

## 工具自動補正機能を持つオープン CNC システムの開発\*

若槻 正明\*\*、堀田 昌宏\*\*、飯村 崇\*\*

細田 俊英\*\*\*

摩耗した工具の刃先後退量を定量化し、工具摩耗による加工誤差との相関関係を確立できれば工具摩耗の自動補正をシステム化することが可能となる。そこで今回、レーザー変位計を使用し摩耗工具の刃先形状の測定を行い、摩耗計測の可能性と刃先後退量と加工誤差との相関について調べた。

キーワード：工具摩耗、自動補正、オープン CNC システム

## Development of Open CNC System with an automatic adjustability to tool-wear

WAKATUKI Masaaki, HOTTA Masahiro, IIMURA Takashi  
and HOSODA Toshihide

If we can fixed quantity of tool-wear and throw light on mutually related of dimensional error of work and tool-wear, it is possible to get automatic adjustability system to tool-wear. Therefore, we measured shape of tool-edge by laser-scan, in order to examine to possibility of tool-wear measurement and mutually related of dimensional error of work and backed width of tool-edge.

**key words: Tool-wear, Automatic Adjustability, Open CNC System**

### 1 緒 言

生産機械を 24 時間連続で稼働させることは、生産機械の精度的な品質の安定と生産効率を高める上で非常に有益な手段である。また、無人化を行うことは、人件費の節約となり生産コストを低く押さえる上で非常に有益な手段となる。しかし、24 時間無人加工を行う場合、工具の摩耗により徐々に刃先が後退し、加工仕上がり寸法に狂いが生じるため、大量の不良品を生産する危険性がある。

このため、予め補正值を決め、一定のサイクルで補正をかけることが行われている。しかし、この補正值を決めるためにはある程度の量の加工を行い、その製品の仕上がり寸法の変化を測定することで、統計的に補正值を推定する必要がある。このため、この方法は大量生産の場合には有効であるが、中小企業のように少量多品種生産を主とする

生産の場合には不適當である。また、AE や切削動力計によって工具摩耗の監視が可能であるが、工具摩耗量を直接計測するものではなく間接的な方法であるため、工具寿命などの推測に利用することはできても、工具切込み量を補正し、製品寸法を維持することは出来ない。このようなことから、24 時間無人加工を行うことは困難な状況となっている。

本研究ではレーザー変位センサを用いて工具刃先形状を走査することで、摩耗による工具刃先の後退量を算出し、自動で切り込み量の補正が可能なオープン CNC システムを開発することを目的としている。

レーザー変位センサによる工具摩耗の計測については、従来の研究<sup>1),2)</sup>において可能であることが判明しているが、正確な工具補正を行うためには、実際の加工仕上がり寸法

\* 公設試共同研究（生産機械システムのオープン化）

\*\* 電子機械部

\*\*\* (株)小林精機

の変化が工具刃先後退の度合いにより、どのように変化するか、その相関関係を明確にする必要がある。

このことから、本研究では、工具摩耗の実験を行い、その工具形状をオフライン測定することで、工具刃先後退量と加工寸法誤差との相関関係について検討を行った。

## 2 実験方法

### 2-1 実験装置

本実験はCNC旋盤(株森精機、SL-153MC)を用い加工を行い、工具形状の測定はオフラインにて行った。測定装置の構成を図1に示す。

測定装置はレーザ変位センサ(株キーエンス、LK-010)、XYステージ(中央精機(株)、ALD-904-H1P)、パソコンで構成した。レーザ変位センサをXYステージ上方に、工具ホルダをXYステージにそれぞれ固定し、XYステージを動かすことで工具形状を走査した。使用したレーザ変位センサは三角測量法を応用したもので、対象物の高さに応じてアナログ電圧(±10Vp-p)を出力し、測定不能時に+12Vを出力する。この出力されたアナログ電圧をアンプ、高速A/D変換ボードを介してパソコンへ取り込んだ。XYステージはマイクロステップドライバ、二軸パルスコントローラを介してRS-232Cでパソコンと接続し、A/D変換ボードからの信号取り込みと共に、LabVIEW National Instruments、ver.4)で作成したプログラムにてパソコン上から制御した。作成プログラムにより計測範囲、計測ピッチ、XYステージ速度の設定、取込んだデータの配列表示、256色階調のグレースケールによる工具形状表示が可能となっている。

摩耗計測実験は、規定切削回数毎に被削材の加工寸法を測定し、工具形状の走査を行った。形状走査ピッチ2μm、計測範囲1.5mm×1.0mm(750×500点)とし、1回の走査時間は約6分30秒であった。また、比較として200倍のデジタルマイクロスコープ(株キーエンス、VH-7000)で工具形状の観察を行った。

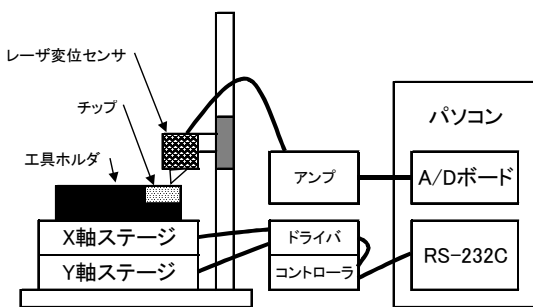


図1 測定装置構成図

### 2-2 使用工具、及び被削材

使用工具はスローアウェイチップとし、寸法精度が高く、ブレーカーがないTNGA160404を、また工具ホルダは端面切削用のPTFNR2020K-16を用いた。

工具材種による影響を確認するため、工具材種をサーメット(京セラN、タンガロイNS520)、PVDコーティング(タンガロイGH110)、超硬合金(京セラKW-10、タンガロイTH03)、セラミック(タンガロイLX21)の4材種とし、サーメット、超硬合金については2メーカーのものを用了。切削条件は適当な摩耗が得られるように材種毎にそれぞれ決定し、周速一定で加工を行った。工具材種と切削条件の組み合わせを表1に示す。被削材は外径98、内径12、材種SKD11とした。

表1 工具材種と切削条件

材種(品名)	メーカー	色	切削速度	切込み	送り
-	-	-	m/min	mm	mm/rev.
サーメットA(N)	京セラ	輝灰	300	0.2	0.06
サーメットB(NS520)	タンガロイ	輝灰	300	↑	↑
PVDコーティング(GH110)	タンガロイ	金	200	↑	↑
超硬合金(KW-10)	京セラ	輝灰	100	↑	↑
超硬合金(TH03)	タンガロイ	輝灰	100	↑	↑
セラミック(LX21)	タンガロイ	黒	500	↑	↑

工具はすべてブレーカーなし、コーナーR0.4を使用

### 2-3 加工寸法誤差の測定

加工は外径から中心へ無潤滑にて端面切削を行った。初めに基準面を加工し、この基準面を残したまま一定の切込みで切削を繰り返し、試験面を加工した。基準面とした試験面の高さを加工寸法とし、切込み量に切削回数を掛けた理論寸法との差を加工寸法誤差とした。

$$\text{加工寸法誤差} = \text{理論寸法} - \text{加工寸法}$$

なお、

$$\text{理論寸法} = \text{切込み量} \times \text{切削回数}$$

$$\text{加工寸法} = \text{試験面高さ} - \text{基準面高さ}$$

被削材の取外しによる寸法測定誤差をなくするため、一連の試験はワンチャックとし、加工に際しては工具のチップングを防ぐために、試験工具とは別の工具で被削材外周部

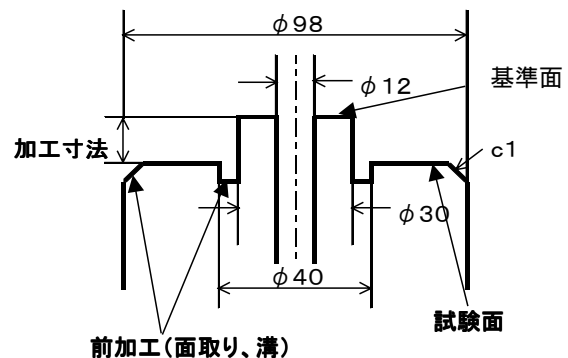


図2 被削材の加工形状

と基準面の周りに溝加工を行った。被削材の加工形状を図2に示す。加工寸法誤差の測定は旋盤ターレットに取付けたダイヤルゲージを手動で動かすことで測定を行った。

#### 2 - 4 工具刃先後退量の算出

レーザ変位センサより得られた工具形状データを用いて工具刃先後退量を算出するため、Visual Basic (マイクロソフト、Ver.6) でプログラムを作成した。工具の被削材への切れ刃角度は使用するホルダの種類と外径、端面、倣い、内径等の切削方法によって決まる。仕上げ寸法へ影響を与えるのは仕上げ面と接する前逃げ面の摩耗による刃先の後退であると考え、工具刃先後退量は、この仕上げ面と未使用工具輪郭との接点を基準に、仕上げ面の放線方向の工具摩耗幅とした。今回の実験で使用したバイトの横切れ刃角は1度であるので、この横切れ刃角に対して1度傾いた線上の刃先摩耗幅を具刃先後退量として算出した。

#### 2 - 5 レーザ変位センサ計測誤差の確認

レーザ変位センサによる工具摩耗の計測精度を確認するため、超精密研削盤 (株)岡本工作機械製作所、UPG-63NC) を用いて工具刃先を研削することで均一な摩耗面を作り、レーザ変位センサとデジタルマイクロスコープで刃先後退量の計測を行いその値を比較した。その測定結果を図3に示す。これより、レーザ変位センサを使用した刃先後退量の計測誤差は、 $\pm 10 \mu\text{m}$ であった。

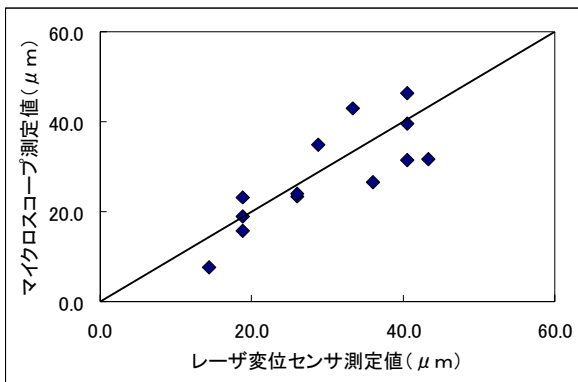
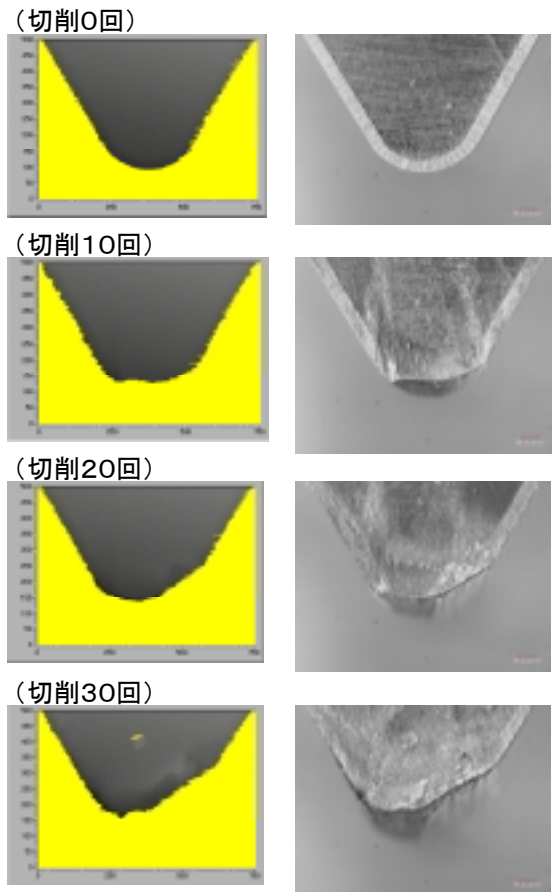


図3 レーザ変位センサ計測誤差

### 3 実験結果、及び考察

#### 3 - 1 工具摩耗による工具刃先形状の変化

サーメットAの切削回数と工具形状変化を図4に示す。デジタルマイクロスコープと同じ形状が検出されており、切削回数の増加と共に徐々に工具摩耗が進行している様子が確認できる。その他の材種についても同様な結果が確認された。また、すくい面上の構成刃先も検出可能であり、グレイスケール表示により、その起伏が確認できた。

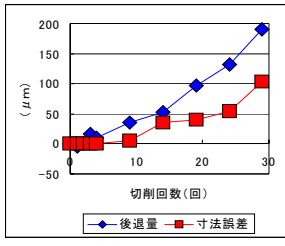


サーメットA (京セラN)  
v300m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.

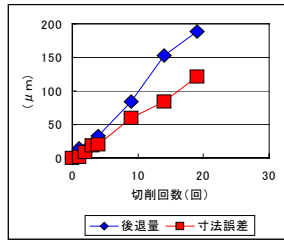
図4 工具刃先形状の変化

#### 3 - 2 工具刃先後退量と加工寸法誤差

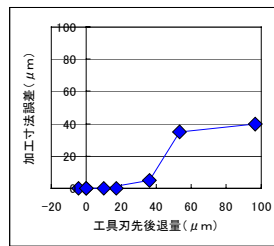
切削回数と工具刃先後退量ならびに加工寸法誤差の関係を図5に示す。形状と同様に切削回数が多くなるにつれ工具摩耗が増加し、これに比例して加工寸法誤差も増加することが判る。サーメットA、B、及びPVDコーティングでは、ある切削回数以上になると、工具刃先後退量が急激に増加し、加工寸法誤差との差が広がる現象が見られた。この摩耗状態を確認した結果、工具逃げ面が溶融状態となっており、切削回数が少ない場合の摩耗面と異なっていた。一般に、工具摩耗の進行に伴い、工具の切れ刃がなくなり切削抵抗が増加するため、摩擦熱で工具刃先や切り屑が赤熱し熱溶融状態となり、急激に工具摩耗が進行する。今回のサーメットA、B、及びPVDコーティングにおける工具刃先後退量の急激な増加は、この熱溶融摩耗による結果であると考えられる。このような熱溶融摩耗は工具寿命を越えた場合の現象であり、切り込み補正の対象となる工具摩耗範囲からはずれるため、熱溶融摩耗が確認されたデータは削除し、工具刃先後退量と加工寸法誤差との関係を検討した。実験では大きな摩耗が得られるように比較的過酷



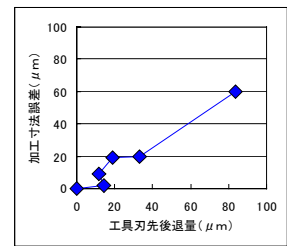
サームット A (京セラN)  
v300m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



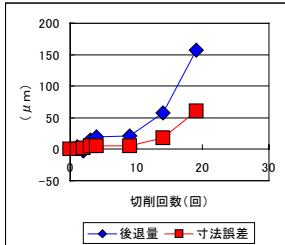
サームット B (東芝タンガロイ NS520)  
v300m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



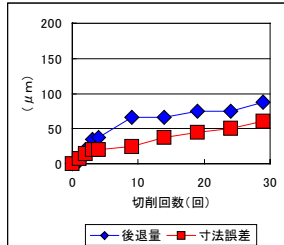
サームット A (京セラN)  
v300m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



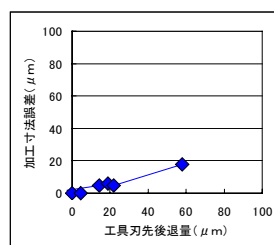
サームット B (東芝タンガロイ NS520)  
v300m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



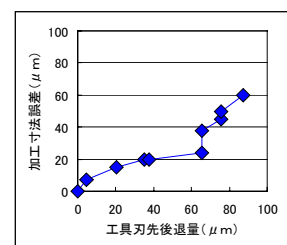
PVD コーティング (東芝タンガロイ GH110)  
V200m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



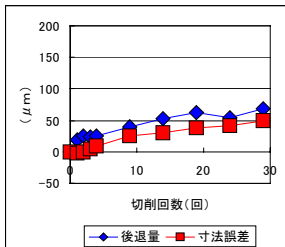
超硬合金 A (京セラ KW-10)  
v100m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



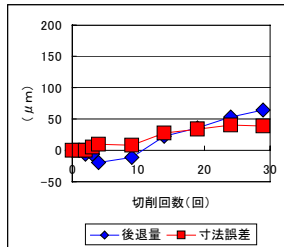
PVD コーティング (東芝タンガロイ GH110)  
V200m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



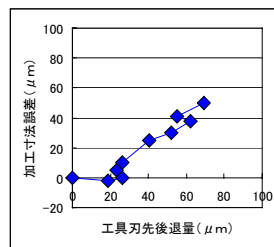
超硬合金 A (京セラ KW-10)  
V100m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



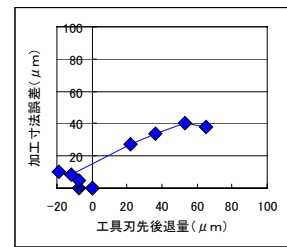
超硬合金 B (東芝タンガロイ TH03)  
V100m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



セラミック (東芝タンガロイ LX21)  
V500m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



超硬合金 B (東芝タンガロイ TH03)  
V100m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.



セラミック (東芝タンガロイ LX21)  
V500m/min, a0.2mm, f0.06mm/rev.

図5 切削回数と刃先後退量及び加工寸法誤差

図6 刃先後退量と加工寸法誤差の関係

な切削条件を設定したが、実用範囲での切削条件の設定も必要である。セラミックでは、切削回数の少ない段階で工具刃先後退量がマイナスとなっている。このように刃先後退量が減少する原因としては構成刃先の生成が考えられるが、顕微鏡による観察では構成刃先は確認されなかった。これ以外の原因としては、工具取付け時の位置ずれなど機械的な精度が考えられる。しかし、セラミックのみに位置ずれが生じるとは考え難い。したがって、構成刃先の生成が一番有力であり、計測時に構成刃先が消滅したと考えることが妥当である。

工具刃先後退量と加工寸法誤差との関係を図6に示す。理論的には工具刃先後退量と加工寸法誤差は1:1の関係、つまり45度の直線となるべきであるが、実験結果では切削条件の異なるすべての工具材種で工具刃先後退量が加工寸法誤差を上回るほぼ直線的な関係となっている。

#### 4 まとめ

本研究により以下の結果が得られた。

- ・レーザ変位センサにより工具摩耗形状や、構成刃先の検出が可能である。
- ・切削条件の異なるすべての材種で工具刃先後退量は加

工寸法誤差に比べて大きくなり、その相関関係は直線的である。

今後は、レーザ変位センサより得られる工具形状の画像処理により、その位置ズレを補正することで測定データの精度向上を検討する。

なお、本研究は平成12年度公設試共同研究事業「生産機械システムのオープン化制御技術の研究開発」として実施したものである。

#### 文 献

- 1) 若槻正明, 野川健: レーザ変位計による工具摩耗の測定, 岩手工技セ研究報告, No.4, 1997
- 2) 若槻正明, 野川健: レーザ変位計による工具摩耗の測定(第2報), 岩手工技セ研究報告, No.5, 1998
- 3) 若槻正明, 野川健: レーザ変位計による工具摩耗の測定, 岩手技術バイオニア報告書, 1998
- 4) 内館道正: レーザ変位計によるバイト損耗計測システム, 共同研究報告書, 岩手大学, 1999
- 5) 清水友治他: バイト損耗モニタリングシステムの研究開発, 共同研究報告書, 岩手大学, 2000
- 6) 本田巨範他: 旋盤加工マニュアル, 大河出版, 1986

# 高速ネットワークによる生産工程の分散化\*

長谷川 辰雄\*\*、中村 吉信\*\*\*、大崎 満弘\*\*\*\*  
土井 章男\*\*\*\*\*、南幅 留男\*\*\*\*\*

機械部品や電子機器の製造工程では、複雑形状、高品質、低コスト化が求められている。本論文では、各工程を分散ネットワーク接続し、情報を共有化することで時間短縮を実現するシステムを提案している。部品図面や試験結果の共有化、工程管理の一元化が可能となり、迅速な意志決定が可能となった。本システムは、県内企業2社及び大学との共同研究により、設計工程として「構造解析シミュレーションの開発」、計測工程として簡易的な「3次元計測器の開発」、加工工程として円筒座標系ロボットによる「3次元切削加工装置の開発」で構成されている。

キーワード：分散ネットワーク、3次元計測、3次元加工機

## Effective distributed industrial engineering environment with high speed network

HASEGAWA Tatsuo, NAKAMURA Yoshinobu, OOSAKI Mitsuhiro  
DOI Akio and MINAMIHABA Tomeo

Manufacturing industries of electronic or machine parts demand a more complex shape, quality products and cost-reduction. We suggest distributed industrial engineering environment that interconnect decentralized facturing process by INTERNET in solving such problems. The system consist of structure analysis for CAE, light 3D measurement for CAD and 3D processing machine for CAM. These are interconnected by VPN(Vertual Private Network) with retaining a high level of security.

**key words: Distributed Network, 3D measurement, 3D processing machine**

### 1 緒 言

現状の「ものづくり」のキーワードは、短納期・低コストである。当然ながら、これには品質が伴っていないなければならない。本論文では、これを実現する手段として、IT(Information Technology)を最大限に活用した「次世代のものづくり」を提案する。本研究の全体構成図を図1に示す。「ものづくり」の基本である「設計技術」、「加工技術」、「計測技術」を分散ネットワーク化により、「次世代のものづくり」手法を確立することを目的とする。設計技術では、CAE(Computer Aided Engineering)を中心とした高度解析システムの開発、加工技術では、円筒座標系ロボットを利用した加工装置の開発、計測技術では、メッシュ状ネット利用簡易型3次元形状スキャナー装置の開発を行った。これらの各工程を分散ネットワーク化し、必要な情報を共有するシステムを構築する。ネットワークの接続は、インテリジェント・サーバ装置を介して行う。この装置は、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備えている。また、各装置とのデータ通信

を行う通信プロトコル変換(TCP/IP RS232C)機能や、グループウェア導入により工程管理を迅速に進めることが可能である。

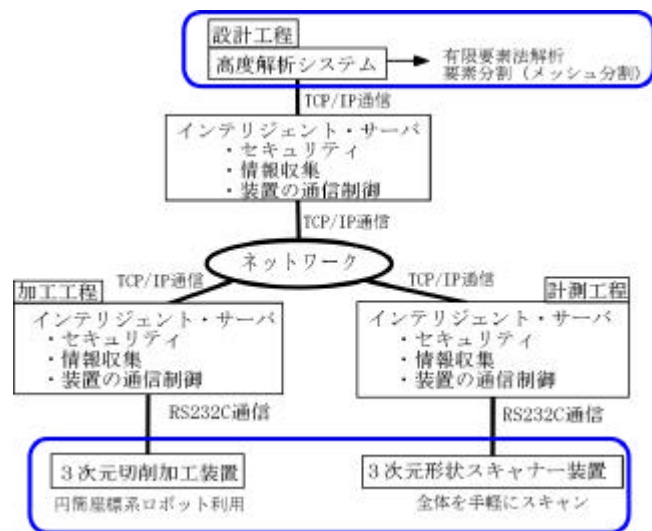


図1 全体構成図

\* 次世代クリエイティブソリューションシステムの開発 (中小企業技術開発産学官連携促進事業)

\*\* 特産開発デザイン部

\*\*\* (株)でん

\*\*\*\* (有)ヒロ

\*\*\*\*\* 岩手県立大

\*\*\*\*\* 金属材料部

## 2 実験方法

### 2-1 高度解析システム

高度解析システムでは、主にシミュレーション解析技術(CAE)に関する新しい手法の開発を行った。一般的なCAEは4面体要素分割で行われるが、6面体要素分割のほうが解析精度が向上する。6面体要素の自動分割はいくつか提案されているが、未だに実用的な方法はなく、手作業による分割が行われているのが現状である。本研究では、一般的なデローニー分割法による4面体要素分割を利用して、6面体要素分割の自動分割を行った。6面体分割のアルゴリズムを図2に示す。

#### 6面体生成のアルゴリズム

- デローニー分割法により4面体分割を行う
- 4面体を構成する3角形の重心を求める
- 各3角形の各辺の中点から重心へ線を引く
- 4面体の重心を求める
- 各3角形の重心と4面体の重心を線で結ぶ

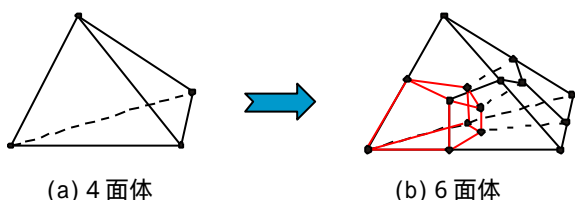


図2 4面体から6面体の生成

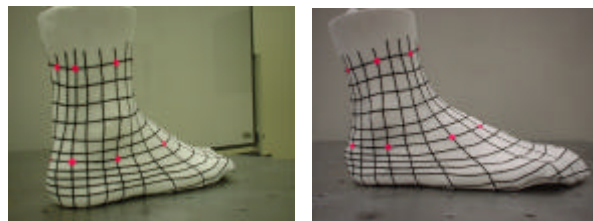
生成した6面体は、ノード(節)、エッジ(辺)、フェイス(面)ごとに構造化データとして設計し、3次元座標値としてコンピュータ上のファイルに保存される。

### 2-2 簡易3次元スキャナー装置の開発

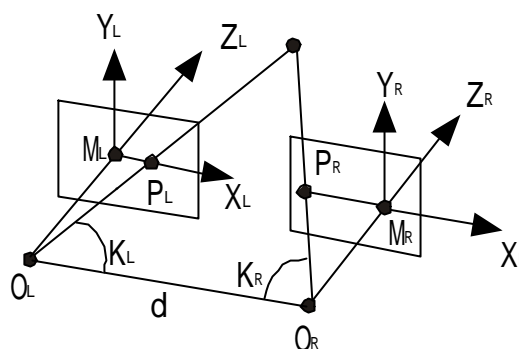
一般的な3次元計測は、白色光やレーザー光を投影して計測する光投影法<sup>1)</sup>がよく知られている。しかし、市販の3次元計測器は、高価なレーザー光や高速画像処理装置などで構成され、手軽に3次元形状を求めることができない。また、光沢物体や毛髪などの黒色は、光の反射・散乱で3次元計測ができない問題がある。そこで、3次元人体形状計測の簡単化のために、メッシュ状のネットで計測対象物を覆い、両眼ステレオ法を用いて3次元形状を再構成する方法を検討した。

#### (1) メッシュ・ネット

3次元計測は両眼ステレオ法を用いる(図3)。この方法は、2枚の画像で対応する同一の点(MLとMR)を決定する必要がある。対応点を自動的に求めるには、抽出条件を設定する必要があるが、一般的に画像中の特徴のある領域は、明暗が明確な箇所(エッジなど)しかなく、必要な対応点を決定することは困難である。また、実際に類似した特徴を持つ箇所が多く存在し、誤った対応点(MLとMR)を求めてしまう問題がある。この問題解決方法として、図3(a)及び(b)に示すようなメッシュ・ネットの交差点を対応点とすれば、左右画像の明確な対応点を決定することができる。



(a)メッシュネット(左) (b)メッシュネット(右)



(c)両眼ステレオ法原理

図3 メッシュネットと両眼ステレオ法

#### (2) 細線化

メッシュ・ネット交差点認識のために、カメラ画像から2値化処理によりメッシュのみを抽出する。次に交差点の追跡及び特定するため細線化<sup>2)</sup>を行う。細線化は画素の連結性と最小構成画素数が1という性質を持つ。これにより、取り扱うデータは必要最小限となる。細線化のアルゴリズムは、図4に示す8個のマスクパターンを用い、これに合致した中心画素を削除する方法で行った。

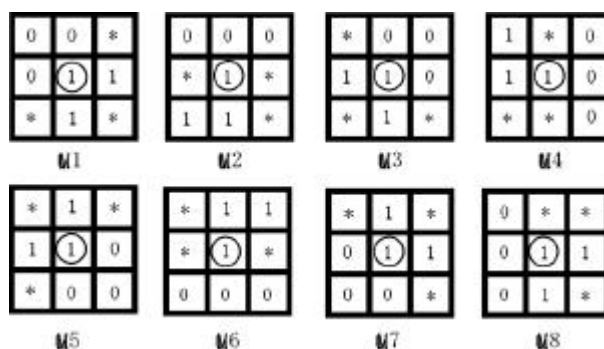


図4 細線化マスクパターン

#### (3) 交差点パターンの認識

本論文が提案するメッシュ交差点認識方法は、細線化で得られた線図形に対し、8近傍の画素の個数を全画素ごとに設定した連結数Nを式1により求める。この連結数Nは表1に示す連結タイプを表しており、メッシュ交差点は、連結数Nの並び方のパターンマッチングにより認識することができる。並び方のパターンを図5に示す。

しかし、線が斜めに交差する場合は、細線化の性質に

$$N = \sum_{k=1}^8 f_k(x, y) \quad \dots \text{式1}$$

ただし、 $f_k(x, y)$ : 画素値  $\{0, 1\}$ ?

表1 連結数と連結タイプ

連結数N	連結タイプ
0	孤立点
1	端点
2	連結点
3	分岐点
4	交差点

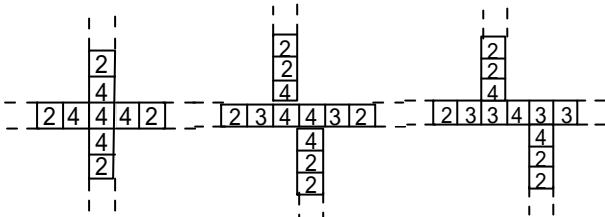


図5 交差点のパターン

よって交差点付近は歪みを生じ、そのパターンは一様に決まらない場合がある。そこで、線分の傾きを利用して、この歪みを除去し、交差点パターンの認識を行った。歪みのある箇所は交差点付近なので、 $N=3$  及び  $4$  の場所を削除し、再度直線を引き直すことにより歪みを修正する。図6にそのアルゴリズムを示す。

- 連結数  $N=3$  及び  $4$  の画素を削除する
- 削除した端点から線分をたどり傾きを求める
- 端点から線分を延長し、相対する端点を検索しその2点間で直線を引く
- 同様に他の端点に、の処理を行う

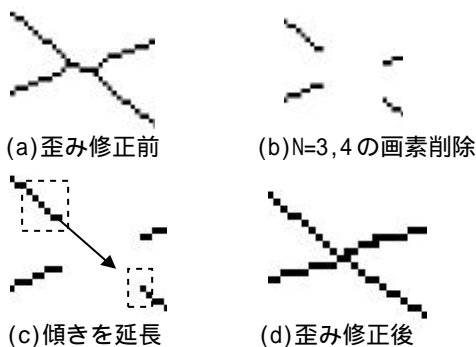


図6 交差点歪み修正アルゴリズム

### 2 - 3 3次元切削加工装置の開発

円筒座標系ロボットによる3次元切削加工装置は、(有)ヒロが開発した直線運動機構(R軸)と旋回運動機構(θ軸)で構成される。加工装置はドライバ装置から動作プログラム(動作命令群)を受け付ける。こ

の動作プログラムは座標値データと、台形運動、S字運動、等速直線運動などの動作方式から構成される。インターネットなどのネットワークから無人加工装置を遠隔制御を想定すると、加工装置側に開始、運転中、終了などの情報を解釈し、出力する仕組みが必要である。そこで、今回開発する加工装置のドライバ装置には遠隔制御が可能であるような機能を設計した。図7に仕様の内容を示す。

#### ドライバ装置の遠隔操作仕様

- 一定の時間間隔で実行ディレクトリを監視する
- 実行ディレクトリにファイルが存在する場合はそのファイルを読み込み実行する
- 実行したファイルは削除する

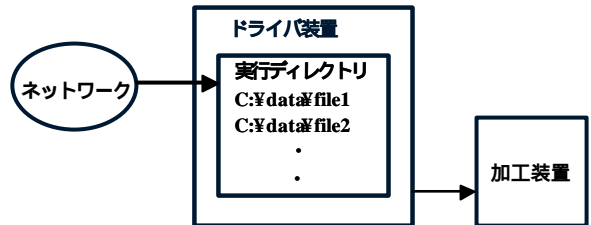


図7 ドライバ装置の遠隔操作機能

### 3 実験結果

#### 3 - 1 高度解析システムの実験結果

4面体から6面体を自動分割した結果を図8に示す。プログラムはVisual C++6.0で作成し、CPUはPentium 933MHz, 384MBメモリの計算機で実験を行った。この実験結果は、表示が煩雑になるため、1個の4面体の実験結果を表示しているが、多数の4面体で構成されている形状についても、同様に6面体分割がなされていることを確認した。

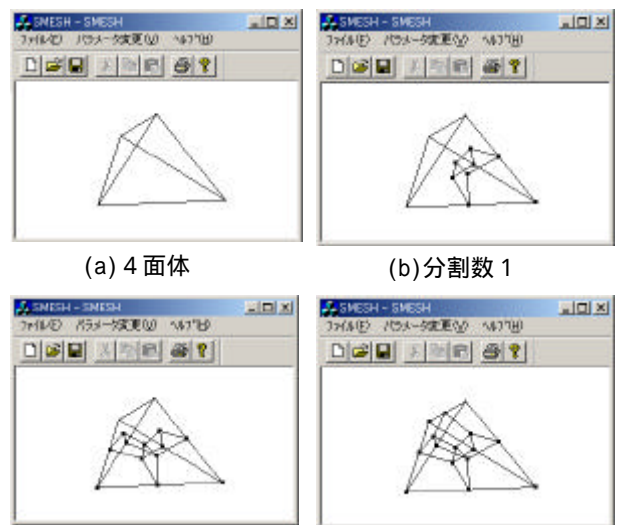


図8 6面体メッシュ自動分割

図8 6面体メッシュ自動分割

3-2 簡易3次元スキャナー装置の実験結果

実験対象物は、円筒形物体及び、石膏の足形にマスキングテープを貼り、デジタルカメラで画像を撮影した(図9)。円筒形物体は8方向の画像を用い、足形は3方向の画像を用いて実験を行った。画像サイズは1024×768画素、解像度が256階調のカラー画像で構成されている。カラー画像は、プログラムによって、計算基準となる色マーカの座標位置を特定した後に2値化される。プログラムはVisual C++6.0、CPUはPentium 933MHz、384MBメモリの計算機で実験を行った。

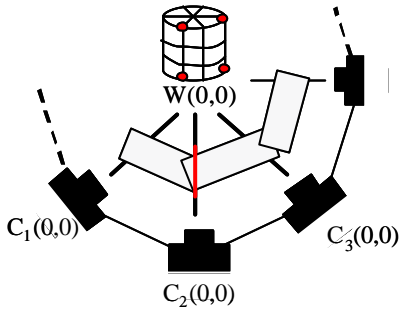
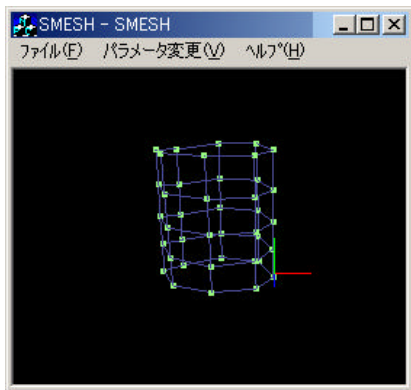
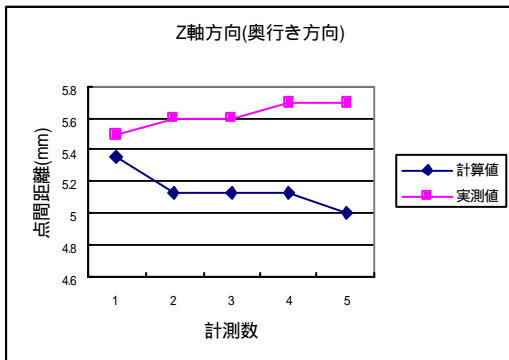


図9 撮影方向

図10に円筒形物体のZ方向の計測結果と全周データの表示を示す。Z方向の誤差は0.77mmと1mm以下の良好な結果を得た。また、X方向及びY方向についても、それぞれ0.74mm、0.14mmとなり、すべての方向が1mm以下と良好な結果を得た。



(a) 全周データの表示



(b) 3次元計測結果

図10 円筒形物体の全周データと計測結果

図11に足形の全周データを示す。足形での実験は3方向のカメラで撮影した。誤差平均はX方向:0.377mm、Y方向:0.675mm、Z方向:0.603mmであり、計算に要した時間は約3分16秒で、その内訳は2値化・膨張処理に10秒、細線化に2分45秒、ノード抽出に21秒という結果となった。

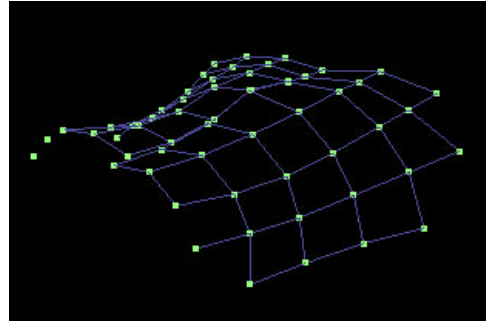


図11 足形の全周データ表示

4 考察及び結論

高度解析システムの開発では、6面体要素の自動分割を実現した。しかし、解析精度の向上には6面体要素の形状が幾何学的に整っている必要がある。分割点を幾何学的に整然配置する手法は確立されておらず、今後の課題である。簡易3次元スキャナー装置は計測値の誤差が1mm以下と良好な結果を得た。これによって基本的なアルゴリズムの検証ができた。今後、実用性を高めるための、複数カメラからの画像自動収集方法<sup>3)4)</sup>や、計測時間の短縮化を行う予定である。3次元切削加工装置は遠隔制御を可能とするためにドライバ装置の仕様を設計した。今後はこの仕様に基づいて製作を行う予定である。各開発された装置は、セキュリティ保護機能を備えたインテリジェント・サーバにより接続され、各種データの共有が行われる。

文 献

- 1) 小谷口, 本田, 長橋: 3次元人顔部形状計測システムの開発, 画像電子学会誌, 第29巻 第5号 pp.480-487 (2000).
- 2) 鈴木 智: 細線化アルゴリズムの高速化に関する考察, 情報処理学会論文誌, Vol. 29, No. 10, pp.925-932 (1988).
- 3) 徐 剛, 辻 三郎: 3次元ビジョン, 共立出版, 1999.
- 4) 依田 育士, 坂上 勝彦: 3次元動き情報を利用した複数対象物の抽出とその実時間認識, 電子情報通信学会論文誌, D-, Vol. J81-D- No.9, PP.2043-2051, 1998



# 超精密切削環境における表面品位への影響\*

堀田 昌宏\*\*、飯村 崇\*\*、南幅 留男\*\*\*

超精密切削加工において、切削環境を変化させたことで影響される被削材の表面粗さについて検討を行った。その結果、面粗さには切削液の潤滑効果による影響が大きいことが判った。このため、超精密切削加工においては、加工液の種類と供給方法について十分に吟味する必要がある。

キーワード：超精密切削，切削環境，加工液

## Effect of the surface dignity on the ultra-precision cutting environment

HOTTA Masahiro, IIMURA Takashi, and MINAMIHABA Tomeo

We examined the work surface roughness influenced by the change of cutting environment, as for ultra-precision cutting. As a result, we knew that we had much influence on smoothing effect of cutting fluid, for the surface roughness. We need more examine about kinds of cutting liquid and the way of supply, as for ultra-precision cutting.

**key words : ultra-precision cutting, cutting environment, cutting fluid**

### 1 緒 言

著しい成長を遂げている情報機器関連等に代表される産業において、ますます超精密加工が必要な機械加工品が要求されている。しかし、この超精密加工には高度な加工ノウハウを必要とするため、この分野に新規に参入する企業は試行錯誤を繰り返しながら苦労を重ねるケースがほとんどである。そこで当センターでは超精密加工の一分野である超精密切削加工技術に関する基礎技術を確立し、データの蓄積を行うことで、県内企業に広く超精密加工技術を普及していくことにした。そこで、今年度は切削環境の変化が切削加工に及ぼす影響について吟味するため、切削液供給量及び切削油自体を変更することで影響される被削材の表面粗さについて検討を行ったので、その結果を報告する。

### 2 実験方法

C N C 超 精 密 鏡 面 加 工 機 ( P r e c t e c h 社 製 Nanoform350 ) を用いて、表 1 の切削条件で端面切削を行った。工具はノーズ半径 0.8mm の焼結ダイヤモンドバイト ( 以下、焼結ダイヤモンド ) 及び単結晶ダイヤモンド

イト ( 以下、単結晶ダイヤモンド ) を使用した。加工液として、製造メーカ推奨の切削油、白灯油、及びオレイン酸を用いた。オレイン酸は塗布効果により表面粗さが改善される<sup>1)</sup>との報告例があるので、比較対象のため選定することとした。

加工液は噴霧供給し、加工液供給ノズル角度を工具すくい面側から見て 60 度に、工具逃げ面側から見て 0 度に設定した。また、被削材は超精密加工でよく用いられている無酸素銅を用いた。評価用測定機器として加工面の粗さ測定には、非接触の光学式表面粗さ測定機 ( Z y g o 社、New View 100 ) を用いた。

表 1 切削条件

被削材	無酸素銅
回転数	1000rpm
送り	10mm/min
切込み量	0.01mm
工具	焼結ダイヤモンド、単結晶ダイヤモンド
加工油	メーカ推奨油、白灯油、オレイン酸

\* 超精密加工技術の開発 ( 第 2 報 ) ( 産業集積活性化事業 )

\*\* 電子機械部

\*\*\* 電子機械部 ( 現 金属材料部 )

なお、鏡面切削の場合、研磨面と同程度の仕上げ面粗さ(縦方向の最大高さ  $R_y$ )と切削面特有の周期的な微小凸凹による虹面抑制が必要であるが、加工面の評価はこの虹面によって大きく左右されるため、虹面の定量評価に横方向のパラメータ  $S, S_m$  ( $S, S_m$ : 測定長さ内で算出される局部山頂及び凸凹の平均間隔で定義されるパラメータ)も用いて行った。本文中に用いる記号は下記のとおりである。

- s : 主軸回転数 (rpm)
- f : 送り (mm/min)
- a : 切込み(mm)

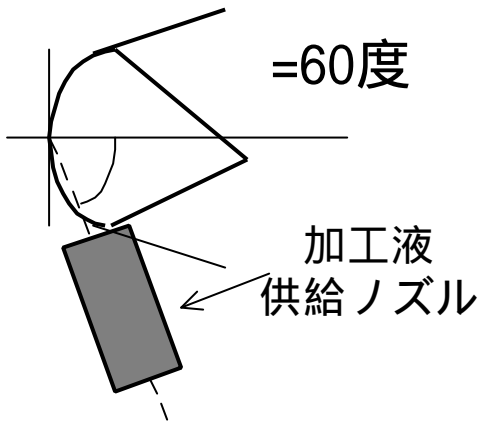
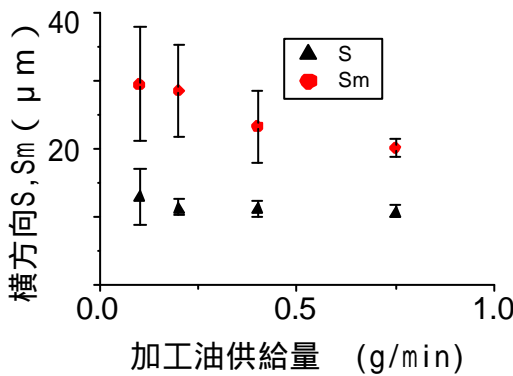
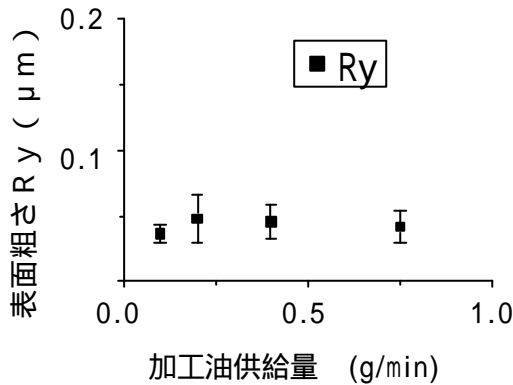


図1 加工液供給方向



S=1000rpm, f=10mm/min, a=0.01mm  
単結晶ダイヤモンド, 無酸素銅

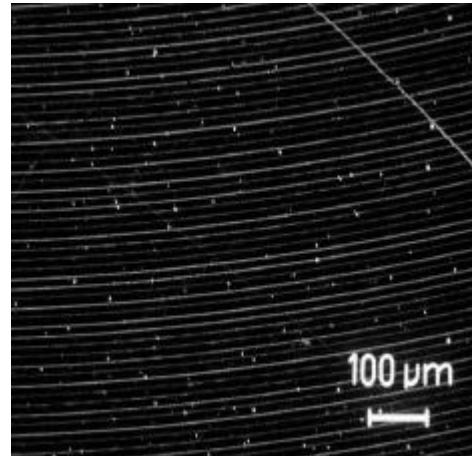
図2 供給量を変化させた場合の表面粗さ

- $R_y$  : 縦方向の最大高さ ( $\mu\text{m}$ )
- S : 横方向の局部山頂の平均間隔 ( $\mu\text{m}$ )
- $S_m$  : 横方向の凸凹の平均間隔 ( $\mu\text{m}$ )

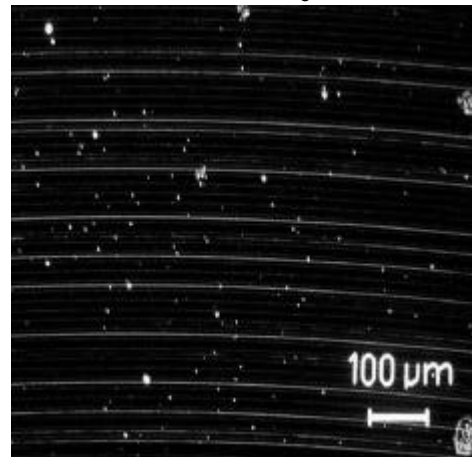
### 3 結果と考察

図2にミスト供給量を変化させた場合の表面粗さを示す。なお、供給量を変更しても切り屑排出が正常に行われていることを加工中に確認している。 $R_y$ は供給量を変化させてもあまり変化が見られず、ばらつきの度合いも供給量が多くなるに従って小さくなっている。今回、供給量が微小である状態が一番悪い結果となることを予想していたが、逆となる結果が得られた。Sは供給量を変更しても変化がみられず  $S_m$ は供給量が多くなるにつれて小さくなり、 $S_m$  20  $\mu\text{m}$ で鏡面となっている。それに対し、焼結ダイヤモンドを用いた場合、供給量が微小あるいは多量(ミストがはっきりと判る状態)である場合では、 $R_y$ が多少ばらつきを持っているが、他の状態と比べて大きくなっている。S,  $S_m$ は供給量を変更させてもあまり変化がなく、 $S_m$  15  $\mu\text{m}$ で虹面が観察される。これらのことから、横方向のパラメータ  $S_m$ を用いることによ

a) 供給量 0.1g/min



b) 供給量 0.75g/min



S=1000rpm, f=10mm/min, a=0.01mm  
単結晶ダイヤモンド, 無酸素銅

写真1 加工面の偏光顕微鏡写真(×200)

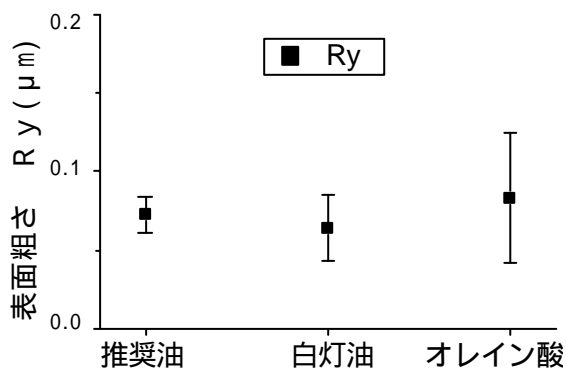
り、目視で判断した加工面の評価を定量的に確認することが可能であると考え。

また、供給量を変更しながら焼結ダイヤモンドを用いて切削した際の切削抵抗を比較してみると、供給量が微小或いは多量（ミストがはっきりと判る状態）である場合の時に、主分力  $F_x$ 、背分力  $F_z$  が一番小さくなり、かえって適度に供給した場合のほうが高くなっている。これは、加工液の冷却作用により、被削材の塑性変形強さが増加したため、切削抵抗が上昇したためと考える。

写真1はミスト供給量を変更した場合における加工面の偏光顕微鏡写真である。供給量が多い場合、供給量が微量な場合と比べて加工面に大きな凸が規則的に生じていることが判る。これはミスト供給を行う場合、液状に供給する場合と比べ切削点近傍に直接加工液液が当たらないので、工具と被削材の微振動を抑えることが可能であるが、今回のように多量に供給すると工具と被削材に微振動を与えてしまい、微小ながら刃物食い込み量が増加し、その結果均一に切削できなかつたのではないかと推測できる。従って、適度な状態（目視でミストが確認できる程度）で供給しながら切削した方が表面粗さを低減できると考える。

加工液に期待される効果として、被削材の被削性を改善し仕上げ面品位の向上や工具寿命延長を図る効果と作業性に関する効果（切り屑除去効果等）があげられる<sup>2)</sup>が、超精密加工においては加工液自身が有する冷却効果と潤滑効果が特に重要視されている。しかし、切削を行わない状態でミストを多量に供給した場合、被削材の表面温度低下は最大でも 1.0 程度しかなかったことから、今回の結果において加工液の冷却効果があまり望めなかつたのではないかと考える。そのため、超精密切削加工においては、表面粗さには加工液の潤滑効果が大きいのではないかとと思われる。

図3は、加工液を変更した場合における表面粗さを示す。Ryにおいて、白灯油を供給した方が一番小さいが、ばらつきから考えると推奨油が一番小さい結果となった。また、焼結ダイヤモンドを用いて切削した際、加工液を変更し



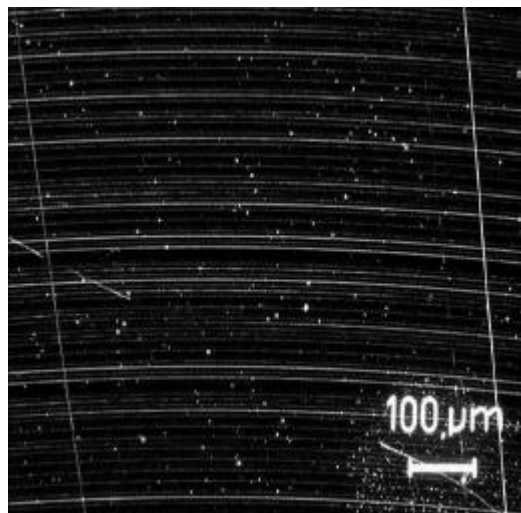
S=1000rpm, f=10mm/min, a=0.01mm  
単結晶ダイヤモンド, 無酸素銅

図3 加工液を変更した場合の加工面の表面粗さ

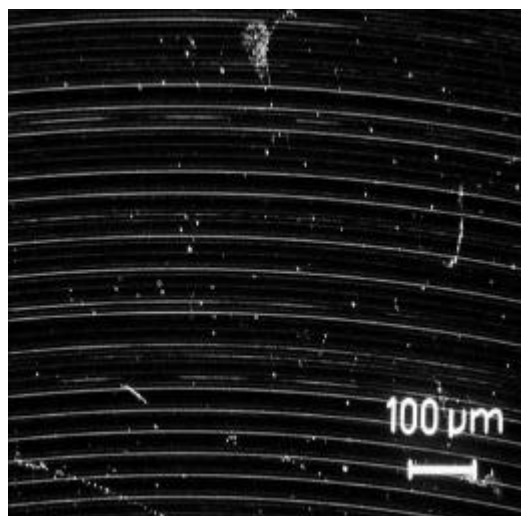
た場合の表面粗さ及び切削抵抗を比較すると、Ryはオレイン酸を供給した場合よりも白灯油を供給した方がよい結果であるが、主分力  $F_x$ 、背分力  $F_z$  を比較してみるとあまり変わらないことが判った。今回オレイン酸を使用した場合に Ry が大きくなった原因は、使用した切削液の中でオレイン酸の粘度が一番大きいので、加工後の切り屑排出がうまくいかなかったのではないかと考える。通常、超精密切削加工において、 $10\text{mm}^2/\text{s}$  (40 )以下の粘度の低い不水溶性油剤（JIS 1種 1,2号相当）が適用されており、今回使用した加工液はその分類に含まれるものである。そのため、加工液を変更した時にばらつきがあるが表面粗さに明確な違いが図3では確認できなかったため、今回の場合、加工液の粘度が小さくなれば問題とならないのではないかと考える。

写真2は加工液を変更した場合における加工面の偏光顕微鏡写真である。オレイン酸と白灯油を比較した場合、

a) 白灯油



b) オレイン酸



S=1000rpm, f=10mm/min, a=0.01mm  
単結晶ダイヤモンド, 無酸素銅

写真2 加工面の偏光顕微鏡写真(×200)

若干オレイン酸の方が加工面にはっきりとした大きな凸が規則的に生じていることが判る。しかし、白灯油の方にも凸が生じていることから、加工液に期待された作業性に関する効果(切り屑除去効果等)が旨く作用していなかったのではないかと推測できる。

以上のことから、超精密切削加工においては、切削剤の種類と供給方法について十分に吟味する必要があると思われる。

#### 4 結 論

今回、切削環境の変化が切削加工に及ぼす影響について吟味するため、切削液供給量及び切削油自体を変更することで影響される被削材の表面粗さについて検討を行ったところ、以下のことが判った。

・超精密切削加工においては、表面粗さには加工液の潤滑効果が大きい。

・超精密切削加工において、切削剤の種類と供給方法について十分に吟味する必要がある

今回、被削材を1種類に限定し、切削環境の変化が切削加工に及ぼす影響について検討を行ったが、被削材の種類が多様化するに従い、他の切削油剤の検討や切削環境の最適化が強く求められると予想される。今後は、こういったことを踏まえて更なる研究を進めていきたいと考える。

#### 文 献

- 1) 金枝敏明, 河坂博文: 軟質金属切削における塗布効果(第1報), 精密工学会誌, 702, 61, 5 (1995)
- 2) 森脇俊道他: 超精密生産技術体系第1巻基本技術, フジテクノシステム, 138(1994)

## 超精密切削環境における表面品位への影響

## レーザースクイド顕微鏡による半導体の評価\*

大坊 真洋\*\*、泉田 福典\*\*、小高 正\*\*\*

志子田 有光\*\*\*\*

収束したレーザービームによって誘発される磁場を画像化する原理のレーザー SQUID 顕微鏡を製作した。我々のシステムは半導体レーザー、高温超伝導 SQUID マグネトメータ、 piezo 駆動による非磁性セラミクス XY ステージ、ロックインアンプ、ビデオシステム、二重磁気シールド (厚アルミ + パーマロイ) から構成される。厚さ 20mm のアルミ磁気シールド中でマグネトメータが動作可能であった。パーマロイを追加することによる効果は、150Hz で -20dB であった。単結晶シリコンの p-n 接合部の端部で最大の光磁場  $B_z$  (2pT) が計測された。このシステムでは、最小分解能はレーザーのスポットサイズで決定されるので、従来の SQUID 顕微鏡よりも大幅に高い空間分解能で、室温の半導体試料を計測できる。レーザー SQUID 顕微鏡は、非侵襲、非接触で半導体の計測ができるので、新しい評価装置となる可能性がある。

キーワード：スクイド顕微鏡、レーザー、磁気画像

## Evaluation of Semiconductors using Laser SQUID Microscope\*

DAIBO Masahiro\*\*, IZUMIDA Fukunori\*\*, KOTAKA Tadashi\*\*

and SHIKODA Arimitsu\*\*\*\*

We have constructed a laser SQUID microscope for imaging photo-induced magnetic fields by focused laser beam. Our system consists of the following components, a laser diode, a HTS SQUID magnetometer, a piezo driving non-magnetic ceramics x-y stage, a lock-in amplifier, a video system and double layer (thick aluminum + permalloy) magnetic shielding. The magnetometer was able to operate in aluminum magnetic shielding of the thickness of 20mm. By adding the permalloy, -20dB shielding effect was obtained at 150Hz. Maximum photo-magnetic field ( $B_z$ ) of 2pT was detected at the edge of p-n junction of the single crystal silicon. In this system, the semiconductors at room temperature can be measured in spatial resolution which is drastically higher than the conventional SQUID microscope, because the minimum spatial resolution is determined by the spot size of the laser. The laser SQUID microscope has the possibility of becoming a new tool for evaluation, because it offers noninvasive and non-contact access to semiconductors.

**key words: SQUID Microscope, Laser, Magnetic Image**

### 1 緒 言

SQUID (Superconducting QUantum Interference Device: 超伝導量子干渉素子) は現存する磁気センサーの中では最も高感度であり、特に 100pT 以下の計測では優位性が高い。近年、高温超伝導 (HTS) 材料による SQUID の開発が進み、高価な液体ヘリウムによる冷却から脱して、安価な液体窒素による冷却で SQUID を運転することが可能となった。運転コストの問題が解決したため、産業分野でも応用が可能な時期になっている。さて、SQUID と対象物を相対的に走査して、対象物の微弱な磁場分布を計測する SQUID 顕微鏡は、いくつかの興味深い成果をあげている。たとえば集積回路の短絡電流、強磁性材料の可塑性変形領域、厚いアルミ板中のクラック、超伝導体にトラップされた磁束量子などの可視化に活用されている。多くの場合において、磁場の空間分解能は重要である。しかし従来の SQUID 顕微鏡には、空間分解能が低いといった問題があった。一般的に SQUID 顕微鏡の空間分解

能は、SQUID の検出コイル径か、検出コイルと試料の距離のどちらか大きい方で決まる。特に検出コイルと試料の距離を小さくするのは断熱の都合上難しい。Nagaishi らは、室温の試料用向けに、サファイヤ窓を利用して検出コイルと試料までの距離が 1mm の HTS-SQUID 顕微鏡ヘッドの製作に成功している<sup>1)</sup>。さらなる改良によって数百ミクロン程度まで減少させることが期待できる。しかし 100  $\mu\text{m}$  以下にすることは、製作上困難であり、また試料と顕微鏡ヘッドを 100  $\mu\text{m}$  以下に近づけることは取扱上も容易ではない。

そこで我々は、空間分解能を向上させるために、集光したレーザービームを励起信号として用いる方法を提案してきた。その原理は、フォトンエネルギーがバンドギャップよりも大きなレーザー光を半導体に照射すると、電子正孔対が生成され、その光電流が発生する磁場を SQUID で計測するものである。空間分解能は主にレーザースポットのサイズで決まるのでミクロンレベルまで可能

\* アクティブセンシングによる高度非破壊センシング (第二報) (公設試共同研究推進事業)

\*\* 電子機械部、\*\*\* (株)アオバサイエンス、\*\*\*\* 岩手医科大学教養部

となる。

レーザー SQUID 顕微鏡のコンセプトは独国 PTB の Bayer らが最初である(1999)<sup>2)</sup>。彼らはシールドリングファクターが  $10^6$  の磁気シールド環境のもとで、2チャンネル低温超伝導 SQUID マグネトメータで Czochralski ウェハールにおける不純物の不均一性を測定している。また、NEC の二川らは LSI の不良解析を目的として HTS-SQUID を用いたレーザー SQUID 顕微鏡を開発している(2000)<sup>3)</sup>。そのシステムは真空中で3層磁気シールドの環境で動作する。

一方、本報告の筆者らは、独立にレーザー SQUID 顕微鏡を開発し、HTS-SQUID グラジオメータ(差動型)を使用し、磁気シールドの無い環境で初めて p-n 接合の光磁気分布の画像化に成功している(2000)<sup>4-7)</sup>。本報告は、これまでの報告の続報として、新たに設置した磁気シールド環境のもとで HTS-SQUID マグネトメータを使用して、シリコンダイオードの p-n 接合を非接触評価した結果について報告する。

## 2 実験方法

### 2-1 システム構造と各部の動作

図1にレーザー SQUID 顕微鏡のシステムブロック図を示す。各部の動作を順を追って説明する。半導体レーザー LD (波長 = 640nm) からパルス(デューティー比 50%)で直接変調してレーザー光を出力する。パルスはタイミングジェネレータから供給される。レーザー光はビームエキスパンダーでビーム径を 10mm 程度まで拡大し、アイリスでビーム外形を円形に整える。ハーフミラー HM を透過し、45度 に設置されたミラーで垂鉛直方向へ導光し対物レンズ(倍率 50 倍、NA0.8)に入射される。レーザー光は対物レンズで集光され半導体試料を励起する。試料は非磁性の XY ステージに搭載される。XY ステージ(京セラ製)はアルミナセラミクスと、ベリリウム銅などの材質から構成され、磁気ノイズの小さいピエゾ超音波モーターで駆動される。位置精度  $0.5 \mu\text{m}$  で 20mm の可動範囲がある。

半導体試料にバンドギャップ以上のエネルギーのレーザー光を照射すると光電流が誘発され、その電流によって磁場が発生する。その磁場を SQUID で計測する。SQUID は YBCO 材料による高温超伝導で構成され、デュアー中で液体窒素(77K)で冷却保持されている。SQUID は DC 型であり、検出コイルはマグネトメータ構成である(Tristan Technology 社製)。素子感度は  $1.02\text{nT}/\text{}$  である。

SQUID からの信号は FLL(磁束ロックループ)回路で線形化され、ロックインアンプでレーザーのパルス駆動信号を参照信号として位相検波される。ロックインアンプ内で A/D 変換(16bit)されたのちに、データは GPIB を経由して PC でデータ収集される。対象物の一点の計測を終えると、XY ステージを移動させて走査し、磁気分布を得る。

レーザーの照射位置やレーザー焦点の調整は、半透明ミラー HM で結合されたハロゲンランプによる照明と CCD カメラによって確認しながら行うことができる。

SQUID と XY ステージは内部磁気シールドボックス

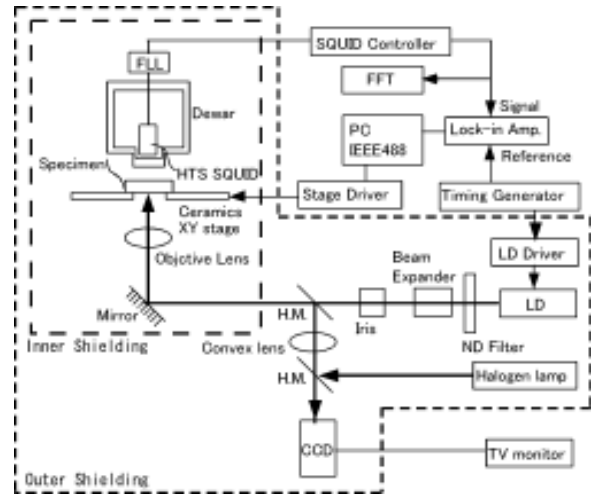


図1 システムブロック図

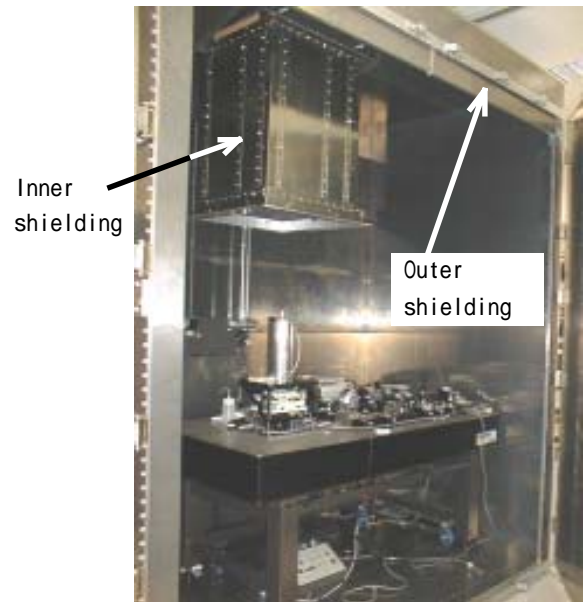


図2 システムの概観

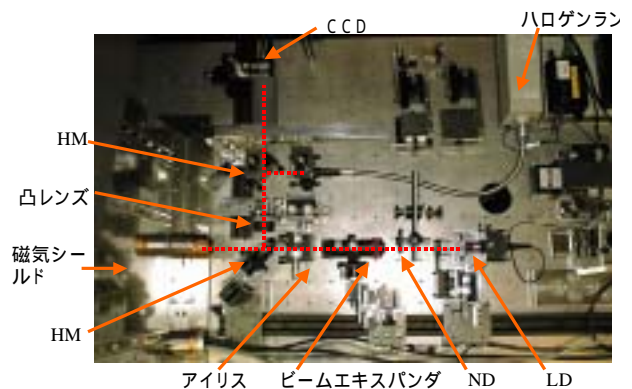


図3 上方からみた光学系のセットアップ

(0.8mm厚パーマロイ2層、5mm厚アルミ1層)で覆われ、低周波成分の磁気シールドが施されている。さらに PC や制御系は、外部磁気シールドルーム(20mm厚アルミ)の外に配置され、外部から到来する中高周波ノイズを SQUID から遮断している。

図2にシステムの概観を示す。外部磁気シールドルームの扉を開けた状態で撮影した。外形は(W2500, D1500, H2700, t=20mm)であり、内部磁気シールドボックスを上下する機構が内壁に敷設しており、機械的にも頑強である。このルームは光学的な暗室も兼ねている。図2では内部磁気シールドボックスを吊り上げている状態である。内部磁気シールドボックスは、底面が無い長方体でありSQUIDに被せるように降下させて光学定盤に乗せる。その後、外部からの振動を除去するために、上下機構と内部磁気シールドボックスは切り離される。

前回の報告に対して、特に改良した点は、外部磁気シールドルームの新設と光学系である。光学系の振動対策として光学定盤を用いた。位置決め精度の向上のために各光学パーツをレール上に配置し、XYZ等のステージを使って微調整ができるようにした。また、ビームエキスパンダーにより、対物レンズの入射径程度までレーザー光を広げることにより、スポット径を10 μm以下に減少し最小空間分解能を向上させた。

### 3 結果

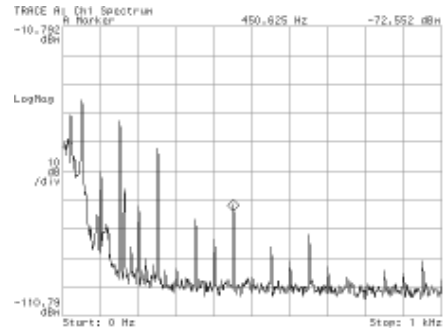
#### 3-1 磁気シールド特性

環境ノイズスペクトルをSQUIDマグネトメータで計測することにより、磁気シールドの遮蔽特性を調べた。図4に測定結果を示す。図4(a)は外部磁気シールドルームのみの特性である。この外部磁気シールドルームは、厚さ20mmのアルミで構成され、渦電流によりシールド効果を発揮する。マグネトメータは外部磁気シールドの外側では大きすぎる外来ノイズにより、まったく動作できなかったが、内側ではFLLが動作し計測が可能であった。この結果は、高価なパーマロイを大量に使用しなくても、厚いアルミで高温超伝導SQUIDマグネトメータが動作可能な磁場環境を実現できることの実証となった。アルミの抵抗率  $\rho = 5.9 \text{ m}\Omega/\text{m}$  で計算すると表皮深さが20mmとなる周波数は  $f_c = 374 \text{ Hz}$  となる。SQUIDグラジオメータによる外部磁気シールドの有無によるノイズ比較では350Hzで-15dBのシールド効果が実測された。

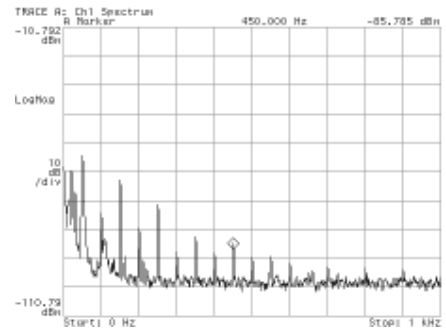
図4(b)は、さらに内部磁気シールドボックスを被せた場合のノイズスペクトルである。内部磁気シールドボックスはパーマロイを使用している。(a)の場合よりも明らかに低周波側のノイズが低減している。(c)は50Hzの高調波成分を(a)と(b)で比較したグラフである。内部磁気シールドボックスにより150, 250Hzで-20dBのシールド効果が確認された。

#### 3-2 半導体サンプルの測定

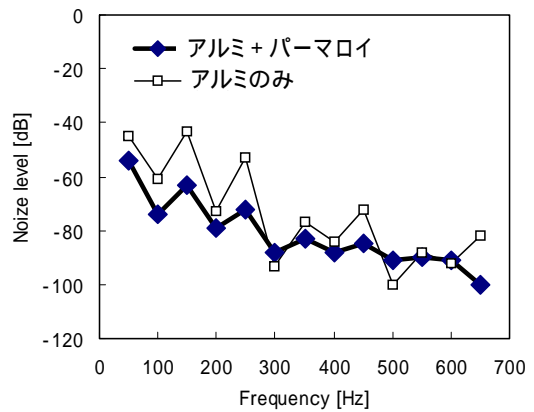
シリコン単結晶ウェハーに設けられたp-n接合をレーザーSQUID顕微鏡で計測した。測定試料の構造を図5に示す(半導体メーカー提供)。n/n+のエピタキシャル基板で、n型エピタキシャル層の不純物濃度  $N_D = 6 \times 10^{14} [\text{cm}^{-3}]$ 、エピタキシャル厚23 ~ 27 [μm]である。この基板にホウ素をイオン打ち込みしてp型ウェルを形成している。p型ウェルの不純物濃度は  $N_A = 1 \times 10^{19} [\text{cm}^{-3}]$  であり、接合深さは5 [μm]である。p型ウェルのサイズは2640 × 2640 [μm]で、隣接するp型ウェルとの間隔は560 [μm]



(a)



(b)



(c)

図4 シールドルームのノイズ遮蔽特性

(a) 外部磁気シールドルーム (Al (t = 20mm)、1層) のみ場合、H: 100Hz/div, V: 10dB/div、(b) 外部磁気シールドルームに内部磁気シールドボックス (Al (t = 5mm, 1層) + パーマロイ (t = 0.8mm, 2層)) を加えて2重シールドとした場合、(c) 50Hzの高調波のノイズ強度の比較。

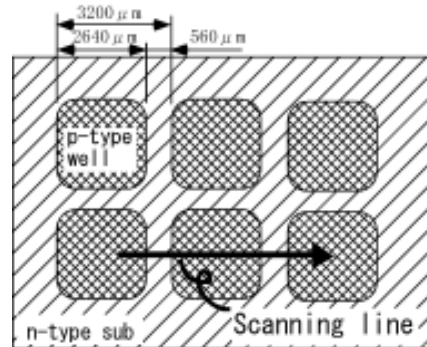


図5 計測したp-n接合セルの構造  
太矢印に沿って直線的にスキャンした。



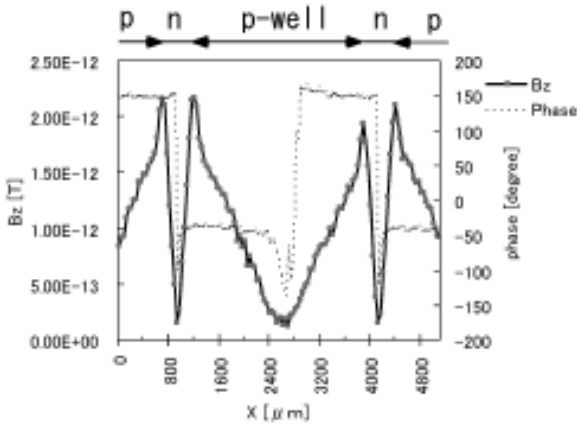


図6 p-n接合から発生した光磁場分布  
実線は垂直方向の磁束密度、破線はレーザーと発生磁場の位相差

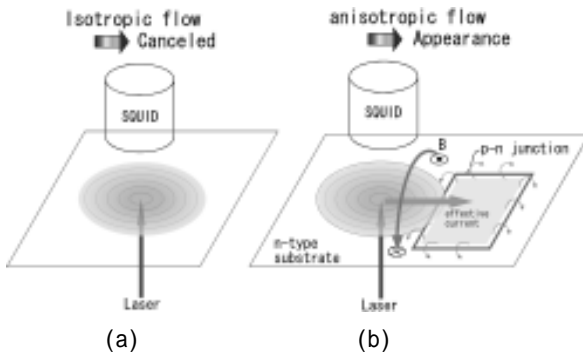


図7 開放回路のp-n接合にレーザーを照射した場合の電流経路の考察 (a)等方的に広がる場合、(b)少数キャリア拡散長内にp-n接合が存在し非等方的になる場合。

である。p型ウェルを横断するようにレーザー照射位置を直線状に移動させて、発生磁束と、レーザーと発生磁束の位相差を測定した。測定結果を図6に示す。走査した照射位置の間隔は40[μm]である。まず、発生磁束Bz(磁束方向は基板に垂直方向)をみると、p-n接合の境界部分で最大の磁束が発生している。これはp-n接合のサイドウォールの存在によりp-n接合の有効面積が広いことと、空乏層の電界によりドリフト電流成分がある為と考えられる。n型領域に向かうにつれて発生磁場が急激に減少しているが、これは少数キャリア(正孔)の再結合による減衰と考えられる。この減衰カーブのピークから磁束が1/eとなる距離は170μmであった。この距離は少数キャリア(正孔)の拡散長と関連があると推定されるが、他の方法で得られた値(20~50μm)よりも大きい値となった。

位相をみると、位相と電流の方向が対応していることがわかる。X軸上でホールが正方向へ流れる時は負位相となっている。

電流経路について図7を用いて考察する。少数キャリアはp-n接合の外側では拡散し、p-n接合に到達すると、ドリフトした後にウェル内に入りp-n接合を弱く順バイアスする。そして再注入が起こり再結合によって過剰キャリアが消滅する。図7(a)の様に対称位置に照射さ

れる場合は、過剰キャリアが等方的に広がり、発生磁束がキャンセルされる。これはp-well中央部でも磁束密度が減少している実験結果と一致する。一方、図7(b)のようにp-n接合の構造に対して左右対称でない位置にレーザーが照射される場合には、空間的に実効的な電流の偏りが生じ、磁束が検出される。

この考察から、正確な定量化のためには、今後、電流のリターンパスによる発生磁束を考慮したモデリングの構築と、磁束のベクトル計測が必要と思われる。

#### 4 結 論

レーザー光を半導体に照射し、誘発される光磁場をSQUIDで計測する原理のレーザーSQUID顕微鏡を製作した。また、外来ノイズを減衰させる磁気シールド環境を構築した。前報告では磁気勾配を計測するグラジオメーターによるシステムであったが、今回磁束を直接計測できるマグネトメータによるシステムを実現した。シリコンのp-n接合から発生する光磁場を計測した結果、p-n接合境界で最大になり、少数キャリアの再結合領域では接合から距離が離れるにつれて急激に減衰すること、ウェル中央部では光電流が等方的になり光磁場がキャンセルされることがわかった。このシステムは開放回路の状態で電流を計測できるので、非接触で再結合電流を評価する装置として有望と考えられる。

#### 謝 辞

研究を進めるにあたり有意義なディスカッションをしていただいた岩手大学工学部 吉澤正人 教授に感謝申し上げます。なお、本研究は中小企業庁地域活性化連携促進事業補助金技術開発研究事業と、一部 科学技術振興事業団 岩手県地域結集型共同研究事業「生活・地域への磁気活用技術の開発」の援助を得て行われたことを記して、関係者への謝辞とします。

#### 文 献

- 1) T. Nagaishi and H. Itozaki, Supercond. Sci. Technol. **12**, 1039 (1999)
- 2) J. Beyer, H. Mats, D. Drung and Th. Schurig, Applied Physics Letters **74-19**, 2863 (1999)
- 3) K. Nikawa and S. Inoue, Technical Report of IEICE, Osaka, **ICD2000-174**, 1 (2000)
- 4) 大坊真洋, 小高正, 志子田有光, 2000年秋季第61回応用物理学学会学術講演会講演予稿集, **3p-ZM-14**, 210 (2000)
- 5) 大坊真洋, 小高正, 志子田有光, 計測自動制御学会第17回センシングフォーラム資料, 227 (2000)
- 6) 大坊真洋, 小高正, 志子田有光, 電気学会センサ・マイクロマシン部門平成12年度総合研究会, **PHS-00-28**, 65 (2000)
- 7) M. Daibo, T. Kotaka and A. Shikoda, The 13th Int. Symp. on Superconductivity (ISS2000), Tokyo, **EDP-3**, 230 (2000)

## 研削砥石表面状態の定量評価\*

飯村 崇\*\*、南幅 留男\*\*\*、若槻 正明\*\*

堀田 昌宏\*\*

研削加工は金型加工を中心とした精密加工には欠かせない加工技術である。そして、砥石の切れ味を管理するために、現状では加工音や加工物の表面状態などを元にした判断を行っている。しかし、これらの方法では、確認のため一度加工を行う必要があり、加工不良の原因となる。そこで、砥石表面の観察から加工状況が予測可能な測定システムの構築を検討した。レーザを砥石表面に照射し反射光の強度を測定する方法を用いている。この方法で粒度の粗い砥石から細かい砥石まで砥石表面状況の評価が可能であることを確認した。

キーワード：研削砥石、レーザ、反射光、砥石評価

## Quantitative Evaluation of Grinding Wheel Surface

IIMURA Takashi, MINAMIHABA Tomeo, WAKATUKI Masaaki

and HOTTA Masahiro

Grinding is indispensable for a precision machining, such as a die and mold manufacturing. And we judge the condition of grinding from the grinding sound of grinded surface. But in this kind of method, we must grind some work pieces to judge, and it caused defective work pieces. So we consider the system which can judge the condition of grinding from the surface of grinding wheel. We emit LASER beam to the surface of grinding wheel and measure the strength of reflected LASER beam. We confirm that we can judge the condition of grinding from coarse wheel to fine wheel, in this method.

**Key words: grinding wheel, LASER beam, reflected beam, estimation of grinding wheel**

### 1 緒 言

研削加工は、1)焼き入れ材など高硬度材の加工が可能である、2)微細な切り込みで寸法の追い込みが可能である、3)加工面粗さが小さい、等の理由から、金型加工を中心とした精密加工分野には欠かせない加工技術である。そして、この研削加工には砥石の切れ味を維持するため、定期的にドレス（目立て）作業を行う必要がある。しかし砥石は切削工具と違い、実際に加工に関与する砥粒が非常に小さいことから、砥石表面を観察しても砥粒刃先の状況がわかりづらく、ドレス時期の判断は多くの場合、加工音や加工物表面を元に行っているのが現状である。そして、加工音や加工物表面は、実際に加工を行った時にしか判断できず、仕上げ加工などの場合、熱による金

属表面の劣化（研削焼け）などが発生し不良となってしまう可能性がある。そこで、砥石表面を定量的に評価し、加工前に砥石状況を把握してドレス時期の判断が容易に行えるようなシステムを検討している。評価には、砥石表面にレーザ光を当て、その反射光の明るさをセンサーで検知し、その出力値を使って評価を行う方法を検討している。昨年度の成果<sup>1)</sup>より#230, #400 cBN等の粗粒砥石で、目つぶれ、目こぼれによる切れ味の変化と共に測定値にも変化が現れることがわかっているが、砥石状況によっては調査不十分なところもあり、また、超精密加工用の粒度が細かい砥石に対して測定方法が適用可能かどうかなど、不明な点が多かった。そこで、本報では粒度の粗い砥石の他に超精密加工に用いる#800, #1200SD

\* 研削砥石表面状態の定量的評価法の確立（基盤的・先導的研究事業）

\*\* 電子機械部

\*\*\* 電子機械部（現在 金属材料部）

など、粒度の細かい砥石についても検討を行った。

## 2 実験方法

### 2-1 測定原理

測定を行った砥石はダイヤモンド及び cBN を砥粒とした超砥粒砥石で、表面には、砥粒 (cBN、ダイヤモンド) 部分、ボンド (レジンボンド) 部分、気孔部分が存在する。レーザー光が反射されるのは、主にこのうちの砥粒部分で、砥粒の平坦部分の大きさ及び角度に応じて異なった出力が得られる。そして、砥石状況によって次のように変化することが確認されている。<sup>1),2)</sup>

- 1) 目つぶれ：加工が進展すると砥粒が摩耗して砥粒表面が次第に平らになり、レーザーの正反射成分が増えることから測定値が上昇する。
- 2) 目こぼれ：砥粒の摩耗が進行し、砥粒にかかる研削抵抗がボンドの把持力を越えたと脱粒が発生、レーザーを反射する砥粒が減少するため測定値が上昇しなくなる。
- 3) 目づまり：砥石表面に被削材が付着すると、砥粒の他に付着した被削材でもレーザーが反射されるため測定値が上昇する。

### 2-2 測定方法

砥石表面にレーザー光を照射、反射された光を PSD 素子で受け取り、その明るさ (実際は明るさに比例した電圧値) をデータレコーダに取り込む。レーザーは砥石全周面を網の目状にスキャンさせる。その後、得られたデータを時間で積分し、その値を用いて評価を行う。測定時間は 40sec で、測定条件は以下のとおりである。

レーザー：半導体レーザー (670nm)

レーザースポット径 (楕円)：30 × 20 (μm)

スキャン間隔：0.16 × 0.13(mm) #230

0.10 × 0.13(mm) #400,800,1200

また測定した工具はダイヤモンド及び cBN 砥石で、粒度は粗加工用の砥石から超精密加工用の砥石まで網羅するため #1200, #800 (ダイヤモンド), #400, #230 (cBN) を使用した。被削材は砥石の目つぶれ状態を発生させるために SKH 51, セラミックス (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) を、目こぼれ状態を発生させるために Ti を、目詰まり状態を発生させるために Al を使用した。測定手順は以下のとおりである。

- 1) ドレス作業：砥石の初期状態を得るためにドレス作業を行う。ドレスは複数回行い、測定値が変化しなくなったところを初期状態とする。
- 2) 加工：用意した被削材を、砥石の種類及び被削材の種類から選定した加工条件で加工し、砥石状況を変化させる。
- 3) 測定：砥石表面の水切りを行ったのち、測定装置を加工機 (研削盤) 上に固定し表面状況の測定を行う。
- 4) 2), 3) を繰り返す、振動の発生などにより加工不能になるか、工具状況が安定するまで実験を行う。

## 3 実験結果及び考察

### 3-1 #230cBN 砥石

#### 1) 目つぶれ状態

アルミナを加工し、目つぶれ状態における切り込み量と測定値の比較を行った。加工の進展に伴い測定値も上昇していくことがわかる。今回の測定では、260 μm 切り込んだところで異音及び振動が発生し、加工の継続が困難となった。測定値にも異変が起こっており急激に値が減少している。これは、砥粒突き出し量が切り込み量以下となり、砥石のボンド部分が被削材と接触して削れ、その結果、加工抵抗に耐えられなくなった砥粒が脱落したために起こった現象であると考えられる。(図1)

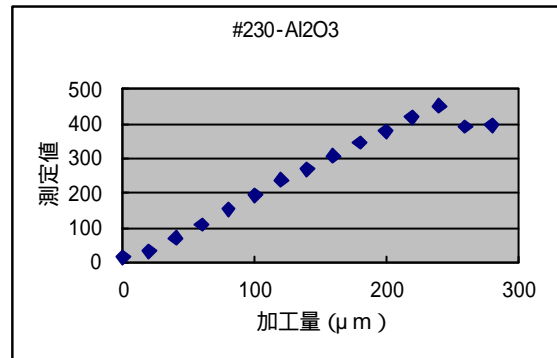


図1 #230cBN 砥石の目つぶれ状態

#### 2) 目こぼれ状態

Ti を加工し、目こぼれ状態での変化を調査した。はじめのうちは材料を加工することで、砥粒の摩耗が進むため測定値が若干上昇する。しかし Ti は強度が高くしかも粘度の高い材料であるため、加工時に砥粒 1 つ 1 つにかかる負荷が大きく、摩耗によって切れ味の悪くなった砥粒から順に次々と脱落していく (脱粒)。そのため、測定値はある程度になると減少を始める。ただし脱落に伴い、新しい砥粒が出てくる (自生作用) ため、測定値の減少もある程度のところでは止まる。こうしてグラフのように測定値が安定するものと考えられる。(図2)

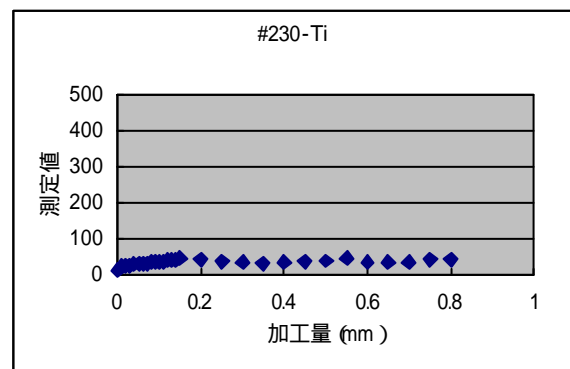


図2 #230cBN 砥石の目こぼれ状態

#### 3) 目づまり状態

Al に関しては、砥粒はほとんど摩耗せず、砥粒周辺に

付着した被削材によって明るさが変化しているものと考えられる。付着する量は砥粒突き出し量と砥粒分布の状況及び加工条件によって変化すると考えられるが、ある程度増えると付着したものが剥離してしまうため、今回の測定値のとおり最終的に安定した値となる。(図3)

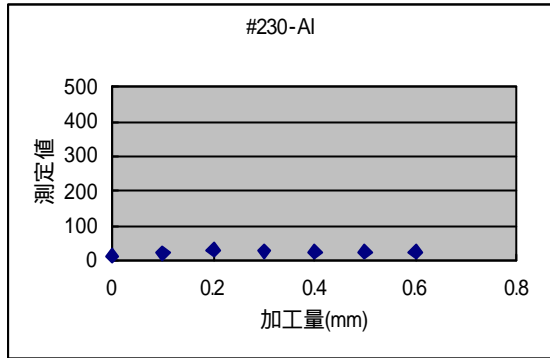


図3 #230cBN 砥石の目づまり状態

### 3 - 2 #400cBN 砥石

#### 1) 目つぶれ状態

#230 同様にアルミナを加工した。加工量の増加に従い測定値も増加していき、0.9 (mm) 加工した時点で異音が発生し測定を終了した。その際測定値が増加しているが、これはボン드가被削材と接触した際に、表面がこすられて平坦化されたため、ボンド面でも反射が起こり、測定値が増加したのと考えられる。

#400 以降は#230 と比べ砥粒の粒径が小さいため、

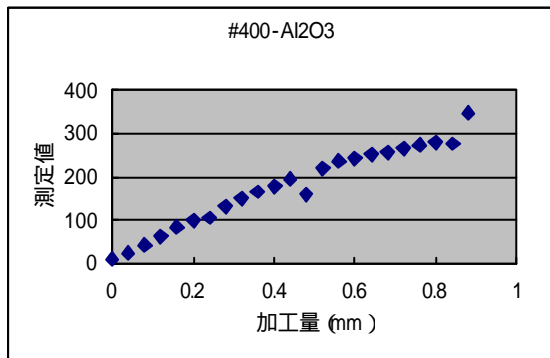


図4 #400cBN 砥石の目つぶれ状態

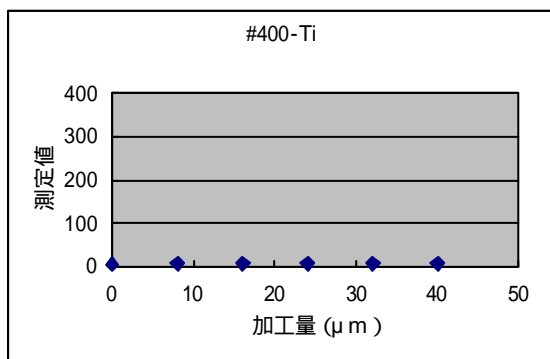


図5 #400cBN 砥石の目こぼれ状態

砥石の製法が異なる。その結果ボン드가被削材と接触した際の挙動に違いが現れたものと考えられる。(図4)

#### 2) 目こぼれ状態

Ti を加工した場合は、#230 と同様に目こぼれが発生するため測定値が上昇しない。特に#400 については、ドレス時の値とほぼ同じままの測定値であることから、粒径に対してボン드가柔らかめで、砥粒が摩耗する前に脱粒が発生してしまっているものと考えられる。(図5)

#### 3) 目づまり状態

Al を加工した目づまりの実験でも#230 と同様に測定値が上昇し、ある程度のところで安定する。#230 との違いはTi の場合よりAl の場合の方が上昇の度合いが大きいことである。この様に砥粒が細くなると目詰まりが発生しやすく、また、ボンドとの接触面積の減少により砥粒の保持力が減少して目こぼれが起こりやすくなるものと考えられる。(図6)

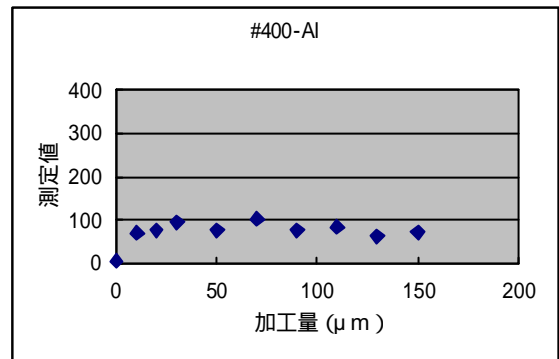


図6 #400cBN 砥石の目づまり状態

### 3 - 3 #800 及び#1200 ダイヤ砥石

#### 1) 目つぶれ状態

今回の実験で#800,#1200 はレーザスポットよりも砥粒が小さくなることから、測定値の変化も異なる可能性が示唆されたが、実験の結果、粒径の大きな場合と変わらず加工が進行するにつれ測定値が大きくなることが確認された。これについては従来実験していた粒径の大きな砥粒についてもレーザを正反射するのは砥粒のごく一部のみであることを考えると、当然の結果であると考えられる。また、#800 については全体的に測定値が小さく

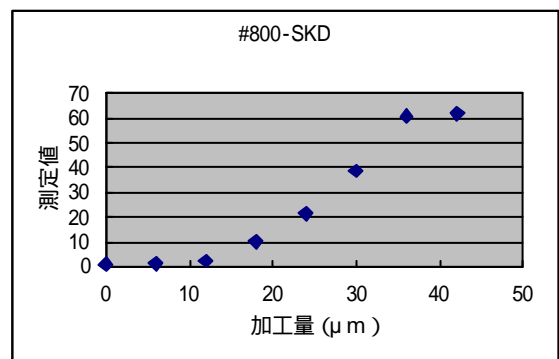


図7 #800 ダイヤモンド砥石の目つぶれ

なっていることから、測定装置の設置位置等に問題があった可能性があり、今後検討を行う。(図7,8)

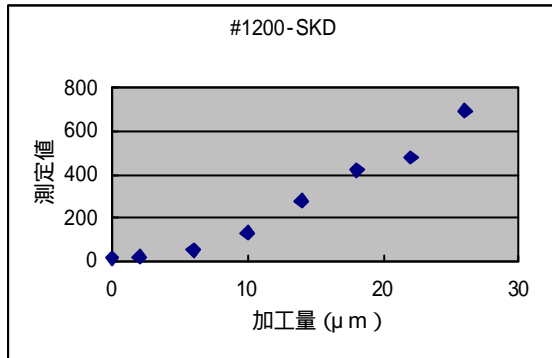


図8 #1200 ダイヤモンド砥石の目つぶれ

2) 目こぼれ状態

#800,#1200 共、Ti の加工による測定値の上昇は見られない。#400 同様にボンドの保持力が弱い事から砥粒の摩耗より早く脱粒が発生してしまう、典型的な脱粒状態になっていると考えられる。その場合も砥粒の粗い砥石と同様の測定値変化を示すことがわかった。(図9, 10)

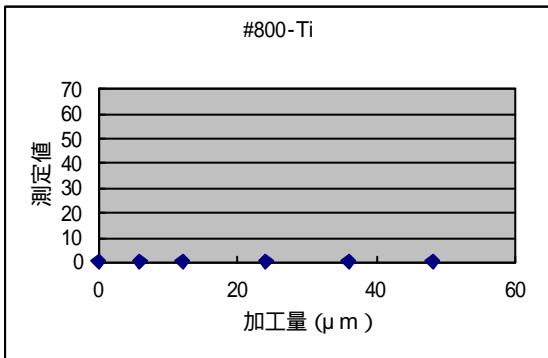


図9 #800 ダイヤモンド砥石の目こぼれ

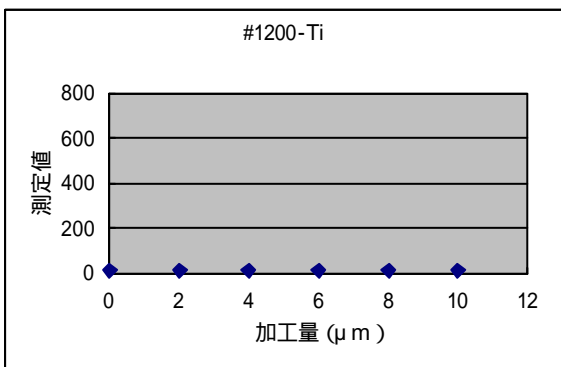


図10 #1200 ダイヤモンド砥石の目こぼれ

3) 目づまり状態

細粒の特徴で目詰まりが発生しやすいが、やはり粗粒の場合と同様の変化が見られることが確認できた。(図11, 12)

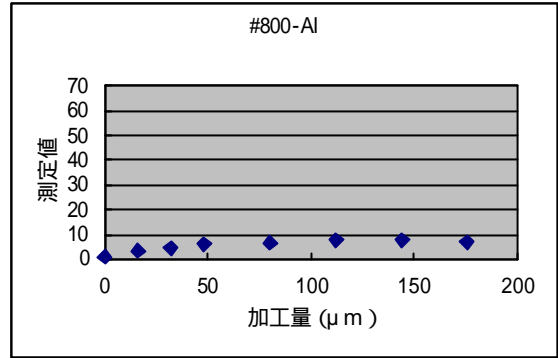


図11 #800 ダイヤモンド砥石の目づまり

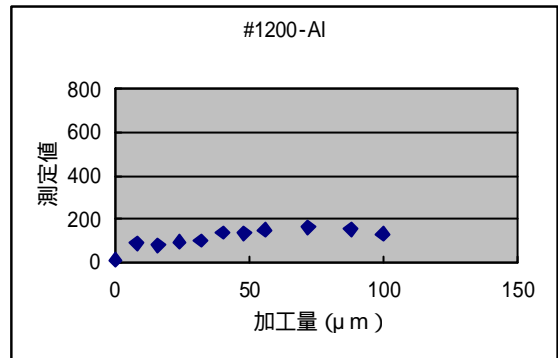


図12 #1200 ダイヤモンド砥石の目づまり

4 結 言

過去に粒度の細かい砥石に関しては、摩耗の評価方法が検討されていないことから、レーザー光を利用した砥石摩耗判定装置の開発を行った。検討の結果、次のことがわかり、摩耗判定に有望な方法であることが確認できた。

- 1) 目つぶれ状態：粒度に関わらず目つぶれが進行すると測定値が上昇する事がわかった。また、砥粒をボンドで固定するタイプ(#230)とボンドに砥粒を埋め込むタイプ(#400,800,1200)では、限界時の測定値変化に違いがある傾向が出ているため、今後の検討課題としたい。
- 2) 目こぼれ状態：加工に従い測定値が若干上昇し、その後安定する。粒度が大きいほどボンドとの接触面積が大きく保持力が大きいことから、砥粒の摩耗が起こりやすく上昇が大きい。
- 3) 目づまり状態：目こぼれと同様の変化だが、粒度の細かい砥石の方が目づまりしやすい傾向にあり、測定値の上昇も大きい。

今後はシミュレーション等による理論解析と、実用化に向けた装置開発を中心に検討を進めていく予定である。

文 献

- 1) 飯村 崇：研削砥石摩耗のインライン計測，岩手県工業技術センター研究報告 第7号(2000)13
- 2) 後藤英一，峠 睦：砥粒摩耗のインプロセス測定(第1報)，精密工学会誌,60,8(1994)1149

## 廃棄貝殻による鑄鉄溶湯からの脱リン

高川 貫仁\*、勝負澤 善行\*、茨島 明\*  
池 浩之\*\*

廃棄貝殻による鑄鉄溶湯からの脱リン効果を、高周波溶解炉を用いて検討した。その結果、貝殻と溶湯酸化剤の添加により、鑄鉄溶湯中のリン含有量が徐々に減少した。また、リンはシリコンがほとんど酸化除去されてから大きく減少した。

キーワード：脱リン、廃棄貝殻、鉄鋼スクラップのリサイクル

## Dephosphorization of Molten Cast Iron by Waste Seashells

TAKAGAWA Takahito, SHOUBUZAWA Yoshiyuki, BARAJIMA Akira  
and IKE Hiroyuki

We investigated dephosphorization of molten cast irons by waste seashells with induction furnace. As the results, phosphorus content in cast iron decreased gradually by the addition of waste seashells and FeO. And phosphorus concentration decreased greatly, after silicon was removed by the oxidation.

**keywords : dephosphorization, wasteseashells, recyclingof steelscrap**

### 1 緒 言

鋳鉄鑄物製造では、原料の半分以上に鉄スクラップを使用しており、鉄スクラップ品位は製品の品質に大きく影響する。そのため最近、鑄鉄を対象とした不純物元素の影響や除去技術が提案・報告されている<sup>1)、2)</sup>。

リンは0.05mass%以下と記す以上ではステダイトといわれる組織(Fe - Fe<sub>3</sub>C - Fe<sub>3</sub>Pの三元共晶：図1)を形成する。これは、共晶温度が980 と低いため溶湯の湯流れ性を良くし、また硬い組織であるため耐摩耗性を向上させる等の長所がある。反面、鑄物に巣を発生させやす、材質を脆くする、切削性を悪くする等の欠点がある。特に、球状黒鉛鑄鉄においては、延性を著しく悪くし、衝撃値を低下させる。そのため、製造にあたっては、0.08%以下にすることが望まれている。

リンは、輸入鋳鉄や製鋼用鋳鉄、耐摩耗鑄鉄、耐候性の高張力鋼、表面処理鋼板など多くの原材料から混入し、鑄鉄溶湯中リン含有量が0.1%以上、ときには0.4%以上に増加して、その脱リン処理が問題になっている。

一方、当県において、年間約2,500tonのカキ殻が廃棄され、環境上問題となっていることから、本技術開発では、鋳鉄鑄物の高品質化・低コスト化、地域資源の有効活用を目的とし、カキ殻を用いた鑄鉄溶湯からの脱リン

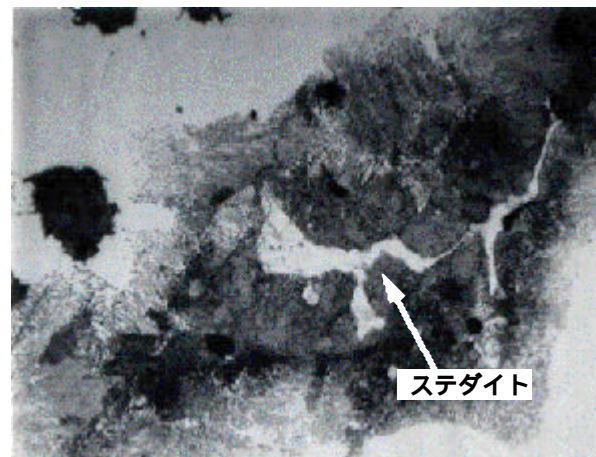
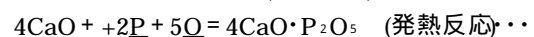


図1 球状黒鉛鑄鉄中のステダイト組織

技術について検討を行った。

### 2 実験方法

廃棄貝殻による鑄鉄溶湯からのリンの除去反応は、式のように表される。



\* 金属材料部

\*\* 企画情報部

そこで、脱リン剤として、カキ殻の他に溶湯酸化剤を用いた。溶湯酸化剤としては、FeO、圧延酸化スケール(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、転炉スラグ(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO)、CO<sub>2</sub>ガスを用いた。

実験には、高周波溶解炉を用いた。鉄鉄・電解鉄を所定量配合し、黒鉛のつぼで3kg溶解した。鑄鉄組成が4% C, 1~2% Si, 2% Mn, 0.07~0.15% P, 0.1~0.45% Sになるように配合・合金添加した。鑄鉄溶湯が所定温度に達した後、貝殻を8%添加し10min攪拌保持した。さらに溶湯酸化剤を一定間隔で所定量添加し、分析用金型に試料採取して分析を行った。

### 3 実験結果および考察

まず、脱リン処理中に鑄鉄溶湯中元素がどのような挙動を示すかを検討するため、実験途中で数回試料採取し分析を行った。そのため図2~図6までの実験において、鑄鉄溶湯の量は試料採取毎に減少している。

また、図中および文章中において、元素Xの含有量を[%X]、元素Xの初期含有量を[%X]<sub>0</sub>で示す。

図2に、貝殻及びFeO添加による鑄鉄溶湯中各元素の挙動を示す。貝殻およびFeOの添加により、[%P]をはじめ[%C]、[%Si]、[%S]、[%Mn]が減少した。FeO3%添加では[%C]、[%Si]、[%Mn]は急激に下がり、[%S]は処理前に戻った。これは、FeOの添加により、鑄鉄溶湯が徐々に還元性雰囲気から酸化性雰囲気に近づき、FeO3%添加で完全に酸化性雰囲気になったためと考えられる。イオウは、還元性雰囲気では式により脱硫されるが、酸化性雰囲気では、カルシウムは硫化物として存在するより酸化物として存在する方が安定なので、逆

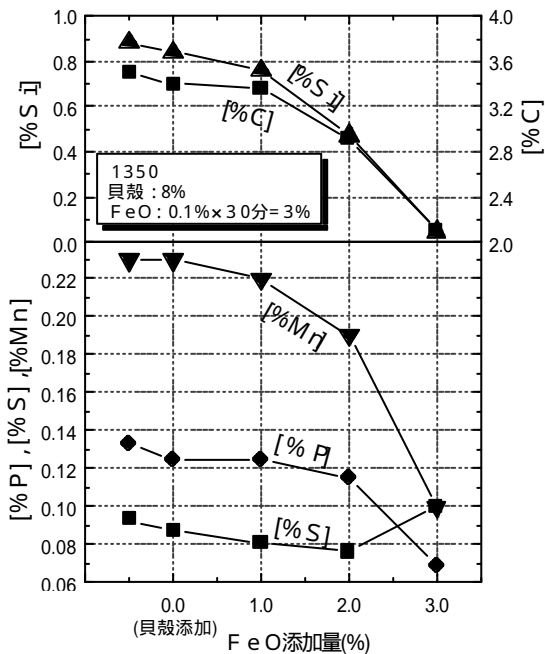


図2 脱リン処理に伴う各元素の挙動

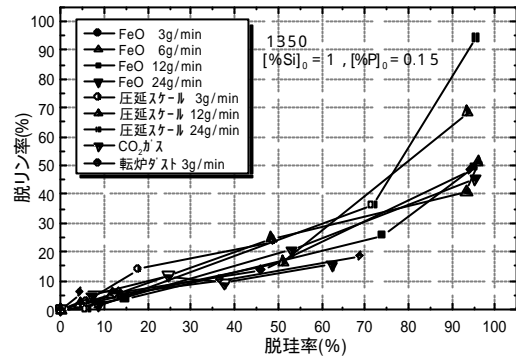
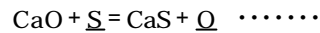


図3 脱リン率と脱珪率の関係

反応が起こる。



これらのことから、リンは酸性雰囲気中で除去され、リンが大きく減少するまで溶湯を酸性雰囲気にする、イオウは復硫することが分かった。

また、脱リンと共に、黒鉛化阻害元素であるマンガンの除去技術としても有効であることが分かった。

図3に、[%Si]<sub>0</sub>=1、[%P]<sub>0</sub>=0.15において脱リン処理を行った脱珪率と脱リン率の関係を示す。溶湯酸化剤には、FeOの他に圧延酸化スケール、転炉ダスト、炭酸ガスを用いた。脱リン率は、脱珪率が大きくなるに従い増大し、脱珪率90%以上で急激に大きくなった。これは、酸化剤の種類・添加方法に関係なく同様の傾向を示し、脱リン率と脱珪率の傾きにはほとんど差はなかった。このことから、シリコンを含有する溶湯では、溶湯酸化剤の添加により[%P]は少しずつ減少するが、主に溶湯酸化剤はシリコンと反応し、そしてシリコンが0.1%以下まで減少してから、リンと反応する割合が大きくなることが分かった。

図4に、初期シリコン含有量を変化させて脱リン処理したときの結果を示す。[%P]<sub>0</sub>は0.15とした。塗りつぶした記号が[%Si]<sub>0</sub>=0.4、白抜き記号が[%Si]<sub>0</sub>=0.9、半分塗りつぶしの記号が[%Si]<sub>0</sub>=1.4の場合の結果である。また、リンの挙動を[%P] / [%P]<sub>0</sub>で示す。[%Si]<sub>0</sub>は、FeOの添加により減少していき、[%Si]<sub>0</sub>=1.4及び0.9の場合はFeO 2%添加以降大きく減少したのに対し、[%Si]<sub>0</sub>=0.4の場合は緩やかに減少していった。[%P] / [%P]<sub>0</sub>もFeO添加量の増加に従い減少していったが、[%Si]<sub>0</sub>=1.4の場合は他と比較して大きく減少しなかった。また、リンが大きく減少する時期は、[%Si]<sub>0</sub>=0.9より[%Si]<sub>0</sub>=0.4の方が僅かに早かったが、大きな差はなかった。

このことより、初期シリコン含有量を極端に低くすれば、リンを極少量の溶湯酸化剤で大きく減少できるという訳ではなく、またシリコンをその分早く溶湯酸化剤により酸化除去できるという訳でもないことが分かった。

廃棄貝殻による鑄鉄溶湯からの脱リン

次に、初期イオウ含有量を変化させて脱リン処理を行ったときの結果を図5に示す。[%S]<sub>0</sub>は0.45及び0.1とした。[%S]は、[%S]<sub>0</sub>=0.1の場合処理時間の経過と共に減少し、[%S]<sub>0</sub>=0.45の場合FeO添加量1%までは処理時間の経過と共に0.15まで減少し、FeOを2%添加

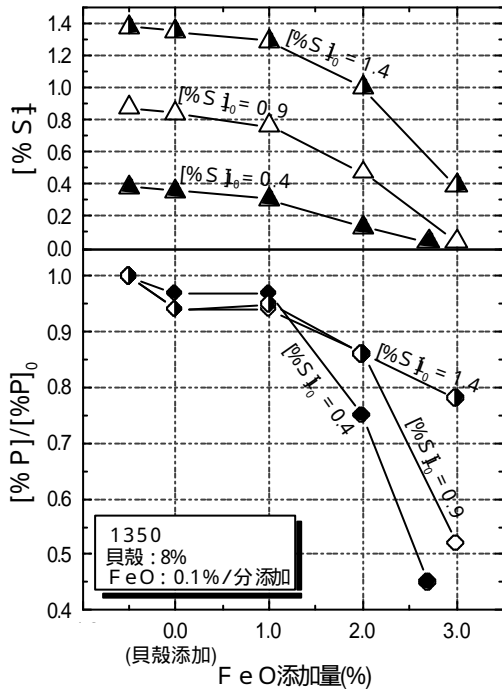


図4 脱リン効果に及ぼす初期シリコン含有量の影響

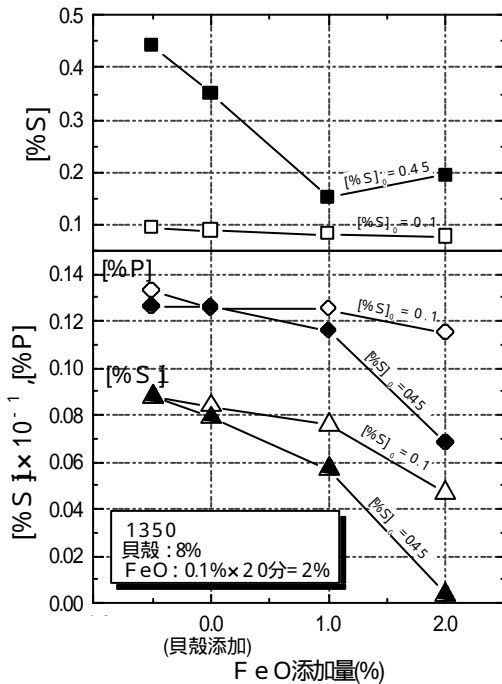


図5 脱リン効果に及ぼす初期イオウ含有量の影響

した時点で0.2に復硫した。[%Si]は、[%S]<sub>0</sub>=0.45%の場合FeO添加量2%で0.07まで減少し、それに伴い[%P]も大きく減少した。このことから、初期イオウ含有量が高い場合、溶湯酸化剤添加による溶湯酸化時期が早まることが分かった。この原因として、式に示すように、脱硫反応に伴い発生する酸素が溶湯酸化に有効に働いているとも考えられるが、今回の実験結果では、それ以上に溶湯の酸化が促進されているので、別の原因があると考えられる。

これまでの実験により、脱リン処理途中における鑄鉄溶湯中の各元素の挙動が把握できたので、次に、脱リンを途中中断せず通して行い評価を行った。

図6に、初期リン含有量の影響を示す。[%P]<sub>0</sub>=0.15と0.07で実験を行った。脱珪率はほとんど変化無かったが、脱リン率は、低含有量における処理の方が倍近く良い値となった。

このことから、本脱リン処理は、低リン含有量域でさらに有効であることが分かった。

これは、昨年度行った電気抵抗炉における実験と同様の傾向であった。衣類の汚れを落とす場合、ある程度まで汚れを落とすことは容易であるが、ある程度落ちてから更にきれいにするのが難しい。それと同様に、脱元素率は、高含有域から除去した方が良い値となるのが一般的である。昨年度の実験では、高リン含有量域から脱リン処理した場合、低リン含有量域からの脱リン処理に比較して、スラグ中リン酸化物の活量が相対的に大きくなり、それが脱リン率を悪化させた原因と考えた。しかし今回の実験では、脱リン率に倍近く差があるため、同様の影響とは考え難い。これまでの実験で、FeOの添加に

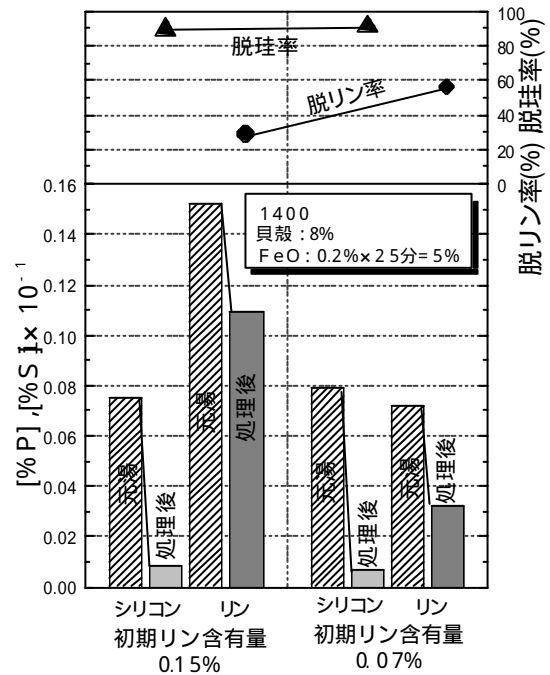


図6 脱リン効果に及ぼす初期リン含有量の影響



分かった。

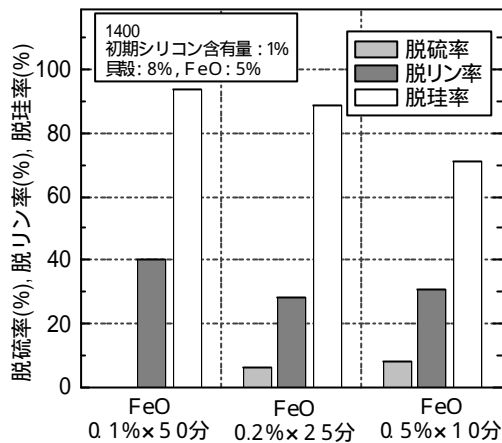


図7 脱リン効果に及ぼすFeO添加方法の影響

よりリンは徐々に減少していくことが分かっている。このことから、今回の実験リン濃度範囲では、上記活量の影響よりも、徐々にFeOを添加したときの、酸素と溶湯中各元素の反応割合もしくは反応速度が大きく影響したものと考えられる。

図7に、FeO添加方法を変えた場合の結果を示す。FeO添加量は5%一定とし、0.1%を50min、0.2%を25min、0.5%を10minと3通りの方法によりFeOを添加した。その結果、FeOを少量ずつ添加した方が脱珪率・脱リン率とも高く、酸化傾向が強まっていることが伺えた。これは、FeOを少量ずつ添加した方が、FeOが有効に溶湯酸化剤として働いたためと考えられる。

このことから、ある量の溶湯酸化剤を一定間隔で添加する場合、短時間による処理は酸化の効率が悪いことが

#### 4 結 言

- 1) 貝殻とFeOの添加により、炭素・シリコン・リン・マンガンは酸化により減少し、イオウは一旦減少するが、溶湯中の酸化傾向が高まるに従い復硫した。
- 2) 脱リン率は、脱珪率が高くなるに従い向上し、脱珪率90%以上において急激に高くなった。
- 3) 初期イオウ含有量が高い場合、FeO添加による溶湯の酸化が促進された。
- 4) 初期リン含有量を低く設定した方が、脱珪率はほぼ同じでも脱リン率は高かった。
- 5) 溶湯酸化剤は、少量ずつ添加した方が有効に働いた。

本研究を遂行するにあたり、御指導・御助言をいただいた室蘭工業大学 片山博名誉教授および桃野正教授、エイ・シー技研 千田昭夫代表取締役様に深く感謝いたします。また、本研究に多大なる御協力をいただいた(有)三協金属、岩手鑄機工業株の皆様に深く感謝いたします。また本研究の補助を努めていただいた当センター 岩清水康二研究補助員に深く感謝いたします。

なお、本研究は平成12年度中小企業技術開発産学官連携促進事業地域活性化連携事業により実施しました。

また、本研究に使用した高周波溶解炉は、日本自転車振興会の補助金により導入したものです。

#### 文 献

- 1) 村川悟, 藤川貴朗, 金森陽一, 河合真: 日本鑄造工学会第136回全国講演大会講演概要集(2000年5月)
- 2) 小池勝美, 相馬宏之, 館野学, 堀江皓: 日本鑄造工学会第136回全国講演大会講演概要集(2000年5月)

# オーステンパ球状黒鉛鋳鉄製木工刃物の開発\*

茨島 明\*\*、勝負澤 善行\*\*、池 浩之\*\*\*、高川 貫仁\*\*

ベルカッターと呼ばれる旋削用の木工刃物をADIにより製作し、その性能を樹脂切削試験により既存の鋼製刃物と比較した。その結果、製作したADI製ベルカッターは45HRCの硬さを有しており、木工刃物として使用できることが明らかとなった。また、切削速度240m/minにおける被削材の加工表面粗さはADI製刃物と既存の鋼製刃物とでほぼ同じ値を示した。

キーワード：オーステンパ球状黒鉛鋳鉄 ADI ベルカッター すず浴

## Development of Woodworking Tools with Austempered Ductile Iron

BARAJIMA Akira, SHOUBUZAWA Yoshiyuki, IKE Hiroyuki,  
and TAKAGAWA Takahito

We made wood working tools out of austempered ductile iron, what are called a bell-cutter, and we compared ADI bell-cutter's performance with steel bell-cutter's performance by cutting test of plastic material. Consequently, we have confirmed that ADI bell-cutter's hardness is 45HRC. And this hardness is good as a woodworking tool. The roughness of cut plastics' surface (cutting speed=240m/min) by using an ADI bell-cutter and a steel bell-cutter are nearly equal.

key words : austempered ductile iron, ADI, bell-cutter, tin bath

### 1 緒 言

特定産業集積地域の基盤産業である鋳鉄鋳物製造業の活性化を図るため、当センターは県内企業と共同ですず浴オーステンパ熱処理装置<sup>1)</sup>を開発し、オーステンパ球状黒鉛鋳鉄（以下、ADI）の農耕爪やナイフ等への応用を支援<sup>2),3)</sup>してきた。ADIは高い強度と硬度を有する<sup>3)</sup>ことが知られており、様々な分野への応用が期待されている。一方、木工刃物は様々な材料（工具鋼、超硬合金、ダイヤモンド、cBNなど）から作られているが、これらの材料はリサイクルするのが難しいのが現状である。これに対し、ADIは鋳造材料であり、優れたリサイクル性を有している。

本研究では、ADI製木工刃物の実用化を検討するために、ベルカッターと呼ばれる旋削用の木工刃物を製作し、その性能を樹脂切削試験により既存の鋼（SKH51）製刃物と比較した。

### 2 実験方法

供試材は表1及び表2に示すような化学成分と機械的性質の球状黒鉛鋳鉄（FCD500相当）を用いて図1及び図2に示すベルカッターを図3に示す工程により製作した。ベルカッターのすくい角は40°、50°、及び60°

の3種類とした。既存の鋼製ベルカッターにおけるすくい角は50°で、すくい角の変化による影響を見るために40°及び60°のADI製ベルカッターを製作した。すくい角50°以外の鋼製ベルカッターは木工刃物メーカーの特注品を用いた。

オーステンパ熱処理にはすず浴オーステンパ熱処理方法<sup>1)</sup>を用いた。オーステンパ熱処理の概略を図4に示す。ベイナイト化にすず浴を用いているのが本熱処理方法の特徴となっている。

製作したADI製刃物と鋼製刃物の性能試験は樹脂材料の切削試験により行った。表3に切削条件を示す。また、図5に切削試験の様子を示す。刃物の性能を加工表面粗さにより評価するために等方均質な樹脂材料を被削材とした。

表1 供試材（FCD500相当）の化学成分（mass%）

C	Si	Mn	P	Mg	S	Fe
3.71	2.81	0.27	0.019	0.047	0.005	Bal.

表2 供試材（FCD500相当）の機械的性質

引張強さ	耐力	伸び	硬さ
531 (N/mm <sup>2</sup> )	355 (N/mm <sup>2</sup> )	15.9 (%)	187HB

\* オーステンパ球状黒鉛鋳鉄の高度化

\*\* 金属材料部

\*\*\* 企画情報部



図1 ベルカッター外観

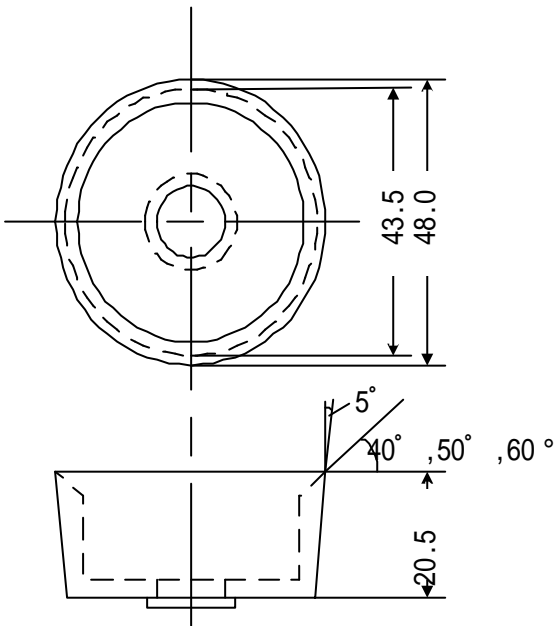


図2 ベルカッター概略

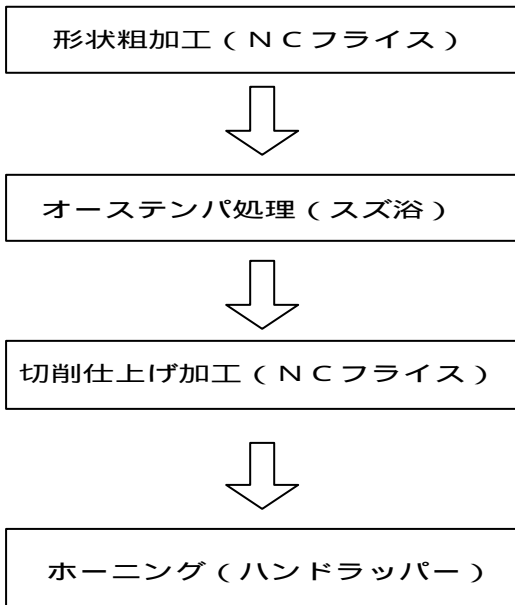


図3 ベルカッター製作工程

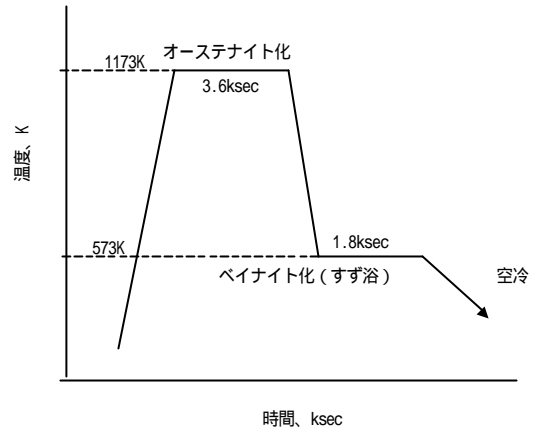


図4 オーステンパ熱処理

表3 ベルカッターによる切削条件

切削速度 (m/min)	120, 240, 360
送り (mm/rev)	0.2, 0.4, 0.6
切り込み (mm)	2.0
加工方法	旋削による外形切削
被削材	樹脂 (サイコウッド)

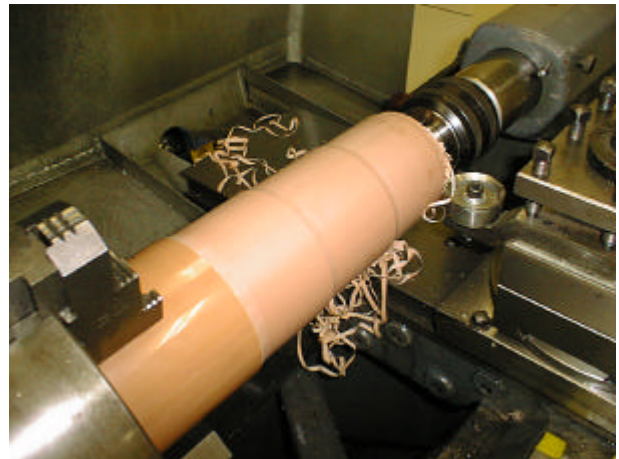


図5 切削試験の様子

### 3 実験結果及び考察

ADI製ベルカッターの組織を図6に示す。マトリクス全体が均一な下部ベイナイト組織になっており、良好なオーステンパ熱処理が行われていることがわかる。このベルカッターの硬さは45HRCで、鋼製ベルカッターの硬さ63HRCには及ばないが、木工刃物としては十分に使用に耐えられる硬さと考えられる。しかしながら、硬さは刃物の耐摩耗性に大きな影響を与えるので、今後は材料の化学成分やオーステンパ熱処理方法を改良することで、さらに高硬度の刃物を製作しなければならないと考えている。

すくい角60°のベルカッターによる樹脂切削試験において、ADI製及び鋼製ともに問題が発生し、試験に供することはできなかった。ADI製ベルカッターは刃先が曲がっ

てしまい、試験に供することはできなかつた。鋼製ベルカッターは刃先が欠損してしまい、試験に供することはできなかつた。ADI製及び鋼製とともすくい角が60°になると刃先が薄くなり刃先強度が低下するために上記のトラブルが発生したと考えられる。ADI製は韌性が高いために曲がり、鋼製は高硬度で韌性が低いために欠損したものである。したがって、ADI製刃物をより硬度の高いものにする際、ある程度の韌性を兼ね備えたものになければ、鋼製刃物と同じ問題が発生するが予測される。

図7に切削速度240m/minにおける被削材の加工表面粗さを示す。ADI製刃物による加工表面粗さはどの加工条件においても鋼製刃物によるものとほぼ同じ値を示した。このことから、ADI製ベルカッターは木工刃物として十分な性能を有していると考えられる。また、図7において、すくい角が40°の刃物による加工表面粗さが送りに対して右肩下がりになることと送りが0.6mm/revにおける加工表面粗さが全ての刃物においてほぼ同じ値を示すことは非常に興味深い。通常、表3に示すような条件で加工すると、被削材の加工表面粗さは図7の近似理論粗さに定性的に一致する。ところが、すくい角40°の刃物では全く逆の結果となった。

そこで、このことをさらに調べるために、すくい角40°のADI製刃物を用いて切削速度を変えて切削試験を行った。その結果を図8に示す。切削速度が遅いほど、そして送りが速いほど加工表面粗さは良くなる傾向にあり、近似理論粗さとは異なる傾向を示した。したがって、本研究における40°ベルカッターによる加工表面粗さにおいては、図9に示すような影響を与える未知の要因があると考えられる。

この未知の要因としては熱的な影響が考えられる。樹脂材料の基材はアクリルニトリルブタジエンスチレン（以下、ABS）であり、ABSの構成成分のガラス転移温度は表4に示す通りである。したがって、送りが小さく切削速度が速くなれば摩擦による熱がより多く発生し、その摩擦熱によりポリアクリルニトリルとポリスチレンがガラス化し、ゴム状になった被削材をちぎるように加工するものと推察される。その結果、加工表面の粗さが悪くなるものと考えられる。

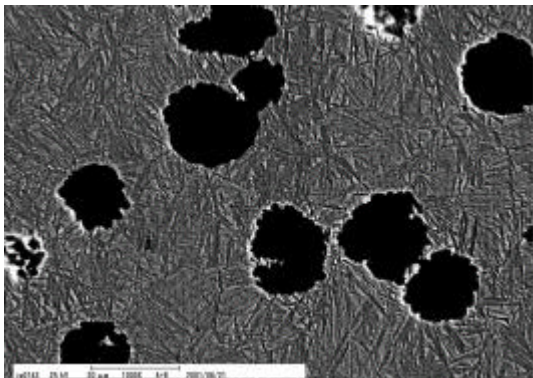


図6 ADI製刃物の組織（硬さ45HRC、×1000）

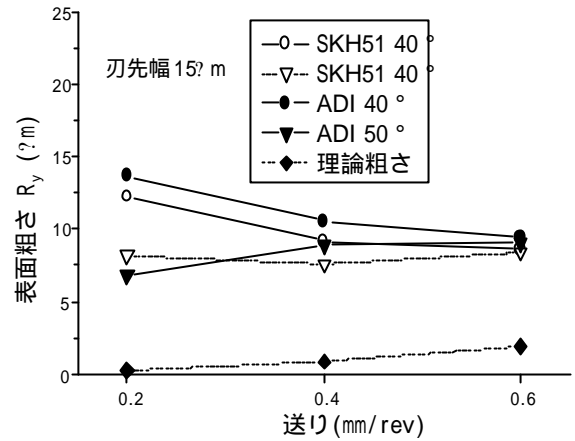


図7 加工表面粗さ（切削速度240m/min）

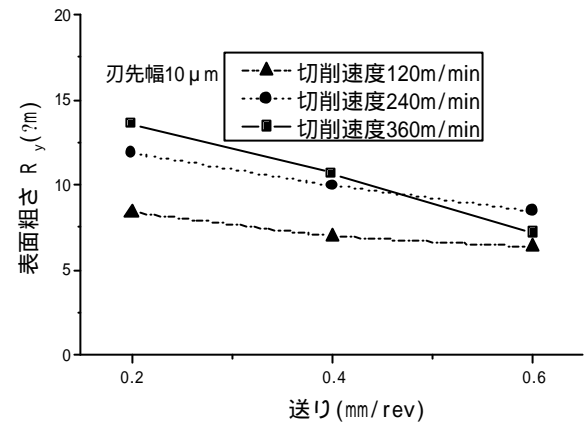


図8 ADI製刃物による加工表面粗さ（すくい角40°）

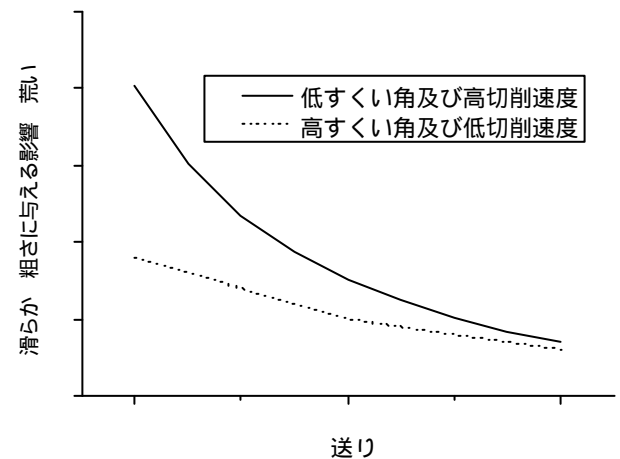


図9 加工表面に与える影響

表4 樹脂材料を構成する基材のガラス転移温度（K）

ポリアクリルニトリル	ポリブタジエン	ポリスチレン
403	193	373

#### 4 結 言

ベルカッターと呼ばれる旋削用の木工刃物を ADI に  
より製作し、その性能を樹脂切削試験により既存の鋼  
(SKH51) 製刃物と比較した。その結果、以下のことが  
明らかとなった。

- (1) すず浴オーステンパ熱処理を施した ADI 製ベル  
カッターの硬さは 45HRC で、木工刃物として使  
用できる硬さを有している。
- (2) 切削速度速度 240m/min における被削材の加工表  
面粗さは ADI 製刃物と既存の鋼製刃物とでほぼ  
同じ値を示した。
- (3) すくい角 40° の刃物による被削材の加工表面粗  
さは一般的な加工表面粗さの傾向を示す近似理

論粗さとは異なる傾向を示した。

本研究は平成 12 年度特定産業集積活性化関連機関支  
援事業の一環として実施し、県内外の木材加工業者に試  
供品を提供しました。

また、本研究を実施するにあたり、ご協力いただきま  
した当所 研究補助員 岩清水康二氏に厚く御礼申し上  
げます。

#### 文 献

- 1) 勝負澤,加藤: 鑄造工学,7,484(1999)
- 2) 町田,中村: 岩手工技セ研報,2,37(1995)
- 3) 勝負澤ほか: 岩手工技セ研報,4,43(1997)

# レーザを用いた高エネルギー密度加工技術の研究 - 溶接部の品質に及ぼすレーザ溶接条件 -

高橋 幾久雄\*、桑嶋 孝幸\*  
岩手県接合技術研究会

板厚1.0～3.0mm厚さのステンレス鋼を供試材に、YAGレーザ装置を用いて溶接を行い、溶接部の品質に及ぼす溶接条件を検討した。

シールドガスにArを用いると0.2～0.4mmのブローホールが発生し易いが、N<sub>2</sub>を用いるとブローホールの発生は認められない。パルス溶接はCW（連続）溶接に比べてビード幅は狭い。溶接部の引っ張り強さは母材と同等である。TIG溶接と比較すると、ビード幅は約半分、溶接変形防止に有効である。等の結論を得た。

キーワード：YAGレーザ、ステンレス鋼、溶接、シールドガス、ブローホール、ビード幅

## Study on High Density Processing Technique Using Laser - the affect of the welding conditions on the welding zone -

TAKAHASHI Ikuo and KUWASHIMA Takayuki  
Joining and Welding resrarch association of Iwate prefecture

Thickness of 1,2,3mm stainless steel are welded by YAG laser using Ar and N<sub>2</sub> shielding gas, and the affect of the welding conditions on the weld zone are studied.

- (1) In the case of using Ar shielding gas, there are many blowholes in the welding zone, but using N<sub>2</sub> shield gas, there are not blowhole in the welding zone.
- (2) The bead width of the pulse laser welding is narrow in comparison with the CW laser welding.
- (3) The tensile strength is equal to the pulse laser welding in the base metal. The bead width of the pulse laser welding is half as large as TIG welding. YAG laser welding is effective in the prevention of welding deformation.

key words : YAG laser, stainless steel, welding, shielding gas, blowhole, bead width

### 1 緒 言

高エネルギー密度熱源であるレーザを用いる加工技術は局所的な熱処理や微細加工、溶接、切断等に優れた性能を発揮する。レーザの特徴は、集光により高エネルギー密度が得られる。遠距離の伝送が可能である。ワークと接触しない。自動化が容易。熱影響が少ない。雰囲気を選ばない。等が挙げられる<sup>1)</sup>。

県内企業はCO<sub>2</sub>レーザを用いての切断加工が多く、YAGレーザ装置の高出力化に伴い、その活用に期待が寄せられている。しかしYAGレーザ溶接の出力やシールドガス、溶接速度等の溶接条件が溶接欠陥や強さ等の品質に及ぼす影響が不明確になっているのが現状である。

本研究はステンレス鋼を供試材に、YAGレーザ装置を用いて溶接を行い、溶接部の品質に及ぼす溶接条件を

検討し、レーザ溶接の基礎的性状を調べた。

### 2 実験方法

#### 2-1 溶接方法

用いたレーザ装置は最大出力 2.5kW の YAG レーザ加工機である。供試材の材質は SUS304、板厚は 1.0、2.0、3.0mm の 3 種類で、大きさ及び形状は幅 35mm、長さ 150mm の板状である。供試材の接合端面は研削加工し、アセトンで脱脂して用いた。接合形状はルート間隔 0mm の I 形突き合わせで、TIG 溶接で両端を仮付け溶接してから拘束ジグに固定し溶接した。

表 1 に溶接条件を示すが、CW 溶接の他にパルス溶接を行った。パルス溶接は図 1 に示すように、波高比 80:20、周波数 50Hz である。

\* 金属材料部

表1 溶接条件

因子 \ 板厚 (mm)	1.0	2.0	3.0
出力 (kW)	0.8	1.0、1.2 1.4、1.6	1.6、1.8 2.0、2.2
溶接速度(cm/min)	80、90、100、110、120		
シールドガス	Ar、N <sub>2</sub>		
照射法	CW(連続)、パルス		
焦点位置	供試材表面		
照射角度(度)	0(垂直)		

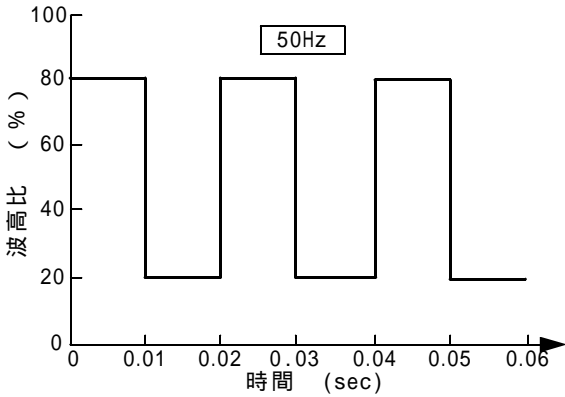


図1 パルスの波形と時間

2-2 溶接部の評価法

溶接部の評価方法は溶接外観として表面及び裏面のビード形状、X線透過試験による内部欠陥検査、断面マクロ組織によるビード幅、余盛及び裏波高さ、熱影響部の幅、引っ張り強さ等を調べた。また、TIG溶接との比較を同様の項目で行った。

3 実験結果及び考察

3-1 ArガスシールドCW溶接

板厚 3.0mm の供試材をレーザ出力 2.2kW で溶接した表ビードと裏ビードの外観を図2に示す。溶接速度が異なっても板の裏面まで溶け込む、いわゆるキーホール溶接状態になっていることが判る。板厚 1.0 及び 2.0mm も同様に、平滑な表裏ビードが得られる。

X線透過法で溶接部の内部欠陥検査した結果、板厚

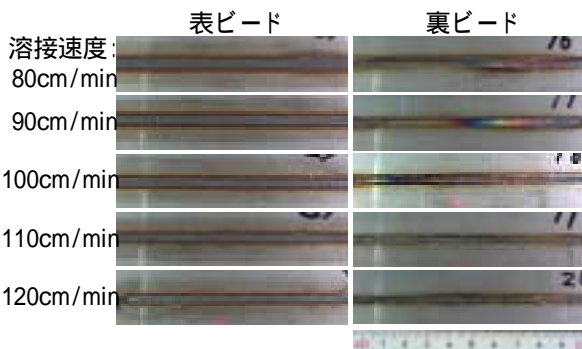


図2 Arガスシールド溶接ビードの外観 (出力:2.2kW、t=3.0mm)

1.0mm の溶接部にブローホールの発生は認められないが、板厚 2.0mm と 3.0mm の溶接金属内に直径 0.2mm ~ 0.4mm のブローホールが発生していた。溶接長 60mm 当たりの発生個数を図3と図4に示すが、レーザ出力が高く、溶接速度が速いと発生個数が少なくなる傾向が認められる。出力が大きいと凝固までの時間が長いので、ガスが溶接金属から浮上し易く、溶接速度が速いとビード幅が狭くなる、いわゆる単位溶接長当たりの溶接金属量が少なくなること起因している。

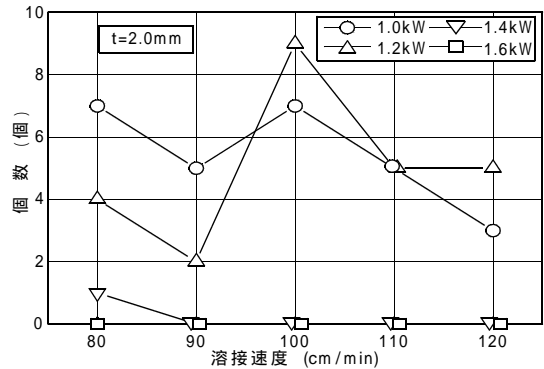


図3 Arガスシールド溶接部のブローホール発生個数

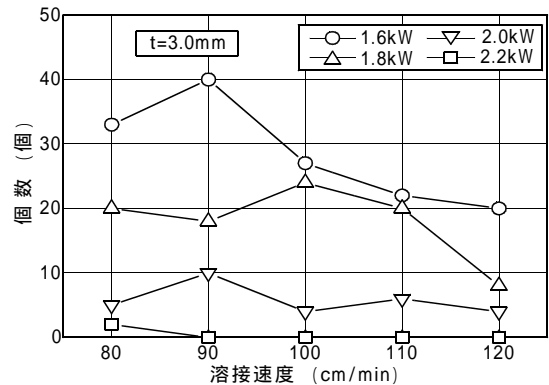


図4 Arガスシールド溶接部のブローホール発生個数

図5に板厚 2.0mm の溶接部断面のマクロ組織を示す。出力が高く、溶接速度が遅いほどビード幅は広くなる傾向が認められる。マクロ組織からブローホール以外の溶接欠陥発生は認められない。また各板厚全ての溶接材で黙視による熱影響部は確認できなかった。

レーザ溶接では断面板厚中央部付近がくびれるネイルヘッド状の溶接金属になる。各板厚のマクロ組織から表面ビード幅と最小ビード幅の測定結果を図6から図8に示す。溶接速度が速く、出力が少ないほど、表面ビード幅・最小ビード幅共に小さくなる傾向が顕著に認められる。余盛高さと裏波高さを測定した結果、板厚 1mm の余盛高さは 0 ~ 0.1mm、2mm 厚は 0.1 ~ 0.1mm、3mm 厚は 0.2 ~ 0.1mm で、出力が大きいとのど厚不足になる傾向がある。裏波高さは 1mm 厚で 0 ~ 0.1mm、2 ~ 3mm 厚では 0 ~ 0.4mm の範囲で裏波が形成され、溶け込み不足は認められない。

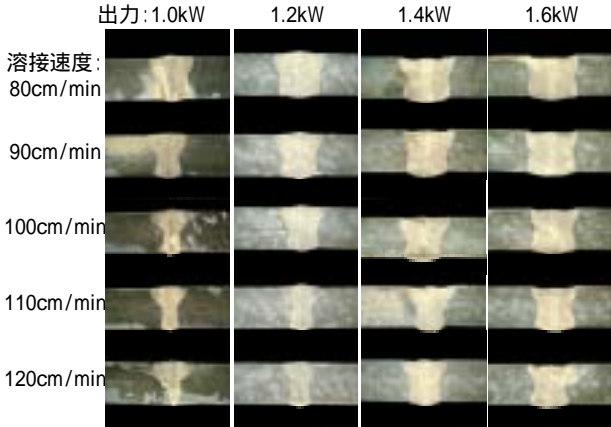


図5 Arガスシールド溶接部断面のマクロ組織 (t=2.0mm)

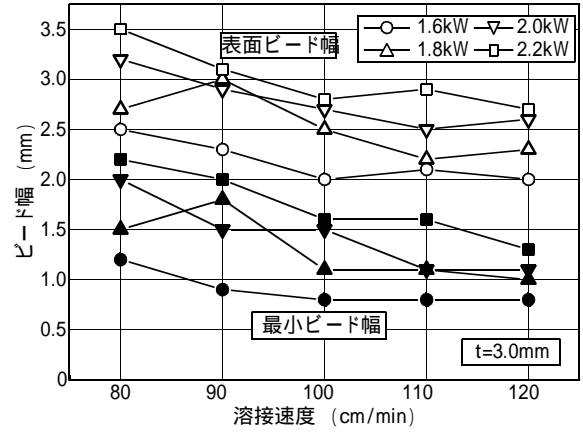


図8 Arガスシールド溶接部断面のビード幅

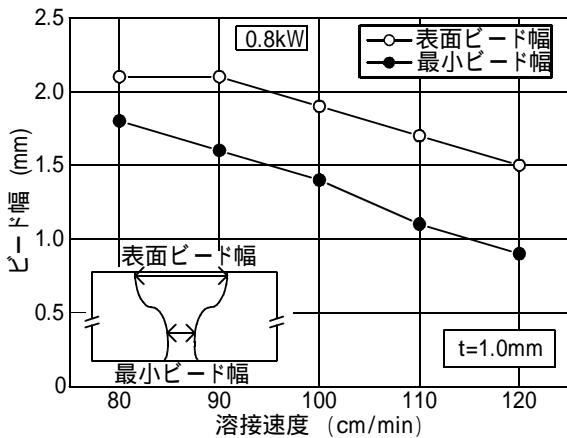


図6 Arガスシールド溶接部断面のビード幅

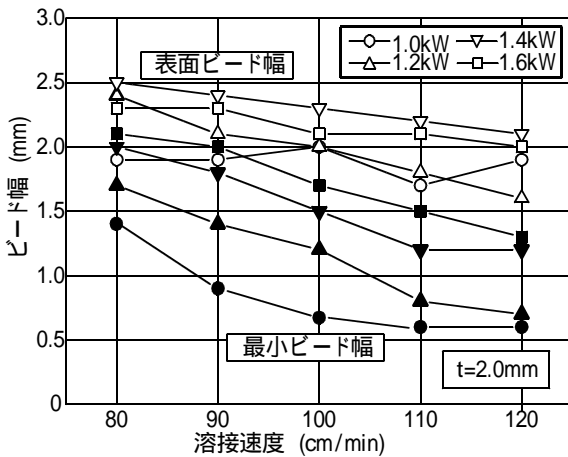


図7 Arガスシールド溶接部断面のビード幅

### 3 - 2 N<sub>2</sub>ガスシールドCW溶接

シールドガスを N<sub>2</sub> に変えて同じ条件で溶接した。表裏のビード外観は Ar ガスシールド溶接と変わりなく平滑なビードが得られる。溶接材の X 線透過試験結果はいずれの試験材もブローホールの発生は認められなかった。これは窒素ガス雰囲気では熔融金属の表面張力が低下し、熔融池の流動性が改善される<sup>2)</sup>ことと、窒素ガスはオーステナイト組織安定化元素で、フェライト組織に比べてガスの固溶量が多いためである。ブローホール以外の

内部欠陥の発生は認められない。

代表して板厚 2.0mm のビード幅測定結果を図9に示すが、Ar ガスシールド溶接と大差ない。ただビードのど厚を調べると、図10の余盛裏波高さ測定結果に示すように t=2.0mm で出力 1.0kW、溶接速度が 100 ~ 120cm/min はキーホール溶接ができず、溶け込み不足になっている。溶け込み深さは Ar ガスシールド溶接に比べて少ないと想定されるが、板厚 1.0mm と 3.0mm は全てキーホール溶接になっている。

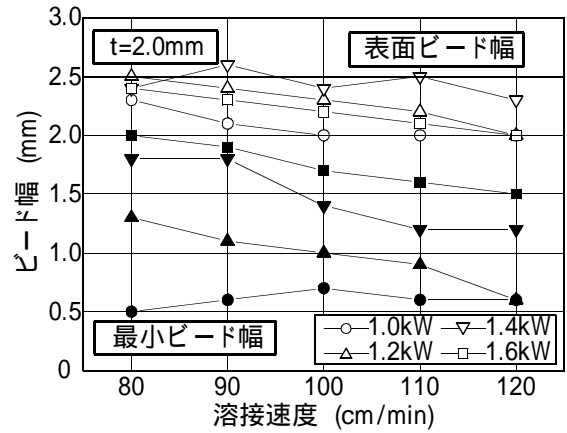


図9 N<sub>2</sub>ガスシールド溶接部断面のビード幅

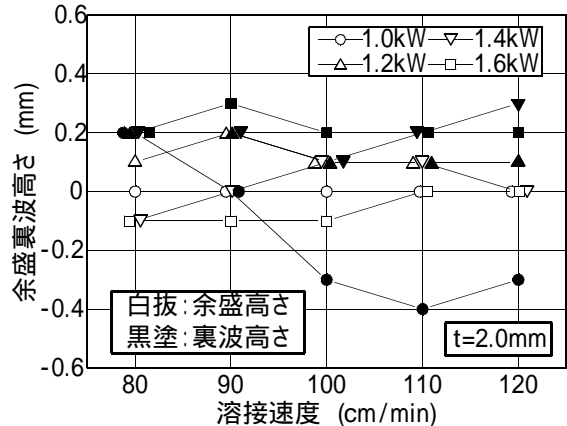


図10 N<sub>2</sub>ガスシールド溶接部断面の余盛裏波高さ



3-3 N<sub>2</sub>ガスシールドパルス溶接

N<sub>2</sub>ガスシールドパルス溶接は平均出力が1.7kW以上にできなかったため、板厚3.0mmは1.6kWのみを行った。いずれの溶接材もビード外観は良好であった。図11に板厚2.0mmの溶接断面マクロ組織を示す。このマクロ組織からビード幅を測定した結果を図12に示す。図9に示すCW溶接のビード幅は出力に依存し、大きく異なるのに対して、パルス溶接は出力や溶接速度の影響を受けず、ビード幅はほぼ同じ値を示し、変化が少ないことが判明した。更にビード幅はCW溶接と比較し、出力が小さいほど狭くなる傾向が高かった。余盛高さと同様に裏波高さを測定した結果、余盛高さは0.1~0.1mm、裏波高さは0.1~0.3mmになる。

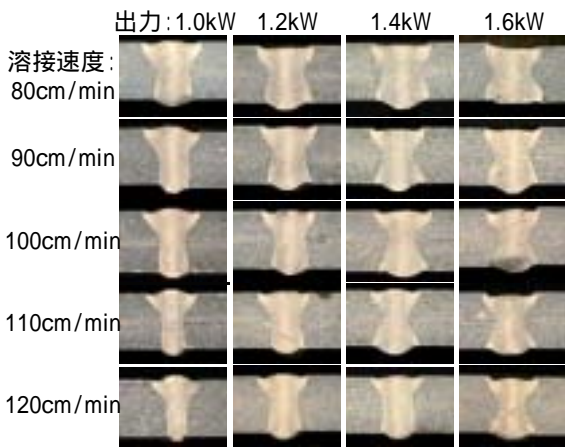


図11 パルス溶接の断面マクロ組織 (t=2.0mm)

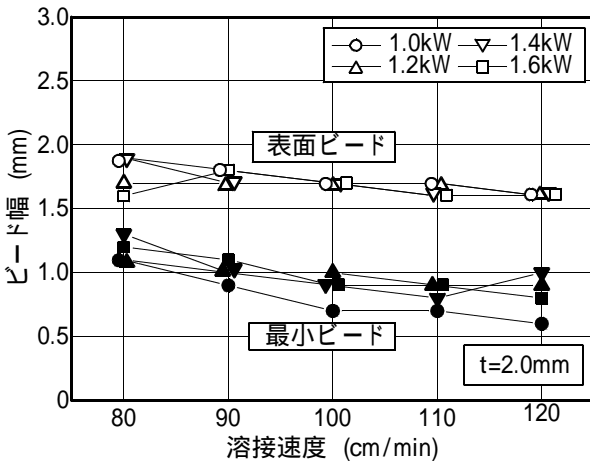


図12 パルス溶接断面のビード幅

3-4 溶接部の強さ

溶接部の強さを調べるために、板厚3.0mm、レーザ出力1.6kW、溶接速度100cm/minの溶接条件の試験材で引っ張り試験を行った。余盛と裏波は溶接のままである。引っ張り試験結果を図13に示す。パルス溶接がCW溶接より引っ張り強さが高いのに溶接部破断になっているのは、ステンレス鋼母材の購入ロットが異なり、CW溶接用母材の引っ張り強さは650N/mm<sup>2</sup>に対して

パルス溶接用母材は700N/mm<sup>2</sup>のためである。CW溶接、パルス溶接共にほぼ母材の強さが得られる。

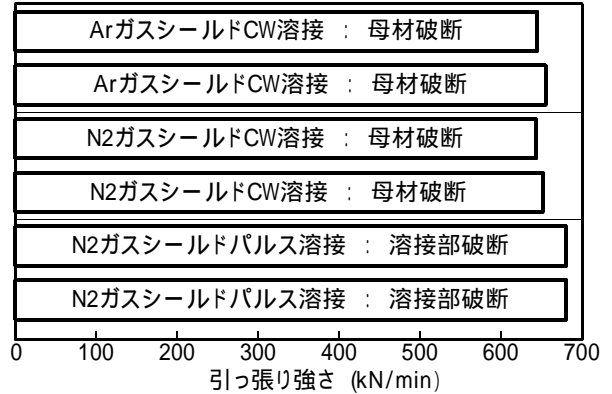


図13 溶接材の引っ張り強さと破断箇所

3-5 TIG溶接との比較

図14は板厚3.0mmのTIG溶接条件と断面マクロ組織を示す。TIG溶接の表面ビード幅は5.2mm、最小ビード幅は3.0mmで、レーザ溶接に比べて、表面ビード幅・最小ビード幅共に2倍近く広くなる。このことは溶接変形防止にレーザ溶接が有効と考えられる。また表面の凹みは0.3mm、裏側の凹みは0.1mmである。熱影響部はレーザ溶接では殆ど生じないが、TIG溶接は0.1~0.3mm幅に生じる。TIG溶接の溶接速度30cm/minに対して、レーザ溶接の溶接速度は2.5~4倍で溶接能率向上にも有意と考えられる。

溶接条件	
溶接電流	120A
アーク電圧	29V
溶接速度	30cm/min



図14 TIG溶接条件と断面マクロ組織

4 結 言

ステンレス鋼のレーザ溶接について検討した結果、以下の結論を得た。

- (1)Arシールドガス溶接は小さいブローホールが発生し易い。N<sub>2</sub>ガスシールド溶接はブローホールの発生が認められない。
- (2)パルス溶接は連続溶接に比べて、ビード幅は狭い。
- (3)レーザ溶接部の引っ張り強さは母材と同等である。
- (4)レーザ溶接はTIG溶接に比べ、ビード幅は半分ほどで、熱影響部は確認できず、溶接速度もかなり速くできる。

文 献

- 1) 松田福久:レーザ表面改質の現状と展開,4,(2001)
- 2) 川口聖一:ステンレス鋼のレーザ溶接金属の品質,溶接学会誌,第68巻,(1999),6,P32



## 錫浴法によるオーステンパ球状黒鉛鑄鉄製造での錫付着防止

勝負澤 善行\*、 茨島 明\*、 池 浩之\*\*  
高川 貫仁\*、 中村 直次\*\*\*、 昆野 武晴\*\*\*

錫浴法によるオーステンパ球状黒鉛鑄鉄(ADI)鑄物の製造において、鑄物への錫付着防止が不完全であり問題となっている。ここでは錫付着防止及び除去技術について、(1)被覆法、(2)錫浴と大気炉併用により錫を溶融除去する方法、(3)錫浴による熱処理終了直後に瞬間水冷を行い錫を除去する方法 等を考案し検討を行った。

その結果、次のことが分かった。(1)被覆法では、カオリンを塗布した場合、錫付着を防止することができる。(2)大気炉併用法での錫溶融除去は効果的であり、錫付着はほとんど無い。また、ADIの一般的な機械的性質を得るためには、錫浴での保持時間を20分以上とし、大気炉での保持時間は10min以下とすることが必要性である。(3)瞬間水冷法は、非常に簡単な方法で錫を脱落でき、ADIの機械的性質にも大きな影響が無い。

キーワード: 金属錫浴オーステンパ熱処理、金属錫付着防止除去

## Improvement of Austempering used Tin-Bath process

SHOUBUZAWA Yoshiyuki , BRAJIMA Akira ,IKE Hiroyuki,  
TAKAGAWA Takahito ,NAKAMURA Naotugu and KONNO Takeharu

In Austempering used Tin-Bath process to make Austempered Ductile Cast Iron (ADI), we carried out to examine three methods for free from tin adherence to Castings. These methods were as follows. (1) Coating method : Castings were coated for free from tin by kaolin and bentonite. (2) Double furnace method : An atmospheric furnace was used after Tin-Bath in isothermal heat treatment. (3) Momentarily water-cool method : Castings were cooled momentarily in water-bath after isothermal heat treatment used Tin-Bath.

The results obtained were summarized below. (1) Castings coated kaolin prevent to adhere Tin. (2) Tin was removed from Castings by an atmospheric furnace combined use. In order to get ordinary mechanical properties of ADI, Castings need to hold over 20 minutes in Tin-Bath. (3) Momentarily water-cool method is easy and simple to peel off tin from Castings without effect to reduce ordinary mechanical properties of ADI by Tin-Bath.

**key words: austempered ductile cast iron, prevention of adherence to castings**

### 1 緒 言

現在、生産工場の各工程において排出・廃棄物質の発生種類や量等を制限して、環境負荷を少なくすることが世界的に大きな課題となっている。

著者らは、従来より熱処理工場で使用され周辺環境に

塩害をもたらす溶融塩を使用した塩浴法に代わり、低融点(504K)な溶融金属錫(Sn)をベイナイト化恒温炉の媒液として用いる Sn 浴法を提案し、Sn 浴オーステンパ熱処理装置<sup>1)</sup>を開発した。この熱処理装置を使用した鑄鉄鑄物のオーステンパ熱処理の特徴は、Sn が人体に対して

無害であり周辺環境にも無負荷である他、金属の熱伝導性が良好であるため熱処理性能が優れていることである。この熱処理では、鑄鉄鑄物への金属 Sn 付着が心配されるが、オーステナイト化工程で鑄鉄鑄物表面に酸化鉄皮膜が生成することにより、平板状鑄物では Sn 浴からの Sn 付着は起こらないことを確認している。しかし、実操業でのパイプ状鑄物の内面や複雑形状鑄物凹部では、酸化鉄皮膜表面に凝固収縮による Sn 付着が生じ、Sn の除去は難しい場合もあった。

ここでは、鑄鉄鑄物への Sn 付着防止と付着しつつある Sn 除去等の対策技術について、被覆法、Sn 浴と大気炉併用法、瞬間水冷法等を考案し検討を行ったので報告する。

2 実験方法

2-1 供試材とオーステンパ熱処理

各検討に使用した球状黒鉛鑄鉄は、表1に示す化学組成の FCD500相当品である。この鑄鉄を Sn 付着が生じやすいパイプ形状に機械加工し、#150の炭化珪素(SiC)を用いて表面をエアー・ブラスト仕上げを行い各試験に用いた。パイプ状試験片の寸法形状を図1に示す。

また、Sn 浴法を用いた基本的なオーステンパ熱処理は、電気炉で1173K × 60min のオーステナイト化後、

表1 鑄鉄の化学組成 (mass%)

材種/元素	C	Si	Mn	P	S	Mg
FCD500	3.71	2.81	0.27	0.019	0.011	0.047

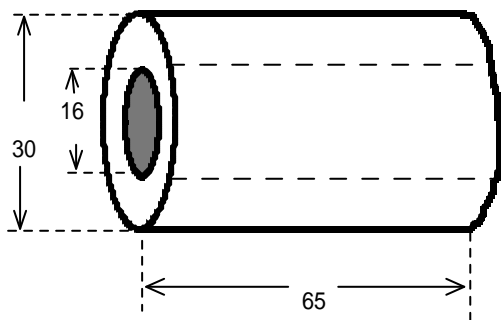


図1 パイプ状試験片の寸法形状

Sn 浴に鑄鉄鑄物を投入して573K × 30min の恒温化熱処理(ベイナイト化)を行い、その後空冷した。

2-2 被覆法

この方法は、オーステナイト化温度(1,000~1,200K)範囲での消失が無く、又は変質しても Sn とは濡れにくい物質を鑄鉄表面に塗布して Sn 付着を防止するものである。用いた塗布物質と配合条件を表2に示す。それぞれに水を加えて混練し、試験片の両面に塗布・乾燥後オ

ーステンパ熱処理を行った。Sn 付着の有無は、鑄鉄鑄物の中心部を縦に切断してパイプ内側面で調べた。その後、熱処理に対する被覆の影響を調べるため、試験片肉厚の中心と内側・外側部分の硬さ測定を行った。

表2 用いた被覆材

No.	種別
a	カオリン(耐火粘土: 10g)
b	カオリン(5g)+アルミナ(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 5g)
c	ベントナイト(鑄造用粘土: 10g)
d	ベントナイト(5g)+コンスターチ(デンプン粉: 5g)

注: 10g 又は5g+5g は、100ml の水に合計量を添加

2-3 大気炉併用法

図2に示すように、鑄鉄鑄物表面に付着しつつある Sn を除去するため、Sn 浴での恒温処理の途中で同温度の大気炉に鑄鉄鑄物を移し、ある時間(t min)保持して溶融除去することを検討した。すなわち、パイプ状試験片を1173K × 60min のオーステナイト化後、573K の Sn 浴で(30-t) min 間恒温保持し、573K の大気炉に逐次移して t min 間保持して、付着 Sn を溶融除去するものである。処理後、(2)と同様に Sn 付着の観察を行った。また、この方法が機械的性質に与える影響を確認するため、JIS 4号試験片を用いて同様の熱処理を施し、引張試験と硬さ試験を行い比較検討した。

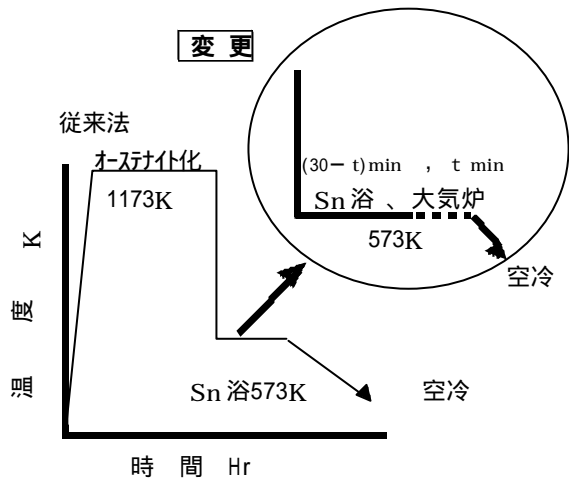


図2 大気炉併用法の説明

2-4 瞬間水冷法

この方法は図3に示すように、鑄鉄鑄物を Sn 浴で恒温熱処理後空冷する従来法をわずかに変更し、空冷直前に一瞬間(1~2秒)水冷して、凝固する Sn と固相の鑄鉄との収縮量の差を利用して、Sn をはく離除去するものである。一瞬の水冷により、鑄鉄鑄物の表面と付着しつつある Sn だけが大きく冷却され、一定時間の恒温熱処理によりベイナイト化がほとんど終了した鑄鉄鑄物本体の温度降下は少く、材質に影響は少ないと考えられた。

しかし、この水冷により、残留オーステナイトよりマルテンサイトが析出する材質硬化が懸念され、熱処理後 Sn 付着観察を行うと共に、JIS 4号試験片を用いて引張試験と硬さ試験を行い機械的性質の変化を確認した。

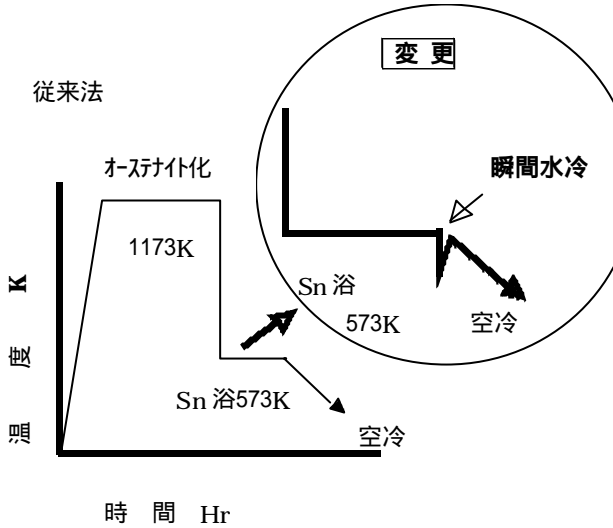


図3 瞬間水冷法の説明

### 3 結果及び考察

#### 3-1 被覆法

図4に、無被覆と被覆した熱処理後の各試験片の内側面を示す。無被覆では全面に Sn 付着があるが、カオリンを塗布した(a)と(b)試験片では Sn 付着が無いことが分かる。(a)試験片内面には、カオリンが1173Kで石英とムライトに変質し全面に白色相として残って、Sn 付着防止に効果的であったことが窺える。

一方、鑄造用ベントナイトを塗布した(c)と(d)試験片では、いずれも Sn 付着があった。これはオーステナイト化熱処理中の800~900Kで、鑄造用ベントナイトの粘結力が失われ脱落してしまい、試験片表面が Sn が付着しやすい状態なるためと考えられる。

次に、被覆のオーステンパ熱処理に対する影響を確認するため硬さ試験を行った。その結果を表3に示す。いずれの試験片も同レベルの硬さであり、試みた被覆では硬さに影響が無く、他の機械的性質にも影響が無いと思われた。

表3 被覆による硬さの変化(HRC:ロツクウェル硬さスケール)

被覆別/位置	内側	中心	外側
無し	40.7	38.9	41.3
(a)	41.5	41.4	41.8
(b)	40.1	40.4	40.5
(c)	42.7	42.4	42.3
(d)	39.9	40.0	40.4

・内側：パイプ内面部 ・中心：肉厚中心部 ・外側：パイプ外側部

#### 3-2 大気炉併用法

図5に Sn 浴と併用し大気炉に5min 間保持した試験片のパイプ内側面の状態を示す。Sn は熔融除去され付着は確認できないが、試験片を573Kの大気で保持したため薄い酸化錫膜(金色)が全面に観察される。この酸化錫皮膜は、ショット・ブラストで容易に除去できるものであった。

(Sn 浴573K × 25min 大気炉573K × 5min)

図5 大気炉併用法によるSn付着の無い面

図4 被覆法によるSn付着の有無

また、Sn 浴と大気炉では冷却能力が異なり、機械的性質への影響が心配されたので、JIS 4号試験片を用いて同様の熱処理を行い調べた。その結果を表4に示す。冷却能力の低い大気炉での保持時間が長い程、引張強さと硬さが低下する。この方法では、大気炉保持時間10分以内で良好な機械的性質を得ることができた。

表4 機械的性質 (Sn浴、大気炉573K)

No.	Sn浴時間 min	大気炉時間 min	引張強さ MPa	硬さ HRC
1	30	0	1394	44.7
2	20	10	1390	43.6
3	15	15	1391	43.4
4	10	20	1277	41.0

(試験片：JIS 4号試験片)

### 3-3 瞬間水冷法

図6に、Sn 浴で573K ×30min 恒温処理直後、空冷と1秒の瞬間水冷を施した各試験片内面の状態を示す。空冷ではSn 付着は多いが、瞬間水冷した場合はSn がはく離され付着は無いことが確認でき、この方法が簡単でしかも有効であることが分かる。

この方法を実施した温度域では、Sn は2.8%の凝固収縮<sup>3)</sup>があり、鑄鉄は0.9%の個体収縮があるので、その差が鑄物からSn をはく離する要因と考えられる。はく離したSn 皮膜は紙状であり、鑄物にわずかに付着していてもエアー・ブラストなどで容易に除去できるものである。また、瞬間水冷しても鑄鉄鑄物の保持熱量により鑄物全体が水温まで低下することはなく、後の空冷で従来に近い状態で冷却された。

次に、水冷による材質変化についてJIS 4号試験片を用いて調べた結果を図7に示す。2秒の水冷によりわずかに引張強さが上昇し伸びも低下するものの、機械的性質の変化は極わずかであり、実用上の問題は無かった。

なお、この方法が他の2種に比べ、最も低コストで実用化も容易であると考えられた。

図7 瞬間水冷法による機械的性質の変化

## 4 まとめ

Sn 浴を用いたオーステンパ熱処理において、鑄鉄鑄物に対するSn 付着防止・除去技術について3種類の方法を考案して検討し、次の結果を得た。

- (1) 被覆法では、カオリン100%とカオリン50%+アルミナ50%を塗布した試験片で、Sn 付着を防止することができた。
- (2) 大気炉併用法でのSn の溶融除去は効果的であり、Sn 付着はほとんど無い。また、目的とする機械的性質を得るためには、Sn 浴での保持時間を長くすることが必要であることが分かった。
- (3) 瞬間水冷法は、非常に簡単な方法でSn を脱落でき、機械的性質にも大きな影響が無いことが分かった。
- (4) Sn 付着防止・除去について検討した3種類の方法の中では、低コストで実施が容易で、しかも効果的なのは瞬間水冷法であった。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、当所 研究補助員 岩清水康二氏にご助力をいただいたことを記し厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 勝負澤,加藤：鑄造工学 Vol.71(1999)484
- 2) 上田,滝田：鑄物 Vol.60(1988)529
- 3) 金属データブック第2版 (日本金属学会編)p318

- (1) 空冷 (2) 瞬間水冷

図6 瞬間水冷法によるSn付着の有無

## TiO<sub>2</sub> 溶射皮膜性状に及ぼす溶射条件の影響

桑嶋 孝幸\* 高橋 幾久雄\* 小浜 恵子\*\* 平野 高広\*\* 太田 利夫\*\*\* 田端 亮一\*\*\*

アナターゼ型のTiO<sub>2</sub>をプラズマ溶射装置と高速フレーム溶射装置を使ってPET基板上に溶射を行い、溶射条件の皮膜性状に及ぼす影響を調べた。皮膜表面はSEMによる観察を行った。アナターゼ型TiO<sub>2</sub>からルチル型TiO<sub>2</sub>への転移はX線回折装置により測定を行った。その結果、(1)皮膜中のアナターゼ残存率は、プラズマ溶射よりも高速フレーム溶射の方が高かった。(2)皮膜中のアナターゼ量は、溶射距離が長くなるに従って、減少する傾向が認められた。などの知見を得た。

キーワード:チタニア、光触媒、プラズマ溶射、高速フレーム溶射、溶射条件

## The Affect of the Thermal Spray Coatings on the Properties of TiO<sub>2</sub> Coatings

KUWASHIMA Takayuki\*, TAKAHASHI Ikuo\*, KOHAMA Keiko\*\*,  
HIRANO Takahiro\*\*, OHTA Toshio\*\*\* and TABATA Ryoichi\*\*\*

The TiO<sub>2</sub> powder(anatase type) are sprayed on PET substrate by plasma spraying equipment and high velocity spraying equipment and the affect of the thermal spray conditions on the properties of TiO<sub>2</sub> coatings are studied. The form of the coating surface are observed by SEM and the ratio of transformation from anatase to rutile are measured by XRD.

The results are as follows.

(1)The ratio of anatase and rutile of the coatings sprayed by high velocity spraying equipment are higher than sprayed by plasma spraying equipment.

(2)The amount of the anatase in the coating tend to decrease as the spray distance is long.

**key words: titanium oxide, photo catalyst, plasma spraying, HVOF spraying, thermal spray conditions**

### 1 緒 言

近年、環境に対する問題意識の高まりから、循環型社会への転換が叫ばれ、産業界においてもリサイクルに対する意識が高まっている。廃棄物の排出量を減らすためには、Reduce、Reuse、Recycleのいわゆる環境の3Rが重要であり、部品、部材の耐久性の向上、産業廃棄物の再利用技術や、大気汚染物質など有害物質の除去、分解技術が求められている。

有害物質を分解、除去する材料として注目されているものとしてTiO<sub>2</sub>がある。この物質は光を照射することにより、抗菌、消臭等の効果があるもので、様々な分野で応用研究や商品化が進められている<sup>1)2)3)</sup>。TiO<sub>2</sub>の加工方法としては、塗布法、ゾルゲル法、CVD法、溶射法などがある。

溶射は表面改質技術の中でも加工速度が速く、金属は

もちろんサーメット、セラミックスなどほとんどの材料をコーティングすることができるため、自動車産業をはじめ様々な産業分野で広く用いられている<sup>4)</sup>。TiO<sub>2</sub>の加工においては、加工速度が速く、大面積でも対応出来ること、現地施工が出来ることなどから、有望な加工方法と考えられている。しかし、TiO<sub>2</sub>の溶射の研究例は少なく、最適な加工条件も明らかになっていない。

そこで本研究では、種々の溶射法を用いてTiO<sub>2</sub>皮膜を形成し、その物性を明らかにすることを目的に行った。

### 2 実験方法

#### 2-1 供試材

TiO<sub>2</sub>は種々の結晶構造を有しているが、その中でも光触媒効果が高いとされるのは、アナターゼ型のTiO<sub>2</sub>である。そこで、本研究では、アナターゼ型のTiO<sub>2</sub>粉末を使用した。この溶射材料外観のSEM写真を図1に示す。こ

\* 金属材料部

\*\* 応用生物部

\*\*\* (株) 釜石電機製作所

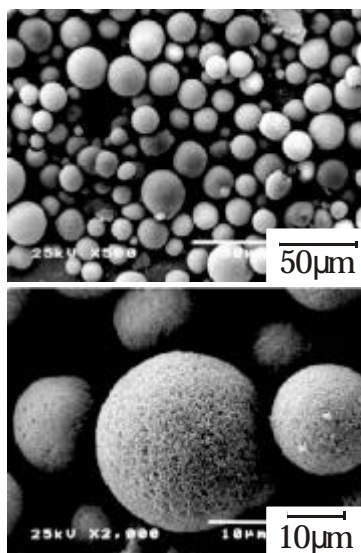


図1 溶射材料外観のSEM写真

の粉末は、1次粒径 $0.2\mu\text{m}$ の粉末を粒径 $10\sim 45\mu\text{m}$ に造粒した粉末である。

溶射基材は、廃PET材料をリサイクルした板状の試験片を使用した。この基材成分はPET、PP、PE等である。大きさは幅 $50\text{mm}$ 、高さ $50\text{mm}$ 、厚さ $4.5\text{mm}$ の板状である。

### 2-2 溶射方法

アナターゼ型の $\text{TiO}_2$ は、熱影響によりルチル型の $\text{TiO}_2$ に転移する。そのため、溶射皮膜を製膜するためには、できるだけ入熱を抑える必要がある。しかし、入熱量が不十分だと、製膜ができない。 $\text{TiO}_2$ 粉末の溶射はこれらの相反する条件を克服する必要がある。溶射装置は、セラミックスなど主に高融点材料の溶射に適しているとされるプラズマ溶射装置やサーメットのような複合材料に適しているとされる高速フレーム溶射装置などがある。プラズマ溶射装置は、高温状態のプラズマを熱源とする溶射方法で、その温度は高いところで $15,000\sim 20,000$  に達するといわれている。一方、高速フレーム溶射は、溶射材料を高速に加速して、その運動エネルギーを利用した溶射方法であるといえる。今回は、これらの溶射装置を使用し、それぞれ条件を変化させて、溶射加工を行った。プラズマ溶射装置はスルザ・メテコ社製の9MBプラズマ溶射装置を、高速フレーム溶射装置はスルザメテコ社製のダイヤモンドジェット溶射装置(以下、DJ溶射装置と記す。)を使用した。DJ溶射装置は、標準方式(以下、DJstdと記す。)と、フレーム速度を上げるアダプタ - を装着したもの(以下、DJ2700と記す。)の2種類を使用した。それぞれの溶射条件を表1、表2に示す。プラズマ溶射では、作動ガスの流量を変化させ、プラズマの出力を変化させた。溶射では、フレーム中に投入された溶射材料が、フレーム中を飛行中に、フレームの熱により溶融または半溶融状態になり、基材に衝突・凝固して皮膜が形成されるプロセスである。そのため、溶射材料への入熱量を変化させるために、プラズマ溶射および高速フレーム溶射とも、溶射

表1 溶射条件 (プラズマ溶射)

作動電圧(V) (出力 kW)	70(35), 40(20)	
作動電流(A)	500	
一次ガス(Ar)	圧力(MPa)	$684\times 10^{-3}$
	流量(l/min)	44
二次ガス(H <sub>2</sub> )	圧力(MPa)	$342\times 10^{-3}$
	流量(l/min)	3.8
溶射距離(mm)	75,100,125,150	

表2 溶射条件 (高速フレーム溶射)

		DJ2700	DJstd
酸素	圧力(MPa)	$1026\times 10^{-3}$	
	流量(l/min)	272	211
プロピレン	圧力(MPa)	$684\times 10^{-3}$	
	流量(l/min)	42	48
空気	圧力(MPa)	$513\times 10^{-3}$	
	流量(l/min)	298	327
溶射距離(mm)	200,250,300		

距離を変化させ、その影響を調べた。プラズマ溶射では、それぞれの出力ごとに、 $75\text{mm}$ 、 $100\text{mm}$ 、 $125\text{mm}$ 、 $150\text{mm}$ 、高速フレーム溶射では、 $200\text{mm}$ 、 $250\text{mm}$ 、 $300\text{mm}$ と変化させた。溶射に際しては、基材表面をアルコールで洗浄した後、プラスト処理を施し、表面を清浄化、粗面化して溶射に供した。溶射は、肉眼で皮膜が製膜されていると確認できるパス数まで溶射を行った。しかし、DJ2700においては、2パス以上の溶射を行うとPET基材のフレームの熱による炭化が認められたため1パスで溶射を行った。

作成した試験片は、電子顕微鏡((株)日本電子製JSM-5300LV)による表面形態の観察やX線回折((株)リガク製RINT-2500)による構造解析を行い、皮膜の性状を調べた。

### 3 実験結果及び考察

#### 3-1 表面形態

図2、図3に溶射皮膜表面のSEM写真を示す。プラズマ溶射皮膜では、プラズマ出力 $35\text{kW}$ の条件では、どの皮膜もあまり変化がない。これに対して、プラズマ出力 $20\text{kW}$ では、溶射距離 $75\text{mm}$ の条件で、皮膜の付着量が少ない。これは、出力 $35\text{kW}$ では、溶射距離が短い条件、すなわちプラズマにより溶射材料への入熱時間が短い場合でも、出力が高いため溶射材料が溶融したためである。これに対して、出力が $20\text{kW}$ では、出力が低いため、溶射材料の入熱時間が短い場合には、溶射材料が十分溶融せず、付着量が少なくなったと考えられる。

一方、高速フレーム溶射による皮膜では、DJ2700において溶射距離 $200\text{mm}$ では、表面に球形の粒子が認められる。溶射距離が長くなると、この球形の粒子は、少なくなっている。一方、DJstdにおいては、どの溶射条件においても、表面に球形の粒子が認められるが、溶射距離による影響は認められない。これは、DJ2700、DJstdと



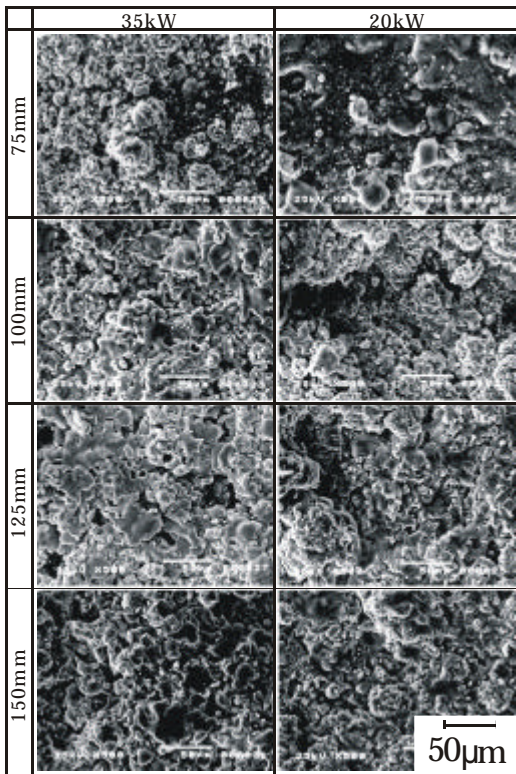


図2 溶射皮膜表面のSEM写真(プラズマ溶射)

も熱源が酸素 - プロピレンであり、プラズマフレームに比べてフレーム温度は2,000 ~ 3,000 と低く、溶射材料が、あまり溶融しないが、使用した基材が熱伝導が悪いPET材であるため、表面部分がフレームの熱により硬度が低下し、そこに、硬度が高いTiO<sub>2</sub>が衝突することにより、基材表面に保持され製膜されていると考えられる。Djstdにおいては、フレーム速度がDJ2700よりも遅いため、フレーム中を溶射材料が飛行する時間が長く入熱が大きくなり、皮膜の表面形態の差に現れたと考えられる。

### 3 - 2 結晶構造

溶射皮膜の結晶構造を調べるために、X線回折装置により構造解析を行った。その結果を図4に示す。図には溶射材料の回折結果とプラズマ溶射および高速フレーム溶射のうち代表的な結果のみを示している。溶射材料は、アナターゼのみからなっている。これに対して、溶射皮膜は、溶射時の熱影響によりルチル型に転移している。しかし、2θ = 27° 付近に現れているルチル型TiO<sub>2</sub>の最強線に注目するとその強度は、プラズマ溶射と高速フレーム溶射では大きく異なっている。ROBERT A SPURRらは、X線回折法によりアナターゼ型TiO<sub>2</sub>とルチル型TiO<sub>2</sub>の定量分析について検討を行い、次式によりアナターゼ型TiO<sub>2</sub>とルチル型TiO<sub>2</sub>の存在比率を算出している<sup>6)</sup>。

本研究でもこの式のより、皮膜中のアナターゼ型TiO<sub>2</sub>と

$$f = \frac{1}{1 + 1.26 \frac{I_R}{I_A}}$$

I<sub>R</sub>:ルチルの最強線強度  
I<sub>A</sub>:アナターゼの最強線強度

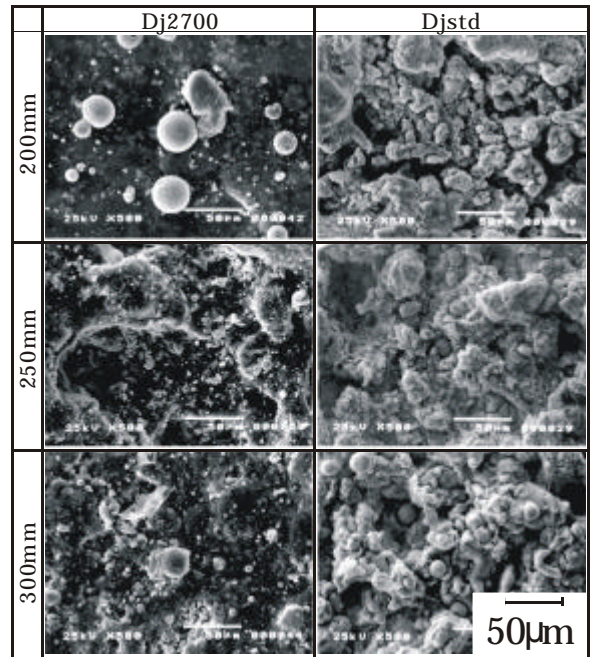


図3 溶射皮膜表面のSEM写真(高速フレーム溶射)

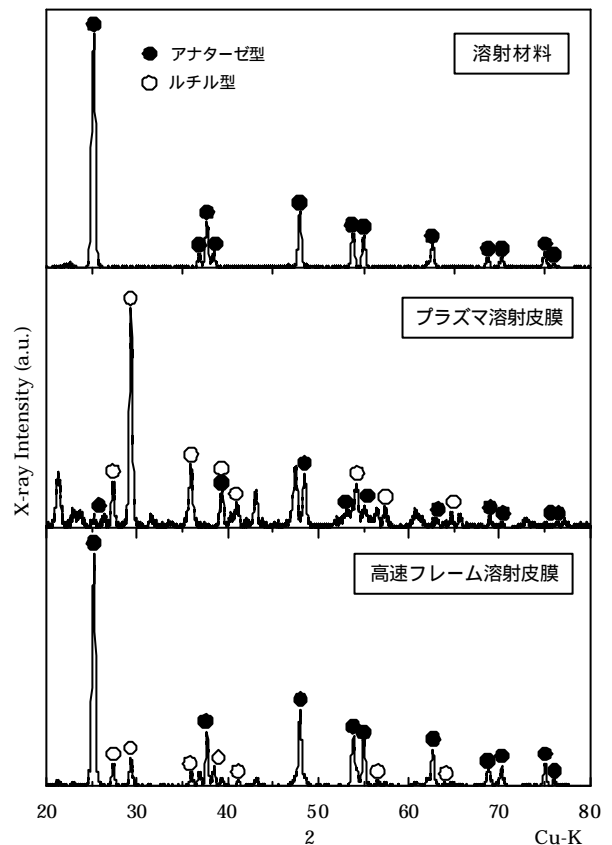


図4 溶射皮膜のX線回折結果

ルチル型TiO<sub>2</sub>の存在比を計算した。その結果を図5、図6に示す。

プラズマ溶射の計算結果に注目すると、プラズマ出力35kW、20kWとも溶射距離が長くなるとアナターゼ残存率が低下する傾向が認められる。特に溶射距離75mmを境に急激に低下している。これは、プラズマ溶射時における粒子温度が、50 ~ 100mmの間で最高温度になる<sup>6)</sup>、す

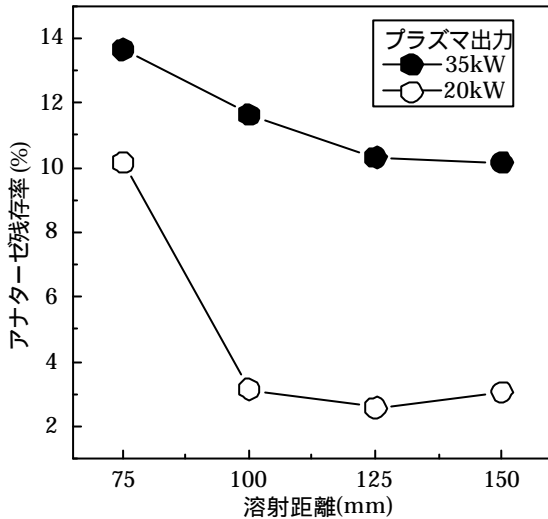


図5 溶射皮膜中のアナターゼ残存率計算結果 (プラズマ溶射)

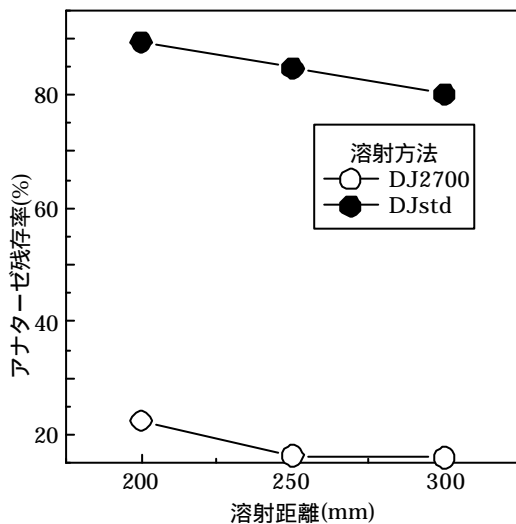


図6 溶射皮膜中のアナターゼ残存率計算結果 (高速フレイム溶射)

なわち溶射材料への入熱が急激に増加するためである。また、同じ溶射距離でもプラズマ出力が低い方が、アナターゼ残存率が低くなっている。溶射距離が長くなるとアナターゼ残存率が低下するのは、溶射材料がフレイム中を飛行して、入熱時間が長くなるためである。また、プラズマ出力が低いにもかかわらず、アナターゼ残存率が逆転しているのは、フレイムの速度が影響していると考えられる。すなわち、出力20kWの条件は、作動ガスとしてArのみを使用しているため、ArとH<sub>2</sub>の混合ガスを使った場合に比べて流速が遅く<sup>6)</sup>、そのため溶射材料への入熱時間が長くなり、ルチル型への転移が多くなっ

たとえられる。

一方、高速フレイム溶射の結果に注目すると、やはり、溶射距離が長くなるに従って、アナターゼ残存率が低下する傾向が認められる。これは、前述したように、溶射材料がフレイム中を飛行して、入熱時間が長くなるためである。また、DJ2700とDJstdを比べるとDJstdがアナターゼ残存率が約90%と非常に高くなっている。DJ2700は、DJstdよりも大量の燃料ガスを使用するため、フレイム速度が速くても、溶射材料への入熱量が遙かに高いためである。

#### 4 結 言

溶射材料として、アナターゼ型TiO<sub>2</sub>を使用して、皮膜性状に及ぼす溶射条件の影響を検討した結果、以下のようない知見が得られた。

- (1)プラズマ溶射よりも高速フレイム溶射で溶射した皮膜の方が、アナターゼ残存率が高くなる。これは、フレイムの温度が高速フレイム溶射の方が低いこと、フレイム速度が速く溶射材料への入熱量が低く抑えられるためである。
- (2)プラズマ溶射において、プラズマ出力よりもフレイム速度が、アナターゼ残存率に影響する。
- (3)高速フレイム溶射において、フレイムの熱量が低い方が、アナターゼ残存率が高かった。
- (4)プラズマ溶射、高速フレイム溶射とも溶射距離が長くなるに従って、アナターゼ残存率は低下する傾向が認められた。

本報告は平成12年度技術パイオニアORT事業で実施した成果です。

#### 謝 辞

溶射材料は、大阪大学接合科学研究所 大森 明 教授からご提供頂いた。また、光触媒の評価方法や応用分野について北海道立工業試験場 赤沼正信 氏の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 福本昌宏:溶射法による光触媒チタニア皮膜創製の可能性, 高温学会誌, 26(Supplement), 240-247(2000)
- 2) 橋本和仁:光触媒実用化の課題, 工業材料誌, 48(6) 22-25(2000)
- 3) 藤嶋 昭:光触媒開発の最前線, 工業材料誌, 48(6) 17-21(2000)
- 4) 大森 明, 李 長久:溶射方式及びその特徴, 溶接技術誌, 5, 109-115(1989)
- 5) ROBERT A. SPURR, HOWARD MYERS: Quantitative Analysis of Anatase-Rutile Mixtures with an X-ray Diffractometer, ANALYTICAL CHEMISTRY, 29(5), 760-762 (1957)
- 6) 大森 明, 李 長久:溶射粒子に関する反応と積層皮膜の構造, 溶接技術誌, 6, 100-106(1989)

## 廃プラスチックの再利用技術に関する研究\*

佐々木 秀幸\*\*、酒井 晃二\*\*\*、藤原 忠司\*\*\*\*、大沼 一人\*\*\*\*\*  
下家 正治\*\*\*\*\*、熊谷 仁志\*\*\*\*\*、谷藤 眞一\*\*\*\*\*

廃プラスチックを再利用する方法として舗装体の凍上抑制用路盤材およびアスファルト混合物の改質材に利用する工法を研究した。実舗装試験を行ったところ両工法ともに従来同様の作業で可能であり、路床の凍上を抑制しつつ支持力が得られる工法及び安価に改質アスファルトに近い物性を発揮できるアスファルト混合物が得られる工法が提案できた。

キーワード：廃プラスチック、再利用、舗装道路、骨材

## Study of Reusing Techniques for the Postindustrial Plastic Wastes

SASAKI Hideyuki, SAKAI Koji, FUJIWARA Tadashi, OUNUMA Kazuto  
SHIMOIE Masaji, KUMAGAI Hitoshi and TANIFUJI Shinichi

We researched the new recycle methods of expanded polystyrene (EPS) wastes, used to anti-frost layer( ) and the asphalt mixture( ). The new methods used with EPS were not different with general construction methods. The method( ) control the frost heave and CBR value. The method( ) raise marshall stability value and wheel tracking value with low-cost.

**key words : plastic waste, reuse, paved road, aggregate**

### 1 緒 言

平成 12 年度より「容器包装リサイクル法」<sup>1)</sup>が完全施行され、これまで対象外であった材質も含めたリサイクルを行わなければならない。しかしながら不純物が混入したプラスチック類の再利用技術開発は困難であり、各種の試みはあるもののコストのかかる洗浄や高度の分別、既存用途への参入、新規用途開発など実用化は難しい状況にある。

当センターでは平成 10 年度から 3 カ年計画で路盤材等土木資材へ利用する研究を実施し、平成 11 年度までの研究でアスファルト用骨材としての利用と、凍上抑制層用路盤材としての利用が可能であるという基礎データを収集した<sup>2) 3)</sup>。

平成 12 年度は実舗装試験を実施するための条件を決定するとともに、アスファルト舗装会社による路盤材としての利用と、アスファルト舗装用骨材としての利用試験を実施したので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 アスファルト混合物への適用

##### 2-1-1 粒状 P S の利用とマーシャル安定度試験

マーシャル安定度試験は初年度に実施し、ポリスチレン（以下 P S という）を添加することにより、通常のアスファルト混合物の倍近い安定度を示すことが分かっていた。今回は発泡スチロールを摩擦熱で溶融して減容した粒状のスチレン溶融体（以下粒状 P S という）を使用した。発泡スチロールは嵩が大

きく、静電気を帯びておりハンドリングに問題がある。しかしながら粒状 P S は静電気を極端に帯びておらず、比重が 0.8 前後と軽く気泡を適当に含んでいるという特徴を持っている。

試験は舗装試験方法便覧に規定されるマーシャル安定度試験を行った。プラスチックの添加量は骨材全体の重量に対する値で 7 号砕石と置き換えて配合した。

なお、平成 11 年度に実施した圧縮圧裂試験の結果から P S の添加量は 3% が上限であることが分かっていたため以下の試験は全て 3% で実施した。

##### 2-1-2 水浸マーシャル安定度試験と残留安定度

加熱アスファルト混合物の耐水性を評価する試験として舗装試験方法に規定される水浸マーシャル安定度試験を実施し、水浸前のマーシャル安定度と比較することにより残留安定度を求めた。

##### 2-1-3 カンタブロ試験及びラベリング試験

P S 添加により、アスファルト混合物のマーシャル安定度が向上するが、P S は常温でのロックウェル硬さが M60~75<sup>4)</sup>と硬い樹脂であり、一般に耐衝撃性が低いため、混合物の飛散抵抗性および耐磨耗性を評価するために、排水性舗装技術指針(案)<sup>5)</sup>に規定されるカンタブロ試験および舗装試験方法便覧<sup>6)</sup>に規定されるチェーンラベリング試験による損失量の測定を行った。ラベリング試験にはチェーン型とスパイク型があるが、スパイクタイヤの使用が制限されていることからチェーン型往復運動タイプを適用した。

\*廃プラスチック類用途開発研究（第 3 報）（地域産学官連携促進事業）

\*\*化学部（現在 企画情報部） \*\*\*環境保健研究センター、\*\*\*\*岩手大学建設環境工学科、\*\*\*\*\*岩手建工（株）、\*\*\*\*\*高弥環境整備（株）

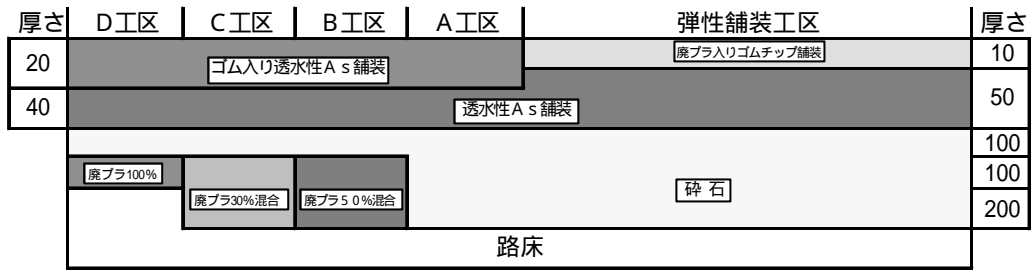


図1 凍上抑制層実舗装試験の断面図

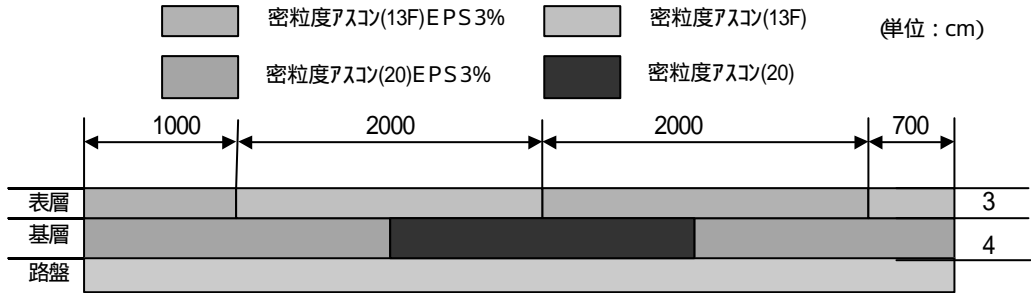


図2 アスファルト舗装試験の断面図

2-1-4 ホイールトラッキング試験

高温時における加熱アスファルト混合物の耐流動性を評価するために舗装試験方法便覧に規定されるホイールトラッキング試験を実施した。

2-2 凍上抑制層用廃プラ骨材試作試験

凍上抑制層用廃プラ骨材を作成するために板状の発泡スチロール半溶融品を破砕機により破砕し、砕石状に加工した。試験は共同研究機関である高弥環境整備(株)で実施し、材料費、運送費、破砕時間より人件費、電気料、消耗品代、減価償却費より骨材単価を試算するとともに粉碎品の粒度分布も測定した。

2-3 凍上抑制層実舗装試験

平成11年度までの基礎試験により凍上抑制層用骨材として廃プラを使用すると通常の凍上抑制層の厚さを1/2にできると、容積比で30%~50%混合が最適であることが判明していたため、図1に示す断面の舗装体を作成した。凍上抑制層用廃プラ骨材をアスファルトプラントから運搬し、スタビライザーによる骨材のすき込み、転圧作業を行った後表層施工を実施した。

2-4 アスファルト舗装試験

アスファルト混合物への適用試験で得られた最適条件でアスファルト舗装試験を実施した。試験は共同研究機関である岩手建工㈱の取付道で実施した。なお試験の条件は図2に示す。

3 結果と考察

3-1 アスファルト混合物

3-1-1 マーシャル安定度試験結果

マーシャル安定度は変形に対する抵抗性を示す数値であり値が高いほど変形しにくい混合物といえる。図3に示すように、通常のアスファルト混合物(13F)は10KN程であるが、PSを5%添加したアスファルト混合物は20KN程の値となる。粒状PSの場合3%添加でPS5%とほぼ同じ値を示し、5%添加した試料は

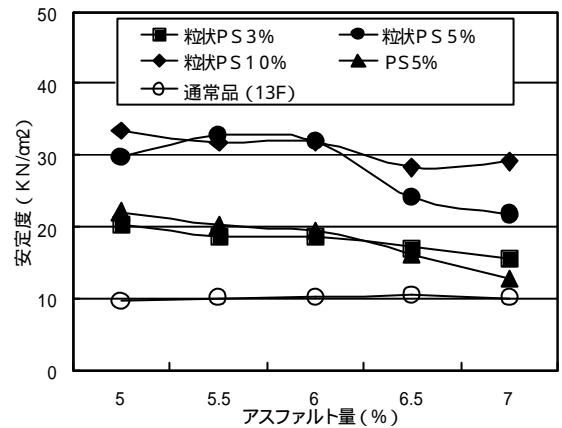


図3 PS添加による安定度の向上

30KN以上の値を示す。10%と5%では値がほとんど変わらないことから5%が添加量の上限と考えられる。

PSと粒状PSを5%添加した混合物の安定度が大きく異なっているのはアスファルトとPSの溶融状態の違いによるものである。図4の顕微鏡写真の黒い部分がPSであるが、PS配合アスファルト混合物はアスファルトの分離が生じているのに対し、粒状PS添加混合物は分離が生じていないことが分かる。粒状PSは加熱による溶融速度が速いため、アスファルトが分離せず安定度も高くなったと考えられる。なお、摩擦熱で溶解するために残存する気泡がアスファルト混合物に入れても残っていることも特徴である。

3-1-2 水浸マーシャル安定度試験と残留安定度

表1に示すように粒状PSを3%添加したアスファルト混合物の水浸マーシャル安定度はアスファルト量6%で15KNであり、残留安定度は78.5%であった。通常品に比べ耐水性は劣っているが基準の75%以上を満たしていた。

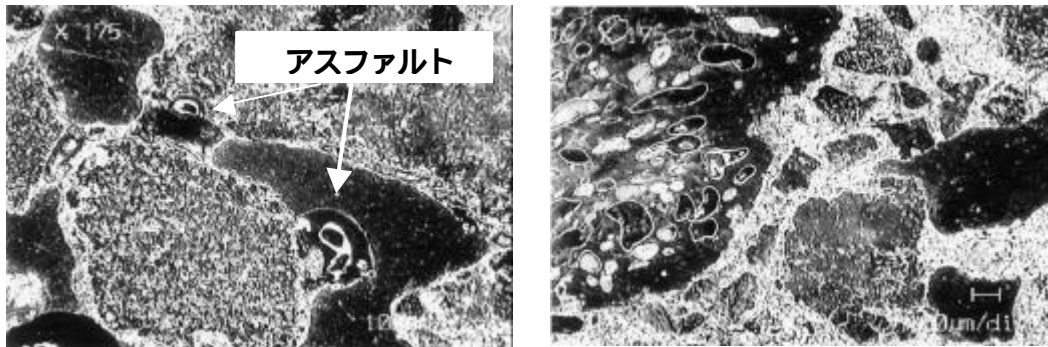


図4 アスファルト混合物の顕微鏡写真 (上: PS 下: 粒状PS)

表1 アスファルト混合物の各種試験結果

粒状PS添加量(%) (対7号砕石量)	標準マ-シャル安定度	水浸マ-シャル安定度	残留安定度 (%)	カンタブロ試験 損失率 (%)	ラベリング試験に よるすり減り量
0	10.6	10.3	97.2	1.9	0.92
3	19.1	15	78.5	2	0.71

3-1-3 カンタブロ試験及びラベリング試験

骨材の飛散抵抗性を評価するカンタブロ試験を実施した結果、粒状PSを添加したアスファルト混合物と通常品に損失量の差はなく飛散抵抗性が優れていることが分かった。また、耐摩耗性を示すチェーンラベリング試験では通常品より優れているという結果となった。排水性舗装での損失量が2~3cm<sup>2</sup>であることを考慮すると、すり減り量0.71 cm<sup>2</sup>は十分に優れた値であるといえる。

3-1-4 ホイールトラッキング試験結果

ホイールトラッキング試験による動的安定度は表2に示すように、粒状PSを添加により上昇し、10%添加すると通常品の60倍以上の値を示す。実用的な添加量である3%でも913(回/mm)と6倍以上となっており、粒状PSの添加による流動性の改善効果は高いといえる。

表2 ホイールトラッキング試験結果(13F)

添加量(%)	動的安定度(回/mm)
0	142
1	264
3	913
5	1,919
10	9,000

3-2 凍上抑制層用廃プラ骨材試作試験結果

スクリーン 30mmの大型破砕機で試作した廃プラスチック骨材の粒度分布を測定したところ、単粒度の砕石としては、6号砕石に最も近い粒度分布であったが、19.0mm以上の割合が規格と比べて若干高くなっていた。これを6号砕

表3 骨材の製造コスト

項目	単価/kg
電気料	1.0
消耗品費	0.6
材料費	5.0
人件費	2.3
減価償却費	4.5
運搬費	1.1
利益	5.0
合計	19.5

石の規格範囲内とするためには、19.0mm以上(11.0%)と2.36mm未満(6.2%)の大きさを除去する必要がある。この場合の歩留まりとしては、82.8%であったが、任意の割合で他のサイズの砕石や細砂等と組み合わせて調整すると、粒度調整砕石(M-40)として、全量使用できるものと思われる。

骨材の作成コストは表3に示すように想定される項目を全て含めて19.5円/kgとなり通常の砕石の7倍弱となった。

3-3 凍上抑制層実舗装試験

試作した凍上抑制層用骨材を20トン使用して、凍上抑制層実舗装試験を実施した。試作した骨材の外観は白っぽい砕石状であり、図5のように重機による積み込みもトラックによる運搬も通常の砕石と同様に行うことが出来た。また、比重が通常の砕石の1/3程であるため、トラックが過積載となることがなく、3倍ほどの容積を一度に運搬できることが分かった。骨材に占める運送コスト割合は大きく本骨材は運送コストの大幅な低減が可能となる。

今回A工区を従来工法、B工区を50%骨材30cmすき込み、C工区を30%骨材30cmすき込み、D工区をすき込み無し10cm骨材敷設で工事を実施した。図6のようにスタビライザーによる骨材の混合は容易に可能で当初想定された比重差による骨材分離は発生しない。なお、断熱性のみを考慮すれば完全な断熱層が作成されるD工法が優れているが、骨材のみでは路盤の支持力が得られないため実用的ではない。実際骨材層の上部に砕石(C40)を10cm敷いた上部は運送車両が往来することが困難であった。これに対しB、C工区は基礎試験同様支持力が高く、運搬車両が上部を運行してもめりこみは発生しなかった。このように本工法は従来舗装業者が実施している作業と同様に実施できることが実証された。

3-4 アスファルト舗装試験

アスファルト混合物の製造工程は数種類の骨材をバーナーによって加熱しながら混合するドライミキシング工程とアスファルトとフィラーを混合するウェットミキシング工程とに分かれるが、本試験では短時間の混合でもアスファルトに溶解する粒



図5 積み込み状況



図6 すき込み状況



図7 投入状況



図8 舗装状況

状PSの特徴を活かし、ウェット工程で投入(図7)を行った。この工程はアスファルト用添加材等を混合するのに都合が良いようにベルトコンベアが設置されており、ビニール袋で廃プラスチックを計量しそのまま投入することによって高強度なアスファルト混合物が製造できることになる。ほとんど手間がかからず、市販のアスファルト改質剤に近い作用を期待できる。実際の舗装作業(図8)は通常混合物と一切変わるところがなく、合材の温度が低くなるとやや硬く感じる程度であって、添加から舗装に至る工程で従来と変わるところはない。

#### 4 結 言

廃プラスチックを利用して凍上抑制層を従来の1/2の厚さにできる工法の実舗装試験を実施した。本工法に使用する凍上抑制用骨材の単価は19.5円/kgで、既存設備によって路盤の舗装工事が可能であることが確認された。

また、アスファルト混合物の改質を廃プラスチックで実施す

る条件は粒状PSを3%添加するのが最適であり、本条件で実舗装試験を実施した。アスファルトプラントでの製造、舗装作業とも通常品と変わらず作業できることが確認された。

#### 文 献

- 1) 詳しくは、(財)日本容器包装リサイクル協会HP (<http://www.jcpa.or.jp/>)
- 2) 大沼, 佐々木, 藤原, 第23回日本道路会議一般論文集(C) 舗装部会, 136-137, 平成11年
- 3) 酒井, 中根, 佐々木, 藤原, 成形加工シンポジウム'99, P30(349)
- 4) 大阪市立工業研究所編, プラスチック読本, 主要熱可塑性樹脂の性能一覧表I, プラスチックエージ
- 5) 社団法人日本道路協会: 排水性舗装技術指針(案)(1996)
- 6) (社)日本道路協会編, 舗装試験法便覧, 丸善(1999)

## トリアジンチオール の Cr 表面への蒸着構造\*

鈴木 一孝\*\*、川村 智\*\*\*

鉄基板に蒸着した金属 Cr 表面へトリアジンチオールを真空蒸着した薄膜を作製した。蒸着 Cr 表面の大気放置時間による酸化状態と、酸化状態によるトリアジンチオールの蒸着構造について XPS によって検討した。

キーワード：トリアジンチオール，真空蒸着法，xps

## The Characterization of Triazine-thiol Derivatives on Cr Surfaces by the Conventional Vacuum Deposition .

SUZUKI Kazunori and KAWAMURA Satoshi

Films of 6-dibutylamino-1,3,5-triazine-2,4-dithiol (DB) were formed on deposited Cr substrates by the conventional vacuum deposition method. Adsorbed DB were investigated using XPS to examine the influence of substrates on adsorbed gases, and the thickness of oxidized films. The results showed that DB easily formed disulfide bonds and mercaptide bonds on the substrate. The chemical reactions of the substrate occurred with an decrease in the thickness of oxidized film, and the reactions were dependent of the thickness of oxidized film. As for the depositing metal, C, N and S of DB were shown to be bound to the surface by XPS. It is assumed that the adsorption on the surface occurred through the triazine ring.

key words : triazine thiol , vapor deposition , xps

### 1 緒 言

本研究は、多くの工業材料表面を改質する薄膜 - 異物が付着し難く (防汚) 基材が腐食しない (防食) 数十 nm (100 万分の 1mm) の薄膜 - の作製技術開発を目指すものである。薄膜作製原料は県内技術シーズとも言うべきトリアジンチオール化合物であり、成膜手法は真空蒸着法を採用した。真空蒸着法に代表されるドライプロセスによる薄膜は、膜成分の純度が高いこと、膜の架橋構造を強化し防食性を高めやすいこと、量産に向いていること、多くの基材に成膜できることなどの優れた特徴があり、工業界での広範な応用が期待できる。有機材料による防汚・防食膜の設計として膜の機能性、耐久性および異種材料である金属との接着技術が要望される。これらの技術確立を目指し平成 9 年度は一般的なトリアジンチオール (ジ

ブチルアミノトリアジンチオール(DB)の成膜条件による成膜状態 (分子配向と成膜形態等) について検討し、蒸着法による成膜に関する基礎的な知見を得た<sup>1)</sup>。平成 10 年度は膜の耐久性を得るために、成膜した DB の処理条件について検討し、工業的に容易な熱処理により重合が進み耐久性がさらに向上することを明らかにした<sup>2)</sup>。平成 11 年度は、蒸着原料として、表面エネルギーを小さくするフッ素 (パーフルオロアルキル基)官能基を有するトリアジンチオールの真空蒸着成膜について検討した<sup>3)</sup>。本年度は被膜の金属への接着性について検討することとした。下地金属として耐食性の良い Cr を選定し、この蒸着 Cr 表面における DB の接着性が大気放置時間によって変化することから、金属 Cr の大気放置時間による化学反応性について検討したのでその結果を報告する。

\* 有機超薄膜による金属の防食技術開発 (第 4 報)

\*\* 化学部

\*\*\* 竹内真空被膜株式会社

## 2 実験方法

### 2-1 成膜材料と基板

成膜原料はDB(6-ジブチルアミノ1,3,5-トリアジン2,4-ジチオール)を使用した。基板は市販のガラス基板を温度200とし1時間真空排気加熱した後に、水晶振動子でモニターした膜厚を約30nmとする蒸着クロム(Cr)基板を使った。蒸着したCrはニラコ株製99.9%純度の1~5mm程度の粒状である。成膜後は真空中に放置し基板温度が約25になるまで冷却した後に成膜チャンパーから取り出し、温度23、湿度65%雰囲気の大気中に放置した基板を成膜に供した。

### 2-2 真空蒸着

大気放置時間の異なる基板をチャンパーに入れ、到達真空度を約 $5 \times 10^{-4}$ Paとし、DBの蒸発源温度は135、この時の蒸着速度は水晶振動子にてモニターしたところ約0.02nm/secであった。基板温度約20の蒸着Cr表面に、約5分間DBを成膜し、モニター膜厚3nmの被膜を得た。

### 2-3 有機蒸着薄膜の評価・分析

蒸着Cr表面および蒸着膜の化学構造評価は、X線光電子分光分析(XPS)により行った。XPS分析時の真空度は $3 \times 10^{-8}$ Paで、X線源は単色化AlK $\alpha$ 線とし、出力は150W(14Kv-18mA)とした<sup>3)</sup>。チャージアップ現象による補正は表面汚染炭素のC1s結合のC1sスペクトルを285.0eVとして行った。

## 3 結果及び考察

### 3-1 大気放置時間によるクロム表面の化学変化

蒸着Crの大気放置時間によってDB被膜の接着強度が変化し、その原因を明らかにすることは、金属と有機分子の接着機能性を向上させる手掛かりになると考えられ、興味を持たれる。そこで、蒸着Cr表面の大気放置による化学構造変化と蒸着したDB分子の化学構造との関係を調べることとした。図1には大気放置時間によって変化する蒸着Cr表面のCr2pのXPSスペクトルを、図3にはO1sのXPSスペクトルをそれぞれ示す。図2のCr2pのXPSスペクトルにおいて、574.3eVは金属Crのピークを示し、576.8eVは金属酸化物(Cr-O結合)を示す。スペクトルは順に大気放置の経過時間を示し、時間経過に伴い、Cr酸化物を示すピークが金属Crのピークに比べて、相対的に強くなっていることから、時間経過に伴い酸化被膜が形成されていると考えられる。

また、図3のO1sのXPSスペクトルにおいて、530.5eVは金属酸化物(Cr-O結合)のピークを示し、531.5eVは水和物(Cr-OH結合)を示すピークである。大気放置時間の経過に伴い、水和物を示すピークが酸化被膜のピークに比べて、相対的に強くなっていることから、時間経過に伴い吸着水が増加していると考えられる。

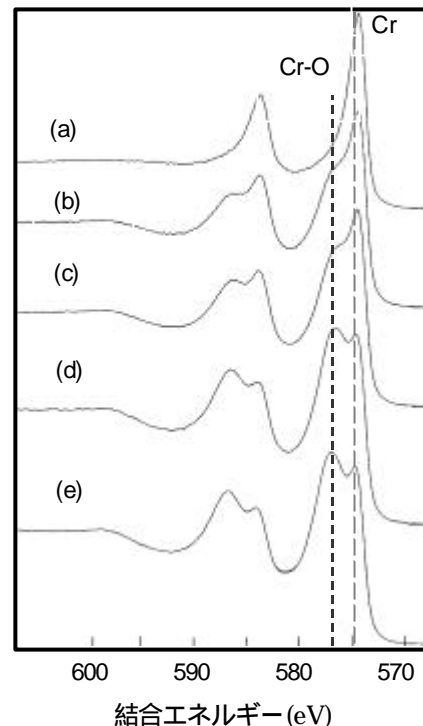


図1 蒸着Cr表面の大気放置時間によるCr2pのXPSスペクトル：(a)蒸着まま、(b)0.5hr、(c)24hr、(d)72hr、(e)96hr。

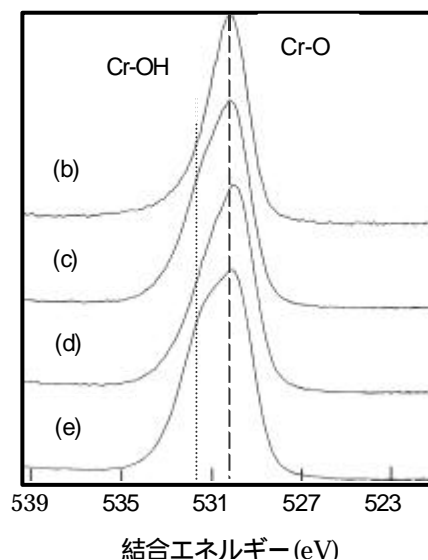


図2 蒸着Cr表面の大気放置時間によるO1sのXPSスペクトル：(b)0.5hr、(c)24hr、(d)72hr、(e)96hr。



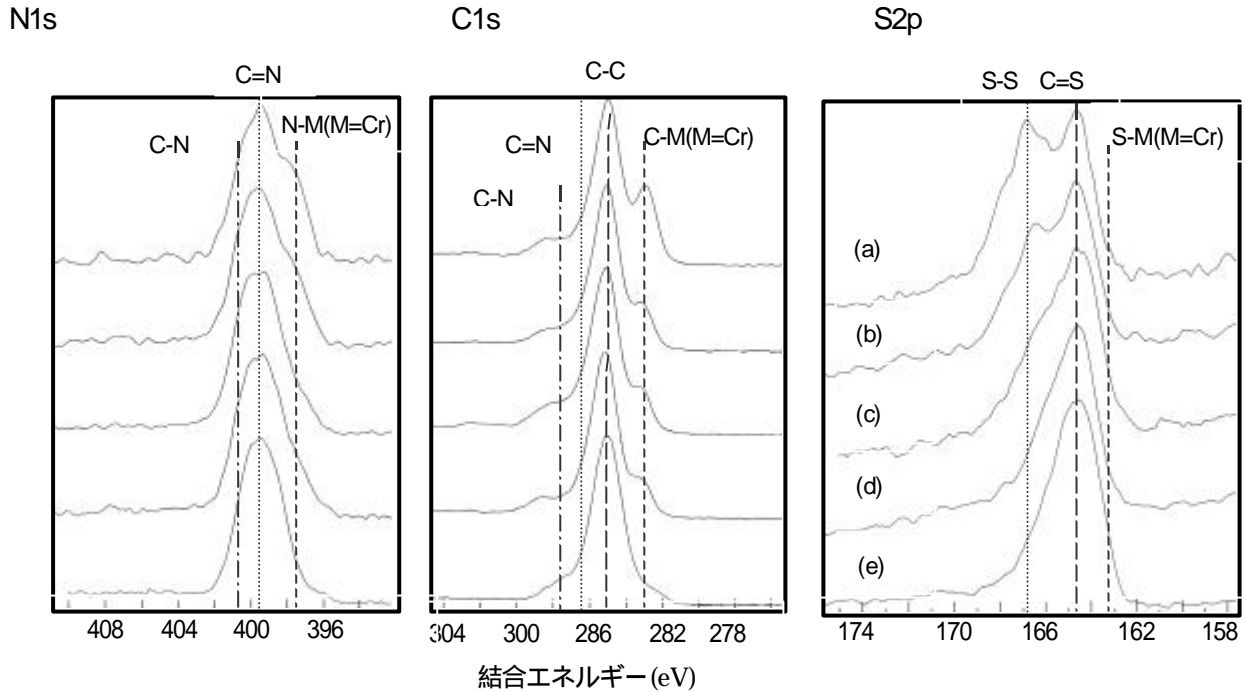


図 3 大気放置経過時間による蒸着 Cr 表面へ 3nm 蒸着した DB 被膜表面の S2p, C1s, および N1s の XPS スペクトル:  
 (a)蒸着まま、(b)0.5hr、(c)24hr、(d)72hr、(e)96hr.

また、図 3 の O1s の XPS スペクトルにおいて、530.5eV は金属酸化物 (Cr-O 結合) のピークを示し、531.5eV は水和物 (Cr-OH 結合) を示すピークである。大気放置時間の経過に伴い、水和物を示すピークが酸化被膜のピークに比べて、相対的に強くなっていることから、時間経過に伴い吸着水が増加していると考えられる。蒸着した Cr 表面を大気中に放置すると、放置時間に伴い酸化被膜が形成され、酸化被膜には吸着水も増えることが明らかになった。金属表面の吸着水の影響について著者らは、これまで Fe 基板表面で、蒸着トリアジンチオール被膜の酸化反応を促進する効果があることを明らかにした<sup>4-5)</sup>。Cr 表面でも同様の反応が起こっているとすると、放置時間が長いほど、吸着水が多く、蒸着 DB 被膜の酸化反応が促進されていると考えられる。そこで次ぎに、大気放置時間の異なる Cr 表面に DB を蒸着し、その被膜構造を調べることにした。

### 3 - 2 クロム表面への DB の吸着化学構造

図 3 には、大気放置経過時間による蒸着 Cr 表面へ 3nm 蒸着した DB 被膜表面の S2p, C1s, および N1s の XPS スペクトルを示す。それぞれのスペクトルは上から順に蒸着まま、0.5、24、72、および 96 時間大気放置した Cr 表面に蒸着した DB 被膜の XPS スペクトルを示す。S2p の XPS スペクトルにおいて、161.8eV は金属 Cr との結合 (S-Cr 結合) を、162.4eV は蒸着原料状態として単分子構造を示すチオン結合 (C=S 結合) を、164.5eV は分子間の酸化反応による

ジスルフィド結合 (S-S 結合) をそれぞれ示す。C1s の XPS スペクトルでは、283.8eV は金属 Cr との結合 (C-Cr 結合) を、285.0eV は官能基や表面汚染炭素に起因する C-C 結合を、286.3eV はチオール構造に起因する C=N 結合を 287.4eV はチオン構造に起因する C-N 結合をそれぞれ示す。また、N1s の XPS スペクトルでは 399.0eV は金属 Cr との結合 (N-Cr 結合) を、399.0eV にチオール構造に起因する C=N 結合、401.0eV にチオン構造に起因する C-N 結合を示す。DB を構成する全原子が Cr 表面との化学吸着を示唆することから、蒸着 Cr 表面の DB はトリアジン環が Cr 表面に対し、平行に吸着配位し、環内の電子によって化学吸着していると考えられる。トリアジン環に起因する N や C の Cr 表面に対する化学吸着を示すピークは S による Cr 表面への化学吸着結合を示すピークに比べて、大きい事が確認でき、チオレート結合 (S-Cr 結合) よりトリアジン環による化学吸着反応が起こり易いと考えられる。また、このトリアジン環に起因する N や C の Cr 表面に対する化学吸着を示すピークは、大気放置時間の経過に伴い、徐々に相対的に小さくなること、S-M 結合ピークは大気放置時間に関係無く変化が小さいことが確認できる。また、S2p の XPS スペクトル変化に着目すると、ジスルフィド結合 (S-S 結合) も、大気放置時間の経過に伴い、他のピークに比べて相対的に減少することも確認される。このことから酸化被膜成長の小さい蒸着 Cr 表面に蒸着した DB はトリアジン環による化学吸着性が強いと共に、ジスルフィド結合による重合反応も同時に起

こり易いと考えられる。大気中に放置した経過時間に伴い成長するCr酸化被膜への吸着構造は変化し、ジスルフィド結合による重合反応は起こりにくくなる。また、Cr表面へのトリアジン環による化学吸着構造はチオール基による化学吸着構造へと変化することがわかった。その反応モデルを図4に示す。

#### 4 結 言

蒸着Cr表面に真空蒸着法によりDB被膜を作製し、その表面構造と蒸着Crの大気中への放置時間によるDB被膜の化学吸着構造の関係について検討した。その結果、大気放置時間により蒸着Cr表面の酸化被膜が成長することがわかった。酸化被膜の成長の異なるCr表面に蒸着したDBの化学構造は、酸化被膜の薄い表面にはトリアジン環により吸着し、酸化被膜が厚くなるとチオール基により化学吸着することがわかった。

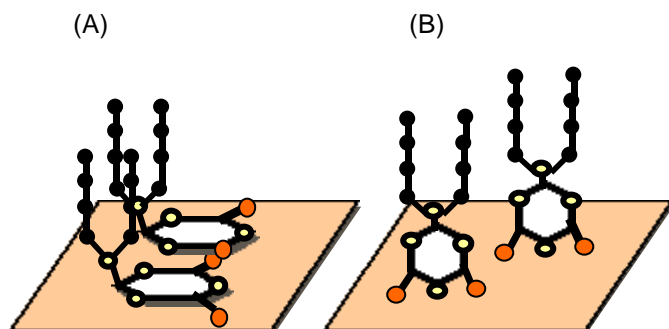


図4 大気放置時間経過によるDB分子の吸着モデル

(A) 蒸着Cr表面への吸着モデル、

(B) 大気放置した蒸着Cr表面への吸着モデル

本研究にご助言頂いた岩手大学工学部 応用化学科の森邦夫教授、平原英俊講師に感謝いたします。

本研究は平成12年度特定産業集積活性化支援強化事業により実施した。

#### 文 献

- 1) 鈴木一孝, 橋 秀一, 根守 章, 小向隆志, 佐々木英幸, 穴沢 靖, 佐々木秀幸, 吉田敏裕, 酒井晃二: 岩手県工業技術センター研究報告, 5, 71 (1998)
- 2) 鈴木一孝, 川村 智: 岩手県工業技術センター研究報告, 6, 61 (1999)
- 3) 鈴木一孝, 川村 智: 岩手県工業技術センター研究報告, 7, (2000)
- 4) 鈴木一孝, 森 邦夫, 吉本則之, 清水健司: 高分子論文集 Vol.57, No.5, 282 (2000)
- 5) 鈴木一孝, 森 邦, 清水健司, 吉本則之: 高分子論文集 Vol.58, No.1, 22 (2001)

## 硫化水素型合成温泉水処理による木材の化学修飾(第一報)

佐々木 陽<sup>\*</sup>、久保田 史<sup>\*\*</sup>、成田 榮一<sup>\*\*\*</sup>

- 1) C(1s)をガウス式によりピーク分割したばあい、前処理を行うことでC1の比率が減少しC2の比率が増加することが確認された。このことより、硫酸水溶液、合成温泉水、蒸留水の順で木材表面が加水分解され、親水性をもつことがわかった。
- 2) 合成温泉水で前処理された木材表面は加水分解され、親水性を持つため、アセチル化およびアリル化反応がすすむ。

キーワード：温泉水、アセチル化、アリル化

## Production and Characterization of Woods Treated with Hot Spring Water (Part 1)

SASAKI Akira, KUBOTA Fumito and NARITA Eiichi

- 1)The rate of C1 decreased and the rate of C2 increased on the surface of treated woods with AHS(Artificial hot spring)-water. This tendency of treated woods happend in the following order: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, AHS-water and Distilled water.
- 2)Treated woods with AHS-water, easily can make reaction as acetylation and allylation.

key words:hot spring water, acetylation, allylation

### 1 緒 言

未利用資源である間伐材の多くは針葉樹であり、その用途開発が非常に困難を極めている一方で、あらたに木材工業から排出される端材や樹皮、おがくずなどの産業廃棄物、都市空間から出る街路樹等の伐採樹、建築廃材などの処理も木質素材の有効利用という点で大きな社会的課題を生んでいる。そこで、これら未利用木材資源を対象とした、木材の高度加工技術が早急に求められているが、一般に木材を改質化する加工工程では大きなエネルギーが必要とされているため、製造コストも必然的に高くなり、結果的に市場性が出ない場合が多い。これらの問題を解決するためには、できるだけ省力化された新しい木材の加工工程を検討しなければならない。そこで本研究では環境に優しい資源として注目を集めている上に、総合的なエネルギー利用の可能な地熱エネルギーや地熱水の成分を活用した木材の改質化を試みた<sup>1),2)</sup>。硫化水素型の地熱水には酸加水分解の作用があることから、セルロース系の素材を化学修飾する溶液としての可能性を持っているが、地熱水中の微

量成分が木質材料の改質化に与える影響をマクロ的な構造変化や結晶領域の変動で検討した事例はなく、また化学修飾する上での水酸基の反応性や可塑性、熱的流動性と接着性など、機能性木質素材を検討する上での基礎的な検証はほとんどなされていない。よって、本研究では硫化水素型地熱水による木質素材の改質化とそのメカニズムを明らかにすることを目的、化学修飾の可能性や改質化された木材から得られる新たな機能性材料について検討を加えた。

### 2 実験方法

#### 2-1 木材試料

木材試料は岩手県北地区で伐採されたスギおよびナラを用い、木取りは木口面を2.0×2.0cm<sup>2</sup>、厚さ1.0cmとした。スギの平均年輪は4本/2cm、ナラの平均孔圏幅は8本/2cmである。木材試料はいずれも屋外で6ヶ月以上自然乾燥された形態の安定した木材から採取したもので、これらを100メッシュ以下の粉末状にしたものをアセチル化<sup>3)</sup>およびアリル化試料

\* 化学部

\*\* (株) ニュートン

\*\*\* 岩手大学工学部

とした<sup>4)</sup>。

## 2-2 温泉水

本実験では同じ泉脈から得られた湯花を用いて調整した合成温泉水 (Artificial hot spring water: AHS-water) を用いた。合成温泉水は岩手県八幡平松川地区から産出する湯花 5.0 g を 1 dm<sup>3</sup> の蒸留水に添加し、30 分間煮沸処理して得られた懸濁液のろ液を pH2.7 に調整したものである。合成温泉水と実際の温泉水の成分分析結果をを比較してみると温泉水には Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> イオンが、合成温泉水には Al<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, <sup>3+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> イオンがより多く含まれているが、温泉水の化学成分が不安定であること、および両溶液の pH が同じであること、並びに実際の温泉水と木材の処理効果について大きな差が見られなかったことから、本実験では温泉水の代わりに合成温泉水を用いることにした。

## 2-3 前処理

木材試料の前処理は還流冷却付きコニカルビーカーの中に合成温泉水 0.2 dm<sup>3</sup> を入れ、木材試料を浸漬後、所定時間、煮沸して行った。処理された木材試料は 1.05℃ で 24 時間減圧乾燥したのちデシケーター内で保存し、次の化学修飾実験に用いた。なお、合成温泉水の効果と比較するために同じ pH の硫酸水溶液および蒸留水でも同様の前処理を行った。

## 2-4 アセチル化処理<sup>3)</sup>

前処理した木材試料は粉末化し、その 0.4 g を無水酢酸 20 cm<sup>3</sup> 中でアセチル化した。すなわち所定の処理温度の 80℃ ~ 110℃ に達した時点で粉末状の試料を無水酢酸中に投入し反応を行った後、ガラス濾過器 (G4) で木粉を濾過し乾燥した。また、アセチル化率はアセチル化前後の重量増加率から求めた。

## 2-5 アリル処理<sup>4)</sup>

粉末状体の木材試料を水酸化ナトリウム水溶液 20 cm<sup>3</sup> (重量パーセント 10, 20, 30, 40 %) に入れ、常温で所定時間浸漬させた後、この溶液に臭化アリル 20 cm<sup>3</sup> を加え、60, 70, 80℃ で反応させた。その後試料は濾過しメタノール水溶液 (1:1) で繰り返し洗浄し、60℃ で減圧乾燥させた。副生成物除去の確認は濾液の以下の溶液に対する発色、沈殿の有無により行った。アリル化物はフロログリシノール 10% のエタノール溶液と濃塩酸混合溶液 (1:9) で、カセイソーダはフェノールフタレンで、ハロゲン化物は硝酸銀で確認を行った。また、アリル化度の定量はヨウ素付加法で求めた。すなわちアリル化した試料をクロロホルムに溶解し、ヨウ素 50 g / エタノール 1 dm<sup>3</sup> の溶液 20 cm<sup>3</sup> を加え、暗所で一晚放置後ヨウ素を 0.1 N チオ硫酸ナトリウムで逆滴定し下記式から求めた。

$$\text{アリル化度} = 0.127 \times a \times N \times 100 / w$$

a : 逆滴定して求めたチオ硫酸ナトリウム水溶液の消費量 (cm<sup>3</sup>) , N : チオ硫酸ナトリウム水溶液の規定度 (0.1 N) , w : 試料の重量 (0.2 g)

## 2-6 XPS, FT-IR 分析

合成温泉水、硫酸水溶液および蒸留水で前処理された木材表面は X 線光電子分光分析 (XPS/ アルバックファイ(株)製) で表面分析を行った。この場合の XPS スペクトルの化学シフトは、C-C の結合炭素の結合エネルギー (284.28 eV) を基準とした。アリル、アセチル化された木材試料の化学修飾状態は赤外分光分析 (FT-IR/ 日本分光製、FT-IR 8900 型) で確認を行った。

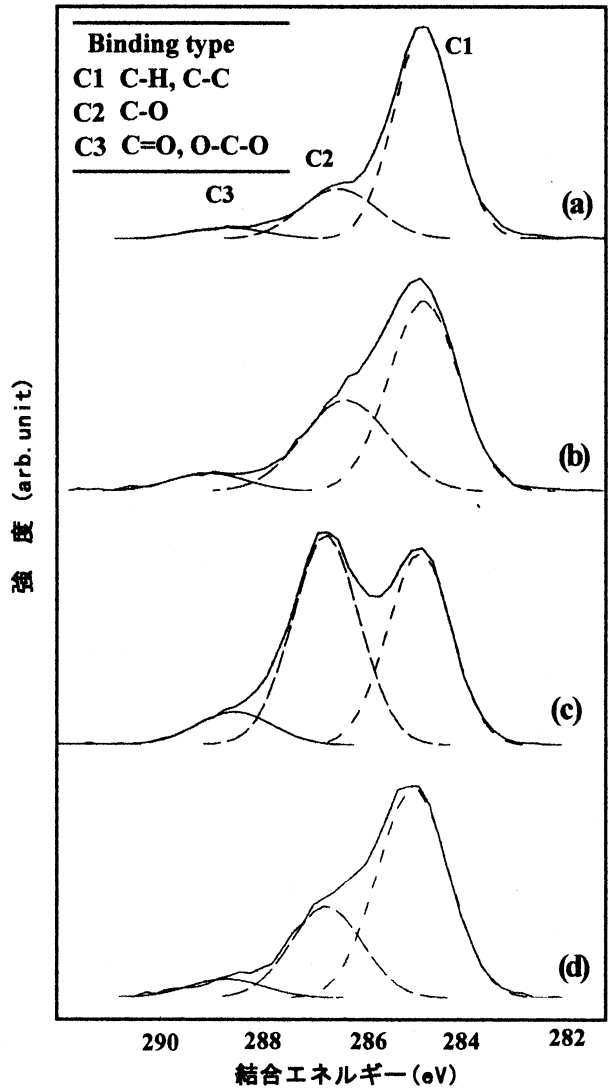


図 1 96 時間処理したナラ表面の C 1s 軌道強度

(a): 未処理, (b): 合成温泉水処理, (c): 硫酸水溶液処理, (d): 蒸留水処理.

## 3 結果と考察

### 3-1 前処理木材の XPS 分析

蒸留水および pH2.7 に調整した合成温泉水、硫酸水溶液中で 96 時間煮沸処理したナラ材表面の C 1s 軌道の結合エネルギーについて、XPS で解析を行った結果を図 1 に示す。また各軌道を 285 eV 付近の C-C、C-H 結合に基づくピークを C1、287 eV 付近の C-O 結合に由来するピークを C2、289 eV 付近の C=O、O-C-O 結合に基づく

硫化水素型合成温泉水処理による木材の化学修飾(第一報)

ピークをC3として示し、表1に各前処理条件ごとのC1, C2, C3のピーク値と面積比を示す。一般的にC1のピーク値は疎水性を意味し、C2は親水性を意味する。前処理を行うことでC1の比率は減少しC2の比率が高くなることから、加水分解と共に木材表面の親水性が向上しているのがわかる。その結果C2の比率は未処理、蒸留水、温泉水、硫酸水溶液処理の順に大きくなった。よって、前処理を行うことで木材表面の反応性が高くなることが推測された。

3-2 アセチル化された木材のFT-IR

スギの木粉試料を60~120℃の反応温度で2時間アセチル化した場合の反応後の重量変化を図2に示す。処理温度が高くなるにしたがい重量は直線的に増加し、また約90℃の反応温度を境に反応速度が変わっていることから、前処理した木粉のアセチル化は80℃と110℃の温度条件で行うことにした。110℃の温度条件でアセチル化したナラのFT-IRの結果を図3に示す。アセチル化処理することで

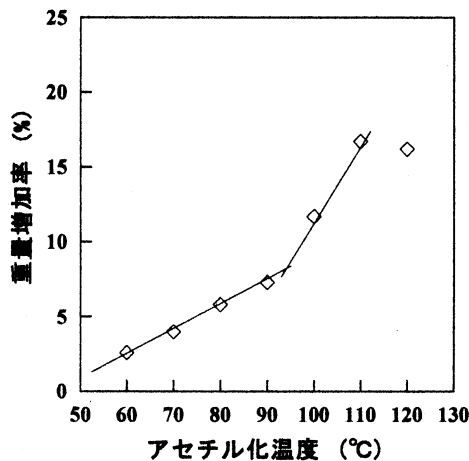


図2 アセチル化における温度の影響  
処理時間: 2h.

1234 cm<sup>-1</sup> 付近の酢酸エステル (CHCOOR)、1373 cm<sup>-1</sup> のアルカンメチル基の新たな吸収ピークが生じており、また1747 cm<sup>-1</sup>のアセチル基 (C=O)はさらに吸収ピークを大きくしていることから、無水酢酸によるアセチル化が確認された。また処理温度が高いほうがそれぞれのピーク強度も強く現れた。このことはアセチル化による木粉の重量増加

の結果と傾向と一致する。合成温泉水および硫酸水溶液で木材を煮沸処理すると、木材は酸加水分解を受けて重量が減少する。減少したものの多くは加水分解されたヘミセルロースあるいはセルロースの一部であることが確認されているため、そのことはFT-IRの結果の1733 cm<sup>-1</sup>のピークの減少として検証される。しかし、合成温泉水で処理した後に木粉をアセチル化した場合は、逆にアセチル基の吸収ピークは大きくなっている。このことは、新たなアセチル基の導入を示唆しているが、前処理時間による大きな差は見られなかった。以上の結果から、木材は合成温泉水および硫酸水溶液によって加水分解されることによりヘミセルロースなどが分解、流出するため、そこに帰属する水酸基は減少する。よってアセチル化に要する水酸基の数は全体として減るものと思われるが、しかしFT-IRによる解析では合成温泉水、

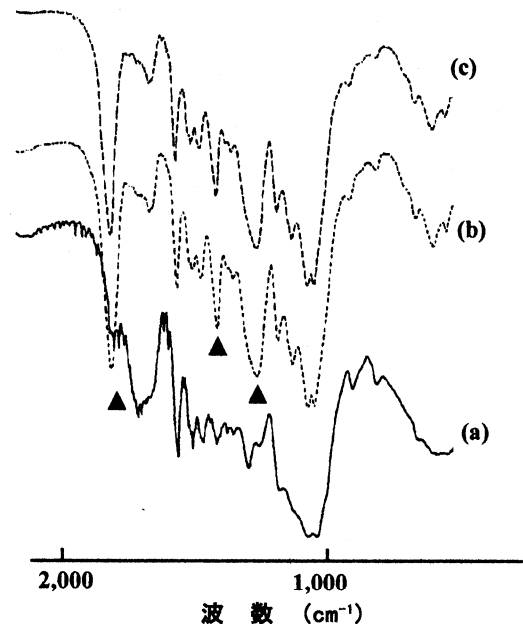


図3 合成温泉水処理されたスギのFT-IRスペクトル  
アセチル化条件:110℃, 2h.  
(a): 未処理,  
(b):96時間処理後アセチル化,  
(c):144時間処理後アセチル化.

図1 96時間処理したナラ表面のC 1s軌道強度

Treatment	Fractional area <sup>a)</sup>			Binding energy(eV)			FWHM <sup>b)</sup>			Chemical shift <sup>c)</sup> (eV)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Untreated	0.73	0.22	0.05	284.9	286.5	288.6	1.33	1.67	1.70	0.0	1.6	3.7
AHS-water	0.59	0.35	0.06	284.8	286.3	288.9	1.58	1.97	1.70	-0.1	1.4	4.0
H2SO4	0.42	0.50	0.08	284.9	286.7	288.5	1.43	1.54	1.70	0.0	1.1	3.6
D-water <sup>d)</sup>	0.65	0.29	0.06	285.1	286.8	288.7	1.59	1.60	1.70	0.2	1.9	3.8

a) C 1s ピークの構成比. b) 半価幅.

c) C 1 の結合エネルギー (284.9eV) に対する各値の化学的シフト量.

d) 蒸留水.

硫酸水溶液で前処理を行った後のアセチル化処理により木材が十分にアセチル化されることが確認された。

### 3-3 アリル化された木材のFT-IR

アリル化度に対しアルカリ処理時間が大きな影響を与えないことを確認できているので、アルカリ処理とアリル化を同時に行う方法でアリル化処理を行った。合成温泉水および硫酸水溶液で24時間前処理を行いその後30%水酸化ナトリウム水溶液中で70℃、1.5時間でスギをアリル化した試料のFT-IRの結果を図4に示す。920 cm<sup>-1</sup>付近に末端オレフィンのC-H面外伸縮振動、1655 cm<sup>-1</sup>付近にビニル基のC=C伸縮振動、3080 cm<sup>-1</sup>付近に末端ビニル基のC-H伸縮振動のピークとその増加が見られたことから木材試料のアリル化が確認された。

### 3-4 アリル化度

合成温泉水および硫酸水溶液で前処理したスギをNaOH濃度を変えてアリル化した場合のアリル化度を図5に示す。前処理時間の影響はアリル化時のNaOH濃度に依存し、30%濃度でアリル化した場合アリル化度は高いが前処理時間が長くなると、アリル化度は減少していく。20%濃度では前処理時間にほとんど影響を受けず、しかし10%濃度でアリル化した場合わずかにアリル化度の向上が見られた。またアリル化度に対する合成温泉水処理および硫酸水溶液処理の差は見られなかった。以上のことから、NaOH濃度が30%の場合、アリル化の反応温度は70℃で前処理時間が48時間以下の試料をアリル化することが望ましいことが分かった。

## 4 結 論

1) 前処理された木材のXPS分析によりC1の比率が減少しC2の比率が増加することが確認された。よって硫酸水溶液、温泉水、蒸留水の順で木材表面が加水分解され、親水性をもつことがわかった。また前処理によるO1sのピーク強度が高くなることから、木材表面の反応性の向上が示唆された。

2) 木材は合成温泉水および硫酸水溶液によって加水分解されることによりヘミセルロースなどが分解、流出するため、そこに帰属する水酸基は減少する。よってアセチル化、アリル化に要する水酸基の数は全体として減るものと思われたが、しかしFT-IRによる解析では合成温泉水、硫酸水溶液で前処理を行った後の、アセチル化およびアリル化処理で木材が十分にアセチル化、アリル化されることが確認された。よって硫酸水素型合成温泉水による木材の前処理が、化学修飾の反応性に効果的に寄与することが確認された。

## 文 献

- 1) 佐々木 陽, 久保田 史, 高橋 亨, 梅津芳生, 成田榮一, 森 邦夫: 高分子論文集, 54 (5), 316 (1997).
- 2) 佐々木 陽, 蓬田 茂, 梅津芳生, 成田榮一, 森 邦夫: 高分子論文集, 56 (2), 61 (1999).

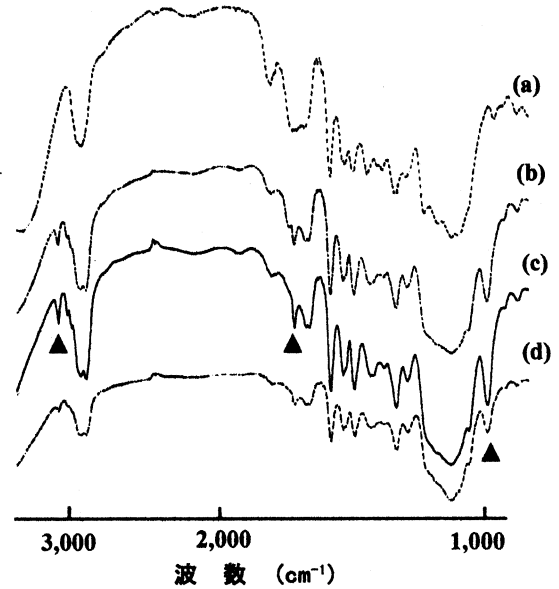


図4 アリル化されたスギのFT-IRスペクトル

(a): 未処理, (b): 未処理でアリル化,  
(c): 合成温泉水で24時間処理後アリル化,  
(d): 硫酸水溶液で24時間処理後アリル化.  
アリル化条件: NaOH 30%, 70℃, 1.5h.

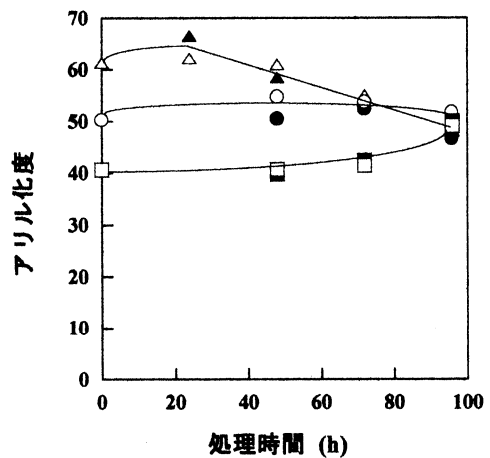


図5 処理時間とアリル化度の関係

NaOH 10% ■: 合成温泉水処理, □: 硫酸水溶液処理,  
NaOH 20% ●: 合成温泉水処理, ○: 硫酸水溶液処理,  
NaOH 30% ▲: 合成温泉水処理, △: 硫酸水溶液処理.

- 3) 青木 努ら: 木材研究資料, 15, 61 (1980).
- 4) 吉村 三郎: 繊維学会誌, 21 (6), 317 (1965).

# 低温環境下における水系塗料の塗膜性能に関する研究\*

穴沢 靖\*\*

塗料に含まれる有機溶剤量の低減化を図りながら、冬期間の低温環境下でも塗膜欠陥がなく、下地（コンクリート等）との安定した付着性が得られる水系下塗り塗料（シーラー）の開発を目的に、各種水系塗料用材料を用いて、耐久性試験等を行いながらその施工適正や塗膜性能の検討を行った。その結果、有機・無機複合タイプ（O）のシーラーが、溶剤型シーラの代替材料としての可能性が高いと考えられた。

キーワード：水系塗料、低温、付着強度

## Waterborne Coating Film Properties at a Low- Temperature

ANAZAWA Yasushi

For the development of the waterborne undercoating (sealer) with a lowpercentage of organic solvent content that creates no defects with the coating properties at a low temperature during a winter and provides stableadhesion properties against a ground such as concrete. Resistance tests were conducted for various materials of waterborne coating to evaluate application suitability and coating properties. The tests revealed that a water-soluble resin sealer (type W) and a sealer containing both organic and inorganic substances (type O) provided the same level of coating properties such as film formation and adhesive strength as a solvent type sealer even at a low temperature. Although type W, a water-soluble resin sealer, demonstrates a good properties, it contains a high percentage of organic solvent as water coating. Therefore, it is not desirable for an actual use. It is concluded that Type O sealer that is a mixture of organic and inorganic substances has a great potential to be used as a substitute of solvent-type sealer.

key words : waterborne coating, low-temperature, adhesive strength

### 1 緒 言

地球規模での環境が問題となっている中で、建築塗装業界でも溶剤系塗料から水系塗料への転換が迫られている。建築構造物等に用いられる水系塗料は溶剤系塗料と比べ、耐久性が低い。乾燥性の問題から、施工効率が悪い。低温での作業性や造膜性が悪い。等の短所があり、溶剤系塗料が使用されるケースは依然として多い。特に、岩手県は冬期間の寒さが厳しく、水系塗料による施工が基本的に難しい気象条件であることから、公共工事等が集中する年度末（1、2、3月）は、溶剤系塗料による施工で対応しているのが現状である。しかし、有機溶剤の低減化は急務であることから、冬期間の低温環境下でも安定した施工や乾燥のできる水系塗料の開発が望まれている。昨年度、県内で最も多く使用されている汎用水系塗料の付着性や耐久性等の塗膜性能に及ぼす温度の影響について、溶剤系塗料と比較を行いながら検討し

た。その結果、汎用水系塗料では、特に0 以下で、塗膜の割れや剥がれ、付着強度が著しく低下する等の塗膜欠陥が発生し、0 以下の低温環境下における施工工事では、溶剤系塗料に頼らざるを得ない状況であることが把握できた。<sup>1)</sup> そこで今年度は、塗料に含まれる有機溶剤量の低減化を図りながら、冬期間の低温環境下でも塗膜欠陥がなく、下地（コンクリート等）との安定した付着性が得られる水系下塗り塗料（シーラー）の開発を目的に、各種水系塗料用材料を用いて、耐久性試験等<sup>2)</sup>を行いながらその施工適正や塗膜性能の検討を行ったので以下に報告する。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 供試材料

試験片はJIS-A-6909に規定されている 150×50×4mm の石綿スレート板を用いた。下塗り塗料（シーラー）と

\* 低温環境下における水系塗料の塗膜性能に関する研究（第二報）

\*\* 化学部

しては、0 以下の低温環境における造膜性や付着性において、安定した施工や乾燥が期待できる水系材料<sup>3-4)</sup>の中から性状の異なった5種類の材料を用いた。また、比較のため、汎用溶剤型下塗り塗料（アクリル樹脂シーラー）を用いた。表1にシーラーの種類および記号を示す。さらに、上塗り塗料としては、水系アクリル樹脂単層弾性塗材を用いた。（以下、下塗り塗料については記号で記す。）

### 2-2 試験片の作成

環境試験室の温度設定は、20、5、0、-5の4条件、湿度設定はすべて65%で行った。図1に実験のフローチャートを示す。なお、試験片、塗料等は環境試験室の設定雰囲気中に24時間保管した後、それぞれ下塗りを行い24時間放置した。またその後仕上げ塗りをを行い、同じ雰囲気中で48時間乾燥し試験片とした。

### 2-3 表面観察

常温時（20）、低温時（-5）における5種類のシーラーの造膜性を比較するため、電子顕微鏡による表面観察を行った。

### 2-4 塗膜性能試験

環境試験室において各温度条件下で作成した試験片に一次試験として、促進耐候性試験、耐湿試験、寒熱サイクル試験の3種類の環境試験を行った。また、二次試験としてアドヒロプルゲージ（最大荷重：200kgf）による付着強度の測定<sup>5)</sup>を行い、それぞれのシーラーによる効果について検討を行った。なお、付着強度の比較に用いた値は、同一条件における3枚の試験片から得られた付着強度の平均値である。表2に環境試験に用いた試験機及び試験条件を示す。

## 3 実験結果及び考察

### 3-1 表面の観察結果

図2に20及び-5の温度条件で、5種類のシーラーを

スレート板に塗布し、その表面状態を観察した結果を示す。なお、比較のために、汎用溶剤型アクリル樹脂シーラー（S）の観察も行った。まず、Sにおいては、20、-5のどちらの温度条件でも正常に造膜しており、低温でも問題なく使用できることがわかる。Cにおいては、20で正常に造膜しているが、-5ではわずかにアワ又はハジキによるピンホールが発生しており、低温の影響が若干出ているものと考えられる。Tにおいては、20、-5のどちらでも全面にマイクロクラックが発生しており、上塗り塗料との付着性には効果的であるが、長期耐久性の点からは各種障害の原因になると考えられる。

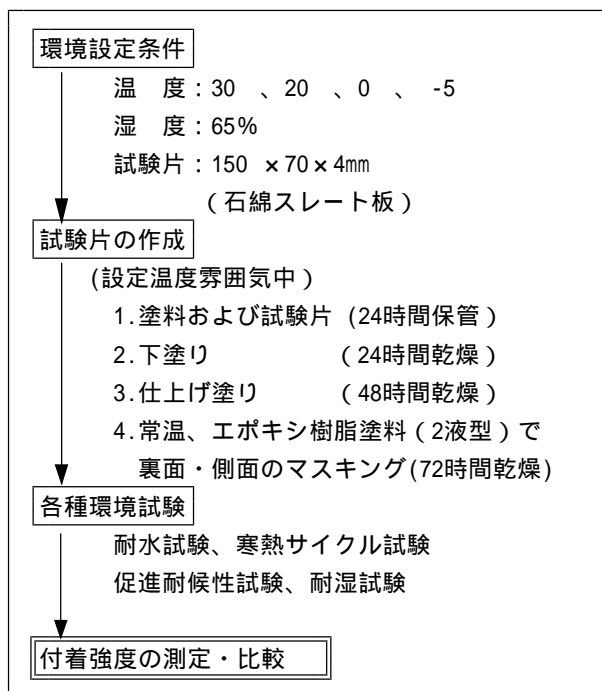


図1 環境試験室における実験のフローチャート

表1 シーラーの種類と記号

記号	シーラーの種類	主成分樹脂
C	カチオン型マイクロエマルジョンタイプ	アクリル樹脂
T	エマルジョンタイプ	アクリル樹脂
W	水溶性樹脂タイプ	アクリル樹脂
I	無機質タイプ	コロイダルシリカ
O	有機・無機複合タイプ	コロイダルシリカ、アクリル樹脂
S	溶剤タイプ	アクリル樹脂

表2 環境試験における使用機器名と使用条件

試験名	使用機器名	使用条件等
寒熱サイクル試験	温度差劣化試験機	1サイクル： -20 × 3H ~ 50 × 95%RH × 3H
耐湿試験	恒温恒湿試験機	温度：50、湿度：95%RH
促進耐候性試験	促進耐候性試験機	温度：60、湿度：60%RH、7 kwキセノンランプ



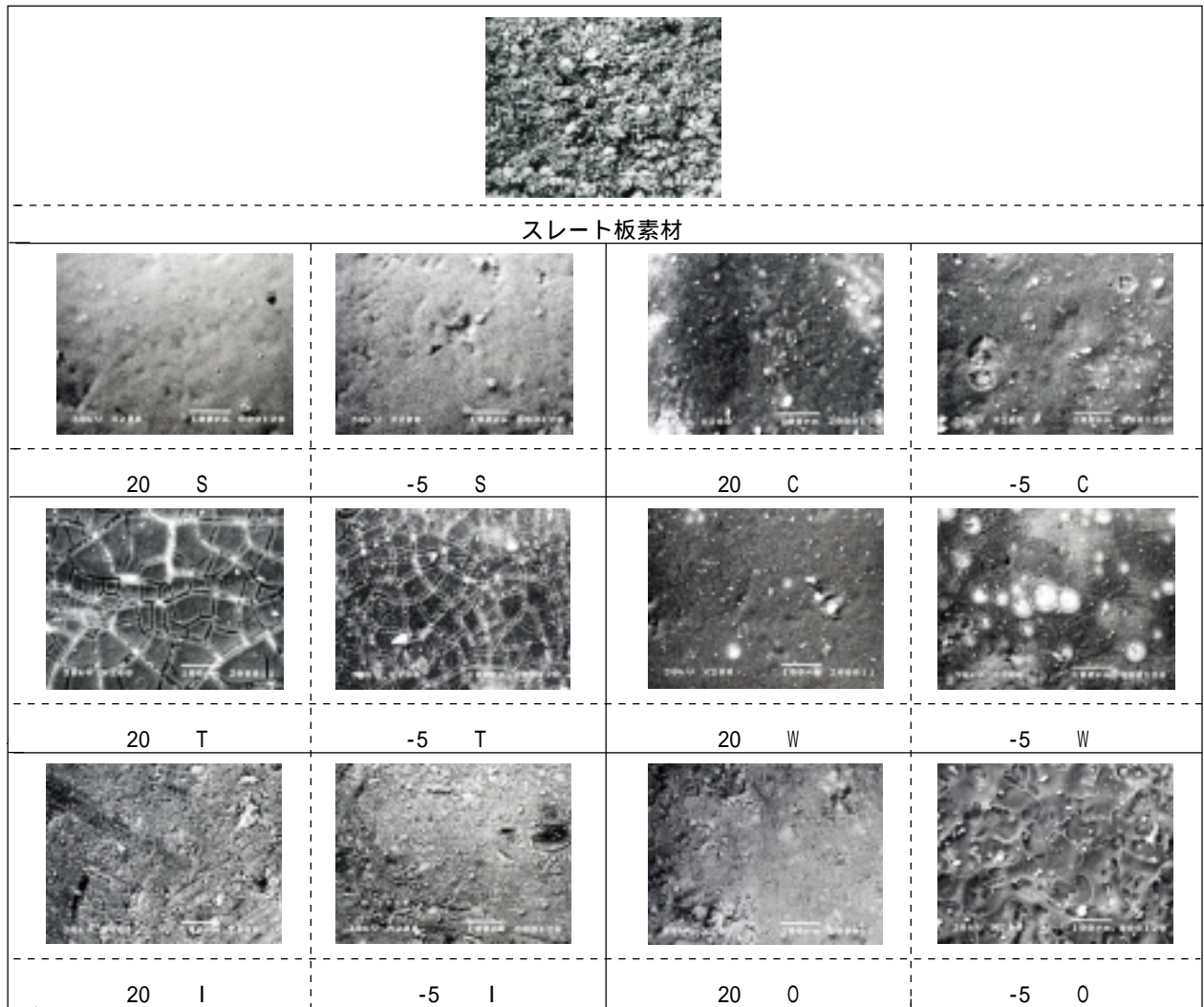


図2 20、-5における各種シーラーの表面観察結果

Wにおいては、20 で正常に造膜しているが、-5 ではアワ又はハジキによるピンホールが発生しており、低温の影響がでているものと考えられる。Iにおいては、20、-5 でもあまり造膜せず、緻密で強固な膜となっており、浸透性が良いシーラーであることが確認できる。Oにおいては、20 で正常に造膜しているが、-5 では塗装用具であるローラーの模様が残っており、低温の影響でシーラーの粘性が増加したことによるものと考えられる。

### 3-2 付着強度の測定結果

#### 3-2-1 付着初期値

図3に、20、0、-5の温度条件で作成した試験片の付着強度（初期値）測定結果を示す。上塗り塗料（水系アクリル樹脂単層弾性塗料）だけの付着強度は、温度の低下に伴い著しく低下する結果となり、0以下の低温では安定した付着強度が得られない。C以外のシーラーでも温度の低下に伴い付着強度が低下する結果となっているが、それほど大きな低下は見られない。Cは通常のエマルジョン粒子に比べ粒子径が小さく、下地面に対する浸透力が大きく、低温でも安定した付着強度を示すた

めと考えられる。また、0以下の温度では、すべてのシーラーで上塗り塗料単独の付着強度よりも大きい値を示していることから、明らかにシーラーの塗布効果によるものであることがわかる。特に、W、Oのシーラーにおいては、すべての温度で安定した大きな付着強度を示し、-5では上塗り塗料単独の付着強度の2倍以上の値を示した。Wは、樹脂をアルコールやグリコールエーテル類のような親水性溶剤に溶解した形で、水系とは言い

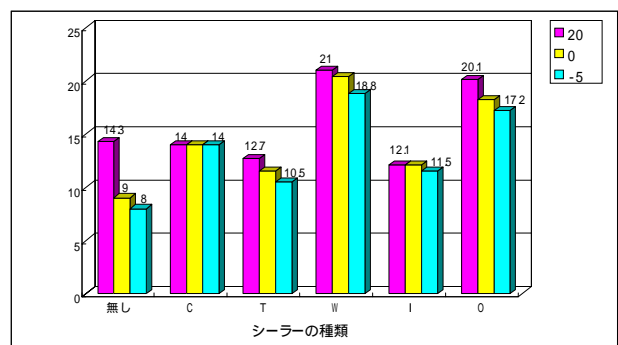


図3 各温度条件における付着強度の測定結果

ながらも、有機溶剤を多量に含むため、下地への浸透力が優れていることから、また、0は、コロイダルシリカの特性である下地への浸透性とアクリル樹脂の特性である柔軟性や造膜性を備えており、TやIのシーラーのようにそれぞれ単独に使用するよりも、相乗効果により付着性能が増すものと考えられる。

### 3-2-2 促進耐候性試験における付着強度

図4に、20、0、-5の温度条件で作成した試験片の促進耐候性試験における500時間、1000時間後の付着強度測定結果を示す。いずれのシーラーにおいても試験時間の増加に伴い付着強度は低下した。-5における1000時間後の付着強度が高い値を示したのは、Wと0のシーラーであったが、低下率はいずれのシーラーでもほぼ同じであることから、初期値が大きいほど有利であることがわかる。しかし、Iでは500時間後の付着強度の低下率が、また、Wでは1000後の低下率が大きく、それぞれ異なった劣化形態を示した。下地への浸透力の差によるものと考えられる。

### 3-2-3 耐湿試験における付着強度

図5に、20、0、-5の温度条件で作成した試験片の耐湿試験における200時間、500時間後の付着強度測定結果を示す。試験時間の増加とともに付着強度も低下する傾向を示しているが、その低下率は他の試験に比べ少ない。-5における500時間後の付着強度が高い値を示したのは、Wと0のシーラーで、初期の付着強度の値が大きいほど有利であることがわかる。C以外の他のシーラーにおいては、200時間以降の付着強度の低下はほとんどなく、上塗り塗料の耐水性がかなり影響することによるものと考えられる。

### 3-2-4 寒熱サイクル試験における付着強度

図6に、20、0、-5の温度条件で作成した試験片の寒熱サイクル試験における50サイクル、100サイクル後の付着強度測定結果を示す。いずれのシーラーにおいてもサイクル数の増加に伴い付着強度は低下する傾向を示すが、特に、Cでは、-5で作成した試験片の100サイクル後の付着強度が大きく低下し、低温における造膜性に問題があると考えられる。また、Wではその低下率が最も少なく、安定した付着強度を示した。安定した造膜性と大きな浸透性によるものと考えられる。

## 4 結 言

塗料に含まれる有機溶剤量の低減化を図りながら、冬期間の低温環境下でも塗膜欠陥がなく、下地（コンクリート等）との安定した付着性が得られる水系下塗り塗料（シーラー）の開発を目的に、各種水系塗料用材料を用いて、耐久性試験等を行いながらその施工適正や塗膜性能の検討を行った。その結果、水溶性樹脂タイプ(W)及び有機・無機複合タイプ(0)のシーラーが、低温環境下においても、汎用溶剤型シーラーと同様の塗膜性能（造膜性や付着強度）が得られた。しかし、水溶性樹脂タイ

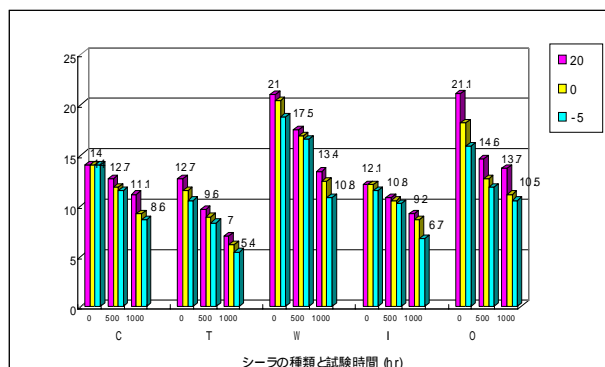


図4 促進耐候性試験における付着強度の測定結果

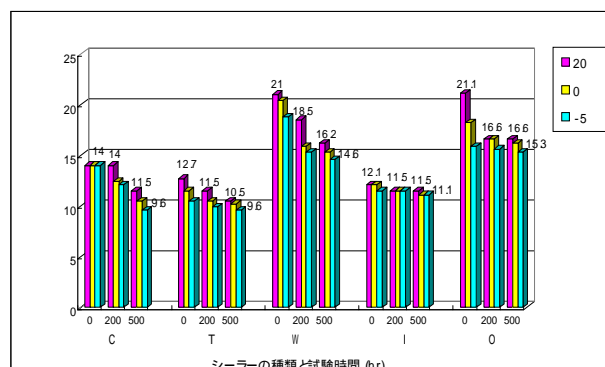


図5 耐水試験における付着強度の測定結果

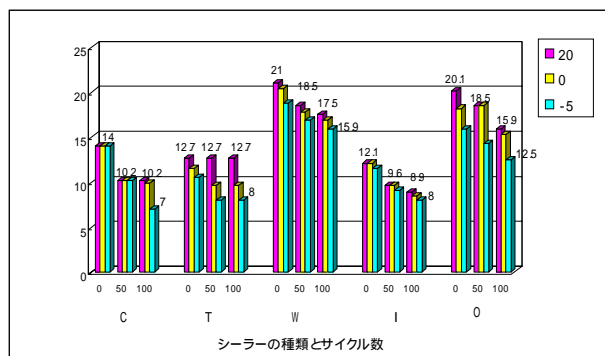


図6 寒熱サイクル試験における付着強度の測定結果

プ(W)のシーラーは、水系塗料の中でも有機溶剤を多く含むことから性能面で満足できたとしても利用するには問題があり、有機・無機複合タイプ(0)のシーラーが、溶剤型シーラーの代替材料としての可能性が高いと考えられる。

## 文 献

- 1) 穴沢 靖：岩手県工業技術センター研究報告, 8, 53 (2001)
- 2) 野村ただ慈：塗装技術, Vol.23, p.142 (1984)
- 3) 大西 清：塗装工学, Vol.28, No.9, p.355 (1993)
- 4) 曾我元昭：塗装工学, Vol.35, No.6, p.211 (2000)
- 5) 田中文之：塗装工学, Vol16, No.5, p.262 (1981)

## 雑穀種子タンパク質の性質と乳酸菌飲料への利用

小浜 恵子\*、大澤 純也\*、西澤 直行\*\*

アワやキビなどの雑穀類は近年再評価されている。本報告ではHDL（善玉コレステロール）上昇効果を有する雑穀タンパク質の解析と利用方法を検討した。Landry-Moureaux の溶媒抽出法により得られた蛋白質5画分のうち、プロラミン画分は全タンパク質の60~80%を占めていた。SDS-PAGEによりアワ及びキビプロラミンを分画したところ、Glx、Ala、Leuがそれぞれ15%以上を占めるポリペプチドとMet、Pro含量の高いポリペプチドで構成されており、トウモロコシゼインと相似性を有することがわかった。また、雑穀タンパク質の有効な利用方法として乳酸菌で醗酵を試みたところ、供試菌株中では、*Streptococcus thermophilus* (IFO 13957)をスターターとした場合にpHが4以下まで低下し、風味も優れていた。

キーワード：アワ、キビ、プロラミン、乳酸菌飲料

## Characterization of Millet Proteins and Making Lactic Acid Beverage

KOHAMA Keiko, OHSAWA Junya and NISHIZAWA Naoyuki

We have previously reported that millet dietary protein elevated the plasma levels of HDL cholesterol in rats. In this study, we examined the composition of the polypeptides of millets protein to determine if the structure of millets protein may lead to an explanation of the effects of these grains. The proteins extracted from foxtail and proso millets were 64.1% and 80.0% prolamin, respectively. The polypeptides of the prolamins were classified into two groups. The major polypeptides of 27-19 kDa were rich in leucine and alanine, whereas the 17-14 kDa polypeptides were rich in methionine and proline. These results showed that the major polypeptides of prolamin were homologous to zein. We also investigated making a lactic acid beverage by using millets protein in fermentation. Three lactic acid bacteria were used, *Streptococcus thermophilus* (IFO13957) was a suitable strain under our condition.

key words : millet, prolamins, lactic beverage

### 1 緒 言

雑穀類（アワ、キビ、ヒエなど）はアジア、アフリカなどにおける重要な食糧源であるが、日本では食品として長い間評価されず伝統食として栽培されるのみであった。しかし最近、アレルギー患者の代替食としての需要が増加し、食の健康志向もあり、国産雑穀の生産量の約半数を占める岩手県の雑穀が首都圏の健康食業者や給食関係者に買い付けられるようになってきている。雑穀類のタンパク質はHDL（善玉コレステロール）の上昇効果を

持ち、機能性素材としても注目されている<sup>1,2)</sup>。しかし、雑穀タンパク質の構成成分についてはほとんど明らかにされておらず、何によって脂質代謝が変化するか判っていない。そこで、本研究では、機能性成分を明らかにし品種の評価・分類にも利用可能との観点から最初にタンパク質の構成成分を調べた。また、雑穀タンパク質の有効な利用方法として乳酸菌をスターターとし、雑穀粉をーアミラーゼにより液化させてヨーグルト及び乳酸菌飲料の作成を試みたので報告する。

\* 応用生物部

\*\* 岩手大学農学部農業生命科学科

2 実験方法

2-1 雑穀タンパク質の解析

1) 雑穀試料

各種の雑穀は平成9年に岩手県農業研究センター県北農業研究所で栽培されたものを用いた。脱穀し精白した穀粒をミルで粉碎し、80メッシュのふるいにかけて、*n*-ブタノールで数回脱脂した後、風乾して用いた。

2) タンパク質の分画

Landry-Maureax による溶媒分画<sup>3)</sup>に基づき、5画分のタンパクとして抽出した。( )0.5M - NaCl 溶液、次に水を加えて抽出して得られた水溶性画分を透析脱塩した後、凍結乾燥してアルブミン・グロブリン画分とした。( )残査に70% (V/V) イソプロパノールを加えてアワは室温、キビは60℃で抽出しこの画分を減圧乾固して true prolamin 画分とした。( )残査に0.6%のメルカプトエタノール(2-ME)を含む70%イソプロパノールを加えて抽出したものを prolamin-like 画分とした。( )残査に0.6% 2-ME を含む0.1M ホウ酸緩衝液(pH 10)を同容量加えて室温で抽出し、透析、凍結乾燥して glutelin-like 画分とした。( ) ( )の抽出で用いた緩衝液に SDS を0.5%となるように加えて室温で(IV)の残査を抽出した後、透析・凍結乾燥して true-glutelin 画分とした。それぞれの画分の窒素含量はマイクロケルダール法による自動分析機(Kjeltec 1035、Tecator 社製)で測定した。

3) SDS-PAGE

SDS-PAGE は Laemmili<sup>4)</sup>の方法により、15%アクリルアミドゲル(Pharmacia Biotech 社製)を用いて実施した。試料はあらかじめ、0.6% ジチオスライトール(DTT)により還元処理を実施あるいは処理しないものを用いた。

4) アミノ酸組成分析

タンパク質の加水分解は常法に従い減圧下に封管し、6N 塩酸を用いて110℃、20 hr 行った。SDS-PAGE で分離したポリペプチドはメンブレン(Immobilon -P, Millipore 社製)にプロットングし、膜上で気相による塩酸加水分解を実施した。加水分解終了後、30% (V/V)メタノール-0.1N 塩酸にて膜から抽出し、試料とし

た。アミノ酸の定量は Pico-Tag (Waters 社製)を用いて実施した。

2-2 ヨーグルト及び乳酸菌飲料の試作

1) 雑穀試料及び供試乳酸菌

雑穀は平成11年に岩手県農業研究センター県北農業研究所で栽培された、もちアワ(大槌10)、もちキビ(釜石16)、ヒエ(達磨)を用いた。脱穀し精白した穀粒をミルで粉碎し、80メッシュのふるいにかけて雑穀粉とした。乳酸菌は(財)醗酵研究所(IFO)から入手した *Lactobacillus casei* subsp. *casei*(15833)、*Lactobacillus plantarum*(3070)、*Streptococcus thermophilus*(13957)を用いた。

2) 乳酸菌醗酵製品の製造方法

乳酸菌は *Lactobacilli* MRS培地(Difco)100mlに植菌し、37℃、24時間静地培養した後、生理食塩水で3回遠心洗浄(4,000rpm 10分)後、10mlとしスターターとした。雑穀粉(ヒエ、キビ、アワ)10g、脱脂粉乳5g、グルコース2gに水を50ml加えた溶液、または雑穀粉15gとし脱脂粉乳を無添加とした溶液を100℃に加熱後、60℃に温度を下げて アミラーゼ(ラクターゼSR-40、洛東化成工業社製)を2mg添加し、一晚液化させた。スターターを1ml添加後37℃24時間醗酵させた。試作中の乳酸菌数はBCP寒地培地(日水製薬(株)製)にプレートイングして求めた。

3 結果

3-1 雑穀タンパク質の構成

True prolamin の抽出はアワは室温で、キビ及びヒエは60℃に加熱したイソプロパノールで実施した。室温で抽出した場合のキビとヒエは全タンパク質のそれぞれ16及び23%しか回収できなかった。得られたタンパク質組成を表1に示す。ヒエは60℃で加熱抽出しても全タンパク質の回収率があまり改善されず39.7%であった。アワ及びキビの種子タンパク質中はプロラミン画分(true prolamin+ prolamin-like protein)が大半でありそれぞれ64.1、80.0%を占めた。ヒエは回収率が低いが、抽出されたタンパク中の割合はプロラミン画分が43%と最も多かった。

表1 雑穀タンパク質の組成

雑穀	%種子中 タンパク質	タンパク質画分(%総タンパク質)					回収率%
		albumin globulin	true prolamin	prolamin like	glutelin like	true glutelin	
アワ	10.9	4.9	56.5	7.6	2.2	10.8	82.0
キビ	11.5	3.6	79.0	1.0	1.9	10.2	95.7
ヒエ	9.9	5.0	17.2	7.0	1.7	8.8	39.7

### 3 - 2 プロラミンポリペプチド構成

図1-Aはアワとキビの true prolamin, prolamin-like 画分を SDS-PAGE によって分離し、構成するポリペプチドを調べたものである。アワの true prolamin は14、19、22 - 23、27 kDa の主なポリペプチドから構成されており（レーン1）キビプロラミンは主に24、17、14 kDa のポリペプチドから構成されていた（レーン3）。アワ、キビともに prolamin-like 画分の構成は true prolamin とほとんど同じであるが、高分子領域に異なるバンドが見られた（レーン2、4）。true prolamin をあらかじめ還元処理を行わずに SDS-PAGE によって分離したのが図1 - B である。還元処理された試料では前述のようなポリペプチドが確認されたが、非還元サンプルでは高分子領域にそのホモオリゴマーの分子量の位置のバンドが明確に見られた。

### 3 - 3 ポリペプチドのアミノ酸組成

SDS-PAGE で分離した true prolamin 画分のポリペプチドのアミノ酸組成を図2に示した。アワ、キビともに組成の特徴によって2つのグループに分類できた。1つはプロラミンの主成分であるアワ：27、22-23、19 kDa 及びキビ：24kDa ポリペプチドであり、ロイシン、アラニンが非常に多く総プロラミンにおけるこれらアミノ酸の割合の高さを反映するものである（グループA）。もうひとつのグループは、アワ：14 kDa、キビ：17、14 kDa のポリペプチドであり、プロリン、メチオニン、システニンに富むものであった（グループB）。

### 3 - 4 乳酸菌による醗酵

今回の条件下では供試菌株中、*Streptococcus thermophilus* (IFO13957) を用いた場合にpHが4以下まで低下し、カードを形成して風味にも優れていた（図3）。また雑穀粉15gとして脱脂粉乳無添加とした場合も同様であり、それぞれの試作品中の乳酸菌数は $10^7$ /ml以上であり乳酸菌飲料として充分であった。

## 4 考察

アワプロラミンとキビプロラミンは70%イソプロパノールでの抽出率が異なった。70%アルコールではプロラミンの一部はほとんど抽出されないと言われており、これらはグルテリン態に分類されてきた<sup>5)</sup>。アワはアルコール可溶性のプロラミンが主成分であり、一方キビ、ヒエはグルテリン態が主成分との報告もある<sup>6)</sup>。しかし、同一のポリペプチドであっても貯蔵条件により溶媒に対する溶解性が変わる。プロラミンポリペプチドが生合成され貯蔵部位に沈着した後、周囲のポリペプチドとの相

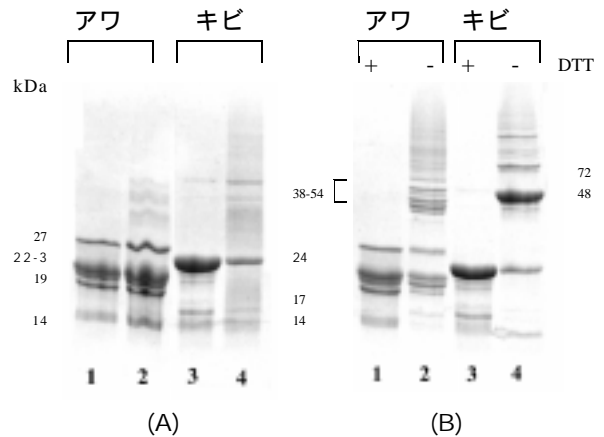
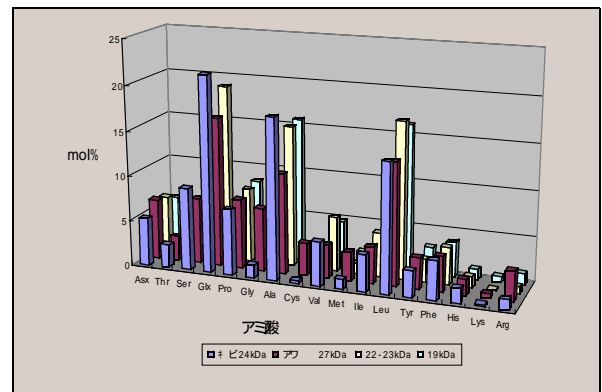


図1 プロラミン SDS - PAGE

(A) アワ、キビ true prolamin (lane 1,3) prolamin like-protein (lane 2,4) (B) true prolamin DTT の影響

### グループA



### グループB

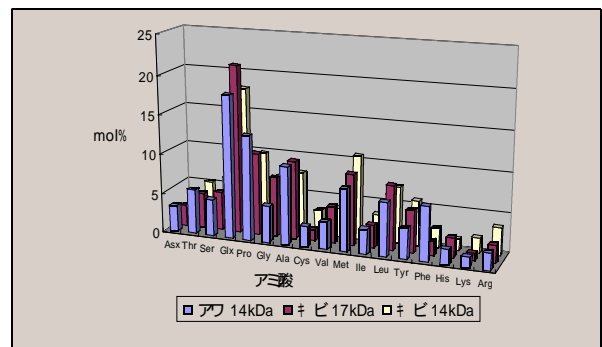


図2 ポリペプチドのアミノ酸組成

相互作用によりシステニン残基の架橋高分子化、疎水結合の進行が考えられるためである。本結果においてはアミノ酸組成が非常に似ていること、室温で抽出した場合と加温して抽出した場合の SDS-PAGE パターンに差が見られなかった（データ未公表）ことから、プロラミンに分類するのが妥当と思われる。

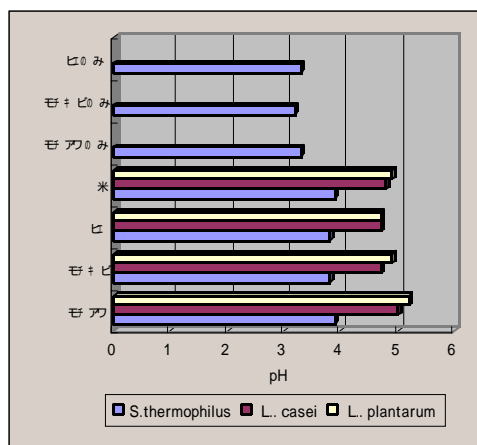


図3 雑穀粉を用いた乳酸発酵

非還元のプロラミンを泳動した場合の SDS-PAGE パターンをみると、グループ A はモノマー、ダイマー、オリゴマーの単純な会合構造をとっていることが予測される。Danno ら<sup>7)</sup>はアワのプロラミンを分離し、ポリペプチドを還元、S-シアノエチル化したところ、同一のサブユニットから構成されており、ホモオリゴマー構造をとると報告している。本研究で得られた結果は、キビのプロラミンの主ポリペプチドもサブユニット構造をとり、分子量からの推定では、ホモオリゴマー構造をとることが示唆された。したがって、アワやキビのタンパク質は、米や小麦とは異なり、貯蔵タンパク質の大部分は単純なポリペプチドの重合体から成り立つと予測される。

これらの結果は、雑穀プロラミン中のポリペプチドはトウモロコシプロラミンであるゼインのサブユニット構成<sup>8,9)</sup>と相似していることを示唆している。主成分であるアワ、キビのポリペプチドのN末端配列がゼインと相同性を有する結果<sup>10)</sup>もこれを裏付けている。雑穀タンパク質中のどの成分がHDL上昇に関与しているのかは未だ検討中である。ヒト腸管細胞(Caco-2)に雑穀から分離したプロラミンを人工消化したペプチドを添加した結果、HDLの主要アポリタンパク質であるapoA-Iの遺伝子発現が無添加あるいはカゼインペプチド添加の場合に比べて有意に上昇するとの結果<sup>10)</sup>も得ており、主成分であるプロラミンによると推察している。

本報告では雑穀タンパク質の有効な利用方法として乳酸発酵を試みた。醗酵乳・乳酸菌飲料は整腸効果、免疫賦活、抗ガン作用、コレステロール値を正常に保つ効果等を有する健康食品として研究が進められている<sup>11)</sup>。本研究では、乳系乳酸菌である *L. casei*、*S. thermophilus*、植物系乳酸菌である *L. plantarum* のうち今回の条件で

は、*S. thermophilus* が適していた。これはヨーグルト製造に汎用されている菌種である。雑穀粉のみでも十分にpHが低下し、省令による乳酸菌飲料としての基準菌数も充分であるので食品としての可能性は高い。しかし、特にヒエは雑穀特有の匂いの問題があるように思われた。また、今回は1種類の条件の結果であり、発酵時間を含めた検討がさらに必要である。雑穀タンパク質との相乗作用も期待され、製品の生理機能性についても調べる予定である。

## 5 結語

HDL(善玉コレステロール)上昇効果を有する雑穀タンパク質の解析と利用方法を検討した。雑穀類ではプロラミン画分が全タンパク質の60~80%を占めていた。ポリペプチド構成は、Ala、Leu 含量の高い主成分ポリペプチドと Met、Pro 含量の高いポリペプチドで構成されており、トウモロコシゼインと相似性を有することがわかった。また、乳酸菌で醗酵を試み、*Streptococcus thermophilus* (IFO 13957)をスターターとした場合にpHが4以下まで低下し、風味も優れていた。

本研究を推進するにあたり、雑穀試料を分譲いただきました岩手県農業研究センター保鮮流通研究室、菊池淑子研究員及び県北農業研究所やませ研究室、飯村茂之室長、長谷川聡研究員に深く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) Nishizawa, N., Oikawa, M., and Hareyama, S.: Agric. Biol. Chem., **54**, 229, (1990).
- 2) Nishizawa, N., and Fudamoto, Y: Biosci. Biotechnol. Biochem., **59**, 333, (1995).
- 3) Landry, J., and Moureaux, T.: Bull. Soc. Chim. Biol., **52**, 1021, (1970).
- 4) Laemmli, U. K.: Nature, **227**, 680, (1970).
- 5) Shewry, P. R., and Tatham, A. S.: Biochem. J., **267**, 1, (1990).
- 6) Parameswaran, K. P., and Thayumanavan, B.: Plant Foods Hum. Nutr., **48**, 119, (1995).
- 7) Danno, G. and Natake, M.: Agric. Biol. Chem., **44**, 913, (1980).
- 8) Esen, A.: J. Cereal Sci., **5**, 117, (1987).
- 9) Paulis, J. W.: Cereal Chem., **58**, 542, (1981).
- 10) 小浜恵子: 岩手大学大学院 博士論文(2001)
- 11) 光岡知足: 食品工業, 2月28日号, **18**, (2001).

## 寒冷地生物資源の利用に関する研究 ( ) \*

岸 敦\*\*、大澤 純也\*\*

本論文では、経験的に健康に良いとされている雑穀、海藻などの 県産食品の消費拡大と加工原料としての新規利用法の開発を目的に先端技術である超臨界抽出法を利用し、従来の抽出法では取り出せなかった有効成分の抽出を述べる。

即ち水を溶媒として常温常圧から超臨界状態までの様々な温度・圧力の条件による成分の抽出と抽出物の生理的機能性について検討した。

キーワード：雑穀、海藻、超臨界抽出法、生理的機能性

## Searchig for Physiological Functional Components in Various Foods Made in Iwate Prefecture ( ) .

KISHI Atsushi and OHSAWA Junya

IwatePrefecturehasseveralspecialproductssuchas millets andseaweeds. But almost allof them areeaten simplybypeoplewhoaretakingcare ofhelth.Tomakethemmorepopularandmore use,wehavebeensearchingforusefullmaterialswithphysiologicalfunctons.Inthis study, extractsof milletsandseaweedsundervariousconditionsoftemperatureandpressurehadbeenaccomplishedandthe both effects ofantiallegicandantioxidantofextractswere examined. Additionally, supercriticalHO fluidextractionmethodhavebeen used, and causedgoodresultsinthisstudy.

**keywords: millets, seaweeds, supercriticalHOfluid, physiologicalfunctions.**

### 1 緒 言

雑穀は小麦などに対しアレルギー反応を示す体質の人々が食べても食物アレルギーを引き起こさないことが経験的に知られ、また、海藻も健康に良いことは古来より経験的に知られているが、現在は両者共に健康食嗜好の人々に消費が限られている。このような県特産品の食品としてのさらなる消費拡大と加工原料としての新規利用法開発には、生理的機能性を検索し周知することが非常に有効である。

超臨界流体を用いた抽出法は従来法と比較して抽出効率が良いことから、いままでは抽出されなかったり抽出量が少なすぎて活性を見落としていた成分も効率的に抽出できると考えられる。さらに超臨界流体中で成分の変化が起こり活性が上昇し、結果的に生理活性が高い物質の抽出が期待される。抽出溶媒である二酸化炭素、水は

いずれも毒性が無く、酵素および培養細胞を用いた検索系に影響を与えないためその活性測定が容易であり、そのまま食品に添加できる利点を持つ。今回は数種類の雑穀と海産物などを試料とし常温常圧から超臨界までの様々な条件下での水抽出を行い抽出成分の機能性について検討した。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 原材料

実験サンプルとして、ヒエ、アワ、キビ、アマランサス、アラメ、マツカワ、ヒラメ、キビプロラミン、メカブ、ウニカラ、ホヤ、イネモミ、アマランサス葉(ラルシャーケ赤、ヤナギバ緑)、ヤマブドウ8系統(ワイン用搾り滓)、ツリニンジン、ドングリ、漆木粉、ヤーコン葉を使用した。

2-2 成分抽出

図1のようなバッチ式超臨界水抽出用反応槽を用いて、乾燥、粉末化したサンプルを反応容器に水と共に密封し加熱抽出を行った。

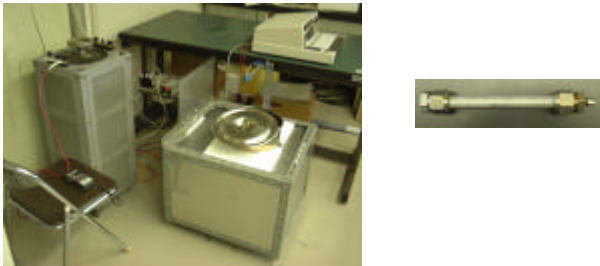


図1 バッチ式超臨水界抽出反応槽及び反応容器

表1に抽出条件を示す。抽出試料量は全て100mgとした。Aは15ml プラスチックチューブを用いローターで抽出。B～Eは内容量10.5mlのステンレスパイプに密封しBとCはシリコンオイルバスで、DとEはソルトバスで抽出した。B～Eにおける抽出時間は抽出温度に達してからの時間である。

表1 バッチ式超臨水界抽出反応条件

抽出条件	抽出温度 ( )	抽出圧力 (bar)	抽出水量 (ml)	抽出時間
A	4	1	3.5	一晚
B	130	150	9.8	1min
C	180	122	9.3	1min
D(亜臨界)	300	86	5.0	1min
E(超臨界)	400	300	3.5	1min

2-3 抽出成分の機能性の検討

2-2の方法に従って抽出したサンプルの抗アレルギー効果及び抗酸化効果を検討した<sup>1-4)</sup>。

3 結果

3-1 ヤマブドウの機能性測定

ヤマブドウ8系統で上記抽出条件A～Eにおける抽出液を調製し、抗アレルギー効果と抗酸化性を測定した。抗アレルギー効果では、図2のようにほぼ全ての系統で中程度の効果が認められる。抗酸化性では、図3のようにD、Eで高い効果が認められる。

3-2 漆木粉の機能性測定

漆木粉で上記抽出条件A～Eによる抽出液を調製し、抗アレルギー効果と抗酸化性を測定した。抗アレルギー効果では、特に有効な活性は認められない。抗酸化性では、図4のように抽出条件D、Eで高い効果が認められる。(この漆木粉は、漆を採集した老漆木の再利用を目的に粉末化したものである。)

3-3 その他の試料の機能性測定

上記3-1～2以外の機能性を検討し、高い活性がある試料について記す。図5のように、抗アレルギー効果には、ドングリ、ホヤ殻、ヤーコン葉が特に高い活性

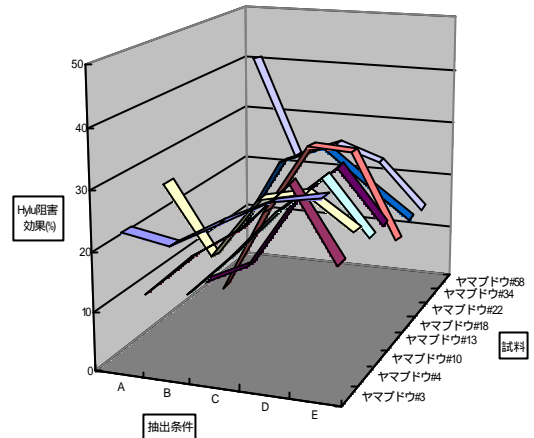


図2 ヤマブドウ抽出液の抗アレルギー効果

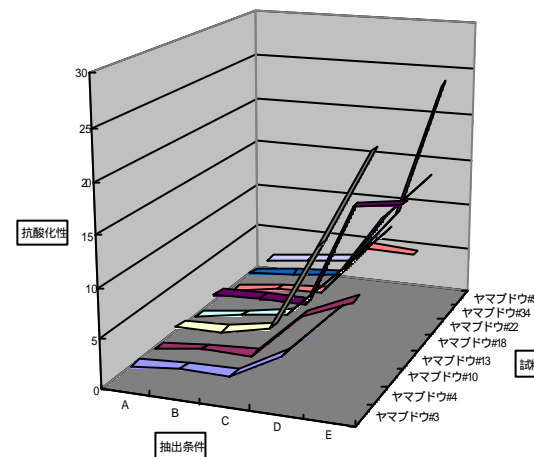


図3 ヤマブドウ抽出液の抗酸化性

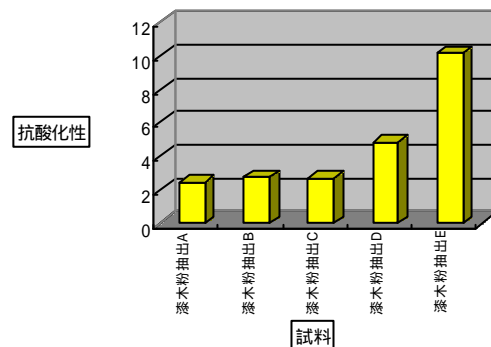


図4 漆木粉抽出液の抗酸化性

を抽出条件A、B、Cにおいて示した。これらの試料について、より生体内に近い測定系である培養細胞を用いて検討した結果、図6に示すようにAからCへとかけて活性が低くなる。この傾向は酵素反応による測定である図5と同様であるが数値自体は低い値となる。ただしヤーコン葉のみは高い数値を維持している。



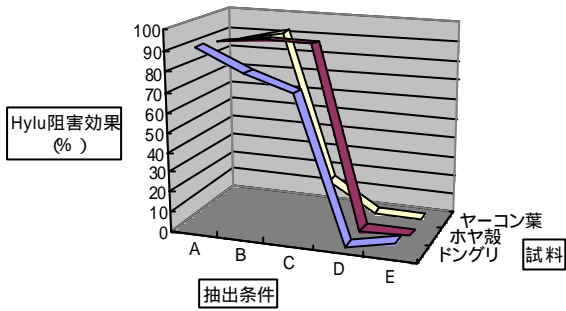


図5 その他の試料の抗アレルギー効果

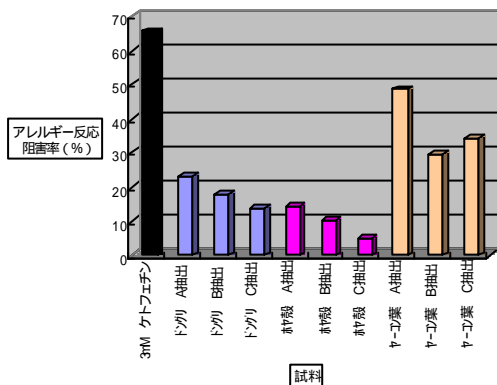


図6 培養細胞を用いた抗アレルギー性の測定

また、抗酸化性では、図7のようにヒエ、アワ、アラメ、 Donggriが抽出条件D、Eにおいて高い効果を示す。

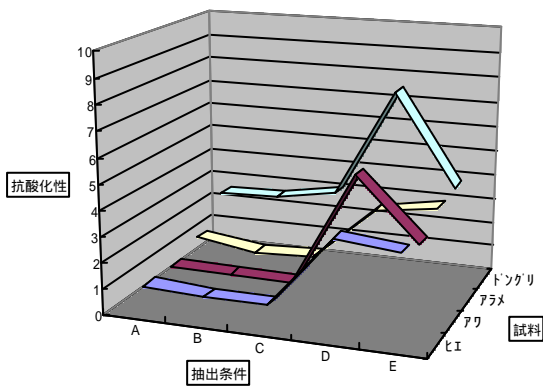


図7 その他の試料の抗酸化性

#### 4 考 察

抗アレルギー効果及び抗酸化効果の検討により以下のことが明らかとなった。

抗酸化性に関しては全ての試料において、抽出条件D、Eの抽出物に高い活性が認められる。この条件では抽出物が焦げるような状態になるが、この変化が何らかの抗酸化性をもたらすと考えられる。Donggriは例外的に常

温常圧抽出条件であるAから高い抗酸化性を示したが、この成分については不明であり今後の検討が必要である。

抗アレルギー効果では高い活性を示す試料は少ない。一般的に、活性を示す場合は図5に見られるように低い温度 - 圧力 (抽出条件A ~ C) での抽出物であることが多い。しかし図2に見られるように、ヤマブドウは例外的に亜臨界抽出物であるDで中程度ではあるが抗アレルギー活性を示す。今回実験に使用した8系統の全てのヤマブドウで同じ傾向が認められることから、ヤマブドウにはこの条件で抽出される特有の抗アレルギー効果を持つ物質が存在していると考えられる。Donggri、ホヤ殻、ヤーコン葉は図5のように、抽出条件A ~ Cで非常に高い抗アレルギー効果を示す。これらについて培養細胞を用いてさらなる検討を加えてところ、図6のようにDonggriとホヤ殻は数値がかなり低下したが、ヤーコン葉は変わらず高い数値を示す。Donggriの抗アレルギー成分は不明である。ホヤはその被嚢にチェニシンという植物セルロースに類似した多糖を含むことが知られている。海藻の多糖類に抗アレルギー効果があることから、ホヤ殻の場合もその特徴的な多糖が抗アレルギー効果をもたらす要因であると考えられる。ヤーコン葉に含まれる抗アレルギー物質は不明であるが、ヤーコン葉にはそれを食するような害虫がつかない、さらに野積みにしても腐敗しにくいという特徴がある。このことから、何らかの生物毒性のある成分が含まれている可能性がある。事実、ヤーコン葉抽出物を用いて、細胞増殖に与える影響を検討したところ、細胞が死滅するという結果を得ている。この細胞死が毒性による無差別なものなのか、それともアポトーシスのようなプログラムされた死を誘導するののかについては今後検討する予定である。

#### 5 結 語

前年度に続き、県特産食品を試料として、超臨界流体を利用する水抽出成分中の抗アレルギー効果及び抗酸化効果について検討し、ある程度良好な結果を得た。今後はいくつかの有効抽出物について、さらに詳細な性質の検討と有効成分の精製を進める予定である。また、本研究で確立された抽出法と機能性評価系を用いてさらに他の試料について研究を行う予定である。

本研究は通商産業省地域ものづくり対策事業費補助金事業の一環により実施した。

#### 文 献

- 1) 中込和哉, 高木しのぶ, 畑田清隆, 岡修一: 花粉症研究会会報 10, 8-15(1998)
- 2) Asada, M., Sugie, M., Inoue, M., Hongo, S., Murata, K., Irie, S., Takeuchi, T., Tomizuka, N. and Oka: S. Biosci. Biotech. Biochem. 1030-1032(1997)
- 3) 津志田藤二郎ら: 日食工誌 41(9), 611-618(1994)
- 4) 片岡正博ら: 生薬学会誌46(1), 25-29, 1992



## 畜産未利用資源からの有用成分の抽出<sup>\*</sup>

伊藤 良仁<sup>\*\*</sup>、岸 敦<sup>\*\*\*</sup>、小浜 恵子<sup>\*\*\*</sup>、  
平野 高広<sup>\*\*\*</sup>、大澤 純也<sup>\*\*\*</sup>

畜肉加工において廃棄物とされている内臓などを原料とした調味液製造を検討している。前年度までに麹菌による内臓臭の軽減法、及びそれを酵素分解し調味液とする2段階の調製方法を開発し、実験室レベル(200ml/バッチ)での調整法を確立した。今回は20L/バッチの製造試験及び完成した調味液の成分分析およびソーセージへの添加試験を行い、セミプラントレベルでの製造工程を確立した。

キーワード：畜肉加工、プロテアーゼ、麹、調味液

## Extraction of Available Components from Meat Processing Waste

ITO Yoshihito, KISHI Atsushi, KOHAMA Keiko,  
HIRANO Takahiro and OHSAWA Junya

We have studied that the process of making a good taste seasoning from meat processing waste using protease to hydrolyze and koji (*Aspergillus sojae*) to remove the stench of them. The present investigation was conducted to develop a process of them on a large scale (20L).

**key words: meat processing, protease, koji, seasoning**

### 1 緒 言

畜肉加工の際に生じる骨、血液、一部の内臓等あるいは精肉成形のために切り落とされた部分肉等はほとんど利用されず廃棄物扱いされるが、これらはタンパク質を多く含みアミノ酸へと変換(分解)できれば旨味を持つ調味液として利用することができる。この変換には一般的にプロテアーゼ分解<sup>1)</sup>が用いられるが、内臓を原料とした場合はその特有の臭気が問題となり官能的に好ましい調味液原料とするのは困難であった。筆者らは、前年度までに各種畜肉加工廃棄物のプロテアーゼ分解の諸条件の検討を行い<sup>2)</sup>、さらに麹菌を用いる内臓臭の軽減法(肉麹調製)を開発した<sup>3,4)</sup>。また、原料肉の組み合わせなどを検討し、実験室レベル(200ml/バッチ)での調

味液調整法を確立した<sup>5)</sup>。

本年度は実生産をめざす工程確立のため、セミプラントレベル(20L/バッチ)の製造試験を行い、成分分析およびソーセージへの添加試験を行った。

### 2 実験方法

#### 2-1 セミプラントレベルでの調味液製造

製造は実験室レベルの方法に準じ、原材料の量をスケールアップして3通り行った(表1・図1)。原材料は最適な組み合わせ<sup>5)</sup>である、腎臓と筋・骨肉(骨まわりについた赤肉)の等量混合及び比較として筋・骨肉のみを用いた。また、標準として筋・骨肉のみを原料とし、製麹工程のないプロテアーゼ分解だけの試験区を設けた。

\* 畜産未利用資源有効利用に関する研究 第5報

\*\* 応用生物部(現在 企画情報部)

\*\*\* 応用生物部

表1 調味液の原材料及び製麹工程の有無

原材料(ボイル後の重量)	製麹
腎臓4kg + 筋・骨肉4kg	あり
筋・骨肉8kg	あり
筋・骨肉8kg	なし



図1 調味液製造工程

生の腎臓及び筋・骨肉は(株)岩手畜産流通センターから供与された。前処理は原料を等量の10%食塩水で30分間ボイルし、室温まで冷却後、ミートチョッパーにかけミンチとした。麹処理(製麹)を行う場合はミンチ8.0kgにトレハロース、水あめ、ブドウ糖を各400g、さらに麹菌(醤油2号菌)16gを添加し、混ぜ合わせ、不織布を敷いたステンレスざるに広げ、恒温恒湿器(日本製粉・SANDEN社製U-47)で28・湿度80%で48時間培養した。完成した肉麹に合計18kgとなる水を加え、さらに分解酵素フレーバーザイムL(Novo Nordisk社製)を45g加えた後、20L容ジャータンク(ヤスダファインテ(株)製)で50・20時間攪拌し分解を行った。製麹をしない場合は麹菌の代わりに等量の水を加え、直ちに酵素分解を行った。酵素分解物は200ml/バッチ試験の場合はモロミ状であり、比較的容易に濾過(クリア化)可能となるが、スケールアップした結果、均一なスラリー状となり濾過不能となる。予備的にソーセージへのスラリー添加試験を行った結果、クリアエキスと官能的な差異は見られないため、1mmメッシュで荒濾過し、瓶詰めの後、121で30分殺菌して調味液完成品とした。一方、スケールアップによる製造時間の延長はなく、実験室レベルと同じく4日間での製造が可能となる。

2 - 2 成分分析

完成した調味液(スラリー)の水分は105・16時間乾燥法、粗蛋白質はケルダール法(係数6.25)、粗脂肪はジエチルエーテルによる抽出-重量法、粗灰分は550灰化法、pHはpHメーターで測定した。固形分(水分)は乾燥重量から、不溶性固形分はNo.2濾紙不通過画分の乾燥重量から、可溶性固形分は固形分-不溶性固形分から算出した。アミノ酸はアミノ酸アナライザー(日本電子製JLC-300)で分析した。ペプチドは可溶性窒素量に係数6.25を乗じて「総アミノ酸+総ペプチド量」とし、アミノ酸量を差し引いて算出した。糖はフェノール硫酸法で、塩分(NaCl)はモル法で定量した。

2 - 3 ソーセージの試作および官能評価

調味液2%添加、グルタミン酸ソーダ0.3%添加および旨味成分無添加のソーセージを試作し、官能検査を行った。23人のパネラーが「好き(5点)」~「嫌い(1点)」までの5段階で評価し、それぞれの点数の合計を評価点とした。また、呈味の傾向についてコメントを添えた。

3 結果及び考察

3 - 1 各調味液の成分

表2および表3に各調味液の成分分析結果を示す。遊離アミノ酸量は200ml/バッチの場合(表に示していない)と比較してそれぞれ約1.5倍となる。セミプラントレベルの酵素処理はタンク内を均一化するためにかくはんを強く行なうことから、物理的な磨砕が進んだ結果、分解量も増加すると考えられる。また、各調味液間での量に差が生じるが、これは原料の相違ではなく麹処理の有無に起因している。さらに遊離アミノ酸組成(図2)でも同様に麹処理に影響を受けており、グルタミン酸やアスパラギン酸、グリシン、アラニン等の旨味に關与するアミノ酸の比率の増加が見られる。つまり、麹処理でアミノ酸は量、質ともに向上する。

一方、糖量も大きな差が生じるが、これも原料の相違ではなく麹処理の有無に起因する。糖の減少は麹菌に消費されたためであるが、(全量残存しても)濃度が低いため官能的に影響を与えない。

3 - 2 各調味液添加ソーセージの官能評価

表4に官能検査結果を示した。調味液添加3品が「肉の味の濃さ」「塩なれ」等の効果により、評価が高く、グルタミン酸ソーダと比較して呈味(旨味)の質も異なることがわかる。

3 - 3 調味液の製造コスト

腎臓+筋・骨肉/麹ありの場合の製造コストは200ml/バッチでの試算<sup>5)</sup>と比較して、濾過工程を省いたことにより単価が下がり、調味液単体で100円/kg弱、製品ソーセ

畜産未利用資源からの有用成分の抽出

表2 一般分析

	腎臓+筋・骨肉/麩あり	筋・骨肉/麩あり	筋・骨肉/麩なし
水分	79.3%	76.4%	74.0%
粗蛋白質	11.9%	11.4%	11.2%
粗脂肪	5.6%	7.6%	9.6%
粗灰分	1.1%	1.4%	1.4%
その他	2.1%	3.2%	4.8%
pH	6.6	4.7	5.2

表3 成分分析

	腎臓+筋・骨肉/麩あり	筋・骨肉/麩あり	筋・骨肉/麩なし
水分	79.3%	76.4%	74.0%
固形分	20.7%	23.6%	26.0%
不溶性固形分	8.4%	9.8%	10.3%
可溶性固形分	12.3%	13.8%	15.7%
アミノ酸	5.6%	6.2%	3.7%
ペプチド	3.5%	2.1%	3.9%
糖	1.3%	1.0%	6.2%
塩分(NaCl)	1.1%	1.4%	1.4%
その他	0.8%	3.1%	0.5%

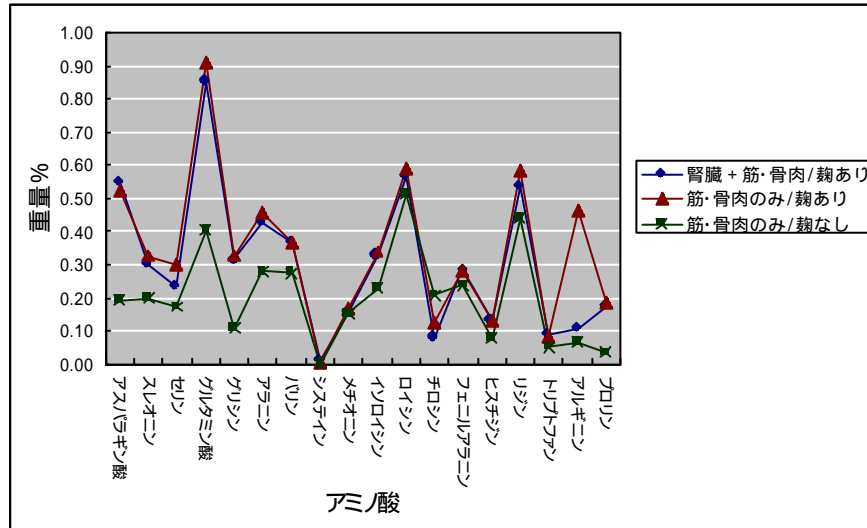


図2 遊離アミノ酸組成

表4 ソーセージの官能検査結果

	得点	コメント
腎臓+筋・骨肉/麩あり	73	肉の味が特に濃い・コクがある・塩なれ・味に幅
筋・骨肉のみ/麩あり	74	肉の味が特に濃い・コクがある
筋・骨肉のみ/麩なし	70	肉の味が濃い・コクがある
グルタミン酸ソーダ	62	クドイ・塩味が強い・よくある味
無添加	59	もの足りない・あっさり

ジでは1kg当たり2円弱となる。これは原料費から算出した値で、設備投資、人件費等を含まないが、市販パークエキスとの乾燥物比較で1/3程度であり、充分採算がとれると考えられる。

#### 4 結 語

今回の試験において、セミプラントレベルでの畜肉エキス(スラリー)製造が可能となり、添加したソーセージは官能的にも評価が高い。

今後、実際の製品化(企業における製造・販売)では麹菌の使用に伴う製造室の隔離(他の製品への麹菌の汚染防止)や、「内臓肉使用」の悪いイメージの払拭など検討すべき問題点があるが、今回確立した工程1バッチ分の調味液(18kg)を用いて900kg(受注生産レベル)のソーセージが製造可能となり、製品化に向けて大きく前進した。

本研究を実施するに当たり、原料を提供していただいた共同研究者(株)岩手畜産流通センター、種麹を提供していただいた(株)八木澤商店に感謝します。

また、本研究は農林水産省地域先端技術共同研究促進事業の一部として実施したものである。

#### 文 献

- 1) J.Adler-Nissen, Enzymatic Hydrolysis of Food Proteins, Elsevier Applied Science, New York (1986)
- 2) 岸敦、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告, 4. 97-100 (1997)
- 3) 岸敦、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告, 5. 99-102 (1998)
- 4) 岸敦、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告, 6. 73-76 (1999)
- 5) 岸敦、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告, 7. 87-90 (2000)

## 小麦新奨励品種 ‘ネバリゴシ’ 粉による製めん

関村 照吉\*、笹島 正彦\*

岩手県は、平成12年に低アミロース小麦で製めん適性が優れているとされている小麦の新品種 ‘ネバリゴシ’ (旧 東北206号) を奨励品種とした。当センターでは、ネバリゴシ粉を用い既存のめんには無い特徴のあるめんができることを既に報告している。本年度は、温めて食べるうどんと冷たいまま食べるうどん、中華めん及び中華まんじゅうを製造して官能試験を実施した。また、製めん条件を検討した。その結果、温かいうどんではゆで伸びしやすく、色の評価は良くなかった。中華めんと中華まんじゅうでは評価の良否が分かれた。また、従来の製めん試験法はそのままでは適応することができないことが判った。

キーワード： ‘ネバリゴシ’、うどん、めん官能試験

## Making the noodle of *Nebarigoshi* flour at new recommended variety wheat

SEKIMURA Teruyoshi and SASAJIMA Masahiko

The new variety of the *Nebarigoshi* wheat (Tohoku 206) having the appropriate noodle suitability and low amylose content was decided recommended variety of Iwate in the last year. It was mentioned that the distinct noodle was made of *Nebarigoshi* flour already on our reports. We made and sensory tested of warmed up and chilled noodle, the Chinese noodle and Chinese *manju*, and more examined the condition of making the noodle. As the result, the warmed up noodle was easy to stretch, and its color was darkness, and the Chinese noodle and Chinese *manju* were divided opinion of sensory test. Also, the existing noodle examination method could not be adaptable as it.

**Key words: *Nebarigoshi* noodle, sensory test of noodle**

### 1 緒 言

岩手県は平成12年度に独立行政法人農業研究機構東北農業研究センター(旧 東北農業試験場)で育種された小麦の新品種「ネバリゴシ」(旧系統名 東北206号)を奨励品種とした。この小麦は、低アミロース小麦で製めん適性が優れている<sup>1)</sup>とされ、当センターでも過去にナンブコムギやASW(Australian Standard White)と比較し、特徴のあるめんができることを報告<sup>2,3)</sup>している。本年度は、消費者がふだん食べている調理法で試験するために温めて食べるうどん、冷たいまま食べるうどん、中華めん及び中華まんじゅうを製造して官能試験を実施した。また、これまでのネバリゴシを用いた製めん試験を概観する<sup>2-4)</sup>と、ゆでめんの表面はゆで溶けているが、中に芯が残るといふ、これまでのめん用小麦粉とは異なった性質を持っており、従来の製めん試験法では適正に小麦粉の性質を評価できない可能性があると考えられる。実際にこれまでの官能試験結果でも「柔らかい」、「表面がぬるぬるする」との意見がある一方で「弾力が

ある」、「芯が残っている」との意見がある<sup>4)</sup>ことから、製めん条件を検討したので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 試料

ネバリゴシ粉は平成12年度岩手県産で、菅原製粉製麺工場でマーケットミルにより製粉したものを使用した。

#### 2-2 製造方法

##### (1) 冷やしうどん

従来の製めん試験法<sup>5)</sup>により製造し、官能試験当日ゆで1時間後に官能試験に供試した。

##### (2) 温めたうどん

冷やしうどんと同様に製造し、試験前日ゆで当日湯がいて供試した。

##### (3) 中華めん

供試小麦粉100に対して、食塩1とかんすい1を溶かした水32を加え、10分間ミキシングした。めん帯で30分間放置し、最終めん帯厚1.4mmとして切歯20番で切り、4日

間熟成させた。ゆで時間は3分間として供試した。

(4) 中華まんじゅう

供試小麦粉100に対して、サラダ油を2添加した。これに40のお湯55に、砂糖8.5、食塩0.5を溶かし、ドライイーストを2加え活性化させて加え、中低速で5分間ミキシングした。29で30分間発酵させガス抜き後、さらに30分間発酵させた。包あん後、35で30分間放置し、10分間蒸し上げた。4の冷蔵庫に保存し、試食30分前に再度蒸して供試した。

2-3 官能試験

表1に示す小麦粉を使用し、それぞれの評価項目を、かなり悪いからかなり良いまでの7段階で、27名のパネルで官能評価した。

2-4 製めん及びゆで試験

製めん試験法<sup>5)</sup>では、小麦粉の製めん適性を全国同じ条件で比較するため、加水量やゆで時間の設定方法を統一している。しかし、この試験法は、低アミロース小麦の育種前の制定であり、低アミロース小麦粉の育種によ

ってめんのゆで時間を短くすることが適当との改訂がなされた<sup>6)</sup>が、ゆで時間をいくら短くするかは定義されていない。また、実際の製めん業では、経済性から製めん作業性や歩留まりを重視する。このため、本報では加水量やゆで時間を変え作業性や歩留まりを比較検討した。即ち、水分13.5%に調整したネバリゴシ粉100に対し、食塩2を溶かした水24、26、28、30、32、35をそれぞれ加え、縦型ミキサー(株)大竹麵機製)で毎分120回転で10分間ミキシングした。その後、製めん機(株)大竹麵機製)で荒延1回、複合2回した後30分間放置し、計3回の圧延でめん帯厚2.5mmとした。このときの作業性とめん帯の状態を記録し、色彩色差計(CR-200,ミノルタカメラ(株)製)で白度を測定した。また、めんを10倍量のお湯で10、15、20分間ゆで、見かけの歩留まりと水分を測定した。

表1 ネバリゴシ粉を用いた試作品と官能評価項目

試作品	供試小麦粉	評価項目
温かいうどん	日清製粉“金すずらん” ナンブコムギ ネバリゴシ	外觀、かたさ、粘弾性、なめらかさ、総合
冷たいうどん	同上	色、外觀、かたさ、粘弾性、なめらかさ、匂い・味、総合
中華めん	日清製粉“飛龍” ネバリゴシ	色、外觀、かたさ、粘弾性、匂い・味、総合
中華まんじゅう	日清製粉“旭” ネバリゴシ	色・外觀、かたさ、粘弾性、匂い・味、総合

3 結果及び考察

3-1 原料小麦粉の特性値

原料小麦粉の分析値を表2に示す。ネバリゴシのめんは水分75%になるまでのゆで時間が約18分間と最も短い。

3-2 官能試験結果

官能試験結果のうち特徴のある項目として、図1に温めたうどんのかたさを、図2に冷たいうどんの色を、図3には中華めんの粘弾性を、そして図4には中華まんじゅうのかたさの評点分布を示す。

温めたうどんでは、ネバリゴシとナンブコムギのかたさがわずかに不良と評価されている。温めたうどんは官能検査までの間に、前日のゆであげと当日の湯がきにより、ゆでめん内部の水分分布が均一となり、いわゆるゆで伸び状態になったと考えられ、両者は“金すずらん”よりもゆで伸びしやすいと考えられる。他の評価項目では、ナンブコムギがふつう、“金すずらん”とネバリゴシはわずかに良いとする評価が多い。

温かいうどんでは、めんつゆに浸した状態で供試され

るため色が評価できないが、冷たいうどんではめんをめんつゆに浸してから食べるため、小麦粉による差が明確となる。これによると、“金すずらん”は色が良く、ナンブコムギはふつう、ネバリゴシは少し悪いとの評価が多い。ネバリゴシは既報<sup>1-3)</sup>でも色の項目が悪く評価されていることから、この品種の特徴であると考えられる。他の評価項目では、“金すずらん”がわずかに良い、ネバリゴシはふつう、ナンブコムギはわずかに不良との評価が多い。

中華めんの粘弾性の項目では、“飛龍”をわずかに不良とする評価が多いのに比較して、ネバリゴシはわずかに不良からかなり良いまで評価が分かれる。他の評価項目でも、“飛龍”よりはネバリゴシが良く評価されているが、ふつうの評価が多い。

中華まんじゅうのかたさの項目では、“旭”をふつうと評価したのに対し、ネバリゴシは弾力が強く、それを不良とする意見と良とする意見とに分かれた。他の項目では、“旭”をふつうと評価したものが多く、ネバリゴ



小麦新奨励品種「ネバリゴシ」粉による製めん

シの色・外観をわずかに良いとする評価もある。

3-3 製めん作業性と見かけのゆで歩留まり

表3に各加水量のめん帯の白度と製めん作業性を示す。めん帯白度は加水量が少ないほど白い。また、製めん作業性は加水量28から30が最良で、少ない場合にはつながらず、多い場合にはべたついた。製めん試験法では加水量を34としているが、この小麦粉には適応できないと考えられる。図5にそれぞれのミキシング生地の写真を示す。加水量24ではまだ粉に近い状態、32以上では固まりが大きくなる。

図6に加水量を変えたときの各ゆで時間での見かけのゆで歩留まりと、各加水量のめん水分75%になるまでゆで時間を示す。ここで見かけのゆで歩留まりとは、生めん重量に対するゆでめん重量の比であり、ゆで時間が長くなるほどめん水分が多くなり、見かけのゆで歩留まりは大きくなる。しかし、ゆで時間が20分になると見かけの歩留まりはほぼ一定となる。

ゆでめんを試食した結果、ゆで時間10分のゆでめんは芯は残るものの、生ゆでではなく、食べることは可能である。このゆでめんを、保存した場合には温めたうどんの試験と同様に、ゆで伸びの状態になることが容易に推測されることから、冷凍して保存した。しかし、冷凍めんでも、表面がぬるぬるして柔らかい反面芯があるよう

な特徴は依然として残る。

加水量とめん水分75%までのゆで時間の関係は、ゆでる前の生めん時点で加水量が多いほどめんに含まれる水分も多く、めん水分が75%に達するまでのゆで時間も短い。

4 結 語

平成12年に岩手県で小麦の奨励品種となった「ネバリゴシ」粉による、めん類やまんじゅうを製造し、官能試験を実施して製めん条件を検討した。

その結果、

- (1) うどんはゆで伸びし易く色が悪い。
- (2) 中華めんと中華まんじゅうの評価は良否が分かれた。
- (3) 製めん作業性は加水量28から30が最良である。
- (4) ゆで時間が20分になると見かけの歩留まりはほぼ一定になる。
- (5) ゆで時間10分でも芯は残るものの、生ゆでではなく、食べることは可能である。
- (6) 冷凍めんでもネバリゴシの特徴は依然として残る。

表2 原料小麦粉の特性値

	ネバリゴシ	ナンブコムギ	“金すずらん”	“飛龍”	“旭”
タンパク質(%)	8.8	9.7	8.9	10.8	8.0
灰分(%)	0.47	0.57	0.38	0.35	0.35
ゆで時間(分)	17 43	21 40	20 35		

表3 各加水量のめん帯の白度と製めん作業性

加水量	めん帯白度(L*値)	作業性
24	92.60	めん線できずれる
26	90.25	つながりやや悪い
28	90.25	特に問題なし
30	84.27	良好
32	82.41	べたつく
35	82.67	めん線が付着する

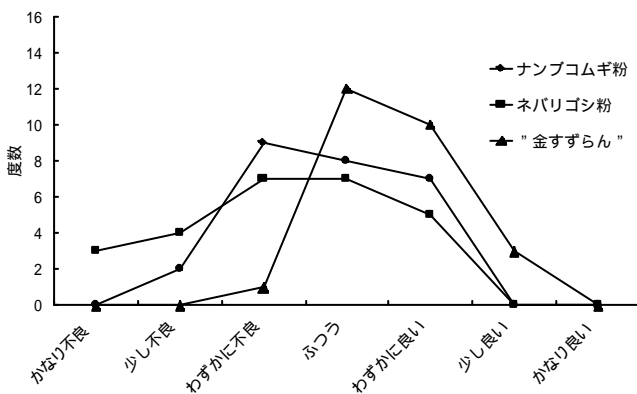


図1 温めたうどん(かたさ)

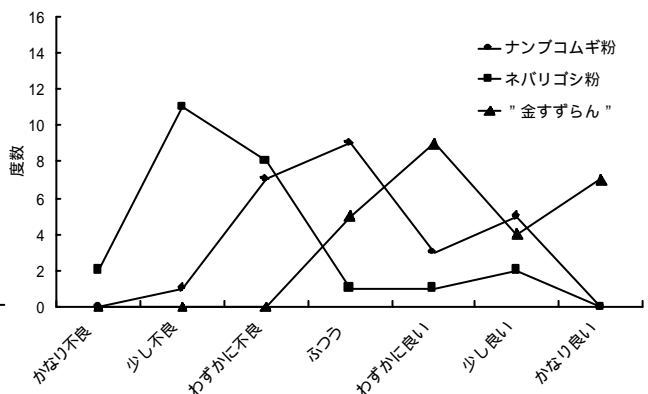


図2 冷たいうどん(色)

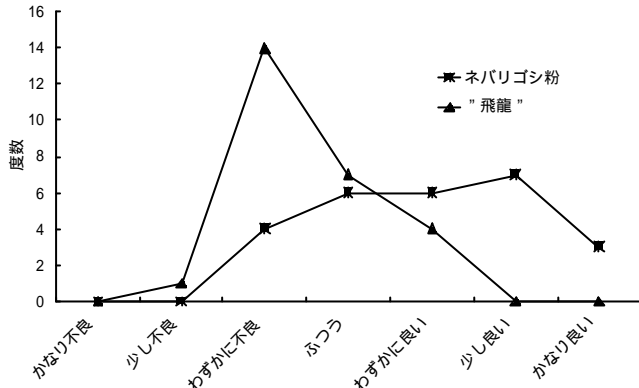


図3 中華めん(粘弾性)

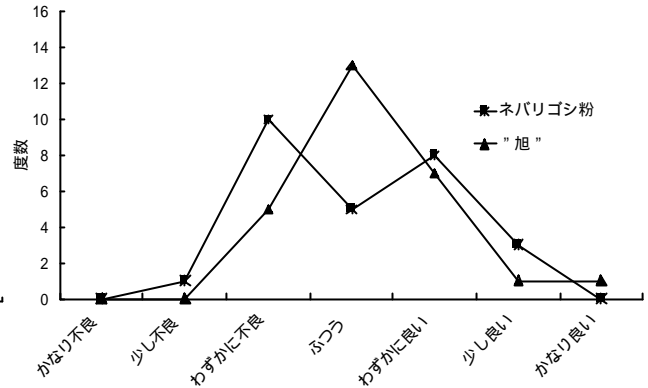


図4 中華まんじゅう(かたさ)



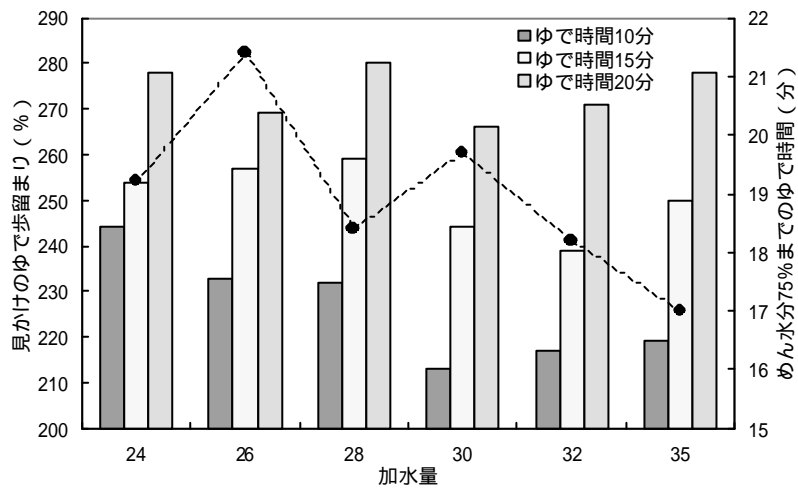
加水量 24

加水量 30

加水量 32

加水量 35

図5 各加水量のミキシング生地の状態



左軸：棒グラフ、右軸：折れ線グラフ

図6 見かけのゆで歩留まりとゆで時間

文 献

- 1) 有望系統「東北206号」について育成地(東北農試)による特性評価: 岩手県農業研究センター, 平成12年2月18日資料
- 2) 関村照吉, 伊藤良仁, 荒川善行: 本誌, 5, 209 (1998)
- 3) 関村照吉, 笹島正彦, 荒川善行: 本誌, 6, 113 (1999)
- 4) 笹島正彦, 関村照吉, 荒川善行: 本誌, 7, 195 (2000)
- 5) 小麦の品質評価法 官能検査によるめん適性: 農林水産省食品総合研究所, 昭和60年11月
- 6) 国産小麦の評価に関する研究会報告書 小麦のめん(うどん)適性評価法: 食糧庁, 平成9年12月

## おからや醤油滓を使用したイカの肝臓の脱水法

遠山 良<sup>\*</sup>、笹島 正彦<sup>\*</sup>、武山 進一<sup>\*</sup>、関村 照吉<sup>\*</sup>、荒川 善行<sup>\*</sup>

陸前高田商工会では、数年前からイカの肝臓を調味したのちに乾燥した製品を「わたすみ」と称して、その特産品化に取り組んできた。その後は陸前高田地域振興(株)がその事業を引継ぎ事業を実施してきた。工業技術センターは効率的な製造方法について技術指導を依頼されて、現在開発中の冷風乾燥法についての意見を述べるとともに、凍結乾燥器を使用した方法について検討した。また、乾燥おからや醤油滓を使用した方法を新たに開発し、その可能性について検討してきた。その結果、乾燥おからや醤油滓を使用する方法は簡便で効率が良く、冷風乾燥よりも効率的に硬化状態まで脱水できることが分かった。

キーワード：イカの肝臓、おから、醤油滓、脱水、硬化

## Dehydration of Squid Liver with soy sauce refuse or *tofu*-refuse

TOYAMA Ryo, SASAJIMA Masahiko, TAKEYAMA Shinichi,  
SEKIMURA Teruyoshi, and ARAKAWA Yoshiyuki

Chamber of Rikuzentakada Commerce and Industry had been developing *watasumi* (seasoned and dried product made from squid liver) for several years as a special product of Rikuzentakada region. Rikuzentakada region promotion Inc. has taken over the project and continued the project. We were requested technical advice for more efficient method from them. So, we advised for the ventilation drying process under chilled condition, it is the method developed by them, and we tested freeze drying process. We also developed the new process using dried *tofu*-refuse or soy sauce refuse and tested the process under some condition. Consequently, it became clear that the process can squeeze the water of squid liver easier and more efficiently to the condition that the sample has appropriate hardness than the ventilation drying process under chilled condition.

**key words :** liver of squid, *tofu*-refuse, soy sauce refuse, dehydration, become hard

### 1 緒 言

イカの肝臓を調味したのち冷風乾燥した製品を「わたすみ」と称して陸前高田市の特産品にする試みが数年前から、陸前高田商工会を中心として取り組まれてきた。平成 11 年度からは、陸前高田地域振興(株)が中心となり、その商品化に向けて取り組みを強化してきた。工業技術センターも依頼を受けて、より効率的な乾燥方法についての助言を求められた。

一方、工業技術センターでは平成 10 年度から研究テーマとして、食品加工副産物の利用方法を研究テーマとして掲げ、おからや醤油滓などの乾燥粉末化方法など利用しやすい素材化方法について検討してきた。

そこで、これら副産物の保水性の高さを利用した用途として、イカの肝臓の脱水媒体としての利用ができないか検討してみることにした。また、通風乾燥よりも効率

的な方法として凍結乾燥器を使用した乾燥方法についても検討した。

### 2 実験方法

#### 2-1 イカの肝臓の調整

丸ごと冷凍されたイカを水中で解凍し、身が解凍し、肝臓は部分的に解凍した状態のうちに速やかに肝臓と身を引き剥がし、墨袋、内臓や筋などの付着物を除去し目の後ろから切断した肝臓を試料とした。

#### 2-2 凍結乾燥おから及び醤油滓粉末の調整

試料 10kg を 3 つのトレーに分けたのち、トレー温度が最初 -40 から最終的に 40 まで昇温する条件下で 4 日間凍結乾燥した。そののち、高速粉砕機で粉砕し 100 μ のフルイアンダーを粉末おからとした。

#### 2-3 凍結乾燥によるわたすみの試作

\* 食品開発部

冷風乾燥による通常の製法によるわたすみの製法と同様の調味処理したイカの肝臓を試料とした。乾燥条件はトレー温度0の一定条件とし、5日間凍結乾燥した。

2-4 おから及び醤油滓を使用した漬込方法

おからを使用した漬込には重しを使用した漬込と真空包装による漬込の2とおり試験した。重しを使用した方法(以下重し法という)では6kgの容器におからと食塩の混合粉末(以下漬床という)1kgを使用してイカの肝臓を漬け込み5kgの重しをした。また、真空包装による方法では、20cm×30cmのレトルト食品用のプラスチック袋に500gの漬込床とイカの肝臓を入れ、3の冷蔵庫に一定期間保存した。これらの試験でイカの肝臓に漬床が直接接触するのを防止するため、イカの肝臓はあらかじめガーゼで1つづつくるみを使用した。

試料としてペースト状のイカ肝臓を使用した場合はソーセージ用ケーシングあるいはキッチンペーパーを使用し漬け込んだ。ソーセージ用ケーシングを使用した場合は4×5cm程度の大きさになるよう試料を注入したのち封入した。キッチンペーパー使用の場合は、試料を厚さ1cmの型に流し込み、あらかじめ-30で凍結させ3×6cm程度の大きさに裁断し、キッチンペーパーで試料をくるんだのち、漬け込んだ。

2-5 成分分析<sup>1)</sup>

- ・重量減少率：試料すべてについて測定した。 $100 \times (\text{漬込前重量} - \text{漬込後重量}) / \text{漬込前重量}$
  - ・水分：珪藻土と試料を約6gづつ乳鉢に採取し、十分に磨砕混合後その約2gをアルミ容器に入れて1052時間乾燥して測定した。
  - ・食塩：水分測定用試料と同様に処理した試料を用い、熱水抽出後の含量をモール法により測定した。
  - ・脂肪：試料約3gとその6倍量以上の無水硫酸ナトリウムを入れて十分に脱水したのち、ソックスレー抽出法により測定した。
- 水分、食塩、脂肪の測定では、分析途中で試料から脂肪が溶け出すのを防止するため、試料をあらかじめ-30の冷蔵庫で凍結してから分析を行った。

3 結果

3-1 凍結乾燥によるわたすみの試作

イカの肝臓を凍結乾燥した結果、2日間の乾燥により試験に使用した12本のイカの肝臓のうち3本はほぼ硬化状態となったが、他の試料は乾燥不十分であったために乾燥を継続し、乾燥5日目に取り出してみたところ、すべてほぼ硬化状態となっていた。しかし、乾燥期間中にかなりの試料からイカの油がしみ出してくるため、外観上好ましくなかった。また、硬化状態となったものの試料により硬さにかなりのばらつきがあった。

3-2 漬込法によるわたすみの試作

漬込床(おから粉末と食塩を1:4で混合)を使用し試料各2本づつ用い、5日間漬け込んだ結果を図1に示す。

試料に傷を入れた場合と、無傷の場合とを示したが、重量減少率で30~37%であった。5日間の漬込により、イカの肝臓は十分に硬化した。

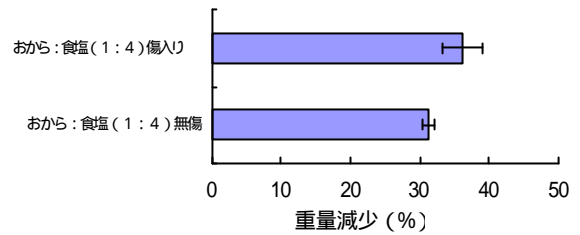


図1 重し法による漬込試験

3-3 真空包装法によるわたすみの試作

おから粉末と食塩の比率を1:4、醤油滓と食塩の比率を1:1とする漬け床および、コントロールとして食塩単独で使用し、試料各2本づつを床漬とともに真空包装し、5日間漬込後の結果と写真を図2、写真1に示す。

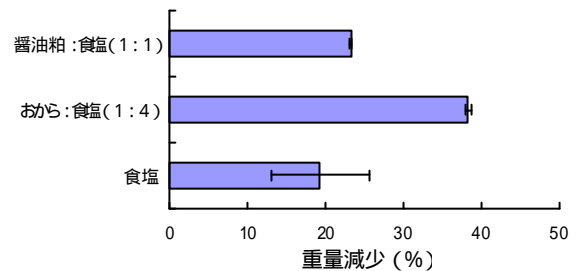


図2 真空包装による漬込試験



写真1 真空包装法により試作したわたすみ  
左から醤油滓、おから、食塩を使用して試作

その結果重量減少率はおからでは38%、醤油滓では23%、食塩は19%前後の値であり、おからを使用した場合と比較すると重しを使用した方法よりも重量減少率は大きな値を示した。

そこで、重し法と真空包装法を比較するために各4試料を用い、おからと食塩比1:4の漬け床を使用して比較試験を行った結果を図3に示した。

おからや醤油滓を使用したイカの肝臓の脱水法

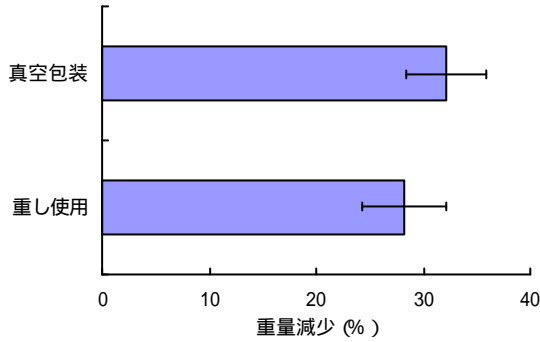


図3 真空包装法と重し法の比較 (おから : 食塩比4)

その結果、真空包装法の方が重量減少率が大きいという結果であった。試料の硬化度は試料によるばらつきがかなりあるが、3日間の漬込でかなり硬化することが分かった。

3-4 漬込期間中の成分変化

おからと食塩の配合比率を 1:3、1:4、1:5 とする漬込床で、重し法による漬込期間中の成分変化を調べた結果を図4~図8に示す。

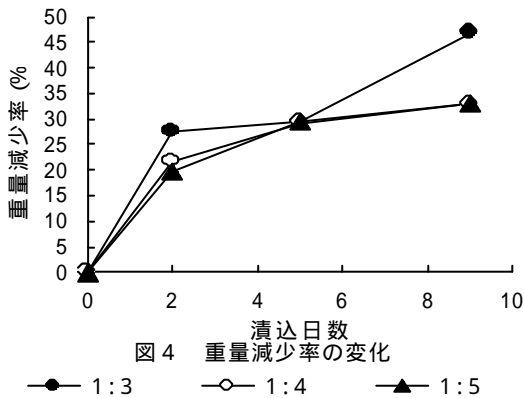


図4 重量減少率の変化

図に示すように、水分含量と脂肪含量変化は必ずしも経時的な規則的な変化を示さない(図5、7)。しかし水分、食塩、脂肪の総計の変化(図8)を見ると、成分のばらつきはかなり少なくなる。このことから、これら成分のばらつきは原料となるイカの肝臓が元々大きな成分のばらつきを持っていることに起因するためではないかと考えられた。

重量減少率の変化から漬込状況変化を類推すると、漬込後急速に水分その他が漬込床に吸収されるが、3日目頃から少し重量減少率の変化が緩やかになった。これらの傾向はわたすみの硬化と対応しており、重し法により製造する場合3日以上漬込が必要と考えられる。

おからと食塩の比率を変えた場合、食塩が少ない方が重量減少率は大きい傾向があると見受けられる。しかし、食塩配合量を減らし、漬込中に風味が劣化する傾向があった。また、食塩含量を増やし、おからと食塩の配合比率が 1:5 では、食塩含量が高く塩辛すぎる傾向が見られるため、おからと食塩の配合比率は 1:4 程度が適当と考

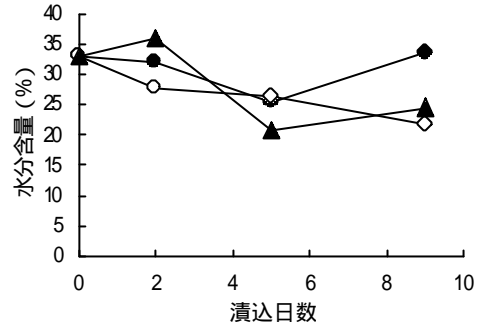


図5 水分含量の変化

● 1:3 ○ 1:4 ▲ 1:5

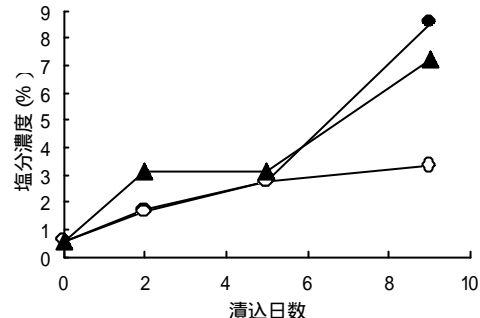


図6 塩分濃度の変化

● 1:3 ○ 1:4 ▲ 1:5

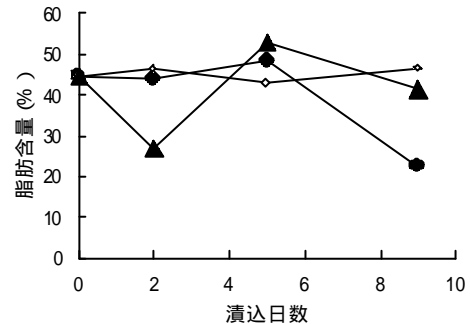


図7 脂肪含量の変化

● 1:3 ○ 1:4 ▲ 1:5

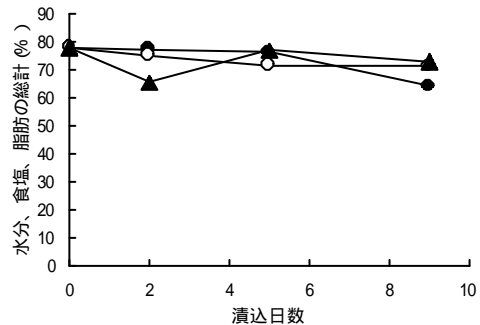


図8 水分、食塩、脂肪の総計の変化

● 1:3 ○ 1:4 ▲ 1:5

えられた。

3-5 ペースト状態での成形脱水試験

イカの肝臓は重し法あるいは真空包装法で製造可能であるが、そのままでは非常にばらつきが大きいことが問題となる。そこで、試料を一旦ペースト状にしたのち凍結、成形し重し法で製造する方法を試みた。その結果を図9、10に示す。

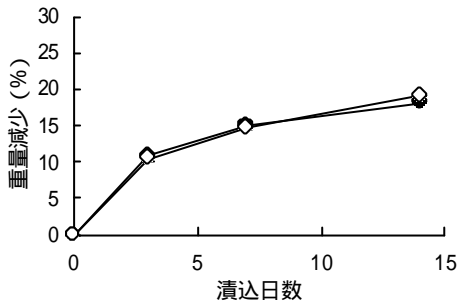


図9 ソーセージ用ケーシングを使用したペースト状イカの肝臓の脱水

● 食塩無添加      ○ 食塩2%添加

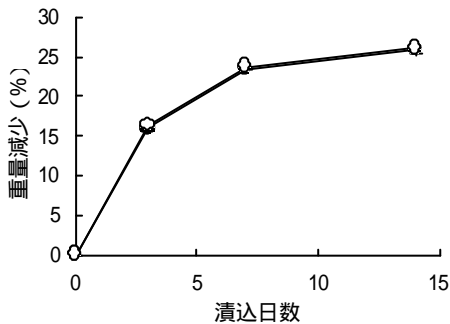


図10 キッチンペーパーを使用したペースト状イカの肝臓の脱水

● L社      ○ K社

図9、10からソーセージ用ケーシング使用の場合14日間の漬込で重量減少率が18%程度になる。また、キッチンペーパー使用の場合はこれより重量減少率が多く、26%程度の値であった。いずれも最終的には硬化したが、硬化はイカの肝臓をそのまま使用した場合よりも時間がかかり、1週間から2週間必要となる。

このように、ペースト状のイカの肝臓もミキシング、凍結、水分透過性のある素材で包装したのち漬床に漬け込むという手順を踏むことにより、脱水・硬化させることが可能であることが分かった。

以上のように、重し法あるいは真空包装法によりイカの肝臓を硬化するまで脱水することが可能であった。冷風乾燥法が2週間程度時間をかけることから考え、簡便

に脱水・硬化が可能な方法といえる。また、食品加工副産物の新たな用途としても意義があると考えられる。今回の試験では食塩による他は一切調味については検討しなかった。今後この方法を実用化するには、調味方法も併せて検討する必要がある。また、試料によるばらつきが大きいことと併せて、風味の劣化が目立つ場合もあるので、冷凍イカの品質の吟味とともに生イカの使用も検討する必要があると考えられた。また、製造中あるいは製造後の風味劣化防止に関する検討も併せて必要である。

4 結 語

凍結乾燥によるイカの肝臓の乾燥と、凍結乾燥おからと凍結乾燥醤油滓を使用したイカの肝臓の脱水方法について検討し以下の結果を得た。

- (1) 凍結乾燥器を使用した場合、かなり試料差があり、乾燥棚温度0で2日から5日で乾燥が終了する。
- (2) おからと食塩の配合比は1:4が適当と考えられた。この配合で重し方により漬け込んだ場合5日間でイカの肝臓は十分に硬化する。その際の重量減少は30~37%となる。
- (3) おからと食塩の配合比を1:4、醤油滓と食塩の配合比を1:1として真空包装によりイカの肝臓を漬け込んだ場合、重量減少率は、おからを使用した場合、38%、醤油滓を使用した場合23%となる。
- (4) 重し法と真空包装法を比較した場合、真空包装法の方が重量減少率が大きい。
- (5) 漬込期間中の成分変化は非常にばらつきが大きい、これは原料となるイカの肝臓成分にばらつきがあることが原因と考えられる。
- (6) ペースト状にしたイカの肝臓を成形して凍結し、キッチンペーパーなどでくるんで漬床に漬け込むことにより、脱水、硬化できる。

今後これらの方法を実用化するには、冷凍イカの品質の検討、生イカの使用、調味、風味劣化防止の検討が必要である。

文 献

- (1) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編：食品分析法, 榎光琳 (1982)

# 味覚センサを利用した清酒の分類

中山 繁喜\*、櫻井 廣\*

味覚センサの測定値によって分類した清酒をきき酒し、官能評価との相関性を検討した。その結果、「甘さ」「旨味」「ドライ感」「柔らかさ」「味の調和」の5項目で官能評価と合致することが判った。今回、センサ測定値と官能評価項目が1対1で対応することが確認され、より信頼性の高い酒質予測が可能になると期待される。

キーワード：味覚センサ、酒質評価

## Classification of *Sake* using Taste Sensor

NAKAYAMA Shigeki and SAKURAI Hiroshi

We examined whether the response of the sensor agrees with sensory evaluation. As a result, there were the sensors agreed with "Sweetness", "Flavor enhancer", "Dry feeling", "Softness" and "Harmony of taste". It became clear that the taste sensor corresponds to sensory evaluation item by 1 to 1, and we confirm the taste sensor to forecast character of *sake* more reliably.

**keywords** : taste sensor, evaluation of *sake*

### 1 緒 言

我々は、酒質を客観的に捉え、味のタイプによって清酒を分類する方法を確立するため、味覚センサを使って酒質を予測するシステムの開発を行っている。前報<sup>1)</sup>では、複数のセンサ測定値を組み合わせた推定式により、「甘さ」「爽やかさ」「酸味の強さ」「苦味渋味の有無」をセンサで予測可能なことを報告した。本報では、個々のセンサが反応する味のタイプを、官能評価によって解明する方向で検討した結果を報告する。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 味覚センサによる清酒の測定

味覚センサの測定は前報と同様、アンリツ(株)製味認識装置 SA401 を用いた。この装置は人工脂質膜を利用したセンサが装着され、清酒の成分に応じた出力を発生する<sup>1)</sup>。使用したセンサも昨年と同様で、酒質判定用に開発された12本のセンサである(表1)。

測定は次のように行った。始めに、センサ膜表面の吸着物を100mM塩酸を30%エチルアルコール溶液に溶かした洗浄液で洗い流し、つぎに15%エチルアルコー

ル、30mMコハク酸、30mM塩化ナトリウムからなる基準液に浸し、センサ出力値が安定していることを確認し、この出力値をゼロとした。その後、専用ガラス容器に入れた約150mlの検体に浸し、各センサの測定値( $s_1 \sim s_{12}$ )を得た。続いて、再び基準液に浸し測定値を得た( $ws_1 \sim ws_{12}$ )。この時、センサ膜には酒の強吸着成分が付着しており、同じ基準液を測定しても異なる数値になる。前者は口に含んだときの味、後者は後味を測定していると考えている。このように、1本のセンサにつき、2つの測定値を得ることができる。今回は12本のセンサを用いたので1サンプルにつき24種類の測定値が得られる。測定は7サンプルずつ測定した後、基準清酒で補正した。基準清酒は通常の清酒で全測定を通じて同一の酒を用いた。また、測定は品温20℃に調整して行った。

#### 2 - 2 清酒サンプルと官能評価

県内で販売されている市販酒上撰35点と、「吟ぎんが」を原料米に使った原酒52点を用いた。原酒の内容は精白歩合50%の純米吟醸酒28点と同じく吟醸酒23点である。

表1 センサに使用した人工脂質膜

センサ番号	使用した脂質	センサ番号	使用した脂質
1*	Diocetylphenyl-phosphonate	8	Tetradodecylammoniumbromide,
2*	Diocetylphenyl-phosphonate		Diocetylphenyl-phosphonate
3	PhosphoricAcidDi-n-decylEster, n-TetradecylAlcohol	9	Oleylamine, Diocetylphenyl-phosphonate
4	PhosphoricAcidDi-n-decylEster, Diocetylphenyl-phosphonate	10	2-Nitrophenylocylether
5	PhosphoricAcidDi-n-decylEster 2-Nitrophenylocyl ether	11**	Phosphoric Acid Di-n-decylEster, Tetradodecylammoniumbromide, Diocetylphenyl-phosphonate
6	HexadecanoicAcid, Diocetylphenyl-phosphonate	12**	Phosphoric Acid Di-n-decylEster, Tetradodecylammoniumbromide, Diocetylphenyl-phosphonate
7	Tetradodecylammoniumbromide, n-TetradecylAlcohol		

\*,\*\* : 組成が同じでも濃度、配合比が異なる。

表2 味覚センサの測定値

測定値	測定値									
	s 1	s 3	s 4	s 5	s 6	s 8	s 9	s 10	s 11	s 12
最小値	-7.2	-3.6	-10.1	-7.9	-5.7	-10.6	-4.0	-20.0	-3.7	-4.5
最大値	10.2	2.0	18.6	11.1	9.1	13.8	9.2	6.3	10.1	10.5
差	17.4	5.6	28.7	19.0	14.8	24.4	13.2	26.3	13.8	15.0
分散	25.0	1.4	47.3	11.5	18.0	41.5	11.6	23.5	23.5	10.8

また、官能評価は当所職員5名で行った。

### 3 実験結果

#### 3-1 センサ測定値と官能評価

市販上撰酒 35点を味覚センサで測定した。表2に示すように、24種類のセンサ測定値の中で、最大値と最小値の差が大きく測定値の存在範囲が広くて、かつ分散が大きく散らばりがよかつた測定値は10種類ある。

この10種類のセンサ測定値でそれぞれの最大値、最小値、および中間2カ所の測定値を示した酒4点をきき酒し、測定値に対応して変化する官能評価項目を調べた。同様に、「吟ぎんが」原酒についても行った。その結果、上撰酒と「吟ぎんが」原酒に共通して、官能評価とセンサ測定値が対応したのは、表3に示す5項目である。

表3 センサ測定値に対応する評価項目

測定値	評価項目
s 12	甘さ
s 11	旨味⇔味きれい
s 1	ドライ感
s 3	柔らかさ⇔ゴク味
s 5	味の調和⇔味が若い

#### 3-2 センサが分類した酒質の確認

「吟ぎんが」原酒で官能評価に対応したセンサ5本の測定値範囲を4分割し、測定値を1から4までの段階値に変換した。この段階値を基に酒質をレーダーチャートで表し、特徴ある酒質の酒10点を図1に示した。左から右順に「甘さ」「旨味」「ドライ感」「柔らかさ」「味の調和」に特徴があり、上段にそれらの段階値が小さい酒、下段にそれらの段階値が大きい酒のチャートを掲載した。この酒質チャートの妥当性を検討したところ、「甘さ」はきき酒結果とよく一致した。「旨味」「ドライ感」「柔らかさ」「味の調和」は、きき酒結果と関連したが、他の味の影響を受けやすい傾向があった。

### 4 考察

県内で販売されている清酒の中で、酒の違いを捉えているセンサ測定値は10種類であった。その内、市販酒上撰と「吟ぎんが」原酒ともに官能評価と合致するのは5種類の測定値である。実際の酒では甘辛など1つの評価項目だけが異なる酒は存在せず、多くの酒質の違いが混在し官能評価でも判定が難しい場合がほとんどで、検体数を増やしてさらに検討を重ね、味覚センサの信頼性を高める必要がある。

また、センサでは酒の違いが現れたのに、既存の表現



## 味覚センサを利用した清酒の分類

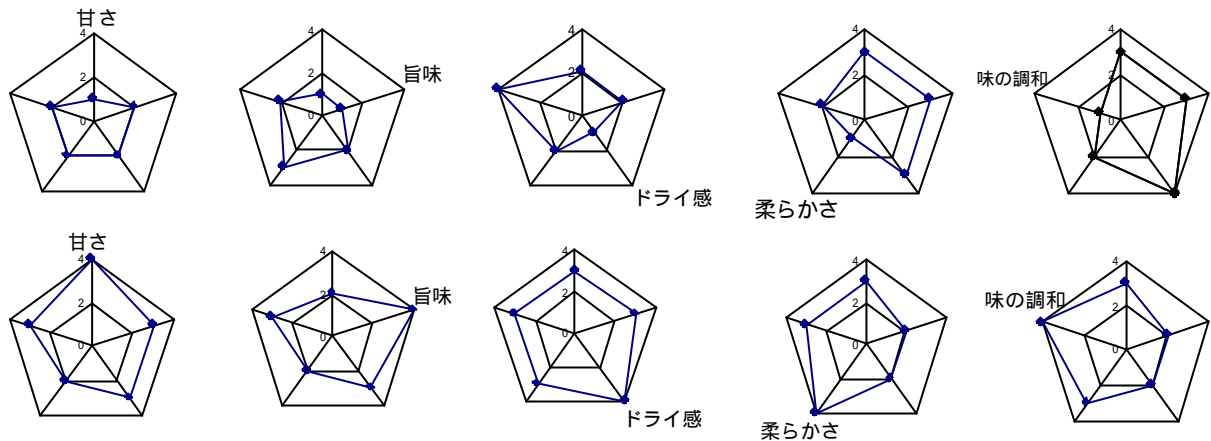


図1 味覚センサで予測した酒質の例  
 左から右へ順に「甘さ」「旨味」「ドライ感」「柔らかさ」「まろまり」に特徴があるチャート  
 上段が段階値の小さい酒、下段が段階値の大きい酒

法で表せなかった部分もあったので、酒質を表す新しい言葉を考える必要もあると思われる。

前報<sup>1)</sup>では、複数のセンサ測定値を使った推定式で官能評価を予測したが、今回は1本のセンサが1つの官能評価項目と対応することが確かめられた。1対1で対応すれば必要なセンサが少なく済み、単純な予測アルゴリズムになるため、酒質予測の精度向上に繋がると考えられる。

### 5 結 語

味覚センサで捉えた酒の差が、官能評価項目の何に該当するのかを、きき酒して明らかにする方向で検討した。市販上撰酒や「吟ぎんが」原酒で酒の違いを捉えたセンサは10種類あり、その内5種類は官能評価の「甘さ」

「旨味」「ドライ感」「柔らかさ」「味の調和」という表現に対応していると考えられた。今回1本のセンサだけで、1つの官能評価項目を予測できることが判り、より信頼性の高い酒質予測が期待される。

本研究の遂行するにあたり、人工脂質膜センサを開発、提供していただいたアンリツ株式会社に深謝します。

### 文 献

- 1) 中山繁喜, 櫻井 廣: 本誌、7、95 (2000)
- 2) 池崎秀和, 駒井寛, 内藤悦伸, 東久保理恵子, 佐藤勝史, 前田紀寛: アンリツテクニカル 71 159-166 (1996)

## 次世代型水稲(西海242号、北陸188号)の酒造適性評価

高橋 亨\*、櫻井 廣\*

次世代型水稲の利用技術開発のため、西海242号、北陸188号について清酒醸造を目的とした適性評価を行った。西海242号は酒造用米としては千粒重が小さく初期吸水が遅いこと、また製成酒の酒質が対照のぎんおとめに劣ることから、醸造適性は低かった。一方、北陸188号も精米時の碎米が多いこと、もろみでの溶けが少なく、そのためアルコール取得率や粕歩合、酒質が対照より劣ることから、酒造適性が劣ることが明らかになった。

キーワード：次世代型水稲、西海242号、北陸188号、醸造適性

## Evaluation in Brewing Aptitude of New Types of Rice Grains

TAKAHASHI Tohru and SAKURAI Hiroshi

We have studied the brewing examination of new types of rice grains, *Saikai 242* and *Hokuriku 188*. The brewing aptitude of *Saikai 242* was inferior to that of control *Ginotome*, that was the light weight of 1000 grains rice used for sake and the slow absorbed water, the bad quality of sake. On the other hand, the brewing aptitude of *Hokuriku 188*, too, was inferior to that of control in the many cracked rice of polishing, the sake cakerate, the quantity of received alcohol, and the quality of sake caused weak solubilization of *moromi*.

**keywords** : new type of rice grain, *Saikai 242*, *Hokuriku 188*, brewing aptitude

### 1 緒 言

農業の国際化と労働力の減少・高齢化、消費者ニーズの高度化・多様化が進行する中で、今後の稲作は高品質化はもとより大幅な省力化と低コスト化を図り、国際競争力を強化するとともに、環境保全の視点から、農薬等化学資材の使用量を合理的に減じた低投入型の栽培を目指す必要がある。このため、耐病性や耐冷性、直播適性や高品質多収といった特性を有する画期的新品種の創出プロジェクトが、農林水産省農業研究センターを中心として行われている。これら画期的新品種(次世代型水稲・ミラクルライス)の創出と並行して、新規形質米の用途別利用・高度利用を図るため、各種加工適性の評価が行われており、酒類への利用もその一つとなっている。

今回、我々は西海242号、北陸188号の2系統の次世代型水稲について実地醸造試験を含む醸造適性の評価を行ったので、ここに報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 供試原料米

今回使用した次世代型水稲は、平成12年産西海242

号(農水省九州農業試験場育成)、北陸188号(農水省北陸農業試験場育成)の2品種である。また、対照として平成12年産ぎんおとめ(岩手県産)を用いた。米の特徴として西海242号は大粒系統であり、北陸188号は良質・大粒系統である。

#### 2-2 原料米分析

原料米は酒造用原料米全国統一分析法(以下酒米統一分析法と呼ぶ)<sup>1)</sup>に準じて分析した。

#### 2-3 清酒醸造試験

清酒醸造試験はぎんおとめ、北陸188号で総米442kg、西海242号は総米375kg(いずれも精米歩合60%)で行った。麹米はぎんおとめとし、掛米に試験米を使用した(表1)。製成酒は国税庁所定分析法<sup>2)</sup>に基づいて分析した。酒質は平成12酒造年度岩手県新酒鑑評会審査員10名により5点法で評価した。数字の小さい方が優良であり、対照であるぎんおとめは3点とした。

### 3 結果および考察

#### 3-1 原料米分析

原料米分析結果を表2に示す。

表1 清酒醸造試験仕込配合

	初添	仲添	留添	計
総米	88(75)	145	209(170)	442
(kg)		(130)		(375)
蒸米	66(56)	119	169(137)	354
(kg)		(107)		(300)
麴米	22(19)	26(23)	40(33)	88(75)
(kg)				
汲水(l)	130	180(160)	264	574
	(110)		(217)	(487)

- ・ ( ) 内は西海242号の仕込み配合
- ・ 30%アルコール使用量：380ℓ / t白米
- ・ 協会901号乾燥酵母による3段仕込

表2 酒米統一分析法による分析結果

	ぎんおとめ	西海242号	北陸188号
玄米千粒重(g)	26.5	24.1	24.9
20分吸水(%)	27.4	23.7	29.1
120分吸水(%)	30.3	31.9	30.8
蒸米吸水(%)	34.6	38.9	37.5
糖度(Brix)	10.2	11.2	10.5
F-N態窒素(ml)	0.80	0.70	0.75
粗タンパク質(%)	4.83	4.63	4.27
精米時碎米率(%)	6.6	6.4	35.9

一般に酒造好適米の条件として、大粒で心白があること、もろみでの溶解性がよいこと、タンパク質が少ないこと、無効精米歩合、碎米の発生が少ないことが挙げられる。の大粒であること、は、斉藤らの原料米の酒造適性を推定する方法<sup>3)~5)</sup>に基づいて評価した。また、については、これまで酒造適性を評価する明確な基準がないことから、対照と比較し経験的に判断した。

西海242号は酒造用米としては玄米千粒重がやや小さく、20分吸水値が低いことから、酒造適性はやや劣る。しかし、蒸米吸水率、糖度は3品種のなかで最も高く、もろみ中で溶けやすいと考えられる。

北陸188号の玄米千粒重、20分吸水、糖度、粗蛋白質は斉藤ら<sup>3)</sup>の定めた酒造適性基準値の範囲に収まっていた。しかし、精米時の碎米発生率が高く、酒造適性はやや劣る。

3-2 清酒醸造試験

原料処理において、北陸188号は碎米が多く含まれていたため、適正に吸水させる時間の設定が難しく、浸漬吸水率のロット差が大きくなった。また、両品種とも蒸米はやや粘りが強かったことから、現場での仕込み作業の際、蒸米が放冷機等へ付着することが懸念される。

もろみ品温経過、BMD値をそれぞれ図1、図2、清酒製造事績及び製成酒成分は表3、試験酒求評結果は表

4に示す。

西海242号のもろみ経過は、最高ポーメ9.8(4日目)と前半やや溶けたが、その後は順調に推移した。製造事績は、仕込みが対照より小さいため製成数量は少ないが、それ以外はほぼ対照並であった。北陸188号のもろみ経過も初期ポーメが出たが、その後の溶けは弱く、粕歩合が高く、酒化率も悪かった。

製成酒の酒質は、西海242号はキレイだが味薄と評価され、評点も平均3.4点であった。また、北陸188号は酸味が強く荒いと評価され評点も平均3.2点であり、両品種とも対照より劣る。

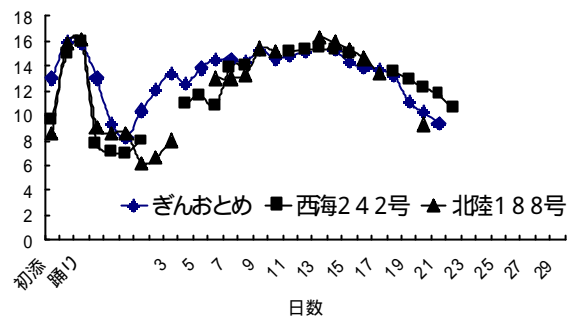


図1 もろみ品温経過

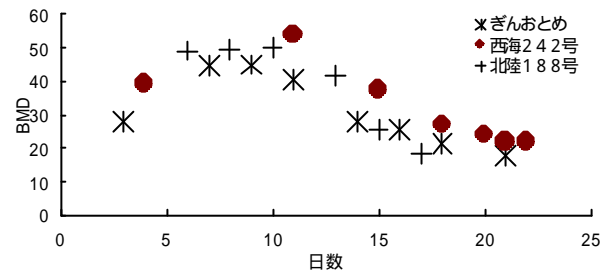


図2 BMD値

表3 清酒製造事績及び製成酒成分

	ぎんおとめ	西海242号	北陸188号
もろみ日数(日)	21	25	20
製成数量(l)	1,065	890	996
アルコール濃度(%)	20.1	19.6	17.9
滴定酸度(ml)	2.3	2.2	2.2
アミノ酸度(ml)	1.0	1.4	1.1
日本酒度	±0	±0	±0
アルコール収得量(l/t)	372	387	289
粕歩合(%)	30.6	32.2	44.3

表4 試験酒求評結果

品 種 名	1	2	3	4	5	平均点
西海242号	0	1	4	5	0	3.4
北陸188号	1	1	3	5	0	3.2

4 結 語

## 次世代型水稲（西海242号、北陸188号）の酒造適性評価

西海 242 号、北陸 188 号の 2 品種について、清酒醸造試験を含めた酒米適性を評価した。

西海 242 号は酒造用米としては玄米千粒重が小さく、20 分吸水値が低いこと、きき酒の成績も対照のぎんおとめにやや劣ることから、酒造にはあまり適さない品種である。

北陸 188 号は原料米分析値で問題ない。ただし、精米時に非常に砕けやすいこと、もろみでの溶解性が悪く製成酒の評価も対照よりやや劣る事から酒造用原料米として適さないと考えられる。

本研究は農林水産省「画期的新品種の創出等による次

世代水稲技術構築のための基盤的総合研究」の一環として行ったものである。また、精米にあたって協力いただきました高橋酒造店高橋久社長はじめ関係各位に感謝します。

### 文 献

- 1) 酒米研究会：酒造用原料米全国統一分析法 (1996)
- 2) 注解編集委員会編：第 4 回改訂 国税庁所定分析法注解，日本醸造協会(1993)
- 3) 斉藤博之，西澤直行：醸協，**91**， 737 (1996)
- 4) 斉藤博之，谷口 肇：醸協，**90**， 387 (1995)
- 5) 斉藤博之，西澤直行：醸協，**91**， 123 (1996)

## 米粉末等を原料とする醤油の製造

畑山 誠\*、櫻井 廣\*

本研究の目的は、醤油粕の生成量を減少させることである。原料の一つである小麦(またはこうじむぎ)は繊維分を多く含み、それは粕となる。そこで小麦の代わりに繊維分の少ない米粉末、小麦粉、麦汁を使用し醤油の製造を行った。その結果、代替原料を用いた醤油の粕は、小麦を原料とする醤油より少なかった。しかし、こうじむぎを用いた醤油よりは多かった。官能的には、米粉を原料としたものは果物様の軽い芳香があり、麦汁を原料としたものはビール様の香りがでた。そのため従来の醤油とはタイプの異なる醤油となった。

キーワード：醤油粕の減少、米粉末、小麦粉、麦汁

## *Shoyu* Manufacture Used Rice Powder, Wheat Flour and Wort

HATAKEYAMA Makoto and SAKURAI Hiroshi

The purpose of this study is to decrease the amount of *Shoyu* cake in the manufacture. Wheat (or *Koji-mugi*), that is one of *Shoyu* materials, include a lot of fiber and the fiber change *Shoyu* cake. Rice powder, wheat flour and wort, which had a little fiber than wheat, were used for *Shoyu* manufacture as a substitutable material of wheat. *Shoyu* cake of the substitutable materials was less than that of wheat. But the cake was more than that of *Kouji-mugi*. As sensory inspection, rice powder *shoyu* had light smell like fruit and wort *shoyu*'s smell was like beer. So that, the two *shoyu* of the substitutable materials were different types to conventional one.

**keywords** : decrease of *Shoyu* Cake, rice powder, wheat flour, wort

### 1 緒 言

醤油粕は、醤油製造時に諸味から分離される副産物である。醤油粕の利用に関する研究は様々行われている<sup>1-6)</sup>が、実際には飼料への利用<sup>7)</sup>などが僅かに行われている程度で大部分は焼かないし産業廃棄物として処理されている。そこで廃棄物となる醤油粕の生成量を減少させる醤油製造法の開発を目的とする。

醤油は通常澱粉原料として小麦またはこうじむぎを使用する。これらは繊維分を多く含み、この繊維分は大部分が醤油粕に移行すると考えられるが、現在の醤油製造法では今以上の粕量の減少は難しいと思われる。そこで小麦やこうじむぎを使わない製造法の研究を始めた。

本研究では、代替澱粉原料として繊維分の少ない米粉末、小麦粉や液体である麦汁を原料として醤油を製造し、若干の知見が得られたので報告する。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 原料

脱脂加工大豆(味の素)、国産小麦、こうじむぎ(日清製粉)、麦汁(あさ開)、小麦粉そして米粉末として酒米の搗精時に生成する白糖を原料として使用した。

#### 2 - 2 醸造用微生物

製麹には種麹として醤油用2号菌(秋田今野商店)をまた諸味の発酵熟成には耐塩性乳酸菌B P - 3(当所保存株)と主発酵酵母R S - 1(当所保存株)を使用した。

#### 2 - 3 原料処理

原料処理は、前報<sup>8)</sup>の方法に基づいて行った。

但し、代替澱粉原料はフライパンできつね色になるまで煎り、製麹原料とした。

\* 醸造技術部

2-4 製麹

製麹は、前報<sup>8)</sup>の方法に基づいて行った。しかし製麹は50時間目(3日麹)で終了とした。

2-5 原料比の検討

脱脂大豆に対して、代替え澱粉原料の量を減らして、原料の混合具合と製麹の検討を行った。脱脂大豆は蒸煮し、澱粉原料は炒煎したものを使用した。種麹量は元脱脂大豆150gに対して150mgとし、澱粉原料に倍散して使用した。原料の混合比率を表1に示した。

表1 脱脂大豆に対する澱粉原料の混合比率

	混合比率	使用量(g)
脱脂大豆 150g を 1として	1	150
	1/2	75
	1/3	50
	1/4	38

2-6 醤油の仕込み、発酵熟成

塩水は、食塩分22.5%(ボーム18.5)に調製し、これを汲み水歩合13水で使用した(試験区A及びB)。ただし麦汁を原料とする仕込み(試験区C)では麦汁6ℓに食塩1.78kgを溶解し、これを7.9ℓまで水を加えて調製し、食塩分22.5%の塩麦汁として使用した。仕込みの大きさを表2に示した。

麹を塩水に入れた後、麹を潰さないように攪入れた。麹が塩水に馴染むまでは、1日に1回攪入れを行った。仕込み1ヶ月目までは諸味品温を10で、その後上槽(3ヶ月目)までは30に管理した。耐塩性乳酸菌と主発酵酵母は予め培養したものを、仕込み2週間目に初発濃度が諸味1g当たり $10^5$ 個となるように添加した。

表2 仕込みの大きさ

試験区	製麹規模	諸味規模	汲み水
A	蛋白質原料 150g 澱粉原料 150g ×アルミバット1枚	麹 200g 塩水 316 ml	13水
B	蛋白質原料 200g 澱粉原料 200g ×アルミバット10枚	麹 4.8kg 塩水 7.9 ℓ	
C	蛋白質原料 200g 小麦粉 70g ×アルミバット10枚	麹 3.6kg 塩麦汁 7.9 ℓ	19水

\*アルミバットサイズ 300mm × 230mm

2-7 諸味の上槽

発酵の終了した諸味は、試験区分Aでは、No2のろ紙を使用したろ過で一晩、試験区分B及びCでは池田機械工業製の油圧搾汁機M-60を使用し、徐々に圧力を50kgf/cm<sup>2</sup>まで上げて一晩圧搾を行い、生醤油と粕を分離した。

2-8 麹、醤油の分析

しょうゆ試験法<sup>9)</sup>に従い、pH、全プロテアーゼ力価の分析を行った。麹の分析には、出麹後直ぐに-30で凍結保存した麹を用いた。なお酵素の水抽出に当たって、麹の粉碎は行っていない。総窒素分の分析は、ケルテックオートサンプラーシステム(tecator社製)で行った。グルコースの分析は、和光純薬工業製の測定キット「グルコースB-テストワコー」で行った。アミノ酸はアミノ酸分析機JLC-300(日本電子社製)で測定した。有機酸はカルボン酸分析計S-3000(EYELA社製)で測定した。

3 結果と考察

3-1 原料比の検討

本試験では、澱粉原料として液体である麦汁を使用することにした。しかし澱粉原料を全て麦汁に変えると、麹を蛋白原料だけで造ることになる。これは微生物汚染の点から難しいと考えられた。そこで全てを麦汁とするのではなく、一部固体原料も使うことにした。そこで脱脂大豆に対して、どの程度まで固体澱粉原料を減らすことが出来るか検討した。

両味混合試験では、脱脂大豆表面が澱粉原料でほぼ隠

表3 脱脂大豆と澱粉原料の混合適比

脱脂大豆に対する量	米粉末	小麦粉
等量	多い	---
1/2量	適	多い
1/3量	少ない	適
1/4量	---	少ない

表4 澱粉原料量を変えた麹の一般細菌数

澱粉原料	一般細菌数 (個/g 麹)	全プロテアーゼ (U/g 麹)
米粉末 1/2	$1.4 \times 10^6$	1114
米粉末 1/4	$1.1 \times 10^7$	779
小麦粉 1/2	$7.7 \times 10^5$	648
小麦粉 1/4	$2.0 \times 10^6$	703

米粉末等を原料とする醤油の製麹

れていれば適、表面が出ていれば少ないとした。逆に表面全部が隠れた上に澱粉原料が余れば多いとした。結果を表3に示した。適当な量は米粉2分の1、小麦粉で3分の1であった。

次に澱粉原料を減らして製麹した麹の一般細菌数と全プロテアーゼを調べた。結果を表4に示した。醤油麹の一般細菌数は、どんなに良い条件で製麹しても麹1g当たり10の5～6乗台は存在すると言われている。この試験は細菌の増殖しやすい8月に行った。そこで一般細菌数が10の6乗台以下であれば問題なしとした。結果は米粉4分の1以外は問題なしであった。全プロテアーゼ力価は、前報<sup>8)</sup>で脱脂大豆を原料とした3日麹の力価が600～800U/g麹であったことと比較すると、澱粉原料を減少させても麹の力価は特に低下しないことが分かった。

これらの結果から固体澱粉原料を減らす場合、米粉末は蛋白質原料の2分の1まで、小麦粉は3分の1までとした。

3-2 醤油の成分、粕歩合と香味

澱粉原料の異なる4種類の醤油のアミノ酸量について図1に示した。この結果から澱粉原料が異なる醤油では個々のアミノ酸量に違いはあるが、そのバランスは大き

くは変わらないことが分かる。従ってアミノ酸量のバランスは蛋白原料に依存すると考えられる。またきき味の結果、4種の醤油の味は大きくは変わらなかった。

醤油の成分、粕歩合と香味の印象について表5に示した。総窒素は、こうじむぎを使用した場合が一番高くなった。代替え澱粉原料の醤油は小麦の醤油と同程度であった。図1からも個々のアミノ酸量が一番高いのは、こうじむぎを使用した醤油であることが分かる。当然の事ながら総窒素濃度とアミノ酸量は比例している。pHは全ての醤油で5の前半台であった。きき味で酸味を強く感じるものはなかった。グルコースは澱粉原料に麦汁を用いた醤油を除き、ほとんどなく酵母による消費がほぼ完全に行われたものと思われる。有機酸は一般的な醤油の値<sup>10)</sup>と比較すると酢酸、クエン酸、コハク酸は同程度であるが、乳酸が1桁低い。従って乳酸発酵は低調であったと思われる。また小麦粉、麦汁を澱粉原料とした醤油の酢酸は他の醤油よりやや低い傾向を示した。

代替え澱粉原料の醤油製造時の粕歩合は小麦を原料とする醤油より低くなった。しかし、こうじむぎを用いた醤油よりは粕歩合が高くなった。試験区AとB、Cで粕歩合が大きく異なるのは、仕込規模の違いから圧搾方法が異なるためである。

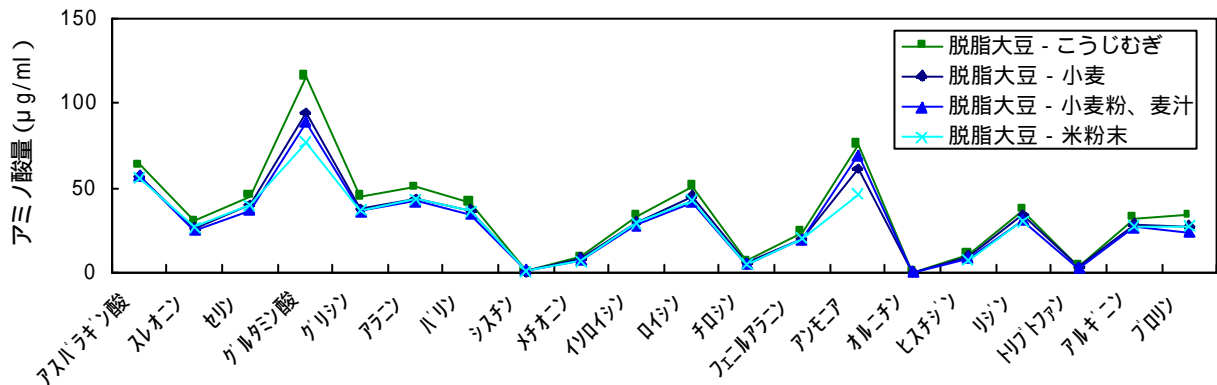


図1 醤油中のアミノ酸

表5 澱粉原料の違いと成分、粕歩合、香味

試験区	澱粉原料	総窒素 (%)	pH	グルコース (%)	有機酸(mg/ml)				粕歩合 (%)	香味の印象
					乳酸	酢酸	クエン酸	コハク酸		
A	小麦	1.45	5.3	trace	0.16	135	034	057	53.4	普通の醤油
	こうじむぎ	1.68	5.3	trace	0.23	166	046	046	48.8	"
	米粉末	1.20	5.1	trace	0.14	142	086	059	51.9	軽い果物香
B	小麦	1.41	5.2	trace	0.13	203	080	054	18.3	普通の醤油
	こうじむぎ	1.55	5.3	trace	0.12	238	065	065	16.3	"
C	小麦粉、麦汁	1.39	5.3	1.7	0.18	096	031	074	16.9	ビール様の香り

\* 粕歩合 (%) = 粕 ÷ (生醤油 + 粕) × 100

香味は、味は大きく変わらないものの、米粉を原料としたものは果物様の軽い芳香があり、麦汁を原料としたものはビール様の香りがあり、小麦やこうじむぎを使った醤油とは感じの異なる醤油となった。

#### 4 結 語

本研究は、醤油製造時に生成する廃棄物である醤油粕の量を減少させることを目的としている。そのために澱粉原料として通常使われる小麦やこうじむぎの代わりに繊維分の少ない米粉、小麦粉や液体である麦汁を用いた醤油の製造を行った。

まず、澱粉原料として液体である麦汁を使用するために、製麹時の微生物汚染を大きくさせずに、どの程度まで固体澱粉原料を減らすことが出来るか検討した。その結果、固体澱粉原料を減らす場合、米粉は蛋白質原料の2分の1まで、小麦粉は3分の1までとした。

次に代替え澱粉原料を使った醤油を製造し、醤油の成分、粕歩合と香味について調べた。代替え澱粉原料を用いた醤油製造時の粕歩合は、小麦を原料とする醤油よりは低くなったが、こうじむぎを用いた醤油よりは高くなった。またアミノ酸バランスは各醤油間で類似のものとなり、味も大きくは変わらなかった。しかし米粉を原料としたものは果物様の軽い芳香があり、また麦汁を原料としたものはビール様の香りがあり、従来の醤油とは感じの異なるものとなった。

今後の課題として、更に粕歩合を低くするために、米粉や小麦粉を炒煎するだけではなく、酵素添加仕込み等の原料が溶け易くなる処理などを検討していきたい。また、出来た醤油が従来のものとは風味が異なるので、普通の醤油とは違った使い方が出来ないか、検討していきたいと考えている。

#### 文 献

- 1)江口卯三夫：醬研 4(4),142(1978)
- 2)門脇 清：醬研 4(6),237(1978)
- 3)木村延二郎：醬研 5(4),178(1979)
- 4)松田茂樹、湯之上雅子：醬研 23(5),263(1997)
- 5)伊藤良仁、成島千文、米倉裕一、櫻井 廣、荒川善行、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告 5,139(1998)
- 6)畑山 誠、大沢美千代、大澤純也、荒川善行、櫻井 廣：岩手県工業技術センター研究報告 5,199(1998)
- 7)福間真介：醬研 4(2),69(1978)
- 8)畑山 誠、櫻井 廣：岩手県工業技術センター研究報告 7,107(2000)
- 9)しょうゆ試験法編集委員会：しょうゆ試験法 (日本醤油研究所)(1985)
- 10)財団法人日本醸造協会：醸造物の成分 (日本醸造協会) p473(1999)



## マイクロ波を用いた米の水分量測定\*

泉田 福典\*\*、大坊 真洋\*\*、川又 憲\*\*\*

マイクロ波を利用した非破壊検査システムの開発を行っている。今回、タイムドメイン計測法により米の水分量とマイクロ波の吸収量との関係を調べた結果、高い相関関係を得ることができた。また、低い周波数を用いることで、より良い再現性が得られることが分かった。これらの結果から、マイクロ波を用いることで米などの水分量を非接触で測定できる可能性が示唆された。

キーワード：マイクロ波、水分量、タイムドメイン計測

## Water Content Measurement of Rice Using Microwave

IZUMIDA Fukunori\*\* , DAIBO Masahiro\*\* and KAWAMATA Ken\*\*\*

We are developing the non-destructive measuring system with microwave. We investigated the relation between water content and absorption amount of microwave of rice by time-domain method and found high correlation between them. In addition to that, we found that a better measurement reproducibility is obtained using a lower frequency. These results suggest to possibility to measure the water content without contact by using microwave.

**key words** : microwave, water content, time-domain measurement

### 1 緒 言

米など穀物の水分量は、試料を粉碎・加熱し水分の蒸発減量から算出する方法が一般に使われている。また、より簡便な方法としてすり潰した試料の電気抵抗や誘電率を測定する方法も実用化されている<sup>1)</sup>。しかしこれらの方法では水分量の測定結果を得るまでに時間がかかることや測定精度にばらつきがあることなどから、短時間に精度良く測定する方法が求められている。また、木材やコンクリートなどでは水分量が加工精度や強度などを大きく左右するため、適当な水分量になるように乾燥等により水分調整を行っている。これらの水分調整では、対象物の水分をリアルタイムで測定することが困難であるため、あらかじめ適当な乾燥スケジュールを定めて水分量を調整したり、別途水分測定用サンプルを用意して水分量を推定する方法などが用いられる<sup>2,3)</sup>。

一方、近年の電子デバイスや電子計測技術の発達により、高価であったマイクロ波帯域の測定機器が、比較的安価で高性能なものを入手できるようになってきた。これにより、マイクロ波帯域を利用した計測技術が様々な分野で応用できる可能性が高くなってきている。

そこで本研究では、マイクロ波による誘電率測定システム<sup>4)</sup>を用いて岩手県の主要農産物である米の水分量の測定をリアルタイムに行う方法について検討を行った。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 システム構成

図1にシステムの構成を示す。主に2台のダブルリジッド・ホーンアンテナ(EMCO 3115)とベクトルネットワークアナライザ(HP 8720D)、および制御用パソコンから構成されている。ホーンアンテナはそれぞれ同軸ケーブルでネットワークアナライザに接続されている。ネットワークアナライザはGP-IBによりパソコンで制御することが可能である。

2台のホーンアンテナを被測定試料上部約60cmの位置に設置し、一方のホーンアンテナからマイクロ波を照射して他方のホーンアンテナで試料からの反射波を受信する。ネットワークアナライザは1GHz~20GHzの周波数範囲で掃引させてマイクロ波を発生させることが可能である。ホーンアンテナで受信された反射波は、ネットワークアナライザによって処理され、測定結果はパソコンに転送される。

外界からの雑音や周囲からの反射波の影響を極力少なくするため、アンテナおよび測定試料はカーボン含浸ウレタン電波吸収体で覆われた電波無響箱の中に設置されている。また、ネットワークアナライザのタイムドメイン機能を利用することで、測定試料以外からの反射を区別することができる<sup>5,6)</sup>。

\* アクティブセンシングによる非破壊検査システムの開発(第2報)

\*\* 電子機械部

\*\*\* 八戸工業大学電気電子工学科

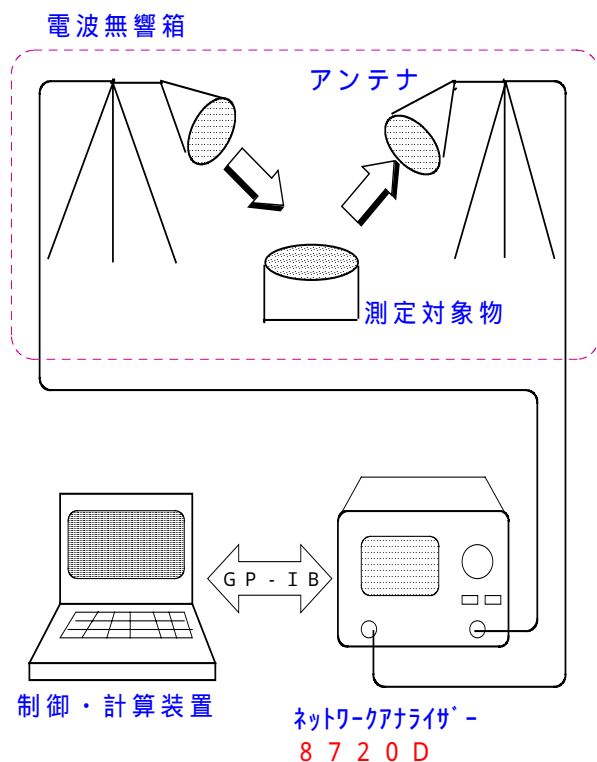


図1 システムの構成

### 2-2 測定原理

底にステンレス板を貼った直径 300mm、深さ 50mm のアクリル製容器に試料を入れ、高さ 500mm の発泡スチロール製の台に設置して、試料上部からマイクロ波を照射する。発泡スチロール製の台にはガイドを設け、常に容器が同じ位置に設置されるようにしてある。

照射されるマイクロ波の内、試料からの反射波には主に試料表面からの反射波（表面反射波）と試料内部を通過してステンレス板から反射する反射波（透過反射波）がある。受信アンテナで受信される反射波は、これら反射波の和として観測される。入射波および反射波が平面波でかつ試料が均質である場合、表面反射波のゲイン  $R_{dB}$  は、

$$R_{dB} = 20 \log |R_1| \quad (1)$$

透過反射波のゲイン  $G_{dB}$  は、

$$G_{dB} = -\frac{40\omega D \log e}{c} k + 20 \log |T_1 T_2| \quad (2)$$

と表せる。ここで、 $R_1$  は試料表面の反射係数、 $T_1$  と  $T_2$  は試料と空気との間の透過係数、 $k$  は減衰係数（複素屈折率の虚部）、 $\omega$  は周波数、 $D$  は試料の厚さ、 $c$  は

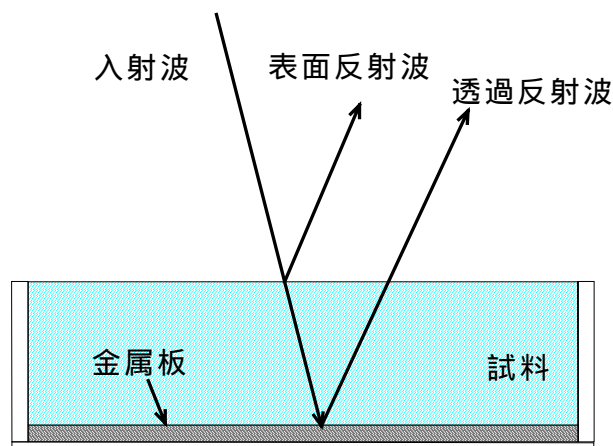


図2 試料への入射波と反射波

空気中の電磁波の伝搬速度である。(2) 式の右辺において、試料の水分量にかかわらず第2項がほぼ一定であれば、透過反射波のゲインは第1項に依存して変化する。水の減衰係数は大きいので、水分量と透過反射波のゲインの間には相関関係が有るものと考えられる。従って、透過反射波のゲインを測定することにより水分量を推定することが可能と考えられる。

なお、受信アンテナには、送信アンテナからの直達波や床からの反射波など、試料からの反射波以外のマイクロ波も受信される。試料からの反射波を測定するためには、不要な反射波を除去する必要がある。このために、タイムドメイン計測を用いて反射波を測定した。タイムドメイン計測では、ネットワークアナライザが反射スペクトルを時間領域のガウシアンインパルス応答波形（タイムドメイン波形）に逆フーリエ変換する。これにより、試料からの反射波のみを時間的に分離することができる。

### 2-3 水分量と反射ゲイン

マイクロ波の反射波と米の水分量との関係を調べるために、様々な水分量の米についてタイムドメイン波形を測定し、水分計を用いて測定した米の水分量との相関について調べた。

マイクロ波による測定の前に、ステンレス板を底に張ったアクリル製試料容器を試料台に置き、ネットワークアナライザのキャリブレーションを行った。これにより米がない状態での反射波を反射ゲイン 0dB として正規化することとした。次に、様々な水分量（約 10% ~ 15%）の米をそれぞれ試料容器一杯に入れた。表面を平らに均した後、キャリブレーションを実施した時と同じ位置に設置して、1GHz ~ 13GHz の周波数帯域で反射波のタイムドメイン波形を測定した。

一方、上述の測定に用いた試料1つについて任意の5カ所から米をサンプル抽出し、赤外線乾燥式電子水分計（YMC IB-30）により水分量の測定を行った。

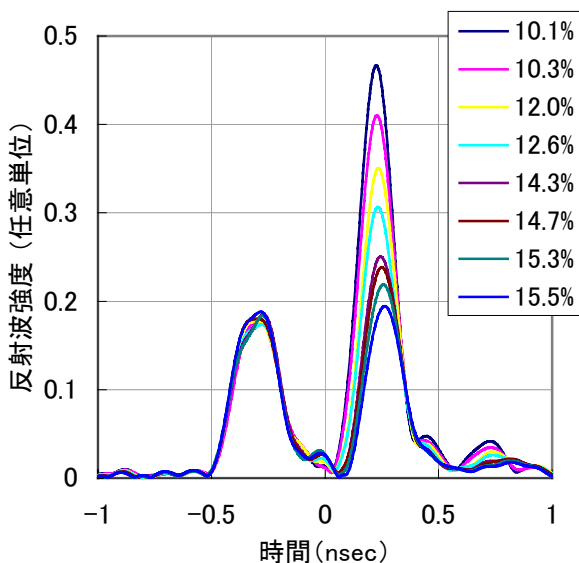


図3 タイムドメイン波形

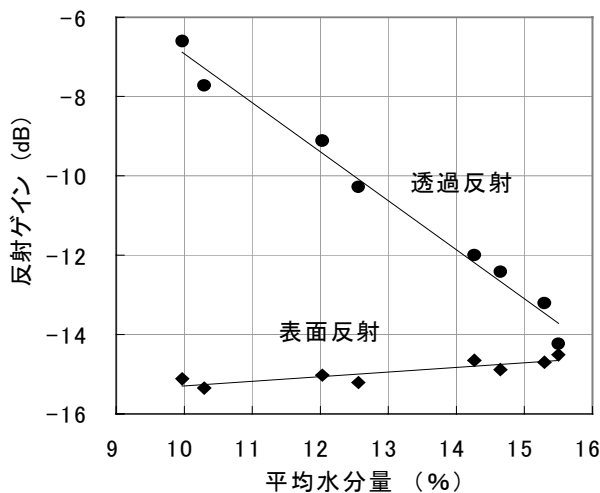


図4 反射ゲインと水分量の関係

2 - 4 測定周波数範囲と再現性

タイムドメイン計測では、測定周波数範囲が広いほど高い時間分解能で測定が可能である。しかし一方で周波数が高いほど波長は短いため、反射強度は容器の位置や表面の状態など水分量以外の要素に影響される可能性が考えられる。そこで、照射する周波数範囲を変えて測定再現性を調べた。

同じ水分量の5つの米それぞれについて、測定周波数範囲の開始周波数を1GHz、終了周波数を5GHzから20GHzの間で変えて、タイムドメイン波形の測定を行った。

表1 水分測定値との誤差

No	透過反射 (dB)	水分量		差異
		推定値(%)	測定値(%)	
1	-7.70	10.7	10.3	0.4
2	-13.20	15.1	15.3	-0.2
3	-12.44	14.5	14.7	-0.2
4	-12.02	14.1	14.3	-0.2
5	-14.23	15.9	15.5	0.4
6	-9.10	11.8	12.0	-0.2
7	-6.62	9.8	10.0	-0.2
8	-10.27	12.7	12.6	0.1

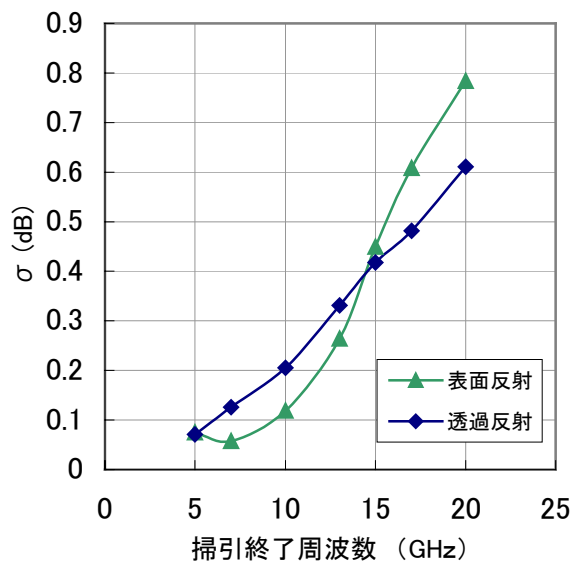


図5 測定周波数と再現性

3 実験結果および考察

3 - 1 水分量と反射ゲイン

各試料におけるタイムドメイン波形を図3に示す。図3において、-0.3nsec付近にピークを持つ反射波は表面反射波、0.25nsec付近にピークを持つ反射波は透過反射波である。表面反射波は米の水分量の変化に対してほぼ一定であるが、透過反射波の強度は水分量が増加するにつれて指数関数的に減少し、ピーク時間もわずかに遅れる。

水分計で測定した米ごとの水分量の平均値と反射ゲインの最大値との関係を図4に示す。表面反射波のゲインは水分の増加に伴ってわずかに増加する傾向が見られる。これは、水分量の増加により米の屈折率が大きくなるため、表面からの反射率が増加するものと考えられる。一方、透過反射波のゲインは米の水分量の増加に伴い直線的に減少する。これは、水分量の増加により米によるマイクロ波の吸収量が増加するためと考えられる。その相関係数は0.992であった。

透過反射波と平均水分量との結果から最小二乗法を用いて求めた回帰直線を図4中に示す。透過反射ゲインが

ら回帰直線により推定した水分量と水分計で測定した平均水分量、およびこれらの差異について表1に示す。透過反射波からの推定水分量と水分計の測定値との差異は $\pm 0.4\%$ 以内で、差異の標準偏差は $\pm 0.27\%$ であった。従って、マイクロ波の透過反射ゲインを測定することで、米の水分量を精密度 0.27%で推定できることが示された。

### 3-2 測定周波数範囲と再現性

5つの試料で得られた反射波ゲインの標準偏差と掃引終了周波数との関係を図5に示す。

表面反射波、透過反射波ともに掃引終了周波数が低い方が再現性が良く、周波数が高くなるにつれて再現性が悪くなる。図4の回帰直線を用いると、標準偏差 0.1dBは水分量にして0.08%に相当する。1GHz~13GHzでは標準偏差 0.331dBであるため、水分量に換算すると0.25%の誤差が生じることになる。この値は表1における差異の標準偏差とほぼ同じである。このことから、低い周波数を用いることで、測定精度の向上が期待できる。

ただし、周波数範囲を狭くすることで時間分解能は低下し、タイムドメイン波形において表面反射波と透過反射波とが時間的に重なる場合が考えられる。そのため、試料の厚さを調整するなどして各反射波が時間的に重ならないような工夫なども必要になると考えられる。

## 4 結 論

マイクロ波による誘電率測定システムを用いて、米の水分量とマイクロ波の反射量との関係について調べた。その結果、マイクロ波の反射ゲインと米の水分量との間に線形の関係が得られ、非接触で0.27%程度の精密度で

水分量を推定できることが分かり、水分をリアルタイムでモニタできる可能性を示すことができた。また、測定の再現性は使用する周波数によって変化し、低い周波数を用いる方が良い再現性が得られることも分かった。

今後は、より広い範囲の水分量について調べるとともに、測定精度の向上のための検討を行う予定である。また、今回得られた結果をもとに、他の対象物への応用についても検討して行きたいと考えている。

なお、本研究は平成12年度中小企業技術開発産学官連携促進事業により実施されたものである。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、米を提供していただいた上に、水分測定などでご協力をいただきました醸造技術部高橋亨専門研究員に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之: 食品分析ハンドブック, 建帛社, (1973)
- 2) 中島厚: 木材工業, 52, 111(1997)
- 3) 久保島吉貴, 信田聡, 岡野健: 木材工業, 52, 389(1997)
- 4) 熊谷隆美, 大坊真洋: 岩手県工業技術センター研究報告第7号, 1(2000)
- 5) 橋本修: マイクロ波・ミリ波帯における測定技術, リアライズ社, (1998)
- 6) 電気学会編: 電磁波の散乱・吸収計測と建築電磁環境, コロナ社, (2000)

## レーザセンサを使用した工具摩耗計測装置の開発\*

若槻 正明\*\*、高橋 勉\*\*\*、相原 孝彦\*\*\*

細田 俊英\*\*\*、藤根 正美\*\*\*\*

レーザセンサを使用して摩耗した工具の刃先後退量を計測し、工具摩耗の自動補正が可能な計測装置の開発を行う。計測装置はCNC旋盤内へ取り付けるためコンパクトなものとし、計測結果をコンピュータ上でモニタリングできるものとした。

キーワード：工具摩耗、自動補正、オープンCNCシステム

## Development of Measuring Equipment for detecting Tool-Wear using Laser Sensor

WAKATUKI Masaaki, TAKAHASHI Tutomu, AIHARA Takahiko

HOSODA Toshihide and FUJINE Masami

We have developed a measuring equipment for detecting tool-wear using laser sensor. About hardwear, we examined size of the equipment to downsize, in order to install in CNC-lathe. About softwear, we examined calculate of tool-edge backed width and monitoring of tool-wear.

**key words: Tool-wear, Automatic Adjustability, Open CNC System**

### 1 緒 言

工具摩耗に伴う仕上がり寸法の狂いを防止するため、摩耗による工具刃先後退量を算出し、工具切り込み補正を自動的に出来るオープンCNCシステムの開発を目標に、これに組み込む工具摩耗計測装置の開発を行った。レーザ変位計により工具刃先部分を縦横にスキャンし、工具輪郭形状と工具刃先部の摩耗形状を取り込む。また、この取り込んだデータから刃先の後退量を算出し、切り込み値の補正量を求める。装置の開発にあたり、工具刃先後退量を 10  $\mu$ m以上の精度で計測が可能なこと、工作機械の加工室内部へ取り付け使用するため、工具や刃物台などと干渉しないよう可能な限りコンパクトなサイズとすることや、コンピュータ上での刃先の状態のモニタリングが可能なシステムとなるよう、ハードウェア、ソフトウェアの両面から検討した。この結果、初期の目標を満足する工具摩耗計測装

置の開発ができた。

### 2 計測ハードウェア

#### 2 - 1 開発装置の構成

開発装置は工具刃先の摩耗を検知するレーザセンサ、工具刃先をスキャン動作させる機構部、機構を駆動させる駆動部、駆動を制御する制御部、計測データを処理・モニタする計測部から構成される(図1)。

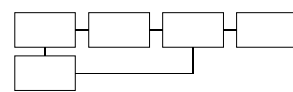


図1 装置の構成

#### 2 - 2 センサ

工具刃先形状ならびに摩耗を計測するセンサとして、(株)キーエンス製のレーザ変位計 LK-010 を使用した。レーザ変位計は三角測量法の原理にもとづくもので、レーザビームを、被測定面に照射して反射、拡散した光の一部をセン

\* 公設試共同研究(生産機械システムのオープン化)

\*\* 電子機械部

\*\*\* (株)小林精機

\*\*\*\* I M S

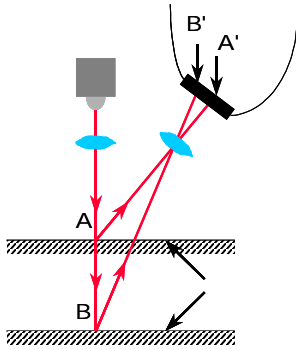


図2 レーザ変位計の原理

度が得られる<sup>1)</sup>。このセンサの仕様を表1に示す。

表1 LK-030の仕様

基準距離	10mm
測定範囲	±1mm
波長	670nm(赤色半導体レーザー)
出力	0.95mW
スポット径	約20μm
直線性	±0.25%of.F.S.
分解能	0.1μm
電圧出力	±10V(0.1μm/mV)
出力比-タン	100

2-3 センサ姿勢制御機構の検討

今回は、現在、旋盤加工で多用されているスローアウェイチップを測定の対象とした。チップには定まったホルダがあり、これにより刃先の諸角度が決定され、(図3)工具とワークが接する角度が決まる。本開発では、予め取り付け工具の諸条件を入力し、これに基づき、センサ姿勢を制御し、常に工具と刃物が定位置の関係となるようにした。このため、工具形状全体を測定するためのXY軸方向の移動に加え、レーザー光を工具すくい面に対して垂直に照射できるように、切刃傾き角に対応した角度でレーザー受光面に合わせる 軸、前・横切刃角に対応した角度でレーザー光軸に合わせる 軸を付加し、センサ姿勢を調整する動作機構を持たせた。なお、各軸の動作範囲はそれぞれX軸0~10mm、Y軸0~10mm、 軸±15°、 軸±180°とした

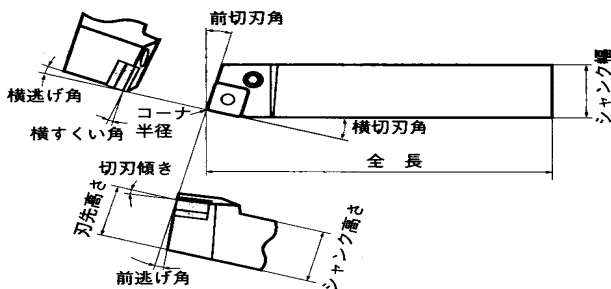


図3 バイト各部の名称

(図4)。

また、機構部の大きさはCNC旋盤内への取り付けを考慮し、100mm×100mm×100mm以下とした。

2-4 送りネジの選定

送りネジは、回転運動を直線運動に変換する

ために用いられる運動伝達要素であり、ネジ軸への運動伝達メカニズムの違いにより、すべりネジ、ボールネジ、静圧ネジの3種類に分類される。これらの内、比較的摩擦係数が小さく、駆動トルク

やトルクむらが小さく、規格化され、各種寸法のもの

が市販ベースで入手が容易なボールネジを採用した。採用したボールネジはリードが1mm、外径6mm(図5)で、XY軸の繰り返し精度が±5μm以下となるようにした。また、送り機構のレイアウトをコンパクトにするため、モータ動力の伝達方法としてタイミングベルトを使用することとした。図6に機構部完成写真を示す。

また、送り機構のレイアウトをコンパクトにするため、モータ動力の伝達方法としてタイミングベルトを使用することとした。図6に機構部完成写真を示す。

した。図6に機構部完成写真を示す。

2-5 アクチュエータの選定

開発装置は、レーザー変位センサをスキャン動作させるアクチュエータをいかに高精度、かつコンパクトに作るかが重要なポイントになる。高精度位置決め用の代表的な制御モータとして、サーボモータならびにステッピングモータがある。サーボモータはモータ、エンコーダおよびドライバの3要素で構成され、モータの状態を常にエンコーダの位置・速度情報から検出するクローズループ制御方式となっている。したがって、高精度な位置決めが必要な装置等に適するが、位置決め距離が短い場合、位置偏差による遅れの問題や低回転速度域でトルクが小さいことや、モー

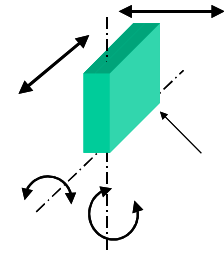


図4 ヘッド位置決め機構



図5 ボールネジ



図6 機構部

表2 サーボモータ&ステッピングモータ

	サーボモータ	ステッピングモータ
制御方式	クローズドループ	オープンループ
ゲイン調整	負荷に応じてゲイン調整必要	ゲイン調整不要
トルク	高速で大	低速で大
停止時	ハンチング有り	ハンチング無し
同期性/応答性	位置偏差による遅	パルスに同期

表3 PMC33A-MG10 の仕様

励磁最大静止 トルク N・m kgfcm	ローター慣性 モーメント J:kg・m <sup>2</sup> gfcm <sup>2</sup>	基本ス テッ プ 角	定格電 流 A /相	励磁方式		電源入力	減速比	許容トルク N・m kgfcm
				フルステップ	ハーフステッ			
0.21 2.1	9 × 10 <sup>-7</sup> 9	0.072 °	0.35	0.072 ° /step	0.036 ° /step	DC24V/36V ±10% 0.7A	1:10	0.21 2.1

タとエンコーダが一对のため、大きさに問題がある。また、負荷によるゲイン調整が必要で、停止時のハンチング現象もある。一方、ステッピングモータは、入力パルスに同期、比例してある定まったステップ角ずつ回転し、直接位置決めを行うオープンループ制御方式である。このため高精度な位置決めのためには他の位置検出機構が必要となるが、それ単体でも高精度な位置決めが可能であり、構造が簡単でモータ自体を小さくでき、同トルクを発生するモータと比較した場合、取り付け寸法が小さくなることから、ステッピングモータを使用することとした。(表2)

選定したステッピングモータはオリエンタルモーター製の5相のPMC33A-MG10(1/10ギア付、本体サイズ28mm × 61mm、シャフト長20mm)で、ギヤが付加されたものを使用した。

2-6 制御装置の製作

今回使用したステッピングモータの仕様を表3に示す。ドライバはモータ付属のものを使用し、ハーフステップによる駆動とした。モータは一回転あたり1,000パルスであるが、1/10のギヤの付加により一回転あたり10,000パルスの分解能を持つ。今回、使用したボールねじのリードが1mmであり、1パルスあたり0.1μmの制御が可能である。

モータコントローラは4軸制御対応のコンテック製のPCIバス用コントロールボードSMC-4Pを用いX、Y、  
軸を制御した。このボードは速度等、位置決めに必要な情報をフレーム単位に、最大1000フレームまで記憶でき、現フレームから次フレーム開始の制御をすべてボード上で行うため、複雑な連続位置決め動作をCPUの負担なく高速にできる。また、S字加減速機能を持ち、加減速の開始

時と終了時の加速度を小さくする機能を持ち、動作開始時や、停止時の振動を軽減できる特徴を持っている。

駆動部はNC工作機械加工室内部へ取り付けられ、一方、モータ制御ドライバ、ならびにコントローラは加工室外部へ取り付けられる。このため、モータから制御装置までの配線の長さが問題となる。4台のモータの動力線を束にして配線する必要があることから、各々の動力線へのノイズの影響を考慮し、また、モータの定格電流は0.35A/相であることから、配線には5芯0.5mm<sup>2</sup>のシールド線を使用し、ケーブル長は5mとした。

ドライバ入力回路は外部ノイズの影響を受けにくいフォトカプラを採用しているが、コントローラとの距離があることから、配線時には動力源やノイズ源からなるべく離し、20芯0.5mm<sup>2</sup>のシールド線を使用した。図7に制御装置外觀写真を示す。ノイズ対策のために内部の配線には全てシールドメッシュを使用した。

2-7 制御プログラム

X軸、Y軸ともスタートする位置(ORG)を原点とし、-L(-方向オーバーラン)、+L(+方向オーバーラン)のリミットスイッチがONした時にモータが緊急停止する。また、各軸の速度、位置のデータ(パルス数)はプログラム内部のデータベースに書き込まれており、そのデータを読み込んで動作する。角度調整(軸、軸)は刃先角度をデータベース化し、摩耗計測画面でチップを選択することでデータが読み込まれ調整を行う。

NC旋盤からのパイトの位置決め完了信号はI/Oボードを使用しコンピュータに取り込み、その後X軸、Y軸が起動する。同時にレーザ変位センサも計測開始。X軸が停

止後、Y軸が移動。Y軸が停止したところでX軸が再度起動、という動作を繰り返す。繰り返す動作回数はスキャン範囲、及びピッチによって決まる。動作終了後、レーザ変位センサの計測は完了となりセンサ停止。X軸、Y軸、  
軸、  
軸の4軸すべてが原点復帰となる。(図8)



図7 制御装置

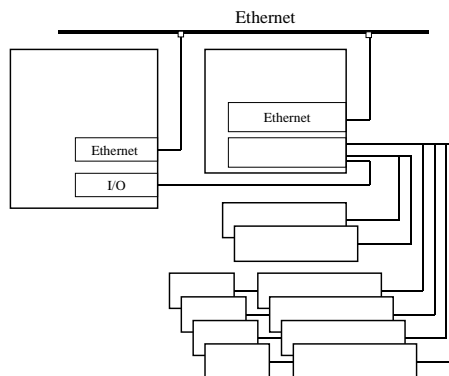


図8 制御構成図

### 3 計測ソフトウェア

#### 3-1 開発ソフトウェア概要

レーザセンサにより工具をスキャンしたデータをもとに工具形状ならびにその摩耗状況を視覚的に表すためのグラフィックス表示や工具刃先後退量を算出し、その情報(摩耗の度合いなど)をシステム制御用コンピュータへ受け渡す。

#### 3-2 工具情報のデータベース化とデータの呼び出し

工具の切れ刃がワークに対してどのように接するかで工具摩耗箇所が異なり、工具刃先後退量を算出する位置が異なる。この刃物のワークへの接し方は、使用するホルダに依存する。このことから、加工に使用するホルダ、チップの工具情報を予めデータベースに登録し、算出に必要な条件(角度等)を必要に応じて、工具情報から呼び出し算出する方式とした。また、工具形状寸法等の入力が必要とせ



図9 ホルダ選択画面

ず、画面に表示された形状を選択するだけで、使用工具の詳細(寸法値)を確認することができるようにした。

(図9)

#### 3-3 計測データの取り込み、保存

測定開始、終了位置(計測範囲)、および、測定ピッチを設定し計測装置の動作開始の指令により、パソコンから計測制御装置へ信号が送られ、測定が開始される。測定データは、アンプ、A/Dボードを介し計測用コンピュータに取り込まれる。取り込まれたデータは、計測範囲を配列とした形状解析用データに変換され、ディスクに保存される。

#### 3-4 工具形状のグラフィック表示

ダイアログボックスで選択された測定データファイルを読み込み、工具輪郭とともに256階調の色の濃淡で工具の起伏を表示し、摩耗状態を視覚的に確認することができる。得られた工具画像に対し、その工具の規格寸法値を基に稜線、先端R、中心線を描画し、実際に計測したものと比較を行い、現在のチップの形状変化を算出することにより工具の補正量を算出し、この補正量を上位コンピュータに転送する。(図10)

#### 3-5 工具刃先後退量の算出、予測

後退量の算出は、加工前後のチップ形状を比較することで行う。まず、加工前後の輪郭線を重ね、工具の傾き等を一致させ、次に工具姿勢を元に、ワーク平面に相当する直線を引き、その直線に対して垂直に交わる直線と工具先端Rに接する直線を引く。そして、工具刃先との接点を通る垂線上の摩耗距離を刃先後退量として算出する。

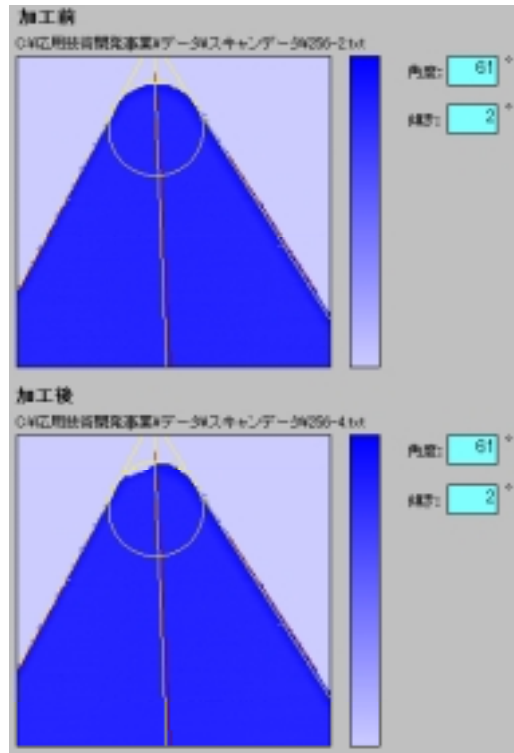


図10 工具形状表示

また、算出した刃先後退量は随時ディスクに保存され、データベースを構築する。そのデータベースの摩耗推移から次回加工終了時の後退量を自動的に予測できるようにした。また、後退量のデータはネットワーク(Ethernet)を介して上位コンピュータに転送される。

## 4 結 論

開発したハードウェアとソフトウェアを組み合わせ、目標性能を満足しているか評価を行った。

n=5の繰り返し計測の結果、工具先端のばらつきは10 $\mu$ m以内であった。

計測精度の確認のため200倍マイクロスコップ(キーエンス、VH-7000)による刃先後退量計測値と比較した結果、最大計測誤差は4 $\mu$ mであった。

以上、目標の性能を満足した計測装置が得られた。今後は、算出した工具刃先後退量から工具補正値を求め、その値をCNCへ送ることで工具摩耗の自動補正を行う。

## 文 献

- 1) 若槻正明,野川健:レーザ変位計による工具摩耗測定、岩手工技セ研究報告、No.4、1997
- 2) 金藤仁,自動計測システムのためのVB6入門、技術評論社
- 3) Visual Basic画像処理プログラミング2D 編, RodStephens、松葉素子、ソフトバンク



## 研削仕上げ加工技術の開発（第2報）\*

飯村 崇\*\*、南幅 留男\*\*\*、若槻 正明\*\*

堀田 昌宏\*\*

現在、機械加工業の海外シフトが進行し、国内で仕事を確保するためには「加工精度を高める」・「短納期化をはかる」・「複雑な加工をこなす」など、海外メーカーにはない独自の技術で、付加価値を高めることが必要となってきた。そこで、加工物の高付加価値化を計るため、金型材やその他の材種に対して鏡面を中心とした超精密研削加工技術の研究を行った。その結果、金型材における曲面の鏡面加工及び金型材以外の各種材料に対する鏡面研削加工が可能となった。  
キーワード：鏡面加工、曲面、セラミックス、超硬合金、パーマロイ

## Development of Finish Grinding Technology ( )

IIMURA Takashi, MINAMIHABA Tomeo, WAKATUKI Masaaki  
and HOTTA Masahiro

We must raise our standard of machining - for example to raise machining accuracy, to shorten machining period and to machine more complex shape, because the manufacturers of machining move to abroad now. So we study high precision grinding, especially to grind mirror surface toward some kinds of material. As a result of study, we can grind curved surface and some kinds of material to mirror surface.

**Key words: mirror surface grinding, curved surface, ceramics, cemented carbides, permalloy**

### 1 緒 言

現在、金型産業等機械加工業の海外シフトが進行し、国内で仕事を確保するためには「加工精度を高める」・「短納期化をはかる」・「複雑な加工をこなす」など、海外メーカーにはない独自の技術で、付加価値を高めることが必要となってきた。そこで当センターでも、H10年度に導入した、超精密成形研削盤を利用し金型材の鏡面加工及び、その他の材料に対する鏡面加工を中心とした精密研削加工実験を行い、研削加工による高付加価値化について検討を行っている。

この様な状況をうけ、今年度は金型材に対する曲面形状の鏡面加工技術と金型材以外の材料に対する鏡面加工技術の2点について検討を行った。

### 2 実験方法

#### 2-1 金型材の鏡面加工

昨年度行った平面の鏡面加工を発展させ、曲面を鏡面に仕上げる方法について検討を行った。今回は基本的な曲面加工を検討するため、砥石を特定の形状に成形し、その形状を加工により転写する「総型研削」による曲面加工を行った。使用した機材を以下に示す。

使用砥石...WA#2000,GC#1000,#600

ドレッサ...NC 首振りドレッサ

(単石ダイヤモンド使用)

研削液...ケミカルソリューションタイプ(50倍)

被加工物...SKD11(DC53)

超砥粒は、平面加工に使用する場合、非常に有効な手段だが、砥石を曲面形状に成形しようとする際、単石ダイヤモンドドレッサ等では成形が困難であり特殊な装置を必要とするため、企業への普及が難しいと考えられる。そこで、今回の曲面形状に関しては一般砥石を使用することとした。また、研削液は、エマルジョン・ソリュブルタ

\* 超精密加工機による加工技術開発(特定産業集積活性化関連機関支援強化事業研究開発事業)

\*\* 電子機械部

\*\*\* 電子機械部(現在 金属材料部)

イブが細粒の砥石を使用した場合、液中の成分が熱により変質し、それが目詰まりの原因となることが昨年の成果からわかっている。そのため、ソリューションタイプを使用した。

2-2 金型材以外の材料の高精度加工

金型に使用されている材料以外にも機械部品などで精密研削加工を必要とする物が、数多く存在する。そこで、機械部品等に利用されている、セラミックスや超硬などの材料に対して鏡面を得るための加工実験を下記条件により行った。

- 被加工物...SiC、WC-Co、パーマロイ
- 使用砥石...SD#1200
- ドレッサ...SUS304
- 研削液...ケミカルソリューションタイプ(50倍)

3 結果及び考察

3-1 金型材の鏡面加工

表1は砥石の研削面をR200の曲面形状に成形し、総型研削加工による鏡面加工を行った際の表面粗さを示している。また、図1は加工サンプルで、表面を4種類の砥石で加工してある。(一つの溝を1種類の砥石で仕上げ加工してある)左からGC#600、GC#1000、WA#2000、WA#120で加工した結果で、左の二つに関しては鏡面が得られており、下に置いた新聞の文字が判別可能なほどきれいに映り込んでいるのがわかる。

表1. 鏡面加工結果(曲面)

砥石の種類	Ry(μm)	Ra(μm)
GC#600	0.183	0.029
GC#1000	0.150	0.019
WA#2000	1.388	0.193
WA#120(参考)	1.644	0.222



図1. サンプルワーク

1) GC#1000及び#600では、ほぼ鏡面を得ることが可能となった。ただし、加工中の加工動力や砥石軸の振動を観察すると、砥石に対する負荷が大きいことが読みとれるので、切り込みや左右送り速度をゆめにして、さらに加工テストを続ける予定である。

また、今回の結果では、いずれの場合も加工したワークの中心部分にわずかながら段差が発生した。これ

は、ダイヤモンドドレッサの摩耗に関連があると思われるが、量産加工に利用することを考えると大きな問題となるため、ドレッサ摩耗量と加工形状誤差の関連について今後検討を行う予定である。

2) WA#2000については、ポーラスタイプの砥石であったため、前後方向に送りを与えない総型研削では砥石の当たり方にばらつきが生じやすかったこと及び砥石摩耗の進行が起こりやすいことが、表面粗さの原因になってしまったものと考えられる。そのため、送りを遅くする、切り込み量を小さくする等の手段で、砥石の当たり方を変化させ、負荷を小さくする事により、良好な加工面が得られるものと推測される。こちらについても今後継続して検討していきたい。

3-2 金型材以外の材料の鏡面加工

表2は各種材料に対し、ダイヤモンド砥石の#1200を用いて鏡面加工を行った結果である。SiC、WC-Coについては、金型材の加工条件に近く、比較的容易に鏡面加工を行うことができた。パーマロイに関しては、材料が柔らかく、金型材等に比べて加工痕が残りやすいことから、左右・前後の送り速度を落とし、なるべく多くの砥粒が加工に関与するような条件で加工を行い、砥粒一つの加工痕が大きく残らないようにすることで、良好な加工面を得ることが出来た。

表2. 鏡面加工結果

被削材の種類	表面粗さ	平面度	ワークサイズ
SiC	0.090		120
WC-Co	0.082	0.46	40x30
パーマロイ	0.088		7

4 結 言

今回の研究から以下のことが可能となった。

- 1) 粒度の細かいGC砥粒を使用し、曲面形状を鏡面加工することが可能となった。これにより、様々な形状の加工を行う際、手仕上げなどを大幅に簡略化でき、形状精度の向上及び加工時間の短縮が可能となる。
- 2) 超砥粒砥石を使用し、金型材以外のSiC、WC-Co、パーマロイについて、鏡面加工が可能となった。

曲面形状の鏡面加工については、今後企業に紹介して技術移転を行っていく予定である。

また、SiC、パーマロイの鏡面加工技術についてはそれぞれ(株)胆沢通信と(株)ミクニアデックに対して成果を紹介し、テスト用部品の加工に使用していただいた。今後も、鏡面加工可能な材料の種類を増やし、より多くの企業に鏡面加工技術を普及して行く予定である。

文 献

- 1) 横川和彦, 横川宗彦: 研削加工のすすめ方, 工業調査会
- 2) 小林輝夫: 研削作業の実技, 理工学社

## 難削材の精密研削加工における効率化\*

飯村 崇\*\*、熊谷 和彦\*\*\*、玉川 公彦\*\*\*

中居 聡\*\*\*

研削加工において、より短時間で加工することを目的に次の内容について研究を行った。

1. 成形研削盤における難削材 (SKD11) 加工の効率化
2. 平面研削盤における難削材 (超硬) 加工の効率化

効率的な冷却と切粉の排出を目的としたスリット溝を有する新開発の砥石を使用した。従来砥石と加工比較を行ったところ、成形研削の場合、従来の4割の時間で加工出来た。また平面研削加工においても、従来砥石の3倍以上の切込量で加工が可能であり、これにより加工時間を従来の5割に短縮可能であることが判った。

キーワード：研削加工、SKD11、超硬合金、スリット

## Improving the High Precision Grinding Technique for Hard Materials

IIMURA Takashi, KUMAGAI Kazuhiko, TAMAGAWA Kimihiko  
and NAKAI Satoshi

For the purpose of shortening grinding time, We study the following themes.

1. To increase the efficiency of grinding for SKD11 with profile grinding machine.
2. To increase the efficiency of grinding for cemented carbide with surface grinding machine.

We use the new wheel which have slit for the purpose of cooling and discharging chip. We compared new wheel with normal wheel. In case of profile grinding, we can finish the grinding for 40% time as normal wheel. In case of surface grinding, the depth of grinding become three times as normal wheel and we can grind for 50% time.

**Keywords: grinding, SKD11, cemented carbide, slit**

### 1 緒 言

近年の金型業界は、グローバル化が益々進み、低コスト・短納期・高精度が要求され、対応できなければ生き残っていけない状況である。そこで、精度の基本である研削加工において、より短時間で加工することを目的に次の2つのテーマに取り組むことにした。

- 1) 成形研削盤における難削材 (SKD11) の側面研削加工の効率化  
プリハードン鋼 (NAK55等) での側面研削に関しては、

一般砥石を用い側面にバックテーパを付ける方法によりほぼ加工出来ているが、難削材 (HRC60程度) の場合、ワーク側面の平面度が出にくい  
角Rが大きくなる

等、加工時間が増加する問題がある。

- 2) 平面研削盤における難削材 (超硬) の段付き平面研削加工の効率化  
超硬の平面研削においてダイヤモンド砥粒の砥石を使用しているが、切込量を多くすると目詰まりを起こしやすい

---

\* アドバンストO R T 研修事業

\*\* 電子機械部

\*\*\* (株)東北パワープロジェクト

く、効率化を妨げる問題がある。

この様な中で、砥石メーカーの片桐製作所からスリット溝を持つ新開発の高強度レジノイドボンドを採用した砥石が発売された。この砥石はスリット溝とチップポケットの大きさ等に特徴があり、効率的な冷却と切粉の排出により研削効率の向上が期待出来ると推測されることから、数種類の砥石を選定し、従来砥石と加工比較を行い、問題解決を目指した。



図1 平面研削用スリット溝入ホイール

## 2 実験方法

### 1) 成形研削における方法

- ・砥石：側面研削用VEホイールで粒度と砥石幅より4種選定
- ・加工形状：図2斜線部を加工

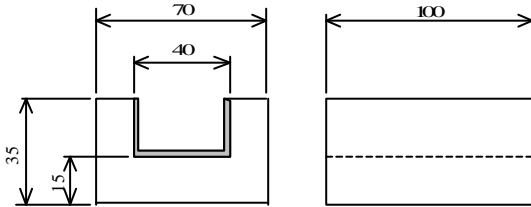


図2 成形研削試料

### 2) 平面研削における方法

- ・砥石：平面研削用VERホイールで荒取り用と仕上げ用を選定
- ・加工形状：図3斜線部を加工

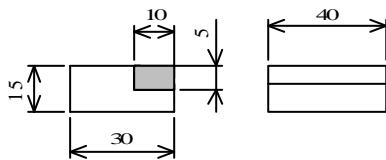


図3 平面研削試料

## 3 実験結果

### 1) 成形研削側面加工

- ・幅10mmと比較すると、粒径が#270まで細くなると加工時間が伸び、効率が悪い。
- ・砥石幅が狭くなると、平面度も多少悪くなり、加工時間もかかる。

- ・ #170幅10mmの砥石がもっとも効果的である。

表1 成形研削結果表

砥石	側面平面度	コーナ-R	加工時間	備考
従来: フリット90 A60J幅10	12 $\mu\text{m}$	0.3 mm	50分	ドレス20回
片桐CBN#140R幅10	4 $\mu\text{m}$	0.16 mm	20分	ドレス1回
片桐CBN#170R幅10	3 $\mu\text{m}$	0.12 mm	20分	ドレス1回
片桐CBN#270R幅10	4 $\mu\text{m}$	0.08 mm	25分	ドレス1回
片桐CBN#170R幅5	5 $\mu\text{m}$	0.12 mm	23分	ドレス1回

### 2) 平面研削加工(プランジカット)

- ・片桐の砥石は、切込量を大きく出来、加工時間短縮が出来た。

表2 平面研削結果表

砥石メーカー	従来(A社)	片桐製作所
荒取用	SDC-170	KDC-170
切込量( $\mu\text{m}$ )	5~10	30~40
仕上用	SDC-400	KDC-400
コーナR(mm)	0.5	0.3
面粗度	1.0S	0.8S
平面度( $\mu\text{m}$ )	1	1
加工時間	4分15秒	2分5秒
備考		

## 4 結 言

成形研削の側面加工の結果をみると、#170の砥石の時平面度が一番良く、加工時間も従来の4割の時間で加工出来た。今回、試料を完成まで行わなかったため明確でないが、平面度 $2\mu\text{m}$ 以下・コーナR0.1mm以下まで仕上げたとすると、もっと大きな効果が期待できる。また平面研削加工においても、従来砥石では切込量を大きくしようとすると、目詰まりを起こしてしまい出来なかったが、新しい砥石では3倍以上の切込量で加工が可能であり、これにより加工時間が5割で可能なことが判った。

以上の結果は、砥石に設けられたスリット溝による効率的な冷却の効果と、より大きなチップポケットによる切粉の排除及び見かけ有効砥粒高さの増大に起因していると考えられる。

今回実験では、成形研削盤の剛性が不足気味だったことと、砥石軸のガタや馬力が不足気味だったことから、側面の平面度を $3\mu\text{m}$ 以下に出来なかった。今後は砥石だけでなく、加工機の精度や加工条件等、研削加工全般を捕らえ、より高精度に、より速く研削出来るよう検討していく。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、砥石選定や加工条件に関する御協力をいただいた(株)片桐製作所 片桐 均氏に感謝いたします。

## 生産管理システムへ移行するための現状分析\* (その3)

若槻 正明\*\*、行方 学\*\*\*

生産管理を効果的に運用するために、企業が内部で持っている特性、あるいは現在の生産管理システムを十分認識した上で、新しい生産管理システムへ移行することが重要である。本研究では、生産管理業務を分析調査した結果に基づいて生産管理の手順を取り決め、新システムへ移行するための機能の詳細と出力帳票について検討した。この結果、企業の実情にあった機能を持つ受注出荷システムを作成することができた。

キーワード：生産管理、生産分析、生産管理システム

### Evaluation of Administrative Production to Replace Manufacturing Management System with Computer

WAKATUKI Masaaki and NAMEKATA Manabu

In order to construct a new management system effectively, it is important that the replacement of manufacturing management system has to be done as the results for investigation of specificity of the factory and legacy management system. This report describes the investigation of the functions for the management system and its output forms, in order to construct a new manufacturing management system due to the jobs for control of manufacturing. Therefore, a new management system for accepting orders and shipments have been constructed, which has an originality and useful to the factory.

**key words: Manufacturing Management, Production Process Evaluation, Manufacturing Management System**

#### 1 緒 言

生産管理を効果的に運用するために、企業が内部で持っている特性、あるいは現在の生産管理システムを十分認識した上で、新しい生産管理システムへ移行することが重要である。本研究では、生産管理業務を分析調査した結果に基づいて生産管理の手順を取り決め、新システムへ移行するための機能の詳細と出力帳票について検討した結果について報告する。

#### 2 システム構築方法

##### 2-1 システムの検討

本研究では、受注～生産計画～進捗管理～出荷を対象とした生産管理システムにバーコードによる進捗管理を取り

入れ、生産管理業務全体をシステム化する。

今回、一度に全てを移行することは困難なことから、次の

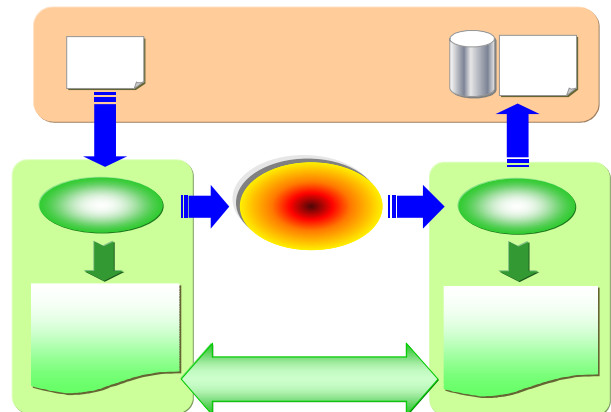


図1 受注出荷管理の概容

\* コンピュータ利用による生産技術のシステム化（技術パイオニア養成事業）  
\*\* 電子機械部  
\*\*\* (株)小林精機

理由により、受注出荷システムのみを移行対象とした。

受注と出荷は生産管理の入口と出口であり、この管理が確立しなければ他の生産管理が成立しない(図1)。

旧受注出荷システムは今後のシステムに連携できない

また、移行の際に現場からの要請によって取り組んでいる品質システム規格 ISO9000s の要求事項による管理手順や帳票もシステムに取り入れた。

## 2-2 生産管理システムの構築

生産管理システムを作成する方法として、システム開発業者に委託する方法、または市販の管理パッケージソフトを購入する方法がある。しかし、これらには以下示す問題点がある。

### (1) 開発委託する場合の問題

- ・時間的に最も早く形ができるが、最も経費がかかる。
- ・希望したシステムにならない可能性がある。
- ・システムの変更に経費がかかる。
- ・不具合がある場合、元に戻すことにも経費がかかる。

### (2) 市販の管理パッケージソフトを利用する場合の問題

- ・ソフトに合わせて業務内容を変更する必要がある。
- ・不要な機能が多く、かといって、必要な機能を全て満たしていない。
- ・カスタマイズはできるが、大きな変更ができない。

これらの理由に加え、生産管理システムは、その業務の変更に伴う処理内容の変更や帳票類の変更が随時必要であることから、新システムは自社開発し、システムの変更が必要になった都度、社内で対応することとした。

## 2-3 使用するデータベース

システムを開発するためのデータベースアプリケーションは数多く市販され、機能・性能・価格などの幅が広い。これらを比較し検討した結果、以下の理由により Microsoft Access2000 で開発することにした(図2)。

価格が安く入手しやすい。



図2 使用データベースソフトの特徴

現在、広く流通し Microsoft Office に同梱され、単体で購入しても3万円程度である。

機能がわかりやすい。

データベース初心者向けに開発され、数多くの解説書籍がある。

扱えるデータ容量が十分であり、新システムの運用に必要な十分な機能がある。

新システムのレコード件数、及び、データ容量は以下に示すとおり基準値より小さく、運用上の問題はない。

#### ・新システムのレコード件数とデータ容量

レコード数：4～5万件×2、1万5千件×1

総データ容量：20Mバイト(システム運用開始時)

#### ・Access2000の限度容量

カタログ値：2Gバイト

#### ・一般のシステム管理者が指摘する実用範囲

限度容量：100Mバイト、レコード数：数十万件

ただし、安全容量・件数は、使用環境・要素により変わる。

#### ・クライアント/サーバー的な管理が可能

Accessではデータとプログラムの分割管理が可能のため、新システムではサーバーPCにDataMDBファイル置き、各クライアントPCのProgramMDBファイルからDataMDBにアクセスする方法を採用。

#### ・新システムのネットワーク構成

サーバー兼クライアント：1台、クライアント：2台

#### ・Access2000は255ユーザーとの同時処理が可能

#### ・レポート出力が容易

Accessによるレポートの印刷は、レポートウィザード機能により、他のデータベースアプリケーションに比べ簡単で、機能的に行える。

#### 将来性がある

Access標準のJetデータベースエンジンによるクライアント/サーバーシステムは、データ容量の増加にともなって応答速度が低下する。この場合、Accessのデフォルト設定であるJetデータベースエンジンをオプションのMSDEデータベースエンジンに設定変更して、SQL文をサーバー側で処理するクライアント/サーバー環境に移行することで処理能力を向上できる。また、サーバーOSとSQL Serverにより、Accessの扱い易さを保持したままAccessMDBファイルを大規模データベースへアップサイジングが可能である。

#### バーコードが使用可能である

標準機能でバーコードコントロールを持っており、今後

生産管理システムへ移行するための現状分析

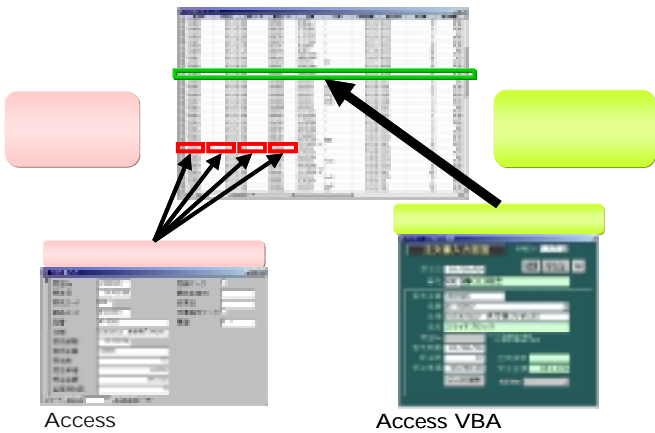


図3 VBAによるフォーム改良

計画しているバーコードによる進捗管理が可能となる。

2 - 4 Accessを使用する場合の問題点

Accessの標準機能で作成するフォームは、テーブルデータベースとダイレクトに結びつき、フォームの各コントロールへの入力と同時にテーブルデータベースのデータが書き換わる。この機能は不特定多数のオペレータが操作する業務用途には、以下の不都合を生じる。

- (1) データ入力時、当該客先に該当品番が存在しない(誤入力等)場合、そのまま誤データが登録される。
- (2) 受注データを変更入力直後、画面を閉じた(入力間違いに気づいた場合等)場合、途中まで変更入力した不完全なデータが登録される。

これらの対策、及び、昨年度に検討した生産管理システムの研究内容・方向性を基にシステムを作成するため、新システムはVBA(Visual Basic for Applications)を使用してプログラムし、操作性を向上するとともに、入力時のエラーチェックを盛り込んだ(図3)。

2 - 5 受注内容の整合性

得意先ごとに注文形態が異なり、各社各様の手順・様式が定められている。その受注情報(受注の流れ、製品の識別方法)を、そのままシステムに入力した場合、以下の管理上の不具合が生じる。

- (1) データの重複、未登録、欠落
    - )部品マスターの重複登録
      - ・完成在庫がそれぞれ別製品として保管・管理される。
      - ・品番で検索した時、先頭レコードのみが表示される。
    - )必要な製品情報が未登録、欠落
      - ・異材、サイズ違い、処理違い等の異品が生産される。
- 旧システムでは、付随データ(型式・サイズ・材質)を品番や品名に付加できるよう、どのような形式の品番・品名でも入力可能にプログラムされていた。このため、このようなマスター登録の重複や、品番にオペレータが独自に作成した存在しない番号が入力できるなど、データの不整合が多発していた。このことから、新システムでは、新たに「仕様」の項目を追加し、「仕様」に型式/材質/サイズ等の製品情報を入力することで、部品マスターの整合性を図った(図4)。

(2) 受注の流れの不具合

通常、客先から正式な発注書による注文がなされた時点で正式な発注があったと判断し、システムに受注入力する。しかし、見積もりから正式な受注に至るまで、客先により発注形態が様々であり、その客先独特の受注手順処理を行う必要がある。このため、オペレータの勘違いによる、受注の重複や受注入力漏れなどが生じることがある。新システムでは、この対策として同一の受注が存在するか確認し、受注の重複や漏れを防止するための処理を追加した。仮発注書による受注の場合、客先側の発注番号が不確定(未記載)のまま受注となるが、客先の発注番号確定後の正式注文書の入力時に、仮受注の段階での入力データと重複しないよう、システム登録済みの警告メッセージを出す。

2 - 6 受注データの削除処理

客先からの発注キャンセルや受注の取消し、入力ミスなどが生じた場合、受注データの削除処理が必要になる。一般のAccess解説書籍では、データの削除方法として実際に該当レコードを削除する方法を紹介している。しかし、この処理方法でシステムを運用した場合、該当データを削除した後に、受注業務上の問題が発生することがある。

オペレータが削除するデータを間違える。

営業担当者がオペレータに間違った削除指示を出す。これらの不具合が生じた場合、本来削除すべきデータを検索するため、システムの受注残データと客先からの注文書

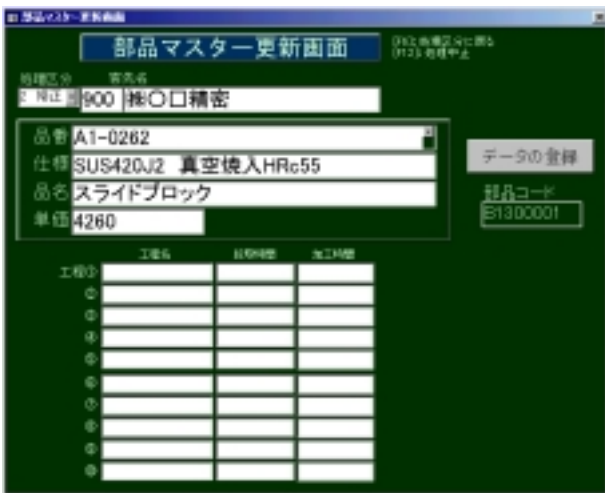


図4 部品マスター登録

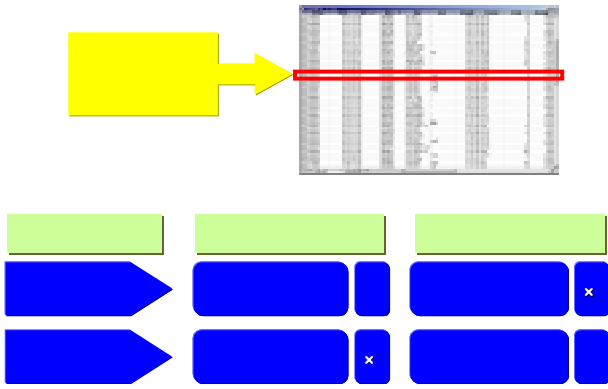


図5 受注データ削除

(紙ファイル)の整合性を1件ずつ目視確認する非効率業務が発生する。このことから、新システムでは、直接レコードを削除するのではなく、「履歴」フィールドを追加し抽出フィルタにより削除マークのあるレコードを論理的に消去する処理を施した。したがって、通常業務ではオペレータから削除データは見えなくなり、また、これが必要な場合は履歴フィールドの抽出を逆にして削除データのみが表示が可能となるようにした(図5)。

#### 2-7 出力する帳票

(株)小林精機で取り組んでいる品質システム規格ISO9000は、製品の品質について定めた規格であり、特に、各作業の実施記録と検査記録の管理が要求されている。生産管理業務では主に次の実施事項がある。

- (1) 材料・外注加工の発注受入の記録として注文書/納品書、最終検査で出された出荷許可、客先へのお荷記録として納品書を保管・管理する必要がある。
- (2) 製品を次工程に流す場合、その工程内の検査が合格していなければ次工程に移動できない。
- (3) 製品のトレーサビリティ(遡及追跡)として、納品書1枚の情報から出荷履歴、最終検査、外注発注/受入、工程内検査、材料発注/受入、生産指示履歴を追跡できるように記録を管理する必要がある。

これら、3項目を単純に実施すると、管理帳票類の数が膨大となり業務の改悪となる。このことから、1枚の帳票でISO9000の要求項目を網羅するため、新システムから出力する生産指示書(トラベルシート)のフォーマットを検討した。一方、在庫出荷は検査が不要なため、生産指示書と異なるフォーマットの指示書(作業票)とした。

#### 【トラベルシート】

A4用紙1枚の中に、生産指示書、作業記録、出荷記録、検査記録表を組み込む。この1枚で生産指示から梱包出荷までを網羅し、細かな帳票をその都度見なくともトレーサビリティが取れる。また、工程の進捗、及び各工程の検査

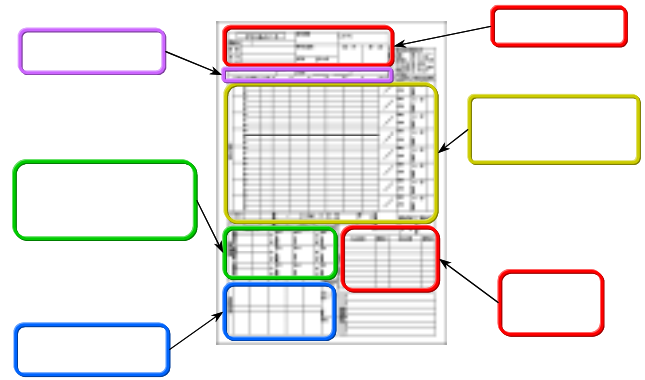


図6 トラベルシート



図7 作業票

の状態が一目瞭然に確認できる(図6)。

#### 【作業票】

これまで使用していた作業票に合った作業指示書と作業実績に加え、在庫出荷の記録を追加したフォーマットに作りかえ、ISOの要求事項に対応させた(図7)。

### 3 結果

企業の実情にあわせ、以下の4項目の機能を持つ受注出荷システムを作成することができた。

- (1) データ入力後、エラーチェックしてから一括で書き込むことが可能となるフォームを作成した。
- (2) 全ての取引先の発注形態と社内データとの整合性を取り決めた。また、製品の付随データを「仕様」に統一し、データを整理した。
- (3) 一旦書き込みした受注データは修正のみを可能とし、全ての受注履歴を残す。削除機能はデータが隠れるように処理することで対応した。
- (4) 生産指示書は、検査記録なども含めて「トラベルシート」1枚で出力する。

#### 文 献

若槻正明,行方学:生産管理システムへ移行するための現状分析、岩手工技セ研究報告、1999&2000



## 3次元人体形状スキャナーの開発\*

長谷川 辰雄\*\*、中村 吉信\*\*\*

多品種・適量生産の現状において、個人ごとの要求に合った製品が求められている。本研究では靴製造の新たな手法として、靴専用のCADを開発した。個人にフィットした靴の制作の現状は、数力所の必要な寸法を計測することで行われている。この数力所を自動計測する装置は現在開発中であるが、計測後の数力所のデータから靴型のCADデータを制作するには、手作業により多大の時間を要する。そこで、必要な数力所のデータから簡単に靴型を生成するCADを開発した。これによって、靴型のCADデータ制作の時間短縮が可能となった。

キーワード：靴型、CAD、自動計測

## Development of 3D Scanner for Measurement of Human Body

HASEGAWA Tatsuo and NAKAMURA Yoshinobu

Various products that fits in individual are required in flexible manufacturing system. We developed a new CAD software for shoes design. The produce shoes that best-suited to individual size is that measuring necessary a few point of human feet. The 3D measurement instrument is under development. But, it has much time to design shoe-form with a few measurement point from the 3D measurement instrument. In this reports, we described the development of the original three-dimensional CAD system for easy-to-puroduce shoe-form.

**key words: shoe-form, CAD, Automatic measurement**

### 1 緒 言

一定規格の大量生産による低コストの製品が主流となっている現状において、靴、衣服、医療用具など、人が身につける物に関して、個人にフィットした製品が望まれている。特に装具などの医療福祉器具などは、自身の形状にフィットした製品が望まれている。このような現状から、人体の形状計測から製品製造までの工程を効率よく進める技術が重要である。現状の人体の形状計測は人手による計測が一般的であるが、人体用の自動計測器も市販されているが普及していない。理由は高額の他に、計測からCADデータを完成するまでに長時間を必要とすることにある。このことから、本研究では、計測からCADデータを生成する過程の中で、CADの操作に注目し、より簡単に目的とする形状を描くことができないかを検討した。即ち、目的の形状を直接描くのではなく、基準となる線を動かすことで形状を変形させる手法を開発した。基準線は形状との幾何情報の関係を持つので、基準線の移動により形状が変形することから、始めから直接形状を描くよりも、基準線の移動だけで形状を描くことが可能となる。

### 2 開発方法とその構想

#### 2 - 1 開発

開発するCADは、基準線と呼ばれる線と、描画する形状との間に連携情報を構築する。本CADの基本構成は、以下に示す3つの基本機能からなる。

#### Pattern CAD

形状の基本原型と基準線の情報を格納したCAD情報データベース

#### Proportion CAD

数力所の3次元計測値を元に、Pattern CADから必要な形状を読み込み、測定器で計測した数力所の3次元計測値をパラメータとして与えることで、目的の形状を生成するCAD

#### Gestalt CAD

上記のPattern CADとProportion CADの機能を統合化するための環境

\* 技術パイオニア養成事業

\*\* 特産開発デザイン部

\*\*\* (株) でん

2-2 幾何計算プログラムの作成

プログラムはWindows系の言語に制限されないDLL(Dynamic Link Library)に基本的な幾何計算ルーチンを開発する。これによって、Visual BasicやVisual C++<sup>1)</sup>の両方の言語から開発した幾何計算ルーチンを使うことができる。DLLは、メインプログラムからコールされて実行されるが、コールされた時点でコンピュータ上のメモリにロードされる。DLLを使用しないアプリケーションプ

ログラムは、プログラムのすべてがコンピュータ上のメモリに常駐するために、使用されないプログラムもメモリ資源を使っていることになる<sup>2)</sup>。このことから、DLLプログラムは、コンピュータのメモリ資源を有効に使用する手段となる<sup>3)</sup>。開発したDLLプログラムを図1及び図2に示す。図1は平面及び立体の二点のピタゴラスの定理をDLLプログラム化したものである。Geometry DLL仕様の箇所は、関数pitago2d()と関数pitago3d()という名前のDLLプログラムの宣言と、その引数パラメータの宣言を行っている。pitago2d()は、2次元の点(px1,py1)と(px2,py2)の2点を入力引数とし、その距離を計算するプログラムである。pitago3d()は、3次元の点(px1,py1,pz1)と(px2,py2,pz2)の2点を入力引数とし、その距離を計算するプログラムである。図2は楕円上の二点から長径と短径を求めるDLLプログラムである。Geometry DLL仕様の箇所は、ellipse\_r()という名前のDLLプログラムの宣言と、その引数パラメータの宣言を行っている。ellipse\_r()は、楕円上の2点(x1,y1)と(x2,y2)を入力引数とし、楕円の長径及び短径を計算し、それぞれa,bに値を返す。

```

Geometry DLL 仕様
//平面の二点のピタゴラスの定理
GEOMETRY_API double __stdcall pitago2d(double px1, double py1, double px2, double py2);
//立体の二点のピタゴラスの定理
GEOMETRY_API double __stdcall pitago3d(double px1, double py1, double pz1, double px2, double py2, double pz2);

//平面の二点のピタゴラスの定理
GEOMETRY_API double __stdcall pitago2d(double px1, double py1, double px2, double py2)
{
    double L1, L2, L3, L1s, L2s, L3s;
    L1=fabs(px1-px2);
    L2=fabs(py1-py2);
    L3=fabs(sqrt(px1-px2);
    L1s=L1*L1;
    L2s=L2*L2;
    L3=sqrt(L1s+L2s);
    return L3;
}

//立体の二点のピタゴラスの定理
GEOMETRY_API double __stdcall pitago3d(double px1, double py1, double pz1, double px2, double py2, double pz2)
{
    double L1, L2, L3, L4, L5, L1s, L2s, L3s, L4s, L5s;
    L1=fabs(px1-px2);
    L2=fabs(py1-py2);
    L3=fabs(pz1-pz2);
    L1s=L1*L1;
    L2s=L2*L2;
    L3s=L3*L3;
    L4=sqrt(L1s+L2s);
    L5=sqrt(L4s+L3s);
    return L5;
}
    
```

図1 ピタゴラスの定理計算

```

Geometry DLL 仕様
//楕円上の二点の座標から長径と短径を求める
GEOMETRY_API void __stdcall ellipse_r(double x1, double y1, double x2, double y2, double *a, double *b);

//楕円上の二点の座標から長径と短径を求める
GEOMETRY_API void __stdcall ellipse_r(double x1, double y1, double x2, double y2, double *a, double *b)
{
    double as, bs;
    if(x1==0)
    {
        as=fabs(y1);
        bs=fabs(y2);
    }
    else if(y1==0)
    {
        as=fabs(x1);
        bs=fabs(y2);
    }
    else
    {
        as=sqrt((x2-y1-x1+y2)/(y1-y2));
        bs=sqrt((x1+y2-x2+y1)/(x1-x2));
    }
    *a=fabs(as);
    *b=fabs(bs);
}
    
```

図2 楕円上の二点から長径と短径を求める

2-3 3次元計測用座標変換プログラムの作成

開発中の3次元計測器は、複数台のカメラを使い、三角測量によって計測する。このとき、カメラの位置と角度が既知でなければならない。カメラの位置及び角度を算出するために、指標となる寸法既知形状の対象物を撮影して行われる。この作業は、カメラ位置のキャリブレーションと呼ばれ、画像処理による計算で求められる。図3に、このキャリブレーションに必要な座標変換DLLプログラムを示す。convert\_xy()は、撮影した指標(マーカ)からカメラまでの距離、角度を入力パラメータとし、カメラ原点で計算されている3次元計測値をマーカ原点に変換するプログラムである。

```

Geometry DLL 仕様
//二台のカメラで計測した結果を world 座標に、座標変換する
GEOMETRY_API void __stdcall convert_xy(int pnum, double p[2][2], double o1, double angle1, double rx, double ry, double rz, double ph[2]);

for(int i=0; i<pnum; i++)
{
    p[i][2]=p[i][2]-o1; //カメラからマーカに原点を移す
    //カメラ間の平面上、Z軸軸方向の回転変換
    rotate_p(0, 0, p[i][0], p[i][1], angle1, &p[i][0], &p[i][1]);
    rotate_p(0, 0, p[i][0], p[i][1], rz, &p[i][0], &p[i][1]); //Z軸方向の回転変換
    rotate_p(0, 0, p[i][0], p[i][2], ry, &p[i][0], &p[i][2]); //Y軸方向の回転変換
    rotate_p(0, 0, p[i][1], p[i][2], rx, &p[i][1], &p[i][2]); //X軸方向の回転変換
    ph[i][0]=p[i][0];
    ph[i][1]=p[i][1];
    ph[i][2]=p[i][2];
}
    
```

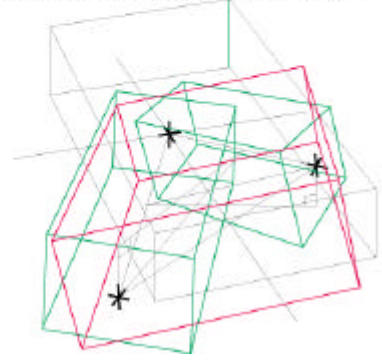


図3 座標変換プログラム

### 3 実験結果

開発したDLLプログラムの実行結果を図4に示す。図4は統合環境のためのPattern CADの初期実行画面である。メインプログラムをVisual Basicを使って作成し、幾何計算のDLLプログラムを呼び出して実行した。ここで設計した対象物は靴型である。開発したCAD環境は、ワイヤーフレームデータとして構築されるが、面を生成する機能が無いため、市販CADのLightWave3Dの機能で面を生成した。図5にその結果を示す。図6は、面を構成した足形の表示をシェーディング表示した結果である。

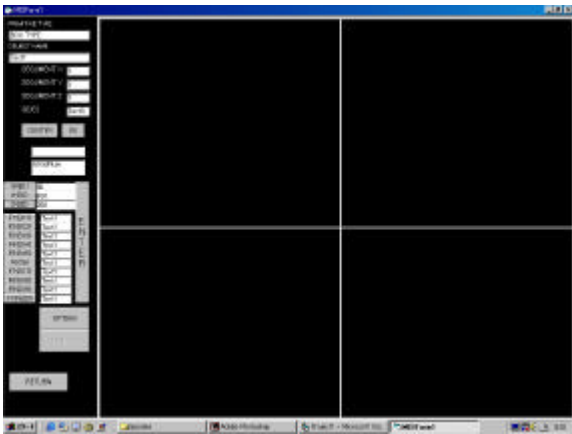


図4 開発CADの実行画面

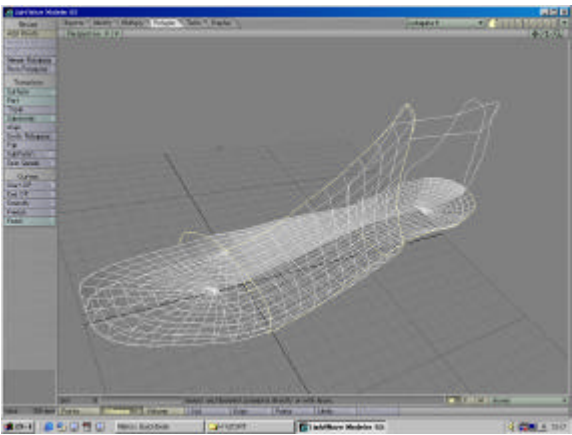


図5 靴型データの面の生成

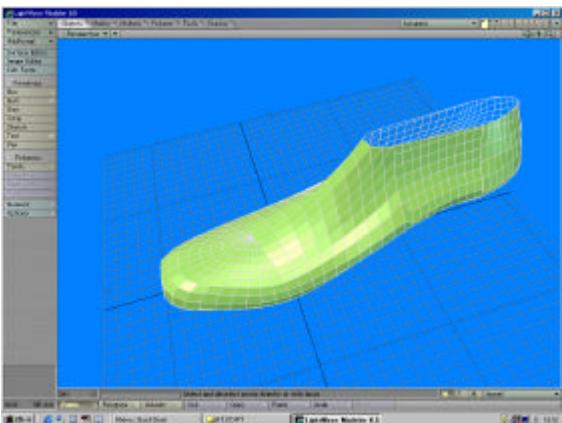


図6 靴型データのシェーディング表示

### 4 開発手法システムの特徴

開発したCADは、3次元のワイヤーフレームのデータを生成する。Gestalt CAD及びPatter CADは平面や曲面を生成する機能を備えていないため、LightWave3Dの機能で面を構築した。本システムは、図7に示すような少数の点をカメラで撮影して、その計測値を元に、開発したCADで靴型を設計する。既知の座標点数が少数である形状に平面や曲面を構築する作業は、ポリゴン生成とよばれ、様々な手法が提案されているが、プログラミングに高度な技術を必要とする。開発したCADはポリゴン生成の機能を有していないが、必要に応じて実装する予定である。

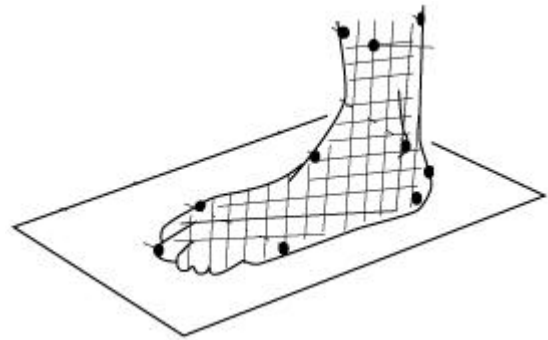


図7 靴型データのシェーディング表示

### 5 結 言

コンピュータのメモリ資源を有効に活用するDLLプログラミングにより、独自のCADシステムを構築することができた。実験ではメインプログラムをVisual Basicで行っているが、Visual C++<sup>4)</sup>でもDLLプログラムの実行を確認した。システム全体としては、3次元計測器からの計測データを、開発したCADに取り込んで設計し、CAM (Computer Aided Manufacturing)で試作、加工を行う流れとなっている。測定器は現在開発中であり、今回開発したプログラムと統合化<sup>5)</sup>してシステムを構築していく予定である。

### 文 献

- 1) 桜田幸嗣, 田口景介: Visual C++5.0 プログラミング入門, アスキー, 1998
- 2) 横井与次郎: Visual C++5.0 パワープログラミングソフトバンク, 1996
- 3) David J. Kruglinski: Inside Visual C++ Version 5, アスキー, 1998
- 4) 林晴比古: 新 Visual C++ 5.0 入門, ソフトバンク 1998
- 5) 石塚圭樹, 横手靖彦: オブジェクト指向プログラミング, アスキー, 1993

## 放電加工を利用した高精度モールド技術の開発（第1報）\*

和合 健\*\*、飯村 崇\*\*\*、鄭 鋼\*\*\*\*

近年、プラスチック部品への要求は、単純形状ではなく、複雑形状が多くなっている。そこで、放電加工による金型製造技術を向上させ、形状の複雑なプラスチック部品を作ることを目的として研究を行った。尚、加工形状としては、プラスチック部品において難易度の高く、比較評価が行いやすい歯車を対象としている。その結果、放電加工を用いることでモールドにおける加工時間の短縮と加工精度の向上が可能となった。

キーワード：プラスチック、金型、放電加工機、歯車

## Development of High Precision Manufacturing Technique Using Electro Discharge Machine (EDM) For Mold (I)

WAGO Takeshi, IIMURA Takashi and TEI Kou

Recently, the demand for plastic parts becomes complex form. So we studied to improve manufacturing technology with EDM and to make complex form plastic parts. In this report, we study plastic gear because it is hard to make and easy to estimate. As a result, we can shorten machining time, and improve machining precision.

**Key words: plastic, gear, mold, electro discharge machine**

### 1 緒 言

複雑な形状を作りやすく多くの特性を有するプラスチックは広い分野の多種用途における部品として使用されている。県内でも、プラスチック部品製造の際、金型内のキャビティに熱で溶けたプラスチックを高速に流し込み、キャビティの形状を転写する射出成形を多くの企業で行っている。

近年、このプラスチック部品への要求は単純な形状の部品ではなく、ある何らかの機能が付加された複雑形状部品の要求が多くなっている。これは、出来る限り少ない部品で複数部品と同等以上の機能を果たすため、小型化・軽量化が多くの製品に求められていることの表れである。しかしながら、プラスチック部品の作り方、特に金型の作り方は以前からの方法と何ら変わっていない。複雑形状・高精度になることでコスト性・納期期間の増大が課題になりつつある。

そこで本研究は、高精度・低コスト・短納期要求に対応できると思われる放電加工による金型製造技術を向上

させることを目的とする。なお、プラスチック部品については難易度が高く、比較評価が行いやすい歯車を対象として研究を行っている。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 ワイヤー放電による歯車金型

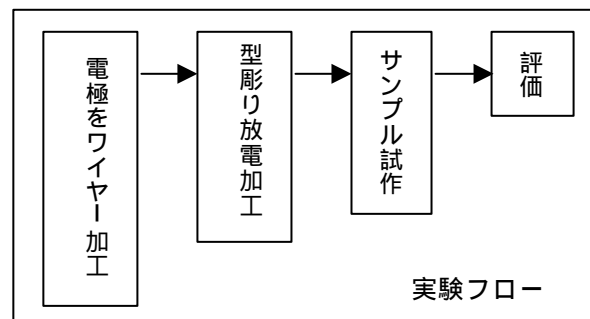


図1 実験フロー

\* 技術パイオニア養成事業  
\*\* 商工労働観光部 産業振興課（元 企画情報部）  
\*\*\* 電子機械部  
\*\*\*\* (株)ニュートン 開発グループ

ワイヤー放電加工機にて金型キャビティを加工し、評価を行った。

2-2 ワイヤー放電+型彫り放電による歯車金型

ワイヤー放電加工機にて加工できない歯車は図1に示すプロセスで加工、評価を行った。

尚、既存技術では切削加工にて型彫り放電電極を作成している。

3 実験結果

加工したサンプル及び結果を図2, 3に示す。

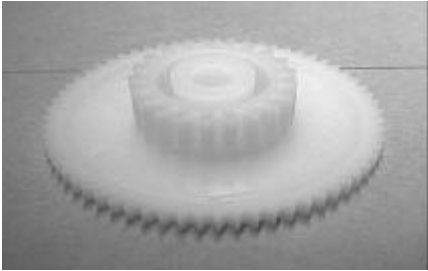
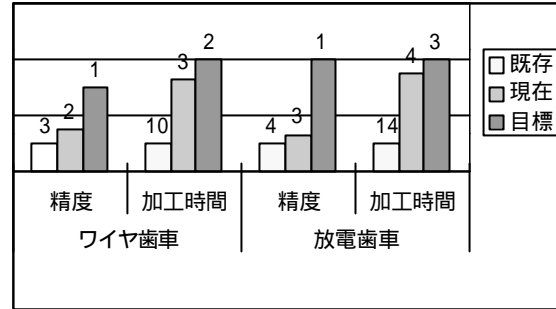


図2 段付き歯車サンプル

図3は、実験前後における精度及び加工時間である。加工時間・加工精度とも、大幅に改善されていることが解る。ただし、まだ目標とするレベルを完全に満足しているわけではない。



精度は歯車規格(級)表示、加工時間は日数表示

図3 加工精度及び加工時間

4 結 言

今回の成果からモールド金型製造技術において、加工時間の短縮と精度向上がワイヤー放電加工により可能であることがわかった。特に加工時間の短縮によりコスト性に優れた方法である。一方、精度の向上が認められたものの目標値に対してはやや不十分である。今後はより精度を向上する点を重視しテストを行う予定である。

今回の ORT 事業の課題である“高精度モールド歯車製造技術の開発”は、企業内秘密に関係するものであるため、報告は一部内容を割愛した。

## 福祉機器の人間工学的評価\*

藤澤 充\*\*、長嶋 宏之\*\*\*

人間工学的手法による福祉機器の客観的な評価を目的に、平成10年度ものづくり試作開発支援センター整備事業により導入した解析装置類を活用して、県内企業が開発したシャワー式介護入浴装置の保温性評価と椅子からの立ち上がり動作解析を実施した。その結果、本入浴装置による優れた血行促進効果を実証し、立ち上がり動作の基本的なメカニズムを把握した。

キーワード：福祉機器、シャワー式介護入浴装置、立ち上がり動作、人間工学

## The Ergonomics Evaluation of Auxiliary Instruments

FUJISAWA Mitsuru and NAGASHIMA Hiroyuki

In order to evaluate auxiliary instruments objectively by ergonomics method, we evaluated a heat retention effect after bathing in shower care bath which developed by a company in Iwate and analyzed motion rising from chair by some analysis system introduced in 1999. As a result we proved that the shower care bath improved the circulation of the blood superiorly, and understood the basic mechanism of motion rising from chair.

keywords : auxiliary instruments, shower care bath, rising from chair, ergonomics

### 1 緒 言

現在、様々な福祉用具・機器が開発され市販されているが、それらの使いやすさや十分な効果があるのかを人間工学的な手法により客観的に評価した事例は少ない。

そこで、平成10年度「ものづくり試作開発支援センター整備事業」により導入した福祉機器・用具評価のための設備(動作解析、生体解析)等を活用して、県内企業が開発したシャワー式介護入浴装置の保温性を血流値と体表面温度の2種類のデータで検証し、加えて来年度に評価を予定している起立補助椅子の効果を確かめる前実験として、基本的な椅子からの立ち上がり動作を解析したので、その経緯について報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 シャワー式介護入浴装置の保温性評価

実験は、22才の健康な男性被験者(海水パンツ着用)に対して、洋風バスタブとシャワー式介護入浴装置に各々5分間(約40分)入浴中及び入浴後の額と足親指の血流値の変化と、入浴後の体表面熱画像を直後から10分おきに20分後(40分後)まで計測し、その結果画像を比較した。

まず、被験者には、測定開始の2時間以上前に食事を取ってもらい、横になった安静状態で初期状態としての血流値と体表面熱画像を計測した。なお、体表面熱画像

を測定する以外はベッドに横になって休んでもらった。

#### [ 使用機器 ]

生体計測システム(日本光電工業製 WEB-5000、アドバンス製 ALF21 × 2台)：血流値計測  
サーマルビデオシステム(日本アビオニクス製 TVS-2000)：体表面熱画像記録  
処理ソフト：VIMUTAS (多用途生体情報解析)、PicEdAvio(熱画像解析)  
機器調整 血流値 - 電圧換算、熱画像計測距離

#### [ 測定条件 ]

被験者 22才健康男性1名  
測定場所 企業内ショールーム  
測定環境 開始：室温28℃、湿度45%  
終了：室温25℃、湿度69%  
測定者 5名(職員2名、講師1名、企業2名)

#### 2-2 椅子からの立ち上がり動作解析

臨床歩行分析研究会が提唱する関節モーメント法<sup>1)</sup>を用いて「椅子からの立ち上がり動作解析」を実施した。

即ち、最初に人はどのようなメカニズムで椅子から立ち上がっているのかを足を後に引いた立ち上がりによる楽な姿勢(膝角度：110度)からの立ち上がりで解析し、次に膝関節可動域制限を考慮して、足を若干投げ出した厳しい姿勢(膝角度：70度)からの立ち上がりと比較してみることとした。それら姿勢の概略を図1に示す。

\* 人に優しい福祉機器の開発(福祉機器開発事業)：福祉機器開発プロジェクト

\*\* 電子機械部、\*\*\* 木工特産部(現在 特産開発デザイン部)

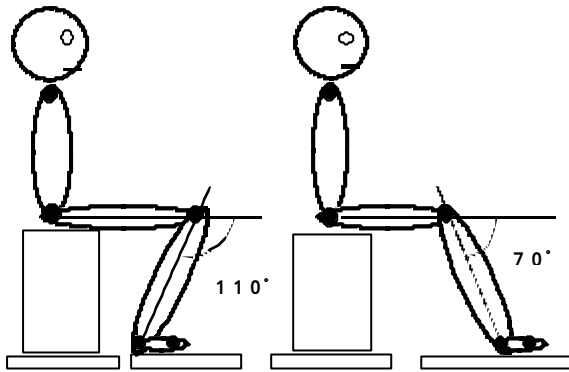


図1 立ち上がり前の姿勢(膝角度: 110°, 70°)

具体的な実験としては、被験者の肩峰、股関節、膝関節、足関節、第5趾MP外側にマーカーを付け、三次元動作解析装置で関節位置を計測し、2枚の床反力計上には椅子の足を乗せ、あと2枚の床反力計上には左右の足を乗せて床反力を計測した。

[ 使用機器 ]

三次元動作解析装置(Oxford Metrix Vicon512) :  
 マーカー座標計測  
 床反力計(AMTI) 4枚: 床反力測定  
 処理ソフト: ワークステーションソフト(3次元座標化)、Diff(モーメント・パワー計算)、Excel(グラフ表示)

[ 測定条件 ]

被験者 20代健康常男性1名  
 測定場所 青森県立保健大学 運動学実習室

3 実験結果及び考察

3-1 シャワー式介護入浴装置の保温性評価

計測した血流値と体表面熱画像の生データを各々図2~6に示す。

図2と図3は、生体情報解析ソフト VIMUTAS で記録した血流値の変化である。

足親指の血流値(図2, 3下段)で比較すると、入浴時はシャワー式介護入浴装置と洋風バスタブともに30~35ml/min/100gとどちらも高い値を示すが、シャワー式介護入浴装置が10分後から40分後までなだらかな減少を示すのに対して、安静な初期状態とほぼ同じ10~15ml/min/100gに戻るまでの時間は、シャワー式介護入浴装置40分:洋風バスタブ10分と明らかな差が出た。

なお、額の血流値(図2, 3上段)は入浴中は20ml/min/100g位まで上昇するが、それ以降は10~15ml/min/100gの間で実験中を通じてほとんど変わりがなかった。額にセンサを付けた理由は、人は温まると額から汗が出るためであるが、付ける位置が不適切だったが、被験者による個人差なのかもしれない。いずれにしてもそれらを確認した上で実験すべきであった。

それに対して、足が温まるということは熟睡に関係するので、足親指は重要な測定点である。

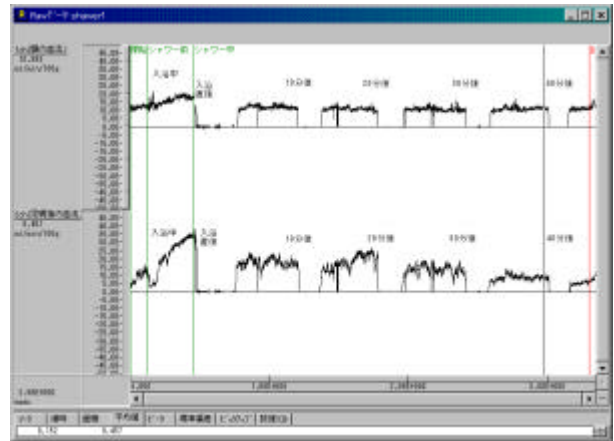


図2 シャワー式介護入浴装置入浴時の血流変化 (上段: 額、下段: 足親指)

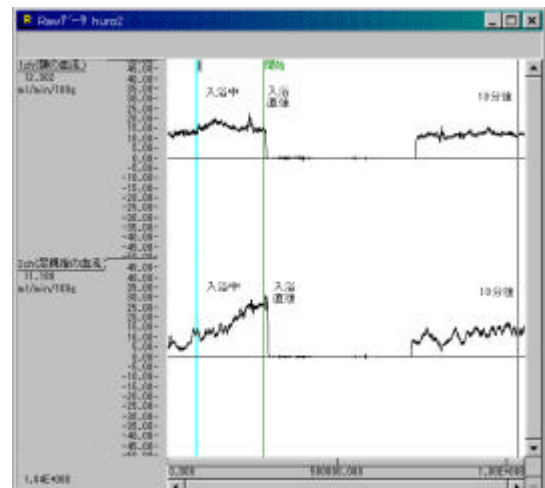


図3 洋風バスタブ入浴時の血流変化 (上段: 額、下段: 足親指)

一方、体表面熱画像に関しては、測定精度の関係から上半身と下半身に分割して計測した。図4~6は、サーマルビデオシステム本体のFDに記録したデータを熱画像解析ソフト PicEd Avio でマルチ表示した体表面熱画像である。

その結果、特に入浴直後の全体的な温度分布(図4と図5の上段)にかなりの差が出ており、特殊シャワーによる血行促進作用に顕著な差が現れている。また、20分後(図4と図5の下段)では胴体の差は少ないが、脚部や手足の先に大きな差が出ており、シャワー式介護入浴装置入浴後の40分後(図6の下段)と洋風バスタブ入浴後20分後(図5の下段)の画像がほぼ似かよっている。

通常、寝たきりの人は自分で身体が動かせないことが多く、ベッドと身体との間が密着しているため、血行が悪く床ずれができやすい状態にある。そのような場合に、本入浴装置が威力を発揮する。即ち、寝たまの状態で入浴者の身体的負担も少ない短時間(約5分)で十分に身体が暖まり、血行がよくなるので、床ずれの予防及び治療に効果的であり、更に介護者の負担も軽減される。

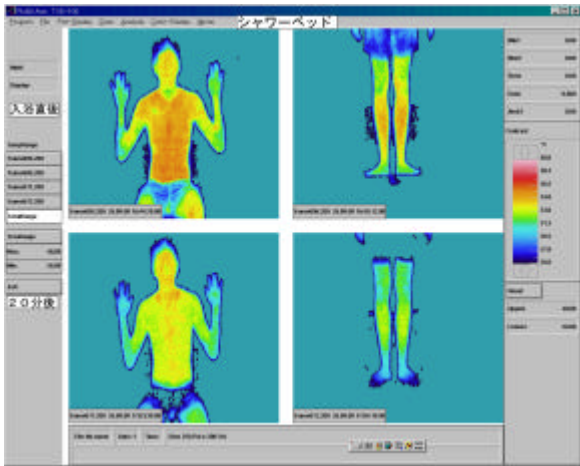


図4 シャワー式介護入浴装置入浴後の熱画像

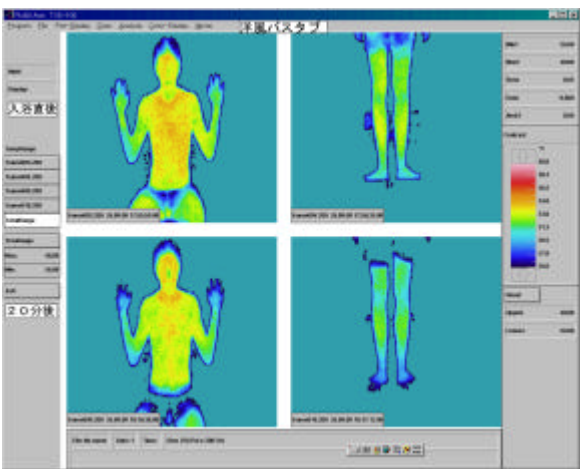


図5 洋風バスタブ入浴後の熱画像

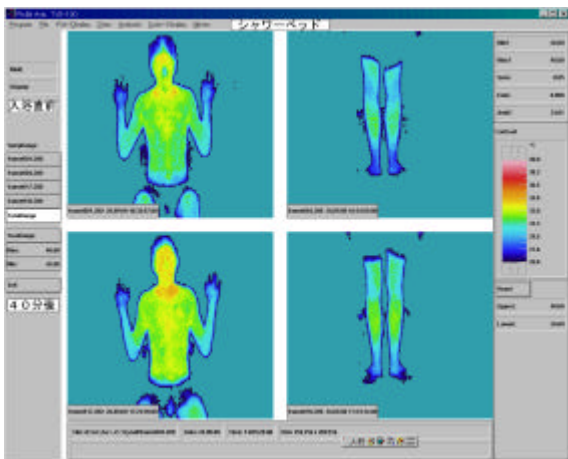


図6 シャワー式介護入浴装置入浴40分後の熱画像

### 3-2 椅子からの立ち上がり動作解析

起立動作は図7に示すように、大きく3相に分けることができ、相は立ち上がり動作開始から離殿まで、相は垂直重心速度が0となる時点まで、相は立ち上がり終えて前後の微調整が終了し、水平重心速度が0となる時点までと定義した。図の横軸は時間経過、縦軸は速度や力を表している。また、図8と9では、横軸は時間

経過であるが、縦軸は関節モーメント(単位: N・m)であり、外から曲げようとする力に関節が対抗する力「関節トルク」を意味する。

初期姿勢の膝関節角度の違いにより、モーメントやパワーのタイミングや大きさ、重心速度と重心軌跡がかなり異なることがわかった。足を後に引いた立ち上がり(楽な姿勢(膝角度: 110度)からの立ち上がり(図8)では、股関節も膝関節もほぼ同時に働いているが、膝関節に掛かる力が股関節に掛かる力よりも大きい。それに対して、足を若干投げ出した厳しい姿勢(膝角度: 70度)からの立ち上がり(図9)では、股関節に掛かる力のはるかに大きく、膝関節にはタイミングが遅れてその約半分の力しか掛かっていない。撮影した映像やマーカ軌跡を見ても、後者の場合には、反動を利用した上半身のかなりの前傾が見られる。また、無理な姿勢から立ち上がると、足と膝関節がショックアブソーバの働きをして、前に行き過ぎた重心を後に戻している現象も見える。

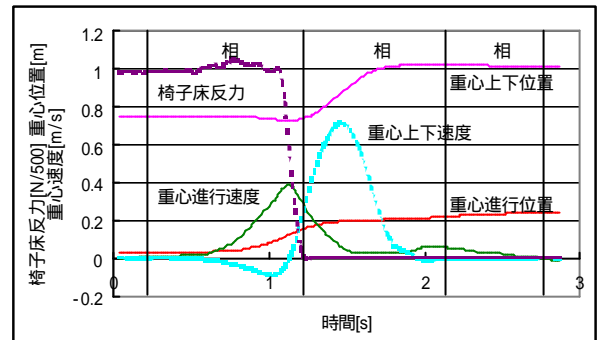


図7 起立動作の層分け

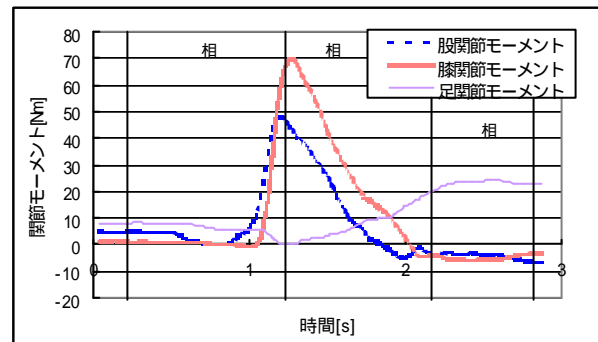


図8 楽な姿勢(膝角度: 110度)からの立ち上がり

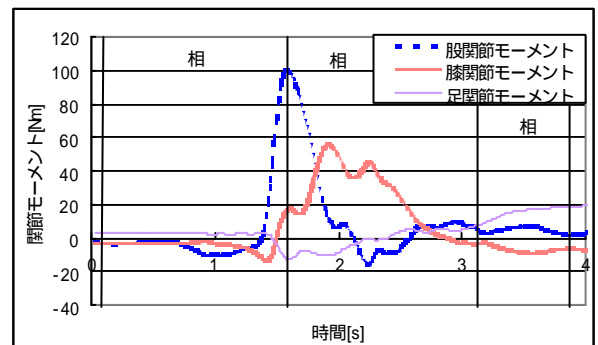


図9 厳しい姿勢(膝角度: 70度)からの立ち上がり



## 4 結 言

### 4-1 シャワー式介護入浴装置の保温性評価

血流値と熱画像ともにシャワー式介護入浴装置では洋風バスタブよりも長時間高い値と温度分布を示したことから、シャワー式介護入浴装置による入浴がよりよい血行促進効果があり、保温性が高いことが確認できた。

今回は予備実験的な位置づけとして実施したため、十分なデータを採取することができなかったが、入浴直後からの時間経過による血流値の減少傾向と体表面位置温度分布変化の様子を把握することができた。

今後は次のような課題をクリアしながら、追加実験を実施したいと考えている。

- ・被験者を20代だけでなく、30代以降に対しても実験すること(できれば女性も)
- ・血流値計測部位を額の位置を変えて実験してみること(変化がなければ手の指先に変更)
- ・サーマルビデオシステムの距離と精度の関係を明確にすること
- ・他社のシャワー式介護入浴装置との比較をすること

### 4-2 椅子からの立ち上がり動作解析

三次元動作解析装置と4枚の床反力計から測定されたデータを基に、表計算ソフトにより求めた各部位の関節モーメントやパワーから初期姿勢の膝関節角度の違いに

よる各関節の動きのタイミングやメカニズムを理解することができた。

次年度には、これまでの実験を参考にして、当センターで購入した起立補助椅子を使用して立ち上がったときの動作を同様な手法により解析し、その効果を確認する予定である。

今後これらの生体解析や動作解析技術を当センターで試作した段差解消車椅子や木製福祉用具の評価のために役立てていきたいと考えている。

## 謝 辞

生体計測についてご指導をいただいた岩手大学工学部福祉システム工学科の一ノ瀬充行教授と長時間の実験に耐えていただいた22才の男性被験者をはじめ、実験補助として終始ご協力をいただいた社長と工場長に感謝いたします。また、動作解析についてご指導をいただいた神奈川県総合リハビリテーションセンターの江原義弘先生、東北大学大学院の山本澄子先生をはじめ、スタッフの皆さんに感謝いたします。

## 文 献

- 1) 臨床歩行分析研究会 編：関節モーメントによる歩行分析、医歯薬出版、1997

## 自力外出支援型車椅子の試作\*

米倉 勇雄\*\*、高橋 民雄\*\*\*、堀田 昌宏\*\*\*\*  
高橋 幾久雄\*\*、藤澤 充\*\*\*\*

車椅子生活者の自力外出支援を目的として、市販の車椅子の改造を試みた。主な改造点は、段差乗り越えとスロープでの省力登坂および後退防止機構の付加であり、まだ改良を要する部分もあるが、概ね良好な成果が得られた。

キーワード：福祉機器、新機能付加車椅子

## Development of a Wheel-chair Having Function to Get over Obstacles by Oneself

YONEKURA Isao, TAKAHASHI Tamio, HOTTA Masahiro  
TAKAHASHI Ikuo and HUIJISAWA Mitsuru

We tried the remodeling of a wheel-chair sold in general, for the purpose of assistance to wheel-chair person in going out by oneself. Main point of remodeling is to add a structure of getting over the step gaps, going up slope by a little force, and stopped backward. Thought we need a little more reform, we could get generally good results.

key words : auxiliary instruments, wheel-chair with new function

### 1 緒 言

車椅子は、足が弱くなったお年寄りや、事故または病気で下半身に障害を持つ人の行動手段として欠かすことのできない活用度の高い福祉機器である。車椅子生活者の、自らの外出行動に対する考え方は、その人によって千差万別であるが、他の人（介護者）に迷惑をかけてまでは外出しなくても良いと遠慮する人が多い。このことから、多くの人が自宅に閉じこもりやすく、残っている身体機能や体力をも衰えさせてしまいがちである。我々は、この現状に鑑み、自らの力のみで外出が可能で、公園の散策や買い物を楽しんでもらえる車椅子の開発を目標として、10cm 程度の段差を自力で乗り越えられるように、市販の車椅子の改造を試みた。

県内の道路も、新規に開通または最近改修したところからバリアフリー化が進んでいるが、現実に車椅子で行動してみると、まだ多くの障害物が存在する。その代表的なものは、縁石などの段差と傾斜角の大きなスロープである。普通の車椅子の主車輪は、直径が約 60cm あることから主車輪のみであれば、弾みをつけて前進することによって、5cm 程度の段差は比較的容易に乗り越えられる。しかし、主車輪の前に付属している水平姿勢保持補助輪（以下、補助輪と記述する）は、その直径が小さいことから段差に当たった際の抵抗が大きく、わずか数 cm でも乗り越えが不可能である。従って、段差を乗り越えるためには、まず補助輪を段差の上にせり上げる機構が必要である。次に、普通の車椅子でスロープを登てみると、スロープの途中で手漕ぎ輪を持ち替える瞬間に車椅子が後退してしまい、健常者でもなかなかスムー

### 2 実験方法

---

\* 人に優しい福祉機器の開発（福祉機器開発事業）：福祉機器開発プロジェクト  
\*\* 金属材料部  
\*\*\* 木工特産部（現在 岩手県立産業技術短期大学校）  
\*\*\*\* 電子機械部

ズに登ることができないことが解る。従って、手の力が弱くなったり動きが緩慢になった人にとっては、傾斜角度が5°程度の緩やかなスロープでさえ介護者の助けを借りなければ登ることができないケースが多い。このことから、車椅子生活者に自力で外出を楽しんでもらうためには、段差乗り越え機構に加えてできるだけ小さな力でスロープに登れる省力登坂機構および必要に応じて作動する後退停止機構の付加が必要であり、これらの機構を設計試作し、市販の車椅子に取り付ける方法で本研究を進めた。

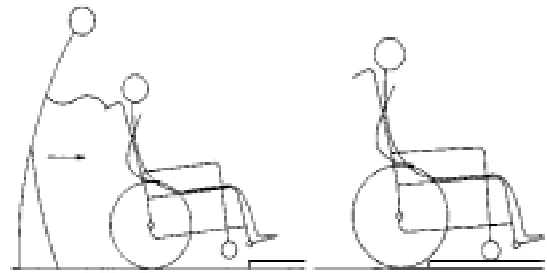
### 2-1 段差乗り越え機構

車椅子で段差にさしかかると、図1に示すように主車輪に先行して直径の小さな補助輪が段差に突き当たる。



図1 段差に直面した車椅子の状態

ほとんどの車椅子は、椅子全体が後方に転倒する事故防止のため、人が座った状態の重心が主車輪と補助輪の中間付近に位置するように設計されている。従って、補助輪に椅子全体の2分の1近い重量がかかることになり、図1の状態からでは僅か1cm程度の段差でも自力乗り越えが困難である。この時介護者がいれば、まず図2に示す介護動作の初期状態のように車椅子を少し後ろに倒して補助輪を浮かせてそのまま前進し、補助輪を段差の上に乗せた中期状態にしてから、最後に介護グリップを持ち上げて椅子全体を段差の上にせり上げることで乗り越えを完了させる。しかし、この主車輪をせり上げる最後の介護動作は、5cm程度の段差であれば、ほとんどの場合車椅子使用者が自力で比較的容易に可能である。つまり、自力で車椅子を図2の中期状態にさえする事ができれば、介護者の助けを借りなくても5cm程度の段差乗り越えが可能となる。このことから、主車輪と補助輪の中間の位置に図3に示す補助輪せり上げ機構すなわち段差乗り越え機構を取り付けることにした。段差乗り越え機構は、その取り付け位置が椅子利用者の乗り降りする位置と重なるため、昇降ハンドルがじゃまにならない



初期状態 中期状態  
図2 段差乗り越えの介護動作

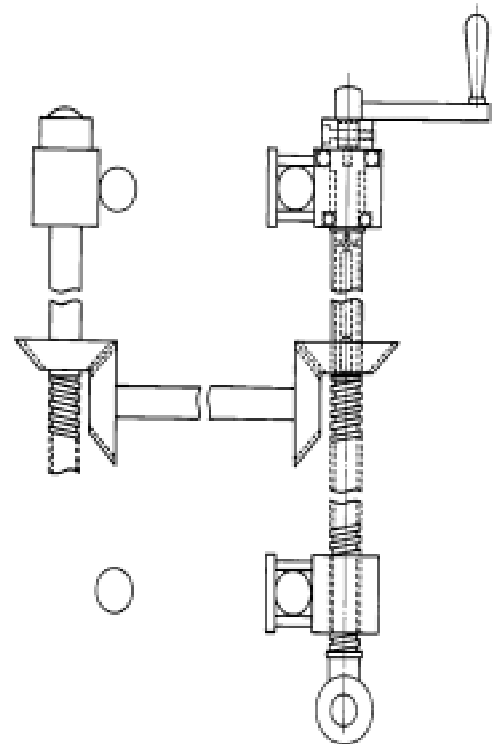


図3 段差乗り越え機構

ように折りたたみ方式とし、重量軽減のためアルミニウム合金で製作した。また第1回目の試作では、左右独立した機構としたが、昇降に要する時間がかかりすぎることと、片方のみをせり上げた状態の時に椅子が傾いてしまう場合があることから、傘歯車で左右の機構を連結し、左右同時にせり上げられるようにした。当然ながら昇降ネジは左右で反対方向に回転する。この改造に使用した車椅子のフレームはスチールパイプ製であるが、パイプ肉厚が0.8mmと薄いため人の体重が加わると大きなたわみが発生した。そのため、空車の状態でせり上げ機構がスムーズに回転していても、人が座ったとたん全く回すことができないといった事態になり、調整に苦労した。これは、このせり上げ機構に限らず、後述する全ての改造部品について同様のことが言えた。従って、精密な動力伝達を必要とする車椅子のフレームは、最初から剛性の高いもので製作すべきであるが、椅子全体の重量が大きくなってしまわないので、その折り合いが難しい。

2 - 2 省力登坂・後退停止機構

普通の車椅子は、主車輪（接地輪）に手漕ぎ輪がピス止めされているため、その回転比は常に1対1である。

スロープを小さな力で登る手段として、この二つの回転軸を別々にしてギヤ連結し、手漕ぎ輪の回転トルクが

2倍になって主車輪に伝わる変速機構および、スロープの途中で両手または片手を手漕ぎ輪から離れた場合に車椅子が斜めに傾いたり滑り落ちることを防止するため、変速機構を使用した場合のみ作動する後退停止機構を試作した。これらの機構の概要を図4および図5に示す。

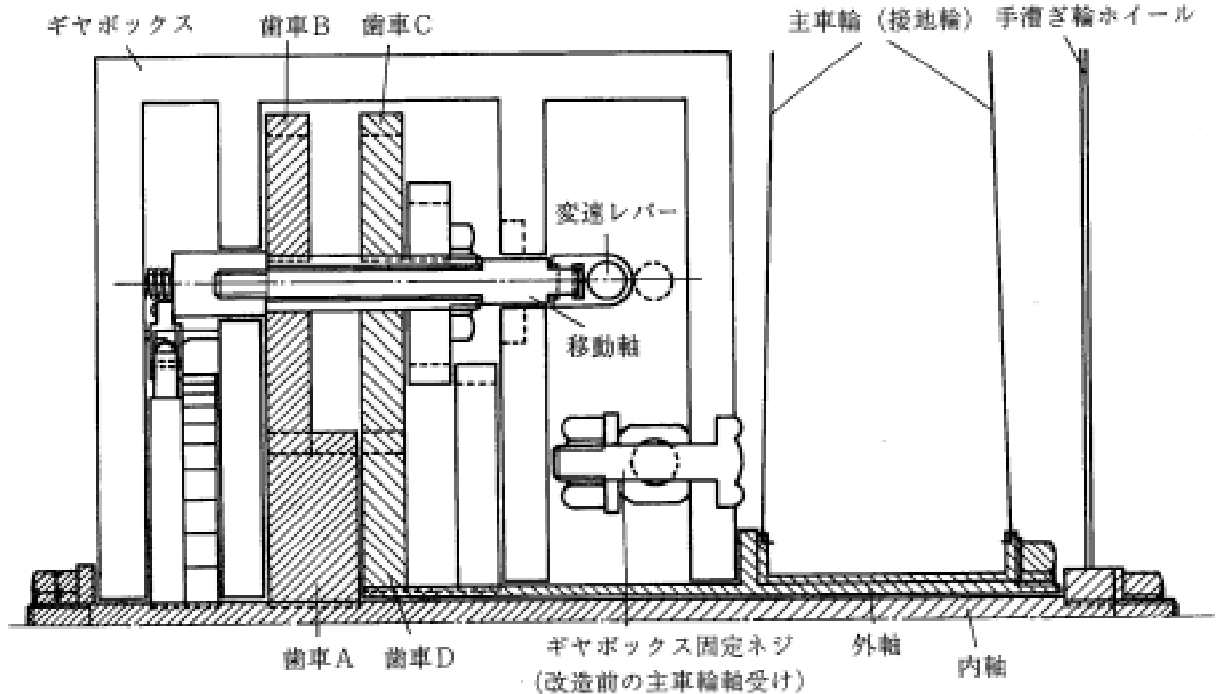


図4 省力登坂・後退停止機構（作動前）

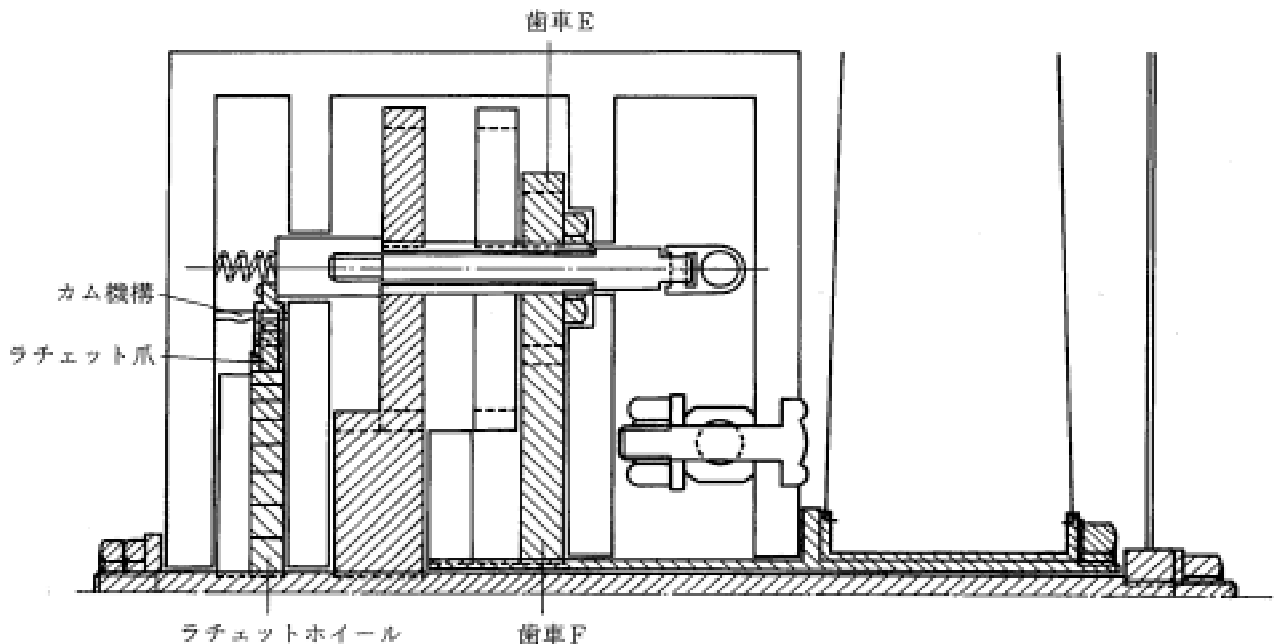


図5 省力登坂・後退停止機構（作動中）

図4は、変速および後退停止機構を作動させない平地走行状態を示したものであり、この場合は、A、B、C、Dの歯車の歯数が同じであることから手漕ぎ輪の回転は、

回転数・トルクとも同じで主車輪に伝わるため普通の車椅子と変わらない。次に変速レバーを引いて図5の状態にすると、歯車EとFの歯数が1対2であることから、

手漕ぎ輪の回転は、回転数2分の1、トルク2倍になって主車輪に伝達し、進行速度は、平常時の2分の1になるが、半分の力でスロープが登れることになる。さらに変速機構と連動して、内軸端部にキー固定されているラチェットホイールに、爪が填り込み、前進方向には回転するが逆転しない後退停止機構が発動する。また、同機構は、段差乗り越し時の倍力装置としての活用が考えられ、平地走行状態で5cmの最大乗り越し高さを10cm近くまで拡大させることが可能と思われた。この機構の取り付けに当たっても、フレームパイプの低強度が問題になった。改造前の車椅子全体の中で、剛体として信頼できる部品は、縦のメインフレームに螺付けされている主車輪の軸受けブロックのみであり、高強度を必要とする変速機ボックスの取り付けには、このブロックを利用する以外に方法が無かった。そのため、改造後の車軸は必然的に変速機ボックスの端部に移動させざるをえず、車軸の位置が改造前よりも5cm後退することとなった。

### 2-3 後方転倒防止機構

段差乗り越しや登坂の際に、車椅子が大きく後ろに傾いて転倒する事故を防止するため、図6に示す後方転倒防止機構を取り付けた。

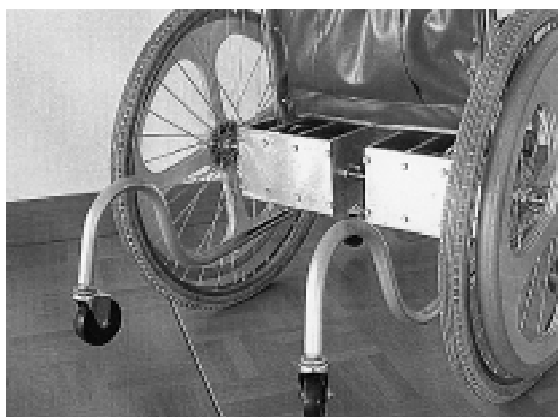


図6 後方転倒防止機構

同機構は、補助輪が15cm以上上昇した場合に接地するようになっており、スチールパイプを湾曲させてスプリング性を持たせ、介護操作のじゃまにならないように主車輪の内側ギリギリの位置に取り付けた。

### 3 試運転結果および考察

これまでに試作した全ての機構の取り付けを終えた改造車椅子の全容を図7に示す。せり上げ機構によって、補助輪を段差状に乗せる動作は、15cmの高さまで容易に可能である。しかし、その後、自らの体重を含む車椅子全体のせり上げ可能高さは4cmが限界であり、この高さは、普通の車椅子で介護者に補助輪だけを持ち上げてもらった場合と比較して低くなっている。また、変速機構を作動させた場合でも、乗り越し可能高さは6~7cm

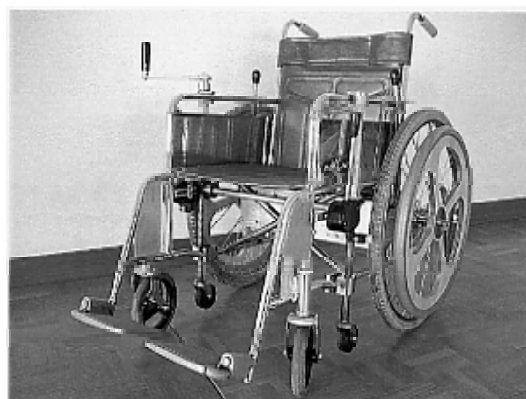


図7 改造車椅子の全容

に止まり、充分満足できる高さとは言えない。

この原因としては、次のようなことが考えられる。

- (1) 車軸を後方に移したため、車椅子の重心が前方に移動して改造前よりも段差が越えにくくなった。
- (2) 機構の付加で車椅子の重量が13Kg増えている。
- (3) 市販車輪の軸の内側に二重軸を挿入したため、軸の直径が細くなり、軸と歯車とのバックラッシュが生じてタイミング良く力が入らない。
- (4) 車軸が後方に移動した上、変速レバーの取り付けで手漕ぎ輪が左右に広がったため漕ぎにくい。

これらの問題を解決するためには、フレームおよび主車輪の作り直しが必要になるが、その場合でも車椅子を利用している人の握力や腕の力を考慮すると最大乗り越し高さを10cmに近づけることは容易ではないと思われる。従って、もっと根本的な改良案、例えば、今の力任せの乗り越しではなく、何らかの方法で補助輪の次に主車輪をせり上げる機構などの開発が必要である。

主車輪をせり上げる機構が開発された場合でも、今回試作した補助輪せり上げ機構、省力登坂・後退停止機構、後方転倒防止機構は、良好な作動状態が得られているため、有効に活用可能である。

### 4 結 言

車椅子に頼って生活している人々の自力外出を支援することを目的として、市販の車椅子に、段差乗り越しのための補助輪せり上げ機構と、スロープを楽に安全に登るための省力登坂・後退停止機構および後方転倒防止機構を取り付けた。機構そのものは、当初計画に近い性能が得られたが、自力および変速装置を使用しての最大段差乗り越し可能高さについては、充分満足する結果が得られず、主車輪のせり上げ機構など、さらに改良を進める予定である。高齢化社会を迎え、車椅子を始めとする福祉機器利用者の増加は必然であるが、少子化が進む現在の状況では、当然ながら介護をする人間が不足することも明らかであり、できるだけ他人に頼らなくても操作可能な福祉機器の開発が望まれている。

## ウルシ材の利用活用

浪崎 安治\*、有賀 康弘\*、高橋 民雄\*\*  
小田島 勇\*\*\*、岩館 隆\*\*\*\*

前年度の研究でウルシ材の材質は木製品に充分利用可能の結果を得た。これに基づいてウルシ材の接着性、塗装による変色等を検討した。接着性については問題がなく、塗装も木肌塗料を塗布することにより他の塗料ほど著しく変色は認められなかった。また、ウルシの木の樹皮の活用を検討した。以上のような結果を得て連携企業と共同で試作開発を行い、一部商品化に至った。

キーワード：ウルシ材、未利用材、商品化

## The Effective Utilization of *Rhus verniciflua* Stokes

NAMIZAKI Yasuji, ARUGA Yasuhiro, TAKAHASHI Tamio  
ODASHIMA Isamu, and IWADATE Takashi

We confirmed that Urushiwood (*Rhus verniciflua* Stokes<sup>1-2)</sup> can be used available for making the woodproducts from the examination result of the previous year. In addition to this result, we did the examination of bonding and coating about Urushiwood. As for Urushi wood, the problem of bonding was not admitted. The discoloration of the Polybutadiene resin coating (KIHADA TORYOU<sup>3)</sup>) was less than that of other resin coatings concerning the Urushiwood. The use of the bark of the Urushiwood was examined. The above-mentioned result was obtained, and we did experimental development in cooperation with a coordinated enterprise, and a part of the developed products was commercialized.

**key words** : *Rhus verniciflua* Stokes , unused wood , commercialization

### 1 緒 言

岩手県は生漆の生産量約1.5tと日本一である。ウルシの樹液はウルシの木の外傷をふさぐ駆体保持機能と考えられているが、ウルシの木はゴムの木と同様樹液を取るだけのものと考えられてきた。それゆえ、ウルシ材は木製品への利用活用はほとんど見出されていない<sup>4)</sup>。また、ウルシ材に関する「木材」としての資料もほとんど見あたらない。本研究では、地域性のあるウルシ材の活用、資源の有効利用の観点からウルシ材を木材として有効活用することを目指した。

前年度はウルシ材を未利用材として位置付け、ウルシ材の人工乾燥スケジュール(基準)を確立し、引き続き企業に技術支援をした。特に、零細企業における人工乾燥は間欠運転(夜間勤務をさけるため夕刻から翌朝までボイラーを停止する。)が主流をなすため、必ず天然乾

燥で繊維飽和点(木材中の水分の内自由水が完全になくなり、結合水が飽和状態にある含水率)まで乾燥してから、スケジュールに沿って人工乾燥をおこなうよう技術支援をした。また、ウルシ材(乾燥材)の材質の値を把握することができ、その値の評価が木材工業ハンドブックに記載されている広葉樹28種の物理的性質・機械的性質の値の許容範囲内(表1)であることを考えると、用材として(形成層より髓側の材部を使用するので漆液溝が存在しない<sup>4)</sup>。したがって人体のカブレ発生の心配もない。)利用活用は十分できると考えられた。

本年度はウルシ材の木製品への活用を目的として、ウルシ材の接着性、塗装性等の試験をおこなうとともに、研究連携企業に技術支援をしながら木製品等の試作開発をすすめた。

---

\* 前 木工特産部 現 特産開発デザイン部  
\*\* 前 木工特産部 現 岩手県産業技術短期大学校  
\*\*\* 滴生舎(浄安森林組合)  
\*\*\*\* 浄法寺漆器工芸企業組合

表1 ウルシ材の材質評価<sup>4)</sup> 単位: N/mm<sup>2</sup>

縦圧縮強さ	: 19.6 Low 32.8 < Medium 50.5 < High 63.7
縦引張強さ	: 58.8 Low 100 < Medium 154.9 < High 196.1
曲げ強さ	: 34.3 Low 62.3 < Medium 99.5 < High 127.5
剪断強さ	: 4.90 Low 8.82 < Medium 13.7 < High 19.9
硬さ(針目)	: 5.88 Low 12.9 < Medium 22.4 < High 29.4
平均収縮率: 単位 %	
(接線)	: here < 0.23 Low 0.29 < Medium 0.37 < High 0.43
(半径)	: 0.09 Low 0.138 < Medium 0.202 < High 0.25

イタリック体がウルシ材の評価を示す。

2 試験方法

ウルシ材の木製品への実用化のため、接着性試験、塗装性試験、樹皮剥離防止試験をおこなった。

2-1 ウルシ材の接着性試験

ウルシ材の耐接着力について、下記の3種の木工用接着剤(表2)を用いて圧縮剪断接着強さ試験法(図1)でおこない、接着力(接着面の破断強度)及び木破率(接着面の木部破断の割合)の検討を行った。

表2 接着剤の種類

- 1 酢酸ビニル樹脂系エマルジョン形接着剤: CH18
- 2 -オレフィン無水マレイン酸樹脂系接着剤: SH20
- 3 酢酸ビニル樹脂系エマルジョン形接着剤: NCH18

注 3は1とは異なり、可塑剤を含まない接着剤

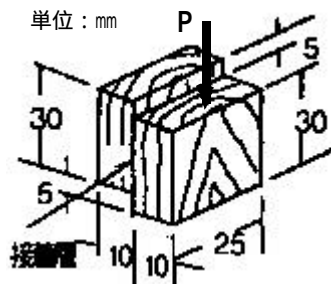


図1 圧縮剪断接着強さ試験法

2-2 ウルシ材の塗装性試験

ウルシ材の塗装性について、下記の3種の木工用塗料を用いて、それぞれのサンディングシーラー(中塗り塗料)塗布後、それぞれの塗料を上塗りした。その後、キセノンランプによる促進耐候性試験(降雨無し)を行い、変色について検討を行った。

表3 塗料の種類

- 1 アクリルウレタン樹脂塗料: AU
- 2 ポリブタジエン樹脂塗料: PB
- 3 ニトロセルロースラッカー: NL

注 2は木肌塗料<sup>3)</sup> (岩手県工業技術センター開発)

2-3 ウルシ材の樹皮剥離防止試験

ウルシの掻き目を活かして木工品に使用したいという連系企業の要望で、樹皮(表皮と皮層)と材部の間(写真1)の剥離を防ぐ検討をおこなった。

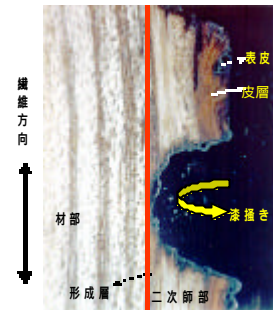


写真1 ウルシの木の縦断面

試験材は長さ35cm、断面径8~10cmの小径ウルシ丸太で3.6cm径の中芯抜きした平均推定含水率65%の高含水率材を用いた。剥離防止処理としては、割れ、狂い等を防ぐ処理剤としてポリエチレングリコールメタクリレート(住友林業(株)製: PEGMA)の50%水溶液と樹皮を固める処理剤として常温架橋型水性アクリル樹脂(昭和高分子(株)製: コーガムRT-310)を用いた。試験処理条件は表4のとおりで、処理後試験材の乾燥終了後の外觀形状を目視で検討した。

表4 樹皮剥離防止試験条件

試験材名	PEGMA	コーガムRT-310	備考
A	1回塗布	1回塗布	全面刷毛塗り
B	2回塗布	1回塗布	全面刷毛塗り
C	浸漬	1回塗布	浸漬1時間
D	1回塗布	1回塗布	コーガム 木口塗布無し

3 試験結果及び考察

3-1 ウルシ材の接着性試験

圧縮剪断接着強さ試験の結果を表5に示す。

表5 圧縮剪断接着強さ試験

接着剤名	接着強さ(N/mm <sup>2</sup> )	木部破断率(%)
CH18	9.20	100
SH20	9.21	100
NCH18	10.46	100

試験に供した接着剤がすべてウルシ材に対しては木部破断率が100%であることからウルシ材に対して接着効力が認められた。すなわち、写真2の接着強さ試験後の破断状況からウルシ材の凝集力が、接着剤の凝集力に比べ小さいことわかる。それに加えて多孔質なウルシ材へ

接着剤のアンカー効果が働いた影響が木部破断率にあらわれたと考えられた。また、健康住宅対応接着剤（可塑剤を含まない）として開発された最新のNCH18接着剤でもウルシ材への接着効果に問題がないことがわかった。

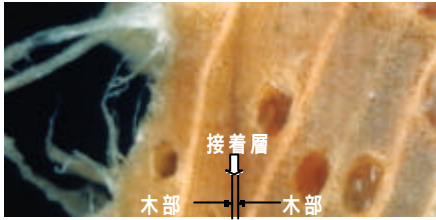


写真2 接着強さ試験後の破断状況（木口面）

### 3-2 ウルシ材の塗装性試験

変色については、オートマチックカラーアナライザー（東京電色（株）製）で測定した色差（E\*）で検討を行った。

表6に耐候性試験前の素材に対する色差及び促進耐候性試験50時間後の劣化変色を素材に対する色差でしめた。

表6 耐候性試験結果 色差：E\*

塗料名	AU	PB	NL
耐候性試験前	16.38	3.84	10.77
耐候性試験後	18.79	9.82	21.40

試験結果から、PBで塗装したウルシ材の試験片は耐候性試験前の状態では、他の塗料で仕上げたものに比べ、無塗装のウルシ材の色合いに近いことがわかった。すなわち、ウルシ材の黄色味を生かした塗装ができる可能性があることが認められた。また、耐候性試験前後の色差を比較してみると、AUで塗装した試験片が最も変化の割合が小さく、NL、PBの順になり、PBで塗装した試験片の変色の割合が一番大きく認められた。しかし、PBの耐候性試験後の色差は他の塗料に比べ小さく、ウルシ材の風合いを保っていることが認められた。AUは塗装後の色合いの変化は大きいものの、他の塗料に比べ耐候性のある塗料であることが認められた。また、NLの塗料は耐候性試験後の色差の変化はPBほどではないが大きく変色したことが認められた。以上のことから室内でのウルシ材の木製品で、ウルシ材の風合いを活かすことを前提とすればPBでの塗装が今回試験した中では一番望ましい結果を得た。

### 3-3 ウルシ材の樹皮剥離防止試験

試験条件の異なった試験片の推定含水率10%までの天然乾燥終了後の結果、試験片Dは樹皮側から髄（芯）にむかって多数の木口割れが発生した（写真3の左）。その他の試験片については割れ等の外傷（写真3の右）は認められなかった。

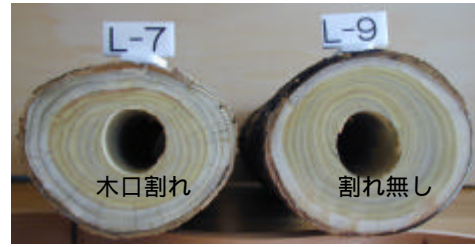


写真3 剥離防止処理試験結果

また、この試験片を活用しウルシ仕上げの花器（写真4）を作成したが、PEGMA処理が1回では不十分であったと思われる、2次師部から樹皮を突き破った木喰い虫が試験材Aに認められた。その他の試験材B、Cからは木喰い虫の発生が認められなかった。このことから、PEGMA処理は刷毛塗り2工程以上、浸漬なら1時間以上が望ましいと思われた。



写真4 掻き目を活かした花器（商品化）

## 4 試作開発

前述までの結果をふまえ、連携企業とともにウルシ材を利用活用して開発した試作品の一部を下記に示した。



写真5 ステーションリー1（商品化）  
（異種木材との組み合わせ：額・ペーパーナイフ等）



写真6 ステーションリー2（商品化）  
（異種木材の組み合わせ：ペントレー・一輪挿し等）





写真7 椀(商品化)と膳(商品化検討)  
(無垢材での漆器・曲げ木との組み合わせの膳)



写真12 一輪挿し(商品化)



写真8 一文字盆(商品化検討)  
(曲げ木との組み合わせ)



写真13 装飾品2点(試作提案)  
(掻き目を活かしたタイピン・象嵌ペンダント)



写真9 銘々皿(商品化検討)  
(曲げ木との組み合わせ)



写真14 キーホルダー(商品化)  
(端材に象嵌)



写真10 漆器木地(試作提案)  
(三枚積層材料の漆器)



写真11 内装用部材(技術支援で応用展開中)  
(無垢材とフェノールウレタン発泡体の複合材)

## 5 結 語

ウルシの木を未利用材として取り上げ、ウルシ材の乾燥スケジュールの確立、ウルシ材の材質評価から用材としての可能性を見出し、ウルシ材の木製品への実用化試験、ウルシ材を利用した木製品の試作開発をおこなった。

企業と連携で研究を進めてきたことにより、技術支援の効果の即効性が認められ、また、試作開発品の積極的取り組みができ、その結果、一部商品化に至った。

本研究を実施するに当たり塗装性試験、試作開発品への木肌塗装に協力いただいた化学部 穴沢 靖上席専門研究員に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 貴島他共著：原色木材図鑑, 87(1983)
- 2) 初島住彦：日本の樹木, 662(1978)
- 3) Yasushi Anazawa, Yasuji Namizaki, Tamio Takahashi: Transactions of the MRS of Japan, Vol. 20, 76-79(1996)
- 4) 浪崎安治、他：岩手工技セ研報, 7, 29(2000)

## ポリエステル織物の安定化に関する研究\*

大和 進\*\*、久慈 省一郎\*\*、多田 三郎\*\*\*

スポンジマシンを用いポリエステル織物がどのような安定化挙動を示すか調べた。

本報告はポリエステル織物4点について加熱処理を行い、伸縮、厚さ、柔軟度、圧縮弾性率について変化を調べた。その結果、圧縮弾性率はいずれの試料も加熱95℃をピークとした放物線を描くことがわかった。この変化は厚さの変化もほぼ同様で95℃から115℃にかけて厚さが増加することがわかった。また、伸縮性については1種類の試料を除いて加熱と共に収縮が増大することがわかった。柔軟度については75℃から95℃にかけて硬さを増すが、その後は加熱と共に柔らかさを増し、115℃以上の加熱では処理前の値よりも柔軟度が増加することがわかった

キーワード：スポンジマシン、安定化、収縮挙動、厚さ、柔軟度

## Study on Stabilizing Behavior of Polyester Fabric

YAMATO Susumu, KUJI Shoichiro and TADA Saburo

We examined how the polyester fabric showed the stabilizing behavior by the sponging machine. In this time, we report on changing the polyester fabric by the heating processing. We did the heating processing of four kinds of Polyester fabric in the temperature of five stages from 75 to 155℃. The processing Polyester fabric was examined about the change in the expansion and contraction, the thickness, the flexibility degree, and the compressed elasticity ratio. As a result, the compressed elasticity ratio drew the parabola by which the peak also of each sample was 95℃. And, it has been admitted that the change in thickness increases similarly at from 95 to 115℃, too. Shrinkage was admitted to increase with heating excluding one test specimen about expansion and contraction. The flexibility degree of 95℃ heating becomes harder than 75℃ heating. The flexibility degree of over 115℃ heating become softer than processing.

key words: sponging machine, stabilization, shrinking behavior, thickness, flexibility degree.

### 1 緒 言

近年ポリエステル繊維を主体とする超極細繊維織物が衣服素材として用いられるようになってきた。この素材は形態安定性の悪いものが多く、裁断直後から寸法変化を起こす織物も多く、縫製企業が苦勞しているのが現状である。このような現状から当センターでは平成10年にスポンジマシンを導入し、縫製業界へ普及を図るとともに素材別処理条件について検討してきた。前報では導入直後ということもあり、各種素材について大体的な見地から検討したが、今回はポリエステル100%織物に限定して、スポンジマシンの各種条件設定の中から加熱処理のみを使用しポリエステル織物の性状変化を調べ、所見を得たので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 実験装置及び試験機器

##### 2-1-1 スポンジマシン

スポンジ処理加工に(株)アパレルマシンセンター(現：(株)川上製作所)製AMS-1800Sを使用した。この構造について図1に示す。

##### 2-1-2 試験機器

使用試験器は以下のとおりである。

##### 1) 厚さ測定及び圧縮弾性測定

前田式圧縮弾性試験器

##### 2) 柔軟度測定

柔軟度試験器：東洋精機製作所

\* 基盤的先導的研究事業

\*\* 木工特産部 現 特産開発デザイン部

\*\*\* 木工特産部

2-1-3 使用素材性能

使用素材はポリエステル 100 % 婦人フォーマル用織物を使用した。その密度を表1に示す。

表1 織物密度

試料No,	経糸密度 本/cm	緯糸密度 本/cm
1	60	40
2	50	30
3	60	30
4	70	40

2-1-4 スポンジングマシン

使用スポンジングマシン (AMS-1800S) の側面図を図1に示す。基本的な使用方法是以下のとおり。

図中Aに反物を設置し、反物はベルトコンベア上に乗し、スチームゾーンBを通過する際に蒸気による加湿を受ける(パイプレーター併用可)。蒸気量は7段階に調整できる。スチームゾーンを通過した反物は続いてヒーティングゾーンCを通過し加熱される。加熱はスチームチャンパーを用いており、反物の上下から加熱できる。ヒーターゾーンにはベルトコンベアが上下についており上部のベルトを下げることで、反物を挟み込みながら移動できる。またスチームチャンパーも可変でき、反物にヒーターを近づけることも可能である。加熱温度は0 から 183 間で安定して加熱が出来る。ヒーターゾーンを通過した反物は次にバキュームゾーンDを通過し冷却固定される。各ゾーンのベルトコンベアは独立しており、それぞれスピードが調整できる。これにより各ゾーンでの反物伸縮変化を吸収するようになっている。

2-1-5 実験条件

スポンジングマシンのベルトコンベアスピードを一定(6 m/分)にし、加熱温度を 75、95、115、135、155 の5段階とした。

本実験では蒸気による加湿及びパイプレーターによる微振動は与えていない。

3 結果及び考察

3-1 加熱温度と収縮率の関係

3-1-1 加熱温度とたて方向収縮率の関係

図2にたて方向収縮率を示す。これによると各試料とも無処理と比較すると、加熱 75 でわずかながら収縮を示す。その後 95 までは各試料ともほぼ横這い状態であるが、加熱温度が上昇するにつれて収縮が急激に進行する。

試料4は他の試料と異なり加熱 75 では収縮を示すが、その後伸びの傾向を示す。加熱 135 で最も大きな伸びを示した後、155 では収縮に転じている。

しかし、結果的には処理前よりもわずかに収縮した値であり、他の試料と比較し加熱の影響は最も少ない。

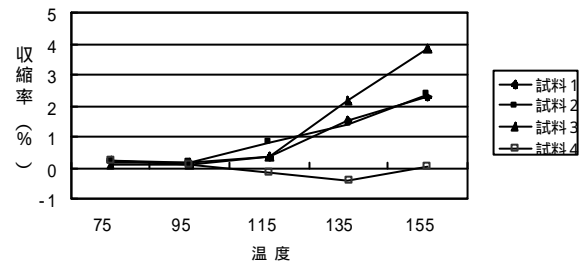


図2 加熱温度とたて方向収縮率の関係

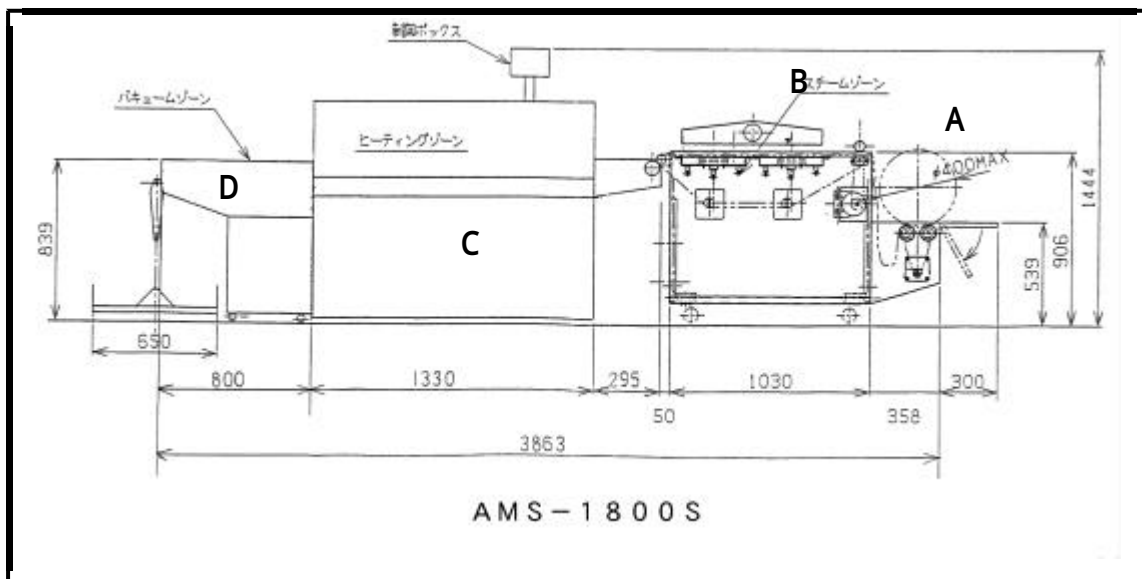


図1 スポンジングマシン

### 3-1-2 加熱温度とよこ方向収縮率の関係

図3に加熱温度とよこ方向収縮率の関係を示す。たて方向で伸びを示した試料4は、よこ方向でも同様の動きを示し、処理前と加熱温度75間では収縮を示すものの加熱温度75～95間では回復を示し、95～115間では処理前と同じく伸縮%を維持している。その後135、155と温度の上昇に従って収縮するものの最高加熱温度155における収縮率は0.5%である。他の3種の素材については、加熱に従って収縮するものと加熱95まで伸縮し、その後加熱温度の上昇と共に収縮するものに分けられる。

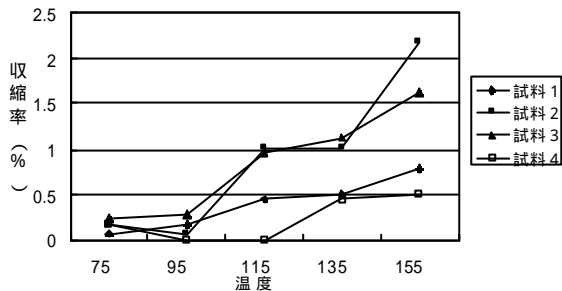


図3 加熱温度とよこ収縮率の関係

### 3-1-3 加熱温度と面積収縮率の関係

図4に加熱温度と面積収縮率の関係を示す。面積収縮率は供試材4種類のうち1種類がほぼ横這い状態で推移しているのに対し、他の3種類は加熱95以降ほぼ直線的に収縮を示している。

以上、ポリエステル織物の収縮率について検討した結果、伸縮率の許容量を±2%とした場合、たて方向、よこ方向の収縮率を考慮するとほぼ加熱155が限界と考えられる。

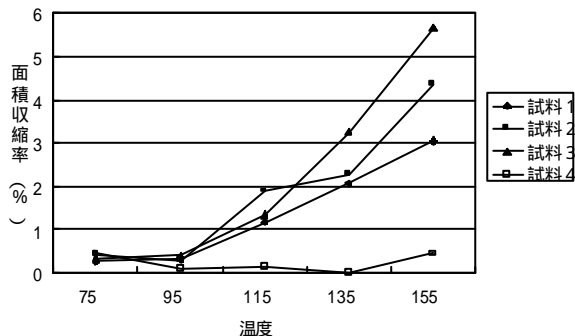


図4 加熱温度と面積収縮率の関係

収縮率について結果と考察を述べたが、収縮率から見ると加熱温度は135が適当であるといえる。

### 3-2 加熱温度と厚さ変化の関係

加熱による織物の厚さ変化を調べた。この結果を図5に示す。

厚さはいずれの試料とも加熱温度の上昇とともに増加するが、加熱115から135間では減少の傾向を示し、135から155間ではほぼ横這いの状態を示している。

この結果から、収縮率と同様に無処理との格差が無いことをベストとすると加熱温度135がもっとも良い条件といえる。

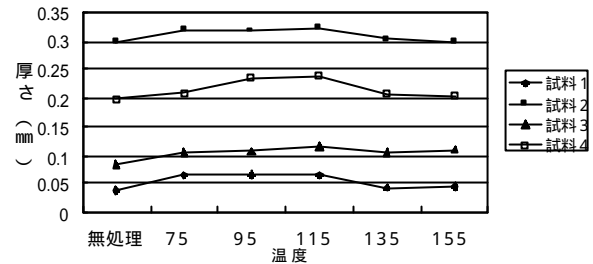


図5 加熱温度と厚さ変化の関係

### 3-3 加熱温度と圧縮弾性率の関係

図6に加熱温度と圧縮弾性率の関係を示す。

これによると各試料とも同じような傾向を示し、75、95と温度が高くなるにしたがって圧縮弾性率は高くなるが、95をピークとして減少している。95から155にかけて減少を示すが、試料4を除く試料はいずれも無処理より低い値を示している。

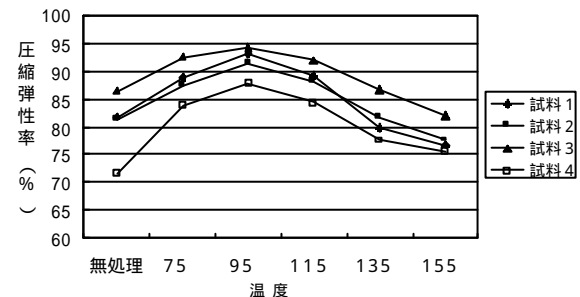


図6 加熱温度と圧縮弾性率の関係

以上の結果から、加熱温度は無処理と同程度の圧縮弾性率を示す135から155の間がもっとも良い条件といえる。

### 3-4 加熱温度と柔軟度変化との関係

#### 3-4-1 加熱温度とたて方向柔軟度との関係

図7に加熱温度とたて方向柔軟度との関係を示す。

たて方向における柔軟度変化は、加熱75で硬さが最大を示すものと95で硬さが最大になるものに分かれているが、その後の加熱と共にどちらの試料も徐々に柔らかさが増加している。また全ての試料が加熱155時点で無処理の値を下回っており、最大加熱155ではいずれも最小の値を示しているのがわかる。

3-4-2 加熱温度とよこ方向柔軟度の関係

図8に加熱温度とよこ方向柔軟度との関係を示す。

これによると無処理をピークとして加熱と共に軟化を示す試料と、わずかではあるが95まで硬化しその後横這い状態を示すものに分けられる。

傾向としては、たて方向と同様に温度の上昇と共に軟化の傾向を示している。

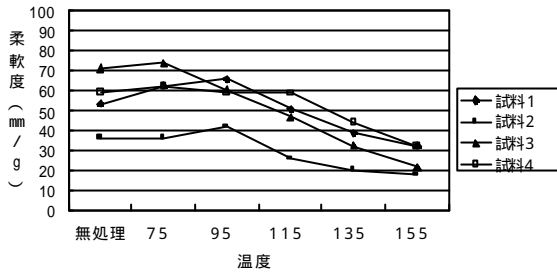


図7 加熱温度とたて方向柔軟度の関係

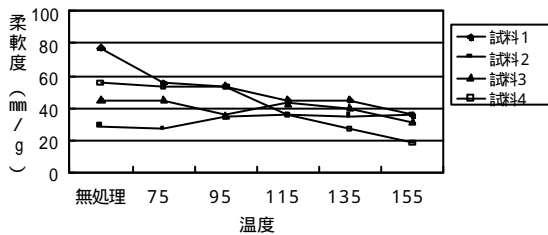


図8 加熱温度とよこ方向柔軟度の関係

たて方向柔軟度は75～95から軟化しているが、収縮率をみると95から織物に伸縮変化が見られる。一般に収縮が進むと密度が増加し、そのため生地は硬さを増すが、今回の試験では逆に柔らかくなっている。

このことから、織物としてよりもポリエステル繊維自体が熱により軟化した結果であると推測できる。

以上、柔軟度の試験結果を述べたが、柔軟度結果からは加熱温度95から115の条件がもっとも無処理に近い値である。

これまでの試験結果及び実際の作業における加熱処理を勘案すると、加熱処理温度は135近辺がもっとも無処理に近い値が得られていることから、今後の実験では135を加熱条件の中心にする必要があることがわかった。

織物には製造工程の中で様々な応力が内在している。特に仕上げ工程における幅だし乾燥工程は織物の幅寸法を決定するため場合によっては無理に歪みを与える場合がある。スポンジングマシンは事前に織物の残留歪みを除去し、織物をリラックスさせることにより、製造を容易にするとともに、完成品の型くずれを防止することにある。スポンジングマシンを使用して織物をリラックスさせる場合にもっとも注意が必要なことは、無処理の織物になるべく近いかたちに処理することである。スポンジング処理により当然のことながら織物性状が変化する。スポンジング条件如何では織物は大きな伸縮結果を示し、処理前後では全く異なった織物に変化する場合がある。

従って、あくまでも無処理の状態により近い性状に仕上げる必要がある。

4 結 言

今回の実験では加熱だけを行い織物の変化を見たが、加熱処理だけでも織物は大きな変化を示す。実際の衣服製造工程ではアイロンや芯張り工程などで130から140程度の加熱が行われるが、今回の実験結果において無処理と同程度の値を示す加熱条件をみると収縮率、柔軟度では95までがほぼ許容される条件となるが、前述のように衣服製造工程(縫製工程)においてはもっとも高い加熱が行われることを考えるとこのような低温処理は採用できないことになる。また織物のリラックスのみを主眼とし追求すると、デザイナーの考えとは全く異なった製品を作ることになる。このことから織物の性状変化をどこまで許容するかのパラメータを数値的に求めることが今後の課題である。

文 献

- 1) 新複合素材の企画と加工：繊維社
- 2) 大和ほか：岩手県工技セ研報、7.153(2000)

# 学校用家具の開発\*

有賀 康弘\*\*、浪崎 安治\*\*、高橋 民雄\*\*\*

机やいすなどの学校用家具は教育環境の重要な要素であり、ぬくもりを感じさせることのできるような木製家具に対する期待は大きいと考えられる。また、県産木材の需要開拓は急務であることから、県産針葉樹材を活用できる新しい木製学校用家具の開発を行った。その結果、アカマツ材を使って、次のような特徴を持つ岩手オリジナル学校用家具を試作した。

(1)新JIS規格に即した設計、デザイン。(2)机・いすの高さ調整が可能。(3)いすのスタッキング機能(4)低コスト

キーワード：学校、家具

## Product design to original wooden school furniture of Iwate

ARUGA Yasuhiro, NAMIZAKI Yasuji and TAKAHASHI Tamio

We designed Iwate original wooden school furniture made with Japanese red pine. The furniture had the following characteristic.

(1) The design corresponding to new Japanese Industry Standard (JIS). (2) The desk and the chair which has height adjustment function. (3) The chair can be stacking for safekeeping. (4) Low cost

**key words : school, furniture**

### 1 緒 言

間伐材の利用促進は急務であり、大量の間伐材が活用できる可能性の高い木製学校用家具開発への期待が高まっている。教育現場では、木製家具の良さに理解は示しているものの、導入コストについてはスチール製よりも高いことから、木製家具の導入意欲が減退することが懸念される。一方、学校用家具日本工業規格(JIS)が改正され、木製の机やいすの制作の自由度が増したため、導入しやすい木製学校用家具のニーズは今後、増加すると予想される。

そこで、県内の小中学校等に木製学校用家具が普及定着するよう、間伐材を活用した低コスト岩手オリジナル学校用家具の開発を行った。

### 2 木製学校用家具の現状と問題点

全国の小中学校、高等学校等を対象にした調査<sup>1)</sup>によれば、学校等では、何らかの教室に木製家具が導入されていることがわかる(表1-2)。普通教室に木製家具を導入している学校等は27%あり、その選定理由は、学習環境への配慮、機能性、木製であること等が主にあげられてい

表1-1 調査対象学校別内訳<sup>1)</sup>

	幼稚園	小学校	中学校	高等学校	養護学校	計
事例数	4	162	52	5	3	226

る(表1-3)。

表1-2 学校別事例<sup>1)</sup>

	木製家具				木製以外の家具			
	普通教室	多目的スペース	特別教室	計	普通教室	多目的スペース	特別教室	計
小学校	43	35	79	157	41	28	34	103
中学校	11	7	26	44	20	1	11	32
高 校	0	1	6	7	0	0	0	0
その他	5	1	2	8	1	0	0	1

表1-3 教室別による家具の選定理由<sup>1)</sup>

	普通教室	多目的スペース	特別教室		
			図書室	ランチルーム	その他
事例数	92	49	49	28	33
木製家具	44 (48%)	18 (37%)	25 (51%)	16 (57%)	15 (45%)
学習環境	59 (64%)	33 (67%)	43 (88%)	20 (71%)	21 (64%)
機能性	47 (51%)	9 (18%)	7 (14%)	6 (21%)	12 (36%)
耐久性	11 (12%)	6 (12%)	1 (2%)	3 (11%)	6 (18%)
移動性	6 (7%)	22 (45%)	5 (10%)	7 (25%)	11 (33%)
収納性		6 (12%)	1 (2%)	2 (7%)	
座り心地	9 (10%)	18 (37%)	6 (12%)	2 (7%)	1 (3%)
軽量	7 (8%)	7 (14%)	2 (4%)	2 (7%)	2 (6%)
安全・堅牢	9 (10%)	6 (12%)	7 (14%)	3 (11%)	6 (18%)
多様な組合せ		29 (59%)	5 (10%)	2 (7%)	3 (9%)
地域振興	28 (30%)	4 (8%)	3 (6%)	3 (11%)	2 (6%)
価格(安価)	5 (5%)	1 (2%)	2 (4%)		2 (6%)
補助制度	16 (17%)		2 (4%)	8 (29%)	1 (3%)
木製内装	26 (28%)	18 (37%)	17 (35%)	11 (39%)	5 (15%)

\* 間伐材利用緊急対策事業

\*\* 木工特産部 (現在 特産開発デザイン部)

\*\*\* 木工特産部 (現在 岩手県立産業技術短期大学校産業デザイン科)

岩手県内で、すでに木製学校用家具を導入した小学校からは、その使用感についてつぎのように報告<sup>2)</sup>されている。

1. キズがつきやすいことが欠点とされる傾向があるが、その反面、児童の家具の扱いはいっそう丁寧になる。
2. 木肌色は明るいので、茶色塗装のスチール製家具に比べ教室全体が明るくなる。
3. 木製家具から発生する音はスチール製家具と比較して不快ではなく、授業中の教室が静かになった印象を受ける。
4. 児童からは、木製学校机・いすについて、おおむね使いやすいという感想が多い。

木製学校用家具を制作する上で問題となる点は、これまで、岩手県工業技術センターに寄せられた学校用家具に関する技術相談や、県内メーカーに対して行ってきた技術支援等から、使用する木材の特性を無視した製品が強度的に不十分であることは、明らかである。とくに机・いすの高さ調節などの付加機能を備える場合には、材料の適性を無視して、製品の形状だけにとらわれた設計は、製品強度の低下を招くことがあるので、注意しなければならない。十分な品質の製品を開発するためには、針葉樹等の間伐材をはじめ、県産木材に適した設計を行うことが必要である。

### 3 学校用家具の開発目標

県内小中学校への木製家具の導入が図られるよう、つぎの目標を設定して、新しい岩手オリジナル学校用家具の開発をすすめた。

#### 1. 県産木材の活用

県産材の需要促進を図るためと、木材をうるおいのある教育環境づくりを担える材料と捉えて、県産木材を多用する岩手オリジナル学校用家具を提案する。

#### 2. 新JIS規格への対応

改正された日本工業規格「学校用家具 - 教室用机・いす (JIS S1021): 1999」(以下、新JIS規格)の机・いすの寸法に対応する設計を行う。なお、強度試験については、保有試験機が新規格に未対応なため、「学校用家具 (普通教室用机・いす) JIS S1021: 1991」(以下、旧JIS規格)の強度試験に準じて行う。

#### 3. 新機能の付与と構造の見直し

教育現場からは高さ調整機能や収納、保管時の省スペース化等の機能が望まれている。製品強度に影響を与えずに、材料に適した椅子・机の高さ調節機能、および保管時の利便性を考慮した設計、デザインをめざす。

#### 4. 低コスト化

平成11年度から平成12年度に県内に導入された木製学校用家具 (机、いす1組)の価格は、最も低価格なもので20,000円、高価格なものは59,000円程度であった。少なくとも、開発する製品の価格は、これらの既存製品の中でも低い価格帯に該当するように、生産コストの低減をめざす。

#### 5. その他

県内の家具、建具等の木製品製造業が現有する技術で

生産可能な製品とする。また、使用する材料に配慮して、環境にやさしい製品となるよう心がける。

### 4 結果および考察

開発目標に基づいて、木製学校用家具 (机、いす) の設計と試作を行った。材料は、県産アカマツ材を使用し、部品の位置、大きさ等の寸法は、新JIS規格に適合するように設計した。

#### 4-1 木製学校用家具 (机) の設計および試作 試作品の外観を、図1、写真1に示した。

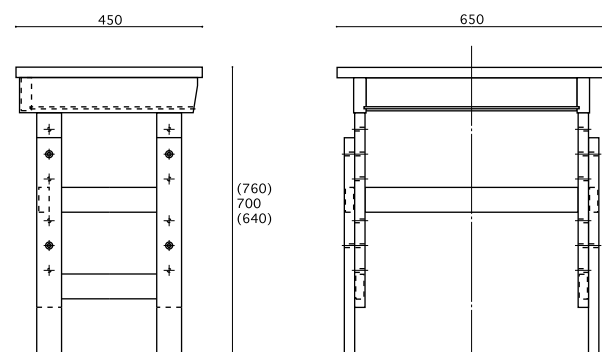


図1 木製学校用家具 (机) 外観 単位 mm



写真1 木製学校用家具 (机) 外観



写真2 机本体と高さ調整用脚

#### 4 - 1 - 1 部品と接合方法

各部品の厚さを20、25、30mmの3種類に限った。これによって設計することで加工工程の簡素化と、組み立て後の仕上げ時間の短縮を図った。各部品の接合は、二方胴付き止めほぞ接ぎとし、接着剤は オレフィン無水マレイン酸樹脂系で、溶剤、ホルマリン等を含まない水性、かつ中性タイプのものを使用した。甲板はコマ止め金具を使用して、物入れに取り付けることで、組み立て作業の簡素化を図った。甲板の大きさは、旧JIS規格の400mm×600mmから、450mm×650mmに拡大（面積比約120%）し、教材の大型化や少人数学級等に対応した。

なお、実際の使用状況によっては、甲板の耐キズ性をより向上させるために、アカマツ単板積層塗装材など他の材料、樹種を用いる等の配慮が必要になる場合があると思われる。

#### 4 - 1 - 2 高さ調整機能

机本体に高さ調整用脚をジョイント金具で取り付ける方法（写真2）によって、机面の高さを調整できる機能を付加した。試作品では、高さを60mm間隔で3段階に調整でき、640、700、760mmの各机高さを選択できる。これは、新JIS規格では、それぞれ4、5、6号の机面の高さに相当する。

#### 4 - 1 - 3 機の繰り返し耐衝撃性試験

机面の高さを最高位置（机面の高さ760mm、6号相当）に調整後、家具強度試験機（東京試験機製）によって繰り返し耐衝撃性試験を行った（写真3）。試験終了後、各部品、各接合部等にゆりみ、破損などの異常は見られず、十分な強度があることがわかった。



写真3 機の繰り返し耐衝撃性試験

#### 4 - 2 木製学校用家具（いす）の設計および試作

試作品の外観を、図2、写真4に示した。スタッキングを可能として、保管時の省スペース化を図った。背板と座板には、アカマツ材のロータリーレース単板から成型合板（5プライ）を試作した。

#### 4 - 2 - 1 部品と接合方法

各部品の厚さを25、30mmの2種類に限り、机と同様に加工工程の簡素化と組み立て後の仕上げ時間の短縮を

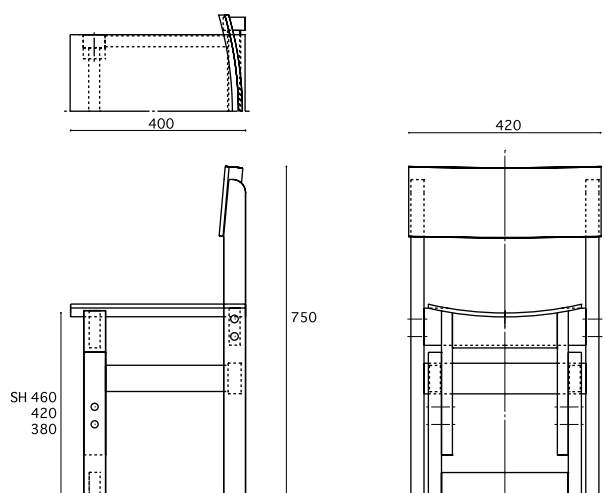


図2 木製学校用家具（いす）外観 単位 mm



写真4 木製学校用家具（いす）外観

図った。各部品の接合は、二方胴付き止めほぞ接ぎを用いたが、後脚から前方へ延びる貫の接合は二枚止めほぞ接ぎとした。接着剤は、机と同様に オレフィン無水マレイン酸樹脂系接着剤を使用した。

#### 4 - 2 - 2 高さ調整機能

前脚と後脚が固定された構造に上下移動可能な座板をジョイント金具で取り付ける方法によって、座面の高さを調整できる機能を付加した。試作品では、高さを40mm



写真5 いすの繰り返し耐衝撃性試験



間隔で3段階に調整でき、380、420、460mmの各座面高さを選択できる。これは、新JIS規格では、それぞれ4、5、6号の座面の高さに相当する。

4-2-3 いすの繰り返し耐衝撃性試験

いすの座面の高さを最高位置に調整後、繰り返し耐衝撃性試験を行った(写真5)。試験後、各部品、各接合部等にゆるみ、破損などの異常は見られず、十分な強度があることがわかった。

4-3 材積

机、いすそれぞれの材積を、表2、表3に示した。

これらの材積と、県内家具製造者1人当たり製品出荷額/min、県内家具製造者1人当たり給与/minに基づいて

コストを試算すると、最近、県内で導入されている木製家具に比べ20~30%程度低い価格設定も可能と思われる。

5 結 語

試作した木製学校用家具の特徴は、つぎのとおりで、当初の開発目標を満たすことができた。

1. 新JIS規格に即した設計、デザインとした。特に、机の甲板の面積を旧来製品に比べて拡大(面積比約120%)し、教材の大型化や少人数学級等に対応した。
2. 机・いすに高さ調整機能を付加し、さらに椅子の積み重ね収納を可能とした。
3. 机・いすとも繰り返し耐衝撃性試験を行った結果、異常はなかった。
4. 複雑なデザインを避け、部品寸法の共通化と部品加工工程を単純化できる製品設計によって、低コスト化を図った。

表2 木製学校用家具(机)材積表

名称	材種	寸法(×1.15) mm			数量	材積 m <sup>3</sup>
		厚さ	幅	長さ		
脚	アカマツ	25.0(28.8)	60.0(69.0)	525.0(603.8)	2	0.00240
向脚	アカマツ	25.0(28.8)	60.0(69.0)	525.0(603.8)	2	0.00240
可変脚	アカマツ	25.0(28.8)	60.0(69.0)	530.0(609.5)	4	0.00484
貫(側)	アカマツ	20.0(23.0)	50.0(57.5)	310.0(356.5)	2	0.00094
貫(可変貫)	アカマツ	20.0(23.0)	60.0(69.0)	310.0(356.5)	2	0.00113
貫(向)	アカマツ	25.0(28.8)	80.0(92.0)	560.0(644.0)	1	0.00171
物入れ(側)	アカマツ	30.0(34.5)	85.0(97.8)	430.0(494.5)	2	0.00337
物入れ(向)	アカマツ	25.0(28.8)	80.0(92.0)	550.0(632.5)	1	0.00168
甲板	アカマツ	25.0(28.8)	450.0(517.5)	650.0(747.5)	1	0.01114
棚板	シナ合板	5.0	395.0	525.0	1	
合計						0.02961

表2 木製学校用家具(いす)材積表

名称	材種	寸法(×1.15) mm			数量	材積 m <sup>3</sup>
		厚さ	幅	長さ		
前脚	アカマツ	30.0(34.5)	50.0(57.5)	330.0(380.0)	2	0.00151
可変前脚	アカマツ	25.0(28.8)	50.0(57.5)	330.0(380.0)	2	0.00126
後脚	アカマツ	30.0(34.5)	50.0(57.5)	720.0(828.0)	2	0.00329
貫(前と前)	アカマツ	25.0(28.8)	50.0(57.5)	330.0(380.0)	1	0.00063
貫(前と後)	アカマツ	25.0(28.8)	60.0(69.0)	332.0(382.0)	2	0.00152
貫(後と後)	アカマツ	30.0(34.5)	70.0(80.5)	410.0(472.0)	1	0.00131
妻台輪(前)	アカマツ	25.0(28.8)	80.0(92.0)	272.0(313.0)	1	0.00083
妻台輪(後)	アカマツ	25.0(28.8)	85.0(98.0)	370.0(425.5)	1	0.00120
座	アカマツ (成型合板)	9.0	350.0	395.0(454.0)	1	
背	アカマツ (成型合板)	9.0	160.0	440.0(506.0)	1	
合計						0.01154



写真6 木製学校用家具(机・いす)

文 献

- 1) (社)文教施設協会: 学校家具の現状に関する調査研究報告書(1998)
- 2) 岩手県: 文集木製の机といす(1987)
- 3) 文部省監修: 教育と施設 68(2000)
- 4) (財)日本規格協会: 学校用家具 - 教室用机・いす JIS S1021(1999)
- 5) 岩手県教育委員会: 平成11年度学校保健統計調査結果(1999)
- 6) 浪崎、高橋、有賀: 岩手県工業試験場研究報告28(1987)
- 7) 有賀、高橋、浪崎: 岩手県工業試験場研究報告30(1989)
- 8) (社)雇用問題研究会編: 木工製品設計
- 9) 岩手県企画振興部: 平成10年工業統計調査報告書(2000)

## 3次元データ入力装置を活用したデザイン\*

長嶋 宏之\*\*、千葉 征治\*\*\*、町田 俊一\*\*、小林 正信\*\*\*\*

CAD上において試作及び原型製作を行う場合、複雑な自由曲面をデザイナーの意図通りに作製するのは難しい。本研究では3次元入力装置を利用し、手作業における原型モデルからCADデータへの変換を行うことによって、効率的な3次元データ作製方法を検討し、その有効性を検証した。その結果、モデルの意匠面を中心に入力範囲とデータ作製範囲を定めて読み込むことで、意図した面がCADの制限に拘束されることなく得られた。これにより製品開発において、コンピュータを活用し形状(デザイン)検討から試作までの作業の効率化を図ることができた。  
キーワード：3次元データ入力装置、モデリング、自動車部品

### Design by Three Dimensional Data Input Devices

NAGASHIMA Hiroyuki, CHIBA Masaharu, MACHIDA Toshikazu,  
and KOBAYASHI Masanobu

When designers make prototyping or modeling by CAD, it is difficult to make the complicated free curved surface that designers want. In this study, three dimensional data input device was used and generated CAD data from models by handwork. And effective three dimensional data manufacture methods were examined, and the effectiveness was inspected. As the results, ranges of input three dimensional data and ranges of generated surface was fixed around design side of a model, and the wanted free curved surface was provided without restricting by a limit of CAD.

**key words : three dimensional data input devices, modeling, automobile parts**

#### 1 緒 言

現在、自動車部品の設計やその他多くの製造業において、コンピュータによる設計支援(CAD)ソフトウェアが使用されている。しかし、CADソフトウェア上では、複雑な3次曲面や自由曲面を作製する場合、ソフトウェアの精度や機能的制限によって、デザイナーの意のままに作製することが難しく、最悪の場合、意図とは違う面作製を行わざるえないことがある。

そこで本研究では3次元データ入力装置(図1)を利用し、手作業によって製作した原型モデルから形状を読みとり、CADデータへの変換を行うことによって、意図する3次元形状データの効率的な作製方法を検討した。

#### 2 研究方法

##### 2-1 3次元データ入力装置

本研究では原型モデルから3次元の形状データを入力する装置として3D Scanner 社製非接触式3次元スキャナーシステム ModelMaker を使用した。

一般的にモデルの外形状を数値化するには、接触式3次



図1 3次元データ入力装置

元測定器を使用して一点づつ点データを入力し、その測定値を集合し、点群データとしてを取り込む方法が行われる。しかし、いくら取り込みを装置で自動化したとしても、数万ポイント以上の点群データを取り込むのは非常に時間がかかり効率が悪い。

それに対し、Model Maker は非接触式3次元測定器であり、接触式アーム型3次元測定器FaroArmの先端(ブローブ)に赤外線センサーを取り付けた構成になってい

\* 平成12年度アドバンスTO RT 研修事業

\*\* 木工特産部(現在 特産開発デザイン部) \*\*\* 株式会社モディー

\*\*\*\* 木工特産部(現在 岩手県立産業技術短期大学校 産業デザイン科)

る(加えてデータ処理用PC)。この装置は赤外線センサーから測定物体(原型モデル)に対して線状の光源(ストライプ)を照射し、反射光による測量を行い、一方でFaroArmによりセンサーの座標位置を常に拾っている。よって、センサーからの距離情報とFaroArmからのセンサーの座標情報から点座標を計算し、一本のストライプで最大200点の点データを生成する。また、FaroArm自体が7軸の多関節型測定器であり、センサーを手動で自由にどの角度へも移動できる。よって、あらゆる方向からストライプを物体上で走査でき、短時間で非常に多くの点データを取り込むことができる。これは一般的な接触式の3次元測定器では測定しにくい、柔らかい物体、形状が入り組んだもの、容易に破損する可能性のあるもの等においても、比較的簡便に短時間で大量の点群データの測定が可能である。

よって、今回の研究にはModelMakarが適していると判断した。

## 2-2 データ取込方法

今回は自動車用の屋根取付型キャリヤボックス(ルーフボックス)を例に取り、3次元データ入力装置に使用して、原型モデルから形状の点群データを取り込み、CADデータに変換することにした。そして、その作業の中から効率的な3次元形状データの作製方法を検討することにした。

### 2-2-1 原型モデルから点群データを読みとる

形状データを取り込むために、インダストリアルクレイで製作されたルーフボックスのハーフモデル(半身モデル:スケール1/4)を2種用意し、ModelMakerを使用して実際に点群データを取り込んだ。取り込んだ点群データはそのままの状態では容量も大きく、データの形式としてもCADソフトに取り込みにくいので、後述する点群処理ソフトウェアに使用するためにASCII形式のテキストデータに変換し保存した(図2)。

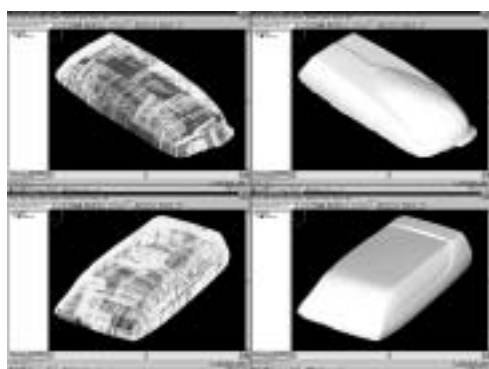


図2 取り込んだ点群データ  
(左:点群表示、右:シェーディング表示)

### 2-2-2 点群データの整理とサーフェイスデータの生成

ModelMakerで得た点群データは測定器の性質上、ノイズや重複する点データが存在している。この生データ

は、そのまま面データ(サーフェイスデータ)を生成するには使いづらい。そこで、必要な点データだけを残してトータルのデータを整理し、データ容量的にも軽くする必要がある。そこで点群処理ソフトウェアMetrisBase(Metris社製)を使用する。MetrisBaseに点群データを取り込み、不必要な点データを間引きし、メッシュを貼る(フィルタ機能)。その後、ノイズとなる突出点や点群のばらつきを消すためスムージングを数回を行い、取り込んだままの点群データをサーフェイスデータ生成に適するデータへ成型する。また点欠落しているメッシュに穴があいている場合は適宜埋める(図3)。

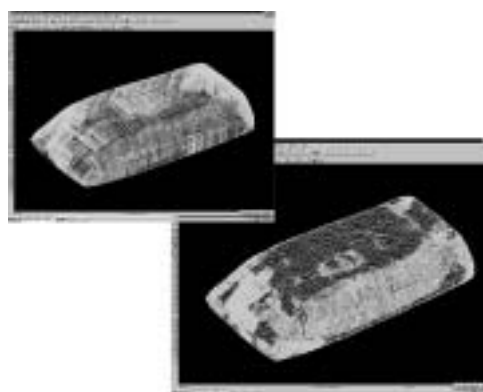


図3 点群データの間引き  
(左:未処理、右:処理済み)

次にサーフェイス生成ソフトウェアMetrisSurface(Metris社製)を使用し、実際に自由曲面(サーフェイス)を生成する。このソフトウェアでは一度に全てのサーフェイスを育成することはできない。よってパネルライン等に沿って生成したいサーフェイス毎に点群データから断面線(ポリライン)を抽出し、スプライン曲線に変換して、その曲線を元にサーフェイスを生成する。しかし、生成されたサーフェイスは点群から生成した曲線から得られた面であるため、厳密には点群と一致はしていない。そこでこのサーフェイスを点群にフィットさせることで、点群データにほぼ近いデータに整える。この作業を必要なサーフェイスの数だけ繰り返す。(図4)。

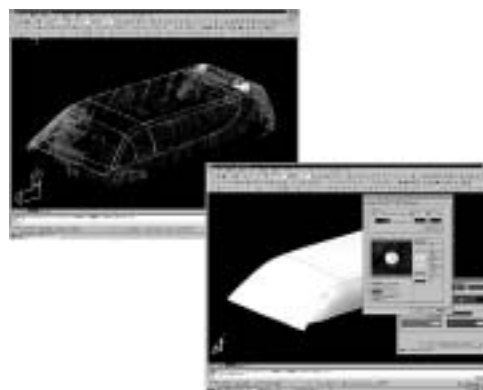


図4 サーフェイスの生成  
(左:曲線抽出、右:サーフェイスのフィット)

このように生成されたサーフェイスデータはCADの汎用フォーマットであるIGESやAutoCADのファイル形式であるDWG形式等に保存できるため、他のソフトウェアに取り込むことが可能になる。

### 3 結果及び考察

前述の研究方法に沿って原型モデルから形状を読み込むことで、意図した面をCAD上に得ることができた。その中で以下の様な注目する項目があがった。

#### 3-1 点群データの読みとり

ModelMakerは赤外線レーザーの反射光を利用し点群を取り込んでいる。したがって、原型モデルの表面状態(鏡面のように光を強く乱反射するものや、逆に黒い物体のような光を吸収するもの等)によって、反射光が読みとれない場合はデータを得ることができない。しかし、今回のインダストリアルクレイについてはほとんど問題はなかった。

また、レーザーの焦点距離が狭く(120~200mmの間)しかも精度の高いデータを得るには、原型モデルの面に対しセンサーを垂直に一定距離に保たなければならないので、細かな部分(エッジや極端に細い部分)はレーザーの焦点を合せづらく、特に数mm単位の段差や少し深いエッジ等は非常にデータが取り難かった。しかも、データが取りづらい箇所は何度もスキャンを行うので、その結果同じ部分に大量の点群が集中してしまう。よって個々の点データのばらつきが大きくなるため、面の再現性が悪くなった。

#### 3-2 サーフェイスデータの作製

生の点群データからノイズや不必要な点データを間引きするが、間引きのやり方によって、エッジが甘くなったり形状が変わることがあった。また点群のばらつきを解消するためスムージングを行うが、大幅に行くと形状が変わってしまうので加減の見極めが必要である。

また、形状によって点群に面をフィットすることができない範囲や、フィットすることで面自体が変形してしまう場合などが現れた。また、フィットした面同士で接合が上手くいかず隙間が現れる場合もあった。

したがって、点群の状態から、どのような面で物体を構成していくかを見極め、間引きの度合いや面の組み合わせを考えなくてはならないことが分かった。

#### 3-3 考察

今回の研究で原型モデルからの形状の読み込みは、距離を一定に角度を変えず、同じところを何度もスキャンしないという、例えばスプレー塗装によく似た技能が必要である。これは、操作者の習熟度によって大きな差がでることが考えられる。つまり、比較的きれいな点群データを読み込みたい場合は、操作者が機器操作の慣れとノウハウをある程度持つ必要がある。

また、生成した複数サーフェイスの接合性を合わせるのが難しく、点群データからどのようにサーフェイスを生

成させるが計画を立てながら行う必要があることが分かった。よって効率的な3次元形状を作製するには以下のような項目が考えられる。

- ・寸法・形状の確認や断面線や形状の輪郭が必要な場合は、面まで作製することなく点群から線分形状を得ることで作業工程を半分にでき、その線分からCAD上において意図する面データに近いものを得られることが分かった。
- ・必要な3次曲面が限られている場合は、点群データの入力範囲をその曲面に限定し面を生成させ、残りをCADで作製すれば、全てをCADから作製することと比較し作業時間を最大約50%短縮できると考える。

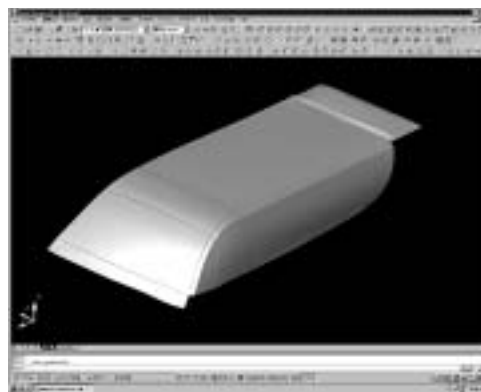


図5 得られたサーフェイスデータ

### 4 結 語

本研究では手作業によって製作した原型の形状をCADデータにすることができた。この成果はラピッドプロトタイプング装置やNC工作機へとデータを転送し製品開発に利用することができる。しかし、得られたデータは原型モデルの形状をそのまま取り込んだものであるから、これはCADで作製した面ほど均一ではなく、実際に製品データへとなると修正が必要になる。よって今後の課題として、製品データの場合、修正の種類と度合いを検証していかなければならない。

本研究を実施するにあたり、助言、資料等を提供していただいた株式会社モディーの皆様に深謝いたします。

この研究は平成12年度アドバンスORT研修事業で実施したものである。

### 文 献

- 1) 蒲生剛太郎：アーム式3次元スキャナー，O plus E 11月号 Vol.20 No.11 (1998)
- 2) 3D SCANNER社：ModelMaker リファレンスマニュアル，(1998)

## 型持ちを使用しない南部鉄瓶の鑄造方法

米倉 勇雄\*、高川 貫仁\*\*、瀬川 晃児\*\*\*

鉄瓶底の鑄傷補修痕を起点とする発錆や湯漏れなどの防止を目的として、中子の型持ちを用いない鑄造方法について検討した。中子の浮き上がりを阻止する手段として、簡便な金具を中子の合わせ面に埋め込み、それを主型に牽引固定する方法を考案し、鉄瓶を試作した結果、良好な成果が得られた。

キーワード： 鑄物、焼型、鉄瓶、型持ち

## Casting Plan Without Chaplet for NANBU Iron Kettles

YONEKURA Isao, TAKAGAWA Takahito and SEGAWA Koji

Casting plan without chaplet was investigated to prevent rust and leaks which start from patch of casting defects on bottom of iron kettles. Core was joined to mold with simple fitting embed in joint area of core for prevention against floating of core. The casting plan gave iron kettles with no casting defect.

key words : castings, loam mold, iron kettle, chaplet

### 1 緒 言

古来からの伝統的技法で鉄瓶を製造販売している工房には、「六つ無傷」という言葉が伝承されている。この言葉の持つ意味は、鑄造を終えた鉄瓶に6個程度の鑄傷があっても補修して活用できるというものであり、鉄瓶の製造工程中に「傷こさえ」または「繕い」と称する項目が存在することからも明らかであるように、焼型の鉄瓶の場合には、少々の鑄傷を補修して出荷することが当然のこととしてとらえられている。鉄瓶工房では、鉄瓶内面の防錆処理である「釜焼き」の後工程として、この鑄傷を鑄鉄粉・漆・黒鉛などの混合物で丁寧に穴埋め補修して出荷している。都合の良いことにこの補修工法は、鉄瓶を使用しているうちに補修剤中の鑄鉄粉が酸化して体積膨張し、施工初期時よりも更に緻密に穴を塞ぐことになるため、補修部分から湯が漏れることはほとんど無く、これまでも発錆など多少のトラブルはあったが、少なくとも工房側の判断基準では何ら問題のない工法として消費者に説明されてきた。しかし、最近になって初めて鉄瓶を購入した若い消費者を中心に、この工法に疑問を持つ人が多くなっており、消費生活センターを通じ

たり、直接工房に寄せられる形で発錆や異物湧出などの苦情が増えている。本研究は、鉄瓶の信頼性を損ないかねないこれらの苦情の回避を目的として、鑄傷補修痕の無い鉄瓶の製造方法について検討した。

### 2 実験方法

焼型鉄瓶は、図1に示すように典型的な落とし込み方で鑄込みが行われている

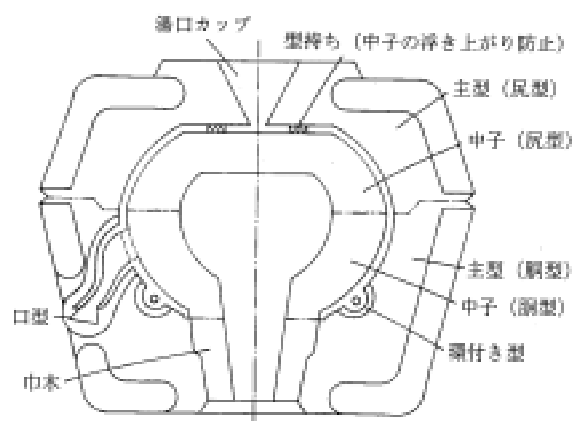


図1 焼型の鉄瓶鑄込み方案

\* 金属材料部兼水沢分室

\*\* 金属材料部

\*\*\* 化学部

落とし込み方案は、薄肉の器状あるいは管状鋳物に素早く溶湯を満たす場合に有利であり、鋳鉄の溶解に木炭が使用され、高温の溶湯が得にくかった古い時代から、典型的な薄肉鋳物である鉄瓶に対して、必然的に使用されてきた。しかし、コークス溶解になって高温の溶湯が得られやすくなった現在においても、依然としてこの方案が用いられているもう一つの理由として、他の鋳型ではあり得ない鉄瓶用焼型独特の「湯返し」技法の必要性が挙げられる。湯返しは、鉄瓶の鋳込みに際して、一旦湯口カップ上部まで溶湯を満した後、薄肉の鉄瓶本体は凝固を開始するが、容量の大きな湯口カップは未だ溶融状態にあるタイミングを見極めて鋳型全体を傾け、鉄瓶底の肉厚ギリギリまでの溶湯を空け捨てる工法である。この工法によって、湯口カップが空の状態になり、鋳型(主型)を壊さずに上下分割して鉄瓶を取り出すことができるため、主型の繰り返し使用が可能となる。

焼型鉄瓶底の鋳傷は、この落とし込み方案と深い因果関係を持っている。すなわち図1の状態では鋳込みを開始すると、中子が溶湯に包まれる形になり、大きな浮力を受ける。型持ちは、この中子の浮き上がりを防止する目的で使用されるが、落とし込み方案であるが故に注湯開始直後から終了まで溶湯流に洗れ続けることになる。従って、生型鉄瓶のように横鋳込みで注湯終了間際に型持ちに溶湯が到達する状況で用いられる薄鋼板製の型持ちが使用できない。このため、焼型の型持ちには、鉄瓶の底と同じ肉厚の鋳鉄板が使用されるが、注湯途中で全部溶けてはならないが、注湯が終了した瞬間には綺麗に溶けて欲しいという極めて困難な性能が要求される。しかし、図2にその発生形態を示すように、湯口カップに面した部分の型持ちは、次々に新しい溶湯で洗われるために鉄瓶本体と融合するが、反対側は溶湯流との間に渦を伴う隙間を生じ、表面が酸化して融点が増し、注湯終了時に溶湯が満たされても融合することができない。

そのため、ほとんどの場合、図3のような鋳傷として残ってしまうのである。

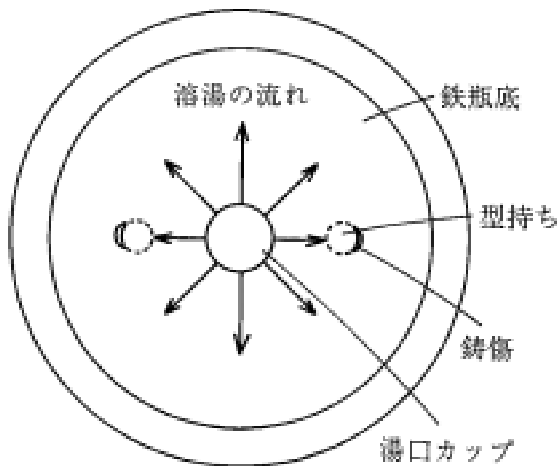


図2 鉄瓶底の鋳傷発生形態

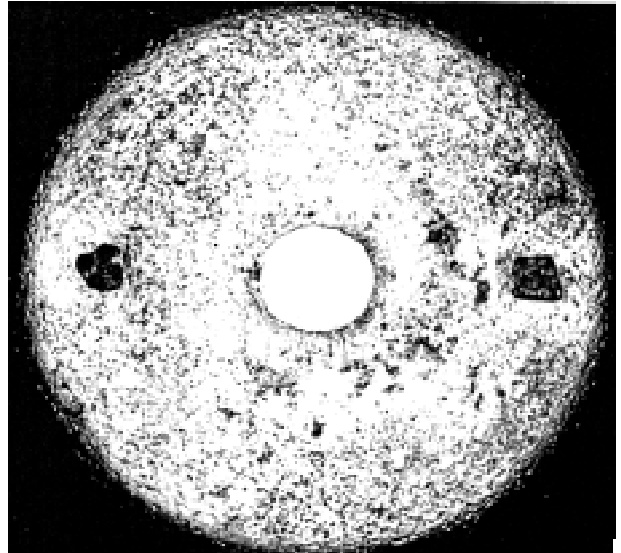


図3 鉄瓶底の型持ち傷(左右の黒い部分)

鉄瓶工房では、型持ちの形や大きさ、端面の形状など種々工夫が試みられているが、現在の工法を続けている限り鋳傷を完全に抑えることは不可能と考えられる。

以上のようなことから、昔から工夫されてきた型持ちを用いない中子の浮き上がり防止方法を、鉄瓶に応用する手段について検討した。鋳型を繰り返し使用しない1回型であれば、巾木を主型の巾木受けに接着して鋳込むことが昔から行われているが、鉄瓶用の焼型は成型に手間がかかるため10回程度使用しないと採算がとれないこともあって、この方法は採用できない。もう一つ、仏像を中空に鋳造する際に、片巾木から遠い部分の中子を安定させる方法として、中子の芯金を主型の外まで延長して固定する工法がある。この方法では、芯金が鋳包み状態になり、鋳造後に中子側および主型側にはみ出した部分の芯金の切り落としが必要である。しかし、この方法の形を変えることによって鉄瓶の中子固定に応用することができる。都合の良いことに鉄瓶の中子は、そのサイズが小さいこともさることながら、ガス抜けを良くするために中空になっており、しかも巾木の中空部分が鉄瓶本体の環口を貫通する形で主型の外近くまで出ている。

この中空部分を利用することによって、型持ち同様に鋳傷の発生する可能性が高い芯金の鋳包みをせずに中子固定が可能である。次頁図4は、その固定方法を示したもので、造型工程として現在の工法と異なる点は、中子の戻型と胴型の接着工程または胴型の成型工程途中で、アイボルトで組み立てた中子支持金具AおよびBを埋め込むことのみである。その後の中子の乾燥、塗型作業は、これまでと全く変わらない。鋳型の組立は、先ず主型胴型を横に置いて中子を納め、巾木の中空部分からリューズボルトを差し込み、カギ部をアイボルトの環に引っかける。次に、手が充分に入る高さを持つ2本の角材の上に引き止め板を置き、引き止め板のパカ穴にリューズボルトのネジ部が入るように中心を合わせて主型を

## 型持ちを使用しない南部鉄瓶の鑄造方法

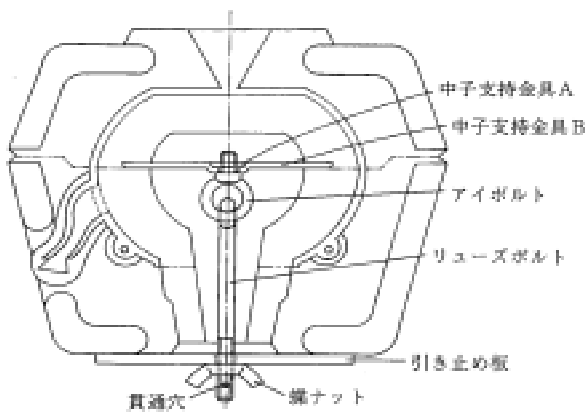


図4 型持ちを使用しない鉄瓶鑄込み方案

置き、中子と主型の隙間に注意しながら蝶ナットを締め付ける。その後の工程は、型持ちのセットを要しない点を除いて、湯返しまで現在と同様である。型開けは、先に尻型を外してから蝶ナットを緩めて胴型を外し、鉄瓶を取り出す。中子落としは、リユーズボルトの貫通穴に鉄棒を差し込んでアイボルトを緩め、中子支持金具を二つに分解して行うことになる。この型持ち無し方案に使用する金具類は、大部分で市販品の活用が可能であるが、中子支持金具AおよびBだけは、図5の形に、鑄鉄で自社製造した方が使用しやすい。

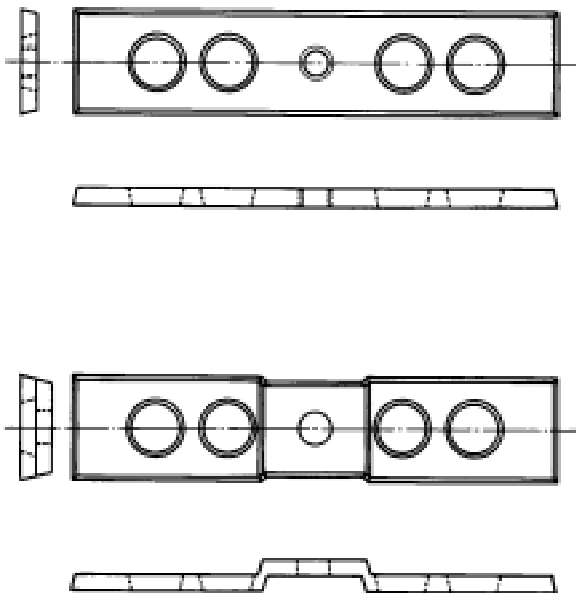


図5 中子支持金具（上：A、下：B）

その理由の一つは、金具の組立および解体作業が正確かつスムーズに可能になることが挙げられる。図5において、金具B中央の凹部分の形状は、端面のテーパを

めて金具Aの断面と同一になっており、金具Bの凹部に金具Aを詰め込んだ形でアイボルトを金具B側の穴（バカ穴）を通して金具Aにネジ止めすることによって、誰がやっても正確な直角十字の形状に組み立てることができる。さらにこれを解体する場合には、金具Aが金具Bの凹部に埋り込んでいることから、アイボルトを緩める際の金具Aとボルトの供回りを防止することができる。

鑄造で製作した中子支持金具が有利であるもう一つの理由に、施工のしやすさと施工部分の堅牢さが挙げられる。図6に、尻型の合わせ面に金具を埋め込んだ状況を示すが、鑄造製の金具は、組み立てた際に4枚の端面が一平面上になるため施工がしやすい。これに加えて、模型を砂型から抜き取るためにつけられている抜け勾配が埋め込み部分の堅牢性向上に有効に活用できる。すなわち、金具の幅の広い方が下になるように埋め込むことによって、アリ溝に填った形になり、中子の尻型が胴型から剥離して浮き上がる事故を防ぐことができる。

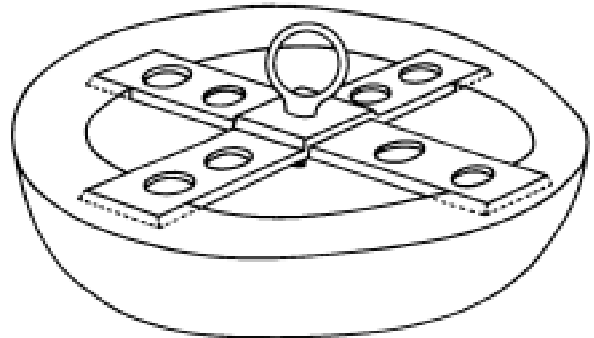


図6 中子支持金具の組立と埋め込み

しかし、中子支持金具の埋め込み位置は、必ずしも尻型と同型の合わせ面に限定するものはない。胴部の高さが大きく、巾木から合わせ面までの距離が遠くなるため、施工しにくい鉄瓶の場合には、胴型端部の巾木近くに埋め込んでよい。図7は、ナツメ型鉄瓶の環口間近の中子内面に金具を埋め込んだ状況で、中子を僅かに彫り込んで金具を押しつけ、金具端面に少しだけ被るように中

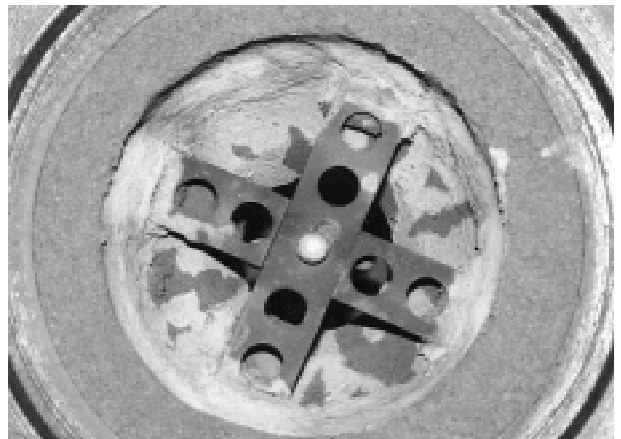


図7 中子胴型への金具の埋め込み状況

子砂で埋め戻してハジロを垂らせば、数分後には金具だけを持って中子全体を持ち上げられる強度になるが、更にこれまでの工法同様の乾燥工程を経ることによって極めて強固な埋め込み状態が得られる。

### 3 実験結果および考察

図8に、本法で試作した焼型鉄瓶の底部分を示す。

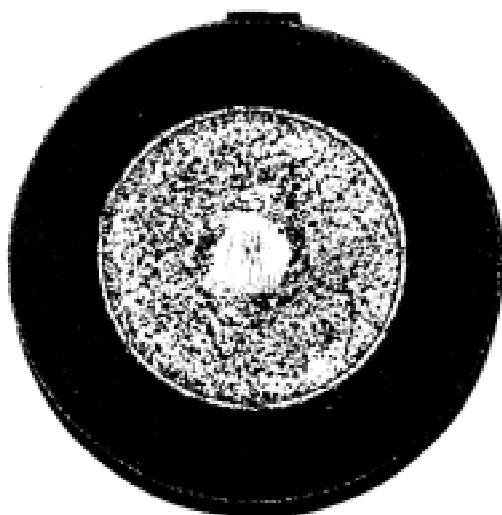


図8 型持ち無し方案で試作した鉄瓶の底

図8から明らかであるように、型持ち無し方案で作られた鉄瓶底には、湯口カップの研磨痕が存在するのみであり、勿論内面にも図3に見られるような型持ち傷は無く、均一な四三酸化鉄の防錆皮膜が形成されている。

この方法を採用するために必要とする費用であるが、アイボルトおよび小径の貫通穴加工費を含むリューズボルトがそれぞれ約150円であり、引き止め板は、帯鉄を切断してバカ穴をあける費用を含めて50円程度になる。

中子支持金具は、引き止め板同様に帯鉄での製作も可

能であるが、前述した理由で鑄造製が最適であり、その場合でも、一つの鑄型で5組の鑄造が可能のため、一組あたりの製造費用は、金具Aのバカ穴と金具Bのネジ切りを加えて300～400円前後となる。これに20円程度の蝶ナットを加えた1セットあたりの総費用は、800円前後になるものと推計される。この費用は、型持ちを使用している場合には無かったものであり、使用開始当初では明らかに製造コストが上昇することになる。しかし、これらの金具類は、半永久的に繰り返し使用が可能であることから、使用回数一回あたりのコストは極めて小さくなる。また工数的に見ても、適当な厚さと大きさの型持ちを用意し、溶湯流によって流されないようにセットしたり、鑄傷を補修する手間を考えれば、むしろ本法が有利であり、何よりも南部鉄瓶の良さを認めて購入してくれた消費者に対して、不愉快な思いをさせたりトラブルが発生する危険が無いという安全性が重要である。

### 4 結 言

中子内部に金具を埋め込み、それを主型に牽引固定する方法で、型持ちを用いずに鉄瓶の鑄造が可能である。

この方法は、これまで引き継がれてきた伝統的造型工程を大きく変更することなく採用可能であり、型持ち傷の補修痕に起因する発錆や異物湧出などのトラブルを根底から皆無にすることが可能で、焼型による南部鉄瓶の品質をより確かなものにするのが可能である。

伝統技術の継承は、親あるいは師匠から受け継いだ技法をそのまま忠実に守ることも大切であるが、時代のニーズに対応して新しい技術を導入し、より優れた製品を造り出すこともまた重要であるものと考えられる。

本法を採用することによって、南部鉄瓶への信頼性が高まり、現在停滞気味の売れ行きが回復して産地に活気がよみがえることを念願するものである。



## 焼結温度がダイヤモンドセグメントの抗折強度に及ぼす影響\*

茨島 明\*\*、池 浩之\*\*\*、勝負澤 善行\*\*

高川 貫仁\*\*、赤石 晃\*\*\*\*、今井 純二\*\*\*\*

ダイヤモンドコアドリルの穿孔性能向上を目的とし、メタルボンドの組成とホットプレス焼結温度がダイヤモンドセグメントの抗折強度に与える影響を調べた。その結果、770 以上の温度でホットプレス焼結したダイヤモンドセグメントは十分な強度を有していることが明らかとなった。  
キーワード：セグメント、ダイヤモンド、コアドリル

## The Effect of Sintering Temperature on the Strength of the Segment

BARAJIMA Akira, IKE Hiroyuki, SHOUBUZAWA Yoshiyuki,

TAKAGAWA Takahito, AKAISHI Akira and IMAI Junji

For the purpose of punch performance improvement of the diamond core-drill, we investigate the influence what hot press sintering temperature give to bending strength of segments. Consequently, the segments which are sintered on the temperature over 770 have enough strength for core-drill.

**key words : segment, diamond, core-drill**

### 1 緒 言

図1に示すようなダイヤモンドコアドリルはコンクリート建造物等への穴あけ工具として広く使用されている。これらのコアドリルはハンドドリルにて穿孔を行うもので、積層された数種類の被削材を同時に穿孔する事もある。したがって、工作機械で使用する工具とは加工条件が異なり、限られた動力、押し付け力（穿孔方向荷重）で広範囲の硬度を有する被削材を穿孔する性能が要求される。この様な条件下では一般に含有するダイヤモンドのコンセントレーションを高くする事が有効であるが、同時にダイヤモンドセグメントの強度が低下する。そこで、平成11年度までに穿孔速度を向上させるために最適なダイヤモンド結晶粒径とコンセントレーションの関係等<sup>1,2)</sup>を調べ、小粒径と高いコンセントレーションが有効であることが分かった。

本研究では、ダイヤモンドのコンセントレーションを高くする事により生じる強度低下を克服するため、メタルボンド組成及びホットプレス焼結製造条件がダイヤモンドセグメント強度及びメタルボンド部の硬度に与える影



図1 ダイヤモンドコアドリル

\* 乾式ダイヤモンドセグメントの研究開発

\*\* 金属材料部

\*\*\* 企画情報部

\*\*\*\* ユニカ(株)岩手工場

響を調べた。

## 2 実験方法

実験に用いたダイヤモンドセグメントはボンド材として金属粉末(Cu, W, Co, Ni, Sn)を使用し、ダイヤモンド結晶粒子と均一混合後、雰囲気加熱式ホットプレス焼結機により作成した。メタルボンドの組成は、タングステンを25%含むW系(以下、組成1)とニッケルを25%含むNi系(以下、組成2)の2種類とし、ダイヤモンド結晶粒子は40/50メッシュ、コンセレーションを25とし、ホットプレス焼結温度を770 から830 まで変化させた。

本実験で製作したダイヤモンドセグメントはコアドリル用であり、6×8×3.5mm-R32の円弧形状品である。これを図2に示すような圧縮試験により円弧の内外面を加圧し、円弧中央部から抗折した時の最大荷重値を読みとり、抗折荷重とした。

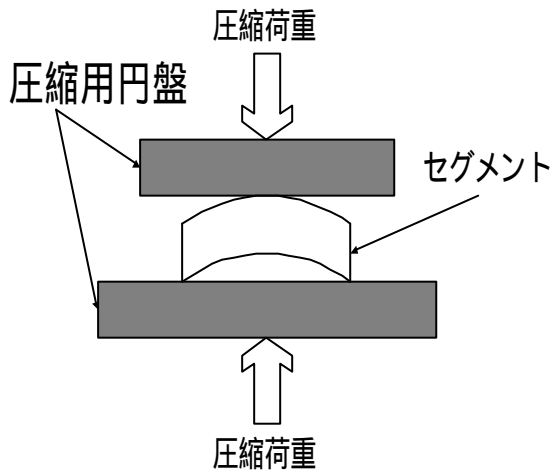


図2 抗折試験概略

## 3 実験結果

各ボンド組成においてホットプレス焼結温度を変えて作成したダイヤモンドセグメントの理論密度比を図3に示す。これより、組成1及び2ともに焼結温度800にて、理論密度比はほぼ一定になる事がわかる。

また、ホットプレス焼結温度に対するダイヤモンドセグメントの抗折荷重測定結果を図4に示す。これより、組成2では焼結温度を高くすると抗折荷重がしだいに増加し、組成1より高くなる事がわかる。

さらに、ホットプレス焼結温度に対するダイヤモンドセグメントのボンド部の硬度測定結果を図5に示す。これより、組成2では焼結温度による硬度の変化が見られないのに対し、組成1では焼結温度830において硬度が増すことがわかる。

各ボンド組成にてホットプレス焼結温度を変化させて作成したダイヤモンドセグメントの抗折断面を図6及び図7に示す。組成1において、ポアは焼結温度

830 で少なく、770 で多くなり、図3に示した理論密度比を裏付ける結果となった。焼結温度800においては、ポアが存在しているものの、その数が少ないために高い理論密度比となったものと考えられる。焼結温度770ではポアが多く存在するが、ボンド部の硬度からホットプレス焼結が良好に行われていると推察される。

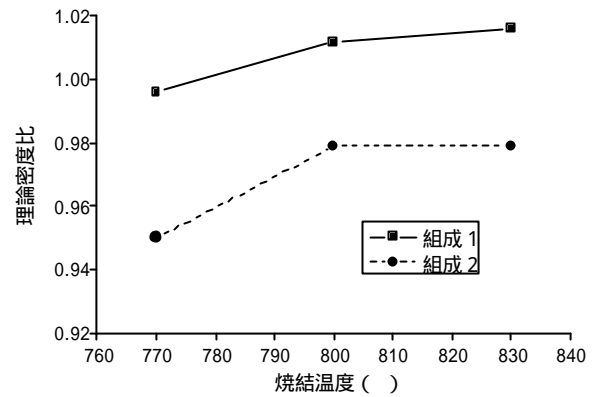


図3 ホットプレス焼結温度と理論密度比

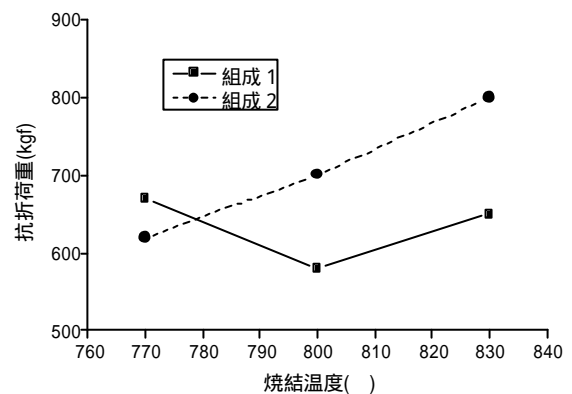


図4 ホットプレス焼結温度と抗折荷重

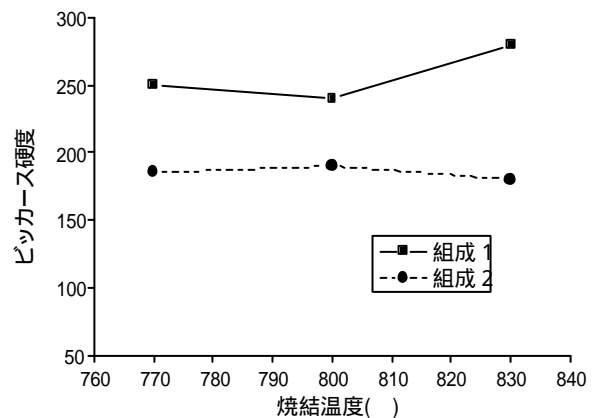
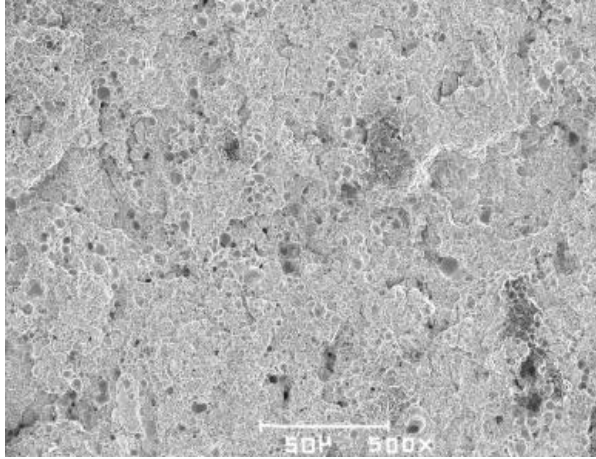


図5 ホットプレス焼結温度とボンド部の硬度

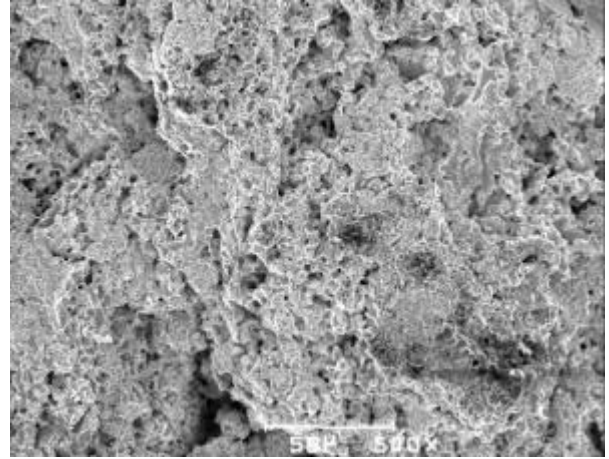
## 焼結温度がダイヤモンドセグメントの抗折強度に及ぼす影響

これに対し、図7に示した組成2では焼結温度800によるダイヤモンドセグメントでは多くのポアが存在し、770のものでは金属粉末粒子の溶融が不完全であると考えられる組織が観察される。しかし、組成1のものと同等以上の抗折荷重を有し、またダイヤモンド

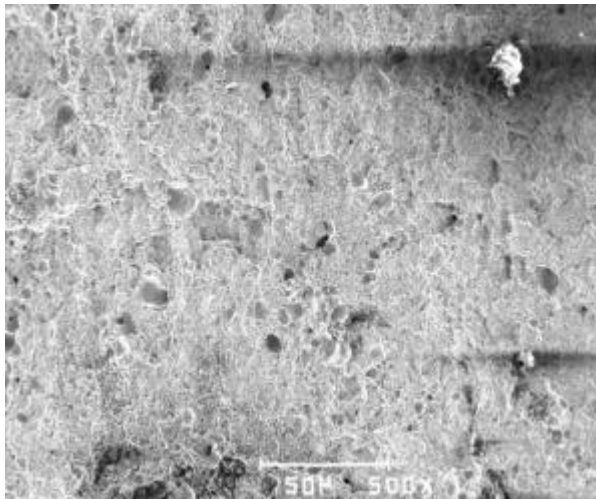
セグメントとして必要な抗折荷重 600Kgf を満足している。したがって、研削時の切りくず排出性、自己ドレス性に優れる有孔構造であり十分な強度を有する組成2のダイヤモンドセグメントは穿孔性能に大きく寄与すると考えられる。



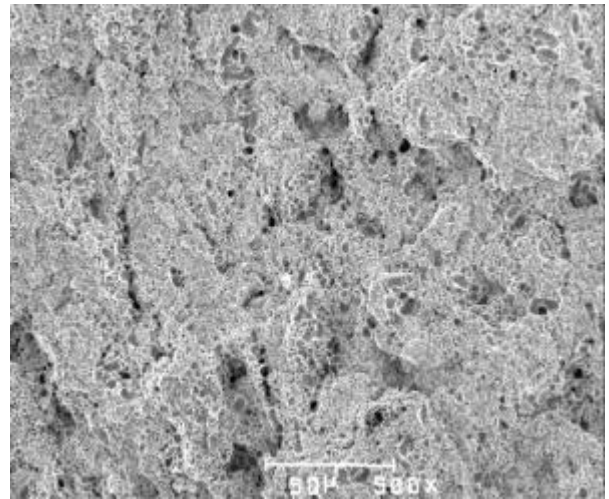
×500 770



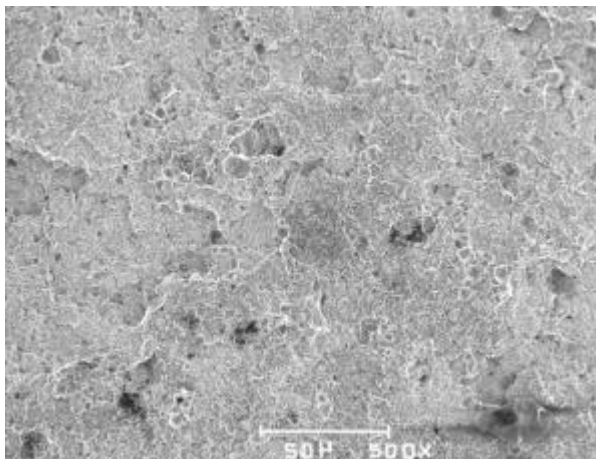
×500 770



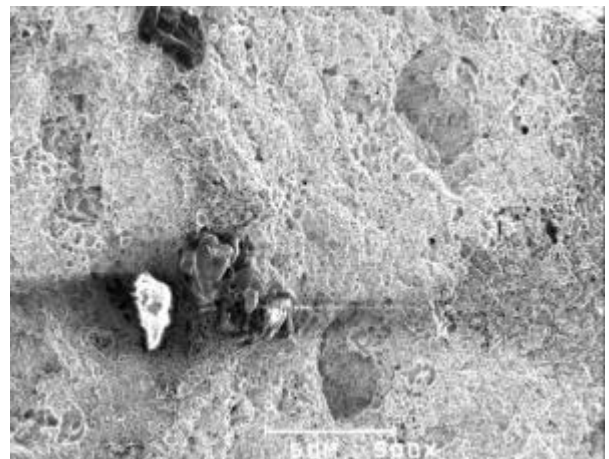
×500 800



×500 800



×500 830



×500 830

図6 ダイヤモンドセグメントの抗折破断面(組成1)

図7 ダイヤモンドセグメントの抗折破断面(組成2)

#### 4 結 言

ボンド材として金属粉末(Cu、W、Co、Ni、Sn)を使用し、ボンド組成と焼結温度を変化させて雰囲気加熱式ホットプレス焼結機により作成したダイヤモンドセグメントの抗折強度について検討した結果、次のことが明らかとなった。

- (1) ボンド部の硬度はホットプレス焼結温度には依存せず、ボンドの組成により決まる。
- (2) どのボンド材においてもホットプレス焼結温度が770 以上では十分な抗折強度が得られた。

- (3) Ni 系のボンド材を用いたダイヤモンドセグメントは有孔構造でありながら十分な強度を有していた。

本研究は平成12年度技術パイオニア養成事業の一環として実施したものである。

#### 文 献

- 1) 茨島ほか：岩手工技セ研報、6、49(1999)
- 2) 茨島ほか：岩手工技セ研報、7、57(2000)

# トリアジンチオ - ルによる微量水銀の除去

小向 隆志\*

トリアジンチオ - ル化合物の有効利用について検討を行ってきた。今回微量水銀の除去を目的にN1 ( 1 , 3 , 5 - トリアジン - 2 - 4 - 6 トリチオ - ルモノナトリウム ) を用い検討した。その結果、N1と無機水銀が反応し、水銀を97%除去することが可能となった。  
キーワード：トリアジンチオ - ル、N1、水銀除去

## Removal of Trace Mercury by Triazine Thiol

KOMUKAI Takashi

Utilization of triazine thiols was discussed in a series of studies by authors. In this report, 1,3,5-triazine-2,4,6-trithiol-monosodium salt (N1) was discussed for removal of trace mercury. Inorganic mercury reacted with N1 and removed at the rate of 97 percent.

**keywords: triazine thiol, N1, inorganic mercury**

### 1 緒 言

岩手大学工学部応用化学科 ( 前 応用分子化学科 ) では、昭和34年の設立以来、有機硫黄化合物の研究を続けている。当所では、有機化合物一つであるトリアジンチオ - ル化合物を利用する研究を昭和40年代後半から大学の指導のもと断続的に行ってきた。平成2・3年には中小企業庁の補助事業「技術おこし事業」を行い、金属の表面処理剤としての適性について検討した。また、平成5~7年には科学技術庁の補助事業「生活・地域流動研究『トリアジンチオ - ルのス - パ - ファイン化に関する総合的研究』」を行い、色々な機能を持ったトリアジンチオ - ル化合物を合成した。今まで、トリアジンチオ - ル化合物の研究対象は、金属の表面処理剤としての研究が主であったが、今回、無機水銀との反応を応用し<sup>1)</sup>、微量水銀の除去を目的に検討を行った。その結果、0.01 ppm濃度の無機水銀をpH4以下で20分反応させることによって、N1と97%反応することが可能となった。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 試薬および装置

##### 2 - 1 - 1 試薬

N1は三協化成 ( 株 ) 製をメタノ - ルで精製し、 $10^{-3} \text{ M o l} \cdot \text{l}^{-1}$ の濃度で使用した。無機水銀の標準溶液は関東化学社製原子吸光用標準溶液、他の試薬は関東化学社製特級試薬を使用した。

#### 2 - 1 - 2 装置

溶液のpHの測定に、東亜電波工業株式会社製HM - 26 Sを使用し、無機水銀とN1との反応に、株式会社東洋製作所製アドヴァンテックSR 500 d攪拌装置を使用した。また、水溶液中のN1の確認に、株式会社日立製作所製U - 20000 形ダブルビ - ム分光光度計を使用し、水銀の分析には、日本インセツルメンツ株式会社製高感度還元気化水銀分析装置 ( マ - キュリ - / R A - 2 A ) を使用した。測定波長は253.7 nmを用いた。

#### 2 - 2 実験操作

##### 2 - 2 - 1 N1と水銀の反応

水銀標準溶液を希釈し、濃度  $100 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$  溶液をN1濃度  $10^{-3} \text{ M o l} \cdot \text{l}^{-1}$  の溶液に所定の容量添加し、所定のpHに硫酸 ( 1 + 20 ) および水酸化ナトリウム ( 1 w / v % ) を用い調整後、溶液を所定の時間300 rpmで攪拌し反応させた。

##### 2 - 2 - 2 水銀濃度の測定

原子吸光法による還元気化法は、無機水銀を定量する装置である。今回の実験では、N1と反応しない無機水銀を定量することによって、実験の評価とした。そのため、塩化第1錫による還元操作は行わなかった。

N1と無機水銀の反応後、メスフラスコで100 ml定容とし、20 mlを測定試料とした。検量線の濃度は10,40,60,80  $\text{ng} \cdot \text{ml}^{-1}$  とした。

3 結果と考察

3-1 無機水銀の飛散

0.2  $\mu\text{g} \cdot 20\text{ml}^{-1}$ の水銀溶液を所定の時間攪拌速度 300 rpm で攪拌した。攪拌後の無機水銀の残存率を図1に示す。

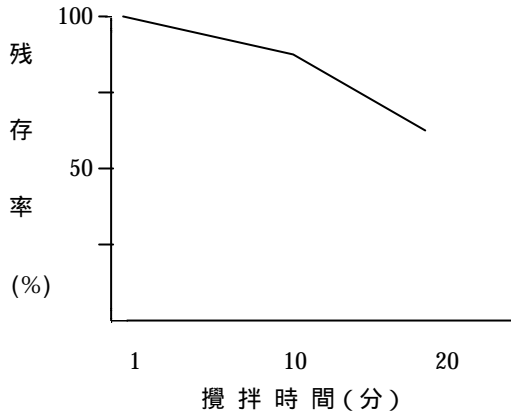


図1 攪拌時間による水銀の飛散

図1より、攪拌によって急激に無機水銀が飛散されることが分かる。

3-2 水銀濃度によるN1の反応

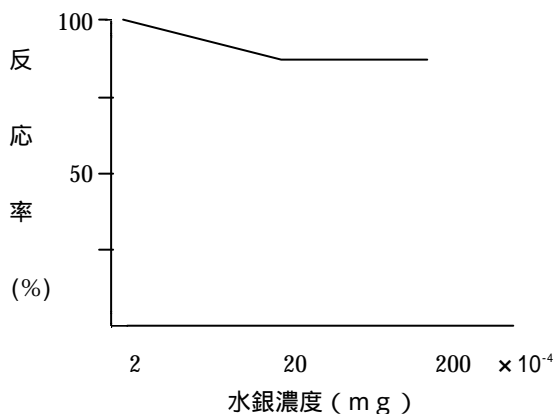


図2 N1濃度、攪拌時間一定による無機水銀とN1との反応

N1濃度( $10^{-3}\text{Mol} \cdot \text{l}^{-1}$ )20 ml、攪拌速度 300 rpm、攪拌時間2分間の条件の下で、種々濃度におけるN1と無機水銀との反応について検討した。その結果を図2に示す。図2より、無機水銀濃度が増加するに従い、N1との反応性が減少する。(水銀 200 ng以下では90%以上の無機水銀がN1と反応することが分かった。)

3-3 pH変化によるN1と水銀との反応

N1( $10^{-3}\text{Mol} \cdot \text{l}^{-1}$ )20 mlに無機水銀 200 ngを添加した後の溶液のpHは5.5である。pH変化によるN1と無機水銀の反応について検討した。pHは硫酸(1+20)および水酸化ナトリウム(1W/V%)を用い所定の値に調整した。攪拌速度 300 rpm、攪拌時間は20分間である。図3にpH変化による無機水銀の飛散の状況を、図4にそのpHによるN1と水銀との反応について示す。

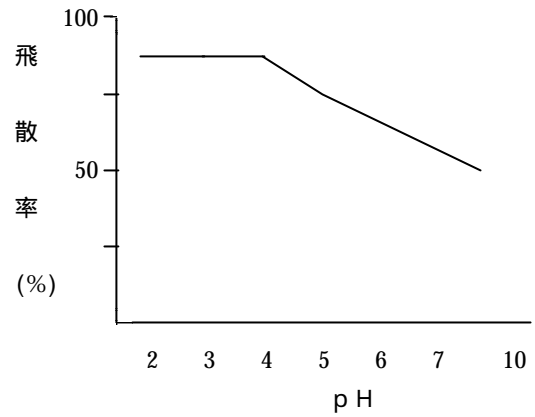


図3 pHによる水銀の飛散

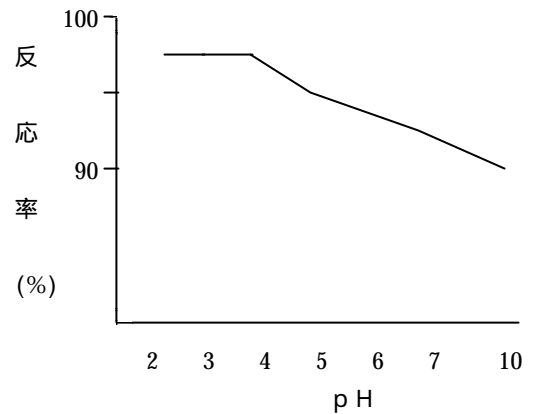


図4 pHによるN1と水銀の反応

図3より、pHの低下と共に無機水銀の飛散量が増加する。図4より、pHの低下と共に無機水銀とN1との反応が促進される。図3,4より、各pHで反応率から飛散率を減じた値を見れば、pHの上昇と共に上昇する。つまり、pHの高い領域(アルカリ側)の方がpHの低い領域(酸性側)より無機水銀とN1が反応する事を意味する。

4 結 言

N1による無機水銀の除去について検討した。実験を通し次の点があった。

1. N1と無機水銀が反応することが分かった。
2. 微量な無機水銀の97%以上と反応し、微量水銀の除去剤として期待できる。
3. 無機水銀は、攪拌により容易に溶液から飛散する。水銀の分析は、試料作成後直ちに実施すべきである。
4. 今後の検討

N1は容易に活性炭に吸着される。トリアジンチオール化合物はトリアジン環に特有な285 nmの吸収を示し、分光光度計で吸光度を測定することによってその存在が確認される。活性炭処理したN1溶液は285 nmの吸収が消滅し、N1が活性炭に吸着されたことが証明される。このことから、N1と反応した無機水銀も活性炭に吸着されると推察される。また、酸性溶液では、N1と無機水銀の反応はアルカリ溶液ほど十分には起こら

## トリアジンチオ - ルによる微量水銀の除去

ない事も今回分かった。このことを利用して、活性炭に吸着された水銀（N1と反応している）を活性炭から分離する方法として、酸性溶液で活性炭を処理することによって、酸性溶液に水銀が溶離されるものと思われる。

市販されている単1乾電池の水銀溶出試験<sup>2)</sup>を行った。その結果、無機水銀の溶出量は  $0.02 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-2}$ であった。水銀溶出量は基準を大巾に下まわっているが、自治体の各行政区ごとにあるゴミ集積所の乾電池保管場所（廃棄場所）を見ると、廃棄乾電池が雨水にさらされている箇所も見受けられる。このような箇所にN1を利用

する水銀除去剤が応用できるのものと期待される。

今回の研究で有機水銀（N1と反応した水銀）の定量分析が必要であったが、分析方法に検討を必要とする問題が生じた。この解明を平成13年度の基盤的・先導的研究で明らかにしたい。

## 文 献

- 1) 河野隆年, 杉沢恒雄, 中村儀郎, 森邦夫: 公害、Vol.7, No.6, (1972)
- 2) 昭和48年環境庁告示第13号

## 木質系建設廃材の処理と再資源化に関する研究

藤原 智徳\*、佐々木 陽\*、大内 康弘\*

廃棄物処理問題と森林保護という観点から、炭化による建設廃材の再利用を検討している。本報では、いわてクリーンセンターが試作した建設廃材炭化物について、その性能評価を行った結果を報告する。試料は7種類用意した。まず試料の工業分析を行い、またメチレンブルー吸着性能の評価を試みた。その結果、用意した炭化物はいずれも活性炭程度の吸着性能はないことがわかった。今後は吸着性能を向上させる技術を検討する予定である。

キーワード：廃材、炭、吸着

## Study on Reuse of Scrap-Woods by Carbonization.

FUJIWARA Tomonori, SASAKI Akira and OUCHI Yasuhiro

From the viewpoints of waste management and forest conservation, the reuse of Scrap-woods by the carbonization is examined. This report is a result of evaluating the performance of the carbonization thing made for trial purposes at Iwate clean center. Seven kinds of samples were prepared. The proximate analysis and the methylene blue adsorption performance evaluation of the sample were attempted. As a result, it has been understood to have the adsorption ability of the activated carbon level neither of the prepared carbonization thing. The technology which improves the adsorption performance will be examined in the future.

**key words: Scrap-woods, Charcoal, Adsorption**

### 1 緒 言

建設工事に伴って排出される廃棄物の排出量は年間 8,200 万 t に達し、全産業廃棄物の 21%、最終処分量の 44%、また不法投棄量の 87% を占めていると言われている。日本の建築物の平均的な寿命から、今後 10 年間に解体が増加し、2025 年度には 1995 年度の約 5 倍になるという推計がなされ、発生抑制・リサイクルが緊急の課題である<sup>1)</sup>。建設省（現、国土交通省）は厚生省（現、厚生労働省）と共同で 2000 年の第 147 通常国会に建設工事資材再資源化法を提出、成立させた。この法律は、工事の受注者への分別解体・再資源化義務づけ、分別解体、再資源化の実施を確保するための措置、受注者・受注者間の契約手続き、解体工事業者の登録制度などを定めている。

このような問題と森林保護という観点から、建築物の解体など建設工事に伴って発生する木質の廃棄物（以下、「木質系建設廃材」という）に着目し、炭化による再資源化を検討した。

賦活処理で比表面積を高めた炭を活性炭という。活性炭

は水処理や大気汚染物質の浄化のほか、近年ではダイオキシン処理にも応用されており、その需要は高まりつつある。これまで木質系建設廃材炭化物は、従来製法で製造された木炭より、吸着能力が高いことが報告されている<sup>2)</sup>。これは、木質系建設廃材が金属などの無機物を多く含有することに由来しているものと考えられる。

本報では調査の一環として、財団法人いわてクリーン事業団がいわてクリーンセンター（岩手県江刺市）で試験的に製造した建設廃材炭化物の吸着性能評価を行った結果を報告する。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 試料

用意した試料を、表 1 に示す。炭化は、TCM 型炭化装置（東レエンジニアリング）を用いて行った。この装置はバッチ式で、炭化 BOX 中の鉄カゴに原材料を静置して炭化する仕組みとなっている。鉄カゴは 3 段に重なっており、仕込

\* 化学部



み量は 250l × 3 段となる。炭化時間は 24 時間。原材料の粒度は、+5 ~ -20cm とした。

表 1 供試試料

名称	排出源・炭化条件など
自然木(高温)炭化物	土木工事の整地作業で排出された木くずの炭化物。単独で炭化し、炭化 BOX 内温度 700 以上。
自然木(低温)炭化物	土木工事の整地作業で排出された木くずの炭化物。単独で炭化し、炭化 BOX 内温度は 350 ~ 570 。
解体木くず炭化物	一般住宅の解体で排出された木くずの炭化物。単独で炭化。
タール電柱炭化物	コールタール処理した木製電柱の解体で排出された木くずの炭化物。単独で炭化。
CCA 電柱炭化物	CCA 処理した木製電柱の解体で排出された木くずの炭化物。
竹炭化物	竹の炭化物コールタール電柱、畳と同時に、中段に静置して炭化。
畳炭化物	従来製法の稲わら畳の炭化物。コールタール電柱、竹と同時に、上段に静置して炭化。

炭化物は鉄乳鉢で粉砕後、ふるい分けし、粒度を+500 μm ~ -4.75mm として供試した。

## 2 - 2 工業分析ならびに硬度、精練度の測定

JIS-K1474 活性炭試験方法ならびに JIS-M8812 石炭類及びコークス類 - 工業分析法を参照し、木質系建設廃材炭化物中の水分と灰分、揮発分、固定炭素を測定した。

### ・水分

試料を磁製のつぼにはかりとり、110 に調節した恒温乾燥機中で乾燥した。乾燥前後の質量差(減量)を求め、これを水分(%)とした。

### ・灰分

試料を磁製のつぼにはかりとり、電気炉中で除々に加熱して灰化した後、900 で1時間強熱した。デシケーター中で放冷後、秤量し残分とした。操作前後の質量差を求め、これを灰分(%)とした。

### ・揮発分

白金るつぼに試料をはかりとり、蓋をして 925 で7分加熱した。るつぼを取り出し、1分放置し、さらにデシケーター中で1時間放冷後、秤量した。操作前後の質量差を求め、これを揮発分(%)とした。

### ・固定炭素

$$\text{固定炭素}(\%) = 100 - (\text{水分}(\%) + \text{灰分}(\%) + \text{揮発分}(\%))$$

炭化物の硬度は木炭硬度計(株日本農林社)を用いた。硬度測定用金属片で粉砕前の試料断片を傷付け、傷が付いた金属片の番号を硬度とする。最高硬度は 20 で、数値が高い程硬い事を示す。

炭の基本構造は、小さい炭素の結晶が不規則に並んだ無定型炭素である。炭化温度の上昇に伴い結晶化が進行し、大きな結晶に成長する。これはグラファイト構造と呼ばれ、層間にδ電子が動きまわり電気伝導性が良くなる。この性質を利用し、電気抵抗を測定することによって炭の炭化度を測定する。これを精練度という。精練度測定には木炭精練計を用いた。これは試料表面二点間の電気抵抗値を測定するもので、電気抵抗値の指数 T (0~9 の十段階、10<sup>0</sup>Ω/cm は精練度 0 に相当)が精練度となる。

## 2 - 3 吸着性能評価及び比表面積の測定

JIS-K1474 活性炭試験方法に基づき、木質系建設廃材炭化物のメチレンブルー吸着性能を評価した。実験方法のフローを図 1 に示す。メチレンブルー濃度は、分光光度計 U-2000 (株日立製作所)を用い測定した。

また、比表面積(単位重量あたりの表面積)は N<sub>2</sub> 吸着 BET1 点法により、迅速表面積測定装置 SA-1100 型(柴田科学機器工業株)を用い測定した。

## 3 結果ならびに考察

### 3 - 1 工業分析及び硬度、精練度の測定結果

木質系建設廃材炭化物の工業分析値及び硬度、精練度の測定結果を表 2 に示す。

工業分析値について水処理用木炭の規格は、固定炭素 75% 以上、揮発分 20% 以下、灰分 5% 以下となっている<sup>3)</sup>。解体木くず炭化物と畳炭化物を除いた 5 試料については、これを満たしていた。

硬度、精練度に関して、一般に炭化温度が高い程、硬度は高く精練度値は低い。ただし、水処理用木炭の規格に関して、硬度、精練度の基準はない<sup>3)</sup>。本報で供試された炭化物の

硬度は、一般的な木炭と比較すると低く、すなわち柔らかい。一方精錬度値は、それ程変わらない。

しかし本研究で行った試験では、メチレンブルー残存濃度が高すぎて、吸着等温線を作成することができず、吸着性能の評価ができなかった。この理由としては、吸着性能が活性炭に比べて著しく低いこと、木質系建設廃材炭化物の性状が一定ではないことの影響が考えられる。

### 3 - 2 比表面積測定結果

木質系建設廃材炭化物の比表面積を表3に示す。

一般に比表面積を指標とした場合、800m<sup>2</sup>/g未満のものを木炭、800m<sup>2</sup>/g以上のものを活性炭と呼んでいる<sup>3)</sup>。多くの木炭は200~400m<sup>2</sup>/gであり、活性炭は800~1000m<sup>2</sup>/gである。本報で供試した試料は、いずれも活性炭の比表面積より小さい。一方水処理用木炭としての比表面積は200m<sup>2</sup>/g以上であり<sup>3)</sup>、解体木くず炭化物とタール電柱炭化物の2試料がこれを満たしていた。

### 3 - 3 メチレンブルー吸着性能評価

JIS-K1474 活性炭試験方法では、以下のような方法で評価することになっている。メチレンブルー1.2g/l溶液25mlに、試料を0.1~0.3g添加し、30分振とう後の残留濃度を測定する。次式により、単位吸着量を算出する。

$$\text{単位吸着量} = (\text{メチレンブルー初濃度} - \text{残留濃度}) \times 0.025 / \text{炭化物添加量}$$

これらの結果から吸着等温線を作成する。作成した吸着等温線からメチレンブルー残留濃度が0.24mg/lの時の試料の吸着量を求め、それを換算しメチレンブルー吸着性能とする。

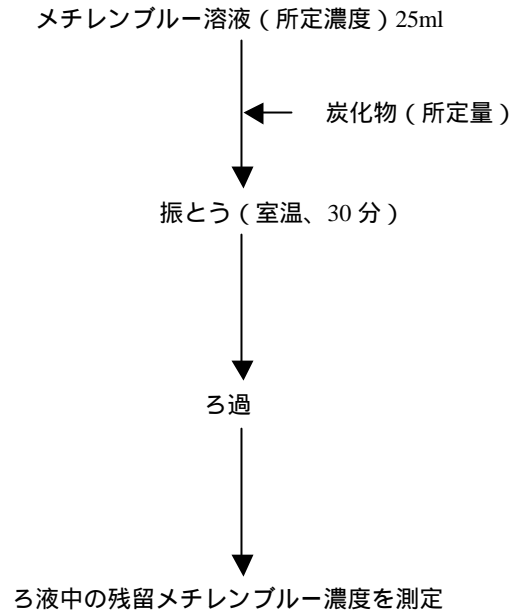


図1 メチレンブルー吸着試験

表2 工業分析値および硬度、精錬度

	乾燥減量(%)	強熱残分(%)	揮発分(%)	固定炭素(%)	硬度	精錬度
自然木 (高温)	1.21	5.12	12.60	81.07	1	2.6
自然木 (低温)	2.97	2.72	15.35	78.96	1.5	2.0
解体木くず <sup>a)</sup>	1.29	5.53	24.84	68.34	1	1.0
タール電柱	1.75	3.49	19.23	75.53	1	0.0
CCA 電柱	2.70	2.84	14.65	79.81	1	1.0
竹	2.63	3.60	11.97	81.80	4	1.4
畳	3.48	45.07	22.20	29.25	測定不能 <sup>a)</sup>	測定不能 <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> 畳炭化物の硬度、精錬度については、その形状が塊状ではなく、測定に適していなかった。

表3 比表面積

	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)
自然木(高温)	138.8
自然木(低温)	156.9
解体木くず	244.9
タール電柱	218.8
CCA電柱	183.7
竹	74.1
畳	61.2

#### 4 緒 言

木質系建設廃材の有効利用を目的として、いわてクリーンセンターが試作した炭化物の吸着性能評価を行った。その結果、活性炭程度の性能はなかった。今後、吸着性能を向上させる技術の検討が必要である。水処理用木炭として使用する際の工業分析値ならびに比表面積を満たしている炭化物があった。ただし活用可能かどうかは、本報の結果だけでは判断できないのでさらに検討が必要である。

#### 謝 辞

本研究の実施にあたり、試料をご提供いただいた財団法人いわてクリーン財団いわてクリーンセンター次長吉田茂氏、同業務係長小松原正氏、工業分析にご協力いただいた社団法人岩手県木炭協会ならびに岩手大学工学部応用化学科成田研究室大学院生立花武憲さんに対し、深く感謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) 中院彰子：廃棄物学会誌市民編集, 5, 74 (2001)
- 2) 藤原智徳, 成田榮一ほか：日本化学会第73秋季年会講演要旨集(1997), p60
- 3) 立本英機：おもしろい炭のはなし, 日刊工業新聞社(2000)

## 籾殻粉末の混合による生分解性プラスチックの機能改変

平野 高広\*、酒井 晃二\*\*、佐々木 英幸\*\*\*  
山本 忠\*、大澤 純也\*

籾殻の有効活用および生分解性プラスチックの機能改変を目的として、籾殻粉末を混合した生分解性プラスチックフィルムを作製した。試作フィルムの強度は、籾殻含量の増加に従い低下した。試作フィルムの酵素(リパーゼ)分解速度は、籾殻粉末の添加により上昇した。  
キーワード：生分解性プラスチック、籾殻粉末

## Modification of Biodegradable Plastics by mixing powdered chaff

HIRANO Takahiro, SAKAI Koji, SASAKI Hideyuki  
YAMAMOTO Tadashi, and OHSAWA Junya

To making good use of the chaff discarded and easy modification of the characters of biodegradable plastics, we put powdered chaff into the biodegradable plastics on the market. The strength of that plastic films decreased with the increase in the content of the chaff powder. The addition of the chaff powder to the biodegradable plastics raised the degradation rates of the plastic films by enzyme (lipase).  
key words: Biodegradable plastics, powdered chaff.

### 1 緒 言

近年、環境蓄積型廃棄物汚染の解決にむけて、土壌中や水中で自然分解可能な生分解性プラスチックの開発が進められており、汎用プラスチックの多くが生分解性プラスチックにとってかわられようとしている。しかし、生分解性プラスチックでも環境によってはほとんど分解されないものもあり、その簡便かつ速やかな分解が望まれている。高分子分科会が全国規模で行ったフィールド試験の結果によると、岩手県の畑地<sup>1)</sup>および水田<sup>2)</sup>でも、多くの地域と同様に生分解性プラスチックの分解速度が著しく低い傾向にあった。我々は、生分解性プラスチックの分解性を容易に高める手段として、生分解性プラスチックに、微粉化した天然資源を混合する方法を考えついた。混合する天然資源には、廃棄物の再資源化も視野に入れ、多くが廃棄焼

却される籾殻を選択した。本研究では、籾殻粉末入り生分解性プラスチックフィルムを試作し、その物理強度を評価した。また、生分解性を迅速に評価する手段として酵素分解試験を行った。

### 2 実験方法

#### 2.1 籾殻の微粉化

籾殻は、収穫後に脱穀し、自然乾燥したものをを用いた。籾殻は超微粒摩砕機(増幸産業株式会社、スーパーマスコロイダーMKCA6-3)を用いて粉砕した。粉砕は2回行い、1回目は回転速度を1500rpm、クリアランスを40ミクロンとし、2回目は1200rpm、20ミクロンとした。粉砕後の籾殻を、500μmメッシュでふるい、これを籾殻粉末とした。

---

\* 応用生物部  
\*\* 元化学部(現在 環境保健研究センター)  
\*\*\* 化学部

## 2 2 粉殻粉末の性状調査

見かけの乾燥密度は、50ml のメスシリンダーに粉殻粉砕物を入れ、重量を測定して求めた。水分含量は、110 で恒量とし、減少重量から求めた。また、電子顕微鏡（日本分光製、JSM-5300LV）で、形状や表面形態を観察した。

## 2 3 生分解性プラスチックフィルムの試作

生分解性プラスチックには、セルグリーン（ダイセル化学工業、PHB-02、主原料 ポリ -カプロラクトン）を使用した。セルグリーンのペレットを所定量の粉殻粉末と混合後、2 軸押出機（TECHNOVEL、KZW25-50MG）にて混練押し出しし、生分解性プラスチックフィルムを得た。成形条件は、溶解温度 175～185、スクリー一回転数 30rpm、巻き取り速度 12～16rpm、粉殻粉末の混合割合 0、1、5、10vol.%とした。

## 2 4 試作フィルムの強度試験

試作した粉殻粉末入り生分解性プラスチックフィルムをダンベル型（2号ダンベル、JIS K7127）に打ち抜き、厚さを Thickness meter で測定した。引張強度は、引張試験機（島津製作所、AGS-10KNB）を使用して、試験速度 50mm/min で行った。測定項目は、強度およびクロスヘッドの変位とした。なお、クロスヘッドの変位は、試験開始から破断までのクロスヘッドの移動距離とし、伸びとほぼ相関関係にあると思われる。強度試験は、試験区あたり 5 回以上行った。

## 2 5 酵素分解試験

生分解性プラスチックフィルムを 3～4cm 角に切断して四フッ化エチレン樹脂シート（ニチアス株式会社、ナフロンシート）で挟み、ホットプレス（株式会社 小平製作所、MODEL PY-50E）にて 150、200kgf/cm<sup>2</sup> で 5 分間処理し、フィルム厚を約 50 μm にした。これを重量 25mg のサイズに切断し酵素分解用サンプルとした。サンプルを 1.5ml 容スクリーキャップバイアルに入れ、0.1M HEPES buffer (pH7.5) を 1.0ml 加え、リパーゼ（Fluka 社製、*Pseudomonas fluorescense* 由来）1mg(3500U 相当)を添加して 30、72 時間、40rpm の往復振盪で緩やかに攪拌しながら反応させた。また、対照としてリパーゼ無添加区を設けた。反応前後のサンプルの重量変化および表面形態の観察から、サンプルの生分解性を評価した。なお酵素分解試験は粉殻含有率 0、1、5% のサンプルのみ試験した。

## 3 実験結果

### 3 1 粉殻の性状

粉殻粉末の見かけの乾燥密度は、0.544g/ml、水分含量は 7.23% であった。粉殻粉末の SEM 像を図 1 および図 2 に示す。篩で分別したが、100 μm 程度のサ

イズが多かった。表面形態は凸凹があり、10 μm 以下の微細な空隙も観察された。

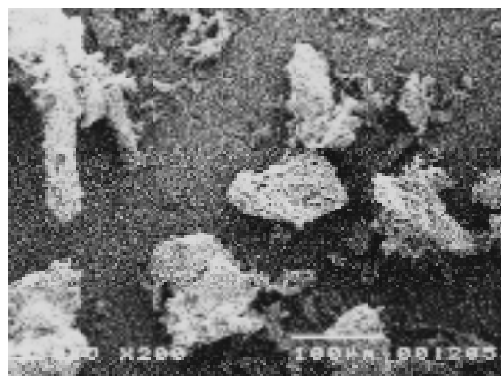


図 1 粉殻粉末の SEM 像 (×200)

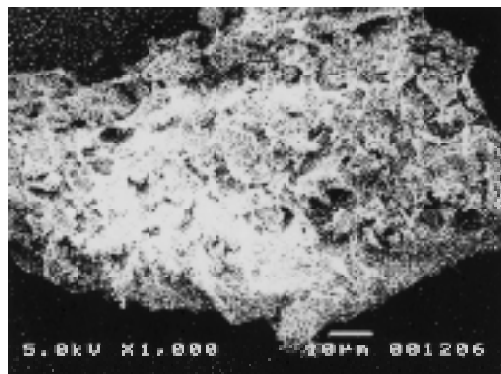


図 2 粉殻粉末の SEM 像 (×1000)

### 3 2 試作フィルムの性状及び強度

試作フィルムは粉殻含有率 1% ではほぼ均一に混合したが、濃度の上昇に従い粉殻が凝集する傾向がみられ、一部不均一となった。また、粉殻含有率が 5% を越えると成形時にちぎれやすくなるため、フィルムを厚くする必要が生じた。

表 1 に試作フィルムの厚さ、強度およびクロスヘッドの変位の平均値を示す。強度は、粉殻含有率の増加とともに粉殻含有率 5% まではほぼ直線的に低下し、10% ではやや横ばいとなった。クロスヘッドの変位は粉殻含有率 1% ではさほど低下しなかったが、5% では急激に低下し、10% ではほぼ横ばいとなった。

表 1 試作フィルムの厚さ及び強度の平均値

粉殻含有率 (%)	厚さ (mm)	強度 (N/mm <sup>2</sup> )	クロスヘッドの変位 (mm)
0	0.115	41.36	218.8
1	0.104	34.98	197.8
5	0.254	23.89	39.7
10	0.296	20.80	31.7

## 籾殻粉末の混合による生分解性プラスチックの機能改変

### 3 3 酵素分解試験

酵素分解試験によるサンプル重量の変化を表2に示す。籾殻粉末の添加により酵素分解速度が約30～40%上昇した。重量減少が大きいサンプルほど表面の色が白濁しており、酵素分解による表面形状の変化が確認された。

表2 酵素分解による重量減少

籾殻含有率 (%)	重量減少 (mg)
0	1.6
1	2.1
5	2.2

### 4 結 語

生分解性の改善および籾殻の有効活用を前提に、籾殻粉末入り生分解性プラスチックフィルムを試作し、

その物理強度および酵素分解性を試験した。

籾殻含有率が5%以上になると、フィルム成形しにくいことが明らかとなった。また、籾殻粉末の濃度上昇に伴い、強度およびクロスヘッドの変位(伸び)が減少した。酵素分解速度は、籾殻粉末を添加すると約30～40%上昇した。

今後、セルグリーン以外の樹脂についても試験予定である。また、試作フィルムのコンポスト試験を検討予定である。

### 文 献

- 1) 未発表
- 2) 松川ら、「生分解性プラスチックのフィールドテスト」中間報告と今後の展開、第38回高分子分子科会会議資料、平成12年

## アマランサス葉由来赤色色素の利用

伊藤 良仁<sup>\*</sup>、小浜 恵子<sup>\*\*</sup>、平野 高広<sup>\*\*</sup>、  
岸 敦<sup>\*\*</sup>、大澤 純也<sup>\*\*</sup>

アマランサスの葉に蓄積する赤色色素を食用天然色素として利用することを目的に、8品種の色素量測定、抽出法の検討及び食品への添加試験を行った。その結果、最も蓄積量の多い品種は「ラルシャーク」であり、凍結乾燥 - エタノール洗浄 - 水抽出からの精製色素は、ゼリー、アイスクリーム、浅漬け等で良好な色調を示す。

キーワード：アマランサス、葉、色素

## Utilization of Red Pigment from *Amaranthus* Leaves

ITO Yoshihito, KOHAMAKEiko, HIRANO Takahiro,  
KISHI Atsushi and OHSAWA Junya

Amaranthuspigments arered-violet betacyanins,liketheredbeetpigmentssthat have beenextensivelyusedinthe foodindustry. However, todate, little has been reported aboutthecolorpropertiesofthepigmentsfromdiverseAmaranthusspecies. Therefore,we conducted suchstudies to characterizepigments from better speciesfor thedevelopment of natural corolants. TheleavesofRarushaku containedpigments 16.2 (A535nm/g), and purifiedpigmentsshowedfavoritecolor in suchasjelly,ice-creamandpikles.

**key words** : amaranthus, leaf, pigment

### 1 緒 言

アマランサスの種子は雑穀の一つとして岩手県の特産品になっており、米飯添加用や各種加工品などに利用されている。一方、世界には60種以上の品種があり、種子を食用とする子実用以外に若葉を食用とする野菜用や観賞用などの品種がある<sup>1)</sup>ことはあまり知られていない。筆者らは、アマランサス葉を新しい地域生物資源（地域色のある加工食品原料）と捉え、その加工、利用法の開発を目標に研究を進めている。葉が赤色の野菜用アマランサスがあるが、赤色の本体はベタレインと呼ばれる色素（群）であり、主成分は食用天然色素として広く利用されているビートレッドの色素<sup>2)</sup>と類似したアマランチン（ベタニジンの5-ウロニドグルコシド）<sup>3)</sup>である。アマランサス類は世界中に分布するにもかかわらず、色素

本体すなわちベタレインに関する報告<sup>4,5)</sup>は少なく、さらに食品への応用は、国内では「赤ビユ」色素に関する報告<sup>6)</sup>のみである。本報では、加工、利用法の一つとしてこの色素に着目し、複数の品種の色素含有量測定や抽出法の検討、加工食品への添加試験を行った。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 アマランサス葉の色素量測定

野菜用7品種（川崎医療福祉大より分与）及び穀粒用1品種（岩手県農業研究センターより分与）の計8品種のアマランサスをプランターで栽培し、10葉が展開したのから葉を採取し、内5gに蒸留水95mlを加え、ホモジナイズし、メンブランフィルター濾過を行った。赤色を示す抽出液の吸収波長を分光光度計で測定し、色素含有量

\* 応用生物部（現在 企画情報部）

\*\* 応用生物部

は535nm(アマランチンの最大吸収波長)の吸光度を生葉中の値に換算し、色素濃度とした。

2-2 色素抽出法の検討

ベタレインは水溶性であり、有機溶媒には溶解しない<sup>7)</sup>。そこで、共存物質の除去(洗浄)を有機溶媒で、色素の抽出を水系で行うこととし、実際には食品への添加を考え、最終標品に残留しても問題のないエタノール及び水を使用した。また、抽出効率を高める(最小の溶媒量で抽出する)ため、凍結乾燥を組み入れた。これらの工程を組み合わせ、条件の設定を行った。

2-3 各種食品への添加試験

精製色素粉末を用いてゼリー、アイスクリーム、桜漬けの着色試験を行った。添加濃度はゼリー及びアイスクリームを0.02、0.05、0.10、0.20%、桜漬けを0.01、0.02、0.05、0.10%に設定し、官能的に色の濃さ、色調を確認した。また、併せて呈味への影響を確認した。

3 結果

3-1 アマランサス葉の色素量測定

8品種のアマランサスの内、バヤムM、バヤムP及びラルシャークの3品種が赤紫色を示した。これらの吸収波長を測定した結果、535nmに最大吸収を示した(図1)。また、含量が最も高い品種は「ラルシャーク」であった(表1)。

3-2 色素抽出法の検討

食品添加用の色素製剤に求められる性質の一つは無味無臭である。また、溶媒での抽出を行うため、コスト的に考えてその量は最小限に止めたい。これらの点を考慮して抽出法の検討を行い図2に示す工程を確立した。すなわち、前処理：最も色素含量の多いラルシャークの生葉100gを凍結乾燥後、摩砕して乾燥粉末16gを得た。

エタノール洗浄：脱臭及び色のくすみの原因となるクロロフィルの除去のため葉乾燥粉末にエタノール200mlを添加し、充分攪拌後、10000rpmで10分間遠心し、上澄を除去、沈殿を回収した。水抽出：沈殿に200mlの蒸留水を加え充分攪拌後、同様に遠心し、上澄を回収した。これを凍結乾燥し、精製色素粉末4gを得た。得られた色素粉末の水溶液の色調は明るい赤紫色であり、高純度市販製剤(ビートレッド)<sup>8)</sup>以上の色度(A535・10%・1cm=48)を示した。

3-3 各種食品への添加試験

天然色素は一般的に熱に弱く、ベタレインもその例外ではない。実際の食品で使用する場合は加熱処理(煮熟・殺菌等)がない、あるいは瞬間的なものに限られる。

そこで、ゼリー、アイスクリーム、桜漬けの3加工食品を選び、着色試験を行った。その結果、それぞれ0.1~0.2%の添加で適度な濃さに着色された。また、他の赤系天然色素であるアントシアン類はタンパク質と結びつき変色するうえ不溶化することが報告<sup>9)</sup>されているが、アマランサス色素はタンパク質の多いアイスクリームでも食品として好ましい色調を示した(図3)。さらに、官能検査では全ての添加濃度で食品本来の風味に影響しないことが確認された(データは示していない)。

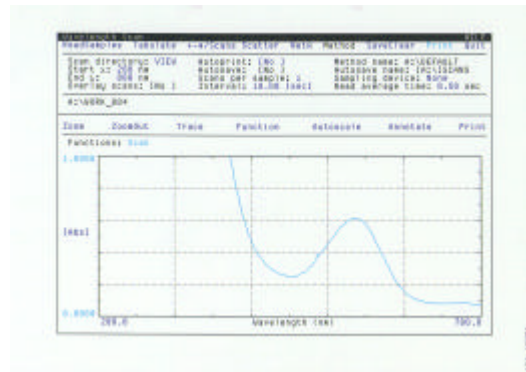


図1 抽出液(ラルシャーク)の吸収波長

表1 各品種の色素量

品種	色素量 (A535/生葉1g)	色調
柳葉	3.0	黄緑
丸葉	2.7	黄緑
アビエビエ	3.2	黄緑
バイアム	3.0	黄緑
バヤムM	7.6	赤紫
バヤムP	6.1	赤紫
メキシコ	3.0	黄緑
ラルシャーク	16.2	赤紫

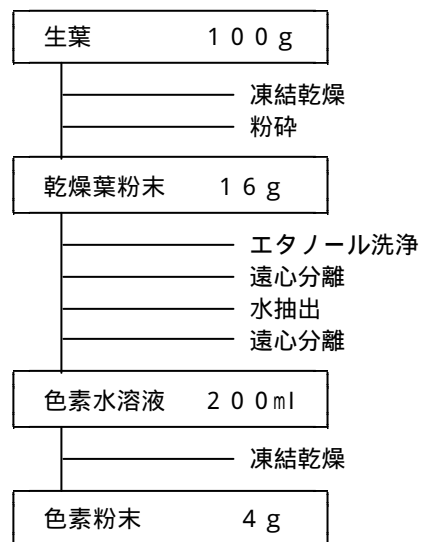


図2 色素抽出工程



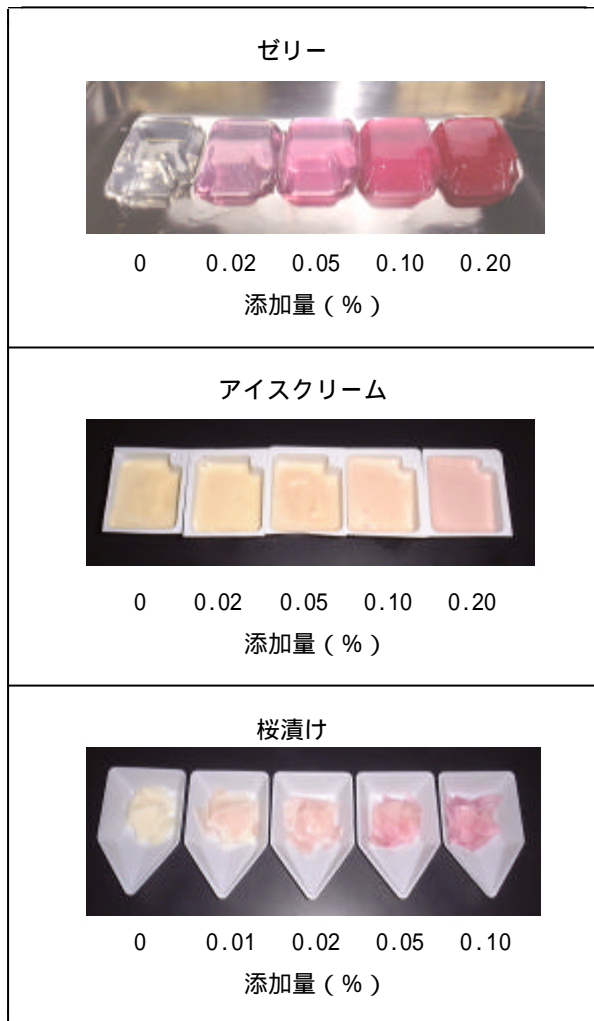


図3 着色試験

#### 4 考 察

アマランサス葉の赤色色素に着目し、複数の品種の色素含有量測定や抽出法の検討、加工食品への添加試験を行った。今回の試験は食用天然色素として実用化するために必要とされる内容の極一部に過ぎない(例えば各pHや加熱条件下での耐久性試験等を行わなくてはならない)が、有望であることが示された。

一方、食材としてのアマランサス葉は最近になって新野菜の一つとして、首都圏の市場に出回り始めている。今後、需要が増えるものと予想されるが、栄養分析が行われた<sup>10)</sup> だけで加工食品への利用は研究例がない。し

かし、この報告によれば、アマランサス葉はカルシウム、食物繊維、ビタミン類が豊富であり、栄養的に優れた食

材である。また、近年注目されている抗酸化性も強いことが報告<sup>11)</sup> されており、今後、地域性の高い機能性食材、差別化された加工食品素材として検討する価値が高いと考える。

#### 5 結 語

新しい地域生物資源「アマランサス葉」は、多くの可能性を秘めている。多方面からのアプローチで、岩手県ブランドの一つとなるよう研究を進めたい。

本研究を実施するに当たり、アマランサス種子及び関連資料を提供していただき、また、試験方法等の御指導をいただきました川崎医療福祉大学医療技術学部助教三宅妙子先生に深謝いたします。また、色素試験に関する御指導、御助言をいただきました新潟県農業総合研究所食品研究センター主任研究員吉水聡氏に感謝いたします。

#### 文 献

- 1) 堀田満、山崎耕宇、星川清規編：世界有用植物辞典・植物編，平凡社，p.76 (1989)
- 2) 藤井正美監修：概説食用天然色素，光琳，132-136 (1993)
- 3) Piattelli, M. and Minale, L., *Phytochem.*, 3, 307-311 (1964)
- 4) Yizhong Cai et al., *J. Agric. Food. Chem.*, 46, 2063-2070 (1998)
- 5) Yizhong Cai et al., *J. Agric. Food. Chem.*, 46, 4491-4495 (1998)
- 6) 新潟県食品研究所編集：地域重要新技術開発推進事業研究成果「北陸特産野菜の特殊成分利用技術の開発・改善及び新規食品の開発」，5-17 (1996)
- 7) 林孝三編：増訂植物色素，養賢堂，242-250 (1991)
- 8) 谷村頭雄、片山脩、遠藤英美、黒川和男、吉積智司編：天然着色料ハンドブック，光琳，765-826 (1979)
- 9) 藤井正美監修：概説食用天然色素，光琳，164-165 (1993)
- 10) 三宅妙子、奥崎政美、山口文芳、菅原龍幸，*日本食生活学会誌*，8，52-55 (1997)
- 11) 三宅妙子，*女子栄養大学栄養科学研究所年報*，8，161-198 (2000)

## 岩手県産大豆の納豆加工適性\*

伊藤 良仁\*\*、平野 高広\*\*\*、岸 敦\*\*\*、  
小浜 恵子\*\*\*、大澤 純也\*\*\*

消費者ニーズの変化に伴い、大豆の新品種育種の指標は収量、耐病性等の栽培特性から、商品加工適性にシフトしつつある。今回、岩手県産大豆8品種の納豆加工適性を調べた。その結果、大粒種のなかでナンブシロメが糸引き性や呈味の良さから最も加工適性に優れていた。  
キーワード：大豆、納豆、加工適性

## Properties of Soybeans Grown in Iwate Prefecture for Processing *Natto*

ITO Yoshihito, HIRANO Takahiro, KISHI Atsushi,  
KOHAMA Keiko and OHSAWA Junya

Breeding indexes of soybean have been shifted to processing aptitude for foods from cultivation character with the change of consumer needs. To clarify the processing properties of some cultivars of soybeans grown in Iwate prefecture for *natto* were investigated. It was showed that *Nanbu-shirome* was suitable for processing *natto*.

**key words : soybean, natto, processing**

### 1 緒 言

従来大豆の育種は収量や耐病害虫性、機械化特性などが指標とされてきたが、近年、消費者あるいは加工食品企業からのニーズから、優良な「最終商品の加工適性」を持つ品種の供給が求められてきている。筆者らはこれまで岩手県の風土に適した個性ある原材料の開発および、最終商品加工適性から育種目標を設定することを大目的として、県内で従来から栽培されている品種及び奨励品種候補、合わせて14品種の豆腐加工適性<sup>1)</sup>および小粒3種の納豆加工適性<sup>2)</sup>、黒大豆3種の甘納豆加工特性<sup>2)</sup>などを調べ報告した。本報では、近年需用が伸びている大粒種を含めた平成11年度産8品種の一般成分及び納豆加工適性について検討している。

### 2 材料及び実験方法

#### 2-1 原材料

成分分析及び納豆加工試験には、岩手県農業研究センター（北上市）で収穫された平成11年度産の大粒5品種（スズカリ、ナンブシロメ、東北118号、東北132号、東北136号）及び小粒3品種（コスズ、鈴の音、東北122号：奨励品種候補）の計8品種を用いた。

#### 2-2 成分分析

水分は105・16時間乾燥法、粗蛋白質はケルダール法（係数 5.71）、粗脂肪はジエチルエーテルによるソックスレー抽出法、粗灰分は550 灰化法で測定した。

#### 2-3 納豆加工試験

納豆加工試験は「納豆試験法」<sup>3)</sup>及び松本らの報告<sup>4, 5)</sup>に準じ、以下に示す方法で行った。生豆100gを水洗し、500gの蒸留水に15 で20時間浸漬後、浸漬液を捨て、オートクレーブで121、60分蒸煮した。室温まで放冷後、重量を測定して重量増加比を、また、健全粒約10gを105・16時間乾燥し、水分を算出した。さらに健全粒50粒

\* 岩手県産大豆の加工特性 第3報

\*\* 応用生物部（現在 企画情報部）

\*\*\* 応用生物部

をテンシプレッサー(円柱型プランジャー)で測定し、最大応力の平均値を求めた。色調は20g程度を乳鉢ですりつぶし、シャーレに入れて、色彩色差計(ミノルタカメラ株・CR200)で測定した。色調を示すL値は大きいほど明るく、a値は小さいほど緑が強く、大きいほど赤が強く、b値は小さいほど青が強く、大きいほど黄が強い。発酵は蒸煮豆100gに対して宮城野菌菌液1ml( $5 \times 10^7$  cells)を添加し、良く攪拌した後に、50gをP S P容器に入れ、穴あきフィルムをかぶせ、40℃・湿度90%・24時間インキュベートした。さらに4日間で72時間熟成を行い、完成とした。作成した納豆を室温まで戻した後、重量増加比、水分、最大応力、色調を上記方法で測定した。生菌数は、納豆10gを計り取り、90mlの滅菌水とともに磨砕し、段階希釈し、P P G G寒天培地に塗抹接種し、30℃・16時間培養して測定した。粘度は10gに20mlの蒸留水を加え、良く攪拌した後に、キッチンペーパーで濾過し、濾液10mlをオストワルド計を用いて測定し、純水に対する相対粘度を求め、コスズを100とし算出した。官能評価は、納豆を食べ慣れた研究員5名で行い、一致した評価を採用した。

### 3 結 果

#### 3-1 大豆の成分分析

表1に生大豆の成分分析結果を示す。平成10年産の数値<sup>2)</sup>と比較して、粗蛋白含量は若干低い傾向が見られるが、値そのものは粗脂肪、灰分とも一般的な範囲内である。

#### 3-2 納豆加工試験

表2に納豆分析結果を示す。重量増加率は、歩留に直接関係するが、大粒種では、ほぼ220%前後であり、品種間差はほとんど見られない。堅さ測定における最大応力値は、東北132号、136号が高く、ナンブシロメが中位であり、スズカリ、東北118号が低い。この結果は、官能検査結果とも良く一致している。色調測定の結果、品種間差はほとんど見られないが、官能検査では東北118号、132号、136号がやや暗いと評価される。この違いは、色調測定でペーストを試料としたため、豆表面の色調は目視で差異がある。

発酵においては、東北132号、136号に菌数が多く、ナンブシロメは比較的少なかった。一方、発酵生産物(ポリグルタミン酸)に起因する粘性は、東北118号、ナンブシロメが高い。一般的に、菌数と発酵生産物の量とは比例しないことが多いが、大粒種が小粒種よりも粘性(糸引き)が2~3倍程高い傾向にあった。一般的に好まれる

納豆の官能特性として、「明るい色合い」、「軟らかい食感」、「良い納豆臭」、「濃い旨味」などが挙げられる。官能試験では、上記4特性を全て合わせ持つ品種はなく、色調は東北118号、132号、136号が、堅さはスズカリ、東北118号が、納豆臭はスズカリ、ナンブシロメ、東北136号が、旨味はナンブシロメが良好であることが示された。

総合評価として、今回試験した大粒種の中ではナンブシロメが多少堅めで色が濃いが、糸引き性が高く、香りが良く、旨味も強い納豆ができるため、最も加工適性に優れると判断した。

### 4 考 察

今回の試験では、大粒種の中ではナンブシロメが評価が高く、奨励品種候補の中でこれを越えるものはなかった。今後、育種される新品種に期待したい。一方、品種により納豆菌数に差が見られた。また、大粒種が単位重量あたりの表面積が少ないにも係わらず、菌数が多い傾向がある。品種が納豆菌の生育に影響するとすれば、納豆菌の生産する有用物質(ナットーキナーゼ、ビタミンK等)の生産量にも影響を与える可能性が高く、今後、品種と機能性成分の検討が必須と考える。

一方、昨今の健康志向から今後益々、国産(県産)大豆の加工食品が増加すると思われるが、品種間やロット間での加工特性の差異が大きく、大豆利用のネックの一つになっている。今後、品種間差だけでなく産年や産地間の差を調査する必要がある。

### 5 結 語

県産大豆の加工適性を明らかにすることを目的として、昨年度までの大粒種の豆腐加工適性、小粒種の納豆加工適性、黒大豆の甘納豆加工適性試験に引き続き、本年度は大粒種の納豆加工適性を調べた。これらの結果は、新品種加工特性の情報として実需者の新商品開発に活用されることが期待される。また、次の新品種育成の指標として、従来の「栽培しやすさ」の評価に「加工したときの個性」を加えることにより、差別化された加工食品の誕生を担う岩手県の風土に適した大豆の育種が進められる。

本研究を実施するに当たり、大豆原材料及び関連資料等を提供していただきました岩手県農業研究センター園芸畑作部沼田聡氏に感謝いたします。

岩手県産大豆の納豆加工適性

表1 大豆一般分析

系統名	百粒重 (g)	水分 (%)	粗蛋白 (乾物%)	粗脂肪 (乾物%)	粗灰分 (乾物%)
スズカリ	34.0	11.3	38.1	20.2	5.82
ナンブシロメ	29.5	11.6	38.5	18.6	5.71
東北118号	43.8	12.4	41.3	18.8	5.51
東北132号	45.8	11.4	41.4	19.9	5.90
東北136号	35.6	12.8	39.2	19.2	5.19
コスズ	11.6	11.1	39.2	17.5	5.41
鈴の音	14.0	10.8	37.7	19.2	5.71
東北122号	12.2	11.1	37.3	21.5	5.56

表2 納豆分析

系統名	重量増加比 (乾物%)	水分 (%)	堅さ平均 (dyn/cm <sup>2</sup> )	色調		
				(L)	a	b)
スズカリ	224	66.5	1433784	51.41,	+9.09,	+19.63
ナンブシロメ	223	65.5	1568630	50.05,	+8.60,	+19.13
東北118号	224	67.1	1359250	51.95,	+8.00,	+19.59
東北132号	214	68.8	1913983	49.86,	+9.54,	+20.34
東北136号	222	68.0	1731916	52.47,	+8.78,	+20.87
コスズ	215	64.6	708948	49.28,	+9.25,	+22.00
鈴の音	230	64.8	844530	48.23,	+9.64,	+20.81
東北122号	231	64.6	789120	51.02,	+8.93,	+21.92

系統名	菌数 (個/g)	相対粘度	官能評価			
			色	堅さ	納豆臭	旨味
スズカリ	20.3 × 10 <sup>8</sup>	259	++	++	+++	++
ナンブシロメ	10.9 × 10 <sup>8</sup>	316	++	+++	+++	+++
東北118号	26.1 × 10 <sup>8</sup>	350	+++	++	++	+
東北132号	44.4 × 10 <sup>8</sup>	200	+++	+++	++	+
東北136号	54.5 × 10 <sup>8</sup>	170	+++	+++	+++	++
コスズ	25.7 × 10 <sup>8</sup>	100	++	++	+++	+++
鈴の音	19.0 × 10 <sup>8</sup>	119	++	++	+++	+++
東北122号	12.4 × 10 <sup>8</sup>	94	++	+	+++	+++

納豆の官能評価

色	:	明るい(+++ / ++ / +) 暗い
堅さ	:	堅い(+++ / ++ / +) やわらかい
納豆臭	:	良い納豆臭(+++ / ++ / +) 悪い納豆臭
旨味	:	旨味が強い(+++ / ++ / +) 旨味が弱い

付記

東北122号は極小粒の納豆用品種として育種され、紫班病耐性が強く、収量・品質ともに安定していることから奨励品種候補として選択されてきていた。前報<sup>2)</sup>でも、納豆加工特性が良好であることが示されたが、一部試験地(他県)で吸水しない「石マメ」が発生していることが報告され、現在の選別技術では除去できないことから、残念ながら平成12年1月に品種廃棄となった。

文 献

- 1) 伊藤良仁、山本忠、岸敦、小浜恵子、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告, 6, 149-152 (1999)
- 2) 伊藤良仁、山本忠、岸敦、小浜恵子、大澤純也：岩手県工業技術センター研究報告, 7, 177-180 (2000)
- 3) 納豆試験法研究会編著：初版納豆試験法
- 4) 松本伊左尾、秋本隆司、今井誠一：日本食品科学工学会誌, 40(1), 75-82 (1993)
- 5) 松本伊左尾、秋本隆司、今井誠一：日本食品科学工学会誌, 40(1), 83-90 (1993)

## 簡易高温高圧調理法による雑穀利用食品の製造\*

笹島 正彦\*\*、武山 進一\*\*、関村 照吉\*\*  
遠山 良\*\*、荒川 善行\*\*

耐熱材で包装した食品素材を加熱処理し、湯で加温または電子レンジ加熱で食べられるレトルト様の雑穀利用食品を試作した。今回試作した、飯、粥、団子については、一定の殺菌効果があり、微生物による腐敗の面からみれば、長期保存が可能と認められる。しかし、賞味期限設定のうえでは、さらに長期にわたる評価が必要である。

キーワード：雑穀、包装食品

## Making Packed Foods from Cereals by High Temperature and Pressure Treatment

SASAJIMA Masahiko, TAKEYAMA Shinichi, SEKIMURA Teruyoshi  
TOYAMA Ryo and ARAKAWA Yoshiyuki

We made packed foods - gruel, *dango* and so on -, from miscellaneous cereals by high temperature and pressure treatment. These foods were sterilized sufficiently, so were kept at normal temperature. But it is necessary to research on transition of taste to establish preservation term.

key words: cereal, packed foods

### 1 緒 言

本県の特産品であるアワ、キビ等の雑穀類は、消費者の健康志向により健康食品として注目されてきている。しかし、保存性の高い食品に加工されていないため、これまでの雑穀類の流通形態は、玄穀の小分け販売、飲食店等での食事や生菓子の提供に限定されている。一方、雑穀類は、生産地域ごとに粥や団子など素材にあった食べ方（調理法）が伝わっている。そこで、雑穀類の需要拡大を図るため、これらの伝統的な調理法に新たな調理・包装技術を取り入れ、保存性の高い食品の製造を検討した。

なお、試作品目は、一般的な煮物類のほか、学識経験者や食品製造業の商品開発担当者などからなる委員会を設置し、委員の意見を参考として決定した。

### 2 方 法

#### 2 - 1 原材料

団子用のタカキビ粉については岩手町の武田米穀店から、その他の雑穀類については軽米町の尾田川農園から購入した。その他の食材については市販品を使用した。

#### 2 - 2 製造装置

高温高圧調理器：

鳥取三洋電機株式会社製

業務用超小型高温高圧調理器 LFS-CR75

品温測定用温度計：

安立計器株式会社製 AP-310

#### 2 - 3 包装材

株式会社メイワボックス製 Rシリーズ、NY25 / ドライノレトルト CP70 フィルム。耐熱性があり 120 で 30 分間蒸気殺菌可能。耐油性あり。

#### 2 - 4 製造方法

原材料を包装材で包装し、高温高圧調理器で加熱調理した。団子、肉、野菜等は必要に応じ一口サイズ（約 5 g）に調整した。調理器の設定は、それぞれの調理品ごとに、釜内到達温度及び達温後の保持時間の 2 項目を設定した。

#### 2 - 5 官能評価

関係者 3 人により、3 段階（○：良、△：やや不良、×：不良）で評価し、多かった意見を採用した。

##### 2 - 5 - 1 原材料単品

調理品試作の参考とするため、原材料ごとに釜内到達温度条件による食感の変化を評価した。達温後の保持時間は原則として 30 分間とした。

##### 2 - 5 - 2 調理品

調理品については、特に項目は定めず総合的に評価した。また、調理品の概要は末尾の表 4 に示す。

\* フードシステム高度化対策事業

\*\* 食品開発部

2-6 保存試験

一部の調理品について、食品、添加物等の規格基準<sup>1)</sup>の「容器包装詰加圧加熱殺菌食品」の方法により、恒温試験及び細菌試験を行った。

2-6-1 恒温試験

35 で 14 日間保持した後、容器包装の膨張又は内容物の漏洩を認めたものは陽性(+)、認めないものは陰性(-)とした。

2-6-2 細菌試験

恒温試験で陰性(-)のものについて細菌試験を行い、菌の増殖を認めたものは陽性(+)、認めないものは陰性(-)とした。

3 結果

3-1 原材料単品の官能評価

それぞれの原材料について、釜内到達温度条件ごとの加熱後の食感評価を表1に示す。なお、評価が：やや不良及び×：不良のものについては、固め(固すぎ)の場合には「固」、軟らかめ(軟らかすぎ)の場合には「軟」の印を付した。

表1 原材料の加熱後の食感評価

原材料	釜内到達温度(設定温度)			
	105	110	115	120
タカキビ(だんご)		軟	軟	
タカキビ(飯)	固			固
イナキビ(飯)				
ヒエ(飯)				
米(飯)				
ニンジン(煮物)		軟	軟	軟
ダイコン(煮物)		軟	軟	軟
ジャガイモ(煮物)				
ジャガイモ(蒸かし)				
タマネギ(煮物)				
キャベツ(中心部)	固			
大豆(煮豆)		軟	×軟	
大豆(みそ用)				
小豆(ぜんざい)	×固			
イチゴ(ジャム)	( )	( )	( )	(×)
( )内は色の評価				
なす				
ピーマン				
ネギ				
カボチャ				軟
肉味噌	×	色・味の変化大		
黒豆				
イカ				
茎ワカメ(新芽)				

穀類については、タカキビだんごは110 で軟化がみられた。また、タカキビ飯については105 では全体的に固めで、120 では包装袋に接した部分が焦げたような状態で固くなっていた。

野菜類については、ジャガイモは温度による固さの差は小さいと感じられた。他は、温度が高くなると軟らかくなる傾向に感じられ、その結果ニンジン、ダイコン及びカボチャは評価が下がった。

3-2 調理品の官能評価

調理品の官能評価結果を表2に示す。

タカキビだんごについては、「ぜんざい」及び「しるこ」としたが、高温で調理したぜんざいがより軟らかくなった。しるこでも14日後に軟化することから、他の食材と同時調理の上での長期保存は困難と認められる。

表2 調理品の官能評価

品名	製造直後	14日経過後	保存温度
タカキビぜんざい			35
飯(米、タカキビ)			35
イカめし			35
雑炊			35
タカキビしるこ			4
五穀飯(106 )		腐敗	室温
五穀飯(115 )			室温
飯(米)			室温
粥(米、イナキビ)			室温
いものこ汁			4
ひつみつスープ			室温
ひつみつ		×	4
肉じゃが			室温
茶碗蒸し			
プリン			
昆布巻き			室温
ひじき煮付け			4
さんまの甘露煮			室温
キャベツスープ煮			4
南瓜煮付け			室温
煮豆			4
茎わかめ煮付け			4
黒豆			室温
イチゴジャム			室温
肉団子			35
いかふ大根			4
つみれ汁			室温

また、袋詰め後の調理という製造法の特徴から甘露煮のような「煮詰める」食品の製造は困難と感じられた。

試食した委員からは、「雑穀を利用した調理品が製品化されれば、調理法の紹介にもなりよい」、「いかめしは各地にあるが、タカキビを利用し差別化できている」、「雑穀入りの雑炊は、宿泊施設の朝食メニューとすれば岩手らしくてよい」などの感想が出された。

### 3-3 保存試験

委員会における製品化検討での意見を参考として一部の調理品を選定し、品温測定及び $F_0$ 値計算<sup>2)</sup>並びに保存試験を行った。 $F_0$ 値及び保存試験の結果を表3に、釜内到達温度115℃達温後保持時間30分に設定して雑穀飯を調理した際の品温測定の例を図1に示す。

$F_0$ 値は6.2~8.5で、4品目とも食品衛生法で定める容器包装詰加圧加熱殺菌食品の規格基準を満足しており、また恒温試験及び細菌試験についても陰性であることから、試作品の製造方法は長期保存可能な殺菌効果があると認められる。<sup>3)</sup>

表3 調理品の $F_0$ 値及び保存試験結果

品名	$F_0$ 値	恒温試験	細菌試験
タカキビぜんざい	6.2	-	-
飯(米、タカキビ)	6.5	-	-
イカめし	6.7	-	-
雑炊	8.5	-	-

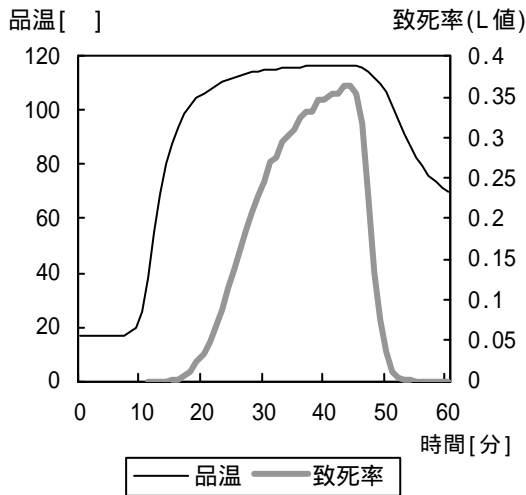


図1 雑穀飯の品温

## 4 結 語

保存性の高い雑穀利用調理済み食品の開発を目的として、容器包装詰加圧加熱食品の試作を行った。タカキビを利用した「ぜんざい」及び「飯」、イナキビを利用した雑炊等の製造方法を検討したところ、試作品の官能評価は概ね良好であった。また、加圧加熱する製造工程には一定の殺菌効果があり、微生物によ

る腐敗の面からみれば、長期保存が可能と認められた。しかし、賞味期限設定のうえでは、さらに長期にわたる評価が必要であり、特にタカキビぜんざいについては、食感向上のための検討が必要である。

なお、本研究は「農林水産省総合食料対策事業フードシステム連携強化・循環推進支援事業」補助金により実施したものである。

表4 調理品一覧

品名	原材料	製造法
タカキビぜんざい	タカキビだんご	だんごを約5gに調整
	タカキビ粉 70g 水 50g	小豆浸漬(2日)
ぜんざい	小豆 70g 上白糖 50g 塩適量 水 100g	115 30分加熱
	飯(米、タカキビ)	115 30分加熱
イカめし	米 90g タカキビ 10g 水 130g	115 30分加熱
	イカ 1パイ もち米 50g タカキビ 10g 酒・砂糖・醤油適量	イカの足を刻み調味料で味付けこれを米、タカキビとともにイカの身に詰める
雑炊	120 30分加熱	
	米 20g 南部かしわ 20g イナキビ粥 イナキビ 10g 水 40g ニンジン 10g ダイコン 10g 水 160g	事前にイナキビ粥を120 30分加熱で準備し、他の材料とともに115 30分加熱
タカキビしるこ	タカキビだんご タカキビ粉 70g 水 50g 餡 100g 水 100g	だんごを約5gに調整 小豆浸漬(2日) 105 20分加熱
五穀飯	米 80g タカキビ 5g イナキビ 5g アワ 5g ヒエ 5g 水 130g	事前に加熱混合後包装(炊きあがりの穀類の分離を防ぐため) 106 30分加熱及び 115 30分加熱



品名	原材料	製造法
飯(米)	米 100g 水 130g	106 30分加熱
粥(米、イナキビ)	米 40g イナキビ 10g 水 250g	115 30分加熱
いものこ汁	里芋 50g ニンジン 25g ごぼう 25g 調味料適量 水 200g	106 25分加熱
ひっつみスープ	かしわ 50g にんじん 25g ごぼう 25g 調味料適量 水 150g	事前にかしわを湯通し 115 30分加熱
ひっつみ	ひっつみ 小麦粉 80g でんぷん 20g 食塩 2g 水 55g ひっつみスープ	ひっつみは5g程度に調整 ひっつみスープの材料と併せて 106 25分加熱
肉じゃが	牛肉 50g ジャガイモ 50g ニンジン 25g タマネギ 25g 調味料適量 水 50g	115 25分加熱
茶碗蒸し	卵 30g かしわ 10g ぎんなん適量 みつば適量 醤油 2.5g 調味料適量 水 90g	106 10分加熱
プリン	牛乳 40g 卵 10g 上白糖 6g	106 15分加熱
昆布巻き	乾燥こんぶ 10g 身欠きニシン 10g かんぴょう適量 調味料適量 水適量	120 30分加熱 又は 111 60分加熱
ひじき煮付け	大豆(浸漬後)50g 乾燥ひじき 10g ニンジン 10g 水 30g	大豆を1日浸漬 93 60分加熱

品名	原材料	製造法
さんまの甘露煮	さんま適量 煮汁 酒・上白糖・醤油	煮汁を煮つめ、さんまにからめ 120 30分加熱
キャベツスープ煮	キャベツ 1個 干しシイタケ 2枚 挽肉 100g 調味料適量	キャベツの芯を抜きシイタケ・挽肉をつめる 120 60分加熱
カボチャ煮付け	カボチャ適量 上白糖適量 醤油適量	カボチャに砂糖 醤油をからめ 115 15分加熱
煮豆	大豆(浸漬後)100g 調味料適量 水 40g	110 15分加熱 又は 106 30分加熱
茎わかめ煮付け	茎ワカメ 70g 大豆 30g 調味料適量 水 30g	110 20分加熱
黒豆	黒豆(浸漬後)100g 上白糖 30g 玉砂糖 30g 調味料適量 重曹適量 水 60g	110 45分加熱
イチゴジャム	イチゴ 60g 上白糖 45g	106 20分加熱
肉団子	挽肉適量 でんぷん適量 調味料適量	120 30分加熱
いかふ大根	大根 100g いかげそ 50g いか腑適量 調味料適量	105 30分加熱
つみれ汁	魚肉すりみ適量 ニンジン適量 ダイコン適量	115 30分加熱

文 献

- 1) 食品、添加物等の規格基準：昭和34年12月28日 厚生省告示第370号
- 2) 社団法人日本缶詰協会編：缶びん詰・レトルト食品事典，株式会社朝倉書店(1984)
- 3) 清水潮，横山理雄著：レトルト食品の基礎と応用 p.88，株式会社幸書房(1995)

## おからの食品加工素材化及び乾燥粉末を使用した各種食品の試作

遠山 良<sup>\*</sup>、笹島 正彦<sup>\*</sup>、荒川 善行<sup>\*</sup>

おからは水分含量が約80%前後あり、栄養成分も残存しているために保存性が悪いことが食品副原料としての用途開発をする上での障害となっている。本研究では、おからの保存性を向上させる手段として、凍結乾燥器や攪拌加熱式乾燥機（オカドラサイクロン）を使用しておからを乾燥する方法について検討した。また、得られた乾燥おからの粉碎方法やセルラーゼやペクチン溶解剤によるおからの可溶化についても検討した。更に、乾燥粉末を使用して、パン、麺、ゼリー、グミを試作し、おからを使用する際の問題点について調べた。

キーワード：おから、凍結乾燥、攪拌加熱式乾燥機、セルラーゼ、ペクチン、食品加工

## Studies in the Pre-treating Methods of *Tofu*-refuse and Trial Manufacture of Some Kinds of Foods

TOYAMA Ryo, SASAJIMA Masahiko and ARAKAWA Yoshiyuki

It is an obstacle when we use the *tofu*-refuse as an ingredient for foods that *tofu*-refuse can rot easily because of that has moisture up to 80% and also has much nutritious substances. We investigated for the drying process of *tofu*-refuse, using freeze-drier and mixing-heat-drier (okadora cyclone) for the preservation. And the method of milling process and dissolving process of dried powder of *tofu*-refuse, using cellulase or chemicals, are investigated. And we also researched the problems for the manufacturing process of bread, noodles, jelly, gumdrop when we use the *tofu*-refuse for the ingredient of foods.

**key words :** *tofu*-refuse, freeze-drying, mixing-heat-drying, cellulase, pectin, food processing

### 1 緒 言

おからは全国で毎年約 70 万トン排出され<sup>1)</sup>、その利用技術開発が望まれている。岩手県の盛岡市は豆腐消費量が全国一であり、おから排出量も多いと推定される。現在のおからの用途は飼料用、肥料用が大部分であり、食品への利用は僅か 4 %といわれる。一方、おからはタンパク質や脂質を含むほか、繊維分を多量に含むことなどから、近年の食生活の欧米化などによる成人病の増加に対して、コレステロール低下や発ガン抑止効果などがあるといわれる。このようにおからは、栄養学的にも廃棄物ではなく、食品としての利用価値を十分に持っている。しかし、現状ではおからの食品への用途開発は十分とはいえない。その大きな原因は、おからが80%前後の水分を含み栄養成分にも富むことから保存性が悪く、取り扱いも容易でないことに原因の1つがある。食品業界での利用を図るためには、まず第1におからを低コストで取り扱いを容易とすることが重要である。第2にその素材を用いた具体的食品への応用化研究を推進する必要がある。

本研究ではその手始めとして、まず最初におからの保

存性を向上させる手段として、凍結乾燥や攪拌加熱式乾燥機（オカドラサイクロン SD500, (株)オカドラ）による乾燥方法について検討するとともに、粉碎方法についても検討した。さらに、おからをペースト状にすることにより食品原料としての利用向上をねらいとして、セルラーゼによる溶解、ペクチン溶解用薬剤による処理についても検討した。また、おからの乾燥粉末を用いてパン、麺、ゼリー、グミの試作を行い、それらの食品におからを使用する際の問題点を検討した。

### 2 実験方法

#### 2-1 乾燥及び粉碎

おからの乾燥は凍結乾燥器（RLE103, (株)共和真空）と攪拌加熱式乾燥機を使用し、凍結乾燥は最終温度 40℃に設定した。粉碎にはマスコロイダー（MIKZA6-5LDR, 増幸産業(株)）、高速粉碎機（HS-10, (株)名濃）を使用した。高速粉碎機で用いた篩は、凍結乾燥おからでは 100 μ、攪拌加熱式乾燥機を使用して乾燥したおからでは 200 μを用いた。

#### 2-2 セルラーゼ消化率

\* 食品開発部

酵素はセルラーゼ”オノズカ”3S(ヤクルト薬品工業(株))、セルラーゼY-NC(ヤクルト薬品工業(株))、セルクラスト(ノボルディスク)の3種類用いた。指摘 pH はそれぞれ 4(3~6)、4(3~6)、4.5~6 であり、至適温度はそれぞれ 55 (40~60)、60 (40~60)、50~60 である。1g のおから粉末を試験管にとり、オノズカ、Y-NC は 0.5%、セルクラストは 0.25%クエン酸 9ml を入れて 55 24 時間反応後、反応液をガラス濾過器 3G3 で濾過し 130 2 時間乾燥後の乾物重量から消化率を算出した。

### 2-3 ペクチン溶解剤による溶出

ペクチン溶解剤として 0.1N 塩酸、0.5% シュウ酸アンモニウム、0.5 または 1% クエン酸を用いた。乾燥おからを 1g 試験管に採取し、9ml のペクチン溶解剤を入れ、121 20 分間反応させた。ただし、シュウ酸アンモニウムについては 70 2 時間反応させた試験区ももうけた。反応終了後、ガラス濾過器 3G3 で吸引ろ過し、130 2 時間乾燥後の乾物重量から溶出率を算出した。

### 2-4 各種食品の試作

製パン試験は直捏法により行った。製麺試験はうどん、油圧法による冷麺、そうめん、中華麺を試作した。試験方法は小麦の品質評価法<sup>2)</sup>に準じた。ゼリー、グミ、の試作は(株)三晶のペクチン(ゲニューペクチン AS コンフエクションナリー)を用い、(株)三晶提供の資料を参考に行った。

## 3 結果及び考察

### 3-1 乾燥及び粉碎

おから 10kg を凍結乾燥する場合、最終到達温度 40 とした場合で、乾燥は 4 日間を要した。これはおからが断熱効果を持つために、棚を加熱しても、試料の厚さが厚い場合、熱がおからに伝わりにくいことが原因と考えられる。

攪拌加熱式乾燥機を使用した場合の乾燥曲線を図 1 に示す。25kg のおからを約 2 時間で 15% 程度の水分まで乾燥できた。乾燥効率からは攪拌加熱式乾燥機の方が凍結乾燥より非常に優れているが、凍結乾燥した試料は全く着色しないのが攪拌加熱式乾燥機では 100 程度に加熱して乾燥するためおからは黄色に着色する。

得られた乾燥物の粉碎にはマスコロイダーと高速粉碎機を試みたが、マスコロイダーは微粉碎するのに繰り返し粉碎しなければならず、効率が悪い。これに対して高速粉碎機は粉碎と同時に最小 100 μ までの篩をセットすることにより、粉碎と同時に微粉化できるために、粉碎効率はマスコロイダーよりも優れていた。

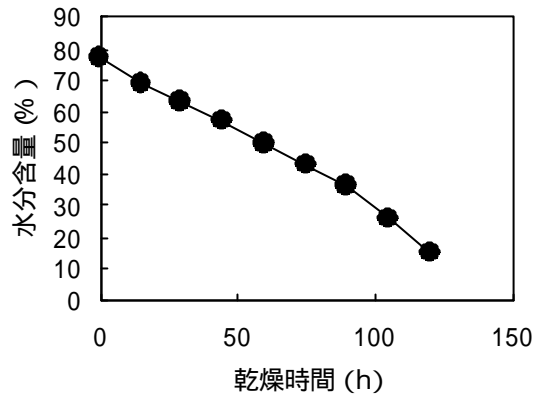


図1 攪拌加熱式乾燥機(オカドサイクロン)によるおからの乾燥

### 3-2 セルラーゼ消化率

酵素処理に先立ち、おから溶液を酵素の最適 pH で反応させるために、添加するクエン酸溶液の濃度と 10% と 20% おからを分散させた場合の pH の変化を調べた結果を図 2 に示す。

図に示すように、クエン酸の濃度とおからの濃度により pH が異なっていたが、これはおからそのものが緩衝作用を持っていることを示している。この結果から、セルラーゼを作用させる際のクエン酸濃度を決定した。

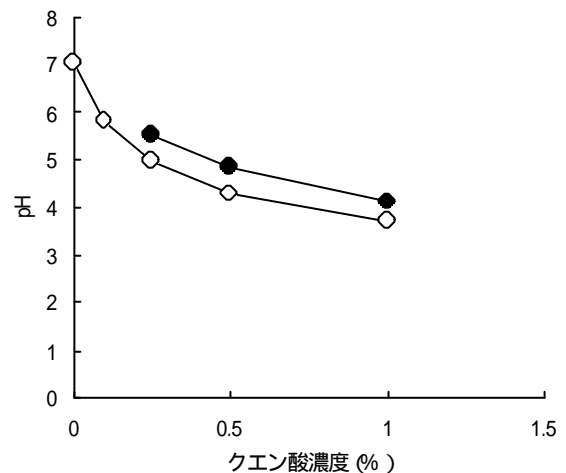


図2 おから及びクエン酸濃度と pH  
—○— 10% おから —●— 20% おから

図 3 に凍結乾燥粉末を用いておからのセルラーゼによる消化率を調べた結果を示す。

Y-NC が最も酵素消化率が高いが、酵素濃度 0.1% で 24 時間の反応時間で 25% の消化率となる。反応終了後 Y-NC では若干着色が見られる。また、反応終了後もおからは粒子状態を維持しており完全に溶解することはない。

### 3-2 ペクチン溶解剤による溶出

ペクチン溶解剤により溶出試験を実施した結果を図 4 に示す。

おからの食品加工素材化及び乾燥粉末を使用した各種食品の試作

おからの乾燥方法に係わりなく、10倍量の0.1N塩酸により加熱抽出した試料が最も抽出率が高い。クエン酸では対照とあまり差が無く、シュウ酸アンモニウム70では対照よりも溶出率が悪い。塩酸で処理した場合にもおからが完全に溶解することは無い。

以上のように、おからの溶解方法についての試験では、セルラーゼにより最大で25%程度、塩酸処理により35%近くが溶出することが分かるが、いずれの処理によってもおからが外観上完全に溶解することはなく、かなりの部分が不溶性部分として残る。

今回は、おからに30%程度含まれるというペクチンの機能を利用することを考えて酵素についてはセルラー

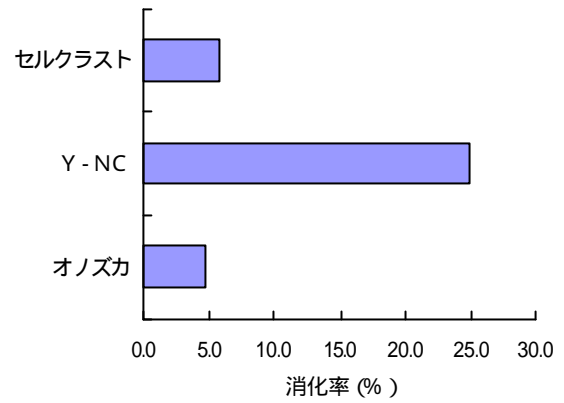


図3 セルラーゼ系酵素によるおからの消化率

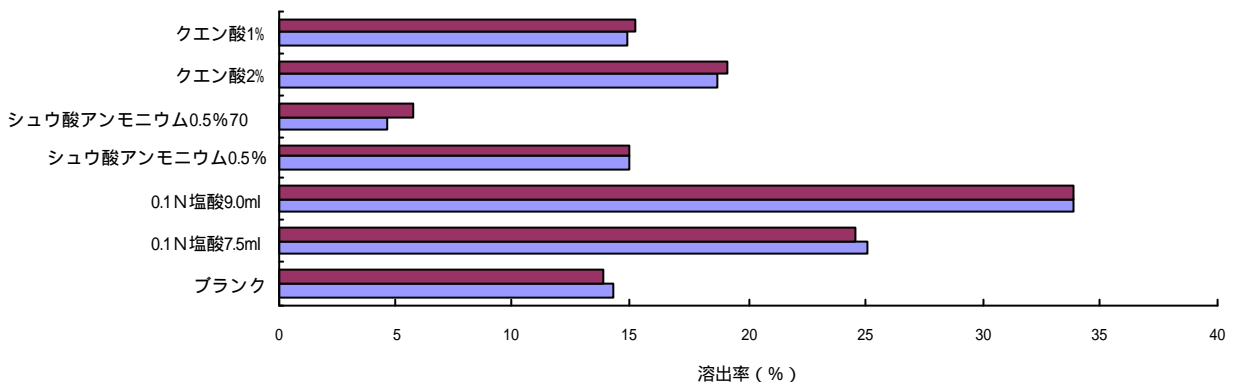


図4 各種ペクチン溶解剤によるおからの溶出

■ 凍結乾燥 ■ 攪拌加熱式乾燥機 (オカドラサイクロン)により乾燥

ゼのみを使用したおから、おからの粒子を完全に破壊し、食品素材として活用するためには、ペクチナーゼ、ヘミセルラーゼなどの酵素も使用して、おからの完全溶解についても試験してみる必要がある。

以下の試作試験ではセルラーゼ処理やペクチン溶解剤により処理したおからではなく、凍結乾燥または攪拌加熱式乾燥機により乾燥したおからを高速粉砕機により100μ以下に微粉砕したものを試料として試験した。

3-3 製パン試験

おからの添加量と加水量及びパンの比容積との関係を図5に示す。おからは非常に吸水性が高く、おからを使用した場合には添加量に応じ加水量をかなり大きくする必要がある。ちなみにおから添加量5%では加水量を80%、10%添加では92%まで加水する必要がある。おから入りパンではそのように加水量を増やしてもおからの添加量を増加させるに拌い比容積は対照と比較して小さくなり、10%添加では3.6となる。

そこで、おから添加に伴う比容積の減少を防止するためグルテンの添加について検討した。その結果を図6

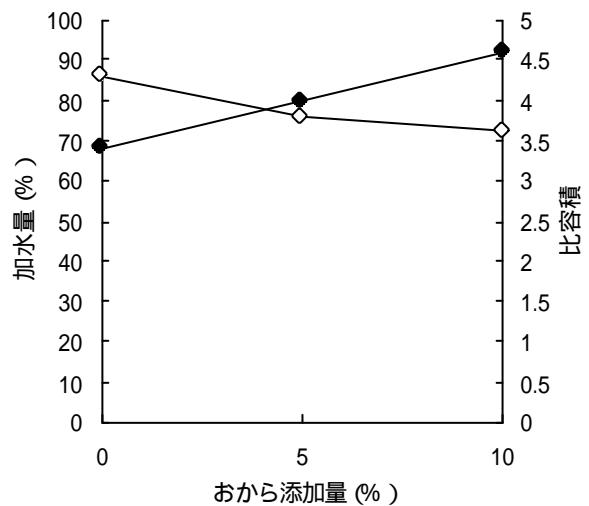


図5 おから添加量と加水量及び比容積との関係

● 加水量 ○ 比容積

に示す。その結果グルテンを2~4%添加しても比容積の改善効果は見られない。この原因は加水量との関係で更に検討する必要がある。

3-4 製麺試験

凍結乾燥したおからを小麦粉に10%配合してうどんと中華麺、そうめん、冷麺を試作したが、うどんや冷麺はおからのざらつきが気になり好ましくなかった。中華麺、そうめんのように麺が細いものでは麺のざらつきやもそもそ感があまり気にならなくなり、配合方法や添加量の工夫によりより好ましい麺に改善できると考えられた。

3-5 のし梅風ゼリーとグミの試作

ゼリーとグミの試作配合表を表1、2に示す。おからを入れることにより、ざらつき感が残り改良の余地があるが、表に示した配合により、ゲル化が可能となる。

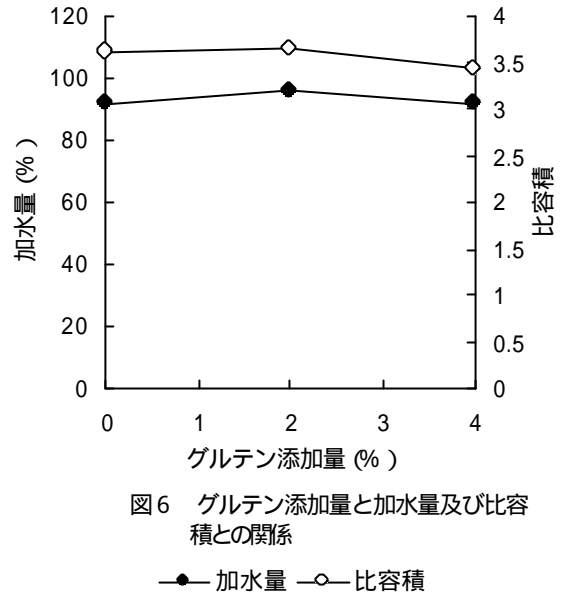


図6 グルテン添加量と加水量及び比容積との関係

●—加水量 ○—比容積

表1 おから入りのし梅風ゼリーの試作配合表

添加順序	原 料	凍結乾燥器			攪拌加熱式乾燥機		
		試作 1	試作 2	試作 3	試作 1	試作 2	試作 3
A	水	35	35	35	35	35	35
	おから	5	5	5	5	5	5
	ゲニューベクチンASコンプレクショナル	3	3	2	3	2	1
	砂糖A	18	18	18	18	18	18
	10%クエン酸ナトリウム2水塩容	2	2	2	2	2	2
B	砂糖B	50	50	40	50	50	50
	水飴(ss=8.5%)						
	50%クエン酸溶液	1.5	3	3	2	2	2
試作品の性状		ウロ状			硬いゼリー流動性有		
		硬いゼリー羊羹状			軟いゼリー		

表2 おから入りグミの試作配合表

添加順序	原 料	試験 1	試験 2
A	ゲニューベクチンASコンプレクショナル	0.4	0.4
	砂糖	2.5	2.5
	水	15	15
B	砂糖	30	30
	凍結乾燥おから	10	10
	スターチ	3	3
C	水あめ	0	28
D	ゼラチン(33.3%)	27	27
	クエン酸水溶液(50%W/V)	1.1	1.1
試作品の性状		やや軟 やや硬	

4 結 語

おからの乾燥方法、粉碎方法、溶解方法について検討し、乾燥後粉碎したおからを使用したパン、麺、ゼリー、グミを試作した。

(1) 凍結乾燥では非常にきれいな乾燥おからを得ることができるが、乾燥に4日間を要した。攪拌加熱式乾燥機(オカドラサイクロン)では25kgを2時間で水分含量15%程度まで乾燥できた。乾燥おからの粉碎は高速

粉碎機(HS-10, (株)名濃)により短時間で粒度のそろった粉碎が可能となる。

(2) セルラーゼによりおから粉は24時間で25%が可溶化する。ペクチン溶解剤のうち0.1N塩酸で35%近くが可溶化する。しかし、完全なおからの可溶化は困難であった。

(3) おからの乾燥粉末を10%使用して製パンした場合、92%まで加水する必要がある。その際の比容積は3.6となる。グルテンの使用による比容積の増加効果は認められない。

(4) おからを使用して製麺する場合、そうめんや中華麺のような細物が適していた。

(5) ペクチンを用いていくつもの食感の異なるおから入りゼリー、グミを試作した。

文 献

- (1) 小出昭悟: PPM, 27(2), 74(1996)
- (2) 農林水産省食品総合研究所: 小麦の品質評価法, p.1(1985)

## 増粘多糖類による県産麺類の食感向上検討

武山 進一<sup>\*</sup>、笹島 正彦<sup>\*</sup>、遠山 良<sup>\*</sup>、荒川 善行<sup>\*</sup>

冷麺、ソバ、うどん、中華麺等の県産麺類の物性を向上させることを目的とし、アルテミシア、タラガム、カードラン等の増粘多糖類について、その効果を確認するための試験を行った。その結果、これらの増粘剤添加による麺の物性向上効果は、明確なものではなかった。  
キーワード：冷麺、ソバ、うどん、中華麺、アルテミシア、タラガム、カードラン

## Investigation of the Texture Improvement of the Noodles made in Iwate Prefecture by the addition of Thickening Agents of Polysaccharides

TAKEYAMA Shinichi, SASAJIMA Masahiko, TOYAMA Ryo  
and ARAKAWA Yoshiyuki

Reimen, Buckwheat noodles, Udon and Chinese noodles are made as general noodles in Iwate prefecture. In order to improve texture of the noodles, we made these noodles in the addition of the thickening agents of polysaccharides such as artemisia, tara gum or curdlan, and estimated improving effects of these additives. As the result, the improving effect of these thickening agents to the texture of the noodles was not clear.

**key words : Reimen (Korean noodles), Buckwheat noodles , Udon (Japanese noodles), Chinese noodles, Artemisia, Tara gum, Curdlan**

### 1 緒 言

麺類の評価は食感によるところが大きく、製麺業界にとって麺類の物性を向上させることは常なるテーマである。冷麺、ソバ、うどん、中華麺等の県産麺類の物性を向上させることを目的とし、新規増粘多糖類アルテミシア（中国蘭州産ヨモギの実）、タラガム、及び特徴的なゲル形成能をもつとされるカードランを中心に、その効果を確認するために試験した。その結果、これらの増粘剤添加による明確な物性向上効果は期待できるものではなかった。しかし、増粘剤には各種ガム類のほか、ペクチン類も豊富にあり、これらについても検討試験を行う必要があると判断し、研究を継続することとしたので、その経過について報告する。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 試料

麺の原料粉については、ソバ粉（東日本製粉㈱、2号粉中国産）、小麦粉（㈱府金製粉製、オリンピック1号）、

バレイショデンプン（南十勝農工連澱粉工場製、南十勝）、重炭酸ナトリウム（㈱旭硝子製）および食塩を用いた。アルテミシアはおぐら製粉所（秋田県）より、カードランは武田薬品工業㈱より入手し、タラガムは市販品を用いた。

#### 2 - 2 試作試験

麺の製法は下記のとおり。いずれも、増粘多糖類を加えない対照品と適宜加えた添加品を試作した。

##### (1) ソバ

ソバ粉100%、加水量35%とし、ロール間隔3mmで整形後、二つ折りにし、同2.5mmで複合後し約1時間熟成。つぎに、ロール間隔2.0mm、1.5mmで圧延後、同1.3mmで切り場角20番で線切りした。これに増粘多糖類を適宜加えた。

##### (2) 冷麺

デンプン60%、小麦粉40%、加水50%(対粉)、重曹1%(対粉)、食塩2%(対粉)を配合とし、既報<sup>1)</sup>での対照品の製法に準じて、油圧押し出し方式、及びエクストルーダー方式により製麺。これに増粘多糖類を適宜加えた。

(3) 中華麺

小麦品質評価法<sup>2)</sup>に従い、製麺機で製麺(切刃角20番)。

(4) うどん

小麦品質評価法<sup>2)</sup>に従い、製麺機で製麺(切刃角10番)。

2-3 官能試験

冷麺、うどんについての官能試験は、評価項目を色、外観、かたさ、粘弾性、匂い、味、総合評価の7項目とし、7段階(0~6点)評価で実施した。なお、パネラーはセンター職員及び関係者とした。

中華麺の官能評価は、小麦品質評価法<sup>2)</sup>に準じて行った。官能検査については、ゆで直後に食感と食味評価し、更にゆで後7分間熱湯(75℃)につけておいた麺の食感を評価した。

2-4 測定

(1) 物性測定

既報<sup>1)</sup>に従い、タケトモ電機(株)製テンシプレスー My Boy Systemを用いて、麺のかたさ(Hardness)を1バイト法で測定した。測定用の冷麺試料の調整については、遠山ら<sup>3)</sup>の方法に従った。測定は、茹で伸びによる経時的な物性変化をみるため、冷麺の場合には23℃の水浴中に30,60,90分間、中華麺の場合には90℃の熱湯に8分間浸したのものについても測定した。

3 結果

3-1 ソバ

増粘多糖類によるソバのつなぎ効果について検討した。あらかじめ予備試験を行い、ソバ粉100%(十割ソバ)の場合に機械製麺ではソバがつかないことを確認。これに、アルテミシアとタラガムをそれぞれ1.0%、2.0%添加、カードランについては、ソバ用CD-1(カードラン25%の製剤)を標準的な添加量とされる0.6%(対粉)を添加した。

その結果、アルテミシアは、1%添加ではほとんどつながりながら、2%添加ではつながりを確認したものの麺がヌルヌルした状態となった。タラガムについては、1%添加である程度のつなぎ効果を確認したが、味に渋みを感じられ、2%添加ではその傾向が増した。カードラン(0.6%添加)については、ほとんどつながらない状態であった。

アルテミシアとタラガムでは、ソバをつなぎ効果は、ある程度あると言えるが、添加量を多くしなければならず、このことで味や麺の状態(ヌルヌル)の低下という弊害が現れる。カードランでは、そのゲルの形成が加熱によるとされておりこの効果を期待したが、ソバを茹でる程度の加熱では、十割ソバのつなぎに効果をもたらす様なゲル形成は起こらないと判断された。

3-2 冷麺

冷麺は、デンプンの配合割合が多いことから茹で伸びしやすい性質がある。増粘多糖類は、麺線中の水分移行

を遅らせる性質があり、麺類の茹で伸びを抑える効果が期待される。3種の増粘多糖類について、冷麺の茹で伸び防止効果を検討した。

3-2-1 油圧押し出し方式冷麺

油圧押し出し式製法による冷麺での、茹で直後及び、30、60、90分後の物性測定結果を図1に示す。茹で直後の食感は、カードラン添加品が多少かためと感じられたが、アルテミシア添加品、タラガム添加品の食感是对照品との比較では、あまり差はみられない。水中浸析(23℃)による茹で伸びでは、4種類とも同様に茹で伸びし、その際の食感もカードランが他の3種よりもかためであったが、本来の冷麺のかたさとは異なり粘弾性に乏しいものであった。

3-2-2 エクストルーダー方式冷麺

エクストルーダー製冷麺の場合の物性測定結果を図2に示す。カードラン添加品は、油圧押し出し式と同様にかための食感が確認されるが、数値的(Hardness)には対照品と同レベルとなる。タラガム、アルテミシア添加品は、対照品よりも軟らかく冷麺らしさが低下する。茹で伸びでは、増粘多糖類添加による防止効果は、認められなかった。

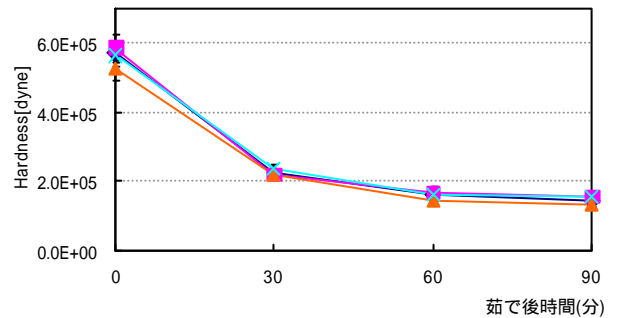


図1 油圧押し出し方式冷麺のかたさ測定結果

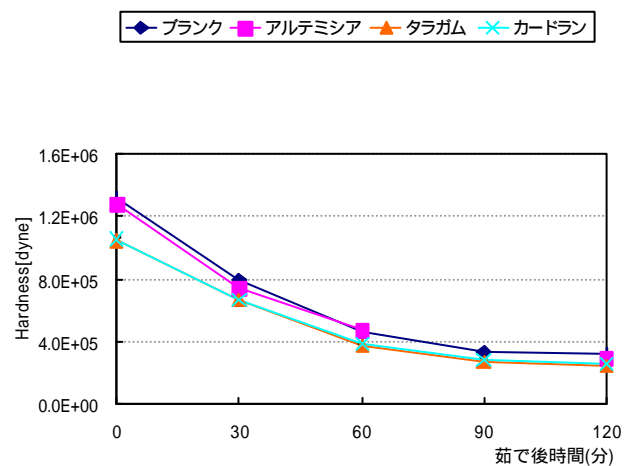


図2 エクストルーダー方式冷麺のかたさ測定結果

### 3-3 中華麺

官能評価の結果を表1に、物測定結果を図3に示す。カードラン添加品が若干かための傾向があり、7分後では評価は良い。アルテミシア添加品は、茹で直後の評価は食感、食味とも対照品よりも良いが、7分後には評価が低下した。物性測定結果では、この傾向は捕らえられていない。

表1 中華麺の官能試験結果 (7点評価法\*)

	ブランク	カードラン	タラガム	アルテミシア
食感(直後)	3.00	3.33	3.33	3.50
食味(直後)	3.00	3.17	3.17	3.67
食感(7分後)	3.00	3.67	3.17	1.67

\* 好きか嫌いかを、7点評価法で調査。「普通」(3点)を基準とし、高いほど「好き」側評価。

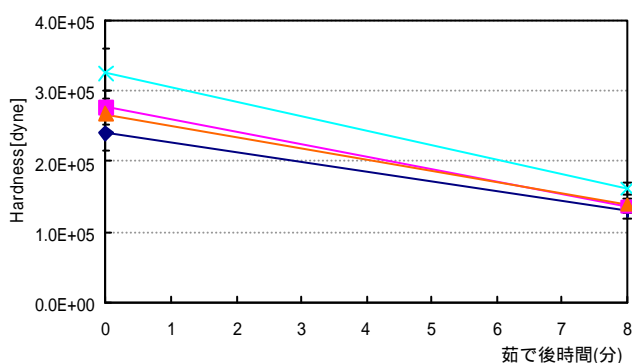


図3 中華麺のかたさ測定結果

—+ 無添加 —■ アルテミシア —▲ タラガム —× カードラン

### 3-4 うどん

官能試験結果を表2に示す。物性に関する評価項目では、滑らかさではカードラン添加品が、粘弾性ではタラガム添加品が、対照品での評価をわずかに上回る。アルテミシア添加品は、滑らかさやかたさといった項目では、対照品の評価をわずかに下回る。うどんの麺線は太い(2.5mm前後)ことから、物性の違いが出やすい傾向にあるとされるが、官能評価試験での物性面での評価にさしたる違いが見いだせない。

表2 うどんの官能試験結果 (7点評価法\*)

	ブランク	カードラン	タラガム	アルテミシア
色	3.00	3.00	2.86	2.00
外観	3.00	3.00	3.00	2.86
かたさ	3.00	2.88	2.88	2.63
粘弾性	3.00	2.75	3.13	3.00
滑らか	3.00	3.13	2.75	2.38
食味	3.00	3.00	2.75	2.63
総合	3.00	2.88	3.00	2.38

\* 好きか嫌いかを、7点評価法で調査。「普通」(3点)を基準とし、高いほど「好き」側評価。

## 4 考察

増粘多糖類毎に麺類に対する実際の効果を記す。

### 4-1 アルテミシア

アルテミシアは、中国産菊科植物より抽出される多糖類混合物を主成分としている。水を加えかき混ぜると粘稠な状態となり、水を容易にとり込む性質が大きい。中国では手延べ方法による麺(蘭州ラーメン)に用いられる。2%添加時には、ソバのつなぎ効果が若干程度確認され、中華麺では茹で直後の食感、食味の評価が高くなる。しかし、冷麺、うどんでは、物性面での特徴は現れない。また、ソバの場合に添加量が2%と多い際にはヌルヌルした様な性状を示したり、冷麺やうどんの場合では、着色(薄褐色)により色調の低下を示すという問題が生じる。

### 4-2 タラガム

タラガムは、ガラクトマンナンを主成分とし、ガラクトースとマンノースの割合が1:3の高分子多糖類<sup>4)</sup>である。類似のガラクトマンナンである、グアーガム<sup>5,6)</sup>とローカストビーンガム<sup>7,8)</sup>は、ガラクトースとマンノースの構成比がそれぞれ、1:2、1:4であることから、タラガムは両者の特徴を合わせ持つとされている<sup>9)</sup>。

ソバのつなぎとしての効果は、1%添加時に若干のつなぎ効果を確認できたが、食味にしみ、ヌルヌル感が確認され、2%添加時にはその傾向が増し、つなぎとしては適さないと判断した。

その他の麺については、対照品とほとんど変わらない評価が多いが、茹で伸びに関してはその防止効果があるとは言えない。一般的には、前記したグアーガムの方が麺用途に使用される<sup>10)</sup>とのことで、汎用されているが特性を確認する必要性を感じた。

### 4-3 カードラン

カードラン<sup>11-13)</sup>は発酵により生産される加熱凝固性の多糖類で、その水分散液を80 以上に加熱すると硬い弾力のあるゲルを形成(ハイセットゲル)し、約50~60の加熱後40 以下に冷却すると熱可逆性のあるゲル(ローセットゲル)を形成する<sup>10-13)</sup>性質がある。

冷麺やうどんの場合には、対照品よりも麺が多少かためになる傾向があるが、本来の冷麺のかたさとは異なり粘弾性に乏しく、不自然な硬さという印象を得、この点が官能評価を低くした。中華麺では、茹で直後、7分後とも対照よりも好評価の結果を得た。茹で伸びは起きていたが、麺線が細いことでゲル形成による硬さの向上が好評価側に影響を与えたと考えられる。

前記したように、カードランは80 以上の加熱によって熱不可逆性のハイセットゲルを形成する。エクストルーダー製冷麺の場合、包装後に加熱殺菌処理を行うことがあり、この加熱操作によるハードセットゲルの形成の有無を試験した。つまり、袋詰めしたカードラン添加品を85 、相対湿度100%の恒温恒湿器に40分および90分間入れ、加熱処理した。しかし結果は、40分及び90分加熱



品は非加熱品よりも軟らかい状態となり、期待に反する結果を示す。

## 5 結 語

県内で生産される代表的な麺類について物性的な品質を向上させることを目的とし、増粘多糖類3種類をとり上げ各種麺類について試作試験を行い検討した。

- (1) ソバでは十割ソバをある程度つなぐ効果を持つものがあったが、添加量が多くなると食味や食感の低下がみられる。
- (2) 冷麺では、茹で麺とその茹で伸び(防止効果)についても調べた。カードラン添加品が、麺をかたくする傾向を確認するが、粘弾性に乏しく評価が必ずしも良くない。茹で伸びでは、3種の増粘多糖類ともに明確な防止効果は認められない。
- (3) 中華麺では、茹で直後についてはアルテミシア添加品が好評価を得たが、茹で伸びし易い。カードラン添加品は、かためで茹で直後と7分後とで好評価である。茹で伸びはするが、相対的なかたさが評価を高くする。
- (4) うどんでは、物性面での評価は対照品と同程度の評価であるが、色や食味の面で評価を低くする場合がある。

## 文 献

- 1) 武山進一, 笹島正彦, 関村照吉, 遠山良, 荒川善行: 岩手工技セ研報, 7, 123(2000)
- 2) 小麦の品質評価法 - 官能検査によるめん適性 - : 農林水産省食品総合研究所, 昭和60年11月
- 3) 遠山良, 種谷真一: 食科工, 46, 155(1999)
- 4) 唐川敦: FRAGRANCE JOURNAL 臨時増刊, 16, 40(1999)
- 5) 関谷啓治: 乳化・安定剤総覧(別冊フードケミカル-8), 63(1996)
- 6) 林良純: フードケミカル, 9, 34(1988)
- 7) 林良純: 乳化・安定剤総覧(別冊フードケミカル-8), 67(1996)
- 8) 谷口正浩: FRAGRANCE JOURNAL, 12, 31(1993)
- 9) 三晶(株) 「スピノガム」資料
- 10) 小田聞多著: 新めんの本, p35, 食品産業新聞社(1994)
- 11) 佐藤重彦, 奥村健吾, 原田篤也: New Food Industry, 20, 49(1978)
- 12) 中尾行宏: New Food Industry, 32, 1(1990)
- 13) 中尾行宏: 乳化・安定剤総覧(別冊フードケミカル-8), 107(1996)

## 吟ぎんがによる吟醸酒、純米吟醸酒製造試験

高橋 亨\*、中山 繁喜\*、畑山 誠\*  
米倉 裕一\*、櫻井 廣\*

「吟ぎんが」と2種類の県酵母（岩手吟醸2号、YK-45）を用いて吟醸酒、純米吟醸酒を試験醸造した。平成12年産吟ぎんがは、平成11年産より碎米が少ないことから吸水のばらつきが小さく、原料処理は扱いやすかった。製成酒の官能評価では、純米吟醸酒はやや重く香味老ねと評価され、吟醸酒は香味が調和して軽快であると評価された。

キーワード：吟ぎんが、岩手吟醸2号、YK-45

### Sake Brewing from *Ginginga*

TAKAHASHI Tohru, NAKAYAMA Shigeki, HATAKEYAMA Makoto  
YONEKURA Yuichi and SAKURAI Hiroshi

We made *Ginjo-syu* and *Junmai-Ginjo-syu* from *Ginginga*. Yeasts used were *IS2* and *YK-45* developed in Iwate Prefecture. The *Ginginga* harvested in *Heisei 12* was minor cracked ricethanin lastyear, and the material treatment was good. The quality of *Junmai-ginjo-syu* were evaluated heavy and over-aged off flavor and taste. While, the quality of *Ginjo-syu* was evaluated light and the harmony of flavor and taste.

**keywords** : *Ginginga*, *IS2*, *YK-45*

#### 1 緒 言

平成 11 年度、岩手県オリジナル酒造好適米新品種である「吟ぎんが」は、県内 25 酒造場で吟醸酒の仕込みが行われ製成酒は高い評価を得たが、一方で多くの杜氏より、碎米が非常に多く適正な吸水が困難であり、蒸米の硬さのムラや生蒸しが認められ蒸米の出来が安定しなかった、米に慣れるまでは蒸米は硬めに仕上がることが多く製麹での破精込みや味のりが芳しくなかった、あるいは碎米が多いためもみでのポーメが高く出たといった指摘があった。碎米が多く発生した原因として登熟期の高温障害、刈り取り適期の降雨による刈り遅れ、または高水分での乾燥等複数の要因が絡んでいると考えられた<sup>1)</sup>。

そこで平成 12 年産「吟ぎんが」の特性を早期に把握し業界へ情報提供するとともに、「吟ぎんが」および岩手県オリジナル酵母による岩手県オリジナル清酒開発の可能性を探ることを目的とし、吟醸酒、純米吟醸酒を製

造したので報告する。

#### 2 実験方法

##### 2 - 1 供試酵母

当センターで吟醸用酵母として県内企業へ頒布している岩手吟醸2号酵母（吟2号）および、（財）岩手県生物工学研究センターで開発した YK-45<sup>2)</sup>の2株を用いた。

##### 2 - 2 原料および処理法

原料米は、精米歩合 50 %の吟ぎんが（平成 12 年石鳥谷町産）を用いた。玄米および白米は酒造用原料米全国統一分析法<sup>3)</sup>に準じて分析を行った。試験醸造において洗米はMJP式洗米機（白垣産業株式会社製）を用い、2分間洗米した後、麹米と添、仲掛米は吸水率 30 %、留掛米は 28 %を目標に浸漬吸水させた。蒸きょうはOH式二重蒸気槽付き甑（増田商事株式会社製）を用い50分間行った。蒸きょう終了前10分間は蒸気を加熱した乾燥蒸気を通じた。

製麹は薄盛三段式製麹機(ハクヨウ株式会社製)を用い、添麹と仲麹はまとめて製麹した。種麹(株)秋田今野商店 5菌)は白米 100 kg当たり添・仲麹で 50 g、留麹で 30 g 使用した。麹の分析は国税庁所定分析法<sup>4)</sup>に基づいて分析した。

2-3 仕込み配合および温度管理

表1に示す仕込み配合で試験醸造した。酒母として、麹エキス(Brix 11度、0.3%酵母エキス)10ℓを用い、30、2日間静置培養した酵母を初添水麹に添加する酵母仕込みとした。純米吟醸酒(純米酒)として吟2号とYK-45酵母を使用した2区分、アルコール添加吟醸酒(吟醸酒)として吟2号を用いた、計3区分の仕込みを行った。吟醸酒のアルコール添加量は、白米トン当たり純アルコール換算で90ℓとした。

表1 仕込配合

	初添	仲添	留添	計
総米(kg)	30	62	88	180
蒸米(kg)	21	51	72	144
麹米(kg)	9	12	15	36
汲水(l)	38	78	136	262

吟醸酒:30%アルコール 54ℓ

純米酒、吟醸酒とも温度管理は、添仕込みと踊りが20、仲仕込で12、留仕込みで7を目標にした。通常の方法より添仕込みと踊りの温度が高くすることで、速やかに酵母の増殖を促した<sup>5)</sup>。

アルコール添加時期は、もろみの日本酒度-2到達時を目標にした。純米酒はもろみの日本酒度±0で上槽した。上槽は綿搾袋で行い、初期の濁りが無くなった後40ℓを斗ピン(20ℓ容ガラス容器)にとり、これを官能評価に供した。

2-4 分析および官能評価

製成酒およびもろみは国税庁所定分析法<sup>4)</sup>に基づいて分析し、香氣成分は、HEWLETT PACKARD社製ヘッドスペースガスクロマトグラフ HP5890Aで測定した。製成酒は平成13年3月22日に開催された岩手県新酒鑑評会に出品し官能評価を得た。出品区分はそれぞれ、吟醸酒は第1部(吟醸酒の部)、純米酒は第2部(吟ぎんがの部)である。

3 実験結果および考察

3-1 原料米分析、原料処理および製麹

原料米分析結果を表2に示す。平成11年産米に比べ平成12年産米は、千粒重がやや大きく、吸水、粗蛋白

質はやや少なめであった。消化性(Brix)が平成11年産米のほうで高いのは、碎米が多かったためと考えられる。また、平成11年産米の心白の多くは中心から外れ流れていたが、平成12年産米では、腹白のような心白は少ない。

平成12年産吟ぎんがは農業改良普及センターの指導や石鳥谷町の酒米専用ライスセンターの整備の他、天候にも恵まれたことが碎米の減少につながったものと考えられる。

原料処理結果を表3(平成11年度)、表4(平成12年度)に示す。平成11年産米は碎米が多く、吸水時間が7.5~8.7分と50%精白米としては短かったが、平成12年産米は9.7~12.0分であり、50%精白米の吸水時間として平均的な値である。また、浸漬中の碎粒も平成11年より少なかった。平成11年産米は碎米混入や浸漬時の碎粒が多く適正な吸水が困難であり、蒸米の硬さのムラや生蒸しが見られたが、平成12年産米の原料処理は、蒸米のムラも大きく減少した。

麹の分析結果を表5に示す。添・仲麹、留麹とも水分はやや高め、グルコアミラーゼ活性がやや弱めの麹であった。

表2 原料米分析結果

	平成11年度	平成12年度
玄米千粒重(g)	25.4	26.9
20分吸水(%)	40.4	34.9
120分吸水(%)	44.8	37.6
蒸米吸水(%)	47.6	49.0
糖度(Brix)	11.6	10.8
アミノ酸度(ml)	0.7	0.6
粗蛋白質(%)	4.1	3.8
碎米混入率(%)	2.7	0.8

玄米千粒重以外の項目は50%精白米の分析結果

表3 原料処理結果(平成11年度)

	品温 ( )	水温 ( )	吸水時間 (分)	吸水率 (%)	蒸米吸水 (%)
添・仲麹	13.0	16.5	8.7	31.5	42.4
留 麹	14.0	14.5	7.5	29.2	39.8
添 掛	14.0	14.5	8.3	32.4	43.9
仲 掛	13.0	15.0	7.5	29.5	39.8
留 掛	14.0	14.0	7.5	26.2	37.2

表4 原料処理結果(平成12年度)

	品温 ( )	水温 ( )	吸水時間 (分)	吸水率 (%)	蒸米吸水 (%)
添・仲麴	14.5	16.0	12.0	33.4	43.4
留 麴	16.0	16.0	11.0	30.8	42.9
添 掛	16.0	16.0	10.5	30.8	40.8
仲 掛	11.0	13.0	10.0	29.4	40.9
留 掛	11.0	13.0	9.7	27.0	37.0

表5 麹分析結果

	水分 (%)	アミラーゼ (U/g 麹)	グルアミラーゼ (U/g 麹)	ACP* (U/g 麹)
添・仲	26.8	974	167	2414
留	23.3	842	151	2194

\*酸性カルボキシペプチダーゼ

3-2 もろみの発酵経過

図1に示す品温経過をたどり、33日から40日のもろみ日数で上槽した。また、図2にBMD値の経過を示すが、もろみ7~10日目の品温コントロールが不安定である事が分かる。2本の純米酒はこのときに酵母の活性が落ちたと考えられ、もろみ後半キレが鈍った。吟醸酒は酵母の活性が持ち直し、後半のキレも順調なもろみ経過であった。

3-3 製造実績および製成酒

清酒製造実績および製成酒一般成分を表6に示す。純米酒は2本とも粕歩合がやや高めであった。また、吟醸酒のアルコール収得量はやや低いものであった。YK-45のアミノ酸度がやや高いが、その他の酸度、アミノ酸度は平均的な値であった。

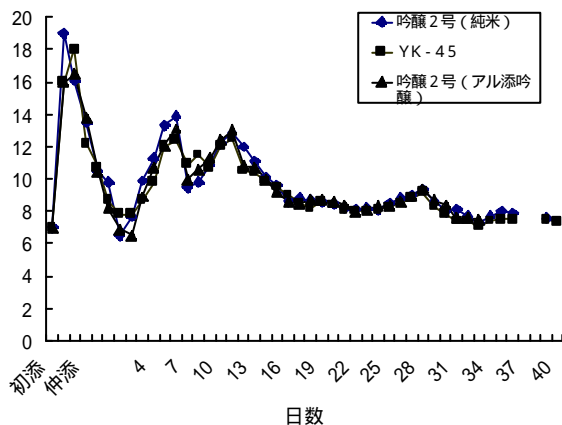


図1 もろみ品温経過

カブロン酸エチル濃度より酢酸イソアミル濃度が高いという酵母の特徴が良く出ていた。一方吟2号は、カブロン酸エチルが十分あり、吟醸香の高い製成酒となった。

岩手県新酒鑑評会での製成酒の評点(審査員10名、5点法)の平均を表8に示す。純米酒は味が重い、老ね香味があると評価されどちらも3点台であった。吟醸酒はやや味薄と指摘されたが、斗ビン1は軽快で香味の調和がとれていると評価された。

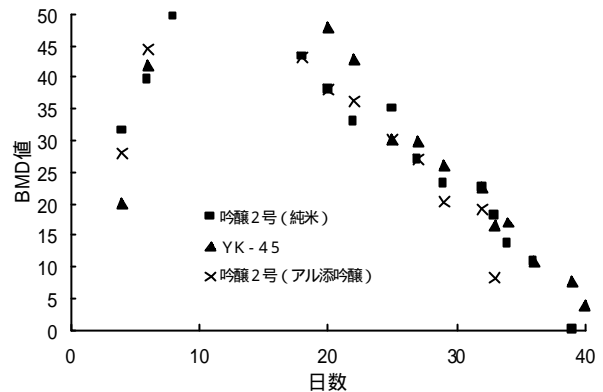


図2 B曲線

表6 清酒製造実績及び製成酒成分

	純米酒		吟醸酒
	吟2号	YK-45	吟2号
もろみ日数(日)	39	40	33
製成数量(ℓ)	326	320	389
もろみ熟成歩合(%)	85.5	86.1	80.4
もろみたれ歩合(%)	78.3	76.7	84.4
アルコール収得量(ℓ/t)	302	295	275
粕歩合(%)	56.4	59.4	47.5
アルコール濃度(%)	16.7	16.6	16.9
酸度(ml)	1.7	1.7	1.5
アミノ酸度(ml)	1.2	1.4	1.1
日本酒度	±0	-1	+3

3 試験区の上槽前の香気成分を表7に示す。YK-45では、

表7 もろみ上槽前の香気成分

	純米酒		吟醸酒
	吟2号	YK-45	吟2号
酢酸イソamil	3.3	5.5	4.3
カ <sup>o</sup> ン酸I <sup>o</sup> il	7.3	3.0	6.6
酢酸I <sup>o</sup> il	41.5	70.6	50.2
ブ <sup>o</sup> ルアルコール	48.5	76.0	52.1
i-ブ <sup>o</sup> ルアルコール	44.5	47.3	41.5
i-アミアルコール	130.0	145.1	118.0

(単位 ppm)

表8 製成酒の評点

酒別	出品区分	評点
吟醸酒(斗ビン1)	第1部	2.2(金賞)
吟醸酒(斗ビン2)	第1部	2.8
純米酒(YK-45)	第2部(純米)	3.5
純米酒(吟2号)	第2部(組米)	3.2

#### 4 結 語

吟ぎんがと2種類の県酵母(吟2号、YK-45)で、吟醸酒、純米酒を試験醸造した。平成12年産吟ぎんがは平成11年産のものより碎米が少ないことから、ロット差による吸水時のばらつきが小さく、原料処理は扱いやすくなった。麹は水分がやや高く、グルコアミラーゼ活性がやや低かった。

もろみは、7~10日目の品温管理が不安定であり、純米酒でもろみ日数が長引いた。製成酒を平成12酒造年度岩手県新酒鑑評会に出品したところ、純米酒は重い、香味の老ねが指摘され高い評価を得ることが出来なかった。吟醸酒は軽快で香味が調和していると評価され、鑑

評会で金賞を受賞した。

吟ぎんがによる吟醸酒、純米吟醸酒の製造は11月上旬から開始、平成12年産米の作業上での特徴を早期に把握し、また酒造用原料米全国統一分析の結果を合わせて提示することで、県内酒造場の多くが吟ぎんがで仕込む前に、平成12年産吟ぎんがの特徴について情報を提供することができた。

岩手県オリジナルである吟醸酒用酵母の岩手吟醸2号は、登場から6年がたち、平成12酒造年度岩手県新酒鑑評会吟醸酒の部において出品酒の約6割に使用されるなど、県内の酒造場では吟醸酒用の酵母として定着している。吟ぎんがは平成12酒造年度で2造り目となり、杜氏達はその特徴を捉えつつあり、県鑑評会では吟ぎんがの部に積極的に出品するなど常に品質向上に向け努力を積み重ねている。これらのことから、吟2号と吟ぎんがによる岩手県オリジナル吟醸酒が製造され、高い評価を得ることで県内外に対する岩手の清酒のブランドイメージの向上、業界の活性化が図られるものと考えられる。

#### 文 献

- 1) 高橋 亨, 中山繁喜, 畑山 誠, 平野高広, 櫻井 廣 : 岩手工技セ研報, 7, 91(2000)
- 2) (財)岩手生物学研究センター: 研究成果集(3) 8(1996)
- 3) 酒米研究会: 酒造用原料米全国統一分析法(1996)
- 4) 注解編集委員会編: 第4回改訂 国税庁所定分析法 注解, 日本醸造協会(1993)
- 5) 小澤麻由美, 中山繁喜, 櫻井 廣: 岩手工技セ研報, 5, 115(1998)

# 清酒の苦味・渋味成分と味覚センサの応答

中山 繁喜\*、櫻井 廣\*

清酒の苦味や渋味に対する味覚センサの応答を確認するため、既知の苦味や渋味成分 8 種類を酒に添加し、きき酒して確認後、センサで添加前後の変化を測定した。その結果、渋味には官能評価に相関し応答するセンサがあること、苦味には敏感に反応するセンサがあるが、苦味の予測には苦味成分に合わせた複数のセンサが必要なことが判った。

キーワード：清酒、味覚センサ、苦味、渋味

## Response of Taste Sensors to Bitterness or Astringency of *Sake*

NAKAYAMA Shigeki and SAKURAI Hiroshi

As we confirmed responses of taste sensors to bitterness or astringency of *sake*, we measured *sake* added already-known elements of bitterness or astringency. As a result, it was understood that the sensor reacts to astringency in unison with the sensory evaluation, and some sensors react sensitively to specific bitterness.

keywords: *sake*, taste sensor, bitterness, astringency

### 1 緒 言

昨年、我々は人工脂質膜を利用した味覚センサを使い、清酒の苦味、渋味の強さは予測できないが、それらの有無は、予測できることを明らかにした<sup>1)</sup>。一方、酒中に含まれる苦味、渋味の成分は、チロソール<sup>2)</sup>、塩化カルシウム<sup>3)</sup>、硫酸マグネシウム<sup>3)</sup>、ロイシン<sup>4)</sup>、イソロイシン<sup>5)</sup>、チロシン<sup>5)</sup>、コハク酸と乳酸<sup>6)</sup>、プロリルロイシン<sup>7)</sup>等であると報告されている。また、苦味や渋味に關する成分は無機塩類、アミノ酸、有機酸など多岐に渡り、味覚センサがこれらを網羅しているのか確認する必要があると思われる。さらに、甘味は苦味や渋味の等価値を変化させる<sup>8)</sup>ことから、清酒中のブドウ糖による影響も考えられる。そこで、これら苦味渋味成分やブドウ糖を添加した酒をつくり、味覚センサの反応を検討したので報告する。

### 2 方 法

#### 2 - 1 苦味・渋味成分添加酒の作成

苦味や渋味等が目立たない清酒に、表 1 に示す 8 種類の苦味渋味成分を添加した酒 8 点と、それぞれにブドウ

糖を再添加した酒 8 点を作った。添加量は、添加後の濃度が通常の清酒<sup>9)</sup>の約 2 倍とした。

#### 2 - 2 味覚センサの測定と官能評価

味覚センサの測定方法及び使用したセンサは、前報<sup>10)</sup>と同様とした。12 本のセンサを使用し 24 種類の測定値 (s1 ~ s6、ws1 ~ ws6) を得た。また、官能評価は当部職員 5 名と研修生 2 名で行った。

表 1 添加した成分と濃度

添加成分	呈味性	増加分の濃度 (mg/l)
チロソール	苦味 <sup>2)</sup>	200
塩化カルシウム	苦味 <sup>3)</sup>	100
硫酸マグネシウム	苦味 <sup>3)</sup>	30
ロイシン	苦味 <sup>4)</sup>	100
イソロイシン	苦味 <sup>5)</sup>	100
チロシン	渋味 <sup>5)</sup>	100
コハク酸+乳酸	苦渋味 <sup>6)</sup>	それぞれ100
プロリルロイシン	苦味 <sup>7)</sup>	0.2
ブドウ糖*	甘味	5000

\*他の成分と同時に添加する試験区と添加しない試験区を設けた。

3 結果

3-1 官能評価

表2に苦味や渋味成分を添加した清酒の官能評価結果を示す。ブドウ糖を添加しない試験区では、全ての試験区で苦味または渋味を確認できる。プロリルロイシンは全員が渋味と判定したが、それ以外は苦味と判定する人と渋味と判定する人が混在した。苦味と判定した割合が高い順にチロソール、塩化カルシウム、ロイシン、イソロイシン、硫酸マグネシウム、コハク酸+乳酸、チロシン、プロリルロイシンであった。

ブドウ糖を添加した試験区は、甘みと苦味または渋味

表2 渋味苦味成分等を添加した酒の官能評価(人数)

添加物	増えた味		ブドウ糖の添加で 苦味渋味が強まっ たと感じた人
	苦味	渋味	
チロソール	5	2	
塩化カルシウム	4	2	1
ロイシン	4	2	1
イソロイシン	4	3	1
硫酸マグネシウム	3	4	
コハク酸、乳酸	3	4	1
チロシン	3	4	1
プロリルロイシン	0	7	

が同時に感じられマスキングの効果はなく、逆に、より明確に苦味渋味を感じた人がいた。

3-2 味覚センサの応答

表3に苦味、渋味成分及びブドウ糖を添加する前後の測定値の変化を示す。塩化カルシウムは、測定値 s4が最も大きく変化し、ws4、s10、8、7でも大きな変化があった。他にロイシンで s7、s8、s10、チロソールで s7、s8、s10、硫酸マグネシウムで s8、s10、コハク酸+乳酸で s7、s8、s10が大きく変化した。また、イソロイシン、チロシン、プロリルロイシンにも明らかに変化した測定値があった。プロリルロイシン以外の苦味成分には、s7、s8、40が応答し、渋味成分には s1が応答する傾向があった。

また、ブドウ糖を添加してもほとんどの測定値は、変化しないが、塩化カルシウムでは単独添加より変化の度合いが測定値 s7、s8、s9で大きい。

4 考察

苦味、渋味を感じる清酒に対する味覚センサの応答を検討した結果、既存の8種類の苦味渋味成分添加により変化する測定値があり、味覚センサは苦味や渋味に反応すると思われる。苦味と渋味の判別は官能評価でも個人差があるが、苦味と判定したチロソール、塩化カルシウ

表3 渋味苦味成分、ブドウ糖を添加する前後の測定値の差 (mV)

添加物 \ 測定値	s1	s4	s5	s6	ws4	s7	s8	s9	s10	s12	ws10
チロソール	-0.3	-0.3	-0.7	0.2	0.5	-4.5**	-4.8**	-2.4*	-7.0**	-3.8*	-2.6*
+ブドウ糖	-0.4	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	-1.4	-0.9	0.6	-0.5	0.0
塩化カルシウム	1.9	19.0**	1.3	3.2*	7.8**	-4.4**	-4.6**	-1.8	-4.7**	-3.8*	-2.8*
+ブドウ糖	-0.2	-0.6	0.0	0.0	0.1	-2.7*	-3.8*	-2.8*	-1.9	-1.6	0.2
ロイシン	-0.1	-0.9	-1.5	0.4	-0.2	-4.2**	-3.5*	-1.9	-7.2**	-3.3*	-1.8
+ブドウ糖	0.3	0.5	1.0	-0.1	0.0	0.1	-1.5	-1.4	2.6	0.4	0.4
イソロイシン	-2.6*	0.4	1.8	-3.2*	-0.5	0.2	0.3	0.2	-1.7	0.4	-1.7
+ブドウ糖	1.4	-0.4	-1.2	0.8	0.2	-0.4	-0.6	-0.6	3.4	-0.8	3.4
硫酸マグネシウム	-0.1	2.4*	-0.1	0.2	0.9	-2.8*	-4.0**	-1.4	-6.0**	-3.4*	-2.1*
+ブドウ糖	0.5	0.6	0.3	0.0	-0.1	0.0	-0.6	0.0	-0.3	-0.1	0.3
コハク酸、乳酸	2.8*	3.5*	3.0*	1.3	1.5	-4.9**	-4.9**	-2.3*	-4.5**	-4.1**	-2.9*
+ブドウ糖	-0.9	-1.5	-0.4	0.0	-0.3	-1.1	-0.6	-1.0	-0.4	-0.6	-0.2
チロシン	-2.9*	-0.5	1.2	-2.6*	-0.5	-1.3	-1.7	-1.2	-3.1*	-1.5	-1.6
+ブドウ糖	-0.3	-0.1	0.3	-0.1	-0.3	-0.7	-0.4	1.2	0.7	-0.4	0.8
プロリルロイシン	-3.7*	-1.2	1.1	-2.9*	-1.2	-2.1*	-2.0*	-0.8	-3.5*	-1.6	-2.8*
+ブドウ糖	1.8	0.6	-0.6	1.5	0.6	0.3	0.1	0.9	0.5	-0.3	1.3

注) 各苦味渋味成分の並びの数値は、それら成分の添加による測定値の増減。

ブドウ糖の並びの数値は、ブドウ糖の添加による測定値の増減。

\*: 味覚センサの安定判定条件(0.5 mV<sup>11)</sup>を十分に上回る2 mV以上あり、確実な差があると判断した測定値。

\*\*: 測定値の差が4 mV以上あり、大きな差があると判断した測定値。

ム、ロイシンと宇都宮ら<sup>6)</sup>が苦渋味としたコハク酸+乳酸には測定値 s7、s8、s10のグループが大きく反応しており、もう一つ苦味と判定したイソロイシンには s6が反応しており、苦味判定には2系統のセンサが有効と思われる。また、渋味と判定したプロリルロイシン、チロシン、コハク酸+乳酸には s1が渋味の判定順に反応してしており、渋味は官能評価と相関する部分があると思われる。

また、清酒中にブドウ糖を添加しても、苦味や渋味をマスキングすることはなく、逆に官能的に目立つと感じる人もいた。同様にセンサでも測定値の変化が大きくなる場合があり、人間の感性に通じる面がある。

以上のことから、味覚センサは苦味や渋味に応答し、さらに、苦味と渋味を個々に予測できる可能性があることが確認された。

## 5 結 語

前報<sup>1)</sup>では、味覚センサの苦味や渋味に対する応答が不明確だったので、既知の苦味や渋味成分を加えた清酒を作って再確認した。その結果、官能評価で渋味が明確になる順に応答が大きくなるセンサがあること。また、苦味に大きく応答するセンサがあるものの、苦味成分に

対する特異性があり、苦味成分に適合する複数のセンサが必要なことが解った。

本研究の遂行するにあたり、人工脂質膜センサを開発、提供していただいたアンリツ株式会社に深謝します。

## 文 献

- 1) 中山繁喜, 櫻井 廣: 本誌, 7, 95 (2000)
- 2) 麻生清, 中山悌三, 榎光章: 醸工, 31, 45 (1953)
- 3) 佐藤信: 清酒の品質鑑定法, 52, 高陽書院(1975)
- 4) 前田清一: 化学の領域, 8, 184(1954)
- 5) 佐藤信, 蓼沼誠, 高橋康次郎, 中村訓男: 醸協, 70, 509(1975)
- 6) 宇都宮仁, 大場俊輝, 中村欽一: 醸協, 79, 430(1984)
- 7) K. TAKAHASHI, M. TADENUMS, K. KITAMOTO and S. SATO: Ager. Biol. Chem, 38, 927(1974)
- 8) Beebe Cen, J. G.: Jour. Psychol., 28, 411(1949)
- 9) (財)日本醸造協会: 醸造物の成分(1999)
- 10) 中山繁喜, 櫻井 廣: 本誌, 8, (2001)
- 11) アンリツ(株): S A 4 0 1 味認識装置取扱説明書



## 県産ヤマブドウの果汁成分分析および醸造試験\*

米倉 裕一\*\*、平野 高広\*\*\*、泉 憲裕\*\*\*\*

作山 健\*\*\*\*、櫻井 廣\*\*

県産ヤマブドウの選抜系統または選抜候補系統の14系統について果汁成分を調べたところ、糖、酸、色調などに系統による差が見られた。このうちの4系統で試験醸造したワインは、色調が濃く、酸が多く、渋みのある味でヤマブドウの個性が出ていた。

キーワード：ヤマブドウ、系統選抜、ワイン醸造

## Must Analysis and Brewing Test of the Clones of *YAMABUDO* (*Vitis coignetiae* Pulliat) Collected in Iwate Prefecture

YONEKURA Yuichi, HIRANO Takahiro, IZUMI Kenyu

SAKUYAMA Takeshi and SAKURAI Hiroshi

Each must of fourteen clones, which were selection or candidate selection of clones of *YAMABUDO* (*Vitis coignetiae* Pulliat) made in Iwate prefecture, had individual characters in view of the color and the amount of sugar and acid. The wines made from selected 4 clones were deep in color, sour in taste, and rich in body, and had characteristic qualities of *YAMABUDO*.

**key words: *YAMABUDO* (*Vitis coignetiae* Pulliat), clone selection, wine brewing.**

### 1 緒 言

ヤマブドウは岩手県内では葛巻町、安代町、久慈市、大野村などで栽培されている。県内での総生産量は年間100~300トンであり、2007年の生産量は1000トンに達するともいわれている。ヤマブドウを原料とした商品は地域特産品として県内企業や第三セクターの産業開発公社等から、ワイン、ジュース、ジャム、ようかん等が販売されており、近年の健康志向からその需要が拡大している。しかし、原料ヤマブドウのほとんどが天然物であるため、年毎の収量や品質のばらつき

が大きく、その安定供給および高品質化が望まれている。

前報<sup>1)</sup>では、県林業技術センターで選抜した優良系統の果汁成分分析及びワイン醸造等により、その特性を明らかにし、涼実紫1号(系統名:江刺)、涼実紫2号(系統名:川井4)という2品種の品種登録に寄与した。本報では、引き続き登録及び登録予定等の優良系統株について同様の試験を行い、品種特性や経年変化についてさらに検討を行った。

---

\* 県産ヤマブドウの果汁成分分析および醸造試験 第3報

\*\* 醸造技術部

\*\*\* 応用生物部

\*\*\*\* 岩手県林業技術センター 特用林産部

2 実験方法

2.1 試験樹

試験樹の由来等を表1に示す。これらは岩手県内の野外から収集した野生株の蔓を挿し木で増殖したもので、県林業技術センター矢巾試験地又は滝沢試験地で検定している。栽培管理は「ヤマブドウの手引き」(葛巻町発行)に従い、房数の調整は剪定にまかせ摘果や摘房は行わなかった。

これら14系統について、結実期に果実を収穫し果汁成分分析に供した。

表1 試験系統

系統名	母樹の自生地	検定林	樹齢	結実回数
衣川	衣川村餅転	矢巾	7	5
涼実紫1号	江刺市根木	矢巾	7	5
川井1	川井村田代	矢巾	7	5
川井2	川井村田代	矢巾	7	5
川井3	川井村田代	矢巾	7	5
涼実紫2号	川井村田代	矢巾	7	5
川井5	川井村田代	矢巾	7	5
山形1	山形村戸呂	矢巾	7	5
山形2	山形村戸呂	矢巾	7	5
山形3	山形村戸呂	矢巾	7	5
軽米	軽米町沼	矢巾	7	5
二戸2	二戸市白鳥	葛巻	6	4
沢内	沢内村猿橋	葛巻	6	4
葛巻	葛巻町	葛巻	6	4

2.2 果汁、ワインの一般分析

比重、エキス分、アルコール、pH、直接還元糖、総酸、色度、フェノール性化合物の目安である  $A_{280}$  値の分析は前報<sup>1)</sup>に準じて行った。

2.3 ワインの醸造

醸造試験は、「江刺」(品種登録名:涼実紫1号)、「川井1」、「川井4」(品種登録名:涼実紫2号)、「二戸2」(品種登録予定株)の4系統を原料に用いた。

前培養菌は、121 で15分間殺菌したぶどう果汁に酵母 *Saccharomyces cerevisiae* L-2226 を接種し、25 で3日間静置培養して調製した。原料ぶどう各10kgを除梗、破碎後、10L容ステンレス製発酵容器に入れた。これに亜硫酸濃度が50ppmになるようメタ重亜硫酸カリウムを添加し、前培養液を加えて温度20 でかもし発酵を行った。発酵5日目に糖度(Brix)22~24°まで結晶ブドウ糖で補糖した。発酵後も亜硫酸濃度が50ppmになるようメタ重亜硫酸カリウムを添加し、数日後におり引きした。

2.4 官能試験

官能評価は山梨県果樹試験場の官能検査法<sup>2)</sup>に従って行った。すなわち、色調1点、清澄度1点、香り6点、味10点の計18点満点で採点したものを10点満点に換算して評価した。パネラーは岩手県ワイン研究会に出席した県ワインメーカー職員、県試験場及び県

関係者等20人で2000年11月20日に行った。

3 実験結果

3.1 2000年の気象概況と成育状況

矢巾および滝沢両試験地域における月別平均気温、降水量、日照時間の平年値比較を図1に示す。なお、観測値等は盛岡気象台の「岩手県気象月報」<sup>3)</sup>によった。

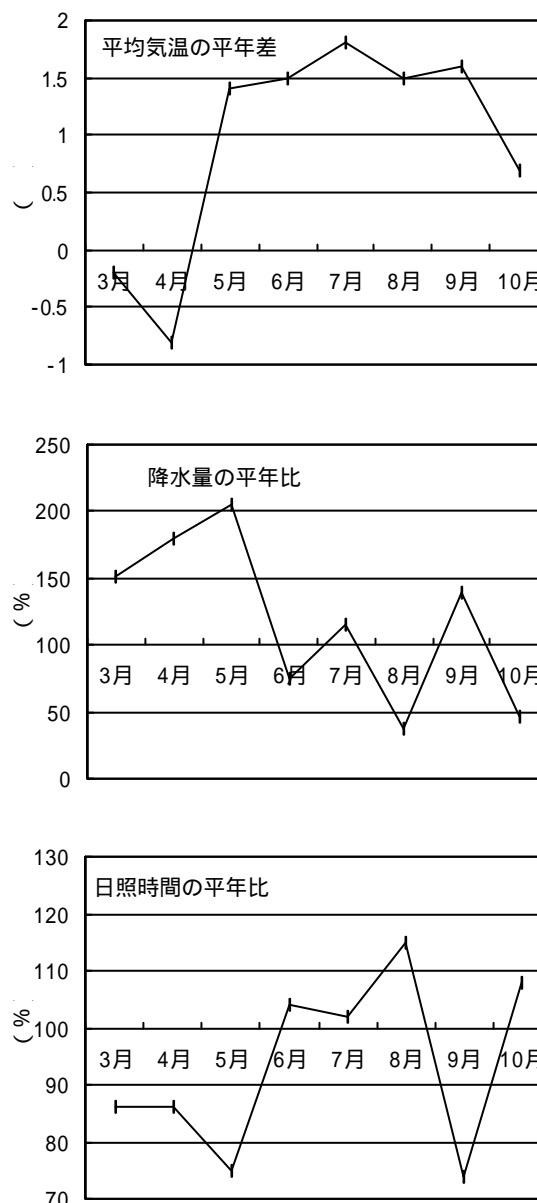


図1 2000年月別気象の平均値格差

ヤマブドウの活動期の4~9月の気温は平年より高めに推移し、降水量は930.5mm(平年比115%)と多雨だった。日照時間は996時間(平年比92%)と少なかった。

4月の気温は平年に比べ低かったが、発芽期は例年並みであった。5月には気温が高めに推移したが、開

県産ヤマブドウの果汁成分分析および醸造試験

表2 試験系統の生育状況等

系統名	開花期	収穫期	結実重量 <sup>*</sup> (kg/本)
衣川	6月7日	10月2日	1.2
涼実紫1号	6月8日	10月2日	3.4
川井1	6月7日	10月2日	7.4
川井2	6月8日	9月27日	1.8
川井3	6月7日	9月27日	6.4
涼実紫2号	6月7日	10月2日	8.4
川井5	6月8日	9月28日	0.1
山形1	6月7日	9月28日	9.1
山形2	6月7日	10月3日	4.3
山形3	6月8日	9月28日	4.5
軽米	6月8日	9月28日	2.3
二戸2	6月9日	10月3日	7.5
沢内	6月9日	10月4日	6.2
葛巻	6月9日	10月4日	11.4

\* ) 1本あたり結実重量(Kg)の系統平均値

花期は例年に比べ7日程度遅かった。矢巾試験地及び滝沢試験地ともに、花振るいは少なかった。

果実の肥大・熟成期である7、8月の気温は、平年より高く推移し、降水量は8月が極端に少なかった。日照時間は平年比109%と多かった。収穫期の9月には気温が高く、降水量が多かった。

試験系統の生育状況を表2に示す。全般的に生育は順調であり、開花期からの高温、多日照時間により成熟が早い傾向にあった。しかし、高温多雨のため晩腐病の発生が見られ、系統によっては収量に影響を与えた。

3 2 果汁の分析

試験樹14系統の果汁成分分析を行った(表3)。色度A<sub>420</sub>値、A<sub>530</sub>値ともに系統間で大きく異なっており、

色調も赤色、赤紫色、赤褐色と様々であった。比重は1.057~1.072、pHは2.58~2.98の範囲であった。味への影響が大きい糖度は還元糖で9.2~15.8g/100ml、総酸は1.48~2.78g酒石酸/100mlの範囲で、系統差が大きいことがあきらかとなった。フェノール性化合物含量の目安であるA<sub>280</sub>値は0.018~0.078であった。前報<sup>1)</sup>で果汁分析を行った「衣川」、「涼実紫1号」、「川井1」、「涼実紫2号」、「山形2」、「二戸2」、「沢内」、「葛巻」は、昨年の結果と比べて全体的に糖度、酸共に高い傾向にあった。

3 3 醸造試験

発酵経過を図2に示す。発酵は糖度(Brix°)が8台となるまで、もしくは発酵が緩慢になるまで行った。「二戸2」は、発酵旺盛で10日目で発酵終了した。次に「川井1」で13日目で、最後に「涼実紫1号」、「涼実紫2号」が16日間で発酵を終了した。

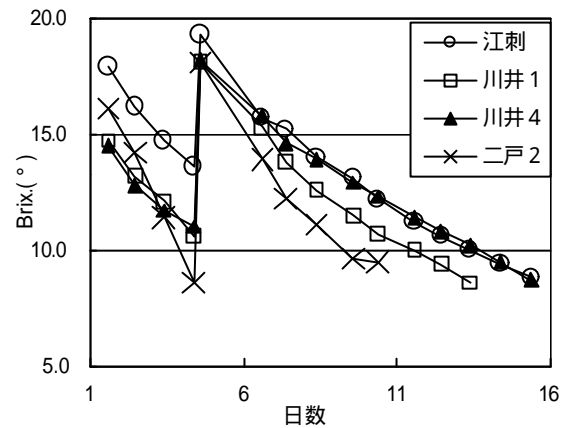


図2 発酵経過

表3 果汁成分

系統名	A <sub>420</sub> (x5)	A <sub>530</sub> (x5)	比重	糖度 (Brix°)	還元糖 (g/100ml)	pH	総酸 (g-酒石酸/100ml)	A <sub>280</sub> (x100)
衣川	0.306	0.188	1.064	14.3	11.5	2.70	2.06	0.036
涼実紫1号	0.404	0.266	1.074	17.9	15.8	2.98	1.48	0.031
川井1	0.988	0.933	1.064	14.7	12.3	2.68	2.43	0.078
川井2	0.199	0.150	1.059	12.3	10.0	2.58	1.96	0.023
川井3	0.201	0.085	1.070	16.1	13.6	2.69	1.69	0.022
涼実紫2号	0.202	0.092	1.061	14.5	12.6	2.83	1.69	0.025
川井5	0.354	0.158	1.065	14.7	12.0	2.79	1.81	0.041
山形1	0.182	0.092	1.062	14.3	11.1	2.72	2.49	0.031
山形2	0.222	0.100	1.070	16.3	14.0	2.69	1.73	0.026
山形3	0.155	0.103	1.057	12.4	9.2	2.72	2.25	0.023
軽米	0.206	0.106	1.066	14.4	11.1	2.64	2.78	0.029
二戸2	0.211	0.115	1.068	16.1	13.8	2.73	2.78	0.026
沢内	0.183	0.159	1.061	14.1	11.4	2.71	1.96	0.038
葛巻	0.125	0.073	1.072	16.7	13.8	2.58	2.25	0.018

表4 ワインの一般成分

系統名	アルコール (%)	比重	還元糖 (g/100ml)	エキス分	pH	総酸 (g-酒石酸/100ml)	A <sub>420</sub> (x5)	A <sub>530</sub> (x5)	A <sub>280</sub> (x100)
涼実紫1号	10.65	1.003	0.90	4.45	3.27	1.24	0.598	0.588	0.358
川井1	9.55	1.006	1.01	5.23	2.92	1.69	0.919	1.724	0.318
涼実紫2号	9.31	1.007	1.74	5.49	3.05	1.16	0.551	0.892	0.319
二戸2	11.19	1.002	0.80	4.79	2.97	1.65	0.844	1.601	0.288

表5 官能試験結果

系統名	総合得点	短評
涼実紫1号	4.65	赤褐色。香りくせ。味薄い
川井1	5.01	酸味、渋味強い。紫濃い。
涼実紫2号	5.75	バランス良。ソフト。
二戸2	5.23	酸劣る。味ソフト。

### 3 4 ワインの分析

一般成分を表4に示す。アルコール濃度は9.31~11.19 vol.%であり、エキス分は4.45~5.49と一般的な赤ワインよりも高い値を示した<sup>4)</sup>。pHは2.92~3.27で果汁のpHと同等か若干高かった。フェノール性化合物含量の目安となるA<sub>280</sub>値は0.288~0.358であった。総酸は1.16~1.69 g-酒石酸/100mlと国産赤ワインの平均値よりも高い値を示した<sup>4)</sup>。成分、色調とも全体的に濃厚でヤマブドウの個性が生きていた。「涼実紫1号」は他よりも低酸、高pHで、色調が赤褐色であった。「川井1」は一番紫が濃かった。「涼実紫2号」は、残糖が多く、アルコール度数が低かった。

### 3 5 官能試験

官能試験結果を表5に示す。総合得点は4.65~5.75の範囲で、「涼実紫2号」の評価が高かった。昨年評価の高かった「涼実紫1号」は、味薄、香りにくせがあり評価が低かった。また、色もヤマブドウらしくない色との評価であった。二番目に評価の良かった「二戸2」は、酸は若干劣るものソフトな口当たりとの評価であった。「川井1」は、酸の強さ、渋さにより全体的には評価はあまり高く無いが、個々にはその酸味、渋味をヤマブドウのらしさとし、高い評価をする人もあった。

### 4 考 察

果汁成分分析では、前報同様色調に大きな差が出た。ヤマブドウジュースやワインを製造する場合、果皮ごと加熱したり、発酵させるため、通常はそれほど色の差は顕著に現れないが、本試験のように果汁をそのまま分析試料とした場合は、その差が大きく出る。「江刺」では、ワイン生成後もこの特徴が現れ他の試験区より黄色みが強かった。

また、醸造試験では、昨年に比べ発酵終了時期が早く糖が残る傾向にあった。特に「涼実紫2号」は還元糖1.74 g/100mlと他の系統区の2倍近く、昨年の4倍程度の残糖があった。前回はBrix.8前半台で発酵を停止したのに対し、今回はBrix.8後半台で停止させたためにこの差が出たと思われる。

官能試験結果は「涼実紫2号」の評価が高かったが、これは残糖が多く、ヤマブドウの渋味、酸味をマスクしたためと思われる。

全体的に見ると、試験した系統品種毎に昨年と同様な傾向を示し、それぞれ色調、酸味、渋味等に個性的な特徴を持っていた。

### 5 結 語

県内から収集したヤマブドウの中から選抜した優良候補系統を対象に、果汁成分分析ならびに醸造試験を行った。試験したすべての果汁およびワインは、系統由来の個性を持つとともに、ヤマブドウらしい濃色、酸味、渋味を持っていた。この結果は商品の性質に適した系統や醸造方法を選択使用できることを示しており、県特産品の原料としての可能性をさらに広げることにつながるとと思われる。

なお、昨年に続き県林業技術センターでは、県のオリジナル品種として「二戸2」を「涼実紫3号」と命名して品種登録申請中である。

### 文 献

- 1) 平野高広, 泉憲裕, 畑山誠, 中山繁喜, 作山健, 櫻井 廣: 岩手工技セ研報, 7, 111 (2000)
- 2) 山梨県食工指編: 葡萄醸造法, p.23 (1974)
- 3) 日本気象協会盛岡支部: 岩手県気象月報 (2000)
- 4) 国税庁醸造研究所: 醸造研究所報告, 170, 13(1998)

## 交雑育種酵母によるぶどう酒製造試験\*

米倉 裕一\*\*、平野 高広\*\*\*、櫻井 廣\*\*

交雑育種したワイン酵母を使用してワイン醸造試験を行い、醸造適性の評価を行った。使用酵母は、県内で広く使用されているワイン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 と L-2226 を親株として育成した交雑育種株4株とし、対照に親株2株と W3 を使用した。ワイン醸造試験の原料にはリースリング・リオン種ブドウを使用した。その結果、各交雑育種株は昨年と同様の発酵経過をとり、その経過は両親株中間の性質を持つ傾向にあった。個性の強い株を親株にすることが、多様化や個性化に対応できる優良ワイン酵母取得につながると思われた。

キーワード：交雑育種、ワイン酵母、*Saccharomyces cerevisiae*

## Enological Characteristics of Wine Yeasts Constructed by Hybridization between *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 and L-2226

YONEKURA Yuichi, HIRANO Takahiro and SAKURAI Hiroshi

Four hybrids were constructed from two wine yeast strains, *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 and L2226, generally used for wine making in Iwate prefecture. Enological characteristics of the hybrids were investigated by 8.0 l-scale brewing with *Riesling Lion* grape must. The result was that the each hybrid was similarly the fermentation of last year and tends to character between both parent strains. It suggested being important to select of the variety character for the making of superior wine yeasts.

**key words: hybridization breeding, wine yeast, *Saccharomyces cerevisiae***

### 1 緒 言

ワインの酒質は原料となるブドウの品種・品質に大きく左右され、酒質向上の研究もブドウの品種、栽培技術、果汁の前処理などの製造プロセスの改良がほとんどで、主発酵を担うワイン酵母のワイン品質への影響は過小評価されてきた。しかし、近年、ワインの品質や性質を左右する味や香りの成分は、原料ブドウ由来だけではなく、酵母の代謝により変化すると報告が相次ぎ<sup>1-4)</sup>、ワイン醸造での酵母の重要性が見直されている。

岩手県内では白ワイン用として EC-1118、赤ワイン用として L-2226 などの酵母が使用されてるが、ワインの高品質化、個性化の両面から、オリジナルワイン酵母の出現が望まれている。本報告では、前報<sup>5)</sup>に引き続き(財)生

物工学研究センター開発の交雑育種株によるワイン醸造試験を行い、その醸造適性の解明を試みた。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 供試菌株

EC-1118 と L-2226 を親株として交雑育種した K0-10、K0-11、K0-12、K0-13 を使用した。対照には、親株である L-2226、EC-1118 および代表的なワイン酵母である W3 を使用した。

#### 2 - 2 ワインの醸造試験

前培養菌株は、121 で15分間殺菌したぶどう果汁に供試菌株を接種し、25 で3日間静置培養して調製した。亜硫酸50ppmを含むリースリング・リオン種ブドウ果汁8.0 Lを10L容ステンレス製発酵容器に入れ、各供試酵母菌株

\* 交雑育種酵母によるぶどう酒製造試験 第3報

\*\* 醸造技術部

\*\*\* 応用生物部

の前培養液5v/v%を接種し、15 で発酵させた。補糖は結晶ブドウ糖を使用し、補糖後の糖度(Brix°)が22になるよう発酵4~5日目に行った。発酵期間中、品温と果醪の糖度(Brix°)を毎日測定した。完全発酵を目標とし、糖度(Brix°)が8.0未満になったところで発酵を終了した。発酵終了後、メタ重亜硫酸カリウムを亜硫酸量で50ppm添加し、麻布で濾過して4 で保存した。分析には主に膜濾過(孔径0.20~1.0μm)したワインを用いた。

### 2-3 果汁、ワインの一般分析

糖度、比重、エキス分、アルコール、pH、直接還元糖、総酸、色度分析は前報<sup>5)</sup>に従った方法で分析した。

### 2-4 官能試験

官能評価は、昨年醸造したワインも含め行った。評価法は、山梨県果樹試験場の官能検査法<sup>6)</sup>に従った。すなわち、色調1点、清澄度1点、香り6点、味10点の計18点満点で採点し、10点満点に換算し評価した。パネラーは岩手県ワイン研究会出席者の20人で2000年11月20日に行った。

## 3 実験結果

### 3-1 ワインの醸造試験

昨年度と本年度の発酵中の糖度(Brix°)の日変化を図-1,2に示す。本年度は、補糖する時期が1日程度早く、その後の発酵が鈍くなる傾向にあった。L-2226株においては、4日発酵が遅れた。K0-11、K0-12は、EC-1118と似た発酵経過をとり、11日目でBrix°が8.0未満となったため、発酵終了とした。また、K0-10、K0-13は、L-2226似た発酵経過をとりもろみ日数は13日間であった。対照株のW-3は両グループの間期的であった。この傾向は、昨年のリースリング・リオン果汁を使用した試験結果とほぼ等しいが、一昨年のナイアガラ果汁による試験結果の傾向とは異なっている。

### 3-2 ワインの分析および官能評価

2000年、2001年の果汁およびワインの一般成分を表1,2に、官能試験結果を表3,4に示す。リースリング・リオン果汁は、昨年に比べ糖が低く酸が高い傾向にあり、出来上がったワインはアルコール生成量10.4~11.6 vol.%と昨年に比べの若干低く、また、酸は若干多い傾向にあった。アルコール生成量ともろみ日数の両方を比べても、酵母のアルコール発酵力に明確な違いはみられなかった。その他の一般成分について、エキス分と色(A420)は、若干発酵経過と同様にL-2226がK0-10、K0-13とEC-1118がK0-11、K0-13と似ていたが、その他は特に顕著な差は無かった。官能評価の総合得点は、親株EC-1118が2000年、2001年のワインとも高い評価であった。K0-11、K0-12、K0-13は、もう一方の親株L-2226と同程度の評価であったが、個々のパネラーにより評価は異なっていた。また、前報で不調和と評価され点数も低かった2000年産の

K0-12が、本年の官能評価では高い評価であった。その他、K0-10は評価が低く、対照株W-3は2000年と2001年は評価が異なっていた。

## 4 考察

本年はもろみ後半に発酵が鈍くなる傾向にあったが、これは十分に酵母が活性化する前に補糖したため浸透圧による影響が大きかったと思われる。特に、L-2226の様な中温域で活性の高い株は、今回の15 という低温域の発酵ではその影響を大きく受けたと思われる。よって、発酵

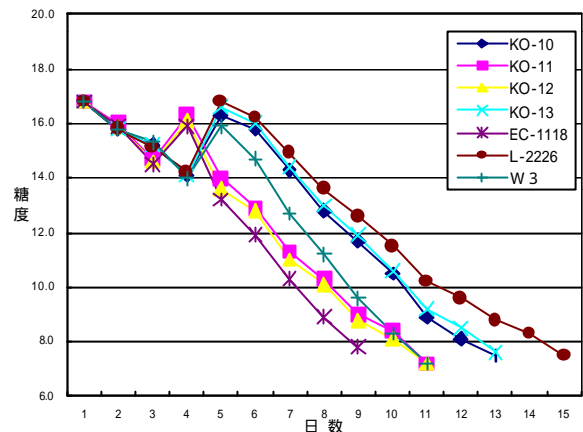


図2 2001年白ワイン発酵経過(糖度)

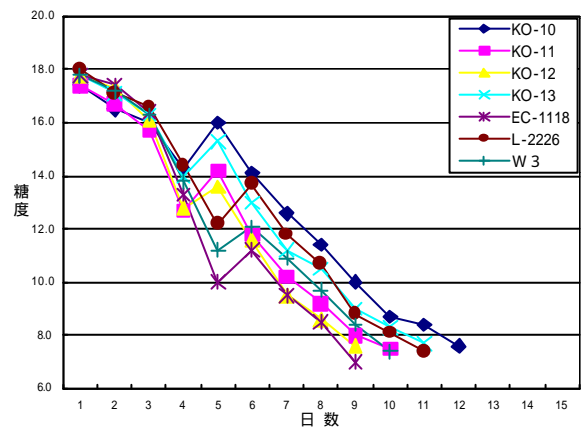


図1 2000年白ワイン発酵経過(糖度)

力に関してはK0-10、K0-13がL-2226に近く、K0-11、K0-12はEC-1118に近いと推察されるが、赤ワインの醸造温度である、20~25 における発酵性の検討が必要と思われる。一般成分では、発酵力で分類したグループと相関があるか検討したが顕著でなかった。交雑育種の場合、両親株の性質が複雑に絡み合い菌株にそれぞれの性質が形成しているためと思われる。

官能評価では、今回はEC-1118が高い評価で、K0-11、K0-12、K0-13がL-2226と同程度の評価、さらに、K0-10は評点が低い、これは両親株中間の性質が出現したため、K0-10は両親株の良くない性質を持つためと推察される。しかし、この育種方法は、変異処理法に比べ無難な

交雑育種酵母によるぶどう酒製造試験

表1 2000年ワインの一般成分

	アルコール (%)	比重	エキス分	直接還元糖 (g/100ml)	PH	総酸度 (g-酒石酸/100ml)	A <sub>420</sub>
果汁		1.070		15.9	3.28	0.83	0.619
K0-10	12.3	0.997	3.32	0.75	3.20	0.90	0.071
K0-11	11.5	0.997	3.08	0.74	3.19	0.87	0.121
K0-12	11.6	0.998	3.37	0.81	3.36	0.85	0.192
K0-13	11.7	0.996	2.88	0.62	3.28	0.86	0.123
L-2226	11.8	0.998	3.43	0.61	3.35	0.87	0.138
EC-1118	12.4	0.996	3.08	0.60	3.26	0.86	0.178
W3	11.7	0.996	2.88	0.71	3.29	0.85	0.155

表2 2001年ワインの一般成分

	アルコール (%)	比重	エキス分	直接還元糖 (g/100ml)	pH	総酸度 (g-酒石酸/100ml)	A <sub>420</sub>
果汁		1.070		14.2	2.94	0.98	0.365
K0-10	11.1	0.997	3.49	0.75	3.01	1.10	0.069
K0-11	11.6	0.996	3.51	0.74	3.00	1.00	0.128
K0-12	11.0	0.994	2.99	0.81	3.08	0.97	0.129
K0-13	10.9	0.998	4.32	0.62	3.08	0.99	0.063
L-2226	10.4	1.002	4.79	0.61	3.06	0.99	0.060
EC-1118	11.1	0.996	2.94	0.60	3.04	1.02	0.130
W3	11.0	0.995	2.37	0.71	3.02	0.93	0.078

表3 2000年ワインの官能結果

菌株	総合得点	短評
K0-10	5.03	平坦、香りくせ
K0-11	5.91	ソフト、香良好、軽い
K0-12	5.88	色濃、ソフト、バランス良
K0-13	5.67	バランス良、ソフト、味薄い
L-2226	5.86	香りくせ、ソフト、渋味
EC-1118	5.96	バランス良、薄い、香良好
W3	5.79	香味良好、酸不足

表4 2001年ワインの官能結果

菌株	総合得点	短評
K0-10	5.12	平坦、酸味が残る
K0-11	5.76	バランス、香良好
K0-12	5.88	ふくらみ有、まろやか
K0-13	5.88	バランス良、ふくらみ有
L-2226	5.79	少々味薄い、バランス良
EC-1118	5.99	フレッシュ、酸味強
W3	5.00	酸味強、香りくせ、平坦

性質の株が育種出来るように思われる。この育種方法で幅広い性質の株を選抜するには、親株の性質が極端なものを選抜することが望ましいと推察される。

5 結 語

EC-1118とL-2226を親株として得た4種の交雑育種株K0-10、11、12、13の醸造試験を行った。交雑育種株で醸造したワインは、両親株の間の性質を持つ。本法で有望株を効率的に育種するためには、性質が相反する親株を

選択することが重要と思われる。

文 献

- 1) 大塚謙一：醸協，70 (11)，800(1975)
- 2) 篠原隆：農化，52，309(1978)
- 3) 乙黒親男：醸協，78 (3)，214(1983)
- 4) 宇井定春：醸協，72 (6)，449(1977)
- 5) 平野高広、櫻井廣：岩手工技セ研報，7，103 (2000)
- 6) 山梨県食工試編：葡萄醸造法，p.23(1974)

## 新しい象嵌技術の普及

浪崎 安治\*、有賀 康弘\*、高橋 民雄\*\*  
飯村 崇\*\*\*

木材チップ製造業からの技術相談を共同研究として取り上げ、その研究成果の象嵌技術が特許取得でき、幸いにもその特許が注目発明に認定され、当該技術が岩手県内の関連企業に周知されることになった。また、特許流通アドバイザーにより地域間会議において当該技術が紹介され、全国に知れ渡ることになった。研究員の積極的技術普及の結果、岩手県と当該特許の実施契約を結んで、工業技術センターの技術支援を受けながら企業4社が製品化に動き出し、共同研究企業以外に当該技術の普及が始まった。

キーワード：象嵌技術、特許、技術支援

### 1 開発技術の普及までの経緯

小径木等の付加価値向上のために木材チップ製造業からの技術相談を受け、官民共同研究推進事業で小径木等の利用活用について模索してきた。その結果、従来あまり利用されていなかった木口面（図1）に着目した。その木口面に新しい象嵌装飾体の製造法を開発し、その製造法を特許<sup>1)</sup>取得した。この技術は木材の無垢材はもちろんのこと、枝の木口面や端材の寄せ木横断面など、材料を有効活用しての象嵌装飾が可能になった。この象嵌装飾は象嵌模様の金型で象嵌材を介して木口面に押し込み、金型を抜いて凹の模様を形成させるものである。

そこで当該技術を用いて、地域の特徴ある商品開発を目指して、県内企業からの技術相談や指導要請に対して技術支援を行い、当該企業が製品化に動き出した。

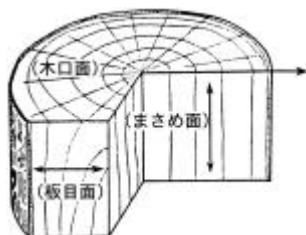


図1 木材の3断面図

なお、開発した新しい象嵌技術を普及するためには、木工技術、デザイン、金型の3つの異なった分野が必要のため、木工特産部と電子機械部が技術支援などで対応している。

### 2 開発技術の要点

開発した技術の要点は<sup>2・3)</sup>は次のとおりである。

- ・ 比重の低い木材から高い木材まで押し込み可能である。：人工乾燥済（含水率10%前後）の木材であれば、スギやオノオレカンバでも可能である。
- ・ 象の嵌めこみが容易：金型で一定の深さ（1.5mm前後）に押し込んで金型を抜く。（図2）



図2 象嵌方法

- ・ 材料に無駄がない。：母材となる木材は、枝の木口面や木材を積層した横断面でも接着層に影響なく象嵌模様を押し込む（写真1）ことが可能である。
  - ・ 木口面の特徴を生かす。：木材の縦すべりを利用しているため象嵌模様の微細表現が可能である。
- 図3に金型を木材に押し込んだときの木材の拡大縦断面図を示す。押し込み深さが比較的小さい時には金型の面に対応する部分が圧縮により座屈して凹んでいくが、押圧されない部位との境界に剪断しきれない部分がピーリング状態（C）になり、この部分が抵抗となって境界面の割れ（亀裂）が阻止されていると考えられる。

\* 前 木工特産部、現 特産開発デザイン部

\*\* 前 木工特産部、現 岩手県産業技術短期大学校

\*\*\* 電子機械部





写真1 漆材の積層横断面

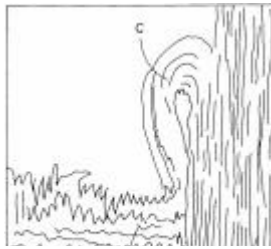


図3 木材への押し込み時の拡大縦断面図<sup>1)</sup>  
(C: 縦すべりによるめくれ部)

- ・ 金型の微細表現が可能である。：金型は0.05～0.2mmのワイヤーを使ったワイヤーカット放電加工で行う。これは、ワイヤーと工作物(金属)の間に火花放電を発生させワイヤーと工作物の一部が数千度の高熱で工作物が熔融され、この取り巻いている水が水蒸気爆発を起こし熔融金属を飛ばして、ワイヤーが工作物に切り込んで行く加工である。1回の火花放電で除去される量は非常に微細であるが、毎秒数十万回の火花放電を発生させるため、金属に対する象嵌模様の微細加工が可能となる。
- ・ 適性な象嵌材を探す。：象嵌材とは木口面に押し込む金型模様を装飾する資材のことをさし、資材の条件としては金型のエッジで剪断可能なものである。例えば木の葉(紅葉の葉、枯れ葉まで)やアルミ箔(15ミクロン)等がある。

### 3 技術支援の普及

当該技術に関して技術相談や指導要請のあった県内企業に実施許諾前技術支援を行って、4企業が県有特許権実施契約を結んだ。そして、その技術を活用した製品化が動き出した。その他、実施許諾前技術支援を行っている企業がある。また、地域間特許流通アドバイザー会議で本技術が紹介され、5件県外の特許流通アドバイザーから具体的問い合わせが来て、県外企業が技術調査に来所した事から考えても、県外に本技術が普及する可能性をおびてきている。

### 4 技術支援の成果

岩手県所有の特許「象嵌装飾体の製造法」を活用のため岩手県と許諾実施契約を結んで企業化に動き出した木

材関連の4企業等の事例を次に示す。

#### 4-1 事例1「郷土色を嵌めこむ」

##### 4-1-1 支援の背景

江刺民芸工房は手に技を持つ熟練者の組合で地域の特産品開発を主眼にしたものづくりの集団である。同工房の熟練者は技が多種にわたっているため、目玉の商品がないのが問題であった。そこで、技が多種にわたる中でも木工関係の熟練者が多いことから、そこで、同工房の目玉商品として木工品を取り上げ、新商品の開発を当センターに相談・指導を要請してきた。県有特許「象嵌装飾体の製造法」を紹介し、地域性のあるものとの組み合わせで技術支援を進めてきている。

##### 4-1-2 支援の要点

開発を旨とする木工品は同工房の希望でループタイとした。地域性を保たせるため、木材は地域木工産業のメインの木材であるケヤキ材を代表とする地域産出木材の用材に適さない未利用材を使い、デザインは郷土色豊かな「鹿踊り」(写真2)、「陸中牛」、「風の又三郎」のシルエットなどを取り上げている。また、象嵌材は木の葉を使い、紐止めの金具等を使わない自然環境に配慮した意識を持たせ、エコ象嵌という商標としている。ループタイの裏面には江木(エコ)の文字(江木:江刺地方の木材を利用している意を含んでいる。)を象嵌(写真3)した両面象嵌の方向で押し進めている。

##### 4-1-3 支援の成果

郷土色のあるループタイができあがり、マスコミに取り上げられた(岩手日日:H13.2.13)。また、近隣の博物館に参考土産品として展示し、好評なため販売を目的とした展示の要請がきている。



写真2 ループタイ  
(樺材に枯れ葉を象嵌)



写真3 ループタイ裏面  
(江木の文字の象嵌)

#### 4-2 事例2「未利用材に嵌めこむ」

##### 4-2-1 支援の背景

滴生舎は漆の町浄法寺町の天台寺山麓で、漆器や小木工品などの展示販売をしている。漆器は浄法寺塗りとして全国に名をはせている。近年、漆液を掻き取ったあとの漆材を活用して、地域性のある小木工品の開発を進めてきているものの、今ひとつ地域性を出し切れていないのが現状である。

## 新しい象嵌技術の普及

そこで、天台寺は桂泉観音で有名なことから、滴生舎では桂の木を中心とした地元産材を活用し小木工品の開発を検討してきている。県有特許「象嵌装飾体の製造法」を知り、小木工品に当該技法を活用し、地域性のある木工品の開発をしたいということで技術相談を受け、技術支援を押し進めてきている。

### 4-2-2 支援の要点

桂の木を母材とし、象嵌材は葉、紅葉の葉や枯れ葉等の色合いを利用し、象嵌のデザインは自然をテーマに第1弾としてカワセミやアカゲラなどの鳥シリーズとしている。

### 4-2-3 支援の成果

工場の規模からキーホルダー（写真4）やメモホルダー等を試験的に製造し、販売は春の天台寺の例大祭をターゲットにし、その動向を見極め、つぎのステップを検討することになっている。



写真4 キーホルダー（桂の木に木の葉の象嵌）

## 4-3 事例3「家具用材を新商品に活かす」

### 4-3-1 支援の背景

（有）藤里木工所は伝統的工芸品産業の岩谷堂筆筒を製造し、無垢材として主に欅材を使用している。木取り用（製材乾燥材）の欅材は、すべてが筆筒の木部に利用されるのではなく、筆筒の部材として寸法的に歩留まりが悪く、使用できない材料もかなり出る。木材は再生可能資源と言われるが、家具用部材として使用することができるまでの欅（ケヤキ）材はそのサイクルが数百年と言われている。その貴重な欅材、特に未利用材の有効活用が現場において隠れた大きな問題であり、その対策に技術支援が望まれている。

### 4-3-2 支援の要点

未利用材の利用を目的として、県有特許「象嵌装飾体の製造法」の技術を未利用材に取り入れ、蓄積された木工技術と、象嵌装飾に使用する金型をさらに微細加工することでの製品開発に、技術支援を行った。

製品としてのターゲットは装飾品とし製品開発のポイントは

- 1 （幅のある）線画の象嵌模様とする。
- 2 金型をさらに微細加工することで、よりリアルな表現を行えるようにしている。（写真5）

- 3 装飾品の端面を成形加工して、傷つきにくく、肌ざわりの感触を向上させている。（写真6）
- 4 製品の厚みにテーパを付け高級感を持たせるようにしている。（写真6）
- 5 象嵌模様のイメージを考慮して、象嵌材に金属泊を採用している。（写真7）

### 4-3-3 支援の成果

伝統家具の製作技術を活かし、今年の干支の巳をアレンジしたペンダントを作成した。当面は自社のショールームに展示し、来社見学者の動向を見てつぎの開発品を検討することになっている。



写真5 蛇（金型）  
（右：目を入れた金型微細加工）



写真6 端面成形加工と側面形状  
（角がかけないような成形面）



写真7 ペンダント（欅材）  
（左：アルミ箔の象嵌・右：枯れ葉の象嵌）

## 4-4 事例4「地域の特徴を嵌めこむ」

### 4-4-1 支援の背景

安代町漆器試作研究会は、戦前安代地域において地場産業としていた荒沢漆器の再興を基本とし、安代町漆器センターを拠点として、漆工技術の再興および振興を目的とし、地域産業の振興および漆工技術の発展に寄与したいとして活動している。

近年、より新しいものの開発が求められてきており、研究会として対応に苦慮してきている。研究会では、県有特許の「象嵌装飾体の製造方法」の技術を知り、工業技術センターの技術支援を受けて商品開発に取り組みは始めている。

#### 4-4-2 支援の要点

木の葉やアルミ箔を象嵌材料として進めてきた当該象嵌技術に、地域産材をベースとして漆工に関する材料の象嵌材への適性の検討をポイントに技術支援を進めてきている。

#### 4-4-3 支援の成果

地域の特徴ある材料が象嵌材として嵌入が可能となり(写真8から写真10)、安代町漆器試作研究会としてこれを用いたホワイトボード用のマグネットピンの第1弾が完成し、マスコミに取り上げられた(岩手日報:H13.3.15)。自社工房のショールームで展示販売し、また花巻空港などの土産物店から引き合いがきている。



写真8 赤松材に赤の色漆(左)と緑の色漆(右)



写真9 檜材に和紙(左)と貝殻(右)



写真10 檜材に朴の木(左)赤松材に樺材(右)

### 5 まとめ

研究からその成果が製品化に動き始めた流れをまとめたものを図4に示す。

研究開発から開発技術の企業普及までの経緯をまとめると次のとおりである。

- ・企業からの技術相談を研究テーマに取り上げた。
- ・研究は企業との共同研究で行った。
- ・研究成果が特許<sup>1)</sup>を取得した。
- ・当該特許が地域産業の振興において顕著な実施効果が期待されるとして、科学技術庁の第58回注目発明に選定された。
- ・当該特許が東北・九州地域間特許流通アドバイザー会議で県外に紹介された。
- ・研究成果が県内外に周知されることになった。
- ・共同研究企業以外に当該特許の許諾を実施契約する企業が現れた。
- ・工業技術センターが当該技術の積極的普及及び技術支援を行っている。

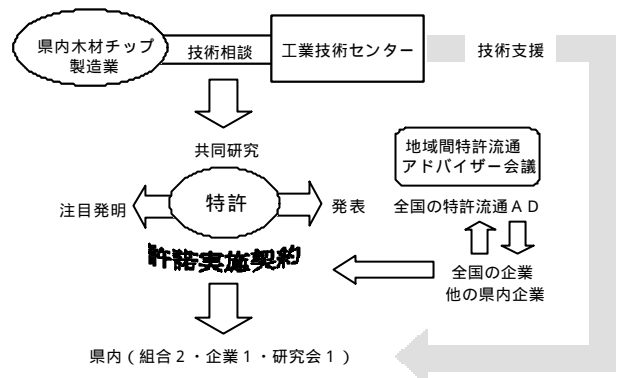


図4 開発技術の普及

以上述べたように、企業からのニーズに対して企業との共同研究を行い、その成果の特許を取得した。さらに、共同研究の相手先以外にも技術普及を進めており、県内外の複数の企業と特許の実施許諾を前提としながら技術支援を行っている。

現在のところ製品の主体は、装飾品のような小木工品がほとんどであるが、今後の課題としては、開発した技術を他の木工品分野にどのように活用し、どのような製品を開発していくのかをふまえて、積極的に企業支援をしていく必要があると考えている。

### 文 献

- 1)象嵌装飾体の製造法：特許第2668191号
- 2)浪崎安治, 有賀康弘, 高橋民雄：東北・北海道地方部会研究論文集, 13, 22(2001)
- 3)浪崎安治, ウッドミック, No.215, 47(2001)

# いかせんべいの防湿包装

遠山 良\*

風味をより長期間維持するために、いかせんべいの窒素置換包装を試みたところ、販売したいいかせんべいが吸湿して軟化してきたということについての相談があった。そこで、吸湿の原因を究明するために、せんべい製造後の水分含量の変化について調べた。その結果、吸湿の原因は窒素置換包装するために選択した包装資材（ナイロン系（MXD(Meta Xylylene Diamin)とポリプロピレンとのラミネートフィルム））の選択に問題があったことが明らかとなった。

キーワード：いかせんべい、防湿包装、包装資材

## Damp-proof Packaging of *Ikasenbei*

TOYAMA Ryo

There was the technical consultation about *ikasenbei* (Japanese cookie, the principal ingredients are wheat flour, sugar, squid extract and squid flour) which absorbed moisture and was softened during marketing period after change the ordinary packaging to filling nitrogen gas packaging. So, the moisture variation was measured after production of *ikasenbei* to clear up the causes of moisture absorption. As a result, it was cleared that the causes of moisture absorption was the wrong choice of the plastic film (kind of nylon, MXD (Meta Xylylene Diamin) is laminated with polypropylene) that was used for filling nitrogen gas packaging.

**key words : ikasenbei, damp-proof packaging, packaging materials**

### 1 緒言

従来、ガスバリアー性や水蒸気バリアー性が高く、安価であることからガス置換包装や脱酸素剤を使用する際、食品用の包装資材として KOP（塩化ビニリデンコート延伸ポリプロピレン）をはじめとする K コートフィルム（塩化ビニリデンコートフィルム）が良く用いられてきた。しかし近年、環境問題に関する関心が高まり塩素系の包装資材は、ダイオキシンの発生が疑われて次第に敬遠されるようになってきている。これらの包装資材に変わり、様々なガスバリアー性の高い包装資材が用いられるようになってきているが、これらの包装資材はナイロン系<sup>1)</sup>（特に MXD (Meta Xylylene Diamin) が酸素透過性が低いフィルムとして使用される）、ポリビニルアルコール系 (PVA)、エチレンビニルアルコール共重合体 (EVOH) などのようにガスバリアー性は高いものの、水蒸気のバリアー性は低いものが多い。従って、従来 KOP などを使用して得られていた機能をこれらの K コートフィルム代替フィルムにより得ようとするとき、特に水蒸気バリアー性を要する食品の場合には包装資材の選定に注意が必要である。

本報告はいかせんべいの風味を長期間保存するため窒

素ガス置換包装をしたところ、保存中に吸湿し軟化したという事例に対応しその原因を追求した報告である。いかせんべいの製造工程でのばらつきや、保存中の水分含量の変化を調べた結果、原因はガス置換用の包装資材として選定したナイロン系の包装資材にあることが明らかとなったので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 試料

いかせんべい工場で製造された試料を包装後、直ちに送付してもらい試料とした。いか煎餅は小麦粉砂糖、イカの煮汁、イカの粉末を配合して生地を形成し、生地を鋳物製の焼き型でサンドイッチ状に挟み込んで焼き上げる。形状はイカの形状をした、三陸沿岸で製造される菓子である。

#### 2-2 保存試験方法

保存試験は室温での保存と、25℃で包装資材の防湿性能の比較試験の2回実施した。室温での保存試験では、1袋（70 × 135mm）1枚入りとし、試料をスーパーニール 15/ CPP30（窒素ガス置換用に使用したフィルム。以下スーパーニールと省略）で包装し、実験室にそのま

\* 食品開発部

ま放置した試料と、水入りデシケータに放置した(湿度100%)の2点とし、経時的に水分を測定した。

包装フィルムの防湿性能比較試験は、ポリプロピレン製の丸形容器に水を入れ、水に直接接触しないように通気用穴を多数開けた発砲スチロール製板を中央部に設置し、その上に包装したいいか煎餅を並べ、25℃の恒温器に入れて3ヶ月間保存試験を実施した。いかせんべいは1袋1枚入りと2枚入りの2試料とした。保存期間中は経時的にいか煎餅の水分含量を測定した。包装資材はスーパーニールの他、OP20/CP30、OPH50の2つを使用した。

### 2-4 水分含量の測定

包装袋に入った状態のまま乳鉢に入れ、たたいて細かく砕いたものを測定用試料とし、試料2~3gをアルミ箔秤量缶に採取したのち、135℃3時間乾燥して水分を測定した。

## 3 結果及び考察

### 3-1 焼成後包装までの水分変化

焼成直後から包装するまで3時間放冷する間の水分変化を図1に示した。

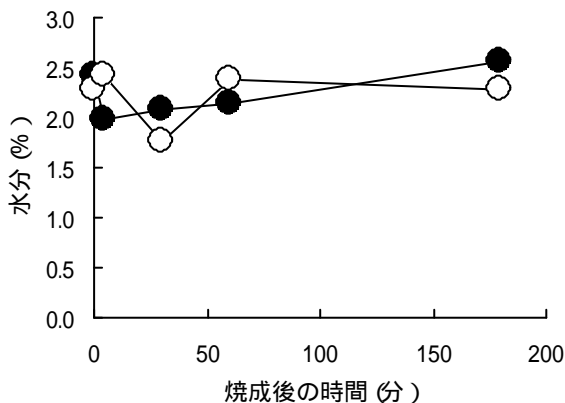


図1 焼成後のいかせんべいの水分変化  
●—釜1 ○—釜2

いか煎餅は鋳物の焼き型に生地を挟み込んで焼き上げるため、焼成直後は水分含量が多いとも考えられたが、実際は焼成直後既に2~2.5%の低い水分含量となっている。焼き釜による差もあまり無く、その後の水分変化もきわめて小さく、包装する時点でも3%以下の水分であった。

また、表面にあまり焦げ色の付かない生焼け状態の試料をつくり水分含量を通常のものと比較したが、生焼け状態でも3%以下の水分含量であり、せんべいの焼きむらや包装までの吸湿がせんべいの軟化の原因では無いことを確認した。

### 3-2 室温での保存試験

室温で保存した結果を図2に示す。

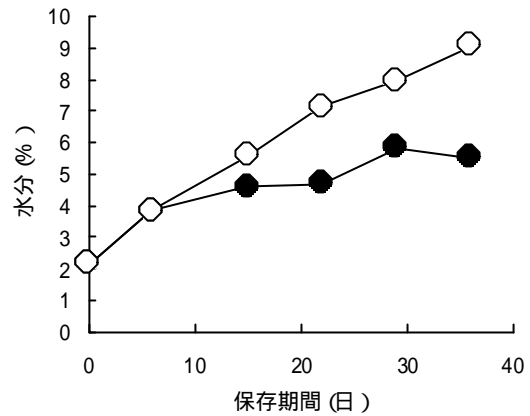


図2 保存中のいかせんべいの水分変化

●—室に放置 ○—湿度100%

包装資材：スーパーニール 15/CPP30

スーパーニールで包装し湿度100%で室温保存した場合、いかせんべいの水分は時間とともに直線的に増加する。水分測定の際に煎餅の砕けやすさから、煎餅の軟化度合いが確認されるが、水分含量が7%以上になると明らかにいかせんべいは軟化して商品価値を失うことが分かった。室にそのまま放置した試料も徐々に吸湿したが、40日近く経過しても水分含量が7%を越えなかった。しかし、梅雨時のように環境湿度が高い条件では湿度100%での保存結果から7%を越えることも十分に予想される。

### 3-3 焼成後包装までの水分変化

3種類の包装資材を使用し、湿度100%でいかせんべいの保存試験を実施した結果を図3に示す。

最初に1枚入りと2枚入りを比較すると2枚入りの方が見かけ上吸湿速度が遅い。包装フィルムの単位面積あたりの水蒸気透過量は当然2枚入りの方が多くなると考えられるが、水分吸着量に余裕があるために、結果的に水分の増加量は逆に少なくなったと考えられる。

包装フィルムの種類間で比較すると、スーパーニール使用が最も吸湿速度が早い。ついでOP20/CP30、OPH50の順であり、今回の相対湿度100%の保存条件でいかせんべいの軟化点である水分含量7%を保存限界として考えると、2枚入りの場合、スーパーニールは約1ヶ月、OP20/CP30では約2ヶ月、OPH50では約3ヶ月と推定される。

以上のことから、いかせんべいの防湿包装の目的にはポリプロピレンを主体とした包装資材の使用が適切であると考えられた。防湿を兼ねたガス置換包装を行うには、スーパーニールは防湿性が弱いことから不適当であり、ポリビニルアルコール系やエチレンビニルアルコール共重合体なども同様の問題点を持つと考えられる<sup>2)</sup>。現状ではアルミナや酸化珪素を使用した透明蒸着フィルム<sup>3)</sup>かアルミ蒸着フィルムあるいはアルミ箔積層フィルムの

## いかせんべいの防湿包装

使用が適当と考えられる。

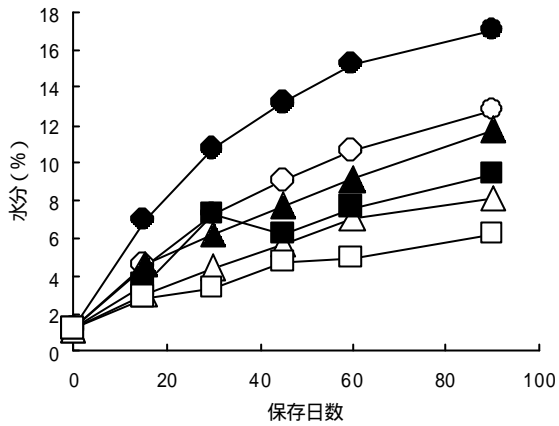
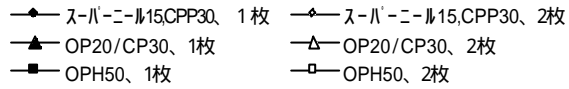


図3 包装資材といかせんべいの吸湿  
(RH100%, 25 保存)



### 4 結 語

いかせんべいの窒素ガス置換包装を行ったところいかせんべいが軟化しやすくなるという問題が発生した。その原因究明のため、いかせんべい製造後の水分含量の変

化を調べ、以下の結果を得た。

- (1) いかせんべい焼成直後の水分含量は 2 ~ 2.5 % であり、包装するまで 3 時間放冷後の水分変化はきわめて少ない。
- (2) 吸湿による軟化点は約 7 % である。
- (3) 1 袋あたりの試料枚数を多く包装した方が吸湿は少ない。
- (4) 防湿包装の目的にはスーパーニール 15/CPP30 の使用は不適當であり、従来から使用されているポリプロピレン系の包装フィルムの方が優れている。
- (5) K-コートフィルムを使用せずに防湿を兼ねたガス置換包装には注意が必要であり、アルミナや酸化珪素を使用した透明蒸着フィルムかアルミ蒸着フィルムあるいはアルミ箔積層フィルムの使用が適當である。

### 5 文 献

- (1) 大須賀弘：新・食品包装用フィルム - フレキシブル包装と環境 - , p. 105, 日報 (2000)
- (2) 石谷孝佑 編：最新機能包装実用辞典, p. 601, フジ・テクノシステム (1994)
- (3) 大須賀弘：新・食品包装用フィルム - フレキシブル包装と環境 - , p. 246, 日報 (2000)