

燻製フレーバーホイールの作成とスモークチップの香り特性*

伊藤 菜々**、及川 和宏***

スモークチップの樹種による燻製の香りの違いを表現することを目的に、燻製のフレーバーホイールを作成した。また、高性能スモークチップ及びアカマツスモークチップで燻製した鶏団子の官能評価を行い、各チップの香り特性をサクラスモークチップと比較した。さらに、SPME法とGC-MSを用いた香気成分分析を行い、香り特性に寄与している成分を推定した。高性能スモークチップはサクラスモークチップと同様の樹種由来の香りを保っており、アカマツスモークチップはナツ様の甘い香りが少なく、黒コショウ様のスパイシーで刺激のある香りが確認された。

キーワード：燻製、フレーバーホイール、香気成分、サクラ、アカマツ

Development of Smoked Food Flavor Wheel and Evaluation of Aroma Characteristics of Smoked Foods using various Smoke Chips

ITO Nana and OIKAWA Kazuhiro

Key words: smoked food, flavor wheel, aroma compounds, cherry wood, redpine

1 はじめに

燻製加工は、樹木若しくは樹木をチップ状に加工したスモークチップを熱することで発生させた燻煙によって食材に風味付け等をおこなう加工法である。

燻製食品の製造に使用するスモークチップは市場に流通するもののほとんどが広葉樹の幹を原料としている。

当センターは、岩手県産木材を使用したスモークチップの製造を行っている株式会社昭林（販売会社：進誠産業株式会社）及びトーア木材株式会社と協力し、高性能スモークチップ¹⁾や針葉樹のアカマツなど新たな樹種のスモークチップ開発に取り組んできたが、それらを使用した燻製食品の香りは「燻感」の強弱で表されるに留まり、製品の特徴を十分に表現しているとは言い難かった。

一方でビールや清酒では、香りや味の表現用語を車輪状にまとめたフレーバーホイールが作成され、味や香りを表現する際のコミュニケーションツールとして活用されている。そこで、本研究では燻製の香りの用語を収集、整理し、燻製の香りをより詳細に表現するためのツールとして燻製のフレーバーホイールの作成を試みた。また、これまでに開発したスモークチップを使用した燻製食品の香りについて、日本で最もポピュラーで香りが強いとされるサクラのスモークチップ²⁾と比較することで香りの特徴を表現した。さらに、SPME法とGC-MSを用いた香気成分分析を行い、開発したスモークチップに特徴的な香気成分について調査した。

2 実験方法

2-1 実験試料

燻煙材は、スモークチップ8種類（サクラ、ナラ、クルミ、クリ、アカマツはトーア木材株式会社、ブナ、リンゴ、ヒッコリーは進誠産業株式会社）と、サクラをベースとし予め加熱による分解処理を施した、高性能スモークチップ¹⁾（進誠産業株式会社）の計9種を使用した。

実験試料に用いる被燻製食材の検討にあたっては、農産物（ナツ、大豆加工品）、畜産物（蒸し鳥、豚肉団子）、水産物（ベビーホタテ）のそれぞれを燻製し、複数名で試食した結果、香辛料等を含まず、大きさを均一化しやすい等の理由から、半球体状の鶏団子に決定した。

鶏むね挽肉重量100%に対し、鶏卵（20%）、食塩（1%）、片栗粉（5%）、トレハロース（5%）を加えフードプロセッサー（Cuisinart DLC-NXPLUS）を用いて混合した。混合した原料をシリコン製半球モールド（シリコンフレックス半φ30×H15、シリコマート）で成形し、80°Cに設定したスチームコンベクションオーブンで20分間蒸し、鶏団子を作成した。燻製を行うまでの間は-30°Cで保管し、都度解凍し使用した。

解凍後の鶏団子はスモーカー（くんちゃんII、進誠産業株式会社）を使用し約70°Cで30分間乾燥させた後、各樹種のチップ40gを用いて約80°Cで60分間燻煙処理を行い、各実験試料とした。

実験試料は、各試験に使用するまでの間、真空包装後-30°Cで保管し、都度湯せん解凍し使用した。

* 令和4年度、令和5年度技術シーズ創生・発展研究事業(発展研究)

** 食品技術部

*** 食品技術部(現：企画支援部)

2-2 官能評価

(1) パネル選定

官能評価パネルは参加の同意を得た6名の食品技術部職員及びスタッフとした。香り表現の用語に対するイメージを統一するため、マスターウイスキーアロマキット（アロマスター社）の香り見本の中から、燻製と共通する要素のある香り見本25種類を選抜し、それぞれの香り見本と対応する用語を明示した用語集一覧を用い、言葉出しの訓練を行った。

(2) 用語収集とフレーバーホイールの作成

6種類の樹種（サクラ、ナラ、クルミ、リンゴ、ヒッコリー、アカマツ）で燻製した実験試料を評価用試料として提示し、鼻先香、風味をそれぞれ自由に記述する形式で言葉出しをおこなった。言葉出しで得られた用語についてパネルで討議し、KJ法により重複する用語の削除及び用語のグループ化³⁾によりフレーバーホイールを作成した。

(3) サクラスモークチップと高性能スモークチップ、アカマツスモークチップの比較

フレーバーホイールの作成と並行し、評価用語の絞込みを行った。パネル5名に6種類の樹種（サクラ、ナラ、クルミ、ブナ、クリ、アカマツ）で燻製した実験試料を評価用試料として提示し、知覚した香りや風味を評価用語の中から選ぶ手法をとり、選ばれた頻度の高かった用語11語について仮の評価用語とした。その後パネル間で話し合いを行い、特徴を評価するうえで適切でないとした「ロースト肉」「だし」等の用語をはずし、鼻先香と風味それぞれ5項目の評価用語を設定した（表1）。

高性能スモークチップ及びアカマツスモークチップについて、サクラスモークチップで燻製した実験試料を比較基準とし、それぞれ7段階のカテゴリー尺度（非常に弱い -3、とても弱い -2、やや弱い -1、どちらでもない 0、やや強い 1、とても強い 2、非常に強い 3）を用いた評価を実施した。なお、評価にあたっては燻製に使用したスモークチップの樹種名を伏せた状態でパネルに提示した。

2-3 GC-MS 分析

(1) GC-MS 分析試料及び揮発成分抽出方法

20ml バイアル管に塩化ナトリウム4gを加えた後、コルクボーラーで円柱状に切り出した実験試料各1gを加えたのち、超純水を加えて10mlにメスアップし、直ちにセプタム付きキャップをして分析試料とした。

揮発成分の抽出にはSPME法（SPMEファイバー：DVB/CAR/PDMS, 50/30µm, 1cm）を用いた。分析試料は50°Cで20分間加温、その後気相に10分間SPMEファイバーを露出させて揮発成分を吸着させた。

(2) 装置及び分析条件

揮発成分の分析にはGC-MS（GC7890A, MSD5975C, Agilent Technologies）を用いた。注入口はスプリットレスモードで温度は240°Cとし、SPMEファイバーを3分間加熱し揮発成分を脱離した。カラムはINNOWAX（60m×0.25mm i.d.、膜厚0.25µm）を用いた。カラムの昇温条件は40°C 5分間保持後、230°Cまで3°C/minで昇温、230°C 10min保持とした。得られたマススペクトルをもとに、解析ソフト（Agilent ChemStation）を用いてライブラリデータと照合し、候補化合物の推定を行った。

3 結果及び考察

3-1 フレーバーホイールの作成

パネルによる言葉出しの結果、88語の燻製の香り表現用語を抽出した。抽出した用語の中から類似する用語を統一し、11グループ50語にまとめた（図1）。グループ分けについては、大まかな特徴表現に使用することを想定している。

今回は、原材料入手や試食サンプルとしての大きさの均一化の容易さ、もとの食材の香りが比較的弱い等の理由から鶏団子を選択して言葉出しに使用したが、燻製する食材によって別の表現用語が加わる可能性もある。

また、スモークチップの樹種の特徴をつかむために幅広く用語を収集する方針とし、好ましくない表現も含め作成したことから、将来的に県内企業がさらに新しい種類のスモークチップを展開し、その香りの特徴を表現して商品PRに使用するためには、様々な食材での言葉出しと、さらなる用語の精査が必要と考える。

表1 評価用語と定義

先香	風味	定義
ローストナッツ様	ローストナッツ様	煎ったナッツのような甘香ばしい香り
* 刺激臭	*** 酸味	* 鼻に刺すような香り、酢酸臭 *** 酢酸の香り、味
火薬様	火薬様	花火の燃え残りのような刺激のある香り
黒コショウ様	黒コショウ様	スパイシーな香り
煙	煙	-

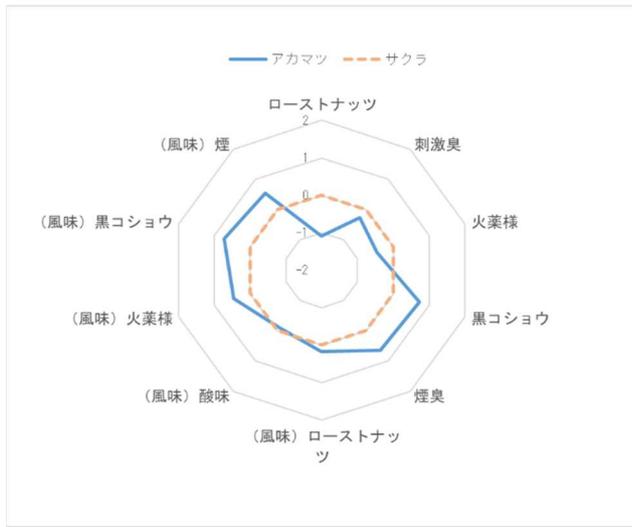


図3 アカマツスモークチップの評価結果

3-3 GC-MS 定性分析の結果

(1) 高性能スモークチップ

分析の結果、TIC (Total ion current chromatogram) 上で複数のピークを確認することができた (図4)。ピーク面積値が大きい上位 10 化合物について、マススペクトルから候補化合物を推定したところ、表2の結果が得られた。なお、比較としてサクラスモークチップについても同条件で分析したところ、高性能スモークチップと同一の化合物を検出した。官能評価の結果からも、高性能スモークチップは元のサクラスモークチップと同様の揮発性成分を有していることが示唆された。

表2 高性能スモークチップの分析結果

No.	R. T	推定化合物
1	10.9	Hexanal
2	17.6	Furfural
3	19.0	5-Methylfurfural
4	19.9	Furfuryl alcohol
5	22.4	Guaiacol
6	23.4	4-Methylguaiacol
7	23.9	Phenol
8	24.6	p-Cresol
9	26.4	2,6-dimethoxyphenol
10	27.2	Vanillic acid

(2) アカマツスモークチップ

分析の結果、TIC 上で複数のピークを確認することができた (図5)。ピーク面積が大きい上位 10 化合物マススペクトルから候補化合物について推定したところ、表3の結果が得られた。このうち9成分はサクラスモークチップの分析においても、面積値は上位でないものの、検出が確認された成分であった。

また、マツ属の代表的なセスキテルペン⁴⁾であるロンギホレンは、アカマツスモークチップでのみ検出された。このほか、面積値は上位ではないが、 α -テルピネオールも検出した (図6)。これらテルペン系化合物も複合して、サクラスモークチップとの香りの違いに寄与しているものと考えられる。

今回、定量分析を行うまで至らなかったが、アカマツスモークチップでは全体のピーク面積値に占めるグアヤコール及び4-メチルグアヤコールのピーク面積値の割合がサクラスモークチップの 2~3 倍であったことから、これら2成分がアカマツスモークチップの官能評価において「煙」「黒コショウ様」の香りが強く評価された要因の一つと推察した。

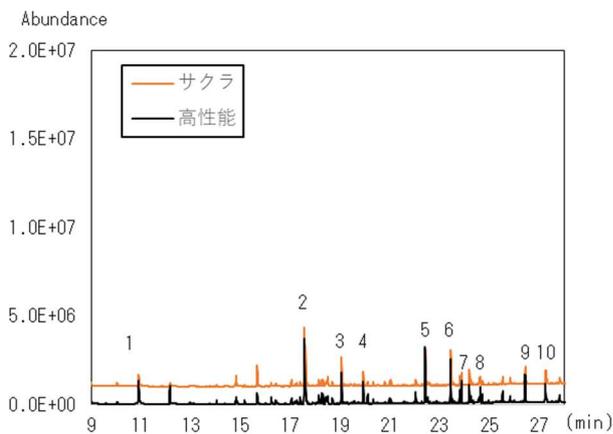


図4 高性能スモークチップのTICクロマトグラム

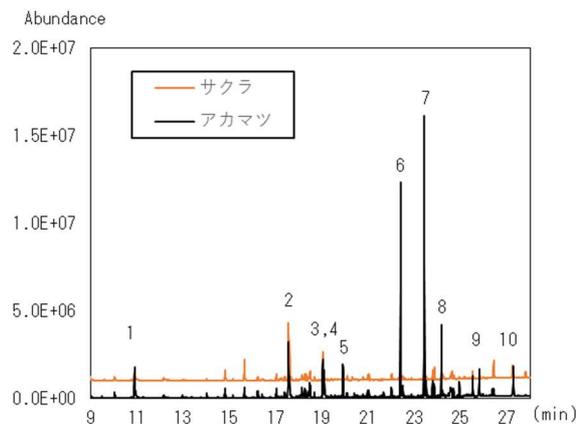


図5 アカマツスモークチップのTICクロマトグラム

表3 アカマツスモークチップの分析結果

No.	R. T	推定化合物
1	10.9	Hexanal
2	17.6	Furfural
3	19.0	5-Methylfurfural
4	19.1	(+)-LONGIFOLENE*
5	19.9	Furfuryl alcohol
6	22.4	Guaiacol
7	23.4	4-Methylguaiacol
8	24.2	4-Ethylguaiacol
9	25.8	4-Vinylguaiacol
10	27.3	4-Propenylguaiacol

*アカマツでのみ検出した推定化合物

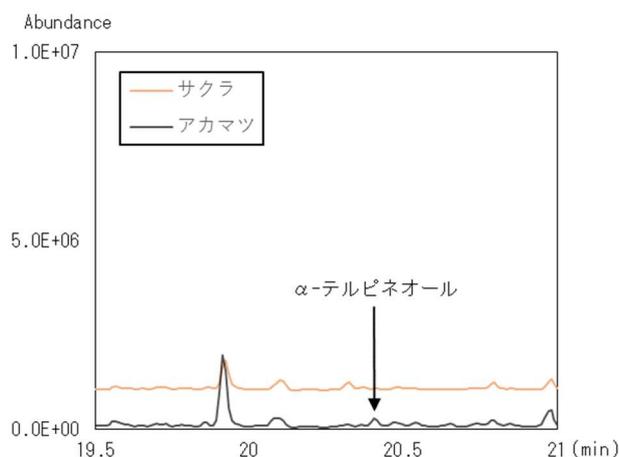


図6 アカマツスモークチップのTICクロマトグラム (一部拡大)

4 結言

燻製した鶏団子の試食と言葉出しをもとに、燻製の香りを表現する用語を収集整理して11グループ50語のフレーバーホイールを作成した。

官能評価及び定性分析の結果から、高性能スモークチップはサクラスモークチップと同様の香り特性をもつことが示された。また、アカマツスモークチップの香りの特徴を表現することが可能となった。

フレーバーホイールについては、他の食材を燻製した場合には異なる香り表現が現れると考えられることから、今後さらに評価と話し合いを重ね、燻製食品の香り表現への活用につなげていきたい。

謝辞

本研究にあたり、スモークチップの御提供及び実験への御助言をいただいた、株式会社昭林様、進誠産業株式会社様、トーア木材株式会社様、株式会社岩泉フォレストマーケティング様に感謝申し上げます。

文献

- 1) 晴山聖一：岩手県産木質資源を活用した高性能スモークチップの開発，岩手県工業技術センター最新成果集 2023, p.36 (2023)
- 2) 一柳明宏（編）：燻製の基本，株式会社樾出版社
- 3) （一社）日本官能評価学会（編）：官能評価士認定テキスト，株式会社霞出版社，233p. (2020)
- 4) 佐藤惺：木材抽出成分のガスクロマトグラフィー，油化学，17(11)，p.599-605 (1968)