

画像解析手法によるニットの 形態変形の測定に関する研究 (第1報)

(一軸方向外力による編目空隙部の面積変化)

(1995年10月21日受理)

岩手県工業技術センター 佐々木 陽
岩手県立盛岡短期大学 菊池 直子

Study on the Measurement of Deformation of Knit Fabric with an Image Analyzer.
Part 1: Change of Stitch Area of Knit Fabric Caused by a Uni-axial External Force.

Akira Sasaki* and Naoko Kikuchi**

* *Industrial Research Institute, Iwate*

** *Morioka Junior College, Iwate.*

Abstract

The authors have measured a variation of the stitch area of knit fabrics, with an image analyzer, to determine a systematic dimensional change of the stitch caused by the direction of an external force. A tendency of the variation has been discussed with the following conclusions:

- 1) A slight deformation and its tendency can be determined by the measurement of a variation of stitch area of knit fabric on which a uniform deformation is exerted.
- 2) A relationship between the relative area of the neighboring stitches is determined at the time of the first deformation regardless of an external force. Large and small stitches tend to occur alternatively. A stitch with small variation tends to be located next to a stitch with much variation.
- 3) The distribution of variation depends on the direction of an external force. A space area surrounded by a sinker loop varies more greatly than that surrounded by a needle loop.

(Received October 21, 1995)

Key Words : *external force, image analyzer, knit fabric, measurement, needle loop, pulling, sinker loop, stitches, stretching line.*

(Journal of the Japan Research Association for Textile End-Uses, Vol.37, pp. 481 - 487, 1996)

要 旨

形態を容易に変える横編みニットを用い、一軸方向に外力を加えた時の、編目が作る個々の空隙部の変化挙動を画像解析手法で捉え、隣接する空隙部の面積の変化傾向について検討した結果次のことが分かった。

- 1) 画像解析手法により、試料上の微細な変形状態やそれらの変化傾向を捉えることが出来た。
- 2) 外力による空隙部の変化挙動は、外力が加わる前の空隙部の面積の値と、隣接する空隙部の面積値の大小関係に依存する。また、各空隙部の面積変化量の大小関係は交互に生じやすい。
- 3) 外力が加わる前の初期面積が小さな空隙部ほど大きな変化率をとる。
- 4) 外力方向によって変化量の分布に違いが見られる。
- 5) シンカーループ部で囲まれる空隙部の方が、ニードルループ部の場合よりも変化量が大きい。

1. 緒言

編地の形態変形をとらえる方法は、測定部分の特定2点間の線分を測定することを基本とした線分変化量、または線分で作られる特定域の面積変化量の比較で行われるのが一般的である¹⁾³⁾。

しかし、編地が線分変化として捉えられないくらいわずかな変形をした場合、従来の方法を用いて編目に生じる微細な形状変化までを、把握することは極めてむずかしい。

編地上に生ずる寸法変化として認識しにくい編目の変化を広義の形態変形として考えていくなれば、従来の線分変化量を捉えることに加え、編地を構成する糸や編目の空隙部そのものをとらえていく必要がある。

そこで筆者らは編地の形態変形を、編目の空隙部の変化量の総量と考え、各々の編目から編地の形態変形を捉える方法について、画像解析装置を用いて検討してきた。

前報⁴⁾⁵⁾までは、編地の空隙部の面積が編地の変形量と相関していること、画像解析手法が編地の形態変形を捉える上で有効であることを確認している。

そこで本研究では、形態を容易に変える横編生地を用い、一軸方向に外力を加えた時の個々の編目の空隙部の面積変化を画像解析手法で捉え、隣接する編目の空隙部の変化挙動について検討した。

2. 実験

2-1 試料

実験試料は、手編み用糸を用い家庭用編機によって、ウエル方向260mm、コース方向360mmの大きさに作成した。試料の諸元を表1に示す。試料は30℃の水中に24時間浸せきして十分に緩和収縮させた後、平らな状態で自然乾燥させた。

表1 試料の緒元

編機ゲージ (本/inch)	編目密度 (目数/10cm) ウエル	編組織 コース	原糸	番号
4	33	22	平編	綿100% 4/3 ⁵

2-2 試料の変形方法

試料に対してコース方向、ウエル方向の外力を加えるため、図1のようなテンターを作成した。2本の移動バー上に立ててあるピンに試料をセットし、一方のバーを固定しながら他方のバーを外側方向へ手動で10mmずつ4段階に移動させ、試料に変形をあたえた。移動したバーの距離と移動軸方向に与える変形率は表2のようになる。

2-3 画像解析部位

試料の画像解析部位は図2の斜線の部分である。この斜線部分について、コース、ウエル方向に外力を加えた時の編目形状の様子を示したものが図3である。なお、解析部位の変形をマクロ的にとらえるために解析部分の3方向L₁、L₂、L₃の線分測定を各変形率ごとに行った。

2-4 画像解析部分

画像解析は、ニードルループ部で囲まれる空隙部M_aとシンカループ部で囲まれる空隙部M_bについて行い、コース方向に外力を加えたときは10ウエル×6コースで作られる120箇所、ウエル方向の場合には5ウエル×16コースで作られる160箇所を対象とした。また、編地を構成するループの最小単位が1ニードルループ部とシンカループ部で構成されることから、M_aとM_bを1組とする空隙部M(M_a+M_b)を想定した。

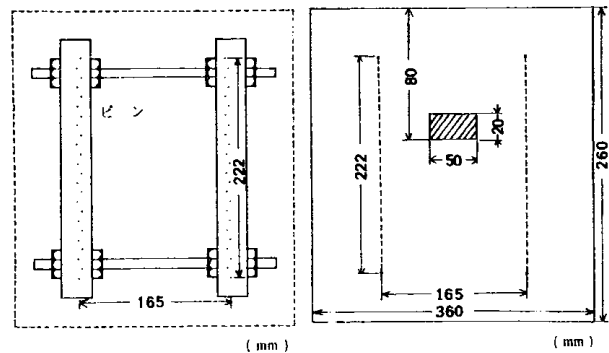


図1 テンター

図2 試料の画像解析部位

表2 試料の変形率

移動距離 n(mm)	0	10	20	30	40
変形率 (%)	0	6	12	18	24

$$\text{変形率} = n / 165 \times 100$$

2-5 画像解析手法

画像解析装置および手法は前報^{1,2)}と同様で、解析部分をあらかじめ実体顕微鏡で約20倍に拡大撮影し、各部位の写真画像を画像解析試料とした。画像解析装置はLUZEX500(ニレコ製)である。マクロスタンドのテレビカメラを通して入力された試料の画像情報を2値化処理し、それらの処理像で画像解析を行った。

3. 結果及び考察

3-1 画像解析部位のマクロ的線分変形量

コース方向、ウエール方向に変形を与えた時の画像解析部位のマクロ的線分変化量を図4に示す。いずれの外力に対しても、 L_3 の値は変化せず、外力方向に平行な L_1 または L_2 の値が直線的に増加している。よってマクロ的に見た場合、解析部分が各外力方向に対してほぼ平行に変形していることが分かる。

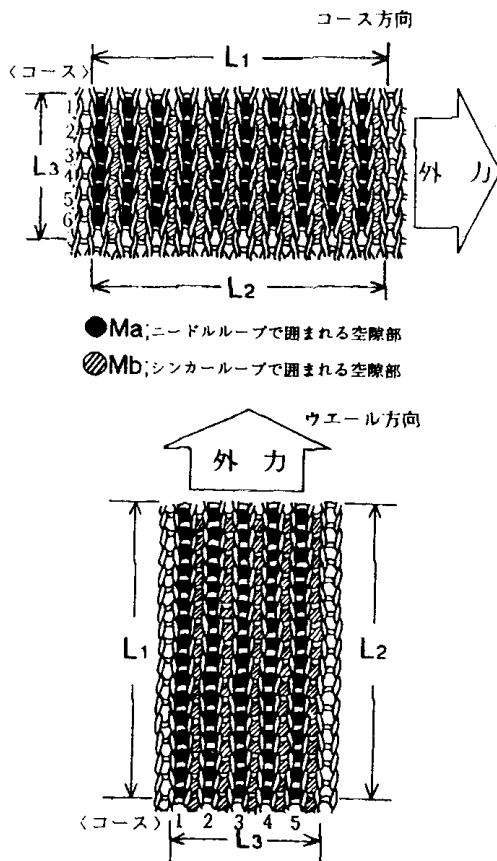


図3 画像解析部分

3-2 編目の空隙部の面積変化

1) 外力方向と空隙部の面積変化

画像解析部位について、外力方向に平行なくコース>ごとに、Mの面積をヒストグラムで表したものが図5、6である。この場合の<コース>とは、外力方向に平行な1コース、あるいは1ウエール上にある空隙部の列を意味し、また初期状態とは試料に外力を与える前の状態を表している。マクロ的な線分変化量から、均一な変形が生じていることを確認している試料も、空隙部Mの値をとらえることにより、各<コース>が同じ値で変形をしていないことが分かる。

コース方向に外力を加えた場合、初期状態では2, 4, 6が1, 3, 5<コース>より空隙

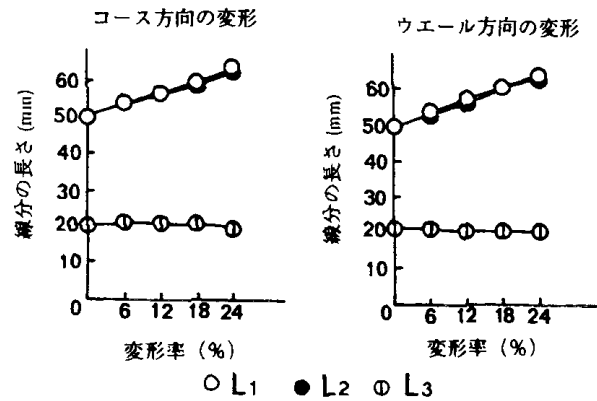


図4 画像解析部位

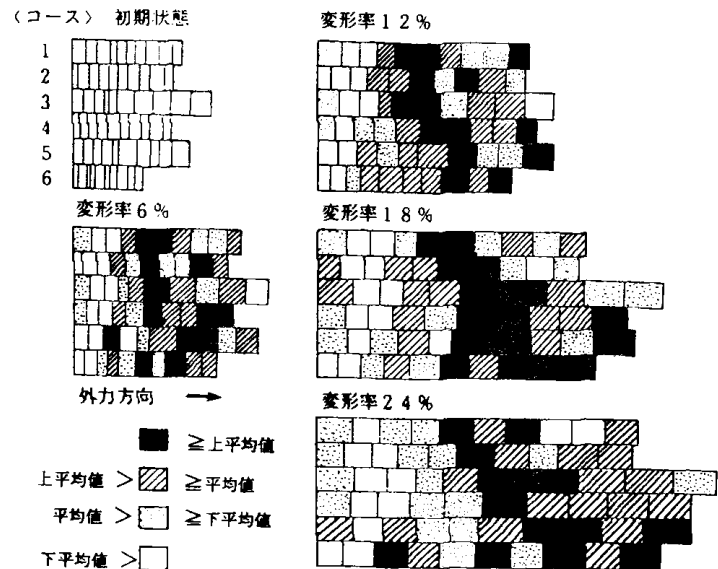


図5 コース方向変形時のMの面積量と面積変化量 ΔA の分布

部の面積が小さく、面積の大小関係が各<コース>ごとに交互に生じている。

横編機で編んだ場合、キャリジの運動方向によってコースごとにループ長に差が出ることもあるが、初期状態での空隙部面積のばらつきは、編目形成時のカムセット不備によるループ長の違いが原因と思われる。

変形率6%、12%では、各<コース>が初期状態と類似した大小関係で面積を大きくしている一方、各<コース>間の面積量の差が小さくなっていることから、初期状態で面積の小さい<コース>が大きな変形をとって行くことが分かる。しかし変形率18%、24%では3~6<コース>の変化が大きく、初期状態での各<コース>間の面積の大小関係はなくなり、むしろ何<コース>かにわたる領域で大きな変形を取る傾向が見られた。

ウエール方向に外力を加えた場合の初期状態も、コース方向の場合と同様に面積量の大きい<コース>と小さい<コース>が交互に生じているが、各<コース>間の差はコース方向の場合よりも小さい。

変形率6%で1, 5<コース>が2~4<コース>よりやや面積量を大きくしているが、その後の変形率においては、いずれも初期状態と類似した大小関係で各<コース>が変形してい

る。また、<コース>間の差が比較的大きかった変形率18%の1, 2<コース>間も変形率24%になると差が小さくなるなど、各<コース>が比較的均一な変形をとる傾向にあることが分かる。

2) Mの面積変化量

外力に対する面積の変化量を初期状態との差から求めた結果を図7, 8に示す。

コース方向外力の場合、どの<コース>においても隣接する空隙部の変化量は、変形率6%の変化量の大小関係と類似した傾向で増大していることが分かる。したがって、隣接する空隙部の変化量の関係は、初期の変形率の段階で示される変形量の大小関係によって決定されると考えられる。また2, 6<コース>目のように、変形量の大きな空隙部と小さな空隙部がそれぞれ交互に位置して変形を構成している部分と、3, 4<コース>目のように変形量の大きい空隙部と小さな空隙部が連続して生じ、<コース>全体の変形を構成している部分が見られる。

図中のm1~m4は変形率6%~24%の段階における各<コース>毎の変化量の平均値である。平均変化量m1は、どの<コース>においてもほぼ近似した値をとっているが、m2では、4~6<コース>目の値が1~3<コース>目よりやや高く、さらにm3, m4になると3~6<コース>目において高い値を示していることから、3~6<コース>目の領域がより大きな外力の影響を受けていることが分かる。

図8のウエール方向外力の場合も、変形率6%で示される各空隙部の変化量の大小関係と、その後の変化率に対する変化量の大小関係はよく類似している。また、各空隙部は、どの<コース>においても変化量の大きい空隙部と小さい空隙部が、互いに隣接しており、コース方向外力の場合のように、大きい変化量が連続して生じている部分は見られない。よって、ウエ

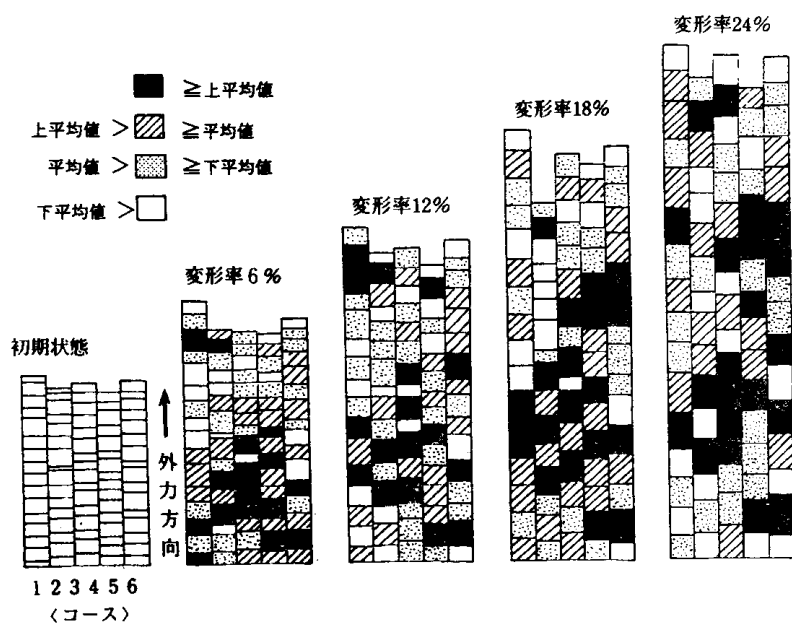


図6 ウエール方向変形時のMの面積量と面積変化量 ΔA の分布

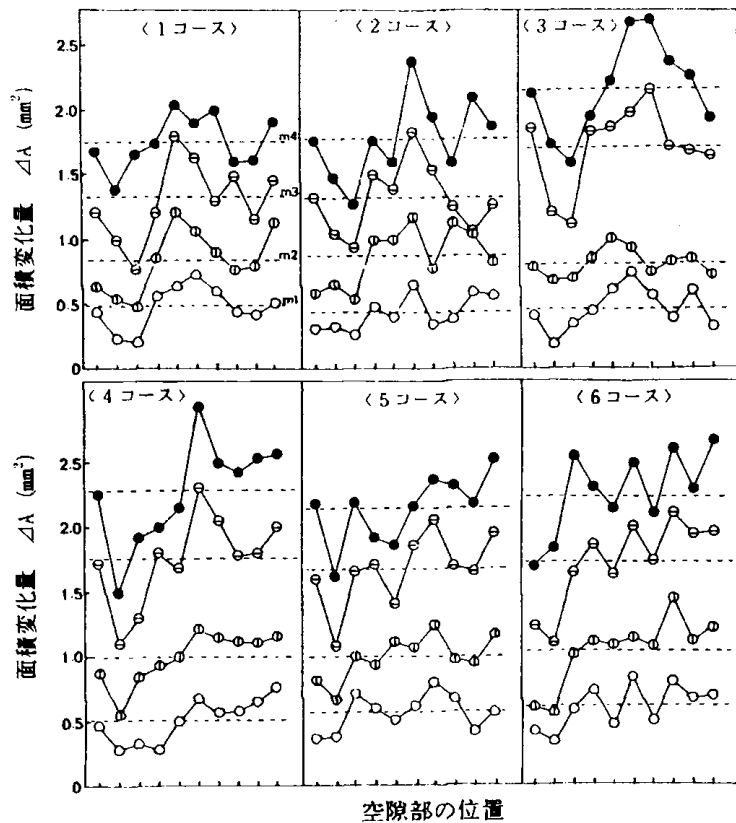


図7 コース方向に外力を加えた時のMの面積変化量

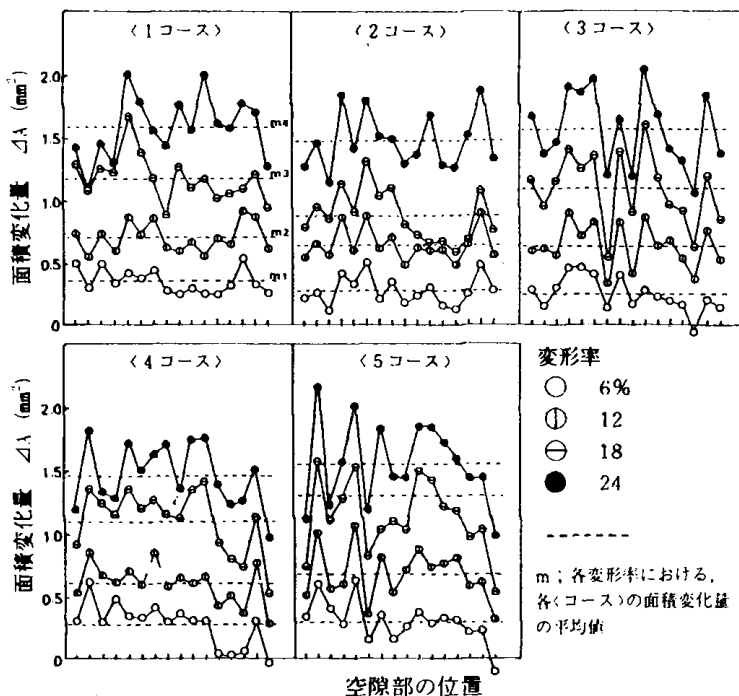


図8 ウェール方向に外力を加えた時のMの面積変化量

ール方向外力の場合はコース方向外力の場合よりも、隣接する空隙部の変化量の大小関係が交互に生じやすく、各<コース>の面積変化を平均化する傾向が強いと考えられる。

<コース>毎の平均変化量 m_1 , m_2 がどの<コース>においてもほぼ近い値を示しているのに対して、変化率18%では2<コース>目の値が他の<コース>よりも小さく、逆に5<コース>目の m_3 が他の<コース>よりやや大きくなっている。しかし、変形率24%になると、2, 5<コース>目とも m_4 が他の<コース>と近似した値を示していることから、変形率18%において変化が他の<コース>より遅れた2<コース>目が、変形率24%時に他の<コース>よりも大きく変化し、逆に5<コース>目は変形率24%で小さな変化をとったものと考えられる。また、ウェール方向とコース方向の平均変化量を比較すると、同じ変形率に対してコース方向の平均変化量が多いことから、コース方向の方が外力の影響をより大きく受けやすいことが分かる。

3) 面積変化量 ΔA の分布

図5と6には、各空隙部の面積値のなかに面積変化量 ΔA を四分位偏差で4段階に区分けしたときの面積変化量の分布状態を示してある。

図中の■は上平均値以上で各<コース>の変形に対して変化量の大きかった空隙部であり、□は変化量の小さかった空隙部を表す。

図5のコース方向外力の場合、いずれの変形率においても、解析部分のほぼ中央から外力を加えた側に、変化量の大きい組織が見られる。変形率18%でも同様の傾向が見られるが、変化量の大きい空隙部は、変形率12%の場合よりも解析部分の中央付近および4~6<コース>目の外力を加えた側の部

分に集中していることなどから、コース方向外力の場合は、外力を加えた側に近い部分に変化量の大きい空隙部が分布し、変化量の小さい空隙部は試料を固定した側に分布する傾向があると考えられる。

図6のウェール方向の場合、変形率6%では中央部分から、試料を固定した側に変化量の大きい空隙部が見られ、逆に変化量の小さい空隙部の多くは、中央部分から外力を加えた側に見られる。しかし、変形率12、18%になると変化量の大きい空隙部および小さい空隙部はいずれも解析部分の全域にわたって現れ、しかも各<コース>間及び<コース>内で変化量の大小関係が、交互に位置する部分が生じている。

4) 空隙部の面積変化率

空隙部の面積変化量から変形の大小関係を推定した場合、変形率6%の変化量が大きい空隙部ほど、その後の変化量も大きくなる傾向にあることから、初期状態の面積値が変形の大小関係に大きく影響していると考えられる。そこで初期面積に対する面積変化率を図9に示してある。

コース方向、ウェール方向のどちらの場合も初期面積の小さい空隙部ほど、外力の増加に伴う変化率の増加の幅が大きく、逆に初期面積の大きい空隙部は変化率の増加幅が小さいことが分かる。すなわち変形させる前の面積が小さい空間ほど外力の影響をより大きく受けていることになる。また、その傾向はコース方向に外力を加えた時の方がより顕著である。

5) 空隙部MaとMbの関係

これまでの結果は、ニードルループ部で形成される空隙部Maとシンカループ部で形成される空隙部Mbを1組とした空隙部Mに関するものであったが、図10にはMaとMbの各<コース>毎の平均面積変化量を示してある。

コース方向、ウェール方向外力のどちらの場合

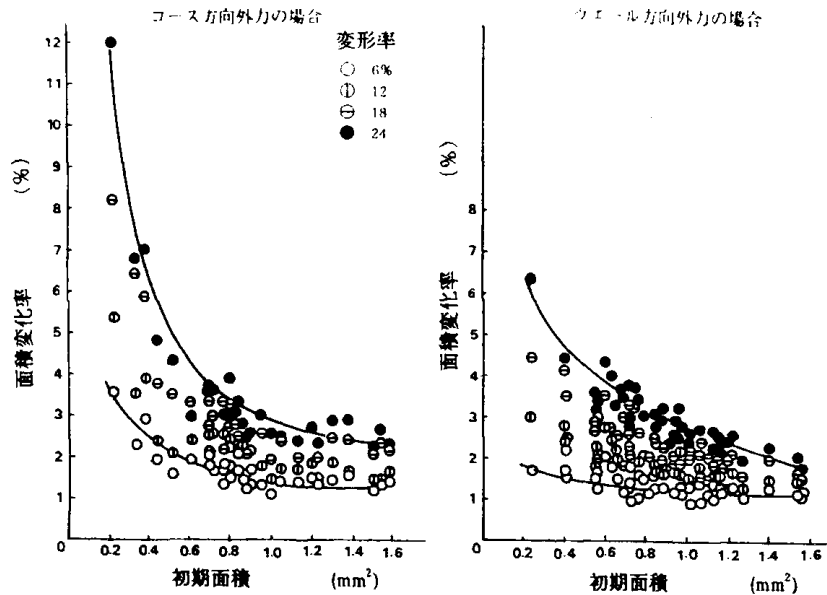


図9 空隙部の面積変化率

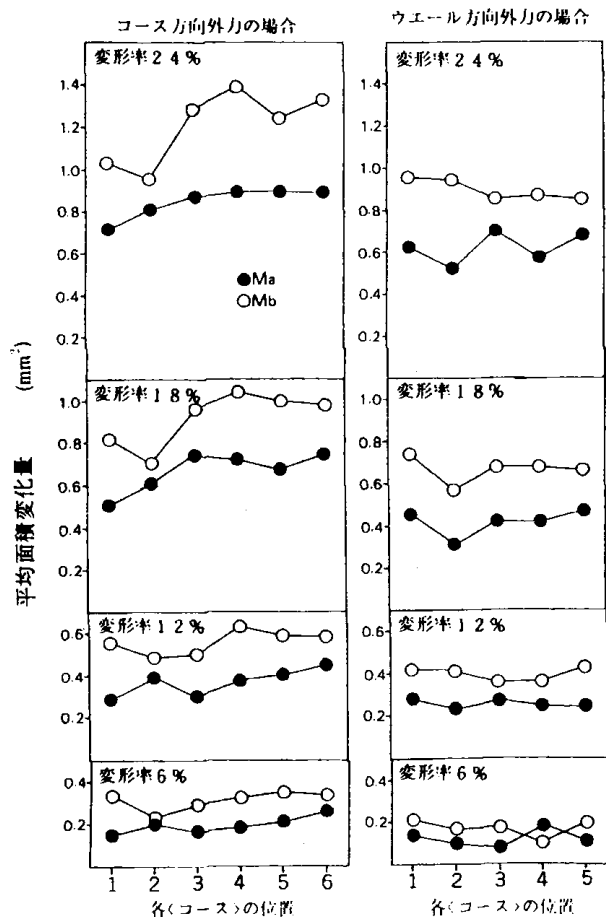


図10 各<コース>における空隙部Ma, Mbの平均面積変化量

合も、各変形率、各<コース>においてM_bの方がM_aよりも大きな値をとっており、またM_aとM_bの値の差は、変形率が増加するに従い徐々に大きくなっている。よって、全体の変形に対して、空隙部M_bはM_aよりも大きな影響を与えていることが分かる。また、コース方向外力の方がウエール方向外力よりもM_a、M_bともに大きな値をとっている。

4. 結 論

横編生地の試料にコース、ウエール方向の外力を加え変形を与えた時の空隙部の変化挙動を、画像解析手法で検討した結果、下記のことが分かった。

- 1) マクロ的に均一な変形を与えた横編地について、糸が構成する空隙部の面積変化を計測することにより、試料上の微細な変形状態やそれらの変化傾向をとらえることができた。
- 2) 隣接する部位の面積変化量の大小関係は、最初の変形時に決定され、外力が加わっても変わらない。またそれらの大小関係は、交互に生じやすく、大きな変化量の隣には小さな変化量をとる傾向がある。
- 3) 初期状態で小さな空隙部を有する部位では、変形に対して大きな変化率をとる傾向があり、それはコース方向に外力を加えたときの方が、

ウエール方向の場合よりも顕著である。

- 4) コース方向外力に対する変化量の分布傾向は、画像解析部分の中央から外力を加えた側に位置する空隙部の変化量が大きく、試料を固定した側に位置する空隙部の変化量は小さい。
- 5) ウエール方向外力に対する変化量の分布傾向は、変化量の大きい空隙部や小さい空隙部が、解析部分の全域にわたって位置しており、分布が比較的均一である。
- 6) コース、ウエール方向のどちらの場合も、シンカーループ部で形成される空隙部の方がニードルループ部で形成される空隙部より変化量が大きい。

以上の結果から、画像解析手法を用いることにより、従来では測定が困難だった編目の微妙な変形の状態をとらえられるばかりでなく、経時的な編目の形態変化を、非破壊で連続的に計測出来ることから、編地の物性評価や、品質評価に対して極めて有効な方法であることが示唆された。

文 献

- 1) 大野：家政誌，14, 276 (1963)
- 2) 大野：日衛誌，21, 362 (1966)
- 3) 大野：家政誌，19, 204 (1968)
- 4) 菊池他：盛岡短大研究報告，35, 11 (1984)
- 5) 菊池他：盛岡短大研究報告，36, 17 (1985)
- 6) 菊池他：家政誌，37, 871 (1986)