

# 難製織繊維素材を用いた織物の製織技術

開発技術部 藤田 浩文、浅野 春香、小林 弘明

## 1. はじめに

当産地における綿織物を主体とした織布企業においては、輸入品の増加、需要の低迷などによる厳しい状況下の中で生き残るためには、生分解性モノフィラメントなどの新規繊維素材を用いた新しい織物の開発が求められている。しかし、これら新規素材の製造のノウハウがあまりないため、織物にすることが難しく、中小企業独自ではこれを解決することが非常に困難である。そこで早急に難製織繊維素材の製造技術を確立しなければならない。

一般的にモノフィラメントなどの繊維は、高弾性率（低荷重下での伸度が小さい）で繊維自体が硬いために、織物製造の各工程において多くの問題が発生する。そこで織物にすることが難しい曲げ堅い生分解性繊維を用い、糸物性及び織物規格・製織条件と製織性との関係を解析する。そして、最適な製造条件を明らかにし、生分解性の雑草防止織物を製造する。これにより当産地における難製織繊維素材を用いた織物の製造技術を確立する。

## 2. 実験方法

### 2.1 試料

経糸には、ポリ乳酸（以下PLAと表記）とポリブチレンサクシネート（以下PBSと表記）のブレンド比が70/30の生分解性モノフィラメント446Dを使用した。

緯糸には、PLA100%400D、PLA/PBS (70/30) 446D、PLA/PBS (50/50) 410D、PBS100% 500Dの生分解性モノフィラメントおよびPLA100% 110Dのモノフィラメントを5本撚り合わせたセミマルチフィラメント573Dを使用した。

### 2.2 製織条件

製織については、次の条件で行った。

- ①織機；レピア織機（㈱岩間織機製作所製RGSモデル）
- ②箆通巾；71.9cm (28.3インチ)
- ③密度；経は45本/in、緯は密度をそれぞれ変えた。
- ④経糸本数；1,270本
- ⑤製織張力；経 約50g 緯 約30g
- ⑥緯入速度；60本/分

### 2.3 セミマルチフィラメントの撚糸

セミマルチフィラメント573Dの撚糸条件は、PLA100% 110Dのモノフィラメント5本を、S方向に130回/m撚り合わせた。

### 2.4 糸の曲げ特性

KES風合い試験器の曲げ試験により、モノフィラメント1本の曲げ剛性および曲げ回復性を測定した。

### 2.5 織物の強伸度特性（JIS L 1096 A法）

引張試験機により、幅5cm、長さ20cm、引張速度20cm/分の条件で、低伸度（1%、3%）での強力および破断強伸度を測定した。

### 2.6 厚み（JIS L 1096）

厚み測定器を用いて、235cN/cm<sup>2</sup>の荷重下で織物の厚みを測定した。

### 2.7 遮光率（JIS L 1055 A法）

カーテンの遮光性測定方法を準用して、10万Lx ±5%の照度を用いて測定した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 モノフィラメントの製織試験

モノフィラメント織物の製織時での問題点として、以下のことがあげられる。

- ①糸が滑りやすく曲げ堅いので、経糸や緯糸の不整列により、織物に筋やすき間が発生する。

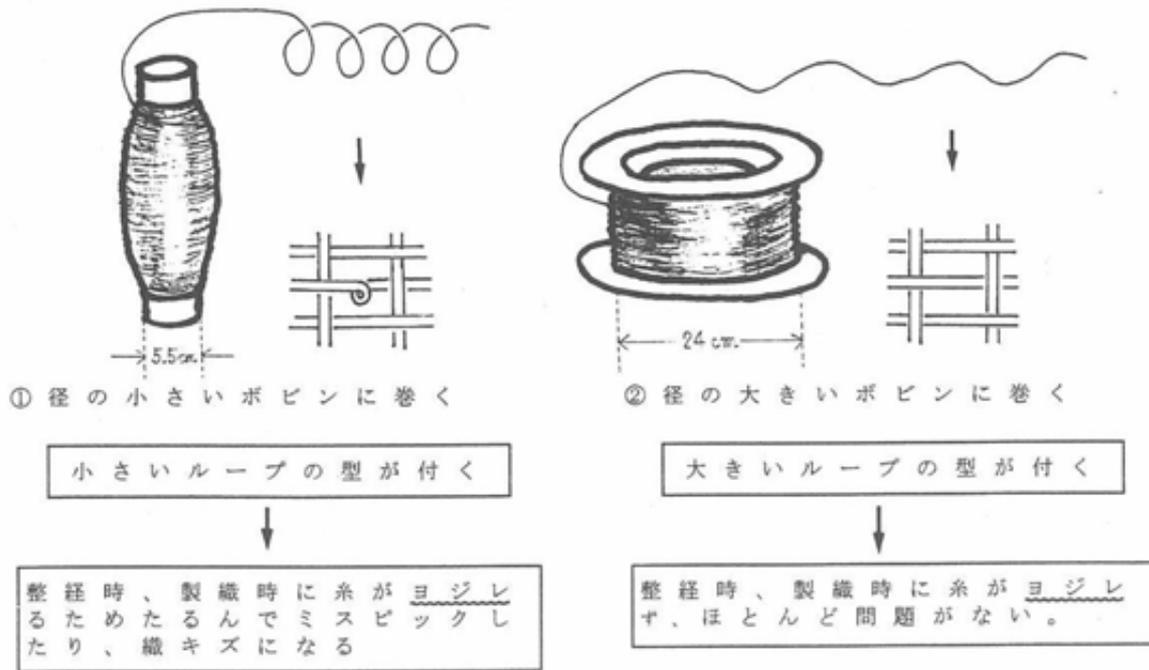


図1 曲げ強いモノフィラメントを紡糸後、直径の異なるボビンに巻いて放置

- ②紡糸後、径の小さいコーンに巻いて放置すると、糸に小さいループ状の型が付いてしまう。
- ③モノフィラメント糸は、曲げ強いために密度の込んだ織物ができない。
- ④モノフィラメント糸は、伸度がほとんどないため、張力管理が難しい。

この中で特に②のモノフィラメントは、曲げ強い型が付きやすいため、モノフィラメントを製造した後、直径の小さいコーンなどに巻いて放置すると、糸に小さいループの型がついてしまうことが製織性の大きな問題となることが明らかになった。この糸で整経や製織時の緯入れを行うと、ヨジレが入ったり、たるんだ状態になるため、つかみミス、織機停止、糸の切断、経・緯糸不揃いによる織キズなどの色々なトラブルが発生する。そこで図1のように、この小さいループの型を取るため、曲げ強いモノフィラメントを製造後すぐに直径の大きいジャンボコーンに巻いた結果、型は付くがループの型が大きくなり、整経や製織中にほとんどトラブルが発生することなく行えることが明らかになった。このほか張力管理については、適正な張力にすれば問題が発生しない。

表1 緯密度と組織が異なる雑草防止織物の遮光率と厚み

組織	緯密度(本/インチ)	遮光率(%)	厚み(mm)
2/2綾織	33.0	58.7	0.65
蜂巢織	28.3	57.0	1.33
2/2綾2重織	80.0	72.7	1.08
平4重織	72.0	75.2	1.47
ラッセルネット	---	77.6	1.24

注) 経・緯糸: PLA/PBS(70/30) 446D  
経密度: 47本/インチ

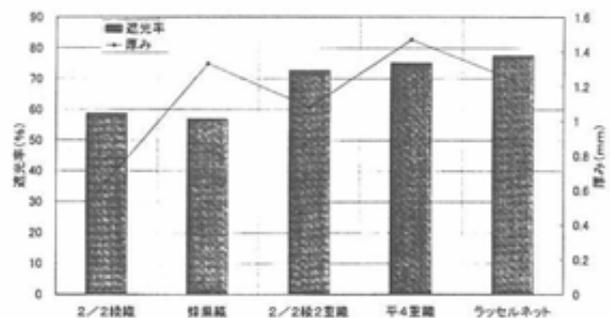


図6 緯密度と組織が異なる織物の遮光率と厚み

### 3.2 雑草防止ネット(織物)の製造

PLA/PBS(70/30) 446Dのモノフィラメントを経・緯糸に使用した。組織は図2~図5のとおり2/2綾織、蜂巢織、2/2綾2重織、平4重織と

変え、緯密度も変えてある程度厚みがあり、遮光率が高い織物を製織した。その結果を表1および図6に示す。組織が蜂巢織や多重組織になるにつれ、限界緯密度が増えるため、立体的になり厚みが増す。参考となる雑草防止のラッセルネットと比べ、2/2綾2重織、平4重織などは厚みがあり、

緯密度が増えたため、遮光率も優れている。その中で特に平4重織が厚み、遮光率とも優れ、雑草防止ネットとして使用できると思われる。

### 3.3 組織だけ違う資材織物の強伸度特性

PLA/PBS (70/30) 446Dのモノフィラメントを経・緯糸に使用し、密度が同じで、平織、2/2

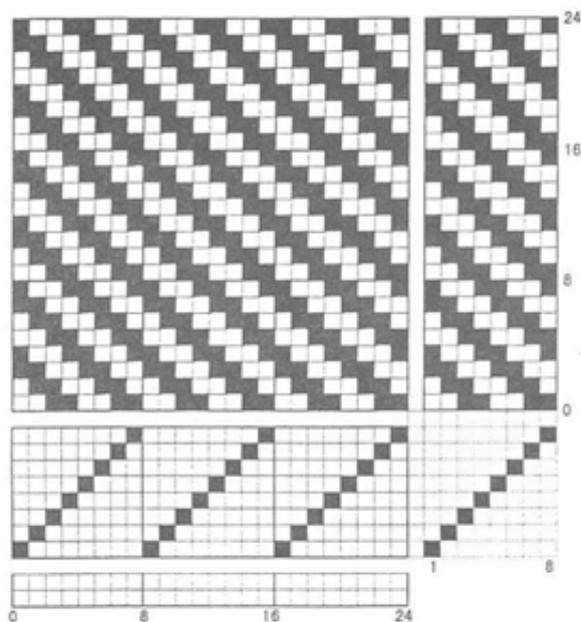


図2 2/2綾織の組織図

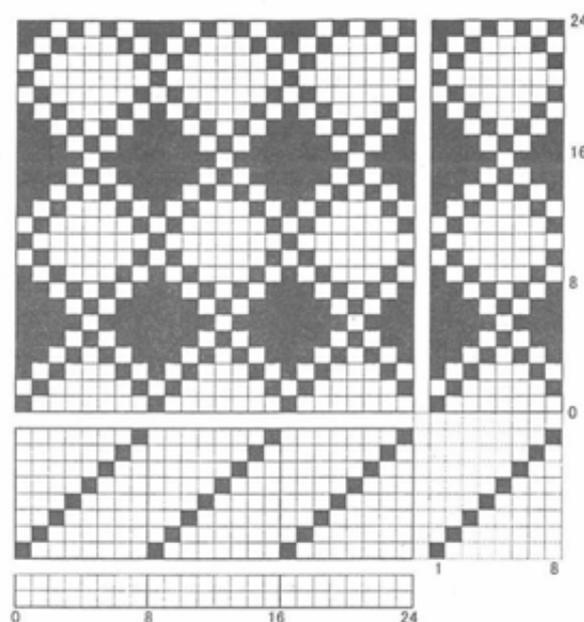


図3 蜂巢織の組織図

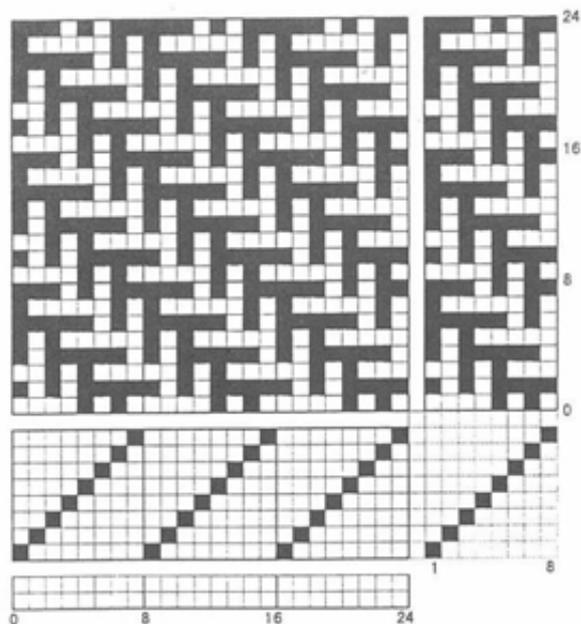


図4 2/2綾2重織の組織図

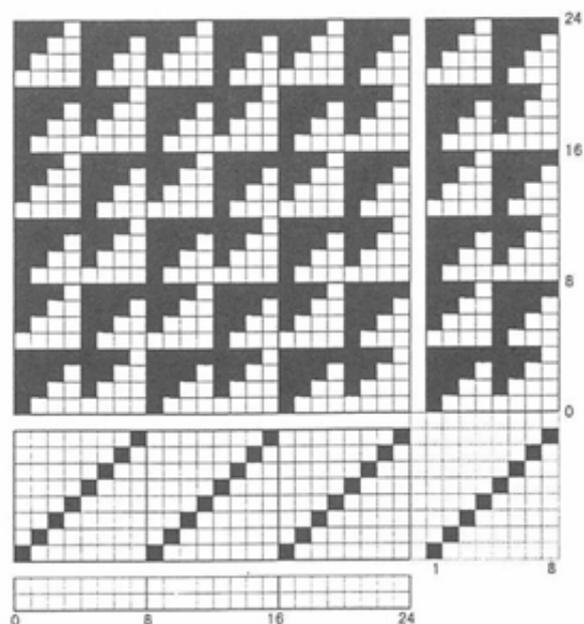


図5 平4重織の組織図

表2 組織だけ違う資材織物の強伸度特性

	伸度1%での強力(N)	伸度3%での強力(N)	破断強力(N)	破断伸度(%)
平織	56.9	214.8	1258.2	42.5
2/2綾織	49.0	257.9	1271.0	37.3
8枚朱子織	110.8	417.8	1297.5	34.5

注) 経・緯糸: PLA/PBS(70/30) 446D  
 経密度: 47本/インチ 緯密度: 21本/インチ

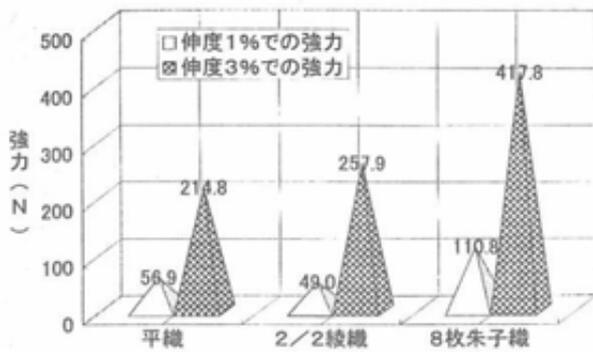


図7 組織の違う資材織物の強伸度特性

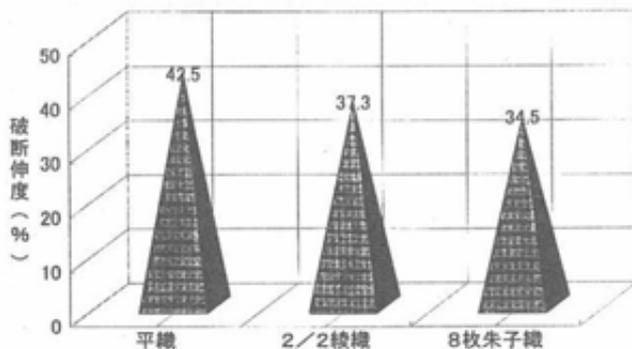


図8 組織の違う資材織物の破断伸度

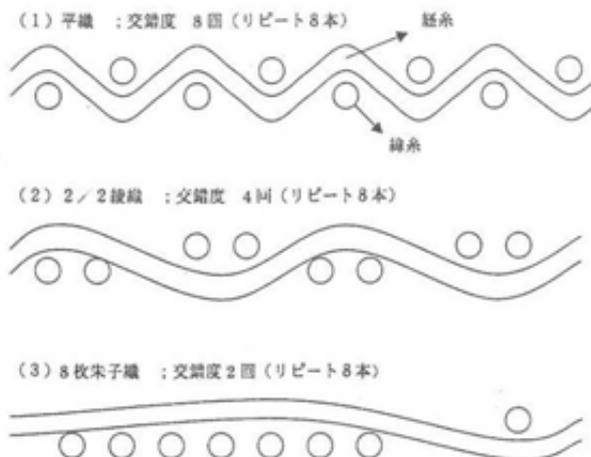


図9 組織だけが違う資材織物のモデル図

綾織、8枚朱子の組織だけ違う資材織物の低伸度(1%、3%)での強力および破断強伸度を測定した。その結果を表2および図7に示す。表2よりの組織においても破断強度はほとんど変わらないが、2/2綾織、8枚朱子と糸の交錯が少なくなるほど低伸度(1%、3%)での強力が大きくなり、逆に破断伸度が低下する。これは図9のモデル図のように、糸の交錯が少なくなるほど糸のクリンプが小さくなり、引張った時に力がすぐ掛かるため、伸びにくくヤング率が大きくなるのではないかとと思われる。

表3 モノフィラメントの曲げ剛性と曲げ回復性

	B(曲げ剛性)	2HB(曲げ回復性)
PLA 100% 400D	14.50	6.50
PLA/PBS(70/30) 446D	9.26	9.78
PLA/PBS(50/50) 410D	9.02	8.10
PBS 100% 500D	4.26	1.56
PLA 100% セミマルチ 537D	5.44	1.12

注) 曲げ剛性:  $\times 10^{-4} \text{N} \cdot \text{cm}^2 / \text{デニール}$  曲げ回復性:  $\times 10^{-6} \text{N} \cdot \text{cm} / \text{デニール}$

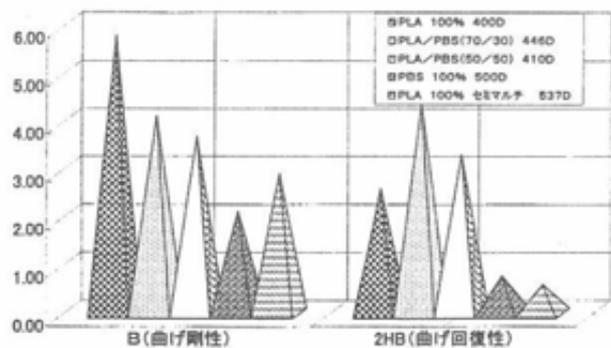


図10 モノフィラメントの曲げ剛性 ( $\times 10^{-4} \text{N} \cdot \text{cm}^2 / \text{本}$ ) と曲げ回復性 ( $\times 10^{-6} \text{N} \cdot \text{cm} / \text{本}$ )

### 3.4 モノフィラメントの曲げ剛性

PLAとPBSのブレンド比が異なるモノフィラメントおよびセミマルチフィラメントのデニール当たりの曲げ剛性と曲げ回復性を表3および図10

表4 各モノフィラメントを緯糸に使用したときの組織と限界緯密度 (本/in)

	平織	2/2綾織	1/3綾織	8枚朱子織	2重平織	2重2/2
PLA100% 400D	17.1	33.3	34.2	66.4	57.2	78.0
PLA/PBS(70/30) 446D	19.9	37.1	36.7	67.8	57.6	83.8
PLA/PBS(50/50) 410D	19.7	37.8	37.3	67.4	57.6	81.8
PBS100% 500D	19.8	38.9	38.7	72.9	57.6	85.2
PLA100% セミマルチ 537D	17.0	31.8	33.6	52.0	53.0	66.4

注) 経糸 PLA/PBS(70/30) 446D 経密度 45本/in

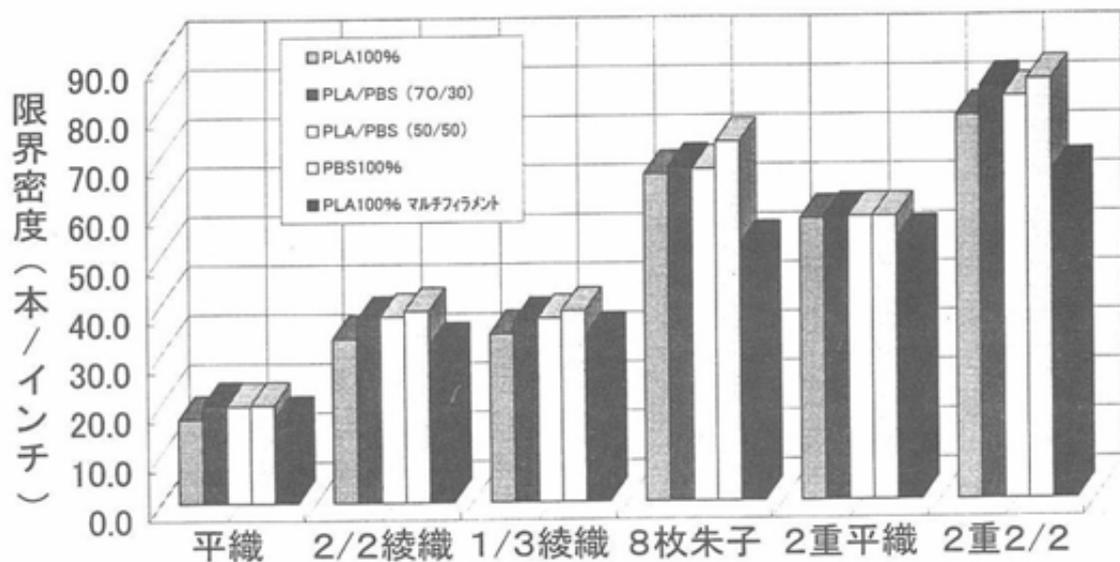


図11 各モノフィラメントを緯糸に使用したときの組織と限界緯密度

に示す。PLAとPBSのブレンド比が異なるモノフィラメントの曲げ剛性は、PBSのブレンドが多くなるにつれ、曲げ柔らかくなる。また、PLA100%の場合、セミマルチ化することにより曲げ柔らかくなり、曲げ回復性もかなり改善される。

### 3.5 糸の曲げ剛性と限界緯密度

PLA/PBS (70/30) 446Dのモノフィラメントを経糸に使用し、緯糸に曲げ剛性の異なる各モノフィラメントを使用したときの組織と限界緯密度との関係を表4および図11に示す。このときの限界緯密度は、組織による糸の交錯度と高い相関を持つ。例えば、曲げ堅いPLA100%のモノフィラメントの場合、各組織の共通のリピート数が8本であるため、1リピート8本で交錯数8回の平織を基準に考えたとき、限界緯密度は交錯数に反比例

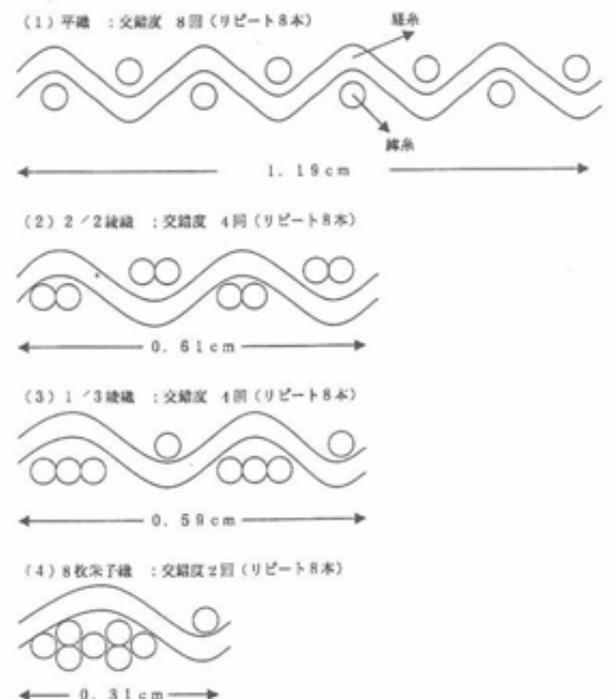


図12 各組織における単位本数当たりの交錯数と経方向の長さ

表5 各モノフィラメントを緯糸に使用したときの組織と織物全体のカバーファクター

	平織	2/2綾織	1/3綾織	8枚朱子織	2重平織	2重2/2
PLA100% 400D	15.55	17.92	18.05	22.77	21.42	24.47
PLA/PBS(70/30) 446D	16.12	18.78	18.72	23.53	21.95	26.01
PLA/PBS(50/50) 410D	15.96	18.65	18.58	23.04	21.59	25.18
PBS100% 500D	16.28	19.41	19.38	24.99	22.48	27.00
PLA100% セミマルチ 537D	15.93	18.44	18.75	21.87	22.04	24.32

注) 経糸 PLA/PBS(70/30) 446D 経密度 45本/in

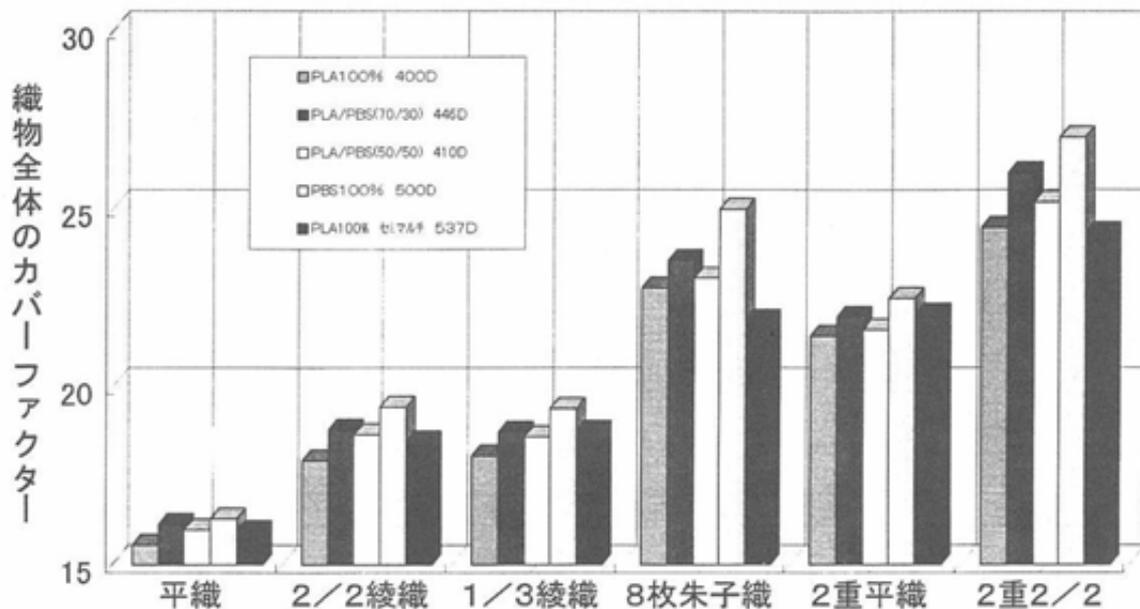


図13 モノフィラメントを緯糸に使用したときの組織と織物全体のカバーファクター

し、交錯数4回の2/2綾織、1/3綾織の限界緯密度は約2倍、交錯数2回の8枚朱子織では約4倍の限界緯密度になる。これにより例えば平織など1つの組織の限界密度が明らかになれば、組織を変えたときの限界密度がその交錯数からある程度予想できることが明らかになった。

図12に各組織における単位本数（リピート8本）当たりの交錯数と経方向の長さとの関係を示す。この長さは、交錯数と比例して、交錯数が少なくなるほど短くなる。

また、各組織における曲げ剛性と緯限界密度との関係は、曲げやわらかくなるほど若干密度が大きくなる傾向にある。

### 3.6 糸の曲げ剛性とカバーファクター

PLA/PBS (70/30) 446Dのモノフィラメン

トを経に使用し、緯糸に曲げ剛性の異なる各モノフィラメントを使用したときの組織と織物全体のカバーファクターとの関係を表5および図13に示す。糸と空間との比率を表す織物全体のカバーファクターも、組織の交錯数が少なくなるほど大きくなる。また、図14より曲げ剛性とカバーファクターとの関係は、どの組織においてもPBSのブレンド比が少なく曲げ堅くなるほどカバーファクターが若干低下し、密度が粗くなるように見えるが、この程度の曲げ剛性の差ではほとんど変わらないと思われる。

表6に平織のカバーファクターを基準としたときの各組織のカバーファクター比率を示す。結局このように、組織により限界の織物のカバーファクターが異なる。平織の限界カバーファクターを

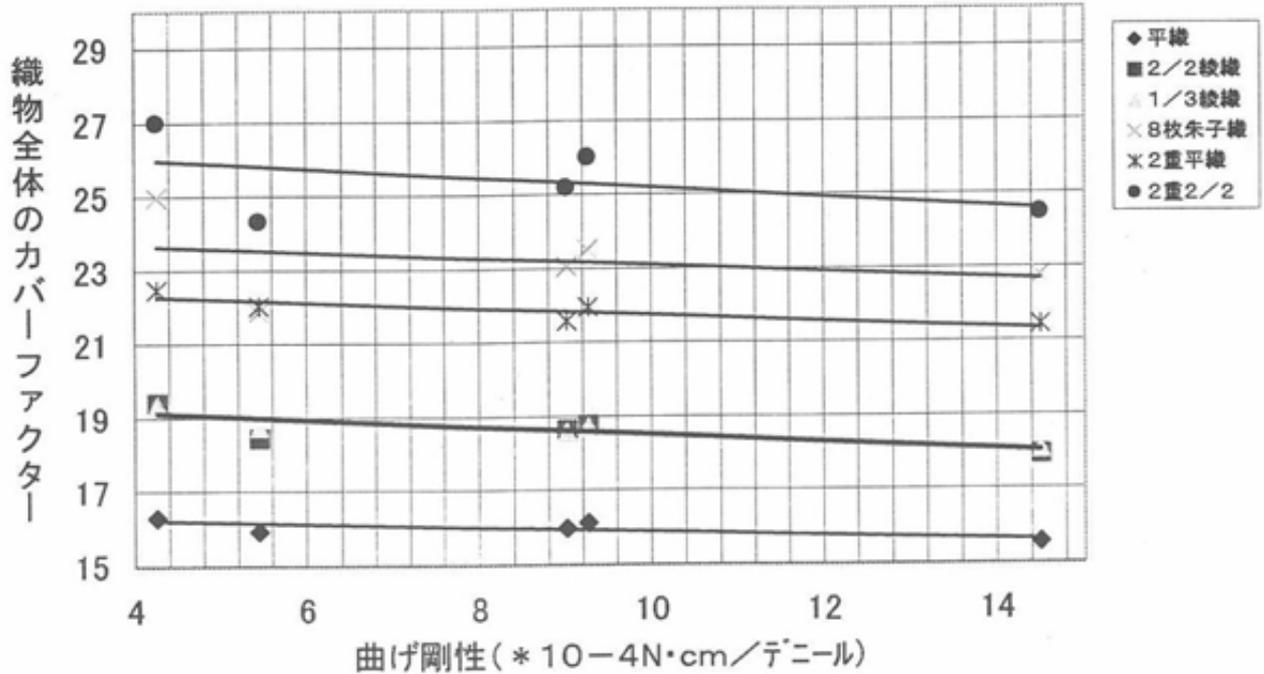


図14 各組織におけるモノフィラメントの曲げ剛性と織物全体のカバーファクターとの関係

表6 各モノフィラメントの曲げ剛性と平織のカバーファクターを基準としたときの各組織の比率

曲げ剛性	平織	2/2綾織	1/3綾織	8枚朱子織	2重平織	2重2/2
4.26	16.28	1.19	1.19	1.54	1.38	1.66
5.44	15.93	1.16	1.18	1.37	1.38	1.53
9.02	15.96	1.17	1.16	1.44	1.35	1.58
9.26	16.12	1.17	1.16	1.46	1.36	1.61
14.50	15.55	1.15	1.16	1.46	1.38	1.57
平均	15.97	1.17	1.17	1.46	1.37	1.59

注) 経糸 PLA/PBS(70/30) 446D 経密度 45本/in

基準に考えると、曲げ剛性にはあまり影響せず、組織の交錯数によりその比率が変わり、製織しなくともある程度最適なカバーファクターを予想することができることが明らかになった。本研究によるこれらのデータを、曲げ堅いモノフィラメント織物の規格設計に役立てることができる。

#### 4. まとめ

- (1) 曲げ堅いモノフィラメントを直径の大きいジャンボコーンに巻くことにより、小さいループの型を取ることができ、整経や製織中のトラブルがほとんど発生しないことが明らかになった。
- (2) 平4重織が厚み、遮光率とも優れ、雑草防止

ネットとして使用できると思われる。

- (3) 組織だけ違う資材織物の強伸度特性は、糸の交錯が少なくなる組織ほど破断伸度が低下し、低伸度での強力が大きくなる。
- (4) 組織と限界緯密度との関係は、組織による糸の交錯との相関が高い。平織を基準に考えたとき、限界緯密度は交錯数に反比例し、組織を変えたときの限界緯密度がその交錯数からある程度予想できることが明らかになった。また、織物全体のカバーファクターは組織により異なり、平織の限界カバーファクターを基準に考えると、曲げ剛性にはあまり影響せず、組織の交錯数により製織しなくとも最適なカバーファクター

をある程度予想することができる。

文 献

- 1) 「基礎繊維工学 [Ⅲ]」、日本繊維機械学会編、P35～51
- 2) 「繊維便覧 (加工編)」、繊維学会編、P373～381
- 3) 「基礎工学Ⅱ (織物)」、日本繊維工業教育研究会、P341～350