

天然物の機能開発に関する研究 —機能性ペプチドによる繊維加工技術—

北野道雄、茶谷悦司

要 旨

天然物の持つ特徴と機能の有用性を見直すとともに、それらを有効に利用するため主として各種動植物性蛋白由来の機能性ペプチドを各種繊維素材に付与加工する技術を研究した。また、加工により得られた繊維の持つ各種機能についても明らかにした。

この研究で用いた天然由来物質は、食品や医療分野においては既に長い間利用されて来た物が多い。しかし、繊維分野においては未利用なものが多く、未知なる加工物質として機能が不明なものが多い。このため、その特性を明らかにすることにより、機能性加工剤としての可能性を調べた。試験方法は、各種の動植物性蛋白を加水分解により低分子量ペプチド化したものを繊維に架橋剤を併用して付与加工した。そして、加工した繊維の各種機能について評価した。この結果、各種ペプチドの持つ機能を明らかにするとともに、これらペプチドを繊維に付与加工する技術についても確立した。また、加工した繊維の性能を評価した結果、ペプチドの持つ諸特性を十分に発現できる高機能繊維が開発できた。

1. はじめに

最近、高い機能性を目的とした繊維製品の開発が進んでいるが、機能性加工剤には主として合成の物質が用られている。しかし、ここ数年、環境問題が極めて重要な開発要素として浮上してきたことに伴って、ヒトの健康や快適性を目的とした繊維製品の開発が続いている。これは、人間生活における心の豊かさが求められているためと考えられる。昨年度は、主として天然の機能性加工剤の持つ機能の特性を明らかにしたが、本年度は、この研究成果を応用して耐久性の優れたペプチド付与加工技術の開発研究を行った。この結果、従来にない高い機能を持ったペプチド

加工繊維製品が開発できたので報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料

織物 (JIS添付白布使用)

：毛 (略記号：W)、ナイロン (N)

糸

：梳毛糸 2/60

2. 2 天然系加工剤及び薬剤等

酵素

蛋白質加水分解酵素 プロテアーゼN
(天野製薬製)

蛋白質加水分解酵素 ニューラーゼF
(天野製薬製)

蛋白質加水分解酵素 プロテアーゼM

(天野製薬製)

蛋白質加水分解酵素 プロテアーゼS

(天野製薬製)

蛋白質加水分解酵素 プロレザー (天野

製薬製)

多糖類加水分解酵素 キトサナーゼ

OHK (阪急バイオインダストリー製)

酵素KH-U (協和発酵工業製)

機能性ペプチド

市販の、主として蛋白質等の加水分解物

(表1) (表2)

表1 繊維加工試験に用いたペプチド類(1)

No.	名 称	成 分 (由来)	メーカ
1	プロモイスパール P	コンキオリン (アコヤ貝)	成和化成
2	ミルクペプチド MWPI	ホエータンパク (牛乳)	一丸ファルコス
3	ミルクペプチド MKSC	カゼインタンパク (牛乳)	一丸ファルコス
4	グルアディン AGP	小麦タンパク	一丸ファルコス
5	ツェイン 88	トウモロコシタンパク	昭和産業
6	ハイニユート DL	大豆タンパク	一丸ファルコス
7	Phyto Collage	大豆タンパク	一丸ファルコス
8	BOREP	グロビタンパク	阪急共栄物産
9	ヨークプロテイン P-1	卵黄タンパク	太陽化学
10	ヨークペプチド H-2	卵黄タンパク	太陽化学
11	卵白粉末	卵白タンパク	太陽化学
12	エグレート No.2	全卵タンパク	太陽化学
13	CROLLAC L20	セラック	クローダジャパン
14	COLTIDE HQS	小麦タンパク	クローダジャパン
15	TRITISOL	小麦タンパク	クローダジャパン
16	Cromoist WHP	小麦タンパク+ハニー	クローダジャパン
17	Hydromond	アーモンドタンパク	クローダジャパン
18	マリンデュウ PC-100	キチン加水分解物	味の素
19	硫酸プロタミン	鮭 (複合DNAタンパク)	和光純薬
20	ポリリジン	ポリアミノ酸 (重合リジン)	チッソ

表2 繊維加工試験に用いたペプチド類(2)

No.	名 称	成 分 (由来)	メーカ
30	コンニャクのり	コンニャクマンナン (0.5%)	群馬県経済連
31	コンニャクのり	コンニャクマンナン (2.5%)	群馬県経済連
33	Cassia	Cassia Auriculataeの葉、樹皮抽出物	ダイカジャパン
34	Henna	ミソハギ科シコウ花の葉抽出物	ダイカジャパン
35	Neem	センダン科緑陰樹の葉、種子、樹皮抽出物	ダイカジャパン
36	ポリリジン	重合リジン+	チッソ
37	乳タンパクホエー	乳タンパクホエー加水分解物	チッソ
38	ポリリジン	重合リジン+	チッソ
39	全卵タンパク	全卵タンパク加水分解物	チッソ
40	メルラック ML-10	セラック+ウンデシレン酸+ラノリン (FS-9000)	メルテックス化成 (豊国製油)
41	メルラック ML-10	セラック+ウンデシレン酸+ラノリン (NK-FU)	メルテックス化成 (豊国製油)
42	PGA	グルタミン酸の微生物合成ペプチド (FS-9000)	東洋発酵
43	PGA	グルタミン酸の微生物合成ペプチド (NK-FU)	東洋発酵

蛋白質

機能性ペプチド調製用の動植物蛋白質
乳蛋白質（酸カゼイン、ホエー）（日本プロ
テン製）

大豆蛋白質（フジピュリナプロテイン
製）

卵白蛋白質（太陽化学製）

小麦蛋白質（小麦グルテン）（タジマ食品
製）

多糖類

キトサンCLH（焼津水産化学工業製）

天然高分子

羊毛ケラチン（略記号：W）

JIS羊毛添付白布を還元法により溶解、
透析後、プロテアーゼNで加水分解し
て低分子量化した。

絹フィブロイン（略記号：S）

JIS絹添付白布を塩化カルシウムで溶
解、透析後、プロテアーゼSで加水分
解して低分子量化した。

コラーゲン（略記号：C）

HCP M-15（新田ゼラチン製）

架橋剤

イソシアネート系

FS-9000（略記号：FS）

（明成化学工業製）

NK-アシスト-FU（略記号：FU）

（日華化学製）

染料

Kayanol Milling Blue GW（日本化薬製）

Erionyl Blue LE-RF（Ciba-Geigy製）

試験菌

黄色ぶどう球菌（*Staphylococcus aureus*）

保存番号及び機関（IFO12732・発酵
研究所）

肺炎桿菌（*Klebsiella pneumoniae*）

保存番号及び機関（IFO12732・発酵
研究所）

セルロース透析膜

セルロースチューブ24/32（分画分子量
12,000～14,000、平面幅32mm）（Viskase社
製）

スペクトラポア（分画分子量3,500、平
面幅45mm）（Spectrum社製）

Poly-L-Glutamic acid

熱分解ガスクロマトグラフィー分析標準
試薬（シグマ製）

MW=3,000～15,000

2. 3 試験装置と試験条件

2. 3. 1 試験装置

恒温振とう培養器（Bio-Shaker）

BR-30L型（大洋工業製）により天然高分
子加水分解処理及び天然加工剤付与加工試験
を行った。

ジャーファーマンター

バイオマスターD型（容量10L）（エイブル
製）

液体クロマトグラフ（1）

Farmacia FPLC System（ファルマシア製）

液体クロマトグラフ（2）

インテリジェントHPLCシステム／Gulliver
シリーズ（日本分光工業製）

ガスクロマトグラフ

GC14APTF（島津製作所製）

熱分解装置（JHP-22型キューリーポイント
パイロライザー）（日本分析工業製）

帯電性測定装置

スタチックオネストメータ（H-0110型）（シ
シド静電気製）

風合い計測装置

KES-FB1（表面試験機）、KES-FB3（圧縮試

験機) (カトーテック製)

放射温度計

IT-330 (堀場製作所製)

引張試験機

全自動糸強力試験機ST-2000型 (敷島紡績製)

走査型電子顕微鏡 (SEM)

T330型 (日本電子製)

X線分析装置 (EDX)

JED-2000型 (日本電子製)

顕微鏡TV画像撮影装置

微細構造解析装置 (明伸工業製)

可視紫外線分光光度計

U-3200型 (日立製作所製)

測色機

カラーセブン分光光度計 (倉敷紡績製)

変角光沢計

デジタル変角光沢計UGV-5D型 (スガ試験機製)

乾熱処理装置

ヤマトファインオープンDF-41型 (ヤマト科学製)

マングル

手回しマングル (大栄科学製)

ニューマチックエアー加圧3Ton堅型パッダー (上野山機工製)

2. 3. 2 試験条件

(1) ペプチドの分離精製

ペプチドを各種繊維に効果的に固着するために、過去の研究例^{1) 2) 3)}を参考に5種類の蛋白質を選定した。5種類の蛋白質については、酵素による加水分解を施すことにより低分子量化した。加水分解物の調製法は表2~3の方法により溶解処理をした後、低分子量化

表3 加水分解蛋白質の調製方法(1)

蛋白質種類	酵素加水分解方法
A. 乳蛋白質 (酸カゼイン) 濃度5% (W/V)	酸カゼイン10gを0.1N NaOH溶液70mlに溶解後ウォーターバス中で90℃20分間加熱。冷却後、1N塩酸溶液でpH7に調整し、200mlにメスアップした。 この溶液20mlに、0.5mg/ml濃度に溶解したプロテアーゼSを1ml添加し(蛋白1g当り5単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で1時間反応させた。反応後、90℃で10分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000 r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。
B. 乳蛋白質 (ホエー蛋白) 濃度5% (W/V)	ホエー蛋白10gを150mlの蒸留水に溶解後、pH7に調整し、200mlにメスアップした。 この溶液20mlに、0.5mg/ml濃度に溶解したプロテアーゼSを1ml添加し(蛋白1g当り5単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で1時間反応させた。反応後、90℃で10分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。
C. 大豆蛋白質 濃度10% (W/V)	大豆蛋白10gを100mlの蒸留水に懸濁し、ホモジナイズを行った後、遠心分離機により、10,000r.p.m.で5分間処理し上清を用いた。 この溶液20mlに、1mg/ml濃度に溶解したプロテアーゼSを1ml添加し(蛋白1g当り5単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で1時間反応させた。反応後、90℃で10分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000 r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。
D. 卵白蛋白質 濃度10% (W/V)	卵白蛋白20gを180mlの蒸留水に溶解後、1N塩酸溶液でpH4に調整し、200mlにメスアップした。 この溶液20mlに、2mg/ml濃度に溶解したニューラーゼFを1ml添加し(蛋白1g当り7単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で1時間反応させた。反応後、90℃で10分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000 r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。

表3 加水分解蛋白質の調製方法(2)

蛋白質種類	酵素加水分解方法
E. 小麦グルテン 濃度2% (W/V)	小麦グルテン2gを80mlの0.05N酢酸溶液に懸濁し1N塩酸でpH3に調整した。ホモジナイズした後、遠心分離機により、3,000r.p.m.で10分間脱泡を行い、上清及び沈澱を再懸濁して100mlにメスアップした。 この溶液50mlに、1mg/ml濃度に溶解したニューラーゼFを1ml添加し(蛋白1g当り7単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で1時間反応させた。反応後、90℃で10分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。
ND. 卵白蛋白質 濃度10% (W/V)	卵白蛋白20gを180mlの蒸留水に溶解後、1N塩酸溶液でpH4に調整し、200mlにメスアップした。 この溶液に、10mg/ml濃度に溶解したプロテアーゼMを10ml添加し(蛋白1g当り27.5単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で5時間反応させた。反応後、90℃で15分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。
NE. 小麦グルテン 濃度10% (W/V)	小麦グルテン20gを180mlの蒸留水に懸濁し、ホモジナイズした後、200mlにメスアップした。 この溶液に、10mg/ml濃度に溶解したプロレザーを10ml添加し(蛋白1g当り50単位)、振とう培養機(旋回振とう80r.p.m.)を用いて45℃で5時間反応させた。反応後、90℃で15分間加熱(酵素失活)した後、遠心分離機により5,000r.p.m.で10分間処理して不溶物を除去した。

する目的でプロテアーゼにより加水分解した。
また、多糖類のキトサンについては、多糖類の分解に適した酵素(キトサナーゼOHK)を用いて加水分解した。分解条件は、キトサナーゼOHKを対基質0.2または1.0%添加、pH 5.0、40℃で45~240分振とう処理して分解率0.12~4.15%とした(表4)。

表4 加水分解キトサンによる羊毛繊維の抗菌加工

試料No. (生地)	酵素添加量 (U/対基質)	反応時間 (分)	キトサン分解率 (%)
1	0.2	45	0.12
2	0.2	112	0.28
3	0.2	240	0.41
4	1.0	105	1.39
5	1.0	240	4.15
6	0	0	0

(注1) キトサン=キトサンCLH(焼津水産化学工業製)

(注2) キトサン濃度=キトサン5g/水300ml

(注3) キトサン分解酵素=キトサナーゼOHK(阪急バイオインダストリー製)

(注4) 付与加工法=パディング法(キトサン分解物1%)

(注5) No.6=未加工Blank(加水分解前のキトサンを付与加工)

(注6) 加工生地=JIS毛添付白布

(2)ペプチドの合成

合成ペプチドについては、大豆煮汁を出発原料物質として微生物によりポリグルタミン酸の合成を試みた。微生物には納豆菌(*Bacillus natto*)を用いてジャーファーマンターにより40℃で50r.p.m.、48時間(air0.6L/min)培養した。(図1に調製フローを示した。)

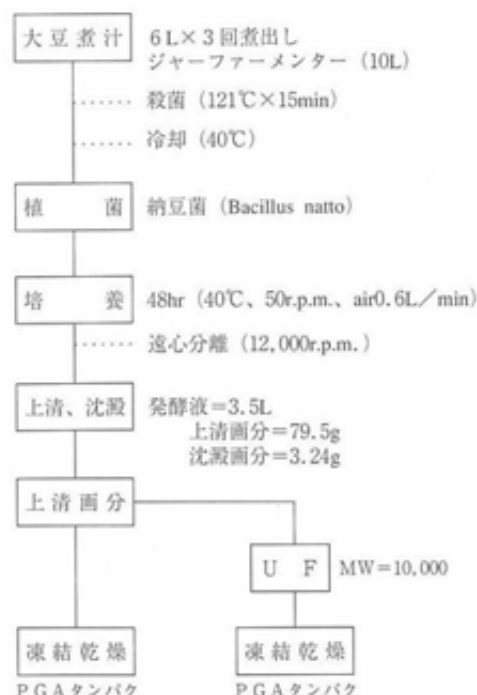


図1 ポリグルタミン酸(PGA)調製フロー

表5 ゲル透過クロマトグラフィーによる分子量分布測定条件

使用機器	液体クロマトグラフ (Farmacia FPLC System)	液体クロマトグラフ (インテリジェントHPLCシステム/Gul-liverシリーズ)
測定条件	カラム: Farmacia (Superose 12) 溶媒: 50mM、pH 7、phosphate buffer (150mM NaCl) Flow rate: 0.75ml/min Detector: 280nm Sample Charge: 200μl	カラム: 日本分光工業 (Biofine-PO-700K-L) 溶媒: 20mM、pH 7、phosphate buffer (50mM KCl) Flow rate: 2.5ml/min Detector: RI Detector: 280nm Sample Charge: 300μl
MW Standard	67000: Bovine Serum Albumine 25000: Chymotrypsinogen A 12300: Cytochrome C 6500: Trypsin-inhibitor 1450: Bacitracin	

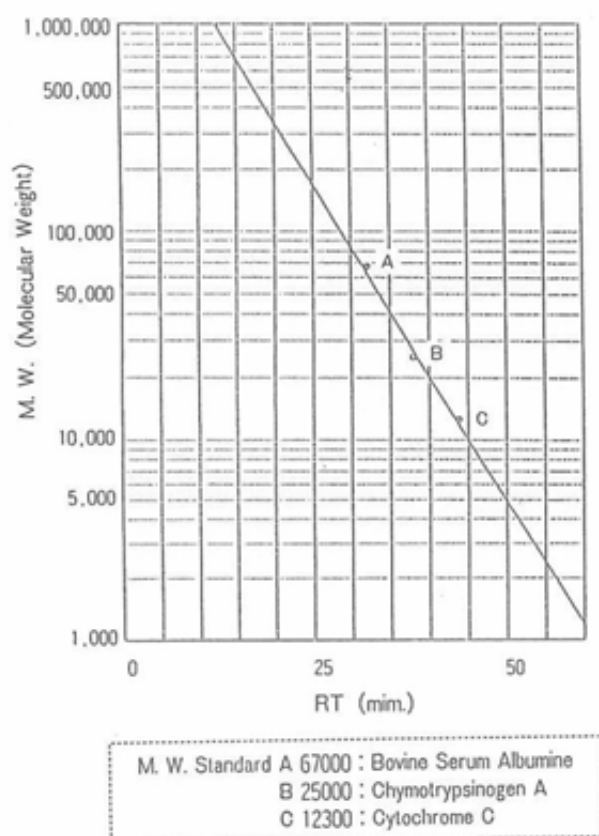


図2 分子量分布検量線

(3) ペプチドの分子量分布測定

ペプチドの分子量分布測定については、全て液体クロマトグラフィーのゲル透過法 (GFC) で調べた。この分析条件を表5に、検量線を図2に示した。³⁾

(4) ペプチドの分析

2種類の繊維に付与加工したペプチドの付着確認分析並びに微生物合成したペプチド (生産物) の確認は、熱分解ガスクロマトグラフィーによった。方法は、試料をキューリーポイントパイロライザーで熱分解し、発生したガスをガスクロマトグラフで分析するもので、パイログラムのピーク時間の比較とパターンの違いから解析を行った。システム構成及び分析条件を図3及び表6に示した。^{3) 4) 5)}

ポリグルタミン酸については、濃度をLowry法によっても測定した。(試験法を表7に示した。)

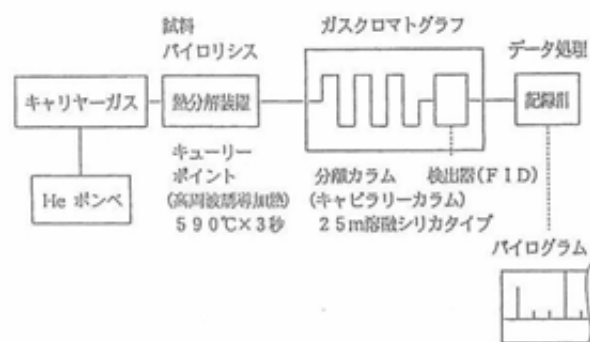


図3 熱分解ガスクロマトグラフ (Py-GC) のシステム構成

表6 熱分解ガスクロマトグラフィーによる分析条件

分析装置	：ガスクロマトグラフ (GC-14APTF) (島津製作所製)
カラム	：溶融シリカキャピラリーカラム (CBM10-M25) (島津製作所製)
カラム温度	：50℃-270℃ (10℃/min)
キャリアーガス	：He (スプリット比1:50)
検出器	：FID
試料注入口及び検出器温度	：280℃
試料	：0.5mg
熱分解装置	：JHP-22型キューリーポイントパイロライザ (日本分析工業製)
熱分解時間	：3秒
熱分解温度	：590℃ (590℃ホイル使用)

表7 ペプチド分析法

Lowry法

原理は、フェノール試薬の反応 (アルカリ性で、タンパク質中のチロシン、トリプトファン及びシステインと反応して青色を呈する。) にビュレット反応を加えたもので、ペプチド結合に由来する発色効果が強く表れる試験方法である。

発色液の吸光度：A_{660nm}またはA_{750nm}を測定する。

標準タンパク質：ウシまたはヒトの血清アルブミンを使用する。

(5) キトサンの酵素加水分解確認試験

キトサンの酵素加水分解物については、分解率をロンデルーモルガン法 (Rondle-Morgan) により全糖および遊離アミノ糖を分析して確認した。操作法は、試料1mlを試験管にとり、アセチルアセトン試薬を1ml加えてアルミホイルで試験管の口をふさぎ、100℃で20分間加熱する。冷却後、エタノール3mlおよびエールリッヒ試薬1mlを添加して、65~70℃で10分間加熱する。冷却後、3000 r.p.m.で10分間遠心分離し、その上清の吸光度を505nmで測定した。検量線はグルコサミン塩酸塩溶液 (0~0.1μ mole/ml) を試料として同様な操作により求めた。

アセチルアセトン試薬

：0.5M炭酸ナトリウムにアセチルアセトン1mlを添加してよく振り混ぜる。
(不安定なため、使用直前に調製する。)

エールリッヒ試薬

：p-ジメチルベンズアルデヒド0.8gをエタノール30mlに溶解し、次いで濃塩酸30mlを加える。(調製時に発熱するため、直ちに冷却する。)

(6) ペプチド付与加工条件(A)

2種類の繊維素材 (毛及びナイロン) に対して、ペプチドをパディング法により付与加工した (加工試験フローを図4に示した。)。ペプチド濃度2.5~5%、その他の薬剤濃度

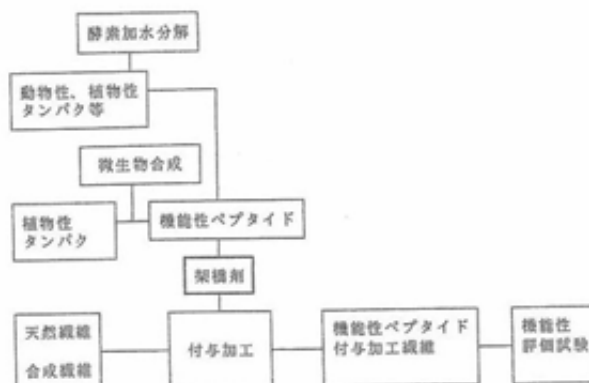


図4 機能性ペプチド付与加工工程フロー

表8 シワ回復性試験試料内訳

1	BLANK
2	コン (0.5%) コンニャクのり0.5%溶液
3	NAT 納豆煮汁由来ポリグルタミン酸
4	NAT (FS) 納豆煮汁由来ポリグルタミン酸 (FS)
5	NAT (NK) 納豆煮汁由来ポリグルタミン酸 (NK)
6	FU (12) ポリリジン+全卵加水分解物 (FU)
7	FU (B) ポリリジン+乳タンパクホエー (FU)
8	FU (メル) メルラックML-10 (FU 1%)
9	FS (メル) メルラックML-10 (FS-9000 2%)

1%、架橋剤濃度1~2%、パッド浴温度50℃で加工した。処理方法は、パッド浴に布を浸漬した後、マングルで絞り率80~100%で付与する方法とした。固着のための加熱条件は乾熱130℃×5分とした。後処理の水洗は20℃×3分とした。

(7)ペプチド付与加工条件(B)

ペプチド付与による防しわ性への効果については、8種類の加工条件の異なる試料について防しわ度を測定して効果を比較した。試料2~9の加工条件の内訳について表8に示した。加工条件は、ペプチド濃度0.5~5%、その他の薬剤濃度1%、架橋剤濃度1~2%、パッド浴温度50℃で加工した。処理方法は、パッド浴に布を浸漬した後、マングルで絞り率80~100%で付与する方法とした。固着の

ための加熱条件は乾熱130℃×5分とした。後処理の水洗は20℃×3分とした。

(8)ペプチド付与加工条件(C)

ペプチドの繊維表面における保持力（被覆力）を強化する目的で、タンパク等の吸着剤を併用した加工を試みた。この加工物質には、スメクタイト [天然の層状の珪酸塩（アルミニウム・マグネシウム）]を用いた。ペプチドを5%、強化剤1%を用い、架橋剤濃度2%とした。加工条件を表9に示した。

(9)ペプチド付与加工条件(D)

ペプチドを利用した抗菌加工繊維の抗菌性について調べるため、ペプチドや天然加工剤、酵素等を繊維に付与加工した。加工条件を表10、11に示した。

表9 ペプチド保持作用強化処理試験条件

試料(略記号)	ペプチド(%)	強化剤(%)	架橋剤(%)
毛 (A・P・F)	A 5	1	2
毛 (ND・P・F)	ND 5	1	2
ナイロン (A・P・F)	A 5	1	2
ナイロン (ND・P・F)	ND 5	1	2

(注1) ペプチドA=乳タンパク（酸カゼイン）
ペプチドND=卵白タンパク

(注2) 強化剤（タンパク吸着剤）=ブリシェード2 A（一方社油脂工業製）

(注3) 架橋剤=FS-9000（明成化学工業製）

(注4) 付与加工方法=パディング法（絞り率=90%）

2. 4 ペプチド付与加工試料の性能評価試験法

(1)ペプチド加工布の染色特性

ペプチドの違いによる染色特性の違いについては、二つのタイプの異なる酸性染料による加工布の染色試験を行って、分光光度計により染色試料のK/S、色差 ΔE^*ab を測色して比較した。

(2)ペプチド付与加工試料の耐光性

ペプチド付与加工試料の耐光性についてはJIS L0842法により、カーボンアーク照射

表10 抗菌活性試験条件

1.	天然系抗菌加工剤による抗菌加工（略記号：下記の試料記号） 試料：JIS毛及びナイロン添付白布 加工剤：全卵加水分解物（太陽化学）5 %sol.（略記号：FU（12）） 加工剤：乳タンパクホエー酵素加水分解物（センター調製）（略記号：FU（B）） 抗菌剤：ポリリジン（チッソ）5 %sol. 架橋剤：NKアシストFU（日華化学）1 %sol. 加工方法：パディング法（絞率：90%） ベーキング：130℃×5分 水洗：20℃×3分									
2.	天然系加工剤による抗菌加工（略記号：下表の試料記号） 試料：JIS毛及びナイロン添付白布 抗菌加工剤：メルラックML-10 （セラック+ウンデシレン酸） 加工条件 <table><tr><th>試料記号</th><th>架橋剤（濃度）</th><th>メルラックML-10</th></tr><tr><td>FSメル</td><td>FS-9000 2 %sol.</td><td>5 %sol.</td></tr><tr><td>FUメル</td><td>NKアシストFU 1 %sol.</td><td>5 %sol.</td></tr></table> 加工方法：パディング法（絞率：90%） ベーキング：130℃×5分 水洗：20℃×3分	試料記号	架橋剤（濃度）	メルラックML-10	FSメル	FS-9000 2 %sol.	5 %sol.	FUメル	NKアシストFU 1 %sol.	5 %sol.
試料記号	架橋剤（濃度）	メルラックML-10								
FSメル	FS-9000 2 %sol.	5 %sol.								
FUメル	NKアシストFU 1 %sol.	5 %sol.								

表11 酵素KH-Uによる抗菌加工試験条件

試料	JIS添付白布（ウール、ナイロン）
付与加工法	パディング法（one dip, one nip） パッド浴温度：50℃
パッド浴組成（絞り率）90%	1 浴：酵素KH-U 2 % グリシンバッファpH8.50 M/10 グリシン M/10 NaCl N/10 NaOH 2 浴：尿酸 0.2%
乾燥条件	自然風乾

後（10時間毎に130時間）の光学特性の変化を分光光度計により色差や白色度（JIS L 1081）、黄変指数（JIS L1081）で比較した。

(3) 吸水性

ペプチド付与加工試料の吸水性については、JIS L1096 A法（滴下法）により吸水速度を比較した。

(4) 帯電性特性

ペプチド付与加工試料の帯電性について

試料：ペプチド付与加工織物
JIS添付白布：毛、ナイロン

染料：Kayanol Milling Blue GW 1 % o.w.f.
Erianyl Blue LE-RF 2 % o.w.f.

助剤：硫酸アンモニウム 2 % o.w.f.
昇温条件



図5 ペプチド染色特性試験条件

は、スタチックオネストメータを用いてJIS L1094A法（半減期測定法）、印加電圧（+）10 kVにより20℃、65または40% R.H.で測定した。

(5) 強伸度

ペプチド付与加工による強力と伸度変化については、梳毛糸（2/60）にパッド法に

より加工した試料の強伸度をJIS L1095 7.5.1
(定速伸長型)によって測定した。

(6)防しわ度

ペプチドを付与加工した試料の防しわ度
については、JIS L1059 6.2B法により求めた。

(7)風合い特性

ペプチドを付与加工した織物の風合い変
化については、KES-FBシステムにより計測
した。結果については、未加工布と加工布の
風合い値を比較して評価した。

(8)抗菌性 (定量試験法=SEKマーク認証試験 法)

抗菌剤を付与加工した試料の抗菌性につい
ては、JIS L1902-98により試験した。試験に
は黄色ぶどう球菌と肺炎桿菌の2種類の細菌
を用いた。

抗菌剤を付与加工した試料の抗菌性につい
ては、繊維製品新機能評価協議会 (JAFET)
のSEKマーク認証基準の試験法である、統一
試験方法により静菌活性値並びに殺菌活性値を
求めた。試験には黄色ぶどう球菌と肺炎桿菌
の2種類の細菌を用いた。また、試験の活性
値の判定は次の2式によった。

活性値の計算

$$S = Mb - Mc \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$L = Ma - Mc \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここで S : 静菌活性値

L : 殺菌活性値

Ma : 無加工試料の接種直後の
生菌数 (3検体の平均) の
常用対数値

Mb : 無加工試料の18時間培養
後の生菌数 (3検体の平
均) の常用対数値

Mc : 加工試料の18時間培養後

の生菌数 (3検体の平均)
の常用対数値

(注) (1)式および(2)式により求められる
静菌活性値および殺菌活性値はその
試料の抗菌性を定量的に示している。

繊維製品新機能評価協議会では、
静菌活性値が2.2以上で抗菌防臭効
果の基準値の目安としている。

(その他の抗菌性評価試験法)

.....

菌数測定法

$$\text{増減値差} = \log (B / A) - \log (C / A)$$

A : 未処理布に接種、直後に分散回
収した分散液の生菌数

B : 未処理布に接種、18時間培養後
に分散回収した分散液の生菌数

C : 加工布に接種、18時間培養後に
分散回収した分散液の生菌数

SEK抗菌力評価基準 : 増減値差 =
1.6以上

シェークフラスコ法

$$\text{減菌率}(\%) = [(A - B) / A] \times 100$$

A : 生菌数 (初発菌数) = 振とう前
の生菌

B : 生菌数 = 振とう後の生菌数

SEK抗菌力評価基準 : 減菌率 = 26%
以上

.....

(13)ペプチド付与加工繊維の表面観察

ペプチドを付与加工した繊維表面の変化
を走査型電子顕微鏡 (SEM) により観察し
た。

(14)耐久性試験

ペプチド付与加工織物の耐久性について
は、JIS L0217-103法により繰り返し洗濯10
回後の加工剤の付着量を熱分解ガスクロマト

表12 銀ラベル法によるペプチドの付着量解析試験

試 料	JIS毛添付白布 20×20cm
ペプチド加工内訳	ペプチド B : 乳タンパク (ホエー) 5 %W/V C : 大豆タンパク 10%W/V EN : 小麦タンパク (グルテン) 10%W/V ペプチドラベル用銀: AgNO₃水溶液 (濃度: 10mgAg/ 1 ml) AgNO₃使用量: タンパクペプチド純分に対して、同重量の銀をラベル用に使用した。 (例: ペプチドBの場合、1 mlと結合させるのに必要な量は 5 ml。) 処理: タンパクペプチドと必要量の銀を含むAgNO₃水溶液を30℃で30分間混合した。 振とう培養機使用 (120r.p.m. 旋回振とう) この後、ペプチドと未結合の余分な銀を透析チューブ (分画分子量=3500) で蒸留水へ透析して、除去した。
架 橋 剤	FS-9000を2 %使用した。
ペプチド濃度	2.5%

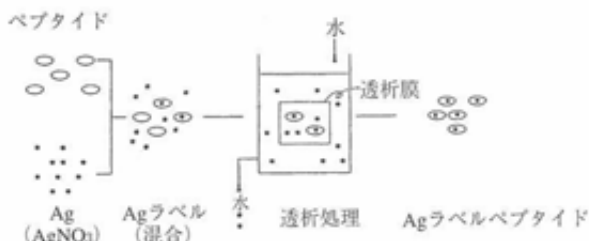


図6 Agラベルペプチドの調製フロー概念図

グラフにより定量分析した。また、あらかじめ金属（銀）でラベルを施した3種類のペプチド（乳タンパク、大豆タンパク、小麦タンパク）を付与加工した繊維についてもJIS L0217-103法により繰り返し洗濯10回後の金属の付着量を電子顕微鏡（SEM）付属のEDXにより定量分析する方法によっても明らかにした。（図6、表12）

(15)光学特性

ペプチド付与加工繊維の光学特性の変化については、分光光度計により色差や白色度並びに黄色度を調べて評価した。

(16)光沢度

ペプチド付与加工繊維の光沢度については、デジタル変角計を用いてJIS Z8741により45°と60°の鏡面光沢度を測定した。

(17)放射熱

ペプチド付与加工繊維の放射温度については、デジタル放射温度計により20℃、65% R.H.の恒温恒湿室内で試料表面から20cm部位における温度を測定した。

(18)ペプチド付与加工繊維の表面観察

ペプチドを付与加工した繊維の表面を走査型電子顕微鏡（SEM）により観察した。（写真1～9）

3. 試験結果と考察

3. 1 ペプチドの特性試験

3. 1. 1 ペプチドの分子量分布測定結果

試験に用いたペプチドについては、あらかじめ得られた検量線（図2）から分子量分布を求めた。市販のペプチドについては、その多くが分子量（MW）=6500～25000に分布していた。また、酵素による加水分解を試みた動植物性蛋白質のペプチドについては、分子量（MW）=10000～25000に分布していた。測定結果のクロマトグラムについては、昨年度の研究を参照。³⁾

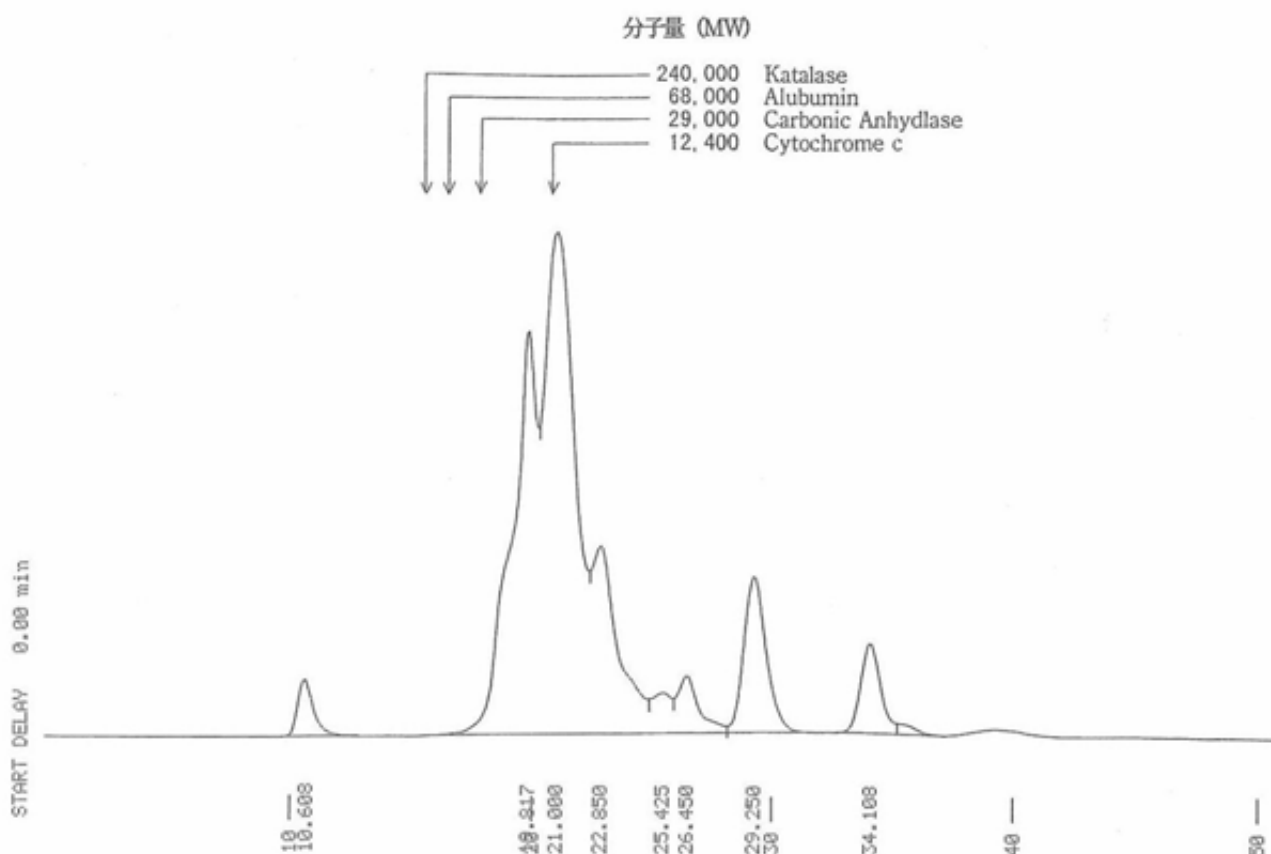


図7 大豆煮汁微生物合成生産物の液体クロマトグラフ (GFC) 分子量分布クロマトグラフ

この他、大豆煮汁から抽出したアミノ酸を出発原料として微生物合成を試み、液体培養法により生産したポリグルタミン酸 (PGA) について分子量分布を測定した結果、分子量 (MW) は約1万前後に分布していた。このクロマトグラムを図7に示した。また、熱分解ガスクロによって生成物の確認を行った (図8~10)。

繊維加工にペプチドを利用する場合、繊

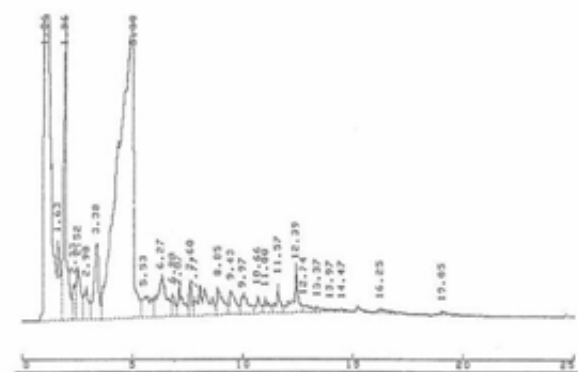


図8 大豆煮汁微生物合成生産物の熱分解ガスクロパイログラム

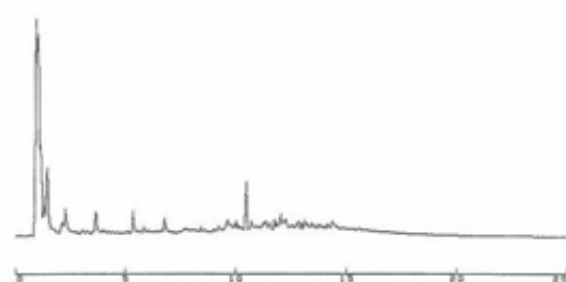


図9 Poly-L-Glutamic acidの熱分解ガスクロパイログラム



図10 納豆の粘質物の組成

維表面並びに内部に留ませるための理想的な分子量の分布範囲があるが、ここで用いた市販品、調製したペプチドとも多くがほぼ理想的な分子量範囲であった。

3. 1. 2 ペプチド付与加工繊維の染色性比較

付与加工したペプチドの違いによる染色性については、ペプチド濃度=2.5%でバッド法で付与した試料を酸性染料により染色し、分光光度計で測色して比較した。この結果、表13～16のように含金あるいはミーリングタイプの両染料で、ウール、ナイロンともペプチドNo. 20が最もK/Sが大きく、以下、ウールではNo. 19、18ナイロンではNo. 3、19

表13 機能性ペプチド付与加工ウールの染色特性(1)

No.	表面染着率(K/S)	色差(ΔE^*ab)
BLANK	4.05	基準色
1	3.73	1.08
2	4.08	0.43
3	3.86	0.70
4	3.96	0.37
5	3.89	0.62
6	3.94	0.67
7	3.47	1.84
8	3.64	1.39
9	3.55	1.58
10	3.77	0.97
11	4.37	1.48
12	3.72	0.90
13	3.75	1.12
14	4.42	1.70
15	3.58	1.76
16	4.34	0.96
17	4.30	1.04
18	7.87	9.43
19	6.41	7.59
20	8.00	12.50
A	4.60	1.85
B	4.28	0.74
C	4.69	2.20
D	4.53	1.78
E	4.16	0.53
ND	4.14	0.44
NE	4.11	0.38

(注1) 架橋剤=FS-9000

(注2) 染料=Kayanol Milling Blue GW 1%o.w.f.

表14 機能性ペプチド付与加工ナイロン生地染色特性(2)

No.	表面染着率(K/S)	色差(ΔE^*ab)
BLANK	7.92	基準色
1	6.95	2.08
2	7.32	3.25
3	7.68	3.67
4	7.44	2.88
5	6.97	2.19
6	7.15	2.65
7	7.12	2.62
8	7.08	2.30
9	6.74	1.56
10	7.60	3.53
11	7.52	3.42
12	7.60	3.77
13	6.97	2.75
14	7.40	3.72
15	7.35	3.44
16	6.48	0.71
17	6.36	0.63
18	6.68	1.00
19	7.65	4.21
20	8.85	6.30
A	6.68	1.57
B	6.21	0.90
C	6.77	2.40
D	6.68	1.61
E	6.21	0.30
ND	6.67	1.03
NE	6.55	1.68

(注1) 架橋剤=FS-9000

(注2) 染料=Kayanol Milling Blue GW 1%o.w.f.

表15 機能性ペプチド付与加工ウールの染色特性(3)

No.	表面染着率(K/S)	色差(ΔE^*ab)
BLANK	9.26	基準色
1	8.59	2.03
2	8.44	2.07
3	8.40	1.69
4	8.76	1.27
5	8.57	1.65
6	8.59	1.36
7	8.54	1.65
8	8.22	2.30
9	8.54	1.87
10	8.27	2.16
11	8.44	1.80
12	8.86	1.64
13	8.57	1.58
14	9.22	0.78
15	8.22	2.43
16	9.01	2.07
17	8.90	1.24
18	9.98	5.95
19	10.28	1.49
20	12.38	5.36
A	9.10	0.89
B	8.49	2.17
C	8.65	1.21
D	9.03	1.29
E	8.76	1.39
ND	7.84	4.20
NE	7.71	3.85

(注1) 架橋剤=FS-9000

(注2) 染料=Erionyl Blue LE-RF 2%o.w.f.

表16 機能性ペプチド付与加工ナイロン生地の色特性(4)

No.	表面染着率(K/S)	色差(ΔE^*ab)
BLANK	8.69	基準色
1	7.22	3.04
2	7.60	2.13
3	7.60	1.88
4	7.65	2.30
5	7.11	3.42
6	7.37	2.31
7	7.48	2.27
8	7.25	2.83
9	7.25	2.87
10	8.10	1.29
11	7.68	1.74
12	7.92	1.21
13	7.35	2.58
14	7.74	1.81
15	7.49	2.06
16	6.78	4.47
17	6.65	4.34
18	6.88	4.39
19	7.95	1.11
20	9.10	1.22
A	6.28	3.40
B	6.57	4.37
C	7.22	2.66
D	6.84	3.70
E	6.65	4.40
ND	6.84	4.38
NE	6.59	4.36

(注1) 架橋剤=FS-9000

(注2) 染料=Erionyl Blue LE-RF 2%o.w.f.

の順であった。

3. 1. 3 ペプチド付与加工繊維の吸水性と吸湿性

ペプチド付与加工試料の吸水性について調べた結果、ナイロンの場合、架橋剤を使用しない場合も架橋剤FSを併用した場合も吸

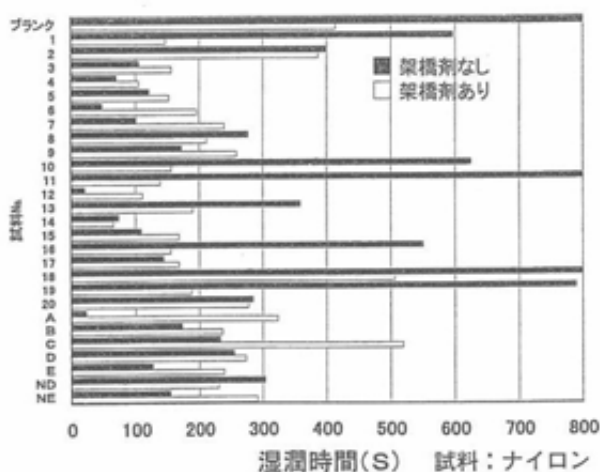


図11 吸水性試験結果 (JIS L1907 滴下法)
ペプチド付与加工試料：ナイロン

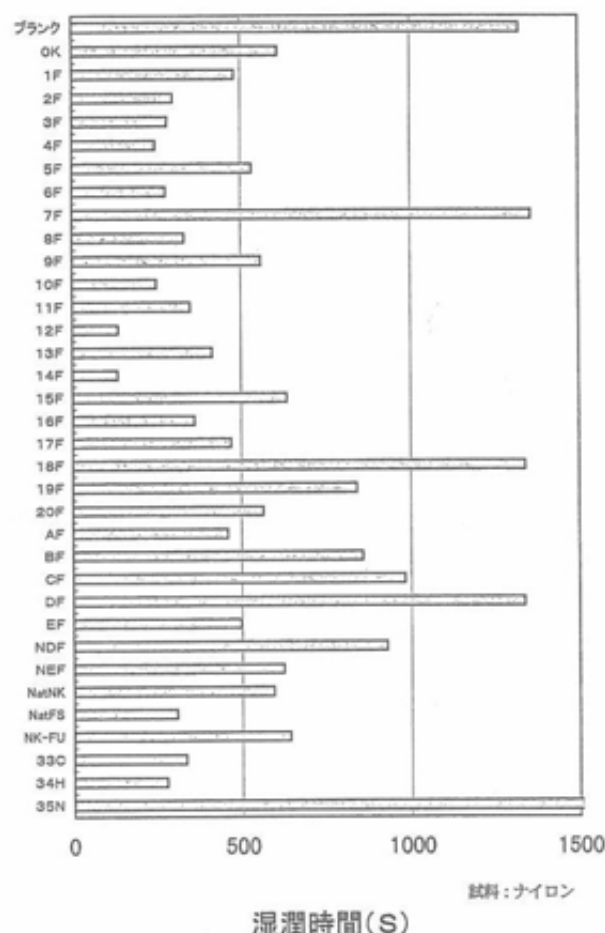


図12 機能性ペプチドの吸水速度
(JIS L1096A法 (滴下法))

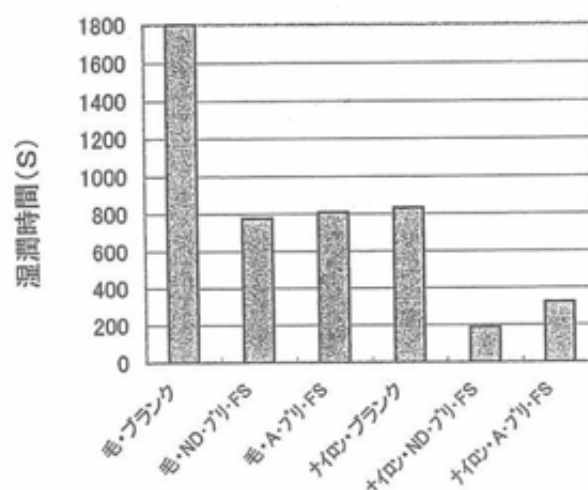


図13 機能性ペプチドの吸水速度
(JIS L1096A法 (滴下法))

水性はblankと比較して大きいペプチドが多く、2~最大50倍の吸水速度の向上が確認できた (図11)。³⁾ 架橋剤としてFUを用いた場合、FSと同様な傾向を示し、blankと比較してNo. 14が最も吸水速度が大きく、

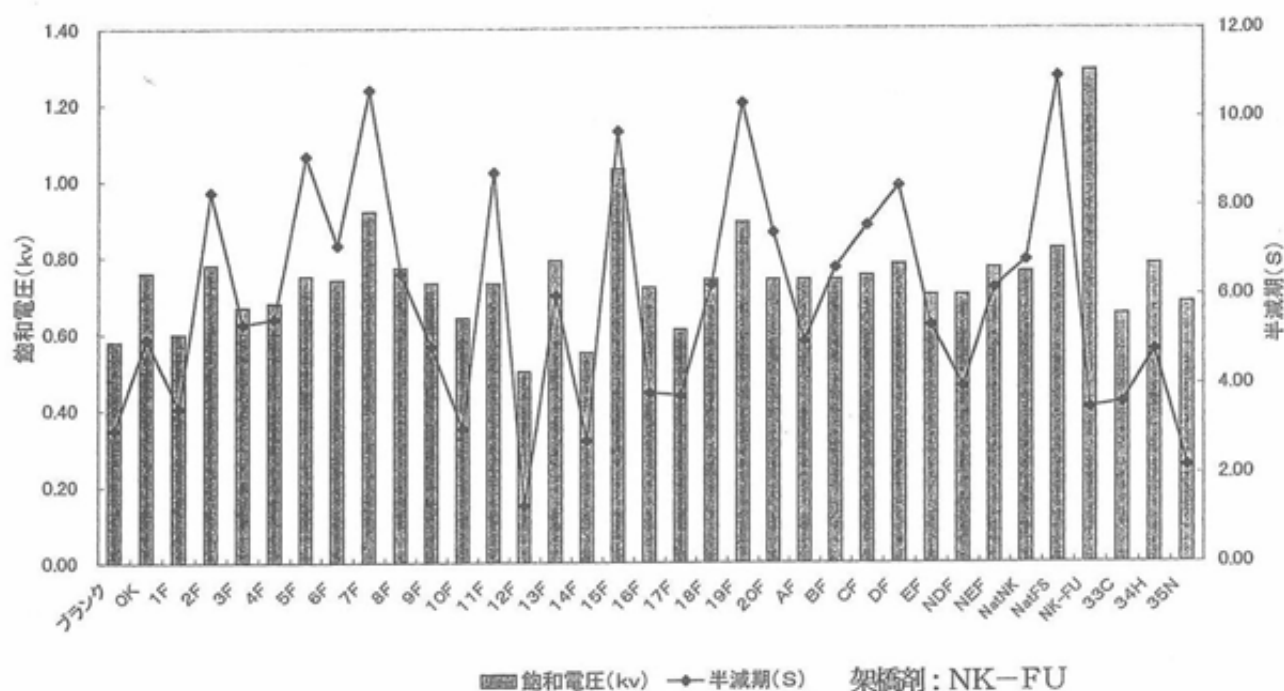


図14 ペプチド付与加工織物の帯電特性評価 (ナイロン)

次いでNo. 12、No. 10の順であった。No. 14の場合、blankの10倍であった。その他の加工剤についてもblankより速度の大きくなるペプチドが多く存在した (図12)。

また、ウールについては吸水時間が非常に長くなるが、未加工生地と比較した場合には差が認められた。このデータについては割愛したが、タンパク質用の吸着剤を併用した加工を試みた結果については、図13に示した。

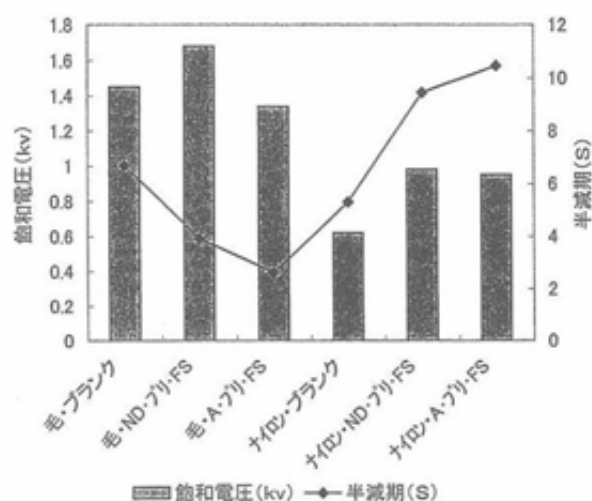


図15 帯電特性評価

3. 1. 4 ペプチド付与加工繊維の耐光性

ペプチド付与加工試料の耐光性について、カーボンアーク照射を行って変化を調べた。この結果を分光反射率で比較したが、未加工試料と比較してウール、ナイロンとも大きな変化は認められなかった。また、測色機により色差や白色度、黄色度等の光学特性を比較した結果も大きな変化は認められなかった。

3. 1. 5 ペプチド付与加工繊維の帯電特性

ペプチド付与加工による帯電特性につ

いて比較した結果、ナイロン生地に付与加工した場合、blankと比較して飽和電圧、半減期とも低いペプチドがあることが明らかになった。特に12、14、等全卵やコムギ蛋白の場合、飽和電圧が未加工試料より低いことが分かった (図14)。また、半減期については、12、14、35がblankより低い結果で、1/2~1/3程度低い (図14)。この他、タンパク質用の吸着剤を併用した結果についても図15に示した。タンパク処理した化学繊維織物の帯電性を評価した研究例としては、小原らの

報告がある。これは、ケラチンタンパクをポリエステルやアクリル、アセテート等に付与加工して、吸湿性や帯電性を評価したもので、ケラチンタンパクで処理した織物では、帯電性の低下が認められたとしている。⁶⁾ここでは、この報告と同様に各種タンパクのペプチドを織物に付与加工して帯電性を評価したが、ペプチド付与によって吸湿性が上がった結果、帯電性についても低下すると考えられる。筆者らの過去の研究例⁷⁾からもペプチド加工によって、帯電性が低下することが確認されている。

3. 1. 6 ペプチド付与加工織物の光沢度

ペプチドを付与加工した織物の光沢度を調べた結果、ナイロンではほとんどの試料で

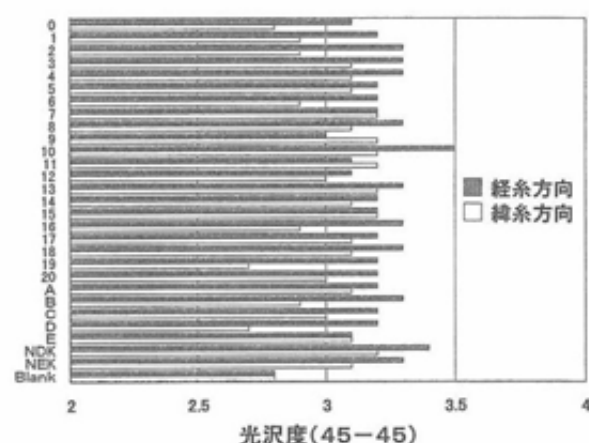


図16 機能性加工試料の光沢度(45-45、ナイロン)
架橋剤：NK-FU

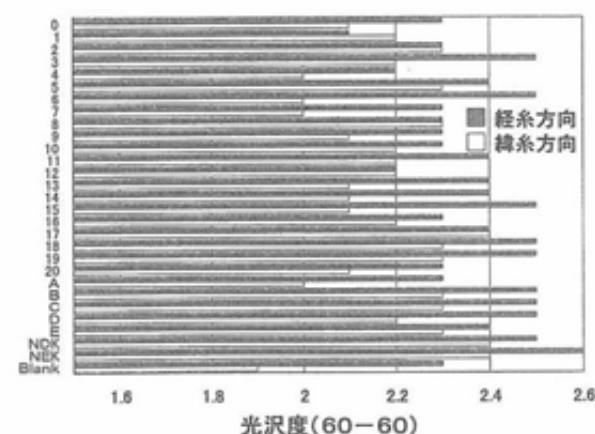


図17 機能性加工試料の光沢度(60-60、ナイロン)
架橋剤：NK-FU

大きくなることが明らかになった。また、ウールでは一部の試料で効果が認められた(図16、17)。光沢度の増加する原因としては、ウールやナイロンあるいはペプチドのアミノ基とペプチド中に含まれる糖類との間でアミノ-カルボニル反応を生じることによるものと推定される。

3. 1. 7 ペプチド付与加工繊維の風合い特性

ペプチド付与加工した繊維の風合い特性については、KESにより表面特性並びに圧縮特性を調べた。この結果、表面特性、圧縮特性ともBLANKと比較してほとんど違いは認められなかった。表面特性値については、摩擦係数(MIU)は加工試料の方がわずかに大きい、摩擦係数の変動(MMD)は加工試料の方が小さい結果であった。また、SMD(表面凹凸の変動)についても変化が認められなかった。(表17、18)

表17 ペプチド付与加工毛織物のKES風合い値(表面特性)

試料 (ペプチド)	MIU	MMD	SMD
BLANK	0.178	0.0192	7.59
全卵タンパク (エグレートNo.2)	0.184	0.0162	5.78
小麦タンパク (COLTIDE HQS)	0.181	0.0260	6.48
PGA (ポリグルタミン酸)	0.190	0.0223	6.02

(注1) 各特性値は、3回測定値の平均。

表18 ペプチド付与加工毛織物のKES風合い値(圧縮特性)

試料 (ペプチド)	LC	WC	RC	TO
BLANK	0.417	0.094	54.4	0.361
全卵タンパク (エグレートNo.2)	0.333	0.114	52.6	0.422
小麦タンパク (COLTIDE HQS)	0.346	0.114	51.8	0.420
PGA (ポリグルタミン酸)	0.270	0.147	52.9	0.537

(注1) 各特性値は、3回測定値の平均。

3. 2. 8 酵素加水分解キトサンの抗菌活性

キトサン加水分解反応の確認試験については、昨年度の研究³⁾で明らかにしたとおりで、酵素反応解析を行った結果、反応時間並びに酵素使用量の増加に伴って、NAGの生成増加が確認できた。また、キトサンを酵素により加水分解した低分子量キトサンの抗菌性については、キトサンLLとその加水分解キトサンを毛織物にパディング法で付与加工して、抗菌活性を比較した。この結果、JISハロー法では、黄色ブドウ球菌でハロー形成が認められ、加水分解キトサンの方がハローの幅が大きいことが分かった。また、菌数測定法では黄色ブドウ球菌、肺炎桿菌ともにSEKの評価基準の1.6以上をクリアしたが、肺炎桿菌では差が認められ、低分子量キトサンの方が抗菌活性が高いことが判明した。シェークフラスコ法についての測定結果も、黄色ブドウ球菌、肺炎桿菌ともSEKの評価基準である26%をクリアしたが、いずれも低分子量キトサンの方が高いことが確認できた。以上の

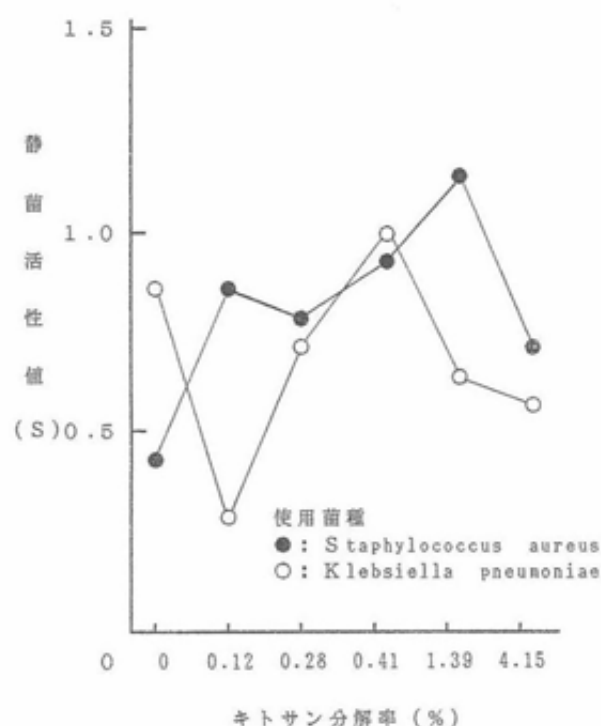


図18 加水分解キトサンの静菌活性値

結果から、キトサンは酵素加水分解した方が抗菌活性が高くなることが明らかになった。

以上の結果をもとに、本年度はより詳細に抗菌活性とキトサン分解率の関係を調べた。結果は図18のとおりで、黄色ブドウ球菌の場合、ブランクと比較して加水分解を施したキトサンの方が静菌活性値(S)は大きく、最大値は試料No.4（酵素添加量=対基質1.0U、分解時間=105分）で1.10であった。また、肺炎桿菌の場合の最大値は試料No.3（酵素添加量=対基質0.2U、分解時間=240分）で0.979であった。

3. 2. 9 ペプチド応用抗菌加工繊維の抗菌活性

ペプチドを利用した抗菌加工繊維の抗菌性について調べるため、ペプチドや天然加工剤を繊維に付与加工して抗菌性を評価した。酵素KH-Uは、尿酸と酸素、水をアラントインと過酸化水素、二酸化炭素にする反応を触媒する酵素で、汗等に含まれる尿酸を逆に利用して抗菌性を発現させる目的で実験を行った。この結果、黄色ブドウ球菌で静菌活性値(S)0.139が得られたが、付与加工方法、濃度等を再検討する必要がある（表19）。次に、ペプチドと天然系抗菌剤を組み合わせ加工した結果では、ウールにペプチドとして乳タンパク・ホエーと抗菌剤のポリリジンを用いて加工した場合、静菌活性値(S)が黄色ブドウ球菌で1.5、肺炎桿菌で1.4と高かった（表20）。同様の加工をナイロンに施した場合は、黄色ブドウ球菌で静菌活性値(S)が黄色ブドウ球菌で2.9、肺炎桿菌で2.8とSEKの認証基準のうち抗菌防臭加工の値2.2を上回った（表21）。この他、セラックとウンデシレン酸からなるメルラックML-10による抗菌加

表19 酵素KH-Uによる抗菌加工を施したJIS毛及びナイロン添付白布

使用菌種	試料	接種菌濃度 (個/mL)	増殖値 (F)	静菌活性値 (S)	殺菌活性値 (L)
<i>Staphylococcus aureus</i>	毛	1.18×10^5	4.11	< 0	< 0
	ナイロン	0.89×10^5	1.31	0.193	< 0

表20 天然系抗菌加工剤を付与加工したウールの抗菌試験結果

〈JIS毛添付白布〉

使用菌種		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
接種菌濃度 (個/mL)		0.72×10^5	1.2×10^5
増殖値 (F)		3.0	4.1
静菌活性値 (S)	No.1 : FU(12)	1.4	0.48
	No.2 : FU(B)	1.5	1.4
殺菌活性値 (L)	No.1 : FU(12)	< 0	< 0
	No.2 : FU(B)	< 0	< 0

抗菌加工剤：ポリリジン

表21 天然系抗菌加工剤を付与加工したナイロンの抗菌試験結果

〈JISナイロン添付白布〉

使用菌種		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
接種菌濃度 (個/mL)		1.2×10^5	0.75×10^5
増殖値 (F)		1.0	1.8
静菌活性値 (S)	No.1 : FU(12)	2.9	1.3
	No.2 : FU(B)	2.8	1.4
殺菌活性値 (L)	No.1 : FU(12)	1.9	< 0
	No.2 : FU(B)	1.8	< 0

抗菌加工剤：ポリリジン

表22 天然系抗菌加工剤を付与加工したウールの抗菌試験結果

〈JIS毛添付白布〉

使用菌種		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
接種菌濃度 (個/mL)		0.79×10^5	1.2×10^5
増殖値 (F)		3.8	4.1
静菌活性値 (S)	No.3 : FSメル	2.0	0.72
	No.4 : FUメル	2.5	0.45
殺菌活性値 (L)	No.3 : FSメル	< 0	< 0
	No.4 : FUメル	< 0	< 0

抗菌加工剤：メルラックML-10

工ウールとナイロンについて抗菌活性を調べた結果、ウールについては抗菌性が認められた（表22）。

3. 2. 12 ペプチド付与加工繊維の耐久性評価試験結果

ペプチド付与加工試料の耐久性については、JIS L0217-103法により繰り返し洗濯10回後のペプチドの付着状態を熱分解ガスク

ロマトグラフを用いて調べる方法により確認した。加工試料としては、ウールやナイロン生地にペプチドを架橋剤で付与加工したものを使用した。また、あらかじめ金属（銀）でラベルを施した3種類のペプチドを付与加工した繊維について、繰り返し洗濯10回後の金属の付着量をSEM付属のEDXにより定量分析する方法でも確認した。

この結果、いずれの加工条件の試料からもペプチドが検出され、耐久性の高い加工法であることが明らかになった。（図19、表23）。

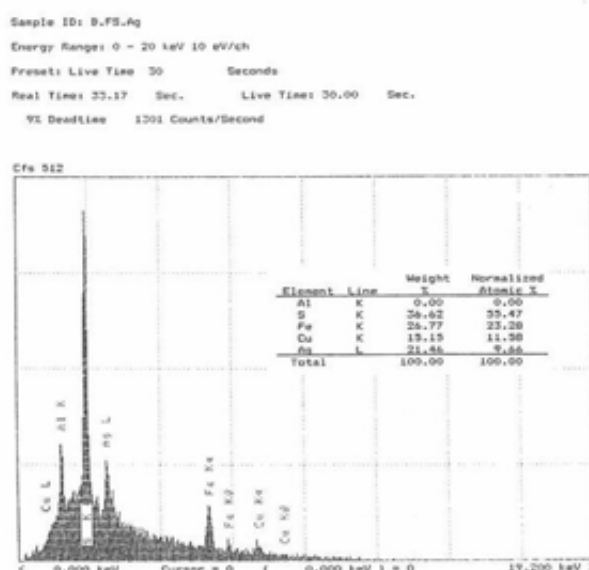


図19 EDXによる銀ラベルペプチドの分析結果
ペプチド：乳タンパク・ホエー
架橋剤：FS-9000

表23 架橋剤利用による耐久性比較

ペプチド	架橋剤	Element (Ag%)	
		Weight	Atomic
1	無有	10.19	4.37
		21.46	9.66
2	無有	15.36	6.77
		22.51	10.52
3	無有	14.42	6.02
		19.44	8.64

(注1) 架橋剤：FS-9000

(注2) ペプチド種類

No.1=乳タンパク(ホエー) [略記号B]

No.2=大豆タンパク[略記号C]

No.3=小麦タンパク(グルテン) [略記号EN]

(注3) 洗濯試験：JIS L0217 (103法)

繰り返し10回洗濯後

3. 2. 13 ペプチド付与加工繊維の強伸度評価試験結果

ペプチドを架橋剤で付与加工した繊維の強伸度を評価した結果、強力については増加する試料と変化の認められない試料、若干減少する試料があった。しかし、伸度については、全ての試料で増加が認められた（表24）。一般に、繊維に対して樹脂加工を施した場合には、強力、伸度ともに減少するケースが多い。このことから、ペプチドを付与加工することにより、繊維内部で架橋結合を生じているものと推測される。

表24 ペプチド付与加工繊維の強伸度

試料	ペプチド	架橋剤	強力(cN)	伸度(%)
1	Blank	—	237.7	24.7
2	PGA	—	241.6	29.0
3	PGA	FS-9000	238.1	28.9
4	PGA	NK-FU	249.8	29.3
5	乳タンパク(ホエー)	◇	237.8	29.6
6	小麦タンパク(E)	◇	241.5	28.0
7	全卵タンパク(2)	◇	242.8	28.1
8	セラック	◇	241.1	27.0
9	セラック	FS-9000	242.9	26.3

(注1) 試料：梳毛糸 2/60

(注2) 付与加工法：パディング法

(注3) PGA=ポリグルタミン酸

3. 2. 14 ペプチド付与加工繊維の防しわ性評価試験結果

ペプチド付与加工繊維の防しわ性を評価した結果、防しわ度が向上するペプチドがあることが明らかになった。コンニャク、合成ペプチド、全卵蛋白、メルラックについて調べたが、防しわ率は合成ペプチドが最大で、以下コンニャク、メルラック、全卵蛋白の順であった。これら防しわ度の測定結果を図20に示した。

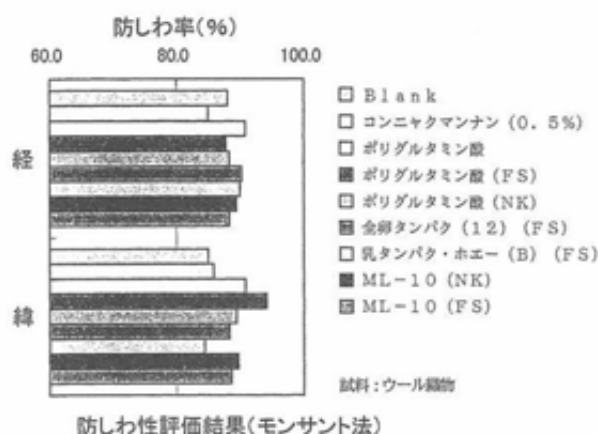


図20 ペプチド付与加工織物の防しわ性

3. 2. 15 ペプチド付与加工織物の放射温度

ペプチド付与加工試料No.33.、34.、35.については、インドのような暑い国において利用されている生薬である。これは、強い日差しを避ける目的で顔等の皮膚に塗ることによって温度を低下させる作用があるといわれており、繊維に加工して放射温度を測定した。この結果、ブランクに対して若干の温度低下を確認した(表25)。

表25 機能性ペプチド付与加工織物の放射温度

No.	放射温度 毛織物 (℃)	放射温度 ナイロン織物(℃)
BLANK	23.0	23.0
33	22.5	22.5
34	22.5	22.5
35	22.3	22.3

(注1) 架橋剤=無し

(注2) 放射率=0.90 (繊維)

3. 2. 16 ペプチド付与加工繊維のSEMによる表面観察像

ペプチド付与加工繊維の表面をSEMで観察した結果、一般の樹脂加工と異なり、ウール、ナイロンとも非常に平滑な表面を呈していた。(写真1~9)

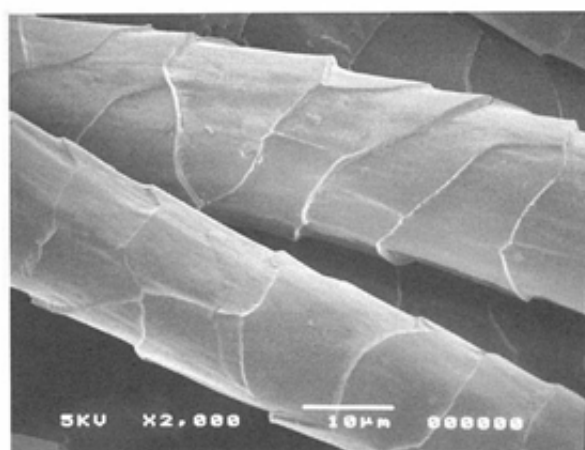


写真1 未加工ウール

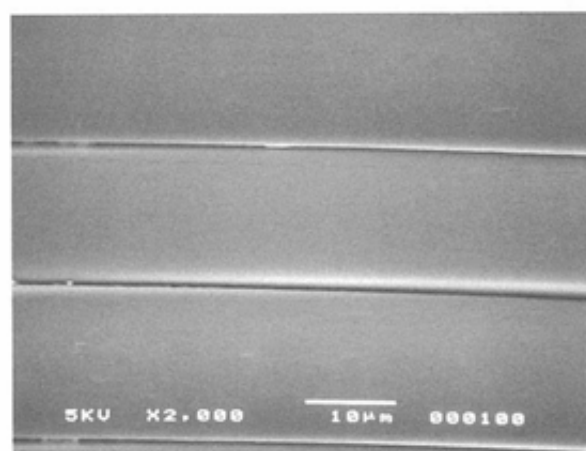


写真2 未加工ナイロン

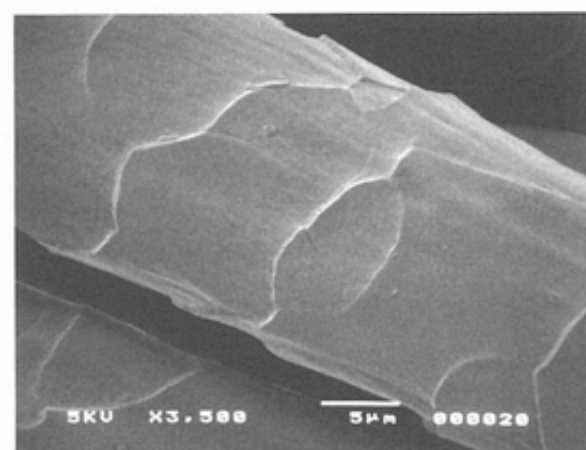


写真3 ペプチド付与加工ウールのSEM像
(乳タンパク・ホエー)
(架橋剤:FS-9000)

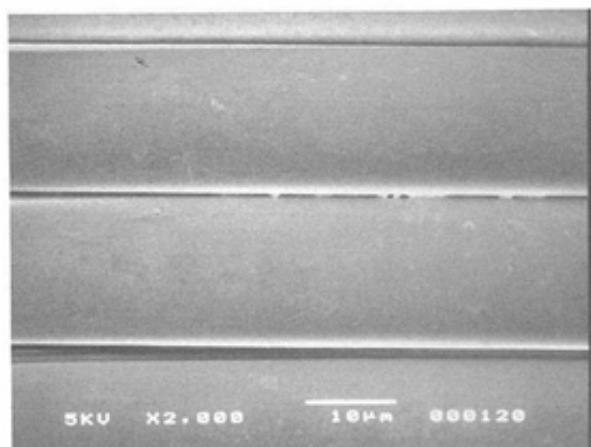


写真4 ペプチド付与加工ナイロンのSEM像
(全卵タンパク)
(架橋剤：FS-9000)

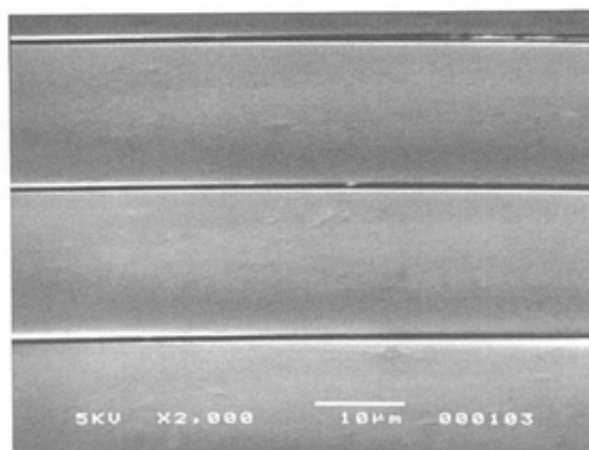


写真7 ペプチド付与加工ナイロンのSEM像
(卵白タンパク)、タンパク保持剤
(架橋剤：FS-9000)

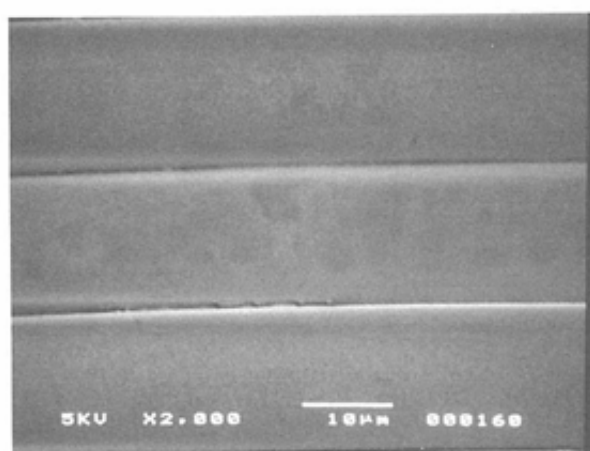


写真5 ペプチド付与加工ウールのSEM像
(小麦タンパク+ハニー)
(架橋剤：FS-9000)

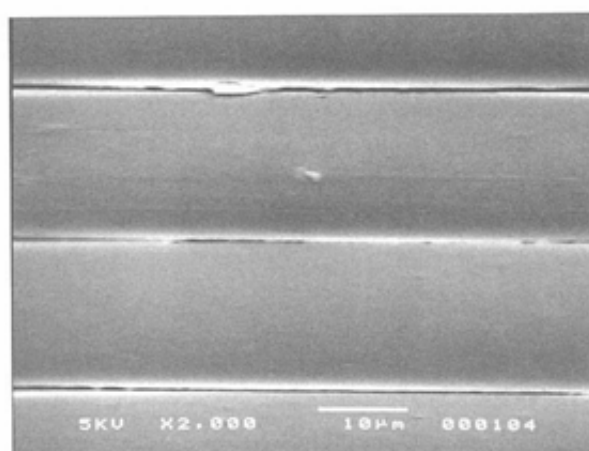


写真8 ペプチド付与加工ナイロンのSEM像
(乳タンパク・酸カゼイン)、タンパク保
持剤
(架橋剤：FS-9000)

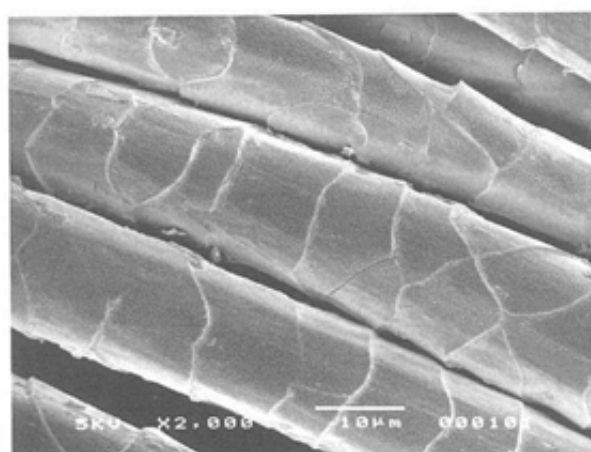


写真6 ペプチド付与加工ウールのSEM像
(卵白タンパク)、タンパク保持剤
(架橋剤：FS-9000)

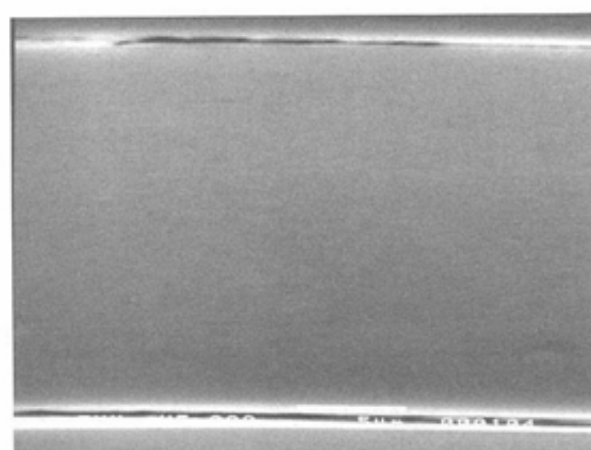


写真9 ペプチド付与加工ナイロンのSEM像
(乳タンパク・酸カゼイン)、タンパク保
持剤
(架橋剤：FS-9000)

4. まとめ

以上、昨年度の研究に引き続いてペプチドや低分子量化した多糖類の持つ機能を有効に利用するため、これら天然由来の機能性ペプチドの調製法と特性解析、加工試料布の機能を評価した結果を述べた。高い機能性を備えた新しい繊維加工剤を開発するため、現在まで、あまり繊維加工に利用された例のみられない物質を選定して検討を行った。この結果、紫外線遮蔽効果や吸水性、帯電性特性、光沢度、防しわ性等の諸特性の優れた機能性ペプチドの存在が明らかになった。また、多糖類を加水分解することによる抗菌活性の変化については、酵素による分解率を詳しく測定することにより、今まで不明であった点を明らかにすることができた。21世紀の到来とともに予想される高齢化社会においては、衣生活の環境はますます健康や衛生志向に向かうであろう。そして、安全性や機能性の面で優れた加工薬剤が求められ、環境負荷の小さな天然由来の加工剤が見直されるであろう。ここで研究した加工物質についても、より高い効果が要求されるため、機会があれば試験を試みて検討を加える予定である。最後に、本研究で用いたような加工剤は天然由来のものが主で、地球環境問題に対してはきわめて有利な物質と考えられる。天然物の利用については、ますます研究開発の必要性、重要性が高まってきており、本研究の成果が少しでも企業の発展に貢献できることを願っている。

得られた成果を要約するとつぎのとおりである。

- (1)機能性ペプチドを付与加工した繊維の染色性や帯電性、吸水性、防しわ性等を評価した結果、性能の高いペプチド種

類が明らかになった。

- (2)キトサンを酵素で加水分解した場合、抗菌活性値(S)が最大となるのは、黄色ぶどう球菌では分解率1.39%のとき、肺炎桿菌では、0.41%のときであることが判明した。
- (3)合成ペプチドについては、大豆煮汁を出発原料にして納豆菌によってタンク培養したポリグルタミン酸(PGA)を評価した結果、機能性の高いペプチドであることが分かった。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたって、酵素分解法並びに分子量分布測定について御助言を賜った天野製薬(株)中央研究所の平野賢一氏、および抗菌活性試験について御指導を頂いた一丸ファルコス(株)の伴野規博氏に深く感謝いたします。また、キトサンの酵素分解について数多くの貴重な御意見を賜った阪急バイオインダストリー(株)の宮腰 強氏に厚く御礼申し上げます。この他、酵素KH-Uによる試験とその評価について協力を頂いた協和発酵工業(株)の本山祐章氏並びに山発産業(株)研究所辻野義和氏に感謝の意を表します。また、微生物合成試験にご協力頂いた(株)東洋発酵の塩田朝夫氏ならびに酵素剤や薬剤をご提供頂きました阪急共栄物産(株)の新美智久氏および豊国製油(株)の小西良広氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) 北野、橋本、山本、坂川：テキスタイル & ファッション, Vol.9, NO.6, 254～282
- 2) 北野：染色工業, Vol.43, No.4, 180～194 (1995)
- 3) 北野、茶谷：テキスタイル & ファッション

- ン, Vol.16,No.10,522~542 (2000)
- 4) 北野、平石：テキスタイル&ファッション, Vol. 14,No.10,561~581 (1998)
- 5) 北野、平石：加工技術, Vol.33,No.7,20~33 (1998)
- 6) 小原、滝沢、佐々木：家政学会誌, Vol.49, No.1,45~47 (1998)
- 7) 北野、茶谷：テキスタイル&ファッション, Vol.15,No.10,572~589 (1998)