

ウールケラチンの製品化技術に関する研究

—ウールケラチンの抽出技術—

板津敏彦、茶谷悦司

1. はじめに

エコロジー時代の到来に伴って、健康や快適性をテーマにした繊維製品の開発が求められており、これを実現する素材（加工剤、繊維）として天然高分子が見直され、それを応用する技術が注目されるようになってきた。天然加工剤については、羊毛製品にケラチン等の溶解物を付与して形態安定や風合い改良をめざす研究などが行われてきた¹⁾²⁾が、さらに天然高分子を高度に利用する技術、例えば微粉末化、膜化することで、より優れた機能性を有する製品を開発する技術が注目されている。この技術の確立により天然高分子素材として羊毛や絹を再生・利用することが可能となり、環境問題にも寄与できる。

繊維以外の分野においても、この技術を活用し、より優れた機能性を有する製品の開発、例えば人間の健康や快適性に関連する新製品開発の一層の進展が望まれている。

このため、本研究ではウールの主成分であるウールケラチンの製品化を図るため、膜形成等が可能な状態（活性状態）でウールケラチンを抽出する技術について検討することとした。

2. 実験方法

2-1 羊毛試料

JIS添付白布を細かく裁断し、アセト

ン/エタノール=1/1で5時間×2回洗浄した後、蒸留水で十分に洗浄し、乾燥させ抽出用試料とした。

2-2 ケラチンの抽出および精製

羊毛からの還元抽出生成物の標準的調整レサイブを図1に示す。羊毛と尿素、還元剤、界面活性剤の混合物を室温～100℃で数時間振とう搅拌する。得られた溶液と非可溶分を濾別し、透析や酸性沈澱処理などで可溶化試薬を除き還元抽出ケラチン水溶液を得た。この水溶液中の蛋白量をビュレット法で定量し、元の試料羊毛の重量と抽出されたケラチンの重量比から抽出率を求めた。

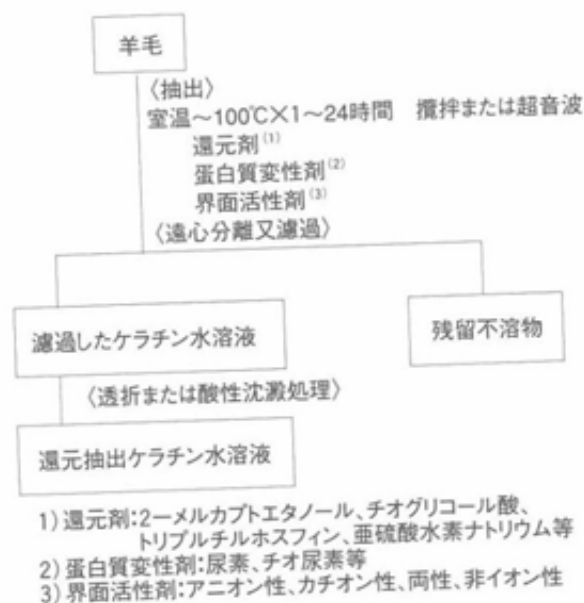


図1 羊毛からの還元抽出生成物の標準的調整レサイブ

2-3 ケラチンの分子量分布の測定

抽出ケラチンの分子量分布をBiofine PO-700K-Lカラム（日本分光工業製）を用い、表1に示した条件で高速ゲル濾過法で測定した。分子量既知の標準蛋白質により作成した検量線から分子量を求めた。

2-4 ケラチンフィルムの製膜方法および強伸度の測定

表1 抽出したケラチン蛋白質の分子量分布測定条件

使用機器：液体クロマトグラフ インテリジェントHPLCシステム/Gulliver （日本分光工業製）		
測定条件：カラム	日本分光工業 Biofine Po-700K-L	
溶媒	20mM、pH 7、phosphate buffer 50mM、KC1	
Flow rate	1.5ml/min	
Detector	280nm	
Sample charge	300 μ l	
分子量マーカー	67000 Bovine Serum Albumine	
	25000 Chymotrypsinogen A	
	12300 Cytochrome C	

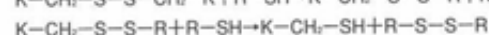
表2 代表的なケラチン抽出法

抽出法	使用薬剤	特徴	問題点
酸化法	過酢酸、過硫酸等	S-S酸化切断、スルホン 酸基(-SO ₃ H)を持つケ ラチン生成	SH基の反応性なし、 ペプチド結合切断さ れる
還元法A	メルカプトエタノール、チオグリコール 酸/尿素等	チオール(R-SH)に よる置換反応でS-S結合を SH基へと切断、還元処理後 直ちにSH基をカルボキシメ チル化する	SH基の反応性なし
還元法B	チオ硫酸ソーダ/ 尿素等	S-S結合を水溶性の-S- SO ₃ ⁻ Na ⁺ に変換して抽出し てから、還元してSH基にもどす	工程が複雑で長い、 収量が低い
還元法C	メルカプトエタノール、チオグリコール 酸/尿素/界面 活性剤等	チオール(R-SH)に よる置換反応でS-S結合を SH基へと切断、界面活性剤 がケラチンと会合して巨大ミ セルを形成し、水に安定に分 散	

有機過酸による酸化



チオール化合物による還元



3. 結果と考察

3-1 標準的羊毛抽出方法の検討

羊毛からケラチンを抽出する代表的な方法を表2に示す。それぞれの抽出方法の特徴と問題点については表に示したとおりである。

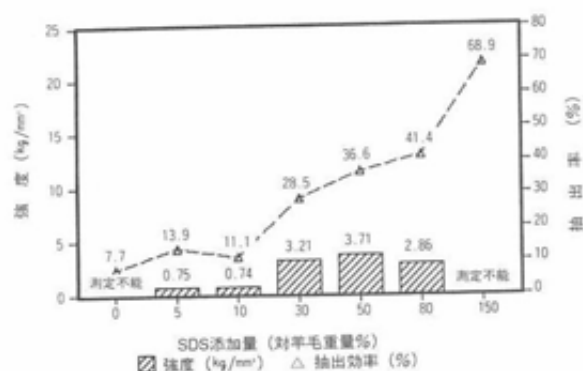
抽出条件の検討をする際の標準方法を決定するための予備試験として、酸化法（酢酸7：3過酸化水素水(30%)の溶液を用いる方法等³⁾）、還元法（2メルカプトエタノール溶液を用いる方法⁴⁾）をとりあげ比較、検討した結果、還元抽出法において一定の成膜強伸度が得られたので、この方法を抽出条件の検討を行ってゆく上での標準条件とした。（図2）。



図2 標準的還元抽出法

3-1-1 ケラチン抽出条件と抽出率

標準法に対し温度、時間、薬剤濃度、還元剤種類等を変えて抽出試験を行った。抽出ケラチンの評価は、成膜強伸度、抽出率、凝集性・凝集時の粘性、分子量分布等で行った。その主な結果はつぎのとおりである。SDS（ドデシル硫酸ナトリウム）添加量を増加すると抽出率はそれに比例して増加するのに対し、強度は対羊毛重量で50%o.w.f.の添加量でピークを示した（図3）。



〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100ml、2-メルカプトエタノール10g、SDS各添加量で50℃×5時間抽出

図3 SDS添加量と強度、抽出効率の関係

温度は高いほど抽出率が増加する傾向にあり、時間については50℃では5時間より長くても抽出率はあまり増加しなかった。2メルカプトエタノール、尿素使用量については標準法自体がそれぞれ羊毛重量の等量、5倍量と多量のため、添加量を減少して比較したが、減少すればそれに伴い抽出率も低下した。

3-1-2 各種界面活性剤の効果

SDS添加が抽出効率に与える効果が大きかったため、各種界面活性剤を用いて比較した（表3、図5）。その結果、最も抽出効率が高かったのは、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムの43.9%で、つぎにブリジ35（ポリオキシエチレンドデシルエーテル）

抽出率が増加するのは、SDS添加によりケラチン分子間の各種結合力が低下するためで、強度がピークを示すのは、SDSが低濃度の場合はケラチン分子が本来の直鎖状になるのを促進するため、分子鎖相互が絡み合い、そこに各種結合力が働くためで、さらにSDS添加量が増加しケラチンと等量程度になるとSDS自身の物性が全体に大きく影響するようになるためと考えられる（図4）。

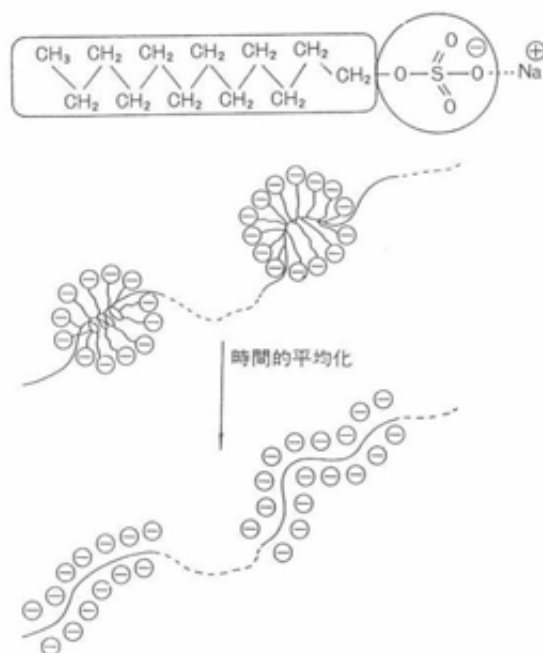
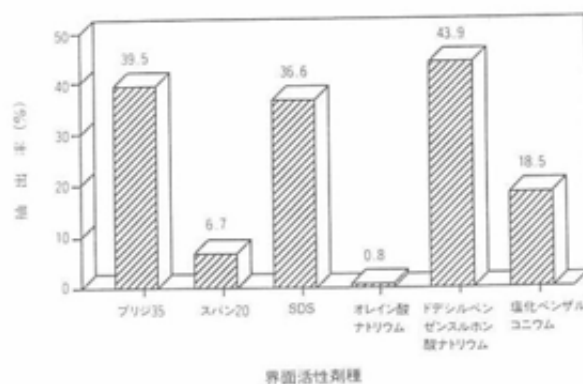


図4 SDS-ポリペプチド複合体のモデル⁵⁾

の39.5%、最も低かったのはオレイン酸ナトリウムであった。抽出効率はイオン性に関係ないとみられた。



〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100ml、2-メルカプトエタノール10g、各種界面活性剤5gで50℃×5時間抽出

図5 界面活性剤種類と抽出効率

表3 検討した界面活性剤一覧

品 名	化 学 名	H.L.B
ブリジ35	ポリオキシエチレンジアルキルエーテル (ノニオン)	15.3
レオボール0-2	ポリオキシエチレンアルキルアリルエーテル (ノニオン)	8.2
スパン20	ソルビタンアルキルエステル (ノニオン)	
アボワンSC	アルキルアリルポリグリコールエーテル (ノニオン)	
ノイゲンEA-120	アルキルアリル型非イオン活性剤 (ノニオン)	
メイセリンH-100	非イオン活性剤 (ノニオン)	
センカールDM	ノニオン系油剤 (ノニオン)	
SDS	ドデシル硫酸ナトリウム (アニオン)	40
オレイン酸ナトリウム	オレイン酸ナトリウム (アニオン)	17.6
ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム	ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (アニオン)	
スルホコハク酸ジ-2-エチルヘキシルナトリウム	スルホコハク酸ジ-2-エチルヘキシルナトリウム (カチオン)	
塩化ベンザルコニウム	塩化ベンザルコニウム (カチオン)	
アルベガールA	アルキルアミンポリグリコールエーテル硫酸 (両性)	
アルベガールB	置換アルキルアミンポリグリコールエーテル (両性)	
アルベガールC	アルキル硫酸とアルコールの混合物 (両性)	

表4 界面活性剤種類と成膜性

	抽出 効率(%)	成膜性	強度 (kg/mm ²)	伸度 (%)
ブリジ35:ポリオキシエチレンジアルキルエーテル(非イオン性)	39.5	×	—	—
スパン20:ソルビタンアルキルエステル(非イオン性)	6.7	×	—	—
SDS:ドデシル硫酸ナトリウム(アニオン性)	36.6	○	3.71	16.7
オレイン酸ナトリウム:(アニオン性)	0.8	×	—	—
ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム:(アニオン性)	43.9	△	0.25	2.8
塩化ベンザルコニウム:(カチオン性)	18.5	×	—	—

〈抽出条件〉羊毛10g、8M尿素100ml、2-メルカプトエタノール10g、各種界面活性剤5gで50℃×5時間抽出

〈成膜性評価〉○:透明な膜ができる △:白濁した膜ができる ×:成膜せず

表5 各種還元剤による抽出液の凝集性と粘性

各種還元剤	硫酸2N		飽和硫酸ナトリウム		分子量分布(透析後)のピーク		
	凝集性	粘性	凝集性	粘性			
2メルカプトエタノール	○	○	○	×	40,000	20,000	
チオグリコール酸アンモニウム	○	×	×	×	10,000		
モナミン(MEABS)	○	×	○	×	2,500		
重亜硫酸ナトリウム	○	×	×	×	85,000	42,000	20,000
メタ重亜硫酸ナトリウム	○	○	×	×	20,000	12,000	9,000
テトラキス(ヒドロキシメチル)	○	×	○	×	600,000	90,000	
ホスホニウムクロリド溶液							

〈凝集性〉○:凝集沈殿する

×:凝集せず

〈抽出条件〉羊毛1g、8M尿素10ml、SDS 0.5g、各種還元剤1gで

50℃×5時間抽出

〈粘性〉○:粘性あり

×:粘性なし

各種界面活性剤と成膜性の関係については、SDS使用の場合が最も成膜性に優れ、強度3.71kg/mm²、伸度16.7%となった(表4)。ケラチン活性を維持しながら効率良く抽出できるのはやはりSDSであるとみられた。

3-1-3 各種還元剤の効果

つぎに各種還元剤を用いて抽出した場合のケラチンの分子量分布、活性度を評価する指標としての凝集性、粘性について示す(表5)。最も分子量が大きかったのはテトラキス(ヒドキシメチル)ホスホニウムクロリド溶液で、分子量9万、60万にピークがあった。2N硫酸、飽和硫酸ナトリウムに抽出液を添加すると、いずれにも凝集性があったのは2メルカプトエタノール、モナミン(モノエタノールアミンバイサルファイト)、テトラキス(ヒドキシメチル)ホスホニウムクロリド溶液で、高い粘性のあるのは2メルカプトエタノール、メタ重亜硫酸ナトリウムであった。ウールケラチンの活性度が高いとみられるのは、2メルカプトエタノールによる方法及びメタ重亜硫酸ナトリウムによる抽出とみられた。分子量と活性とはあまり関係しないと思われた。ウールケラチンモノマーの分子量が4万~6万とされているのに対しこのような大きな分子量を示した理由としては、還元剤によってはケラチンモノマーが集合した状態になることが考えられる。

3-2 抽出ケラチンの透析方法

抽出ケラチンの透析において、①透析中にケラチンの活性SH基が酸化され凝集沈殿すること、②常温保管時に3%以上のケラチン溶液は相互に結合し白色のゲルに変わることが問題となった。そこで、①透析中の酸化防止、②ケラチンの溶解性向上を検討した。まず、透析液にメタ重亜硫酸ナトリウムを添加した還元溶液を用いて透析を行った場合の成膜の強伸度変化を調べた(図6)。その結果、強度、伸度ともに、メタ重亜硫酸ナトリウム濃度2.0 g/lにピークがあることがわかった。酸化防止することは、成膜の強伸度を向上させる効果が高いことが明かとなった。その理由は、ケラチンが凝集沈殿するとその沈殿物はろ過して廃棄されることからケラチン濃度が他の薬剤に比べ相対的に低下する、SH基が酸化されず活性が高い状態を維持しているためとみられる。

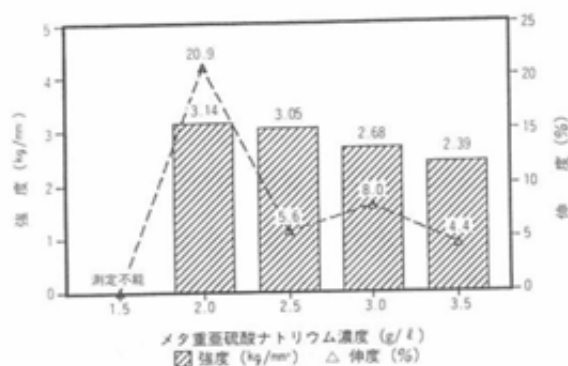


図6 透析液のメタ重亜硫酸ナトリウム濃度と成膜の強伸度

〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100mℓ、2-メルカプトエタノール10g、SDS5gで50℃×5時間抽出
 〈透析条件〉 抽出したケラチン水溶液(10mℓ)を、各濃度のメタ重亜硫酸ナトリウム水溶液(1L)で15時間×2回透析。

図6 透析液のメタ重亜硫酸ナトリウム濃度と成膜の強伸度

また、透析液にSDSを用いた場合も同様の効果があることがわかった(図7)。5 g/lに強度のピークがあり、伸度は20 g/lにピークがあった。いずれも凝集沈殿は起こらなかった。SH基の酸化については、メタ重亜硫酸ナトリウム2.0 g/l添

加で強度3.14 kg/mm²に対し、強度のピークが2.29 kg/mm²であり、明白ではないが酸化防止の効果は得られないとみられた。

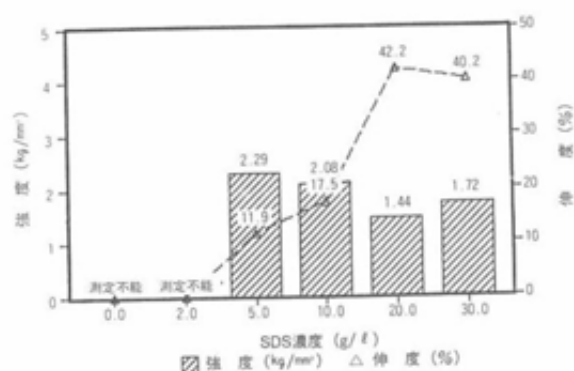


図7 透析液のSDS濃度と成膜の強伸度

〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100mℓ、2-メルカプトエタノール10g、SDS5gで50℃×5時間抽出
 〈透析条件〉 抽出したケラチン水溶液(10mℓ)を、各濃度のSDS水溶液(1L)で15時間×2回透析。

3-3 ケラチン溶液の安定化、活性維持

ケラチン溶液に界面活性剤SDSを添加すると、長期間放置してもケラチン溶液は凝集沈殿せず、ゲルにも変化しないことがわかった(表6)。

さらに、界面活性剤添加ケラチン溶液による成膜の強伸度は大幅に向上することがわかった。透析液にSDSを用いた前図の場合と同濃度を透析後のケラチン溶液に添加することでほぼ同様の強伸度向上の効果があつた。そこで、各種界面活性剤を0.5% sol.添加してその強伸度を比較した(図8、図9)。

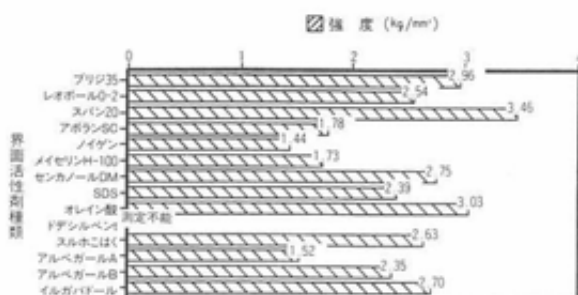
その結果は、最も強度が高かったのはスパン20(ソルビタンアシルエステル(ノニオン);前表参照)で3.46 kg/mm²、最も伸度が大きかったのは、アルベガールA(アルキルアミンポリグリコールエーテル硫酸(両性))で139.7%であつた。それぞれ特有の強伸度への影響を有するが、SDSを標準としてその差で比較すると、強度が高い場合は伸度が小さく、強度が低い場合は伸度が

表6 SDS添加量とケラチン溶液の安定度

分	SDS濃度	%SOL.	0	0.1	0.5	1.0	3.0
0			溶液状態	溶液状態	溶液状態	溶液状態	溶液状態
100			同上	同上	同上	同上	同上
150			白濁ゲル化	同上	同上	同上	同上
165				白濁ゲル化	同上	同上	同上
180					同上	同上	同上
195					同上	同上	同上
210					表面膜化	同上	同上
225						表面膜化	同上
240							同上
255							同上
270							表面膜化

必理：透析後のケラチン溶液（約1.5%sol.）を15ccずつに分けて、80℃常圧乾燥

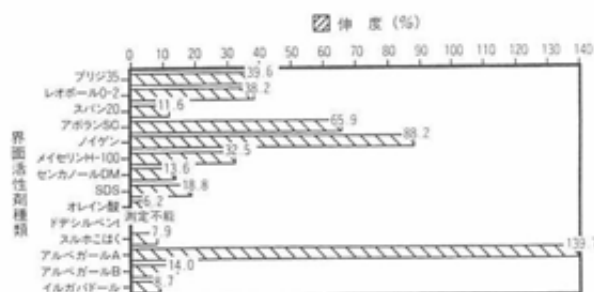
大きい傾向にあった。そのいずれもSDSを上回ったのは、ブリジ35（ポリオキシエチレンドデシルエーテル（ノニオン）、レオポール0-2（ポリオキシエチレンアルキルアリルエーテル（ノニオン）であった。



〈界面活性剤添加方法〉

標準還元法で抽出したケラチン水溶液を2g/ℓのメタ重亜硫酸ナトリウム水溶液で15時間×2回透析。その溶液に対し各種界面活性剤を0.5%sol.添加。

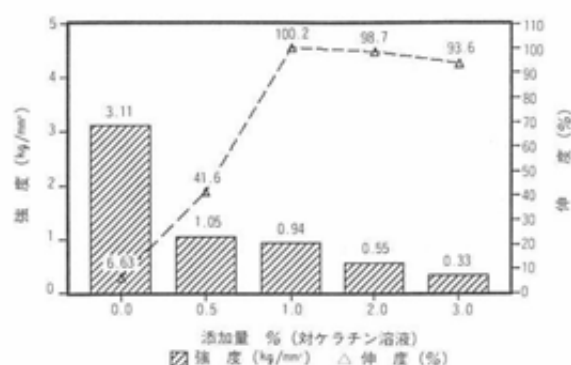
図8 界面活性剤種類と成膜の強度



〈界面活性剤添加方法〉

標準還元法で抽出したケラチン水溶液を2g/ℓのメタ重亜硫酸ナトリウム水溶液で15時間×2回透析。その溶液に対し各種活性剤を0.5%sol.添加。

図9 界面活性剤種類と成膜の伸度



〈グリセリン添加方法〉

標準還元法で抽出したケラチン水溶液を2g/ℓのメタ重亜硫酸ナトリウム水溶液で15時間×2回透析。その溶液に対し各量のグリセリンを添加。

図10 グリセリン添加量と成膜の強伸度

また伸度の増加を図るためには、通常はグリセリン添加が有効である。グリセリン添加量と強伸度の関係を見ると、添加量とともに伸度が上がり、添加量1.0%sol.で伸度100.2%となった（図10）。1.0～3.0%sol.ではやや低下傾向で横ばいとなった。一方、強度は添加量とともに大幅に減少した。これらの原因は、グリセリン添加によりケラチン分子間の結合力が低下するため、またはケラチン分子が溶液中で形態変化すること等が考えられる。界面活性剤の添加による強伸度への影響も同様とみられた。

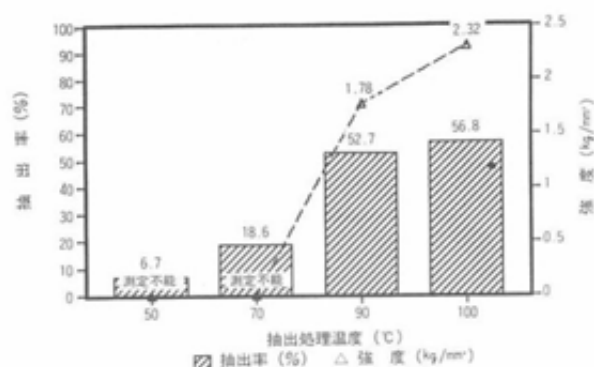
3-4 羊毛の高温抽出方法

低コストで効率の良い溶解方法を見いだすため、試験用染色機（カラーベット）を用いて、高温・短時間の抽出処理を行うことを検討した。メタ重亜硫酸ナトリウムを用い、抽出温度を変えて抽出率と強度の関係を調べた（図11）。抽出温度50～70℃では抽出率は低く、強度については成膜がもろく測定不能となった。温度90℃以上では抽出率は50%を越え、100℃では強度2.32kg/mm²となった。

次に抽出処理時間と抽出率、強度との関係を調べた（図12）。処理時間20分で抽出率41.0%、40分で56.8%と抽出率は大きくなるが、60分を越えるとほぼ横ばいとなった。一方、強度については抽出時間40分では強度2.32kg/mm²だが、60分以上では成膜はもろくなり、測定不能となった。40分、180分の分子量分布を比較するとほとんど変わらなかった（図13）。ケラチン分子が変性する等が考えられる。この還元剤の場合、100℃では40分以内が成膜の条件で、40分より20分のほうが強度が高いことから、90℃前後で抽出時間を変えてみるとさらに高い強度が得られるかも知れない。

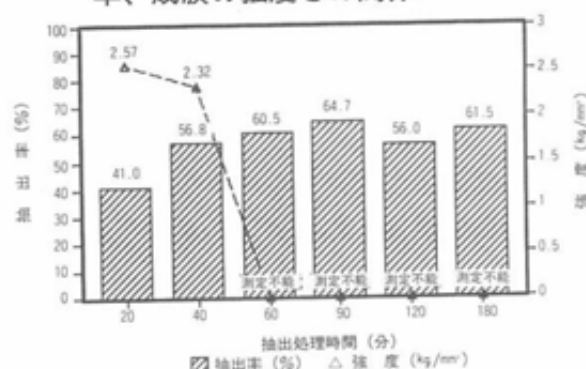
次に尿素添加量と抽出率、強度との関係を調べた（図14）。尿素添加量の増加とともに抽出率は大きくなった。一方、強度については、尿素添加量180g/l（対羊毛重量180%）までは成膜の強度は測定不能となった。300g/l（対羊毛重量300%）で強度2.44kg/mm²、480g/lで2.32kg/mm²となった。尿素添加量が小さい場合で、一定の抽出率があるにも関わらず成膜がもろいのは、尿素濃度とケラチン分子変性及び溶液中での形態変化等との関係によることが考えられる。

以上の試験結果から標準的な高温還元抽出法を決定した。（図15）



〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100mℓ、SDS5g、メタ重亜硫酸ナトリウム10gで各温度×40分抽出。

図11 高温還元抽出における処理温度と抽出率、成膜の強度との関係



〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100mℓ、SDS5g、メタ重亜硫酸ナトリウム10gで100℃×各時間抽出。

図12 高温還元抽出における処理時間と抽出率、成膜の強度との関係

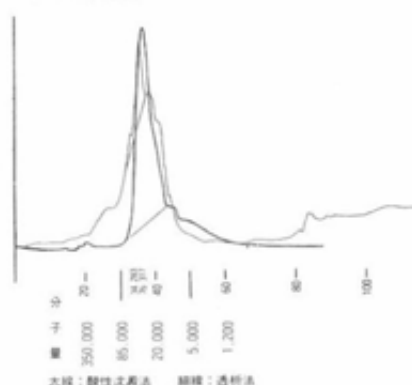
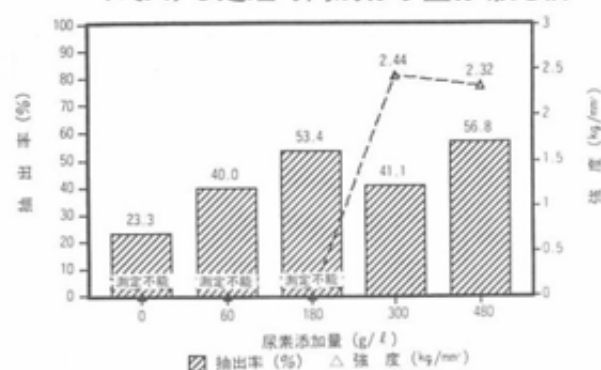


図13 メタ重亜硫酸ナトリウム高温還元抽出における処理時間別分子量分布比較



〈抽出条件〉 羊毛10g、SDS5g、メタ重亜硫酸ナトリウム10g、各尿素量で100℃×40分抽出。

図14 高温還元抽出における尿素添加量と抽出率、成膜の強度との関係

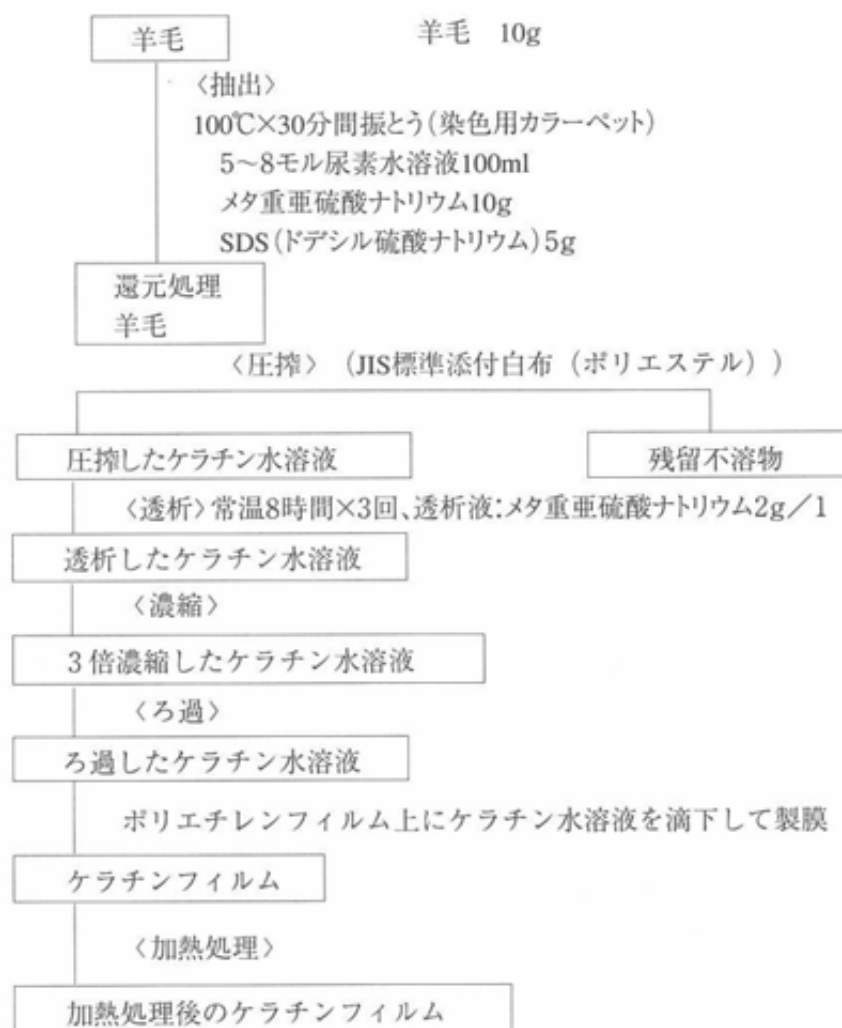


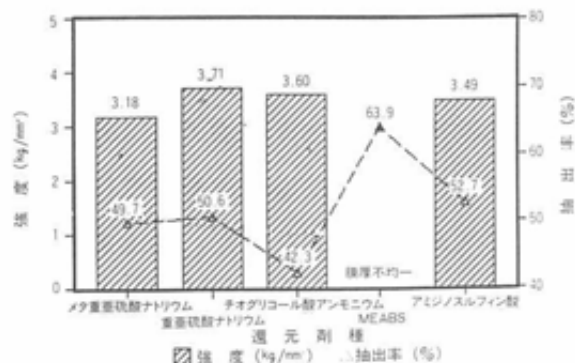
図15 高温還元抽出法

従来法に対し、本研究で検討して新しく提案した工程は次の3点である。

①メタ重亜硫酸ナトリウムで抽出する：2-メルカプトエタノールのような強い悪臭なく抽出ができ、この還元剤がケラチン抽出に関し有効に働く温度90~100℃でケラチン分子鎖の切断に至らず、反応性を低下させない条件が得られることがわかった。②透析液にメタ重亜硫酸ナトリウム2g/lを加えて透析する：透析中酸化防止することは重要で、ケラチン水溶液の凝集防止、反応性の維持に効果的であることがわかった。③透析後のケラチン水溶液にSDS5g/lを添加する：タンパク水溶液に界面活性剤を加えて、タンパクの凝集を防止することは一般に知られてい

るが、界面活性剤添加が成膜強度にも大きな効果があることがわかった。

つぎにメタ重亜硫酸ナトリウムを用いる高温抽出法の条件をそのままに、還元剤を変えて抽出を行った結果を図16に示す。



〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100ml、SDS5g、各種還元剤10gで100℃×30分抽出。

図16 各種還元剤による高温還元抽出における抽出率と成膜の強度

3-5 酸性沈澱処理によるケラチンの精製方法

ケラチンの活性が高い状態を維持しながら、短時間で精製する方法について検討した結果は次のとおりである。溶解したケラチンは、硫酸酸性（ケラチン溶液と等量の2N硫酸添加）で高い粘性のある沈澱物となる。還元剤メタ重亜硫酸ナトリウムで溶解した場合だけは3-4で用いた他の還元剤の場合と異なり、その沈澱物は水に溶け、再度硫酸酸性にすると同様の沈澱物が得られるという可逆変化を示した。この特性を利用して、精製時間を短縮（30時間→約20分）する方法を見いだした（図17）。この方法で精製したケラチンの分子量分布を測定した結果、透析によるケラチンに比べ、水に溶解しやすい低分子量のケラチンがほとんど含まれなくなり、分子量45,000前後を主成分とすることがわかった（図18）。亜硫酸塩により、ケラチンタンパク質のS-S結合を開裂すると、チオール化合物による還元と異なり1molのS-S結合から1当量のSHしか生成しない（図19）。他方、1当量のS-スルフォ塩が生成し、これが上述のような可逆性に寄与していることも考えられる。

次に、透析法と酸性沈澱処理法の成膜の強伸度を比較した結果を示す（表7）。強度は透析法2.49kg/mm²、酸性沈澱法2.66kg/mm²とやや酸性沈澱法のほうが高くなった。しかし、伸度については酸性沈澱処理法は透析法に比べ大幅に低くなった。抽出率はそれぞれ49.7%、49.0%とほとんど変わらなかった。

酸性沈澱法においては、酸沈澱時に低pH領域が必要なため、高い硫酸濃度が必要となる。成膜時には、これを中和するため

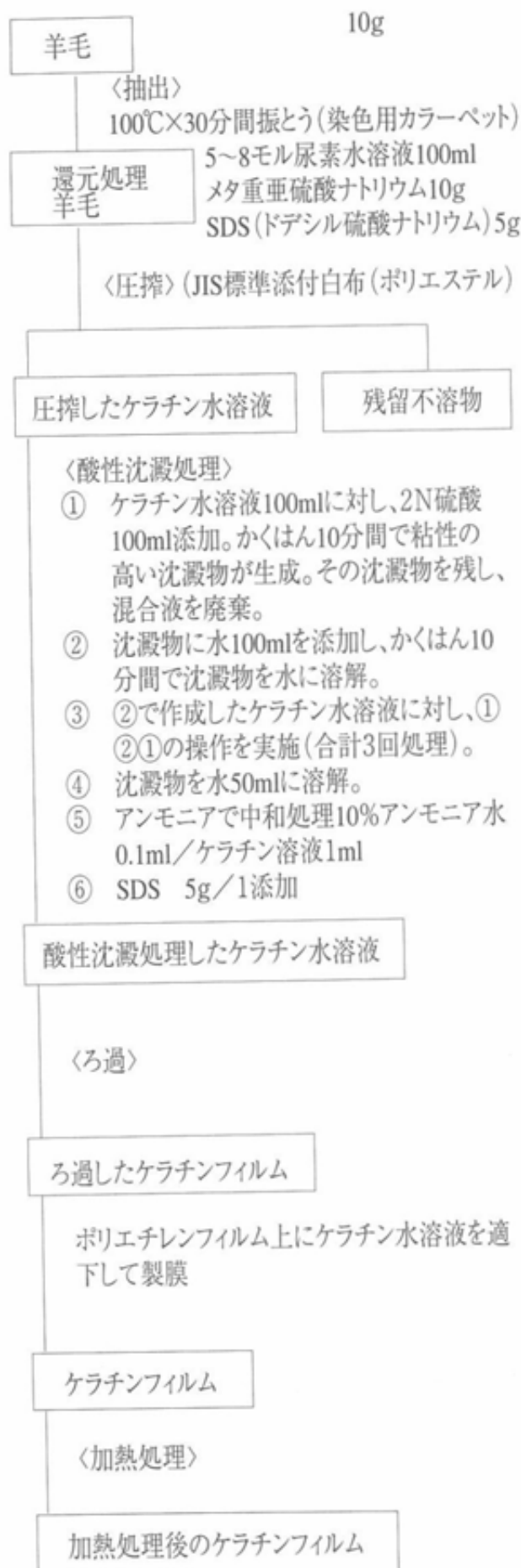


図17 高温還元抽出法
(酸性沈澱処理による精製及び濃縮)

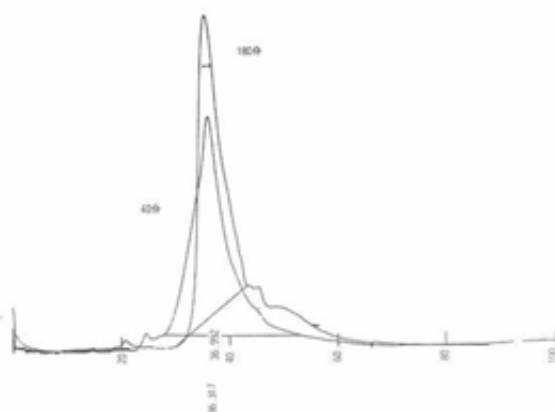


図18 分子量分布の比較

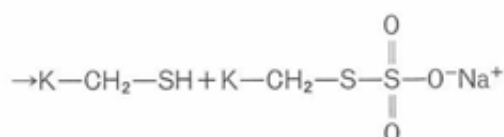
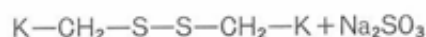
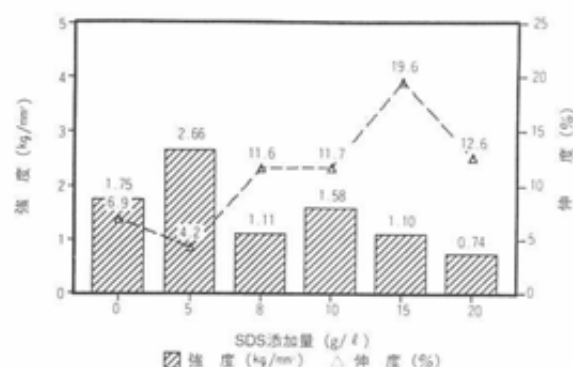


図19 亜硫酸塩による還元

表7 透析法と酸性沈殿処理法の成膜の強伸度の比較

	強度(kg/mm ²)	伸度(%)	抽出率(%)
透析法	2.46	22.1	49.7
酸性沈殿法 (中和後SDS5g/l添加)	2.66	4.2	49.0

〈抽出条件〉 羊毛10g、8M尿素100ml、SDS5g、メタ重亜硫酸ナトリウム10gで100℃×40分抽出。



〈SDS添加方法〉

高温還元法で抽出したケラチン水溶液を酸性沈殿処理により精製し、中和処理をした後、各量のSDSを加え攪拌。

図20 酸性沈殿処理、中和後のSDS添加量と成膜の強伸度

アンモニアを用いるが、この時生成する硫酸アンモニウムの影響を考慮する必要がある。その対応策としては、十分に洗浄することで、数回の繰り返し沈殿、溶解処理後の硫酸濃度をできるだけ減少させることが必要となると考えられる。

酸性沈殿処理による精製法から得た成膜は、透析法による成膜に比べ伸度が低いことに対応するため、SDS添加による強伸度への影響を調べた(図20)。その結果、強度についてはSDS添加5g/lで2.66kg/mm²とピークを示し、伸度についてはSDS添加15g/lで19.6%とピークを示したが、その時の強度は1.1kg/mm²と大幅に低下した。

4 成果

以上の内容をまとめると次のようになる。

- (1) 還元溶液を用いた透析によりケラチンは凝集せず、透析後のケラチン溶液に界面活性剤を添加すると、溶液は安定化し、その溶液による成膜の強伸度が大きく増加することを明らかにした。
- (2) 試験用染色機を用いて、100℃×30～60分間の抽出処理を行うことで、効率良く羊毛からケラチンを抽出でき、活性も維持できることを明らかにした。
- (3) 還元剤メタ重亜硫酸ナトリウムで100℃抽出した場合の酸性沈殿、水溶解の可逆変化を見だし、精製時間を大幅に短縮(30時間→約20分)できる精製方法を明らかにした。

5 おわりに

ウールケラチンの製品化にあたり、ケラチンの抽出方法について基礎的な事項について検討したが、まだまだ製品化の道のりは遠いように思われる。コスト的に適合する可能

性へのアプローチという点ではある程度の進展は得られたものの、再利用的な面、製品独自の高機能化の面などでケラチン独自の性質の中から優れた機能を引き出すような成果は得られなかった。今後の研究においてこの課題に対応して行きたいと考える。

最後に、この研究を進めるにあたり、多大なご助言を賜りました大阪市立大学 助教授 山内清様に深く感謝します。

参考文献

- 1) 北野ら、テキスタイル&ファッション、9, 254 (1992)
- 2) 北野ら、テキスタイル&ファッション、10, 578 (1993)
- 3) 野澤、上甲、大阪府立産業技術総合研究所報告 技術資料No 2 (1992)
- 4) 山内清、高分子加工、43, 14 (1994)
- 5) 高木俊夫ら、蛋白質核酸酵素、21, 811 (1978)