洗毛用溶剤について*

最適溶剤探求のための一考察

会 員 佐 貫 治 夫**

1. ま え が き

羊毛紡績（梳毛および紡毛）における最初の処理段階としての洗、乾毛工程の役割はきわめて大きく、その処理結果の巧拙によってカーンク以後の後続諸工程に対して大きな影響を及ぼし、ひいては紡績糸や織物などの諸製品の品質を左右することになる。

近時紡績諸分野の工学的研究の進展に伴い、羊毛紡績においてもカーンク以後の諸工程においては急速な技術的革新が行なわれ、高能率化、高品質化、低コスト化を意図した連続自動方式に基づく生産機構の導入が実現しつつある。これに対してこのような重要な役割を持つ洗、乾毛工程のみは、新しい洗剤の採用や一部の単位機械の機構上の部分的改善が行なわれた以外には、全体としては旧態依然とした長大な設備であって、数槽を連結してその中に満たされている夜中に原毛を浸せきして順次前進移行させて洗い上げるという方式で、能率的にも決して十分とはいえないようである。（現在一般に行なわれている洗毛方式としては、せっけんソータ液によるアルカリ洗毛や非イオン系洗剤などによる中性洗毛あるいはこれらの併用方式が行なわれており、いずれもその第1槽では温水のみによる浸毛処理すなわち広義のスイント スカーリングを採用する場合が多い）。

最近になってこのような実情に対して根本的な再検討が要望され、より簡易で完全な新方式の出現を期待する気運が高まってきている。そしてこれを実現するための行き方の一つとして、溶剤洗毛方式が注目され関心が持たれている。（またごく最近 ノェント スカーリング方式がクロス アップされてきたか、これはまた試験段階であり、本格的な実用化には至っていない）。わが国

における溶剤洗毛の歴史はかなり古いものようであるが、過去のものは固定密閉式であり、操作上非能率、不便であったのと、使用溶剤による火災および衛生上の危険などから、タール付羊毛やノイルなどの特殊原料の場合に一部使用された以外にはあまり発展普及しなかった。しかし戦後国内でも不燃性溶剤の製造がさかんとなり、また石油系溶剤の進出もみられ、本方式の有効性が再認識され、わが国でも数年前某社でパイロットプラント（浸せき方式）の稼動を試み、またオーストラリア CSIRO やスウェーデン、イタリアなどにおいても新機構に基づく連続自動方式（流下方式）を完成し、実際操業を行なっていると伝えられている。

しかし今後わが国で本格的に本方式を採用実施するためには、またいろいろ検討、研究を要する問題が残されており、はたして本当に従来の普通洗毛方式より有利であり、これに代替し得るものであるかどうかについては、慎重に総合的に判断する必要があると思われる。そこでこのために必要と考えられる種々な研究課題のうち、まず“最適溶剤の探求（溶剤の選択）”について検討する必要があると思われる。すなわちわが国で連続方式による溶剤洗毛を実施するとした場合、数多くある溶剤の中てどの溶剤を選択使用するのか最もよいかという点について結論を出すためである。そしてこの場合、解析を要する項目としては

- 1) ヨーク除去能（溶脱力）について
- 2) 疲労性について
- 3) 回収性について
- 4) 機械材質への腐蝕性について
- 5) 引火爆発性、衛生上について
- 6) 洗い上りの羊毛の性状、紡績性について
- 7) 価格について
- 8) 溶剤と他のものとの混合系による有効性について

* Studies on Solvents for Degreasing Raw Wool

** H Sanuki Member, 東京農工大学工学部

などが挙げられ、これらの各結果を総合して判断し結論つける必要があるわけである。ここではまずヨーク除去能、液の疲労性などの項目を主な対象として行なった実験の結果についてその概要を述べる。

2. ヨーク除去能(溶脱力)について

洗毛用溶剤としてのもっとも重要な基本的必要条件としては、いうまでもなく羊毛脂の溶解性の大きいことである。そしてこの溶解除去能は溶剤の種類によってかなりの相違があるものと考えられる。そこで本項では、現在工

業的に生産されており入手容易な各系統の溶剤から代表的なものをいくつか選び、それらの間にとの程度の差があるかについて比較検討してみた。この場合試料としては、まず脱水ラノリンを用いた場合を行ない、つきに実際のグリーシ ウールを使用して測定解析した。

2 1 ラノリンを試料とする場合の基礎的解析

実際の原毛(クリーシ ウール)を試料として使用するまえに、もっとも基礎的な解析として脱水ラノリンを試料として測定を行なった。すなわちクリーシ ウールを用いた場合には、溶剤で処理することによって、可溶性クリース分の溶解とともに不溶性スイント分も一部物理的に分離脱落分散してくるので、グリース分のみを対象とした厳密な意味での溶脱力の測定はできない。そこでまずここではラノリンを試料として測定することとした。

a 基本的溶解量曲線の測定比較

実際処理において対象となると考えられる処理時間の範囲内において、ラノリンに対する溶解量が溶剤の種類によってとの程度相違するかを知るために、各溶剤の場合の基本的溶解量曲線を求め比較してみた。

実験方法は省略するか、採用した各溶剤の諸性質を第1表にまとめて示す。いずれも現在わが国で生産されており入手容易なものであるか、この中には戦前派もあれば戦後新しく登場したものもあり、また引火爆発性、有

(第1表) 採用溶剤一覧表

溶 剤 名		化 学 式	比 重	沸 点
ケトン類系	アセトン	$\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$	0.791	56.5°C
	メチルエチルケトン	$\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$	0.805	79.6
	アノール (シクロヘキサノン)	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	0.948	147~156
エーテル類系	エチルエーテル	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	0.708	34.6
石油系	ミネラルターペン	—	0.794	187~208
	ケロシン (白灯油)	—	0.770~0.800	~200~
芳香族系	ベンゾール	C_6H_6	0.879	80.1
	トルエン (トルオール)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	0.872	110.5
炭塩素化合物の系	トリクロールエチレン	$\text{CCl}_2 : \text{CHCl}$	1.464	~87~
	パークロールエチレン	$\text{CCl}_2 : \text{CCl}_2$	1.630	~120~
	メチレンクロライド	CH_2Cl_2	1.336	39.8
	四塩化炭素	CCl_4	1.595	76.8
	クロロセン (1・1・1 トリクロルエタン)	CCl_3CH_3	1.570	45.8
	プロピレンジクロライド	$\text{CH}_2\text{Cl} \cdot \text{CHCl} \cdot \text{CH}_3$	1.160	94~

毒性、価格などの点からして洗毛用として実際工場で使用するには不適当であることか初めからわかっているものもあるか、ここではもっとも基礎的な解析であるのでこれらのものも含め、各系統から代表的な溶剤をいくつか選び、それらの溶脱力を比較することとした。

得られた結果として、溶剤別に溶解量曲線を図示したものか第1図である。本図によって明らかなように、同

(第1図) 各溶剤による脱水ラノリンの溶解量曲線

一実験条件によった場合脱水ラノリンに対する溶解力は溶剤の種類によって非常に相違する。短時間処理で相当の溶解力を示すものは以後も処理時間の経過とともにかなり急激に溶解量を増大するが、処理初期に低値のものは5min~継続処理しても溶解量はほとんど変化なく一

定低値を示す。そして最大の溶解力を示すトリクレンの場合と最小のアセトンの場合とは、その溶解力は実に 30 倍程度相違しているということかきよう（なおメチルエチルケトンによるラノリンの溶解状態はきわめて特異であって、本測定結果は完全溶解量とはいいいにくく、このような現象から判断して M E K. は洗毛用溶剤としては不適当と考えられる。またアノンもやや同様な傾向か認められる）。実際処理において主な対象となり主役を果たすと思われる合成系溶剤と石油系溶剤とは、そのラノリン溶解力に非常に大きな差があり、この点では前者かはるかにすぐれていることが指摘できる。なお本項の測定結果から得られたもう一つの点として、溶剤の比重値の関係からラノリンの溶解方向か溶剤の種類によって上方へのものと下方へのものとに分かれることあり（脱水ラノリンの比重は 0.943）、このような溶解方向すなわち溶液での層別方向は、実際処理における採用溶剤の選択および機械装置の設計に対して一つの要因となるであろう。

なお本項の測定結果はあくまでもラノリンを試料とした場合であって、実際の実毛を処理した場合にはたして同様の溶脱力順位を示すかどうかは後項の測定結果にまたねはならない。クリーン ウールを処理する場合には、不溶性スイント分および固形きょう雑物も加わり、また処理方式によっても影響を受けることか考えられるのである。

b 飽和濃度の測定比較

ラノリンを試料とする基礎的な解析においても一つの重要な事項として測定を要するのは、各溶剤の飽和濃度 (C_s) を求めることである。すなわち一定量の溶剤によってグリース分をとの程度まで溶解し得るかという限界値を求めることであり、これは最適溶剤の探求上からもまた溶剤洗毛を実際に工場て実施する場合にも必要な事項である。そこで本項では各溶剤の場合について測定してみた（ただしメチルエチルケトンは前項の測定結果からして不適当と判断されるので除外した）。

実験方法は省略するか、13 種類の溶剤について測定した結果を第 2 図に示す。これによってわかるように基礎的に脱水ラノリンを試料として測定した場合、 C_s 値は溶剤の種類によって非常に相違し、最大のものと最小のものとは実に 100 倍近い差があるといえよう。そしてこの C_s の順位は、前項の溶解量曲線に示された順位とおおむね一致しており（部分的には順位の入れかわっているものもあるか）、初期溶解力のすぐれている溶剤は、

(第 2 図) 脱水ラノリンを使用した場合の各溶剤の飽和濃度

処理時間の担当長い範囲にわたって溶解作用を継続進行させるか、溶解力の小さい溶剤の場合には、いくら長時間に作用させてもその溶解量は初めの短時間に溶解した量とあまり変わらないことかわかる。

実際に溶剤洗毛を実施する場合、採用すへ溶剤としては作業能率上からもまたコスト的にも当然飽和濃度値の大きいものか好適と考えられるのであるか、本項の測定結果によって明らかなように、 C_s 値は溶剤によって非常に相違するので、その選択には十分考慮する必要かあろう。ただし実際の実毛を処理する場合の液の疲労性（原毛の残脂率という観点からした）については、別途に測定解析する必要かあると考えられる。

2.2 原毛を試料とする場合の基礎的な解析

本項では実際の実毛（クリーン ウール）を試料として使用し、各溶剤のヨーク除去能の比較を行なった。この場合実際処理方式として浸せき方式と流下方式の 2 つの場合かあるので、この両者についてそれぞれ解析した。ただし実際の処理装置では、数セクションに分かれて同様な操作を数回繰り返したり（繰り返し操作）、あるいは溶剤液中で揺動かくはんを与えたりして処理効率の増大を図っており、最終段階での洗い上り羊毛の残脂率はきん少である（少なくとも 1% 以下）ことか必要であるか、ここでは溶剤間の比較を主目的としているので、ますすへて単一操作（ある量の実毛をある量の溶剤でたた 1 回だけ処理する場合）によることとし、また流下方式の場合としては積極的な液圧を付与することは行なわず自然液重によることとし、浸せき方式の場合としては揺動かくはんを付与しない静的浸せきの方法によることとしたのである。さらにまた実際処理装置では、いずれの方式でも必ず絞りローラ装置か設置されてお

り、これによる絞り出し作用が洗毛効率すなわち洗い上り羊毛の残脂程度に非常に大きな影響を持つことになるが、ここではやはり溶剤間の差を求めるのを主目的とするという意味から、絞り程度をかなり甘くした場合について実施することとした。したがって前記の単一操作によったことと複合して、処理後羊毛塊の残ヨーク率は実際の最終洗い上りの場合よりはかなり大きな範囲にとまり、このような場合における比較ということになるわけである。

なお試料原毛としては、わが国の毛紡工場で使用されている原毛中에서도最も標準的なものとして、オーストラリア産メリノ種、質番 64 s のものを使用し、パー、シードなどの植物性きよう雑物および土砂のない様なヨーク付着状態を得て試料とした。本試料原毛集団のヨーク分付着量（原毛絶乾量に対する）はつぎのようである（母平均の 95 % 信頼限界で示す）。

25 28±1 26（スイント分 7.72±0 36%，クリース分 17 56±0 90 %）

また試料原毛塊の多孔度値は常に 90 % の状態に規定して測定を実施した。

a. 流下方式（無加圧単一操作）による場合

実際処理工程の連続方式溶剤洗毛装置として、C S I R O のシローン紡織研究所などで行なわれている方法は、移動ラチス上に載せられた原毛フリースの上方から溶剤を噴射注加し、可溶性クリース分を主とするヨーク分および土砂など固形きよう雑物の一部は下方に滴下除去され、次段階で同様な機構によって汗質スイント分を噴射水洗している。これはすなわち流下方式に基づくものであり、このような方式による利点としては、フォークモーションかないため繊維に無理がかからず、からみ合い凝集化を起こすことも少なく、したがってカーシンクによる繊維の切断が少なくトップ歩留りがよく、紡出糸、織物などの製品の品質の向上を図ることかきるといわれている。そこで本項では、このような流下方式による溶剤洗毛の基礎的事項として、無加圧単一操作によった場合について測定比較してみた。

実験方法は省略するが、²⁾初流下所要時間 $T_f(\text{sec})$ 、単位時間当り流出量 $Q_f(\text{cc/sec})$ 、抽剤比 α_f 、排出ヨーク量 $Y_f(\text{g})$ 、処理後原毛塊の水による抽出分残留率（残留スイント率 $sR_f(\%)$ ）、処理後原毛塊のエーテルによる抽出分残留率（残留クリース率） $gR_f(\%)$ 、処理後原毛塊の残留ヨーク率 $yR_f(\%)$ の各項目について測定した。得られた結果のうちここでは yR_f についてのみ示す

(第3図) 流下方式による各溶剤の場合の処理後原毛塊の残留ヨーク率 (yR_f) の比較

(第3図参照)。この値は sR_f と gR_f の2残留率を加算したものであつて、もちろんこの値の小さい溶剤がヨーク分除去能（溶脱力）のすぐれたものであることになる。そして前述したように、溶剤可溶性のグリース分の溶出に伴って、不溶性スイント分も同時に一部はメカカルに分離脱落分散するものと考えられるから、前者の2残留率はそれほど厳密な区別は持たないことになり、この両者を加算した本残留率の値の大小か、流下方式によった場合の溶剤の種類による洗毛効率を比較し判断する上において重要な意味を持つことになるわけである。

本結果によって考察すると、ベンゼンとメチレンクロライドの両者かもっとも溶脱力かすぐれており、つぎに〔ケロシン、四塩化炭素、クロロセン、トルエン〕の一群が同程度であり、そのつきには〔エチルエーテル、トリクレン、ミネラルターペン、パークレン、フロピレンシクロライド〕の一群が同程度であり、以下アノン、メチルエチルケトン、アセトンとかなりの差を示して溶脱力は劣っている。このうちフロピレンシクロライドは排出ヨーク量 Y_f 値が大きいかかわらず、残留ヨーク分があまり小さくない結果を示したか、これはヨーク中の可溶性グリース分の排出は多いか、不溶性スイント分の残留もまた多いために yR_f 値がやや大きくなったものと解釈される。逆にベンゾールの場合は残留スイント量が極端に少ないということによって yR_f 値が小さく順位が上かっているか、残留グリース量はかなり多いのである。なおこれらとともに考えられることは、比重の軽い溶剤のうちベンゾール、ケロシン、トルエンのように α_f 値の小さいものは、それだけ処理後羊毛塊中の滞留液量が多いわけであるか、試料塊をガラス管容器から取り出したのち絞り作用を与えるので、同一程度に絞られても絞り出され除去される液量が多いので、この液とともにその中に溶解されていたかなり濃厚なヨーク分が排除される割合も多くなり、したがってそれだけ残

留ヨーク率は小となることになる。このことがこれらの溶剤の場合 yR_f 値の小さくなった理由と考えられるが、実際処理上からいっても必ず洗毛装置中に絞り処理段階を設けねばならぬわけであるから、 α_f 値が小さく絞りに出される量が多いほうが適切であるということになることも考えられよう。しかし全般的に検討してみると、ケトン類系の3溶剤は非常に悪い結果を示しているが、他の各溶剤間にはそれほど大きなヨーク分残留量の相違はないものと判断するのが妥当なようである。ただしこれは絶乾量 5.0 g の原毛に対して 100 cc の溶剤を注加流出させた場合についてであるが、本結果によっても流下方式という処理機構の特殊性がなにか存在するように推察されるのである。たとえば溶剤の純粋な溶脱力以外にメカニカルなヨーク分除去能が加味されるために溶剤間の差が少なくなるのではないかということであって、この点については次項の浸せき方式の場合の測定結果と比較すれば明らかとなるものと思われる。

ここで本項のまとめとして、溶剤別に総合的な順位づけをするために、各測定項目において得られた順位によって各溶剤を採点し（最高点14点～最低点1点として、 T_f についてはこの値の小さいものから順に、 Q_f , α_f および Y_f についてはこの値の大きいものから順に、また sR_f , cR_f および yR_f についてはこの値の小さいものから順に大きな得点を与えた。ただし同一順位あるいは同一程度と判断される場合には、それらの溶剤に対してすべて同一得点を与えた）。それらを加算してみると第2表のような結果となる。この総合得点によって順位づけると、流下方式による場合の溶脱力のみを対象とし

た好適溶剤としてはつぎの順序となる。

メチレンクロライド>トリクレン>四塩化炭素>エチルエーテル>パークレン>プロピレンジクロライド>クロロセン>トルエン>ケロシン>ヘンゾール>ミネラルターペン>アセトン>メチルエチルケトン>アノン

これによってわかるように、合成系溶剤6種類がすべて上位に続いており、石油系溶剤はいずれも中位以下である。このような順位となる理由の一つとして、合成系溶剤の比重値が大きいことによって α_f , Y_f での得点か大きいことか挙げられるが、処理方式として流下方式による場合は、事実この溶剤の重さということが処理機構に直接大きな影響を及ぼすと考えられるから、総合的溶脱力のみについての順位としてはこれよりよいと考えられる（ただし経済的側面からすると、比重の大きい溶剤は同一重量でも液量は少ないわけ、その単位価格にとらみ合わせてコスト的には別途に考慮を必要とするわけである）。

b 浸せき方式（静的単一操作）による場合

実際の連続溶剤洗毛処理方式として、前項の流下方式とは別に、わが国の某工場で試みられたものは、洗槽中に荷された溶剤中を中板（多数の孔をあけてある）上に供給した原毛を、爪車によって浸せき前進移行させ、クリーン分を溶解除去も同時に土砂などのきょう雑物を排除するというものである。そこでここでも基礎的事項としてこのような浸せき方式の場合（ただし単一操作）についても測定解析する必要³⁾があると考えられるのである。

実験方法は省略するか、³⁾ 抽削比 α , 排出ヨーク量

（第2表） 流下方式による場合の溶脱力のみについての各溶剤の総合得点と順位

溶 剤 名	測定項目	T_f	Q_f	α_f	Y_f	sR_f	cR_f	yR_f	合計点	順 位
ア セ ト ン		13	12	7	1	1	1	1	36.0	12
メチルエチルケトン		10.5	9.5	5.5	2	2	2	2	33.5	13
ア ノ ン		1	1	3	3	3	12	3	26.0	14
エチルエーテル		13	12	8	4.5	5	12	6	60.5	4
ミネラルターペン		3	3	5.5	12	7.5	4.5	6	41.5	11
ケ ロ シ ン		2	2	3	13	11	8	10.5	49.5	9
ベ ン ゾ ー ル		4	6	1	4.5	14	4.5	13.5	47.5	10
ト ル エ ン		6.5	6	3	6	7.5	12	10.5	51.5	8
ト リ ク レ ン		10.5	12	13	10.5	7.5	12	6	71.5	2
パ ー ク レ ン		9	9.5	14	8	7.5	4.5	6	58.5	5
メチレンクロライド		13	14	10.5	8	13	8	13.5	80.0	1
四 塩 化 炭 素		6.5	6	12	10.5	11	8	10.5	64.5	3
ク ロ ロ セ ン		6.5	6	10.5	8	11	4.5	10.5	57.0	7
プロピレンジクロライド		6.5	6	9	14	4	12	6	57.5	6

Y_s (g), 処理後原毛塊の水による抽出分残留率 (残留スイント率) sR_s (%), 処理後原毛塊のエーテルによる抽出分残留率 (残留クリース率) gR_s (%), 処理後原毛塊の残留ヨーク率 yR_s (%) の各項目について測定した。得られた結果のうちここでは yR_s についてのみ示す (第4図参照)。この値は sR_s と gR_s の2残留率を加算したものであって、もちろんこの値が小さい方がよい。溶

程度であり、そのつきにはミネラルターペンが入り、つきに〔トルエン、メチルエチルケトン、クロロセン〕の一群が同程度であり、つきにプロピレンシクロライトが入り、続いて〔ベンゼン、エチルエーテル〕が同程度であり、以下アノン、アセトンはかなりの差を示して溶脱力は劣っている。特に注目すべきことは、石油系のケロシン、ミネラルターペンの両者であって、これらは抽剤比 α_s が極端に小さかったために採取溶液量が少なく、したかつて排出ヨーク量 Y も極端に少なかったのであるが、残留ヨーク率のほうからみると、これらの溶脱力はそれほど悪くなくむしろ上位にあることである。この理由として考えられることは、前項 (流下方式) でも述べたように、金網容器中から取り出された処理後試料塊は軽い絞り作用を与えられるので、比重が軽く α_s が小で滞留液量の多いこれらの溶剤の場合、同一程度に絞られても絞り出され除去される液量が多いので、この液とともにその中に溶解されていたかなり濃厚なヨーク分が排除される割合も多くなり、したかつてそれだけ残留ヨーク率は小となることになる。このことかこれらの溶剤の場合 yR_s 値のかなり小さくなった理由と考えられるか、実際面で浸せき方式で行なう場合でも必ず絞り装置を必要とするわけであるから、溶脱力としてはその溶剤の持つ純粋な溶解力のほかに、当然この絞り出し作用もあわせ考えねばならないわけで、結局は絞り作用を受けたあとの羊毛塊に残留しているヨーク分が少なくなることか望ましいことになる。

(第4図) 浸せき方式による各溶剤の場合の処理後原毛塊の残留ヨーク率 (yR_s) の比較

剤別に検討してみると、処理時間が長くなると急激に yR_s 値の小となるものと、処理時間が短くても長くてもほとんど変化しないものと2系統に分かれている。たとえばエーテルの場合は短時間処理 (0.5, 1.0 min) ではきわめて溶脱力は悪いが、長時間処理 (5.0 min) となると yR_s 値はかなり小となり相当の溶脱力を示すようになる。各処理時間における yR_s 値の合計値の小なるものから各溶剤を順位つけてみるとつぎのようになる。

パークレン>メチレンクロライド>ケロシン>トリクレン>四塩化炭素>ミネラルターペン>トルエン>メチルエチルケトン>クロロセン>プロピレンシクロライト>ヘンゼン>エチルエーテル>アノン>アセトン
本結果によって考察すると、パークレンとメチレンクロライドの両者かもっとも溶脱力かすぐれており、つきに〔ケロシン、トリクレン、四塩化炭素〕の一群が同

ここで本項のまとめとして、溶剤別に総合的な順位づけをするために、前項 (流下方式) の場合と同様に、各測定項目において得られた順位によって各溶剤を採点し (やはり最高点14点~最低点1点として、 α_s および Y_s についてはこの値の大きいものから順に、また sR_s , gR_s および yR_s についてはこの値の小さいものから順に大きな得点を与えた。ただし同一順位あるいは同一程度と判断される場合には、それらの溶剤に対してすべて同一得点を与えた)。それらを加算してみると第3表のような結果となる。この総合得点によって順位つけると、流下方式の場合と同様に炭化水素の塩素化合物系 (合成系) の6溶剤がすべて上位に続いており、石油系溶剤は中位以下である。ただし処理方式として浸せき方式による場合には、溶脱力のみに対しては溶剤の比重値はそれほど大きな意味はなく、直接の影響を持たないと考えられるので、 α_s , Y_s による得点を除外し、 sR_s と gR_s との合計すなわち yR_s 値の大小のみによって順位つけ

(第3表) 浸せき方式による場合の溶脱力のみについての各溶剤の総合得点と順位

溶 剤 名	測定項目	α_s	Y_s	sR_s	cR_s	yR_s	合 計 点	総合順位	yR_s のみに よる順位
ア セ ト ン		6 5	7 0	1 0	3 0	1 0	18 5	12	14
メチルエチルケトン		5.0	8 0	2 0	13 0	7 0	35 0	7	8
ア ノ ン		6 5	2 5	3 0	1 0	2 0	15 0	14	13
エチルエーテル		8 0	12.5	4.0	5 0	3 5	33 0	10	12
ミネラルターベン		2 0	4 0	11 0	7 0	9 0	33 0	10	6
ケ ロ シ ン		1 0	1 0	11 0	10 0	11 0	34 0	9	3
ペ ン ゼ ン		3 0	2 5	6 5	3 0	3 5	18 5	12	11
ト ル エ ン		4 0	5 5	11 0	7 0	7 0	34 5	8	7
トリクレン		12 5	10 5	11.0	10 0	11.0	55 0	3	4
パークレン		12 5	14 0	11 0	14 0	14 0	65 5	1	1
メチレンクロライド		12 5	12 5	6 5	12 0	13 0	56 5	2	2
四 塩 化 炭 ン		12 5	10 5	6 5	10 0	11 0	50 5	4	5
ク ロ ロ セ ン		9 5	9 0	6 5	7 0	7 0	39 0	5	9
プロピレンジクロライド		9 5	5 5	14 0	3 0	5 0	37 0	6	10

をしたほうが溶脱力の比較としてはこの場合妥当であと
考えられる。すなわちこれは前記の yR_s 項のところで
示した順位であって、これによるならば石油系溶剤もか
なりの上位にあり、また合成系溶剤の中ではクロロセ
ン、プロピレンクロライドの両者があまりよくないこ
とが指摘される。

以上の結果からいえることは、繰り返し述べたよう
に、実際処理においては必ず絞りローラ装置があつて、
これによる羊毛塊中滞留溶液の絞り出し作用が行なわれ
るわけであるので、溶剤のグリース分溶解力かそれほど
すぐれていなくても、比重が軽く滞留液量の多い場合に
は、絞り処理後の羊毛塊中残留ヨーク率は溶解力のすぐ
れた溶剤の場合とそれほど相違しないのではないかと判
断されることである。このような観点からすれば、石油
系のケロシンはかなり有望ということになろう。

c. 単一操作による場合の両方式の有効性比較

aおよびbの両項において、それぞれ流下方式と浸せ
き方式によって、同一量のクリーン ウールを同一量の
各溶剤でたたく1回だけ処理したか、本項ではこれらの測
定結果から、溶脱力のみを対象とした場合、実際処理方
式としてはどちらかすぐれているかを検討考察した。

判定の基準としては、溶剤の溶脱力を直接示してい
ると考えられる試料羊毛塊の処理後残留ヨーク率 $yR_{f \text{ or } s}$
値 ($sR_{f \text{ or } s}$ 値と $cR_{f \text{ or } s}$ 値との合計値) によることが
もっとも妥当であると考えられるので、これによって比
較することとした。ただし両方式で処理時間(溶剤作用
時間)の取り扱いが異なっているので、 yR_f 値はそのま
まとし、 yR_s 値は4処理時間における各値の平均値に
よることとした。なおどちらの方式による場合にも本測定

結果は実際の連続処理工程として考えると、羊毛塊が1
セクションで1回だけ洗毛処理を受け、続いて絞りロー
ラによって絞り作用を受けて送り出された位置における
状態を近似的に表現していることになるので(ただし本
実験での絞り程度は実際の場合よりもかなり甘いもの
であるが)、こころもこのような意味においての比較とい
うことになる。

各方式の場合について各溶剤ごとにまとめて示すと第
4表のようである、本表によって明かなように、同一

(第4表) 処理後原毛塊の残留ヨーク率 $yR_{f \text{ or } s}$
による両処理方式の有効性の比較結果

溶 剤 名	流下方式	浸せき方式
	yR_f (%)	yR_s (%)
ア セ ト ン	10 89	15 98
メチルエチルケトン	9 97	13 16
ア ノ ン	8 59	15 36
エチルエーテル	5 90	14 18
ミネラルターベン	5 97	12 86
ケ ロ シ ン	5 41	12 38
ペ ン ゾ ー ル	5 08	14 14
ト ル エ ン	5 67	13 08
トリクレン	5 93	12 40
パークレン	6 04	10 73
メチレンクロライド	5 08	12 19
四 塩 化 炭 素	5 48	12 44
ク ロ ロ セ ン	5 55	13 17
プロピレンジクロライド	6 35	13.75
平 均 値	6 57	13 27

注) yR_s 値は各処理時間での値の
平均値による

量の原毛を同一量の溶剤で処理した場合、すべての溶剤について流下方式のほうが残留ヨーク率が少なくすぐれているといえよう。全溶剤についての平均値で比較してみると、浸せき方式の ${}_yR_s=13.27\%$ に対し流下方式の ${}_yR_f=6.57\%$ であり、全体的には流下方式の場合の残留ヨーク率は半分以下であることがわかる。これはa項でも述べたように、流下方式という処理機構の特殊性が存在し、溶剤の純粋な溶解力以外に、原毛たい積層の上方から下方に向かうメカニカルなヨーク分除去能(押し出し作用)が加味されるためにもたらされる効果であると推察される。実際処理において流下方式を採用する場合には、ジェット スプレでかなりの液圧を与えて溶剤を原毛層上に噴射注加するわけであるから、このような現象はより一層発現付加されるものと考えられる(もっとも浸せき方式でも液中で揺動攪拌を与えれば、処理効率はかなり向上すると思われるが)。

つぎに各溶剤ごとに検討してみると、どちらの処理方式にも好適な溶剤もあれば、どちらにも不適格な溶剤も認められ、さらにまた一方の方式には好適でも他方の方式にはあまりよくないという溶剤も存在している。溶剤別に示してみると

アセトン……劣等グループの代表であり、両方式の場合とももっとも成績悪く、溶脱力は極度に劣り残留ヨーク率が非常に多くなる

メチルエチルケトン……劣等グループ中に属する。ただ浸せき方式の場合やや良い傾向を示した

アノン……劣等グループ中でもアセトンに次いで悪く、両方式の場合とも不適当である

エチルエーテル……流下方式の場合には中程度であるが、浸せき方式の場合にはかなり悪く、全体としてはやはり劣等グループに属する

ミネラルターペン……両方式の場合とも大体同じ程度で中位グループに属する

ケロシン……両方式の場合とも予想外に高順位を示し、絞り処理後の残留ヨーク率は少なく、優秀グループに入った。これは特に不溶性スイント分の除去能が大きいことが原因している。実用上において注目すべき溶剤と考えられる

ベンゾール……総合的には中位グループに属するが、処理方式によって順位は非常に相違し優劣がはっきりしている。すなわち浸せき方式では不良であるが、流下方式では最良結果を示した。これも不溶性スイント分の除去能が大きかったためである

トルエン……典型的な中位グループである。両方式の場合ともほとんど同程度の順位である

トリクレン……中位グループの上に属する。しかし浸せき方式の場合にはかなりすぐれた結果を示す

パークレン……総合的には一応優秀グループに入るが、処理方式によって適応性がかなり異なる。すなわち流下方式ではあまりよくないが、浸せき方式では最良結果を示した

メチレンクロライド……優秀グループ中の最高であり、両方式の場合とも非常にすぐれている。可溶性グリース分に対する溶解力とともに、不溶性スイント分の除去能も同時に大きいことが指摘される

四塩化炭素……優秀グループに属する。また両方式の場合とも同程度の効果が認められる

クロロセン……中位グループに属するが流下方式の場合の方が順位は良い

プロピレン ジクロライド……予想外に悪い結果を示し、両方式とも同程度に順位は低く、劣等グループに入っている

以上のように単に残留ヨーク率の点だけから判断すると、同じ合成系に属する溶剤でも非常にすぐれているものもあれば、かなり劣るものもある。また特に注目されるのは石油系のケロシンであって、グリース分に対する純粋な溶解能はかなり悪いとみなされるにもかかわらず、総合的には絞り処理後の成績はかなり良いと考えられる。

2.3 液の疲労性について

従来の普通洗毛法(せっけんソーダ液や中性洗剤による)の場合にも、同一洗液を長く使用していると次第に洗毛効果が悪くなり、洗い上り羊毛の残脂率が大きく色沢も劣化することが認められており、これがすなわち洗液の疲労であって、特に非イオン系洗剤を使用する場合に著しいとされている。

では溶剤洗毛の場合はどうであろうか。有機溶剤は一般に油脂分の溶解力は著大であるが、せっけんその他の洗剤液の呈するような保護コロイド作用が少なく、汚れの粒子を安定に保持けんたくする力は小さいといわれている。したがってグリース、スイント、土砂などの不純物の溶脱が進み液濃度が増加した場合には、洗浄力は急激に減少し、汚れが羊毛繊維に再付着する傾向すら生じるといわれる。このようであるとすれば、処理時間の経過とともに浮遊する汚れの量が急激に増加することによ

り、溶剤の溶脱力の次第に低下することが考えられるが、最適溶剤の探求上このような疲労度が溶剤の種類によってどの程度相違するか、汚れの再付着が発生する限界濃度はどの程度異なるかなどについて解析し比較する必要がある。そしてこの場合、やはり処理方式によって傾向は異なるものと予想されるので、浸せき方式と流下方式の両場合についてそれぞれ測定し検討した。

a. 浸せき方式による場合

実験方法は省略するが、採用溶剤としては前項までの測定結果から比較上適当なものとして選んだ8種類によって、そして抽剤比 r_{as} 、処理後原毛塊の水による抽出分残留率 r_{sR_s} 、処理後原毛塊のエーテルによる抽出分残留率 r_{gR_s} の各項目について測定した。得られた結果のうちここでは r_{gR_s} についてのみ示す（第5図参照）。

(第5図) 浸せき方式による疲労性実験における各溶剤の場合の洗毛繰り返し回数による処理後原毛塊のエーテルによる抽出分残留率 (r_{gR_s}) の変化

なお r_{sR_s} については全般的に疲労性は認められなく、浸せき方式による洗毛処理の場合には、どの溶剤を使用しても洗い上り羊毛塊の残留スイント分は、溶剤が新しい場合でもかなり汚れている場合でもほとんど変わらないことが指摘された。したがって洗い上り羊毛塊の残留ヨーク率の変化傾向としては、ここに求まった r_{gR_s} 値による傾向と一致し、したがって疲労性のある溶剤の場合には、それは残グリース分の増加のためであるということになる。このような理由から、処理後原毛塊の残留ヨーク率 r_{gR_s} 値の変化傾向の図示は省略した。第5図によるとヨーク分中のクリース分を主な対象とした場合の疲労性は溶剤の種類によってかなり相違しているようである。もっとも疲労性がないと判断されるのはケロシ

ンであって、1~10回目まで洗毛を繰り返しても r_{gR_s} 値にはほとんど変化なく（しいていへば7~10回程度の少し大となる程度である）。しかも常に低値を示し、相当ヨーク分の溶解した濁った溶液で洗っても、洗い上り羊毛塊の残グリース量をかなり少なくすることが可能なものと考えられる。ミネラルターペンも同様な傾向を示し、やはり疲労性はほとんどないものとみなされる。トリクレンの場合をみても、洗毛繰り返し3回目まではほとんど差がないが、4回以後においては大幅残グリース量は増加している。パークレンの場合はもっと疲労性が著しく、1回目処理すなわち新溶剤で処理した場合には残グリース量は非常に少ないが、多数個の試料羊毛塊を処理していくに従って r_{gR_s} 値はかなりの増大を示す。四塩化炭素も同様な傾向であって前者と同程度の疲労性と判断される。メチレンクロライドの場合もかなりの疲労性が認められる。ところが同じ合成系としてのプロピレンクロライドの場合はあまり疲労性がないように、 r_{gR_s} 値の変化傾向は中高のカーブを示した。最後にアセトンは新しいものでも残クリース量が多く溶脱力の悪いことは従来示してきたことと同じであるが、しかも疲労性も非常に大きく、処理原毛塊の個数がふえ溶液濃度が増し汚れてくるにつれて、洗い上り羊毛塊の残グリース量は急激に多くなることを示している。

以上の結果を総合的に検討して、疲労性がないとみなされる順に8溶剤を並べてみるとつきのごとくなる（ただし r_{gR_s} の絶対値の大小は別として）。

ケロシン>ミネラルターペン>プロピレンクロライド>トリクレン>メチレンクロライド>パークレン>四塩化炭素>アセトン

しかし全般的にみると、処理方式として浸せき方式による場合には、予想外に疲労性は少ないことが指摘されるように、特にケロシン、ミネラルターペンの石油系溶剤による場合には非常に疲労性が少ないことが注目される。もっともここで行なった解析は、ヨーク分のみが付着している試料原毛についてであって、実際処理のように土砂などの固形きよう雑物が入ってくると、疲労性はもっと大きくなるかもしれない。しかし溶剤の種類による傾向としては、ここに得られた結果と近似するものと考えられる。またより以上適確な考察をするためには、本項と同一試料および同一実験方法によって、せっけんソーダ液による処理の場合および非イオン系の洗剤液による処理の場合の測定を行ない、その結果と比較することが必要であると考えられる。

b. 流下方式による場合

実験方法は省略するか、前項⁴⁾と同じ8種類の溶剤について r_{af} , r_{sRf} , r_{gRf} の各項目について測定した。得られた結果のうちここでは、 r_{gRf} についてのみ示す(第6図参照)。なお r_{sRf} についてはやはり全般的に疲労

(第6図) 流下方式による疲労性実験における各溶剤の場合の洗毛繰り返し回数による処理後原毛塊のエーテルによる抽出分残留率(r_{gRf})の変化

性は認められなかった。しかって洗い上り羊毛塊の残留ヨーク率の変化傾向としては、ここで求まった r_{gRf} 値による傾向と一致する。このような理由からやはり処理後原毛塊の残留ヨーク率 r_{gRf} 値の変化傾向の図示は省略した。第6区によると洗い上り羊毛塊の残留クリーン分については各溶剤の場合とも非常に大きな疲労性が認められる(全範囲についてみた場合、 r_{gRf} 値としては、アセトンの場合のみ特別に大きな残留率を示し溶脱力が劣ることはもちろんであるが、他の7溶剤の場合にはほとんど同様な値を示し、浸せき方式の場合に比べて溶剤の種類による差はきわめて少ないものとみなすことかてきる)。そしてどの溶剤においても、洗毛繰り返しの初期段階(1~4回目処理まであたり)において急激な疲労性が認められるか、以後は次第にゆるやかとなり、洗い上り羊毛塊の残留クリーン率は一定値に近づく。

以上の結果を総合的に検討してみると、流下方式による洗毛処理の場合には、各溶剤の場合ともきわめて著しい疲労性が認められ、合成系溶剤でも石油系溶剤でも同様同程度の傾向を示し、溶剤の種類による差はない。そ

して前項でも述べたように、ここで行なった解析はヨーク分のみが付着している試料原毛についてであって、実際処理におけるように土砂などの固形きよう雑物が入ってくると、疲労性はより以上増大するものと考えてよいであろう。

3. あとがき

以上の各結果は、基礎的測定としての単一操作による場合についてであって、残留ヨーク率のかかなり多い範囲における比較である。実際処理においては洗毛機上りの最終残脂率は1%以下となっていることか必要であるので、このためには多回処理と本格的絞り処理との組合わせによる実験測定によって実際面に則して処理上り羊毛塊の残脂率を極小とした場合の結果に基づき考察することか肝要と考えられ、このような測定解析を別途に行なうことか必要となろう。しかしこの場合でも以上に得られた結果とほとんど同一傾向になるものと推察される。

そこで溶脱力についてのつきの解析課題としては、流下方式の場合のみについて、本報までの結果から選ばれた少数の優秀溶剤について、多回操作(液圧付与の場合も含めて)および本格的絞り処理によって、残脂率を実際面に則して1%以下とした場合について詳細に再検討することであり、その結果によって溶脱力のみについてのより一層適確な最適溶剤の選択決定か可能となるであろう。また不溶性シント分の除去を有効に果たすための溶剤~水~界面活性剤の混合系の使用についての詳細な解析検討か必要と考えられる。

さらに総合的な最適溶剤を見出すためには、最初に述べたように、回収性、機械材質への腐蝕性、引火爆発性、衛生上、洗い上り羊毛の性状、紡績性、価格などの各項目について、それぞれ厳密な実験、検討を実施することか必要となる

(付記) 本研究は昭和37年度に日本羊毛紡績会技術委員会よりの委託研究として実施したものである。

参考文献

- 1) 織学誌, 20, 262 (1964-4)
- 2) 同 上, 20, 331 (1964-5)
- 3) 同 上, 20, 485 (1964-7)
- 4) 同 上, 20, 564 (1964-8)