繊維油剤の摩擦係数に関する研究*

(第2報) 陽イオン活性剤, 非イオン活性剤の化学構造と, これらが
繊維に与える摩擦係数および触感の3者間の関係

(昭和35年11月1日受理) 会 員 高 橋 越 民**
西 川 貞 道
〃 越 村 雅 充
俵 哲 子

→ 摘 要 ←

目 的

陽イオン活性剤(脂肪族長鎖アミン塩)と非イオン活性剤(脂肪族長鎖ポリオキシエチレン化合物)の化学構造とこれらで処理をした繊維の数種の触感因子との関係(B)につき研究した。触感因子としては最も普遍的なものとして4種を採択し, 次に, 既報の活性剤の化学構造と摩擦係数の関係(A)を引用し, 活性剤の化学構造—触感—摩擦係数の3者間の関係(C)を求めた。

成 果

(1) 陽イオン活性剤

A, Bの両関係は明瞭に得られたが, Cの関係はあまりはっきりしなかった。

(2) 非イオン活性剤

A, B, C共に非常にはっきりした関係が得られた。

(2)の結果からは触感—摩擦係数の相関関係が肯定されるが, (1)の結果からは決定的結論が得られなかった。

1. 緒 言

前報¹⁾においては陽イオン活性剤(長鎖アミン塩)の化学構造と摩擦係数との関係について述べた。また著者らは非イオン活性剤(長鎖エチレンオキシド誘導体)についても研究結果を報告した。²⁾ 本報においては上記に報告した活性剤の化学構造と, これらが繊維に与える触感および摩擦係数との3者間の関係について述べる。

繊維の触感判定は加工工程時の加工性と製品の着用手性を判定評価するときに慣用される重要な手段である。触感は“風合”とも呼ばれる。

Dreby³⁾によれば織物の手触りとはある種の物理的性質によって引き起される神経および筋肉の刺激に対する心理的反応であるという。繊維の触感を構成する因子は最初非常に数多く挙げられていたが, 近時8因子⁴⁾にまで絞られてきた。摩擦性はこれらの因子中で最も比重の大

きいものに考えられる。Gagliardi, Stock⁵⁾らは柔軟剤で処理した布の柔軟感と糸引抜き抵抗の関係を研究し, 相関性がかかなり高いことを認めた。

繊維の触感を現わす言葉には種々雑多なものがあるが, それぞれニュアンスをもっているが, これらの用語中から最も普遍的で, 比較の意味もはっきりしており, 受けとり方にも個人差が少ないもの4種を選び出し, これと摩擦係数と陽イオン活性剤, 非イオン活性剤の化学構造の関係について研究をした。このような研究は非イオン活性剤について Röder⁷⁾が一部行なっている程度で, その他には行なわれていない。

2. 実 験

2.1 実験条件

(a) 繊維

対陽イオン活性剤にテレン短繊維(2.5d)

* Frictional Coefficient of Textile Finishing Agents. Part 2: Relations between the Chemical Structure of several Cationic and Nonionic Surfactants, Frictional Coefficient and Handle of several Textile Fibers treated by these Surfactants. (第1報 13巻 6号所載)

** K. Takahashi, M. Koshimura, Member. S. Nishikawa. A. Tawara, 日本油脂株式会社

対非イオン活性剤にビスコース短繊維（2.5 d）

(b) 油 剤

i) 陽イオン活性剤（脂肪属長鎖アミン塩）

前報〔本誌，13，435（昭35）〕記載の品種中から次の組合せだけを選別した。

A. 塩を形成すべき脂肪酸の炭素数

C₂， C₁₂， C₁₈

B. アミンの型

$\underbrace{\text{RNH}_2}_{\text{第 1}} \quad \underbrace{\text{R}_2\text{NH}}_{\text{第 2}} \quad \underbrace{\text{RM}_2\text{N}, \text{R}_2\text{MN}, \text{R}_3\text{N}}_{\text{第 3}}$

（注）Mはメチル基

C. アミンの長鎖基（R）の鎖長

C₁₂（L）， C₁₈（S）

ii) 非イオン活性剤（脂肪属長鎖エチレンオキシド誘導体）……既報の組合せ通り。

A. 結合型：エーテル型，エステル型

B. 親水基（ポリエチレンオキシド）分子量：

200， 400， 600， 1 000， 1 500

C. 疎水基鎖長（飽和度）

C₁₂， C₁₆， C₁₈（F）

(c) 処 理 条 件

油剤の 0.5 % 水溶液（40°C）に綿を 5 min 間浸漬し、ピックアップ 100 %に絞り、80°C，30 min 間乾燥後、20°C，65 % R.H. に 48 hr 調湿する。

(d) 測 定

i) 摩擦係数（μ）

^{1,2)} 既報の結果中より必要データを抽出しそのまま用いた。

ii) 触 感

触感因子としてキシミ、すべり、柔軟をとり、対象繊維が合成繊維の場合は、特に問題になるヌメリをつけ加えた。

3 人の熟練者の触感判定を総合して用いた。

陽イオン活性剤：触感因子ごとに 5 段階に順位づけした。

非イオン活性剤：触感因子ごとに傾向を矢印で示した。

2.2 実 験 結 果

(a) μ

前報を参照〔陽イオン活性剤：本誌，13，435（昭35），非イオン活性剤：油化学，5，82（昭31）〕

(b) 触 感

i) 陽イオン活性剤

（第 1 表） 触 感 順 位 表

触 感	造 塩 用 脂 肪 酸 炭 素 数	アミン長鎖基(R)鎖長	RNH ₂	R ₂ NH	RM ₂ N	R ₂ MN	R ₃ N	計	
								L	S
キシミ	C ₂	L S	5 5	5 5	3 2	3 2	3 5	19	19
	C ₁₂	L S	4 4	5 5	1 1	1 1	2 5	13	16
	C ₁₈	L S	3 5	5 5	2 5	1 5	2 5	13	25
	計		26	30	14	13	22		
ヌメリ	C ₂	L S	3 2	4 1	3 5	5 5	4 2	19	15
	C ₁₂	L S	4 3	3 2	5 4	5 4	4 2	21	15
	C ₁₈	L S	4 1	3 1	4 2	4 2	4 2	19	8
	計		17	14	23	25	18		
すべり	C ₂	L S	3 4	2 5	3 2	3 2	4 3	15	16
	C ₁₂	L S	2 2	4 4	1 1	1 1	2 3	10	11
	C ₁₈	L S	2 4	3 5	2 3	1 3	3 4	11	19
	計		17	21	12	11	19		
柔軟	C ₂	L S	3 3	2 1	2 5	5 2	4 2	16	13
	C ₁₂	L S	3 2	2 3	5 5	4 4	3 2	17	16
	C ₁₈	L S	2 1	2 2	3 2	5 1	3 1	15	7
	計		14	12	22	21	15		

ii) 非イオン活性剤

(第 2 表) 触 感 傾 向 表

触 感 項 目	エ ー テ ル 型				エ ス テ ル 型			
	親 油 基			親 水 基	親 油 基			親 水 基
	C ₁₂	C ₁₈ (F)	C ₁₆	200, 400, 600, 1 000, 1 500	C ₁₂	C ₁₈ (F)	C ₁₆	200, 400, 600, 1 000, 1 500
キ シ ミ								
す べ り								
柔 軟								

(注) —→→: この方向に傾向強い —→: この方向に傾向やや強い /: 傾向がわからない

3. 考 察

3・1 化学構造と触感との関係

(a) 陽イオン活性剤

これは割合にはっきりしていて、化学構造上の効果は前報と大体同じで、次の通りである。

- A. 塩を形成する脂肪酸の炭素数効果 (C₂, C₁₂, C₁₈)
B. アミンの類別効果 (第 1, 第 2, 第 3 の別)
C. アミンの長鎖 (R) 数効果

$$\left(\begin{array}{l} \text{RNH}_2, \text{RM}_2\text{N} \cdots \cdots \cdots 1 \text{ 個} \\ \text{R}_2\text{NH}, \text{R}_2\text{MN} \cdots \cdots \cdots 2 \text{ 〃} \\ \text{R}_3\text{N} \cdots \cdots \cdots 3 \text{ 〃} \end{array} \right)$$

D. アミンの長鎖基(R)の鎖長効果 (L(C₁₂), S(C₁₈))

E. アミンの置換効果

以上の効果について触感の種別ごとに考察した結果を第 3 表に示す。

(第 3 表) 触感因子に対する陽イオン活性剤の化学構造効果

効 果 触感因子	正 効 果 ^{a)}	負 効 果 ^{b)}
キ シ ミ	^{d)} $\left\{ \begin{array}{l} \text{A, D : } \begin{array}{ll} \text{C}_{12}, & \text{L} \\ \text{C}_{18}, & \text{L} \end{array} \\ \text{E, (B): } \text{H} \rightarrow \text{M} \left\{ \begin{array}{l} \text{RM}_2\text{N} \\ \text{R}_2\text{MN} \end{array} \right\} \end{array} \right.$	$\text{E, (B): } \text{M} \rightarrow \text{H} \left\{ \begin{array}{l} \text{RNH}_2 \\ \text{R}_2\text{NH} \end{array} \right\}$
ヌ ム リ	$\left\{ \begin{array}{l} \text{A, D : } \begin{array}{ll} \text{C}_{18}, & \text{S} \\ \text{C}_{18}, & \text{S} \\ \text{C}_2, & \text{S} \end{array} \\ \text{E, (B): } \text{M} \rightarrow \text{H} \left\{ \begin{array}{l} \text{RNH}_2 \\ \text{R}_2\text{NH} \end{array} \right\} \end{array} \right.$	$\text{E, (B): } \text{H} \rightarrow \text{M} \left\{ \begin{array}{l} \text{RM}_2\text{N} \\ \text{R}_2\text{MN} \end{array} \right\}$
す べ り	$\left\{ \begin{array}{l} \text{A, D : } \begin{array}{ll} \text{C}_{12}, & \text{L} \\ \text{C}_{12}, & \text{S} \\ \text{C}_{18}, & \text{L} \end{array} \\ \text{E, (B): } \text{H} \rightarrow \text{M} \left\{ \begin{array}{l} \text{RM}_2\text{N} \\ \text{R}_2\text{MN} \end{array} \right\} \end{array} \right.$	$\text{E, (B): } \text{M} \rightarrow \text{H} \left\{ \text{R}_2\text{NH} \right\}$
柔 軟	$\left\{ \begin{array}{l} \text{A, D : } \begin{array}{ll} \text{C}_{18}, & \text{S} \\ \text{C}_{18}, & \text{S} \\ \text{C}_2, & \text{S} \\ \text{C}_{18}, & \text{L} \end{array} \\ \text{E, (B): } \text{M} \rightarrow \text{H} \left\{ \begin{array}{l} \text{RNH}_2 \\ \text{R}_2\text{NH} \\ (\text{R}_2\text{N}) \end{array} \right\} \end{array} \right.$	$\text{E, (B): } \text{H} \rightarrow \text{M} \left\{ \begin{array}{l} \text{RM}_2\text{N} \\ \text{R}_2\text{MN} \end{array} \right\}$

(注) a) 各触感因子を増強するように作用する効果
b) 各触感因子を減殺するように作用する効果
c) A, D 両効果は組合せて考察する
d) 半カッコで両効果を連結した意味は、両効果の重なった点だけがその触感因子に寄与することを意味する。

本表をみればキシミとすべり、ヌメリと柔軟が大体似た傾向をもっていることがわかる。最も顕著な効果はヌメリ、柔軟のA、D効果 (C_{18} , S) と全触感因子においてのB、E効果である。このE効果については正負両効果を通じてアミンの活性水素がメチル基に置換されているかないかの効果、すなわち $H \rightarrow M$ (逆符号も考慮に入れ) だけが関与しており、 $H \rightarrow R$, $M \rightarrow R$ の両効果は関与していない。またD効果においてキシミ、すべりにはL、ヌメリ、柔軟にはSがそれぞれ正効果を与えている。なお全触感因子を通じ R_3N はA効果を弱める傾向がある。

(b) 非イオン活性剤

これは非常に明瞭に区別ができ、化学構造上の効果は既報と同様で次の通りである。

A. 結合型効果：エーテル型、エステル型

B. 親水基（ポリエチレンオキシド）分子量効果：

200, 400, 600, 1 000, 1 540

C. 疎水基鎖長（不飽和度）効果

C_{12} , C_{16} , $C_{18}(F)$

以上の効果と触感因子の関係については第2表の結果にみられるように非常に明瞭な関係が得られている。ただしA効果についてはあまり明瞭に現われなかった。

キシミと柔軟が正反対になることは陽イオンの場合と同様である。

3・2 化学構造と μ の関係

^{1,2)}
これは既報の繰返しになるから省略する。

3.3 化学構造— μ —触感3者間の関係

(a) 陽イオン活性剤

この場合3者間の関係は非常に不明瞭である。これは前述の化学構造上の効果にもみられるように、あまりに多くの効果が複雑に入りこんでいるため共通な傾向がつかめなかったものとも思われる。

i) ヌメリ

¹⁾
前報にも述べたように、 μ_s が低く、 μ_a の高い油剤はヌメル傾向を示す。これは μ_s が高く、 μ_a の低い場合キシミを与えることの正反対の現象である。強いキシミを与える非イオン活性剤の場合、速度と μ_a の関係曲線で極小値 (μ_{a1}) が得られ、 μ_s と μ_{a1} の差 $\Delta\mu$ をキシミの示性値とした。ヌメリ型油剤の μ_a 曲線の場合キシミ型油剤とは反対に前記の μ_a と μ_s の差が必要であり μ_{a2} と μ_s の差 ($\Delta\mu'$ とする) を用いることが適切である。 $\Delta\mu'$ の値をみると C_{18} 酸の塩はいずれも大きくその点触感と一致している。またアミンの活性水素がメチル基に

置換されたものとされないものをくらべると後者の方が $\Delta\mu'$ が大きく、触感の場合同様に後者の方がヌメリの大きい点一致している。

ii) キシミ

キシミの示性値とされている $\Delta\mu$ も、本実験の場合両者の間にあまりよい一致がみられず、わずかに (RM_2N ($R=L$)) で C_{12} 酸塩に一致がみられた。もともと陽イオン活性剤のキシミは非イオン活性剤のそれにくらべ弱いものであり、このような場合 $\Delta\mu$ はあまり適切な示性値とはいえない。

iii) すべり

すべりに対し μ はもっとも直接的表示となるはずであるが必ずしもそうになっていない。これは考えようによっては μ 測定は繊維対繊維で行ない、触感の場合は繊維対指の関係も入っているため両者の相対的關係にかなりの差があるためとも考えられる。しかし触感の場合も繊維同志のすべりをみるよう努力しているので両者間の乏しい一致の説明としては弱い。

両者間の近似性のひとつに、 C_{12} 酸塩において μ の極小値とすべり順位の上位のものが多い点がある。

iv) 柔軟

これは触感内で比較すれば、ヌメリと似た傾向を示し、したがって同様な $\Delta\mu'$ との関連性が出ている。

(b) 非イオン活性剤

これは (a) にくらべ遙かによい関連性が得られている。

3者間の関係を第4表に表示する。

第4表においてキシミ、すべりのそれぞれ $\Delta\mu$, μ_a との相関性はかなり明瞭である。柔軟の場合は親水基、親油基共に関連している。親水基において μ_s , μ_a の関係は換言すれば $\Delta\mu$ の関係ということにもなり、柔軟は、 $\Delta\mu$ と相関性のあるキシミと正反対の関係ということであり、したがってキシミは硬さを与える。また親油基において、 C_{16} の低い μ_a と C_{16} の大きい柔軟とが一致しているが、このことの意味はいささか疑わしい。

4. 結 論

脂肪属長鎖アミン塩（陽イオン活性剤）、ポリエチレンオキシド誘導体（非イオン活性剤）の化学構造と^{1,2)} 触感、化学構造と摩擦係数（これは既報したので省略）、化学構造—摩擦係数—触感の各関係につき研究した。触感要素としてはキシミ、ヌメリ、すべり、柔軟の4つを代表的に選んだ。（ヌメリは陽イオンの場合）

(第4表) 非イオン活性剤の構造—μ—触感の関係

化学構造 触感, μ	親 水 基		親 油 基		
	200←————→1 540		C ₁₂	C ₁₆	C ₁₈ (F)
キシミ Δμ		> ≥		*	*
すべり μ _d		* * *	C ₁₂ < C ₁₈ (F) ≤ C ₁₆ C ₁₂ ≈ C ₁₈ (F) > C ₁₆		* * * *
柔軟 μ _s μ _d Δμ	やや { < ≥	< > < ≥	* * * * * * *	C ₁₂ ≈ C ₁₈ (F) > C ₁₆ (C ₁₂ > C ₁₆ > C ₁₈ (F)) C ₁₂ ≈ C ₁₈ (F) > C ₁₆ (C ₁₆ ≈ C ₁₂ > C ₁₈ (F))	* * * *

(注) * 触感, μ 間に正比例的な一致がある
** 触感, μ 間に反比例的な関係がある
*** 第2表にみられるように触感の傾向が得られていないので μ も省略した

4・1 脂肪属長鎖アミン塩(陽イオン活性剤)
化学構造とそれぞれ摩擦係数, 触感の関係は得られるが3者間の関係となるとあまり明瞭でない。

(a) 化学構造と触感
第1アミンの活性水素をメチル基に置換する効果が非常に明瞭に出る点が極めて注目に値する。これはメチル基と水素の立体的構造の差や, 電子論的に説明される窒素に対する影響の差に基く繊維上の分子配列状態の差によるものであろうか。

なお3個の長鎖基により置換されたアミン塩では, 造塩脂肪酸炭素数効果が弱くなる。

(b) 化学構造と摩擦係数
アミンの分子量すなわち長鎖基の置換数が非常に大きな影響力をもっており, 置換数がませば造塩脂肪酸炭素数効果が少なくなる。

(c) 化学構造, 触感, 摩擦係数の関係
(a) と (b) の主要関連化学構造効果が違うことに基き3者の関連がきわめて得にくく, アミンの長鎖基置換数の増加が造塩脂肪酸の炭素数効果を弱めること以外は部分的に一致がみられる程度である。

4・2 ポリエチレンオキシド型非イオン活性剤
ビスコース スフに対して研究した。
この場合も4・1の場合と同様な各因子間の研究を行ない極めてよい関連性が得られた。
これは4・1に比し, 化学構造上の効果が単純であり, 一方的な傾向を選んだことに大きな原因があると思われるが, ポリエチレンオキシド基の特性とも考えられる。
また得られた結果は Röder のものとよく合っている。
非イオン活性剤において興味ある点は触感要素に響く

化学構造効果が異なっている点で
キシミー親水基(ポリエチレンオキシド)
すべり—親油基
柔軟—親水基(親油基)
であった。これらと摩擦係数との関係も比較の明瞭である,

5. 総 括

触感に響く因子として摩擦係数の重要性が考えられており, 実際に本研究においても非イオン活性剤の場合, 極めて明瞭にその関連性が得られたが, 陽イオン活性剤の場合はあまりはっきりしておらず, この場合は摩擦係数以外の因子の影響が大きいためとも考えられるが, この問題についてはなお今後の研究を必要とする。

本研究の発表を許可された当社阿部社長, また本実験用試料の合成を担当された第二研究室の諸氏に感謝する。

参 考 文 献

1) 高橋, 西川, 越村, 俵; 本誌, **13**, 435 (1960)
2) 高橋, 西川, 清野, 越村; 油化学, **5**, 82 (1956)
3) Dreby E. C.; Report to Committee D—13 on Text. Materials, Am. Soc. for Testing Materials, Aug. 29 (1940)
4) ASTM Committee D—13 ASTM Standard on Testing Mat., 41, 610 (1954)
5) Gagliardi D. D.; Report to Committee D—13, on Text. Mat., Am. Soc. for Testing Mat. March 16 (1950)
6) Stock C. R., Hvizdek A.; Text. Res. J., **23**, 186 (1953)
7) Röder H. L.; J. Text. Inst., **44**, T247 (1953)