

# 羊毛の非衣料分野利用技術に関する研究

## —羊毛の油吸着挙動の解析—

大津吉秋、羽田野早苗

### 要旨

使用済み羊毛のリサイクルの一つとして油吸着材への再利用を検討するため、油吸着性に関する基礎的な試験を行った。その結果、

- 1) 油吸着量には吸着材の密度が、吸水量には吸着材の密度と組成が大きく影響した。
- 2) 吸着材の形状と油吸着量の関係は密度が同一のとき、わた状>糸状>布状の順である。
- 3) 使用済み羊毛の吸水量は新毛に比べて多いが、油吸着量では両者に差は見られない。
- 4) 羊毛は、油/水混合液の場合、油サイドを高い比率で選択吸着する。

### 1. はじめに

繊維製品のリサイクルは古くから行われてはいるが、その多くは廃棄物として処分されているのが現状である。羊毛製品も例外ではなく、有効な利用方法が検討されるなか、特に、非衣料分野へのリサイクルが強く要望されている。近年、羊毛の特性の一つである親油性が注目され、油吸着材としてのリサイクル化が期待されている。

そこで、本研究では、羊毛素材を中心に、トップ、反毛わた、不織布、糸、織物等を使用して油吸着性に係わる基礎的な試験を行ったので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料

##### (1) 吸着材

吸着材には、羊毛トップ、反毛・綿・ポリエステルわた、不織布、糸、織物を使用した。表1に吸着材の諸元を示した。

表1 吸着材の諸元

試料	組成(%)
No.1 羊毛トップ No.1F 不織布	毛100
No.2 反毛わた No.2F 不織布	毛99.7 その他0.3
No.3 反毛わた No.3F 不織布	毛40.8 ポリエステル19.8 アクリル15.8 綿9.3 レーヨン8.1 その他6.2
No.4 反毛わた No.4F 不織布	アクリル32.0 ポリエステル22.5 綿20.8 毛14.0 レーヨン4.8 その他5.9
No.5 綿わた	綿100
No.6 ポリエステルわた	ポリエステル100
No.7 糸	毛100
No.8 織物	毛100
市販品 不織布	ポリプロピレン

試料No.7の糸の番手は2/80である。No.8の織物はNo.7の糸を使用した目付143 g/m<sup>2</sup>の平織物である。

試料No.1F~No.4Fは、試料No.1~No.4の反毛をカードにかけウェブを作成し、ニードルパンチ機を通して不織布にした試料である。表2に不織布の仕様を示した。

##### (2) 油

油には、A重油(以下A油と記述)、A重油

表2 ニードルパンチ方式による不織布の仕様

試料	No.1F	No.2F	No.3F	No.4F
ニードル数(回/cm <sup>2</sup> )	65	65	65	65
厚さ(mm)	10.7	6.8	7.4	6.8
密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.033	0.043	0.033	0.039

とC重油を重量比1対2.3で混合したもの(以下B油と記述)、A重油と水を重量比1対1で混合したもの(以下混合油と記述)を20℃の温度条件で使用した。

表3に芝浦システム(株)ビスメロン粘度計VDA-L単一円筒型回転粘度計を用いて測定した油の温度と粘度との関係を示した。20℃に於ける油の粘度は、A油が5.2cp、B油が618cpである。温度が高くなると粘度は低くなるが、A油よりも粘度の高いB油の方が温度の影響が顕著である。

表3 温度と油の粘度(cp)

温度	10℃	20℃	30℃	50℃
A油の粘度(cp)	6.11	5.23	4.16	2.91
B油の粘度(cp)	2350	618	108.2	31.8

## 2.2 吸水性、油吸着性の試験方法

試験方法は、運輸省令第38号 油吸着材性能試験基準に基づく試験方法を準用した。

試験の操作手順は以下の通りである。

### ①試料の洗浄

試料は、エーテルで2時間抽出による洗浄処理を行ってから使用した。

### ②浸せき・浮ゆう(1回目)

わた、糸、織物の試料では、試料密度を一定にするため、金網(針金の直径0.5mm、タテ・ヨコ8本/m)で作った円筒型(直径4cm、長さ5cm)のゲージに所定量の試料を詰め試験体とし、20℃の油及び蒸留水に浸せきし5分間放置した。

不織布の試料では、10cm×10cmの大きさの試料を試験体とし、20℃の油及び蒸留水に浮ゆうさせ5分間放置した。

### ③放置(1回目)

試験液から取り出した試料を、金網の上に5分間放置した後重量を測定し、吸水量、油吸着量を求め5分処理に於ける結果とした。

### ④浸せき・浮ゆう(2回目)

試料を再度試験液に浸せきまたは浮ゆうさせ25分間放置した。

### ⑤放置(2回目)

試験液から取り出した試料を、金網の上に5分間放置した後重量を測定し、吸水量、油吸着量を求め30分処理に於ける結果とした。

## 3. 結果と考察

### 3.1 羊毛トップ、反毛・綿・ポリエステルわたの吸水性・油吸着性

図1に羊毛トップ(試料No.1)及び反毛わた(試料No.2、No.3、No.4)、綿わた(試料No.5)、ポリエステルわた(試料No.6)の浸せき時間と吸水量の結果を示した。各試料の密度は0.1g/cm<sup>3</sup>である。

羊毛トップ(試料No.1)及び反毛(試料No.2、No.3)の吸水量は、浸せき時間の影響が顕著に見られ、他の試料に比べてはっ水性が高いことを示唆している。しかし、浸せき時間が30分では、試料No.1を除けば各試料の1立方センチあたりの吸水量はほぼ同じような値(0.8~1.1g/cm<sup>3</sup>)である。

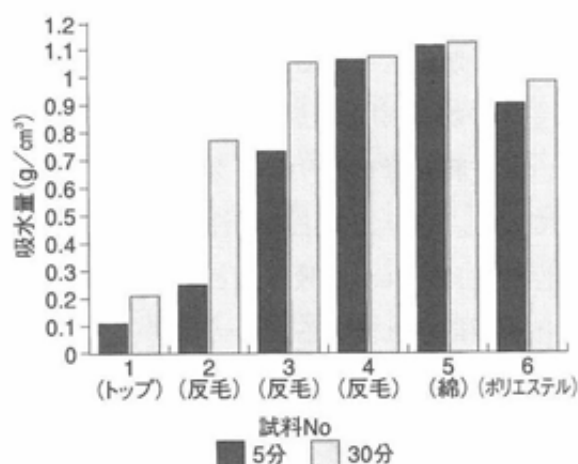


図1 羊毛トップ・反毛・綿・ポリエステルわたの浸せき時間と吸水量

図2に試料密度と吸水量の結果を示した。各試料の密度は 0.025、0.05、0.10g/cm<sup>3</sup>の3段階、浸せき時間は30分である。

各試料とも、試料密度が増すと単位容積当りの吸水量は多くなる傾向を示している。

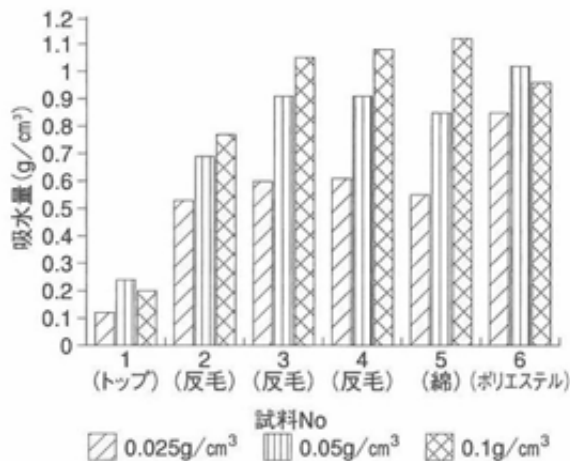


図2 羊毛トップ・反毛・綿・ポリエステルわたの密度と吸水量

図3、図4に浸せき時間とA油、B油の吸着量の結果を示した。各試料の密度は0.1g/cm<sup>3</sup>である。

A油、B油とも短時間で試料に浸せきすることから、浸せき時間が油吸着量に及ぼす影響は小さい。各試料の浸せき時間5分、30分の油吸着量はA油、B油ともほぼ同じ値(約 0.9g/cm<sup>3</sup>)であり、羊毛トップ、反毛・綿・ポリエステルわた等の組成による違いも僅かである。

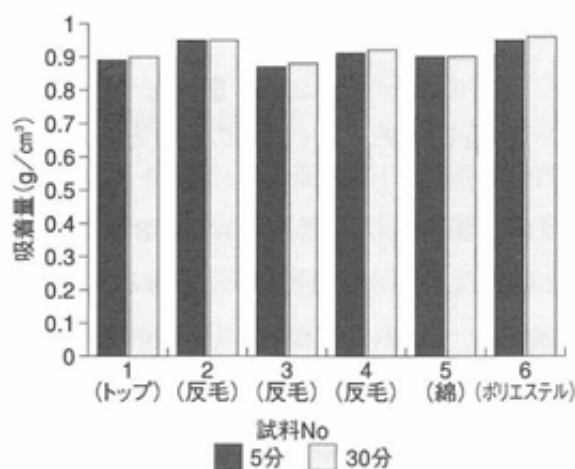


図3 羊毛トップ・反毛・綿・ポリエステルわたの浸せき時間とA油吸着量

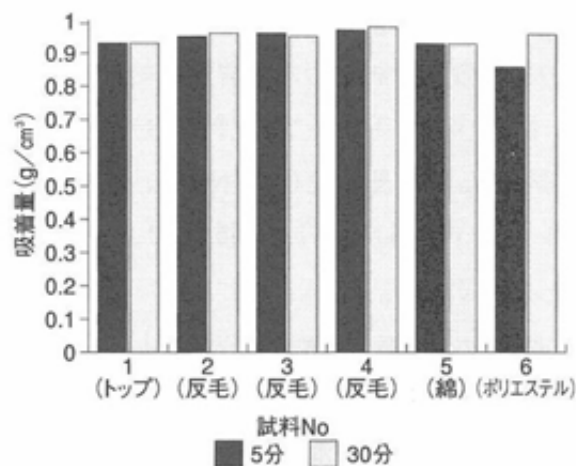


図4 羊毛トップ・反毛・綿・ポリエステルわたの浸せき時間とB油吸着量

図5、図6に試料密度とA油、B油の吸着量の結果を示した。各試料の密度は 0.025、0.05、0.10g/cm<sup>3</sup>である。

試料密度の影響は、吸水量と同様に密度が増すと油吸着量は多くなる傾向を示している。

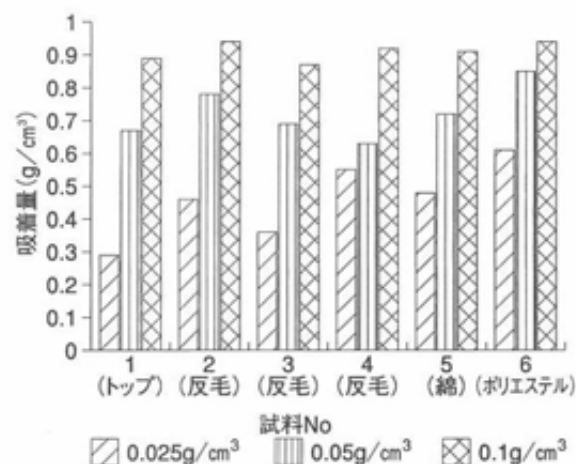


図5 羊毛トップ・反毛・綿・ポリエステルわたの密度とA油吸着量

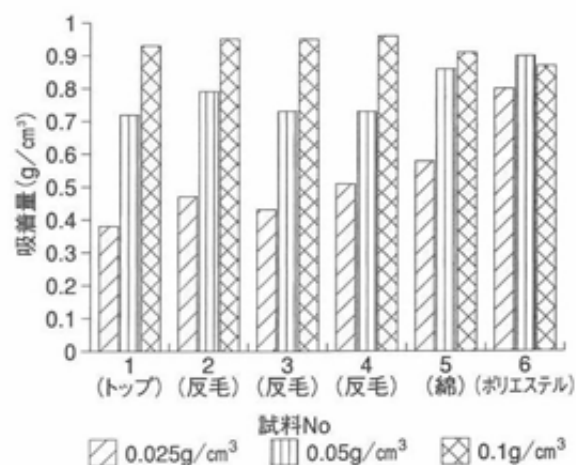


図6 羊毛トップ・反毛・綿・ポリエステルわたの密度とB油吸着量

### 3. 2 水と油の混合油による吸着性

図7に混合油で試験した吸着量の結果を示した。試料は、羊毛トップ(試料No.1)、反毛わた(試料No.2)、綿わた(試料No.5)、ポリエステルわた(試料No.6)の4種類で、密度は $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ である。

吸着試験は、振とう機で5分間激しく振った直後の混合油の中に、試料を5分間浸せきした。試料に吸着した混合油の油と水の比率は、使用した混合油の残液を分液ロートを使って水と油とに分離し求めた。

各試料とも混合油の全体の吸着量は、ほぼ同じ値( $0.9\sim 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ )であるが、吸着した油と水の比率をみると、試料No.1、No.2、No.6では油対水が約9対1であるのに対して、試料No.5では約1対1と違いが顕著に現れている。これは、綿の吸水速度が羊毛やポリエステルに比べて速いことに起因するものと思われる。

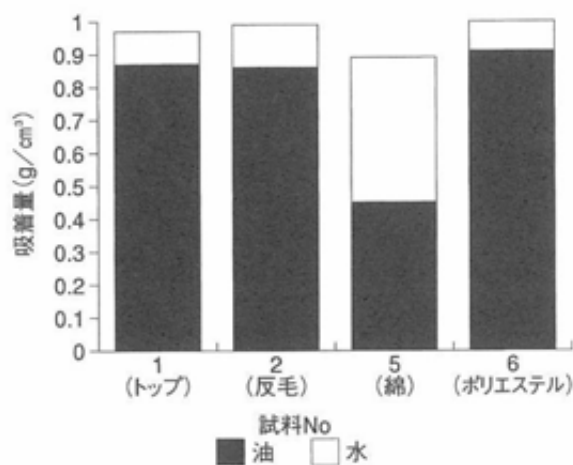


図7 水・油混合による吸着量

### 3. 3 吸着剤の形状と吸着性

図8に羊毛トップ(試料No.1)、糸(試料No.7)、織物(試料No.8)の浸せき時間と吸水量の結果を示した。試料密度は $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ である。

各試料とも浸せき時間が長くなると吸水量は多くなるが、形状の異なる3種類の試料の30分浸せきに於ける1立方センチあたりの吸水量は、試料No.1( $0.21\text{g}/\text{cm}^3$ ) > 試料No.7( $0.16\text{g}/\text{cm}^3$ ) >

試料No.8( $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ )の順であり、羊毛トップは織物の約2倍の吸水量である。

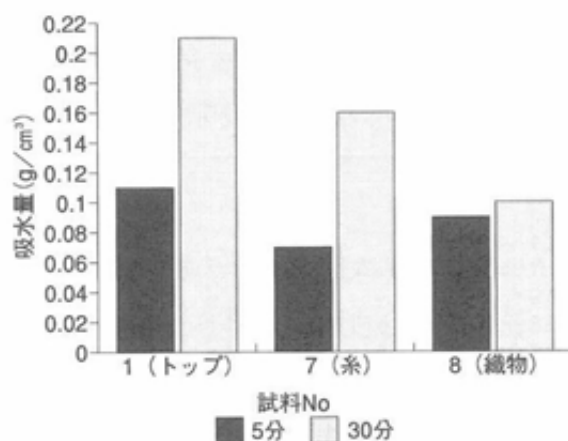


図8 羊毛トップ・糸・織物の浸せき時間と吸水量

図9に試料密度と吸水量の結果を示した。密度は試料No.1が $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ 、試料No.7とNo.8が $0.1, 0.2, 0.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、浸せき時間は30分である。

糸(試料No.7)の吸水量は試料密度が増すと少なくなり、図2に示した反毛試料等とは異なる傾向となった。

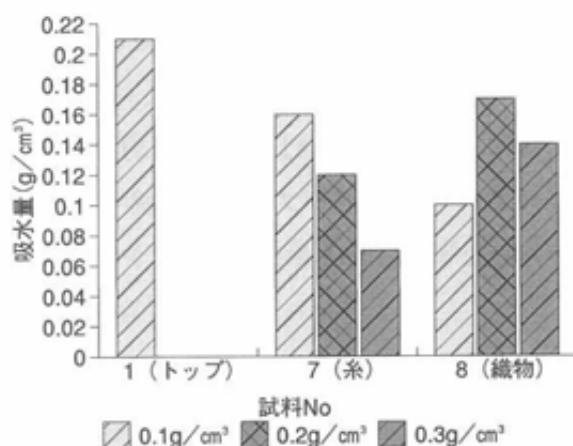


図9 羊毛トップ・糸・織物の密度と吸水量

図10、図11に試料密度とA油、B油の吸着量を示した。浸せき時間は5分である。

綿織物でも試料密度が増すとA油の吸着量は多くなる傾向を示すが、B油の場合ははっきりしない。試料密度 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ におけるA油吸着量は、試料No.1( $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ ) > 試料No.7( $0.55\text{g}/\text{cm}^3$ ) > 試料No.8( $0.14\text{g}/\text{cm}^3$ )の順である。B油吸着

量は、試料 No.1 ( $0.93\text{g}/\text{cm}^3$ ) > 試料No.7 ( $0.81\text{g}/\text{cm}^3$ ) > 試料No.8 ( $0.48\text{g}/\text{cm}^3$ ) の順である。吸着材の空隙の大きさは、試料No.1 < 試料No.7 < 試料No.8 と推定されるが、空隙の大小、油の粘度が油吸着量に及ぼす影響は大きいと思われる。

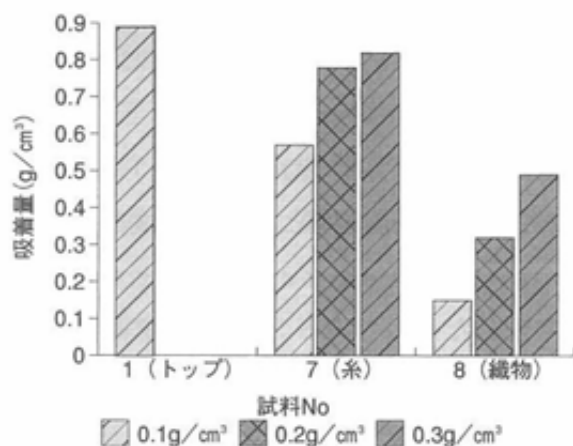


図10 羊毛トップ・糸・織物の密度とA油吸着量

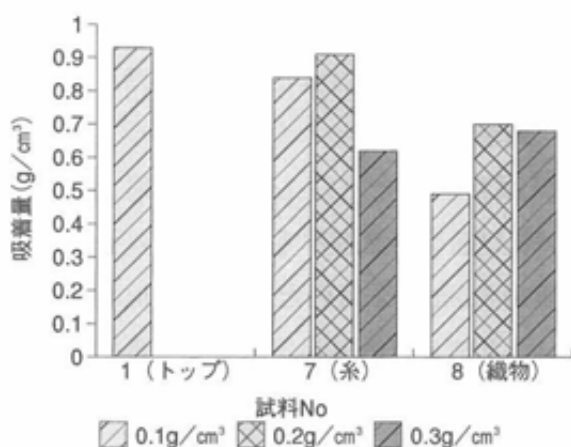


図11 羊毛トップ・糸・織物の密度とB油吸着量

### 3. 4 不織布と吸着性

図12に不織布の吸水量、図13にA油とB油の油吸着量の結果を示した。試料は、羊毛トップ(試料No.1F)、反毛(試料 No.2F、No.3F、No.4F)、市販品の5種類である。

不織布の吸水量は、試料を水面上に浮ゆうさせて試験した値であるが、わた状試料の浸せき試験による吸水量の1/100以下を示した。不織布を5分間浮ゆうさせた時の吸水量は、試料

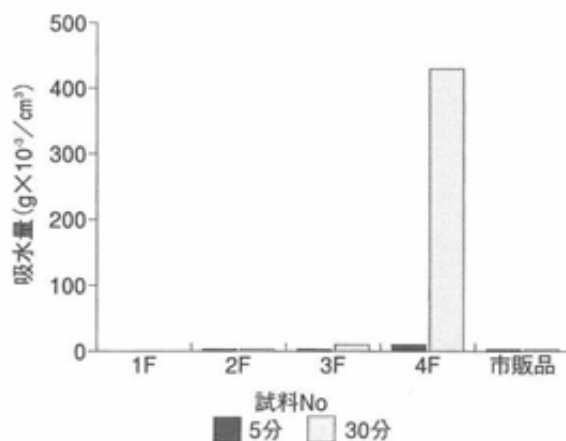


図12 不織布の吸水量

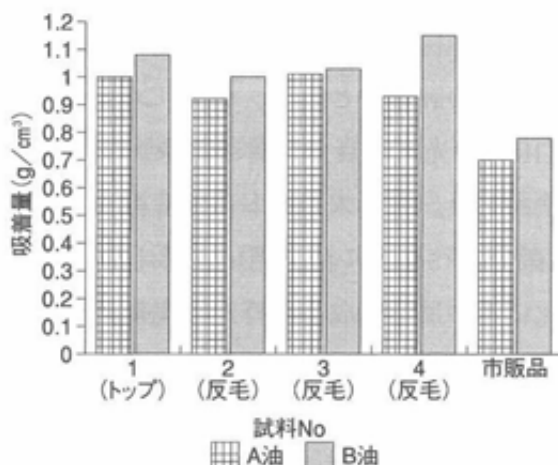


図13 不織布のA油・B油吸着量

No.4Fを除き市販品 ( $1.3\text{g} \times 10^{-3} / \text{cm}^3$ ) とほぼ同等であり非常に僅かである。油吸着量は、B油の吸着量がA油より若干多く、わた状試料の浸せき試験による値約  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  より30%~40多く、市販品の約  $0.8\text{g}/\text{cm}^3$  に比べて30%多い。

## 4. おわりに

本研究では、羊毛トップ、反毛、不織布、糸、織物を使用して、試料の密度、形状、油の粘度等と油吸着性に関する試験を行った。その結果、羊毛の油に対する高い選択吸着性や吸着量が確認でき、油吸着材として活用できることが分かった。今後、実用化には使用形態に応じた性能試験や強度試験等が必要である。

なお、本研究において試料提供をいただきました株式会社オノウール、出光興産株式会社愛知製油所に厚くお礼申し上げます。