廃繊維の再利用技術に関する研究
—化学改質による脱臭素材の開発—

浅井弘義、三輪幸弘

要　　旨

羊毛を含んだ廃繊維を化学改質や消臭剤で加工し、各種臭気の吸着性能を把握し、脱臭素材として再利用の可能性について検討した。

羊毛は他の繊維に比べて臭気などのガス吸着性に優れている。特にアンモニア、酢酸はよく吸着し、ホルムアルデヒド、ピリジンに対しても効果がある。しかし、硫化水素についてはほとんど吸着されない。羊毛をアルカリ、酸化、還元及び化炭することにより、臭気吸着速度は向上するが、吸着率に対する効果は少ない。

セラミック系及び天然系（天然抽出物質）消臭剤で加工した反毛ウェブは吸着しにくい硫化水素を飛躍的に吸着し、その他の臭気の吸着率も向上した。複合臭であるたばこの臭いをニオイセンサーで計測した結果、消臭加工した反毛ウェブは24時間で50%程度吸着することが分かった。

1．はじめに

繊維製品の製造工程から出てくる繊維屑や使用済み繊維製品などの廃繊維の処理をどうするかは、最近の環境に対する厳しい社会情勢に伴って、重要な課題となっている。

特に繊維製品は多種類の素材を使った製品が多く、素材別に分別することは難しく、また繊維素材の価格が低下し、再び繊維製品への再利用にはコスト面から見て難しく、埋め立て処分か、焼却されている。しかし、最近は多方面で廃繊維のリサイクルが検討され、その成果が期待されている。

そこで、毛織物の産地である当地方の羊毛を含んだ廃繊維の活用について検討した。その利用法として、羊毛が持っているガス吸着特性を利用し、建築用内装材等への利用を主眼に、羊毛を含んだ廃繊維を化学的改質及び消臭加工し、臭気吸着性能を評価し、脱臭素材としての再利用の可能性について検討した。

2．試験方法

2—1　試料

梳毛織物（梳毛糸2/25使用）

反毛ウェブA（毛100：未染色）

B（毛99.7、その他0.3（ポリエステル、ナイロン））

C（毛92.3、その他7.7（アクリル、ナイロン、ポリエステル、レーヨン））

D（毛40.8、ポリエステル19.8、アクリル15.8、綿9.8、レーヨン8.1、ナイロン5.3、その

他0.4）

E（毛14.0、ポリエステル22.5、アクリル32.0、綿20.8、ナイロン4.8、レーヨン5.0、その他0.9）

反毛ウェブは精練（モノゲン2％、メイセリンH‐100　2％、浴比20：1、50℃、30分処理）したものを使用した。

2—2　改質薬剤

アルカリ剤：水酸化ナトリウム(試薬特級)

酸　化　剤：DCCA（ハイライト60G：日産化学）

$KMnO_4$（試薬特級）

還　元　剤：THPC（テトラキスホスホニウムクロライド：東京化成工業）

PP—40（小泉化学）

化炭処理剤：硫酸（試薬特級）

消臭加工剤等：シルクパウダー（出光テクノファイン）

羊毛ケラチン粉末（還元抽出法で調整）

セラミック系：ソフボンS—1000（竹本油脂：特殊セラミックス微粒子の水分散体）

天然系：ハイカットWY—7（高松油脂：柿抽出物：フラボン誘導体）

（固着樹脂：KT—7014（高松油脂：シリコーン系））

3．生活に伴う臭気成分

自然に存在する臭いは、すべてが複合臭といわれる。表1に生活で発生する臭気の成分、表2にたばこの煙の代表的な成分を示す。

表1　生活臭の成分

生活臭	原　因	臭気物質
頭髪臭	皮膚常在菌の脂肪酸分解	低級脂肪酸、メルカプタン、リモネン、パレルアルデヒド
浄化槽	有機物の分解	硫化水素、メチルメルカプタン、アンモニア、トリメチルアミン、硫化メチル、スカトール、インドール
家畜、ペット、トイレ	糞尿	揮発性硫黄化合物、低脂肪酸、インドール、トリメチルアミン、アンモニア
生ごみ	食物腐敗臭	アミン系化合物、揮発性硫黄化合物、その他
汗	皮膚常在菌の脂肪酸分解	低級脂肪酸、イソ吉草酸、酪酸

表2　たばこの煙の成分

物質名	タバコ1本当たりの含有量(μg)
ニコチン	100～2,000
アルデヒド	60～1,630
酢酸	500～1,000
カテコール	40～460
シアン化水素	30～200
フェノール	10～200
アンモニア	10～150
硫化水素	25～110
ピリジン	9～93

生活臭にはアパレル製品等品質性能対策協議会（以後アパ対協と略記）が消臭性能評価基準として示したアンモニア、酢酸、硫化水素等の臭気物質が含まれている。一方、最近特に他人に不快感を与えるものとしてたばこの煙がある。たばこの煙の成分は分かっているだけでも2,500以上あると言われている。たばこの代表的な臭気物質としてアパ対協はアンモニア、酢酸、アセトアルデヒドを対象として挙げ、選択臭気物質として硫化水素とピリジンを挙げている。

また、最近、新築の住宅や住宅の高気密化によって、壁紙や家具等の建材から発生するごく微量な揮発性有機化合物（VOC）を原因とするシックハウス症候群、化学物質過敏

症といった健康被害が懸念されている。

VOCについて「健康住宅研究会」はホルムアルデヒド、トルエン、キシレンを取り上げている。

4．消臭原理

消臭や脱臭という言葉は明確に使い分けられていないが、一般には次のように定義されている。

脱臭：空気中に拡散した臭気物質を活性炭等の多孔質物質に物理的に取り込まれて臭いをなくす方法。臭い全般に効果があるが、再放出（脱着）して悪臭源になることもある。

消臭：空気中に拡散した臭気物質を酸化や中和反応により、臭気物質を変化させて臭いを消す方法。特定の臭気物質しか効果がないが、二次的悪臭源にならない。

防臭：抗菌性素材を利用して、微生物の増加を抑制することにより臭気物質の発生を防止する方法。発生した臭気物質には効果がない。

消臭原理と消臭剤について表3に示した。

繊維に利用される消臭剤の消臭原理は①酸化反応②中和反応③吸収④吸着⑤抗菌作用⑥感覚的消臭作用に大別される。これらの作用を利用して、消臭剤をいかにして繊維上に固定するかがキーポイントとなる。

5．臭気吸着の評価方法

繊維製品に対する臭気吸着（消臭）の評価は、一般にアパ対協で示されている消臭加工繊維製品の試験方法で行われている。

その概要は、臭気ガス接触袋（テドラバック）内に試料を入れ、特定濃度の臭気物質を含むガスを一定量充填し接触させ、一定時間後のガス濃度を北川式検知管で測定する。

試料：1g（20℃、湿度65%にて恒量にしておく）

充填ガス量：3リットル（使用臭気ガス接触袋5リットル）

測定温度：約20℃

アパ対協での臭気ガス濃度及び基準値は下記のように定められている。

初発ガス濃度：

アンモニア	40ppm
酢酸	100ppm
硫化水素	15ppm

（いずれも初発ガス濃度を±10%以内に調整する。）

基準値（2時間後または24時間後）

アンモニア	1.0ppm以下
酢酸	1.5ppm以下
硫化水素	0.25ppm以下

また、たばこ臭を対象にしたものとしては、

表3　消臭剤と消臭原理

消臭方式		消臭原理	消臭剤の例
化学反応	酸化・還元反応	酸化・還元剤で分解	過酸化水素、亜硫酸ソーダ、酸化チタン
	脱硫黄反応	硫黄系の臭気を除去	硫化銅、硫酸亜鉛、硫化鉄
	付加・縮合反応	付加・縮合反応で臭気除去	グリオキザール、メタアクリル酸エステル
	中和反応	酸性・塩基性臭気を中和	無機系中和剤、多価カルボン酸
吸着	物理吸着	多孔質物質の表面に吸着	活性炭、ゼオライト、シリカゲル
	化学吸着	化学的親和性による吸着	イオン交換樹脂、脱硫黄剤
感覚的消臭	マスキング作用	他の臭いで臭いを感じなくする	香料、木酢液
	相殺作用	他の臭気成分を掛け合わせて悪臭を不感にする	テレピン油、ユーカリ油
生物的消臭	酵素作用	酵素や微生物により分解	酵素、酵母

下記の物質で行われている。

アセトアルデヒド	14ppm
ピリジン	12ppm

なお、実際の臭いは特別な場合を除いて複合臭である。このため、生ゴミ臭、たばこの煙による臭いなど複雑なものは現在のところ人間による臭覚測定法（環境庁規定の三点比較式臭袋法）が最善の方法と言われているが、経験が必要など実施するには難しい問題がある。

そこで、最近は複合臭を計測する方法として臭いセンサーの利用が検討されている。この特徴はハンディタイプで一人で容易に操作できることにある。ここでは、汎用型臭いセンサーを用いてたばこ臭の評価を試みた。

本報ではアパ対協の検知管法を用い、下記に示す臭気ガス及び初発ガス濃度を基準として行った。アンモニアと硫化水素はアパ対協で示す初発ガス濃度より高い条件で実施した。

アンモニア	200ppm
酢酸	100ppm
硫化水素	20ppm
ホルムアルデヒド	30ppm
アセトアルデヒド	15ppm
ピリジン	15ppm

6．結果と考察

6—1　各種繊維の臭気吸着挙動

廃繊維はいろいろの繊維が混ざっており、各種繊維のアンモニア、酢酸、硫化水素及びホルムアルデヒドの吸着について行った。試料は各1gの染色堅牢度用添付白布を用い、糸にほぐして行った。ただし羊毛は梳毛織物を用いた。

表4に2時間後のアンモニア、酢酸、硫化水素及びホルムアルデヒドの吸着率を示した。

羊毛はいずれの臭気に対しても、他の繊維に比べて高い吸着率を示した。特にアンモニア及び酢酸は良く吸着する。ホルムアルデヒドも吸着されるが、アンモニア、酢酸に比べてかなり少ない。しかし、硫化水素はほとんど吸着されない。硫化水素は他の繊維においても吸着能力がほとんどないことが分かった。

絹、綿繊維はアンモニアを除けば、羊毛と同等の吸着効果が見られる。

合成繊維では、羊毛より吸着率は低いがナイロンが最も良く、次いでアクリル、ポリエステルはほとんど臭気を吸着しない。

いずれにしても、羊毛、絹のタンパク質繊維が臭気を吸着する能力に優れている。

表4　各種繊維の臭気吸着率

初期濃度 ppm	アンモニア 200	酢酸 100	硫化水素 20	ホルムアルデヒド 30
羊毛	85.0	97.0	8.0	40.9
絹	48.8	81.1	5.3	48.0
綿	13.2	89.2	—	40.0
レーヨン	5.3	90.6	—	20.0
ナイロン	30.2	82.0	5.3	35.7
アクリル	14.0	16.7	5.3	35.7
ポリエステル	—	16.7	—	—

6—2　反毛ウェブの臭気吸着挙動

6—2—1　試料形状と臭気吸着への影響

図1に羊毛試料の形状の違いによるアンモニアの吸着結果を示す。試料は梳毛織物とこれをほぐした糸及びカットした形状のものである。

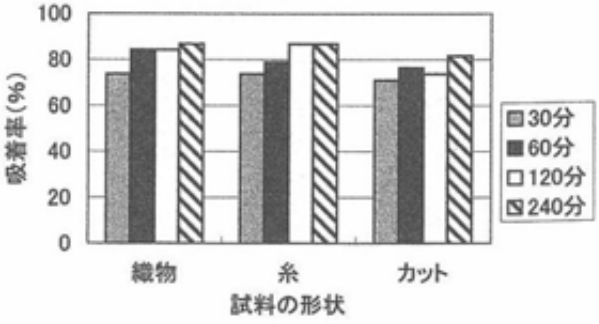

図1　アンモニア吸着に及ぼす試料形状の影響

アンモニアは30分以内で急激に吸着されることが分かる。また、形状による臭気吸着への影響は少なく、繊維をカットして表面積が大きくなっても、吸着率に反映されない結果であった。

6—2—2　反毛ウェブの臭気吸着性

反毛ウェブに対する各種臭気の吸着率を表5に示した。反毛の毛含有率はA：100（新毛）、B：99.7、C：92.3、D：40.8、E：14である。

表5　反毛ウェブの各種臭気の吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
A	85.0	100.0	27.7	40.9
B	95.5	100.0	33.3	50.0
C	92.5	98.0	27.7	54.5
D	77.5	94.0	40.0	40.9
E	40.0	92.0	16.6	38.0

表からアンモニア、酢酸は基本的に毛の含有率が多いほど吸着率が高くなる。ただし、反毛Aのアンモニア吸着がやや低いのは損傷等が少ないためと考えられる。また、硫化水素とホルムアルデヒドも同様の傾向を示すが、アンモニア、酢酸のような明確な関係ではない。それは、羊毛以外の繊維の影響によるものと思われる。

次に、アンモニアの吸着時間と吸着率の関係を図2に示した。

アンモニア吸着は反毛B、C、Dで最初の30分で70%以上が吸着されるが、毛含有率が少ない反毛Eは吸着速度及び吸着率ともかなり低い値を示した。

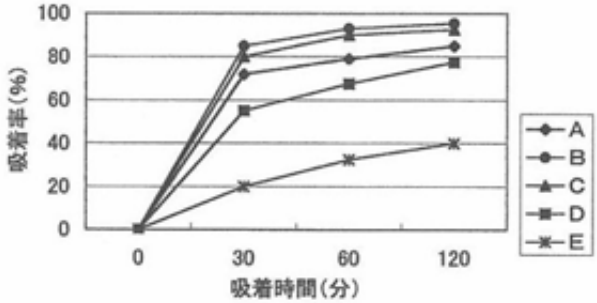

図2　反毛ウェブのアンモニア吸着

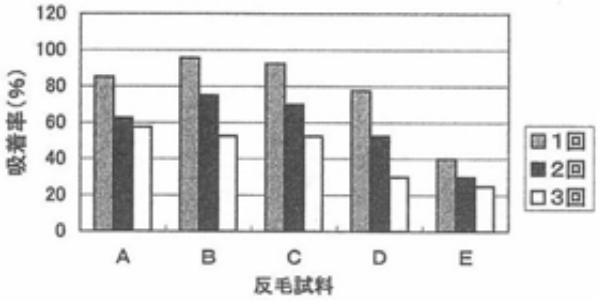

図3　反毛ウェブのアンモニア吸着（繰り返し）

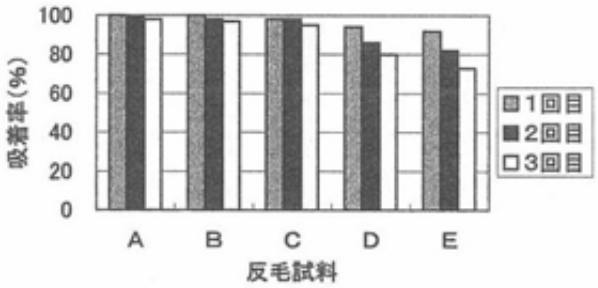

図4　反毛ウェブの酢酸吸着（繰り返し）

また、図3に繰り返しアンモニアを吸着させたときの結果を示した。試験条件はアンモニア濃度200ppm中にいれ、2時間後の濃度を測定し、その後ポンプで吸引し、新しいアンモニアをいれ、2時間後の濃度を測定することを3回繰り返した。

繰り返し吸着させることにより、アンモニアの吸着率は低下していく。しかし、アンモニアをかなり多く吸着させてもまったく吸着しなくなることはない。なお、水洗いすれば吸着能力は回復する。酢酸についても同様の試験を行った結果を図4に示した。毛含有率が多いほど高い吸着率を維持し、酢酸に対する反毛ウェブの吸着能力は高いことが分かった。

表6にホルムアルデヒドの吸着時間と吸着率の関係を示した。吸着時間が長くなれば吸着率は高くなる。2時間までは毛含有率に必ずしも比例しないが、24時間では反毛Eを除いてほぼ比例する。ホルムアルデヒドはアンモニア、酢酸に比べて緩やかに吸着されるこ

表6　反毛ウェブのホルムアルデヒド吸着率

試料	1時間	2時間	24時間
A	36.4	40.9	86.4
B	40.9	50.0	77.3
C	50.0	54.5	68.1
D	31.8	40.9	54.5
E	27.3	38.0	57.0

表7　羊毛の改質条件

NO	薬　剤　名	使用量	処　理　方　法
1	アルカリ処理：水酸化ナトリウム	2.7g/l	50℃、30分処理、酢酸で中和
2	酸化処理：DCCA (ハイライト60G)	6%owf	30℃、約30分処理、メタ重亜硫酸ナトリウム2g/lで脱塩素処理
3	酸化処理：過マンガン酸カリ	2%owf	30℃、15分処理し、水洗
4	還元処理：THPC(テトラキスヒドロキシホスホニウムクロライド)	50g/l	50℃、30分処理、過酸化水素及びアンモニア水で中和
5	還元処理：ビルゴンPP-40(ヒドロキシプロピルホスフィン)	10%owf	50℃、30分処理、第二リン酸ナトリウムpH8.5、酵素併用処理(エンザインsw0.3%)
6	化炭処理 (硫酸)	60g/l	パッド後100℃予備乾燥、120℃、3分処理

浴比10：1、処理後自然乾燥した。

とが分かった。なお、予想外に毛含有率が最も少ない反毛Eが高い吸着率を示した。その要因は繊維の構成や反毛前の繊維加工などが影響しているものと考えられる。

6—3　改質羊毛の臭気吸着挙動

6—3—1　羊毛の改質方法

梳毛織物を用いて表7に示すアルカリ、酸化、還元、化炭薬剤で処理した。

6—3—2　改質羊毛の臭気吸着性

表8に改質羊毛の各種臭気に対する吸着率の結果を示した。

薬剤処理により、アンモニア、硫化水素の吸着率は向上する。酢酸はもともと吸着率が高く、またホルムアルデヒドは個々の薬剤によって効果は異なり、DCCA、THPCで未処理より吸着率が増加した。

図5にアンモニアの吸着時間と吸着率の関係、図6に繰り返しアンモニアを吸着させたとき（図3の条件と同じ）の結果を示した。

アンモニアの場合は薬剤処理により吸着速

表8　改質羊毛の各種臭気の吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
未処理	85.0	98.0	7.9	53.3
NaOH	96.0	98.0	26.3	40.0
DCCA	98.0	96.0	15.3	60.0
THPC	95.0	95.0	15.8	63.3
PP—40	89.0	95.0	31.6	40.5
化炭	100.0	96.0	26.3	36.7
KMnO4	92.3	100.0	23.8	50.0

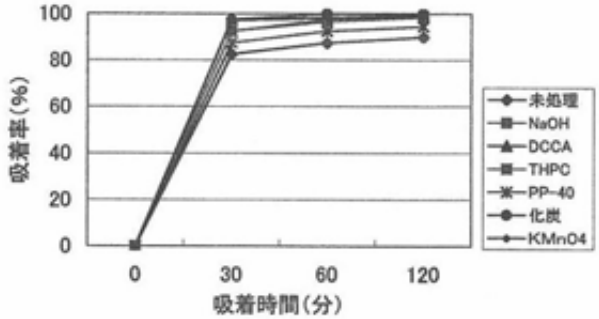

図5　改質羊毛のアンモニア吸着

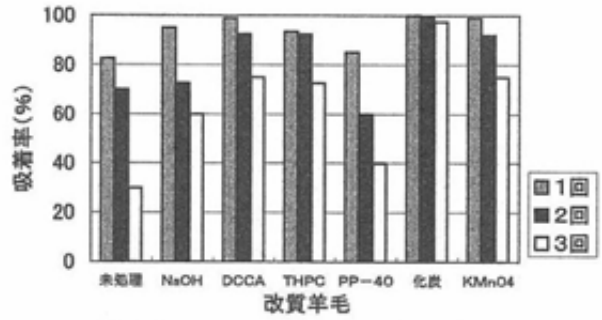

図6　改質羊毛のアンモニア吸着（繰り返し）

度が速くなり、繰り返し吸着させたときの吸着率の低下は少なく改質効果が認められた。

いずれにしても、羊毛の薬剤処理による改質は臭気の吸着を促進させる効果があるが、全ての臭気に対して吸着率が向上するわけではない。

6—4　消臭加工等による反毛の臭気吸着挙動

6—4—1　消臭加工等の加工条件

臭気吸着は羊毛の化学改質によってそれほど向上しなかった。そこで、消臭剤等で加工し、その効果を検討した。加工剤として環境

に優しい天然系のタンパク質、市販消臭剤はセラミック系と天然系物質について行った。

試料は反毛ウェブA、B、D、Eを用いて、下記の条件で加工した。

(1)パウダー加工（処理濃度：溶液%）

a. シルク

シルクパウダー（DY—78C） 6%

KT—7014 1%

b. ケラチン

羊毛ケラチン粉末 1%

KT—7014 1%

上記溶液にパッド(絞り率約150%)し、乾燥（105℃）した。

(2)市販の消臭加工（処理濃度：溶液%）

a. セラミック系

ソフボンS—1000 5%

KT—7014 1%

b. 天然系

ハイカットWY—7 5%

KT—7014 1%

上記溶液にパッド(絞り率約150%)し、乾燥（110℃）した。

6—4—2 消臭加工等をした反毛の臭気吸着性

加工した反毛A～Eの結果（2時間後の吸着率）を表9～12に示した。

シルク及びケラチン加工は、毛の含有率が少ないものは元試料に比べて効果が認められるが、市販の加工剤に比べて効果は小さく、特に硫化水素に対しては効果は認められなかった。市販のセラミック系及び天然系とも硫化水素に対して特に有効なことが示された。表13、14にセラミック系及び天然系の各反毛に対する吸着率をまとめた。

全体的にはセラミック系が天然系より吸着率が高いと言えるが、使用濃度、樹脂等について検討していないので、単純には比較できない。また、消臭剤で加工することにより反毛の毛含有率の大小は加工しない場合に比べ

表9 消臭剤等で加工した反毛ウェブAの臭気吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
Aブランク	85.0	99.0	27.7	40.9
シルク	69.2	92.0	—	38.9
ケラチン	74.4	98.0	4.8	61.1
セラミック系	76.9	100.0	85.7	55.6
天然系	79.5	98.3	81.0	50.0

表10 消臭剤等で加工した反毛ウェブBの臭気吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
Bブランク	95.0	96.4	23.3	40.0
シルク	74.0	94.0	—	64.0
ケラチン	78.0	98.0	—	56.0
セラミック系	90.5	99.2	95.6	56.2
天然系	91.6	98.3	83.0	62.2

表11 消臭剤等で加工した反毛ウェブDの臭気吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
Dブランク	73.8	94.0	40.0	40.9
シルク	62.5	95.0	—	61.5
ケラチン	67.5	96.4	—	50.0
セラミック系	90.0	97.8	100.0	73.9
天然系	75.0	95.6	85.7	69.6

表12 消臭剤等で加工した反毛ウェブEの臭気吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
Eブランク	27.5	92.0	16.6	34.0
シルク	54.0	90.4	—	52.9
ケラチン	60.4	90.4	—	41.2
セラミック系	87.2	96.5	100.0	70.6
天然系	55.3	96.5	95.2	70.6

表13 セラミック系消臭剤で加工した反毛ウェブの吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
反毛A	76.9	100.0	85.7	55.6
反毛B	90.5	99.2	95.6	56.2
反毛D	90.0	97.8	100.0	73.9
反毛E	87.2	96.5	100.0	70.6

表14 天然系消臭剤で加工した反毛ウェブの吸着率

試料	アンモニア	酢酸	硫化水素	ホルムアルデヒド
反毛A	79.5	98.3	81.0	50.0
反毛B	91.6	98.3	83.0	62.2
反毛D	75.0	95.6	85.7	69.6
反毛E	55.3	96.5	95.2	70.6

表15　薬剤処理＋消臭加工（反毛B）における吸着率

試　　料	アンモニア	酢　　酸	硫化水素	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	ピリジン
未加工	95.0	96.4	23.3	40.0	18.2	58.8
KMnO4	88.9	95.2	25.5	38.8	30.5	61.5
KMnO4+セラミック系	95.3	97.6	100.0	57.1	28.0	100.0
KMnO4+天然系	96.3	100.0	100.0	80.0	33.8	76.9
NaOH	34.2	98.3	36.1	42.5	20.0	59.5
NaOH+セラミック系	65.8	99.2	95.6	56.2	27.4	100.0
NaOH天然系	63.2	98.3	87.2	74.2	30.0	85.7

て臭気吸着性能に差はなくなり、繊維組成の構成にそれほど依存しないことが分かった。いずれにしても羊毛を含んだ廃繊維を脱臭素材として活用するには、なんらかの消臭剤による加工が必要である。

6—4—3　薬剤処理＋消臭加工による効果

表15に反毛Bに過マンガン酸カリ及び水酸化ナトリウムで前処理し、セラミック系及び天然系消臭剤で加工した時の吸着率を示した。

ここでは、たばこの臭いを対象として用いられるアセトアルデヒド及びピリジンについても行った。

羊毛を改質して消臭剤で加工することにより、アンモニア、酢酸の一部の結果を除いて吸着率は向上した。しかし、水酸化ナトリウム処理でのアンモニア吸着率が低かった。その原因は前処理での中和が不十分なことなどの要因が考えられる。

アセトアルデヒドは文献等によるとホルムアルデヒドと同じように良く吸着することが報告されている。しかし、2時間での結果は薬剤処理＋消臭加工しても吸着率はそれほど向上しなかった。なお、24時間で50%程度まで吸着することを確認した。また、ピリジンは羊毛に吸着されやすく、セラミック系で加工すると飛躍的に向上することが分かった。

次に、表15の試料について、2時間吸着させた後、試料を直ちに取り出し、新しいテドラバックに入れて、所定の容量空気を入れ、40℃で1時間後に放出される濃度を測定した。吸着されたものに対する放出率はアンモニアで4～8%、酢酸で3%、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドで4%、ピリジンで4～8%程度であった。

硫化水素はほとんど放出されなかった。アンモニア及び酢酸ではセラミック系及び天然系で加工したものが低く、ピリジンは天然系で加工したものの放出量が少ない結果を得た。中和反応及び酸化還元反応等によって、消臭したものと思われる。

6—4　たばこ臭のニオイセンサーによる評価

臭いセンサーを用いて今回加工した反毛のたばこ臭の吸着性について検討した。

たばこ臭に対する消臭の評価は日本化学繊維協会（表16）より示されている方法が知られている。

ここでは各種臭気全般に対応した測定器としてポータブル型ニオイセンサー：XP—329

表16　日本化学繊維協会ガイドライン
たばこ消臭繊維の評価方法

対象ガス	初発濃度(ppm)	試験時間	試料量
アンモニア	40	2時間 24時間	3g (糸、わた) 10cm×10cm (布帛)
アセトアルデヒド	14		
酢酸	100		
硫酸水素	15		
ピリジン	12		

＊容器：5リットルテドラーバッグ、ガス量：3リットル
測定法：検知管式ガス測定器
洗濯耐久性をうたう商品はL—0217、103で行い、洗濯回数を明記
洗濯耐久性をうたわない商品は103法を1回行う。ディスポ商品は洗濯をしない。

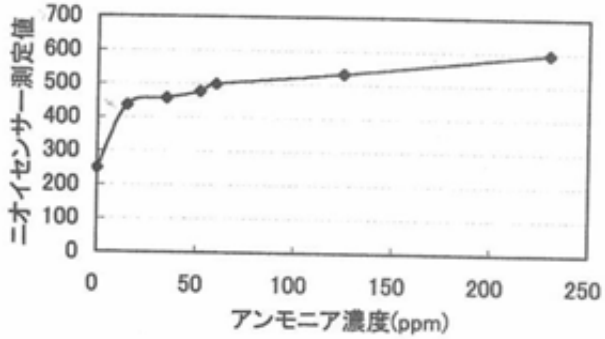

図7　アンモニア濃度とニオイセンサー測定値の関係

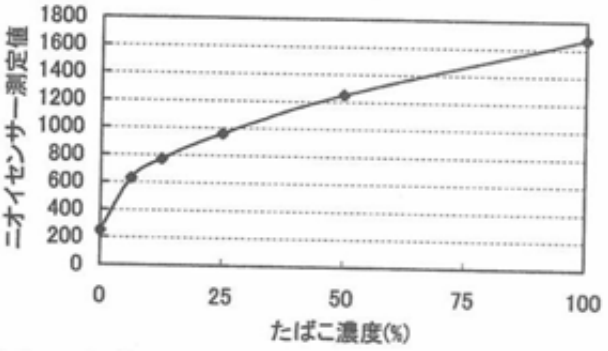

図8　たばこ臭濃度とニオイセンサー測定値の関係

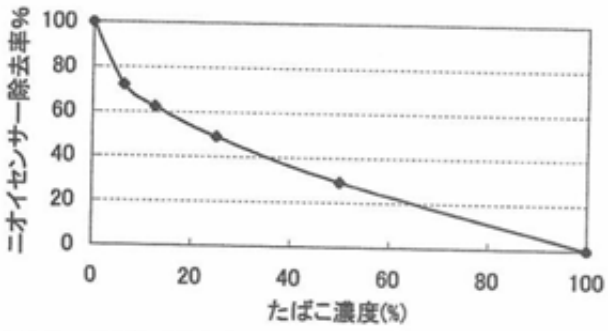

図9　たばこ濃度とニオイセンサー除去率の関係

汎用型(新コスモス電機株式会社)を使用した。

測定は高感度酸化錫系熱線型焼結半導体センサー（白金線コイル上に錫酸化物を直径0.4mmの玉状に塗布した後、焼結させた構造である。このコイルに電流を流し、金属酸化物半導体を400℃に保ておく。金属酸化物半導体表面に臭い分子が吸着すると、その電気伝導度がよくなり抵抗値が低下する。その抵抗値変化をブリッジ回路の偏差電圧として取り出す）を用いて行った。

図7にアンモニアの検知管濃度とニオイセンサーの関係を示し、図8と図9にたばこに火をつけ、フラスコの中に入れエアーポンプで吸引捕集し、たばこ臭を希釈したときのニオイセンサー測定値との関係を示した。

いずれも、臭い濃度とニオイセンサー測定値に比例関係があることが示された。

たばこ臭の成分は燃焼状態によって、成分及び種類も異なると言われている。

今回捕集したたばこ臭（CASTER MILD）を約3.3倍に希釈して試験に用いた。それを検知管で測定した結果を表17に示した。

希釈したたばこ臭の吸着について行った結果を表18に示した。

表17　たばこ臭の検知管による測定値

対象ガス	最初のたばこの臭い	希釈したたばこの臭い
アンモニア	105	40
アセトアルデヒド	16	5
酢酸	15	5
硫化水素	—	—
ピリジン	75	25

＊希釈方法：3リットルテドラーバッグに捕集したものを、10リットルのテドラーバッグに入れて希釈した。
＊測定値はppm

表18　過マンガン酸カリ十消臭加工した反毛ウェブ(B)のたばこ臭の吸着率

加工条件	2時間後	4時間後	24時間後
未加工	8.5	15.2	23.6
過マンガン酸カリ	9.4	16.0	24.5
セラミック系	13.3	22.8	27.3
天然系	11.7	20.6	30.3
過マンガン酸カリ+セラミック系	14.0	21.5	26.4
過マンガン酸カリ+天然系	12.1	19.6	32.6

＊表中の値：吸着率%
＊最初のニオイセンサー測定値：1750

消臭剤で加工した試料で2時間：10%強、4時間：20%強、24時間：30%強ニオイセンサー測定値が低下した。図9から30%でたばこ臭の濃度は50%程度吸着したことになる。過マンガン酸カリ処理によりたばこ臭の吸着はやや向上した。

また、2時間後検知管でアンモニア、酢酸、ピリジン、アセトアルデヒドを測定した。その結果、アンモニア、酢酸、ピリジンは1ppm

以下で、ほとんど吸着されたが、アセトアルデヒドは5ppmが4ppm程度にしかならなかった。

このことから、たばこ臭は極めて複雑であり、より吸着を促進させるには、今回検討したこととは違った薬剤や方法が求められる。

7．まとめ

羊毛はアニオン基もカチオン基も有する複雑な構造で、金属をはじめ種々の物質を吸着することが知られている。この報告では羊毛を含んだ廃繊維を脱臭素材として再利用するための基礎的な臭い吸着性能について検討した。

その結果、次のことが分かった。

(1) 羊毛は他の繊維に比べて臭いの吸着性が優れている。特にアンモニア、酢酸はよく吸着する。ホルムアルデヒド、ピリジンに対しても効果がある。しかし、硫化水素についてはほとんど吸着されない。アセトアルデヒドはホルムアルデヒドよりかなり吸着されにくい。

(2) 羊毛をアルカリ、酸化、還元及び化炭することにより、臭い吸着速度は向上する。しかし、吸着率向上効果は比較的小さい。

(3) セラミック系及び天然系（天然抽出物質）消臭剤で加工した反毛ウェブは吸着しにくい硫化水素を飛躍的に吸着し、その他の臭気吸着率も向上した。

薬剤処理＋消臭剤加工することにより、臭気吸着率はより向上する。

(4) 複合臭であるたばこ臭をニオイセンサーで計測した結果、消臭剤加工した反毛ウェブは24時間で50％程度吸着する。

しかし、脱臭素材として利用するには、より吸着性能を向上させる方法や持続性などについて検討が必要であるし、どのように使用するかなど多くの課題を解決しなければならない。

環境問題は今後益々重要で、廃繊維などの再利用について、今後とも検討を重ねていきたい。最後にこの研究に際し、御協力していただいた関係者各位に厚くお礼申しあげます。

参考文献

(1) 山口：染色工業 Vol.48 No.1 28
(2) 小林ら：染色工業 Vol.48 No.6 2(260)
(3) 小林ら：染色工業 Vol.48 No.7 18(326)
(4) 岡村：染色 Vol.18 No.2 7(49)