

高保温性不織布の開発（第1報）

中島孝康*

Development of nonwovens having excellent heat-retaining property (I)

NAKASHIMA Takayasu*

中わた用途として羽毛の代替となるような素材の開発を目指して、短繊維の絡まった構造体（わた）の試作・評価を実施した。これまでの開発でかさ高性、保温性、分離性等についてある程度良好なわたを作製することができていたが、新たに洗濯時の偏りについて評価したところ、羽毛に比べて改善の必要があることが判明した。また、さらなる改良のため新たにわたを試作したが、これまでのものと性能に大きな差はなかった。

1. はじめに

軽量・かさ高な高保温性素材として代表的なものに羽毛がある。羽毛は天然の防寒素材として非常に優れており、衣類・寝具の「中わた」としてよく利用されている。しかし、近年、供給不足で価格が高騰することがあり代替品ニーズが強い。そこで当所でも羽毛の代替となるような軽量で保温性の高い素材の開発を目指すこととなった。これまで短繊維群を絡ませて球状やひも状の独立構造わたにする方法で開発を進め、「軽量・高保温性繊維素材の開発」として第1～5報¹⁾⁵⁾まで報告してきた（以下、本報告中の報数はこれらを指すこととする）。

様々な試作・評価を重ねてきた中で、中わたの性能として重要と思われるかさ高性（軽量性）、保温性、分離性（わた同士のばらけやすさ）等についてある程度良好なものを作製することができた。ただ、衣類・寝具などの製品は洗濯することが想定され、その場合、製品中でわたが偏って性能が変化することが予想される。その評価が未実施であったので本報にて報告する。

また、衣類などの製品にする際の生産効率や製品中での偏りに影響すると思われる分離性については、開発当初に比べると改善されてきた。しかし、未だ充分とまでは言えない状況であるので、主に分離性改善を意図して改良を試みた結果を併せて報告する。

2. 実験

2.1 洗濯に関する評価

2.1.1 評価試料

第5報記載の下記について作製した座布団形状試料（約40cm四方で10cm四方ごとにキルティングし各マスにわたを1gずつ入れたもの）について評価を行った。

- ・ 試作品5種
（D-2、D-2_改良品1～3、試作球状わた）
- ・ 市販品2種
（羽毛、市販合繊布団わた）

2.1.2 洗濯等の方法

A形基準洗濯機（ドラム式：Electrolux製 Wascator FOM71 CLS）を利用した。「洗濯温度30℃、ジェントルかくはん」でネットに入れて洗濯し、平干して乾燥させた。その後、わたの偏りをほぐした。

2.1.3 評価項目

以下の4点について評価を行った。

- ・ 偏りの状況の変化
洗濯前、洗濯後、わたの偏りをほぐした後の3時点で試料を透かして見て偏りの状況を観察した。
- ・ 偏りのほぐしやすさ
わたの偏りをほぐす際に、ほぐしやすさの感覚的評価を当所職員6名により実施した。
- ・ 厚さの変化
万能試験機（（株）島津製作所製、オートグラフ AGS-J）を用いた。直径200mmの円形加圧盤を用い、速度1mm/秒で圧縮し、圧力0.5g/cm²の時の厚さを測定した。
- ・ 保温性の変化

「JIS L 1096:2010 織物及び編物の生地試験方法」の保温性A法（恒温法）の準用による方法で測定した。保温性試験機（恒温法）（（株）大栄科学精器製作所製、ASTM-100B）を用いた。

2.2 分離性に関する改良試作

2.2.1 試作方法

分離性の向上を目指して、第4報で記載したD-1をもとに3種類の改良品を作製した。本報告書中「D-1_改良品1～3」と記載した。第5報においてD-2をもとに改良した時と同様の方法で改良を施した。

2.2.2 評価項目

以下の3点について評価を行った。

- ・ かさ高性
「JIS L 1903:2011 羽毛試験方法」の荷重用円盤B（直径285mm、総重量94.3g）を用いる方法の準用により測定した。スチーム処理は実施せずに試験に供した。

* 繊維・紙業部

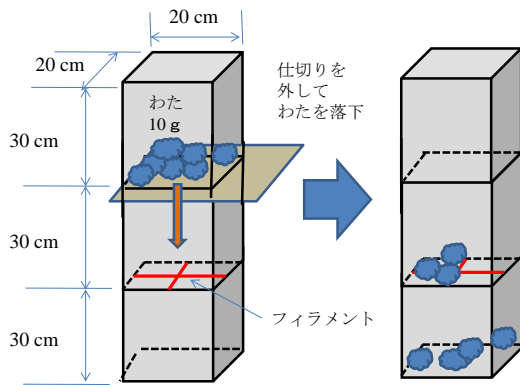


図1 分離性評価方法

・ 分離性

図1のような形式で樹脂製の容器中でわたを落下させ、落下先にフィラメントを十字に張り、そこを通過する割合を測定するという簡易的な方法で評価した。わたの入れ方が結果に影響するのを避けるため、試作わたについては容器に入れた後、容器中で5回反転させた後に試験を実施した。

・ 保温性

第5報及び本報「2.1」での保温性評価は、わたを側生地地で包んで座布団形状にした時のものであり、縫製仕様に影響を受ける。これに対しわた自体の保温性を評価するため、断熱材の枠（厚さ4 cm、内寸14 cm×14 cm）の中にわたを充填して熱抵抗を測定した。定常法・熱流計法による熱伝導率測定装置（TA Instruments-Waters LLC 製、FOX200）を用いた。試料を挟むプレートの温度は「上部：15℃、下部：35℃」（つまり温度差：20℃、熱流：上向き）に設定した。枠内へのわたの充填量はかさ高性測定時の密度となるように設定した。この方法では同じ厚さの枠で測定する関係上、わたの量が試料間で違うことになるので、枠厚4 cmでの熱抵抗値を単純に比較するのは不適切な面がある。例えば、かさ高性値の低い試料は同体積の中に多めの量を充填することになり熱抵抗が大きくなることが予想される。そこで、熱抵抗が単純に厚さに比例すると仮定して、単位熱抵抗（1 m²K/W）あたりの厚さと目付（単位面積あたりの重量）を測定結果から算出して比較した。

3. 結果及び考察

3.1 洗濯に関する評価

3.1.1 偏り

洗濯に伴うわたの偏りの変化を図2に示した。洗濯するといずれの試料もマスの中でわたが大きく偏った。ほぐすといずれもある程度はマス内に均一に分布させることができ、偏りの解消は可能であった。

3.1.2 偏りのほぐしやすさ

偏りのほぐしやすさに関する感覚的評価の結果を表1

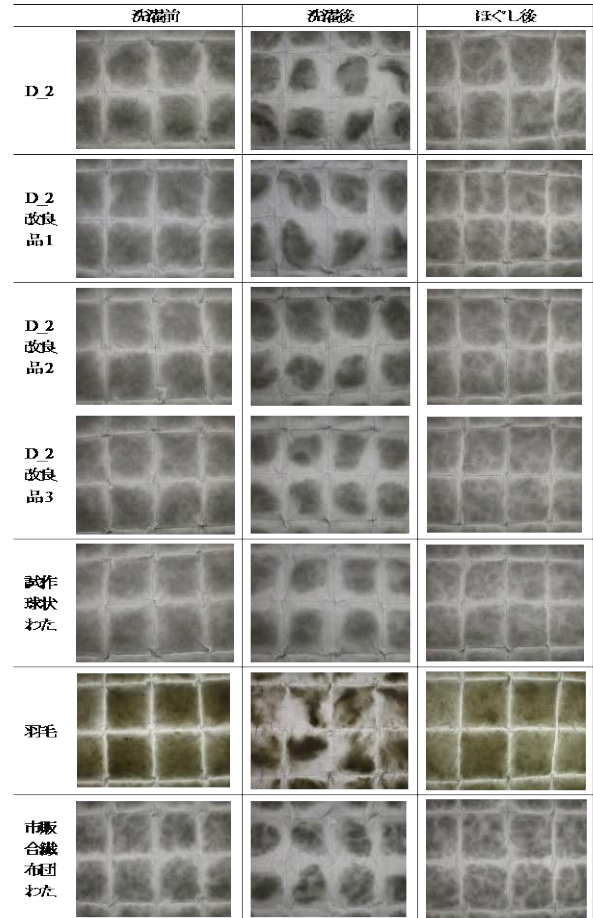


図2 洗濯に伴う偏りの変化

表1 偏りのほぐしやすさ

		D_2	D_2改良品1	D_2改良品2	D_2改良品3	試作球状わた	羽毛	市販合繊布団わた
人数	◎	2	0	0	0	0	6	1
	○	2	0	1	3	3	0	0
	△	1	4	3	3	3	0	3
	×	1	2	2	0	0	0	2

◎：たたくだけで偏り解消可能
 ○：揉みほぐすと偏り解消可能（ほぐしやすい）
 △：揉みほぐすと偏り解消可能（ほぐしにくい）
 ×：うまくほぐれない

に示した。羽毛については全員が「たたくだけで偏りが解消する」という判定結果であるのに対し、合繊わた（試作わた5種と市販合繊布団わた。以下同じ。）には明確な傾向はなく、また羽毛よりほぐしにくいという結果となった。羽毛は簡単にほぐれるのに対し、合繊わたは手で揉みほぐすようにする必要があった。

3.1.3 厚さの変化

洗濯に伴う厚さの変化を図3に示した。洗濯後の厚さの減少が大きくないのは、マス内でわたが偏って固まるため、わたの体積としては減少しているものの座布団形状の厚さとしては保たれているものと考えられえた。偏りをほぐした後は、合繊わたにおいて厚さが大きく減少

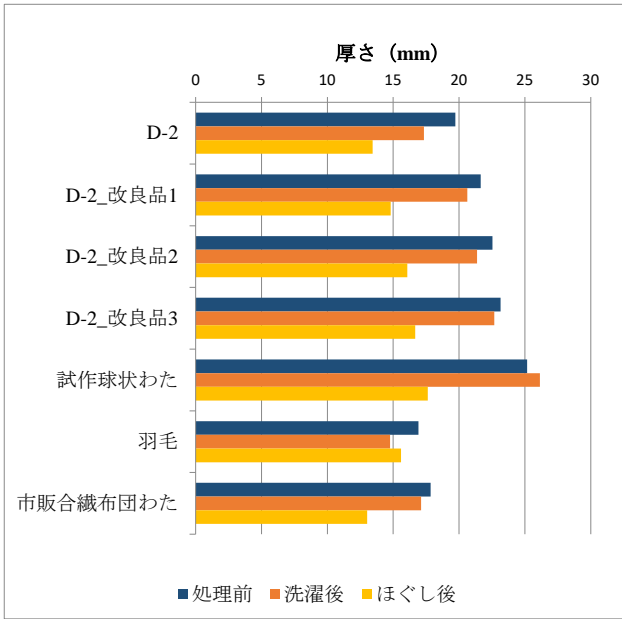


図3 洗濯に伴う厚さの変化



図4 洗濯に伴う保温性の変化

した。洗濯時やほぐす過程での揉み作用で繊維の絡みあいなどが起きて、かさ高性が失われたまま回復していないものと推察された。羽毛については厚さの減少は合織わたほど大きくなかった。羽毛同士にはその構造から相互排除性があるとされており、絡み合いが合織わたのように大きくないことでかさの減少がある程度防がれているものと考えられた。

3. 1. 4 保温性の変化

洗濯に伴う保温性の結果を図4に示した。洗濯直後はいずれも保温性が大きく低下した。その後偏りをほぐすと、羽毛については完全には保温性が回復しないものの

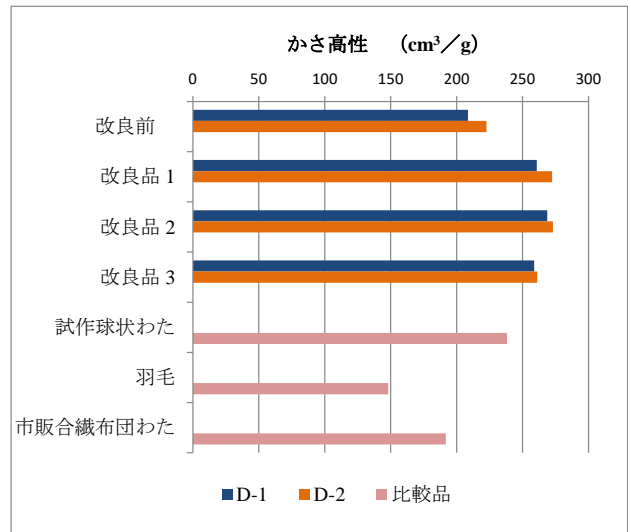


図5 改良試作品のかさ高性

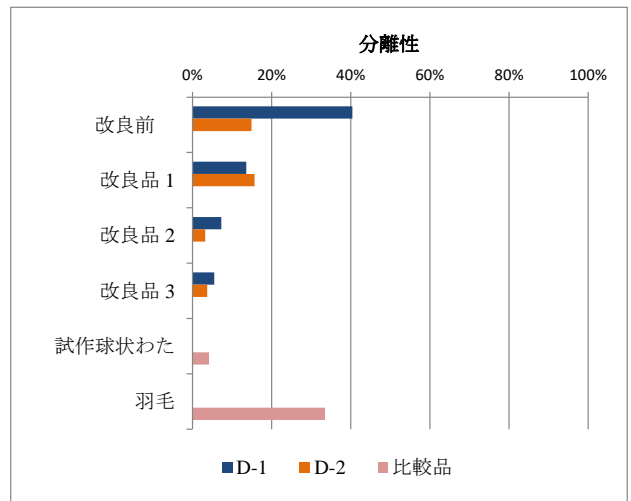


図6 改良試作品の分離性

ある程度は回復した。一方、これと比較して合織わたの回復はわずかであった。偏ったわたをほぐすことによってマス内である程度均一に分布させることができるものの、かさ高性は回復せず、前項のとおり厚みが減少して保温性が回復しないものと推察された。今回の試験は「10 cm 四方のマスにわた 1 g の充填」ということで、目付としては 100 g/m²であった。これは夏用の肌掛け布団レベルであり比較的わたの充填量が少なめの状況での試験であったので、わたが移動しやすく、偏る現象がより大きく現れたものと思われた。洗濯が想定される製品に開発したわたを利用するには、現状では「わたの充填量を多くする」、「キルティングの幅を狭めにする」などでわたの移動が制限されるような対策が必要と考えられた。また、そういった縫製時の仕様面での対策とは別に、根本的にわたが偏らないようにする方法を今後の研究の中で検討していく予定である。

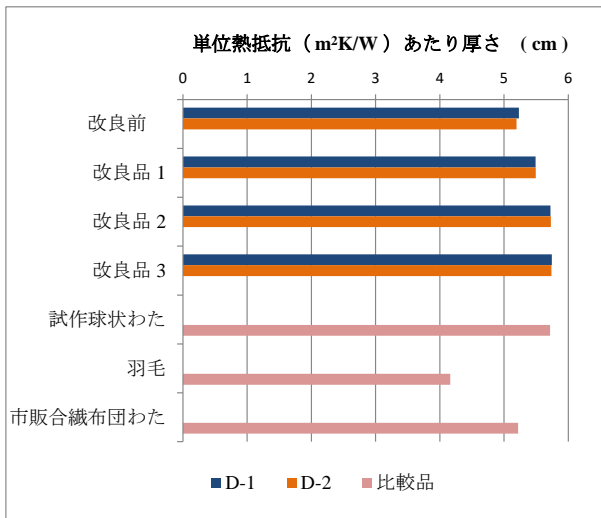


図7 改良試作品の保温性
(単位熱抵抗あたりの厚さ)

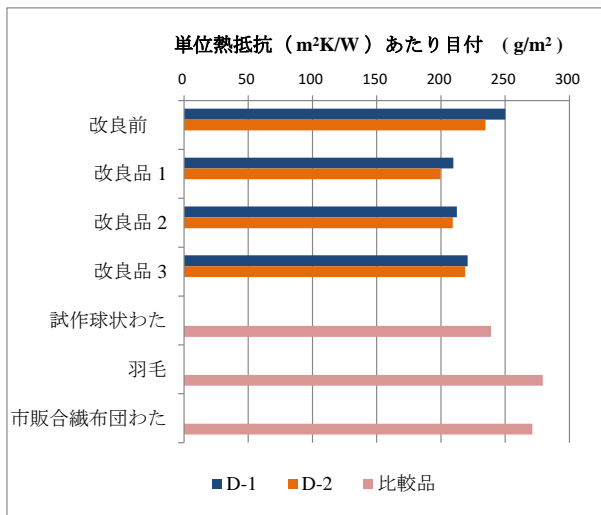


図8 改良試作品の保温性
(単位熱抵抗あたりの目付)

3.2 分離性に関する改良試作品の評価

3.2.1 かさ高性

分離性の向上を期待して改良した試作品について、かさ高性測定の結果を図5に示した。第5報で報告したD-2と同様に、D-1においても改良を施すことでかさ高性が向上する効果があった。また、D-1の改良品のかさ高性の程度はD-2の改良品と同程度であった。

3.2.2 分離性

改良試作品の分離性測定の結果を図6に示した。第4報での試験ではD-1のほうがD-2よりも分離性が良かった。今回、第4報の時とは若干試験方法を変更したが、今回もD-1のほうがD-2よりも良い結果で、やはりD-1は分離性に優れていると考えられた。改良品についても同様の分離性向上効果を期待していたが、評価の結果、

期待に反しD-1改良品とD-2改良品とで大きな差はなかった。

3.2.3 保温性

単位熱抵抗あたりの厚さと目付の算出結果をそれぞれ図7、8に示した。一定の保温性を実現するために、図7の値が小さいほど薄くでき、図8の値が小さいほど軽くできるということであり、ともに値が小さいほど良い。D-1とD-2とで改良した条件ごとに大きな差はなかった。試作わたと羽毛を比較すると、厚さについては羽毛のほうが良く、目付については試作わたのほうが良かった。今回、羽毛はスチーム処理していない状態での低いかさ高性値(図5参照)に基づき充填密度が他の試料より大きかったため、その影響もあって「薄くても良いが重くなる」という結果になったと思われる。軽量性という観点からは図8の目付の結果がより重要と思われる。充填密度によって結果が違ってくると予想されるので、その点考慮が必要ではあるものの、図8から、試作わたは少なくとも今回の条件において結果が良く、ある程度保温性が高いと言って良いと考えられた。中でもD-1、D-2ともに、改良品1が最も良く、D-2に関する座布団形状での保温性評価(図4:洗濯前)と同様の結果であった。今回採用している改良方法においては、保温性の面から改良品1の条件が適切であると考えられた。

4. まとめ

本研究では、試作したわたの洗濯性について評価した。また、製品にする際の生産効率を高めるなどの観点からわたの分離性の改善を試みた。

洗濯することで試作わたも羽毛も偏りが生じた。一方、偏りからの回復については、少なくとも本報告で実施した条件では羽毛は偏りを解消させやすいのに対し、試作わたは偏りを解消させるにくかった。一見偏りを解消させることはできるものの保温性の低下は大きく、何らかの対策が必要と思われた。また、分離性の改善の試みについては期待した効果が得られなかった。

今後の研究では、偏りを防止する方策について主に検討を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 中島孝康ら,岐阜県産業技術センター研究報告 No.10, pp28-30, 2016
- 2) 中島孝康ら,岐阜県産業技術センター研究報告 No.11, pp19-20, 2017
- 3) 中島孝康ら,岐阜県産業技術センター研究報告 No.12, pp18-21, 2018
- 4) 中島孝康ら,岐阜県産業技術センター研究報告 No.13, pp14-15, 2019
- 5) 中島孝康ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.1, pp49-52, 2020