

# タオル製品における後晒し加工と吸水性評価

## *Evaluation of Water Absorption in Bleach Processed Cotton Towel*

宮崎 克彦\*      宮崎 逸代\*\*      赤坂 長吉\*\*\*  
*Katsuhiko Miyazaki   Itsuyo Miyazaki   Nagayoshi Akasaka*  
 坂井 芳男\*\*\*  
*Yoshio Sakai*

(2002年7月16日 受理)

キーワード：タオル，吸水，後晒し，やわらかさ，KES

### 1. はじめに

タオルは生活密着型商品として広く普及しており、製品機能として吸水性に優れているのが最大の特長である。「タオル＝良く水を吸う」という商品イメージが定着していると言っても過言ではない。近年、合成繊維素材の毛細管現象を利用することで吸水機能を高めたタオル製品もあるが、一般的なタオル製品の主素材は綿であり、綿繊維の持つ吸水性と風合いが好まれている。綿は、アオイ科ワタ属に属する低木性の繊維植物<sup>1)</sup>の綿花として収穫され、天然の状態では、主成分であるセルロースの他、ペクチン、蠟、脂肪などが含まれている。吸水性を発現させるためには、セルロース以外の不純物を除去する必要がある。この作業は、精練と呼ばれ、タオルの後晒し加工では、アルカリ処理により行われるのが一般的である。しかしながら、セルロース以外の成分は、潤滑的な作用をしている側面もあり、これらを除去することで、吸水性が良くなる反面、繊維としては「かたく」なる傾向にある。このことは、消費者がタオルに「やわらかさ」を求めることと相反する。そのため、製品としてやわらかくするためにタオルを柔軟仕上げ剤で処理していることが

多い。ところが、今度は柔軟仕上げ剤の影響により吸水性が阻害されることになる。そのため、「新品のタオルは1回洗濯してから使用する」という消費者が多い。これは、洗濯により柔軟仕上げ剤が除去されることにより、タオル本来の吸水性が表れるからである。消費者が柔軟仕上げ剤の存在を認識しているかどうかは別にして、今では経験的な“生活の知恵”となっている。しかしながら、タオルが実際に使用されるまでの過程で、柔軟仕上げ剤の処理は、無駄な部分であり、地球環境に対しても、わずかながらもマイナスであることは否定できない。では、なぜこのようなことが“生活の知恵”として定着するまで続けられているかについて考える。その要因は、業務用を除けば、タオル製品は、ギフト市場が中心の流通構造となっていることがあげられる。贈り物としてタオルを購入したことはあっても、自家用（自らが使用するため）にタオルを買ったことがないという消費者も多い。これは、日本特有の文化である返礼ギフト市場<sup>2)</sup>において、タオル製品が多く扱われている一面を物語っている。つまり、生産、販売者側から見れば、贈り物としてタオルを購入する人が顧客であり、贈答品としてのタオルには、「やわらかさ」やデザイン性が顧客ニーズとして求められ、それを満足する商品開発が行われてきた。そこには贈られる側、すなわち、本来のユーザーの満足度が必ずしも考慮されていなかった。それは、「やわらかさ」や「吸水性」に対する消費者ニーズを的確に把握

\* 生産技術部 繊維製品グループ

\*\* 評価技術部

\*\*\* 泉佐野技術センター

する数値指標が欠如していたためでもある。今後、タオル商品の自家消費の需要拡大を図り、ギフト市場における差別化商品の開発を行っていくためにも、消費者ニーズを的確に汲み上げていくことは必要であり、その際、「やわらかさ」、「吸水性」はニーズ指標として重要である。本報では、密接に関連する、この2つの物性について報告する。

## 2. 実験方法

### (1) 実験試料

タオル製品の吸水性や風合いに影響を及ぼす要因として、原糸（原綿）、織物設計、後晒し加工の3項目が

考えられる。綿は天然繊維であるから、産地や銘柄が同一の綿糸であっても、製造ロットが異なれば、厳密には物性値が異なる。また、織織にあたり原糸に付加されるサイジング糊剤の影響も多少なりとも考慮しなければならない。サイジング糊剤は、綿糸の製織性を高める目的で付加され、タオル製織後は、後晒し加工工程において除去されるので、残留しない限り影響はないが、糊剤の種類やブレンド方法は多岐にわたり、不確定要素を含むことは否定できない。そこで、本実験では、吸水性と後晒し加工、織物設計との関連性をより明確にするために、同一原糸、同一サイジング糊剤により製織を行い、実験試料を作製した。

後晒し加工条件は、当所で開発した高吸水加工<sup>3)</sup>を

表1 吸水レベルと加工条件

	高吸水レベル	中吸水レベル	低吸水性レベル
前洗浄	40℃→95℃昇温後排水	×	×
	サントハ <sup>®</sup> NDTC-L 1ml/l	×	×
	リボ <sup>®</sup> ノックスNC-95 0.5ml/l	×	×
湯洗い	60℃ 5分	×	×
湯洗い	70℃ 60分	×	×
水洗	15分	×	×
糊抜	40℃→95℃昇温後30分処理	→	40℃→70℃昇温後30分処理
	ネオマルツH-1 5ml/l	→	→
	サントハ <sup>®</sup> NDTC-L 0.2ml/l	→	→
湯洗い	60℃ 5分 ×2回	→	→
水洗	10分	×	×
精練	40℃→95℃昇温後30分処理	→	40℃→70℃昇温後30分処理
	NaOH 5g/l	NaOH 1g/l	×
	セレスシュ600 2ml/l	→	→
	サントハ <sup>®</sup> NDTC-L 0.5ml/l	→	→
	リボ <sup>®</sup> ノックスNC-95 0.5ml/l	リボ <sup>®</sup> ノックスNC-95 0.2ml/l	→
	セレスシュ400 2ml/l	×	×
希釈洗浄	40℃→95℃昇温後排水 ×2回	×	×
	サントハ <sup>®</sup> NDTC-L 0.2ml/l	×	×
湯洗い	60℃ 5分 ×2回	→	→
水洗	15分	10分	→
次亜晒	30℃昇温後60分処理	→	→
	NaClO 有効塩素として1g/l	→	→
水洗	15分	→	→
過水晒	40℃→95℃昇温後60分処理	→	40℃→70℃昇温後15分処理
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 10ml/l	→	→
	ネオレートPLC-1 3ml/l	→	→
	セレスシュ600 2ml/l	→	→
湯洗い	60℃ 5分 ×3回	→	→
水洗	15分	→	→

記号の説明：→は左側と同処理，×は処理なし

薬剤の概略：サントハ<sup>®</sup>NDTC-L：クラリアントジャパン（株）製 浸透・分散・精練助剤

リボ<sup>®</sup>ノックスNC-95：ライオン（株）製 湿潤・精練助剤

ネオマルツH-1：大和化成（株）製 酵素糊抜剤

セレスシュ600：北広ケミカル（株）製 金属封鎖剤

セレスシュ400：北広ケミカル（株）製 分散剤

ネオレートPLC-1：日華化学（株）製 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>安定剤

基準として、吸水指数を目安に吸水レベルを下げる工程の検討を行い、高吸水、中吸水、低吸水の3レベルの加工を設定した。なお、吸水指数との関係は後述する。表1に各吸水レベルの加工条件を示す。使用した染色機は、辻井染機工業(株)製ドラム染色機DD-60SP型。また、加工浴比は、すべての吸水レベル条件において、1:20で行った。乾燥は、(株)アサヒ製作所製NT2-10S型タンブル乾燥機で行った。

次に織物設計条件として、パイル長さを2条件、よこ糸密度を3条件とすることで計6種類の原反とした。それぞれの原反について、上述の3レベルで加工を行ったので、実験試料としては、計18種類である。

表2に実験試料の織物設計と生地の日付けを示す。以下、本文では試料名を記号で表す。

表2 実験試料の織物設計

試料名	織物設計条件		
	パイル長	よこ糸本数	目付け
S30	Short	30本/2.54cm	210g/m <sup>2</sup>
S42	Short	42本/2.54cm	250g/m <sup>2</sup>
S48	Short	48本/2.54cm	280g/m <sup>2</sup>
L30	Long	30本/2.54cm	280g/m <sup>2</sup>
L42	Long	42本/2.54cm	330g/m <sup>2</sup>
L48	Long	48本/2.54cm	380g/m <sup>2</sup>
糸使い：地たて糸、パイル糸、よこ糸 20s 綿100%			
織機：津田駒AJL ZA207T			
組織：3本よこタオル組織			
おさ羽：38羽/3.78cm			

## (2) 吸水性試験方法

吸水性評価は、JIS L 1907 繊維製品の吸水性試験方法における表面吸水法により行い、以下の項目について測定及び算出を行った。

### (A) 最大吸水速度

最大吸水速度は、JIS 規定通り、測定開始後に最初の極大を示した時点をもっと最大吸水速度 (m l/秒) とした。

### (B) 吸水指数

吸水指数は、アパレル製品等品質性能対策協議会(通商産業省諮問機関)によって示された以下の式にて求めた。

$$Y = 2545 \times V + 1411 \times W + 79$$

ここで、Y：吸水指数

V：最大吸水速度 (m l/秒)

W：最大吸水速度時の試料の吸水量 (m l)

## (C) 飽和吸水量

試料の吸水量変化が、2秒間で0.01ml以下を示した時点をもっと飽和とみなし、その時点の試料の吸水量を飽和吸水量 (m l) とした。ただし、吸水機能が低く、吸水量が変化しない場合は、飽和と見なさない。また、測定開始後60秒を経過しても飽和を示さない試料については、60秒時点の吸水量を求めた。

## (3) KES試験方法

試料の風合い測定は、KES試験機(Kawabata's Evaluation System)により行った。測定項目は、圧縮特性と曲げ特性であり、使用した試験機は以下のとおりである。

圧縮試験機：カトーテック(株)製 KES-FB3 型

曲げ試験機：カトーテック(株)製 KES-FB2 型

## 3. 結果と考察

### (1) 吸水性要因分析

#### (A) 加工レベルと最大吸水速度

図1に各加工レベルにおける試料の最大吸水速度を示す。高吸水レベルは、精練及び洗浄により不純物の除去を高めた加工であり、各試料とも非常に高い数値を示している。中吸水レベルは、高吸水レベルとの精練及び洗浄工程の違いが数値として明確に表れている。ここで注目すべき点は、高吸水レベルのS30の数値が、中吸水レベルの各6試料の数値を上回っていることである。つまり、目付けが小さくて、薄いS30が、L48のように目付けが大きく、厚い試料よりも吸水性に優れていることを表している。低吸水レベルと比較すれば、その差はより歴然となる。次に、同一加工レベルにおける、織物設計と最大吸水速度の関係を見ると、

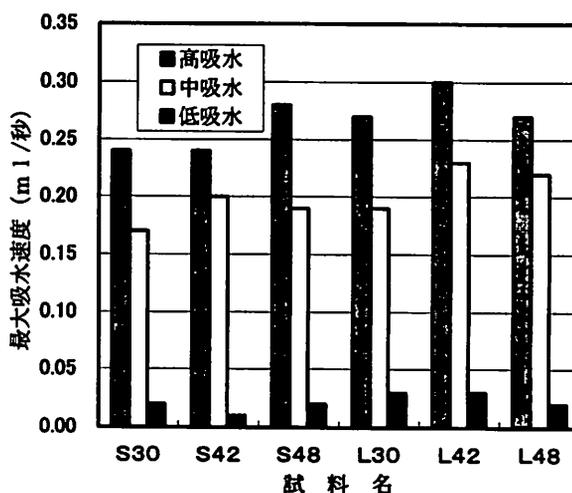


図1 加工レベルと最大吸水速度

各試料間での差はあるものの、その差は、加工レベル間における差よりも小さい。これらのことより、タオルに吸水機能を発現させる第一要因は、加工条件であることが明らかである。

### (B) 加工レベルと吸水指数

図2に各加工レベルにおける各試料の吸水指数を表す。織物設計に対する吸水指数の差は、最大吸水速度値に対する傾向と大きく異なる。例えば、高吸水レベルのS30とL42では、較差は約2倍となる。これは、吸水指数が、「主に髪をふく目的で使用するタオル」として、使用目的を限定した範囲で高吸水性タオル製品を評価するため、吸水速度と吸水量という次元の異なる2つの要素を加味しているからである。そのため、様々な目的で使用されるタオル製品の吸水性を一律に評価することは難しい。

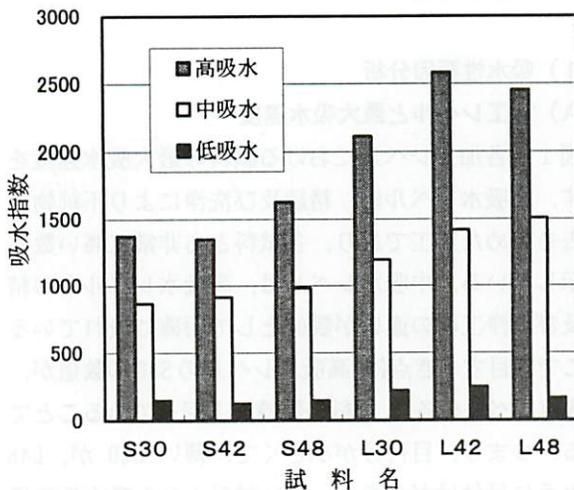


図2 加工レベルと吸水指数

しかしながら、吸水指数は、高吸水性を数値で示した唯一の評価基準であり、その目安は、指数値800とされている。そこで、本実験では、吸水指数により前述の加工レベルの設定を行った。もっとも目付けが小さく、薄い、S30を基準試料として、加工条件ごとの指数値を求めた。高吸水レベルでは、S30の吸水指数は約1300を示した。そこで、次の加工レベルは、吸水指数が約800となるように加工法の検討を行い、本報では、中吸水レベルと表記した。低吸水レベルは、吸水測定可能範囲下限に相当する吸水指数200以下となるように加工法の検討を行った。

### (C) 加工レベルと飽和吸水量

図3に各加工レベルにおける試料の飽和吸水量を示す。加工レベルに対する飽和吸水量は、すべての試料において、高吸水、中吸水、低吸水の順に差が認めら

れ、レベルによる差が大きいことが明らかであり、最大吸水速度の傾向と同じく、吸水機能を発現させる第一要因は、加工条件であることを示している。

飽和までに要した時間は、高吸水レベルで、試料の目付けにより28秒～48秒、中吸水レベルでは、同様に46～60秒であった。低吸水レベルでは、吸水機能が十分に発現していないため、図3の飽和吸水量は、60秒時点を示した。この点からも、加工レベルによる差が大きいことは、明らかである。

次に同一加工レベルにおける織物設計と飽和吸水量の関係では、目付けが大きくなるほど、飽和吸水量は増加する。同一の加工条件下であれば、織物設計によってタオルの飽和吸水量を予測した製品開発が行えることを示している。

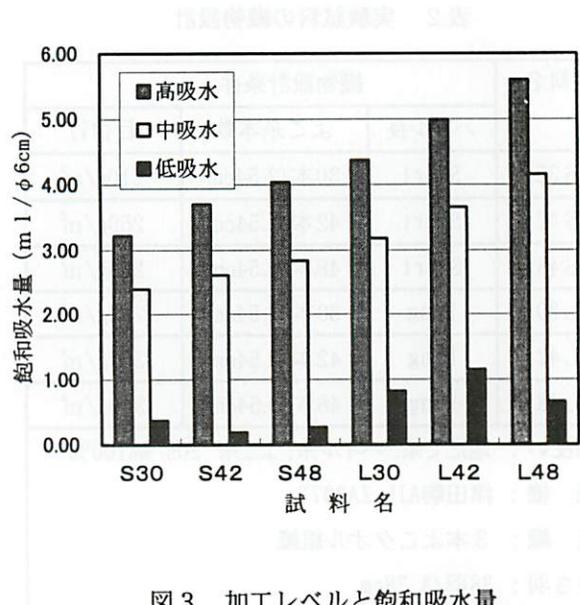


図3 加工レベルと飽和吸水量

## (2) 「やわらかさ」の評価

### (A) タオルの「やわらかさ」

消費者がタオルの「やわらかさ」を確かめる場合、手の動きとしては、次の3つが考えられる。

- ①タオルの表面を撫でる
- ②タオルを上から押さえる
- ③タオルを手のひらで掴む

①は肌触り、②はボリューム感、③は総合的な感触と推察される。ここで、①については、消費者個々の好みの押圧で行われることから、多分に②の要素が大きく影響するものと考えられる。そこで、本研究では、KES風合い試験機により、②を圧縮特性、③を曲げ特性に対応させて、それぞれの物性値が「やわらかさ」の評価に適しているかどうかの検討を行った。評価のポイントは、同一タオル試料において、加工レベルの

違いにより、高吸水→中吸水→低吸水の順に物性値に差があるかどうかで検討した。

(B) 圧縮特性による評価

表3に実験試料の厚さを示す。0.5gf/cm<sup>2</sup>荷重時と50gf/cm<sup>2</sup>荷重時の厚さが約2倍近く変化することからも、タオルがボリューム感を有する織物であることが表れている。

表3 実験試料の厚さ

試料名	S30	S42	S48	L30	L42	L48
圧縮荷重0.5gf/cm <sup>2</sup> 時の厚さ(mm)	4.19	4.22	4.49	5.49	5.89	6.04
圧縮荷重50gf/cm <sup>2</sup> 時の厚さ(mm)	2.00	2.15	2.46	2.53	2.82	3.17

図4に加工レベルと圧縮特性の線形性LCとの関係を示す。圧縮特性の線形性LCは、数値が1に近い程、一般的に物性は、かたいとされる。図4よりS試料群とL試料群との差は明確に表れている。このことは、加工が同じでも、Longパイルの方がやわらかいことを示している。しかしながら、加工レベルの違いによる差は明確ではなく、「やわらかさ」の指標には適さない。

図5に加工レベルと圧縮仕事量WCとの関係を示す。一般的に圧縮仕事量WCは、数値が大きい程、生地「ふくらみ」が大きいとされる。

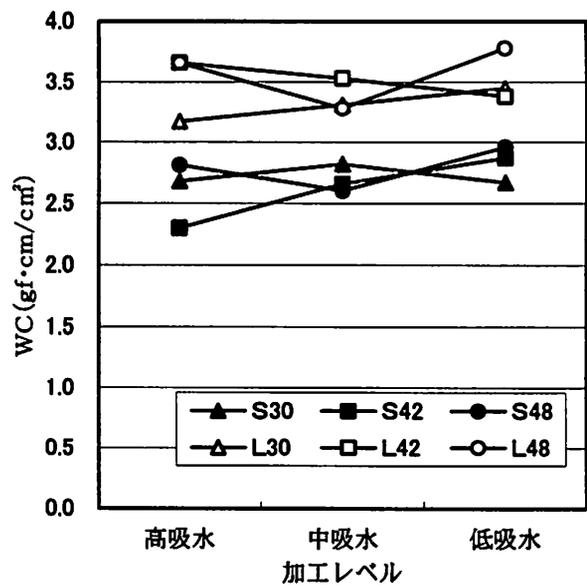


図5 加工レベルと圧縮仕事量WC

圧縮特性の線形性LC同様、S試料群とL試料群との差は明確であり、パイル長の違いによるタオルの「ふくらみ」(ボリューム感)が明確に表れている。しかし、加工レベルの違いは明確ではなく、タオルの「やわらかさ」の指標には適さない。

(C) 曲げ特性による評価

図6に加工レベルとよこ糸曲げ剛性Bとの関係を示す。曲げ剛性値Bは、数値が大きい程、一般的に物性は、かたいとされる。図6より、同一加工レベルにお

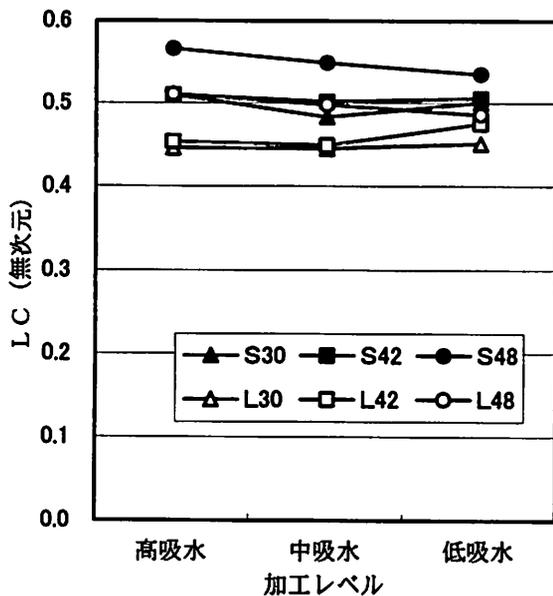


図4 加工レベルと圧縮特性の線形性LC

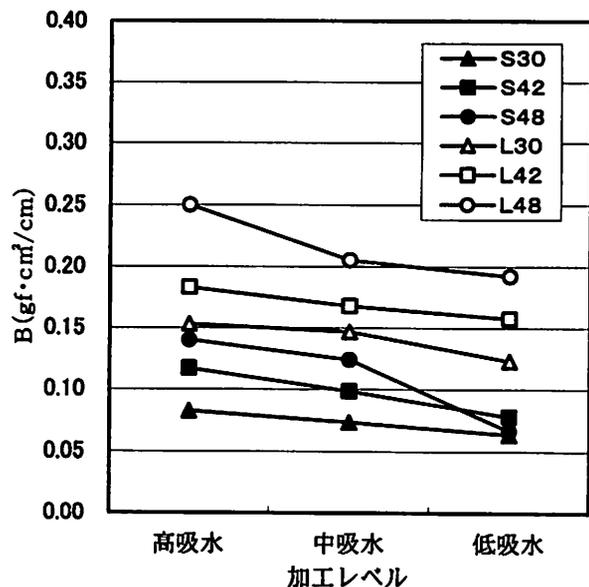


図6 加工レベルとよこ糸曲げ剛性B

いては、S試料群とL試料群との曲げ剛性値の差が、明確に表れている。このことは、試料を曲げる動きの中で、Longパイルである方が抵抗が大きいためと考えられる。次に、加工レベルの違いによる比較では、すべての試料において、曲げ剛性値は、高吸水レベルでもっとも大きく、次いで中吸水レベル、低吸水レベルの順に小さくなっている。即ち、タオルに高い吸水機能を発現させるほど、かたくなり、綿糸に油脂分等を残留させて吸水機能を低く抑えるほど、やわらかくなることを示している。

図7に加工レベルとたて糸曲げ剛性Bとの関係を示す。よこ糸曲げ剛性と同様に、同一加工レベルにおいては、パイルの長さの違いが明確に現れている。また、加工レベルの違いにおいても、よこ糸曲げ剛性と同様に、高吸水レベルでもっともかたく、低吸水レベルがやわらかいことを示しており、曲げ剛性値は、タオルの「やわらかさ」を示す指標として適していると考えられる。また、すべての試料において、たて糸曲げ剛性が、よこ糸曲げ剛性よりも大きな値となっていることについては、パイル糸がたて糸方向に形成されるタオルの織物構造によるものと考えられる。

#### 4. 結言

タオル製品の吸水性と「やわらかさ」に関して、後晒し加工、織物設計との関連性について検討した結果、以下の結論を得た。

(1) 綿タオルに吸水性を発現させる主要因は、加工方法であり、織物設計ではないことが明らかになった。端的な例は、本実験におけるL48の低吸水加工によるタオルであり、目付が大きく厚い織物設計であるにもかかわらず、最大吸水速度、飽和吸水量ともに極端に低い吸水性である。

(2) 同一加工条件下では、タオルの飽和吸水量は、目付けが大きくなるほど増加する。即ち、商品設計の段階から飽和吸水量を予測した製品作りが可能であり、

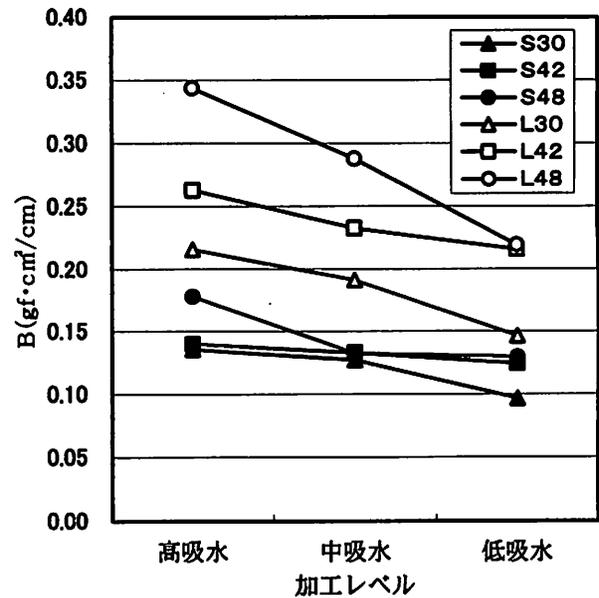


図7 加工レベルとたて糸曲げ剛性B

従来のタオルとしての用途のみならず、吸水機能を持った織物素材として用途開発が行える。

(3) KES圧縮試験は、タオルの「ふくらみ」を評価するのに適している。

(4) KES曲げ試験は、タオルの「やわらかさ」を評価するのに適している。

今後、製品の「ふくらみ」、「やわらかさ」などの風合い指標が、吸水性とともに消費者に情報提供されていくことで、自家用消費の需要拡大が図られることを期待する。

#### 参考文献

- 1) セルロース学会編, セルロースの事典, 26-30, (2000)
- 2) タオル業界構造改善ビジョン, 日本タオル工業組合連合会, 7, (2001)
- 3) 杉本 猛, 大阪府立産業技術総合研究所技術資料 NO. 4, 59-63, (1994)