

# 養殖ギンザケ未利用部位の食品素材化の検討

中岡典義\*1 逢阪江理\*2 寺川佳代子

Study for food material from unutilized resources of cultured coho salmon *Oncorhynchus kisutch*

NAKAOKA Noriyoshi and OHSAKA Eri and TERAOKA Kayoko

養殖ギンザケの未利用部位である中骨の食品素材化を目的として、栄養成分および機能性成分を把握するとともに、加工特性について検討し、加工品を試作した。

成分分析の結果、中骨と付着肉には、筋肉成分と比較して、脂質やカルシウムのほか、機能性成分である EPA・DHA を多く含有していることが分かった。

また、冷風および熱風乾燥による加工特性を調べ、加工品について検討した結果、ミンチ、乾燥、焙焼処理によって、栄養豊富な新たな珍味を試作することができた。

キーワード：養殖ギンザケ、未利用部位、中骨、食品素材化、珍味

## はじめに

国内では、新たな養殖対象品種としてサケ類が注目されており、愛媛県においても、ギンザケ、ニジマス、サツキマスが海面養殖されている。特に宇和海で養殖されているギンザケは、生産量が比較的多く、柑橘の香りがするブランド魚として販売されている。

水揚げされた養殖魚は、その一部がフィレー等の切り身により出荷されるが、加工後には、頭部、中骨、内臓といった未利用部位が多く残るため、愛媛県内の加工業者から、それらの有効利用方法の開発を求められている。

愛媛県では、これまでに、養殖ブリや練製品原料魚の未利用部位の活用を図るため、様々な研究が行われてきた<sup>1)~4)</sup>。一方、愛媛県におけるギンザケ養殖は、近年、新たに行われてきたことから、未利用部位の活用に関する知見は乏しい。

そこで、本研究では、養殖ギンザケ中骨の食品素材化を目的として、栄養成分および機能性成分を把握するとともに同素材の加工特性を検討し、さらには、中骨を活用した珍味を試作したので報告する。

## 実験方法

### 1. 供試材料

南予地方で養殖されたギンザケを三枚に卸した後に残る中骨（付着肉あり）を使用した。

### 2. 成分分析

#### (1) サンプル調製

ギンザケ中骨、中骨から取り出した付着肉、付着肉を取り除いた中骨（骨と皮のみ）を真空包装後、高温高压調理殺菌装置（(株)サムソン CB-40）により 120℃20 分で処理し、フードプロセッサー（クイジナート DLC-6 PRO II）で粉碎処理した。

#### (2) 分析方法

一般成分は常法、カルシウムは原子吸光分光光度計（(株)日立ハイテクノロジー Z-2310）により測定した。EPA と DHA の定量は、約 3.5mg の脂質をけん化、メチル化した後、ガスクロマトグラフ（(株)島津製作所 GC-2014AF/SPL）を用い、以下の条件で行った。

\*1（現）水産研究センター \*2（現）愛媛県庁 経済労働部 産業創出課  
この研究は、「新たな養殖品種を利用した水産加工品の高付加価値化研究」の予算で実施した。

カラム：キャピラリーカラム HR-SS-10 (0.25mm×30m)

カラム温度：150℃ 5分→昇温 2℃/min→220℃ 3分

検出器：FID キャリアガス：ヘリウム 全流量 30.2ml/min 試料注入量：2μl

### 3. 中骨の乾燥

ギンザケ中骨を洗浄した後、プラスチック製のバスケットに並べ、冷風乾燥機 ((株)クールドライマシナリーHA-5S) により、20℃、28 時間処理した。また、熱風乾燥機 ((株)田葉井製作所 PS-220) により、70℃、28 時間処理した。乾燥 8 時間まで及び 22～28 時間は、2 時間ごとに重量を測定した。

### 4. 珍味の試作-1

冷風及び熱風乾燥処理したサンプルを用いて、A 社のコンベアー式焙焼機と圧延機により珍味を試作した。

### 5. 珍味の試作-2

ギンザケ中骨を洗浄した後、ミートチョッパー ((株)ヤナギヤ) により、ミンチ状に処理した。なお、プレートは 4 厘を使用した。ミンチ状の魚肉重量に対して、1%の食塩を添加し、フードプロセッサーにより 2 分間混和した後、直径 28mm、高さ 8mm に型入れし、70℃、24 時間熱風乾燥した。乾燥、固形化した魚肉をスチームコンベクションオーブン ((株)コメットカトウ CS2-60) により、200、210、215、220℃、5 分間焙焼し、食味試験により焙焼時間を検討した。

### 6. 試作した珍味の成分分析

試作した珍味の一般成分、カルシウム、EPA・DHA を前述と同様の方法により定量した。

## 結果と考察

### 1. 成分分析

ギンザケの中骨、付着肉、骨と皮の一般成分、カルシウム、EPA・DHA 量を表 1 に示した。付着肉は、他と比較して、たんぱく質が多いものの、脂質やカルシウムが少なかった。一方、骨と皮のみの場合は、その逆の傾向を示した。筋肉が付着した中骨はたんぱく質、脂質、カルシウムを多く含む、栄養豊富な素材であることが分かった。また、EPA・DHA に関しても、同素材が最も多く含まれており、機能性にも優れていることが示された。

表 1 ギンザケの中骨、付着肉、骨と皮の成分

成分(g/100g)	中骨	付着肉	骨と皮
水分	60.7	65.8	51.9
たんぱく質	17.0	19.2	16.5
脂質	18.9	13.6	23.7
EPA(mg/100g)	448.4	309.6	400.0
DHA(mg/100g)	1043.2	875.2	867.5
炭水化物	0.5	0.2	0.7
灰分	2.9	1.2	7.2
Ca(mg/100g)	836.9	66.2	2750.4

### 2. 中骨の乾燥

ギンザケ中骨を冷風及び熱風乾燥した際の重量変化を図 1 に示した。冷風、熱風乾燥ともに、最初の 2 時間で重量が大きく減少し、その後ゆるやかに減少したが、22 時間以降はほぼ変化は見られなかった。冷風と熱風では、熱風において重量の減少が早く、香ばしさを感じた。なお、冷風、熱風乾燥ともに、時間の経過とともに油の浮きが目立ち、サケ特有のオレンジ色が若干暗くなった。

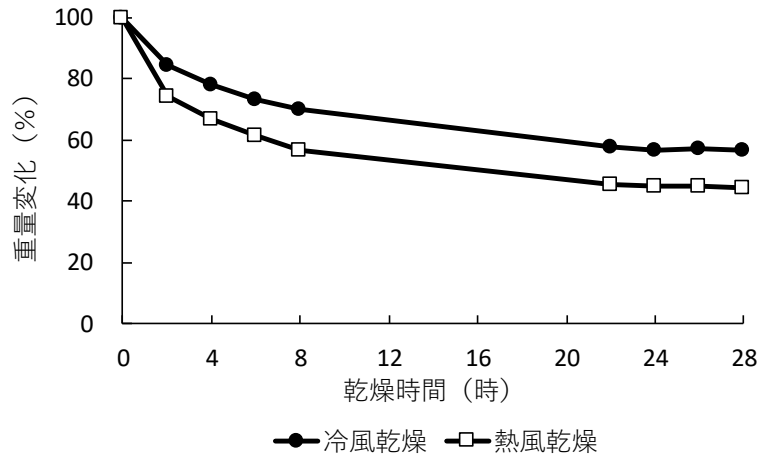


図1 ギンザケ中骨の冷風乾燥及び熱風乾燥による重量変化

### 3. 珍味の試作-1

冷風乾燥及び熱風乾燥したギンザケ中骨を用いて、製造現場のコンベアー式焙焼機と圧延機により、珍味を試作したところ、椎体と呼ばれる太い骨は容易に潰れるものの、肋骨等の細い骨が潰れず、食味の際に口に残る結果となった。そのため、一般的な珍味の製造現場で使用されているコンベアー式焙焼機と圧延機のみでは、ギンザケ中骨の加工が難しいことが分かった。なお、冷風乾燥品と熱風乾燥品では、熱風乾燥品において香りが良く、形も残りやすいことが分かった。

### 4. 珍味の試作-2

ギンザケ中骨をミンチ、乾燥後、温度を変えて焙焼し、食味試験をしたところ、200と210℃では、内側が湿っぽく食感に柔らかさが残り、220℃では焼きすぎによるざらつきを感じた。一方、215℃は、ざらつきが無く、クッキー様の脆い食感となった。以上の結果を基に作成した中骨珍味の製造マニュアルを図2に示した。

ギンザケ中骨  
 ↓腎臓除去、洗浄  
 ミンチ処理  
 ↓プレート4厘  
 混和  
 ↓魚肉重量に対して1%の食塩を添加  
 型入れ  
 ↓型：直径28mm、高さ8mm  
 熱風乾燥  
 ↓70℃で24時間  
 焙焼  
 ↓215℃で5分間  
 ギンザケ中骨珍味

図2 ギンザケ中骨珍味の製造マニュアル

### 5. ギンザケ中骨珍味の成分分析

ギンザケ中骨珍味の一般成分、カルシウム、EPA・DHA量を表2に、試作品を図3に示した。ギンザケ中骨珍味は乾燥及び焼成により水分が減少し、たんぱく質、脂質、カルシウム、EPA・DHAを豊富に含む結果となった。試作した珍味は、一口サイズで手軽に栄養摂取が可能であることから、子供のおやつや大人のお酒のつまみのみならず、高齢者のフレイル予防としても有効であると考えられ、幅広い世代で活用可能であると示唆された。

表 2 ギンザケ中骨珍味の成分

成分(g/100g)	
水分	13.3
たんぱく質	43.8
脂質	34.1
EPA(mg/100g)	1170.1
DHA(mg/100g)	2217.3
炭水化物	1.4
灰分	7.4
Ca(mg/100g)	1306.4



図 3 ギンザケ中骨珍味

## ま と め

養殖ギンザケの未利用部位である中骨の食品素材化を目的として、成分、加工特性、加工品の試作について検討し、次のことが明らかとなった。

1. 筋肉が付着した中骨は、たんぱく質、脂質、カルシウムを多く含む、栄養豊富な素材であり、EPA・DHA 量が多いことから、機能性にも優れていることが分かった。
2. ギンザケ中骨を冷風または熱風乾燥したところ、最初の 2 時間で重量が大きく減少することが分かった。なお、熱風乾燥においては重量の減少が早く、香ばしさが残ることが分かった。
3. ギンザケ中骨乾燥品について、珍味製造現場で広く普及しているコンベアー式焙焼機と圧延機のみでは、珍味の製造は難しいことが分かった。
4. ギンザケ中骨をミンチ、型入れ、乾燥、焙焼処理することで、クッキー様の脆い食感を持った栄養豊富な珍味を試作できた。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、ギンザケ中骨のサンプリングに御協力いただきました株式会社宇和島プロジェクト、愛媛県立宇和島水産高等学校にお礼申し上げます。また、試作に対して助言をいただいた株式会社ジンノに感謝いたします。

## 文 献

- 1) 平岡芳信：魚骨の軟化技術,日本水産学会誌,66(1),147-148(2000)
- 2) 平岡芳信,城敦子,成田公義,平山和子,菅忠明：養殖ハマチ中骨のレトルト処理によるコラーゲンのゼラチン化と軟化,日本水産学会誌,67(2),261-266(2001)
- 3) 平岡芳信,菅忠明,黒野美夏,関伸夫：養殖ハマチ未利用資源の有効利用,日本食品工学会誌,5(3),137-142(2004)
- 4) 黒野美夏,中村健治,逢阪江理,佐々木嘉忠,高井敏明：水産物未利用部位利用技術開発,愛媛県工業系研究報告,44,37-42(2006)

## 資料

## 高圧技術を利用した醤油粕からの新たな食品素材の開発

逢阪江理\* 寺川佳代子 宮岡俊輔

New food ingredients from Soy Sauce Dregs using High-Pressure Technology

OHSAKA Eri, TERAKAWA Kayoko and MIYAOKA Syunsuke

醤油粕とは、醤油の製造過程で「醤油もろみ」を絞る際に生じる副産物である。醤油粕の有効利用のため、醤油粕を使った新しい食品素材の開発を行った。その結果、醤油粕に9倍量の水を加え、常圧および高圧下（100MPa）でプロテアーゼを用いて分解することにより、醤油粕エキスを得ることができ、高圧下で分解したほうが、常圧下より遊離アミノ酸量が多くなった。得られた醤油粕エキスをインスタントスープに加えるとコク味やまろやかさを向上させることができた。

キーワード：醤油粕、アミノ酸、コク味、高圧

## はじめに

醤油の製造過程で、醤油もろみを圧搾し醤油を搾り取った後には醤油粕が発生する。県内醤油業者に聞き取り調査を行ったところ、愛媛県では醤油粕が年間56t以上発生している。現在これらの醤油粕はたい肥や飼料として再利用されているが、農家や畜産業者が廃業した際には醤油粕の引き取り手がなくなり、すぐさま産業廃棄物となってしまうため、醤油業者はたい肥や飼料以外の醤油粕の利用方法の開発を要望している。醤油粕に関する研究としては、醤油粕を古漬けに利用する方法<sup>1)</sup>や、酵素や糸状菌により醤油粕の減量を行う報告<sup>2)</sup>があるが、県内では実用化には至っていない。

そこで、本研究では醤油粕の基礎的な性質の把握および、醤油粕を常圧下および高圧下で酵素分解しエキス化することにより、新たな食品素材の開発を試みた。

## 実験方法

## 1. 原材料

(株)高田商店において醤油もろみ圧搾時に排出された醤油粕を使用した。醤油粕は薄い板状であるため、各種分析および酵素分解には、フォースマル(大阪ケミカル(株)製)で粉砕したものを使用した。比較分析を行った醤油は醤油粕と同じ醤油もろみから得られた生揚げ醤油を用いた。

## 2. 醤油粕および生揚げ醤油の栄養成分分析、pH測定

栄養成分(水分、たんぱく質、脂質、灰分、炭水化物)は、七訂日本標準成分表による分析法に準じて測定した。食塩相当量は原子吸光法により測定したナトリウムに2.54の係数を乗じて算出した。醤油粕のpH測定は、醤油粕に9倍量の蒸留水を加え、ホモジナイズ(8000rpm×2分)したものをを用い、pHメータ(D-51:(株)堀場製作所製)にて測定した。

## 3. 醤油粕の酵素分解および醤油粕エキスの調整

3種類の市販酵素製剤(オリエンターゼ22BF、HF「アマノ」150SD、M「アマノ」SD)を実験に供した。醤油粕に対し9倍量の蒸留水と酵素を添加してホモジナイズ(8,000rpm×4分)し、レトルトパウチに約50gずつ充填し、なるべく空気が入らないように包装した。添加する酵素量は、たんぱく分解力が醤油粕1gあたり3,000unitsとなるように調整した。サンプルに対して、そのまま90℃の水浴中で40分加熱し酵素を失活させたもの(無処理)、水浴中にて各酵素の至適温度で5時間反応後、加熱失活させたもの(常圧処理)、超高压装置((株)東洋高压製まるごとエキス500mlタイプ)を用いて、100MPaの高圧下にて各酵素の至適温度で5時間反応後、加熱失活させたもの(100MPa処理)

\* (現)愛媛県庁 経済労働部 産業創出課

この研究は、「令和3年度研究開発プロジェクト予備調査事業」の予算で実施した。

を調整した。それぞれのサンプルについて、遠心分離（3,000rpm×10分）を行い、上清を醤油粕エキスとした。

#### 4. 醤油粕エキスの遊離アミノ酸の測定

得られたエキス1mlに3%スルホサリチル酸1mlを混合し、冷蔵庫で1時間冷却後、遠心分離（3,000rpm×15分）を行い、上清をサンプルとした。サンプルをpH2.2クエン酸リチウム緩衝液（和光純薬工業（株）製）で適宜希釈し、0.45μmフィルターでろ過したものを試料とし、アミノ酸分析装置（（株）日立製作所製L-8900BF）で分析した

#### 5. 醤油粕エキスを添加した市販スープの官能検査

醤油粕エキスを市販の粉末スープに添加し、官能検査を行った。市販されているインスタントスープ3種、松茸の味お吸い物（株式会社永谷園）、わかめスープ（理研ビタミン株式会社）、北海道コンクリームポタージュ（味の素株式会社）について、添加する熱湯の1%を醤油粕エキスに置き換えて試験スープを作製した。醤油粕エキスを添加していないものをコントロールとした。パネラーは11名で、評価項目は、コク味、まろやかさ、味の厚み、味の一体感、風味の持続性とし、表1の評価基準で官能検査を行った。

表1 官能検査の評価基準

+3：コントロールと比較して明らかに向上している
+2：コントロールと比較して向上している
+1：コントロールと比較してやや向上している
0：コントロールと同等
-1：コントロールと比較してやや低下している
-2：コントロールと比較して低下している
-3：コントロールと比較して明らかに低下している

## 結果と考察

### 1. 醤油粕および生揚げ醤油の栄養成分分析、pH測定について

醤油粕および生揚げ醤油の栄養成分分析、pH測定について表2に示す。

表2 醤油粕及び生揚げ醤油の栄養成分およびpH

	水分 (g/100g)	たんぱく質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	炭水化物 (g/100g)	灰分 (g/100g)	食塩相当量 (g/100g)	pH
醤油粕	23.1	25.6	17.6	29.0	4.7	4.0	4.5
生醤油	68.0	8.4	0.0	9.5	14.1	11.6	4.7

醤油粕にはたんぱく質が25.6g/100g含まれており、生揚げ醤油よりも多く、醤油の発酵後にもたんぱく質が多く残っていることが明らかとなった。そこで、プロテアーゼにより残ったたんぱく質を分解してエキスを作ることとした。また、醤油粕に残存している水分が少ないため、酵素分解して調味料を作製するためには、加水が必要であることが分かった。

### 2. 醤油粕エキスの遊離アミノ酸組成

各処理について得られた遊離アミノ酸の結果を表3に示す。それぞれの傾向として、トータルアミノ酸量は、処理条件では、無処理<常圧処理<100MPa処理の順に多くなり、高压化では、酵素分解が促進されることが明らかとなった。また、酵素の違いでは、オリエンターゼ22BF<HF「アマノ」150SD<M「アマノ」SDの順で多くなった。高压処理を行うとアミノ酸の産生量が増えることについては、玄米に高压処理を行うと米粒内に組織の変化が生じ、米粒内で酵素反応によるγ-アミノ酪酸が富化されたり<sup>3) 4)</sup>、玉ねぎに高压処理を行うと玉ねぎの細胞構造が損傷を受け局在化していたケルセチン生

成酵素と基質の会合性が上がりケルセチンが増加したりする<sup>5)</sup>現象がみられており、本実験についても、醤油粕の組織が損傷を受け、内部のたんぱく質とプロテアーゼとの会合性が上がり、アミノ酸の産生量が増えたものと考えられる。

表3 各種醤油粕エキスの遊離アミノ酸含量 (mg/100ml)

アミノ酸	オリエンターゼ22BF			HF「アマノ」150SD			M「アマノ」SD		
	無処理	常圧	100MPa	無処理	常圧	100MPa	無処理	常圧	100MPa
Asp	20	22	25	21	30	32	28	49	59
Thr	11	12	15	12	18	21	16	40	50
Ser	15	17	21	16	23	28	21	40	52
Glu	31	38	43	31	47	56	37	66	88
Gly	9	9	11	9	12	16	12	21	27
Ala	15	17	22	15	24	34	21	44	58
Val	20	22	29	19	34	42	26	68	93
Cys	0	0	0	0	0	0	5	0	9
Met	7	7	9	4	10	13	7	21	25
Ileu	20	23	30	20	34	42	24	57	83
Leu	36	43	63	36	64	88	46	97	137
Tyr	98	105	88	84	90	84	92	94	88
Phe	54	59	70	56	71	81	66	90	113
Lys	15	19	27	17	31	42	23	46	62
His	6	7	10	6	10	15	7	17	24
Arg	8	12	27	8	26	44	14	41	64
Pro	12	12	13	7	18	21	15	25	34
合計	374	425	502	360	544	658	459	816	1064

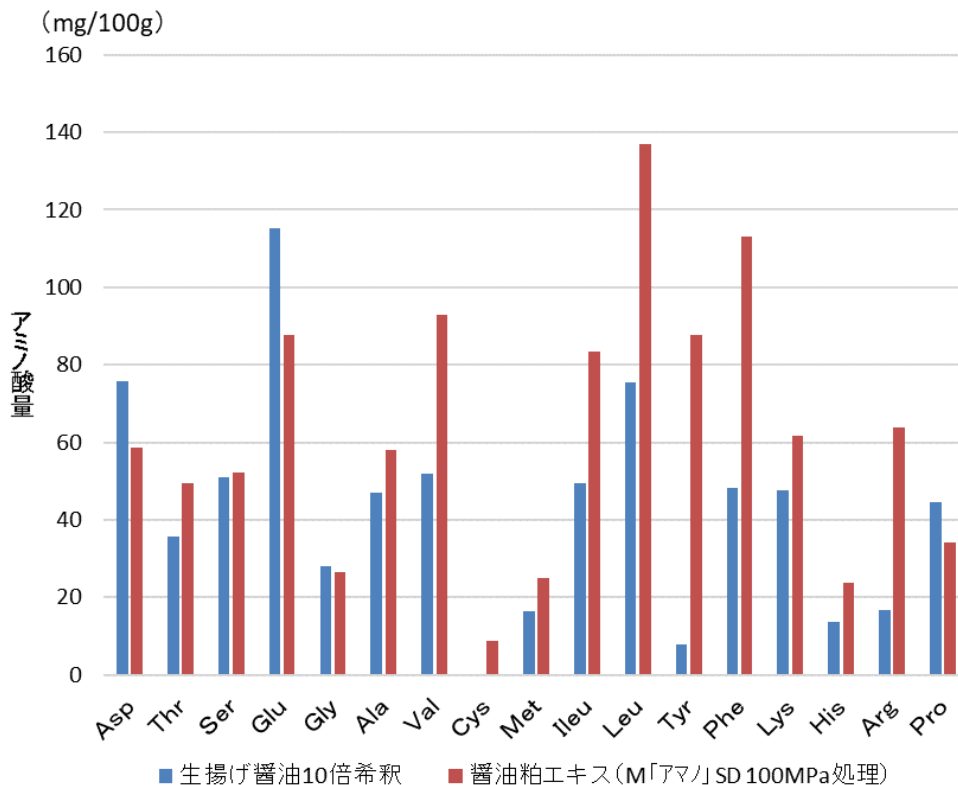


図1 生揚げ醤油 (10 希釈) と醤油粕エキス (M「アマノ」SD 100MPa 処理)

また、最もトータルアミノ酸量が多くなった M「アマノ」SD 100MPa 処理エキスについて、生揚げ醤油の 10 倍希釈の遊離アミノ酸と比較した (図 1)。その結果、M「アマノ」SD 100MPa 処理エキスは、生揚げ醤油の 10 倍希釈よりもトータルアミノ酸量が多くなったが、アミノ酸組成は異なっており、生揚げ醤油がグルタミン酸、アスパラギン酸、ロイシンが多いのに対し、エキスはロイシン、フェニルアラニン、バリン、グルタミン酸、チロシンが多くなった。

### 3. 醤油粕エキスを添加した市販スープの官能検査

M「アマノ」SD 100MPa 処理エキスに含まれているアミノ酸が苦味を呈するものが多いことから、「隠し味」としてのエキスの利用を考えた。そこで、各種市販のインスタントスープについて添加する熱湯 1% を M「アマノ」SD 100MPa 処理エキスに置き換えて官能検査を行った。官能検査の結果を図 2 に示す。

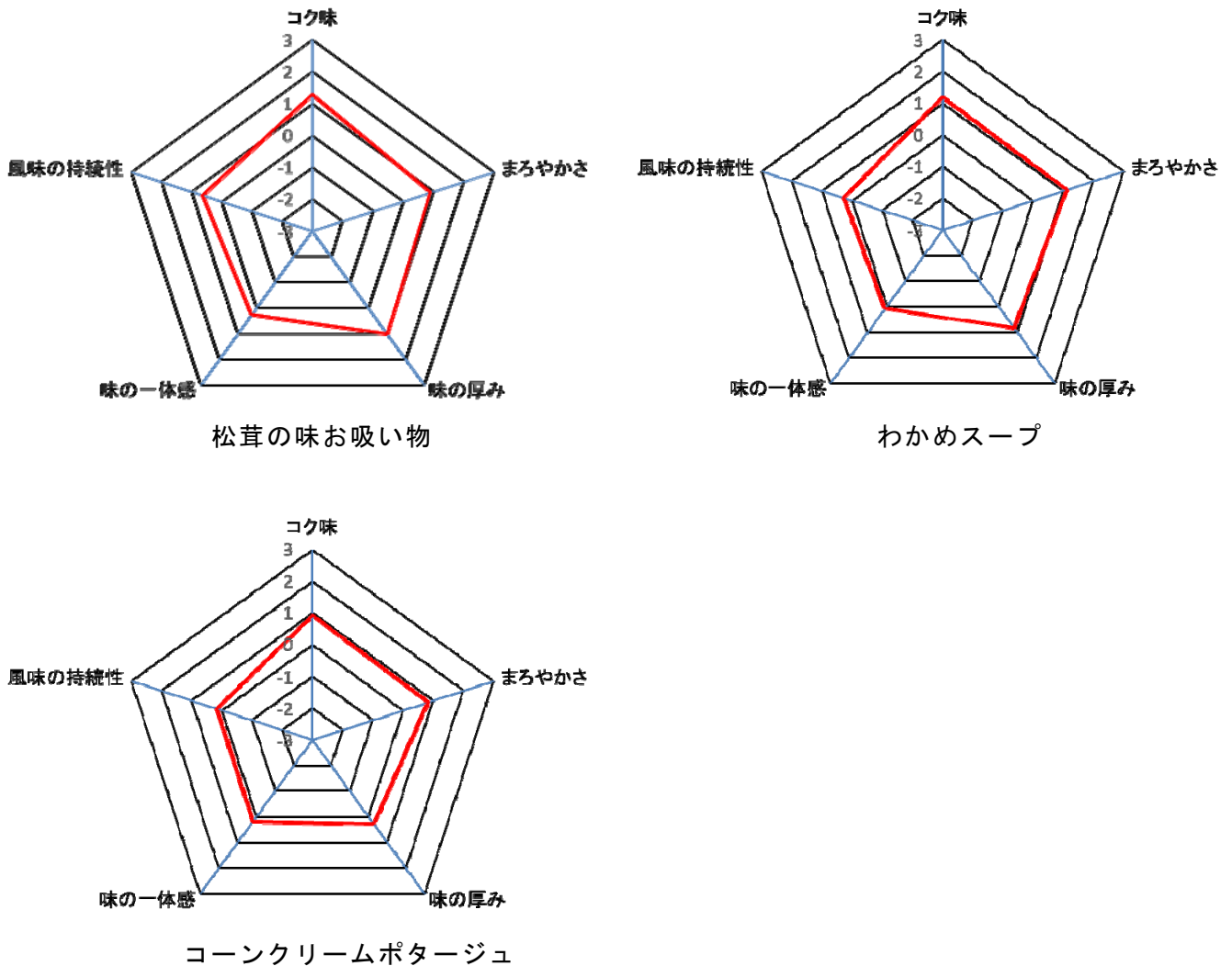


図 2 各種スープの官能検査結果

官能検査の結果より、醤油粕エキスを添加することでインスタントスープのコク味やまろやかさを向上させることができることが明らかとなった。

## ま と め

醤油粕の有効利用のため、醤油粕を各種条件で酵素分解してエキス化する試験を行った。その結果、以下の結果が得られた。

1. 醤油粕には 25.6 g/100 g のたんぱく質が含まれており、醤油を発酵後にもたんぱく質が多く残っていることが明らかとなった。



2. たんぱく質を有効利用するため、プロテアーゼを用い、常圧下と高圧下で酵素分解したところ、高圧下でたんぱく質分解が促進されることが明らかとなった。
3. 得られたエキスをインスタントスープに加えたところ、加えないものと比較してコク味やまろやかさを付与できた。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、醤油粕及び生揚げ醤油を提供いただきました高田商店株式会社の関係者の方々に感謝いたします。

酵素製剤を提供いただきましたエイチビィアイ（株）、天野エンザイム（株）にお礼申し上げます。

高圧処理を行うにあたり、装置の使用と研究にご協力をいただきました愛媛大学大学院農学研究科森松和也先生に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 伊藤良仁、成島千文、米倉裕一、桜井廣、荒川善行、大澤純也、醤油粕の有効利用技術の開発、岩手県工業技術センター研究報告、5、(1998).
- 2) 服部領太、楠本憲一、醤油粕の酵素剤及び麹菌類の培養による減量効果について、日本醸造協会誌、109、70-75 (2014).
- 3) 杵淵美倭子、関谷美由紀、山崎彬、山本皓二、高圧処理を利用した玄米中への $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) の蓄積、日本食品科学工学会誌、46、323-328 (1999).
- 4) 杵淵美倭子、関谷美由紀、山崎彬、山本皓二、高圧処理により $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) を蓄積させた玄米の一般生菌数の変化と加工玄米の性質、日本食品科学工学会誌、46、329-333 (1999).
- 5) 上野茂昭、重松亨、陸賢太郎、斎藤恵、林真由美、藤井智幸、高圧処理によるタマネギの改質に関する研究、日本食品工学会誌、10、37-43 (2009).

## タオル製品デザイン企画手法開発研究

## —生地空間に着目したタオル製品の開発—

田中祐子\* 結田清文

Studies on Design Technique of Towel products

-Development of towel products focusing on cloth gap-

TANAKA Yuko and YUITA Kiyofumi

タオル製品は、吸湿性等もよく、一般的に夏場に多く用いられる製品が多い。そこで、猛暑対策をコンセプトにさらに快適な使用感を持たせるため、通常のタオルとは異なり、パイル（ループ部分）を形成せず、立体感や空隙感のある生地を試作開発し、性能評価を行った。また、これらの結果を基にデザイン企画を行い、タオル製品を試作した。

キーワード：空隙感、模紗織、通気性

## はじめに

近年各地の最高気温が40度に達する地点が相次ぎ「災害級」の酷暑に苦しめられており、今後、猛暑対策市場は広がる可能性が高いと思われる。

そこで、猛暑対策をコンセプトに初年度は「空間」に着目し、生地に凹凸感を持たせ、体を小さな点で受け止めることが可能になれば、背中面などの空気が動きやすく通気性や放湿性が向上し、蒸れ感を改善することが期待できることから、立体感を持たせることができるひだ織組織を用いたタオルシーツの開発を行った。また、今年度は「空隙」に着目し、肌への接点を減少させ、かつ通気性を持たせることにより、蒸れ感等を改善することが期待できることから、糸と糸の間に隙間が空く模紗織組織を応用して、夏場に利用可能なタオルマフラーの開発を行った。その中で実施したタオルマフラーの感性評価試験について報告する。

## 実験方法

## 1. 生地の試作

以下の条件で、生地の試作を行った。

## (1)使用素材

試作に使用した素材は、涼感があるとされる天然繊維系のラミーとペーパー、タオル製品に用いることの多い綿、機能性繊維である吸水速乾性素材（ポリエステル70%、綿30%）、この4種類をよこ糸（表1）とした。

表1 使用したよこ糸

試料名	素 材	番手
試料1	ラミー	麻番手 80/1 <sup>S</sup>
試料2	ペーパー	毛番手 41/1 <sup>S</sup>
試料3	綿	綿番手 20/1 <sup>S</sup>
試料4	吸水速乾性素材	綿番手 20/1 <sup>S</sup>

\* (現)窯業技術センター

この研究は、「タオル製品デザイン企画手法開発研究」の予算で実施した。

(2) 製織条件

試作を行った製織条件を表2に示す。

表2 製織条件

織機	プロジェクトイル織機 (スルザー製 P7100)
箆	48羽/3.79cm
よこ糸密度	60本/2.54cm
パイル糸	綿糸 60/2 <sup>S</sup>
地たて糸	綿糸 60/2 <sup>S</sup>
よこ糸	表1 (試料1~4)
箆引き込み	PG  PG

(3) 使用組織

試作は、blankであるガーゼ織生地と空隙の大きさが異なる5種類の模紗織組織(図1)を用いて行った。

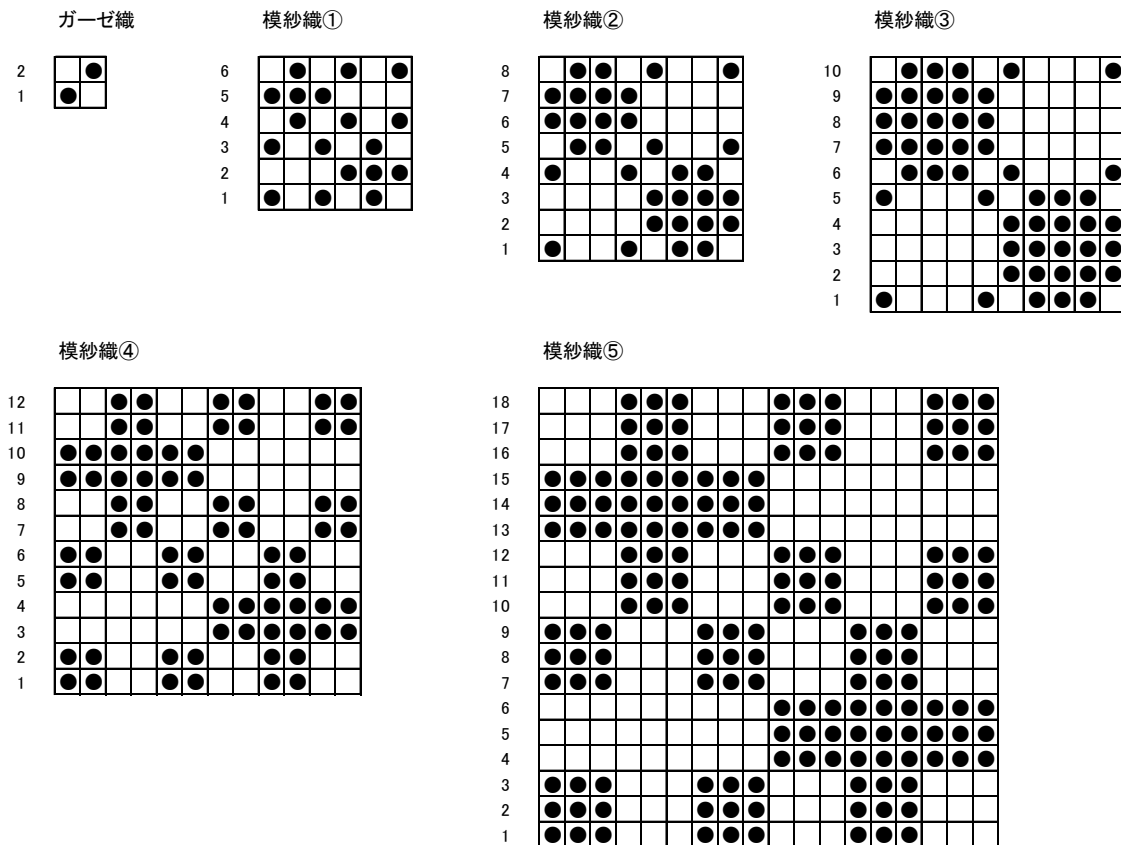


図1 生地の試作に用いた組織図

2. 通気性試験

通気性の評価は、通気性試験機(カトーテック株製 KES-F3)を用いて、JIS L 1096 通気性 A 法(フラジール形法)<sup>1)</sup>により「空気量 (cm<sup>3</sup>/(cm<sup>2</sup>・s))」を算出した。

3. 感性評価試験

試作生地の中から、通気性と外観等の良い織組織を2種類選定し、タオルマフラーを試作した。これを用い、20~50代女性10名に対して感性評価試験を実施した。

## 結果と考察

### 1. 生地を試作

図2に試作した24種類の生地を示す。素材の持つ収縮率や伸度等の違いが糸のよろけ具合に影響し、同じ織組織で製織しても、糸の配列間隔が試料1の模紗織⑤のように大きく片寄るなど、よこ糸に使用する素材の違いにより、形成される空隙の大きさや生地の収縮率等も異なってくるのが分かった。

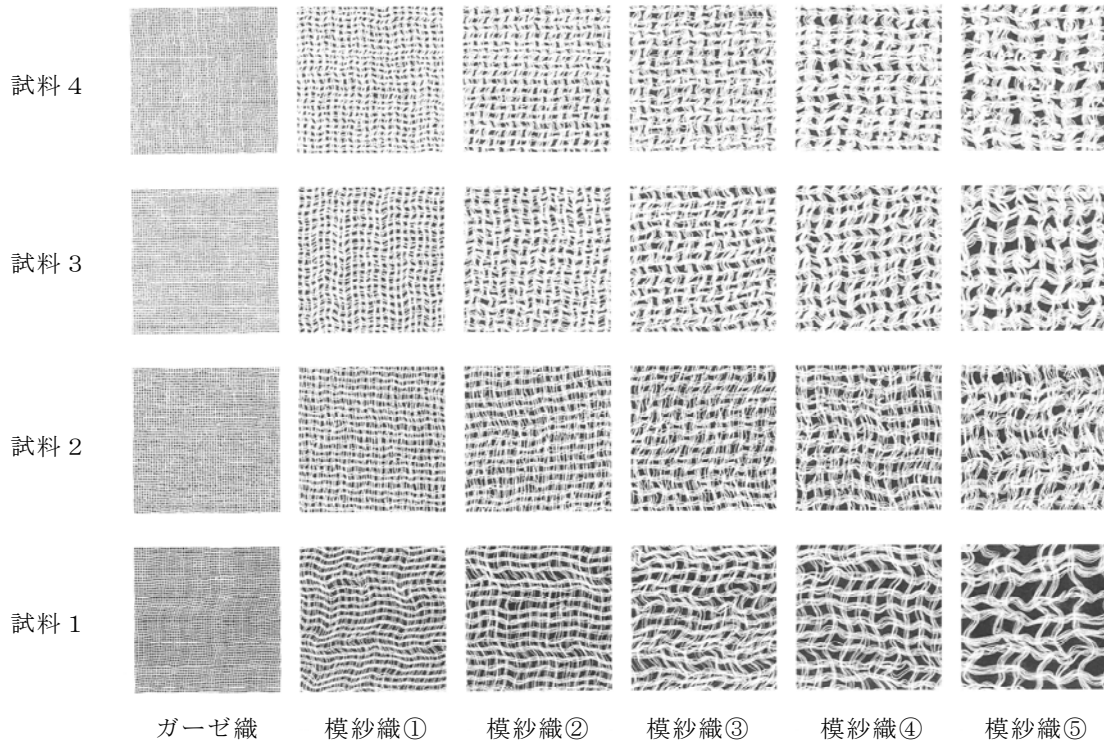


図2 試作した生地

### 2. 通気性試験

1で試作した各生地の通気性試験の結果を図3に示す。通気性は、どの素材もガーゼ織生地より模紗織生地の方が向上していることが分かった。また、試料1と試料2の通気性が試料3と試料4より良いことも分かった。なお、試料2を使用した模紗織⑤の通気量が減少しているのは、糸の配列間隔が一方所に偏るのではなく、ランダムになっており、空隙の大きさにばらつきが生じたためと思われる。

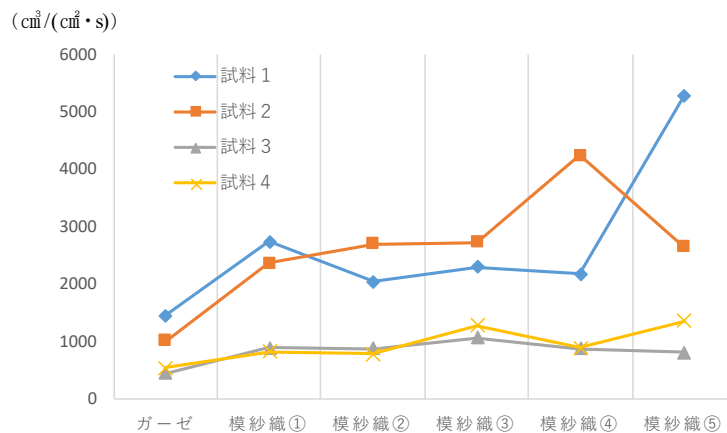


図3 通気性試験結果

### 3. 感性評価試験

1と2の結果から、通気性と外観等のバランスが良い模紗織②と模紗織④を用いて、表1で示したよこ糸を使用し、8種類のタオルマフラー（図4のA～H：以降サンプルA～H）を試作し、使用感調査を行った。



図4 試作サンプル（A～H）の外観及び生地拡大写真

#### (1) サンプルA～Hの使用時と洗濯後の評価

サンプルの使用時（生地のやわらかさ、軽やかさ、巻きやすさ、蒸れ感）と洗濯後（乾燥性、しわの状態、型崩れ）について、それぞれの評価得点（平均値）を図5に示し、まとめたものを図6のレーダーチャートに示す。これより、使用時の肌触りや洗濯性は、おおよそ使用する素材によって傾向が一致していることが分かった。サンプルAとサンプルE（試料1使用）については、蒸れ感が少なく、乾燥性は良いが、型崩れやしわなど見た目の評価が低かった。サンプルBとサンプルF（試料2使用）については、蒸れ感が少なく、乾燥性は良いが、やわらかさの評価の低さが目立った。サンプルCとサンプルG（試料3使用）については、型崩れの評価が若干低いもののバランスの取れた評価であった。サンプルDとサンプルH（試料4使用）については、やわらかさは他と比較して高評価であったが、軽やかさの評価が低かった。さらに、図3の通気性試験の結果と比較すると、蒸れ感と通気性について相関性があることが確認できた。

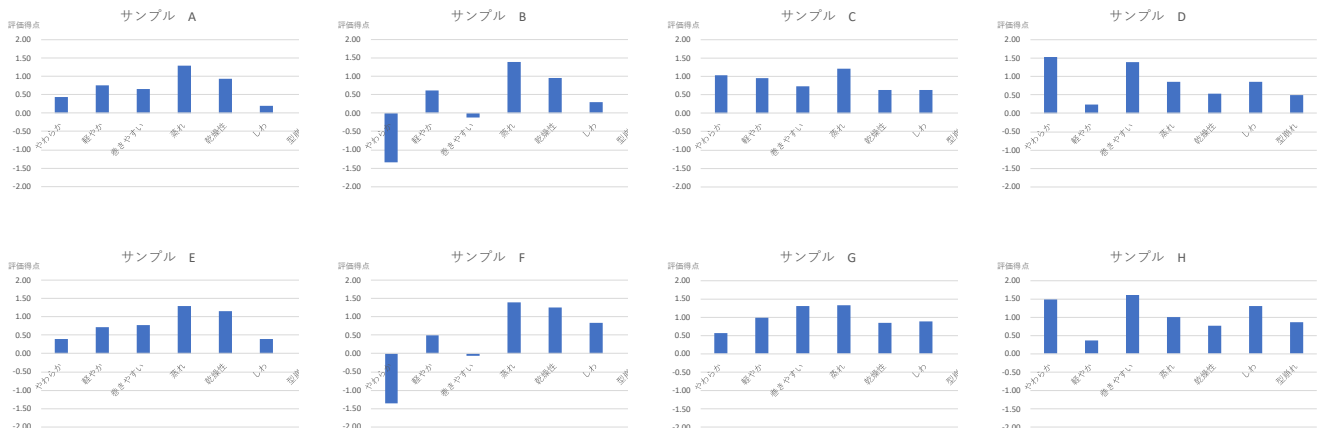


図5 感性評価試験結果

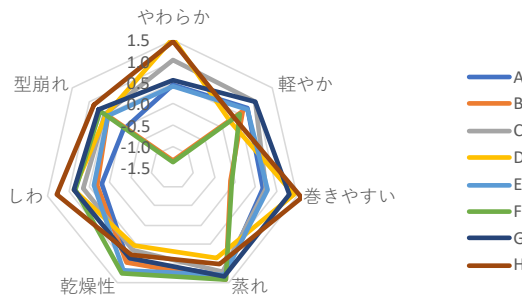


図6 使用感調査結果

(2) 継続使用調査

8種類のサンプルを実際を使用して、どのサンプルを継続使用したいかについて尋ねた結果を図7に示す。D、G、Hのサンプルを使い続けたいと思う方が多かった。しかし、20～30代と40～50代の世代別にまとめた図8と図9を見ると、どちらの世代も試料3と試料4の素材が好まれているものの、20～30代は組織④を用いたA～Dが72%、40～50代は、組織②を用いたH、Gが60%となっており、世代によって好まれる感触や外観等が異なることが分かった。このことから、ターゲットとする世代に合った織り方など、より細やかな商品企画を行う必要があると考えられる。

また、図3で通気性の良かった試料1と試料2よりも、実際に着用して、肌触りの良い素材の方が、優劣を決める要素になっていることも分かった。

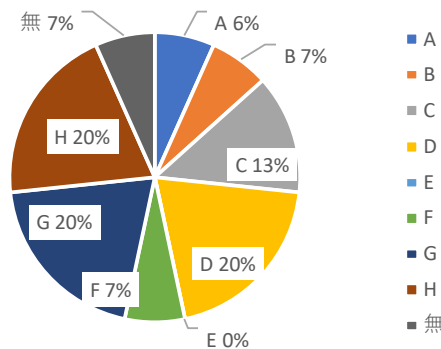


図7 20～50代の継続使用希望調査結果

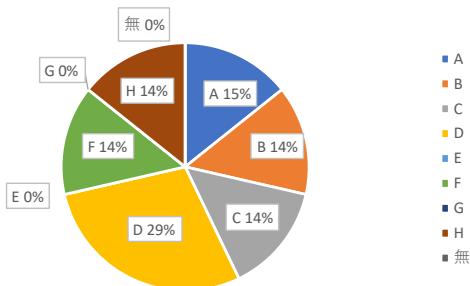


図8 20～30代の継続使用希望調査結果

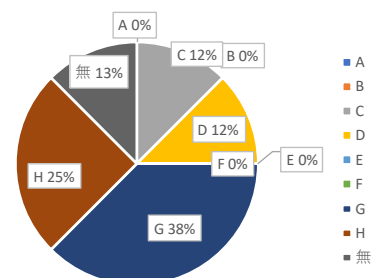


図9 40～50代の継続使用希望調査結果

(3) 自由意見

自由意見の項目において、感触に関しては、全体的に「涼しく感じた」「サラッとしている」「ふんわりとしている」という意見があった。サンプルBとサンプルFについては「痛い」「チクチクする」という意見が見られる一方、「素材感のサラッとした感じが良く一番使用した」との意見もあった。ま

た、継続使用希望が多かったサンプル D について「着け心地がよかった」「使いやすかった」とあり、選択項目を裏付ける意見が得られた。なお、それぞれ感触が異なるため、「季節によって使い分けたい」との意見も多かった。次に、サイズ等外観（図 4 の写真を参照）に関しては、「織り方によって厚みや幅が異なるが、巻き方を工夫すれば気にならない」という意見や「サンプル B とサンプル F は、硬く感じたが、ハリ、コシがあるため、ボリュームのあるコーディネートに向いている」という意見も見られた。

## ま と め

本研究により、糸と糸の間に隙間が空く模紗織生地について使用感調査を行った結果、以下のことが分かった。

1. 2 種類の模紗織組織に、ラミー、ペーパー、綿、吸水速乾素材の 4 種類の素材をよこ糸に使用した合計 8 種類のタオルマフラーを用いて、感性評価試験を実施した結果、使用時の肌触りや洗濯性は、素材によって傾向が一致していることが分かった。また、通気性の値と比較すると、蒸れ感について相関性があることが確認でき、快適な着用感のある試作品を開発できた。
2. 空隙感のあるタオルマフラーの外観等デザイン性について、20～30 代と 40～50 代では、志向が異なることが確認できた。

## 文 献

- 1) JIS L 1096, 織物及び編物の生地試験方法 (2020).

## 資料

## 部屋干し臭の発生を抑えるタオル製品の開発（第1報）

## －乾燥特性の評価－

山口真美 小平琢磨 田中克典 結田清文 檜垣誠司

Development of towel products that suppress the generation of room drying odor (Part1)  
- Evaluation of drying characteristics -

YAMAGUCHI Mami, KOHIRA Takuma, TANAKA Katsunori, YUITA Kiyofumi and HIGAKI Seiji

部屋干し臭の発生を抑えるためには、タオルの乾燥に要する時間を短くすることが有効である。そこで、タオルの乾燥性を考慮した製品開発を行うために、パイル長の異なるタオルや「パイル糸」と「地たて糸・よこ糸」に着目した乾燥性試験を実施し、タオルの乾燥特性について評価した。その結果、乾燥の初期段階で蒸発する水分量はパイル長に因らずタオルの面積に依存すること、「パイル糸」に比べて「地たて糸・よこ糸」が乾きにくいことが分かった。

キーワード：タオル、乾燥、部屋干し

## はじめに

近年、洗濯物を室内に干す機会が増えているが、乾燥に要する時間が長くなるために雑菌が繁殖し、生乾きの臭いが発生する場合があります。また、タオルの乾燥時間については、パイル長が長くなるほど乾燥に時間を要し、表面に露出している「パイル糸」よりも内側に位置している「地たて糸・よこ糸」の方が乾きにくいと考えられるが、これまで定量的に示されていなかった。そこで、部屋干し臭の発生を抑えるタオル製品の開発のため、タオルの乾燥特性を把握することとした。

## 実験方法

## 1. パイル長の異なるタオルの乾燥特性

パイル長の異なるタオルの乾燥時間を比較するため、パイル長をそれぞれ5mm、9mm及び13mmに調整しタオルを製織した。製織条件を表1に、試験に供したタオルを表2及び写真1に示す。

表1 乾燥試験用タオルの製織条件

織機	小幅シャトル織機
箆	50羽/3.79cm
よこ糸密度	48本/2.54cm
パイル糸	20/1 <sup>S</sup>
地たて糸	40/2 <sup>S</sup>
よこ糸	20/1 <sup>S</sup>
箆引き込み	GP   GP

表2 試験用タオル

パイル長	5mm	9mm	13mm
サイズ (cm)	約41×36 (パイル部分 約32×33)		
厚み (mm)	2.33	3.11	4.05
重量* (g)	約36	約46	約56

\*標準状態

この研究は、「部屋干し臭の発生を抑えるタオル製品の開発」の予算で実施した。





写真1 試験用タオル（左：パイル長 5 mm、中央：パイル長 9 mm、右：パイル長 13mm）

パイル長の異なるタオルそれぞれ 3 枚（N1～3）を 10 分間水に浸漬後、遠心脱水機（株式会社岩月機械製作所製 YDK-22）を用いて 1 分間脱水した。次に、標準状態（20℃、65%RH）で乾燥性試験<sup>1)</sup>を行い乾燥するまでに要する時間を測定するとともに、次式により含水率 X を算出した。

$$\text{含水率 } X (\%) = \frac{W_T - W_S}{W_S} \times 100$$

$W_T$  : 時間 T における試料の重量 (g)  
 $W_S$  : 標準状態における試料の重量 (g)

### 2. 「パイル糸」と「地たて糸・よこ糸」の乾燥特性

「パイル糸」と「地たて糸・よこ糸」の乾燥速度を比較するため、パイル長 9 mm のタオル 5 枚の乾燥性試験を行いながら、30 分ごとに 1 枚のタオルの中央部分（5 cm 角×2 枚）を切り出した。次に、切り出した 2 枚の切片からそれぞれパイル糸を素早く引き抜き、「パイル糸」と「地たて糸・よこ糸」それぞれの採取時の重量及び絶乾重量を測定し、次式により含水率 Y を算出した。

$$\text{含水率 } Y (\%) = \frac{W_C - W_B}{W_B} \times 100$$

$W_C$  : 試料の採取時の重量 (g)  
 $W_B$  : 試料の絶乾重量 (g)

また、試験中はサーマルイメージ放射温度計（FLIR Systems, Inc 製 TG267）を用いてタオルの表面温度を観察した。含水率 Y 測定試験の様子を写真 2 に示す。

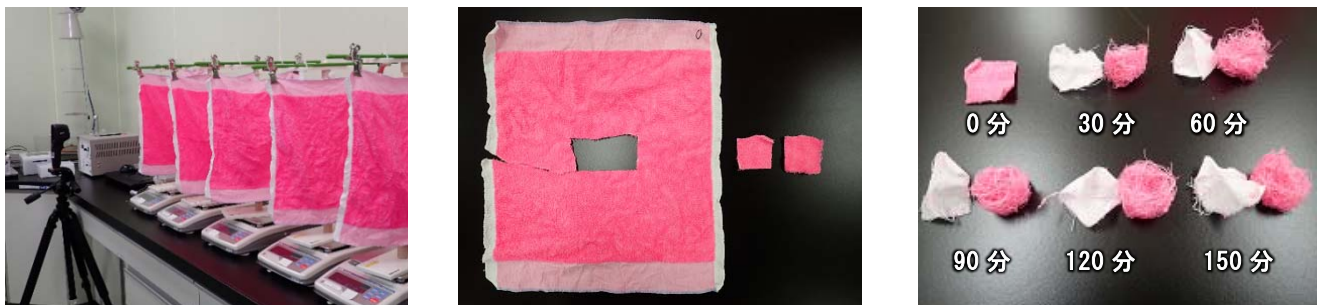


写真2 含水率 Y 測定試験（左：乾燥性試験、中央：切り出した切片、右：糸を分解した様子）

### 3. 綿糸とポリエステル糸を撚り合わせた糸の乾燥特性

綿糸とポリエステル（以下、PET とする。）糸を撚り合わせた糸の乾燥速度を比較するため、ダブルツイスター（村田機械株式会社製 No.36M）を用いて撚糸した。次に、対照糸（綿糸（40/2））及び撚糸した糸を 1 口試験筒編機（英光産業株式会社製 NCR-E）で編成後、乾燥性試験を実施し含水率 X を算出した。撚糸条件を表 3 に、撚糸した糸の電子顕微鏡（日本電子株式会社製 JCM-6000）画像を図 1 に、乾燥性試験に供した布を写真 3 に示す。

表 3 撚糸条件

	①	②	③	対照
使用した糸	綿糸（40/1） PET 紡績糸（40/1）	綿糸（40/1） PET 紡績糸（40/1）	綿糸（60/1） 綿糸（60/1） 銀練込 PET 糸（84T/48F）	綿糸（40/2）
撚り回数 (回/2.54cm)	12	18	18	18

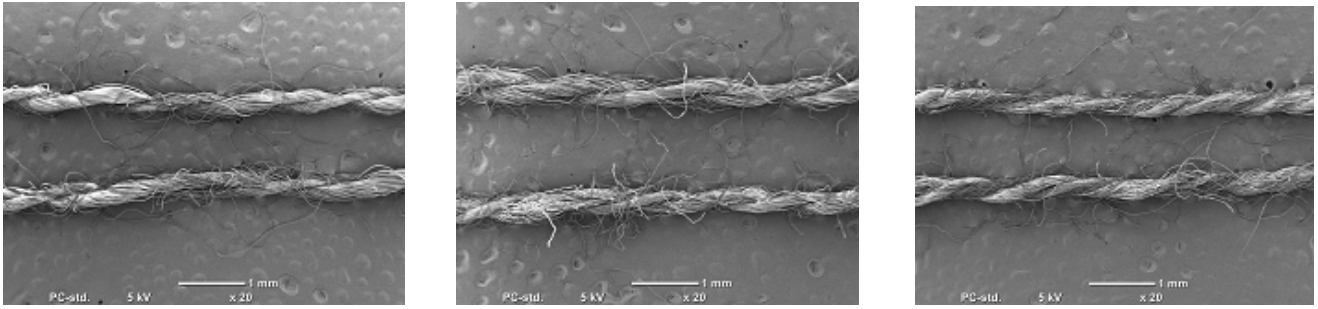


図1 撚糸した糸の電子顕微鏡画像（左：① 中央：② 右：③）



対照 13.4 g  
 ① 13.6 g  
 ② 13.2 g  
 ③ 13.6 g

写真3 乾燥性試験に使用した布

## 結果と考察

### 1. パイル長の異なるタオルの乾燥特性

乾燥に要した時間を表4に、一例としてN2の含水率Xの経時変化を図2に、30分ごとに蒸発した水分量の平均値を図3に示す。表4から、パイル長が長くなるほど乾燥時間は長くなり、平均乾燥時間はパイル長が4mm長くなることで約50分長くなった。図2から、パイル長が長くなるほどグラフの傾きが緩やかになり、乾燥速度が遅いことがわかった。また、図3から、試験開始後60分までに蒸発した水分量はパイル長が異なっても（保水量が異なっても）ほぼ同じであり、乾燥の初期段階で蒸発する水分量はパイル長（タオル重量）に因らず、タオルの面積に依存すると考えられる。

表4 乾燥時間（分）

パイル長	N1	N2	N3	平均
5 mm	195	170	170	178
9 mm	240	225	215	227
13 mm	295	280	255	277

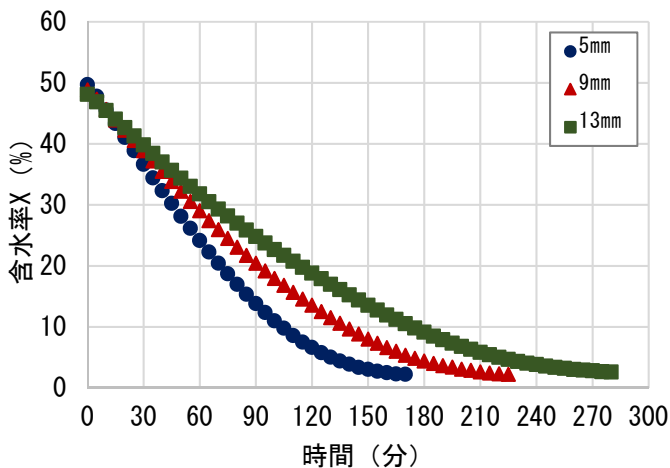


図2 含水率 X の経時変化

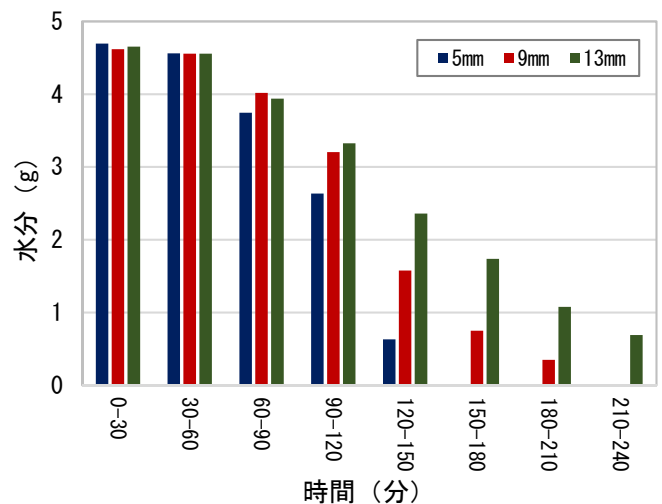


図3 30分ごとに蒸発した水分量

## 2. 「パイル糸」と「地たて糸・よこ糸」の乾燥特性

「パイル糸」及び「地たて糸・よこ糸」の含水率 Y の経時変化を図 4 に、乾燥試験中のサーマルイメージを図 5 に示す。図 4 から、含水率 Y は「パイル糸」に比べて「地たて糸・よこ糸」は高くなっており、「地たて糸・よこ糸」の方が乾きにくいこと、乾燥が進むにつれて含水率 Y の差は徐々に小さくなるのが分かった。図 5 で、濡れたタオルは気化熱を奪われ周囲の温度より低くなるため青色で表示されているが、青色の部分は中央に向かって収束しており、タオルの中央部分が乾燥し難いことが確認できた。

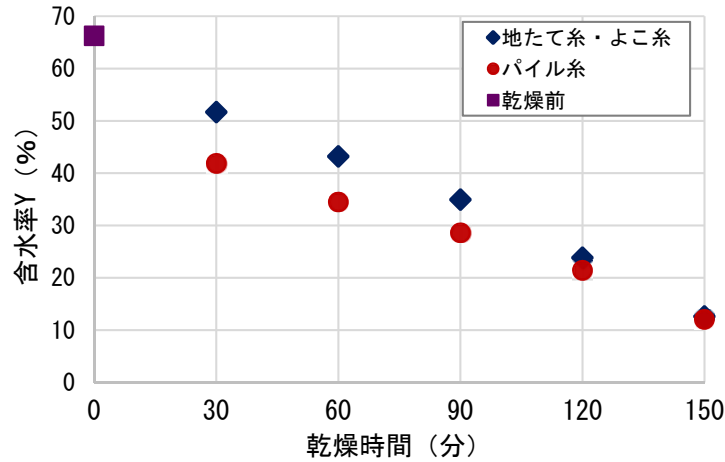


図 4 含水率 Y の経時変化

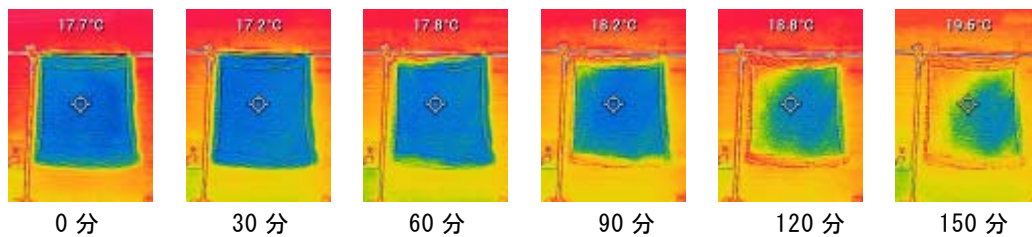


図 5 乾燥試験中のタオルの表面温度の変化

## 3. 綿糸とポリエステル糸を撚り合わせた糸の乾燥特性

含水率 X の経時変化を図 6 に示す。綿 100% の対照糸と比べると PET の配合割合が大きくなるほど (①, ②約 5 割、③約 3 割)、試験開始時の含水率 X が小さいこともあり、乾燥時間は短くなった。また、①と②の結果は同程度であることから、12 回撚りと 18 回撚りの場合の撚り回数は乾燥速度に影響しないものと考えられる。

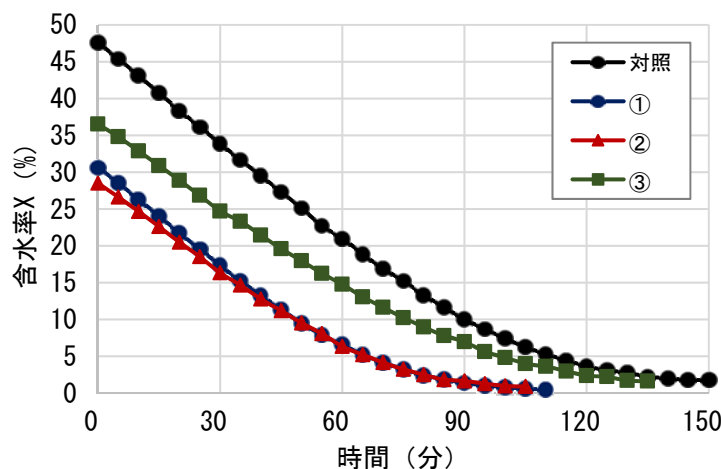


図 6 含水率 X の経時変化 (綿糸とポリエステルの撚糸)

## ま と め

部屋干し臭の発生を抑えるタオル製品を開発する目的でタオルの乾燥特性について評価した結果、以下のことがわかった。

1. パイル長が長くなる（タオル重量が大きくなる）ほど乾燥時間は長くなるが、乾燥の初期段階で蒸発する水分量はパイル長に因らずタオルの面積に依存すると考えられる。
2. 乾燥途中の含水率は「パイル糸」に比べて「地たて糸・よこ糸」の方が高く、「地たて糸・よこ糸」が乾きにくいことがわかった。
3. 綿糸とポリエステル糸を撚糸した場合、ポリエステルの割合が多くなる程乾燥時間は短くなったが、撚り回数による違いは見られなかった。

## 文 献

- 1) JIS L 1096, 織物及び編物の生地試験方法 (2010).

# 快適な布マスク用生地の開発

檜垣誠司 田中祐子\*

Development of fabrics for comfortable cloth masks

HIGAKI Seiji and TANAKA Yuko

マスク用途に適した快適性の高い生地を探るべく、糸素材と織組織を検討した。キュプラ糸、紙糸をよこ糸として用いることにより、生地熱損失が大きく、蒸れの生じにくいことが分かった。また、マスク用生地の織組織を三原組織（平織、綾織、朱子織）、蜂巢織、ひだ織、パイル織で比較すると、熱損失や通気量が共に大きい蜂巢織がマスク用生地に適していた。

キーワード：布マスク、熱特性、糸素材、織組織

## はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大によって緊急事態宣言が発出されるなど、社会生活が大きく様変わりしている。このような中、我々は飛沫感染防止の有効な手段としてマスクを着用し生活するようになってきた。一方、プラスチックの減量化や SDGs 推進の観点から、一般の使い捨て不織布マスクとは異なる布マスクは、洗濯を繰り返し使用できることから、消費者からも環境配慮商品として評価が得られ、今治タオル製造企業においても商品ラインアップの一つとして販売されている。しかし、市場では快適性を有しながらも基本性能が優れたマスクが求められており<sup>1)</sup>、マスクに使用されている生地とマスク着用時の性能など、拭く用途としてのタオル特性と大きく異なることから、マスク用途に適した生地がどのようなものであるか試行錯誤している。

そこで本研究では、マスク用途に適した生地を探るべく生地の糸素材、織組織を検討し、これら試作生地を用いて熱特性を評価した。さらに、評価生地を用いてマスクを作製し、着用時のマスク内温度・湿度を測定し、より快適性の高い布製マスクの開発を目指した。

## 実験方法

### 1. マスク用生地の糸素材及び織組織について

マスク用生地のよこ糸素材として、肌に優しい天然由来の綿糸、キュプラ糸、麻（ラミー）糸、紙糸と比較用としてポリエステル糸の5種類を選定した。糸素材比較用マスクに使用する生地の織組織は平織とし、よこ糸に各種素材を用いて糸素材比較用生地を製織した。製織条件を表1に示す。

表1 素材比較用生地の製織条件

織機	プロジェクタイル織機（スルザー製 P-7100）	
使用糸	パイル糸	綿糸 30/1 <sup>s</sup>
	地たて糸	綿糸 60/2 <sup>s</sup>
	よこ糸	綿糸 30/1 <sup>s</sup> 、キュプラ糸 30/1 <sup>s</sup> 、麻糸 28.6/1 <sup>s</sup> 紙糸 24.4/1 <sup>s</sup> 、ポリエステル糸 30/1 <sup>s</sup>
密度	箆	48羽／3.79cm
	よこ糸密度	48本／2.54cm
箆引込	G P   G P	
組織	平織	

\*（現）窯業技術センター

この研究は、「令和3年度産学官連携共同研究開発事業」の予算で実施した。

さらに、マスク用生地 of 織組織については、一重組織の平織、綾織、朱子織、蜂巢織、ひだ織とパイル織の生地を綿糸にて試織し、織組織比較用生地とした。製織条件を表2、各生地 of 織組織を図1に示す。

表2 織組織比較用生地 of 製織条件

織機	プロジェクトイル織機 (スルザー製 P-7100)	
使用糸	パイル糸	綿糸 30/1 <sup>s</sup>
	地たて糸	綿糸 60/2 <sup>s</sup>
	よこ糸	綿糸 30/1 <sup>s</sup>
密度	筈	48羽/3.79cm
	よこ糸密度	48本/2.54cm
筈引込	G P   G P	
組織	平織、綾織、朱子織、蜂巢織、ひだ織、パイル織	

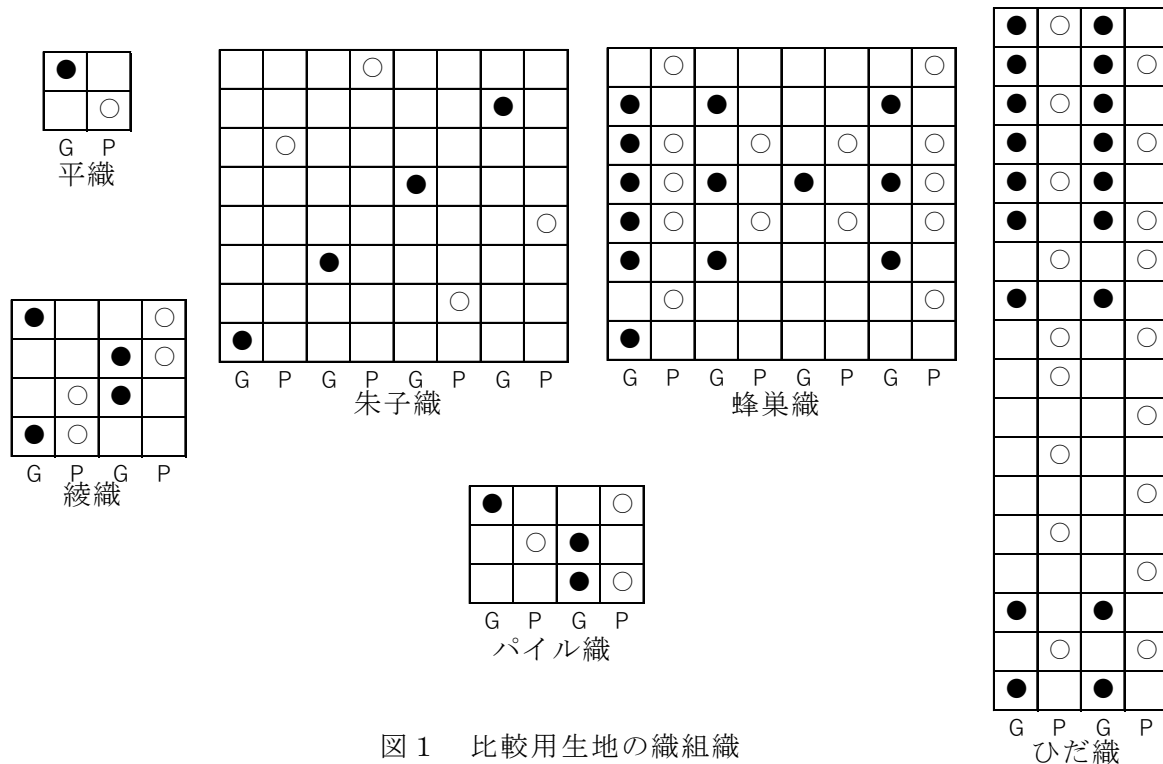


図1 比較用生地 of 織組織

## 2. マスク用生地 of 熱特性測定

マスク用生地 of 熱特性は、サーモラボ<sup>2)</sup> (カトーテック株製 II B 型) を用い、環境温湿度 20°C、65%RH にて熱伝導率<sup>3)</sup>、保温性測定時 of 熱損失値<sup>4) 5)</sup> を測定した。熱伝導率は、一定温度 (30°C) に発熱調整できる熱板と定温台 (20°C) の間に試料 (5 × 5 cm) を置き、定常法による熱流量を測定し次式により求めた。なお、試料厚さは JIS L 1096 8.4 A 法 圧力 0.7kPa で行った。

$$\text{熱伝導率 (k)} = (W \cdot d) / (A \cdot \Delta T)$$

W : 熱流量      d : 試料厚さ  
A : 試料面積    ΔT : 温度差

また、熱損失値は熱板上に測定布を置き、熱板から布を通し空中へ放熱する損失熱を測定したもので、熱板温度を環境温度より 10°C 高い温度、布に垂直方向に風速 0.3m/s の空気の流れのもとで測定した。なお、測定面積は 10 × 10 cm とし、熱板上に直接生地を置くドライコンタクト法と熱板の上に湿潤した濾紙を挟むウェットコンタクト法で行った。

## 3. マスク用生地 of 通気性測定

マスク用生地 of 通気性は、通気性試験機 (カトーテック株製 KES-F8) により通気抵抗値を測定し、フラジール形法 of 通気量に換算した。

## 4. マスク of 試作

布マスク (立体型) は、既存の型紙を用いて試作布地を左右の内側用と外側用を切断し、中表にてそれぞれを縫い合わせた後、左右に開き、縫い代を片倒しにして中表に重ね縫い合わせた。その後、

ひっくり返し、ゴム通し部の外側両端を三つ折りに縫い、ゴムを通しマスクを試作した。

### 5. マスク着用時の温度・湿度測定

マスク着用時の温度・湿度測定については、環境温湿度 20℃、65%RH にて熱電対と温湿度センサーを貼付したマスクを着用し、着座状態で 15 分間、マスク内の温湿度を測定した。熱電対は極細モールドセンサー（アズワン製 L-TN-SP-T）、記録計（ティアンドデイ製 Multichannel Recorder MCR-4TC）を用い、アルミテープにてマスク内側生地と肌側顔頬部に直接貼付した。温湿度センサーはボタン型温湿度データロガー（KN ラボラトリーズ製 ハイグロクロン）を使用し、両面テープでマスク内側鼻横の頬隙間部に貼付し高分解能モードにて測定した。

## 結果と考察

### 1. マスク用生地の糸素材及び織組織について

#### (1) マスク用生地の糸素材

5 種類の異なる素材のよこ糸を使用して試織したマスク用生地の熱伝導率、熱損失値、通気量の測定結果を、それぞれ表 3、図 2、図 3 に示す。

表 3 マスク用生地のよこ糸素材と熱伝導率

	綿糸	キュプラ糸	麻糸	紙糸	ポリエステル糸
熱伝導率(W/(m・K))	0.021	0.015	0.021	0.023	0.010

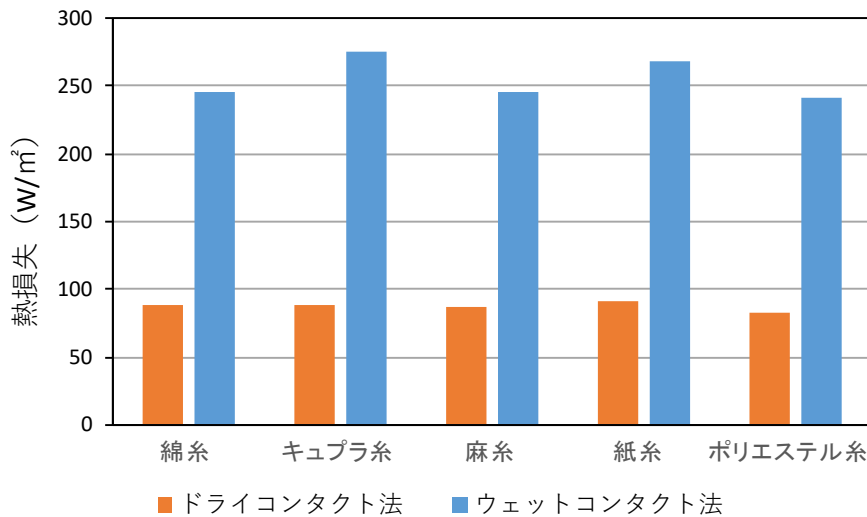


図 2 マスク用生地のよこ糸素材と熱損失

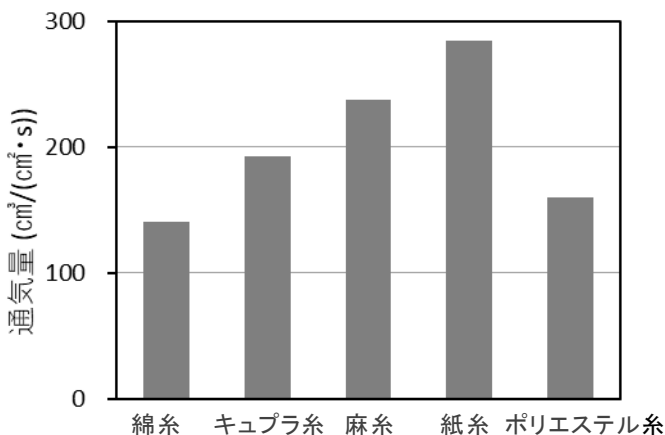


図 3 マスク用生地のよこ糸素材と通気量

セルロース系素材は熱伝導率が高く熱が伝わりやすく、マスク用素材としては適していることが分かった。特に、紙糸は空隙の多い紡績糸と異なり、繊維間の接点が多いことから熱伝導率が大きいと考えられる。熱損失値については乾燥状態（ドライコンタクト法）では差はあまりなかったが、湿潤状態（ウェットコンタクト法）ではキュプラ糸や紙糸で熱損失が大きかった。両者とも高湿状態（30℃、90%RH）と標準状態（20℃、65%RH）での水分率の差が綿糸に比べ大きく、これらは蒸れが生じにくい素材であると言われている<sup>6)~8)</sup>。また、通気性につ

いては他の紡績糸より紙糸は太番手であったが、毛羽がほとんどないことによって生地の通気量が大きくなった。熱損失の結果より、紙糸とキュプラ糸がマスク用生地として適していると思われる。

#### (2) マスク用生地の織組織

6種類の異なる織組織にて試織したマスク用生地について、熱伝導率、熱損失値及び通気量を測定した結果を、それぞれ表4、図4、図5に示す。

表4 マスク用生地の織組織と熱伝導

	平織	綾織	朱子織	蜂巢織	ひだ織	パイル織
熱伝導率(W/(m・K))	0.021	0.019	0.021	0.027	0.043	0.045

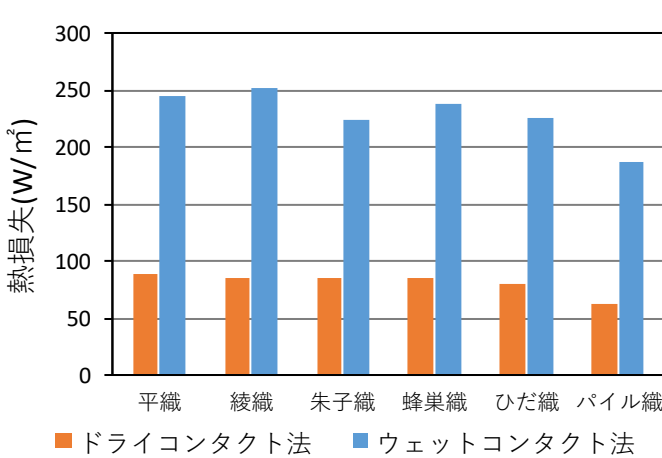


図4 マスク用生地の織組織と熱損失

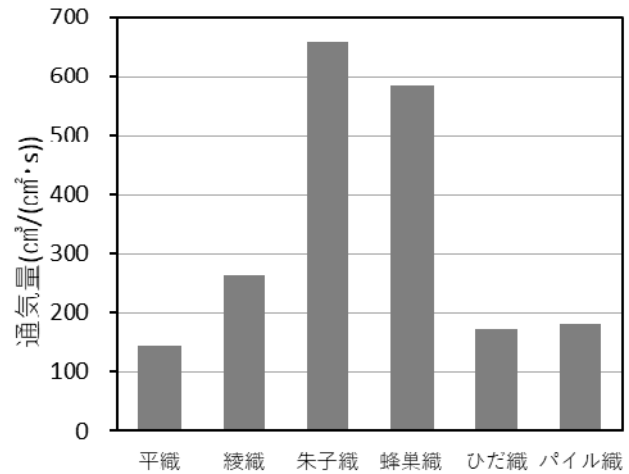


図5 マスク用生地の織組織と通気量

熱伝導率は厚い生地ほど大きくなる傾向を示しており、厚さ0.3~0.4mmの三原組織（平織、綾織、朱子織）では小さく、生地が立体的で方形の凹凸がある蜂巢織（厚さ0.8mm）、たて二重組織の畝が特徴のひだ織（厚さ1.9mm）、パイル織（厚さ2.4mm）は熱伝導率が大きかった。また、測定した熱損失値は、マスク着用時の生地からの放熱に相当するものと考えており、熱伝導率とは逆に三原組織で大きく、厚い生地ほど小さくなった。さらに、乾燥状態と湿潤状態を比べてみると、同一素材の綿糸使用で異なる素材が含まれていないため両者とも同じ傾向を示した。ここで、熱伝導率と熱損失値の二つを測定評価しているが、マスク用生地としての快適性評価は、熱損失値の方がマスク着用時に重要な要素となっていると考えられるため、より重要視する必要がある。

マスク着用時には生地を通して呼吸をするため、通気性も重要な要素となるが、図5の結果から朱子織、蜂巢織で通気量が大きかった。今回評価した6種類の織組織の中では、熱特性と通気性の結果から蜂巢織がマスク用生地に適していると思われる。

## 2. 試作マスクの着用評価について

### (1) 試作マスク

素材の異なる5種類のよこ糸からの生地及びパイル織以外の5種の異なる織組織の生地から、着用評価用マスクを試作した。写真1は織組織を変更した試作マスクである。

### (2) マスク着用時の温度・湿度

マスク着用時の温度・湿度測定結果を表5及び表6に示す。温度について、糸素材及び織組織の違いによるマスク内の温度差は、熱電対、ロガーによる測定においても違いは明確にならなかった。また、湿度については、キュプラ糸使用の生地ですく蒸れを防ぐ効果が確認できた。ここで、比較用マスク生地は素材及び織組織の変更によって曲げや圧縮など生地の



写真1 異なる織組織の試作マスク

の物性も大きく異なり、マスク用生地の物性との関連付けも必要であると分かった。今回、マスク着用時の温湿度を測定したが、着用時の諸条件、特に測定時の顔と布マスクとの密着度が精度に大きく影響され、繰り返し測定し平均化することだけでは解決できないと考えられ、精度向上にはマ



スク形状や物性などを考慮した新たな工夫が必要だと思われる。

表5 糸素材の異なるマスク着用時の温度・湿度測定結果

		綿糸	キュプラ糸	麻糸	紙糸	ポリエステル糸
熱電対温度	肌側(°C)	33.0	32.7	33.3	32.6	32.3
	布側(°C)	31.1	30.3	30.2	31.3	30.1
温湿度 ロガー	温度(°C)	31.5	31.5	31.4	30.9	31.1
	湿度(%RH)	92.2	82.8	90.4	91.8	92.1

表6 織組織の異なるマスク着用時の温度・湿度測定結果

		平織	綾織	朱子織	蜂巢織	ひだ織
熱電対温度	肌側(°C)	33.0	32.6	32.7	32.4	32.4
	布側(°C)	31.1	29.9	30.3	31.2	30.2
温湿度 ロガー	温度(°C)	31.5	31.4	30.9	31.8	31.6
	湿度(%RH)	92.2	86.0	90.9	91.3	91.3

## ま と め

マスク用途に適した糸素材、織組織を検討し、生地の特熱性と布マスク着用時の温度・湿度を測定して、快適性の高い布製マスクの開発を行った。その結果、以下のことが分かった。

1. マスク用生地によこ糸素材としてキュプラ糸、紙糸を用いることにより、生地の熱損失が大きく、蒸れの生じにくいことが分かった。
2. マスク用生地の織組織として三原組織、蜂巢織、ひだ織、パイル織を比較すると、熱損失や通気量が共に大きい蜂巢織がマスク用生地に適していた。
3. 布マスク着用時の温度と湿度を測定し、マスク用生地によこ糸素材と織組織の違いを確認しようとしたが、生地の物性が影響して顔と布マスクとの密着度が異なっており、測定精度向上には物性をふまえ、マスク形状を考慮した評価をする必要がある。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、布マスクに関する情報提供いただきましたクレシェンド有限会社の関係者の方々に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 森島美佳：衛生用品「マスク」、繊維と工業, **67**-10, 293-297(2011).
- 2) 川端季雄：布の熱・水分移動特性測定装置の試作とその応用, 繊維機械学会誌, **37**, 130-141(1984).
- 3) 川端季雄, 赤木陽子：衣服用布の冷温感と熱吸収特性との関係について, 繊維機械学会誌, **30**, 13-22(1977).
- 4) 坂口晴子, 丹羽雅子, 川端季雄：編布肌着の客観的品質評価法の開発, 繊維機械学会誌, **39**, 33-42(1986).
- 5) 坂口晴子, 丹羽雅子, 川端季雄：編布肌着の客観的品質評価法の開発2, 繊維機械学会誌, **39**, 43-50(1986).
- 6) 林浩司, 山内寿美, 佐藤幸泰, 立川英治, 亀山遼一, 山口穂高：GIFUブランド繊維製品の開発(第2報), 岐阜県産業技術総合センター研究報告, **2**, 57-60(2021).
- 7) 澤井由美子：吸放湿ナイロン素材の開発, 繊維と工業, **61**-3, 63-65(2005).
- 8) 高橋朋子：快適素材『ベンベルグ』, 繊維と工業, **68**-7, 188-191(2012).

## 多層織りによる織物の保温性制御技術の開発

田中克典 結田清文

Development of heat retention control technology for woven fabrics by multi-layer weaving

TANAKA Katsunori and YUITA Kiyofumi

1層目と3層目が綿の平織で、2層目の中間層に任意の糸素材と織組織を用いて、保温性に優れた三重織生地を開発を行った結果、中間層の素材はポリエステルのパイル織が最も保温性に優れ、さらに、単位長さ当たりのパイル数を調整することにより、保温性の制御が可能となった。

キーワード：多層織り、保温性、タオル、織組織、繊維素材

## はじめに

近年、多層織り生地は保温性が高くなるということで、冬用のマフラーやルームウェアなどに用いられている。

しかし、それらの保温性に関する試験評価は行われておらず、織組織や糸素材による保温性の違いが分からないという課題がある。

そこで本研究では、試作した織物生地の保温性や通気性といった熱特性をサーモラボで評価し、織組織や糸素材による違いを解析・検討することで、従来品より優れた熱特性を持つ多層織り生地を開発したので報告する。

## 実験方法

## 1. 一重織での保温性評価

試作する多層織り生地は、今治産地において、多層織りで一般的に用いられる三重織とした。三重織は一般的には3層ともガーゼ（平織組織）が用いられているが、中間層に様々な織組織を用いることによって、どのように保温性が変化するか把握することとした。そこで、まず一重織の基本組織を6種類、さらに素材4種類を組み合わせ、それぞれの保温性を KES-F7 サーモラボ II B 型を用いたドライコンタクト法にて測定した。

生地の製織条件を表1、保温性測定試験の条件を表2、組織図を図1～図6に示す。なお、図1～図6中の「●」は地たて糸、「○」はパイル糸の動きを示している。

表1 製織条件

使用織機（メーカー名 型番）	プロジェクタイト織機（スルザー製 P-7100）	
糸素材	地たて糸：綿糸 60/2	
	パイル糸：30/1 <sup>s</sup>	パイル・よこ糸の素材を同一とし、素材は綿、麻、ポリエステル、レーヨンの4種類
	よこ糸：30/1 <sup>s</sup>	
よこ糸密度（本/2.54cm）	48	
たて糸密度（本/3.79cm）	96	
箆引き込み	P G ※	
織機回転数（rpm）	300	

※Pはパイル糸、Gは地たて糸を表す。

表2 保温性測定試験の条件

測定生地サイズ	10cm×10cm
環境温度	20℃
湿度	65%
熱板温度	30℃（環境温度+10℃）
測定時間	60sec



図1 平織組織

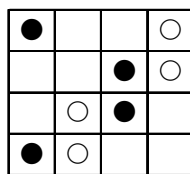


図2 綾織組織

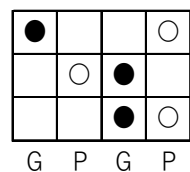


図4 パイル織組織

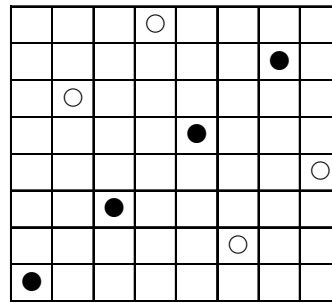


図3 朱子織組織

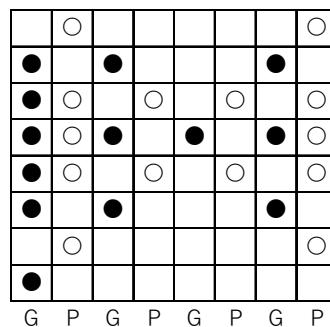


図5 蜂巣織組織

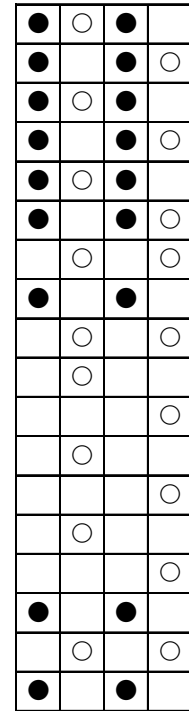


図6 ひだ織組織

## 2. 三重織での機能性評価

試作する三重織生地については、1層目と3層目が平織で、2層目の中間層に素材がポリエステルのパイル織を用いることにした。なお、三重織のパイル織に関しては、一重織で用いた3ピック織だとパイル抜けを生じやすいため、4ピック織（以降4picインナーパイル織）を用いることにした。

また、比較用生地として、多層織りでは一般的である3層全て平織の生地（以降三重平織ガーゼ）と、中間層が朱子織の生地（以降インナー朱子織）について、中間層の素材にポリエステルを使用して試作し、その各種機能性を測定した。各種機能性について実施した試験名と方法は、(1)～(5)<sup>1)</sup>のとおりである。

- (1) 保温性評価 KES-F7 サーモラボⅡB型を用いたドライコンタクト法
- (2) 通気性評価 KES-F8-API 通気性試験機
- (3) 吸水性試験 JIS L1907 滴下法
- (4) 乾燥性試験 JIS L1096 乾燥性
- (5) 引張試験 JIS L1096 引張強さ及び伸び率

製織条件を表3、各三重織生地の織組織を図7～図9に示す。

表3 三重織生地の製織条件

使用織機 (メーカー名 型番)	高速レピア織機 (イテマウイービング製 G6500)	
糸素材	地たて糸: 綿糸 60/2	
	パイル糸: 30/1 <sup>s</sup>	パイル・よこ糸で素材を同一とし、素材は綿、ポリエステルの種類
	よこ糸: 30/1 <sup>s</sup>	
よこ糸密度 (本/2.54cm)	144 (2層目: 48本/2.54cm)	
たて糸密度 (本/3.79cm)	162	
箆引き込み	カ <sup>°</sup> G P ※	
織機回転数 (rpm)	300	

※ガは、ガーゼ用のたて糸を表す。

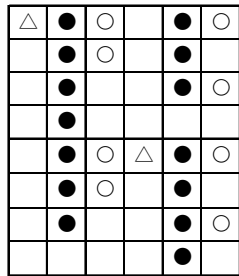


図7 三重平織ガーゼ組織

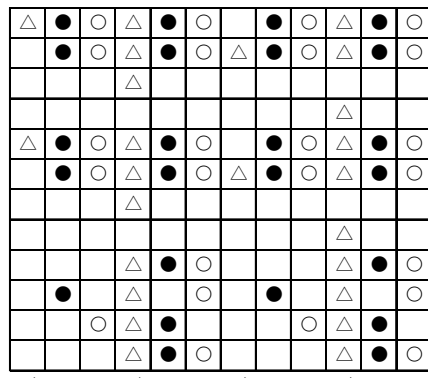


図8 4 pic インナーパイル織組織

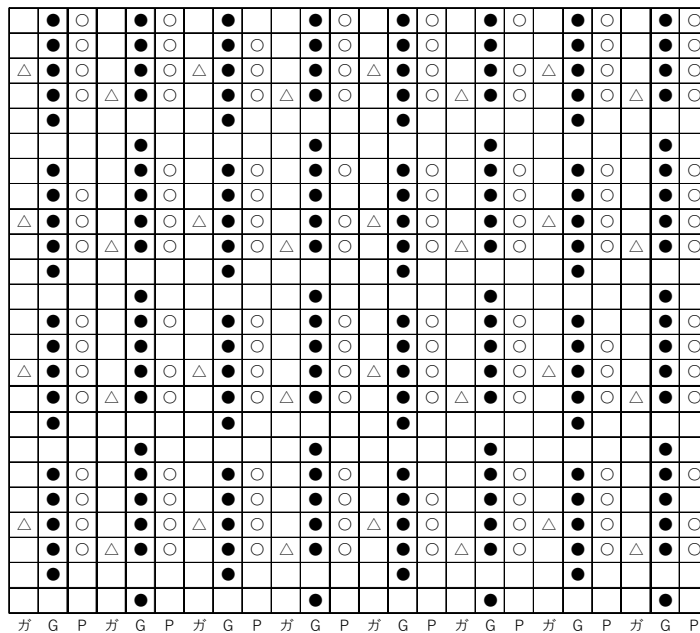


図9 インナー朱子織組織

## 結果と考察

### 1. 一重織での保温性評価

一重織での保温性の測定結果を図 10 に示す。

図 10 の結果から、一重織の基本組織のうち、パイル織が最も保温性を高め、素材はポリエステルとの組み合わせで保温性が約 47.0%となり最も優れていることが分かった。このことから、従来製品の三重織は一般的に 3 層ともガーゼ（平織組織）が用いられているが、中間層に同じ製織条件で織った 6 種類の基本組織の中で、パイル織組織を用いることにより、最も保温性が高められることが分かった。

また、素材がポリエステルの場合において、パイル織に次いで保温性が良いのは、朱子織、蜂巢織、ひだ織で、この 3 種類はほぼ同等の保温性を有していることが分かった。これらの生地は、厚み、コシ、肌触りにおいて、それぞれが異なる特徴を有しており、マフラーやルームウェアなど用途によって使い分けることができると考えられる。

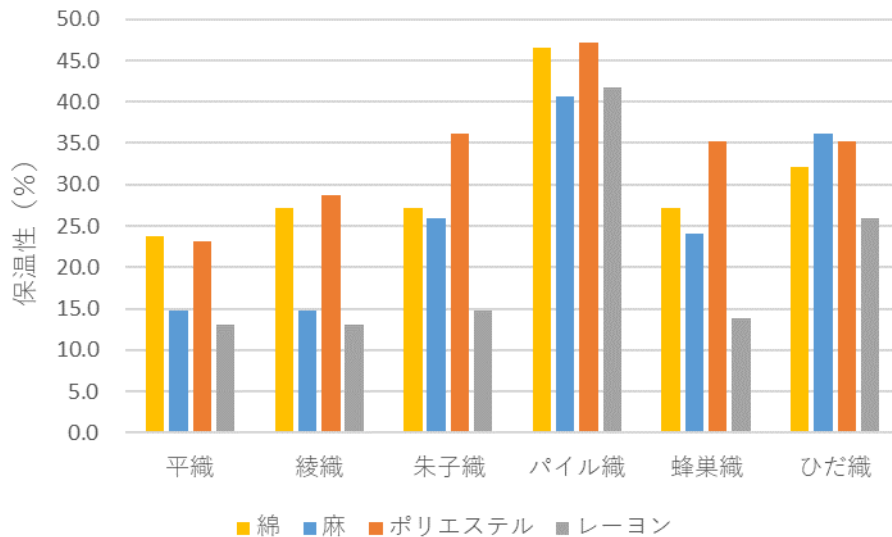


図 10 保温性の測定データ

### 2. 三重織での機能性評価

素材がポリエステルの三重織生地での機能性評価の結果は、以下のとおりであった。

#### (1) 保温性評価

三重織生地での保温性の測定結果を図 11 に示す。

素材がポリエステルのインナー朱子織が 50.5%と最も保温性に優れ、次いで、ポリエステルの 4 pic インナーパイル織が 47.6%という結果となった。

一重織では、パイル織が最も保温性が優れていたものの、三重織では、インナー朱子織や三重平織ガーゼとの差が見られなかった。これは、一重織のパイル織は 3 ピックのため、1 インチ (2.54cm) 当たりのパイル数が 16 個なのに対し、4 pic インナーパイル織では 12 個に減少するため、保温性が抑制されたものと考えられる。このことから、パイル織に関しては、単位長さ当たりのパイル数が保温性の制御に影響を与える可能性が示された。

図 7 の結果から、パイル織が保温性に優れているのは明らかであり、製品化の際には単位長さ当たりのパイル数に留意することが重要となってくると考えられる。

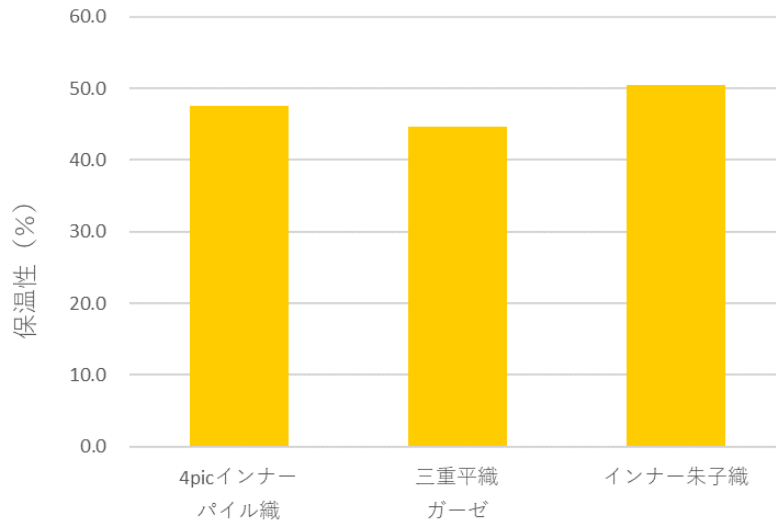


図 11 三重織生地での保温性の測定データ

### (2) 通気性評価

三重織生地での通気性の測定結果を図 12 に示す。

素材がポリエステル製の 4pic インナーパイル織が  $254.3\text{cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{s}$  と最も通気性に優れ、次いで、ポリエステル製の三重平織ガーゼが  $199.6\text{cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{s}$  という結果となった。この結果から、中間層に使用した糸の割合が大きく、上下のガーゼ生地の糸密度が低下したことから、インナーパイル織りの通気性が高くなったと考えられる。また、インナー朱子織りについては、後加工による生地縮みが大きくなり、通気性が低くなったと考えられる。

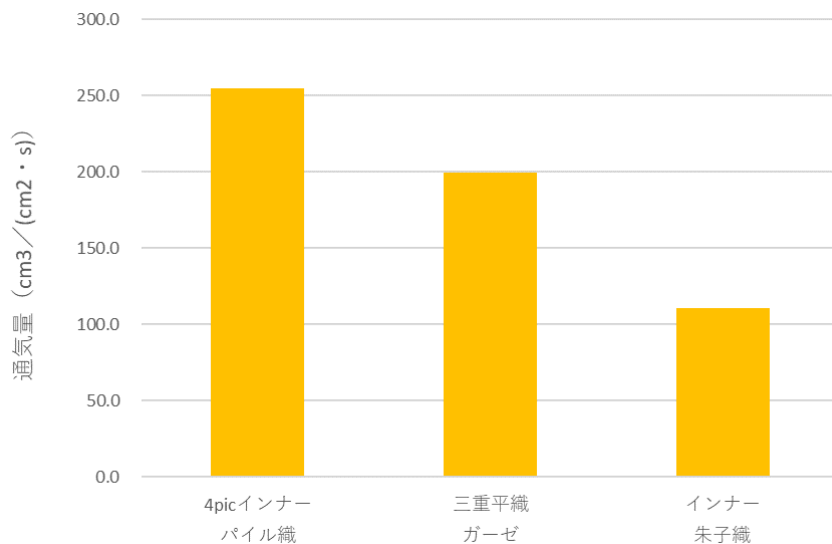


図 12 三重織生地での通気性の測定データ

### (3) 吸水性試験

三重織生地での吸水性の測定結果を図 13 に示す。

素材がポリエステル製の 4pic インナーパイル織が吸水速度 0.7 秒と最も吸水性に優れ、次いで、ポリエステル製の三重平織ガーゼが 1.0 秒という結果となった。これは中間層に吸水性のないポリエステルを使用しているが、インナーパイル織りでは、吸水性のある綿の地たて糸が中間層に配置されているため、他の織り組織より水分が生地内部に浸透しやすかったからだと考えられる。

なお、今治タオルブランド商品品質基準では、1.0 秒以内が認定基準となっている。

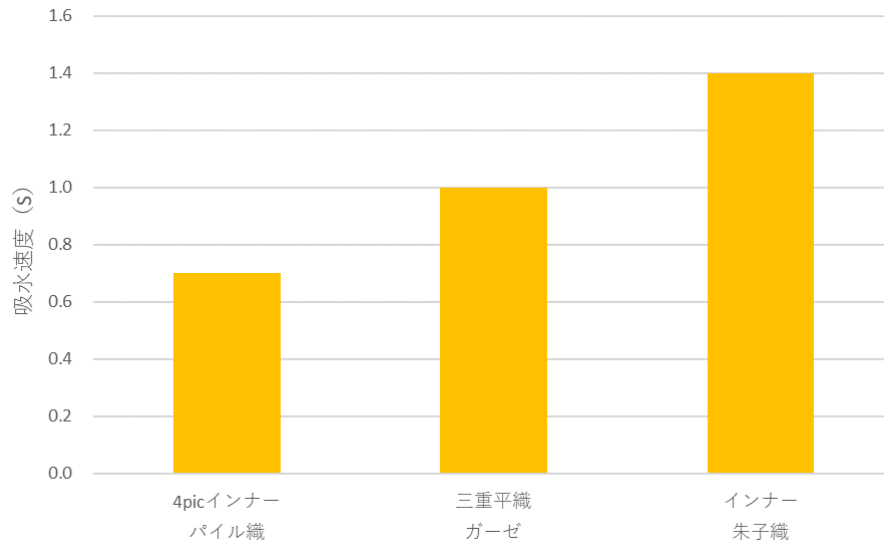


図 13 三重織生地の吸水性の測定データ

#### (4) 乾燥性試験

三重平織ガーゼの乾燥時間が 100 分、4pic インナーパイル織が 105 分、インナー朱子織が 135 分となり、4pic インナーパイル織は従来品である三重平織ガーゼと同等という結果であった。これは、乾燥速度が通気性の高さに比例しており、通気性が低いほど、乾燥に時間がかかるものと考えられる。また、インナーパイル織りでは、生地全体の中で、最も乾きにくい中間層の糸使用量が多く、三重平織ガーゼよりわずかに乾燥時間が伸びたと考えられる。

#### (5) 引張試験

三重織生地での引張強さの測定結果を図 14 に示す。

素材がポリエステル製の三重平織ガーゼが、572.7N と最も引張強さに優れ、次いで、ポリエステルの 4pic インナーパイル織が 518.4N、インナー朱子織が 481.2N という結果となった。三重平織ガーゼが最も優れていたのは、平織組織においては、たて糸とよこ糸が交差する組織点が多くなるためと考えられる。

なお、今治タオルブランドの品質基準では、147N 以上が認定基準となっている。

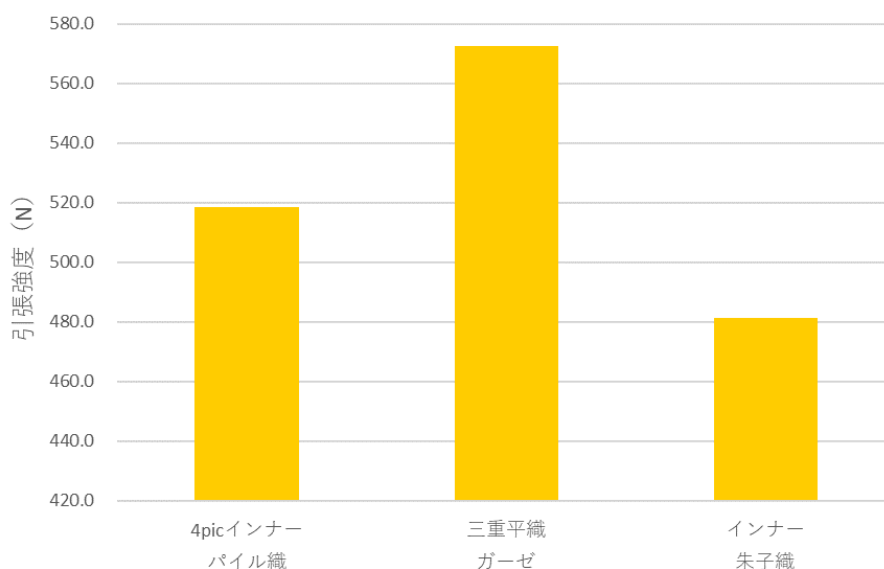


図 14 三重織生地の引張強さの測定データ

### 3. 生地を試作

三重織での機能性評価において、1層目と3層目が綿の平織で、2層目の中間層に素材がポリエステルのパイル織の生地の各種試験結果が良好であったため、同様の素材と組織、製織条件で生地を製織した。

素材がポリエステルの4pic インナーパイル織により試織した生地を写真1に示す。

なお、3層すべての素材をポリエステルにすると吸水性が得られず肌触りも良くないため、1層目と3層目については綿を用いることにした。これにより、マフラーやルームウェアに使用可能な生地となった。

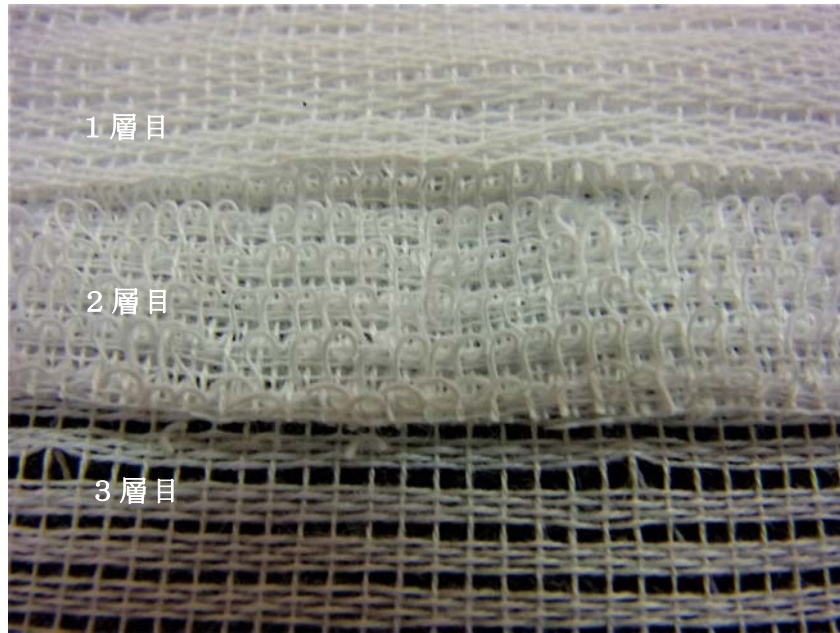


写真1 試作した生地の3層構造

### ま と め

多層織り生地一般的に用いられる三重織について、中間層に様々な素材と織組織を用いて試織し、各種試験を実施した結果、以下のことが分かった。

1. 素材がポリエステルのパイル織が最も保温性に優れていることが分かった。
2. 朱子織、蜂巢織、ひだ織の保温性は同程度であり、厚みやコシ、肌触りなどそれぞれの生地の特徴を活かした使い分けが必要である。
3. パイル織の場合、単位長さ当たりのパイル数を調整することにより、保温性の制御が可能であることが分かった。

### 文 献

- 1) JIS L1096 織物及び編物の生地試験方法(2021).



## 資料

## ペット用消臭紙に適した素材の検討

明賀久弥 續木康広 野原正勝\* 佐伯香織\*

## Investigation of Suitable Materials for Pet Deodorant Paper

MYOGA Hisaya, TSUZUKI Yasuhiro, NOHARA Masakatsu and SAEKI Kaori

現在、ペットの飼育環境の改善やストレス軽減のため、各種消臭用品が用いられている。そこで愛媛県の主要産業である紙を使ったペット用消臭用品の製品開発を目指し、県内の事業者が生産している消臭紙である茶香紙及び活性炭紙と、試作した銀セルガイア紙について、アンモニア標準ガスにより吸着性能を評価した。また、これら消臭紙について、マウス飼育環境での消臭効果の検証として、飼育ケージ内に消臭紙を入れて飼育し、ケージ内のアンモニア濃度を測定した。その結果、茶香紙と銀セルガイア紙を投入したケージではコントロールと同程度のアンモニア濃度となり、活性炭紙は他のケージよりもマウスの排泄物量が多く、高いアンモニア濃度となった。

キーワード：ペット、マウス、消臭、紙、活性炭、茶、銀イオン、ゼオライト

## はじめに

ペットの飼育環境の改善やストレス軽減のため、各種消臭用品が用いられているが、ペットのみならず実験動物においてもストレス緩和のための研究が求められている。そこで、愛媛県の主要産業である紙を使った製品開発を目指し、ペット用消臭用品に適した紙素材として、県内の事業者が生産している消臭紙や新たな試作品についても性能を評価した。

本報では、動物を飼養する場所における環境（臭気）の改善や動物の飼養に適した素材を検討することを目的に、実験動物の飼育環境下で、各種消臭機能紙の消臭効果について検証したので報告する。

## 実験方法

## 1. 消臭紙

実験に使用する消臭紙として、(1) 県内で製造されている活性炭粉末を漉き込んだ活性炭紙（坪量 22.3g/m<sup>2</sup>）、(2) 県内で製造されている砕いた茶葉を漉き込んだ茶香紙（坪量 19.5g/m<sup>2</sup>）及び(3) 当センターで試作した銀セルガイア紙（坪量 58.6g/m<sup>2</sup>）の3種類を用いた。コントロールには消臭成分を含まない針葉樹パルプ 100%で作製したシート（坪量 59.6g/m<sup>2</sup>）を用いた。

銀セルガイア（レンゴー㈱製）は、銀イオンを担持させたゼオライトをセルロース繊維に結晶化させたパルプ原料で消臭や抗菌などの機能を持つ。これを原材料として用いた消臭紙は県内で製造されていないため、紙産業技術センターでシートを試作した。なお、銀セルガイアと針葉樹パルプが1:1となるように乾燥重量として 3.75g を量り取り、水 700ml を加えてミキサーで離解させた後にシートマシン抄紙機（熊谷理機工業㈱製）でシート（250 x 250mm）を作製した<sup>1)</sup>。

## 2. 消臭紙の消臭性評価試験

消臭試験は、消臭紙サンプル 0.5g を 5L のテドラーバッグに入れて熱シールで密封した。テドラーバッグのコックから、3L のシリンジを使って中の空気を吸い出した後、アンモニア標準ガス 100ppm を 3L 注入し、23°Cの恒温室内で 30、60、120 分静置した時点のアンモニア濃度の経時変化を測定した。アンモニア濃度の測定には気体採取器（㈱ガステック製 GV-100）とアンモニア検知管（㈱ガステック製 検知管 No.3L）を使用し、各試験区 2 点ずつ測定を行った<sup>2)</sup>。

\*岡山理科大学獣医学部

この研究は、「ペット等関連産業参入支援事業」の予算で実施した。

なお、マウス飼育室では飼育ケージとその中に敷いた床敷ごと滅菌室でオートクレーブ滅菌が行われており、今回使用する消臭紙についても、マウスに使用する前に滅菌処理が必要となる。滅菌処理の消臭効果への影響について確認するため、各サンプルを 5 x 250mm に細断して手揉みし、鳥の巣状に膨らませケージに入れる際の形状を再現し、オートクレーブ用の袋に入れて袋の口は開けたまま高圧蒸気滅菌機（アドバンテック東洋(株)製 STH307FA）でオートクレーブ処理を行い（写真1）、滅菌の前後で消臭効果を評価した。



写真1 試験に使用する消臭紙

### 3. マウス飼育環境下におけるアンモニアの消臭評価

恒温恒湿のマウス飼育室（室温 23–24℃、湿度 42–57%）で、消臭紙の効果を検討した。滅菌処理をした手揉みした状態の消臭紙サンプル 10g を入れた PSF 製ケージ（幅 235×奥行 353×高さ 160mm）にオスのマウス（日本エスエルシー(株) Slc:ICR）5匹を入れ、3週間飼育ラック（写真2）で飼育した。1週間毎にマウスを新しいケージに移し、使用済みケージについて、ケージ中央、手前、奥の3点のアンモニア濃度を測定した。また、ケージ内空間のアンモニア濃度として、使用済みケージにポリ塩化ビニル板（厚さ 2mm）を乗せ 5 分間静置したのちに中央にあけた穴から検知管を先端がケージ上端から 5cm の位置となるように挿入し測定した（写真3）。ベースのアンモニア濃度として、各消臭紙投入前の飼育期間での使用済みケージについても同様の測定を行った。アンモニア濃度の測定には気体採取器（(株)ガステック製 GV-100）とアンモニア検知管（(株)ガステック製 検知管 No.3L、3La、3M）を使用し測定を行った。



写真2 マウス飼育ラック

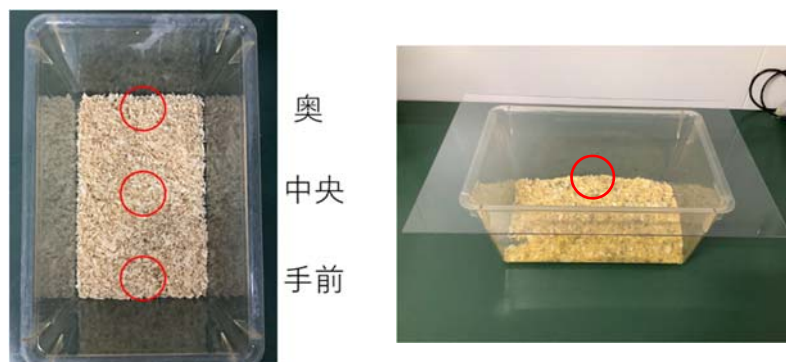


写真3 ケージの測定位置

## 結果と考察

### 1. 消臭紙の消臭性能評価

マウス飼育環境下で試験を行う前に、オートクレーブ前後の各消臭紙サンプルの消臭効果を評価した結果を図1に示す。

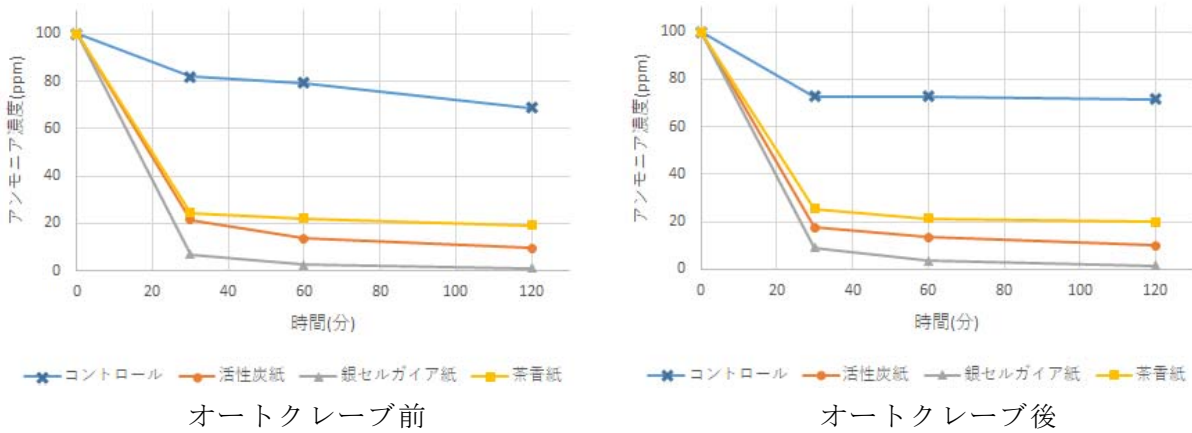


図1 消臭紙のアンモニア消臭効果

アンモニアの消臭試験において、コントロールのアンモニア濃度に対して、各消臭紙サンプルでは1/3以下の20ppm以下まで低下し、アンモニア消臭効果を確認できた。オートクレーブ前のサンプルの120分後のアンモニア濃度は、活性炭紙が9.5ppm、茶香紙が19.0ppm、銀セルガイア紙が1.0ppmを示し、銀セルガイア紙、活性炭紙、茶香紙の順で効果が高かった。また、オートクレーブ後のサンプルでは、120分後のアンモニア濃度は活性炭紙が10.0ppm、茶香紙が20.0ppm、銀セルガイア紙が1.5ppmとなり、処理の前後で効果に大きな差は見られなかった。このため、マウスの飼育ケージのオートクレーブ滅菌処理によって、消臭効果に大きな影響はないと考えられた。

### 2. マウス飼育時のアンモニア低減効果

各消臭紙におけるマウスケージでの試験結果について図2に示す。活性炭紙を除くすべての測定点において、消臭紙を入れる前に飼育した後のアンモニア濃度（ベース）は、30ppmを下回っていた。

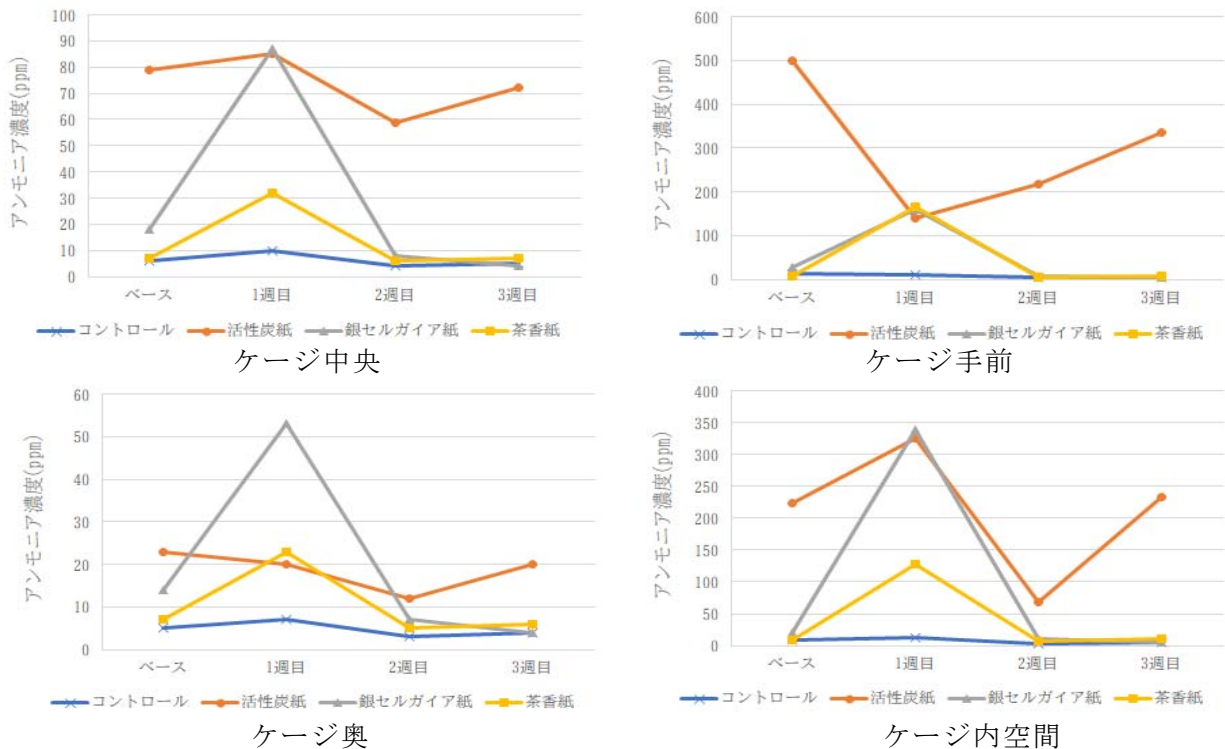


図2 マウス飼育後におけるケージ内のアンモニア濃度

一方、活性炭紙群では、ケージ内空間で 224ppm と高い値を示しており、マウス飼育後におけるケージ内のアンモニア濃度（ベース）は各ケージ間で一定ではなかった。飼育ラック内に入る室内照明の光には位置ごとの差が出てくるため、各ケージ内の照度の違いに起因するマウスの行動の差も考えられるが、原因は不明である。すべてのケージの消臭紙投入 1 週目のアンモニア濃度はベースのアンモニア濃度と比較して高値になる傾向にあったが、2 週目以降は活性炭紙を除きコントロールと同程度のアンモニア濃度となり、コントロールが最も低い値となった。

臭いの発生源となる排泄物について、交換前のケージと使用済みのケージの重量を測定し、重量差から堆積糞尿量を求めた（図 3）。活性炭紙を入れたケージではどの時点においても排泄物量が多い傾向が認められ、これが原因となって活性炭紙においてアンモニア濃度が高くなったと考えられる。

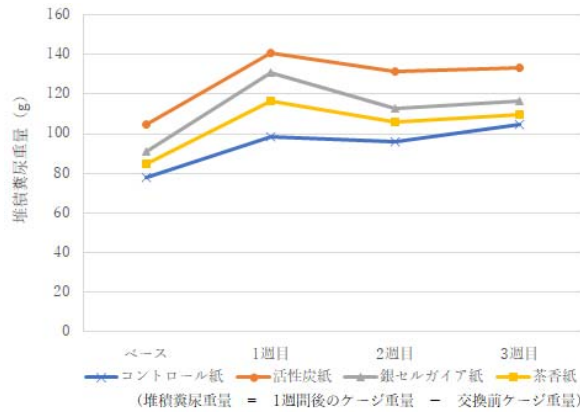


図 3 堆積糞尿量の推移

## ま と め

ペット用消臭紙に関する消臭試験を行い、以下の結果を得た。

1. 消臭紙のアンモニア標準ガスを用いた試験における消臭効果は、コントロールよりも消臭効果が高く、消臭紙すべてにおいて 120 分でほぼ最大となった。オートクレーブ処理の前後とも、消臭効果は銀セルゲイア紙＞活性炭紙＞茶香紙の順で高かった。
2. マウス飼育環境下でのアンモニア濃度は、コントロール品が最も低く、活性炭紙は高い傾向を示した。銀セルゲイア紙及び茶香紙では、2 週目以降はコントロールと同程度の消臭効果を示した。活性炭紙でアンモニア濃度が高くなった原因として、他の試験区に比べ、排泄物量が著しく多かったためと考えられる。
3. 今後はマウス群の差に影響されない方法で消臭紙の試験を行い、マウス飼育環境下での消臭紙の比較を行うほか、消臭紙の使用形態による効果の差についても検討する予定である。

## 文 献

- 1) JIS P 8222, パルプ—試験用手すき紙の調整方法—標準手すき機による方法 (2015) .
- 2) 伊藤博：消臭加工の認証基準について, 繊維製品消費科学, Vol.44 No.9, p.515-528 (2003) .

# いぶし瓦への遮熱性の付与

雁木邦之 菅 雅彦

Addition of thermal insulation to smoked roofing tile

GANGI Kuniyuki and KAN Masahiko

いぶし瓦の日射反射率を向上させることを目的に、瓦試験片へ塗布する鉱物の検討を行った。蛙目粘土を塗布後いぶし処理した試験体の表面粗さは、塗布鉱物なしの試験体と比較して  $0.21\mu\text{m}$  減少し、光沢度は 2.67 倍になることが分かった。日射反射率は、全波長域・近赤外領域ともに蛙目粘土を塗布したものが最も高くなり、何も塗布していない試験体と比較して日射反射率（全波長域）は 3.3% 高くなることが分かった。

キーワード：いぶし瓦、日射反射率、遮熱性

## はじめに

金属瓦などの屋根素材の普及で、従来の瓦の需要は低迷している。さらに、菊間瓦をはじめとしたいぶし瓦の採用は顕著に減少している<sup>1)</sup>。

また、夏場の平均気温は上昇しており、屋根素材にも遮熱機能が求められているが、需要が伸びている金属瓦には、遮熱性付与することが困難であるという欠点がある。このため、菊間瓦に遮熱性を付与する技術を開発できれば、菊間瓦の需要増加が見込めると考えられる。また、屋根瓦の温度上昇の熱源である太陽光を反射することができれば、屋根の温度上昇を妨げることができると考えられる。

このため、今回は、日射反射率を向上する目的で、いぶし瓦のいぶし膜の下地に様々な鉱物を塗布することを検討したので報告する。

## 実験方法

### 1. 瓦試験片への鉱物の塗布

菊間瓦工業組合製モヤ土を本田鉄工（株）製 HDE-3D 真空土練機を用いて、口金内寸  $20\text{mm}\times 30\text{mm}$  で押出成形し、長さを  $50\text{mm}$  にカットした。これらの自然乾燥させた試験体に対して、水に分散させた表 1 の鉱物を塗布した。次に、試験体を高砂工業(株)製  $0.4\text{m}^3$  ベンチュリーバーナー式いぶし窯を用いて、昇温速度  $100^\circ\text{C}/\text{時間}$ 、最高温度  $1000^\circ\text{C}$ 、保持時間 1 時間で酸化焼成後、自然冷却で  $900^\circ\text{C}$  となった時点で 20 分間いぶし処理を行った。いぶし処理には工業用ブタンガスを用いた。

#### (1)表面粗さ

焼成後いぶし処理した押出成形体の表面粗さを、表面粗さ測定機（株）東京精密 SURFCOM1800G を用いて、JISB0601 に定める方法で測定した。

#### (2)光沢度

焼成後いぶし処理した押出成形体表面の光沢度( $60^\circ$ )を、TASCO 社製 GLOSS CHECKER TMS-724 を用いて測定を行った。

#### (3)日射反射率

焼成後いぶし処理した押出成形体表面の吸光度を、日本分光（株）製瓦測定ユニット（V-670）を用いて測定を行った。測定値に JISK5602 に定められた重係数を掛けて、全波長域と近赤外領域の日射反射率をそれぞれ算出した。

表 1 塗布鉱物

	①	②	③	④	⑤
塗布鉱物	なし	タルク	ドイツカオリン	蛙目粘土	木節粘土

## 結果と考察

### 1. 瓦試験片への鉱物の塗布結果

#### (1)表面粗さ

塗布鉱物と表面粗さの関係を図 1 に示す。算術平均粗さについては、粘土類（ドイツカオリン、蛙目粘土、木節粘土）を塗布した試験体は、塗布鉱物なしのものと比較して表面が滑らかになっている。

特に、蛙目粘土を塗布した試験体の表面が最も平滑であり、塗布鉱物なしの試験体と比較し平均で  $0.21\mu\text{m}$  表面粗さが減少することが分かった。また、木節粘土を塗布した試験体は、塗布鉱物なしのものと比較して  $0.18\mu\text{m}$  表面粗さが減少することが分かった。一方で塗布鉱物なしの試験体と比較し、タルクを塗布することにより  $2.5\mu\text{m}$  表面粗さが増加することが分かった。

#### (2)光沢度

光沢度( $60^\circ$ )の測定結果を図 2 に、いぶし処理した押出成形体を写真 1 に示す。蛙目粘土を塗布した押出成形体の光沢度が最も高く、塗布鉱物なしの試験体と比較し 2.67 倍になり、試験体の表面には銀色の光沢が得られた（写真 1 ④）。一方でタルクを塗布したものは、塗布鉱物なしの試験体と比較し 0.33 倍と最も低くなり、試験体の外観は光沢のない黒色になった（写真 1 ②）。

#### (3)日射反射率

塗布鉱物を変えた押出成形体の日射反射率を図 3 に示す。日射反射率は、全波長域・近赤外領域ともに、ドイツカオリン、蛙目粘土を塗布したものは、塗布鉱物なしの試験体と比較して高くなり、蛙目粘土を塗布したものが最も高く、日射反射率(全波長域)は 3.3% 向上することが分かった。これは、蛙目粘土を塗布したことで表面が平滑になったためであると考えられる。一方で、木節粘土、タルクを塗布したものは塗布鉱物なしの試験体と比較して日射反射率が低下し、タルクを塗布したものは 3.8% 低下した。これは、タルクを塗布することによって、表面が粗くなったことによると考えられるが、蛙目粘土と同等の表面粗さの木節粘土を塗布した試験体も日射反射率が低下していることから、表面粗さに加えて他の物性が関係していることが示唆された。

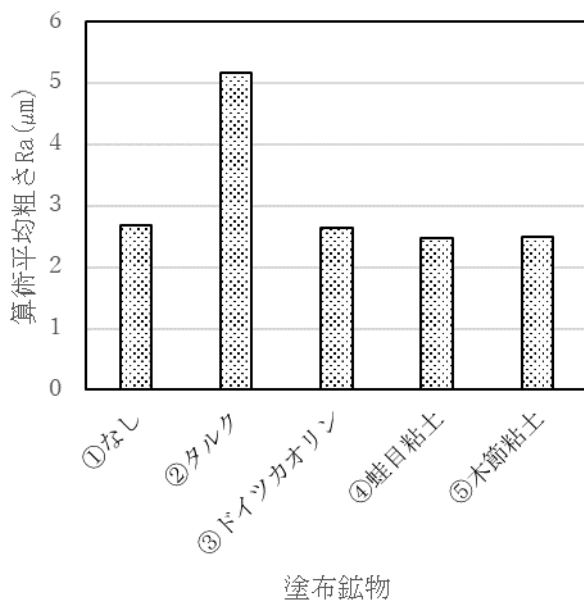


図 1 塗布鉱物と表面粗さの関係

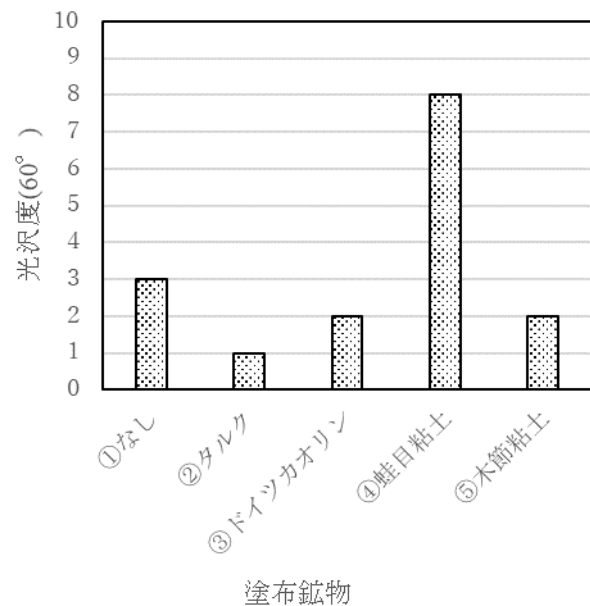
図 2 いぶし処理した押出成形体の光沢度( $60^\circ$ )



写真1 いぶし処理した押出成形体

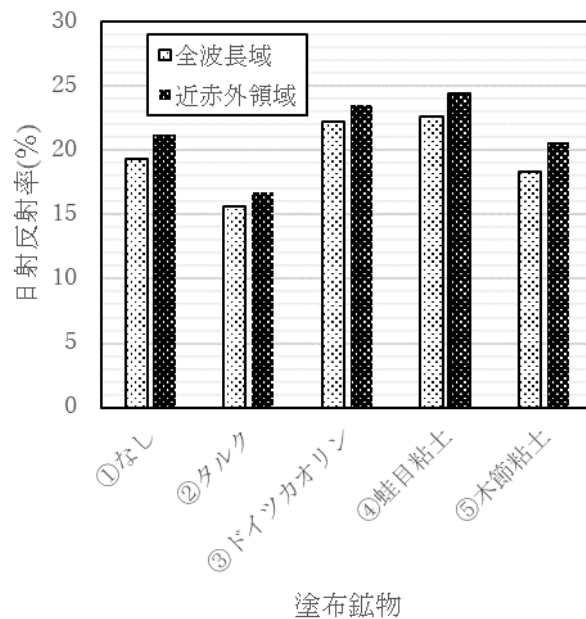


図3 塗布鉱物と日射反射率の関係

## ま と め

日射反射率を向上する目的に、いぶし瓦のいぶし膜の下地に様々な鉱物を塗布し、以下の知見を得た。

1. 蛙目粘土を塗布後いぶし処理した試験体の表面粗さは、塗布鉱物なしの試験体と比較し平均で  $0.21\mu\text{m}$  減少することが分かった。
2. 蛙目粘土を塗布後いぶし処理した試験体の光沢度は、塗布鉱物なしの試験体と比較し 2.67 倍になり、試験体の表面には銀色の光沢が得られた。
3. 日射反射率は、全波長域・近赤外領域ともに蛙目粘土を塗布したものが最も高くなり、何も塗布していない試験体と比較して日射反射率（全波長域）は 3.3% 高くなることが分かった。

## 文 献

- 1)林隆史:住宅用屋根材使用比率,日本屋根経済新聞,第 1664 号,16(2021)

# CNF の陶磁器成形への適用

雁木邦之 首藤喬一

Porcelain production process utilizing cellulose nanofiber

GANGI Kuniyuki and SUTO Kyouichi

押出成形に用いられる坯土及び鑄込成形で用いられる泥漿に、セルロースナノファイバー（CNF）を添加し碍子製造工程への活用を検討した。押出成形では、坯土にレオクリスタを添加し乾燥させた試験体に耐水性向上効果が確認できた。また、鑄込成形では、泥漿にステラファインを添加することにより、試験体の乾燥強度向上及び泥漿の分散性向上効果が確認できた。

キーワード：セルロースナノファイバー、陶磁器、押出成形、鑄込成形

## はじめに

愛媛県の陶磁器製造業は、伝統的特産品である砥部焼以外にも、碍子やコンデンサー部品を製造しているが、これらの製品は、一部の部品で歩留まりが悪く生産効率の改善が求められている。そこで、泥漿の分散性向上等のセラミック製造工程の改善が報告されている<sup>1)</sup>CNFに着目し、陶磁器製造企業であるエヒメセラム（株）と連携して、CNFが陶磁器坯土の成形性・保形性に与える影響を明らかにすることで、碍子製造工程における、押出成形及び、鑄込成形への活用を検討した。

## 実験方法

### 1. 押出成形試験

押出成形による試験体の作製条件を表1に示す。なお、CNFはTEMPO酸化処理されたもの（第一工業製薬(株)製 レオクリスタ 以下、T-CNFと記載）、及び、スルホン化処理されたもの（丸住製紙(株)製 ステラファイン 以下、S-CNFと記載）を用いた。坯土にCNFを添加し攪拌後、真空土練機を用いて押出成形を行い、成形体を作製した。表1①、②の試験体は、砥部焼協同組合11号坯土に対して、T-CNFの添加割合を0～0.5%まで変えて添加した。また、表1③～⑤の試験体は、エヒメセラム（株）押出成形用坯土に対して、S-CNFの添加割合を0～1.0%まで変えて添加した。その後、AS ONE社製焼結試験装置で酸化焼成を行い、焼成体を作製した。

作製した試験体を以下の試験により評価した。

#### (1)耐水性試験

押出成形後に乾燥させた試験体について、ビーカー中で浸水させ、ストップウォッチで時間を計測するとともに試験体の崩壊の様子を観察を行い、耐水性を評価した。

#### (2)吸水性試験

焼成後の各試験体について、JISA1509-3煮沸法により吸水率を評価した。

#### (3)3点曲げ試験

焼成後の各試験体について、卓上型精密万能試験機 AGS-5kNX（(株)島津製作所）を用いて、3点曲げ試験を行い焼成体の最大応力を測定した。



表 1 押出成形による試験体の作製条件

		①	②	③	④	⑤
CNF	添加割合 (%)	0	0.5	0	0.5	1.0
	製品名	-	T-CNF	-	S-CNF	
	濃度 (%)	0	2.0	-	0.5	
坏土		砥部焼協同組合 11 号坏土		エヒメセラム (株) 押出成形用坏土		
混練機		-	逆流式混合造粒装置 RV-02、 日本アイリッヒ	-	丸二陶料 (株)、MHT-100 型	
混練条件		-	3000rpm、10 分	-	60rpm、60 分	
真空押出成形機		本田鉄工 (株)、HDE-3D				
最高温度		950、1200、1240、1280℃				
昇温速度		100℃毎時				
保持時間		0		950℃は 0 分、1200～1280℃は 60 分		

## 2. 鋳込成形試験

エヒメセラム (株) 鋳込用坏土に、S-CNF の添加割合を 0～0.1%まで変えた 3 種類の泥漿を調整し、石膏型への鋳込み試験を実施し、以下の試験により評価を行った。鋳込成形による試験体の作製条件を表 2 に示す。

### (1) 泥漿の状態

調整した泥漿の解膠状態及び 12 時間静置後の泥漿の分散性について評価を行った。

### (2) 脱型性

S-CNF の添加割合を変えた泥漿を調整し、石膏型への鋳込み試験を実施し脱型性を評価した。

### (3) 機械的強度

卓上型精密万能試験機 AGS-5kNX ((株) 島津製作所) を用いて 3 点曲げ試験を行い、鋳込成形体の乾燥強度 (最大応力) について評価を行った。

表 2 鋳込成形による試験体の作製条件

	①	②	③
坏土乾燥重量に対する S-CNF 添加割合 (%)	0	0.02	0.1
S-CNF 添加量	なし	0.2 (%) を 50g	0.8 (%) を 63g
S-CNF 添加量 (乾燥重量) (g)	0	0.01	0.5
水 (mL)	110	26	112
泥漿水分率 (%)	30.4	27.8	36.7
坏土 (乾燥重量) (g)	500		
坏土 (湿潤重量) (g)	619		
坏土水分率 (%)	19.2		
珪酸ソーダ添加量 (g)	1.5		
鋳込時間 (分)	30		
鋳込終了から脱型までの時間 (分)	120		
鋳込型内寸(mm)	長さ 150、幅 30、厚さ 4		

## 結果と考察

### 1. 押出成形試験

#### (1)耐水性試験

T-CNF の添加割合を変えた試験体の耐水性試験の様子を写真 1 に、S-CNF の添加割合を変えた試験体の耐水性試験を写真 2 にそれぞれ示す。T-CNF を添加した試験体と、添加のない試験体を比較すると、浸水から 56 秒後に添加のない試験体は角が剥離している（写真 1）のに対して、添加している試験体は、剥離等は確認されなかった。したがって、T-CNF 添加による耐水性向上効果が確認された。一方で、S-CNF を添加した試験体では、崩壊の様子に差は見られず（写真 2）、耐水性向上効果は確認できなかった。

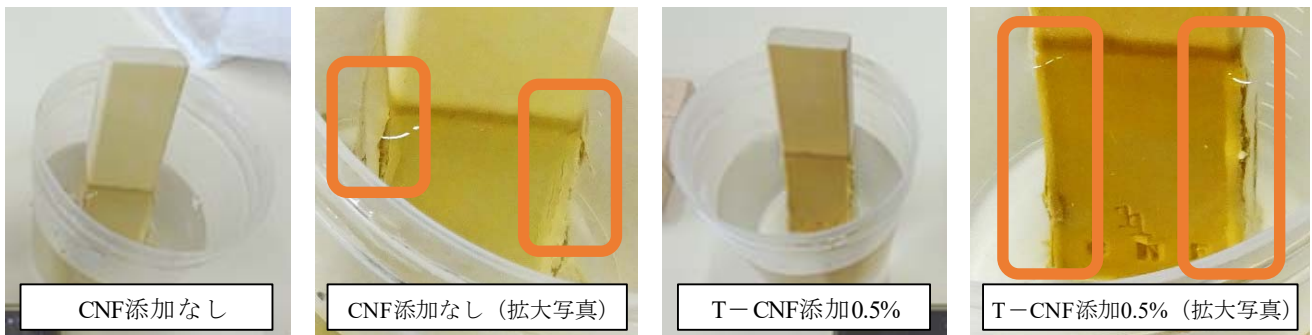


写真 1 T-CNF の添加割合を変えた試験体の耐水性試験（浸水から 56 秒経過）

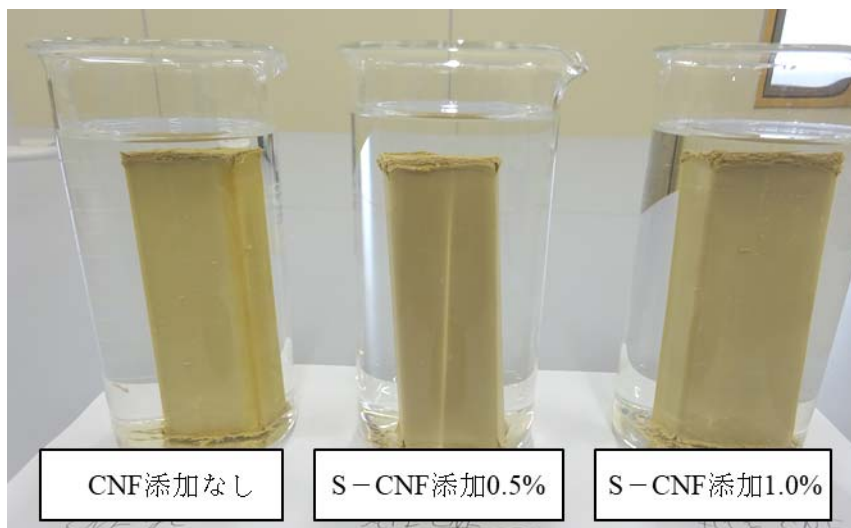


写真 2 S-CNF の添加割合を変えた試験体の耐水性試験（浸水から 120 秒経過）

#### (2)吸水性試験

T-CNF の添加割合を変えた試験体の焼成温度と吸水率の関係を図 1、S-CNF の添加割合を変えた試験体の焼成温度と吸水率の関係を図 2 に示す。また、T-CNF の添加割合を変えた試験体の焼成体断面の SEM 写真を写真 3 に、S-CNF の添加割合を変えた試験体の SEM 写真を写真 4 に示す。CNF の添加の有無にかかわらず、砥部焼協同組合 11 号坏土の試験体は焼成温度 1240～1280℃の範囲で吸水率は 0%となり、エヒメセラム（株）押出成形用坏土の試験体は、焼成温度 1200～1280℃の範囲で吸水率は 0%となっていることから、焼成体内部まで繋がった細孔が存在しないことが分かった。また、SEM 写真（写真 3、4）を確認すると、それらの温度範囲で粒子が熔融しガラス化が起こっていることが確認できた。

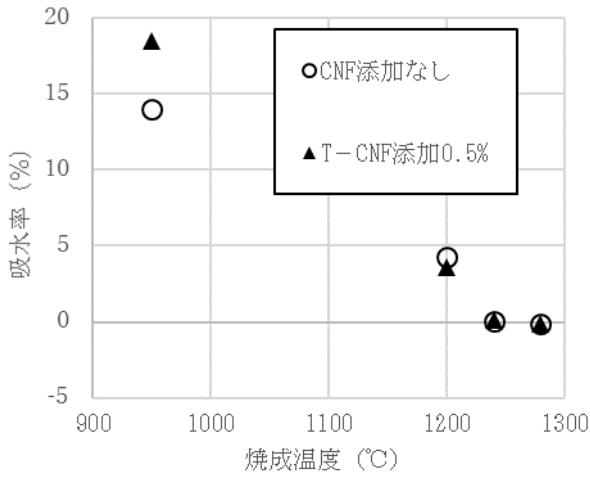


図1 焼成温度と吸水率の関係 (T-CNF)

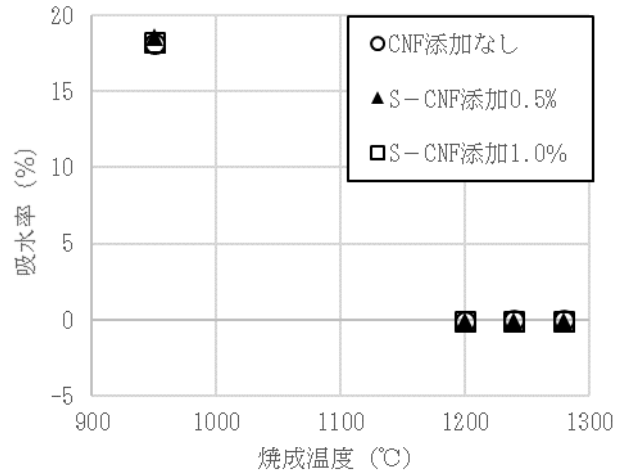


図2 試験体の焼成温度と吸水率の関係 (S-CNF)

(3) 3点曲げ試験

T-CNF の添加割合を変えた試験体の焼成温度と最大応力の関係を図3に、S-CNF の添加割合を変えた試験体の焼成温度と最大応力の関係を図4に示す。T-CNF を添加した焼成体は、焼成温度 1240～1280°C の範囲で T-CNF を添加していない焼成体と比較して最大応力が平均で 16.0% 低下した。

また、SEM 写真 (写真3 (d)、(h)) を比較すると、T-CNF を添加した焼成体の表面に、添加のものと比較して、大きな細孔が観察された。これは、T-CNF を加えて攪拌する工程で、2% のゲル状のものを十分にナノファイバーの塊が分散しなかったことが原因と考えられる。

一方で、S-CNF を添加した焼成体は、焼成温度 1200～1280°C の範囲で、S-CNF を添加していない焼成体と比較して、添加量が増加するとともに最大応力が向上し、S-CNF 1.0% 添加することにより平均 12.6% 向上した。これは、S-CNF を添加することにより坯土の分散性が向上し、均一な試験体が作製されたことが原因と考えられるが、詳細については今後調査する必要がある。

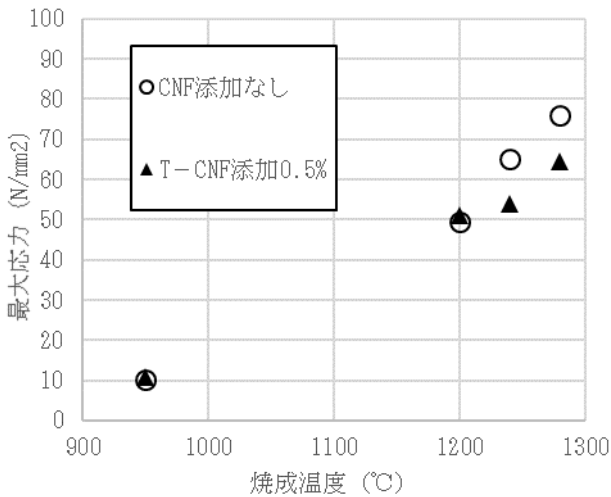


図3 焼成温度と最大応力 (T-CNF)

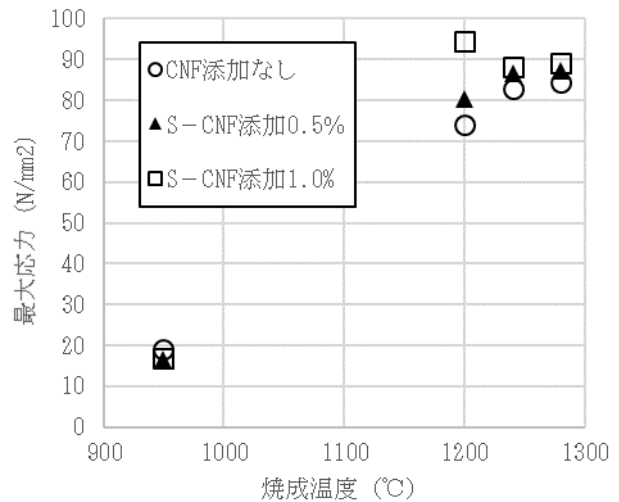


図4 焼成温度と最大応力 (S-CNF)

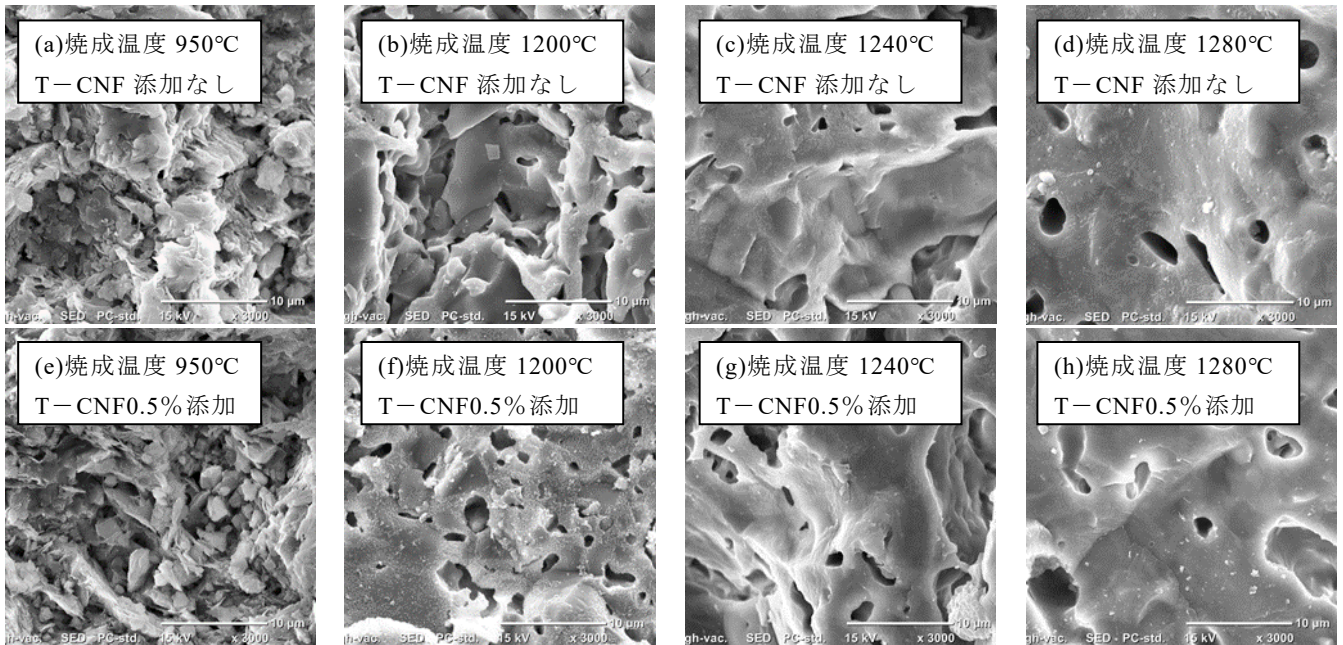


写真3 焼成体断面のSEM写真 (T-CNF)

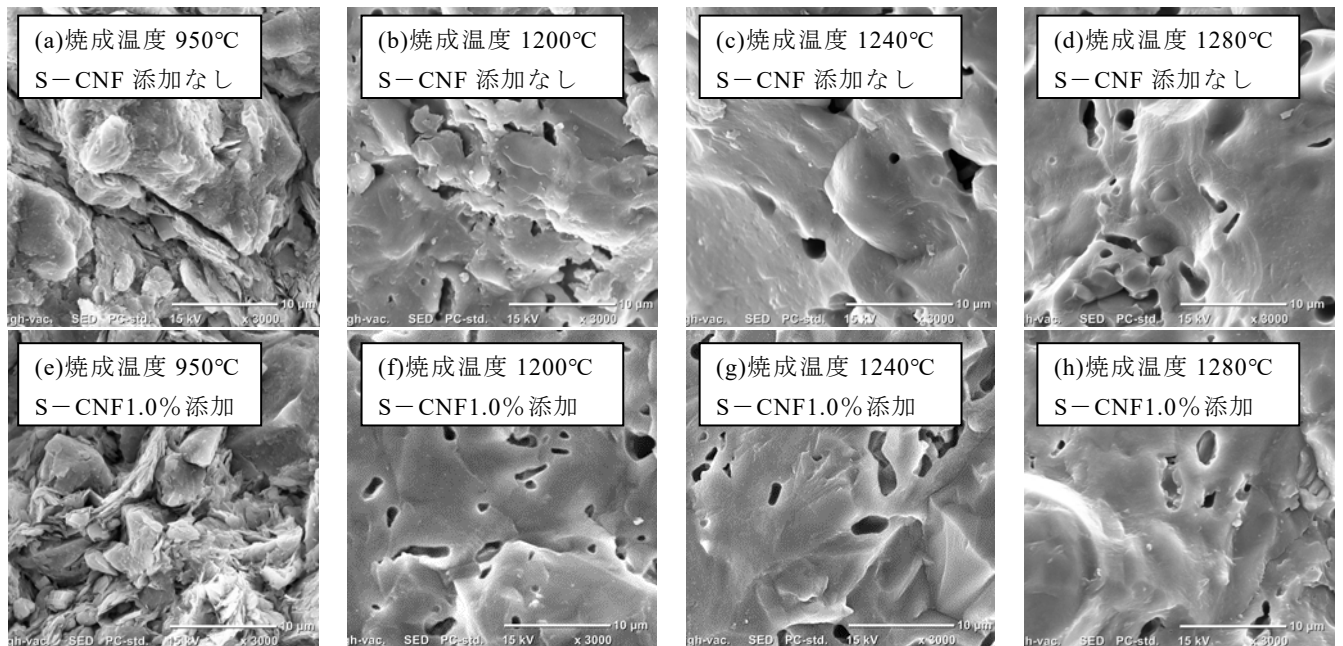


写真4 焼成体断面のSEM写真 (S-CNF)

## 2. 鋳込成形試験

### (1) 泥漿の状態

鋳込成形用泥漿の解膠状態と分散性を表3に示す。S-CNFの添加量が増加するごとに、泥漿は解膠状態から凝膠状態に変化している。このことより、S-CNFは凝膠剤としての機能を有することが分かった。また、12時間静置後の泥漿は、S-CNFを添加していないものでは、粒子の一部が沈殿したが、S-CNFを添加したものは分散状態を保っており、このことから、泥漿にS-CNFを添加すると分散安定性の向上効果が得られることが分かった。

### (2) 脱型性

脱型後の鋳込成形体の写真を写真5に示す。S-CNFを0.1%添加した、③のみ試験体の一部が剥離した。これは、泥漿の水分率が3試験体中最も高いため、泥漿の脱水が不十分であったことが原因だと考えられる。

### (3)機械的強度

鑄込成形体の機械的強度（最大応力）を図5に示す。S-CNFの添加割合が多いほど、最大応力は高くなり、0.1%添加したとき、添加していないものと比較し、最大応力は1.79倍に増加することが分かった。これは、S-CNFが凝膠剤として機能し、泥漿中の粘土粒子が凝集しカードハウス状態になることで、機械的強度と可塑性が向上したためだと考えられる。

表3 泥漿の解膠状態と分散性

	①	②	③
S-CNF 添加割合 (%)	0	0.02	0.1
泥漿の状態	解膠状態	生クリーム状、 解膠状態	凝膠状態
泥漿の分散性 (12時間静置後)	粒子の一部が沈殿	分散	分散

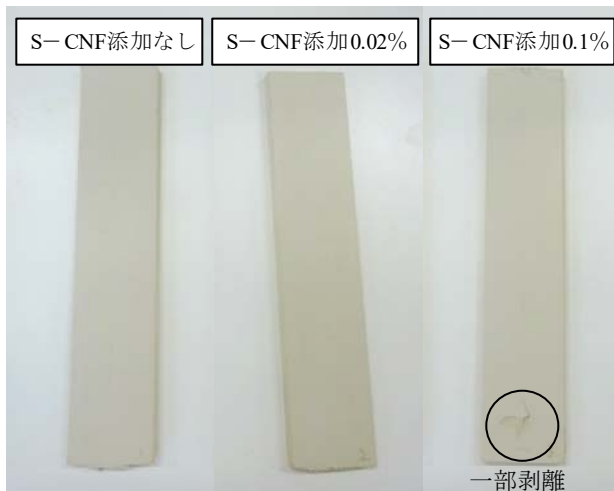


写真5 脱型後の鑄込成形体

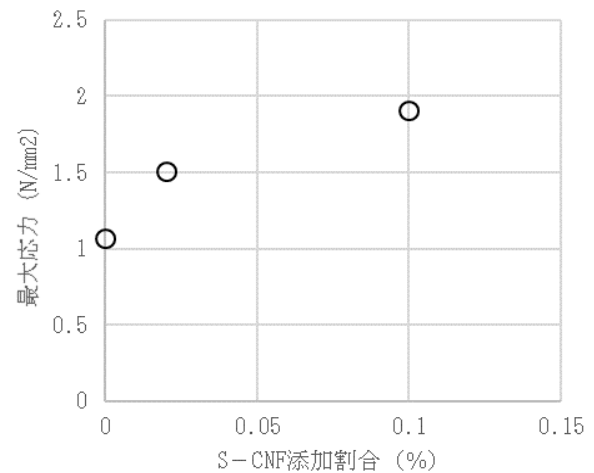


図5 鑄込成形体の最大応力とS-CNF添加割合の関係

## ま と め

押出成形に用いられる坯土及び鑄込成形で用いられる泥漿にCNFを添加し、以下の結果を得た。

1. T-CNFを添加した押出成形体に耐水性向上効果が確認された。
2. T-CNFを0.5%添加した焼成体は、焼成温度1240～1280℃の範囲でT-CNFを添加していない焼成体と比較して最大応力が平均で16.0%低下した。
3. S-CNFを添加した焼成体は、焼成温度1200～1280℃の範囲で、S-CNFを添加していない焼成体と比較して、添加量が増加するとともに最大応力が向上し、S-CNF1.0%添加することにより平均12.6%向上した。
4. 泥漿にS-CNFを0.02%添加することにより、添加していない泥漿と比較し分散性を向上することが確認できた。
5. 泥漿にS-CNFを0.1%添加したとき、添加していないものと比較し最大応力は1.79倍に増加することが分かった。

## 文 献

- 1)高石大吾,セラミック成形用スラリーへのセルロースナノファイバー添加効果,研究報告 No.8,京都市産業技術研究所,60-62 (2018)

## AI を利用した陶磁器用顔料の識別

中村 健治\*1 首藤 喬一 木下 浩二\*2

Identification of pigments using VGG16 and Xception model.

NAKAMURA Kenji, SUTOU Kyoichi and KINOSHITA Koji

陶磁器の釉薬検索システムの開発を目的として、陶磁器顔料の AI による識別を試みた。陶磁器の色を識別することで、釉薬の調合方法を検索するシステムの開発につながる。識別モデルとしては VGG16 および Xception を利用した。39 色の顔料をそれぞれアクリル樹脂で円盤状に成形したサンプルについて、その画像を機械学習させたこの学習モデルにテストデータを識別させたところ、訓練データとして複数パッチを利用することで、識別率を 96%以上とすることが可能となった。

キーワード：AI、VGG16、Xception、陶磁器、顔料

## はじめに

AI を利用して、陶磁器用の顔料の識別を試みた。識別を高度化させることが可能となれば、これに色（釉薬）の調合条件を関連付けることで、色情報の検索システムが開発できる。従来の色（釉薬）検索システムは、専門的な知識が必要な場合や、条件の入力が煩雑な場合があった。

これまでに、モデルとして Linear SVM で 6 色の識別に成功していた<sup>1)</sup>が、今回は色数を増やしても識別精度を維持するために、典型的な識別モデルである VGG16 および比較的新しく軽量なモデルである Xception を適用した。これらのモデルを使用することで、39 種類の陶磁器用の顔料の識別を試み、良好な識別精度を得たので報告する。

## 実験方法

## 1. サンプルの作製

表 1 に示した 39 色の顔料（日陶顔料工業（株））をアクリル樹脂で固定化し、円盤型のサンプルを得た。これをスキャナ（キャノン（株）PIXUS MG6130）で読み込み、600dpi の JPEG 画像を得た。画像処理ソフトで明るさを 22 通り変化させたのち、着色領域を矩形に切り出した。

表 1 使用した顔料

1 濃グリーン(M-416)	2 グレー(H-150)	3 黄(Z-580)	4 ピンク(SP-72)	5 黄(M-120)	6 栗茶(M-309)	7 サーモンピンク(M-663)	8 セピア(M-315)
9 オレンジ(M-104)	10 アイボリー(M-156)	11 グリーン(M-142)	12 ピンク(M-227)	13 ライラック(M-799)	14 黄(P-40)	15 陶試紅(BM-103)	16 桃(SP-71)
17 ピーコック(M-128)	18 グレー(J-24)	19 トルコ青(M-6000)	20 濃黄(M-600)	21 ナツメグ(L-314)	22 グレー(B-83)	23 マロン(M-81)	24 黒(M-850)
25 レッド(M-103)	26 ベージュ(M-69)	27 黒(M-800)	28 グリーン(M-55)	29 バイオレット(M-797)	30 コバルトブルー(No.10)	31 黒(M-700)	32 土呉須
33 オレンジ(M-240)	34 ハーベスト(M-67)	35 納戸(M-33)	36 赤茶(M-13)	37 チョコレート(M-2)	38 黄(Z-300)	39 コバルトブルー(M-923)	

\*1 (現) 技術開発部 \*2 愛媛大学大学院理工学研究科

## 2. データセットの作製

識別モデルの訓練に使用する訓練データ、過学習を抑制するための早期終了の判断に使用する検証データ、訓練した識別モデルの評価に使用するテストデータの作成方法について説明する。

まず、顔料1色あたり異なる明るさの画像を20枚作成した。そのうち10枚をテストデータとして先取りする。どの10枚を先取りするかはランダムに決定した。次に、残り10枚の画像を用いて、訓練データと検証データを作成する。いま、 $300 \times 300$ 画素の画像1枚から $128 \times 128$ 画素の矩形領域を30ヶ所ランダムに切り出した。これは、顔料1色あたりの訓練・検証画像10枚では、識別モデルを訓練するにはデータ数が少ないために、データ拡張の効果を実現するための処理である。顔料1色につき10通りの異なる明るさの画像から、それぞれ30個の矩形を切り出したので、 $39$ （色） $\times 10$ （通り） $\times 30$ （個） $= 11,700$ 枚のデータが生成された。そして、この内8割にあたる9,360枚のデータをモデルの訓練に使用し、残り2割にあたる2,340枚のデータを検証データとした。

## 3. 識別モデルの選定

今回使用した識別モデルは、畳込み層とプーリング層の16層からなるVGG16と、チャンネル方向の畳み込みと空間方向の畳み込みを完全に分離することでパラメータのサイズを軽量化したXceptionをベースモデルに採用した。これらは、自然画像に対する1,000クラス分類を行うモデルであるので、今回の目的である39クラスの分類に合うように、出力側の全結合層を作り変えて学習する転移学習の技術を適用した。

## 4. 識別モデルの評価

陶磁器の色識別を行う際に、モデルに入力する画像の色が均一ではなく色ムラが存在することがある。もし、モデルの訓練に使用したデータに同じような色ムラが含まれないと、テスト時に識別が失敗する可能性がある。そこで、画像から小さな領域（以後、パッチと呼ぶ）を複数切り出して識別モデルに入力し、複数の結果を統合して最終的な識別結果を求める方法を採用する。なお、今回用いたパッチ数は10個とした。

具体的な統合方法を説明する。色識別を行うモデルは、各クラスに所属する確率を出力し、その確率が最大となるクラスを割り当てることで色識別を行う。パッチ数が10個であるので、10個の割り当てが得られるが、その中での最頻クラスを最終的な識別クラスとする。もし、最頻クラスが複数存在する場合は、所属確率の和がより高いクラスを最終的な識別クラスとする。図1に識別方法の概略図を示す。

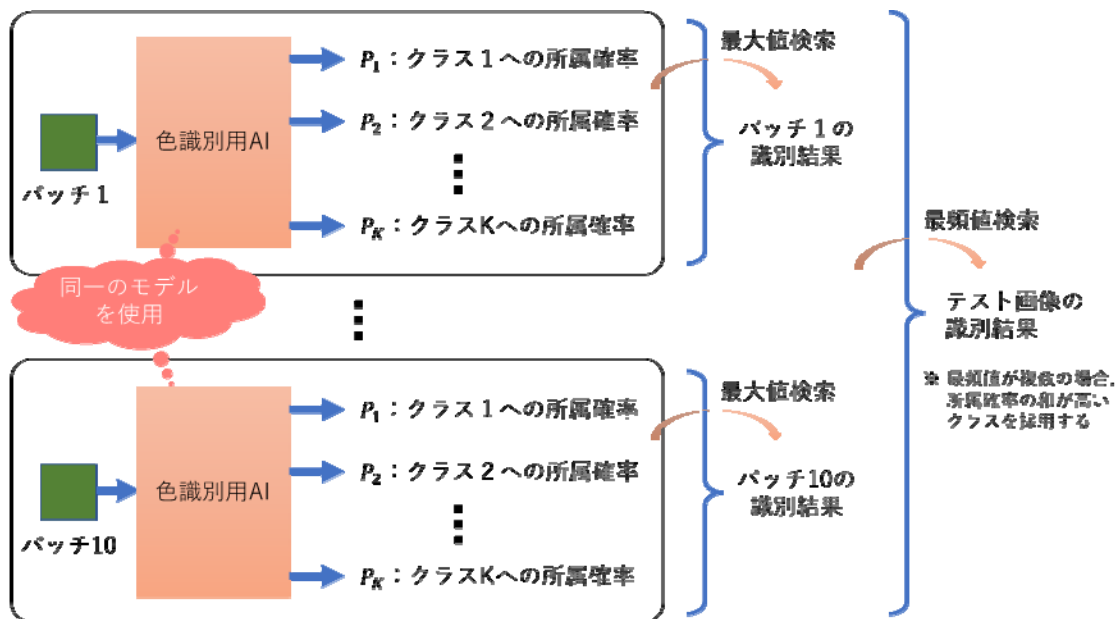


図1 色ムラに対応した識別方法

## 結果と考察

### 1. 識別モデルの評価

2つのモデルと2通りの評価方法（単一画像を使用、複数パッチを使用）の4つのパターンで行った実験結果（識別精度）を表2に示す。なお、識別精度は、全テストデータ数に対する正しくクラス識別できたデータの割合である。テストデータの選択に任意性があるために、その組み合わせを変えて10回実験を行った平均を示す。

表2 VGG16およびXceptionを用いた評価結果（10回平均）

	VGG16		Xception	
	単一画像	複数パッチ	単一画像	複数パッチ
精度	0.756	0.961	0.701	0.969

単一画像では、色ムラの影響や色数が増えたことが原因で、十分な精度で識別を行うことができなかったが、複数ヶ所から取得したパッチに対する識別結果を統合することで、識別精度の向上が見られた。参考として、ある訓練データとテストデータの組み合わせにおける混同行列を図2と図3に示す。なお、図2はVGG16で単一画像のテストデータを識別したときの混同行列で、図3はVGG16で複数パッチのテストデータを識別したときの混同行列である。

図2から、VGG16のモデルで単一画像を評価すると「黄（Z-580）」のテスト画像10枚すべてを「オレンジ（M-240）」に、「アイボリー（M-156）」のテスト画像9枚を「黄色（M-120）」に誤分類した。しかし、複数パッチによる識別結果の統合を行う（図3）ことで、誤分類の多くを解消することが可能となった。

同様にXceptionのモデルで単一画像を評価した結果を図4、複数パッチによる識別結果の統合を行った結果を図5に示した。この場合も、複数パッチを使用することで、識別精度の向上が確認できた。

今後の課題として、VGG16やXceptionモデルで得られた特徴量の可視化と分析、入力する画像の色空間を変更した際の精度検証などが挙げられる。





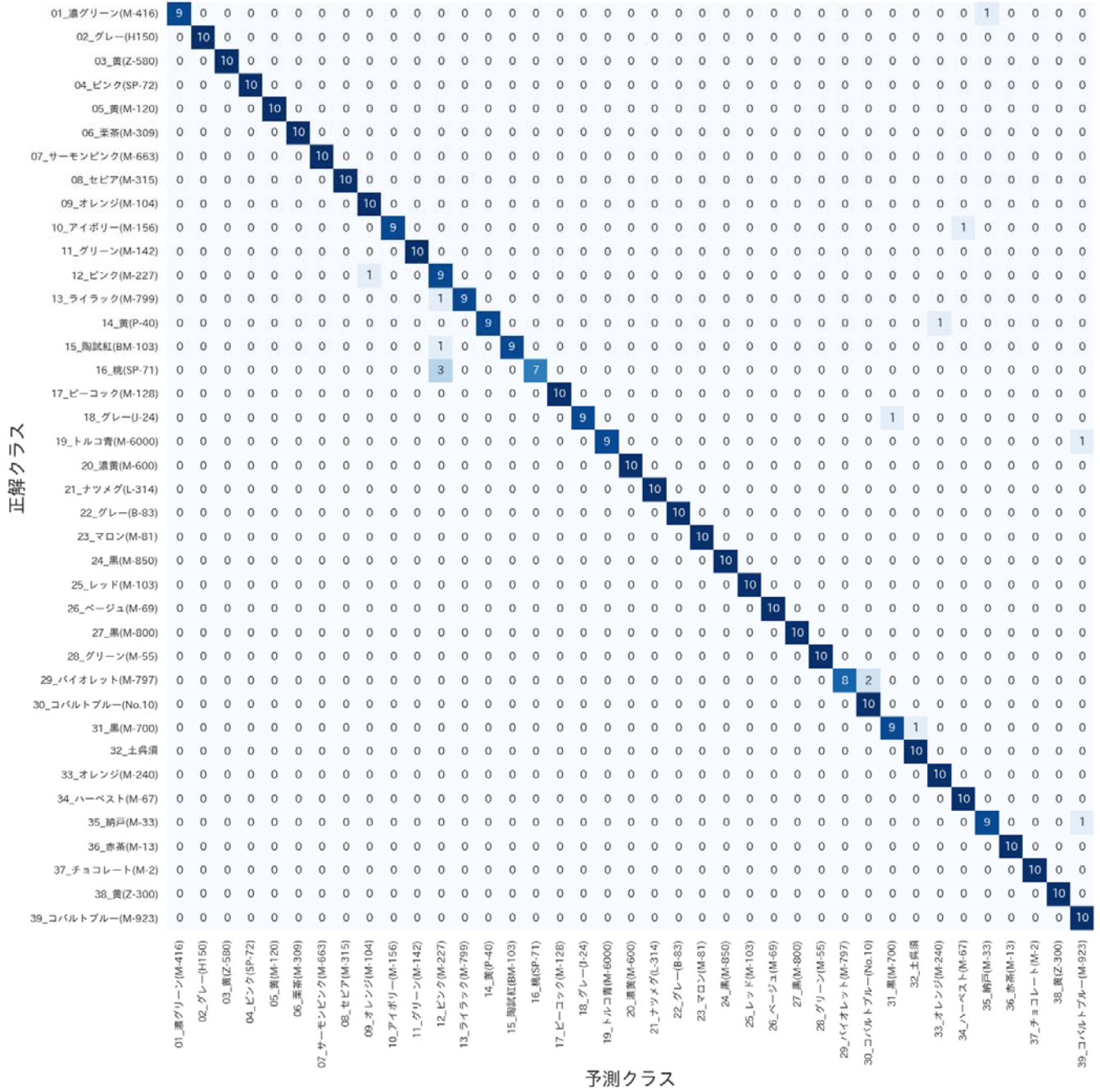


図3 混同行列 VGG 1 6 (10回平均)



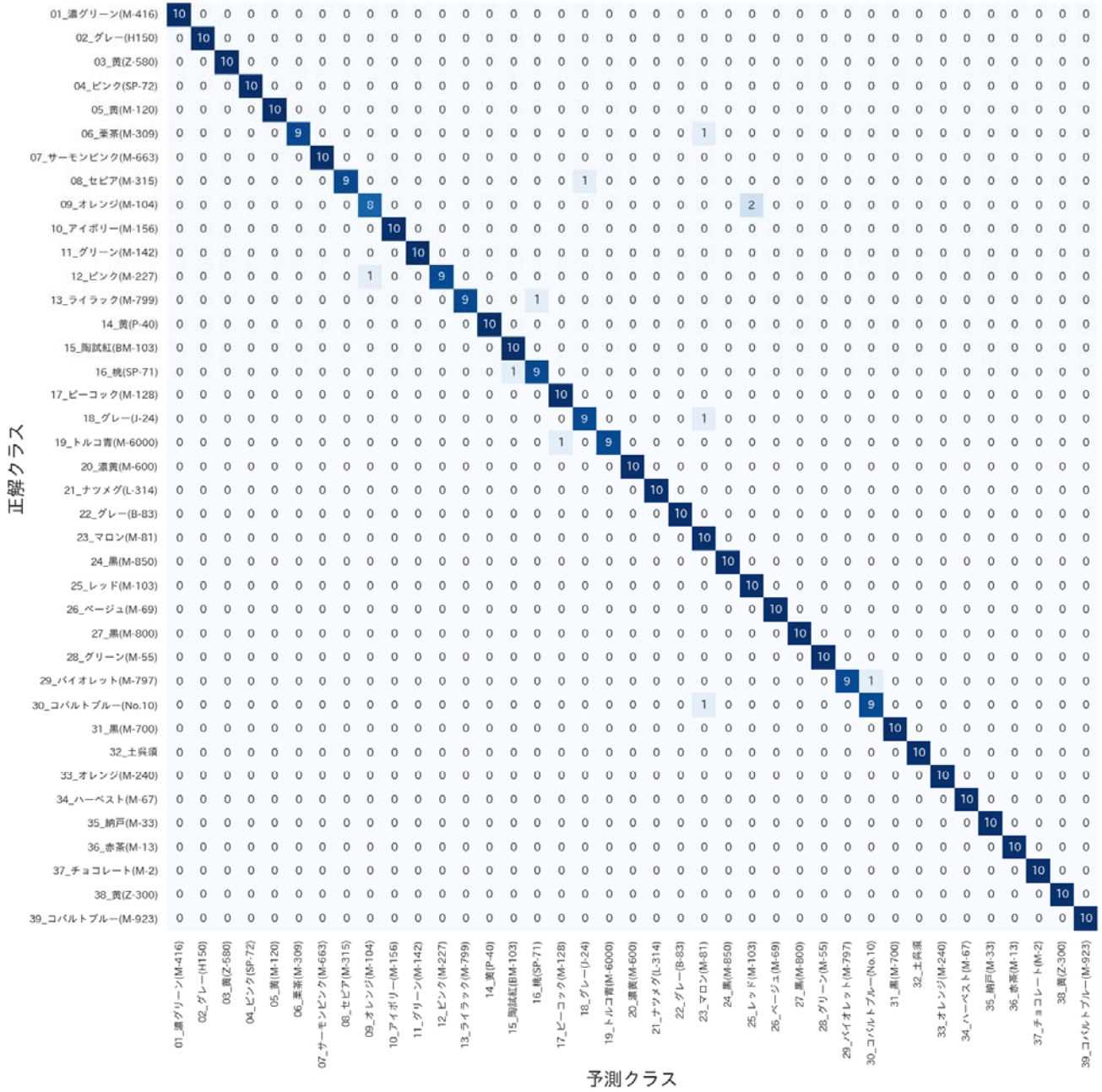


図5 Xception (10回平均)

## ま と め

令和3年度の共同研究<sup>1)</sup>では、顔料を使って色数を増やした状況で色識別の精度検証を行った。色数が増えたことや色ムラの存在が原因で、単一画像を用いた精度評価では7割程度の識別精度であったが、複数パッチによる識別結果の統合を行うことで9割を超える精度で識別できることが分かった。

## 文 献

- 1) 中村健治,首藤喬一,木下浩二,AIを利用した陶磁器の色の判別,愛媛産技研研究報告 No.59(2021)72-75.