キダチアロエ抽出物で処理した繊維の 染色堅ろう性及び抗菌性効果

群馬県繊維工業試験場 恩田紘樹・久保川博夫
早稲田大学理工学研究科 篠沢隆雄

Antibacterial Effect and Color Fastness of Fibers Treated with Extract from *Aloe arborescens* (Kidachi Aloe) Dry Leaves

Koki Onda^{*1}, *Hiroh Kubokawa*^{*1}, and *Takao Shinozawa*^{*2}

^{*1} Gunma prefectural textile research institute, 5-46-1 Aioi-cho, Kiryu, Gunma 376-0011, Japan

^{*2} Graduate school of Science and Engineering, Waseda University, 1101-3, Ohkuboyama,
Nishitomita, Honjo, Saitama 367-0035, Japan

Abstract : The eight kinds of standard fabric, cotton, nylon, acetate, wool, rayon, acryl, silk and polyester, were treated with the extract of *Aloe arborescens* (Kidachi aloe) dry leaves under an alkaline condition, respectively. Among them, the treated silk, wool and rayon fabrics showed deep colors, and moreover, the silk and rayon ones had strong antibacterial activity. They were tested on their color fastness against ultraviolet, washing, water, dry-cleaning or dry-heating, and then, their antibacterial activity was inspected again. As a result, it was cleared that the treated silk fabric keeps more effective antibacterial activity than the rayon one after the color fastness tests. In addition, it was found that its antibacterial activity was more effective on *Staphylococcus aureus* than on *Klebsiella pneumoniae*. For silk, the extract of *Aloe arborescens* dry leaves was suggested to have a possibility as a practical antibacterial agent.

(Received 18 April, 2005 ; Accepted 29 June, 2005)

1. 緒 言

近年、衛生観念の高まりから、抗菌加工製品と呼ばれるものが見うけられる。一般的に用いられている抗菌剤には数多くの物質があるが、主なものとして、第4級アンモニウム塩やフェノール類、アルコール類などの有機系抗菌剤や銀や銅、亜鉛などの金属塩のような無機系抗菌剤が挙げられる。これらの抗菌剤は、安価で強力な抗菌効果を繊維製品や、その他の加工製品に付与でき一方で、金属アレルギーなどの副作用や、廃棄された抗菌剤が土壌汚染や水質汚濁といった環境汚染の原因となる可能性も指摘されている。

そこで、我々は人体に無害で、環境にも悪影響を及ぼさない抗菌性物質を探索することを目的として、文献調査や、植物抽出液の抗菌性能を試験することにより天然物から抗菌性物質の探索を続けてきた。その過程で、経験的に様々な薬効効果が知られているアロエ(*Aloe arborescens*)に着目した。

アロエは熱帯性のユリ科の多肉植物で、その種類は

400種類以上と言われ、全世界に生息している。また、昔から「医者いらず」の愛称で親しまれ、現在でも化粧品や健康食品として利用されている。実際にアロエジュースが抗バクテリア活性や抗カビ活性を有するという報告[1]や、アロエ粉末が毛瘡白癬菌の生育を阻害するという報告[2]もなされている。また、アロエに含まれる有効成分も、アロイン(下剤活性)[3]やアロエマンナン(抗腫瘍作用)[3]など数多くの成分が知られている。そこで、本研究では、日本で最も多く生息していると言われているキダチアロエ乾燥葉の熱水抽出物を繊維表面に吸着させ、その処理布に対して抗菌性試験を行った。また、処理布に洗濯試験、水試験、耐光試験、乾熱試験といった染色堅ろう度試験を行い、実用性の有無を確認した。

2. 実 験

2.1 菌株

本研究で用いた菌株は、*Staphylococcus aureus* (黄色ブドウ球菌・IAM No.12119T)、*Klebsiella pneumoniae* (肺炎

かん菌・IAM No.12015)であり、東京大学分子細胞生物学研究所・IAMカルチャーコレクションから譲渡していただいた。上記の菌株は全て国立感染症研究所の分類ではレベル2に属している。

2.2 培地

本研究で用いた Nutrient培地は DIFCO社製の Bacto Beef Extractを 3gと Bacto Peptone を 5g加え、1000mlの蒸留水で溶解させた培地である。

2.3 試験布

本研究で用いた試験布は全て 日本工業規格(以下、JIS)の JIS L 0803において規定されている染色堅ろう度試験用添付白布を用いた。

2.4 抗菌性試験方法

まず、定性試験については、以前我々が行った方法に従った[4]。また、定量試験については JIS L 1902の定量試験に準拠した。評価方法としては増殖値が 1.5以上で試験結果は有効であると判断した。各値の算出方法は以下の通りである。

増殖値(Increase value)= $\log(\text{CFU of untreated sample}/\text{CFU in vaccination})$ 、抗菌活性値(Value of inhibitive activity)= $\log(\text{CFU in untreated sample}/\text{CFU of treated sample})$

殺菌活性値(Value of sterilizing activity)= $\log(\text{CFU in vaccination}/\text{CFU of treated sample})$

CFU: colony forming unit

CFU of treated sample: キダチアロエの抽出液で処理した処理布における CFU

CFU in untreated sample: Controlとして用いた染色堅ろう度試験用添付白布における CFU

CFU in vaccination: 処理布及び Controlに対する植菌時の CFU

をそれぞれ表している。

2.5 キダチアロエ抽出液

本研究で用いたアロエ乾燥葉は(株)平田農園よりご供与頂いた。

抽出方法はアロエ乾燥葉と蒸留水を 1:10の割合で混合して 95℃ まで昇温し、そのまま 15分間保持した。その後室温まで放冷したものをキダチアロエ抽出液とした。また、長期間保存する必要がある場合には、オートクレーブ処理を施した。

2.6 キダチアロエ抽出液の処理方法

本研究では 2.4で得られたキダチアロエ抽出液を原液のまま染色を行った。

キダチアロエ抽出液と染色堅ろう度試験用添付白布の浴比は 70 : 1とし、キダチアロエ抽出液中に試料布を入れ、60℃ まで加熱し、硫酸ナトリウムを 80g/lとなるように加え、60℃ のまま 30分間保持した。その後、炭酸ナトリウムを 20g/lとなるように加え、さらに 60℃ で 30分保持した。再び 95℃ まで加熱し、15分間保持した。溶液温度が

常温になるまで放冷し、浴比 1:200で 1分程度水洗いして、自然乾燥させた。

2.7 染色堅ろう度試験

本研究で行った染色堅ろう度試験の方法は JISに定められている試験方法に従った。

行った試験項目は、JIS L0844「洗濯に対する染色堅ろう度試験方法」A-2法(以下、洗濯試験)、JIS L0846「水に対する染色堅ろう度試験方法」(以下、水試験)、JIS L0860「ドライクリーニングに対する染色堅ろう度試験方法」A法(以下、ドライクリーニング試験)、JIS L0842「紫外線カーボンアーク灯光に対する染色堅ろう度試験方法」第3露光法(以下、耐光試験)、JIS L0879「乾熱処理に対する染色堅ろう度試験方法」B法である。

2.8 キダチアロエ抽出液で処理した試料布の色彩評価

キダチアロエ抽出液で処理した試料の色彩評価は、分光測色計(ミノルタ(株) CM3600d)を用いて 10° 視野、D65 光源、波長範囲 400-700nmの条件で行い、L*a*b*表色系およびマンセル表色系で表示し、total K/S値も算出した。

2.9 本研究のフロー図

本研究のフロー図を、以下に示す (Table 1)。

Table 1 The flow chart of this study.

3. 結果と考察

3.1 処理した試験布の各処理後の抗菌性

まず、2.6の方法に従って処理した処理布について色彩評価を行った結果をそれぞれ Table 2に示す。

全体的に茶色の色相であったが、その中でも毛や絹といったタンパク質繊維やレーヨンにおいて特に濃色に染色されていた。さらに、いずれの繊維に対しても、同様の処理を行っているため、それぞれの繊維に吸着したキダチアロエ抽出液中に含まれる成分は同じものであると考えられる。

一般的に、多くの天然染料はタンパク質繊維に対する染色性は高いが、セルロース繊維に対しては染色性は低

Table 2 Color evaluation according to L*a*b* and Munsell color-order system of fibers treated under alkaline conditions with extract from *Aloe arborescens* dry leaves.

	L*a*b* color-order system			Munsell color-order system		Total K/S
	L*	a*	b*	Hue	Value/Chroma	
Cotton	68.54	3.27	27.12	2.7Y	6.8/3.9	14.78
Nylon	67.5	4.68	27.26	2.1Y	6.7/4.1	15.26
Acetate	74.37	0.41	22.58	4.2Y	7.3/3.1	8.12
Wool	49.24	10.03	31.35	0.2Y	4.9/5.0	59.61
Rayon	54.38	13.21	38.07	9.4YR	5.4/6.2	50.91
Acryl	73.03	1.52	21.12	3.5Y	7.2/2.9	8.85
Silk	61.15	5.36	31.31	2.2Y	6.0/4.6	27.45
Polyester	74.94	0.85	22.62	4.0Y	7.4/3.1	7.89

いと言われている。この理由は、タンパク質繊維は、アミノ酸の重合体であるため、電荷を帯びている部分が多く、天然染料がイオン結合しやすいことが挙げられる[5]。これに対して、セルロース繊維にはタンパク質繊維と比較して電荷を帯びている部分が少なく、天然染料があまり結合できないと考えられる。このことから、キダチアロエの熱水抽出物の場合もタンパク質繊維の方が綿よりも濃色に染色されたと思われる。しかし、セルロース系繊維でも、レーヨンは濃色に染色された。この理由は现阶段では不明であるが、今回用いたレーヨンはビスコースレーヨンであり、天然染料の吸着メカニズムに近い直接染料では、綿よりも染色性が高いとされている[6]。従って、キダチアロエの熱水抽出物においても、今回のような結果になったものと考えられる。

以上のことから、濃色に染色されたタンパク質繊維である羊毛、絹と、セルロース系繊維の中で最も濃色に染色されていたレーヨンについて実験を行うこととした。

3.2 処理布の抗菌性

2.6の方法に従って染色した多織交織布に対して2.4の方法で抗菌性定性試験を行った。

しかし、*Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*いずれの菌種においても阻止円の形成は確認されなかった(測定データは記載せず)。ところが、抗菌性定量試験を行ったところ、絹処理布とレーヨン処理布については強力な抗菌効果が確認された(Table 3, Table 4)。

本来、抗菌性定性試験において、阻止円が形成されるためには、繊維に吸着している抗菌性物質が寒天培地中に溶出することが必要である[4]。今回の結果から、絹処理布やレーヨン処理布に吸着した抗菌性物質は、寒天培地中に溶出しなかったか、もしくは寒天培地中では抗菌性物質が機能しないことが考えられる。

一方、羊毛処理布では抗菌効果は確認されなかった(測定データは記載せず)。羊毛は表面にスケールと呼ばれる撥水性の構造を有する[7]。従って、抗菌性定量試験の操作において、植菌するときに、菌液が羊毛の持つ撥水性のために羊毛処理布へ浸透するのに時間がかかる。この

Table 3 Results of the quantitative test for antibacterial activity of silk fiber treated under alkaline conditions with antibacterial materials in extract from *Aloe arborescens* dry leaves.

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
CFU in Vaccination	1.14×10^5	3.09×10^4
CFU of untreated sample	6.90×10^6	3.37×10^8
CFU of treated sample	<10	<10
Increase value	1.78	3.47
Value of inhibitive activity	5.84	7.53
Value of sterilizing activity	4.06	3.49

Table 4 Results in the quantitative test for antibacterial activity of rayon fiber treated under alkaline conditions with antibacterial materials in extract from *Aloe arborescens* dry leaves.

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
CFU in Vaccination	7.33×10^3	7.46×10^4
CFU of untreated sample	3.11×10^5	1.40×10^7
CFU of treated sample	<10	<10
Increase value	1.63	2.27
Value of inhibitive activity	4.49	6.15
Value of sterilizing activity	2.87	3.87

ため、菌液が羊毛処理布へ浸透せずに、羊毛処理布表面からこぼれ落ち、その結果、キダチアロエの熱水抽出物に含まれる抗菌性物質による抗菌作用を受けなかったものと推測される。従って、今後は羊毛処理布については実験対象とはしないこととした。また、このことは、繊維に吸着した茶色の色素自体は、抗菌性を有する物質では無いことを示唆している。

緒言でも述べたとおり、アロエ葉には様々な薬効成分や抗菌成分が含まれていることが知られているが[3]、そのメカニズムについては未だ不明な点も多い。

今回の定性試験での、阻止円の形成は確認されないが、定量試験では強力な抗菌性能を示したという結果はアロエ葉に含まれる抗菌成分の抗菌メカニズム解明のための手がかりとなるものであると考えている。

抗菌性定性試験と定量試験の違いの一つとして、定性試験では微生物菌体が外気に触れていないことが挙げられる。今回用いた *Staphylococcus aureus* と *Klebsiella pneumoniae* はいずれも通性嫌気性菌であり、酸素が存在しない状況下でも生育が可能である。抗菌性定性試験においては、菌体は寒天培地中で生育するので定量試験と比較して周囲の酸素濃度が低く、より嫌気的な状況下であ

るといえる。そのような状況のもとでは、菌は活性酸素による生育阻害を受けにくい。

実際に、抗菌作用を持つことが知られているカテキンを水に溶解させると過酸化水素を生成し、過酸化水素を分解するカタラーゼで処理すると抗菌効果が抑制されるという報告もある[7]。キダチアロエ熱水抽出物による抗菌効果が、活性酸素によるものであるという確証は現段階では得られていないので、今後、スーパーオキシドジスムターゼやカタラーゼなどの活性酸素分解酵素などを用いて、それらの関連性を検証することが必要である。

3.3 絹処理布の染色堅ろう性および抗菌性

次に、我々は強力な抗菌性を有することが明らかとなった絹処理布について、2.7で挙げたような各種の染色堅ろう度試験を行い、その後に抗菌性定量試験を行った。まずは、染色堅ろう度試験の結果と試験後の色彩測定結果を示す(Table 5, Table 6)。

Table 5 Results of color fastness test of silk fiber treated under alkaline condition with extract from *Aloe arborescens* dry leaves.

Test method	Fade	Dartiness
Ultraviolet (JIS L0842)	3 - 4	
Washing and laundering (JIS L0844 A-2)	2 - 3	4 - 5 (Silk) 4 - 5 (Cotton)
Water (JIS L0846)	4	3 - 4 (Silk) 3 - 4 (Cotton)
Dry cleaning (JIS L0860 A)	4 - 5	4 - 5 (General)
Dry heating (JIS L0879 B)	5	5 (Silk) 5 (Polyester)

絹処理布の染色堅ろう性については、耐光試験、ドライクリーニング試験、180℃の乾熱試験に対しては変退色、汚染ともに、良好な結果を示した。

一方で、洗濯堅ろう度試験や水試験では特に変退色が著しく、水に対する堅ろう性が低いことも示された。

また、色彩測定の結果もドライクリーニング試験後や乾熱試験後の total K/S値と比較すると、洗濯試験や水試験後の total K/S値が著しく低下していることから、キダチアロエ熱水抽出物中の着色成分が水を媒介として溶出しているが、ドライクリーニング試験で用いた有機溶媒であるパークロロエチレンでは、さほど溶出しないことが分かる。

このことから、今回のキダチアロエ熱水抽出物に含まれる成分のうち、絹に吸着した茶色の色素は、比較的弱い結合力によって絹に結合していると予想される。

次に、各種の染色堅ろう度試験後の絹処理布について、抗菌性定量試験を行った。その結果を以下に示す(Table 7)。

Table 6 Color evaluation according to L*a*b* and Munsell color-order system for silk fiber treated under alkaline conditions with the extract from *Aloe arborescens* dry leaves after some color fastness tests.

	L*a*b* color-order system			Munsell color-order system		Total K/S
	L*	a*	b*	Hue	Value/Chroma	
Untreated	53.89	8.19	34.22	0.9Y	5.3/5.2	53.87
Ultraviolet (JIS L0842)	60.44	6.26	30.38	1.1Y	5.9/4.6	33.11
Washing and laundering (JIS L0844 A-2)	66.8	3.13	26.55	2.6Y	6.6/3.8	18.53
Water (JIS L0846)	60.99	5.9	33.73	1.8Y	6.0/5.0	34.83
Dry cleaning (JIS L0860 A)	57.37	7.45	35.8	1.4Y	5.7/5.4	48.04
Dry heating (JIS L0879 B)	58.33	7.34	34.84	1.3Y	5.7/5.3	42.75

その結果、耐光試験、ドライクリーニング試験、乾熱試験後では、十分な抗菌性能が維持されていた。このことは、上記の処理によって絹処理布に吸着している抗菌性物質はほとんど溶出、失活していないことを示している。一方、色素の溶出によって変退色の見られた洗濯試験後や水試験後の絹処理布について抗菌性定量試験を行った結果、*Staphylococcus aureus*では染色堅ろう度試験を行う前の絹処理布と同様の抗菌性能を示したのに対し、*Klebsiella pneumoniae*に対しては著しく抗菌性能が低下していた。

このように、染色堅ろう度試験後の抗菌性定量試験の結果、洗濯試験や水試験のような、水を用いる試験において特に、*Klebsiella pneumoniae*で抗菌性能が低下していたことから、絹処理布に吸着したキダチアロエ熱水抽出物由来の抗菌性物質も水を介して溶出していると考えられる。また、生物種によって抗菌効果が異なる原因としては、キダチアロエの熱水抽出物中に含まれている抗菌性物質は *Staphylococcus aureus* には微量でも十分に生育を阻害するが、*Klebsiella pneumoniae* に対してはある一定量以上の抗菌性物質が存在していないと生育が阻害されないということが予想される。

元来、*Staphylococcus aureus* はグラム陽性細菌であり、一方、*Klebsiella pneumoniae* はグラム陰性細菌である。両者の違いで最も大きな特徴の一つに、細胞壁の構造の違いが挙げられる。従って、この二種類の生物種で抗菌効果が異なる理由が、細胞壁の構造の違いによるものである可能性も考えられる。

一般的に、細菌の細胞壁や細胞膜は親水性の低分子化合物であれば、比較的容易に細胞内に取り込まれる。しかし、絹処理布に繊維加工剤を処理した場合、キダチアロエの熱水抽出物に含まれる色素や抗菌性物質が錯体を形成することによって巨大分子化や水に不溶化することによって、細菌の細胞中に取り込まれなくなる、もしくは錯体を形成することによって本来有していた機能を失い、抗菌性能が低下する可能性がある。

Table 7 Results in quantitative test of for antibacterial activity of silk fiber treated under alkaline conditions with antibacterial materials in extract from *Aloe arborescens* dry leaves. The antibacterial test was carried out after a color fastness test to carbon arc lamp light, washing and laundering, water, dry cleaning or dry heating.

CFU in vaccination :

2.70×10^4 (*Staphylococcus aureus*)

2.59×10^5 (*Klebsiella pneumoniae*)

Increase value :

2.70 (*Staphylococcus aureus*)

2.80 (*Klebsiella pneumoniae*)

Test method	CFU of treated sample in <i>Staphylococcus aureus</i>	CFU of treated sample in <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Ultraviolet (JIS L0842)	<10	<10
Washing and laundering (JIS L0844 A 2)	<10	6.10×10^7
Water (JIS L0846)	<10	1.07×10^7
Dry cleaning (JIS L0860 A)	<10	2.54×10^5
Dry heating (JIS L0879 B)	<10	<10

CFU of untreated sample : 1.36×10^7 (*Staphylococcus aureus*)
 1.65×10^8 (*Kebsiella pneumoniae*)

3.4 レーヨン処理布の染色堅ろう性および抗菌性

次に我々は絹処理布の場合と同様に、レーヨン処理布についても2.7で挙げたような各種の染色堅ろう度試験を行い、その後で抗菌性定量試験を行った。

まずは、染色堅ろう度試験の結果と試験後の色彩測定結果を示す(Table 8, Table 9)。

絹処理布と比較すると、水を用いる染色堅ろう度が著しく悪化していた。

また、色彩測定の結果、洗濯試験や水試験後の total K/S 値の低下が絹処理布よりも著しいことから、キダチアロエの熱水抽出物に含まれる色素はレーヨンや綿などのセルロース系繊維よりも、絹のようなタンパク質繊維の方が、より強固に吸着していることが明らかとなった。

さらに、耐光試験においてもレーヨン処理布では染色堅ろう性が低いことが示された。本来、絹自体に紫外線を吸収する特性があることが知られていることから[9]、耐光試験においては、このことも絹処理布が、レーヨン処理布と比較して良好な耐光堅ろう性を示した一因であると考えられる。

次に、各種の染色堅ろう度試験後のレーヨン処理布について、抗菌性定量試験を行った。その結果を以下に示す(Table 10)。

抗菌性定量試験の結果も絹処理布と比較すると劣って

Table 8 Results of color fastness test of rayon treated under alkaline conditions with extract from *Aloe arborescens* dry leaves.

Test method	Fade	Dartiness
Ultraviolet (JIS L0842)	1	
Washing and laundering (JIS L0844 A-2)	1	4 - 5 (Rayon) 4 - 5 (Silk)
Water (JIS L0846)	2	2 - 3 (Rayon) 2 - 3 (Silk)
Dry cleaning (JIS L0860 A)	4 - 5	4 - 5 (General)
(Dry heating JIS L0879 B)	5	5 (Rayon) 5 (Polyester)

Table 9 Color evaluation according to L*a*b* and Mansell color-order system for rayon fiber treated under alkaline conditions with extract from *Aloe arborescens* dry leaves after each color fastness tests.

	L*a*b* color-order system			Mansell color order system		Total K/S
	L*	a*	b*	Hue	Value/Chroma	
Untreated	55.90	11.73	36.91	9.9YR	5.5/5.9	46.78
Ultraviolet (JIS L0842)	53.62	9.50	30.14	9.7YR	5.3/4.8	42.65
Washing and laundering (JIS L0844 A-2)	71.50	-0.24	13.33	4.5Y	7.0/1.8	7.94
Water (JIS L0846)	62.10	3.70	27.28	2.8Y	6.1/4.0	21.10
Dry cleaning (JIS L0860 A)	54.44	12.77	43.35	0.3Y	5.4/6.8	64.24
Dry heating (JIS L0879 B)	53.18	13.89	38.47	9.2YR	5.3/6.3	59.30

いた。しかし、*Staphylococcus aureus*では、水試験、ドライクリーニング試験、乾熱試験では十分な抗菌性能を示したが、耐光試験後では抗菌性能が低下していた。さらに洗濯試験後では、抗菌性能は完全に消失していた。

また、*Klebsiella pneumoniae*においては、乾熱試験後では多少の抗菌性能は残留していたが、その他の堅ろう度試験後ではほとんど抗菌性能を失っていた。従って、レーヨン処理布に吸着した、キダチアロエ熱水抽出物中に含まれる抗菌性物質は洗濯試験やドライクリーニング試験中の攪拌によって容易に溶出してしまったものと考えられる。

以上のことから、レーヨン処理布に吸着した抗菌性物質は非常に弱い結合力で吸着しており、このことから、レーヨン処理布を実用化することは現段階では困難であると予想される。

Table 10 Results in quantitative test of for antibacterial activity of rayon treated under alkaline conditions with antibacterial materials in extract from *Aloe arborescens* dry leaves. The antibacterial test was carried out after a color fastness test to carbon arc lamp light washing and laundering, water, dry cleaning or dry heating.

CFU in vaccination :

9.93×10^3 (*Staphylococcus aureus*)

6.65×10^4 (*Klebsiella pneumoniae*)

Increase value :

2.45 (*Staphylococcus aureus*)

2.50 (*Klebsiella pneumoniae*)

Test method	CFU of treated sample in <i>Staphylococcus aureus</i>	CFU of treated sample in <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Ultraviolet (JIS L0842)	<10	<10
Washing and laundering (JIS L0844 A 2)	<10	6.10×10^7
Water (JIS L0846)	<10	1.07×10^7
Dry cleaning (JIS L0860 A)	<10	2.54×10^5
Dry heating (JIS L0879 B)	<10	<10

CFU of untreated sample : 1.36×10^7 (*Staphylococcus aureus*)
 1.65×10^8 (*Kebsiella pneumoniae*)

4. 結 論

本研究によって、絹や毛といったタンパク質繊維と、セルロース系繊維でもレーヨンが、キダチアロエの熱水抽出物によって濃色に染色されることが明らかになった。また、これらの濃色に染色された繊維のうち、絹処理布とレーヨン処理布は抗菌性能を持つことも分かった。しかし一方で、特にレーヨン処理布において紫外線や洗濯、水に対する染色堅ろう性が低いという問題も明らかになった。また、特に水を用いた染色堅ろう度試験後には、*Klebsiella pneumoniae*に対する抗菌性能が著しく低下することも明らかになった。従って、染色堅ろう性を向上し、かつ抗菌性能も失わない繊維加工方法を模索する場合に

は、上記の点に留意する必要がある。今後は、繊維加工剤等を用いることによって、これらの染色堅ろう度を改善していき、実用化への可能性を模索したいと考えている。また、絹処理布の実用性を考えた場合、アクリル系樹脂等の繊維加工剤を用いた染色堅ろう性の向上化を行う必要があると考えられるが、繊維加工剤には通常、染料と結合して水に不溶の錯体を生成する有機化合物や、これに銅、クロム、アルミニウムなどといった金属を配合したものが用いられている。

今回の実験だけでは、処理布に吸着している抗菌性物質を特定することは難しい。ただ、抗菌性試験を行う前に高温高压滅菌処理を施していることから、本研究で抗菌性作用は、熱安定性の高い物質であることが予想され、タンパク質のような、熱によって容易に失活するものではないと考えられる。今後は、処理布に吸着している抗菌性物質の特定も行っていきたいと考えている。

さらに、キダチアロエ抽出物中に含まれている抗菌性物質の抗菌作用メカニズムを解明するのも重要である。

文 献

1. M. Soeda, M. Otomo, and K. Kawasima, *J. Bacteriology*, **21**, 609 (1966).
2. K. Fujita, Y. Yamada, K. Azuma, and S. Hirozawa *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **14**, 1, 132 (1978).
3. A. Yagi and S. Takeo, *YAKUGAKU ZASSHI*, **123**, 7, 517 (2003).
4. K. Onda, H. Kubokawa, and T. Shinozawa, *Sen'i Gakkaishi*, **61**, 1, 19 (2005).
5. M. Minagawa, *Kinunokagaku*, 107 (1981).
6. K. Kakizaki, *New rayonnozissaitishiki*, 129 (1994).
7. M. E. Carter, *Essential Fiber Chemistry*, 66 (1971).
8. H. Arakawa, M. Maeda, S. Okubo, and T. Shimamura, *Biol. Pharm. Bull.*, **27**, 3, 277 (2004).
9. S. Hiraide, *Naganokennzyouhougizyutushikennzyoukennk-yuuhoukou*, **16**, 55 (2000).