

カラーコンピューターシステムによる色相解析 — チリアン・パープルの発色過程と染色効果の検討 —

内田 和美¹⁾, 早瀬 郁恵¹⁾, 石尾 清子, 熊田 藤作, 赤池 照子
(平成 14 年 10 月 3 日受理)

Color Analysis by means of a Color Computer System — An examination into the color-changing process of the Tyrian purple and its dyeing effects —

UCHIDA, Kazumi HAYASE, Ikue ISIO, Kiyoko KUMADA, Tousaku
and AKAIKE, Teruko

(Received on October 3, 2002)

キーワード: アカニシ貝 ($C_{16}H_8Br_2N_2O_2$), パープル腺液, 絹・綿染色, 発色過程, カラーコンピューターシステム
Key words: *Rapana thomasiana* CROSSE of the family Muricidae, Purple glandular secretion,
Dyeing silk and cotton, The process of color change, A color computer system

1. まえがき

貝紫は特殊な貝の分泌液(パープル腺から分泌)によって染められるもので、古くは紀元前14~15世紀頃から存在していた。染色色相は美しいが貝の入手が困難であるために、当時王侯貴族のみがこの染色物を着用し、一般庶民には禁止色とされていた^{3)~9)}。貝紫染めが可能な貝の種類は各種発見されている^{10)~17)}。今日、日本でもアキガイ科の貝もパープル腺がある事が判り、本実験はこの貝を用いた。貝紫の染め方については各種の方法が記述されているが^{18)~26)}、われわれは、三河湾内の佐久島で染色を体験したことを参考として、測色を目的とした独自の方法で試料を染めた。

パープル腺内の液は貝の体内にある時は白黄色であるが、直接日光曝露することによって赤紫色に発色する。この発色の過程をコンピューターによって順次測定し、染布の色をマンセル色相環上でその色の色座標をプロットし、分光反射率曲線をしらべ、さらに染布間の色差を測定した。併せて染色条件も検討した。此の実験の前に予備実験として刷毛引きと浸染を行った結果、刷毛引きの効果が良好であったので、本実験は刷毛引きを実施した。実験の貝は、三河湾に生息するアカニシ貝を用いた。

2. 実験方法

2-1 実験材料

1) 色素(パープル腺液)

アカニシ貝 ($C_{16}H_8Br_2N_2O_2$) 15kg 165個

採取年月日 2001年9月12日

実験期日 2001年9月18日 AM11:00開始

天候 薄曇りのち晴れ 気温30℃ 湿度60%

2) 色素の採取方法

アカニシ貝の螺塔の上部から第3螺層の付近を金槌で割ると臓器中の黒い縞が出て来る。(写真1)この縞の縁をナイフで切り開き、裏側に有る白黄色のパープル腺をピンセットで削り取る。貝1個につきその量は微量である。削り取ったものは容器に入れ、暗所に置き、1週間(晴れの天候を待つため)冷凍保存した。完全に採りきれないパープル腺は海水で洗い落とし、これを第2原液の薄め液として使用した。

2-2 実験方法

実験計画は、表1の通りである。

1) 服飾美術科

表1 実験計画

実験 1	第1原液 (パープル腺液15ml+メタノール20ml 希釈、ろ過‘写真2’) 使用
	<ul style="list-style-type: none"> ・試験布 絹白山紬 綿ブロード (10cm×10cm) ・実験目的 発色過程の測色
実験 2	第2原液 (第1原液+海水薄め液 70ml 希釈) 使用
	<ul style="list-style-type: none"> ・試験布 絹白山紬 綿ブロード (10cm×25cm) ・実験目的 <ol style="list-style-type: none"> 1) 発色過程の測色 2) 染色回数 (1、2、3、4 回重ね染め) による染色効果 3) ロート油 (0.5%液) の前処理 (地入れ) 有る無しの効果 4) 染色後の処理方法による色の差 <ol style="list-style-type: none"> 4)―1 水洗い処理 4)―2 ソーピング処理

測色機：MINOLTA SPECTROPHOTOMETER CM-3600d (光源D65 10° 視野)

上機をカラーコンピューターに接続、データを出し出す。
SOFT：彩チェック

3. 実験結果と考察

1) パープル腺液が白黄色から赤紫に発色する化学構造の変化は文献^{1), 2)}により図1のように示されている。主成分は6.6・ブロムインディゴでパープル腺内の液は、貝の体内に還元状態で保存されており、それが空気酸化と太陽光によって発色すると述べられ、この過程の色変化を本実験は究めた。

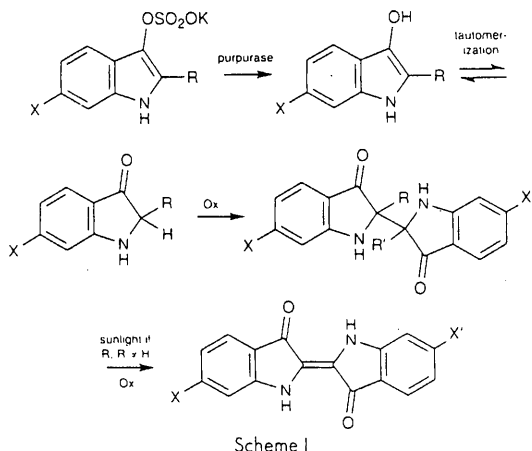


図1 文献1)より転載

2) 貝紫の時間を追って変色する過程のコンピューターチャート紙を表2に例示した。11時19分に始め約5分おきに測定して、すぐに再び日光に曝露した。表中の1は綿、2は絹である。マンセル記号も示した。綿の場合4.08GY・5.42/4.54の黄緑から緑、青と変化、1時間10分後に赤紫4.68P・4.72/2.59に発色した。絹の場合には11時20分にはじめの1.29G・4.84/3.48から1時間11分後には7.80PB・4.27/2.19に発色した。表3は第2原液の場合である。11時37分に始め、黄緑4.60GY・6.46/3.71の色が順次緑、青緑と変化し、1時間12分には6.59P・3.58/2.11の紫色に発色した。これを分光反射率曲線で図2に示した。染色最初の色の曲線ピークは500nm(緑)付近で、発色の最終段階は青と赤のピークの混合即ち紫が表現されている。マンセル色環上に染布の色相をプロットした場合を図3に示した。彩度8までの拡大図である。黄緑から赤紫に変化している事が見られる。綿の場合の分光反射率曲線は図4で絹と同様の結果が見られる。マンセル色環上のプロットは図5に示した。いずれも彩度は初回が高く、緑に変色する時点で最も低く、やがて紫に至ってわずかに彩度が増した。第2原液の場合の絹の反射率曲線を図6、綿を図8に示し色座標は絹の場合を図7綿は図9に図示した。反射率曲線は全体の反射率が高くなっているがこれは色が淡いことを意味する。色のピークの位置は第1原液の場合と類似している。このこ

表2 第1原液による染色過程の測定チャート

No	記録時刻	備考1	Hue	Value	Chroma	L*	a*	b*
1	11:19:29	1線	9.08 GY	5.42	4.54	55.40	-20.45	18.99
2	11:20:38	2精	1.29 G	4.84	3.48	49.43	-16.97	10.56
3	11:24:23	1線	4.74 G	4.46	1.97	45.56	-9.97	3.25
4	11:26:49	2精	2.44 G	4.76	2.39	48.61	-12.08	5.88
5	11:29:23	1線	9.52 BG	4.82	0.63	49.22	-2.61	-1.74
6	11:31:34	2精	1.69 G	4.99	1.06	49.90	-5.15	2.75
7	11:36:07	1線	7.87 G	4.68	0.29	47.73	-1.27	-0.17
8	11:40:26	2精	3.98 P	4.63	1.75	47.14	5.17	-6.45
9	11:44:43	1線	5.65 P	4.43	1.57	45.15	5.40	-5.49
10	11:45:17	2精	6.65 PB	4.51	1.85	45.95	1.63	-8.04
11	11:49:37	1線	3.62 P	4.60	2.12	46.89	6.18	-7.79
12	11:50:08	2精	7.04 PB	4.29	1.86	43.77	1.99	-8.27
13	12:09:02	1線	4.68 P	4.72	2.69	48.10	7.83	-8.87
14	12:09:24	2精	7.80 PB	4.27	2.19	43.49	2.98	-9.71
15	14:09:12	海水洗い(線)	7.31 P	4.64	3.36	47.29	12.05	-9.38
16	14:09:35	海水洗い(精)	4.46 P	4.38	2.76	44.61	8.74	-9.98



写真1 アカシ貝のパープル腺

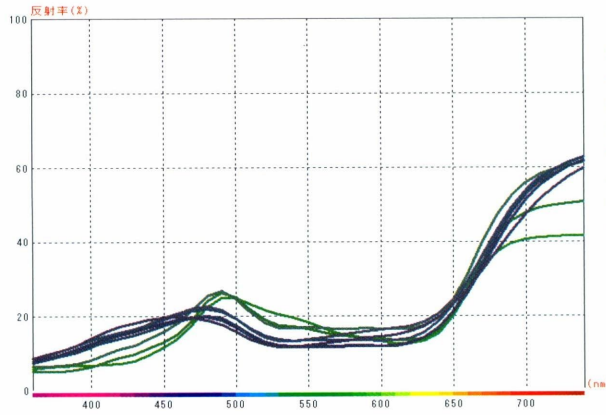


図2 第1原液の反射率曲線(絹)

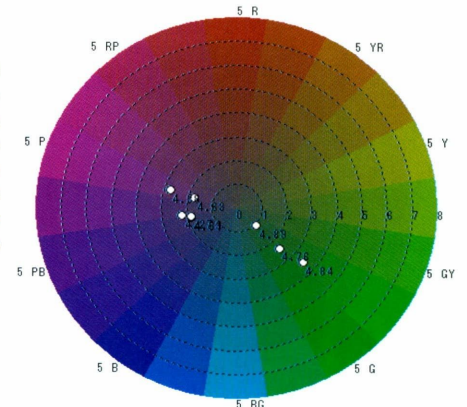


図3 第1原液の色相環拡大(絹)

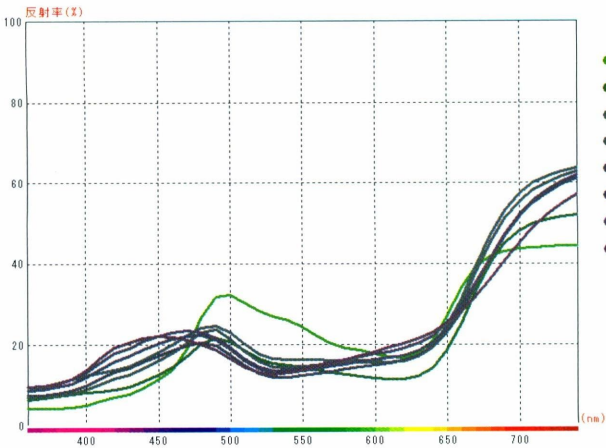


図4 第1原液の反射率曲線(綿)

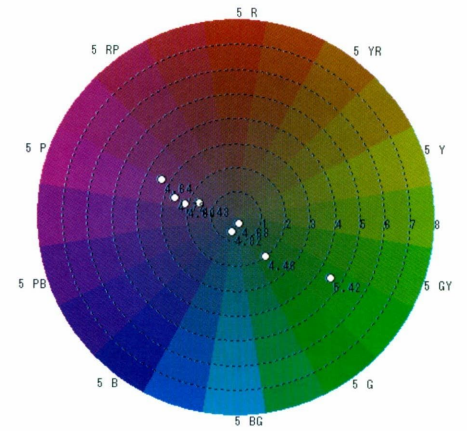


図5 第1原液の色相環拡大(綿)

表3 第2原液による染色過程の測定チャート²倍染色経過_SC4
2002/09/11
14:57:53

No	試料	登録年月日	登録時刻	備考1	Hue	Value	Chroma	L*	a*	b*
基準試										
平均										
第2原液の発色過程										
1		2001/09/18	11:21:39		2.07 GY	6.46	4.37	65.61	-10.58	29.62
2		2001/09/18	11:37:51	1納	4.60 GY	6.46	3.71	65.58	-11.91	23.31
3		2001/09/18	11:38:29		5.28 GY	6.70	2.22	67.95	-7.99	13.94
4		2001/09/18	11:38:50	2納	3.38 GY	6.20	3.96	63.03	-11.27	25.77
5		2001/09/18	11:39:26		1.18 GY	6.12	3.65	62.26	-7.97	25.17
6		2001/09/18	11:47:34	1納	1.54 G	5.31	2.87	54.22	-14.50	8.65
7		2001/09/18	11:47:53		3.10 G	4.86	2.16	49.66	-11.03	4.86
8		2001/09/18	11:48:12	2納	1.61 G	5.24	2.26	53.51	-11.43	6.65
9		2001/09/18	12:02:42		3.37 PB	4.49	1.07	45.83	-0.30	-4.75
10		2001/09/18	12:03:15	1納	8.73 BG	5.41	1.33	55.16	-6.07	-2.78
11		2001/09/18	12:03:39		8.29 P	5.61	2.36	57.06	8.01	-5.48
12		2001/09/18	12:04:07	2納	4.22 P	5.97	1.15	60.73	3.03	-4.04
13		2001/09/18	12:31:16		4.96 P	4.20	1.53	42.82	5.34	-5.90
14		2001/09/18	12:33:32	1納	9.05 PB	4.62	1.36	47.07	2.35	-5.92
15		2001/09/18	12:33:54		9.65 P	4.61	2.81	46.90	11.01	-6.30
16		2001/09/18	12:34:20	2納	7.31 P	4.85	1.98	49.41	6.81	-5.43
17		2001/09/18	13:48:28		6.46 P	3.33	2.68	33.72	11.17	-9.70
18		2001/09/18	13:49:01	1納	5.61 P	3.55	2.14	36.08	8.44	-8.27
19		2001/09/18	13:49:25		8.06 P	3.78	3.12	38.45	12.94	-9.26
20		2001/09/18	13:49:51	2納	6.14 P	4.00	2.88	40.74	10.76	-9.87
21		2001/09/18	13:51:30		8.96 P	2.97	2.27	29.98	11.15	-7.33
22		2001/09/18	13:52:08	1納	6.59 P	3.58	2.11	36.35	8.76	-7.64
23		2001/09/18	13:52:39		9.19 P	3.53	2.90	35.84	12.96	-8.11
24		2001/09/18	13:53:16	2納	8.21 P	3.62	2.36	36.76	10.33	-7.36

光源:D65 10° /測色器:CM-3600d/基底表色系:分光反射率(SC1-通常測定)



写真2 不純物の濾過

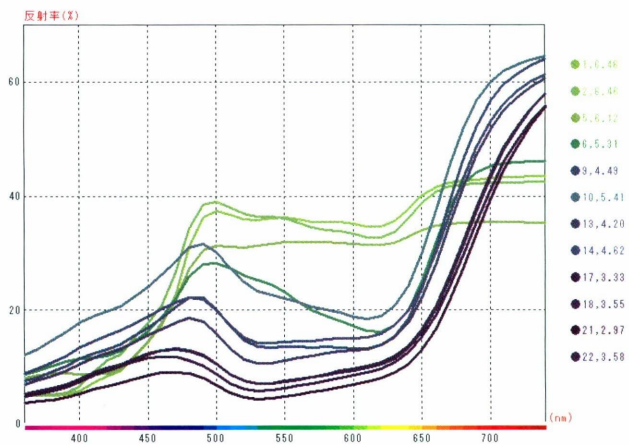


図6 第2原液の反射率曲線(絹)

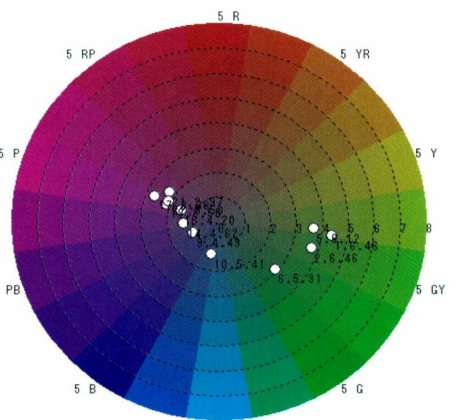


図7 第2原液の色相環拡大(絹)

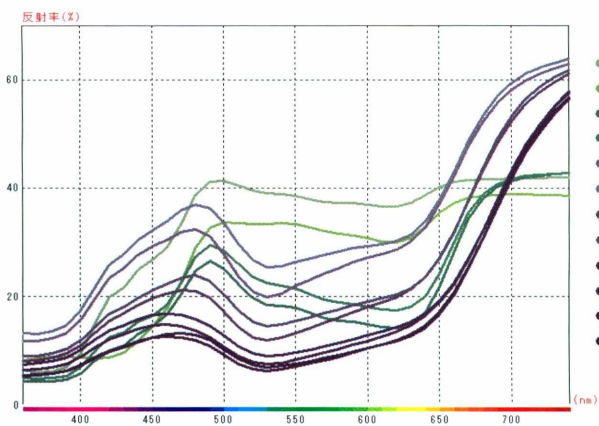


図8 第2原液の反射率曲線(綿)

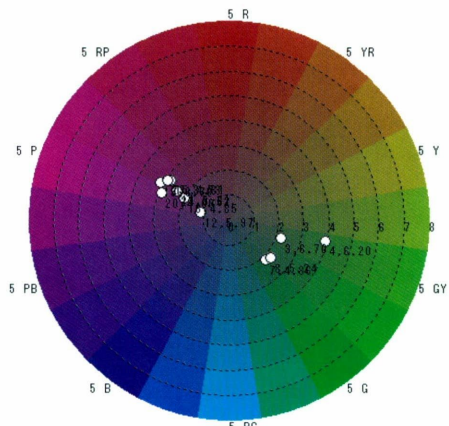


図9 第2原液の色相環拡大(綿)

とはマンセル色環上の色座標から見ると絹、綿とも明、彩度がやや高くなっていることから頷けた。

3) 第1原液, 第2原液の発色過程を絹と綿に分けて表4にマンセル記号で示す。堀江²⁰⁾がイボニシ貝を用いて染めた染布をマンセル記号で表している(10YR・9/3→2.5PB・4/4→7.5RP・3/6)が、われわれが行ったアカニシ貝によるものとは幾分色相が違っている。これは貝の種類、染色した環境その他の染色条件によって異なっているものと考えられた。

4) 染色する前にロート油で地入れした試料のマンセル記号を表5に示した。絹、綿共にロート油で地入れし

た方が色の定着が良く、幾分鮮やかに見えた。重ね染めの効果を実験した結果、表6のように絹の場合1.59P・5.41/2.47が一旦太陽に曝露させ、乾いてから2回目、3回目、4回目と重ねるに従い、8.22P・3.31/2.55と紫の赤味が強くなり、明度が低くなって濃さを増した。これをロート油の地入れしたものと比較すると、ロート油で地入れをした方が赤味が強く、濃く感じた。これをシラブの色差値で示すものが図10, 11である。(図10, 11の色差値は、佐久島で染めた最も濃色であった絹、綿染布の色を基準色とした。)

図中の値は値が最も小さいと基準色の濃色に近いこと

表4 染布の発色過程

		絹布			綿布		
		H	V	C	H	V	C
基準色		8.50P	2.76	5.28	0.11RP	3.19	3.61
第1原液	1	1.29G	4.84	3.48	4.08GY	5.42	4.54
	2	2.44G	4.76	2.39	4.74G	4.46	1.97
	3	1.69G	4.89	1.06	9.52BG	4.82	0.63
	4	3.99G	4.63	1.75	7.87G	4.68	0.29
	5	6.65PB	4.51	1.85	5.65P	4.43	1.57
	6	7.04PB	4.29	1.85	3.82P	4.60	2.12
	7	7.80PB	4.27	2.19	4.68P	4.72	2.59
第2原液	1	4.60GY	6.46	3.71	3.38GY	6.20	3.96
	2	1.54G	5.31	2.87	1.61G	5.24	2.26
	3	8.73BG	5.41	1.33	4.22P	5.97	1.15
	4	9.05PB	4.62	1.36	7.31P	4.85	1.98
	5	5.61P	3.55	2.14	6.14P	4.00	2.88
	6	6.59P	3.58	2.11	8.21P	3.62	2.36

表5 第2原液 地入れ(ロート油)効果

		絹布			綿布		
		H	V	C	H	V	C
1		2.07GY	6.46	4.37	5.28GY	6.70	2.22
2		1.18GY	6.12	3.65	3.10G	4.86	2.16
3		3.37PB	4.49	1.07	8.29P	5.61	2.36
4		4.96P	4.20	1.53	9.65P	4.61	2.81
5		6.46P	3.33	2.68	8.06P	3.78	3.12
6		8.96P	2.97	2.27	9.19P	3.53	2.90

表6 染色回数による色の差と地入れ(ロート油)有無

		H	V	C	H	V	C
地 入 れ 無	1回目	1.59P	5.41	2.47	5.65P	5.65	3.83
	2回目	5.58P	4.44	2.84	6.16P	4.90	3.80
	3回目	6.99P	3.72	2.78	7.00P	4.24	3.54
	4回目	8.22P	3.31	2.55	7.55P	3.84	3.17
地 入 れ 有	1回目	5.60P	4.45	3.03	6.60P	5.13	4.49
	2回目	7.27P	3.79	3.18	7.41P	4.68	4.14
	3回目	8.45P	3.15	2.88	8.41P	4.04	3.72
	4回目	9.66P	2.85	2.57	8.29P	3.69	3.58

表7 染色後の処理方法

		絹布			綿布		
		H	V	C	H	V	C
水 洗 い 地 入 れ 無	1回目	2.62P	5.49	2.61	5.28P	5.94	4.15
	2回目	5.68P	4.72	2.93	6.13P	4.94	3.98
	3回目	7.02P	4.11	3.07	6.97P	4.40	3.72
	4回目	8.05P	3.60	2.95	7.45P	3.89	3.37
水 洗 い 地 入 れ 有	1回目	6.16P	4.64	3.30	6.54P	5.29	4.64
	2回目	7.82P	3.78	3.44	6.80P	4.87	4.51
	3回目	8.17P	3.35	3.06	7.57P	4.13	4.00
	4回目	8.64P	3.23	2.92	8.48P	3.74	3.60
地 ソ ー ピ ン グ 無	1回目	9.69P	5.40	4.17	6.52P	5.79	5.08
	2回目	9.34P	4.64	4.57	7.36P	4.82	4.83
	3回目	0.62RP	3.40	4.08	7.94P	4.10	4.34
	4回目	0.36RP	3.44	4.13	7.94P	3.96	4.10
地 ソ ー ピ ン グ 有	1回目	6.94P	5.70	5.36	9.65P	4.56	4.51
	2回目	7.62P	4.65	5.09	9.85P	4.11	4.71
	3回目	8.32P	3.89	4.53	9.81P	3.93	4.59
	4回目	8.16P	4.08	4.36	0.13RP	3.53	4.29

を意味する。従って4回重ね染めをすることによって、2倍以上染色効果が見られた。綿の場合も、重ね染めの効果が良好であった。

5) 染色後の処理は、水洗いとソーピングを行った。結果は表7に見られるように、目立った変化はないが、ソーピングすると赤味が増し、鮮やかになった。これは、ソーピングすることによって不純物を取り除かれ、彩えたものと考えられる。

4. まとめ

以上の結果から次ぎのことがわかった。

1) パープル腺の原液(パープル腺液をメタノールで溶解希釈)を絹または綿に塗布して日光に曝すと、約70分で黄緑から赤紫色に発色して染まった。この原液を約2倍に薄めた液でも、約70分で発色した。

2) 染色前にロート油(浸透剤)で前処理した絹布は、染色効果が良好で、綿の場合は、絹に比べると効果が少なかった。

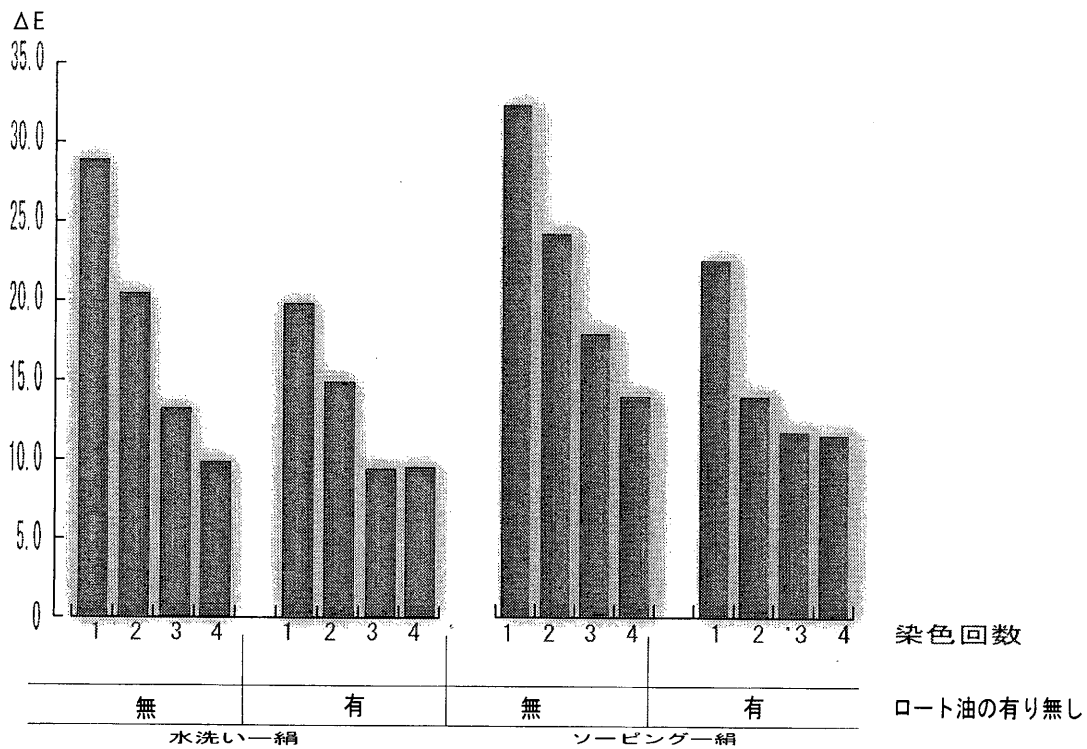


図10 重ね染めの効果

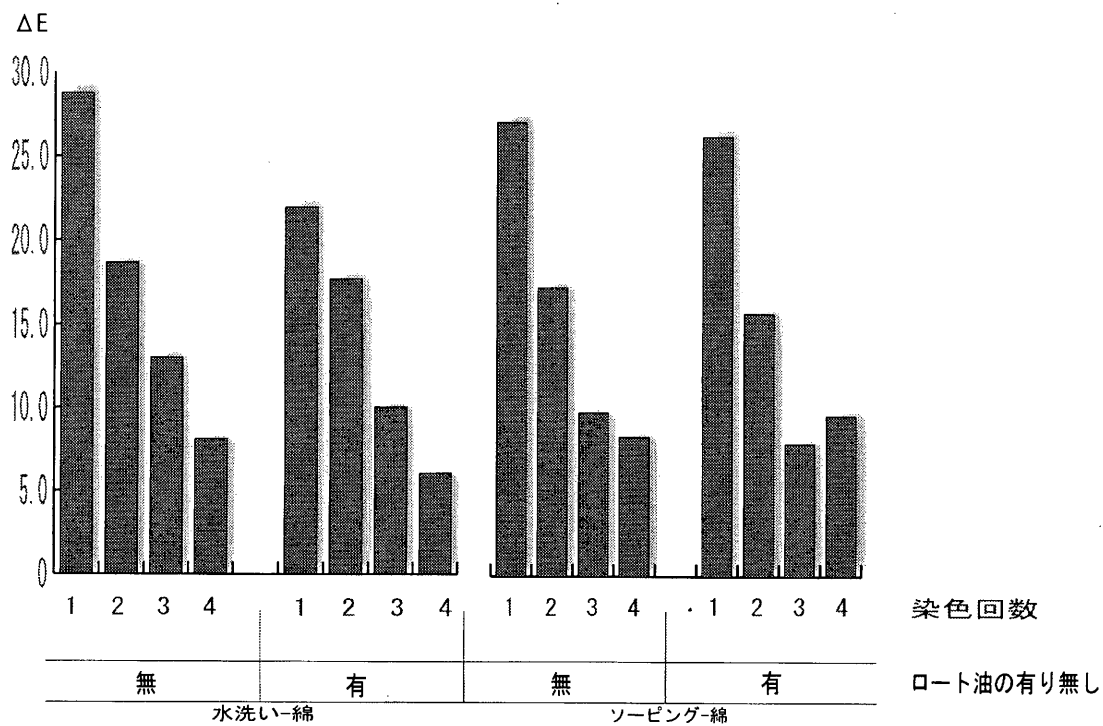


図11 重ね染めの効果

3) 刷毛引き染めで4回繰り返し染めた場合は、1回目と比べて2倍の染着効果が見られ、それ以上重ねても大差無い事が判った。

4) 染めた布は、水洗いよりもソーピングの方が付着物が除かれて、色相は冴えた。

5) 今回、カラーコンピューターシステムによって、染色後、発色しながら本来の色に染まって行く段階を順次とらえて、測定しながら発色段階の状態を同時に、その色をマンセル色環上に色座標をプロットし、分光反射率曲線の変化も直ちに測定し得て、パープル腺液の染着挙動を総合的に、短時間に知る事ができた。

謝 辞

本研究は、平成11年度共同研究推進費によってカラーコンピューターシステムを購入し、研究を進める事が出来ました。実験に際し、目を提供して下さいました三谷漁業共同組合と今泉雅勝氏、そして多くのご教示をいただいた卜部澄子名誉教授と実験室を使用させて頂いた出海みどり助教授、高橋ルミ子助手に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Paul F. Schatz, Carol E. Steinhart : Journal of Chemical Education, Vol.78 No.11 November (2001), pp.1442~1444
- 2) 木村光雄 : 染織 α No.32, 染織と生活社 (1983) pp.36~39
- 3) 吉岡常雄 : 帝王紫探訪, 紫紅社 (1983), pp.16~39
- 4) 吉見逸朗 : 染織 α No.24, 染織と生活 (1983), pp.44~52
- 5) Dominique Cardon (翻訳 佐々木紀子) : 染織 α No.238, 染織と生活社 (2001), pp.18~22
- 6) 後藤捷一 : 染織と生活 No.7, 染織と生活社 (1974), pp.84~87
- 7) 後藤捷一 : 染織と生活 No.8, 染織と生活社 (1975), pp.111~117
- 8) 後藤捷一 : 染織と生活 No.9, 染織と生活社 (1975), pp.116~119
- 9) 後藤捷一 : 染織と生活 No.11, 染織と生活社 (1975), pp.112~121
- 10) 今成知美 : 染織の美 No.20, 京都書院 (1982), pp.143~147

- 11) 吉岡常雄 : 帝王紫探訪, 紫紅社 (1983), pp.40~41
- 12) 津田豊彦 : 染織 α No.32, 染織と生活社 (1983), pp.16~21
- 13) 安達治郎 : 染織 α No.32, 染織と生活社 (1983), pp.24~29
- 14) 波部忠重 : 染織 α No.32, 染織と生活社 (1983), pp.30~35
- 15) 木村光雄 : 染織 α No.32, 染織と生活社 (1983), pp.36~39
- 16) 相馬 隆 : 染織 α No.32, 染織と生活社 (1983), pp.40~45
- 17) 角山幸洋 : 染織 α No.53, 染織と生活社 (1985), pp.52~55
- 18) 山崎青樹 : 染織 α No.226, 染織と生活社 (2000), pp.47~49
- 19) 不 明 : 染織 α No.32, 染織と生活 (1983), pp.1~11
- 20) 堀江勤之助 : 染織 α No.32, 染織と生活 (1983), pp.22~26
- 21) 不 明 : 染織 α No.37, 染織と生活社 (1984), pp.9~13
- 22) 佐々木幸彌 : 染織 α No.37, 染織と生活社 (1984), pp.74~77
- 23) 加藤春江 : 染織 α No.209, 染織と生活社 (1998), pp.47~50
- 24) Dominique Cardon (翻訳 佐々木紀子) : 染織 α No.240, 染織と生活社 (2001), pp.55~58
- 25) 京田誠, 星野利枝 : 染織 α No.25, 染織と生活社 (1979), pp.94~97
- 26) 寺田貴子 : 染織 α No.180, 染織と生活社 (1996), pp.37~39

Summary

The Tyrian purple dyeing is performed by using the (purple glandular) secretion of a special sea snail and this method has been in practice since about 1500-1400 B.C. The color produced is beautiful, but due to the difficulty in harvesting the sea snail in large quantities, robes made of cloth dyed with the Tyrian purple were, by law, to be worn only by the highest dignitaries and not by the general public in antiquity.

Today, it has been found that sea snails of the family Muricidae in Japanese waters also have purple glands, and our examination was performed using one (*Rapana thomasi* CROSSE) of this family. The fluid secreted by its purple gland is yellow-green in color while in the body but changes into purplish red in direct sunlight. The process of this change was examined in sequence by means of a color computer, and the dyeing conditions were also studied.

Our findings are as follows:

- (1) The original purple glandular secretion was applied to silk and cotton and exposed to sunlight. Its yellow-green color changed into purplish red in about 70 minutes and stayed fixed.
- (2) After repeated dyeing processes, even four times or more, no change was observed in its color.
- (3) It was possible for us to evaluate the dyeing function of the purple glandular secretion collectively and in a short time by observing the process of its color change from the initial stage to the intrinsic stage, measuring its chromaticity coordinates on the Munsell scale, and also determining its transition on the spectral reflectance curve.