

# 岩石の染色に関する研究

金属科 吉浦洋之  
無機化学科 池辺豊

## 1. 始めに

近年、住宅の洋風・高級化指向に伴い建物の内外装に石材が広く用いられるようになってきている。

しかし比較的高価なピンク・茶・(黒)・青色等有色の石材(以後カラー石材と呼ぶ)はそのほとんどが輸入品であり、国産材はモノクロ・低価格なものが多い。

本研究では、国産のかこう岩を効果的に染色する方法、及び被染色材の耐久性に関する実験を行い良好な結果を得たのでここに報告する。

## 2. 実験方法・試薬

### (1) 実験のフローチャート

実験の流れを図1に示す

実験は最初に各種の岩石による予備実験を行って染色に適した岩石種及び効果的な染色方法を検討、良好な結果が得られたかこう岩を使用して染色条件と染色度合いの測定、及び被染色物からの染料の溶

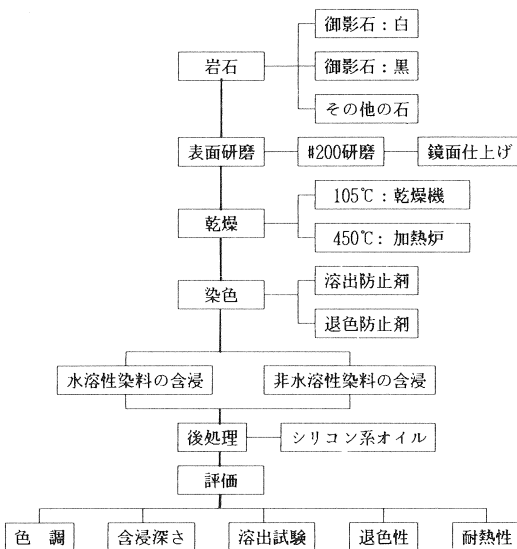


図1 岩石の染色実験のフローチャート

出試験、熱・光に対する耐久試験等の実験を行った。

本実験中の各々の試験方法については各々の試験結果に併記する。

### (2) 実験に使用した装置類

表1に実験に使用した機器類とその用途を示す。

分光光度計は染色物からの染料の溶出(水に対する)量の測定に、また画像処理装置は石材の各成分割合の測定に使用した。

表1 実験に使用した機器類

装置	用途	適要	備考
ビュラー切断機	石材の切断	金属、石材等(ダイヤモンド)	万能切断機
ビュラー研磨機	表面研磨	鏡面仕上げ	荒仕上げ一鏡面
デジタル測色色差計	色測	色調の数値化	ND型 日本電色工業
箱型乾燥機	乾燥	石材の乾燥 150℃	200℃ MAX
ビーム分光光度計	吸光度測定	溶液の濃度	日立 U-2000
ライトボックス	退色促進	紫外線照射	室温 3,5,10 日
アビックス エクス エクス	画像処理	成分割合の数値化	石材の表面状態

### (3) 供試材(岩石)及びその加工

予備実験(染色)では大理石、かこう岩、砂岩、凝灰岩、結晶片岩の5つの石材を使用した。

本実験には主に白御影石を使用、一部の実験には黒御影石を併せて使用した。

御影石(かこう岩の俗称)は学術名を黒雲母かこう岩と言い、火成岩のうちの深成岩に属する。主成分は石英(ねずみ色透明)、長石(白色)、黒雲母といった鉱物で外観はゴマ塩状、結晶粒が発達しておりその間隙(界面)に染料を容易に含浸できた。

表2に本実験に使用した御影石の性状と加工状態をしめす。染色は柱状の供試体で行い、染色後3片に切断しそれぞれの試験・測定用とした。

表2 岩石の種類及び加工方法

石材名	試供体の寸法(mm)	表面荒さ ( $\mu\text{m R-max}$ )		組成成分 (%)			
		鏡面側	非鏡面側	石英	長石	雲母	その他
御影石:白	15×15×50	0.25	22	46.5	47.0	6.5	
御影石:黒	"	0.24	30	43.1	22.3	34.6	
切斷状況							
	1. 溶出試験用 2. 退色測定用 3. 耐熱測定用						

(4) 岩石の染色剤及び各種添加剤

水溶性染料, 非水溶性染料とも単体では溶出, 退色等が起こるため, 紫外線吸収剤及び溶出防止剤を添加した。更に染料の浸透性を向上させるために分散媒を添加した。

表3に使用した染料及び処理剤について示す。

表3 実験に使用した染料及び処理剤

分類濃度	用途	記号	番号	染料の名称	溶剤	分散剤	紫外線吸収剤	溶出防止剤	備考
水溶性染料	繊維用	A	1	Red GRL N conc	沸騰水	Diaserver DP P-liquid	トミソープ 100	Tannic Acid 及び 酒石酸	
			2	Golden Yellow GL N	"	"	"	"	
			3	Blue GRL-N 300%	"	"	"	"	"
	食品用	B	1	Garden Green A	"	"	"	"	"
			2	Tart Raizin(黄色4号)	"	"	"	"	"
			3	Garden Fxel V	"	"	"	"	"
	1% aq	C	1	Fuchsin Basic	"	"	"	"	"
			2	Uranine	"	"	"	"	"
	金属用	D	1	Rock Wood Exis	"	"	"	"	"
			2	Rock Wood Exis	"	"	"	"	"
非水溶性染料	繊維用	E	1	Diaresin Red A	メチルエチルケトン 酢酸エチル 等	Diaserver PN	Saliment	"	
			2	Diaresin Brown A	"	"	"	"	"
			3	Diaresin Yellow L3G	"	"	"	"	"
	1% aq	F	1	Diaresin Blue P	"	"	"	"	"
			2	Diaresin Red Z	"	"	"	"	"
			3	Diaresin Orange G	"	"	"	"	"
焼成+10% aq	一般試薬	G	1	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	沸騰水	Diaserver DP P-liquid	トミソープ 100	"	含浸後焼成
			2	CuCl <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	"	"	"	"	"
			3	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 3H <sub>2</sub> O	"	"	"	"	"

3. 実験結果及び考察

(1) 予備実験

予備実験では大理石, かこう岩, 砂岩, 凝灰岩,

表4 予備実験による各方法の比較

方法	煮沸含浸 (水性)	溶剤含浸 (非水性)	煮沸+高温加熱 (水性)	オートクレープ法 (水性)
染料 (%)	1~3%	1~5%	3%含浸 100~400℃	3%
温度 (℃)	100	常温 or 加温 (50~60)	100℃ 乾燥 400℃ 加熱	160~185℃ (5~10気圧)
結果	溶出 水に溶出 不変	水に不溶 不変	水に不溶 温度に応じ変色	水に溶出 変色 (染料の耐熱性の問題)

結晶片岩, 等の岩石への染色剤の含浸を試みた。その結果, 大理石, かこう岩については含浸は比較的容易であったが, その他の岩石では良い結果は得られなかった。予備実験の結果を表4に示す。

水溶性染料による含浸では, 乾燥・含浸を繰り返すことにより染色の度合いが強くなった。又, 溶剤(メタノール)を加温すると若干良い結果が得られた。又, 煮沸含浸後, 乾熱した場合100~200℃位で変色を開始し500℃まで昇温すると染色前の色調に戻った。

オートクレープ法では水溶性染料を使用し10気圧(185℃)に加圧した, その結果, 染料が完全に変質

し染色できなかった。

砂岩、凝灰岩類への染色はいずれの方法でも不可能であった。

(2) 本実験

(イ) 染色条件

予備実験の結果を踏まえて供試体には白御影石、及び黒御影石（黒色染料の場合）を、染料は表3の19種類を使用し、非水溶性の染料の場合は溶剤としてメタノール、メチルエチルケトン、酢酸エチル、

エチレングリコールモノエチルエーテル等を配合し常温で、水溶性染料の場合は煮沸状態で浸漬した。

浸漬時間は1, 3, 5, 24時間の四通りとし、色調等の測定は、非鏡面（切断面）と鏡面の両方で一面につき3箇所で行った。

又、浸漬後試料の切断面から、染料の浸透深さを測定した。

色調、染料の浸透深さの測定結果を表5に示す。

表5 染色後の色調及び浸透深さ

(面: G. 鏡面側 / N. 非鏡面側)

記号	番号	面	浸漬 1 時間				浸漬 3 時間				浸漬 5 時間				浸漬 24 時間			
			色 調			浸深 (mm)	色 調			浸深 (mm)	色 調			浸深 (mm)	色 調			浸深 (mm)
			L	a	b		L	a	b		L	a	b		L	a	b	
A	1	G	28.99	11.19	2.14	1.5	24.10	10.00	3.56	2.0	21.20	13.67	5.31	1.8	19.40	13.21	5.27	1.8
		N	29.34	7.32	2.96	2.0	27.81	9.94	5.32	3.0	20.28	6.39	2.93	2.5	21.40	15.67	5.30	2.5
	2	G	37.07	0.47	11.04	1.0	35.46	2.32	12.83	1.4	30.65	6.48	16.20	1.5	29.17	2.04	14.55	1.9
		N	36.12	0.01	9.53	1.5	33.39	1.86	10.85	1.9	31.45	7.58	14.35	1.8	32.02	0.22	15.91	2.3
	3	G	19.92	3.85	-9.88	1.0	16.91	2.61	-6.17	1.5	14.89	2.32	-3.61	1.5	14.85	3.69	-2.78	2.3
		N	22.66	2.83	-7.11	2.0	18.55	2.04	-4.67	2.0	18.63	0.59	-0.64	2.5	15.52	4.55	-0.04	3.5
B	1	G	33.80	-0.82	1.65	0.0	35.83	-1.42	1.18	0.0	32.76	-1.23	2.95	0.0	28.56	-1.08	1.82	0.0
		N	34.27	-0.54	1.35	0.0	31.26	-1.06	1.30	0.0	30.33	-1.32	1.22	0.0	29.70	-0.73	2.25	0.0
	2	G	34.77	-2.40	10.83	7.5	36.63	-3.09	12.15	7.5	37.34	-2.92	10.59	7.5	33.19	-1.82	10.94	7.5
		N	35.43	-2.20	13.18	7.5	35.31	-2.51	11.16	7.5	33.63	-1.63	8.32	7.5	33.24	-1.58	11.20	7.5
	3	G	34.18	-0.88	1.34	0.0	34.52	-0.41	1.23	0.0	34.01	-0.54	1.93	0.0	30.66	-0.20	1.44	0.0
		N	35.55	0.43	0.74	0.0	36.99	-0.55	2.02	0.0	34.93	-0.62	2.20	0.0	35.43	-0.49	1.52	0.0
C	1	G	32.16	1.63	13.73	7.5	32.89	2.38	15.43	7.5	39.77	-	10.29	7.5	40.57	2.96	13.87	7.5
		N	32.25	0.90	11.95	7.5	34.69	2.74	15.05	7.5	35.59	0.63	13.89	7.5	35.71	4.68	17.66	7.5
	2	G	15.71	7.30	-0.68	2.2	14.72	6.51	-0.31	2.5	14.23	8.52	0.44	3.5	15.02	7.96	0.32	2.0
		N	20.16	6.68	-0.06	2.8	19.39	5.30	0.33	3.8	19.09	4.41	0.74	4.0	18.47	3.71	1.50	5.0
	3	G	30.72	3.44	0.71	0.0	26.12	2.76	-0.42	0.0	31.54	3.73	-0.05	0.0	28.86	3.57	0.52	0.0
		N	29.17	4.14	1.06	0.0	31.17	3.41	0.04	0.0	29.11	2.52	1.10	0.0	28.51	2.58	0.21	0.0
D	1	G	18.31	5.71	1.01	4.0	14.43	3.50	0.71	4.5	15.40	2.52	1.07	4.7	16.04	2.64	0.70	6.0
		N	22.50	3.09	0.81	4.5	22.34	2.10	0.93	4.5	21.37	1.42	0.81	5.0	21.03	1.41	0.59	6.5
	2	G	17.00	1.76	0.21	3.5	16.66	1.71	0.05	4.0	17.79	1.05	0.44	4.0	16.26	0.91	0.30	4.0
	N	19.24	0.93	0.39	4.0	21.44	1.18	0.57	4.0	18.82	0.71	0.51	4.0	19.50	0.35	0.80	4.5	
E	1	G	36.75	1.93	6.89	2.0	38.34	1.17	2.61	2.5	37.57	-0.13	1.01	3.0	31.24	0.34	1.23	3.0
		N	40.65	-0.46	1.96	2.0	42.37	-0.28	2.44	2.5	40.69	0.26	3.83	3.0	38.64	0.22	1.09	3.0
	2	G	27.85	5.50	7.89	7.5	27.59	7.42	9.71	7.5	27.11	9.23	9.33	7.5	21.62	6.31	6.64	7.5
		N	27.79	6.32	7.96	7.5	28.67	10.07	10.09	7.5	27.16	7.75	8.02	7.5	28.05	5.66	7.30	7.5
	3	G	43.25	-0.62	1.37	3.0	43.15	-1.07	2.17	3.0	37.84	-1.18	4.09	5.0	30.30	-0.56	4.77	5.5
		N	39.31	-1.33	2.81	3.0	37.30	-1.27	3.43	3.0	35.50	-1.37	3.42	5.0	36.87	-0.71	3.15	5.5
F	1	G	33.99	-0.60	-6.28	7.5	32.32	-0.76	-8.07	7.5	27.98	-0.03	-3.05	7.5	30.23	0.32	-0.07	7.5
		N	32.72	-0.64	-8.21	7.5	33.90	-0.69	-6.88	7.5	30.18	0.49	-6.21	7.5	35.99	1.72	-4.78	7.5
	2	G	37.65	9.40	2.60	7.5	36.82	3.51	1.45	7.5	30.32	6.60	2.60	7.5	36.71	14.16	3.26	7.5
		N	29.59	5.80	2.16	7.5	29.35	10.14	3.03	7.5	31.32	11.47	3.94	7.5	33.60	9.70	3.20	7.5
	3	G	40.04	10.17	5.11	2.0	34.24	8.18	0.74	2.5	34.71	7.34	1.58	3.5	35.58	5.50	2.50	3.5
		N	35.21	5.72	1.90	2.0	35.37	5.51	1.78	2.5	29.50	4.69	1.14	3.5	40.44	9.33	4.16	3.5
G	1	G	33.22	-1.37	4.12	0.0	37.11	-0.71	4.70	1.0	30.20	-0.25	3.89	2.5	28.97	0.08	4.13	3.0
		N	38.07	-1.29	3.69	0.0	34.26	-1.03	5.01	1.0	31.10	-0.13	3.60	3.0	23.49	1.01	3.21	3.0
	2	G	38.64	-1.34	6.39	0.0	32.29	-0.46	2.92	1.5	29.86	-0.36	4.05	2.0	31.42	-0.57	3.40	2.0
		N	35.18	-1.34	4.89	0.0	32.52	-0.70	3.86	1.5	34.47	-1.13	3.63	2.5	34.51	-0.39	3.79	2.2
	3	G	34.09	-1.58	2.67	0.0	25.51	-0.28	4.01	3.2	22.48	0.81	3.32	3.0	27.95	0.46	4.09	3.0
		N	40.30	-2.65	4.76	0.0	28.82	-0.45	5.35	4.0	26.84	0.89	4.51	4.0	29.47	0.56	4.39	3.5

(ロ) 染色前の供試体の色調

色測計による染色前の供試体の色調の測定結果を表6に示す。

供試体は白・黒・灰色の結晶がモザイク状に集合して出来ている。彩度が低いため肉眼では着色して

いるようには見えないが、色測計によると (a : b) = (-1 : 2), 色相は黄緑色である。

供試体がモザイク状構造より成ることから本実験での色測計の測定条件（スポット径5mm）では測定箇所による測定値の変動が、特に明度（L値）に於

いて、大きくなった。染色後の測定ではこの点に十分注意したが、なお測定値にはかなりの誤差が含まれるものとして扱う必要があると考えられる。

又、鏡面と非鏡面とでは若干、非鏡面の方が明度が大きくなっている。これは非鏡面の場合、黒色結晶（雲母）や灰色結晶（石英）に照射された光の一部が表面の凹凸により乱反射し、結晶に吸収されない（＝黒くみえない）ためであると考えられる。

(ハ) 染料と色差

24時間染色後の各供試体の色調（表5参照）と未染色時の色調との色差を表7に示す。

いずれの染料においても、色差の値に対して明度の変化が最も大きな比重を占めていた。

本研究の目的は天然石のカラー化でありその点、色差の値の大きいものが必ずしも目的に合致するものとは限らない。

そこで、以下、明度と色相・彩度とに分けて測定結果を考察する。

(ニ) 染料と明度

24時間染色後に各供試体の明度及び未染色時の明度を図2に示す。

染色の結果、全ての染料において明度が低下している。これは白色部に多くのクラックが見られ染色され易いことと同時に、黒色部では表面に塗布された染料分しか発色しないが、白色部（実際は透明なものが細かなクラックにより白く見える）では内部に浸透した染料分も発色し、染色による白色部での明度の低下が黒色部での明度の上昇よりも大きくなるためと考えられる。

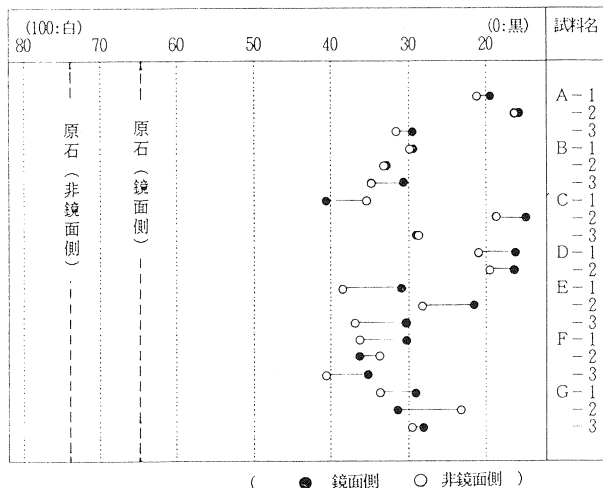


図2 24時間浸漬後の供試験体の明度

表6 染色前の供試体の色調

		spot. 1	spot. 2	spot. 3	spot. 4	平均
鏡面	L	72.45	63.59	54.24	67.69	64.50
	a	-1.44	-0.30	-0.87	-1.67	-1.07
	b	1.92	4.13	1.30	1.54	2.22
非鏡面	L	75.51	68.68	72.89	78.15	73.81
	a	-1.53	-1.27	-1.32	-1.72	-1.46
	b	2.92	3.27	3.62	2.58	3.10

(補: L値のバラツキ)

	鏡面	非鏡面
L値の最大最小	49.65 - 78.16	56.76 - 72.02

(測定スポット径 5 mm)

表7 24時間浸漬前後の供試体の色差

染料等	色差		
	鏡面	非鏡面	
A	1	47.40	55.18
	2	50.00	58.40
	3	37.72	44.12
B	1	35.94	44.12
	2	32.51	41.37
	3	33.86	38.42
C	1	26.92	41.25
	2	50.33	55.60
	3	35.98	45.57
D	白	48.63	52.92
	黒	48.32	54.39
E	1	33.30	35.27
	2	43.73	46.50
	3	34.33	36.95
F	1	34.37	38.76
	2	31.71	41.73
	3	29.66	35.09
G	1	35.60	50.38
	2	33.10	39.32
	3	36.63	44.40

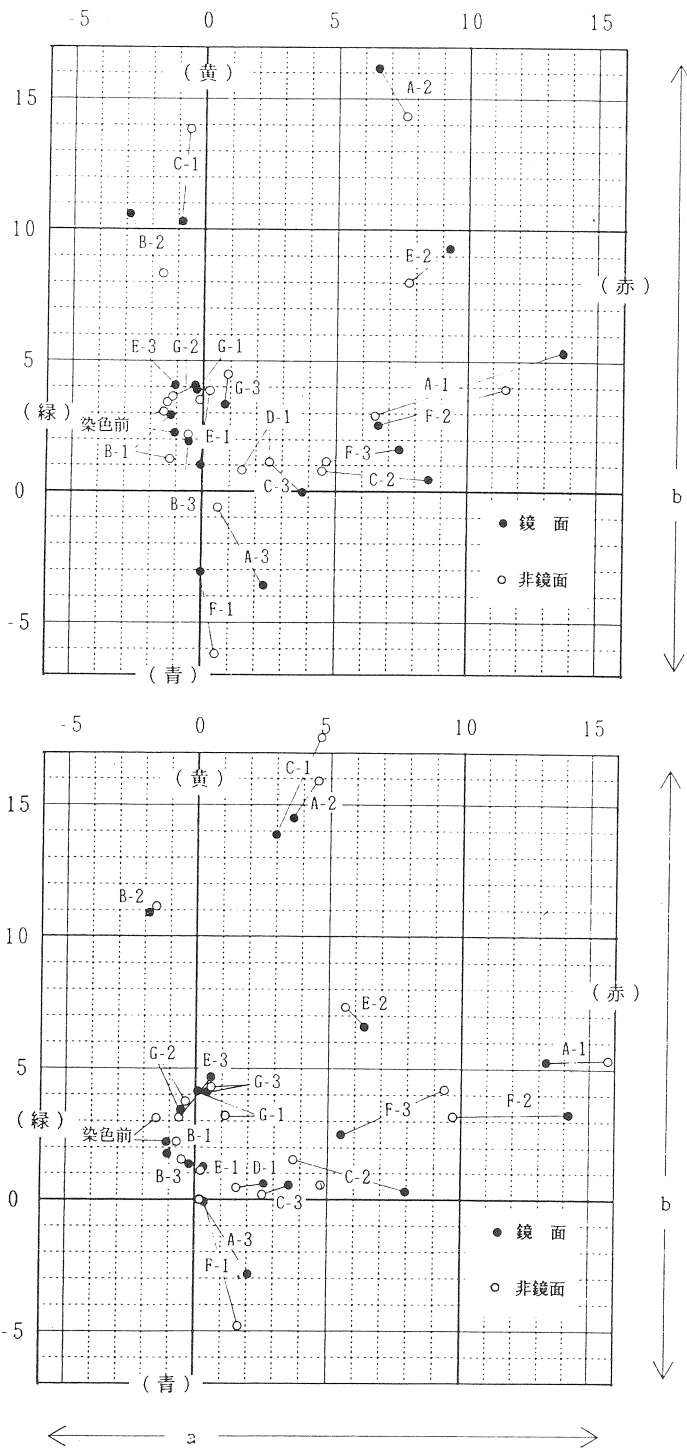
(ホ) 染料と色相・彩度

図3に5・24時間染色供試体a-b図を示す。

A-1, A-2, B-2, C-1, C-2, E-2, F-2, F-3, 等黄色・赤色系統の染料で彩度が大きくなっている。その反面, F-1, A-3, のような青色系統のものでは測定器による評価は肉眼で感じる程には高くないようである。最終的な評価は肉眼が望ましい。

写真1に各染料で染色した供試体の写真を示す。

又、浸漬時間による違いはあまり見られず表5から判断しても浸漬時間は1時間で充分と思われる。



(上 : 5 hr / 下 : 24hr)

図3 5・24時間染色時の供試験体の a-b 図



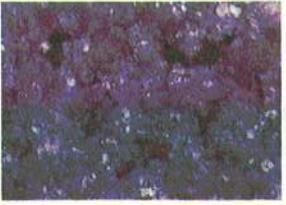















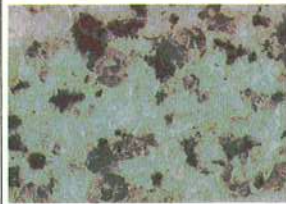
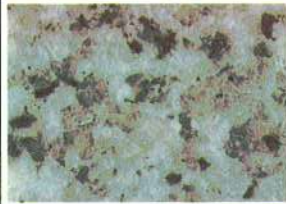

溶剤	NO	1	2	3
水溶性染色剤	A			
	B			
	C			
	D			
非水溶性染色剤	E			
	F			
水溶+焼成	G			

写真1 岩石（花崗岩）の染色による色調

(ハ) 染料・浸漬時間と浸透深さ、及び浸透深さと着色の度合い

表5, 図4に見られるように, 染料によってその浸透力にかなりの大小がありB-2, C-1, E-2, F-1, F-2では浸漬一時間で供試体の中心部まで染色した。

しかし, 表5, 図2・3及び写真1から判断して浸透力と染色の度合いとはあまり関係がないと考えられる。

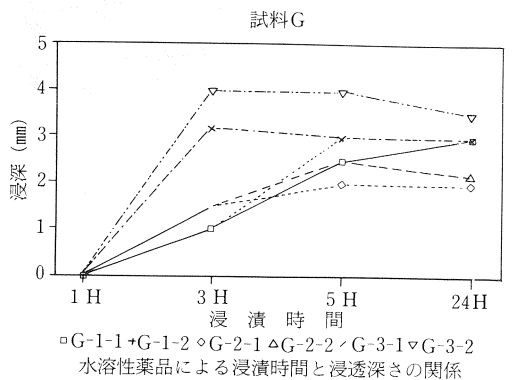
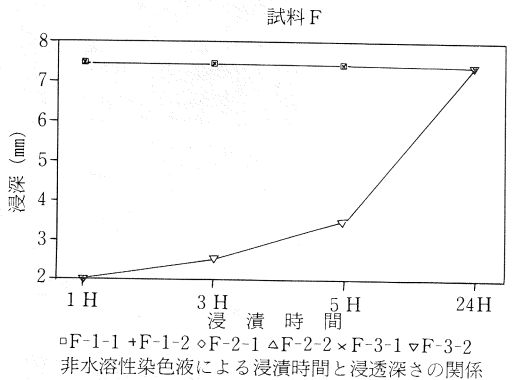
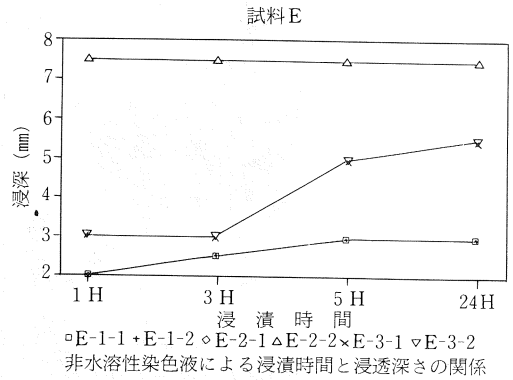
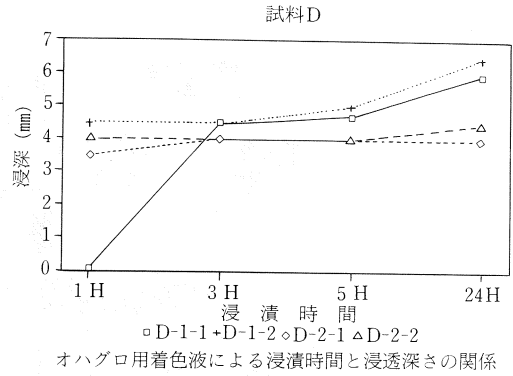
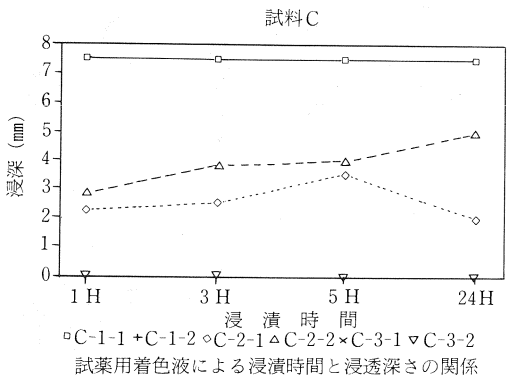
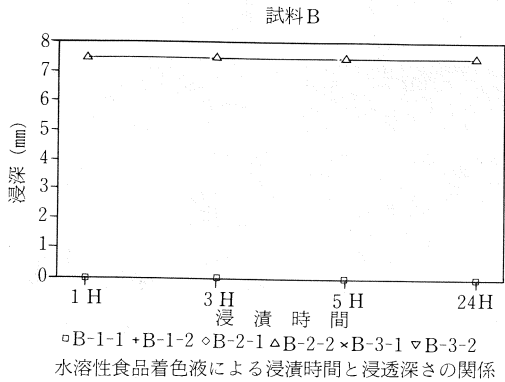
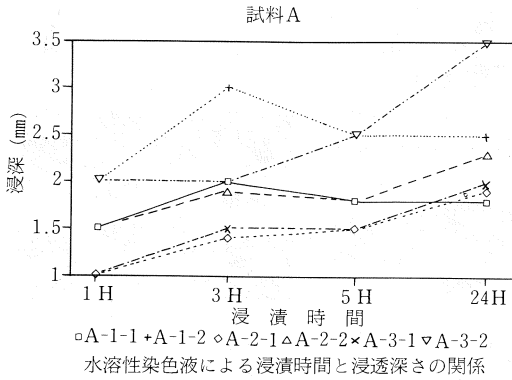


図4 浸透深さに及ぼす浸漬時間の影響

反面、染料の溶出や退色、媒染さらに傷がつくこと等、耐久性を考えると1~2mm程度染料が石材中に浸透していることが望ましい。

(b) 染料と染色むら

写真1からも分かるように、結晶により染色の度合いが異なることから色ガラスをのせたように一様には染色されず、着色の濃淡で斑模様になっている。

特に白色結晶の一部に究めて染色されにくいものがあり、濃く染色された供試体ではかえってこの部分が目だって見える、従って染料の表面着色による発色と浸透によるそれとのバランスのとれた染料を選ぶか、あるいは染料が均等に浸透する石材を選定する必要がある。

またこのことから、少なくとも本研究において使用した石材の場合、染色は石材が最終形状に成ってから行い、染色後の加工は極力行うべきでないと考ええる。

(c) 被染色物からの染料の溶出試験

染色した供試体を120°Cで乾燥、シリコン系オイルを岩石の表面へ塗布した後、再度乾燥してから水及び温水に最長で24時間浸漬した後、水の吸光度を測定し、染料の溶出度合いの目安とした。

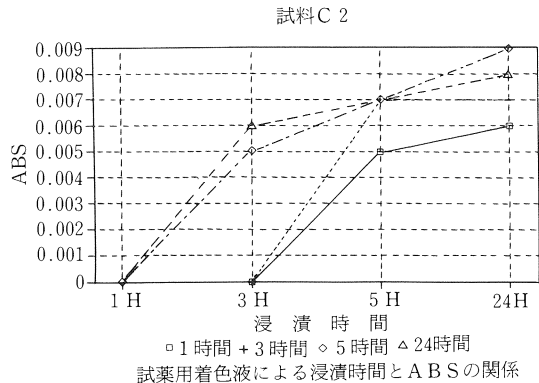
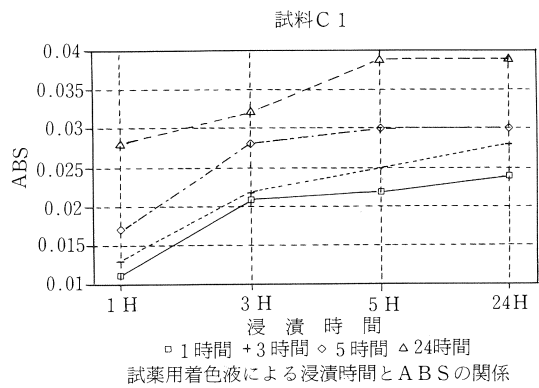
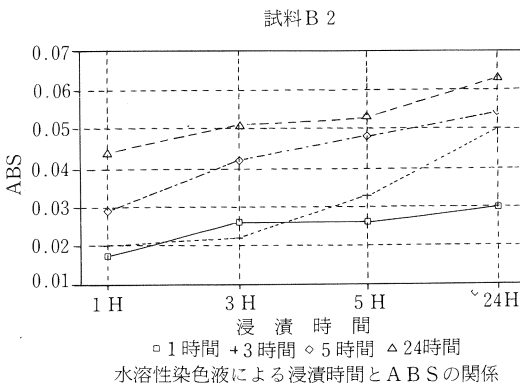
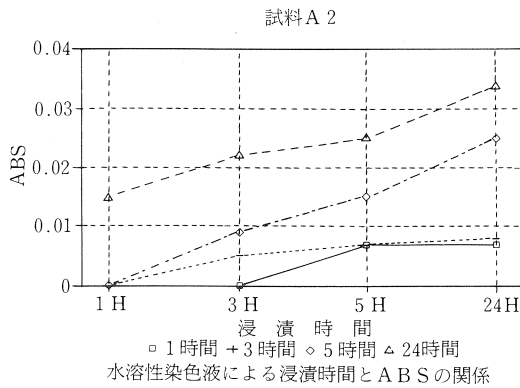
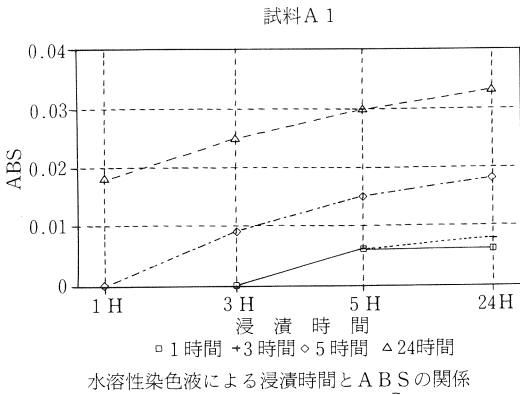


図5 溶出濃度に及ぼす浸漬時間の影響



試験は全試料について行ったが、検出されたのは全て水溶性染料で染色かつ温水で溶出させた試料のみであった。溶出の認められた試料のみその試験結果を図5に示す。

溶出が認められたのはA-1, A-2, B-1, C-1, C-2, といった5つの染料を使用したもので、グラフの横軸には温水に浸漬した時間、縦軸には吸光度を取った。また各染料毎に染色時間を4通りとしこれを染料毎に5つのグラフにまとめた。

吸光度 (ABS) が0.01前後の場合、肉眼で僅かに着色を感じる程度であるが、0.05となるとかなりの着色を感じる。

染料の溶出量は試験 (浸漬) 時間が長くなるほど多くなる。また、染色時間の長い供試体、すなわちより濃染されたものほど ①一定時間内の溶出量 ②溶出量の絶対値 共にいずれの染料でも大きくなっている。

以上は溶出試験において染料の溶出が検出されたものについての試験結果である。しかし、これら溶出が見られた試料も試験後、再度シリコンオイルを含浸させた後、改めて溶出試験を行った結果、5つの染料とも溶出は見られなくなった。

このことから、水溶性染料であっても後処理を繰り返すことにより、非水溶性染料と同等の耐水性を得ることが可能であると考えられる。

#### (II) 耐熱試験 (退色)

染色後、供試体を熱風乾燥し、色の耐熱性について試験した。試験結果を表8に示す。

一般に染料の退色限界は130°C程度といわれるが本実験では150°C位になってから退色が始まった。

特に染料D-2, 金属の着色に用いるオハグロは180°Cでも全く異常が認められなかった。また染料B-1, E-2, は170°Cに、染料A-3, B-3, C-3, E-1, F-1, F-2, は160°Cになっても退色は認められなかった。今回の実験で使用した範囲では黄色系統の染料がいち早く退色を始めたが、偶然か理由があるかは不明である。

又、試料G-3は染色法が他と異なり硝酸銅液の含浸後、200~300°Cで焼成した後での試験であるため500°Cまで加熱してようやく退色した。

全般的に水溶性染料の方が退色し始めるのが早いように思えるが、どちらも190°C以上になると退色の

度合いが大きくなり区別できなくなった。

#### (I) 耐光試験 (退色)

この評価試験は、本来は、屋外へ何年間も放置する (暴露試験) かカーボンアーク法で行うべきであるが、本研究では簡易法として紫外線の多く出る蛍光灯を用い現在、試験を継続中である。数カ月後に何らかの結果がでることを期待している。途中経過を表8に示す。

#### (3) まとめ

石材のカラー化を目的に、染色及び染色後の染料の溶出防止の試験を行いその結果、①~⑥に示す知見を得た。

① 粒界面に沿って染料が浸透してゆくため、使用する石材はかこう岩や大理石のような結晶の発達しているものが良い。

② 染色剤には、水溶性、非水溶性とも岩石に浸透し易い分子構造であること、又染色後 溶出、退色されないことが必要である。溶出防止にはタンニン酸及び酒石酸等を、退色防止には紫外線吸収剤等を用いることにより変色等を防止できる。

③ 染色方法は、水溶性染料では煮沸含浸、非水溶性染料では溶剤 (メチルエチルケトン、酢酸エチル、メタノール等) に常温浸漬した。オートクレーブ法では染料が変質し染色出来なかった。

④ 染色液に長時間浸漬したもの程濃く染まり、染料の浸透深さも深くなるが実用上は一時間程度で充分と考えられる。

⑤ 結晶によって染色のされ易さが異なるため、着色の濃淡を生じ斑模様になりやすい。石材、染料染色法の組み合わせで、出来るだけ色ムラが目立ぬようにする必要がある。また、染色後に石材を加工することは、染色の濃淡をより目立たせることになるため避ける必要がある。

⑥ 染色後の溶出防止にはシリコン系オイルを数回 (2回以上) 繰り返し含浸すれば、水溶性染料を用いても溶出は起こらない。また、耐光性の向上にも効果が期待できる。

#### (4) おわりに

本研究では染料として繊維用、食品用の染料、分析指示薬及び金属の腐食剤を用い御影石の染色を行った結果、石材の染色が可能であることを明らかにした。また、シリコン系オイルで後処理を施すこと

表8 被染色物の耐熱・耐光性

・測定方法：目視（染色処理後切断し片方を見本用，片方を耐色試験に用いた）

評価		耐熱試験（熱による退色）								耐光試験（紫外線による退色）					
記号	番号	温度（℃） 各温度10分間保持								出力30W，距離3cm，連続点灯					
		130	140	150	160	170	180	190	200	5日	1週間	2週間	4週間	8週間	16週間
A	1	0	0	0	1	1	2	3	4	0	0	0	0	0	
	2	0	0	1	1	2	3	3	4	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	1	2	3	3	0	0	0	0	0	
B	1	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	1	1	2	4	4	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	1	2	3	4	0	0	0	0	0	
C	1	0	0	1	1	2	3	4	4	0	0	0	0	0	
	2	0	0	1	1	2	3	4	4	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	1	1	3	4	0	0	0	0	0	
D	1白	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	
	2黒	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	
E	1	0	0	0	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	1	1	2	4	4	0	0	0	0	0	
F	1	0	0	0	0	1	2	3	3	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	1	1	2	4	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	1	2	2	3	4	0	0	0	0	0	
G	1	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

（0：変化なし，1：やや薄くなる，2：退色が認められる，3：かなりの退色，4：脱色）

※未記入は測定継続中

により，染料の再溶出を防止することに成功した。  
 しかしながら，実用化するには実際の使用時を想定した試験，染料の長期安定性（長時間の日光堅牢度等）や染料の媒染，住宅用洗剤等との反応性等々被染色物の耐久性について十分な試験を行う必要がある。

これから資源が不足してくる中で少しでも人工的に染色された石材が街の中に登場できれば幸いである。

最後に，染色剤の提供をいただいた三菱化成顔料テクニカルセンターの早貸氏，台糖株式会社の乾氏及び関係者に対し謝辞を申し上げます。

参考文献

原色岩石図鑑 (保育社)  
 色に関する事柄 (日本電色工業)  
 金属の着色について (大分県工業試験場報告 s 53 年度)