

試験場報告 16 号分冊

デ ザ イ ン 科

昭和 60 年 11 月 1 日

高 知 県 工 業 試 験 場

深海サンゴの色彩分光特性

仲 村 譲

Spectral Characteristics of Deep Sea Corals

Yuzuru NAKAMURA

ミッドウェー沖産の深海サンゴの色彩に関する基礎データを紹介した。

可視光波長域において、分光反射率は490～500nmで最も低くなった。また、405±5nm、510±5nmに微少の反射率増があり、高明度のサンゴほど顕著であった。

視感選別を行った場合、高明度のサンゴほど誤差が大きくなるが、これは深海サンゴの特徴とされる色ムラに起因している。

1. ま え が き

装飾用サンゴの品質を決定する要素としては、色彩、光沢、形状、傷などが考えられる。しかし、これらの要素はサンゴの生理機構と密接な関係を持つもので、その生成発現を支配する主要因子が本質的に解明されていないため、品質管理技術も十分に確立されているとはいえない。

DELE-DUBIOS¹⁾らは、ラマンスペクトル法によって、天然サンゴの色が海棲動物体内に濃集されたカロチノイド色素によるものであるとしているが、その種類については詳細していない。

また、今井²⁾によって、サンゴの種類による有機物の含量と結晶子の大きさの違いが指摘されているが、まだ品質管理に応用できるには至っていない。

県内サンゴ業界では、取引の適正化による生産と流通の合理化、効率化をはかる研究がすすめられている。

こうした理由から、業界に協力して品質管理技術の改善と体系化をはかるために、サンゴの経済的形質としてもっとも重要視される色彩について、赤サンゴに続いて³⁾、深海サンゴの特性を比較した

ので、若干の考察を加えて報告する。

2. 実 験

2.1 測色試料

装飾用サンゴ⁴⁾として工芸的に使用されるサンゴ材料は、生物学的には岸上⁵⁾によって、日本近海産の3種、アカサンゴ(*Corallium japonicum* Kish.)、モモイロサンゴ(*Corallium elatius* Riddey)、シロサンゴ(*Corallium konojoi* Kish.)と、地中海産のモモイロサンゴ(*Corallium rubrum*)が知られている。

しかし、昭和54年より、ミッドウェー沖の水深800～1,200mからサンゴ採取が始まり、これまでの水深100～500mとは比較にならない深さであるため、サンゴ業界では深海サンゴと慣用的に呼称している。形状、色彩、分布状況からも新種と考えられるがまだ学名はつけられていない。したがって、ここではその名称を用いた。

測色に供したサンゴは、表1の通りである。すなわち、昭和59年に採取したミッドウェー沖産深海サンゴに球形加工を行い、その中から一通りの色が含まれるように視感選出を行い、直径の近

似した70個を標準サンプルとした。さらに、視感明度比較によって、低明度のものから10個づつ、AグループからGグループに選別し、各グループ内の順位も低明度のものから並べ測色を行った。

た。

また、深海サンゴ特有の色ムラを考察するため、Gグループ相当の高明度のもの10個をWグループとし、白色部測色用とした。

表1. 測色試料とその性状

測 色 試 料		配 列	選 別 条 件	形状	直径 (mm)	測色個数
標準サンプル	Aグループ	A(10)	↑ 低 明 度 ↓ 高 明 度	球形	10.20~10.50	各10
	Bグループ	B(10)				
	Cグループ	C(10)				
	Dグループ	D(10)				
	Eグループ	E(10)				
	Fグループ	F(10)				
	Gグループ	G(10)				
白色試料	Wグループ	W(10)	Gグループ相当	球形	10.25~10.50	10

2.2 測式法

本研究では、リトロ型グレーティング・ダブルモノクロメータ分光器を採用した307型カラーアナライザ(日立製作所製)によって測色を行った。本機は自記分光光度計とAD変換器を一体化しており、X-Yレコーダによる分光反射率曲線の記録および、パーソナルコンピュータ(PC-9801F, 日本電気製)との接続により、三刺激値(X, Y, Z), 色度座標(x, y), 主波長(λ_d), 刺激純度(P_e), マンセル値(H, V, C)等の演算処理が行えるように構成されている。

測色は、付属の微少面積測定装置を並用し、試料面積を5×6mmに縮小し、波長370~780nmの範囲で行った。なお、標準サンプル測定においては、色彩に大きく影響するほどのキズ、視感比較区分を極端に狂わせると考える色ムラなどが存在する場合、これらが測定面に現われないよう

に極力注意してサンゴを試料台にセットした。また、Wグループの試料については、白色部測定のため、色味のもっとも無いところをセットした。

ただし、どちらの場合も、サンゴ特有の巻き状層による微少の色ムラは避けることができなかった。

3. 結 果

3.1 深海サンゴの分光反射率曲線

図1にミッドウェー沖産深海サンゴの分光反射率曲線を示した。

図1に示した曲線は、標準サンプルの測色試料の中から、特徴的と思われる12試料と、Wグループの1例である。したがって、Wグループ以外のその他の試料はすべてこの測定曲線領域内に存在している。

深海サンゴは、分光反射率曲線からほぼ同一タイプとみなすことができる。共通する特徴として

は、 $490 \sim 500 \text{ nm}$ の波長域で反射率が最も低くなった。また、 $405 \pm 5 \text{ nm}$ 、 $510 \pm 5 \text{ nm}$ に微少の反射率増大がみられ、これは高明度のグループほど顕著であった。

細分類を考えるならば、4つのタイプに分けられる。

第Ⅰは、A(1)、A(5)、B(5)に示した低明度のタイプであり、この種類のサンゴは、 $530 \pm 5 \text{ nm}$ から立ちあがりを見せ、 $700 \pm 10 \text{ nm}$ で最高となり、以後わずかに減少をつづけた。主波長はそれぞれ、 606.8 nm 、 605.5 nm 、 604.3 nm であった。

第Ⅱは、B(8)、C(5)、D(5)、E(1)に示した中明度のタイプであり、この種類のサンゴは、 525

$\pm 5 \text{ nm}$ から立ちあがりを見せ、 $710 \pm 15 \text{ nm}$ で最高となり、以後わずかに減少をつづけた。主波長はそれぞれ、 602.9 nm 、 602.9 nm 、 602.6 nm 、 598.5 nm であった。

第Ⅲは、E(5)、F(5)、G(3)に示したやや高明度のタイプであり、この種類のサンゴは、 $530 \pm 5 \text{ nm}$ から立ち上がりを見せ、 $650 \pm 5 \text{ nm}$ で最高となり、以後わずかに減少をつづけた。主波長はそれぞれ、 601.9 nm 、 606.3 nm 、 612.3 nm であった。

第Ⅳは、G(7)、G(8)に示した高明度のタイプであり、この種類のサンゴは、 $525 \pm 5 \text{ nm}$ から立ちあがりを見せ、 $620 \sim 655 \text{ nm}$ で最高となり、以後わずかに減少をつづけた。主波長はそれぞれ、

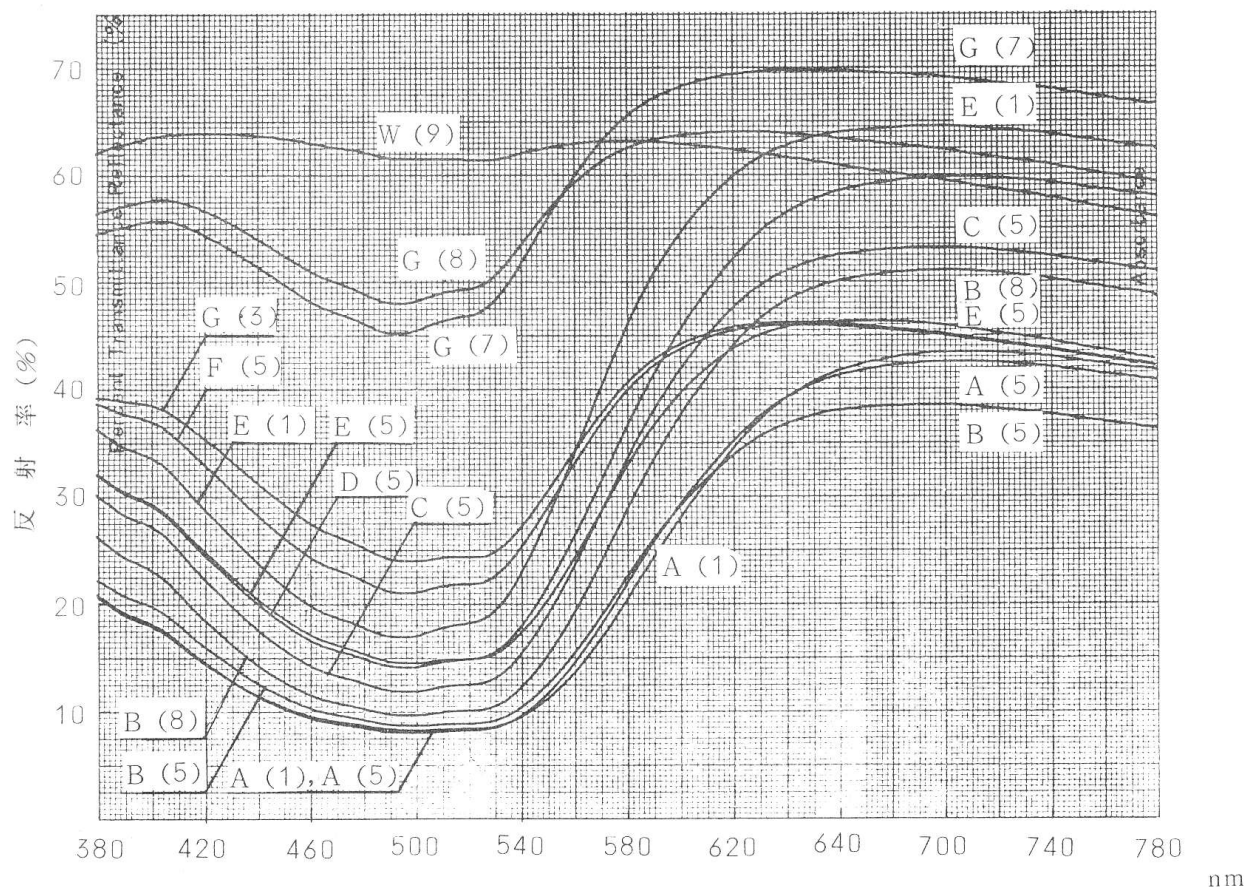


図1. ミッドウェー沖産深海サンゴの分光反射率曲線

596.2nm, 598.4nmであった。

したがって、一般的に明度の高いサンゴほど主波長が短波長側による傾向があると考えられるが、F(5)、G(3)などのようになるのは、深海サンゴ特有の色ムラの影響によると考えられる。また、W(9)のように、球形の測色部をその見かけ上の色彩を無視して極端に白色部においた場合、高明度、低彩度の測色値となり、視感選別と機械選別による誤差の原因として、色ムラを考慮しなければならないと考えられる。

図2にWグループの分光反射率曲線、表2に測

色値の一部を示した。W(3)、W(4)などの分光曲線からは、標準サンプルに認められるような反射率の変化を識別することは難しい。しかし、その他の試料には、490～500nmの波長域での反射率の減少などがみられ、色味のあるものほど顕著であった。

したがって、深海サンゴの色は、骨軸中に含まれる色素によって発色しているものと考えられるが、同一系統色からなっており、分光反射率測定によって、ほぼ同種のサンゴを識別することが可能である。

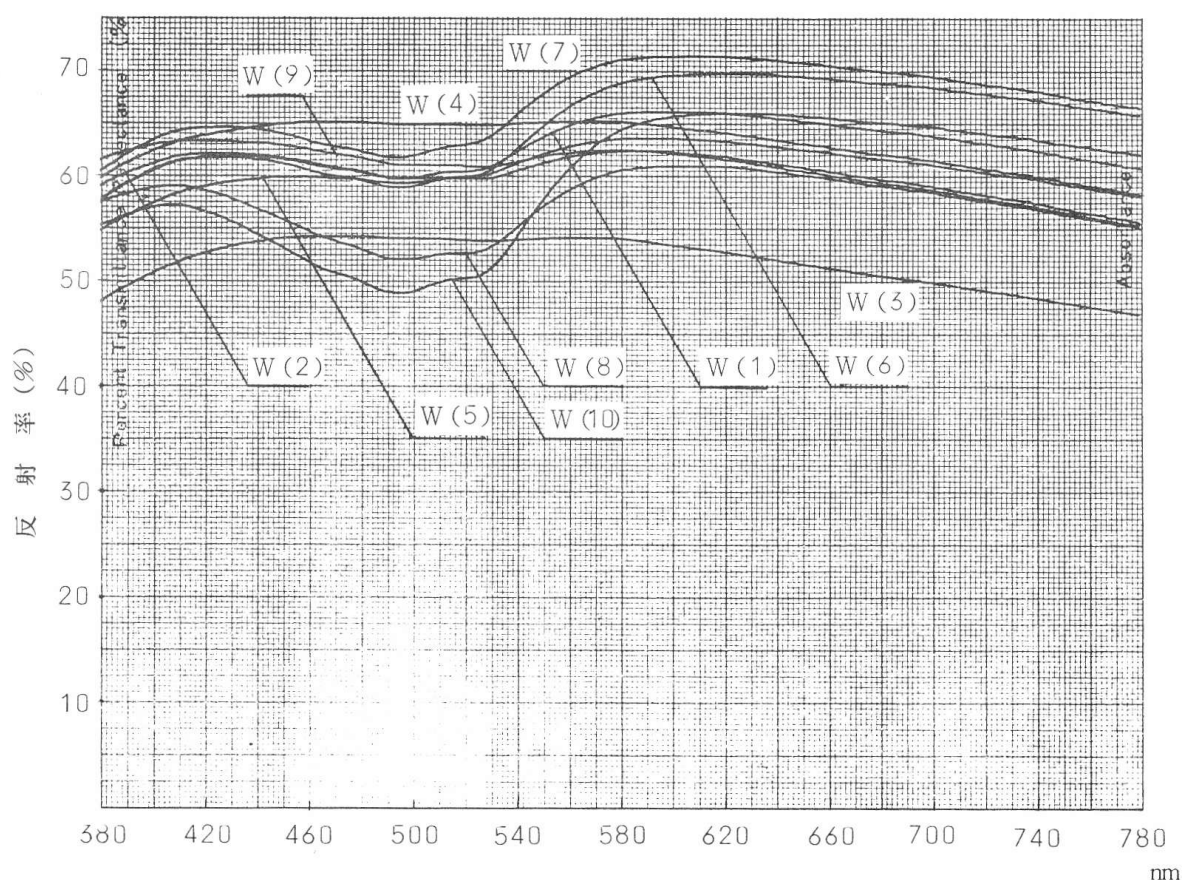


図2. 深海サンゴ (Wグループ) の分光反射率曲線

表 2. 深海サンゴの測色値

	試料	色度座標 x y	刺激値 Y	刺激純度 (%)	主波長 nm	マンセル値 H V C
I	A (1)	0.4392 0.3268	16.02	37.43	60.68	5.7 R 4.6/7.1
	A (5)	0.4314 0.3288	19.00	35.88	60.50	6.0 R 4.9/7.0
	B (5)	0.4280 0.3295	18.84	35.16	60.43	6.2 R 4.9/6.8
II	B (8)	0.4292 0.3332	23.23	39.15	60.29	6.7 R 5.4/7.9
	C (5)	0.4149 0.3300	25.85	31.78	60.29	6.3 R 5.2/6.9
	D (5)	0.4179 0.3310	29.89	32.86	60.26	6.3 R 6.0/7.5
	E (1)	0.3926 0.3330	41.74	26.62	59.85	7.2 R 6.9/6.3
III	E (5)	0.3886 0.3277	30.83	24.13	60.19	6.1 R 6.1/5.6
	F (5)	0.3600 0.3206	34.94	14.56	60.63	4.3 R 6.4/4.2
	G (3)	0.3547 0.3175	35.22	12.31	61.23	2.9 R 6.4/4.0
	G (7)	0.3447 0.3248	58.09	11.59	59.62	7.3 R 7.9/3.2
IV	G (8)	0.3243 0.3191	60.14	4.60	59.84	6.0 R 8.1/1.8
W グ ル ー プ	1	0.3181 0.3213	64.83	3.53	58.3.9	5.3 YR 8.3/0.6
	2	0.3116 0.3181	67.83	0.93	57.4.4	5.8 Y 8.5/0.1
	3	0.3108 0.3179	56.32	0.66	56.6.7	5.8 GY 7.8/0.1
	4	0.3202 0.3207	66.59	3.93	58.8.8	1.4 YR 8.4/1.0
	5	0.3140 0.3165	64.06	1.14	60.6.5	3.1 R 8.3/0.6
	6	0.3262 0.3229	68.12	6.13	58.9.7	0.8 YR 8.5/1.6
	7	0.3240 0.3228	70.82	5.51	58.7.9	2.0 YR 8.6/1.3
	8	0.3229 0.3184	60.58	4.04	60.0.2	5.3 R 8.1/1.7
	9	0.3119 0.3157	64.58	0.53	—49.4.0	7.3 RP 8.3/0.4
	10	0.3354 0.3239	61.22	8.86	59.3.7	8.4 R 8.1/2.5

3.2 深海サンゴの色度点

分光反射率曲線より三刺激値を算出し、深海サンゴの色を $X_{10} Y_{10} Z_{10}$ 表色系における色度図に示すと、図3のようになった。

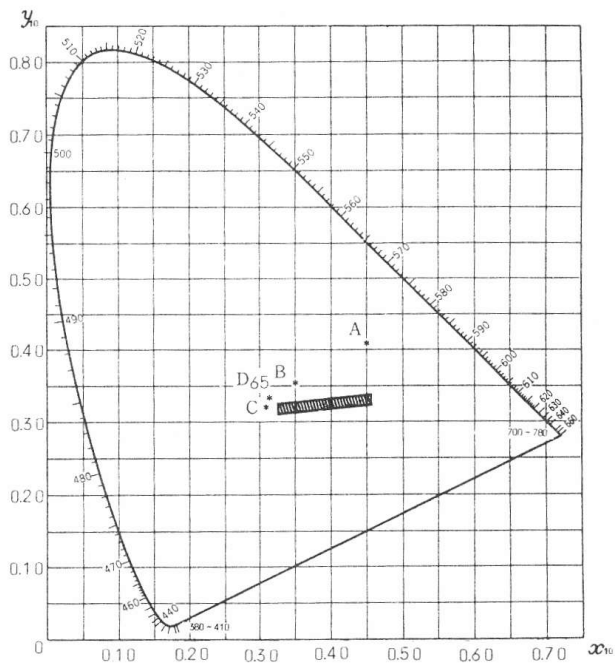


図3. 深海サンゴの $X_{10} Y_{10} Z_{10}$ 色素系における色度図

すなわち、標準サンプルのサンゴは $(0.3243, 0.3276)$, $(0.3243, 0.3131)$, $(0.4556, 0.3235)$, $(0.4556, 0.3380)$ の四つの点で囲まれた色領域に分布した。

色領域はほぼ平行の帯状に分布していたが、比較が困難なため、図4に部分拡大を行った。また、図5にWグループの測定値を示した。

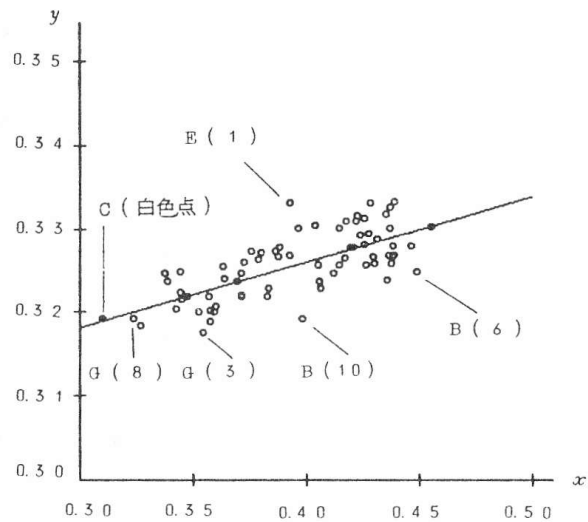


図4. 深海サンゴ(標準サンプル)の部分色度図

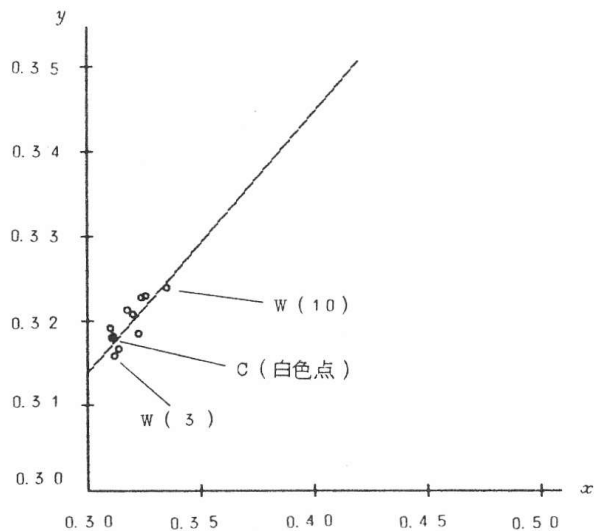


図5. 深海サンゴ(Wグループ)の部分色度図

標準サンプルの深海サンゴは

$$y = 0.0793x + 0.2943$$

の一次式で表わされる回帰直線にそって分布し、相関係数は、0.704であった。

したがって、

$$x = 0.3104 \quad \text{のとき}$$

$$y = 0.3189 \quad \text{となり、}$$

これは、標準の光Cの白色点(0.3104, 0.3190)とほぼ一致すると考えられる。

すなわち、深海サンゴの品質管理に色彩を利用しようと考えた場合、この一次式にそって等級区分を行えば数値的な指標が得られやすいと考えられる。

Wグループの白色部については、

$$y = 0.3091x + 0.2211$$

の一次式で表わされる回帰直線にそって分布し、相関係数は、0.845であった。試料数が少ないため問題もあるが、色領域は白色点Cの近辺に集まり、ほぼ一定の方向に分布していた。

4. 深海サンゴの選別法に関する考察

装飾用ネックレスの選別工程において色合せの難しさがよく指摘されるが、深海サンゴでは、単純なサンゴ内部の色素量の違いによる刺激純度のバラツキばかりではなく、全骨軸内をおおっている色ムラに起因していると考えられる。

この色ムラは、加工工程で取り除けるものではなく、したがって、深海サンゴの形質と認め、色ムラを考慮した選別を行わなければならない。

現工程における選別区分は、製造業者間で異っており、加えて選別等級の再現性は感覚的なものに大きく左右されている。今回の調査においても、標準サンプルを視感明度比較により、7グループに等級区分を行ったが、グループ内誤差の違いによっても、選別および等級区分の難しさが理解できる。

表3に標準サンプルのマンセル値による測色差を示した。

全体的に、低明度のグループほど差が少なく、白色部の多い高明度のグループほど色ムラを強く感じると考えられる。

図6にAグループとGグループの部分色度図を示した。

低明度のAグループは、色度点が集中しているが、高明度のGグループはかなり分散しており、この傾向は高明度なグループほど顕著であった。

また、図7、図8にAグループとGグループの分光反射率曲線を示したが、反射率曲線領域幅の広がりも高明度なグループほど顕著であった。

したがって、機械選別法を考える場合、この色ムラによる測色誤差をどのように補正するかが今後の課題である。また、現選別工程における視感選別法を安定化させるためには、視感比較法等が望ましく、等級区分別比較サンプルの作成が必要である。そのために、色差計や色彩分光測定装置を使用した機械測色と色度図を利用したサンゴ等級区分表などの活用が考えられる。

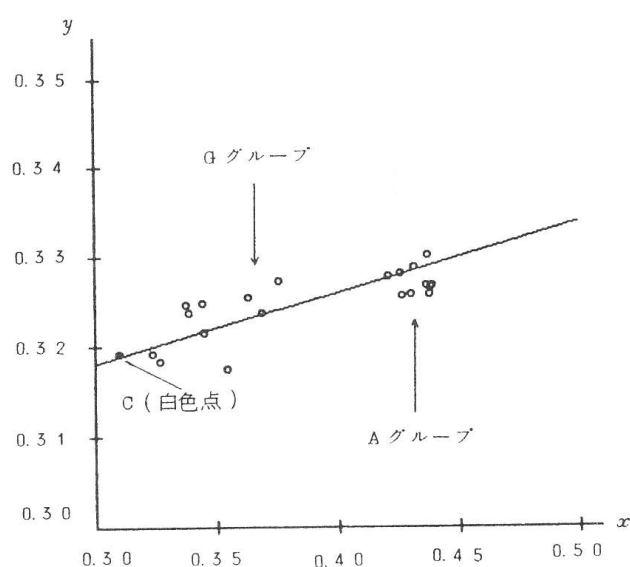


図6. AグループとGグループの部分色度図

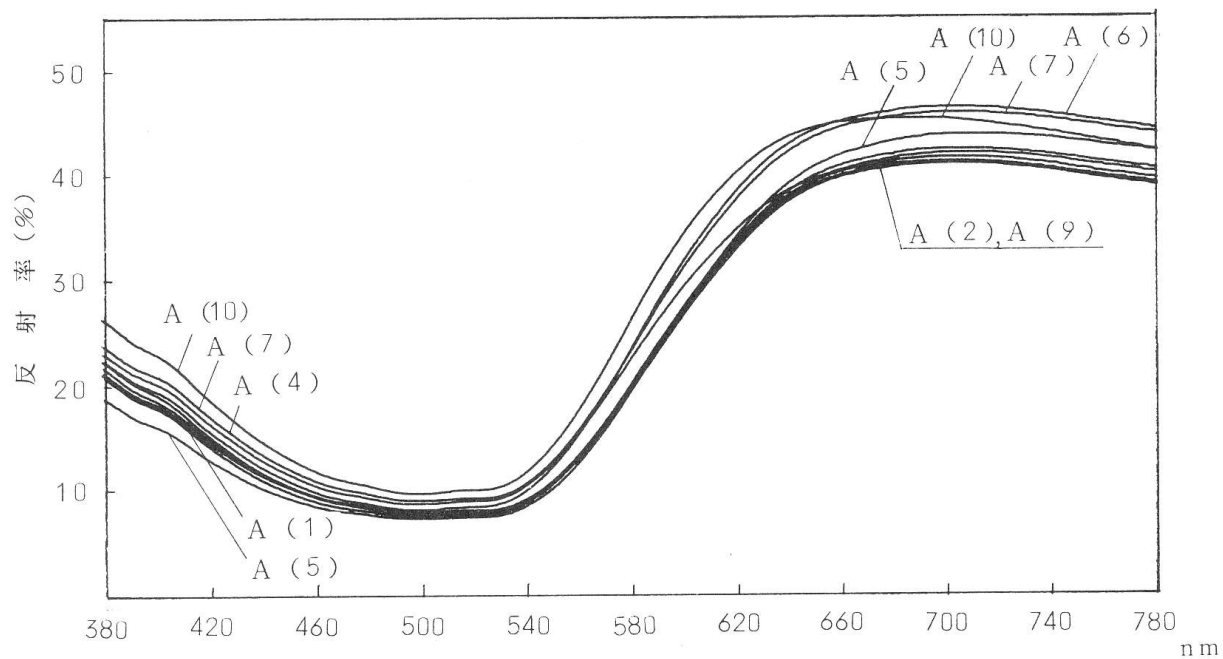


図 7. 深海サンゴ (A グループ) の分光反射率曲線

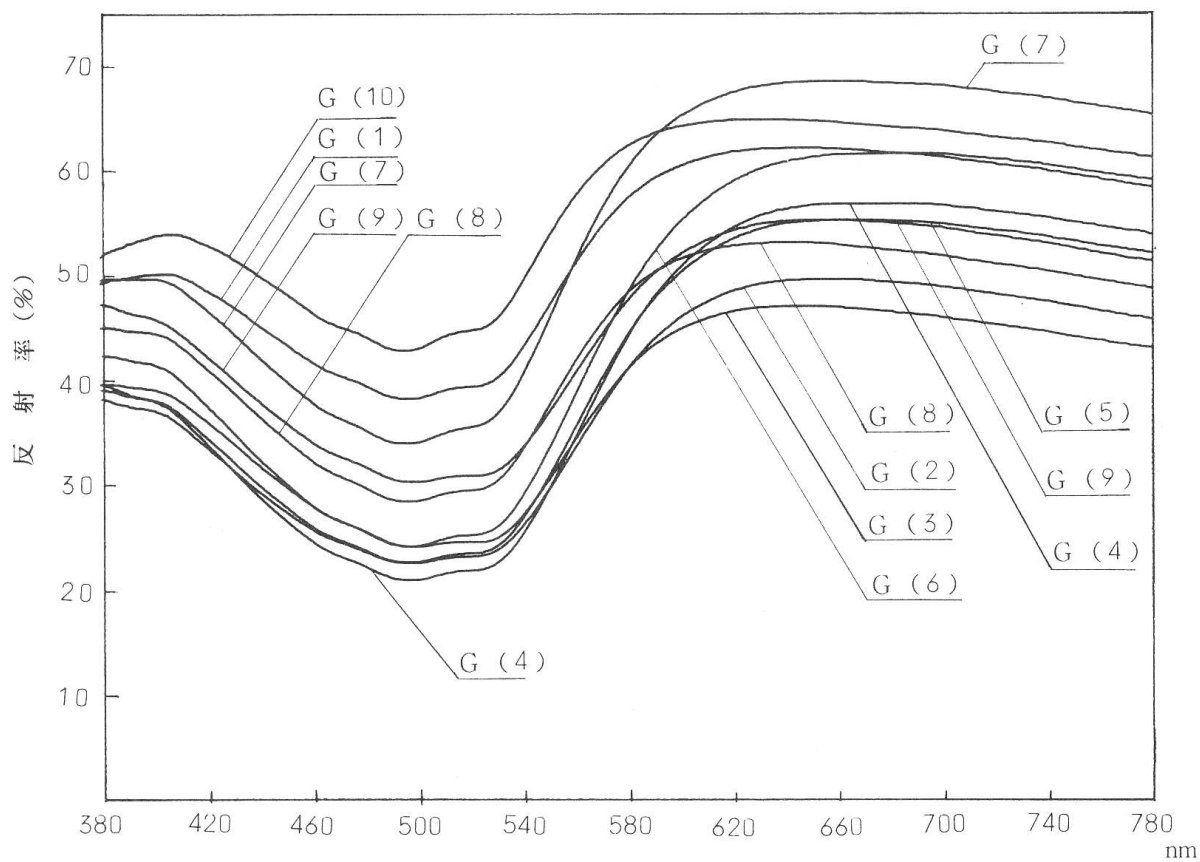


図 8. 深海サンゴ (G グループ) の分光反射率曲線

5. まとめ

深海サンゴの発色は、骨軸内の有機的色素によっていると考えられるが、色彩分光反射率曲線による吸収スペクトルだけでは、有機成分の決定は不可能であった。

しかし、 $490 \sim 500 \text{ nm}$ の波長域における反射率最低点の有無、 $405 \pm 5 \text{ nm}$ 、 $510 \pm 5 \text{ nm}$ における微少の反射率増を調査することによって、種族同定を行うことができると考えられる。

ただ、他種の装飾用サンゴが同一色素によって発色している場合、吸収スペクトルが類似すると思われるので、今後の調査を待たなければ言及することはできない。しかし、赤サンゴの色彩分光特性³⁾とは明らかに相違点を見出すことができた。

最後に、本測定に微少面積測定装置を並用し、試料面積を縮小したこと。また、球形試料を使用したことなどから測定値にわずかながら誤差の生じている可能性が考えられる。これは、同機種を用いて比較する場合には問題にならないが、日本工業規格に一致させるためには何らかの補正が必要である。また、試料直径が 10.0 mm 以下となる

場合、視感的にみて、刺激純度がやや低く表われていると思われた。

この報告をまとめるにあたり、貴重な参考資料をご提供下さった養殖研究所大村支所長、和田浩爾博士、国立科学博物館分館、奥谷喬司博士、ならびにマンセル変換プログラムの修正にご尽力下さった株式会社デジットシステム、馬場世津子氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) M. L. DELE-DUBOIS · J. C. MERLIN : ジェモロジイ, No.152, p.19 (1982)
- 2) 今井清方 : 高知工試報告, No.11, p.28 (1980)
- 3) 仲村 譲 : 昭和58年度技術指導施設費補助金研究成果普及講習会資料, p.1 (1984)
- 4) 仲村 譲 : 高知工試報告, No.10, p.105 (1979)
- 5) 岸上 鎌吉 : 水産調査報告, Vol.14, No.1, p.1 (1904)