

# 海洋深層水を利用した宝石サンゴの飼育試験

高知県海洋深層水研究所 〒781-71 室戸市室戸岬町字丸山7156

高知県漁業振興課\* 〒780 高知市丸の内1-7-52

上野 幸徳、 田島 健司\*

Culture of Precious Coral using the Deep Seawater in Aquaria

Yukinori Ueno, Kenji Tashima\*

Kochi Deep Seawater Laboratory

7156 Maruyama, Murotomisaki-cho, Muroto, 781-71

Fisheries Promotion Division of the Kochi Prefectural Government\*

1-7-52, Marunouchi, Kochi, 780

Recently, the yield of precious coral have been gradually decreasing, consequently, people have come to think the necessity of researching about the stock management and cultivation of precious coral to develop as permanent coral fisheries. There has been little research, however, on rearing and cultivation of precious coral, as these live and grow in the deep sea floor at depths of 100 to 400 meters.

We tried to cultivate specimens of AKA-SANGO (*Corallium japonicum*), using the deep seawater in aquaria. We consequently succeeded in keeping some of the specimens in good condition of aquaria, and experimented a few. As a result, it was confirmed as follows. (1) The suitable temperature for cultivation of AKA-SANGO is between 13 to 18 degrees Celsius. (2) Light and pressure are not necessary for the survival of AKA-SANGO. (3) The light effects on the anthopolyp activity according to strength and/or quality. (4) The anthopolyp is activity responsive to zooplankton and slender mysid pieces. (5) AKA-SANGO has an ability to distinguish the things are suitable for food or not. (6) *Artemia* nauplius is large for AKA-SANGO, suitable food is rotifer. (7) We found new anthopolyps growing

on the sections of branches.

## 1. はじめに

日本近海の「宝石サンゴ」はアカサンゴ (*Corallium japonicum*)、モモイロサンゴ (*C. elatius*) 及びシロサンゴ (*C. konojoi*) の3種類で、小笠原諸島、伊豆諸島から四国、長崎沖、奄美群島、沖縄、台湾近海などの水深100~400mの海底に生息している。<sup>1,2)</sup> 古くから宝石として、また、工芸品に加工されて珍重されてきた。<sup>3,4)</sup> しかし、今日では採集量が減少し、<sup>5)</sup> 適正な資源管理と増殖についての研究が必要であると考えられるようになった。<sup>6,7)</sup> しかしながら、これらの「宝石サンゴ」は水深100mから400mの海底の岩上や岩棚に固着して生息するため、飼育や増殖に関する検討はほとんどなされていない。

ここでは、高知県海洋深層水研究所の深層水を用いてアカサンゴの飼育を試みたところ、アカサンゴ群体を2年以上の長期に亘り生存させることに成功したので、その飼育技法及び飼育観察の結果について述べる。

## 2. 飼育に使用した深層水の性状

飼育に使用した当研究所の深層水は高知県室戸岬の距岸2,200m、水深320mから取水される海水で、次のような特徴がある。取水層の水温は8~

9℃台で、塩分は34‰で安定している。溶存酸素は4 ppm程度で表層水に比べて2～4 ppm少ない。海水中の無機栄養塩類である硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) の濃度は12～26ppm、磷酸態磷 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) の濃度は1.1～2.0  $\mu\text{M}$ 、珪酸態珪素 ( $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ) の濃度は33.9～56.8  $\mu\text{M}$ で、表層水に比べて数倍から数十倍も豊富である。溶存態有機物 (TOC) の濃度は表層水に比べて約1/2の濃度である。総菌数は表層水に比べると10～100分の1程度と少ない。取水される深層水の性状を表層水と対比して表1に示した。

表1 深層水と表層水の性質

項目	深層水	表層水
水温 (°C)	8.1～9.8	16.2～24.9
塩分 (‰)	34.3～34.4	33.7～34.8
DO (溶存酸素) (ppm)	4.1～4.8	6.4～9.5
$\text{NO}_3\text{-N}$ ( $\mu\text{M}$ )	12.1～26.0	0～5.4
$\text{PO}_4\text{-P}$ ( $\mu\text{M}$ )	1.1～2.0	0～0.5
$\text{SiO}_2\text{-Si}$ ( $\mu\text{M}$ )	33.9～56.8	1.6～10.1
Total-Fe ( $\mu\text{M}$ )	2.1～2.5	1.9～2.4
Total-Cu ( $\mu\text{M}$ )	0.38～0.48	0.39～0.51
TOC ( $\mu\text{M}$ )	170	348
クロロフィルa (ppm)	痕跡	4.2～50.6
総生菌数 $\text{CFU}\cdot\text{ml}^{-1}$	$10^2$	$10^3\sim 10^4$

### 3. 輸送、飼育装置及び飼育

飼育したアカサングは、潜水艇（株式会社アデコ所有）により1991年7月15日に奄美群島沖合水深230mで採集された3群体と、1992年8月24日に五島列島沖水深150mで採集された8群体であり、採集地点から研究所までの輸送は、冷却した状態で船舶、航空機及び自動車により行った。採集地点から研究所までに要した時間は奄美からは約40時間、五島からは約72時間であった。搬入後は採集地の水温に調整した深層水中に収容した。

深海に生息するアカサングは低温に適応した腔腸動物で、全体として樹状をなし、海底では群体の凹部側を潮流方向に向けて成長するものが多い。このようなアカサングの形態は水流をポリプの密

生する群体背部で渦流を形成させるのに有効で、受動的にしか得られない摂餌の機会を少しでも増大させるための適応であると考えられている。そこで我々は、アカサングの飼育には飼育水槽に流入させる深層水の流量を調節して飼育水温を年間を通じて13～18℃に維持し、流入時の深層水の流向を一定に保つことによって飼育水槽内に循環流を生じさせ、微細粒子の群体表面への沈降沈着が防止されると同時にサングの摂餌機会の増大を図り、さらに水槽内には清浄な深層水が供給できる飼育装置を考案した（図1）。

飼育は遮光した黒色の円形水槽（200ℓ容）に深層水を1時間当たり水槽容量の0.5～1.5倍流した状態で行った。餌料としてナンクロロプシス、テトラセルミス及びパン酵母で培養したシオミズツボムシ（以下ワムシと呼ぶ）、冷凍したアルテミア幼生、アミ細片等を1日2回朝夕に投与した。飼育水1ℓ当たりワムシは10,000個体、アルテミア幼生は1,000個体を投与した。

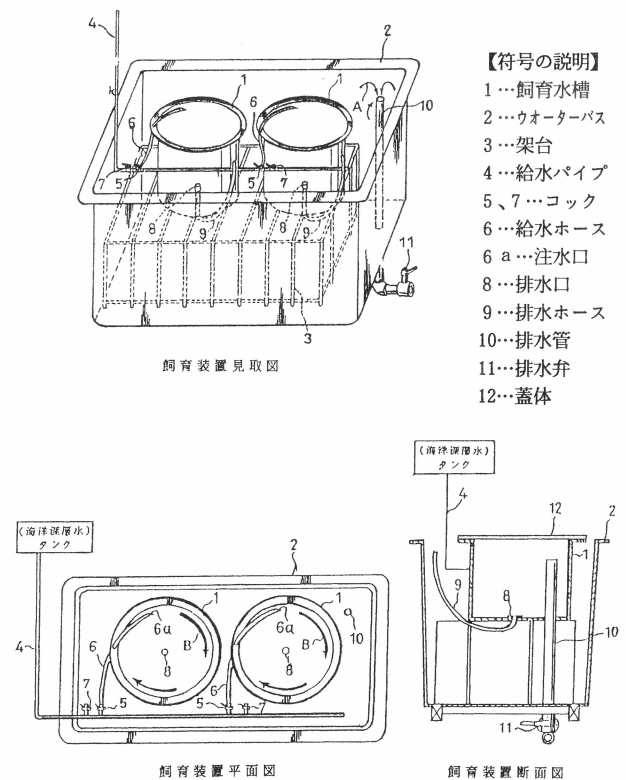


図1 飼育装置

#### 4. 輸送方法の検討と輸送時の水温がポリブの活動に及ぼす影響

1991年7月15日の輸送は海水の入ったビニール袋にサンゴを入れ、これを蓄冷材とともにクーラーボックスに収容する方法により行った。そのため、輸送時の物理的ショック等によりサンゴの小枝の破損、すれによる外皮の剥離が生じたので、1992年8月24日の輸送時には海水の入ったビニール袋にサンゴを不織布に包んで封入する方法により行った結果、サンゴの外皮や小枝等の外力による剥離と破損は防止できることがわかった。

輸送時の水温が15℃前後のものは飼育後1日目、10℃前後のものは7日目、6度前後のものは14日目、3℃前後のものは約3週間目に触手が開き、ポリブが活動し始めるのが観察された。このことから、輸送時の水温の変化が大きい程ポリブの活動に影響を与えることがわかった。

今回の輸送により、アカサンゴは保冷状態で72時間程度の輸送が可能であることがわかった。

#### 5. 飼育水温

1992年の4月、7月、10月、1993年の1月の飼育水温の推移を図2に示した。

水温は四季を通じて安定しており、飼育水温を13~18℃で維持できたことはウォーターバスの保温作用により周囲の温度変化の影響を強く受けることがなかったことを示すのではないかと考えられる。このことから、ウォーターバス方式がサンゴの飼育に効果があったものと考えられた。なお、飼育水の塩分は34.4‰、pHは7.8前後で年間を通じて安定していた。

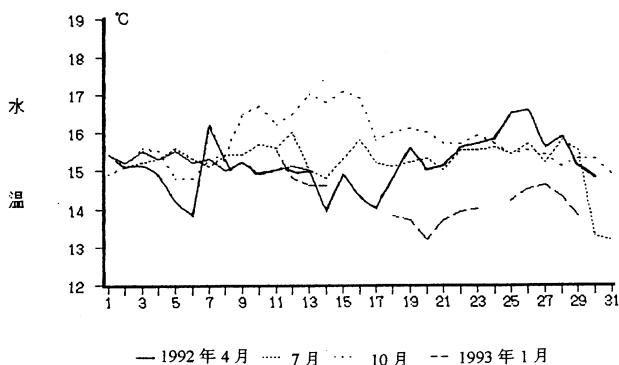


図2 飼育水温

#### 6. 摂餌生態

アカサンゴの摂餌観察は目視とビデオ撮影により行った。アカサンゴのポリブの大きさは直径が4.2mm以下、口腔部の直径は0.3mm以下であった。活動中のアカサンゴのポリブは触手を体幹部に対し直角近くまで広げ、しかも触手の先端から細糸状の物体を水中に漂わせるのが観察された。しかし、触手を動かして餌料を誘因したり、探索する行動は認められなかった。

アカサンゴにワムシ、アルテミア幼生及び0.2μmで濾過したアミの海水抽出液を与えた時の反応は次のとおりであった。全長約150μmのワムシでは、ワムシが触手に接触すると、触手は瞬間的にワムシを捕捉し、そのあと口腔にワムシを押し込むようにゆっくりと収縮した。また、ワムシを捕捉した触手が口腔に折り重なるのと相前後して、他の触手も収縮し始め、数分程度ですべての触手が収縮し、摂餌活動は休止した。再度、触手の活動が認められたのは約2時間後で、この間に取り込まれたワムシが消化されたと考えられた。ワムシに比較して大型のアルテミア幼生（全長約400μm）では、触手がアルテミアの動きを押さえきれずに捕捉できなかったり、口腔に入りきらずに放棄される例が観察された。また、硬い殻のアルテミア耐久卵を捕捉した触手は、一旦は抱え込むが、最終的には放棄する。このようなことから、アルテミア幼生はアカサンゴの餌としては若干大きすぎることも、また、アカサンゴは餌となるものとならないものを識別する能力があることがわかった。アミの海水抽出液では、触手は固形物の接触が無いにもかかわらず収縮した。よって、アカサンゴは摂餌の際、触手への物理的刺激に加えて、化学受容器による餌料の識別も行っている可能性が示唆された。

#### 7. 餌料投餌後の飼育水中の全菌数の推移

1時間当たり水槽容量の1.0倍の深層水を流し、サンゴを飼育した場合の飼育水中の全菌数の推移を図3に示した。

注入水の全菌数は $1.5 \times 10^5$  / ml前後で、表層水

の10分の1以下と非常に少なかった。投餌前の飼育水中の全菌数はワムシ投与区及びワムシ+アルテミア区ともに $2.6 \times 10^5 / \text{ml}$ であった。ワムシ区では投餌後の飼育水及び排水中の菌数はわずかながら増加し、12時間後にはそれぞれ $3.2 \times 10^5 / \text{ml}$ 、 $3 \times 10^5 / \text{ml}$ と最大になった後、24時間後には飼育水中の菌数は $2.5 \times 10^5 / \text{ml}$ 、排水中の菌数は $2.9 \times 10^5 / \text{ml}$ に減少し、ほぼ投餌前の菌数に回復した。一方、ワムシ+アルテミア区は餌料投餌後、菌数は急激に増加し、2時間後には飼育水中と排水中の菌数は約 $6 \times 10^5 / \text{ml}$ と増加したが、その後徐々に減少し、24時間後には投餌前の菌数に回復した。このことから、1時間当たり水槽容量の1.0倍の深層水を注入してサンゴを飼育した場合には、飼育水槽内の海水が停滞することによる腐敗菌等の増殖は無く、清浄な飼育環境下でサンゴを飼育できることが示唆された。

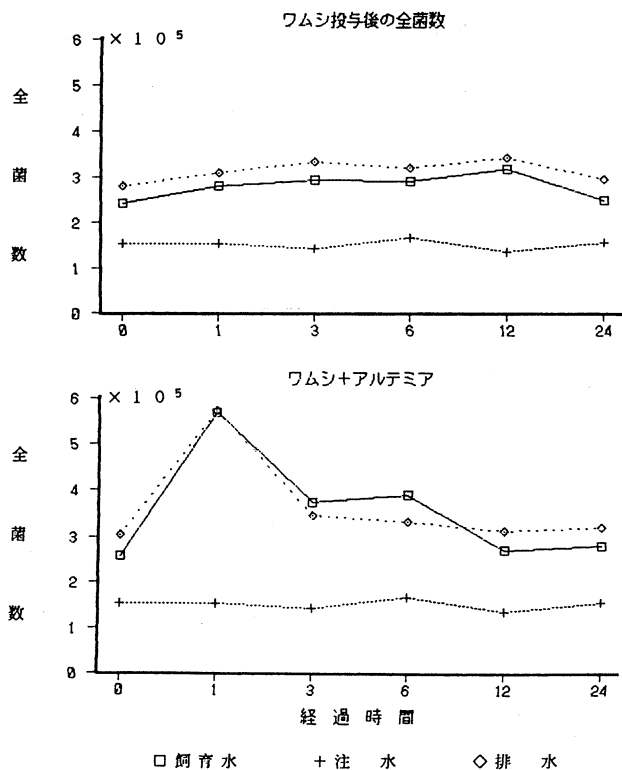


図3 餌料投餌後の飼育水中の全菌数の推移

## 8. 照度による触手の開閉

照度が触手の開閉に及ぼす影響を明らかにするため、異なる照度下における触手の開閉を開閉度指数(図2)を用いて調べた。照度による触手の開閉を図4に示した。

アカサングの触手は4,000lux以下の照度では開閉度指数は変わらなかった。15,000~32,000luxの照度下では照度が大きいほど短時間で開閉度指数が低下し、最終的には触手を完全に閉じた。このことから、通常の作業中の明るさは触手の活動に影響を与えないように思われた。また、アカサングには光受容器の存在することが示唆された。

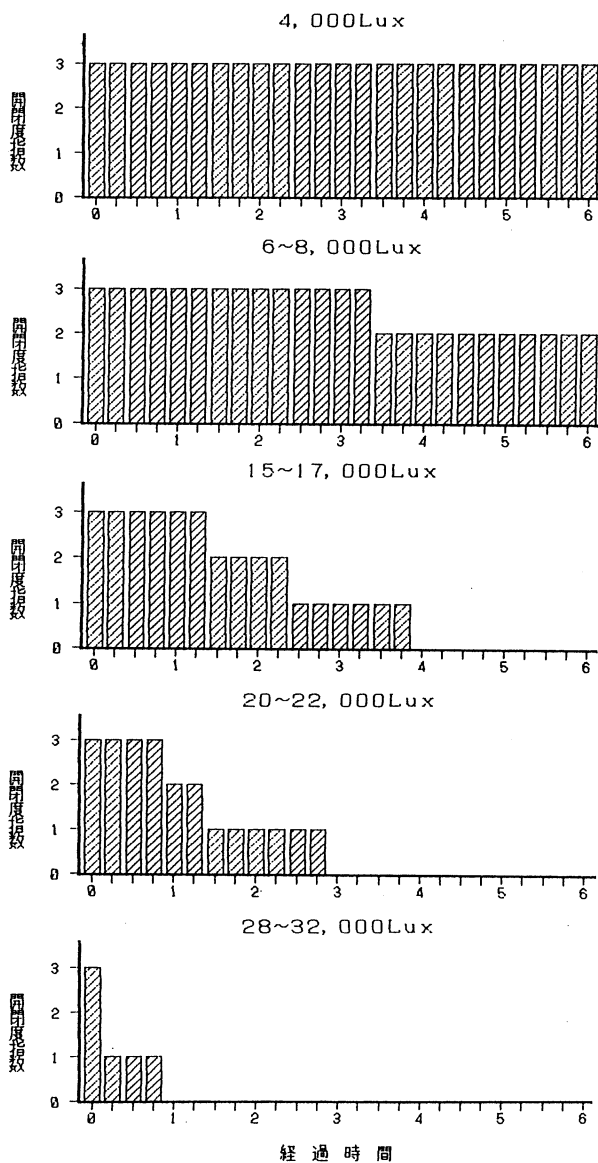


図4 照度による触手の開閉

表2 開閉度指数と触手の展開状態

開閉度指数	触手の展開状態
0	ポリプの触手が全く開いていない状態
1	触手を開いているポリプの割合が1/2以下の状態
2	ポリプの半数以上から大部分が触手を開いているが、触手の伸びは若干短い状態
3	ほとんどのポリプが触手を開き、しかも触手の伸びが長い状態

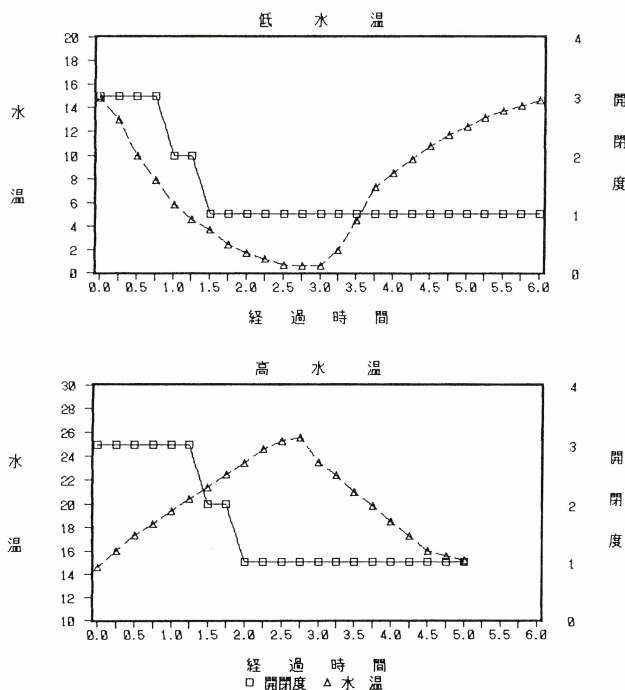


図5 水温の変化と触手の開閉度

### 9. 水温の変化と触手の開閉

水温の変化と触手の開閉を図5に示した。

アカサングの耐水温性及び適正飼育水温を明らかにするため飼育水温を冷却または加温し、1時間に水温を4～5℃変化させ、低水温域側は0℃近くまで、高水温域側は水温を25℃まで変化させて触手の開閉状況を調べた。冷却あるいは加温した水温は冷却や加温に要した時間をかけて元の水温に戻した。その結果、低水温域側の触手の開閉度は10℃までは指数3、10～6℃では指数2、5

～0.3℃では指数1であった。一方、高水温域側の触手の開閉度は20℃までは指数3、20～22℃では指数2、23～25℃では指数1であった。また、この冷却や加温により当日には触手の活動はほとんど休止したままであったが、翌日の夕方には両区とも触手の開閉度は指数3に回復した。これらのことから、アカサングの触手は水温10～20℃で盛んであること、アカサングは短時間であれば低温域側は0℃近くまで、高水温域側は25℃まで生存できることがわかった。

### 10. その他の観察結果

以上の外に飼育結果から次のようなことが明らかになった。

- (1) 飼育環境に馴致した後でも、環境の急変、悪変及び物理的ショック等によりポリプの活動が1カ月以上にわたり休止するきっかけとなることがあった。この状態でもアカサングは生存しており、個員あるいは群体の生死についてはポリプの開閉をみるよりも共肉部の脱落の有無により行うべきであることが明らかとなった。
- (2) ポリプ活動の刺激の要因として水流の存在が考えられた。
- (3) アカサングの飼育には圧力が不可欠であるとの証拠は得られなかった。
- (4) 折り取られた小枝は単独で生存でき、しかもその断面上には新たなポリプの形成が認められた。



写真1 試験に用いたアカサング

## 11. おわりに

表層水及び表層水を濾過冷却して「宝石サンゴ」を飼育する方法が一部で行われていたが、<sup>8)</sup>「宝石サンゴ」の生息環境の再現が陸上では困難であり、比較的浅海（水深20～70m）に生息する地中海サンゴ（*Corallium rubrum*）をモナコ公国及びイタリア共和国において直接海中から移植した例がある以外、<sup>9)</sup>我が国周辺に生息する「宝石サンゴ」は、1年を単位とする長期の飼育および個体の増殖は未だ行われていない。今回、深層水を利用することにより、深海で高圧、低水温という厳しい環境に生息するアカサンゴを2年以上に亘って飼育でき、無性生殖ではあるが新しいポリプの形成がみられたことは、深層水はアカサンゴの飼育水として有効であると考えられた。

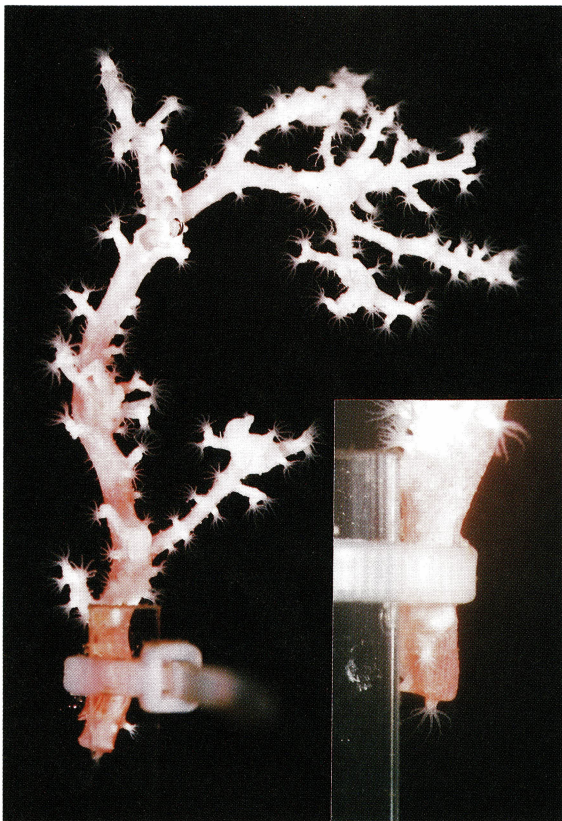


写真2 アカサンゴのポリプ観察

## 参考文献

- (1) 小管貞男 珊瑚－海の宝石とその魅惑－  
榎福屋 1987
- (2) 岡田要、内田亨 原色動物大図鑑（第IV巻）  
北隆館 東京 1962
- (3) 新谷虎重 宝石サンゴーその夢とロマン  
神戸新聞出版センター 神戸市 1980
- (4) 近山雅人 珊瑚物語  
近山晶宝石研究所 東京 1989
- (5) 水産庁振興部沿岸課  
我が国さんご漁業の現況 1982
- (6) 関邦博 宝石サンゴの生態調査と増殖、養殖  
研究の必要性 未発表 1991
- (7) 通産省公報（第2部）特集合（ワシントン条  
約特集合）85P 1990
- (8) 宿毛市と小才角沖における深海サンゴのダイ  
バーによる生息状況の潜水調査、深海サンゴ調  
査研究会編（関邦博）1990
- (9) Denis ALLEMAND、地中海ベニサンゴの生  
物的考察（宝石サンゴ国際フォーラム講演要旨  
集） 1993