

エコ・エネルギー基地としてのサンゴ礁

野崎 健¹⁾

1. はじめに

電子技術総合研究所では、サンゴ礁による効果的な二酸化炭素固定技術の研究開発を目的として、写真1に示すような実験水槽でサンゴを飼育してサンゴのCO₂固定メカニズムを解明するための研究を進めている。

現在、サンゴ礁に関する研究は基礎研究段階にあるので、二酸化炭素固定技術としてどのような手段が最適であるかさえ明らかではない。そこで、以下ではサンゴ礁によるCO₂固定技術の可能性について、基本的問題点を整理したのち、エコ・エネルギー基地としての観点から今後の技術開発課題等について要約する。

2. サンゴ礁におけるCO₂固定メカニズム

サンゴ礁がCO₂固定の場として注目されるのは、サンゴ礁の単位面積当りの一次生産(有機物の生成)が外洋のおよそ10倍の2.5 kg/m²に達し、熱帯多雨林を越える値を示すためである。このように、単位面積当りの一次生産が多いことは、これを制御して効果的なCO₂固定システムを構築可能であることを示唆している。

しかし、サンゴ礁のバイオマス(=有機物)を熱帯多雨林と比較すると、サンゴ礁は熱帯多雨林の1/10以下であり(茅根, 1990)、その理由、すなわちサンゴ礁でのCO₂固定メカニズムとサンゴ礁で生成した有機物の行方が問題になる。

まず、サンゴ礁のバイオマスが熱帯多雨林に比べて著しく低い理由は、森林が太陽光を多く取り込み、水や栄養を効果的に利用してその生産力を高める構造と形態を実現する材料として木質を用いているのに対し、サンゴは海水中に豊富なカルシウムを

利用しているからである。つまり、樹木の場合は有機物である木質がバイオマス蓄積量の多くを占めるのに対し、サンゴの場合は有機物ではなく無機物の炭酸カルシウムが骨格だからである。

関連して、①サンゴは動物であるけれども共生する褐虫藻(単細胞の藻類)が光合成を行なうこと、②サンゴの骨格の生成(石灰化)により化学的には海水のCO₂分圧が上昇してCO₂放出の方向になること、③サンゴ礁での栄養塩の利用効率が高いことおよびラン藻などにより窒素の固定が行なわれている可能性が高いこと、④サンゴ礁ではサンゴだけではなく、さまざまな生物が協調してCO₂固定を行なう生態系を形成していることなどが注目される。なお、これらの問題については、本特集で別に報告さ

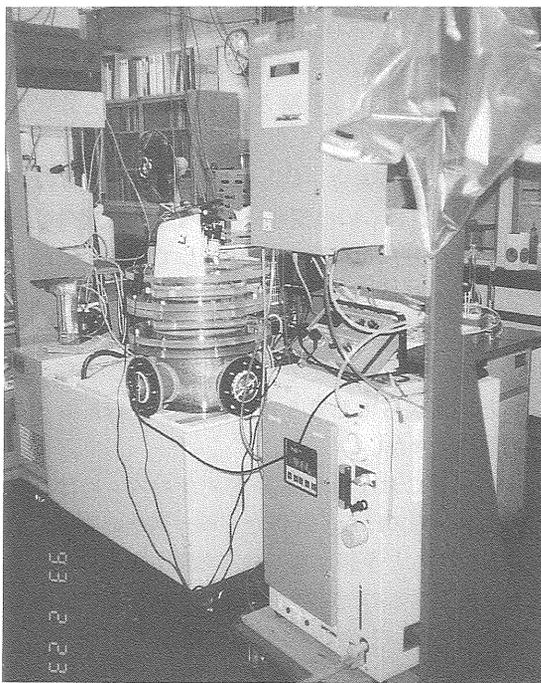
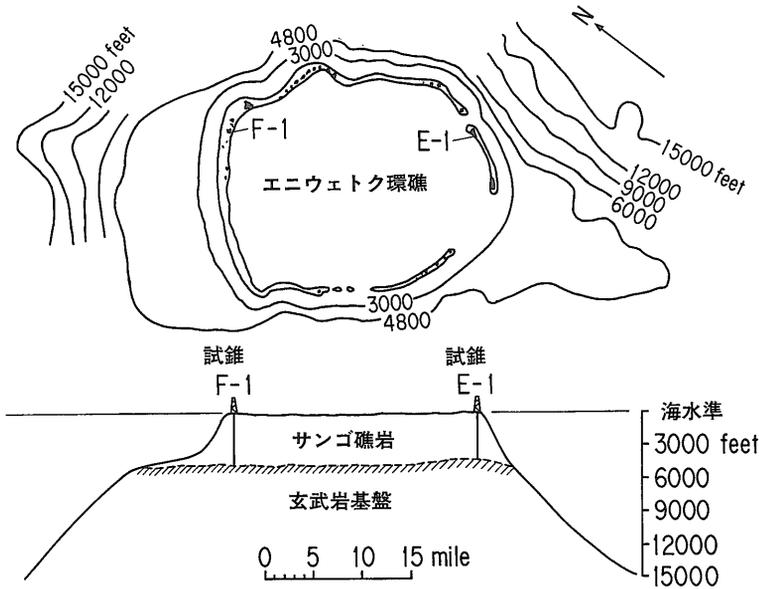


写真1 完全密閉型水槽によるサンゴ飼育実験

1) 電子技術総合研究所エネルギー部：〒305 茨城県つくば市梅園1-1-4

キーワード：サンゴ礁, 地球温暖化, 二酸化炭素, エコ・エネルギー基地



第1図 エニウエトク環礁の断面図

れているので参照されたい。

次に、サンゴ礁で生成した有機物について、以下の3通りの行方が考えられる。

- ①サンゴ礁の底質に有機物が蓄積される。
- ②サンゴ礁から流れだして海洋深層に移行する。
- ③微生物などにより分解されて炭酸ガスと水になる。

上の①、②の場合、CO₂固定量を求めるには、それぞれ底質あるいは深層に移行する有機物の割合と移行した有機物が再びCO₂として大気中に再循環されるまでのCO₂の拘束期間を考慮しなくてはならない(野崎ほか, 1990)。次に、③の場合は、一旦有機物として固定されたCO₂が再び大気中にCO₂として戻ってしまうので、大きなCO₂固定効果は期待できない。

サンゴ礁におけるCO₂固定メカニズムには、季節的変動だけではなく暴風などの一過性の過程も大きく影響すると予想され、綿密な調査と継続的な観測を必要とするので、早急に結論を出すのは容易ではない。また、上のどの経路が主になるかもサンゴ礁により異なると考えられるので、多数のサンゴ礁の状況を効率的に調査・診断する手法の確立が急務である。

3. サンゴ礁によるCO₂固定技術の可能性

サンゴ礁によるCO₂固定技術の可能性について、サンゴ礁におけるCO₂固定メカニズムだけではなく、サンゴ礁の地理的・地形的特徴も考慮して整理すると以下ようになる。

- (1) サンゴ礁におけるCO₂固定メカニズムの促進
この場合、①環境保全などによるサンゴ礁の保護・活性化、②サンゴの移植等を含むサンゴ礁の復活、③よりCO₂固定量の多いサンゴ礁への改造、④人工サンゴ礁を含む新しいサンゴ礁の創設などの手段が考えられ、①から④に従い、人為的工学手段を多く必要とする。

- (2) サンゴ礁の地質・地形的条件の利用
サンゴ礁によっては、第1図のエニウエトク環礁のように、深海から数千mにわたって石灰岩質のサンゴ礁が形成されている例が多くみられる。このような地質・地形条件を利用して次のようなCO₂固定方法が考えられる。

①サンゴ礁の地形的条件の利用：サンゴ礁は熱帯海域の深海底から急峻な傾斜で海面まで立ち上がっている場合が多いので、海洋温度差発電(OTEC)の適地とされている。また、OTECにより栄養塩が豊富な深層水を汲み上げプランクトンの増殖によ

る漁業が提案されているので(電子技術総合研究所, 1990), これをサンゴ礁に適用し栄養塩を導入してCO₂固定を促進する事が考えられる。

②サンゴ礁の地質条件の利用: 前章のサンゴ礁におけるCO₂固定メカニズムで述べた理由で, 石灰岩を海水に溶解すれば石灰岩1m³あたり約0.9tonの炭酸ガス(C換算0.24ton)を吸収できるので, 直径10km, 深さ2kmのサンゴ礁の石灰岩の5%を溶解すれば, 7×10⁹tonの炭酸ガス(C換算2×10⁹ton)が吸収可能である。これは現在化石燃料の燃焼により大気中に放出されている炭酸ガスの量の約1/3に相当する。具体的には, 石灰岩を溶解するためにサンゴ礁の地下に液化炭酸ガスを注入すればよい。これは液化炭酸ガスの海洋注入のように海洋投棄とはみなされず, しかも, 陸上で石灰岩を溶解して放出する場合のように沿岸海域の環境に及ぼす影響を考慮する必要はない。

(3) サンゴ礁の地理的条件の利用

サンゴ礁の多くが南太平洋に散在しており, これは中東あるいはオーストラリアからわが国への化石燃料の輸送路と一致している。このため, 例えば, ミクロネシアでオーストラリアの石炭を液化あるいはLNG化して日本へ輸送するとともに, 副成するCO₂をサンゴ礁の地下あるいは海洋深層に注入することにより, CO₂発生量の少ない石炭エネルギー利用システムが実現できる。また, 外洋に比べて波浪が少ないサンゴ礁の礁湖で洋上型の太陽光発電システムを構築し, 得られた電力で水電解を行い, これを液化水素としてわが国へタンカー輸送するシステムも考えられる。この場合, 水素自動車あるいは電気自動車の導入により, 現在, 島外からのエネルギー供給に依存しているサンゴ礁の島々自身のエネルギー自立が可能になるので, これらの島々の諸国からも受け入れられやすい技術であると予想される。

4. おわりに—エコ・エネルギー基地としてのサンゴ礁

上記の, ①サンゴ礁でのCO₂固定メカニズムの解明とCO₂固定の促進(サンゴ礁の保護, 復活, 改造, 創設), ②サンゴ礁の地質条件の利用(液化CO₂の地下注入による石灰岩の溶解)および地形的条件の利用(OTECと深層水利用), ③エネルギー輸送中継基地としてのサンゴ礁の地理的条件利用などの技術の実用化にあたっては, サンゴ礁の生態系(エコロジー)とエネルギーシステムを効果的に組み合わせ, いわゆるエコ・エネルギー基地として実現されるものと予想される。この場合, 対象となるサンゴ礁にどのような技術を適用すれば良いかを迅速かつ正確に判断する必要があり, ④サンゴ礁の効率の調査・診断技術の確立が不可欠である。

サンゴ礁でのCO₂固定メカニズムの解明を含めて, サンゴ礁エコ・エネルギー基地を構築する技術の研究開発はほとんど初歩的段階にあり, 現時点ではその可能性を示唆するに留まっているが, この技術に適用できる手段の多様性から判断して, 将来, 大気中のCO₂抑制に大きく貢献するものと期待される。

引用文献

- 茅根 創(1990): 地球規模のCO₂循環におけるサンゴ礁の役割. 地質ニュース, No. 436, 6-16.
- 野崎 健・加藤 健・田中忠良・恩田和夫(1990): 地球温暖化ガスCO₂と海洋. 電子技術総合研究所彙報, 54, 630-673.
- 電子技術総合研究所(1990): 洋上型深層水利用システムのための海洋温度差発電の実海域実験. 電総研ニュース, No. 481, 1-7.

NOZAKI Ken (1993): Coral reefs as eco-energy factories.
