

造礁性サンゴ *Montipora digitata*, *Porites cylindrica* および *Favia pallida* の炭素収支の比較

秦 浩司
藏野 憲秀

海洋バイオテクノロジー研究所

Comparison of carbon fluxes among three species of reef-building corals,
Montipora digitata, *Porites cylindrica* and *Favia pallida*

H. Hata
N. Kurano

はじめに

造礁性サンゴであるイシサンゴ目には約 100 属 800 種が存在し(山里 1991) 種によって群体形状や、ポリプの大きさなどに大きな多様性を示す。造礁性サンゴは、体内に共生する単細胞藻類による光合成と、宿主のサンゴによる石灰化の両過程によって炭素を固定するが、これらの炭素代謝速度は種によって異なる(Goreau & Goreau 1959, Zvalinski *et al.* 1980, Davies 1989, 1991)。本研究では、種による炭素代謝速度の違いを生物的特徴の相違から考察することを目的に、樹枝状サンゴ *Montipora digitata*(エダコモンサンゴ)、塊状サンゴ *Favia pallida*(ウスチャクメイシ) およびその中間的な形状を示す指枝状サンゴ *Porites cylindrica*(コビエダハマサンゴ) の 3 種の炭素代謝速度(光合成、呼吸および石灰化速度)と生物因子(骨格表面積、クロロフィル a 含量および蛋白含量)の測定を行った。

調査地点と測定方法

1997 年 7 月に、沖縄県阿嘉島周辺海域にて *M. digitata*, *P. cylindrica* および *F. pallida* を採取し、水槽で数日馴養した後に実験に用いた。被検サンゴは海水約 1.5L 容の密閉水槽でインキュベートし、光条件を 6 段階(暗条件を含む)設定した。それぞれの光条件下にて実験前後に水槽の海水をサンプリングし、海水中の全炭酸濃度と全アルカリ度濃度を測定した。これらの測定値から、光合成と石灰化が炭素代謝速度として計算される(池田 1994)。暗条件での有機炭素代謝速度を呼吸速度とした。得

られたデータは双曲正接関数で近似(Chalker 1981)し、最大光合成速度および最大石灰化速度を算出した。実験終了後に群体を 2 つに割り、それぞれ蛋白含量測定(Bradford 1976) およびクロロフィル a 測定に用いた。これらの測定後に残った骨格標本の表面積を Marsh (1970) の方法に従い測定した。

結果および考察

単位骨格表面積当たりの蛋白含量およびクロロフィル a 含量は、樹枝状サンゴ *M. digitata* で最も低く、塊状サンゴ *F. pallida* で最も高い値を示し、指枝状サンゴ *P. cylindrica* は 2 種の間値を示した(図 1)。これは、各種のポリプの大きさの違いを反映している。各種の光-光合成・石灰化曲線を図 2 に示す。骨格表面積あたりの最大総光合成速度、呼吸速度および最大石灰化速度はいずれも *F. pallida* で最も高かった。種による炭素代謝速度の違いは、

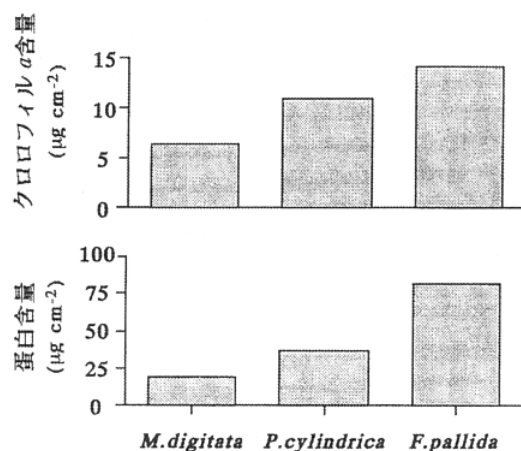


図 1. 各種の単位骨格表面積あたりのクロロフィル a 含量と蛋白質量

種ごとの生物的な特徴の違いを反映しているものと考えられる。秦ほか(1997)は、サンゴの光合成速度にはクロロフィル a 含量、呼吸速度には蛋白含量が重要な決定要因であることを報告しており、塊状サンゴ *F. pallida* の最大光合成速度、呼吸速度が最も高かったのは、単位骨格表面積あたりのクロロフィル a 含量や蛋白含量が最も高いことを反映していると考えられる。石灰化速度についても、*F. pallida* が 3 種中最も高い値を示した。Goreau and Goreau (1959) は、本研究結果と同様に単位面積あたりの石灰化速度は塊状サンゴが枝状サンゴよりも高い値を示すことを報告しており、単位面積当たりのバイオマスとの関係を示唆している。秦ほか

(1997) は、最大総光合成速度と最大石灰化速度の相関を認めているが、本研究の 3 種のサンゴの測定結果のデータからは同様な相関は認められなかった。

次に各種サンゴの光-光合成曲線、光-石灰化曲線とサインカーブでシミュレートした 1 日の光強度変化から、各サンゴの 1 日の炭素収支を算出した(表 1)。光は日照時間を 13 時間に固定し、最大光強度(I_{max})を 500, 1000, 1500, 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の 4 段階を設定した。その結果、純光合成量、石灰化量が光強度と共に増加する結果が認められた。石灰化量は光飽和曲線が示す結果と同様に塊状サンゴ *F. pallida* が最も大きかったが、純光合成量は樹枝状サンゴ *M. digitata* で最も大きく、*F. pallida* は最も小さくなった。これは *F. pallida* の夜間の呼吸速度が高い(図 2)ことに起因する。*F. pallida* では 1 日の有機炭素収支がマイナスの値を示しており、これを補うためには、プランクトンなどの補食が必要となることが示唆される。Porter (1972) は、サンゴの栄養摂取の特性として、ポリプの大きい塊状サンゴは、ポリプの小さい樹枝状サンゴよりもより従属栄養の特徴が強いとしており、本研究結果が示す傾向は、Porter (1972) の報告と定性的に一致する。

表 1. 各種の 1 日の炭素収支

I_{max} ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	<i>M. digitata</i>		<i>P. cylindrica</i>		<i>F. pallida</i>	
	p^n ($\mu\text{mol cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	G ($\mu\text{mol cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	p^n ($\mu\text{mol cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	G ($\mu\text{mol cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	p^n ($\mu\text{mol cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	G ($\mu\text{mol cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)
500	2.40	5.59	0.02	3.84	-2.62	14.79
1000	3.62	5.70	1.51	4.18	-1.42	15.05
1500	3.98	5.74	1.96	4.29	-1.06	15.14
2000	4.16	5.76	2.18	4.34	-0.88	15.18

I_{max} 最大光量
 p^n 純光合成量
 G 石灰化量

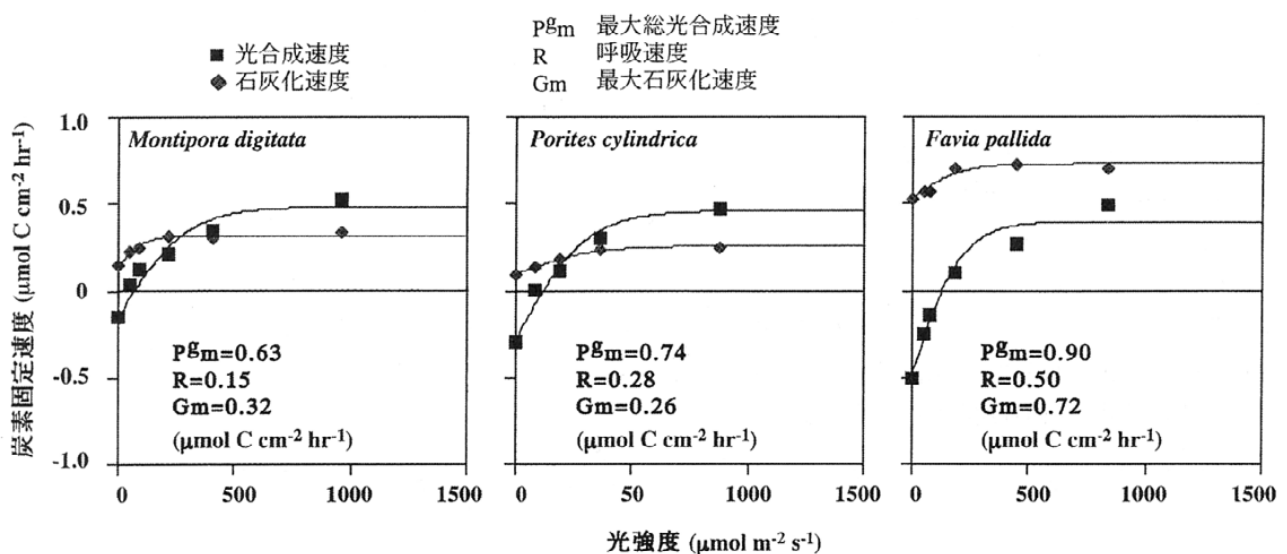


図 2. 各種の光合成、石灰化の光飽和曲線

まとめ

塊状サンゴは、一般に樹枝状サンゴに比べてポリプが大きい特徴を持つことから、単位面積当たりのクロロフィル a 量や蛋白量が大きく、それに関係して単位面積当たりの炭素代謝（光合成・呼吸・石灰化）速度が高い傾向を示す。一方、1日の有機炭素収支の計算結果からは、塊状サンゴは夜間の呼吸速度が高いことから、純光合成量は小さくなり、樹枝状サンゴよりも従属栄養に依存する割合が大きいことが示唆された。

塊状サンゴは、単位面積あたりの石灰化速度が高いことと、従属栄養の特徴が強いことから、より「動物的」なサンゴであり、それと比較して樹枝状サンゴは「植物的」なサンゴであると言える。

謝辞

本研究を実施するにあたり、便宜をはかっていただいた阿嘉島臨海研究所のスタッフの皆様に感謝の意を表します。

本研究は、通商産業省資源エネルギー庁からの委託研究として、また新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託研究「細菌・藻類等利用二酸化炭素固定化・有効利用技術研究開発」の一貫として行われたものである。

引用文献

- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
- Chalker, B. E. 1981. Simulating light-saturation curves for photosynthesis and calcification by reef building corals. *Mar. Biol.* 63: 135-141.
- Davies, P. S. 1989. Short-term growth measurements of corals using an accurate buoyant weighing technique. *Mar. Biol.* 101: 389-395.
- Davies, S. P. 1991. Effect of daylight variations on the energy budgets of shallow-water corals. *Mar. Biol.* 108: 137-144.
- Goreau, T. F. & N. I. Goreau. 1959. The physiology of skeleton formation in corals. II. Calcium deposition by hermetic corals under various conditions in the reef. *Bil. Bull.* 117: 239-250.
- 秦 浩司・丸山 正・藏野憲秀・宮地重遠 1997. 造礁性サンゴの炭素代謝速度と生物因子の相関. 日本サンゴ礁学会設立大会講演要旨集. 15.
- 池田 穣 1994. サンゴ礁による二酸化炭素固定. *みどりいし*, (5): 9-12.
- Marsh, J. A. Jr. 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. *Ecology.* 51: 255-263.
- Porter, J. W. 1972. Autotrophy, heterotrophy and resource partitioning in Caribbean reef-building corals. *Am. Nat.* 110: 731-742.
- 山里 清 1991. サンゴの生物学. 東京大学出版会. 150pp.
- Zvalinskii, V. I., V. A. Leletkin, E. A. Titlyanov and M. G. Shaposhnikova 1980. Photosynthesis and adaptation of corals to irradiance 2. Oxygen exchange. *Photosynthetica*, 14: 422-430.