

## 第8回

「海産藻類は、サプリメントが好き  
— 海産藻類の栄養の摂り方 —」

徳田 廣

## プロフィール

## 略歴：

東京大学農学部教授を定年退官後、1990年から1994年まで JANUS に顧問として在籍

## 専門：

海洋の油汚染、海洋生態学、藻類学

## 著書：

- ・ 海藻資源養殖学（緑書房）
- ・ 海藻検索図鑑（北隆館）
- ・ 図鑑海藻の生態と藻礁（緑書房）

海産藻類とは、緑藻、褐藻、紅藻などの海藻の他に、海域でプランクトンとして出現したり、海中の器物の表面で付着生活したりする微細藻類を含めた総称である。

海産藻類は、栄養の摂り方の違いにより、独立栄養生物と有機物を利用する従属栄養生物とに区別される。

### I. 海産藻類のなかの独立栄養生物

海産藻類の多くの種類は、光合成色素を有し、海水中に溶存する CO<sub>2</sub> や無機リン酸塩や硝酸塩などの無機栄養源を利用し、光合成により体成分をつくり出している。

こうした栄養の仕組みを光合成独立栄養（photoautotrophy）と呼び、この類いの生物を光合成独立栄養生物（photoautotrophs）と言う。

光合成独立栄養生物の60%が、成長因子（growth factor）として、ビタミン B<sub>1</sub>、ビオチン並びにビタミン B<sub>12</sub> のいずれかのビタミンを必要とすることが明

らかになっている。

ビタミン B<sub>1</sub> 分子は、ピリミジンとチアゾールの二つの部分から成っているのだが、ビタミン B<sub>1</sub> 要求種の中には、完全なビタミン B<sub>1</sub> 分子でないと効果がない種、ピリミジンとチアゾールのいずれか一方があればビタミン B<sub>1</sub> としての効果を発揮する種など、ビタミン B<sub>1</sub> 要求種のなかでも違いが見られる。ビタミン要求種を栄養要求生物 auxotrophs (auxo:補助の意) という。

### II. 海産藻類のなかの従属栄養生物

#### 1. 色素のない珪藻

色素のない珪藻については、本ホームページの『藻類の変わり者 その6』に於いて触れたが、この種類は底質から溶出する有機質を利用して生育していることは明白であり、従属栄養生物（heterotrophs）である。

#### 2. 渦鞭毛藻

渦鞭毛藻は、赤潮を起こす種類を含む藻類群で、約200種<sup>2)</sup>あることが知られている。その約半数以上が

葉緑素を持たず<sup>3)</sup>、海水中の粒状有機物を食作用 (phagocystis) によって食胞 (food vesicle) 内に取り込んで分解し、細胞質に吸収してエネルギーを獲得する従属栄養生物 (heterotrophs) である。

渦鞭毛藻の餌の捕獲方法は、3通りあることが知られている<sup>2,3)</sup>。

### 【方法:その1】 *Gymnodinium funngiforme* に見られる餌の捕獲方法<sup>3)</sup>

細胞の縦溝と横溝の交点真上の上殻中に在る伸張性のある微小管 (細胞の原形質に見られる微細な管) の突出物 (ペダングル peduncle) を 8~12 $\mu$ m 伸ばし、それに餌が付着すると、餌の表面に孔を開けてペダングルを通して餌の細胞質を吸い上げ、自分の細胞内に移動させる。

この方法は、細胞壁を持たない餌に対して有効で、摂餌が終わるとペダングルは、自分の細胞質に戻る。餌となる生物の周りに、多数の渦鞭毛藻がペダングルを伸ばして群がっている情景がしばしば目撃されている。

5~10個の細胞の渦鞭毛藻が、ペダングルを伸ばして一つの単細胞緑藻 *Dunaliella* にたかっているのが観察されている。

また、渦鞭毛藻の一種 *Gymnodinium* が、海産原生動物の繊毛虫 *Condylostroma magnum* にたかって、ペダングルを使って 15秒以内で繊毛虫の細胞質を吸い上げることが、研究室で確かめられている。

### 【方法:その2】 殻の無い渦鞭毛藻に見られる餌の捕獲方法

夜光虫 *Noctiluca* は、粘液に被われた触角 (tentacle) を伸ばして索餌をし、これに餌が付着すると、触角を曲げて摂餌腔 (oral pouch) に納める。納まった餌は摂餌腔の底部にある systome と称される細胞器官に移動した後、食胞に入り、消化吸収される。仕事を終えた触角は、再び索餌活動に戻る。

### 【方法:その3】 殻の有る渦鞭毛藻 (すなわち有殻渦鞭毛藻) に見られる餌の捕獲方法

*Pallium* という摂食ベールを利用する摂食方法である。有殻渦種が、鞭毛孔から摂食ベールを出して餌生物の周囲を囲み、酵素で餌生物の原形質を消化し、その養分を吸収する方法で、*Protoperdinium obelea* や *P. zygabikodinium* に見られる。

有殻渦毛藻は、餌に遭遇するまで直線的に泳ぎ、遭遇後は遊泳行動を減速し、餌生物の周りを1分足らず旋回し、その鞭毛孔から細い (直径 1 $\mu$ m) の原形質糸を餌に達するまで毎秒 2~6 $\mu$ m の速度で伸ばし、それが餌に触れると、糸に沿って偽足 (pseudopod) を伸ばして餌を包み込んでから、餌を消化する。

### 3. ハプト藻

ハプト藻は、細胞の頂点に特徴的なハプトネマ haptonema (haptein:付着+nema:糸) を持ち、これで基物に付着したりする。栄養に関しては、ハプト藻は光合成により独立栄養を行うが、ハプトネマを利用して餌を捕獲して、これを取り込む従属栄養も行う混合栄養生物 (mixotrophs) である。

ハプト藻は、ハプトネマの粘着性で捕えた餌をハプトネマの根元に送って、大きな塊にしてから、この塊をハプトネマの先端に移動させ、塊が先端に達すると、ハプトネマを屈曲させて、餌を細胞の後端の食胞に運び、ここで消化吸収する。

ハプト藻の中には、細胞の表面に細かな炭酸カルシウムの結晶を分泌して、細胞を保護している種類があり、この分泌物は scale とかコッコリス coccolith と呼ばれている。

「静けき入り江に聳え立つ、イギリスの岸ほの白く・・・」と、詩人 Matthew Arnold (1822~1888) によって、海上から眺めた景観を詠われた<sup>4)</sup>美しい白い断崖がある。

イングランド南東部のハンプシャー Hampshire 州南端部にあつて、イギリス海峡に臨むポーツマス

Portsmouth 市の向かいに位置するワイト島 the Isle of Wight の世界に名高い白い断崖『セブンシスターズ』(七つの頂きを持つことから、こう呼ばれている)は、ハプト藻が白亜紀後期にイギリス周辺海域で大繁殖した結果、そのコッコリスが堆積した<sup>4)</sup>ものなのだ。

この白亜の堆積物は、黒板に使われる白墨(チョーク)の原材料として数十年前まで使われていた。そのようなチョークを砕いて粉末にして、高倍率の顕微鏡で覗くと、コッコリスの結晶が見られるそうである。残念ながら、筆者は未だそれを体験したことがない。

莫大な量のコッコリスが堆積して出来たこの断崖は、顕微鏡によって初めて識別できるような微細な化石から成っているのだ。この化石は、石灰質ナノ化石と呼ばれている。

これが形成された白亜紀後期と言え、今からおおよそ9千6百万年~6千5百万年前であって、地球の気温が現在よりもずっと高かった時代で、英仏間に横たわるドーバー海峡が形成されたり、アルプス山脈の造山活動が起ったり、草食恐竜の大量繁殖に加えて大型の肉食恐竜が現れた恐竜全盛期とされている。そのような遠い昔に、海産微細藻類であるハプト藻が残した分泌物の化石が、現代の私達の身近な用途に近年まで役立っていたとは、驚きである。

2007年11月

#### 参考文献

- 1) Provasoli, L. (1963) Organic regulation of phytoplankton fertility, p.165-219. in Hill, M. N. (ed.) The sea, Vol. 2, Interscience Publishers, 554pp.
- 2) Lee, R.E (1989) Phycology 3rd edition, Cambridge University Press, 616pp.
- 3) 井上勲 (2006) 藻類 30 億年の自然史、東海大学出版会、472pp.
- 4) 浅野清 (1976) 微古生物学 中巻、朝倉書店、237PP.
- 5) Graham, L.E. and L. W. Wilcox (2000) Algae, Prentice Hall, Inc., 670pp.

