

# ケイ素の生物学 —7—

京都大学名誉教授

高橋 英 一

## 藻類とケイ素

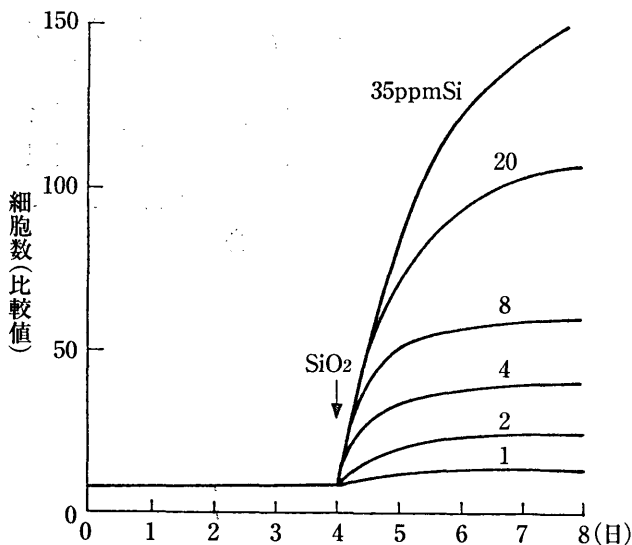
### ケイ藻におけるケイ素の役割

#### ケイ藻の増殖の鍵をにぎるケイ酸<sup>37,38)</sup>

ケイ藻は多量のケイ酸を吸収してシリカの被殻をつくりますが、ケイ酸がなかったらどうなるでしょうか。ケイ藻の生理の研究は欧米で盛んですが、その中でも J. Lewin の研究は先駆的なものといえます。彼女は1949年にフナガタケイ藻の一種の *Navicula pelliculosa* を淡水から分離し、純粋培養株を用いて増殖条件や栄養要求性について詳しい研究を行いました。

その結果ケイ藻は培養液にケイ酸を加えないと全く増殖しないこと、またある範囲では添加したケイ酸量に比例して増殖が起ることを明らかにしました。図12は *Navicula pelliculosa* を4日間ケイ酸を含まない培地においてから、1~35 ppm (Si) のケイ酸を添加して増殖に対する効果をみたものです。ケイ酸を与えていない間、細胞数の増加は全くみられません、ケイ酸添加によって

図 12 ケイ藻の増殖に対するケイ酸の効果 (LEWIN 1955)<sup>38)</sup>



速やかに、また添加量に比例して増殖の起っていることがわかります。

ケイ酸の欠如による代謝の変化およびケイ酸の供給による回復の様子は、Werner や Volcani らが詳しく調べています。その概要は表4、5のようですが、ケイ酸の欠如は単に被殻の形成が正常に行われなくなるだけでなく、細胞分裂や DNA の複製が強く抑制を受けます。そしてこれにケイ酸を与えると、DNA の複製と細胞の分裂が速やかに誘導されます。

表 4 ケイ藻(*Cyclotella cryptica*)のケイ酸欠除にともなう生育ならびに代謝の経時的変化 (WERNER, 1966~1970)<sup>37)</sup>

| 時間* | 現象                   |
|-----|----------------------|
| 0.1 | 細胞分裂の抑制がおこる          |
| 1   | 2-オキソグルタル酸の減少        |
| 2~3 | グルタミン酸の減少            |
| 4   | DNA生成の抑制             |
| 4   | タンパク質合成の抑制           |
| 5   | 葉緑素の生成の抑制            |
| 6~9 | 脂肪酸合成の増加             |
| 9   | カロチノイド合成の抑制          |
| 12  | 見かけの光合成の減少           |
| 12  | 解糖(クリソラミンナリン分解)速度の低下 |

\*ケイ藻(SiO<sub>2</sub>含量約30%,世代時間5時間)をケイ酸を含まない培地に移し、27.5℃ 10,000ルクスの照明条件下で培養、時間は欠除培地に移してからの経過時間

このようにケイ藻にとってケイ酸は増殖のために必須ですが、ケイ酸がどのようにしてケイ藻の細胞分裂の鍵をにぎっているのか、また何故このような関係がケイ藻だけにみられるのか興味ある

表 5 ケイ酸欠乏ケイ藻 (*Navicula pelliculosa*) のケイ酸添加による回復の様子の経時的経過 (COOMBS 1967, COOMBS and VOLCANI 1968)<sup>37)</sup>

| 時 間* | 現 象            |
|------|----------------|
| 0.25 | アスパラギンの増加      |
| 0.25 | グルタミンの増加       |
| 0.5前 | クエン酸の増加        |
| 0.5前 | 2-オキソ-グルタル酸の増加 |
| 0.5前 | ヌクレオチドリン酸の増加   |
| 1    | 葉緑素合成の再開       |
| 1~4  | 呼吸作用の増加        |
| ~6   | リピド合成の停止       |
| 3    | 炭水化物貯留の増加      |
| 4    | RNA正味の量の増加はじまる |
| 4    | タンパク合成の回復はじまる  |
| 5~7  | 新たな細胞分裂はじまる    |

\*14時間ケイ酸欠乏したケイ藻 (SiO<sub>2</sub>含量約12%, 世代時間6~7時間) にケイ酸を与えてからの経過時間

問題です。

藻類の新興勢力として出現したケイ藻<sup>38)</sup>

分裂増殖の鍵をケイ酸に握られているケイ藻は非常に変わった生物のようにみえますが、生物進化の歴史においては新しい部類に属しています。

シリカの被殻をもつケイ藻は化石として残り易いので出現の推定年代は比較的明確ですが、最も古い化石はジュラ紀の始め頃すなわち約1億8千万年前のものです。このころには蘚苔植物、羊歯植物、裸子植物さらに被子植物の一部がすでに現れており、魚類、両生類、爬虫類、昆虫類、鳥類、哺乳類も存在していました (図13)。

白亜紀 (1.3億年~7000万年前) になると多量のケイ藻が現れはじめ、さらに第三紀の中ごろ (4000万年前) になると各地の海域で爆発的な増殖が起こったようで、その遺体が莫大な量のケイ藻土として堆積しています。このことはケイ藻が海底にもたらした有機物の量も莫大であ

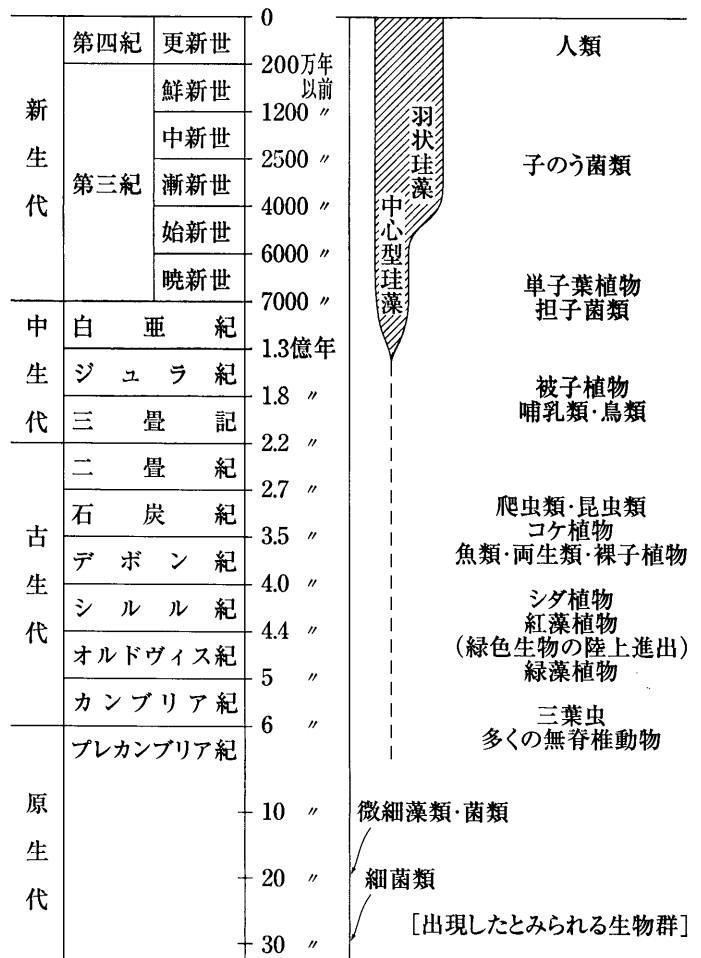
り、炭化水素 (石油) の生産者としての役割も小さくないことを示しています。たとえばカリフォルニア油田の石油の大部分は第三紀の堆積物中にあり、それはモンレー頁岩の厚い層からなっていますが、その中にはケイ藻の微小な殻を沢山含んでいます。この事実はカリフォルニアの石油がケイ藻に由来している可能性を示唆しています。

ケイ藻は現在においても繁栄を続けており、水圏の藻類の中でケイ藻の占める割合は群を抜いて大きく、極端な場合は生産者の半分近くがケイ藻で占められることもあるといわれます。海洋動物の餌料となる植物性プランクトンの中でケイ藻が大きな位置を占めていることは、"all flesh is grass, all fish is diatom" (肉はすべて草から、魚はすべてケイ藻から) という西洋の諺からもうかがえます。

このようにケイ藻は現在藻類の中での新興勢力

図 13 ケイ藻出現の地質年代

(巖佐耕三: 珪藻の生物学, 東大出版会, 1976)<sup>39)</sup>



になっていますが、これには集積したケイ酸が一役買っていると思われます。たとえばケイ藻は細胞質をまもる細胞壁成分に多量に吸収したケイ酸を使用していますが、それによって光合成産物を大幅に節約することができます。また細胞壁中に存在する水和された不定形のシリカの吸着作用によって、ケイ藻は海水中に低濃度溶存している有機、無機養分を能率よく吸収できる可能性があります。

ケイ藻は、地球表面の三分の二を占めている水圏における最大の生産者ですが、このことからケ

イ藻による炭酸ガスの固定量が如何に大きいか分かり分かります。大気中の炭酸ガス濃度の上昇が問題になっている今日、炭酸ガス固定者としてのケイ藻の貢献が注目されていますが、これにケイ酸が一役買っているのは面白いことです。

#### 参 考 文 献

- 37) D. Werner : Silicate metabolism, 文献 5) の pp. 110~149
- 38) 巖佐耕三 : 珪藻の生物学, 49 頁, 127~128 頁, 東京大学出版会 (1976)