

1F-5

微細藻類の光合成におけるカーボニックアンヒドラーゼと CO_2 濃縮機構の働き

宮地重遠（東京大学応用微生物研究所）

クロレラその他の微細藻類において、1～5% CO_2 を含む空気を通気しながら自養的条件下で培養した細胞（高 CO_2 細胞）は、通常の空気（0.04% CO_2 ）を通気しながら自養的に培養した細胞（低 CO_2 細胞）とは異なった光合成特性を示す。即ち、最大光合成速度には高、低 CO_2 細胞間に殆ど差がないが、低 CO_2 条件下における光合成速度は、低 CO_2 細胞における方が、高 CO_2 細胞におけるより高く、この結果、 CO_2 濃度に対するみかけ上の K_m -値（ $K_{1/2}[\text{CO}_2]$ 値）が、低 CO_2 細胞においては、高 CO_2 細胞におけるより著しく小さい。従って、微細藻類は、 C_3 植物であるにもかかわらず、通常の空気下における最大光合成速度は、低 CO_2 細胞においては、陸上の C_4 植物と同じ位高く、一方高 CO_2 細胞においては、その速度は陸上の C_3 植物と同じ位低い。 C_4 植物の光合成は、葉肉細胞と維管束鞘細胞の協同によって、その高い効率を得ている。一方クロレラその他の微細藻類の多くは単細胞であり、細胞間の機能分化を行うことが出来ない。それでは、微細藻類は、どのような機構で効率を高めているのであろうか。

低 CO_2 細胞の $K_{1/2}[\text{CO}_2]$ 値を低下させるために必要な条件の一つは、カーボニックアンヒドラーゼ（CA）である。CAは、液中に溶存している CO_2 と、 HCO_3^- 間の平衡を触媒する酵素である。緑藻、紅藻、らん藻を含む多くの微細藻類について、低 CO_2 細胞は比較的高いCA活性を持つが、高 CO_2 細胞は、全く活性を示さないか、あるいは弱いCA活性を示すことが知られている。又クロレラ、ドナリエラ、ポルフィリディウムなどについて、低 CO_2 細胞のCA活性を阻害すると、光合成に関する $K_{1/2}[\text{CO}_2]$ 値が、高 CO_2 細胞におけると同じ位高くなることが知られている。これらの事実は、CAが、光合成において、 CO_2 に対する親和性を高めるために重要な働きをしていることを示す。

CAの細胞内存在部位は、種類によって事なる。例えば、*Chlorella vulgaris* 11h、*Porphyridium cruentum*などにおいては、CAは細胞内（恐らく葉緑体内）に存在するが、*Chlamydomonas reinhardtii*、*Dunaliella tertiolecta*などは、細胞表層に強いCA活性を示す。細胞表層にCA活性を示さない種においては、細胞は主として CO_2 をとりこむ。 CO_2 の吸収促進は、葉緑体ストロマにおけるCAの Indirect Supply of CO_2 (Tsuzuki et al. Plant Cell Physiol. 21 (1980) 677-688) によってひきおこされるものと考えられている。一方細胞表層にCAをもつ種においては、 HCO_3^- は、CAによって CO_2 に変換された後に吸収される。従ってこれらの種においては、CAは、培地中の HCO_3^- の CO_2 への変換を促進することによって光合成における $K_{1/2}[\text{CO}_2]$ 値を低下させている。

一方、微細藻類の低 CO_2 細胞は、無機炭素（Ci）を、細胞内に濃縮し、その濃度は外液中のCi濃度の数十倍から一万倍以上に達することが知られている。この能力は、高 CO_2 細胞では比較的小さく、低 CO_2 細胞の、光合成における $K_{1/2}[\text{CO}_2]$ を低下させるために、必要な第2の条件となっている。又この能力は、緑藻類よりらん藻類に顕著である。今までに得られた結果は、緑藻の低 CO_2 細胞は CO_2 を、らん藻のそれは HCO_3^- を能動輸送する働きを持つことを示唆する。（GEP 61-II-1-13）