S3C5

構造から見えてくる反応中心の構築原理と進化の方向性

○大岡 宏造（阪大院・理・生物）

光化学反応中心は電子移動経路を構成する電子受容体の種類により、キノンタイプ（タイプ2）とFe-Sタイプ（タイプ1）に分類される。紅色細菌の反応中心の立体構造は1985年に報告され、電子移動機構を分子レベルで議論することが可能となり、光化学系II反応中心との進化的連続性をも明らかにした。さらに昨年初頭（2001年）にはシアノバクテリアの光化学系IIおよびI複合体の詳細な立体構造が報告され、複合体を構成するドメイン構造やフォールディングモチーフ、および電子伝達成分の分子内配置・配向性が、タイプ1、2の両者において極めてよく似ていることが判明した。一方我々は、タイプ1反応中心の電子移動機構を理解するには、緑色イオウ細菌、ヘリオバクテリアの反応中心に関する情報が不可欠であると考え、両反応中心の生化学的・分光学的解析を推し進めてきた。これらの反応中心はホモダイマー構造をもち、2回対称軸（C2軸）に沿って存在する対称的な2つの反応経路が同等に機能しているものと推測されている。これまで複合体を構成するサブユニットを明らかにし、含まれる電子伝達成分の同定と分光学的諸性質を報告してきたが、未だにキノンの存在は分光学的に検出できていない。しかも光化学系Iの座標情報をもとにしたホモロジーモデリングは、キノンの結合部位は親水性であることを強く示唆し、キノン分子の存在を必ずしも示唆しない。最近、光化学系I反応中心では2つの反応経路を通る電子移動が可能であるとの報告がある。タイプ2反応中心では一方の反応経路のみが機能し、 Q_B は2電子還元を受けてキノールとなる。C2軸に沿った2つの反応経路の機能分化の有無は、光化学系の成立過程を考える上で興味深い。本講演では、構造と機能の相関性を視野に入れながら、反応中心の構築原理と進化の方向性について考察したい。

H. Oh-oka : From the structures of the reaction centers toward principles for their architecture and the possible evolutionary direction

S3C6

酸素発生系の誕生と光化学系の進化

○野口 巧（筑波大・物質工学）

太古の地球に生まれた生命は、その活動のエネルギー源を太陽光に求め、二酸化炭素から貯蔵可能な化学エネルギーを合成する、光合成というシステムを作り上げた。これは無尽蔵の太陽光エネルギーを好きなだけ使えるという理想のエネルギー変換系であったが、これを完成させた光合成細菌は、二酸化炭素を還元するための電子の供給源として硫黄化合物や有機酸を用いており、その枯渇が大きな問題として残された。そこで光合成生物が生き残りをかけて取った戦略は、地球上で最も豊富な資源である水から電子を引き抜くというものであった。約30億年前に登場したシアノバクテリアは、この目的のために、紅色細菌の反応中心蛋白質を改造し、第一電子供与体クロロフィルの酸化電位を上げ、そして、水分解の触媒部位であるマンガンクラスターを創り、水の酸化能を持つ光化学系IIを進化させた。水を酸化すると、結果的に分子状酸素が発生する。ところが、酸素は光合成生物にとって猛毒である。そのため、活性酸素の消去機構や、傷害を受けた反応中心蛋白質を素早く交換する機構などがさらに進化していった。こうして、太陽光、二酸化炭素、水だけを用いた生体エネルギー変換系が完成し、現在の植物の繁栄が築かれた。一方、図らずも発生してしまった酸素は地球環境を大きく変え、酸化的大気が形成された。そして、酸素呼吸生命の誕生と、それに続く生命の爆発的進化が促された。また、オゾン層の形成によって、生命の陸上への進出が可能となった。このように地球環境と生命の進化に大きな影響を与えた酸素発生系の成立と、それに附随して起った光化学系の進化の過程を推論する。

T. Noguchi : The birth of the oxygen-evolving complex and evolution of photosystems