

Title	2.葉緑体光合成系IIのESRとENDOR(関西学院大学理学部物理学教室,修士論文アブストラクト(1985年度)その2)
Author(s)	佐藤, 純一
Citation	物性研究 (1986), 46(5): 751-754
Issue Date	1986-08-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/92225
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

★ 天然リゾチームの熱変性温度領域(約72°C)においても、架橋リゾチーム内部の水素は、秩序構造の揺らぎでは交換されていない。従って秩序構造の揺らぎは、この温度領域においても限られていることが分かる。このことは、架橋リゾチームが巻き戻りさえしていれば、十分コンパクトな構造を持つことを示している。

★ Wuthrich は、蛋白質の水素交換反応速度は、蛋白質の熱的安定性に依存すると報告している。

しかし我々の実験では、柔らかい部分の交換反応速度は、分子内架橋による熱的安定性の増加にもかかわらず、ほとんど減少しなかった。これは、Wuthrich の結果と非常に異なる結果である。

2) 基質分子結合の影響(図3)

★ (NAG)の結合は、リゾチームの秩序構造を非常に安定にする。しかし秩序構造の揺らぎは全く変化しない。これは秩序構造の揺らぎが、秩序構造の安定性に依存していないことを表わしている。

3) 変性剤の影響(図4)

★ 変性剤は、リゾチームを非常に壊れやすくする。しかし秩序構造の揺らぎは、全く変化しない。このことから秩序構造は、2-PrOHによって影響を受けないことが分かる。

2-PrOD は遷移状態に作用して、その自由エネルギーを下げていると考えられる。

以上のことから次のことが分かる。

☆ 蛋白質は、巻き戻りの中間体を持たない、all-or-none 的完全二状態性を示す。

☆ 遷移状態は、重水素交換で観測される秩序構造の揺らぎよりも、もっと全体的で協同的な揺らぎの状態であると考えられる。

2. 葉緑体光合成系 II の ESR と ENDOR

佐藤 純一

高等植物の光合成系初期過程は、700 nm の光に反応する光合成系 I と、680 nm の光に反応する光合成系 II とに分けられる。このうち、私は酸素発生系を含む系 II に注目し、系 II に特有な ESR シグナルである Signal II を ESR と ENDOR を使って調べた。その結果、

[1] 77 Kでの, Signal II ラジカルを中心とした系 II の電子伝達,

[2] Signal II ラジカルの低温での運動状態,

[3] Signal II ラジカル周辺のプロトンの配置,

に関する情報を得た。

実験に使用した試料は, ホウレン草から分画した酸素発生能の高い光合成系 II 粒子 (PS II 粒子) で, 界面活性剤による膜の可溶化によって得られた。

[1] 77 Kでの Signal II の decsy

PS II の電子伝達系上に生成したラジカルの ESR 信号 (Signal II) は 77 K で, 暗反応状態 (S_0 または S_1 状態) では安定であるが, S_2 状態にある PS II 中で一暗反応状態にある PS II を 195 K で 5 分間光照射した試料— $\tau_1 = 85$ hours, $\tau_2 = 1240$ hours の寿命で減衰することを見出した。また減衰した Signal II は 200 K 以上の温度で信号強度を回復し, Mn のマルチライン—4.2 K で現れる PS II の S_2 状態に特有の ESR シグナル—が消失する。つまり, この状態は S_2 以外の状態である。このことを説明するために次のモデルを考えた。



但, S : 水分解系, D^+ : 反応中心への電子供与体 (D^+ の状態で Signal II を出す),

P : 光合成系 II の反応中心, A : 反応中心の電子受容体

このモデルは, 77 K での Signal II の減衰と 200 K 以上での Signal II の回復及び S_2 状態の消失をうまく説明することができる。

[2] Signal II のマイクロ波飽和の温度依存性

Signal II ラジカルの運動状態を知るために, マイクロ波飽和法で Signal II の温度依存性を調べ, 分子運動の相関時間を

$$\tau_c = \tau_0 e^{-\Delta/T} \quad (\Delta : \text{活性化エネルギー})$$

と仮定して, アレニウスプロットをとった。その結果, $S_0 \cdot S_1$ 状態の方が S_2 状態よりも T_1 が長く, 130 K 以下の温度で, S_2 状態では活性化エネルギーが $\Delta = 90 \pm 10$ K, $S_0 \cdot S_1$ 状態で $\Delta = 200 \pm 20$ K であり, 170 K 以上ではどちらの状態でも $\Delta = 680 \pm 20$ K であり, T_1 も短くなっていることを見出した。 T_1 と活性化エネルギーの結果から, 130 K 以下の温度では, $S_0 \cdot S_1$ 状態の方が S_2 状態よりも, 高い運動状態に励起するためには, より多くのエネルギーを必要とし, 運動状態もゆるやかであり, 170 K 以上の高温では, 運動状態が変化しにくく, 分子運動が二つの状態で同等に激しくなり, しかも運動状態の変化が急激に起こったと考えられる。

[3] Signal II の ENDOR

Signal II ラジカルと周囲との磁氣的相互作用の様子を知るために、この ESR シグナルを ENDOR で測定したところ、4本の ENDOR スペクトルが観測され、不対電子が 4.1 Å から、6.8 Å 離れたところにあるプロトンと双極子双極子相互作用していることが、プロトンを均一に分布させた球殻型分布モデルによるシミュレーションにより推定された。また、乾燥配向させた PS II 試料の ENDOR スペクトルが、静磁場の方向に対して異方性をもつことが観測された。この異方性は、不対電子の周辺のプロトンが等方的に分布していないモデル(円筒型分布モデル)によって説明されたが、測定された異方的スペクトルの位置と強度をさらに正確に説明するために、不対電子周辺のプロトンの距離と数及び膜面に対する角度を変化させてシミュレーションを行なっているため、これについても報告する予定です。

なお、得られた Signal II の ENDOR スペクトルを図 1, 図 2 に示す。図 1 は配向していない試料の ENDOR スペクトルで、パウダーパターンスペクトルに相当する。図 2 は乾燥配向したスペクトルで (a) が静磁場が膜面に垂直な場合、(b) が膜面に平行な場合である。

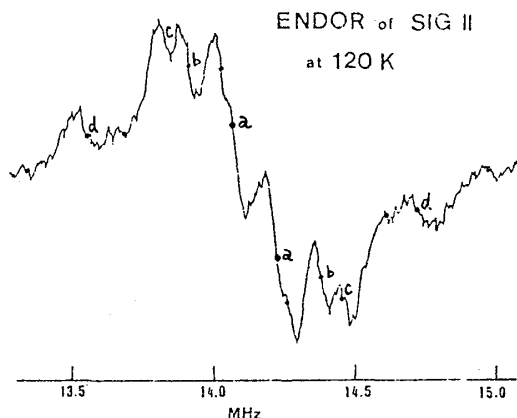


図 1. 120 K の Signal II の ENDOR, 試料は 50% グリセリン入りの暗適応 PS II, マイクロ波パワー 2 mW, 静磁場 3310 G, FM 変調は 10 kHz, FM 偏差 50 kHz (P-P), RF パワーは 17 MHz を 50 W で $H_2 = 1$ G 程度の出力で測定。time const. 1 sec / sweep time 8 min / 積算回数 16 回。
球殻型分布シミュレーションより, a, b, c, d のピークは, 6.81 Å, 5.47 Å, 4.97 Å, 4.06 Å の距離にあるプロトンに相当し, 強度比は 2 : 3 : 3 : 1 であることが推定された。

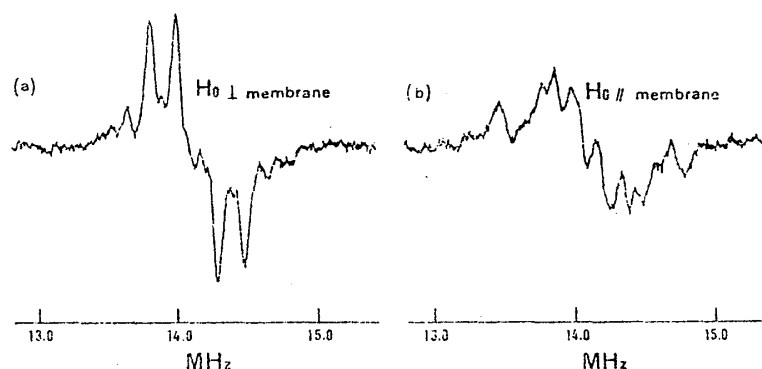


図2. 乾燥配向したPS II試料のSignal IIのENDOR, 測定条件は図1と同じ, (a)が静磁場が膜面に垂直な場合, (b)が膜面に平行な場合である。

3. NaCl型単結晶の光弾性効果の波長分散 (第1部) マイクロ光弾性法とその画像処理 (第2部)

船吉俊充

NaCl型単結晶は, 他の金属結晶に比べて大きな単結晶を得やすく, その物理化学的性質について数多く研究されてきた。しかしNaCl型単結晶の光弾性係数の研究はきわめて少なく, また縞次数で約1/20を越えると破壊し, 測定が困難である。そこでこのような微小変化を精度よく測定するための装置の試作とこれを用いて応力-複屈折の挙動を調べることが目的である。

Fig. 1は測定装置の光学系と電気系のBlock diagramである。測定方法として微小複屈折量を縞移動に換算できるバビネの補正器を用い, その縞移動を正確に読みとるために光学的零位法を採用している。この装置の特長として, 単色光を光学Chopperを用いて交流に変換していること, バビネの補正器による干渉縞をbi-prismで3分割し, それぞれをフォトランジスタPTR1~PTR3に入射し, PTR1とPTR3の出力をDIFF AMPに入力することで, 縞移動を微分的に捕えていること, そのときPTR2で干渉縞の位置を求めると同時に, 不感帯部分を取除いていること, またDIFF AMPの出力変化をLock-in AMPで測定していることなどである。これらにより散乱光や振動によるノイズが除去され, 精度も従来より可成り向