

光合成型が異なる植物におけるミトコンドリアの細胞内配置と呼吸特性に関する研究

畠山, 友翔

<https://hdl.handle.net/2324/1785436>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（2）



氏 名	畠山友翔			
論 文 名	光合成型が異なる植物におけるミトコンドリアの細胞内配置と呼吸特性に関する研究			
論文調査委員	主 査	九州大学	教授	上野 修
	副 査	九州大学	教授	井上眞理
	副 査	九州大学	准教授	齋藤和幸

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ミトコンドリアにおける光呼吸由来の CO_2 放出は、光合成効率を大きく低下させる要因である。光呼吸による CO_2 損失を考える上で、細胞内におけるミトコンドリアの配置は重要である。また、葉のミトコンドリアにおける電子伝達系は、生体反応に必要な ATP を供給するだけでなく、葉緑体の過還元を緩和することにより光合成機能を安定的に維持することにも関わっている。高等植物のミトコンドリアの電子伝達系には、ATP の生産に関与する共役経路と ATP 生産に関与せずに還元力を除去する役割を持つ非共役経路があり、光合成を行う上でこの 2 つの経路のバランスを保つことは重要である。このようにミトコンドリアの細胞内配置と電子伝達系は光合成、引いては作物の生産性とも密接に関わっているが、なお未解明な点が多い。そこで本研究では、光合成型が異なる植物におけるミトコンドリアの細胞内配置と電子伝達特性を調査した。

まず、イネ科の C_3 植物 10 種（イネ、*Oryza alta*、*O. glaberrima*、チヂミザサ、ヌカキビ、カラスムギ、イヌムギ、ヒゲナガスズメノチャヒキ、ホソムギ、コムギ）および C_4 植物 14 種（トウモロコシ、メヒシバ、モチアワ、*Eriachne aristidea*、ギョウギシバ、シコクビエ、オヒシバ、アゼガヤ、オオクサキビ、キビ、ギニアグラス、ネズミノオ、*Urochloa texana*、ノシバ）の葉身の葉肉細胞と維管束鞘細胞におけるミトコンドリアの配置を光学顕微鏡と電子顕微鏡により解析した。イネ科 C_3 植物の葉肉細胞では、ミトコンドリアの多くは葉緑体の液胞側に配置されていた。この配置は、光呼吸によって発生した CO_2 が細胞外へ失われる前に、葉緑体に存在するリブロース-1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼによって再固定する役割を持つものと推察された。一方、 C_4 植物の葉肉細胞ではこのようなミトコンドリアの配置は観察されず、細胞内に分散していた。この配置は、 C_4 植物の葉肉細胞のミトコンドリアでは光呼吸による CO_2 放出が行われないことを反映しているものと考えられた。また、イネ科 C_3 植物の維管束鞘細胞ではミトコンドリアの多くが維管束側（求心的）に配置されていた。この配置は CO_2 の細胞内拡散距離を長くすることにより、光呼吸により発生した CO_2 の損失を抑制するものと推察された。

次に、 C_3 植物 1 種（コムギ）、 C_4 植物 3 種（トウモロコシ、キビ、*U. texana*）および CAM 植物 2 種（コダカラベンケイソウ、パインアップル）の葉から無傷ミトコンドリアを密度勾配法によって単離精製し、酸素電極を用いてミトコンドリアの電子伝達特性を調査した。維管束鞘細胞のミトコンドリアで C_4 ジカルボン酸の脱炭酸が行われる PEP カルボキシキナーゼ (PCK) 型の C_4 植物である *U. texana* と NAD・リンゴ酸酵素型の C_4 植物であるキビでは、維管束鞘細胞におけるリンゴ酸を基質とした呼吸活性が高く、リンゴ酸の脱炭酸反応とミトコンドリアの電子伝達系が関わっていることが確認された。また、共役経路として機能する複合体 I をロテノンによって阻害すると、 C_3 植物と CAM 植物では呼吸活性を約 90% まで維持したが、 C_4 植物の維管束鞘細胞では 56~75%

に減少した。また、共役経路であるシトクロム経路をシアン化カリウムによって阻害すると、 C_3 植物は呼吸活性を94%まで維持したが、 C_4 植物の維管束鞘細胞とCAM植物では40~68%に減少した。特に、PCKによって C_4 ジカルボン酸の脱炭酸を行う C_4 植物とCAM植物では呼吸活性が大きく減少し、PCKによる脱炭酸反応とシトクロム経路との関連性が確認された。これらの結果から、 C_4 回路を持つ C_4 植物とCAM植物は C_3 植物と比べATP生産に関与する共役経路による呼吸の割合が高く、 C_4 回路の作動に必要なATPの一部をミトコンドリアから供給していることが推察された。また、同じ光合成型に属する植物でも C_4 ジカルボン酸の脱炭酸反応過程が異なると、ミトコンドリアの電子伝達特性も幾分異なっていることが明らかとなった。

以上要するに、本研究は、植物が光合成代謝を効率よく遂行するために最適なミトコンドリアの細胞内配置や電子伝達特性を持つことを明らかにしたものであり、植物生産生理学の発展に寄与する価値ある業績と評価される。よって、本研究は博士（農学）の学位に値すると認める。