

## 葉緑体欠損ミドリムシの誘電挙動

福泉 翔<sup>1</sup>, 洲崎 敏伸<sup>2</sup>, 安藤 元紀<sup>1</sup>( <sup>1</sup>岡山大学・院教育・細胞生理, <sup>2</sup>神戸大学・院理・生物)Dielectric behavior of the flagellate *Euglena gracilis* SM-ZK, a permanent chloroplast-lacking mutantSho FUKUIZUMI<sup>1</sup>, Toshinobu SUZAKI<sup>2</sup> and Motonori ANDO<sup>1</sup>( <sup>1</sup>Lab. Cell Physiol., Grad. Sch. Edu., Okayama Univ., <sup>2</sup>Dept. Biol., Grad. Sch. Sci., Kobe Univ.)

## SUMMARY

Dielectric analysis is a non-invasive technique that can characterize the passive electrical properties of biological cells including free-living protozoans. This study was undertaken to examine whether dielectric measurements are useful to elucidate electrical properties of chloroplasts in the flagellate *Euglena gracilis* Z (wild type) and SM-ZK (chloroplast-deficient mutant) at frequencies of 100 Hz – 100 MHz. Different dielectric behaviors of wild-type and chloroplast-deficient mutant cells were detected. Dielectric shell-model analysis showed that the broadening of dielectric dispersions could be simulated using a vesicle-inclusion one-shell ellipsoidal model. These results indicate that the dielectric monitoring can detect electrical properties of intracellular organelles in living organisms.

**[目的]** 誘電解析法は、細胞の形態変化や細胞膜などの電気的特性の変化を捉えることが可能であるだけでなく細胞が生きたままの状態での細胞内小器官の形態的・電気的な特性について定量的に推定できるという特徴がある。我々はこれまでに、誘電解析法によりミドリムシの細胞動態を電気的にモニター可能であることを報告してきた<sup>1),2)</sup>。本研究では、ミドリムシの葉緑体欠損株と正常株の誘電挙動を比較することにより、細胞を生かした状態で細胞内小器官である葉緑体の電気的特性を推定可能かどうか検討した。

**[材料と方法]** ミドリムシ (*Euglena gracilis*) の Z 株 (野生株) と SM-ZK 株 (葉緑体欠損株) について無菌培養開始後 7 日目の細胞懸濁液を実験に使用した。細胞の体積分率を高めるために、マイクロフィルター濾過法により細胞懸濁液の濃縮を行い、最終的な体積分率を約 6% とした。誘電測定セルは平行板コンデンサー型で、電極分極を軽減させるため白金黒を被覆した一対の白金電極とアクリルパイプから構成され、電極の直径は 8 mm、電極間距離は 11 mm とした。測定にはインピーダンスアナライザー (4294A, Agilent) を用い、測定周波数範囲は 100 Hz ~ 100 MHz とした。Z 株と SM-ZK 株のミドリムシ細胞懸濁液の誘電挙動について理論解析を行った。

**[結果と考察]** Z 株 (野生株) と SM-ZK 株 (葉緑体欠損株) の実測値を比較すると、同じ体積分率であるにも関わらず低周波側から高周波側にかけてその誘電挙動が異なることが分かった (図1)。野生株と葉緑体欠損株をそれぞれ殻付き楕円体モデルと細胞質に膜小胞を含む殻付き楕円体モデルで近似し理論計算を行った。葉緑体の形態学的パラメータについては過去の報告を引用した<sup>3)</sup>。野生株を想定した細胞内に膜小胞を有する殻付き楕円体モデルにより計算された誘電挙動は、葉緑体欠損株を想定した単純な殻付き楕円体モデルのそれに比べて、誘電分散の broadening 現象が顕著になることがわかった (図2)。また、細胞内小器官の有無による理論値の違いと葉緑体の有無による実測値の違いがおおよそ対応していると考えられた。

ミドリムシの葉緑体の有無を誘電挙動の違いとして捉えることができた。誘電解析法により、できると考えられた。今後は、ミドリムシの培養系ごとに細胞および細胞内小器官の形態学的パラメータを計測し、それらの実測データを用いて殻付きモデルによる理論解析を行い信頼性の高い細胞内小器官の電気的特性を抽出可能かどうか検討する必要がある。

## [文献]

- 1) Fukuizumi, S. et al. (2008) Jpn. J. Protozool., 41, 55-57.
- 2) Fukuizumi, S. et al. (2009) Jpn. J. Protozool., 42, 74.
- 3) Pellegrini, M. (1980) J. Cell Sci., 43, 137-166.

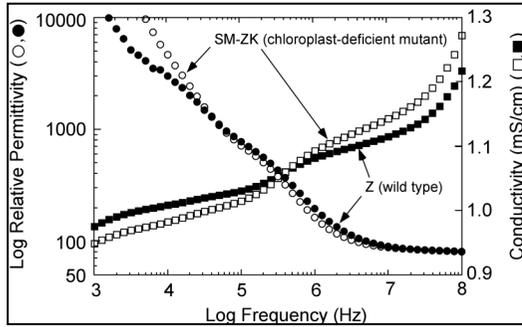


図1 誘電挙動の実測例。ミドリムシの葉緑体欠損株 (SM-ZK) と野生株 (Z) の細胞懸濁液の比誘電率 (relative permittivity) と導電率 (conductivity) の周波数依存性を示す。体積分率はともに 6% とした。

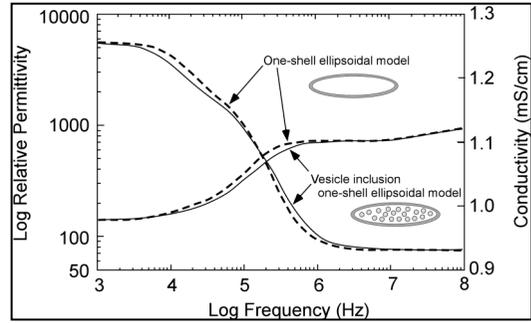


図2 殻付き楕円体モデルによる理論解析。ミドリムシの野生株 (Z) を細胞質に膜小胞を含む殻付き楕円体モデル (実線) に、葉緑体欠損株 (SM-ZK) を殻付き楕円体モデル (破線) に、それぞれ近似して理論計算を行った。