

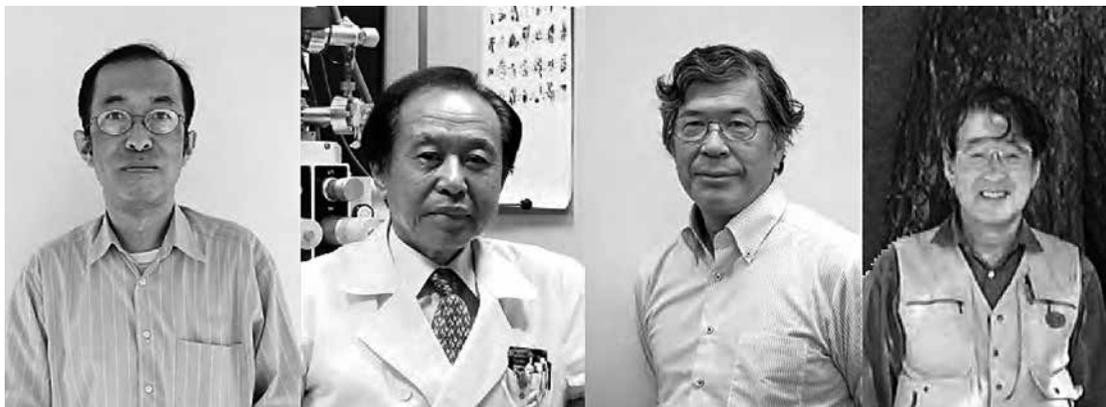


第19回 (2015年) 日本藻類学会 論文賞

[日本藻類学会 論文賞 受賞記念特集]

2016年3月19日におこなわれた日本藻類学会総会にて、第19回(2015年)日本藻類学会論文賞の発表と授与が行われた。同賞は英文誌 *Phycological Research* vol. 63 (1) - (4) に掲載された原著論文のうち、規定に従い審査員の投票によって選ばれ評議委員会です承されたものである。今回は、Shinichi Miyamura, Tamotsu Nagumo, Miyuki Maegawa and Terumitsu Hori. Rearrangement of the flagellar apparatuses and eyespots of isogametes during the fertilization of the marine green alga, *Monostroma nitidum* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Phycol. Res.* 63 (4): 284-299. が受賞された。

受賞論文 著者の皆様



宮村新一博士

南雲 保博士

前川行幸博士

堀 輝三博士

第19回日本藻類学会論文賞を受賞して

宮村新一

このたびは2016年度日本藻類学会論文賞を授与いただき、心よりお礼申し上げます。授賞論文「海産緑藻ヒトエグサの同形配偶子の受精過程における鞭毛装置と眼点の再配列」につきまして、研究を始めたきっかけと概要を紹介させていただきたいと思えます。

海産緑藻ヒトエグサの配偶子の構造と受精過程について研究を始めたのは、10年くらい前にさかのぼります。それ以前に、1990年代の中頃から茨城県の大洗海岸で採集したオオハネモを用いて、眼点をもたない2本鞭毛の雄配偶子が走化性によって2本鞭毛の雌配偶子と出会い受精する過程について筑波大の走査電顕で観察していました。当時、筑波大の電顕室にあった日立S2500で観察したところ雄配偶子と雌配偶子の表層構造に違いがありそうなことがわかりました。本当ならば面白いのですが、筑波大の電顕の分解能がそれほどよくなかったために配偶子表面の細かな構造がよくわかりませんでした。そこで、一緒に研究していた堀先生に相談したところ日本歯科大の南雲先生のところにすばらしい走査電顕があることを教えて下さいま

した。すぐに南雲先生にお願いして、東京の飯田橋にある日本歯科大まで出かけて超高分解能走査電顕(S5000)で観察させてもらいました。S5000では筑波大の電顕では分からないところまで驚くほど鮮明に見えて、雄配偶子の表面には雌にはない雄特異的な構造があることや雌配偶子の表面全体が顆粒状の物質で被われていること、さらには受精後の動接合子において細胞融合が進むとともに雄配偶子表層の特異的な構造が雌配偶子由来の顆粒状の物質に被われて見えなくなることもわかりました。この現象は、異形配偶と卵生殖の違いはありますが、まるでゼリー層に被われたウニの卵に精子が侵入して中に取り込まれるようであり、卵と精子の関係を思い起こさせて面白かったのですが、さらに雌配偶子は必ず、鞭毛運動面を基準として眼点と同じ側の鞭毛の基部で雄配偶子と融合することに気がつきました。そこで、堀先生がオオハネモの受精についての論文(Hori 1988)を書いていたことを思い出し、論文中の透過電顕写真をみたところ、確かに雌配偶子は眼点と同じ側で雄配偶子と融合していました。

大洗海岸では、オオハネモのシーズン(12月から4月頃)が終わるとナガアオサの成熟シーズンが始まります。そこで、ナガアオサの雌雄配偶子でもオオハネモと同じく配偶子の細胞融合する方向が決まっているどうかみてみたいと思ひ、その頃、筑波大

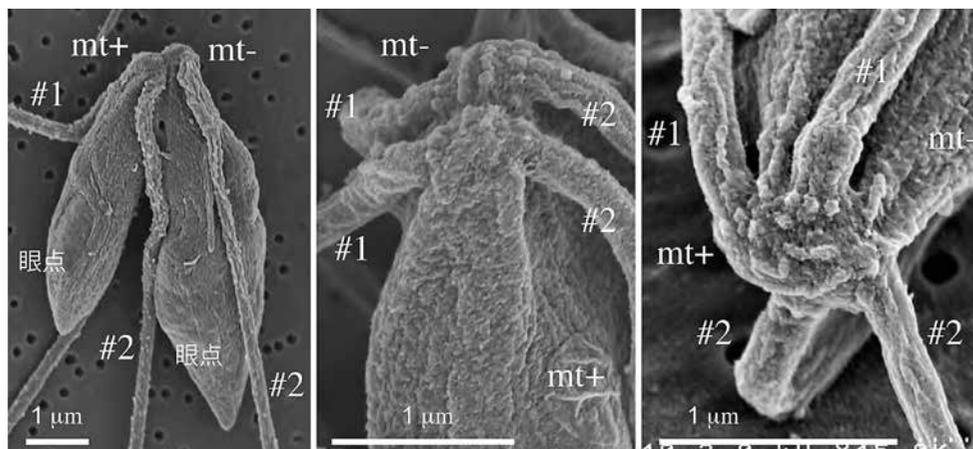
学の電験室に設置された電界放射型走査電顕 (JSM-6330F) を使って観察してみました。JSM-6330F は S5000 ほどの分解能はありませんが、それでも配偶子の眼点と眼点顆粒がはっきりと確認できました。受精直後の動接合子をみると大きな雌配偶子は眼点と同じ側で、小さな雄配偶子は眼点と反対側で融合し、2つの眼点が細胞の同じ方向に並んでいました。このような、雌雄の配偶子間で細胞融合部位の配置が異なることは、1989年にクラミドモナスの同形配偶子の光学顕微鏡観察によって最初に発見され (Holmes & Dutcher 1989), その約10年後に、筑波大の中山先生と井上先生によって、シワランソウモドキの配偶子と動接合子の透過電顕観察で確認され、緑藻植物に普遍的な現象である可能性が示唆されました (Nakayama & Inouye 2000)。ナガアオサの結果は、その可能性を支持するものでした。

もしも、上に述べた現象が多く緑藻植物でもみられるのなら、同形配偶、異形配偶に関わらず、配偶子の2つの性を区別する形態的特徴になり、雌雄の区別がつかない同形配偶子の交配型と異形配偶子のオス、メスを形態的に対応づけることができると考えられます。クラミドモナスでは、配偶子の原形質膜が特殊化した一種の細胞融合装置である接合装置の細胞内配置が2つの性で異なることが電顕で確認されていたのですが、シワランソウモドキでは動接合子の眼点の配置から雌雄配偶子において接合装置の配置が異なることを推測しており、接合装置の細胞内配置を観察した訳ではありませんでした。また、ナガアオサでも雌雄配偶子が融合する方向に違いがあることを確かめたにすぎません。そこで、接合装置の細胞内配置を直接観察しようと思いヒトエグサを使うことにしました。ヒトエグサを使うことにしたのは2つ理由があります。ひとつには、以前、堀先生と三重大の前川先生が配偶子の鞭毛装置とその受精過程における挙動について透過電顕で観察していたために、接合装置の細胞内配置に関与すると考えられている鞭毛装置についての情報がある程度あったこと、もうひとつは、明確な接合装置を持つことが分かっていたことです。ヒトエグサは、今回も前川先生にお願いしました。ヒトエグサの配偶子を固定するために三重大に行き、配偶子の放出、交配型を確かめるための配偶子の掛け合わせなど、前川先生の指導のもとに電顕観察用に試料を固定することがで

きました。筑波大に戻って、走査電顕の試料をつくり日本歯科大に持って行って超高分解能走査電顕で観察したところ、配偶子の表面からわずかに突出した接合装置が認められ、その配置は、片方の交配型の配偶子 (mt-) では、眼点と同じ側に、もう一方の交配型 (mt+) では、眼点と反対側であり、いずれの接合装置も鞭毛根の側にありました。受精直後の配偶子では、接合装置がさらに突出し、その先端で2つの配偶子の接触、融合が始まり、細胞融合は、接合装置の部分から細胞後方へと進み、4本鞭毛の動接合子が形成され、ナガアオサと同じく2つの眼点が細胞の同じ面に並びました。このようにしてヒトエグサでは接合装置の配置を走査電顕で直接観察することができました。これらの結果は、ヒトエグサの同形配偶子でも、クラミドモナスやシワランソウモドキなどと同じように接合装置の配置が2つの性を区別する特徴であることを示しています。さらに、配偶子の融合が進むと、平行に並んでいた2組の鞭毛 (#1と#2) のペアが角度を変え十文字状に配置しました。この現象と対応するように、配偶子の融合後に2組の基底小体が接近し、連結繊維によって結合するとともに、角度を変えて、最終的に十文字状に配置することが透過電顕像から明らかになりました。面白いことに、このような基底小体の再配列は他のヒビミドロ目やアオサ目の海藻でも報告されており、これらのグループに共通した性質であるかもしれません。

海産緑藻における配偶子の微細構造、特に鞭毛装置やその受精過程における挙動についての研究は、かなりマイナーな研究分野だと思います。さらに鞭毛装置の構造は複雑で分かりにくいかもしれません。しかしながら、多くの藻類において、配偶子などの遊泳細胞の細胞構造が鞭毛装置をもとにしていることは事実であり、これらの研究は、海産緑藻の受精過程や同形配偶から異形配偶への進化の過程を理解する上で、また、将来の分子レベルでの研究にとって基本となる知見をわれわれに提供することになると思います。ヒトエグサの仕事は、研究を始めてからかなり時間が経ってしまいましたが、論文としてまとめられたのも、ひとえに共同研究者の皆様のおかげと思っています。この場を借りてお礼申し上げます。

(筑波大学)



ヒトエグサの配偶子の融合

平行に並んだ2組の鞭毛

十文字状に再配列した鞭毛