

mation of *Caloglossa*. Laborat. of Hydrobiol. Rep. IV, 1-16. OKAMURA, K., 1909: Icones of Japanese Alg. I. 179-186. 岡村金太郎, 1936: 日本海藻誌. 793-795. POST, E., 1943: Zur Morphologie und Oekologie von *Caloglossa* Ergebnisse der Sunda-Expedition der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft 1929-'30. Arch. f. Protistenkunde Bd. 96, 2. 123-220. SILVA, P. C. & CLEARY, A. P., 1954: The Structure and Reproduction of the Red Alga, *Platysiphonia*. Amer. Jour. Bot. Bd. 41, 3, 251-260.

## 海藻細胞膜の複屈折

佐藤寿子\*・中沢信午\*\*

H. SATO & S. NAKAZAWA: Birefringence of Cell Walls in Some Marine Algae

緑藻 *Valonia* では細胞膜の複屈折の研究から成長方向の主軸に対してらせん状の微細構造があることが知られている (WILSON, 1955)。また *Fucus*, *Pelvetia* などの卵では発生にともなって、しだいに細胞膜が強化されてゆくことが複屈折の研究からわかった (LEVRING, 1952)。一般に細胞膜の複屈折は細胞の成長方向と密接に関連し、それは細胞の極性のあらわれであり、細胞膜がどの方向に複屈折をもつかは細胞の極性の方向を推定するデータとして重大な意味をもつであろう。こういう見地において著者達は数種の海藻について細胞膜の複屈折をしらべてみた。

### 材料および方法

材料として浅虫で採集した *Cladophora utriculosa*, *Ceramium japonicum*, *Chaetomorpha crassa*, *Halothrix lumbricalis*, *Polysiphonia urceolata*, *Porphyra tenera* および *Monostroma* sp. をえらんだ。これらはいずれも採集後数時間通常の海水とともにガラス鉢に入れておき、その体の一部を切りとって海水とともにスライドガラスにのせ、カバーをかけて偏光顕微鏡で観察された。偏光顕微鏡はオリンパス GK に同社の偏光プリズムをとりつけたもので、直交ニコルの間に 550 m $\mu$  の第一次赤色板を入れて視野を赤くし、細胞膜によって生ずる干渉色から複屈折を知った。光源には 100 W の白色ラ

\* 八戸市湊小学校

\*\* 山形大学文理学部

ソブと硫酸銅液のフィルターを用いた。実験は1961年4月、浅虫臨海実験所で行なわれた。

### 結果および論義

どの材料についても原形質の複屈折は証明できなかった。この事実は、一方において藻類原形質の複屈折がすでに報告されていること (LEVRING, 1952; KÜSTER, 1939) から考えて、今回使用した偏光装置がそれほど鋭敏ではなかったことを示している。にもかかわらず細胞膜については非常に明らかな複屈折がみられた。まず、単に直交ニコルの間に生の細胞を置くと、細胞膜は一般に polarizer-analyser の直交軸に対して  $45^\circ$  の方向に十字形の複屈折を示した。ただし *Porphyra* と *Monostroma* とは複屈折をほとんど示さなかった。つぎに第一次赤色板を入れると大体において細胞膜の表面が ↘ 方向にきたときに青色、↙ 方向にきたときに黄色の干渉色をあらわし、その他の方向では干渉色を示さない。ただし *Ceramium* だけは特殊な複屈折を示した。これらについて以下記述する。

(1) *Cladophora*. 長軸方向の細胞膜がもっともよく複屈折を示し、長軸が ↘ 方向で青、↙ 方向で黄に見える (図1)。横軸方向の隔壁はやや複屈折がよわいが、やはり横軸が ↘ 方向で青、↙ 方向で黄に見える。頂端細胞の末端でも強い複屈折があり、末端の切線が ↔ または ↓ では干渉色はあらわれないが、↙ では黄、↘ では青になる。このように頂端にも強い複屈折があることは、この部分でも十分にセルローズが蓄積しており、他の部分と同様に compact な構造をもつことをあらわしている。他面において、*Cladophora* を中性赤で生体染色したときに頂端でもっとも早く色素が侵入することから、細胞膜が頂端ではそれほど compact ではないと考えられた (NAKAZAWA, 1958, 1959)。しかし複屈折からみるとこの考えはやや改めなければならないであろう。したがって頂端細胞の示す差次透過性については別の説明が考えられるべきである。

(2) *Chaetomorpha*, *Halothrix*, *Polysiphonia* などについても *Cladophora* とおなじ方向に同様の干渉

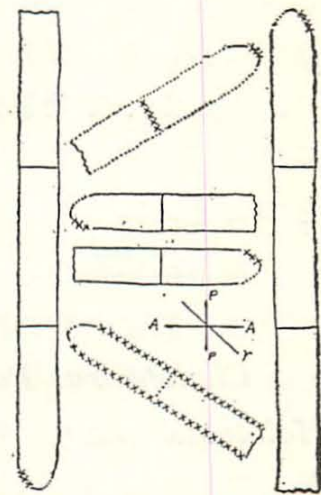


図-1. *Cladophora* の細胞膜の複屈折第1次赤板をいれた場の干渉色 ……は黄、××××は青色を示す。Pはpolarizer, Aはanalyser, rは第1次赤板の軸

色があらわれた。

(3) *Porphyra* および *Monostroma* ではわずかに複屈折がみられたが、その方向については明らかな事情がわからなかった。これは、これらのタルスがべつに成長方向の定まった極性をもたない事実とよく合致する。したがって、これらでも胞子の発芽当時には定まった成長方向をもっているから、その段階ではおそらく明らかな複屈折がみられるであろうと考えるが、これは今後の研究問題である。

(4) *Ceramium* のタルスは形態的に定まった成長方向をもっている点において *Porphyra* や *Monostroma* とは異なっている。しかしまた *Cladophora* などとちがって多くの細胞が組織をつくっているために、複屈折はやや混雑してあらわれる。タルスの長軸を $\downarrow$ 方向におくと肥厚部と細い部分との中間帯に複屈折があらわれ、タルスのアウトラインが $\swarrow$ 方向の部分で青、 $\nearrow$ 方向の部分で黄になる(図2)。長軸を $\swarrow$ 方向におくと肥厚部で青、細い部分で黄、その中間帯では干渉色がでない。 $\nearrow$ 方向におくと反対に肥厚部で黄、細い部分で青、中間帯では色つかない。したがって肥厚部の細胞では長軸方向に対して負、細い部分では同方向に対して正の複屈折をもつことになる。

以上の観察から明らかなように、細胞膜の複屈折は一般に細胞の極性と密接な関係をもっており、*Cladophora*, *Polysiphonia*, *Chaetomorpha*, *Halothrix* のように細胞が規則正しく列をなして糸状に配列し、一方向に成長してゆくものでは最も強い複屈折をあらわし、*Porphyra* や *Monostroma* のように多細胞が不規則に配列し、全体の生長方向もあまり規則的でないようなタルスでは複屈折も弱く、その方向も明らかでない。そして、多細胞が組織をつくり、しかもタルス全体に固有の規則的形態分化がおきている *Ceramium* では複屈折も明らかであり、分化の方向に応じて複屈折の方向も定まっている。細胞膜の複屈折が細胞の極性の表現であるとする、分化は細胞の極性がその細胞の位置に応じて方向を変えることによって、生起することをよくあらわしている。したがって、分化が明らかでない *Porphyra* や

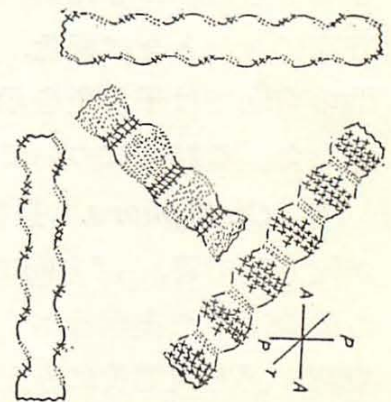


図-2 *Ceramium* の複屈折  
 ..... は黄,  $\times\times\times\times$  は青色, P は polarizer, A は analyser, r は第1次赤板の軸

*Monostroma* では複屈折の方向もまた不明確である。*Ceramium* のタルスは中軸をなす巨大な細胞の列と、そのまわりをかこむ小細胞の組織とからできている。複屈折が大体において *Cladophora* の場合とおなじく中軸の巨大細胞列のそれと一致するが、それだけでは説明できない。というのはタルスの周辺部だけでなく中央にも強い複屈折があらわれるからである。これは、まわりの小細胞の組織の異方性によるもので、組織の異方性の方向が場所に応じて交互に分化していることを示している。

*Halothrix lumbricalis* の種を同定して頂いた弘前大学の高松正彦教授に感謝いたします。

#### Summary

Birefringence of cell wall was examined in some marine algae. (1) In *Cladophora utriculosa*, *Chaetomorpha crassa*, *Halothrix lumbricalis*, and *Polysiphonia urceolata*, the thallus is filamentous, composed of cells arranged one-dimensionally or of a bundle of such filaments. These showed a strong birefringence negative with respect to the surface of the cell wall, but positive in the perpendicular direction. (2) In *Ceramium japonicum*, the thallus is composed of thick and thin tissues arranged in alternation. In the thick zone, the birefringence is negative in the longitudinal direction and positive in the transversal direction. But, the thick zone exhibits birefringence positive in the longitudinal but negative in the transversal direction. That is, the birefringence is closely connected with the morphological specificity of each zone. (3) The thalli of *Porphyra tenera* and of *Monostroma* sp. are composed of multiple cells arranged two-dimensionally, but their morphology is not always undergoing a clear differentiation. In these algae, the birefringence is obscure. (4) As above, generally, the birefringence seems to be strongly related to the morphogenesis. If the birefringence of cell wall exhibits the cellular polarity, it seems that the morphological differentiation of a region of an algal body is attributed to the determination of cellular polarity of that region.

#### 文 献

KÜSTER, E. (1939): Ueber die Wirkung des Zentrifugierens auf die Viskosität des lebenden Protoplasmas. Kolloid.-Z. **89**, 237-238. LEVRING, T. (1952): Researches on the submicroscopical structure of eggs and spermatozoids of *Fucus* and related genera. *Physiol. Plant.* **5**, 528-539. NAKAZAWA, S. (1958): Permeability differentiation in the cell-wall of *Cladophora*. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **6**, 1-4. ——— (1959): Polar vital staining and differential plasmolysis of *Cladophora* cells. *Phyton (Austria)* **8**, 35-37. WILSON, K. (1955): The polarity of cell-wall of *Valonia*. *Ann. Bot.* **19**, 289-292.