

奥田弘枝*: ワカメ成熟葉体の電子顕微鏡的観察 特に毛巢, 毛の微細構造について
Hiroe OKUDA: Electron microscopic observations on brown alga *Undaria pinnatifida* —on fine structure of its hair conceptacle and hair—

褐藻類のなかには、表層細胞より生じる単発の毛を有する *Padina*, *Eudesme* (岡村 1936), 毛が叢生する *Sporochnus* (岡村 1936), *Endarachne* (MELCHIOR 1954) がある。また表層表面の浅い窪みの毛巢から毛が叢生する *Chnoospora* (岡村 1936), *Ishige* (MELCHIOR 1954), さらにやや深い窪みの毛巢から毛が叢生する *Hizikia*, *Costaria*, *Undaria* (岡村 1936) なども知られている。*Costaria*, *Undaria* については、光顕観察による毛の発生過程が報告されている (YENDO 1911) が、毛巢および毛の微細構造は明らかにされていない。

筆者はワカメの基本構造を調べる基礎的研究の一環として、藻体各部位の電顕的観察を行ってきた。前報では成熟したワカメ葉体部の表層細胞、皮層細胞および粘液腺の電顕的観察結果を報告した (奥田 1980)。ここではワカメの毛巢および毛の微細構造を走査型および透過型電顕によって観察した結果を報告する。

観察に用いた試料は、1978年4月中旬、広島県尾道市の海岸で採取したワカメの健全な葉体である。葉体長は約 80 cm で、成実葉をつけた十分に成熟した藻体である。葉体の中央部 (葉体長の 1/2 くらいの部位で、羽状裂片と中肋の中間部分) から 1 片約 5 mm の小四角片を切り出し試料とした。透過型電顕観察用試料の調整方法の詳細は前報と同様である (奥田 1980)。観察は HS-7 型, JEM-100B 型電子顕微鏡を用い、加速電圧はいずれも 80 kV で行なった。光顕観察は、電顕観察用に包埋作製した試料から、厚さ 5 μm の切片を作製し、トルイジン青染色をした後、行なった。走査型電顕観察用試料は、0.1 M カコジル酸緩衝液 (pH 7.4) で稀釈した 2% グルタルアルデヒドで 5°C, 2 時間前固定し、前述の緩衝液で洗浄した後、同様の緩衝液で稀釈した 2% OsO_4 で 5°C, 2 時間、後固定を行なった。固定後、試料は 50~100% のエタノール系列で脱水し、臨界点乾燥装置 (JCPD-3) を用いて乾燥した。ついで試料表面に全蒸着を施し、観察は TSM-T20 を用い、加速電圧は 19 kV で行なった。

毛巢の一般形態: ワカメの藻体表面には肉眼的に小黒点として認められる、毛巢といわれる窪みがある。実体顕微鏡下では毛巢の基部から外へ向かって白い細い毛が密生して伸びているのが見られる。毛巢は成熟した藻体葉面 1 cm^2 当り、多いもので 50 個前後見られる。体の縦断面から見ると、表層細胞が葉体の厚さの約 1/3 くらい落ち込むように配列することによって、毛巢の窪みとなり、毛巢壁を形成している。毛は毛巢壁の基部から体外に向かって伸びる (Fig. 1)。体表面から見た毛巢はほぼ円形に近い形で、直径約 155~175 μm である (Fig. 2)。

毛巢壁の構成: 毛巢壁は 2~3 層の細胞から形成され、最外層の細胞は毛巢の中心部に向けて突出している (Fig. 2, 矢印)。毛巢の周囲にある皮層細胞は毛巢に対して放射状に配列する (Fig. 2)。

毛巢壁最外層の細胞に含まれる葉緑体数は表層細胞のその約半数 (2~3 個) で、形は小さい楕円 (長径 1.5 μm , 短径 1.0 μm) である。チラコイド・バンドの数は少なく、2~3 条認められるだけであった。

毛の形態: 毛は単列多細胞からなり、分枝しない。基部から先端までは最も長いもので約 1000 μm ある。細胞は基部に近いほど小型で、先端になるほど大型になる (Figs. 1, 3)。毛巢を通る横断面像では、その内部に通常 20~35 本の毛が見える (Fig. 2)。毛の表面は粗く、多くのくびれが見られる。これらは毛の細胞と細胞との間の隔壁に相当し、細胞の大きさは長径が約 10~30 μm , 短径が約 6~8 μm である (Fig. 4)。これらの観察結果から、毛の細胞数は相当な量となり、葉体表面積の増大につながるものと考えられる。

毛の基部の間をうめている物質は微小繊維性である (Fig. 5)。

毛細胞の内部構造: 透過型電顕による観察によると、毛細胞の横断面は円形 (直径 7~8 μm 前後) または楕円形 (長径 7 μm , 短径 5 μm) をしている。毛細胞壁の厚さはほぼ均一で約 2 μm あり、微小繊維からなる (Fig. 5)。細胞のほぼ中央に、中等度な電子密度を有する直径約 3 μm の 1 個の核が存在し、二重膜によって包まれている。核質は微小な顆粒物からなる。核の中心部には電子密度の高い長径 0.9 μm ,

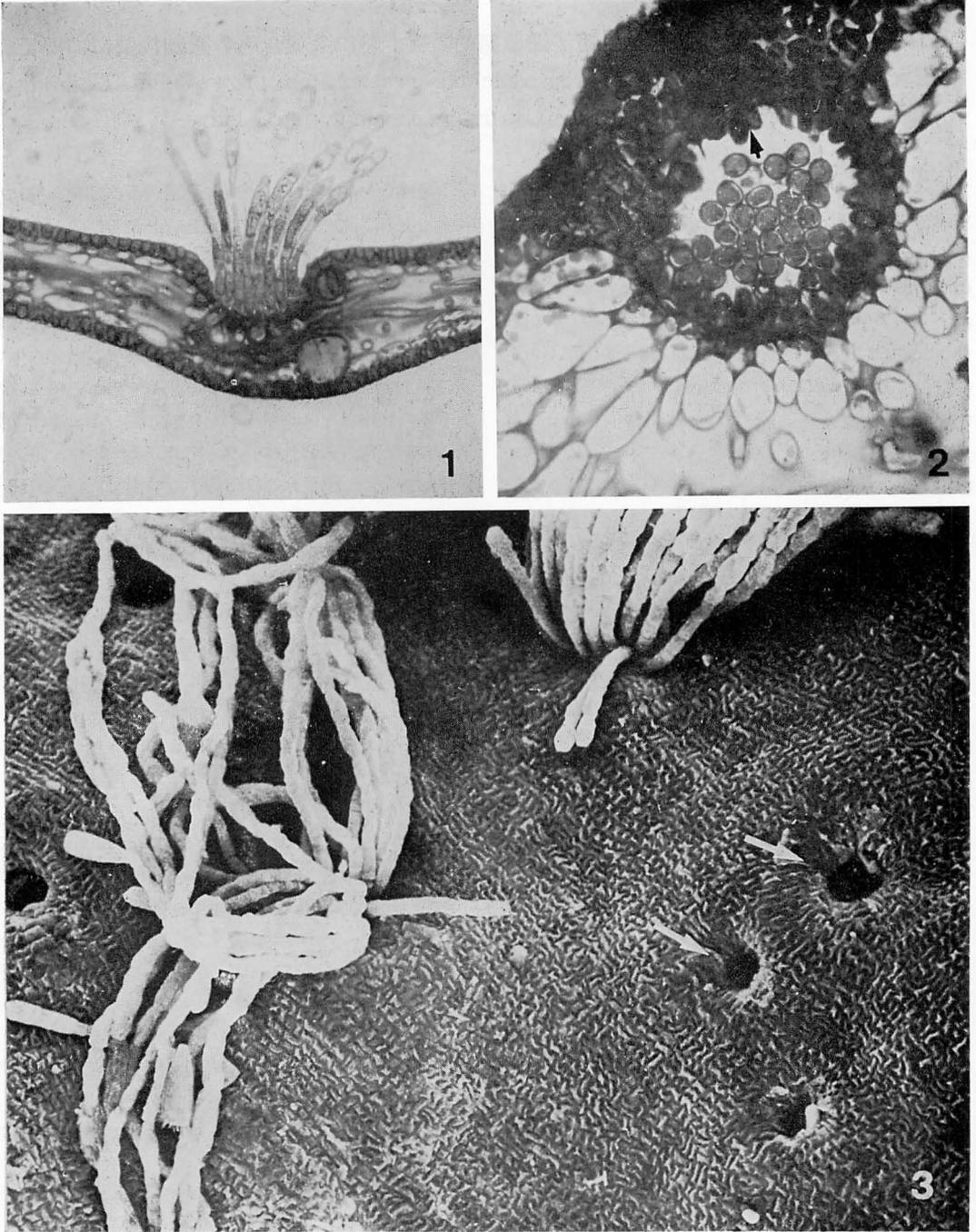


Fig. 1. Light micrograph of saggital section of hair and hair conceptacle. The hair cells originate from epidermal layer.

Fig. 2. Transverse section of hair conceptacle show round cut surfaces of hair cells and protruded epidermal cells into hair conceptacle are observed (\uparrow).

Fig. 3. Scanning electron micrograph of hair and surface of *Undaria pinnatifida*. The opennings of the mucilage glands (\uparrow) are also seen. $\times 960$.

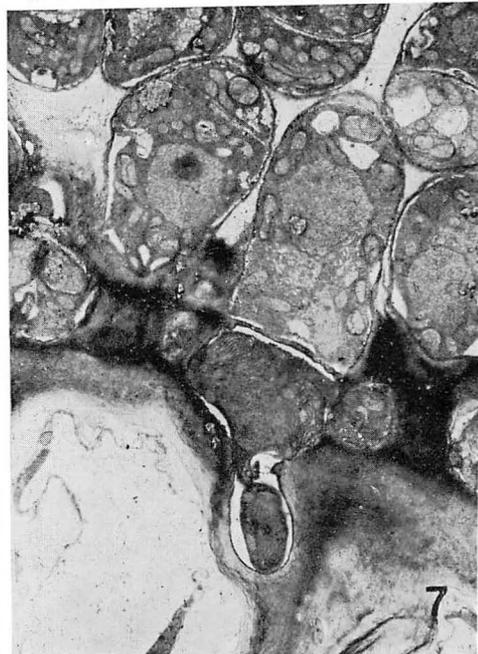
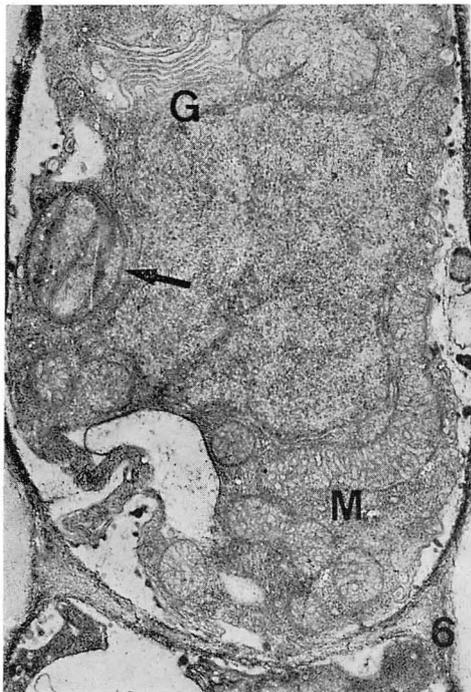
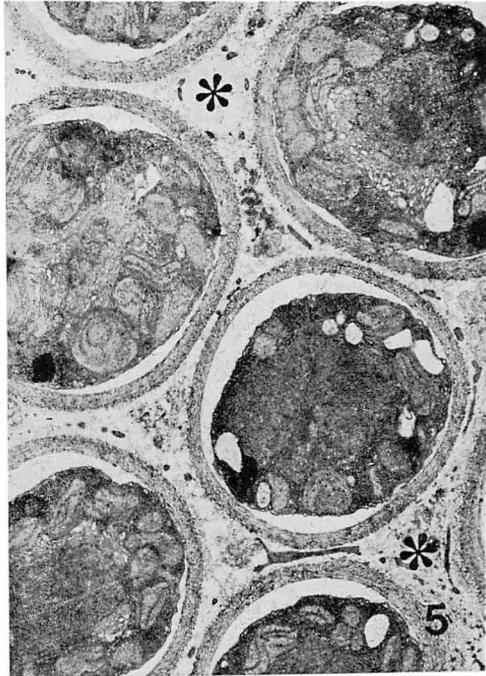
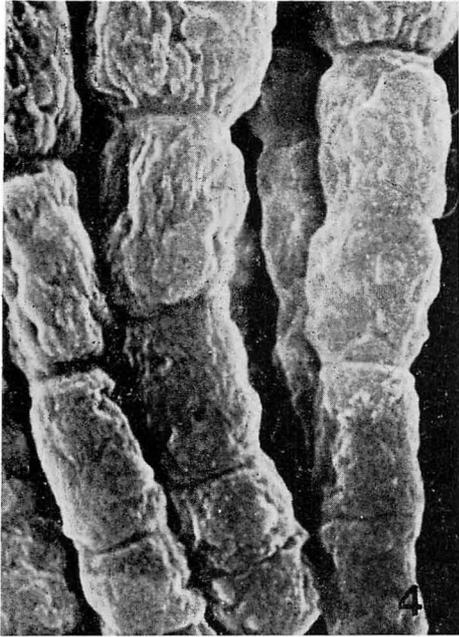


Fig. 4. Scanning electron micrograph of the hair. The cells show columnar form and connecting each other. $\times 3800$.

Fig. 5. Electron micrograph of the transversally sectioned hair cells. Fine fibrous substances are observed between the cells (*). $\times 6000$.

Fig. 6. Longitudinal figures of the hair cells. Although well developed Golgi body (G) and mitochondria (M) are observed, the lamellar bands in chloroplast are poorly developed (\uparrow). $\times 17000$.

Fig. 7. Longitudinally sectioned hair cells at the basal part. The hair cells are developed from epidermal layer cells of the hair conceptacle. $\times 3300$.

短径 $0.47\text{ }\mu\text{m}$ 前後の核小体が1個見られる場合が多い (Fig. 6)。

葉緑体は1個の細胞断面に3~4個から、多いもので5~6個見られ、細胞壁に近い位置や核の周辺部に位置する。その大きさは長径 $1.7\text{ }\mu\text{m}$ 、短径 $0.7\sim 0.8\text{ }\mu\text{m}$ 前後で楕円形をしており、内部に1~3条のチラコイド・バンドが観察される (Fig. 6, 矢印)。葉緑体は表層、皮層細胞内の数とはほぼ同数であるが、大きさは小型で、表層、皮層細胞のその約 $1/2$ である。また、表層、皮層細胞の葉緑体は10~15条のチラコイド・バンドを含むのに対して、その発達が悪い。

ミトコンドリアは核の周囲に認められ、細胞1個当たり、多いもので10数個観察された。ミトコンドリアの形態は楕円、棍棒状、くの字等をしており、小さいもので直径 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 、大きいもので長径 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 、短径 $0.35\text{ }\mu\text{m}$ あり、内膜突起は小管状構造をしている (Fig. 6)。表層、皮層細胞のミトコンドリアは平均して数個存在し、その大きさは長径 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、短径 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 程で、形もほぼ一定した楕円形であるのに対して、毛細胞のミトコンドリアはその形も多形で容積のかなり大きいものが見られる。

核に近接してゴルジ体が認められ、液胞も観察された (Fig. 6)。

毛の発生: 葉体長が 9 cm になった葉体では、毛の発生初期の段階が見られた。毛は表層細胞の1つが母細胞となり、横に細胞分裂して単列多細胞の毛を形成するらしいことを示している (Fig. 7)。これは表層細胞が毛の細胞へ転換していく状態を光顕で観察した YENDO (1911) の結果とほぼ一致する。

毛の機能: 褐藻類には毛を有するものが数多く知られているが、毛巢や毛の機能的意義は不明な点が多い、成熟した毛細胞の葉緑体は、その発生初期の葉緑体とほとんど変わらず、小型のままで、内部のチラコイド

・バンドも1~3条しか認められず未発達である。また、毛巢壁をつくる細胞の葉緑体も発達していない。従って、毛および毛巢壁細胞においては光合成作用はあまり活発には行なわれていないと推測される。一方、ミトコンドリアは発生初期の毛細胞で10個、成熟したもので10数個観察される。また、毛細胞のミトコンドリアは表層、皮層細胞のそれに比較して多形で、しかも大型のものがあ、その数も多いことから、エネルギー代謝は活発に行なわれていると考えられる。

以上のことから、毛の機能は光合成作用よりもむしろ物質の代謝に関わっている器官であろうと想像される。

本研究に対し、御指導を頂いた筑紫女学園短大、川上いつゑ教授、本稿の御校閲を賜った九州大学、塚原博教授、奥田武男助教授、研究に対して多大の便宜をはかって頂いた広大原医研、岡本直正教授、佐藤幸男助教授に深く感謝申し上げます。試料採取に御援助を頂いた兵庫水産試験場の山内幸児氏に心から厚く御礼申し上げます。

引用文献

- MELCHIOR, H. 1954. Phaeophyta. Braunalgen (Melanophyceae). In MELCHIOR, H. and WERDERMANN, E. (ed.) A. Engler's syllabus der pflanzenfamilien. gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌。内田老鶴園 東京。
- 奥田弘枝 1980. ワカメ成熟葉体の電子顕微鏡的観察、特に表層、皮層細胞および粘液腺の微細構造について。藻類 28: 255-263.
- YENDO, K. 1911. The development of *Costaria*, *Undaria* and *Laminaria*. Ann. Bot. 25: 706. (*730 広島市東区牛田東4丁目13-1 広島女学院大学)