

日本産褐藻フクロノリ属の一種の形態学的研究

Morphological Study of *Colpomenia* sp. (Phaeophyceae) in Japan

東京海洋大学 岡元悠太
田中次郎
生命歯学部 松岡孝典

Yuta OKAMOTO¹, Jiro TANAKA¹ and Takanori MATSUOKA²

¹ Course of Marine Environmental Studies, Tokyo University of Marine Science and Technology

4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

² Department of Biology, The Nippon Dental University,

1-9-20 Fujimi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8159, Japan

During early spring to early summer, *Colpomenia* sp. commonly occurs and sometimes dominates on the rocks in the upper to lower intertidal zones in Kanto District. Its thallus is strongly wrinkled in external appearance. Saunders (1898) reported a new *Colpomenia* species (*C. tuberculata*) from the Pacific coast of California, USA, which has the same shape as the Japanese one. However, his species has never been reported in Japan. In this study, *Colpomenia* sp. is described on morphological characters and life cycle in detail, and is compared with the related species. *Colpomenia* sp. shows the direct-type life cycle by not conjugated swarmers. *Colpomenia* sp. is similar to *C. peregrina*, both of which occur sympatrically, on the thickness of thallus and outline of a sorus of plurilocular sporangia. Judging from the clear morphological differences and the sympatric occurrence of *Colpomenia* sp. and *C. peregrina*, it is possible that sexual segregation occurs between these two taxon.

Key index words: *Colpomenia*, *C. sinuosa*, *C. peregrina*, *Phaeophyceae*, *Morphological study*

(2010年12月25日 受理)

褐藻フクロノリ属 *Colpomenia* は、世界各地の亜寒帯から亜熱帯にかけて分布している。本邦にはフクロノリ *C. sinuosa*, ウスカワフクロノリ *C. peregrina*, ワタモ *C. bullosa*, ホソクビワタモ *C. phaeodactyla* の4種が生育する。この属に共通する形態上の特徴として挙げられるのは、配偶体の藻体が中空の袋状で、小型で有色の細胞からなる皮層と、大型でほぼ無色の細胞からなる髓層で構成されることである。また、大型の配偶体と小型で盤状の胞子体を繰り返す、異形世代交代を行う。配偶体の生殖器官としては複子嚢を、胞子体では単子嚢を形成するが、フクロノリとウスカワフクロノリの2種においては胞子体にも複子嚢を形成する。また配偶子が接合せず発生を開始する単為発生や直接型の生活環も知られている。これまでのフクロノリ属藻類の国内外での研究例としては、ヒバマタ目やコンブ目などの産業に用いられている種に比べると少ないものの、古くは Sauvageau (1927), Clayton (1975)

や Wynne & Norris (1976) によってオーストラリアやアメリカ合衆国カリフォルニア州産のものが、近年は Kogame (1997) などにより北海道産の種や個体群が研究されている。しかし関東地方での研究は多くない。

初春から初夏にかけて、関東地方近辺の潮間帯に、藻体に著しい皺がある藻体が岩や他海藻上を這うように生育している群落を見ることができ (Fig. 2)。凍結マイクロトームを用いて切片を作製し観察したところ、その構造からフクロノリ属藻類の一種 *Colpomenia* sp. であることがわかった。Saunders(1898) は米国太平洋沿岸カリフォルニア州において、本種に類似した形態を持つフクロノリ属藻類を *C. tuberculata* として新種記載している。しかしこの種は本邦においてはこれまでに報告が無い。そこで本研究では、本種の分類的位置を決定することを目的とし、他種と形態を比較した。また、本種の遊走子の培養による、生活環の観察も行った。

材料と方法

1) 材料

本研究に用いた試料は2009年7月～2010年6月までの期間に、神奈川県横須賀市天神島、観音崎などの地点にて磯採集を行ったものである (Fig. 1)。採集することができた種は *Colpomenia* sp., フクロノリ, ウスカワフクロノリ, 形態が類似するカゴメノリ属カゴメノリ *Hydroclathrus clathratus* である。採集した藻体は水気を切り, ペーパータオルに包みチャック付袋に入れ, 保冷剤で冷やしながら研究室へ持ち帰った。研究室では冷蔵庫にて保管した。実体顕微鏡を使用しながら, 滅菌海水を含ませた脱脂綿を藻体にこすりつけ, 表面の付着物を洗い落した。形態観察用に一部を採取した後の残りの藻体は, 押し葉標本として保存した。

2) 形態観察

藻体の外形, 成熟藻体の表面観, 断面観を観察, 記録し, 各部位の計測を行った。観察用に藻体の一部を切り出し, 10% 海水ホルマリンで固定した。成熟した藻体の表面を実体顕微鏡 (OLYMPUS CK2) で観察し, デジタルカメラで記録した。電子冷凍式凍結ミクロトーム (大和光機工業株式会社 FX-80) を使用して, 厚さ 15-30 μ m の切片を作製し, コットンブルーで染色, 50% 水あめで封入した永久プレパラートを光学顕微鏡 (OLYMPUS 落射蛍光顕微鏡 BX51-34) で観察, デジタルカメラで記録した。さらに各計測部位の計測を行った。

3) 生活環の観察

成熟藻体の内, 2009年7月に採集した個体の遊走子の培養による, 生活環の観察を行った。成熟藻体の複子囊斑が見られる部位を 1cm² ほど切り出し, GeO₂ を添加した 2%PESI 培地 (Tatewaki 1966) 中に静置し, 遊走子を放出させた。その後, ピペット洗浄法を用いて遊走子を単離し, カバーガラスやスライドガラス上に滴下し, 数時間静置して基質に定着させた。プラスチック製ペトリ皿や腰高シャーレ中に 2%PESI 培地を満たして 15°C, 14L:10D の条件下で培養を行い, 初期発生様式やその後の生長過程を光学顕微鏡や実体顕微鏡で観察し, デジタルカメラで記録した。その際, 生長して厚みが増してきた場合, Motic Images Plus 2.2S を用いて焦点を段階的に変えた写真を複数枚撮影し, Motic Images Multi Focus Pro 1.0 を使用して合成した。



Fig. 1. Sampling sites.

結果

1) 形態

Colpomenia sp., フクロノリ, ウスカワフクロノリの形態観察の結果を Figs 2-11 で, この3種と *C. tuberculata*, カゴメノリを含めた5種の形態比較を Table 1 に示す。本種の藻体外形は多数の泡が集合したような囊状で (Fig. 2), 藻体の厚さは 48-192 μ m と, 同属他種と比較しても薄いことが分かった (Tab. 1)。生殖器官である複子囊の集まり, 複子囊斑は不定形で (Fig. 5), クチクラは複子囊の発達段階の早期に剥離している (Fig. 8)。複子囊最大長は 24 μ m。最大幅は 10 μ m。また複子囊の間に埋まるようにして存在するアスコシストが確認できた。

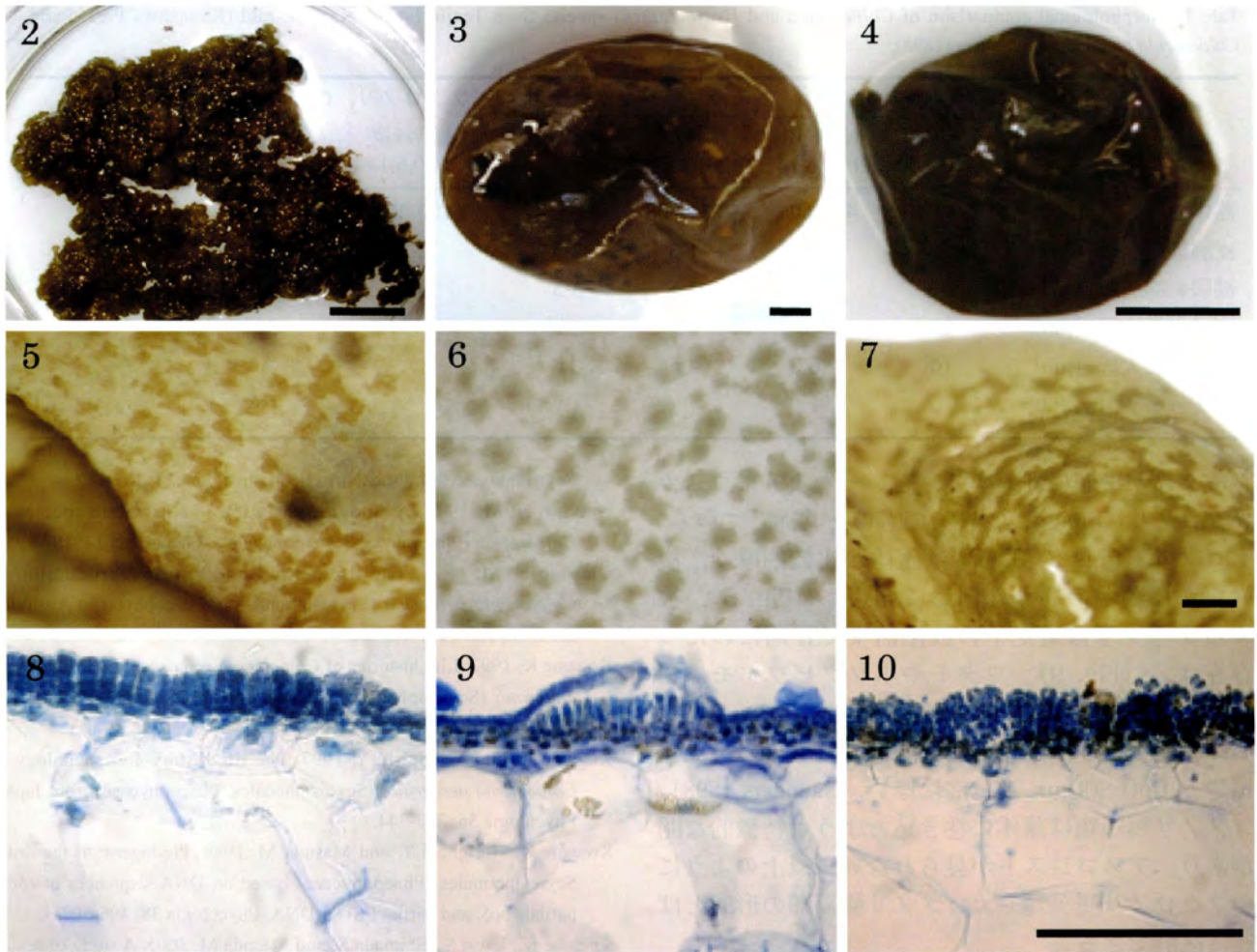
2) 生活環

遊走子の培養 (Figs 11-18) では, 他の遊走子と接合することなく着底し, 発芽した (Figs 11-13)。その後初めは線状に, 後に仮根様糸を分枝して生長していき (Figs 14, 15), 糸状体の上に袋状の藻体を複数発生させた (Fig. 16)。また約 200 日後に表面に細かな皺を発生させた (Figs 17, 18)。

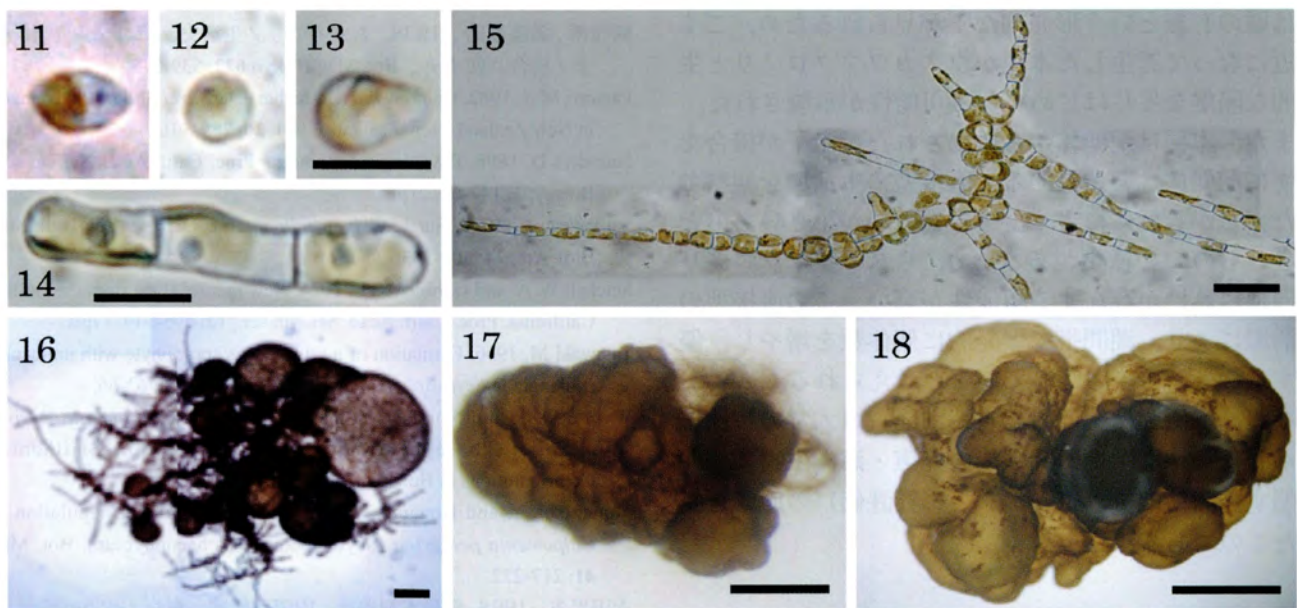
考察

本研究では関東近辺を主な採集地としており, 様々な地点で本種が確認された。さらに新潟県佐渡市でも生育が確認されたことから, 日本海を含め, 全国的に分布している可能性がある。

本種の形態は, 藻体表面に著しい皺がより, 囊状になることを除けば, 藻体は他種に比べて薄い, アスコシストが存在する, 複子囊斑の形状が不定形で被覆す



Figs 2 - 4. External appearance of thalli in three *Colpomenia* species. Scales: 1cm. Figs 5 - 7. Surface views of mature thalli. Scales: 1mm. Figs 8 - 10. Cross sections of mature thalli. Scales: 100 μ m. 2, 5, 8. *Colpomenia* sp. 3, 6, 9. *C. sinuosa*. 4, 7, 10. *C. peregrina*.



Figs 11-18. Culture of *Colpomenia* sp. 11. Gamete. 12. A settled gamete. 13. One-day-old germling. 14. Three-days-old germling. 15. Filamentous thallus. 16. Small saccate thallus. 17. Wrinkled saccate thallus. 18. Mature saccate thallus. Scales : 11-14 ; 10mm, 15 ; 100 μ m, 16 ; 500 μ m, 17 ; 1mm, 18 ; 5mm.

Tab. 1. Morphological comparison of *Colpomenia* and *Hydroclathrus* species from Tenjin Island, Kannon-zaki (Kanagawa Pref.) and *Colpomenia tuberculata* Saunders (1898).

	<i>Colpomenia</i> sp.		ウスカワフクロノリ		フクロノリ	<i>C. tuberculata</i>	カゴメノリ
	天神島産 2010.3.31	観音崎産 2010.6.14	天神島産 2010.3.31	観音崎産 2010.6.14	観音崎産 2010.6.14		天神島産 2010.3.31
藻体の厚さ (μm)	56-192	48-160	231-308	88-154	120-208	650-800	92-184
皮層細胞層数 (層)	2-3	1-3	1-3	2-3	2-3	3-5	2-4
髓層細胞層数 (層)	2-3	2-3	3-5	3-5	3-5	5-8	3-4
複子嚢最大長 (μm)	22	24	35	23	36	34	—
複子嚢最大幅 (μm)	10	7.6	4.6	11	7	4	—
アスコシストの有無	○	○	○	○	○	○	×

るクチクラが早期に剥離する、といったようにウスカワフクロノリ (Figs 4, 7, 10) のものと共通している。フクロノリ (Figs 3, 6, 9) は藻体が比較的厚く、複子嚢斑が褐藻毛の周りに円形に発達し (Fig. 5), 被覆するクチクラは遊走子の放出前まで長期にわたって存在する (Fig. 9)。ワタモやホソクビワタモは嚢状の藻体の上に管状の藻体が直立する構造である。*C. tuberculata* は藻体外形が本種に酷似するものの、藻体の厚さが650-800μmと非常に厚い (Saunders 1898)。カゴメノリ属藻類は藻体に巻き込むような特徴的な開孔があり、アスコシストが見られない。以上のように他のフクロノリ属藻類やカゴメノリ属藻類の形態とは明確に区別できる。

以上の結果から、本種はウスカワフクロノリと同種だと考えられる。しかし、ウスカワフクロノリと本種には皺の有無という形態的な差が見られるため、ごく最近になって派生した本種がウスカワフクロノリと生殖的な隔離を生じはじめている可能性が示唆された。

また、本種は配偶体から放出された遊走子が接合を経ずに配偶体へと生長する、直接型の生活環を観察できた。しかし個体によって複子嚢の幅が小さいものと大きいものの2種類があるため、ウスカワフクロノリと同様に雌雄が存在する可能性が高い。この直接型の生活環により、潮間帯で爆発的に個体数を増やし、優占することが可能となっていると考えられる。

なお、本研究は文部科学省特別経費 (大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実・海洋生物多様性に関する高精度モニタリングと影響評価) の助成を受けたものである。

引用文献

Bird C. J. and Edelstein T. 1978. Investigations of the marine algae of Nova Scotia XIV. *Colpomenia peregrina* Sauv. (Phaeophyta:

Scytosiphonaceae). Proc. Nova Scotia Inst. Sci. **28**: 181-187.

Clayton N. M. 1975. A study of variation in Australian species of *Colpomenia* (Phaeophyta, Scytosiphonales). Phycologia **14**: 187-195.

Clayton N. M. 1979. The life history and sexual reproduction of *Colpomenia peregrina* (Scytosiphonaceae, Phaeophyta) in Australia. Br. J. Phycol. **14**: 1-10.

Kogame K. 1997. Life histories of *Colpomenia sinuosa* and *Hydroclathrus clathratus* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) in culture. Phycol. Res. **45**: 227-231.

Kogame K. and Yamagishi Y. 1997. The life history and phenology of *Colpomenia peregrina* (Scytosiphonales, Phaeophyceae) from Japan. Phycologia **36**: 337-344.

Kogame K., Horiguchi T. and Masuda M. 1999. Phylogeny of the order Scytosiphonales (Phaeophyceae) based on DNA sequences of *rbcl*, partial *rbcS*, and partial LSU nrDNA. Phycologia **38**: 496-502.

Kogame K., Uwai S., Shimada S. and Masuda M. 2005. A study of sexual and asexual populations of *Scytosiphon lomentaria* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) in Hokkaido, northern Japan, using molecular. Eur. J. Phycol. **40**: 313-322.

國枝博, 須藤俊造. 1938. ふくろのりノ生活史、特ニソノ異型配偶子ノ接合ニ就イテ. Bot. Mag. Tokyo **622**: 539-545.

Parsons M. J. 1982. *Colpomenia* (Endlicher) Derbès et Solier (Phaeophyta) in New Zealand. New Zealand J. Bot. **20**: 289-301.

Saunders D. 1898. Phycological memoirs. Proc. Calif. Acad. Sci. 3d ser., Botany, 1: 147-68. 21pls.

Sauvageau C. 1927. Sur le *Colpomenia sinuosa* Derb. et Sol. Bull. Stat. Biol. Arc. **24**: 309-353.

Setchell W. A. and Gardner N. L. 1924. New marine algae from the Gulf of California. Proc. Calif. Acad. Sci. 4th ser., 12: 695-949. 77pls.

Tatewaki M. 1966. Formation of a crustaceous sporophyte with unilocular spore in *Scytosiphon lomentaria*. Phycologia **6**: 62-66.

Wynne M. J. and Norris J. N. 1976. The genus *Colpomenia* Derbès et Solier (Phaeophyta) in the Gulf of California. Smithsonian Contributions to Botany 35. Washington. 17pp.

Yamagishi, Y. and Kogame, K. 1998. Female dominant population of *Colpomenia peregrina* (Scytosiphonales, Phaeophyceae). Bot. Mar. **41**: 217-222.

吉田忠生. 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京 1222pp.

吉田忠生・吉永一男. 2010. 日本産海藻目録 (2010年改訂版). 藻類 **58**: 69-122.