

瀬戸良三\*： 淡水産紅藻ベニマダラ属の1種  
*Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. の栄養繁殖について

Ryozo SETO\*： On the vegetative propagation of a fresh water red alga, *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag.

筆者<sup>\*)</sup>はすでに本藻の生長について報告したが、その後本藻の天然における栄養繁殖の細胞学的研究を進め、先に報告した培養実験による観察結果と比較することができた。また STARMACH<sup>\*)</sup>の報告した、本藻の糸状体の表面に生ずる無性芽 (gemmae) が、本邦産のものにも多く発生することも観察できたので、本藻の栄養繁殖の3つの方法について、ここにまとめて報告したいと思う。

本研究を進めるにあたり、終始ご懇切なるご指導をいただいた神戸大学名誉教授広瀬弘幸先生、ならびに有益なご助言をいただいた同大学理学部助手熊野茂氏に深い感謝の意を表します。

### 材 料 と 方 法

本研究は1975年4月から1976年10月までの間に、神戸市六甲山麓青谷川の本藻の生育している、溪流2か所の定位置にスライドガラスを設置し、適当な期間(約1カ月)において、これを月毎に回収する方法で行った。スライドガラスは、毎回記号を記して、1か所に10枚設置し、次回にはそのうちの半数位を残して回収し、漸次経過日数の古いものを残すようにした。回収したスライドガラス上では、母藻体から離れて付着した垂直糸状体が、仮根を発生し、やがて平臥座を形成し、垂直糸状体を新に生ずる経過を観察できた。また付着した垂直糸状体の個数と水温との関係を継続記録した。次に藻体上に多数形成される無性芽については、本藻の付着している生息現地の岩石を実験室に持ち帰り、これを観察した。

### 結 果

#### 1. 天然と培養における栄養繁殖の比較

溪流に設置したスライドガラス上への、母藻体から離れた垂直糸状体の付着のし方、糸状体からの仮根の発出伸長、および平臥座の形成とこれからの新たな垂直糸状体の発出

\* 神戸女学院高等学校生物学教室 (西宮市岡田山4-1)

Biological Laboratory, Senior High School, Kobe College, Okadayama 4-1, Nishinomiya, Japan.

Bull. Jap. Soc. Phycol. 25: 129-136. 1977.

Table 1. Comparison between two experiments and observations of *Hildenbrandia rivularis*

- A.—Increase of cells of prostrate system in the field at Aotani River (experiments begun on 1975. 4. 12)  
 B.—Increase of cells of a prostrate system in the laboratory culture (experiments begun on 1966. 11. 20)

<b>A</b>		
Days	Cell numbers of the prostrate system	Occurrence of new erect filaments
11—15	1 — 5 — 14	—
19—21	4 — 8 — 15	—
36	5 — 10 — 35	—
42	8 — 21 — 190	—
52	5 — 15 — 98	+

<b>B</b>			
Culture fluid	Days	Cell numbers of the prostrate system	Occurrence of new erect filaments
Natural water	45	5 — 9	—
	56	1 — 4	—
E. S. P. medium	45	2 — 107	—
	56	14 — 15	+

などの順序およびその形態は、これまでの実験室での培養結果<sup>2)</sup>の観察と全く同様であった。野外と実験室における本藻の発生の状態を、平臥座の生長量（細胞数）と新たな垂直糸状体の発出で比較すると（Table 1.），発生の初期においては、天然の方が、湧水を使用した培養と E. S. P. medium 培養のいずれよりも、著しく生長が速かった。しかし最初の垂直糸状体の発出までに要する期間は両者ともほぼ同じであった。すなわちスライドガラス面上に定着してからほぼ7～8週間後であった。

## 2. 垂直糸状体の定着による栄養繁殖と水温との関係

スライドガラス面上に付着する垂直糸状体は、1本あるいは2～3本位の集りの場合が最も多く、それ以上本数が多くなるに従って、それらの集団の個数が少くなるのが普通であるが、稀に極めて多数の垂直糸状体からなる集団が付着することがある。またスライドガラス面上に付着した垂直糸状体の個数が多くみられる時は一般に、仮根のよく生長しているのが多く見られた。また垂直糸状体の付着個数と水温との関係を見ると、Fig. 1 に示す如く (1) 付着発生する個数に消長はあるが、周年にわたって付着発生するのがみられる。(2) 付着繁殖に好影響を与えたと考えられる水温の範囲、すなわち適温は12～16.5°C 位であると考えられる。このことは前回報告<sup>2)</sup>した、本藻の天然における生育の最も良好な時期の水温12～15°C 位と大体一致している。(3) 2年間の調査を通じてみると、両年とも4～5月ころに、付着繁殖量の最高値がみられたが、他方1975年の7月、10月と1976年の7月に見られるように適温範囲と思われる時期にありながら付着

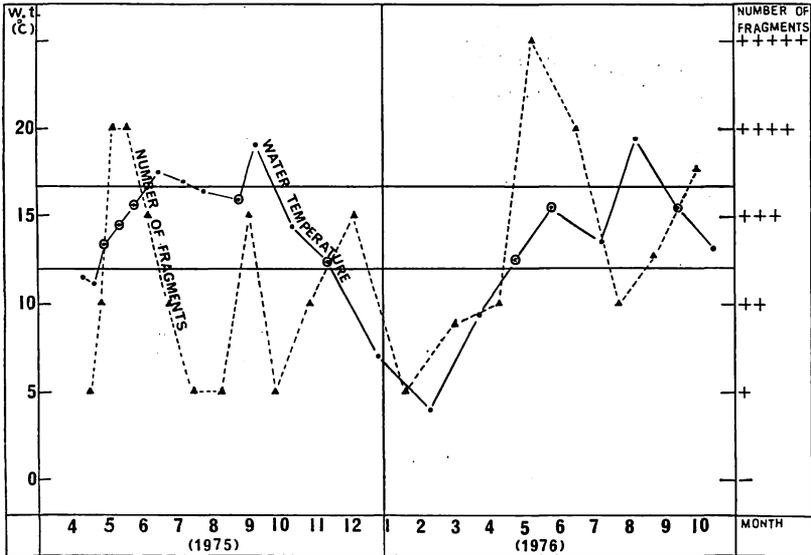


Fig. 1. The relation between the numbers of fragments of *Hildenbrandia* thalli and the seasonal change of water temperature at Aotani River in Kobe. A belt between two thick lines shows the range of optimum temperature of the vegetative propagation.

個数が、著しく少ない場合があった。この事実は本藻の栄養繁殖が、水温以外の何らかの要因の影響を受けていることを暗示している。

### 3. 無性芽の形成

本藻の藻体上に、無性芽 (gemmae) が生じ、これによって、本藻が栄養繁殖をすることはすでに、STARMACH<sup>3),4)</sup> によって報告されたが、本邦産のものにも、ほぼこれと同様の無性芽が生じることがわかり、これが形成される過程を明らかにすることができた。石の表面に広く付着している藻体の表面を低倍率 ( $\times 10 \sim 20$ ) で検鏡すると、小さい無性芽のいぼ状突起と、これらの突起が生長して、無性芽のとれた後のくぼみが多くみられた (Fig. 2, Fig. 3, A, B, C)。無性芽の突起は十分生長したものは高さ約 200~300 $\mu\text{m}$ 、直径約 500~700 $\mu\text{m}$  で、小さな山形をなし、表面が粘液でおおわれ、全体が白っぽく見える。これを針、またはメスの先端で軽くおすと、無性芽がたやすく脱け出てくる (Fig. 3, G-I)。この無性芽は高さ約 70~150 $\mu\text{m}$ 、直径約 100~300 $\mu\text{m}$  あり、多数の単なる垂直糸状体の集団で、多くの場合、本来の赤色がうすくなり全体白色を呈しているが、これは細胞内に貯蔵物質を増加させたためと考えられる。無性芽が山形の突起から離脱すると、跡にいろいろな形態の噴火口状の穴ができるので、これを仮りに無性

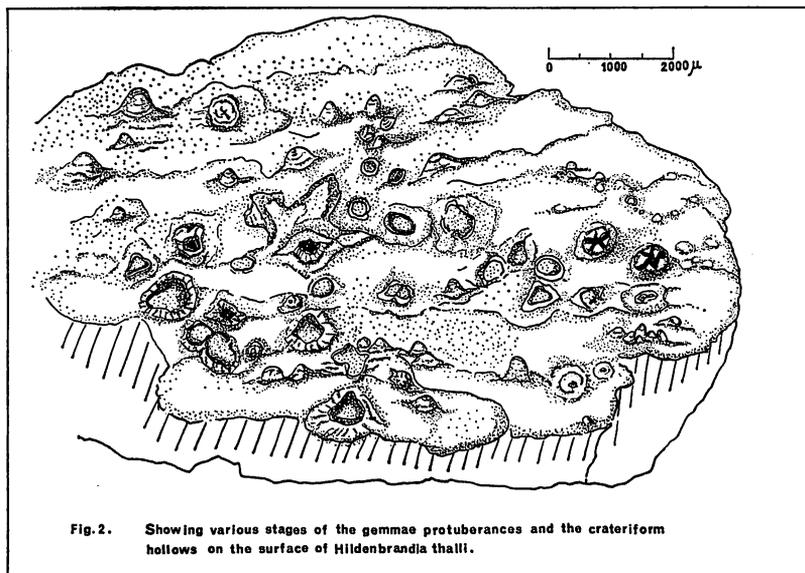


Fig. 2. Showing various stages of the gemmae protuberances and the crateriform hollows on the surface of *Hildenbrandia* thalli.

芽の突起に生ずる crater と名づけることにした (Fig. 2, Fig. 3, B, C, E, F)。この crater は無性芽の脱出する以前から、突起の頂上に形成され始めるが (Fig. 3, D, E)、藻体の表面が1時的に乾燥して水分がなくなると、未成熟の小さな突起は視界から消える。しかしよく生長した突起は白くみえ、頂上に crater の小さな穴が、明瞭にみられ、なかには突起の山全体に亀裂を生じ、皮がはがれるような状態になるものも観察される (Fig. 3, B)。また無性芽がとれて生じた crater の古くなったものは徐々に穴が広く浅くなり、藻体表面がそのためにあばた状になる (Fig. 3, C)。以上は無性芽の外面的な観察結果であるが、このような変化が見られるのは、次のような形成過程によるものと考えられる。すなわち無性芽は、母藻体上で最初は極めて小さな突起として現われるが、その内部では母藻体を形成している垂直糸状体の1部が、徐々に母体組織から遊離し始め、次第に分裂して糸状体の数を増すので表面に向かって押し上げられ突起も次第に大きくなる。これにともなって突起の底部には空所ができる。やがてよく生長した無性芽の突起はその頂上に crater の亀裂を作り、無性芽はこれから離脱する。無性芽と crater の底との間にできた前述の空所があるため、藻体表面に水分がなくなってくると小さい突起は引っこんでみえなくなる。また無性芽は1つの垂直糸状体集団として離脱する場合もあれば、いくつかに分れて離脱する場合もある (Fig. 4)。離脱した無性芽は流水によって運ばれ、岩盤その他の地物に付着して発芽生長する。

溪流に設置したスライドガラス上に、付着発生する小さな垂直糸状体の集団は、無性

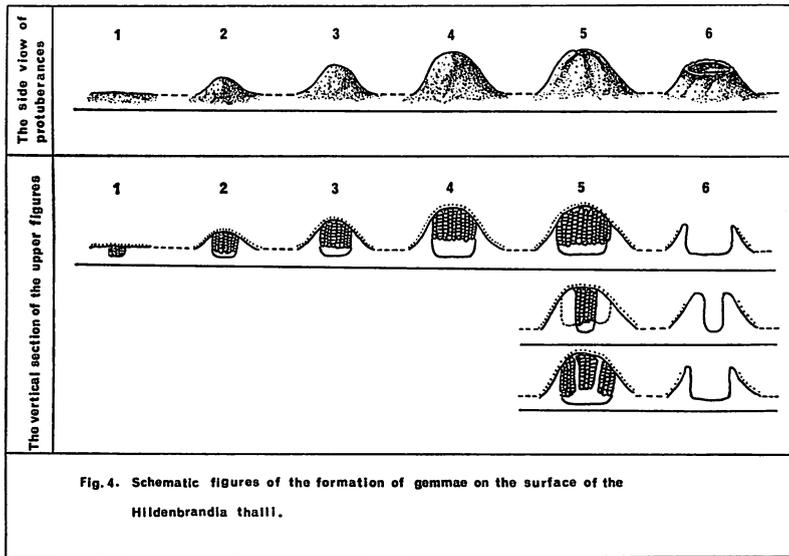


Fig. 4. Schematic figures of the formation of gemmae on the surface of the *Hildenbrandia thallii*.

芽の脱出によるものと、母藻体の不定切断に由来するものが考えられ、両者の区別はつき難い。しかし付着直後の大きな集団の場合は、両者のちがいは明らかである。すなわち後者の場合では垂直糸状体の集団が、前者より大きくまたその輪廓が不規則である。

### 考 察

以上の研究結果と、これまでの報告から本藻の栄養繁殖法をまとめると、次の3つの場合が考えられる。

- (1) 比較的大きな広がりをもつ藻体はその周辺部において stolon から平臥座を形成し増殖する。
- (2) 母藻体の不定切断 (fragmentation) によって増殖する。
- (3) 母藻体上に生じた無性芽によって増殖する。

STARMACH<sup>3),4)</sup> は本藻の栄養繁殖はほとんど上記の第3の方法によるものであると述べているが、筆者は上記の3つの方法が、いずれも同等に本藻の栄養繁殖に関与していると考えている。すなわち(1)については藻体周辺部の仮根の先端に平臥座ができ、さらにまた仮根を出して平臥座が作られるのが観察されることから、(2)については大きな広がりをもつ母体藻体に変形しながら面積を増大すること。および円形に広がりつゝある藻体が、より大きくなると中央部が徐々にすけてなくなることから、藻体の1部がはがれて流失する事実が認められることより、(3)については前述した事実より栄養繁殖に関

与していることが裏付けられる。

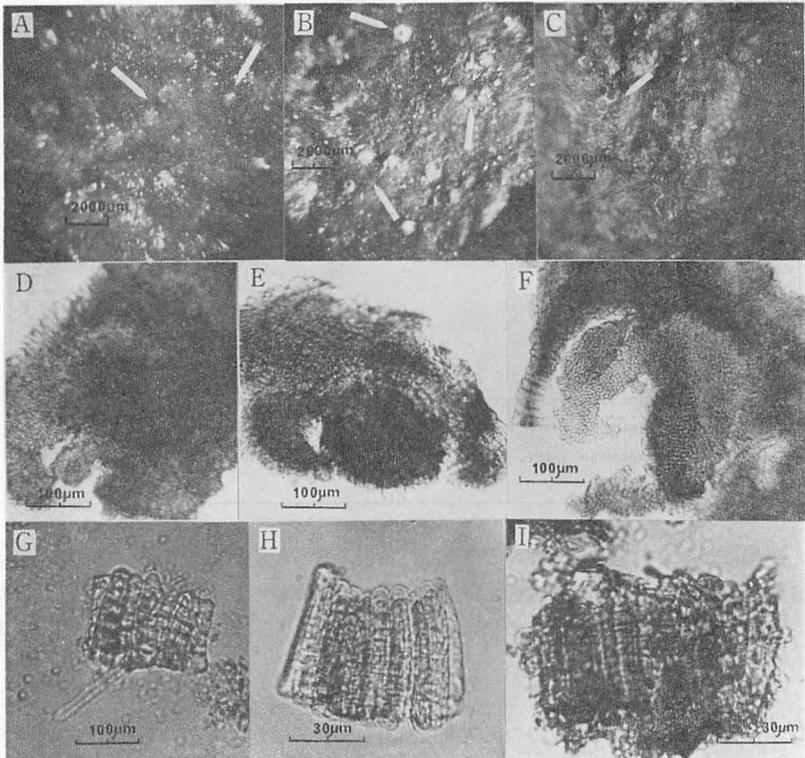


Fig. 3. A—C, Surface of thalli of *Hildenbrandia rivularis*. Small gemmae protuberances and crateriform hollows are visible. A, Surface when wet. B, Dry surface when dried. C, Old crateriform hollows. D—F, The bird's-eye views of the surface of a gemma protuberance. D, Formation of a gemma in early stage and E, in mature stage. F, The crateriform hollow after the liberation of a gemma from the protuberance. G—I, Side view of maturing gemmae.

### Summary

The vegetative propagation of a freshwater red alga *Hildenbrandia rivularis* in the natural field was investigated and compared with the results in artificial cultures which was already reported by the present author<sup>2)</sup>. In the early stage of the development, the growth in the nature is much faster than that in the culture. However, in both cases the term from the attachment to the time when new erect filaments occur is almost same and other processes of the

growth are quite same. The range of the optimum water temperature for the vegetative propagation by the attachment of erect filaments which are segregated from mother thalli is about 12°C—16.5°C, but other factors besides water temperature seem to affect more or less these propagations in the field. Gemmae that STARMACH<sup>3),4)</sup> has already reported from Poland were also found on the thalli of Japanese *Hildenbrandia* and its morphogeneses were clarified. With the result of the present investigations, the modes of the vegetative propagations of this alga are following three.

- (1) A reproduction that depends on the outgrowth of stolons.
- (2) A reproduction that depends on the fragmentations of the erect filaments which compose a mother thallus.
- (3) A reproduction that depends on the gemmae-formation which was reported in the present study.

#### 引用文献

- 1) SETO, R. and HIROSE, H. (1968) Studies of the vegetative propagation of a fresh water red alga *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. in Report on the Experimental Taxonomical Study on the differentiation of species of algae. Report of Ministry of Education Science Fund. 20-22.
- 2) 瀬戸良三・広瀬弘幸・熊野 茂 (1974) 淡水産紅藻ベニマダラ属の1種 *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. の生長について. 藻類 22: 10-16.
- 3) STARMACH, K. (1952) The reproduction of the fresh-water Rhodophyceae *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. Acta Soc. Bot. Polon. 21: 447-474. pl. 1-2.
- 4) ————— (1969) Growth of thalli and reproduction of the red alga *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. Acta Soc. Bot. Polon. 38: 523-533. pl. 1-3.
- 5) BOURRELLY, P. (1955) Quelques stations françaises d'*Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) Bréb. Rev. Algol. 1: 168-169.
- 6) FRITSCH, F.E. (1929) The encrusting algal communities of certain fast-flowing streams. New Phytol. 28: 167-169. f. 1. pl. .5 photo. 3.
- 7) ————— (1952) The structure and reproduction of the algae. 2: 503-504. Cambridge Univ. Press.
- 8) GEITLER, L. (1932) Notizen über *Hildenbrandia rivularis* und *Heribaudiella fluviatilis*. Arch. f. Protok. 76: 581-588. f. 1-5.

- 9) ISRAELSON, G. (1942) The Freshwater Florideae of Sweden. *Symb. Bot. Upsalienses*. **6** (1): 61-76.
- 10) 村上昶代・猪野俊平・大森長朗 (1967) ムカデノリの四分孢子発生について. *藻類* **15**: 61-67.
- 11) 岡村金太郎 (1936) 日本海藻誌. 内田老鶴圃. 495-497.
- 12) PASCHER, A. and SCHILLER, J. (1925) Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und Der Schweiz. 206.
- 13) SKUJA, H. (1938) Die Süßwasserrhodophyceen der deutschen Limnologischen Sunda-expedition. *Arch. f. Hydrobiol. Suppl.* **15**: 626-630. *pl. 34. f. 1-9.*
- 14) SMITH, G.M. (1950) The Fresh-Water Algae of The United States. ed. 2. 19.
- 15) UMEZAKI, I. (1969) The germination of tetraspores of *Hildenbrandia prototypus* Nardo and its life history. *Jour. Jap. Bot.* **44**: 17-28. *pl. 5-8.*
- 16) 米田勇一 (1949) 美濃国養老村菊水泉の藻類について. *植物研究雑誌* **24**: 169-175.

□ C.N. SLOBODCHIKOFF ed.: **Concepts of Species**. i-xv+368pp., Benchmark papers in Systematic and Evolutionary Biology V.3, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc, Stroudsburg, 1976. (邦貨にして約9,600円)

本書は、今まで発表された数多くの生物の種についての論文から主なものを選んでまとめられたものである。選択された論文は22にのぼるが、それらはただ漫然と収録されたものではなく、種概念の歴史的、哲学的背景と現在の種概念についての編者自身の批判的評価をふまえて収録されたものである。本書は、Part I: Historical and philosophical origin of species concept, Part II: Are species real?, Part III: Microbial, parthenogenetic, and paleontological species, Part IV: Species in higher plant and animals, Part V: Alternative species concept にわけられている。それぞれの part に前置きとして、編者の簡単な comment があるが、そこに編者の立場を伺い知る事ができる。

編者は、現在 Northern Arizona Univ. の Assistant Prof. で、単為生殖を行う wasp (黄バチ) の集団の維持と分化に対する淘汰の効果と、beetle の集団の生態について研究しているが、本書を読む限り、彼は、生物の「種」は淘汰の単位として存在しているとする「selective species concept」の立場をとっているようにみうけられる。

また、本書は「種の問題」について活発に研究を続けてきた専門家の精粹を収録したものであり、それらの論文はいつれも一読に値するものである。「種」の研究において、動物学者、高等植物学者に比べてたちおけている藻類学者にとって、非常に良い指導の書となるであろう。

(渡辺 信: 東大・応微研)