

## 大村湾産アナアオサの不稔性変異種

右 田 清 治

The Sterile Mutant of *Ulva pertusa* KJELLMAN  
from Ōmura Bay

Seiji MIGITA

A green alga *Ulva pertusa* KJELLMAN is a very common species that grows on rocks in the lower intertidal zone along almost the entire coast of Japan. This plant is also able to grow as a floating algae. I found a large floating thallus of *U. pertusa* that measured about 1 m wide and 2 m long, in the spring of 1972 at Ōmura city in Ōmura Bay, Kyushu Japan.

Fragments of this plant were cultured in 200 ml arm flask which contained PES medium and was aerated with compressed air. Throughout 10 years of repeated cultures of fragments, this plant never formed any swarms, and continued only vegetative development. On the other hand, fragments of wild-type of *U. pertusa* easily formed swarms within several days under the same culture condition. This plant from Ōmura Bay is thought to be a sterile mutant of *U. pertusa*. The thallus of the sterile mutant is yellowish green and thinner than the wild-type in thickness. According to cytological observations, the mutant is diploid with 18 chromosomes.

1973年4月長崎県大村湾でたまたまアナアオサの長大な浮遊葉体を発見し、その葉片を持ち帰り室内培養を試みた。ところが、このアオサは室内の通気培養でよく生育し、細断しては培養を繰返したところ、10年以上も成熟することなく栄養繁殖を続けてきた。

一般に、天然の岩上に付着生育しているアナアオサは、小さい葉片にして培養すると、多くは数日以内に孢子を形成放出し、1ヵ月も成熟せずに培養を継続できるものはほとんどない。

この大村湾産のアナアオサは不稔性の変異種ではないかと考え、形態や生長などを野生種のアナアオサと比較してみたので、その結果を報告する。

## 材 料 と 方 法

材料のアナアオサは大村市の大上戸川河口で1973年4月に採集したもので、幅約1 m長さ2 mの浮遊葉体の一部を持ち帰り、栄養繁殖で大きく生長したら葉片に細断してストック培養してきたアオサ（以下大村株

という）である。

生長や成熟をみる実験は、1983年春に主に行ったが、ストック培養の葉体をグラフ用紙をしいたガラス板上において、ヘラ状のメスで1 cm角の正方形に切断し、その葉片6枚を200 mlの枝付き平底フラスコに入れて通気培養した。生長は2, 4, 6, 8日後に葉体をグラフ用紙上に広げて測定した平均面積で示した。また、大村湾外の長崎市茂木のアナアオサの野生種も同様に培養し生長、成熟を調べた。

葉体の厚みは、室内培養の大村株と毎月1回大潮時に茂木で採集した野生種のそれぞれ10個体について調査した。葉体は安全カミソリの刃で生のまま切断し、測定にあたり顕微鏡のピントを上下して、切断面像が左右にずれるものは斜めに切れたものとして測定の対象から除外し、平均葉厚で示した。また、野生種では先端（縁辺より1 cm内部）と中央部の2ヵ所で測定した。

なお、培養は20°C、白色蛍光灯4,000 lux、12:12の光周期で行い、PES培養液を用い2日おきに換水し

た。さらにまた、大村株の染色体数は WITTMANN(1965)の核染色法で調べた。

### 結 果

**生長** 大村市で採集したアオサの葉片は、これまで約10年間継続して培養してきたが、その間全く成熟しなかった。室内培養における生長は、培養密度、水温、照度、換水などの条件で大きく相違する。1 cm 角の正方形の葉片 6 枚を 200ml の枝付き平底フラスコで前記の方法の項で述べた条件で数回培養実験を行った。その 1 例として、生長の経過を写真で示すと Fig.1 のようになり、生長を面積で比べると、2 日後には  $1\text{ cm}^2$  のものが  $1.6\text{ cm}^2$  に、4 日後に約  $4\text{ cm}^2$  に、8 日後には約  $13\text{ cm}^2$  になった。その後は培養量が多過ぎるので葉体を 2 枚に減らして育てたが 16 日後には約  $60\text{ cm}^2$  に達した。何回か行ったこの種の培養で、初期 2 日間は培養の前歴のためか生長が不良で、その後の 4 日、6 日目までの生長は良好で、最大生長速度は 2 日で約 2 倍の値を示し、

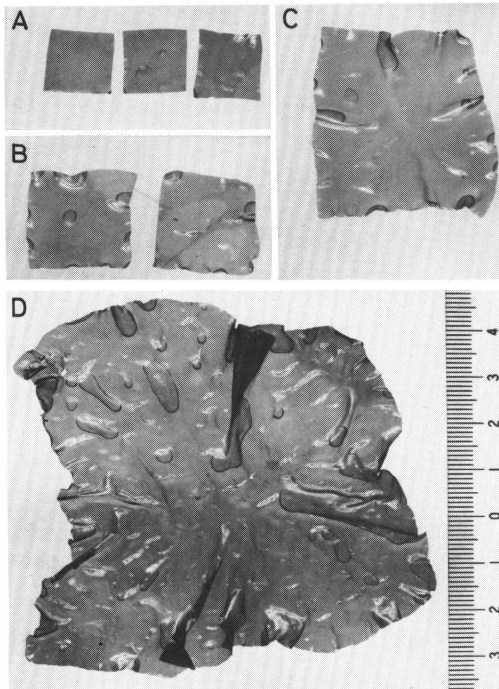


Fig. 1. The thalli developed from fragments of  $1\text{ cm}^2$  from the *sterile* mutant. A, thalli cultured for 2 days ; B, 4 days cultured same thalli ; C, D, 8 and 16 days cultured thallus.

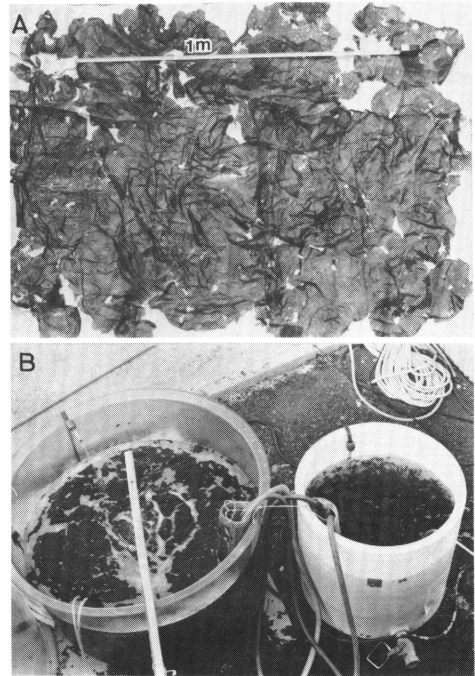


Fig. 2. A large cultured thallus of the *sterile* mutant (A) and the mass culture at outdoor (B).

これは海における天然のアオサの生長に遜色のないものとみなされた。フラスコの通気培養でさらに大きく育てることは困難であるので、長崎県水試増養殖研究所のコンクリート水槽の流水中で、 $4\text{ cm}^2$ 前後の葉片を培養してもらったところ、2ヵ月後には  $1\text{ m}$ 角以上の大きさに生長した (Fig. 2, A)。また、この大村株は屋外的大型水槽で通気しても成熟することなく大量培養が可能であった (Fig. 2, B)。

**稔性** 大村株と茂木産の野生種10個体の葉片を前述の生長実験と同様に200mlの枝付き平底フラスコで通気培養し生長、成熟を調べてみた。その結果は Fig. 3 に示したが、大村株は培養個体数が多くなって後半の生長が遅れたものの、平均面積で一応よく生長した。しかし、野生種の生長はきわめて不良で前株の半分の値にも達せず、また2日までに4個体4日までに2個体、6日と8日までにそれぞれ3個体と1個体で胞子を放出し細胞壁のみが残り、培養8日間ですべての葉体が胞子となってしまった。このような大村株と各地産の野生種を用いた培養の比較実験は、これま

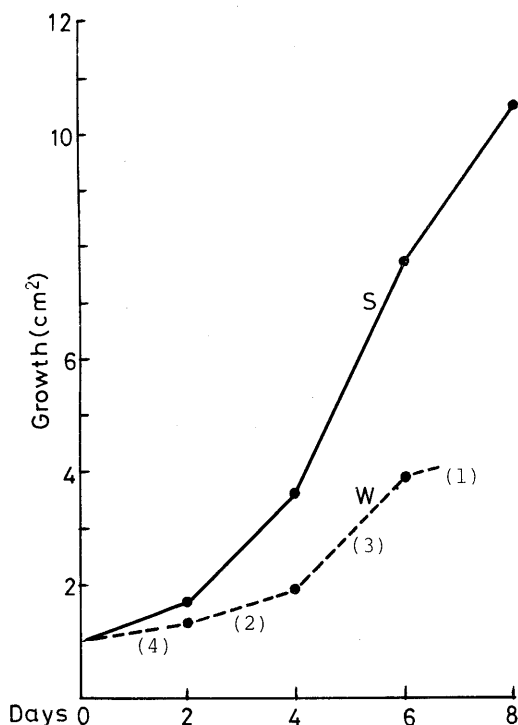


Fig. 3. Growth of fragments (1 cm<sup>2</sup>) of the sterile mutant and wild-type. Ten fragments of each type were cultured in arm flasks of 200ml, and mean area of them is shown. S, sterile mutant; W, wild-type; ( ), number of sporulated thalli.

で10以上行ったが、いずれの場合も野生種は短期間のうちに成熟して胞子を形成し、また胞子形成する以前から生長が停滞する傾向がみられた。大村湾外の長崎市網場や神の島で採集した浮遊葉体で、まれに生長も良好で1ヵ月以上も成熟しないものがみられたが、それらも小さく切断して培養を繰返したところ、すべて胞子を放出してしまった。

一方、大村湾の太子、子々川、長与、津水など数地点より採集した浮遊のアオサ葉体では不稔性のものがあって、すでに2~4年間室内培養が継続できており、それらは大村株と同系統の種とみなされる。しかし、大村湾各地の岩に付着生育するアナアオサ葉体からは不稔性のものは見出せなかった。

**葉体の厚み** 大村株は野生種に比べ、色が黄緑色を帯びており、また取扱った手ざわりでも葉が薄いようであった。そこで、茂木産の野生種と室内培養の大村株の厚みを比較し、その結果を Fig. 4 に示した。

まず、茂木産の野生種では、同時に採集したのもでも個体によりかなりの差があったが、葉先の部分が中

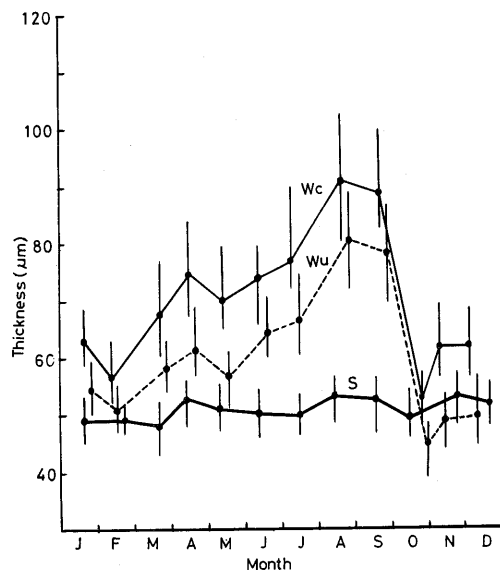


Fig. 4. Seasonal change of thickness of thalli in sterile mutant and wild-type. S, sterile mutant cultured in laboratory; Wc, Wu, wild-type collected at Mogi; central (Wc) and upper (Wu) part of thallus.

央部より薄く、平均葉厚では冬季の若い体では薄いのが春から夏にかけては次第に厚くなり、8、9月に大型葉体が消失して10月頃から再び若く薄い体が多くなる傾向がみられた。葉厚の実測値では、10~12月の若葉の葉先は50µm以下であったが、1~3月 50~60µm、4月以後は60µm以上の厚さで、中央部はそれより約10µm以上も厚くなっている。一方、室内培養を継続した大村株では平均葉厚は48~54µmの範囲内で野生種より一般にかなり薄く、また1年を通じほとんど変動を示さなかった。

**核相ほか** 大村株は、他の機会に核分裂を調べてみたところ、核相が2nであることがわかった。Fig. 5は体細胞分裂の前期終りの像を示したもので、2n=18の染色体を数えることができる。アオサ、アオノリ、ヒトエグサなどで、セルラーゼを用いてプロトプラストを分離培養すると、それらはすぐに胞子を形成する。一般培養では成熟しにくい大村株でも、プロトプラストに分離すると、まれに胞子を形成するものがみられ、4鞭毛をもつ遊走子が放出されたが、このことから大村株は2n体であるとみなされる。

この大村株は25°C前後の高温でもよく栄養繁殖するので、海藻の少ない夏期に養殖アワビやウニの餌料藻として利用できると考えられた。当研究室より分譲し

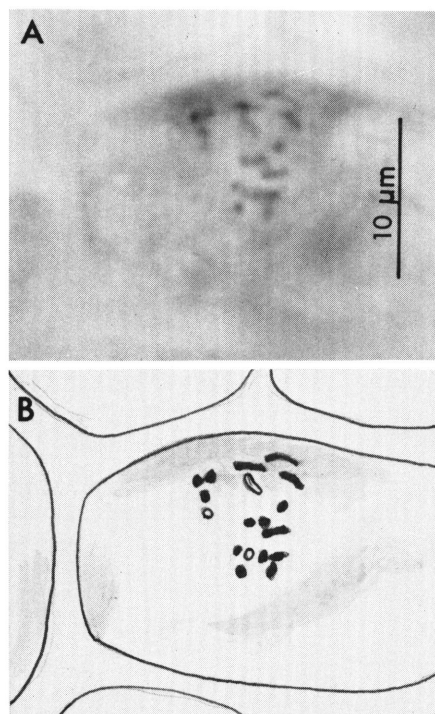


Fig. 5. Chromosomes in somatic nuclear division of *sterile* mutant.  
A, photograph of chromosomes in late prophase ( $2n=18$ ); B, appended sketch.

た大村株を用いて、長崎水試では数年前に飼育試験を行い一応の成績をあげており、また他の幾つかの水試や水産センターでも同様な目的で大村株が活用されている。

### 考 察

アナアオサは日本の沿岸に広く分布する最も一般的な海藻であり、岩に着生するほか、生長して基物より離れ浮遊状態で生育することもよく知られている（岡村1936）。また、それらの浮遊葉体が大繁殖して、のり養殖や網漁業に被害を与えることもある。このアナアオサには形態、とくにその大きさに変異があるものの、わが国では同一種で同形質のものとして取扱われてきている。

一方、欧州の一般的なアオサの一種 *Ulva mutabilis* には、*Slender* (FÖYN 1959, 1961), *globose* (FÖYN 1961), *lumpy* (LOVLIE 1964, BRYHNI 1974) および *bubble* (FJELD 1970, 1972) などが変異型として野生種と区別されている。

本研究の大村株アオサは、大村湾産のアオサ属はアナアオサとボタンアオサに限られることからみて、明らかにアナアオサとみなされる。この大村株は、室内培養を継続して全く生殖細胞を形成しないこと、葉色が黄緑色で、葉体が薄く長期培養しても厚みに変化がないなど、岩に附着生育するアナアオサと明らかに相違する。以上のような形質や特徴からみて、大村株はアナアオサの不稔性変異種と考えられる。大村湾の数地点で採集した浮遊性のアナアオサのうちには、このような不稔性の葉体が幾らか混在しており、それらは大村株と同系統の不稔性変異種ではないかと思われる。大村湾内ではアナアオサ葉体が周年浮遊しており、この不稔性アオサは孢子によらず葉体がちぎれて種を維持しているものと推察される。

また、大村株アオサの染色体は18個数えられ、一般には成熟しないが分離プロトプラストでは4鞭毛の遊走子を形成した例があり、アナアオサの染色体数は  $n=9$  であること (YABU and PARK 1968) などから、大村株は  $2n$  の孢子体とみなされる。しかし、大村湾の他の場所からの不稔性株がいずれも  $2n$  であるかは、今後の調査をまたねばならない。

不稔性変異種は、容易に室内培養が継続でき、生長が速く、環境条件にも強いので、生理、生態の研究、汚染物質の影響などをみる実験などに、研究材料として利用できるように思う。また、本種はアワビ、ウニの餌料としても役立つようで、すでに数ヵ所の水試や水産センターなどでタンク培養が行われている。大村湾のアナアオサ変異種のうちには、生長や葉厚が相違する株もあるようで、さらに選抜を加えれば、より餌料効果の良い変異株が見つかるかも知れない。なお、この不稔性変異種は、それを用いて窒素、燐の除去など富栄養海域の浄化に役立つことも考えられる。

### 文 献

- BRYHNI, E. (1974) Genetic control of morphogenesis in the multicellular alga *Ulva mutabilis*. Defect in cell wall production. *Devl. Biol.* 37, 273-279.
- FJELD, A. (1970) A chromosomal factor exerting a predetermining effect on morphogenesis in the multicellular green alga *Ulva mutabilis*. *Genet. Res., Camb.* 15, 309-316.
- FJELD, A. (1972) Genetic control of cellular differentiation in *Ulva mutabilis*. Gene effects

- in early development. *Develop. Biol.* 28, 236-343.
- FÖYN, B. (1959) Geschlechtskontrollierte Vererbung bei der marinen Grünalge *Ulva mutabilis*. *Arch. Protistenk.* 104, 236-253.
- FÖYN, B. (1961) Globose, a recessive mutant in *Ulva mutabilis*. *Bot. marina*, 3, 60-64.
- LÖVLIE, A. (1964) Genetic control of division rate and morphogenesis in *Ulva mutabilis* Föyn. *Compt. rend. trav. Lab. Carlsberg*, 34, 77-168.
- 岡村金太郎 (1936) 日本海藻誌 pp. 964 内田老鶴圃, 東京
- WITTMANN, W. (1965) Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain Tech.*, 40, 161-164.
- YABU, H. and PARK, C.H. (1968) Nuclear division in *Ulva pertusa* Kjellm. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 19, 161-163.

