



|                  |   |
|------------------|---|
| Title            | ガゴメとアラメについての細胞学的観察  |
| Author(s)        | 籾, 澁; YABU, Hiroshi; 山本, 弘敏 他   |
| Citation         | 北海道大學水産學部研究彙報, 36(2), 64-68   |
| Issue Date       | 1985-05   |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/23875">https://hdl.handle.net/2115/23875</a> |
| Type             | departmental bulletin paper   |
| File Information | 36(2)_P64-68.pdf  |



ガゴメとアラメについての細胞学的観察<sup>1)</sup>

藪 熙\*・山本 弘敏\*\*・安井 肇\*

**Cytological Observations on *Kjellmaniella crassifolia* and  
*Eisenia bicyclis* (Laminariales, Phaeophyceae)**

Hiroshi YABU\*, Hirotooshi YAMAMOTO\*\* and Hajime YASUI\*

**Abstract**

The zoosporangia, gametophytes and young sporophytes of the two Japanese Laminariaceae plants (Phaeophyceae), *Kjellmaniella crassifolia* Miyabe and *Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell, were treated cytologically. In both species, the chromosome counts of sporophytes at very early stages quite frequently showed the presence of parthenosporophytes in culture, and the odd (precocious or lagging) chromosome was often noticed at metaphase in the zoosporangia, gametophytes and sporophytes. Metaphase nuclei in the single-celled parthenosporophytes indicated that the chromosome number was  $n=32$  for *Kjellmaniella crassifolia* and  $n=30$  for *Eisenia bicyclis*. In *Kjellmaniella crassifolia*, the process of fertilization within eggs was traced in the photographic evidence. In *Eisenia bicyclis*, a slightly large chromosome was recognized in both male and female gametophytes, and abnormal mitotic divisions inducing three to five multiple resting nuclei or metaphase with several odd chromosomes in a cell were frequently found in the young sporophytes.

ガゴメ (*Kjellmaniella crassifolia* Miyabe) とアラメ (*Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell) は共に多年性のコンブ科植物で、前者は主として北海道南部の函館付近から室蘭にかけての極く狭い地域に生育し、後者は本州のほぼ全域に広く分布している。このガゴメとアラメについては Kanda がそれぞれ 1938 年と 1941 年に遊走子の培養結果を発表している。アラメの染色体数は Ohmori (1967) がすでにパラフィン切片法により遊走子嚢内の核分裂で  $n$  = 約 29 を見たと記述しているが、ガゴメの染色体は未だ報告された例がない。筆者らは今回この 2 種について押しつぶし法により遊走子嚢内、雌雄配偶体、ならびに幼芽胞体における核分裂を観察し、いずれも単為発生した 1 細胞期の幼芽胞体で染色体数を確かめることができた。

**材料と方法**

ガゴメは 1984 年 10 月中旬に北海道南茅部町臼尻で潜水して採集した。一方アラメは 1984 年 11 月 1 日に宮城県塩釜市浦戸船入島で採集し函館に空輸されてきたものを使用した。両種ともまず体の成熟部の一部分を切り取り固定し、次いで遊走子を放出させて臼尻にある北大水産学部水

\* 北海道大学水産学部水産植物学教室  
(Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

\*\* 北海道大学水産学部臼尻水産実験所  
(Usujiri Fisheries Laboratory, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

<sup>1)</sup> 北海道大学水産学部臼尻水産実験所研究業績第 35 号

産実験所と、函館にある北大水産学部内の実験室とで培養を続けた。培養には PES 液と Schreiber 液とを用い、水温は 12℃、光周期は 12 時間の明期と暗期にした。PES 液と Schreiber 液では兩種ともに遊走子放出後約 4 週間経た時に芽胞体が形成された。配偶体と芽胞体はスライドガラス上に付着させたまま適時固定した。固定はすべてアルコール・酢酸 (3:1) の混液で行い、酢酸・鉄・ヘマトキシリン・抱水クロラル液 (Wittmann, 1965) で染色した。

## 観 察 結 果

### 1. ガゴメ (*Kjellmaniella crassifolia* Miyabe)

遊走子嚢内の核分裂：遊走子嚢内の第 1 回核分裂で棒状、楕円形、又は球状の染色体が約 30 認められた (PL. I, Fig. A)。これらの中期側面観 (PL. I, Figs. B & C) では一方の極、又は両極に向って先行する 1 個の染色体がしばしば観察された。遊走子嚢内では 5 回の分裂が行われ、32 個の遊走子が生ずる (PL. I, Figs. D & E)。

配偶体細胞内の核分裂：雄性配偶体 (PL. I, Figs. F & G) と雌性配偶体 (PL. I, Figs. K & L) の核分裂中期でいずれも約 30 の染色体を数えた。雌雄配偶体の中期側面観では一方の極へ 1 個又は 2 個、両極へは 1 個ずつの先行する染色体が、分裂後期では遅滞染色体がしばしば見られた (PL. I, Fig. J)。

受精の経過：培養開始後 30 日目の午後 10 時に固定した材料で雄性核を内部に有する卵を多数観察し受精経過を追跡することができた (PL. II, Figs. A-I)。精子は卵に付着すると核のみが内部に進入する。この時の核径は雄精核が約 2  $\mu$ 、卵核が約 10  $\mu$  で、通常雄性核の方が卵核よりもよく染まる。雄性核は卵中央部に位置する卵核に向って接近し、卵核に接触すると急激にその大きさを増し、核の融合が始まる。雌雄両核が完全に融合すると、色素で均一によく染まる径 12  $\mu$  の円形の核となる (PL. II, Fig. I)。この融合した核は直ちに分裂を行い、芽胞体の形成を開始する。

芽胞体細胞内の核分裂：多数の芽胞体で核分裂中期を観察し、約 30 又は約 60 の染色体が数えられた (PL. III, Figs. A-D & H-I)。1-5 細胞期までの幼芽胞体から得た染色体数を Table 1 に示した。この表で見られるように幼芽胞体の  $\frac{2}{3}$  が 2n の体で、残りの  $\frac{1}{3}$  が単為発生体であった。1 細胞期の単為発生体 5 個体からは 32 の染色体を数えることができた。幼芽胞体細胞内での核分裂では雌雄配偶体の場合と同様に極へ先行したり後期で遅滞する染色体が認められた (PL. III, Figs. A-G & J)。

Table 1. Number of sporophytes at each celled-stage examined the chromosome count for *Kjellmaniella crassifolia* Miyabe

| Chromosome number | 1-celled stage | 2-celled stage | 3-celled stage | 4-celled stage | 5-celled stage |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ca 60             | 41             | 11             | 3              | 5              | 2              |
| ca 30             | 7              | 6              | 1              | 2              | 0              |
| 32                | 5              |                |                |                |                |

### 2. アラメ (*Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell)

遊走子嚢内の核分裂：Ohmori (1967) はアラメの遊走子嚢内に生ずる遊走子は 32 個であり、その胞子嚢内の核分裂で約 29 の染色体を数えたと報告している。筆者らは遊走子嚢内の 1 回から 4 回までの核分裂中期で約 30 の染色体を認めた (PL. IV, Figs. A-C)。本種でもガゴメと同様に 1 回

Table 2. Number of sporophytes at each celled-stage examined the chromosome count for *Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell

| Chromosome number | 1-celled stage | 2-celled stage | 3-celled stage | 4-celled stage | 7-celled stage | 8-celled stage |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ca 60             | 30             | 6              | 8              | 9              | 3              | 2              |
| ca 30             | 19             | 5              | 1              | 2              | 0              | 0              |
| 30                | 7              |                |                |                |                |                |

から5回までの遊走子嚢内核分裂中期でしばしば両極に先行する1個の染色体があった。

配偶体細胞内の核分裂：雌雄の両配偶体の細胞内で約30の染色体を得た (PL. IV, Figs. D, E, K & L)。ガゴメの場合とは異なり本種では雌雄配偶体ともに分裂中期で他の染色体よりやや大きい1個の染色体が常時認められる (PL. IV, Figs. F, J & M-P)。ガゴメの配偶体で見られたような中期で極に先行する染色体が雌雄いずれの配偶体細胞内の核分裂にも現われたが (PL. IV, Figs. G-H), その出現頻度は雄性配偶体の細胞の方が雌性配偶体よりも多い。

芽胞体細胞内の核分裂：本種でもガゴメと同じように幼芽胞体内の細胞からは約30と約60の染色体が数えられた (PL. V, Figs. A-E, F, H, I & L)。1細胞期の芽胞体で核内によく拡がっている分裂中期の染色体はすべて垂鈴型を呈しているのが明瞭に認められ (PL. V, Figs. A-D, E & G), これらの7個の芽胞体からは30の染色体を数え得た。Table 2に示すようにガゴメの場合と同じく幼芽胞体には正常体 (2n) と単為発生体 (n) とがあったが, その比率は1-2細胞期の芽胞体ではほぼ同じ率で現れ, 3-4細胞期の芽胞体では正常体の方が多くなり, 7-8細胞期の芽胞体では単為発生体は見当らなかった。1細胞期の芽胞体では単為発生体が径25-40 $\mu$ , 正常体が35-47 $\mu$ で正常体の方が単為発生体より大きい。幼芽胞体の細胞内核分裂では次のような異常体が極めて多く認められた。即ち, 不均等な核分裂が行われた結果同一細胞内に3-5個の核を有するもの (PL. V, Fig. J), 核分裂中期で染色体が赤道板に集まる時にそれらと離れて別行動をとっている数個の染色体を有するもの (PL. V, Figs. F, J & K) などである。

## 考 察

今回, 筆者らが明らかにした染色体数はガゴメでは $n=32$ , アラメでは $n=30$ であった。アラメではすでに Ohmori (1967) が静岡県下田で採集した材料の遊走子嚢内核分裂で $n$ 約29の染色体を見た報告している。本研究ではアラメの雌雄配偶体には他のものよりもやや大きい1個の染色体が認められた。コンブ科植物で大きい染色体が存在することは Yabu & Sanbonsuga (1981) が邦産のミスコンブで, Evans (1963, 1965) が英国産の数種で観察している。コンブ科植物の雌性配偶体を単体培養すると容易に単為発生体が生じることを Schreiber (1930), Tokida & Yabu (1962), Yabu (1964) が報じている。雌雄配偶体が混在する培養中で単為発生体が生ずることは幼芽胞体の染色体を数えることにより Yabu & Sanbonsuga (1981) がミスコンブで, 同じく Yabu & Sanbonsuga (1985) が *Macrocystis angustifolia* で見ている。本研究でもガゴメとアラメの両種ともに雌雄配偶体の培養中に単為発生体が現われることを染色体数によって確めた。Yabu & Sanbonsuga (1985) は *Macrocystis angustifolia* の配偶体と芽胞体の分裂中期の像で極に先行する染色体を観察しているが, 同様の染色体はガゴメとアラメの両種ともに遊走子嚢, 雌雄配偶体, 芽胞体の細胞内の核分裂にしばしば認められた。

ガゴメの属するトロロコンブ属 (*Kjellmaniella*) では Yabu (1965) がトロロコンブの遊走子嚢

内核分裂で見た染色体数は  $n=22$  であると述べている。ガゴメとトロロコンブではこのように染色体数が違うかどうか、改めてトロロコンブで配偶体と芽胞体細胞内の核分裂を調べてみる必要があると考える。

本研究を行うに当たり、材料の採集に多大の御協力を頂いた農林水産省東北区水産研究所増殖部谷口和也氏に対し厚く御礼を申しあげる。

## 文 献

- Evans, L.V. (1963). A large chromosome in the Laminarian nucleus. *Nature* **198**, 215.
- Evans, L.V. (1965). Cytological studies in the Laminariales. *Ann. Bot., N.S.* **24**, 641-652.
- Kanda, T. (1938). On the gametophytes of some Japanese species of Laminariales II. *Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.* **2** (1), 87-111.
- Kanda, T. (1941). On the gametophytes of some Japanese species of Laminariales III. *Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.* **13** (1-2), 155-193.
- Ohmori, T. (1967). Morphogenetical studies on Laminariales. *Biological J. Okayama Univ.* **13** (1-2), 23-84.
- Schreiber, E. (1930). Untersuchungen über Parthenogenese, Geschlechtsbestimmung und Bastardierungsvermögen bei Laminarien. *Planta* **12**, 331-353.
- Tokida, J. and Yabu, H. (1962). Some observations on *Laminaria* gametophytes and sporophytes. *Proc. Ninth Pacific Sci. Cong. 1957*, **4**, 222-228.
- Yabu, H. (1964). Early development of several species of Laminariales in Hokkaido. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **12** (1), 1-72.
- Yabu, H. (1965). Nuclear division in the zoosporangium of *Laminaria angustata* var. *longissima* Miyabe and *Kjellmaniella gyrata*. (Kjellm.) Miyabe. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **15** (4), 205-206.
- Yabu, H. and Sanbonsuga, Y. (1981). A sex chromosome in *Cymathaere japonica* Miyabe et Nagai. *Jap. J. Phycol.* **29**, 78-80.
- Yabu, H. and Sanbonsuga, Y. (1985). Mitosis in the gametophytes and young sporophytes of *Macrocystis angustifolia* Bory. *Jap. J. Phycol.* **33**, 1-4.
- Wittmann, W. (1965). Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain Tech.* **40** (3), 161-164.

## Explanation of Plates

### Plate I

#### *Kjellmaniella crassifolia* Miyabe

Figs. A-E. Nuclear divisions in the zoosporangia.

A. Metaphase in the first division. B & C. Side views of metaphase in the first division. D. Metaphase in the third division. E. Thirty-two nucleate stage just before complete formation of zoospores.

Figs. F-J. Nuclear divisions in the cells of male gametophytes.

E-G. Metaphases. H-I. Side views of metaphase. J. Anaphase.

Figs. K-P. Metaphases in the cells of female gametophytes.

Magnification: A, C-E & F-J.  $\times 1,600$ ; B.  $\times 1,400$ .

## Plate II

### *Kjellmaniella crassifolia* Miyabe

Figs. A-I. Eggs with various situations of male nucleus in fertilization.

- A. Egg with the attached sperm of which nucleus (arrow) starts to enter into the cytoplasmic portion of the egg.
- B. Egg with intruded male nucleus (arrow).
- C. Egg with male nucleus (arrow) being connected with female nucleus.
- D-H. Eggs with various fusing phases of male and female nuclei in fertilization. Empty sperm (s) attaching still to the surface of egg is visible in Figs. D-F.
- I. Egg with fused nucleus.

Magnification: All  $\times 1,600$ .

## Plate III

### *Kjellmaniella crassifolia* Miyabe

Figs. A-J. Nuclear divisions in the young sporophytes.

- A. Metaphase with haploid chromosomes ( $n=32$ ) in one-celled sporophyte.
- B-D. Metaphases with diploid chromosomes ( $2n=ca\ 60$ ) in one-celled sporophytes.
- E & F. Metaphases with odd chromosomes in one-celled sporophytes.
- G. Anaphase with odd chromosomes in one-celled sporophyte.
- H. Two-celled sporophyte with diploid nucleus.
- I. Four-celled sporophyte with diploid nucleus.
- J. Metaphase with odd chromosomes (arrow) in the young sporophyte.

Magnification: A-D & G.  $\times 1,600$ ; E & F.  $\times 2,000$ ; H & I.  $\times 1,000$ ; J.  $\times 310$ .

## Plate IV

### *Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell

Figs. A-C. Nuclear divisions in the zoosporangia.

- A & B. Metaphases in the first division.
- C. Metaphase in the fourth division.

Figs. D-J. Nuclear divisions in the cells of male gametophytes.

- D & E. Early metaphases.
- F. Metaphase with a slightly large chromosome (arrow).
- G-I. Metaphases with odd chromosome.
- J. Anaphase with odd chromosome (arrow).

Figs. K-P. Metaphases in the cells of female gametophyte.

- Slightly large chromosome in Figs. M-P is pointed by arrow.

Magnification: A-I & K-P.  $\times 1,600$ ; J.  $\times 2,000$ .

## Plate V

### *Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell

Figs. A-L. Nuclear divisions in the young sporophytes.

- A-D. Metaphases with haploid chromosomes ( $n=30$ ) in one-celled sporophytes.
- E. Metaphase with diploid chromosomes ( $2n=ca\ 60$ ).
- F. Metaphase with odd chromosome (arrow) in one-celled sporophyte.
- G-I. Metaphases with haploid chromosomes ( $n=30$ ) in two-celled sporophytes. The formation of cell wall is not obvious in Fig. G.
- J. Two one-celled sporophytes with irregular cell division. The sporophyte in the upper right-hand comprises three daughter nuclei by the irregular nuclear division, and the other sporophyte in the lower left-hand comprises anaphase nucleus with two odd chromosomes.
- K. Three-celled sporophyte comprising each dividing nucleus with odd chromosomes in the upper two cells.
- L. Metaphase (arrow) in the diploid young sporophyte.

Magnification: A, E & J-L.  $\times 1,400$ ; B-D & T-L.  $\times 1,600$ .









