

紅藻ヨツガサネの培養

能登谷正浩・籾 熙

北海道大学水産学部水産植物学講座 (041 函館市港町3丁目1-1)

NOTOYA, M. and YABU, H. 1980. *Platythamnion yezoense* INAGAKI (Rhodophyta Ceramiales,) in culture. Jap. J. Phycol. 29: 39-46.

The spores released from the tetrasporangial and cystocarpic plants of *Platythamnion yezoense* INAGAKI collected at Tachimachimisaki in Hakodate, Hokkaido were cultured under various temperatures (5-25°C) and light intensities (500-8000 lux). The germlings of both tetra- and carpospores grew best at 15°C and 500 lux, and they attained maturity fast at 20°C and 1000 lux. About 2% of the spore germlings grew into abnormal plants bearing tetrasporangia and spermatia or tetrasporangia, spermatia and carpogonial branches. The plant bearing both tetrasporangia and spermatangial clusters was always derived from carpospore, while the plant bearing tetrasporangia, spermatia and carpogonial branches was always derived from tetraspore. The chromosome number was given as $n=ca\ 30$ and $2n=ca\ 60$. The chromosome count showed that the gametophyte was haploid and the tetrasporophyte was diploid.

Key Index Words: Ceramiales; culture; cytology; life history; *Platythamnion yezoense*.

Masahiro Notoya and Hiroshi Yabu, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, 041 Japan.

ヨツガサネ *Platythamnion yezoense* INAGAKI は INAGAKI (1935) により北海道忍路湾産材料を用いて新種とし、和名をヨツバグサと命名して報告された種類である。その後 INAGAKI (1950) は岡村 (1923) が既に *Antithamnion plumula* OKAMURA (和名ヨツガサネ) として日本藻類図譜に記載されている種類はヨツバグサとして報告したものと同一種であることを確かめ、この学名を変更し、*Platythamnion* 属の和名には以後ヨツガサネを用いることを提案した。

筆者らはこのヨツガサネの核相を見る目的で四分胞子と果胞子の培養を行っていたところ、同一体上に四分胞子嚢と精子嚢、四分胞子嚢と雌雄の生殖器官を有する種類の異常体が現われた。これらの異常体の胞子を培養し異常体に生じた精子を用いて交雑実験をも試み、二三興味ある知見を得ることができた。又、胞子の発芽体については温度と照度の発生に及ぼす影響をも調べた。

材料に使用したヨツガサネは1979年5月23日に函館市立待岬で採集した四分胞子体と雌性体それぞれ1個体である。これらの体は市内の北大水産学部にも持ち帰り胞子の放出を行なった。放出した胞子はマイクロピペ

ットで吸い上げて滅菌海中に移し入れ、この操作を数回繰り返した後、胞子をスライドグラス上に付着させ培養を開始した。培養液としては modified GRUND medium (McLACHLAN 1973) を用いた。

実験並びに結果

1. 胞子発芽体に及ぼす温度と照度の影響。

本実験には三洋恒温器 Model SHR-100 を使用して温度を 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 照度を 500 lux, 1000 lux, 2000 lux, 4000 lux, 8000 lux. 光周期を12時間明期, 12時間暗期として8週間培養した。

四分胞子と果胞子の大きさはともに 16~23 μ であるがその平均値は四分胞子は 18.6 μ 果胞子は 19.5 μ で果胞子は四分胞子よりも幾分か大きい。両胞子ともに直立型の発生を行ない、その後体は羽状の枝を形成してくる (Fig. 3, E)。

四分胞子と果胞子の発芽体は 8000 lux の高照度ではいずれの温度でも培養開始後 2~3 日で全て死滅した。又 5°C の低温ではいずれの照度でも培養開始後 8 週間を経ても体長は未だ約 6 μ しに達せず、生殖器官は形成されなかった。

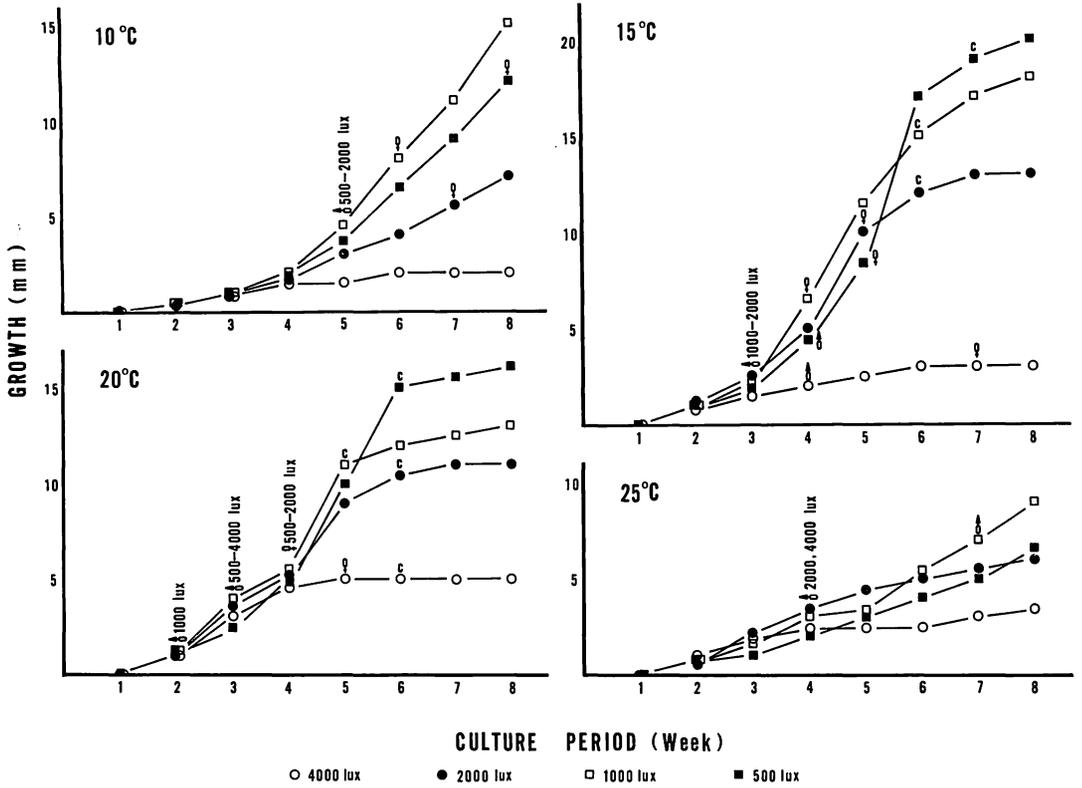


Fig. 1. Growth in culture of tetraspore germlings of *Platythamnion yezoense* INAGAKI at various temperatures and light intensities.

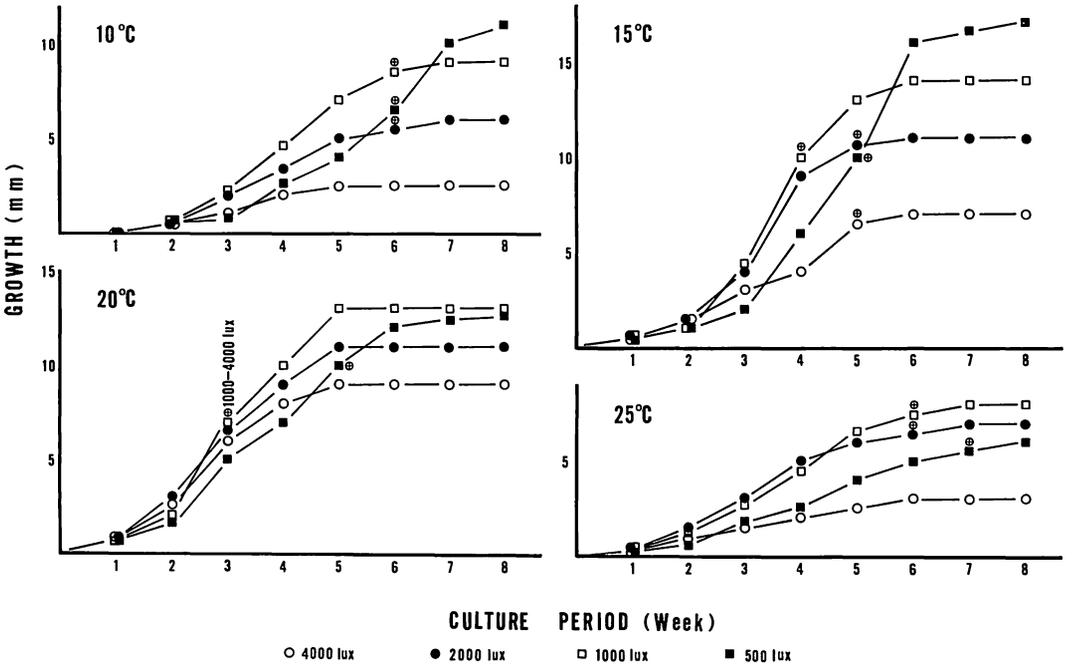


Fig. 2. Growth in culture of carpospore germlings of *Platythamnion yezoense* INAGAKI at various temperatures and light intensities.

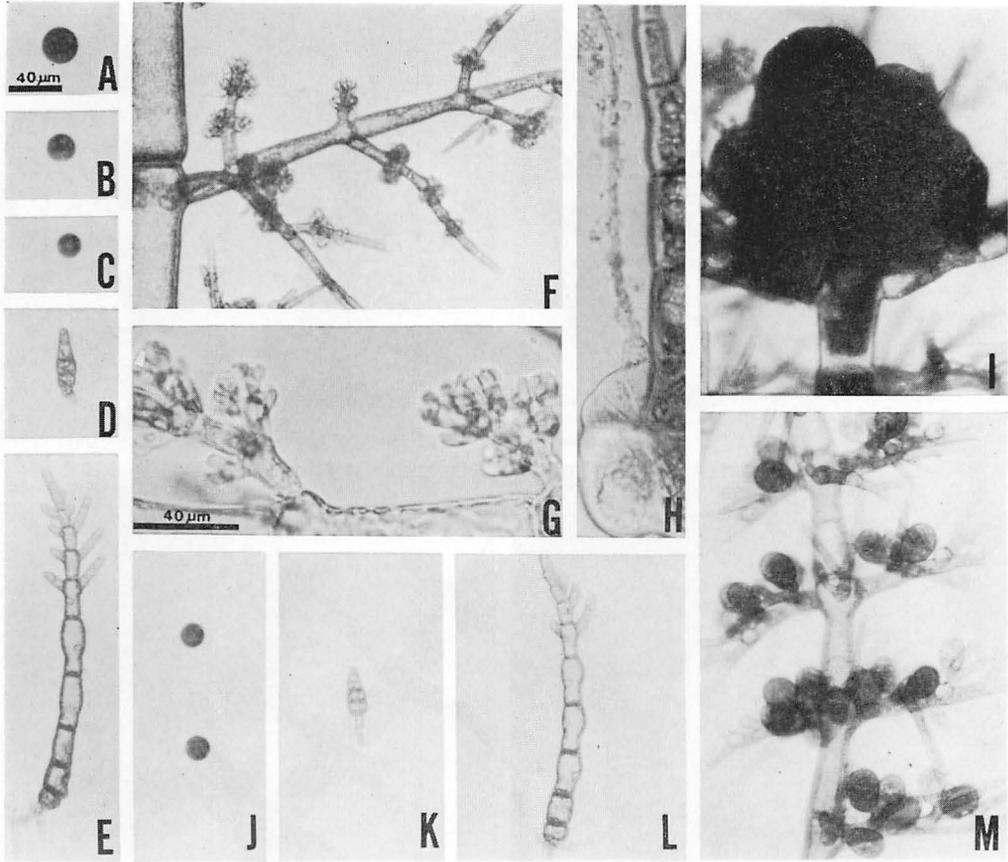


Fig. 3. *Platythamnion yezoense* INAGAKI in culture. A-I. Various stages of tetraspore germlings: A-C. Liberated tetraspore. D. Tetraspore germling in 2 day culture. E. Tetraspore germling in 7 day culture. F. Part of the male plant in 20 day culture. G. Part of the branch bearing spermatangial sori in male plant. H. Part of the female plant in 20 day culture, showing the formation of carpogonial branch. I. Cystocarp of female plant in 35 day culture. J-M. Various stages of carpospore germlings: J. Liberated carpospore. K. Carpospore germling in 2 day culture. L. More advanced stage. M. Mature tetrasporophyte in 30 day culture. Scale in Fig. A applies also to Figs. B-F & I-M and to Fig. H is in scale in Fig. G.

温度 10°C~25°C, 照度 500 lux~4000 lux で培養した胞子発芽体の生長経過を Figs. 1-2 に示す。この図に見られる如く、同じ温度と照度では四分胞子発芽体と果胞子発芽体はほぼ同様に生育し、温度 15°C, 照度 500 lux で培養した場合に最も成長がよく、培養開始後 8 週目には体長は 20 mm に達した。しかし温度 20°C, 照度 1000 lux で培養した場合に最も早く成熟し、培養開始後雄性体は 2 週間、雌性体は 4 週間、四分胞子体は 3 週間で成熟体が得られた。

Fig. 3 は温度 20°C, 照度 2000 lux で培養した正常発芽体の生育過程を示したものである。今回の培養

では異常体 (Fig. 4) として果胞子発芽体よりは同一体に精子嚢と四分胞子嚢を生じるもの、四分胞子発芽体よりは同一体に四分胞子嚢と雌雄の生殖器官を生じるものが現われた。後者の場合には胎原列が最も早く現われ、次いで四分胞子嚢が生じ、最後に精子嚢が体の小枝に形成された。異常体の発生率は約 2%であった。

2. 異常体から放出された胞子の培養と交雑実験。

同一体に精子嚢と四分胞子嚢を生じる体から得られた四分胞子の培養: 四分胞子は培養開始 5 週間後には体長約 10 mm に達して成熟し、そのうち 98%の体が

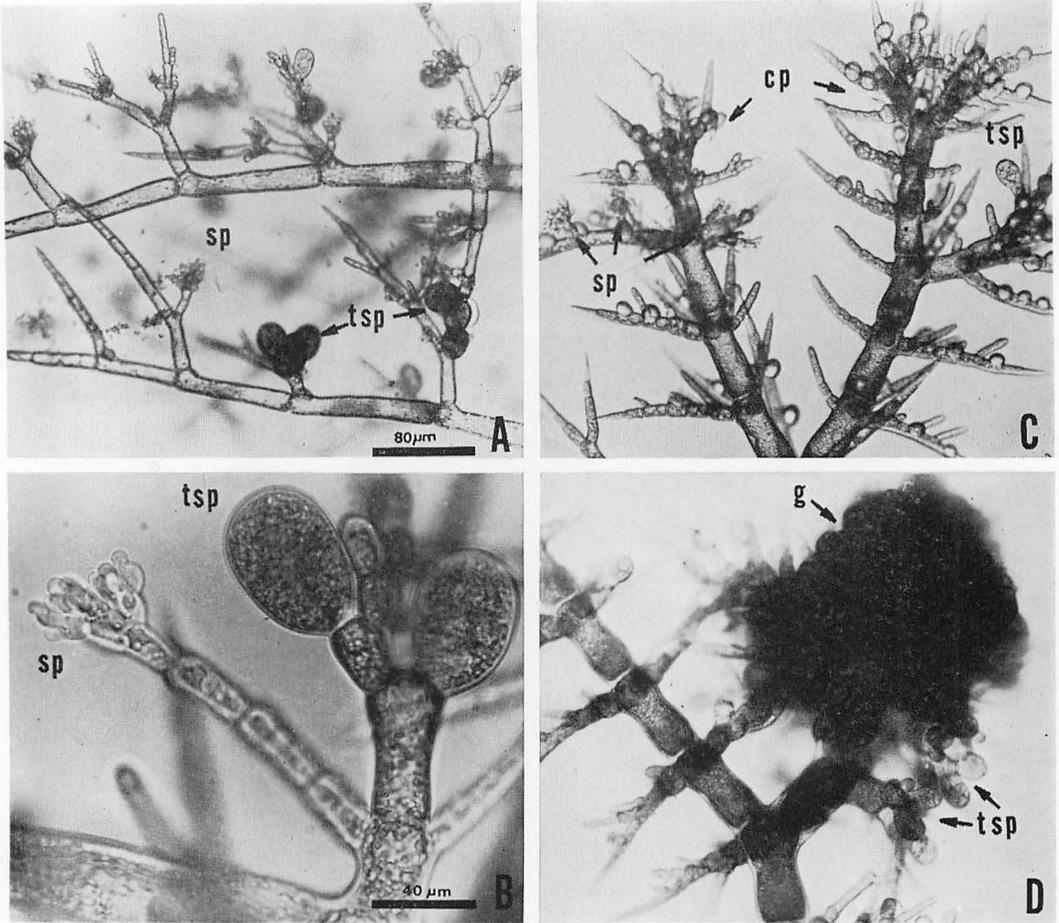


Fig. 4. Abnormal thalli of *Platythamnion yezoense* INAGAKI bearing two or three kinds of reproductive organs in culture. A & B. Parts of the thallus bearing tetrasporangia (tsp) and spermatangial clusters (sp) in 30 days culture of carpospore. C. Part of the thallus bearing tetrasporangia (tsp), carpopogonial branch (cp) and spermatangial clusters (sp) in 30 days culture of tetraspore. D. Part of the thallus of the same plant shown in Fig. C, 40 days culture; showing the formation of gonimoblast (g) and mature tetrasporangia (tsp). Scale in Fig. A. also applies to Figs. C-D.

正常な雌雄の配偶体，残りの2%が同一体に雌雄の生殖器官と四分胞子嚢を有する異常体となった。そしてこの体より放出された四分胞子は同一体に雌雄の生殖器官と四分胞子嚢を生ずる体に生長し，一方果胞子は正常な四分胞子体（98%）と同一体に精子嚢と四分胞子嚢を有する体（2%）となった。

同一体に四分胞子嚢と雌雄の生殖器官を有する体から得られた四分胞子と果胞子の培養：この異常体より得られた四分胞子と果胞子は培養5～6週目に10～11mmの体長に達して成熟した。四分胞子は全て同一体に雌雄の生殖器官と四分胞子嚢を有する体を生じ，一

方果胞子はその多くは正常な四分胞子体となり，残りが同一体に四分胞子嚢と精子嚢を有する体になった。この正常な四分胞子体より放出された四分胞子は正常な配偶体のほかに再び雌雄の生殖器官と四分胞子嚢とを有する体を生じ，一方四分胞子嚢と精子嚢を生じた体より得た四分胞子は最初に四分胞子芽体より得た異常体の場合と同じく正常な配偶体のほかに雌雄の生殖器官と四分胞子とを有する体となった。

異常体が生じた精子と雌性体との交雑：交雑は同一体上に四分胞子嚢と精子嚢，四分胞子嚢と雌雄の生殖器官を有する2種類の異常体から成熟した精子嚢のあ

る枝の部分を切り取り正常な成熟中の雌性体の枝と共に小型シャーレに移し入れた。それぞれ組の培養を行ない観察に供したが、いずれの雌性体にも囊果は形成されず受精は行われないと判定された。

3. 細胞学的観察.

培養して得られた四分胞子体と雌雄の配偶体、並びにそれらの体から放出された胞子の発芽体を酢酸、アルコール (1:3) の液で固定し、ウィットマンの液 (WITTMANN 1965) で染色した。

体細胞分裂：四分胞子体と有性体の (Fig. 5, D & F) 小枝の頂端又はその付近の細胞とに分裂像が得られた。染色体数は四分胞子体の細胞では40~60, 雌雄配偶体の細胞では28~30, 四分胞子発芽体の細胞では24~30, 果胞子発芽体の細胞では39~50であった。

四分胞子囊内に於ける核分裂：正常な体と上述の異常体に生ずる四分胞子囊内に於ける核分裂の相違について確めるのが主な目的であったが、異常体では材料が少なく充分な観察を行なうことができなかつた。そのためここでは正常な体に形成される四分胞子囊内核分裂について述べる。

四分胞子囊内に於ける核分裂では第1分裂のデアキネシス期に核は最も大きく (Fig. 5, A) なり、この時期に約30 (Fig. 5, A) の染色体数が得られた。第1分裂中期の頃に胞子囊内の細胞質に隔膜の形成が始まる (Fig. 5, B)。多数の中期側面観が得られたがいずれも極に中心体は認められない。細胞質が完全に2分された後、胞子囊の長軸と直角の方向に第2回核分裂が開始されるがこの分裂に於いても約30 (Fig. 5,

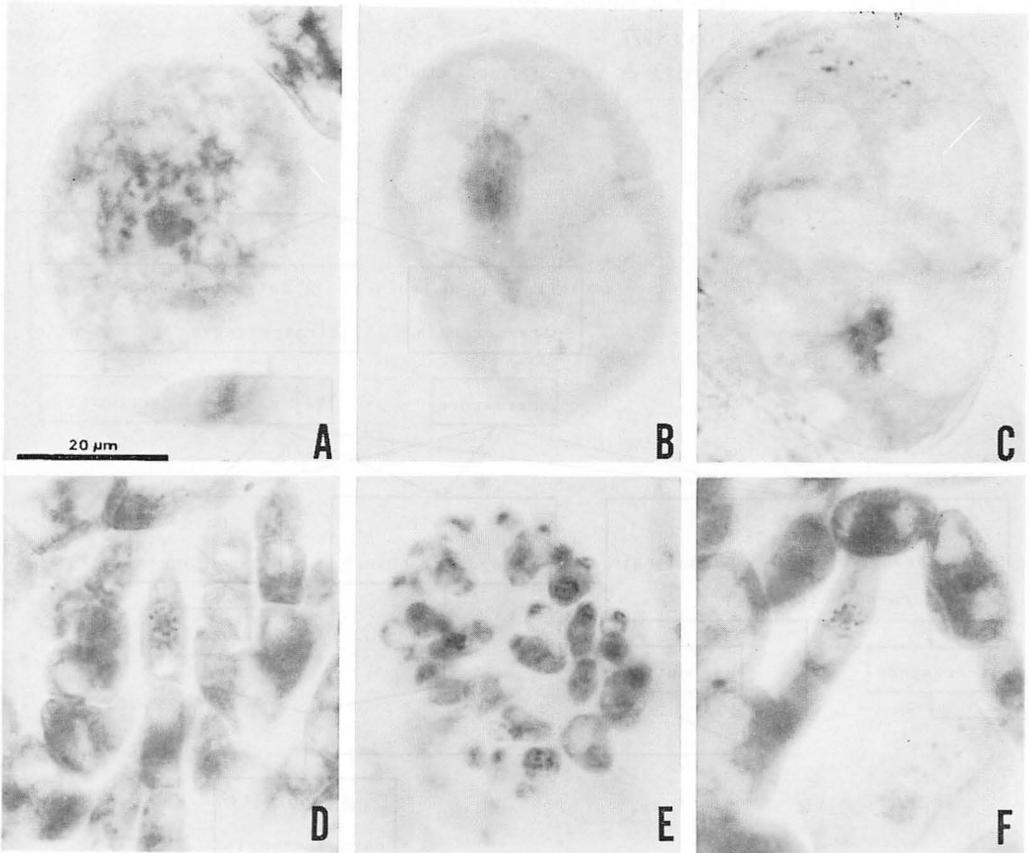


Fig. 5. Nuclear divisions in *Platythamnion yezoense* INAGAKI. A. Late prophase of the first nuclear division in tetrasporangium. B. Metaphase of the first nuclear division in tetrasporangium. C. Metaphase of the second nuclear division in tetrasporangium. D. Metaphase in the somatic cell of male plant. E. Various stages of the nuclear division in the cell of antheridial cluster. F. Metaphase in the somatic cell of female plant. Scale in Fig. A applies to Figs. B-F.

Table 1. Abnormal thalli with two or three kinds of reproductive organs hitherto reported in the subfamily Antithamninae.

Species	Investigator	Sex distinction	Source
<i>Antithamnion defectum</i>	LEE & WEST 1980	♀ + ♂	Culture
<i>A. pygmaeum</i>	WEST & NORRIS 1966	⊕ + ♂	Culture
<i>A. spirographidis</i>	DREW 1955	♀ + ♂	Culture
<i>A. tenuissimum</i>	HAUCK 1878	⊕ + ♀ ; ⊕ + ♂	Nature
	OLLIVIER 1929	⊕ + ♀ ; ⊕ + ♂	Nature
	FELDMANN-MAZOYER 1940	⊕ + ♀	Nature
	FELDMANN 1942	⊕ + ♂	Nature
	SUNDENE 1964	⊕ + ♂	Culture
	L'HARDY-HALOS 1968	⊕ + ♀ + ♂	Nature
	RUENESS & RUENESS 1973	⊕ + ♂	Culture
<i>Platythamnion</i> sp.	WEST & NORRIS 1966	⊕ + ♂	Culture
<i>P. polyspora</i>	ITONO 1977	⊕ + ♀	Nature
<i>P. yezoense</i>	NOTOYA & YABU (present study)	⊕ + ♀ + ♂ ; ⊕ + ♂	Culture

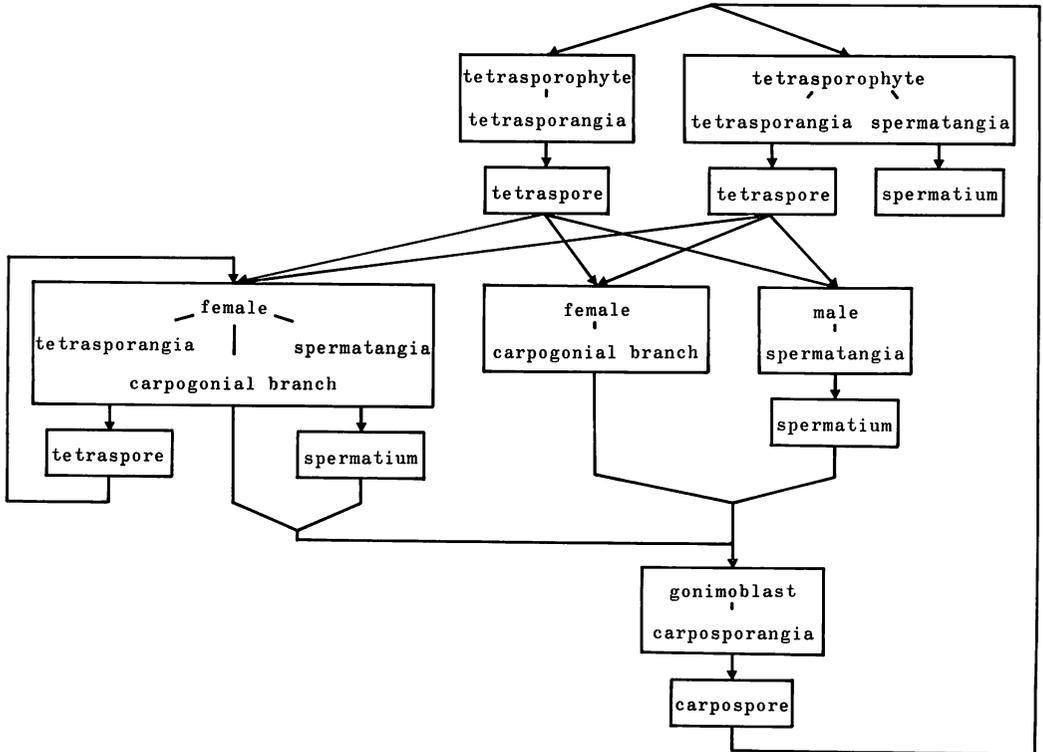


Fig. 6. Life cycle in the culture of *Platythamnion yezoense* INAGAKI, collected at Tachimachi-misaki in Hakodate, Hokkaido on May 23, 1979.

C) の染色体を見た。

有性体の生殖細胞形成の際の核分裂：雄性体の造精器内では分裂中の核が容易に得られるが極めて小さい細胞内に多数の染色体が存在するため染色体数を確かめることは困難である (Fig. 5, E)。しかし精母細胞と形成されたばかりの精子内で稀に約30の染色体を認めた。

考 察

紅藻イギス科フタツガサネ亜科 (Antithamnieae HOMMERSAND 1963) ではヨツガサネ属とフタツガサネ属で同一体上に四分胞子嚢と有性生殖器官を有する体、或いは雌雄同株の体の見られたことが今迄に数例 (Table 1) 報告されている。

我々が函館で今回採集したヨツガサネの培養では正常体のほかに異常体として四分胞子嚢と精子嚢を有する体、四分胞子嚢と雌雄の生殖器官を有する体との2種類の体が現われたが、これら正常と異常の体から放出された胞子を更に継続して培養を行ない生活史を明らかにすることができた。

本培養で生じた異常体では四分胞子嚢と精子嚢を有する体は必ず果胞子から生じ、四分胞子嚢と雌雄両性との三者の生殖器官を有する体は四分胞子から生ずるが、この後者の異常体に生ずる四分胞子は再び必ず四分胞子嚢と雌雄の生殖器官とを生ずる体となった。これらの培養の結果を総括し、我々の用いた材料のヨツガサネの生活環を図示すると Fig. 6 の如くとなり、本研究で生じた2種類の異常体は偶発的に生じたものではなく異常体を遺伝的に生ずる要因を有する株であったことが判る。函館近辺に産するヨツガサネのいずれもがそのような異常体を生ずる生活史を行なうかどうかについては今後改めて材料を採集して確かめる予定である。

細胞学的研究では材料不足のため異常体では核分裂を充分観察することができなかった。しかし正常体では $n \approx 30$, $2n \approx 60$ の染色体数が得られ、又、四分胞子嚢内では減数が行われることを見た。ヨツガサネ亜科の植物では現在までに *Antithamnion plumula* で $n=23$, $2n=46$ (MAGNE 1964), *A. spirographidis* で $n=32-34$ (RAO 1960), *A. tenuissimum* で $n \approx 32$, $2n \approx 64$ (RUENESS & RUENESS 1973) の染色体数が報告されており、我々の今回得たヨツガサネの染色体数は *Antithamnion spirographidis* と *A. tenuissimum* のものと近似した。

引用文献

- DREW, K. 1955. Sequence of sexual and asexual phases in *Antithamnion spirographidis* SCHIFFNER. Nature 175: 813-814.
- FELDMANN, J. 1942. Les algues marines de la côte des Albères. 4. Rhodophycées (fin). Trav. algol. 1: 29-113.
- FELDMANN-MAZOYER, G. 1940. Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée Occidentales. Imprimerie Minerva, Algiers.
- HAUCK, F. 1878. Beiträge zur Kenntniss der adriatischen Algen. Öst. Bot. Z. 28: 185-188.
- HOMMERSAND, M. H. 1963. The morphology and classification of some Ceramiaceae and Rhodomelaceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 35: 165-358.
- INAGAKI, K. 1935. Some marine algae recently discovered in Japan and new to science. Sci. Pap. Inst. Alg. Res., Hokkaido Imp. Univ. 1: 37-49.
- INAGAKI, K. 1950. Some marine algae from the central Pacific coast of Japan (1). Journ. Jap. Bot. 25: 20-26.
- ITONO, H. 1977. Studies on the Ceramiaceous algae (Rhodophyta) from southern parts of Japan. Bibl. Phyc. 35: 1-499.
- LEE, I. K. and WEST, J. A. 1980. *Antithamnion nipponicum* YAMADA et INAGAKI (Rhodophyta, Ceramiales) in culture. Jap. J. Phycol. 28: 19-27.
- L'HARDY-HALOS M.-Th. 1968. Les Ceramiaceae (Rhodophyceae, Florideae) des côtes de Bretagne. 1. Le genre *Antithamnion* NÄGELI. Rev. Algol. 9: 152-183.
- MAGNE, F. 1964. Recherches caryologique chez les Floridées (Rhodophycées). Cah. Biol. mar. 5: 461-671.
- MCLACHLAN, J. 1973. Growth media-marine. p. 25-57. In J. R. STEIN (ed.) Handbook of Phycological Methods. Cambridge University Press, New York.
- 岡村金太郎 1923. 日本藻類図譜, 4, 東京.
- OLLIVIER, G. 1929. Etude de la flore marine de la côte d'Azur. Ann. Inst. Oceanogr. Monaco, N. S. 7: 53-173.
- RAO, C. S. P. 1960. Cytology of red algae. In Proceedings of the symposium on algology. Kachroo, P. New Delhi.
- RUENESS, J. and RUENESS, M. 1973. Life history and nuclear phases of *Antithamnion tenuissimum*, with special reference to plants bearing tetrasporangia and spermatangia. Norw.

- J. Bot. 20 : 205-210.
 SUNDENE, O. 1964. *Antithamnion tenuissimum* (HAUCK) SCHIFFNER in culture. Nytt Mag. Bot. 12 : 5-10.
 WEST, J.A. and NORRIS, R.E. 1966. Unusual phenomena in the life histories of Florideae in culture. J. Phycol. 2 : 54-57.
 WITTMANN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. Stain Tech. 40 : 161-164.

—38頁より続く—

- *67. Ji, M.H. and S.Y. Shi: Studies on the conditions for the extraction of algin from *Laminaria japonica*. (See: Studia Marina Sinica, No. 1)
 *68. Ji, M.H. and Y.X. Zhang: Studies on the Carbazole colorimetric method for the determination of alginic acid. (See: Studia Marina Sinica, No. 1)
 *69. Ji, M.H.: An improved agar gel strength tester. (See: Studia Marina Sinica, No. 1)
 70. Tseng, C.K. and C.F. Chang: An analytical study of the marine algal flora of the Western Yellow Sea coast.
 71. Ji, M.H. and Y.X. Zhang: Studies on the trace element in seaweeds.
 72. Fang, T.C., C.Y. Wu and C.Z. Li: Increased adaptability to high temperature of gametophytes and sporelings of the Haidai No. 1 breed of *Laminaria japonica* ARESCH.
 73. Fang, T.C., B.Y. Jiang and J.J. Li: On the inheritance of stipe length in Haidai (*Laminaria japonica* ARESCH.)
 74. Chang, C.F. and B.M. Xia: A preliminary phytogeographical studies on Chinese species of *Gracilaria*.
 75. Chang, T.J. and B.F. Zheng: The Chinese *Porphyra* and their geographical distribution.
 76. Ji, M.H. and Y.X. Zhang: Studies on the chemical composition of the Chinese economic brown seaweeds I. Main chemical components of the various species of brown seaweeds.
 *77. Tseng, C.K., C.Y. Wu, Z.M. Wang, Sh. Q. Zheng, B.Y. Jiang and Z. Sh. Peng: Studies on the absorption of nitrate and ammonium nitrogen by *Laminaria japonica* ARESCH. (in Chinese)
 *78. Tseng, C.K. and T.J. Chang: On the cultivation of Chinese *Porphyra*. (in Chinese)
 *79. Tseng, C.K. and C.F. Chang: Studies on Chinese species of *Dictyosphaeria*.
 *80. Fan, K.C. and Y.P. Fan: Studies on the reproductive organs of red algae I. *Tsengia* and the development of its reproductive systems.
 *81. Fang, T.C., C.Y. Wu, B.Y. Jiang, J.J. Li and K.Z. Ren: The breeding of a new breed of Haidai (*Laminaria japonica* ARESCH.) and its preliminary genetic analysis. (in English)
 *82. Fan, K.C.: Studies on the reproductive organs of red algae II. The genus *Dermonea*.
 1963
 *83. Chang, C.F. and B.M. Xia: *Polycavernosa*, a new genus of the Gracilariaceae. (See: Studia Marina Sinica, No. 3)
 *84. Ji, M.H., S.Y. Shi, S.Z. Pu and Y.X. Zhang: Further studies on the comprehensive utilization of *Laminaria japonica* ARESCH. (See: Studia Marina Sinica, No. 3)
 *85. Tseng, C.K., T.G. Lin, B.Y. Jiang, Y.H. Zhang and C.Y. Wu: Studies on the growth and development of Haidai (*Laminaria japonica* ARESCH.) transplanted at the Chekiang coast. (See: Studia Marina Sinica, No. 3)
 86. Tseng, C.K. and C.F. Chang: A preliminary analytical study of the Chinese marine algal flora.
 87. Tseng, C.K.: Some problems concerning analytical studies of marine algal flora.
 88. Xia, E.Z.: A preliminary phytogeographical studies on Chinese species of *Eucheuma*.
 89. Fan, K.C.: On the phytogeographical distribution of the Siphonocladales of China.
 90. Dong, M.L.: A preliminary phytogeographical studies on Chinese species of *Enteromorpha*.
 91. Kuo, Y.C.: The nature of *Chaetoceros* flora of the Yellow Sea.

—次号へ続く—