ふくろのりノ生活史、特ニソノ異形配偶子ノ 接合ニ就イテ

國 枝 溥
須 藤 俊 造

2 挿圖附

HIROSHI KUNIEDA and SHUNZO SUTO: The Life-history of *Colpomenia sinuosa* (Scytosiphonaceae), with Special Reference to the Conjugation of Anisogametes.

Received August 25, 1938.

緒 言

下等ノ褐藻類ニアツテハ游走胞子 (Swarmspore) ヲ生ズル胞子囊ノ形態ニ二種類アルコトガ知ラレテ居ル。單子囊ト複子囊トデアル。而シテ之等ノ胞子囊ガ無性的ノモノデアルカ又ハ有性的ノモノデアルカニ就イテハ、從來研究者ノ間ニ種々ノ議論ガ行ハレテ來タ。然ルニふくろのり (*Colpomenia sinuosa* DERB. et SOL.) ノ屬スルかやものり科 (Scytosiphonaceae) ニ於テハ 單子囊ハ未ダ發見サレテ居ラズ、複子囊ガ認メラレテ居ルノミデアル。從ツテ此ノ複子囊カラ放出サレル游走胞子ノ性質ニ關シテハ一層種々ナル論議ガ起ツテ居ル。此ノ科ノ中デ最モ良ク研究サレタかやものり (*Scytosiphon lomentarius* J. AG.) ニ例ヲトレバ、BERTHOLD (1881), KUCKUCK (1912), KYLIN (1918) 並ニ安部 (1935) ハ之ヲ配偶子、又ハ接合ヲナシウル游走胞子ト報告シ、殖田 (1930) ハ之ヲ游走子 (Zoospore) ト推論シ、DAMMAN (1930) ハ單ニ接合ヲ觀察セズト報ジ、或ハ KYLIN (1933) ハ “Diploide Schwärmer” ト考ヘテ居ルガ如クデアル。

斯カル區々ナル研究結果カラ考ヘテ、かやものり科ニ於テモ無性及ビ有性ノ游走胞子ガ存シテ共ニ複子囊カラ放出サレル。而シテ兩者ノ複子囊ノ形態的ノ差異ガ僅少ナル爲、同一種カラ放出サレル游走胞子ノ性質ニ關シテ異ナツタ觀察ガ行ハレ研究者ニ依ツテ結果ヲ異ニスル場合ガ多カッタノデハアルマイカト思フ。

サテふくろのりニ於テハ其ノ生活史ニ關スル文獻ガ殆ド見當ラズ、僅ニ KILLIAN et WERNER (1926) 及ビ SAUVAGEAU (1926 et 1927) ノ研究ヲ參照シ得タノミデアツタ。KILLIAN 等ハ單ニ本種ノ幼體ノ基部ニ匍匐スル絲狀體ヲ觀察シ、ふくろのりハ先ヅ斯カル絲狀體ヲ生ジテ後ニ其ノ上ニ形成サレル事ヲ推論シタノミデアル。次ニ SAUVAGEAU ニ依レバ、本種ノ複子囊カラ放出サレル “Zoospore” ハ接合セズニ靜止シ ヤガテ發芽シテ *Phyllitis*, *Scytosiphon* ノ場合ト同様ノ “Protonema” ヲ生ズル。此ノ Protonema ニ一乃至數個ノ細胞塊が生ジ、之ガ成長シテふくろのり幼體トナル。之ニハ胞子囊ヲ生ジナカッタ。更ニ本種ノ var. *peregrina* ニ於テモ前記ト同

様ノ事實ヲ觀察シ、且ツ新クナ複子嚢ガ *Protonema* ノ上ニ生ジ(本來ナラバふくろのり幼體上ニ生ズベキモノデアルノニ此ノ上ニハ生ゼズ、却ツテ *Protonema* ノ上ニ生ジタト報ジタ)テ、之カラ放出サレタ “Zoospore” モ亦接合セズニ發芽シタトノ事デアル。

筆者等ハ 1935 年以來、ふくろのりノ生活史ノ研究ヲ行ヒ、特ニ複子嚢カラ放出サレル游走胞子ノ性質ニ關シテ實驗觀察ヲ行ツテ居ル。其ノ結果、本種ニハ他ノかやものり科ノ種類ニ例ノ無イ程雌雄ノ分化ノ進ンダ有性生殖ガ行ハレテ居ル事ヲ發見シ、又無性的ノ游走胞子モ亦複子嚢カラ放出サレル事ヲ觀察シタ。之ニ依ツテ本研究ガふくろのりノ生活史ヲ明カニスルノミナラズ、かやものり科ノ藻類ニ形成セラレル複子嚢及ビ游走胞子ノ性質ヲ明カニシ、其ノ生活史ヲ研究スル場合ニ資シ得ルト考ヘルノデ此處ニ報告スル次第デアル。

材料及ビ方法

材料トシテハ東大理學部附屬臨海實驗所(三崎町)附近ニ於テ、ほんだはら類ノ藻體上ニ着生スルふくろのり *Colpomenia sinuosa* (ROTH) DERB. et SOL. ヲ用ヒタ

實驗的ニ游走胞子(配偶子ヲ含ム)ヲ得ルタメニハ成熟シタ藻體ヲ採集シタ際ニ乾燥セシメ事ヌガ肝要デアル。乾燥セシメルト游走胞子ノ放出量ガ著シク減ジ、特ニ配偶子ノ場合ニハ其ノ接合率ガ甚ダシク低下スルカラデアル。採集シタ藻體ハ直チニ生洲中ニ收容シ、夕方或ハ翌朝早ク各藻體ヲ別々ノ容器ニ分ケテ入レタ。游走胞子ハ主トシテ朝 8~10 時ニ放出サレタ。

尙ふくろのりハほんだはら類ノ上ニ生ズルノミナラズ 岩礁上ニモ生ズルモノデアツテ、故岡村先生(1935)ハ兩者ヲ同一種ト認メラレタ。筆者等ノ實驗ニ際シテハ後者ハ採集ノ困難、形ノ不規則ナル事、並ニ多量ノ砂泥ノ附着等、實驗ニ不都合ナ條件ヲ有スルタメニ先ヅ之ヲ措イテ、前者ノ藻體ニ就イテモニ實驗觀察ヲ行ツタ。

觀察並ニ論議

三崎附近ニ於テほんだはら類ニ着生スルふくろのりが繁茂スルノハ年二回、春期三月~五月ト秋期八月~十月トデアツテ、コノ兩時期ニハ大キナ成熟シタ藻體ガ多數得ラレルヲ常トスル。此ノ春秋ノ二期以外ノ時ニハ僅少ノ未熟ノ藻體ガ見ラレルノミデアル。

秋期ノふくろのりニ生ズル胞子嚢ハ複子嚢(Fig. I, 1)デアル。之カラ放出サレル游走胞子ハ長サ 5~6 μ , 幅 3 μ デ一箇ノ色素體ト一箇ノ赤色ノ眼點トヲ有スル(Fig. I, 2)。放出サレタ游走胞子ハ始ノ中ハムシロ器ノ明ルイ側ニ集ルガ、ヤガテ大部分ハ器ノ暗イ側ニ移行スル。放出後 3~6 時間デ游泳ヲ止メテ圓クナリ、鞭毛ヲ失ツテ器底ニ附着スル。之等ノ游走胞子ガ接合スルカ否カニ就イテハ特ニ注意シテ觀察ヲ行ツタガ、同一藻體カラ放出サレタモノノ間ニハ勿論、異ナル藻體カラノ游走胞子ノ間ニモ何等接合スル事ヲ認メナカツタ。又静止シタ胞子ノ中ニ二個ノ眼點ヲ有スル

接合子ヲ見出ス事モ出来ナカッタ。游走胞子ハ静止シタ後 12~24 時間デ發芽シ、次第ニ成長シテ Protonema ヲ作ル (Fig. I, 3-6)。此ノ Protonema ハ從來報ゼラレタ *Colpomenia* (SAUVAGEAU 1927), *Phyllitis* (KUCKUCK 1912, KYLIN 1933), *Scytosiphon* (KUCKUCK 1912, KYLIN 1933, 安部 1935) 等ノ游走胞子ガ發芽シテ生ズル Protonema ニ良ク似テ居ル。往々毛 (Fig. I, 6) ガ生ズル事モ之等ノ報告ト同様デアル。游走胞子放出後 3~4 ケ月経過シテ翌春一月~二月ニナルト、此ノ Protonema ノ一ヶ所又ハ數ヶ所ニ於テ細胞分裂ガ盛ニ行ハレ遂ニ該所ニ桑實狀ノ細胞塊ガ生ズルヲ觀察シタ。此ノ各々ノ細胞塊ガ漸次成長シテ始メ中實、次イデ中空囊狀ノふくろのり幼體ヲ生ズル事ニ成功シタ (Fig. I, 7, 8)。其レ故一箇ノ Protonema ニ數箇ノふくろのりが生ジタノデアル。而シテ此ノ幼體ハ三月末ニハ徑 2~3 mm ニ達シタガ、

Fig. I. Asexual reproduction and zoospore-development in *Colpomenia sinuosa* DERB. et SOL. collected in autumn. 1. Three pleurilocular sporangia. 2. Zoospores. 3-4. Resting swarmspores. 5. Germination of zoospore. 6-7. Two protonemas. 8. The same more advanced, giving rise to two young plants of *Colpomenia*. 1-5. $\times 1500$, 6-8. $\times 200$.

之ニ孢子囊ヲ生ズル迄ニハ至ラナカツタ。

以上ノ培養結果ト、ふくろのりガ秋ヲ過ギルト衰ヘ始メ、冬ニハ殆ド得ラレナイガ春期三月ニ至レバ再ビ繁茂スル事實トヲ照合シテ、春期ニ繁茂スルふくろのりガ秋期ノふくろのりカラ放出セラレタ遊走子(Zoospore)ニ由來シタ次ノ世代ノ藻體デアルト考察シテ先ツ誤リハ無イデアラウ。

尙上述ノ培養結果ハ SAUVAGEAU (1926 et 1927) ノ結果ト類似スルガ、SAUVAGEAU ノ報ジタ “Zoospore” ハ遙ニ大デ長サ $9\sim 10\mu$, デアリ、且ツ其ノ放出時期ハ *Colpomenia sinuosa* デハ四月、又 var. *peregrina* デハ三月下旬トノ事デアル。之等ハ下記ノ筆者等ノ觀察シタ春期ノ雌藻體カラ放出サレル雌配偶子ト大イサ、放出時期共ニ一致スル。又後ニ記ス様ニ筆者等ノ觀察結果デハ春期ノふくろのり中、雄藻體ハ雌藻體ニ比シテ數ガ少イ。從ツテ或ハ SAUVAGEAU ハ雌配偶子ノ單爲生殖ノミヲ觀察シタモノカトノ疑ガ起ルガ之以上ノ論述ハ今ハ差控ヘタイ。

次ニ春期ノふくろのりニ關シテハ秋期ノ場合トハ全く異ナル結果ガ得ラレタ。此ノ藻體ニモ複子囊ノミガ生ズルガ、之ハ秋期ノ藻體ニ生ズル複子囊 (Fig. I, 1) トハヤ、形態ヲ異ニスル。而シテ更ニ此ノ春期ノ複子囊ノ間ニモ Fig. II, 1, 2 ニ示ス様ニ形態的ニ明カニ區別サレル二種類ガアル。或藻體ニハ大孢子囊 (Fig. II, 1) ノミガ、他ノ藻體ニハ小孢子囊 (Fig. II, 2) ノミガ見出サレル。前者ハ雌藻體デアリ後者ハ雄藻體デアル。但シ肉眼デハ雌雄ノ藻體ノ間ニ形態上ノ差異ヲ認メル事が出来ナイ。コノ雌雄藻體數ノ比ハ放出サレタ配偶子ヲ檢鏡シテ求メタ所、雌藻體ガ多イ様デアツテ凡ソ 4:1 ノ結果トナツテ居ル。

雌配偶子 (Fig. II, 3) ハ長サ $9\sim 10\mu$, 幅 $4\sim 5\mu$ デ一箇ノ赤色ノ眼點ト一箇ノ黃綠色ノ顯著ナ色素體トヲ有シテ居ル。雄配偶子 (Fig. II, 4) ハ前者ニ比シテ遙カニ小サク、長サ 5μ , 幅 2μ ニ過ギズ、一箇ノ赤色ノ眼點ヲ有スルガ色素體ハ多クハ認メラレナイ。但シ無色或ハ黃綠色ノ色素體類似ノ小顆粒ヲ有スルモノモ少數混ジテ居ル。斯カル著シイ差異ノタメニ放出サレタ配偶子ノ雌雄ハ肉眼デモ容易ク識別サレル。雄配偶子ノ群ハ雌配偶子ノ群ニ比シテ同ジク黃褐色ヲ呈スルガ色ガズツト淡イ。兩配偶子ノ光ニ對スル行動ハ秋期ノ遊走子ト同様デアル。

雌雄ノ配偶子ヲ混合スレバ直チニ接合ガ起リ 容易ニ其ノ狀況ヲ觀察スル事が出来タ。接合ニ際シテハ靜止シタ雌配偶子ヲ中心トシテ數箇ノ雄配偶子ガ集リ (Fig. II, 4), *Ectocarpus siliculocus* (BERTHOLD 1881, etc.) 等ノ接合ニ際シテ觀察サレタ “Kranzenbildung” ノ現象ヲ輕微乍ラ示ス。接合 (Fig. II, 5-8) ハ 1 分位デ完了スル様デアル。接合子 (Fig. II, 9) ハ大キサ及ビ二箇ノ眼點ヲ有スル事カラ容易ニ接合セザル配偶子ト區別サレル。

接合子並ニ靜止シタ雌配偶子ハ 12~24 時間後ニ發芽シテ、秋期ノ遊走子カラ生ジタモノニ類似シタ Protonema (Fig. II, 11) ヲ生ズル。コノ際、接合子ハ雌配偶子ニ比シテ發芽ガ速カデ且發芽後ノ成長モ速イ。接合子並ニ雌配偶子カラ生ジタ Protonema ハ成長シテ數十ノ細胞カラ成ル迄ニ至ツタガ、約二ヶ月後ニ何レモ死滅シ

テシマツタ。尙雄配偶子ノミハ總ベテ發芽セズニ死滅シタ。

即チ春期ノふくろのりハ明カニ有性世代ノ植物體デアツテシカモ雌雄異株デア
ル。コヽニ注意スベキハ、雄配偶子ガ雌配偶子ニ比シテ遙カニ小サク、色素體ヲ缺
キ、且ツ單爲生殖的ニハ發芽シナイトイフ事實デア
ル。かやものり科ノ藻類ノ有性
生殖ニ關スル文獻ヲ見ルニ、雌雄ノ配偶子ノ形態的差異ニ就イテハ唯、安部 (1935)
ガ *Scytosiphon* ニ於テ僅少ノ大キサノ差異ヲ報ジタノミデ、色素體ヲ缺除シタ雄配
偶子ハ全ク知ラレテ居ナイ。又從來ハ BERTHOLD (1881) ガ雄配偶子ノ發芽率ハヤ、

Fig. II. Sexual reproduction and zygote-development in *Colpomenia sinuosa* DERB. et SOL. collected in spring. 1. Two female pleurilocular sporangia. 2. Three male pleurilocular sporangia. 3. Female gametes. 4. A conjugating group of one female and four male gametes. 5-8. Successive stages of the conjugation of gametes as observed under the microscope. 9. Resting zygote. 10. Germination of zygote. 11. Young protonema. 1-10. $\times 1500$, 11. $\times 800$.

惡イト述ベテキル他ハ總ベテ、雌雄ノ配偶子ハ何レモ接合シナクトモ容易ニ發芽シ得ルトサレテ居ル。ソレ故、筆者等ガ觀察シタふくろノリニ於テハ、他ノかやものリ科ノ藻類ニ類ヲ見ナイ判然タル雌雄ノ分化ガ存スルワケデアル。

次ニ殘念乍ラ、接合子並ニ單爲生殖的ニ發芽シタ雌配偶子ノ培養ハ前述シタ程度以上ニハ成功シテ居ナイノデ、秋期ノ藻體ガ如何ナル經過ヲヘテ之等ノ Protonema カラ生ズルカヲ研究スル事ガ出來ナカツタ。從ツテ確實ナ結論ヲ下ス事ハ次ノ機會ニ讓ル考ヘデアル。前述シタ様ニ SAUVAGEAU ノ研究ニハ接合子ノコトハ無イガ“Zoospore”ガ發芽シテ Protonema ヲ作り、此ノ上ニふくろノリガ生ズル事ヲ述ベテ居ル。而シテ此ノ“Zoospore”ガ眞ニ無性的ノモノデアレバ問題ハ無イガ、前記ノ様ニ之ガ筆者等ノ觀察シタ雌配偶子ト同ジモノデアルヤノ疑ガ存スル。モン然リトスレバ、雌配偶子ノ單爲生殖ニ依ツテ次ノ秋ノ藻體ヲ生ズル事モ考ヘ得ラレル。然シ乍ラ筆者等ノ研究シタふくろノリニ於テハ、雌雄ノ分化ガ判然タル事、接合ガ容易ニ見ラレル事、接合子ノ發芽成長ガ雌配偶子ノソレニ比シテ速カナル事等ヨリシテ、オソラク接合子ガ發芽シテ生ズル Protonema ノ上ニふくろノリガ形成サレ、之ガ秋期ノ藻體ニナルノデアラウト考ヘル。

以上ノ結果ヲ綜合シテ、本種ニ於テハ春期ノ藻體ハ配偶體デアリ、秋期ノソレハ孢子體デアル。而シテ兩者ノ間ニ規則正シイ世代交番ガ行ハレテ居ルトイフ事ヲ推論シテ良イデアラウ。シカシ此ノ生活史ノ確證ハ今後ノ培養並ニ細胞學的研究ノ結果ニ俟チタイ。

概 要

1. 三崎附近ニ於テ、ほんだはら類ノ體上ニ着生スルふくろノリニハ春秋二回ノ繁茂期ガ觀察サレタ。
2. 秋期ノ藻體ハオソラク孢子體デ、之ニ形成セラレル複子囊カラ放出サレル游走子ヲ培養シテ絲狀體ヲ得、次ニ其ノ所々ニ細胞塊ガ生ジ、之等ガ成長シテ數箇ノふくろノリ幼體トナルコトヲ觀察シタ。
3. 春期ニ生ズルモノハ明カニ配偶體デアツテ且ツ雌雄異株デアル。ソレ等ニ形成セラレル複子囊ハ秋期ノふくろノリノ上ノソレトハ少シク形態ヲ異ニスル。雌雄ノ兩株ニ生ズル複子囊モ亦形態ヲ異ニスルノミナラズ、之等カラ放出セラレル雌雄ノ配偶子モ形態及ビ接合時ノ行動ヲ異ニスル。兩配偶子ハ接合シテ接合子ヲ生ジ、之ガ發芽スルト又絲狀體トナル。
4. ふくろノリノ藻體ニハ無性ト雌雄トノ三株ガアツテ、秋期ノ孢子體ト春期ノ配偶體トノ間ニ世代交番ガ存スル事ヲ推論シタ。

文 献

- ABE, K. 1935. Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Heterochordaria*, *Scytosiphon* und *Sorocarpus*. Sci. Report of the Tohoku Imp. Univ., Ser. 4, Biology. Sendai, Japan. 9.
- BERTHOLD, G. 1881. Die geschlechtliche Fortpflanzung der eigentlichen Phaeosporeen. Mitt. aus der zool. Stat. zu Neapel. 2.
- DAMMAN, H. 1930. Entwicklungsgeschichtliche und zytologische Untersuchungen an Helgoländer Meeresalgen. Wiss. Meeresunter., N. F., Abt. Helgoland. 18.
- KILLIAN, CH. et WERNER, R. G. 1926. *Leathesia* et *Colpomenia* ont-ils un développement convergent? Rev. Gén. de Bot. 38.
- KUCKUCK, P. 1912. Die Fortpflanzung der Phaeosporeen. Wiss. Meeresunter., N. F., Abt. Helgoland. 5.
- KYLIN, H. 1933. Über die Entwicklungsgeschichte der Phacophyceen. Lunds Univ. Arsskr., N. F., Avd. 2. 29.
- 岡村金太郎. 1935. 日本海藻誌
- OLTMANN, FR. 1922. Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl., Bd. 2, Jena.
- SAUVAGEAU, C. 1926. Sur le développement du *Colpomenia sinuosa* DERB. et SOL. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. 183.
- SAUVAGEAU, C. 1927. Sur le *Colpomenia sinuosa* DERB. et SOL. Bull. Stat. biol. d'Arachon. Bordeaux. 26.
- UEDA, D. 1930. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eucosliaceen. Journ. Imp. Fish. Inst. Tokyo. 24.

Résumé.

1. *Colpomenia sinuosa* (ROTH) DERB. et SOL., (Scytosiphonaceae) which is found on branches of *Sargassum* in the sea around Misaki was used for our observations. It grows abundantly in spring and in autumn.

2. The pleurilocular sporangia are formed on the plant of *Colpomenia* which grows in autumn. The zoospores liberated from them are fusiform, measuring about $5-6\mu \times 3\mu$.

They germinate without conjugation and give rise to the protonemas on which many young plants of *Colpomenia* were observed after about five months (in January or February of the next year).

3. The plants of *Colpomenia* collected in spring are dioecious, having a more remarkably differentiated sexuality than those observed in other plants of Scytosiphonaceae.

Two kinds of the pleurilocular sporangia are also formed on the male and female plants, showing a difference in structure.

4. There is considerable difference in size and form of two gametes of different sexes. The female gamete is about $9-10\mu \times 4-5\mu$ and has a yellowish green chromatophore with reddish eye-spot.

The male gamete which has a reddish eye-spot is much smaller than the female one, measuring about $5\mu \times 2\mu$. No chromatophore is observed in

the male gametes while some of them have green granules.

5. When the gametes of different sexes meet, some male gametes are attached to a single female gamete, forming a conjugating group which somewhat resembled a so-called "Kranzenbildung" observed by BERTHOLD in *Ectocarpus*.

A zygote germinates, giving rise to a protonema. After that no further changes were observed. The female gamete also germinates without conjugation, giving rise to a protonema but no change is observed in the male gamete.

6. From the present investigation it is possible to suppose that in *Colpomenia sinuosa* the plant collected in autumn is the sporophyte while the plant collected in spring is the gametophyte.