

紅藻 Rhodymeniales 의 雄性生殖器官에 關한 研究

李 仁 圭

(서울大學校 文理科大學 植物學科)

On the Male Organs of Rhodymeniales

LEE, In Kyu

(Dept. of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

According to the mode of development of antheridia and antheridial mother cells, the antheridium formation of Rhodymeniales is divided into two types;

I. Separate Type; Antheridial mother cells are separate one another. Antheridia and the mother cell are surrounded by the common wall. The superficial gelatinous wall covering antheridial sori disappears during the antheridium formation. Spermata are comparatively large.

Halosaccion saccatum, *H. firmum*, *Rhodymenia palmata* and *Rh. marginicrassa*.

II. Seriate Type; Antheridial mother cells, originated from the same epidermal cell, are seriate one another with a pit-connection. Antheridia and the mother cell do not have the common wall. The superficial gelatinous wall remains during the antheridium formation. Spermata are comparatively small.

Rhodymenia intricata, *Rh. pertusa*, *Chrysomenia wrightii*, *Lomentaria hakodatensis*, *L. catenata*, *Binghamia californica* and *Champia parvula*.

緒 論

紅藻類의 現存 分類體系가 雌性生殖器官의 特性에 따라서 세워져 있으므로 이들의 雄性生殖器官이 보여주는 分類學的 重要性에 對하여서는 별로 注目하지 않고 있다. 따라서 雄性生殖器官을 通해 紅藻類의 分類體系를 세워 볼려는 努力은 불과 몇몇 學者들에 依하여 試圖되었을 뿐이다.

Svedelius(1908)는 처음으로 雄性生殖器官의 特性에 따라서 紅藻類를 나누었다. 그는 造精器母細胞(antheridial mother cell)의 構造가 一般 榮養細胞와 同一한지, 또는 달라서 單獨 乃至 分枝하는지에 따라서 紅藻類를 兩分하였다.

Grubb(1925)는 紅藻類 15種의 雄性生殖器官의 形成過程을 調査하고 그 때까지 알려진 30餘種의 紅藻類를 雄性生殖器官의 特性에 따라서 分類하였다. 그는 Svedelius(1908)의 分類法을 모방하여 造精器母細胞가 一般 榮養細胞와 同一한지, 다른지에 따라서 紅藻類를 二群으로 大別하고, 後者에 對하여서는 造精器母細胞가 造精器(antheridium)를 形成하는 方法이 頂端(terminal)인지, 側端(subterminal)인지에 따라서 細分하고 있다.

田澤(未發表)는 日本 및 그 近海産 紅藻類의 雄性生殖器官의 發達過程을 研究하고 Grubb(1925)에

準한 分類를 試圖하였다.

一方, 紅藻 Rhodymeniales 의 雄性生殖器官의 發達過程에 關한 研究로는 Delf 와 Grubb(1924; *Rhodymenia palmata*), Grubb(1925; *Gastroclonium ovale*, *Champia parvula*), Kylin(1923; *Lomentaria clavellosa*), Bliding(1928; *Champia parvula*), 田澤(未發表; *Rhodymenia palmata*, *Rh. pertusa*, *Chrysomenia wrightii*, *Lomentaria hakodatensis*, *L. catenata*, *Binghamia californica*, *Champia parvula*) 李·黑木(1968, a; *Halosaccion saccatum*, *H. firmum*: 1968, b; *Rhodymenia intricata*: 未發表; *Binghamia californica*) 등이 있으며, 그 밖에 造精器의 特性을 言及한 報告들로는 Buffham(1888), Jónsson(1901), Svedelius(1911), Börgesen(1920), Rosenvinge(1931), Dawson(1941) 및 Sparling(1957) 등이 있다. 그러나 後者들은 그 大部分이 造精器의 形成過程을 具體的으로 追跡해 보지 않았거나, 또는 觀察에 誤謬를 犯하고 있어서 本 研究에 特別한 參考가 되지 못하고 있다.

本 研究은 Rhodymeniales 를 分類함에 있어서 그 分類 基準에서 疎外된 造精器의 形成過程을 形態的으로 追求해 본 結果, 하나의 뚜렷한 傾向性을 나타내고 있음에 注目하고 이들을 通하여 Rhodymeniales 의 分類體系를 세워 볼려는 試圖下에서 이루어졌다.

材料 및 方法

本 研究에 使用된 材料는 1966年 5月~1968年 9月 동안 日本 北海道와 本州 沿岸에서 採集되었다. 本 實驗에 使用된 種類는 Rhodymeniaceae 에 屬하는 *Halosaccion saccatum*, *H. firmum*, *Rhodymenia palmata*, *Rh. marginicrassa*(新種; 未發表), *Rh. intricata*, *Rh. pertusa*, *Chrysomenia wrightii* 와 Lomentariaceae 에 屬하는 *Lomentaria hakodatensis*, *L. catenata*, *Binghamia californica*, *Champia parvula* 의 11種이다.

實驗 方法은 이들 11種의 雄性體를 可能한 限, 多數 採集하여 雄性生殖器官의 發達過程을 形態的으로 追跡하였다. 材料는 freezing microtome 을 써서 5—10 μ 의 두께로 자르고, erythrosine 또는 cotton blue 液으로 染色하여 檢鏡하였다. 特히 後者는 細胞間의 膜孔連結(pit-connection)을 觀察하는 데 效果的이었다.

結果 및 考察

紅藻類의 雄性體는 雌性體 또는 四分孢子體에 比하여 작거나(例; *Rhodymenia pertusa*) 또는 거의 같은 크기를 한다. 그러나 造精器群(antheridial sori)이 形成되기 始作하면 雄性體는 一般的으로 他種 個體보다 밝고 연한 색을 띠게 되며, 體表가 투명해진다.

造精器群은 體表 全面을 덮으며 發達하는 것이 보통이나, 種類에 따라서는 가지의 頂端部에 局限되거나(例; *Rhodymenia intricata*), 體表에 일록무늬를 이루며 發達하거나(例; *Rhodymenia marginicrassa*), 또는 特別히 만들어진 稔性小枝(fertile ramuli)에 生成되기도 한다(*Lomentaria catenata*).

精子(spermatium)의 放出이 끝난 造精器群은 새로운 表皮細胞를 再生하거나(例; *Rhodymenia pertusa*, *Chrysomenia wrightii*, *Lomentaria hakodatensis* 등), 또는 그대로 남았다가 個體가 流失된다(例; *Halosaccion saccatum*, *H. firmum*, *Rhodymenia marginicrassa*, *Rh. intricata* 등).

Rhodymeniales 의 雄性生殖器官은 表皮細胞에서 由來된다. 即 造精器群이 形成될 部位의 表皮細胞는 一次的으로 表面에 垂直으로 伸長되고, 그 上部에서 側方向으로 分裂이 일어난다. 이로서 生成되는 細胞는 造精器母細胞가 되든지, 또는 한번 더 同一한 分裂을 返復하여 造精器母細胞가 된다. 이때 造精器母細胞와 함께 만들어진 殘餘細胞는 造精器母細胞의 下部에 흔히 扁壓된 狀態로 殘存하는 基部細胞(basal cell of the antheridial mother cell)가 된다. 이와 같은 基部細胞는 表皮細胞에서 만들어진

細胞가 2次的으로 分裂한 때도 同一하게 形成되는 데, 이들은 造精器母細胞와는 달리 色素體를 계속 含有하고 있다.

造精器母細胞는 다시 伸長하여 그 頂端 또는 上部 側端에 造精器를 生成한다. 造精器는 橢圓形 乃至 長橢圓形을 하며 母細胞와 細胞膜을 共有하거나, 또는 分離되어 膜孔連結帶으로 相互 連해진다. 造精器形成을 前後하여 造精器群을 덮고 있던 gelatin質 外膜은 없어지거나 또는 그대로 殘存되는데, 前者의 경우 造精器와 母細胞는 細胞膜을 共有하며, 後者の 경우는 서로 分離되어 있다.

造精器의 成熟이 끝나면 精子가 放出되는 데, 이 過程은 造精器가 母細胞에 附着된 形態에 따라서 달라진다. 卽, 細胞膜을 共有하는 種類에서는 造精器의 上端이 破裂되어 精子만 放出되므로 造精器膜은 빈 殼으로 殘存하나, 細胞膜이 分離된 種類에서는 膜孔連結이 切斷되면서 造精器는 gelatin質 外膜속을 移行하고, 그 途中에 造精器膜이 破裂되어 精子가 放出된다. 따라서 後者の 경우 精子放出이 끝난 造精器母細胞가 그 頂端에 膜孔連結의 痕跡을 남기고 있다.

放出된 精子는 圓形 乃至 橢圓形을 하며 1個의 核과 大小의 空胞를 가지고 原形質膜으로 싸여 있다(Table 1).

Table 1. The average size of spermatia in several members of Rhodymeniales

species	length×width(μ)	species	length×width(μ)
* <i>Halosaccion saccatum</i>	8.5×5.5	<i>Chrysymenia wrightii</i>	4.0×2.9
* <i>H. firmum</i>	15.8×3.7	<i>Lomentaria hakodatensis</i>	4.0×3.0
<i>Rhodymenia palmata</i>	9.2×3.4	<i>L. catenata</i>	4.6×2.9
<i>Rh. marginicrassa</i>	8.6×3.4	*** <i>Binghamia californica</i>	4.6×3.2
** <i>Rh. intricata</i>	3.1×2.3	<i>Champia parvula</i>	6.8×4.3
<i>Rh. pertusa</i>	5.1×3.4		
* Lee and Kurogi (1968, a)			
** " (1968, b)			
*** " (unpublished)			

最初의 造精器가 形成되기 前後하여 側端生成을 하는 種類에서는 第2의 造精器를 前記 第1의 것과 同一하게 生成한다. 때로는 이들 두개의 造精器가 거의 同時에 生成되어 함께 成熟하기도 한다. 種類에 따라서는 第3의 造精器를 第1, 第2의 것에 이어서 生成하기도 한다. 그러나 Rhodymeniales 에서 第4의 造精器를 形成하는 種類는 아직 報告되지 않았다(cf. Grubb 1925, p. 250).

第一次造精器(primary antheridia)에서 精子放出이 끝나면 造精器母細胞는 第二次造精器(secondary antheridia)를 前者와 同一한 過程을 거쳐서 같은 자리에 生成한다. 특히 造精器母細胞와 造精器가 細胞膜을 共有하는 種類에서는 第二次造精器가 第一次造精器의 빈 殼안에 生成된다. 따라서 上端이 破裂된 第一次造精器膜의 殘存 如否로 第二次造精器를 第一次의 것과 區別할 수 있다. 또한 細胞膜을 共有하지 않는 種類에서도 第一次造精器가 母細胞에서 떨어져 아직 gelatin質 外膜 속에 殘存하고 있을 때 第二次造精器가 生成될 경우가 많으므로 後者를 前者와 對照하여 識別하는 데 도움이 된다.

側端生成의 種類에서 第二次造精器의 경우에도 第2 또는 第3의 造精器가 形成되는지의 如否는 判別하기 어려우나 造精器母細胞가 造精器生成을 계속할 수록 그 細胞內容物이 貧弱해지는 事實에 비추어 第二次造精器도 一般으로 第1, 第2 및 第3의 造精器를 生成하는 것으로 推測된다. 그 밖에 種類에 따라서는 第三次造精器(tertiary antheridia)의 生成도 볼 수 있으나 그것이 普遍的인 것인지 아닌지는 判別하기 어렵다.

이제 個別 種의 造精器 生成過程을 살펴 보면 다음과 같다.

1) *Halosaccion saccatum* Kuetzing

表皮細胞가 一次의 分裂하여 3~4個의 上部細胞와 1個의 基部細胞를 形成한다. 이어서 上部細胞는 分裂하여 各已 2個의 造精器母細胞와 1個의 基部細胞를 形成한다. 따라서 1個의 表皮細胞에서 6~8個의 造精器母細胞가 形成된다. 造精器母細胞는 基部細胞와 膜孔連結을 가지고 있을 뿐, 母細胞間에 相互 直接的인 連結은 없다.

造精器는 母細胞 上部 側端에 2개가 第一次로 形成되고, 이어서 第二次造精器도 普遍的으로 生成된다. 第三次造精器의 生成도 觀察되었다.

造精器母細胞와 造精器는 細胞膜을 共有한다. 造精器群을 덮고 있는 gelatin 質 外膜은 造精器의 生成을 前後하여 脫落해 버린다(李·黑木; 1968, a).

2) *Halosaccion firmum*(Post. et Rupr.) Ruprecht

表皮細胞는 2個의 造精器母細胞와 1個의 基部細胞를 直接 生成한다. 造精器母細胞는 相互 直接的인 膜孔連結을 가지지 않는다. 造精器母細胞는 2개의 第一次造精器를 側端에 生成하고, 이어서 第二次造精器도 普遍的으로 生成한다. 本種에서도 第三次造精器의 生成이 觀察되었다.

造精器와 母細胞는 細胞膜을 共有한다. 體表를 덮는 gelatin 質 外膜은 造精器形成을 前後하여 脫落해 버린다(李·黑木; 1968, a).

3) *Rhodymenia palmata* (L.) Greville

表皮細胞는 一次의 分裂로 3~4個의 上部細胞와 1個의 基部細胞를 形成하고, 上部細胞는 다시 分裂하여 2個의 造精器母細胞와 1個의 基部細胞를 形成한다. 따라서 1個의 表皮細胞는 6~8個의 造精器母細胞를 形成한다. 母細胞는 相互 膜孔連結을 가지지 않는다.

造精器母細胞는 2個 또는 3個의 第一次造精器를 生成하고, 이어서 第2次造精器도 普遍的으로 生成한다. 本種에서도 第三次造精器가 觀察되었다.

造精器와 母細胞는 細胞膜을 共有한다. gelatin 質 外膜은 脫落해 버린다(Fig. 1, A).

Delf 와 Grubb(1924)는 本種의 第一次造精器가 2個, 側端에 生成된다고 報告하고 있으나 本觀察에 依하면 第3造精器 (the third antheridium) 의 生成도 흔히 볼 수 있었다.

4) *Rhodymenia marginicrassa*

表皮細胞는 2個의 上部細胞와 1個의 基部細胞로 分裂되고, 上部細胞는 그대로 造精器母細胞가 되든지, 또는 그중 한개가 다시 分裂하여 2個의 造精器母細胞와 1個의 基部細胞를 形成한다. 때로는 2個의 上部細胞가 모두 分裂하여 各已 造精器母細胞를 2個式 形成하기도 한다. 따라서 1個의 表皮細胞에서 2~4個의 造精器母細胞가 生成된다. 造精器母細胞끼리 直接的인 膜孔連結은 없다.

造精器母細胞는 2個의 第一次造精器를 側端에 生成하고, 이어서 第二次造精器도 普遍的으로 生成한다. 本種에서도 第三次造精器가 흔히 觀察되었다. 造精器母細胞와 造精器는 [細胞膜을 共有한다. gelatin 質 外膜은 脫落된다(Fig. 1, B).

5) *Rhodymenia intricata* (Okam.) Okamura

表皮細胞는 分裂하여 2~3個의 造精器母細胞와 1個의 基部細胞를 形成한다. 이어서 造精器母細胞中 어떤 것은 다시 分裂하여 2個의 造精器母細胞와 1個의 基部細胞로 되든지 또는 1個의 造精器母細胞가 그 側面에서 새로운 母細胞를 生成한다. 造精器母細胞는 서로 直接的인 膜孔連結을 안 갖는 경우와 갖는 경우의 雙方이 存在한다.

造精器母細胞는 第一次造精器를 1個 頂端에 生成하거나, 또는 2個를 側端에 生成한다. 이어서 第二次造精器의 生成도 普遍的으로 볼 수 있다. 第三次造精器는 頂端生成의 경우에 간혹 識別되었다. 造

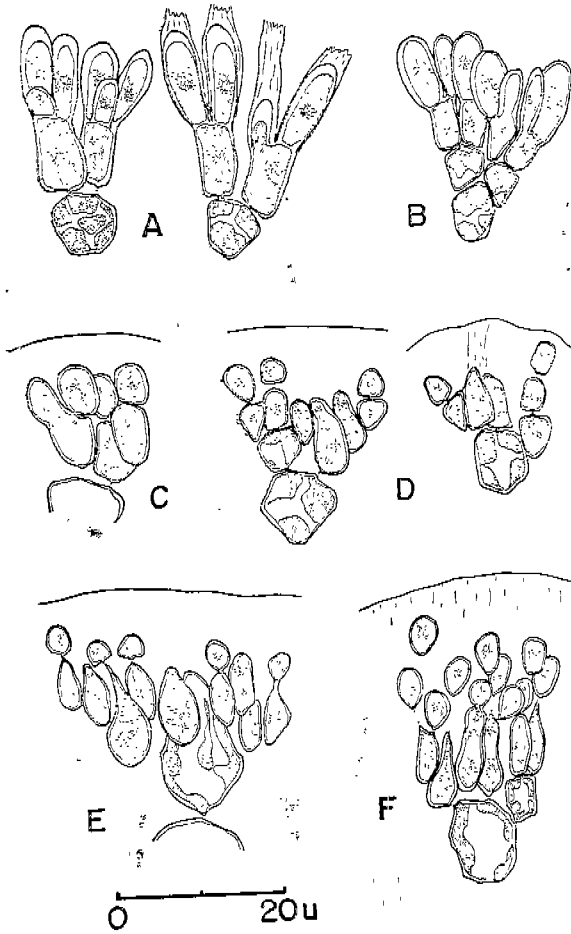


Fig. 1.

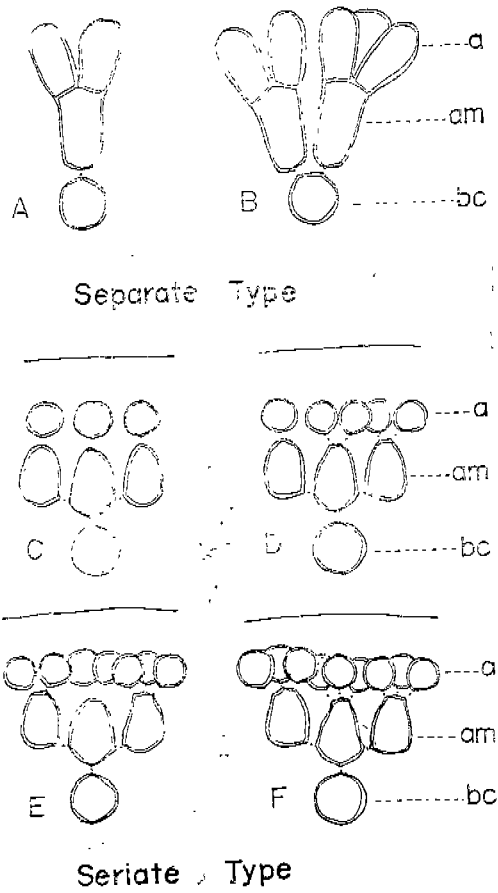


Fig. 2.

Fig. 1. Antheridium formation of some members of Rhodymeniales.

A-B, Separate Type; C-F, Seriate Type.

A, *Rhodymenia palmata*; B, *Rh. marginicrassa*(sp. nov.; unpublished); C, *Rh. pertusa*;
D, *Chrysomenia wrightii*; E, *Lomentaria hakodatensis*; F, *L. catenata*.

Fig. 2. Diagrammatic illustration of the antheridium formation of Rhodymeniales.

A-B, Separate Type; Antheridial mother cells are separate. Antheridia and the mother cell are surrounded by the common wall. Superficial gelatinous wall of the thallus disappears.

C-F, Seriate Type; Antheridial mother cells are seriate. Antheridia and the mother cell do not have the common wall. Superficial gelatinous wall remains.

A, antheridial mother cells with two primary antheridia; B, with two or three primary antheridia; C, with one primary antheridia; D, with one or two primary antheridia; E, with two or three primary antheridia; F, with three primary antheridia.

a, antheridium; am, antheridial mother cell; bc, basal cell.

精器와 母細胞는 細胞膜을 共有하지 않는다. gelatin 質 外膜은 造精器 形成過程中 언제나 남아 있다 (李·黑木 1968, b). Grubb(1925)는 造精器의 頂端生成이 몇 種類에 局限된 것이거나 또는 觀察의 未備에서 오는 것이라고 하였으나, 本 研究에 依하던 頂端生成이 本種 以外에서도 흔히 볼 수 있었으므로 紅藻類의 一般의인 造精器 生成方法의 하나라 생각된다.

6) *Rhodymenia pertusa* (Post. et Rupr.) J. Agardh.

表皮細胞는 上部 側端에서 틀러가며 3~4개의 細胞를 비스듬이 分裂, 各 細胞는 造精器母細胞가 된다. 따라서 本種은 基部細胞가 없다. 造精器母細胞는 相互 膜孔連結을 가지고 있다.

造精器母細胞는 1~2개의 第一次造精器를 頂端 또는 側端에 生成하고, 이어서 第二次造精器도 普遍的으로 生成한다. 第三次造精器의 生成도 간혹 觀察되었다. 造精器와 母細胞는 細胞膜을 共有하지 않는다. gelatin 質 外膜은 造精器 形成過程中 언제나 남아 있다(Fig. 1, C).

7) *Chrysomenia wrightii* (Harv.) Yamada

表皮細胞는 一次的으로 3~4개의 造精器母細胞를 分裂해 내고, 그 中 어떤 것은 二次的으로 1~2개의 母細胞를 側端에서 비스듬이 分裂해 낸다. 이어서 1개의 造精器母細胞가 三次的으로 더 形成되기도 하여 전체적으로 5~10 數個의 造精器母細胞가 만들어진다. 造精器母細胞끼리는 膜孔連結을 가지고 있으며, 基部細胞도 있다.

造精器母細胞는 1개의 第一次造精器를 頂端에 生成하고, 이어서 第二次造精器도 生成한다. 第三次造精器도 간혹 觀察되었다. 造精器母細胞와 造精器는 細胞膜을 共有하지 않는다. gelatin 質 外膜은 그대로 殘存한다(Fig. 1, D).

8) *Lomentaria hakodatensis* Yendo

本種의 造精器母細胞, 造精器 및 精子의 形成方法은 前記 *Chrysomenia wrightii*의 경우와 전혀 同一하다(Fig. 1, E).

9) *Lomentaria catenata* Harvey

表皮細胞는 一次的으로 3~4개의 造精器母細胞를 形成하고, 그 中 어떤 것은 二次的으로 2~3개의 造精器母細胞를 形成한다. 이어서 1개의 母細胞가 三次的으로 生成되어 全體的으로 7~10 數個의 造精器母細胞가 만들어진다. 造精器母細胞는 相互 膜孔連結을 가지며 基部細胞도 있다.

造精器母細胞는 1~2개의 第一次造精器를 生成하고, 이어서 第二次造精器도 普遍的으로 生成한다. 第三次造精器의 生成도 이따금씩 觀察되었다. 造精器와 母細胞는 細胞膜을 共有하지 않는다. gelatin 質 外膜은 殘存한다(Fig. 1, F).

10) *Binghamia californica* J. Agardh

本種의 造精器母細胞, 造精器 및 精子의 形成方法은 *Chrysomenia wrightii*나 *Lomentaria hakodatensis*의 경우와 전혀 同一하다(李·黑木; 未發表).

11) *Champia parvula* Harvey

本種의 造精器母細胞의 形成方法 및 그 特徵은 *Lomentaria catenata*의 경우와 同一하다. 그러나 造精器의 形成方法은 서로 달라서 本種은 3개의 第一次造精器를 生成하고 이어서 第二次造精器도 形成한다. 그러나 第三次造精器의 生成如否는 確實하지 않다.

造精器와 母細胞는 細胞膜을 共有하지 않는다. gelatin 質 外膜은 造精器 形成過程中 늘 存在한다.

Grubb(1925)은 本種의 基部細胞가 分枝된 列을 이룬다 하나, 本 研究에 依하던 그런 基部細胞는 볼 수 없었다. 이 점에 關係서는 Bliding(1928)의 觀察 結果와 一致되었다.

結 論

以上の 研究結果 *Rhodymeniales*의 雄性生殖器官은 그 造精器母細胞와 造精器의 生成樣式에 따라서 두 種類로 大別된다(Fig. 2). 따라서 *Rhodymeniales*를 雄性生殖器官의 特性에 따라 分類하면 다음과 같이 된다.

I. 單獨型(Separate Type)

同一表皮細胞에서 由來된 造精器母細胞는 相互 直接的인 膜孔連結이 없다. 造精器母細胞와 造精器는 細胞膜을 共有한다. 造精器群을 덮고 있는 gelatin 質 外膜은 造精器生成을 前後하여 脫落된다. 精子는 대체로 크다.

- 1. 第一次造精器는 2個 形成된다.Halosaccion *saccatum*
H. firmum
Rhodymenia marginicrassa
- 2. 第一次造精器는 2~3個 形成된다.*Rhodymenia palmata*

II. 連鎖型(Scriate Type)

同一表皮細胞에서 由來된 造精器母細胞는 相互 直接的인 膜孔連結을 갖는다. 造精器母細胞와 造精器는 細胞膜이 分離되어 있다. 造精器群을 덮고 있는 gelatin 質 外膜은 造精器 生成過程中 殘存한다. 精子는 大體로 작다.

- 1. 第一次造精器는 1個 形成된다.*Chrysiomenia wrightii*
Lomentaria hakodatensis
Binghamia californica
- 2. 第一次造精器는 1~2個 形成된다.*Rhodymenia intricata*
Rh. pertusa
Lomentaria catenata
- 3. 第一次造精器는 2~3個 形成된다.*Lomentaria clavellosa*(Kylin 1923)
- 4. 第一次造精器는 3個 形成된다.*Champia parvula*
Gastroclonium ovale(Grubb 1925)

本 研究를 遂行함에 있어서 懇曲한 指導鞭達을 아끼지 않으신 日本 北海道大學 理學部 名譽教授 山田幸男博士와 同 教授 黒木宗尙博士께 衷心으로 謝意를 表한다.

要 約

紅藻 Rhodymeniales 를 雄性生殖器官의 形成樣式에 따라서 다음과 같이 分類하였다.

I. 單獨型(Separate Type)

- 1. 第一次造精器는 2個 形成된다.*Halosaccion saccatum*
H. firmum
Rhodymenia marginicrassa
- 2. 第一次造精器는 2~3個 形成된다.*Rhodymenia palmata*

II. 連鎖型(Seriata Type)

- 1. 第一次造精器는 1個 形成된다.*Chrysiomenia wrightii*
Lomentaria hakodatensis
Binghamia californica
- 2. 第一次造精器는 1~2個 形成된다.*Rhodymenia intricata*
Rh. pertusa
Lomentaria catenata
- 3. 第一次造精器는 2~3個 形成된다.*Lomentaria clavellosa*
- 4. 第一次造精器는 3個 形成된다.*Champia parvula*
Gastroclonium ovale

文 獻

1. Bliding, C. 1928. Studien über die Florideenordnung Rhodymeniales. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2 Bd 24. Nr 3, p. 5-22
2. Börgesen, F. 1920. The Marine Algae of the Danish West Indies, Vol. II. Rhodophyceae. Copenhagen.
3. Buffham, T. H. 1888. On the reproductive organs, especially the antheridia, of some of the Florideae. in Frisch "The Structure and Reproduction of the Algae II, p. 682"
4. Dawson, E. Y. 1941. A Review of the genus *Rhodymenia*, with Descriptions of New Species. Allen Hancock Pacif. Exped., Vol. 3, p. 128-180
5. Delf, E. M. and Grubb, V. M. 1924. The Spermata of *Rhodymenia palmata* Ag. Ann. Bot., Vol. 38, p. 327-335
6. Grubb, V. M. 1925. The Male Organs of the Florideae. Journ. of the Linn. Soc. Botany, Vol. 47, p. 177-255
7. Jónsson, H. 1901. The Marine Algae of Iceland I. Rhodophyceae. Bot. Tidsskr., Vol. 21, No. 2. København
8. Kylin, H. 1923. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. Kungl. Svensk. Vetensk. Acad. Handl., Bd. Ixiii, No. 11
9. Lee, I. K. (unpublished). Studies on Rhodymeniales from Hokkaido
10. Lee, I. K. and Kurogi, M. 1968, a. On the Antheridium Formation of *Halosaccion saccatum* Kuetz. and *Halosaccion firmum*(Post. et Rupr.) Rupr. Bot. Mag. Tokyo, Vol. 81, p. 452-458
11. ——— - ——— 1968, b. On the antheridium formation of *Rhodymenia intricata* (Okam.) Okamura. The Journ. of Jap. Bot., Vol. 43, No. 9, p. 285-288
12. ——— - ——— (unpublished). The Structure and Reproductive Organs of *Binghamia californica* J. Ag.
13. Rosenvinge, L. K. 1931. The Marine Algae of Denmark. Pt. 4. Rhodophyceae. IV. Gigartinales, Rhodymeniales and Nemalionales. Copenhagen
14. Sparling, R. S. 1957. The Structure and Reproduction of Some Members of the Rhodymeniaceae. Univ. Calif. Publ. in Botany, Vol. 29, No. 3, p. 319-396
15. Svedelius, N. E. 1908. Ueber den Bau und die Entwicklung der Florideenordnung *Martensia*. Kungl. Svensk. Vetensk. Acad. Handl. no. 7
16. ———. 1911. Florideae, in Engler und Prantl. "Die natürl. Pflanzenfam. Nachtr. I. Abt. 2" Leipzig
17. Tazawa, N. (unpublished).