

마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino)의
氣孔 및 通氣組織의 形態發生

成 敏 雄

(慶尙大學校 師範大學 生物教育科)

Ontogeny of Stomata and Aerenchyma Tissue in *Trapa
natans* L. var. *bispinosa* Makino

Sung, Min Wung

(Department of Biological Education, Gyeongsang National University, Jinju)

ABSTRACT

This study was carried out to investigate ontogeny of stomata and aerenchyma tissue in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino, an aquatic plant. Ontogeny of stomata in this plant was an aperigenous type surrounding with 5 to 8 epidermal cells without subsidiary cells. Stomata were distributed abundantly on the upper surface of leaf, however, no stoma was found on the lower surface of leaf, and on the epidermis of reproductive organ, petiole and stem. Ontogeny of aerenchyma tissue was progressed with five steps; 1) formation of angular cells by division of cortex cells, 2) development of small and large globular cells in accompany with schizogenous intercellular space, 3) enlargement of globular cells and more expansion of intercellular space, 4) cell induction of long elliptic and triarmed shape, 5) completion of the largest intercellular space from endodermis to epidermis.

During the growth period two types of leaf were appeared at each node of stems; one type was a submerged and early-fallen leaf, the other was a floating leaf on water surface.

緒 論

마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino)은 肉眼으로 보이지 않게 水中에서 發芽하여 生長하므로 生長 初期의 形態發生은 觀察하기 어렵고 또 營養學的으로 生果에 澱粉 約 50%와 蛋白質 約 20%를 含有하여 營養價가 豊富한 資源植物(崔, 1966; 宋 等, 1974)로서 그 價値가 認定되는 水生植物이다.

古生物學的인 側面(伊藤, 1978)에서 마름科(Trapaceae)는 鮮新世 또는 洪積世의 地層으로

부터 核果의 化石이 發見되고, 種子는 數 年동안 發芽力을 잃지 않지던 보통 나유 해 3~4 月に 發芽하며 刺針은 4個도 있지만 보통 2個이며 잘 進化된 科의 植物로서 아시아, 아프리카 및 유럽에 分布한다고 記錄되어 있다. 한편, 德永 및 大森(1973)에 의하면 일의 化石은 드물고 核果의 化石은 알라스카, 北美, 아시아의 古第三系, 新第三系로부터 5種이 알려져 있고 日本에서는 各地의 中新統, 鮮新統으로부터 發見된다고 한다. 또한 舊世界の 熱帶, 暖帶 또는 溫帶에 分布하는 것으로도 記錄되고 있다.

植物分類學的으로는, 井上等(1974)에 의하면 마름科(Trapaceae)는 世界에 1屬, 30種이 存在한다고 整理되었다. 伊藤(1978)은 1科, 1屬, 6種으로서, 染色體 數는 $2n=36$ 으로 記錄하였으나 德永 및 大森(1973)은 16種으로 報告하였고, 國內에서는 李(1969), 鄭(1970, 1972), 宋等(1974)에 의하여 9種이 報告되었다. 이들 마름科의 9種은 韓國名으로 記錄된 名稱이나 學名으로 그 種 數는 7種이었다.

解剖·形態學的인 側面에서는 水生植物인 개연꽃屬, 수련屬, 물수세미屬 및 골풀屬의 通氣組織은 모두 離生細胞間隙(李等, 1960)으로 되어 있고, 水生·半陸植物인 네가래는 兩節管狀中心柱(Foster and Gifford, 1974)이며 通氣組織 및 通導組織이 發生한 植物(Bold, 1973)이다. 一般的으로 水生植物의 導管은 木部에서 退化된 形態를 取하거나 없는 것으로 報告(Fahn, 1974; Esau, 1977) 되었으나 수련과 연꽃에서는 導管이 있는 것으로 報告(Hatsume et al., 1970; Weidlich, 1976, 1980)되었고, 네가래 뿌리에서도 導管이 있음이 알려져 있다(White, 1961). 水生植物 일의 氣孔은 수련과 연꽃에서 잎이 水面에 있을 때 잎 上面 表皮에만 存在하나 空氣中에 露出되면 잎 下面 表皮에서도 氣孔이 形成되어 環境에 適應하는 氣孔形態도 報告(Gupta et al., 1968; Payne, 1970)되었다. 또한 네가래(Gaudet, 1964)와 여귀(Mitchell, 1971)의 잎 構造를 說明한 報告도 있다. 孔邊細胞의 形態發生은 Pant(1965)에 의하여 體系化되었으며, Fryns-Glaessens and Cothem(1973)은 이를 追加 整理하였다. 마름 孔邊細胞의 形態發生은 Kidwai(1965)에 의하여 aperigenous type과 anomo-mesoperigenous type 兩者에서 變化가 있다고 報告하였다. 花粉形態는 張(1979)이 韓國花粉圖鑑을 發行한 바 있으나, 마름은 記錄되지 않았으며, 마름의 花粉型은 日本의 Ikuse(1956)에 의하여 赤道上 3溝型으로 記錄되었다.

著者は 沼澤地의 農土 轉換으로 인한 마름의 滅種을 考察하여 慶南 西部 一帶의 沼澤地에서 큰 刺針이 2個로 된 마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino) 種子를 採集하여 水槽에서 培養하면서 氣孔 및 通氣組織의 形態發生을 調査하고, 附隨의으로, 이들의 生長時에 몇가지 形態學的 및 解剖學的인 特徵이 發見되었기에 이를 報告하는 바이다. 材料 採集에 協助을 아끼지 않으신 吳昊煥教授에게 感謝를 드리는 바이다.

材料 및 方法

植物로는 1982年 3月 下旬 慶南 晉陽郡 井村面 禮下里 강주 연못에서 自生하는, 큰 刺針을 2個 가진 마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino) 種子를 採集하여 鄭(1972), 牧野(1972), 寺崎等(1979)의 圖鑑에 의하여 이를 同定하였다. 이 材料 種子의 發芽 및 生長은 $30 \times 60 \times 36$ cm 크기의 水槽에 Hoagland 培養液을 供給시켜 여기에 種子를 10個 넣고 實施되었다. 生長條件은 햇빛이 잘 드는 南向 유리 창문 가까이에서 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 의 自然光을 받으면서 4~9月 5個月間 培養液을 aeration 시키면서 充分히 산소를 供給시켰다. 上記와 같

이培養한材料는發芽와生長에 따른形態 및解剖發의觀察에使用하고 이들沼澤地에서採集한自生마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino)과比較觀察하였다.

材料 植物의全生長期間을通하여隨時로各部位別로採集한試料은hand microtome을使用하여生體切片은만들었다. 이試料은slide glass上에서細胞壁의木化反應을위하여methyl green液(methyl green 1 g + glacial acetic acid 1 ml + H₂O 100 ml), 또는safranin液(safranin 1 g + 50% alcohol 100 ml)으로染色하고澱粉粒의如否를判定하기 위하여iodide iodine液(potassium iodide 3 g + iodine 1 g + H₂O 60 ml)으로染色하였다. 試料의解離는Schultze's maceration fluid(conc. HNO₃ + KOH), 또는50% KOH溶液으로試料을끓여解離 또는透明化하였다. Slide glass上에서試料의氣胞生成防止를위하여chloral hydrate 용액(chloral hydrate 8 g + H₂O 5 ml)으로試料을加熱하여씻고必要한染色을하였다. 染色이完了된試料은顯微鏡觀察을한뒤valap(vaseline 2 : lanolin 2 : paraffin 1)으로封入하여臨時preparat를만들었다. 臨時preparat는sketch 또는寫眞撮影用으로使用하였다. 寫眞撮影은自動顯微鏡撮影裝置인Universal Microscope(Olympus VANOX Model AD-1)으로實施하였으며上記方法들은猪野(1977), 木島(1980)과Berlyn and Mitsche(1976)에따랐다.

結果 및 考察

生長 및 氣孔의 形態發生. 3月下旬乃至4月初旬에水溫이20°C以上되면Fig. 1과같이水中地表面에露出된種子에서뿌리가屈地性으로차라지않고幼根이제일먼저直立으로水中에서發芽한다. 多肉子葉은生長期間동안核果속에들어있고養分供給을하면서밖으로나오지않는다. 이點은다른雙子葉植物種子의發芽形態와對照의이다. 幼根이먼저자라나오고이어서下胚軸이나와約4~12cm자라면生長을멈추면서Fig. 1 및 Fig. 2와같이腰入部에서主軸이펼쳐上胚軸이發達하고이上胚軸은正常植物體로자라며이

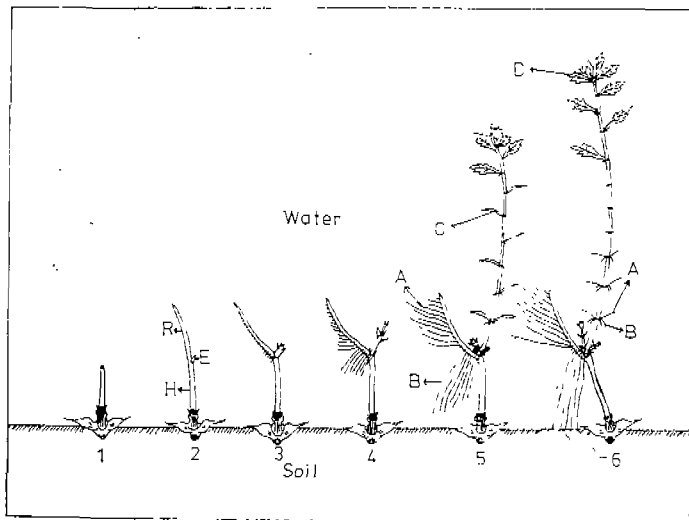


Fig. 1. Development of radicle (R), hypocotyl(H) and epicotyl(E) from the seed of *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino. There were adventitious roots of two types; one, the submerged roots(A) showing phototropism, the other, the subterranean roots(B) showing geotropism. Two kinds of leaves were shown; one, the submerged leaves fallen early in water(C), the other, the floating leaves growing on and near water surface(D).

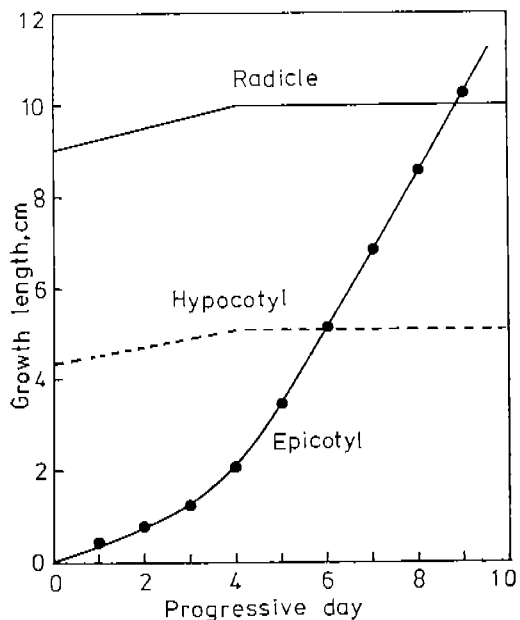


Fig. 2. Relationship of growth among radicle, hypocotyl and epicotyl at an early growth stage in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino. After radicle and hypocotyl were grown to 4~12 cm length, they were delayed and then the growth of epicotyl was started.

때 幼根과 下胚軸의 形態가 區分된다. 이 幼根은 主根으로 더 以上, 生長하지 않고 上胚軸이 發達하면서 이 幼根은 수 많은 突起를 내어 側根으로 發生되는 部位로서 作用하여 最後에 두 類型의 側根을 發生시킨다. 側根의 發生時는 數 많은 突起가 幼根에서 螺旋狀으로 約 40~100個가 發生한다. 이 幼根의 下部에 있는 側根 始原突起는 陽性屈地性을 나타내어 地下로 굽어 흙에 到達, 波狀을 가진 纖維狀의 여러 가락이 흙 속으로 자라 地下根으로 되고 幼根의 나머지 上部 側根 始原突起는 陽性屈光性을 나타내어 水나으로 뺨어 나와 羽狀 水中根이 된다. 水中根은 第 1~3節에서는 2~4個, 餘他 節에서는 2個씩 發生하여 수 많은 羽狀 水中根이 各 節에서 發生한다. 그러나 地下根은 各 節마다 여러 개가 나오나 주로 第

Table 1. Morphological characteristics of subterranean and submerged roots grown on one radicle and each node in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino

| Characteristics | Subterranean roots | Submerged roots |
|-----------------|--|--|
| Root shape | Many fibrous, long, and spiral without lateral roots | Many pinnately, expanded lateral roots on two adventitious roots |
| Initiation | Largely 1st, 2nd, and 3rd node or a radicle | Each node and one radicle |
| Number | 40~100 at one radicle and about 40 at each node on 1st to 3rd node | 40 at one radicle and 4 or largely 2 at each node |
| Vessel | None or rarely | Annular or helical form |
| Reaction | Geotropism | Phototropism or hydrotropism |
| Growth | From water to soil | From water to water |
| Function | Abnormal absorption of soil nutrient, plant fixing and supporting | Normal absorption of water nutrient |

1~3節에서 가장 많이 發生한다. 羽狀 水中根과 纖維狀 地下根의 特徵은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 主莖이 發芽하는 基部에서 1~2個의 側芽가 나오고 이 側芽는 側莖으로 자라고 主莖과 側莖의 各 節에서도 또 側莖이 나와 母莖의 形態를 維持한다. 主莖이나 側莖의 節間은 基部에서 가늘고 水面으로 갈수록 漸次 굵어진다. Greulach(1973)에 依하면 水生植物의 不定根 發生은 陸上 植物에서의 側根 發生 過程과 類似하나 胚의 幼根 根端에서 發生하지 않고 莖, 節, callus에서 發生한다고 한다. 그러나 母莖에서는 節外의 幼根에서도 生長 初期에 發生하는 것을 觀察할 수 있었다.

水深의 差異에 따른 母莖의 生長 形態는 Table 2와 같이 節間의 數에는 差異가 없고 깊은 水深에서는 節間의 長이 가늘게 긴어지고 얇은 水深에서는 節間이 짧고 長이 짧아져서 水深環境에 適應하고 있다.

Table 2. Length of internode in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino during the growing period to water surface by both shallow water of 20 cm depth and deep water of 65 cm depth

| Internode | Internode length, cm | |
|--------------|-------------------------------|------------|
| | Shallow water | Deep water |
| 1st | 4.0 | 6.5 |
| 2nd | 2.5 | 9.5 |
| 3rd | 2.0 | 9.5 |
| 4th | 2.0 | 9.5 |
| 5th | 2.0 | 9.5 |
| 6th | 1.5 | 6.3 |
| 7th | 1.5 | 5.3 |
| 8th | 1.0 | 4.0 |
| 9th | 1.0 | 3.0 |
| 10th | 0.5 | 1.7 |
| Total | 18.0 | 64.8 |
| Mean | 1.8 | 6.5 |
| Significance | L.S.D. (1%) = 2.85 (F = 8.48) | |

잎의 發生은 發芽하여 生長하고 있는 水中의 各 節마다 幅이 좁고(約 2 mm), 長이 긴 線狀(約 15 mm) 긴 三角形의 작은 잎이 第1節에 두 개가 對生으로 붙고 餘他 節에서는 節마다 한 개의 잎이 互生으로 자란다. 水中의 各 節에서 나온 이 작은 잎은 水面에 이르지 못하는 水中葉으로 1週나 生存하면 脫落하는 初期 脫落葉이 된다. 그러나 莖端이 水面 가까이나 或은 水面에 到達하면 脫落하지 않고 짧은 間隔을 이룬 節에 互生으로 附着하는 浮上葉으로 光線을 잘 받아 넓은 鋸齒形의 光合成 잎이 된다. 上記한 脫落葉의 形態는 他 水生植物에서 보기 드문 現象이다. 이러한 水中 脫落葉과 浮上葉의 特徵은 Table 3에 整理하였다. 水中葉이 生長 初期에 脫落되면 脫落된 各 節마다 前述한 水中根과 地下根이 發生한다.

氣孔은 Table 4와 같이 水中에서 發芽 初期에는 여러 겹 달려 있는 初生葉의 上面 表皮에

Table 3. Characteristics of the submerged leaf early fallen in water and the floating leaf on water surface in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino

| Characteristics | Leaf type | |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------|
| | Submerged | Floating |
| Leaf length | 15 mm | 50 mm |
| Leaf breadth | 2 mm | 60 mm |
| Leaf margin | Long triangle | Toothed |
| Petiole | None distinguished; None air sac | Air sac |
| Growth | Submerged in water | Floating on water surface |
| Life period | Fallen in several weeks | One year |
| Light condition | Bright sun light | Strong sun light |
| Function | Fallen leaf | Floating leaf |

Table 4. Distribution and size of guard cells on the upper surface of *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino leaves

| Leaf | Leaf size, cm | | Guard cell frequency, mm ² | Guard cell size, μ m | |
|--------------|---------------|---------|---------------------------------------|--------------------------|---------|
| | Length | Breadth | | Length | Breadth |
| Initial | 1.0 | 0.7 | 750 | 16 | 16 |
| | 1.4 | 1.3 | 670 | 17 | 16 |
| | 1.5 | 1.4 | 600 | 18 | 16 |
| Unmature | 1.6 | 1.6 | 528 | 20 | 15 |
| | 1.8 | 1.8 | 256 | 30 | 16 |
| | 2.0 | 2.0 | 200 | 36 | 17 |
| Mature | 2.2 | 2.2 | 170 | 36 | 17 |
| | 2.5 | 2.5 | 168 | 37 | 16 |
| | 2.7 | 2.7 | 168 | 37 | 17 |
| Total | 16.7 | 16.2 | 3,510 | 247 | 146 |
| Mean | 1.86 | 1.80 | 390 | 27.4 | 16.2 |
| Significance | None | | $p < 0.01$ | $p < 0.01$ | |

서 이미 形成되어 있었으며 잎이 生長함에 따라 잎 週邊에서 잎 內部로 그 分布가 擴展된다. 이러한 氣孔分布는 脫落 水中葉이나 浮上葉 모두 同一하였다.

바람의 氣孔은 잎의 上面 表皮에만 存在하고 下面 表皮에는 存在하지 않는다. 또한 餘他 器官에도 나타나지 않는다. 孔邊細胞에는 副細胞가 存在하지 않고 隣接 表皮細胞가 最下 5個에서 最高 8個까지 不規則的으로 接하고 있는 不規則型(anomocytic type)을 이루고 있었다(Figs. 3 및 4). 이러한 形態는 水面에 存在하는 浮上葉에만 局限되는 것이 아니고 水中에 잠긴 生長 初期의 脫落葉에서도 同一한 形態였다. 特히 發生 중인 初生葉의 上面 表皮에

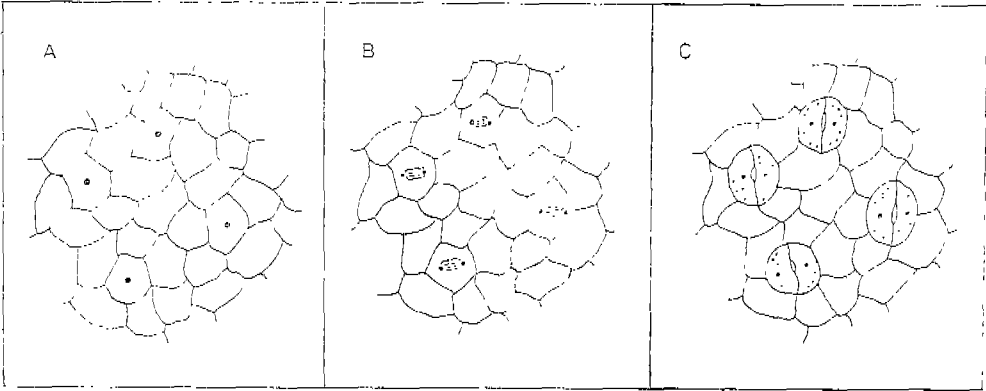


Fig. 3. Morphogenesis of stomata from A to C developed with aperigenous type in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino. A; each mother cell of two guard cells had one marked and large nucleus. B; cell division of the guard cell precursors. C; two guard cells were surrounded by 5~8 neighboring cells without subsidiary cells.

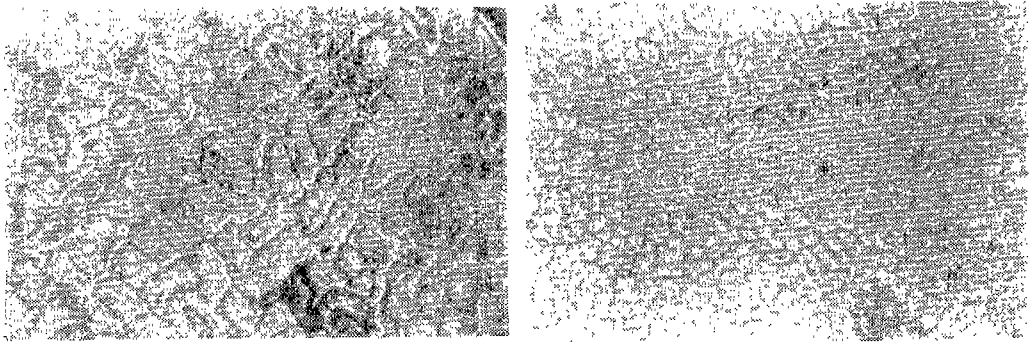


Fig. 4. Guard cell precursor on the upper epidermis of initial leaf(left figure, $\times 140$) and matured guard cells on the upper epidermis of leaf(right figure, $\times 140$) in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino.

서 이미 기공이 Fig. 3 및 4와 Table 4에서와 같이 형성되어 있었다. Esau(1977)에 의하면上記의 不規則型은 高等 植物인 수막에서도 存在한다고 한다. Fahn(1974)에 依하면 水生 植物의 水中에 잠긴 일은 비록 痕跡氣孔이 發見되지만 氣孔이 없고 反對로 浮上葉의 上面 表皮에는 氣孔이 많다고 한다. 또한 연꽃의 境廻 成熟한 浮上葉에서 上面 表皮에 氣孔이 豊富하나 下面 表皮에는 存在하지 않는다고 報告(Weber and Kenda, 1951; Gupta *et al.*, 1968)하였으나 그 後에 空氣中으로 露出된 앞에서는 下面 表皮에서도 크기와 數는 비록 적지만 正常 氣孔 또는 退化 氣孔이 나타난다고 報告(Gupta *et al.*, 1968) 함으로서 環境에 適應하는 氣孔形態가 알려지게 되었다.

마름 氣孔의 形態發生은 Fig. 3 및 4와 같다. 氣孔이 될 孔邊細胞母細胞는 隣接 表皮 細胞보다 細胞質이 豊富하고 黃綠色의 糊粉粒이 많으며 核이 크고 두렷한 點이 特徵으로, 크기는 분홍색의 粒子가 많은 隣接 表皮 細胞와 差異가 없었다. 前述한 한 개의 孔邊細胞母細胞는 粒子和 色이 消失되고 合口되면서 均等한 크기의 細胞로 分裂하여 直接 두 개의 孔邊細胞

胞로 된다. 分裂한 두 孔邊細胞의 細胞壁 사이에 細胞間隙이 생기 氣孔으로 發達하고 이렇게 하여 副細胞가 形成되지 않은 不規則型을 이루는 氣孔의 形態發生을 完了한다. Foster and Gifford(1974)에 의하면 裸子植物에서 氣孔 發生은 孔邊細胞母細胞의 均等分裂에 의하여 直接 2個의 孔邊細胞가 만들어지는 마름과 같은 形態를 취하는 이러한 孔邊細胞 發生을 haplocheilic type라 하였으며 Pant(1965)에 의하여 stomatal type을 體系化한 것과 Fryns-Glaessens and Cothem(1973)이 여기에 追加 整理한 것을 많은 學者들이 引用하고 있다. 이 報告에 따르면 마름의 氣孔發生은 perigenous type의 6 type 중에서 孔邊細胞母細胞가 한번 均等 分裂하여 2個의 孔邊細胞로 되고 隣接 表皮 細胞와 獨自의으로 發生하여 副細胞가 없는 aperigenous type(anomocytic stomata)임을 알 수 있었다. Kidwai(1965)에 의하면 마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino)의 孔邊細胞는 aperigenous type과 anomomesoperigenous type의 2 類型이 可變의인 形態를 취한다고 한다. 著者は 마름의 氣孔 發生이 perigenous type 6 類型中 aperigenous type으로 發生됨을 確認할 수 있었다.

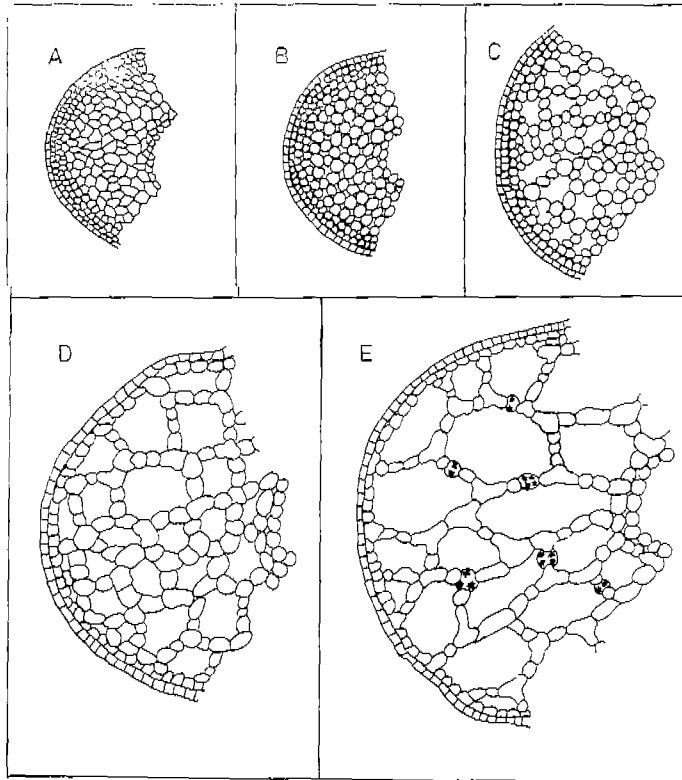


Fig. 5. Morphogenesis of aerenchyma tissue developed from schizogenous intercellular spaces [in cortex of stem, root and spongy parenchyma tissue of leaf in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino. A, formation of angular cells by cell division. B, development of large and small globular cells in accompany with initial schizogenous intercellular space. C, enlargement of globular cells and more expansion of intercellular spaces. D, induction of long elliptic and triarmed cells. E, completion of the largest intercellular space extended from epidermal layer to endodermal layer. The parenchyma cells had calcium oxalate crystals.

通氣組織의 發生. 마름의 通氣組織은 잎, 줄기 및 뿌리의 모든 皮層에서 發達한다. 代表의인 外形의 通氣組織은 葉柄에 形成되는 長橢圓形의 氣室이다. 各 皮層의 離生細胞間隙에서 發達하는 通氣組織의 形態發生은 Fig. 5와 같은 順序로 形成된다. 即, 通氣組織의 形態發生은 다음과 같이 5段階를 거쳐 完成됨을 發見하였다. 第1段階는 皮層이 細胞分裂을 完了하면서 角形皮層 細胞로 充滿된다(Fig. 5A). 第2段階는 이들 角形細胞들이 球形細胞로 轉換되면서 細胞間隙이 形成되기 始作한다(Fig. 5B). 第3段階는, 먼저 分裂되어 形成된 큰 球形細胞와 나중에 分裂되어 形成된 작은 球形細胞로 擴張되면서 細胞間隙이 擴大되기 始作한다(Fig. 5C). 第4段階는 큰 球形細胞는 길쭉하게 늘어난 緩曲 三角形의 細胞로 轉換되면서 細胞間隙 사이 사이에 한 가닥으로 連結되는 皮層 細胞 交叉點에 位置하고 또한 작은 球形細胞는 길쭉하게 늘어난 長橢圓形으로 轉換되면서 緩曲 三角形 細胞의 3 緩曲 末端部와 連結되어 皮層 細胞가 網狀을 이루면서 細胞間隙의 境界를 이루고 細胞間隙은 계속 擴大된다(Fig. 5D). 第5段階는 細胞間隙이 皮層 細胞에서 表皮 細胞까지 擴大되어 通氣組織이 完成된다(Fig. 5E). 各 段階에서 細胞形態의 轉換은 角形細胞→球形細胞→3 緩曲部가 길쭉한 三角形 或은 長橢圓形의 3段階의 形態로 變化된 通氣組織 細胞로 된다. 이러한 細胞形態의 變化過程과 並行하여 細胞間隙의 發生順序는 細胞分裂 完了→細胞間隙의 形成→細胞間隙의 擴大→細胞間隙의 擴大 完了(內皮에서 表皮까지)→通氣組織의 完了의 段階를 거치는 形態發生을 發見하게 되었다. Fahn(1974)과 Bold(1973)에 의하면 木部 維管束組織의 量的 減少와 氣室(air chamber)이 있는 點이 水性植物의 特徵이라 한다. Foster and Gifford

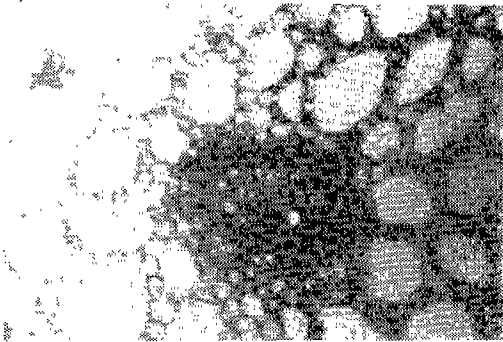


Fig. 6. Schizogenous intercellular space, a kind of aerenchyma tissues of unmaturing petiole in *Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino, $\times 35$.

(1974)에 의하면 네가래의 表皮에서 內皮까지의 皮層 細胞의 連續은 큰 氣室에 의하여 防禦된다고 한다. 각시연꽃, 수련, 물수세미, 골풀 기타 水生植物에서 通氣組織은 離生細胞間隙에서 發生한다고 알려져 있다. 마름도 離生細胞間隙에서 通氣組織이 發生함을 確認할 수 있었다(Fig. 6).

摘 要

1982年 3月 下旬부터 9月 下旬까지 慶南 晉陽郡 井村面 禮下里 강추 연못에서 自生하는 마름(*Trapa natans* L. var. *bispinosa* Makino)의 生長에 따른 氣孔 및 通氣組織의 形態發生 및 解剖學的 觀察에서 나타난 結果는 다음과 같다. 氣孔의 形態發生은 表皮細胞中 孔邊細胞母細胞가 直接 均等 分裂하여 2개의 孔邊細胞로 되고 副細胞가 없는 5~8개의 隣接 表皮細胞로 둘러 싸이는 不規則型이었으며, 이 不規則型의 perigenous type 6類型中 aperigenous type임을 確認하였다. 氣孔의 分布는 잎의 上面 表皮에만

存在하고 있 下回 表皮, 葉柄, 줄기 및 生殖器官에는 存在하지 않았다. 通氣組織의 形態發生은 5段階를 거쳐 完成된다; ① 皮層 細胞의 分裂 完成으로 角形 細胞로 充滿, ② 角形細胞는 球形 細胞로 轉換되면서 初期 細胞間隙의 形成, ③ 球形 細胞가 擴張되면서 細胞間隙의 擴張 隨伴, ④ 큰 3 緩曲形과 작은 長橢圓形의 細胞로 變形되면서 더 큰 細胞間隙으로의 擴大, ⑤ 이러한 離生細胞間隙은 內皮에서 表皮까지 擴大되어 通氣組織이 完成된다.

側根은 幼根과 基部 節에서 주로 發生하여 陽性屈地性을 나타내는 纖維狀 地下根과 主로 節에서 發生하여 陽性屈光性을 나타내는 羽狀 水中根의 2 類型이 存在한다. 잎의 形態는, 發生初期에 幅이 좁고 길쭉한 잎이 水中에 잠겨 各 節에서 互生으로 나와 1週日 生存後 早期 脫落하는 水中 脫落葉과 水面 가까이나 水面에 나온 莖端附近에서 發生하는 浮上葉의 2 類型이 存在한다.

參 考 文 獻

- Berlyn, G. P. and J. P. Mitsche. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Iowa State University Press, Ames. 326 pp.
- Bold, H. C. 1973. Morphology of plants. 3rd ed., Harper & Row Publ., New York. pp.433~435.
- 崔奎漢. 1966. 마름 열매의 營養學的 研究. 中央大 論文集 11 : 404~414.
- Esau, K. 1977. Anatomy of seed plants. 2nd ed., John Wiley and Sons Co, New York. pp.83~99.
- Fahn, A. 1974. Plant anatomy. Pergamon Press, Oxford. pp.247~251.
- Foster, A. S. and E. M. Gifford, Jr. 1974. Comparative morphology of vascular plants. Freeman and Co., San Francisco. pp.361~480.
- Fryns-Glaessens E. and W. V. Cothem. 1973. A new classification of the ontogenic types of stomata. *Bot. Rev.* 39 : 71~137.
- Gaudet, J. J. 1964. Morphology of *Marsileta vestita*. II. Morphology of the adult land and submerged leaves. *Amer. J. Bot.* 51 : 591~597.
- Greulach, V. A. 1973. Plant function and structure. Collier MacMillan Publ. Co., New York. pp. 515~517.
- Gupta, S. C., G. S. Paliwal and R. Ahuja. 1968. The stomata of *Nelumbo nucifera*; formation, distribution. *Amer. J. Bot.* 55 : 295~301.
- 井上浩, 岩槻邦男, 柏谷博之, 田村道失, 堀田滿, 三浦宏一郎, 山岸高旺. 1974. 植物系統分類の基礎. 北隆館. 249 pp.
- 猪野俊平. 1977. 植物組織學. 東京内田老鶴園新社. pp.164~240.
- 伊藤道人. 1978. 朝日百科, 世界の植物 第3卷. 朝日新聞社. pp.665~667.
- Ikuse, M. 1956. Pollen grains of Japan. Hirokawa Publ. Co., Tokyo. 110 pp.
- Hatsume, K., M. F. Moseley, Jr. and V. I. Cheadle. 1970. Morphological studies of the Nymphaeaceae. V. Does *Nelumbo* have vessels? *Amer. J. Bot.* 57 : 487~494.
- 張楠基. 1979. 韓國花粉圖鑑. 서울大學校 出版部.
- 鄭台鉉. 1970. 韓國動植物圖鑑(木草本類) 補遺編. 三和出版社. 107 pp.
- _____. 1972. 韓國植物圖鑑(下卷 草本部). 教育社. pp.440~441.
- Kidwai, P. 1965. Stomatal ontogeny in some Onagraceae and Trapa. *Curr. Sci.* 34 : 260~261.
- 木島正夫. 1980. 植物形態の實驗法. 廣川書店. 346 pp.
- 李昌福. 1969. 우리나라 植物資源. 서울大學校論文集, 生農系編 20 : 89~227.
- 牧野富太郎. 1972. 新日本植物圖鑑. 北隆館.
- Mitchell, R. S. 1971. Comparative leaf structure of aquatic *Polygonum* species. *Amer. J. Bot.* 58 :

- 342~360.
- Pant, D. D. 1965. On the ontogeny of stomata and other homologous structures. *Plant Science Series*, Allahbad. **1**: 1~24.
- Payne, W. W. 1970. Helicocytic and allelocytic stomata; unrecognized patterns in the dicotyledonae. *Amer. J. Bot.* **57**: 140~147.
- 宋柱澤, 朴萬奎, 金錦喆. 1974. 韓國資源植物總覽. 國策文化社.
- 寺崎留吉, 奥山春季. 1979. 日本植物圖譜. 平凡社. 1181 pp.
- 徳永電元, 大森昌衛. 1973. 古生物學各論, 第一卷. 植物化石. 築地書館. pp.202~203.
- Weber, F. and G. Kenda. 1951. Notizen uber Nymphaeaceen-stomata. *Protoplasma* **40**: 158~165.
- Weidlich, W. H. 1976. The organization of the vascular system in the stems of the Nymphaeaceae. 1. *Nymphaea subgenera castalia and hydrocallis*. *Amer. J. Bot.* **63**: 499~509.
- ... _____. 1980. The organization of the vascular system in the stems of the Nymphaeaceae. III. *Victoria and Euryale*. *Amer. J. Bot.* **67**: 590~803.
- White, R. A. 1961. Vessels in roots of *Marsilea*. *Science* **133**: 1073~1074.

(1983. 1. 4. 接受)