

水生植物フサモ属の異形葉の発現機構と

その生態的意義 (要旨)*

青木 雅夫

はじめに

植物は水中生活から陸上生活への適応の過程の中で、通道組織をもった維管束植物が分化してきた。この維管束植物は陸上の環境だけでなく、再び水中の環境にも適応し、水生植物という一群を作っている。このような陸上起源の水生植物の中には、同種の植物体で水中と気中間の環境変化に対して、気中葉、水中葉、時には浮葉のような多形性を示すものが多い。この多形現象は異形葉と呼んでいる。この水生植物の異形葉の研究は、その生理、生態学的特性や系統進化を究明する上で極めて重要である。

本研究では、フサモ属の植物が水生植物で異形葉を顕著に現わす両生植物であることから、この属内の植物のフサモ、タチモ、ホザキノフサモを用いて、異形葉の発現機構の解明を試みた。

実験及び結果

実験は外的誘因と考えられる環境条件とそれにより植物の生理活性や形態を規定する植物ホルモンの両面から行った。培養は0.1%ハイポネックスを基本培地として、滅菌した植物の頂芽を含む先端部を3cm採り、ろ紙あるいは1%寒天を支持体にして沈めた。これを12時間光照射12時間暗黒の20℃インキュベータ内で10~20日間培養した。測定は、展開した葉の葉身の長さ、と葉先の中を測り、その比 (B/A) を求めた。

その結果、タチモ、フサモは気中葉をつけた陸生型を水中で培養すると水中葉が展開してくるが、アブサイシン酸 (ABA) を含んだ培地で培養すると、水中で気中葉が展開することがわかった。ABAの濃度が増加するに従って、展開した葉のB/A比が小さくなる

り、1 ppmで気中で野外に生育している気中葉の比とほぼ等しくなり、高濃度域では一定となった (図1)。また、ABAにより誘導された葉の表皮には、気中葉と同様に気孔が現われ、その密度は、フサモ、タチモ共に3 ppmで最大値を示した (図2)。このABAによる気中葉の誘導は、陸生型だけでなく、水生型や陸生型を水中に沈めて数日培養した後展開した水中葉をもつ個体にABA処理をした場合にも同様に起こる。ホザキノフサモは、フサモ属の中で、最も水中に適応した植物であるが、他の2種と同様に、ABA処理により、気孔のある気中葉を水中で誘導することができた。一方、タチモとフサモの培養液の温度を高めて培養すると、ABA処理と同様に水中で気中葉が展開する。すなわち、25℃、30℃、35℃のシリーズを作って培養し、展開した葉の形態をB/A比で比較した。温度が高いほど、B/A比は小さくなり、自然状態で気中に生育している葉の値に等しくなった。

タチモをアルミはくの蓋程度の密閉状態で培養すると、気中で水中葉が展開することから、水中葉の形成には、

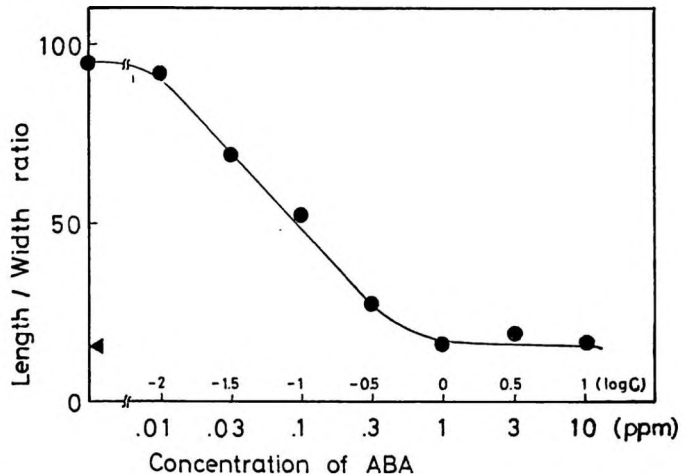


図1. タチモの葉の形態におよぼすABAの効果 (青木, 未発表)
▼; タチモの気中葉のB/A比。培養中のABAの濃度が高くなるにつれて、B/A比が小さくなって、気中葉の測定により、別に得られた値に近くなっている。

* 第7回全国集会講演集録 I

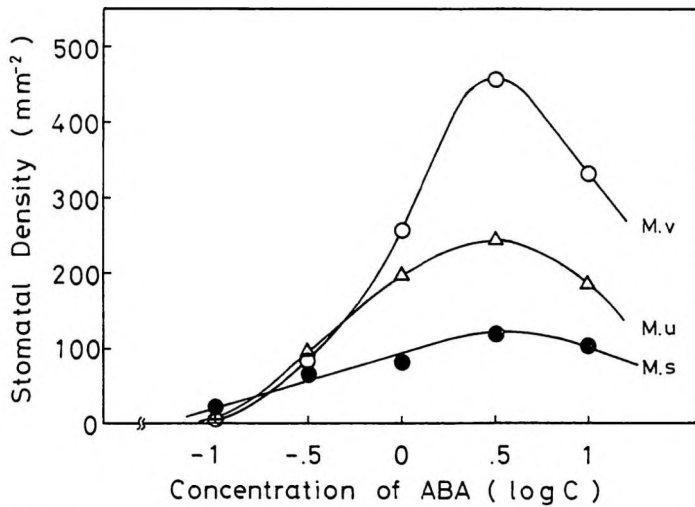


図2. フサモ属のABA処理により展開した葉の上面にあらわれた気孔の密度のABA濃度による変化(青木, 未発表)

M. v; フサモ, M. u; タチモ, M. s; ホザキノフサモ

気体の植物ホルモンであるエチレンが関与していることが予想された。また、アルミはくの蓋による密閉での培養実験でも温度による影響が認められた。30℃以上では、気中葉が展開したのに対して、25℃以下では水中葉が展開したのである。試験管に0.1%ハイポネックスを含む1%寒天培地にタチモの頂芽を含む先端部を植え込み、シリコンのWキャップをし、各濃度のエチレンを加えて、ABA処理時と同様に培養した。また、エチレン生合成の前駆物質である1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸(ACC)を気中で同様に処理した。その結果、エチレンもACCと同様に、葉身が長く、糸状に全裂して、気孔のない水中葉の形成が促進された。これらは高濃度で水中葉の形成を抑制した。植物体中に含まれているエチレンをBayerらの方法により、ガスクロマトグラフで測定したところ、陸生型には、エチレンが含まれていなかったが、水生型には、わずかにそれが検出された。ACCについても抽出を試みたが今回の実験では検出できなかった。

考察

フサモ属植物を用いて行った水中での気中葉の形成と気中での水中葉形成の一連の実験から、フサモ属異形葉の形成について一般的機構図の作成を試みた(図3)。

気中葉をつけている植物を水中に沈めると水による植

物体内の温度低下、水圧による水ストレスにより、ABAの合成が抑制される。ABAの合成阻害によるABAの減少は、エチレンの減少をうながし、これが水中葉形成の機構に働いて、水中葉を形成する。

逆に水中葉をつけている個体が、気中に出たり、水温が上昇した場合はエチレンの合成が阻害されると同時に、エチレンは気中に拡散する。この時ABAが合成され、このホルモンが気中葉形成の機構に働いて、気中葉が形成される。

この機構は、少くとも池の沿岸相にみられるフサモ属の植物の生態をうまく説明することができる。

本研究を進めるにあたり、神戸大学教養部生物学教室の角野康郎博士には多くの文献をはじめ、研究内容についての助言や便宜をはかっていただきました。また、兵庫教育大学教授山田卓三博士には指導教官として終始懇切なる御指導をいただきました。あわせてここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) Allsopp, A. (1965). Land and water forms; Physiological Aspects. Handbuch der Pflanzen-Physiologie XV/I: 1236-1255
- (2) Anderson, L. W. J. (1978). Abscisic Acid Induces Formation of Floating Leaves in the Heterophyllous Aquatic Angiosperm *Potamogeton nodosus*. Science 201: 1135-1138.
- (3) Beyer, E.M. Jr. and P.W. Morgan (1970). A Method of Determining the Concentration of Ethylene in the Gas Phase of Vegetative Plant tissues. Plant Physiology 46: 352-354.
- (4) Deschamp, P. A. and T. J. Cooke (1983). Leaf Dimorphism in Aquatic Angiosperms: Significance of Turgor Pressure and Cell Expansion. Science 219: 505-507.
- (5) ——— (1984). Causal mechanism of leaf

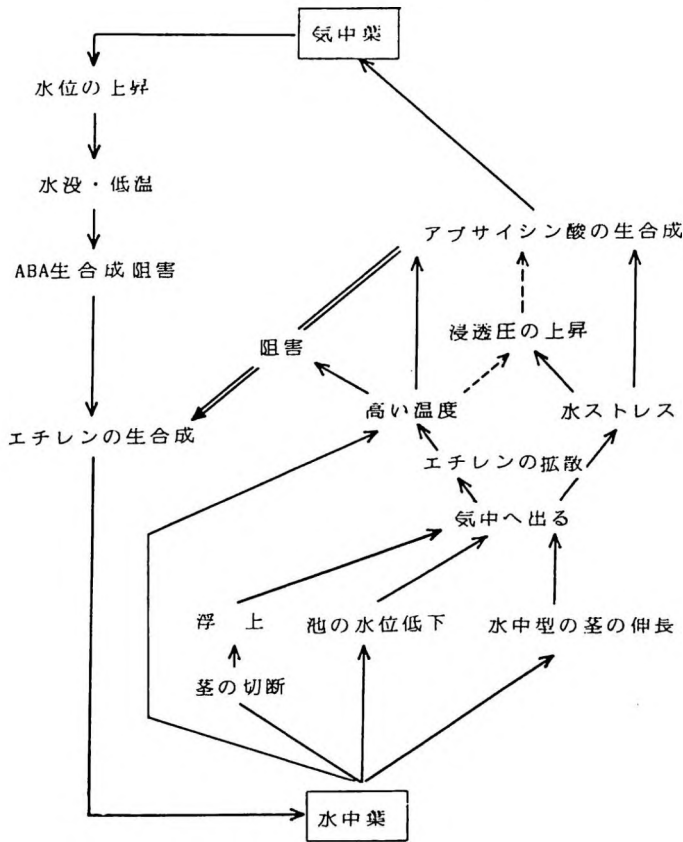


図3. フサモ属異形葉形成のスキーム

dimorphism in the aquatic angiosperm *Callitriche heterophylla*. American Journal of Botany 71:319-329

(6) 浜島 繁隆 (1979). 水草の特性. 池沼植物の生態と観察. 60-90. ニューサイエンス社.

(7) ——— (1982). ガガブタの浮葉にみられる葉柄の伸長. 水草研究会会報 (7):2-3.

(8) ——— (1983). ガガブタの葉柄の伸長とエチレン. 水草研究会会報 (11):13-14.

(9) 堀内裕子, 今関英雄 (1984). オキシシン誘導エチレン生成の温度の影響. 日本植物学会第49回大会研究発表記録. 183.

(10) Hyoudo, H., Kuniaki Tanaka and Kazuyoshi Watanabe(1983). Wound-Induced Ethylene Production and 1-Aminocyclopropane-1-carboxy-

lic Acid Synthase in Mesocarp Tissue of Winter Squash Fruit. Plant and Cell Physiology 24:963-969

(11) Hsiao, T. C. (1973). Plant Responses to Water Stress. Annual Review of Plant Physiology 24:519-570.

(12) Liu, Bai-Ling Lin (1984). Abscisic acid induces land form characteristics in *Marsilea quadrifolia* L. American Journal of Botany 71:638-644.

(13) Lizada, M. Conception C. and Shang F. Yang (1979). A Simple and Sensitive Assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Analytical Biochemistry 100:140-145.

(14) 三木 茂 (1937). 山城水草誌. 京都府史跡名勝天然記念物調査報告 (18):95-97.

(15) Millborrow, B. V. (1974). The Chemistry and Physiology of Abscisic acid. Annual Review of Plant Physiology 25:259-307.

(16) 中西 克爾 (1976). 水生高等植物の細胞組織学的研究 第一報. 水生被子植物18種の気孔の分布について. 桐朋学報 (26):159-166.

(17) 大滝 末男 (1974). フサモのなかま. 水草の観察と研究. 66-68. ニューサイエンス社.

(18) ——— (1984). 日本産アリノトウグサ科の水草について. 水草研究会会報 (17):6-7.

(19) Quarrie, S. A. and H. G. Jones (1977). Effects of Abscisic Acid and Water Stress on Development and Morphology of Wheat. Journal of Experimental Botany 28:192-203.

(20) Sculthorpe, C. D. (1967). Vegetative Poly-

morphism and the Problem of Heterophylly. The Biology of Aquatic Vascular Plants, 218-247, Arnold, London.

- ㉑ 菅 洋 (1979). 水生雑草の系統発生的適応 <化学的生態学への一つの試み>. 雑草研究 24:1-6
- ㉒ Yoshii, Hiroshi and Hidemasa Imaseki (1981). Biosynthesis of Auxin-induced Ethylene, Effects of Indole-3-Acetic acid, Benzyladenine

and Abscisic acid on Endogenous Levels of 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic Acid (ACC) and ACC Synthase. Plant and Cell Physiology 22:369-379.

- ㉓ Zeevaart, Jan A. D. (1971). (+)Abscisic Acid Content of Spinach in Relation to Photoperiod and Water Stress. Plant Physiology 48:86-90.

“アツケシソウ” こぼれ話*

納 田 美 也

(香川大学教育学部)

アツケシソウは北海道の厚岸で発見されたところからその地名にちなんで“アツケシソウ”の和名がつけられ

たが、塩分のある砂地で生育する北方系の絶対塩性植物なのである。従って北海道では自然海岸に自生している



写真 a : 開花時のアツケシソウ

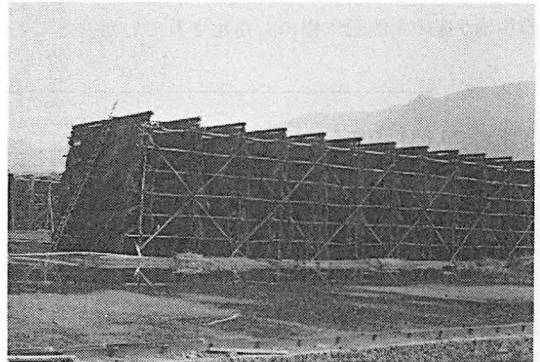


写真 b (上) : 枝条架による製塩が行われていた頃の屋島塩田 (1968年)



“ c (下) : 塩田跡にできたアツケシソウ群落

* 第7回全国集会講演集録II