

# 絶滅危惧水生食虫植物ムジナモの保全と生命現象の解明

## Conservation and biological studies of *Aldrovanda vesiculosa*, an almost extinct aquatic carnivorous plant

プロジェクト代表者: 金子 康子 (教育学部・准教授)

KANEKO, Yasuko (Faculty of Education, Associate Professor)

### 1. はじめに

ムジナモは淡水に浮遊する食虫植物で、6～8枚の輪生葉が連なり長さ10cmほどのムジナモの尾のような形状を呈する。自然条件下では春から夏にかけて盛んに増殖し、夏には稀に白い可憐な花を咲かせる。秋から冬にかけて気温の低下に伴い冬芽を形成し、水底に沈んで越冬する。かつてはアメリカ大陸を除く世界各地に点在していたムジナモは、第2次世界大戦以降の環境変化により激減し、国際的に絶滅が危惧されている。日本では国内最後の自生地となった埼玉県羽生市宝蔵寺沼で国指定の天然記念物として、ムジナモ保存会会員の尽力により維持されてきた。しかしムジナモの栽培はきわめて難しく、藻類の繁茂や水質の変化に敏感に反応して生育が阻害され、短期間で消滅にいたる。本研究では、①ムジナモの生育を阻害する要因を明らかにし、その対策を模索すること、②ムジナモの生物学的研究を進展させ、ムジナモに対する理解を深めること、を目指した。

### 2. ムジナモの生育環境の制御

野外で栽培しているムジナモが短期間で消滅する原因のひとつは、センチウによる被害であることが明らかになった。センチウは肉眼による観察が困難であることから、これまでその被害の実態は知られていなかった。実験室内でセンチウの感染系を確立し、感染過程とムジナモへの影響を観察した。センチウ被害を受けたムジナモは、シュート頂付近がやせ細り、輪生葉の形成・発達が抑制されることにより見分けることができる。顕微鏡で観察すると、このようなムジナモのシュート頂付近にはセンチウが数十匹単位でみつきり、短期間で周辺のムジナモに次々と感染していくことが分かった。また走査電子顕微鏡観察により、センチウが存在するシュート頂の形態が著しく変形し、通常見られない複数の腋芽が発達する様子が観察された。センチウはムジナモの成長の要であるシュート頂の分化・発達に直接、あるいは間接的に影響を与え、ムジナモの生育を阻んでいることが分かった。

様々な水生植物が水環境の維持に寄与していると考えられるが、特にセリはセンチウによる被害を抑制する効果があることが分かった。長期間にわたってムジナモが生育できる水環境を維持するためにセリを活用する方策を確立したい。

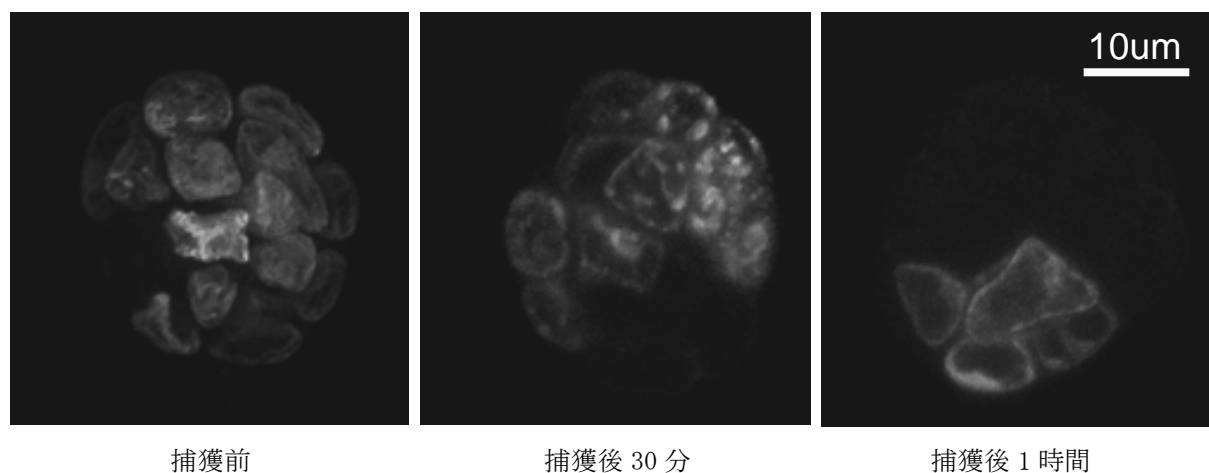
### 3. ムジナモ消化腺毛の微細構造変化と機能発現

ムジナモ捕虫葉で獲物を捕獲後、活性が発現する主要なプロテアーゼは、EDTAにより阻害される金属プロテアーゼであることが明らかになった。新規に開発した写真用フィルムを用いた組織プリント法により、このプロテアーゼは消化腺毛頭部中央部の細胞壁付近から分泌されることが示された。また透過電子顕微鏡観察により、この時期に細胞内の小胞体が細胞

外への分泌に関与している様子が観察され、さらに X 線微小分析により、分泌物にはアルミニウムが含まれることが示された。共焦点レーザー顕微鏡観察により消化腺毛の細胞中にアルミニウムが存在し、獲物を捕獲後、プロテアーゼの分泌に伴いその局在が変化することが明らかになった (図 1)。

ムジナモの捕食過程でアルミニウムが細胞活動の活性化に関与する可能性が示唆された。このことはムジナモの保全を考える上でも貴重な知見となる可能性がある。

図 1 消化腺毛細胞中のアルミニウムの局在変化



#### <論文>

1. Kobayashi K, Suzuki M, Tang J, Nagata N, Ohyama K, Seki H, Kiuchi R, **Kaneko Y**, Nakazawa M, Matsui M, Matsumoto S, Yoshida S, Muranaka T: LOVASTIN INSENSITIVE 1, a novel pentatricopeptide repeat protein, is a potential regulatory factor of isoprenoid biosynthesis in Arabidopsis. *Plant Cell Physiol.* 48: 322-331 (2007).
2. **Kaneko Y**, Nitta K, Nagayama K: Observation of in vivo DNA in ice embedded whole cyanobacterial cells by Hilbert differential contrast transmission electron Microscopy (HDC-TEM). *Plasma and Fusion Research*, *in press* (2007).
3. **金子康子**: 植物試料作製におけるトラブルシューティング. *顕微鏡* 42: 23-25 (2007).

#### <学会発表>

1. Sakamoto K, Sayama H, Nakamoto H, Matsushima H, **Kaneko Y** (2006) Ultrastructural changes during digestion and absorption in the aquatic carnivorous plant *Aldrovanda vesiculosa*. *Proc. 16<sup>th</sup> International Microscopy Congress (1)* p 460.
2. Sayama H, Nakatomi R, Sakamoto K, Miyaki A, Yamada M, Hashikawa T, **Kaneko Y** (2006) SEM observation of rapidly frozen plant tissues and cells. *Proc. 16<sup>th</sup> International Microscopy Congress (1)* p 19.
3. **Kaneko Y**, Nitta K, Danev R, Nakamoto H, Nagayama K (2006) Visualization of in vivo ultrastructure of ice embedded cyanobacteria by Hilbert differential contrast transmission electron microscopy. *Proc. 16<sup>th</sup> International Microscopy Congress (1)* p 101.
4. **Kaneko Y**, Nitta K, Nagayama K (2006) Visualization of in vivo macromolecules in ice embedded whole cyanobacterial cells by Hilbert differential contrast transmission electron microscopy. *16<sup>th</sup> International Toki Conference Abstracts* p38.
5. ブルブル・ナイーマ, **金子康子** (2007) Cryo SEM observation of soybean root nodules. *日本顕微鏡学会関東支部第 31 回講演会予稿集* p112.
6. 坂本君江, 仲本 準, **金子康子** (2007) 水生食虫植物ムジナモの消化過程の観察1.プロテアーゼ活性の発現と分泌. *日本顕微鏡学会関東支部第 31回講演会予稿集* p114.
7. 山中香, **金子康子** (2007) 水生食虫植物ムジナモの消化過程の観察2.エステラーゼ活性の局在. *日本顕微鏡学会関東支部第 31 回講演会予稿集* p114.