

羽生市宝蔵寺沼ムジナモ自生水域に おける環境の変遷(1996~2000)及び ムジナモ他水生植物の放流実験

Environmental Changes of the Natural Habitat of *Aldrovanda vesiculosa* L. at Hozoji Pond, Hanyu City, 1996~2000, and Planting Experiments of Some Water Plants into the Pond

歯学部 小 宮 定 志
柴 田 千 晶

Sadashi KOMIYA and Chiaki SHIBATA
Department of Biology, The Nippon Dental University,
Fujimi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8159, JAPAN

(2000年11月17日 受理)

1. 宝蔵寺沼ムジナモ自生地の変遷

ムジナモ *Aldrovanda vesiculosa* L.は、日本固有の植物ではない。第2次世界大戦前には、ヨーロッパの中〜北東部、アフリカ中〜西・南部、インド、アジア北東部、オーストラリアに100ヶ所余りの自生地が隔在分布していた。戦後、世界経済の急速な進展に伴う自生地の消滅そして環境汚染等によって、つぎつぎと自生地が失われ、ヨーロッパではポーランドの1ヶ所を残すのみとなった。日本でも、利根川水系・信濃川水系・淀川水系・木曾川水系に十数ヶ所の自生地があったが、1960年代には羽生市宝蔵寺沼を残して、すべて絶滅した。現在、世界でムジナモの現存が確認できるのは、ポーランドの他に、アフリカ中・南部とオーストラリア北〜東部のみである。Ch. Darwin (1875) によって、葉が迅速に閉じ合わせて捕虫する食虫植物として広く世界に紹介されて以来、その形態・生理・

生態が詳しく調査研究されてきた食虫植物の代表種の一つである。

日本における最初のムジナモは、1890年5月11日牧野富太郎によって江戸川畔の水溜まりで発見された。そして、羽生市宝蔵寺沼でのムジナモは、1921年9月中頃速水義憲によって発見された。当時はまだ各地の自生地にムジナモが豊富であったため、特に、利根川の北に対峙する館林市多々良沼が国指定天然記念物(1920年7月17日指定)として有名であったため、宝蔵寺沼のムジナモは余り注目を集めなかった。ところが、1936年頃多々良沼指定区域内のムジナモは絶滅し、辛うじて周辺部で残存し続けたが、1950年4月16日小宮が貧弱な冬芽の浮上を目撃したのを最後に全滅した。かくして、日本で最後のムジナモ自生地として残った宝蔵寺沼が注目されるようになった(小宮 1989)。

宝蔵寺沼一带は、旧利根川の河床跡の低湿地帯であるため地下に水脈が走り、地下から



図1 Hozoji Pond in Hanyu City

の湧水が豊富であった。江戸時代末期に人為的に造成された掘割りで、水路が閉鎖系であったため水質が安定し、やや腐植質性で貧栄養状態が維持できたこと、そして、周囲にヨシが密生してムジナモの流出を防いだことが幸いして、生き残れたものと思われる。1964年頃、周囲には水田が広がり、夏の多雨期には水田と掘り割りの水面が一連なりとなるほど増水し、水深2 mにも達した。それでもムジナモは、他の水生植物に混じって豊産し、水田にも繁茂していた。

1946年以降、江森貫一らによる調査の結果、1949年2月に羽生市三田ヶ谷地区のムジナモが県の天然記念物に指定された。国指定の多々良沼ムジナモの絶滅を知り、当地を何とかして保護したいとの願いから、1961年4月地元有志によって“羽生市むじなも保存会”（会長は発見者の速水義憲）が発足した。保存会の2大目標の1つは、宝蔵寺沼を国指定天然記念物に格上げして自生区域を買収し、永久的な保護対策を講ずること、他の1つは、人為的な栽培増殖技術を開発してムジナモの絶種を防ぎ、ひいては積極的に個体数を殖やして、世界の研究者へ供給することであった（羽生市むじなも保存会 1963）。

1964年4月から1965年10月まで、小宮定志・清水清・石野繁・高野昇らによる宝蔵寺沼の環境調査とムジナモの生態学的調査研究が実施され、国指定へ向けての科学的データを集積して「羽生市ムジナモ自生水域の調査報告」（1966）に纏めた。ムジナモの生態（生産量・生長速度など）を科学的に明らかにした最初の報告であった。以後、現在に至るまで調査研究が継続されている。

1964年8月28日、文部省文化財保護委員会天然記念物部会委員の本田正次・武田久吉・佐竹義輔そして関係役人らによる宝蔵寺沼ムジナモの現地視察が行なわれた。一行は、前日に多々良沼を視察して、同沼のムジナモ絶滅を確認して来られた。かくして、1965年3月に多々良沼の指定解除と宝蔵寺沼の新しい天然記念物指定が決まったが、指定の公示は1966年5月4日となった。早速、国と県の補助を受けて1968年1月22日までに宝蔵寺沼ムジナモ自生区域約3ヘクタールを市が買収、引き続いて1971年までに隣接する県営羽生水郷公園用地として約7.5ヘクタールが県によって買収された。こうして、約10.5ヘクタールの土地がムジナモ自生地 of 自然環境保持のために確保された（写真1）。水郷公園は1980年に完成し、1983年11月には県営の淡水魚水族館が開館して、県北東部に新しい文化とレジャーの拠点が誕生した。

宝蔵寺沼のムジナモ保護の施策が万全に整ったかに思われるだろうが、実は、国指定のあった1966年の夏、8月14日の台風14号に伴う大雨による水害に遭い、殆どのムジナモが流失してしまった。高度経済成長期にあった当時、水田では機械化と農薬の使用が盛んとなるに伴い水質汚濁が目立ち、殊に除草剤が多用されていたため、流出を免れた僅かな



[写真説明]

1. 宝蔵寺沼ムジナモ自生地の全景 (1998年4月13日)
2. 第4実験区での放流実験 (1997年10月28日)
3. 第4実験区を覆いつくしたホテイアオイ (1999年10月19日)
4. 大雨により冠水した第5実験区周辺 (1998年9月3日)
5. ヒシが枯れた第8実験区 (1996年8月25日)
6. ムジナモの放流会 (1997年7月19日)
7. 岩瀬プール付設の足洗池で増殖中のムジナモ (1998年8月8日)

ムジナモの生存までも不可能となり、1967年秋までには自然状態でのムジナモは皆無となってしまった。誠に皮肉な結末となった訳であるが、幸い栽培によって生き残り増殖を続けていたムジナモが健在であったため絶種を免れることができた。

その後、幾度かムジナモの増殖苗を自生区域へ放流し、自生状態の復元を繰り返し試みたが、いずれも失敗に終わった。既に、沼水の汚濁が著しく、加えて、水路内での生態系の崩壊を回復させることは最早不可能であった。

1974年6月から11月にかけて文化庁の補助を受け、埼玉県教育委員会による“ムジナモ自生地環境調査団”(団長は永野巖埼玉大教授)が結成されて天然記念物緊急調査が実施された。その成果が「埼玉県史跡名勝天然記念物緊急調査報告書 第1集」(1976)に纏められた。沼水の富栄養化と水面被膜物質によるムジナモの生育阻害などが指摘された。

この報告を受けて、1976年から5ヵ年計画(後に1年延長)で文化庁と県の補助と委託を受けた羽生市教育委員会が“ムジナモ保護増殖事業に係る調査団”(団長は江森貫一と永野巖)を結成した。生物・化学・地学の各班による精細な調査研究、大がかりな底泥の浚渫と周囲の護岸工事などが実施された。魚類等の侵入と食害を防ぐため水路の一部を2重の金網で遮断した実験区3ヵ所を設置し、自家水道(井戸)を開設して各実験区へシャワー状に放水することで水質の改善を計るなどの処置が取られた。こうしてようやく、1979年の放流実験でムジナモの増殖と越冬に成功した。しかし、あくまでも人為的な保護下でのもので、自然状態での越冬とは言えないものであった。

この5ヵ年間の調査研究の成果が「ムジナモとその生育環境」(1982)に纏められた。この報告書の提言に基づき、1983年に市教育委員会が中心になって“羽生市ムジナモ保存会”(会長は小宮定志)が再発足した。併せて、継続的に自生地保全のための環境監視とムジナモの栽培・増殖を指導すべく、日本歯科大学生物学教室が市の委託を受けることとなり、現在にまで及んでいる。毎年調査報告書を提出する他、ほぼ5年毎に成果を纏めた報告を日本歯科大学紀要等に印刷して公表している(小宮・柴田 1982, 1987, 1991, 1996; 矢口・小宮 1991)。今回は、1996年から2000年までの成果を纏めたものであるが、2000年度限りで大学としての委託事業を終了するので、今までの過去の経緯をもここに記録することとした。

1984年から再び文化庁と県の補助を受けて、市教育委員会を中心に“宝蔵寺沼ムジナモ自生地—植生回復—に関する検討委員会”が組織され、自生地復元へ向けての実行段階に入った。また、水族館西側に設置した栽培用実験池と旧岩瀬小学校プールを利用した栽培池でムジナモの大量増殖を試みた。水族館では早くからムジナモの大量増殖に成功しており、市立三田ヶ谷小学校でも生徒達の“ムジナモ栽培クラブ”による増殖苗を毎年自生水

域へ放流している。

現在、宝蔵寺沼の沼水の汚濁が、ムジナモ消滅時(1966~1967年)に較べて著しく改善されたとは言え、地下湧水の激減・沼の浅化・魚類等食害水棲動物などの悪要因が増大してムジナモ等水生植物の定着と継年的な増殖・繁茂を阻止している。ここ数年間、沼水の水質そのものの富栄養化も著しくなり、食害対策の徹底と併せて緊急な施策が必要と考えられる。

食害対策として3つの方法を試みている。1つは、植物食性または雑食性の魚類(ワタカ、モツゴなど)やザリガニ、ウシガエルの幼生(オタマジャクシ)などの徹底的駆除である。かつては、動物食性の比較的大型の魚類(コイ、カムルチーなど)が生息していて食物連鎖が成立し、自生水域内は安定した生態系を維持していた。ところが釣りブームのあおりを受けて、それら動物食性魚類が選択的に釣り取られてしまい、植物食性魚類などが頂点に位置するアンバランスな水界と化し、水生植物は食害を受けて皆無となってしまったのである。

2つめの方法は、食物連鎖の頂点に位する大型の動物食性魚類を自生水域内に放流してアンバランスを是正する方策である。しかし、カムルチーやナマズの成魚を放流しても1~2ヶ月で死んでしまい定着が難しい。

3つめの方法は、水生植物が皆無の水面にムジナモだけを放流しても植物食性魚らに好餌を与えることになるだけであるから、増殖し易く丈夫で大型の水生植物(ヒシ、ホテイアオイ、ボタンウキクサなど)を大量に放流して繁茂させ、ムジナモに食害が集中するのを防ぐ試みである。1987年以降に整備された第4、第5実験区でヒシ、コカナダモ、エビモ等が、第6~第8実験区でもヒシなどが一時的に定着したかに見えたが、現在では、水面に浮かぶ水生植物は毎年放流を繰り返すホテイアオイ、ボタンウキクサのみとなってしまった。これら水生植物は、夏期間に盛んに増殖して各実験区の水面を覆いつくすほどに繁茂するため、むしろ、間引き除去している(写真2, 3, 5)。

実験区域に放流されたムジナモも夏期間は盛んに生育・増殖を続けるが、生育が停止した冬芽形成期から沈水するまで、そして、春先の冬芽浮上期に食害されて殆どが消滅してしまうため、ごく僅かな個体しか越冬して生き残れないのが現状であって、未だムジナモの継年的な増殖ができないまま試行錯誤を繰り返している。近年、水路壁の崩壊やヨシの枯死体または焼却灰の沈水によって水路は浅化の一途をたどっている。冬期には僅か水深10~20cmとなるほどで、ヒメガマやヨシの水路内への侵入を許している。

以上、宝蔵寺沼ムジナモ自生地の変遷について概略を述べたが、同自生地の歴史的な経緯については、小宮が「ムジナモとその最後の自生地宝蔵寺沼」(1989)及び「羽生市のム

ジナモと共に40年」(1995)に纏めて記録した。

2, 環境調査の結果

ムジナモの生育期である4月から12月までの間、毎月1~2回現地の環境測定を行なってきた。第1~第9実験区と岩瀬プールにおいて測定と観察を継続してきたが、本報告では、放流実験水域となる第4, 第5実験区と自然状態を保つ第7実験区そして岩瀬プールでの季節変動のみをグラフに示した。

(a) 水深 (図2)

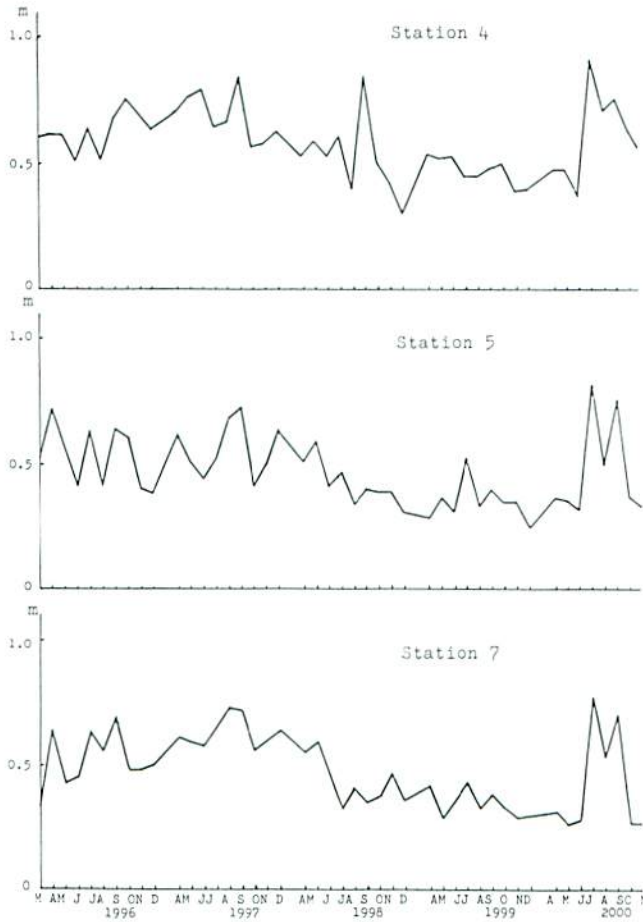


図2 Water Depth

第4, 第5, 第7実験区での測定データを図2に示したが, いずれも水深は約30 cm から80 cm 程度である。近年, 底泥の浚渫を全く実施していないため, 岸辺の崩落や枯草の沈水によって一層浅化傾向が顕著である。2000年の7月から9月にかけては高気温が続いたにも拘らず, 時折, 集中豪雨に見舞われ数日間冠水したため高値の水深が得られている。また, 冬期間も井戸水の注入が続けられているため, 極端な減水は見られない。

第2, 第9実験区での浅化が最も著しく, 殊に第9実験区では殆ど水面が埋もれてホテイアオイが根付き湿地と化したため, 1999年からは測定を中止した。第2実験区でも大雨後を除いて水深は30 cm 以下となり, 4月~5月では水深16 cm と最低値を示した。

しかし, 他の実験区では十分な井戸水の注入により水深をほぼ平常値の範囲内に維持できた。従って, 水面上被膜の出現も殆ど見られなく, 水色もほぼ通年して淡黄緑色から緑茶色を呈し, 緑藻類とミドリムシ類の多発生を裏付けている。

(b) 気温と水温 (図3)

1996年は7月中頃まで, 1997年と1998年は6月中旬まで比較的低温が続いたが, 1999年と2000年は4月中頃から暖かく, 5月下旬からは寧ろ高気温が続いた。特に2000年は, 7月以降9月まで気温30 数度と猛暑の日が連続した。しかし, 井戸水の注入が十分に継続

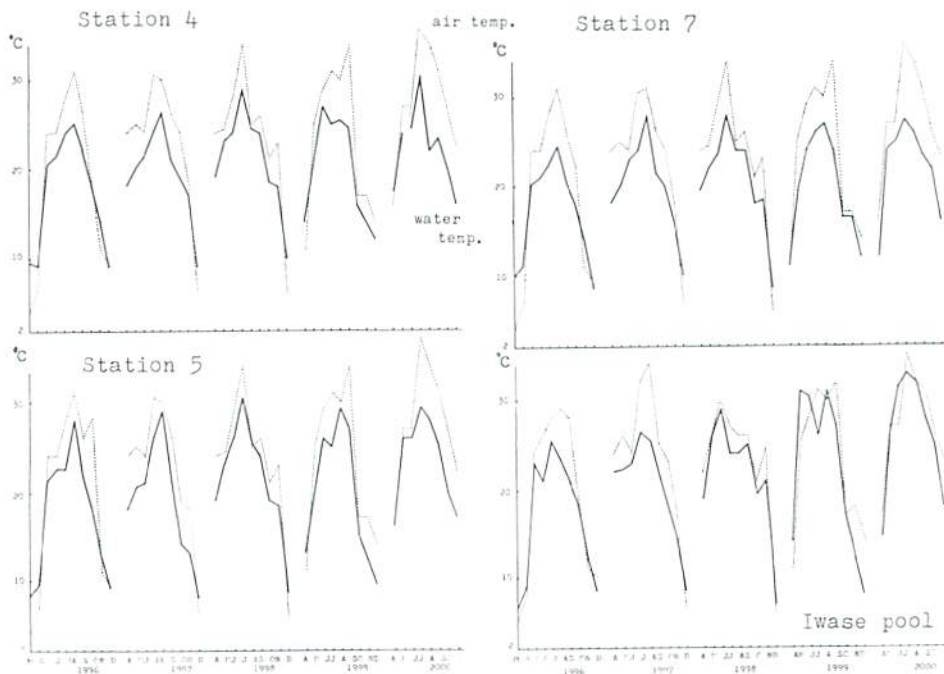


図3 Air Temperature and Water Temperature

されたことによって高気温にも拘らず底泥の分解を阻止することができ、また時折、大雨によって大量の雨水(酸性)が追加されたことによって寧ろ水質は改善され、水面上被膜の出現も殆ど見られなかった。従って、ムジナモの生育は良好で、真夏の高水温時には盛んに生育と増殖を続けることができた。

3. 化学的特性(表1~5)

(a) pH(図4)

自生水域全体では、1964年以降ほぼ同じ傾向を示し、6.4~6.6を中心として小幅の変動が見られる程度である。むしろ、1991年~1995年に比べるとやや低値(酸性)傾向を示して安定していると判断できる。

第4,第5,第7実験区での測定データを図4に示したが、ほぼpH 6~7の範囲内に納まっている。1999年12月第4,第5実験区での5.7,2000年7月第5実験区での5.8,そして、第5実験区では1996年5月の7.4,2000年5月の7.3とやや大きく変動しているが、岩瀬プールでの変動幅5.8~8.1に比べれば、まだ平常範囲にあると判断できる。

岩瀬プールでは、晩秋から初冬にかけてpH 7以上となることが多く、2000年9月には8.1の最高値を記録した。同プールでは頻繁に水を抜いて土壤の改修工事をやり、ハスやイネを植え込んで水田の様相となっているため、水質の変動幅が大きいものと推測される。

(b) 溶存酸素(DO)(図5)

季節・水温・風波などで顕著に変化しやすい要素ではあるが、1991年~1995年で見られた低値傾向の継続が見受けられ、3~5 ppmを中心に変動し、10 ppmを超えることは稀である。特に第4実験区でその傾向が顕著に見られる。1999年6月第5実験区での12.8 ppm,2000年5月第7実験区での11.6 ppmなど目立つ高値も得られているが、岩瀬プールで測定された0.8~12.2 ppmのような小刻みで大幅な変動を示すことはない。この小刻みで大幅な変動の要因は、頻繁に行なわれている土壤の改修工事(攪乱)によるものと考えられる。

第5実験区で比較的大きな変動幅が見られるが、水生植物の繁茂による高値化、そして、大雨後の冠水による低値化によるものと推測できる。しかし、第7実験区では近年水生植物が皆無であるので、その変動の原因は不明である。

(c) 化学的酸素要求量(COD値)(図6)

水質汚濁の大雑把な目安とされる数値であり、季節や天候によって影響を受け変動しやすいものであるが、10 O₂ppmを超えることは稀で、5~7 O₂ppmを中心に推移している。

表一 水質分析表 (1996)

1996年	試料水	pH	チッ素			リン	COD (O ₂ ppm)
			NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	
4月2日	St.4	6.2	0.50	0.047	1.10	0.199	5.6
	St.5	6.2	0.01	0.034	0.15	0.035	9.6
	St.6	6.2	0.70	0.024	0.85	0.185	4.6
	St.7	6.2	0.90	0.052	1.20	0.196	4.3
	St.8	6.0	0.05	0.037	0.40	0.043	6.3
	St.9	6.2	0.01	0.019	0.30	0.020	7.2
	井戸水	6.5	1.55	0.001	1.70	0.253	2.4
	岩瀬上段	6.2	0.10	0.077	0.40	0.142	8.5
	岩瀬下段	7.5	0.01	0.013	0.25	0.108	7.0
	岩瀬井戸水	6.8	1.65	0.008	2.35	0.335	3.1
	水族館池	6.6	0.01	0.033	0.50	0.137	1.3
	6月5日	St.1	6.8	0.60	0.001	0.50	0.090
St.4		6.5	0.40	0.012	0.60	0.178	5.6
St.5		7.0	0.30	0.005	0.65	0.059	6.7
St.6		6.4	2.00	0.067	2.15	0.115	4.4
St.7		6.4	0.45	0.028	0.40	0.097	4.5
St.8		6.2	1.10	0.064	1.20	0.061	5.2
St.9		7.2	0.35	0.006	0.25	0.025	10.0
井戸水		6.6	2.40	0.001	1.75	0.340	1.9
岩瀬上段		6.6	2.40	0.006	1.75	0.480	2.8
岩瀬下段		7.1	0.35	0.009	0.40	0.400	5.2
岩瀬井戸水		6.5	2.75	0.004	1.75	0.410	2.5
水族館池		7.1	0.20	0.016	0.35	0.076	1.0
8月6日	St.1	6.6	0.25	0.004	0.01	0.275	8.8
	St.2	6.5	0.20	0.008	0.01	0.080	8.2
	St.4	7.0	0.40	0.030	0.20	0.198	6.4
	St.5	7.0	0.15	0.024	0.30	0.032	7.8
	St.6	6.2	0.60	0.100	2.10	0.043	3.0
	St.7	6.5	0.50	0.001	0.20	0.208	3.8
	St.8	6.2	0.20	0.108	0.30	0.034	4.1
	St.9	6.8	0.35	0.015	0.10	0.006	12.4
	井戸水	6.65	1.65	0.011	0.70	0.248	2.1
	岩瀬上段	6.8	0.65	0.027	0.30	0.342	4.8
	岩瀬下段	7.0	0.01	0.002	0.01	0.210	5.2
	岩瀬井戸水	6.6	1.80	0.011	0.65	0.403	2.6
	水族館池	6.4	0.01	0.013	0.01	0.153	1.0
	10月1日	St.1	6.8	0.20	0.026	0.60	0.027
St.4		6.4	0.65	0.017	1.20	0.213	4.0
St.5		6.6	0.20	0.022	0.85	0.035	6.8
St.6		6.2	0.70	0.039	1.35	0.142	3.6
St.7		6.5	1.40	0.026	2.25	0.182	3.5
St.8		6.35	0.40	0.032	1.15	0.058	5.8
St.9		6.4	0.25	0.031	1.75	0.006	5.9
井戸水		6.2	1.70	0.004	2.10	0.370	2.0
岩瀬上段		6.8	0.70	0.038	1.25	0.445	3.6
岩瀬下段		6.1	0.10	0.022	0.65	0.022	3.4
岩瀬井戸水		6.5	1.85	0.025	2.15	0.512	2.8
水族館池		6.3	0.10	0.027	0.85	0.178	0.8

単位: mg/l (ppm)

表-2 水質分析表 (1997)

1997年	試料水	pH	チッ素			リン	COD (O ₂ ppm)
			NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	
4月8日	St.1	6.5	0.05	0.034	0.25	0.310	3.6
	St.4	6.45	0.85	0.043	1.55	0.310	5.1
	St.5	6.6	0.30	0.038	0.90	0.110	9.2
	St.7	6.6	0.70	0.050	2.10	0.142	5.2
	St.8	6.4	0.40	0.050	1.45	0.055	5.7
	井戸水	7.0	1.55	0.011	1.55	0.212	2.8
	岩瀬上段	6.2	0.05	0.042	1.40	0.030	5.0
	岩瀬井戸水	7.0	1.20	0.023	1.25	0.231	4.1
6月4日	St.1	6.4	0.75	0.003	0.30	0.910	13.3
	St.4	6.6	0.45	0.004	0.60	0.500	9.0
	St.5	6.4	0.55	0.004	0.60	0.040	12.4
	St.7	6.6	0.50	0.013	0.40	0.200	8.1
	St.8	6.3	0.85	0.121	1.35	0.065	5.4
	井戸水	6.8	1.90	0.007	1.80	0.385	2.0
	岩瀬上段	6.45	1.60	0.010	1.35	0.520	3.7
	岩瀬井戸水	6.45	1.95	0.002	1.65	0.520	2.8
8月13日	St.1	6.8	0.01	0.005	0.20	0.003	6.5
	St.4	6.8	0.01	0.004	0.25	0.091	5.5
	St.5	6.5	0.01	0.003	0.50	0.019	8.2
	St.7	6.4	0.25	0.024	0.85	0.113	6.0
	St.8	6.4	1.15	0.074	2.20	0.051	4.5
	井戸水	6.5	1.50	0.001	1.35	0.357	2.6
	岩瀬上段	6.6	1.15	0.001	1.20	0.520	4.5
	岩瀬井戸水	6.2	1.75	0.001	1.75	0.532	3.3
10月28日	St.1	6.2	0.20	0.001	0.83	0.017	5.0
	St.4	6.8	0.20	0.009	0.70	0.020	4.9
	St.5	6.8	0.20	0.020	1.90	0.063	11.4
	St.7	6.6	1.10	0.051	0.50	0.331	4.5
	St.8	6.7	0.25	0.015	1.15	0.101	9.1
	井戸水	7.0	1.55	0.001	0.55	0.386	2.9
	岩瀬上段	7.2	0.15	0.015	0.65	0.240	8.0
	岩瀬井戸水	7.6	1.85	0.001	2.40	0.362	3.7

単位: mg/l (ppm)

これは、1991年～1995年に比べ殆ど同じ傾向を示していると言える。

第4, 第5, 第7実験区において非常によく似たグラフを見ることができる。第4と第7実験区では、1997年6月に8～9 O₂ppmと高値を示したが、1998年4月には0.5 O₂ppmと急激に低下し、その後はほぼ5 O₂ppm前後で推移している。第5実験区でも第4, 第7実験区と同じように、1997年6月の12.4 O₂ppmという最高値を示した後、1998年4月に2.4 O₂ppmと急低減した。その後は5～8 O₂ppmとやや高めに推移している。

表-3 水質分析表 (1998)

1998年	試料水	pH	チッ素			リン	COD (O ₂ ppm)
			NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	
4月13日	St.1	6.1	0.05	0.001	0.20	0.001	0.8
	St.4	6.1	0.05	0.005	0.10	0.080	0.6
	St.5	6.0	0.10	0.008	0.35	0.038	2.4
	St.7	6.05	0.60	0.016	0.70	0.165	0.6
	St.8	6.1	0.15	0.006	0.30	0.055	2.0
	井戸水	6.2	1.60	0.001	1.50	0.049	0.3
	岩瀬上段	6.3	0.20	0.013	0.30	0.225	3.9
	岩瀬井戸水	6.7	1.70	0.001	1.85	0.490	1.3
6月17日	St.1	6.4	0.10	0.005	0.01	0.005	2.0
	St.4	6.1	0.10	0.037	0.20	0.192	5.0
	St.5	6.4	0.15	0.001	0.10	0.026	7.8
	St.7	6.4	0.15	0.005	0.10	0.165	6.8
	St.8	6.2	0.20	0.102	0.95	0.060	7.4
	井戸水	6.0	1.75	0.002	1.55	0.365	2.0
	岩瀬上段	6.45	1.45	0.025	1.50	0.520	5.4
	岩瀬井戸水	6.3	1.90	0.004	1.75	0.550	2.8
8月8日	St.1	6.3	0.30	0.020	0.50	0.020	0.9
	St.4	6.5	0.25	0.014	0.65	0.120	3.0
	St.5	6.1	0.65	0.031	1.00	0.048	6.0
	St.7	6.4	0.95	0.132	1.80	0.150	3.6
	St.8	6.3	0.90	0.014	1.05	0.082	3.1
	井戸水	6.3	1.75	0.023	2.25	0.252	1.7
	岩瀬上段	6.8	0.45	0.036	0.55	0.324	2.4
	岩瀬井戸水	6.4	0.50	0.016	0.75	0.342	2.6
10月13日	St.1	6.4	0.25	0.087	0.40	0.012	2.4
	St.4	6.4	0.80	0.107	1.20	0.149	4.8
	St.5	6.4	0.05	0.030	0.45	0.040	7.0
	St.7	6.6	0.65	0.135	1.25	0.212	3.8
	St.8	6.0	0.15	0.037	0.55	0.025	7.6
	井戸水	6.2	1.75	0.005	2.05	0.260	2.2
	岩瀬上段	6.8	1.35	0.035	1.50	0.325	3.6
	岩瀬井戸水	6.4	2.00	0.053	2.25	0.345	3.0

単位: mg/l (ppm)

自生水域に比べ、岩瀬プールでは3～8 O₂ppm 前後を推移し、余り大きな変動は見られず、1999年4月と2000年8月の9 O₂ppm が目立つ程度である。

(d) 栄養塩類 (図7～10)

溶存リン(リン酸イオン、図7)が窒素量に比べて低値(0.05 ppm以下)であることが、過去の宝蔵寺沼の特徴であったが、1991年以來上昇傾向が目立つようになった(小宮・柴田1996)。特にこの2～3年間の上昇傾向が著しく、自生水域の水質汚濁が懸念される。

表-4 水質分析表 (1999)

1999年	試料水	pH	チッ素			リン	COD (O ₂ ppm)
			NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	
4月8日	St.1	6.6	0.01	0.011	0.01	0.350	1.9
	St.4	6.2	0.80	0.032	0.95	0.357	4.1
	St.5	6.1	0.10	0.022	0.65	0.220	6.9
	St.8	6.0	0.20	0.035	0.50	0.235	6.9
	井戸水	6.8	1.45	0.002	1.40	0.294	3.6
	岩瀬上段	7.2	0.11	0.010	0.20	0.280	9.2
	岩瀬井戸水	6.4	1.60	0.001	2.00	0.473	4.9
6月9日	St.1	6.3	0.40	0.009	0.30	0.090	11.6
	St.4	6.5	0.80	0.035	0.85	0.270	7.2
	St.5	6.4	0.25	0.005	0.25	0.120	7.2
	St.7	6.0	0.90	0.037	0.85	0.255	4.8
	St.8	6.7	0.50	0.122	0.70	0.100	9.6
	井戸水	5.8	1.80	0.006	1.75	0.410	2.7
	岩瀬上段	6.4	1.35	0.037	1.25	0.600	8.4
	岩瀬井戸水	7.0	1.90	0.017	2.05	0.560	3.4
8月5日	St.1	6.6	0.70	0.065	0.80	0.453	5.6
	St.4	6.4	0.75	0.005	0.70	0.492	5.9
	St.5	6.9	0.25	0.001	0.20	0.070	7.7
	St.7	6.2	0.80	0.043	0.80	0.193	4.8
	St.8	6.4	2.35	0.042	2.00	0.069	14.5
	井戸水	6.4	1.70	0.001	1.30	0.395	2.1
	岩瀬上段	8.0	0.35	0.070	0.40	0.395	2.8
	岩瀬井戸水	6.4	2.00	0.010	1.45	0.492	2.7
10月19日	St.1	6.4	0.45	0.060	0.30	0.027	3.6
	St.4	6.1	0.85	0.050	0.90	0.215	2.3
	St.5	6.0	0.45	0.014	0.60	0.026	5.3
	St.7	6.8	1.70	0.045	1.50	0.245	3.8
	St.8	6.1	0.70	0.082	0.80	0.120	4.6
	井戸水	6.6	2.00	0.005	1.80	0.345	3.2
	岩瀬上段	6.8	0.60	0.028	0.20	0.195	6.6
	岩瀬井戸水	6.4	1.90	0.010	1.70	0.405	4.2

単位: mg/l (ppm)

第5実験区では0.10 ppm以下の期間が多いが、第4、第7実験区では0.10 ppmを大きく超える期間が多くなり、第4実験区で1997年6月の0.50 ppmと1999年8月の0.492 ppmという最大値が測定されている。この高値は、1964年~1978年間に比べ約10倍である。初め、これら高値の原因を井戸水に求めてきたが、第4実験区でのデータでは井戸水の最高値0.410 ppm(1999年6月)を凌駕しており、井戸水以外にも例えば、水鳥の侵入と糞による汚染なども考慮しなくてはならなくなった。なお、この5年間での最高値は

表一5 水質分析表 (2000)

2000年	試料水	pH	チッ素			リン	COD (O ₂ ppm)
			NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	
4月16日	St.1	5.9	0.30	0.041	0.40	0.018	4.6
	St.4	6.4	0.85	0.027	1.35	0.280	4.6
	St.5	6.2	0.25	0.037	0.80	0.180	5.6
	St.7	6.8	0.90	0.011	1.15	0.324	3.4
	St.8	6.4	0.45	0.085	0.80	0.125	5.6
	井戸水	6.1	1.65	0.001	2.00	0.344	2.1
	岩瀬上段	7.0	0.20	0.026	0.50	0.344	7.9
	岩瀬井戸水	6.7	1.75	0.005	2.50	0.445	2.8
6月18日	St.1	6.4	0.40	0.006	0.60	0.424	3.2
	St.4	6.2	0.55	0.025	0.70	0.065	4.2
	St.5	6.6	0.20	0.045	0.40	0.025	6.5
	St.7	6.9	1.05	0.025	1.30	0.090	3.6
	St.8	6.2	0.50	0.088	1.05	0.040	5.7
	井戸水	—	—	—	—	—	—
	岩瀬上段	7.2	0.75	0.053	1.10	0.192	8.5
	岩瀬井戸水	6.6	1.95	0.003	2.05	0.376	2.6
8月10日	St.1	5.6	0.30	0.035	0.25	0.008	5.2
	St.4	6.4	0.70	0.001	0.40	0.082	5.3
	St.5	6.4	0.15	0.009	0.01	0.008	7.3
	St.7	6.0	0.60	0.068	0.70	0.042	4.5
	St.8	5.9	0.40	0.095	0.60	0.009	5.0
	井戸水	6.2	1.75	0.001	1.25	0.165	2.4
	岩瀬上段	6.6	0.10	0.001	0.80	0.120	9.0
	岩瀬井戸水	5.9	1.90	0.001	1.45	0.357	3.6
10月4日	St.1	6.0	0.01	0.001	0.01	0.001	3.2
	St.4	6.2	0.50	0.002	0.60	0.070	3.0
	St.5	5.8	0.20	0.001	0.55	0.053	3.0
	St.7	6.1	1.05	0.020	1.10	0.090	3.6
	St.8	6.7	0.10	0.015	0.20	0.015	5.6
	井戸水	6.0	1.50	0.001	1.40	0.152	1.7
	岩瀬上段	6.1	0.10	0.002	0.10	0.039	4.8
	岩瀬井戸水	6.1	1.70	0.003	1.20	0.395	3.4

単位: mg/l (ppm)

1997年6月第1実験区での0.910 ppmという測定値であるが、これは一時的な人為的汚染であったようで、同年8月には0.003 ppmと改善された。

岩瀬プールでは、0.2~0.5 ppmの範囲を推移しており、1999年6月の0.60 ppmが最高値である(1991年~1995年に比べ4~5倍)。いくつかの高いピークが井戸水のリン酸量の変動と平行しているため、プール水の高値が井戸水に起因することは明らかである(小宮・柴田 1991)。

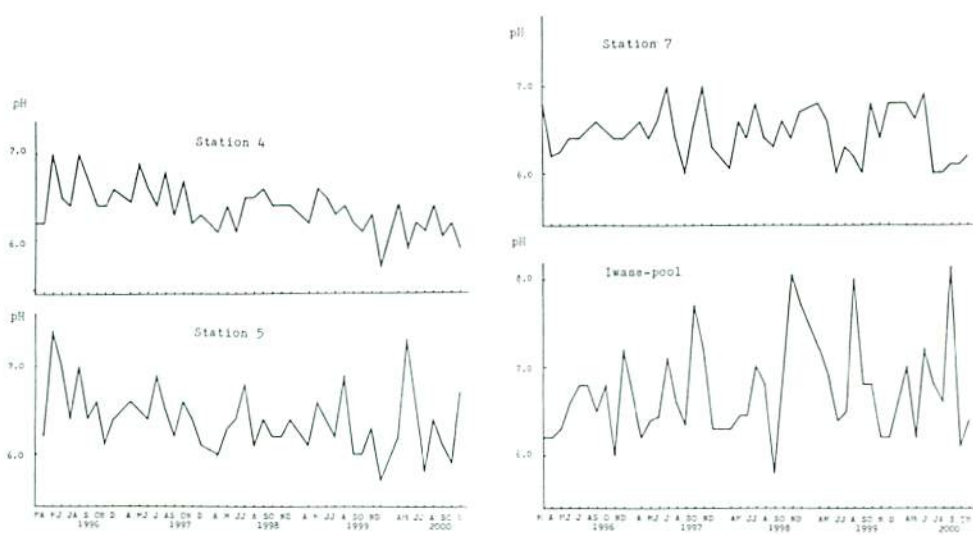


図4 pH of the Water

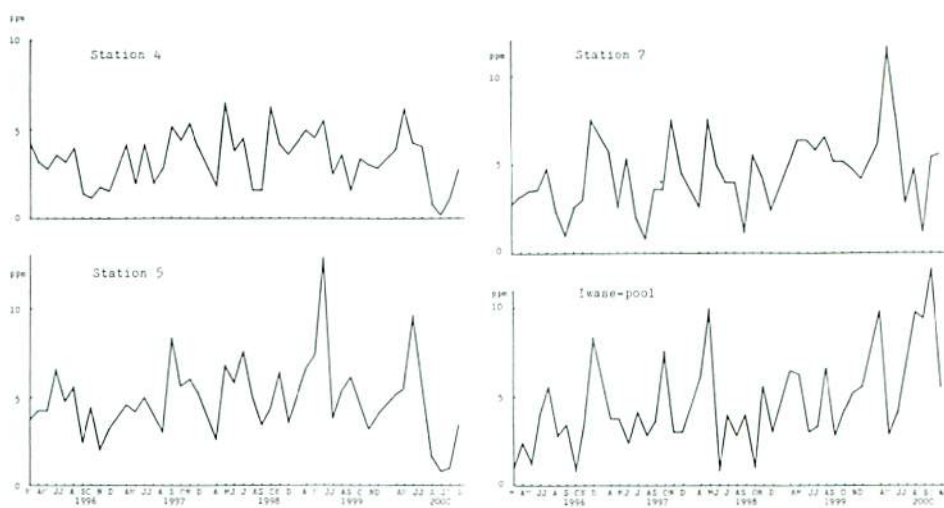


図5 Dissolved Oxygen

アンモニア態窒素(図8)は、1991年~1995年間と同様に自生水域で1.0 ppmを超える期間は少ない。特に第5実験区では全体的に低値で、0.1~0.6 ppmと変動幅が狭い。第4実験区でも0.1~0.9 ppmの範囲内にあるが、1998年10月以降は0.5~0.9 ppmと高めに推移している。それらに比べて第7実験区では0.2~1.1 ppmと変動幅が大きく、年を経るごとに高くなり(即ち、富栄養化)、1999年10月には1.70 ppmと最高値が得られている。しかし全般的には、1991年~1995年に比べ幾分低減傾向にあり、2 ppmを超えることは

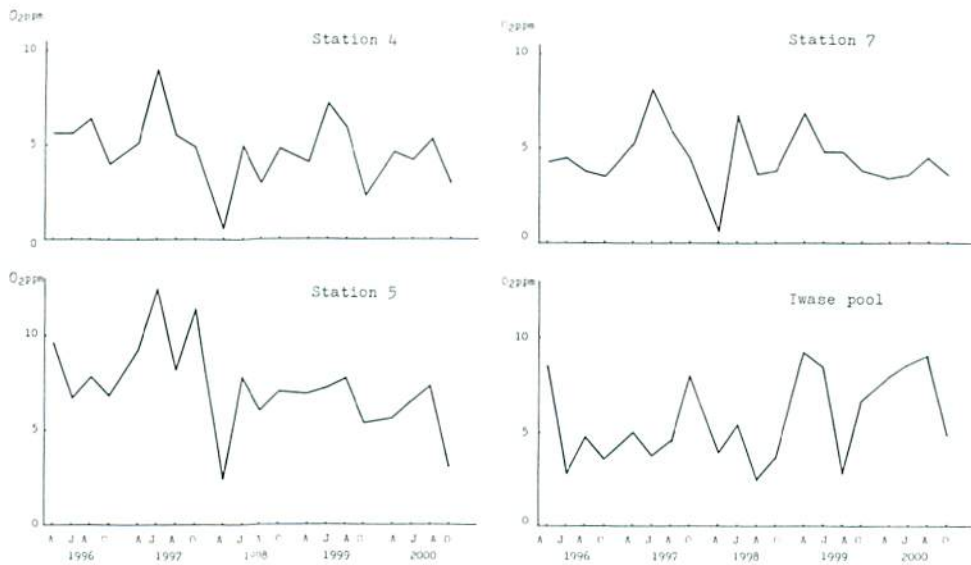
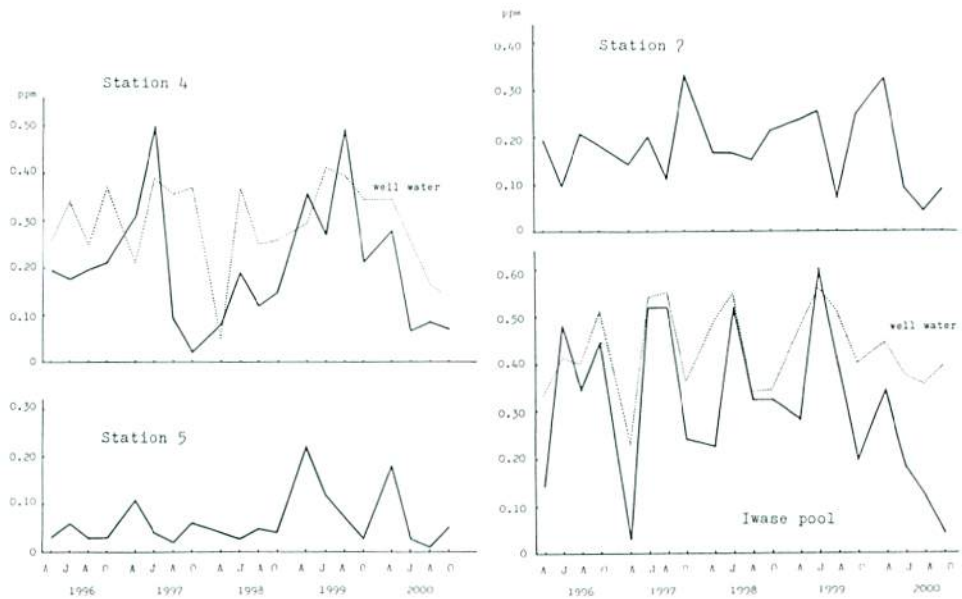


図6 COD Value

図7 PO₄-P

なかった。井戸水が1.5~2.4 ppmと高値を維持しているのに比べると自生水域全般では低減傾向(水質の改善)を示していることが明らかである。

岩瀬プールでは、井戸水の変動幅0.45~2.75 ppmに沿ってプール水も小刻みに変動し、

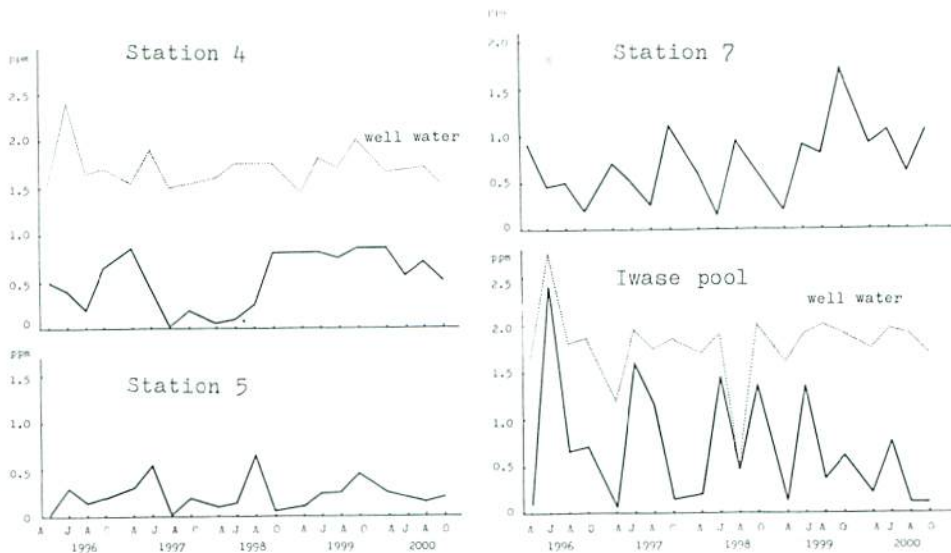


図8 NH₄-N

0.1~2.4 ppm と大幅な増減が見受けられるが、全体的にはやはり低減傾向を示している。

亜硝酸態窒素(図9)は、以前から殆ど増加することがなく全般的に少ない。0.01~0.05 ppm の範囲を推移しており、僅か1998年8月と10月に第7実験区で0.132 ppm, 0.135 ppm を測定したくらいである。岩瀬プールにおいてもほぼ同傾向で、特に井戸水では0.05 ppm 以下と、むしろプール水よりも低値を示しているのが特徴的である。

硝酸態窒素(図10)も自生水域では1.5 ppm 以下の期間が多く、1991年~1995年と同傾向を示し、全般的に低値である。特に、第5実験区では1.0 ppm 以下の期間が長く、僅か1997年10月の1.90 ppm が突出しているのみである。第7実験区での1996年10月の2.25 ppm が最高値であった。

岩瀬プールでも1.5 ppm 以下の期間が長く、全般的に低値である。自生水域と共に井戸水の方が高値を示しており、変動幅も大きい。アンモニア態窒素と同じく井戸水によって窒素分が供給されていることが明らかである。

4. ムジナモ等水生植物の放流実験経過

a. 1996年(表6)

前年12月にムジナモの冬芽の沈水が確認できたのは、僅かに第9実験区で数十個を数えたのみであった。その浮上を確認するために3月から観察を始めたが、3月8日現在で

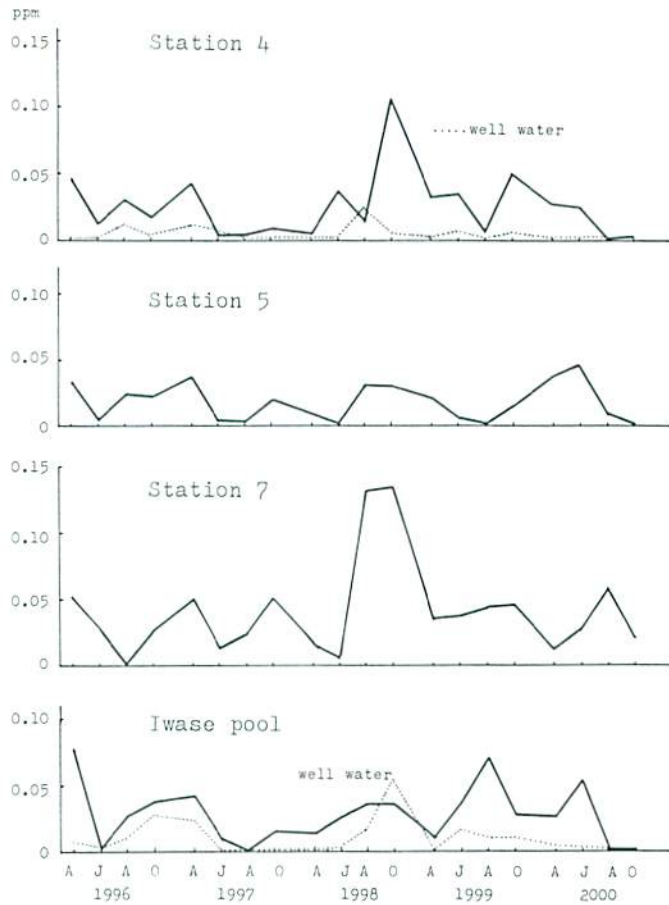


図9 NO₂-N

ムジナモ冬芽6個が浮上し、4月2日には1~2cmに伸びた8本のムジナモを観察した。しかし、5月3日までにすべて食害されて皆無となった。その後、この第9実験区は著しく減水して停留水と化し汚濁が目立つようになった。そして、6月以降はとてもムジナモの生育できる環境ではなくなってしまったため、再放流は中止した。

第4、第5実験区の水路にはムジナモ冬芽の浮上は全く認められなかった。6月初めに第4実験区内フロート2台にムジナモ数本ずつが放流され、7月6日にも三田ヶ谷小学校によって追加放流されたものなどが、7月下旬で数十本残存していた。更に、7月27日保存会による第1回目のムジナモ放流会が実施され、24台のフロート内に10~20本ずつのムジナモが放流されたが、8月初めまでに殆どが消失してしまった。しかし、大型の木枠フロート内のムジナモのみが生育と増殖を続けて、8月6日現在約800本を数え、月末に

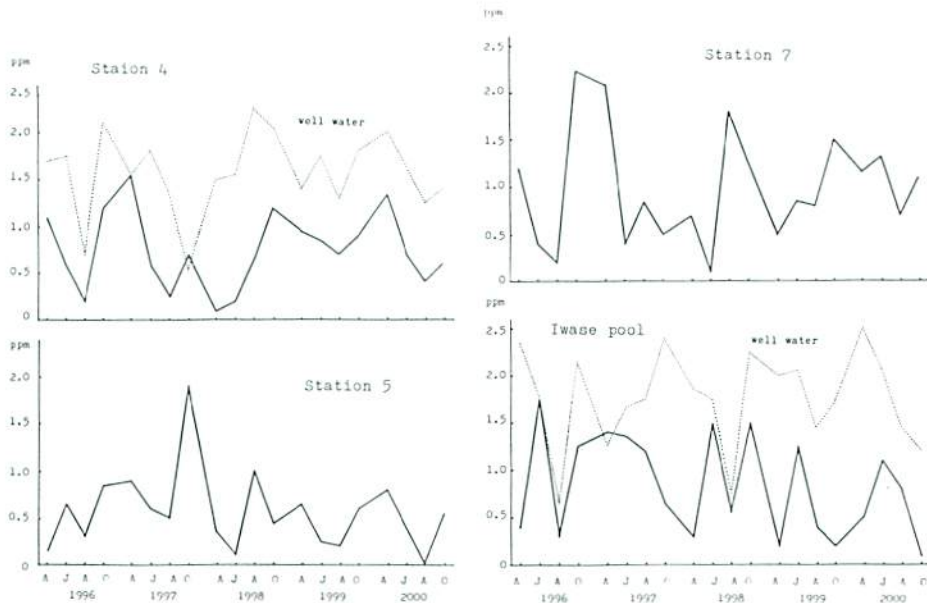


図10 NO₃-N

は約3,000本に、そして、10月1日には約2万本を数えるほどに増殖した。

10月26日の第2回放流会で更に1,300本が追加放流され、11月初めには冬芽形成が始まっていたが、合計約1万本を確認することができた。なお、第2回目放流会ではフロート5台にもムジナモ300本が放流され、いずれも12月初めには殆どの冬芽が沈水した。

第5実験区にも、7月27日の第1回放流会でフロート5台にムジナモ200本が放流されたが、月末には20本に減少し、9月には全て消滅した。

ボタンウキクサは、6月初め第4、第5、第9実験区に、そして、7月初めには第6、第7実験区へも多数が放流され、盛んに増殖を続けた。第5、第6、第7実験区では、9月上旬までに水面の90%を覆うほどに繁茂したため、10月初めに殆どを排除してしまった。僅か数十株が12月まで生存を続けた。

第8実験区では、既に定着したヒシが5月初めに30株ほど出芽し、盛んに増殖して8月には殆ど全水面を覆うほどに繁茂したが、9月になるとヒシノハマシが出現して虫害が激化し(写真5)、11月初めには浮上した葉は全滅した。

第4実験区フェンス内に設置されたコンテナ水槽にそれぞれ数十本のムジナモが越冬して伸長を始めたが、4月から5月の低気温の影響をうけて生育が止まり、殆どが消失した。5月に再度コンテナ内に放流されたムジナモ250本が、7月以降天候の回復によって漸く本格的な生育を始め、7月6日には約700本を数え、8月下旬には合計1,000本に

表一6 ムジナモモ等水生植物の放流実験経過 (1996)

1996年	3月8日	4月2日	5月3日	6月5日	7月6日	7月23日	8月6日	8月25日	9月11日	10月1日	11月8日	12月1日
station 4				ムジナモモ8本 (フロート2台)	8本と15本、 12cm長(三田ヶ 池)	数本(フロート10台、5 ~8cm長)	殆ど消滅(フロート24台、 木枠フロートに800本)	3000本、14~18長	3000本	約20000本	300本(フロート5台)放流	冬芽800(フロート4台)
				ボタンウキクサ100株(10cm長)	200株	西側水面30%をおおう	35%をおおう	20%をおおう	10%をおおう	10%をおおう	約10000本(10/26、1,300本放流)	殆ど死水
station 5				ボタンウキクサ30株 ホテイアオイ数株(枯死)	100株 消失	300株	ホテイアオイ開花、ガガブタ3群塊	西側水面の30%をおおう	60%をおおう カガブタ3群塊	30%をおおう (大多数を排除)	20%をおおう	20%をおおう
							ムジナモモ200本(フロート5台)	20本(フロート3台)	消失	消失	80本(フロート5台)殆ど枯死(10/26放流)	冬芽80本(フロート4台)
station 6					ボタンウキクサ20株	50株	水面の40%をおおう	95%をおおう(一部排除)	100%をおおう	殆ど排除	50株	60株
station 7					ボタンウキクサ100株	ボタンウキクサ100株	100%をおおう	90%をおおう(一部排除)	100%をおおう	排除	80株	150株
				300株	水面の20%をおおう	65%をおおう、開花中	80%をおおう、虫害が目立つ	100%をおおう開花中	60%をおおう	60%をおおう	ムジナモモ5本(フロート1台)殆ど枯死(10/26放流)	消失
station 8			ヒシ30株、出芽停止		水面の20%をおおう						消失	北区画200株 東区画100%
station 9	ムジナモモ冬芽6個	8本、1~2cm長	消失		50株	80株	ボタンウキクサ10株	ボタンウキクサ7群塊	20%をおおう	20%をおおう	200株	
					ボタンウキクサ10株	ホテイアオイ20株	水面の20%をおおう	20%をおおう	20%をおおう	30%をおおう	消失	
station 4	ムジナモモ冬芽60個	30本、1~2cm長	250本放流	300本、8~12cm長	700本、8~14cm長、分枝	600本、8~12cm長、分枝	水面の15%をおおう	20%をおおう	50%をおおう	70%をおおう	消失	消失
				タスキモモ1本	水槽1台に満杯	開花	開花中	1000本	2500本、10~16cm長、分枝多い	2000本、分枝	500本、冬芽形成	冬芽死水
岩瀬アール上段			ムジナモモ200本(コンテナー内)	消失	フサタスキモモ80本、30株	フサタスキモモ30株	10本、50~100cm長	10本	20本	6本	消失	
					ボタンウキクサ30株	100本	50本、14~18cm長	300本、10~16cm長、分枝	300本、12~18cm長	水面の70%をおおう	消失	消失
伊設の溶槽			ムジナモモ200本、2~3cm長	フサタスキモモ50本	150本	100本	20本	300本、10~16cm長、分枝	70本、10~13cm長	70本、10~13cm長	40本	冬芽ナベて死水
					30本	20本	20本	10本、20~60cm長	20本	20本	40本	40本

増殖し、更に、9月11日には約2,500本と最多を記録した。11月以降は冬芽形成が始まったために急減したが、12月上旬にはほぼ全ての冬芽が沈水した。

岩瀬プールでも、5月初め200本のムジナモが放流されたが、6月初めには全て消失してしまった。

b. 1997年(表7)

前年12月にムジナモ冬芽の沈水が確認できたものは、第4、第5実験区に浮かべたフロート8台と大型木枠フロート内で約4,000個を数えた。そして、本年4月初めに第4実験区の5台のフロート内で100本のムジナモが浮上し伸長しつつあるのが確認できた。ところが、5月初めには全て消失し、木枠フロート内に僅か10本のムジナモが残存するのみとなってしまう。更に、6月末まで低気温が続いたため、ムジナモを初め浮遊水生植物の生育が遅れ、幾度か追加放流が繰り返された。7月以降、天候の回復に伴って生育も改善されて漸く増殖が見られるようになり、木枠フロート内で越冬したムジナモは8月末には約2,000本にまで増えた。しかし、10月以降次第に減少し、11月には100本ほどが残り冬芽となった。フェンス内に設置されたコンテナ水槽10台でムジナモ約300本が越冬し、一時的に減少したものの再び増殖を繰り返し、9月下旬には2,500本を数えるまでに増えた。その後やや減少したが、12月初めに約1,000個の冬芽の沈水を確認した。

第1回目のムジナモ放流会が7月19日に実施され、約3,400本のムジナモが第4と第5実験区の水路に直接、そして、フロート23台に分散して放流された(写真6)。軟弱な株は間もなく消失したが、定着した多くの株が元気に生育を続け、分枝を出して増殖を始めた。8月中旬、第4実験区の水路内ではムジナモ6本を見たのみであったが、月末には50本に増えた。しかし、9月中頃にはすべて消失した。フロート8台に放流された400本余りのムジナモも生育を続けたが、その後次第に減少して、10月末にはムジナモ10本が残るのみとなった(写真2)。しかし、再び11月には80本に増え、11月18日にはフロート3台に60本が残って冬芽を形成した。

第5実験区では、水路内に直接放流された約1,000本のムジナモが1ヵ月後には全て食害されて消失した。また、フロート15台に分散して放流された約2,000本のムジナモも1ヵ月後には500本に減り、8月末には僅か80本に、そして、9月20日までには全て消滅してしまっただ。沼の周辺にホテイアオイ100株とボタンウキクサ20株が残るのみとなっただ。この年は、ボタンウキクサ・ホテイアオイ共に余り繁茂しなかつた。第4実験区で8月中旬に最大水面の30%を覆った程度であった。

第2回目のムジナモ放流会が11月1日に実施され、既に冬芽形成の完了した約4,500本

表7-1 ムジナモ等水生植物の放流実験経過 (1997)

1997年	4月8日	5月2日	6月4日	7月19日	8月13日	8月29日	9月20日	10月18日	10月28日	11月1日	11月18日	12月3日
station 4	ムジナモ100本 (フロート5台)	消失	消失	12本 (フロート2台), 400本 (フロート8台) 放流	ムジナモ6本 (水路内) 120本 (フロート10台)	130本 (フロート5台)	60本 (フロート3台)	10本 (フロート2台)	10本 (フロート3台) 冬芽形成	80本 (フロート3台)	2000本追加放流 60本 (フロート3台) 冬芽	冬芽すべて沈水 冬芽沈水 (フロート3台)
	ムジナモ10本 (木枠フロート)	5本	100本	60本	150本	2000本	2000本	230本	200本, 冬芽となり沈水始める	100本	冬芽沈水 2500本追加放流	冬芽すべて沈水
	ホテイアオイ10株	ボタンウキクサ6株 20株	消失 60株	水面の20%をおおう 水面の10%をおおう	30%をおおう 15%をおおう タスキモ100本	20%をおおう 15%をおおう	10%をおおう 10%をおおう	10%をおおう 10%をおおう	15%をおおう 50株	15%をおおう 50株	20%をおおう 50株	25%をおおう 50株
併設コンテナ水槽 (10台)	ムジナモ300本 1~2cm長	150本	700本	900本	1500本	1200本	2500本	2000本	2500本	1500本	1000本, 冬芽	1000本, 冬芽
station 5				ムジナモ1000本 (水路内) 2000本 (フロート15台) 放流	消失 500本 (フロート13台)	80本 (フロート8台), 10~15cm長 50株	消失 15株	消失 30株	消失 30株	消失 30株	消失 20株	消失 50株
station 8		ヒシ100株	40株	消失	消失							
station 9		ボタンウキクサ10株 ホテイアオイ10株	消失	消失 4株	消失							
岩瀬アール上段			フサタスキモ20本, 30~40cm長	水面の25%をおおう	25%をおおう	50%をおおう	60%をおおう	50%をおおう	50%をおおう	50%をおおう	60本 (大部分を排除)	すべてを足洗池へ移す
併設の浴槽	フサタスキモ10本 (4台)	消失			フサタスキモ満杯, 開花跡 満杯 (4台)	満杯 (4台)	満杯 (4台) タスキモ満杯 (1台)	消失 (移動) 消失 (移動)				

のムジナモが第4実験区の水路と各種フロート内に放流された。2週間後には全て沈水し、水面をアオミドロが覆っていた。

第8実験区に定着したヒシは、5月初めに100株ほどが出芽したが、7月中頃には全ての葉が食害によって消失した。

岩瀬プールでは、9月20日にムジナモ200本を放流したが、10月18日までに全て消失した。但し、フサタスキモの生育は良好で、9月中頃には水面の60%を覆うほどに繁茂した。しかし、11月中頃からは大量が間引き排除されて急減した。

c. 1998年(表8)

前年11月から12月にかけて、第4実験区内のフロート3台と木枠フロート3台(大, 中, 小)で数百本のムジナモが冬芽形成するのを確認したが、本年4月中旬に2~3cmに伸長したムジナモ6本の浮上を見たのみで、それも5月初めには全て消失してしまった。ホテイアオイも残片が残存するのみで、生育は大幅に遅れた。やはり天候不順による低気温の影響かと考えられる。6月には木枠フロート内にムジナモ10本が放流されたが、余り生育は良くなかった。7月4日、三田ヶ谷小学校によって第4と第5実験区に浮かべられたフロート7台と12台の中に、それぞれ数本から20本のムジナモ、合計で350本が放流され、莖長12~14cmで分枝を出すものもあって生育良好であった。その後、第5実験区のもの半減したが、第4実験区のものアオミドロに埋もれながらも生育を続けた。

第1回目のムジナモ放流会が8月8日に実施され、1万本近いムジナモが第4と第5実験区フロート内と直接水路へ放流された。実はその前日、京都在住の栽培家から送られてきたムジナモ約1万本が第5実験区の水路に直接放流されており、水面の可成りの割合をムジナモで占めることとなった。第4実験区内の木枠フロート(大)には、ムジナモ150本がホテイアオイと混生して元気に生育と増殖を続けていた。更に8月8日、4,000本が追加放流された。9月初めの台風による出水で水路内のムジナモの多くが流出したが(写真4)、フロート内のムジナモは、むしろ、雨水の影響によるpHの低下(酸性化)によって生育を回復し増殖を続け、9月中頃にはフロート20台に約5,000本、木枠フロート2台にも約1,800本、そして、水路内にも多数のムジナモが生育良好であった。しかし、10月中頃には激減し、水路内のもは全て消滅した。木枠フロート内に残存した約1,500本のムジナモは冬芽形成を始め、12月7日には500個の冬芽を数えることができた。小型のフロート5台には400個の冬芽が確認できた。

第2回目のムジナモ放流会が11月14日に実施され、約5,000本のムジナモが第4実験区内に浮かべられた木枠フロート3台と小型フロート5台内に放流された。既に冬芽とな

表一8 ムジナモ等水生植物の放流実験経過 (1998)

1998年	4月13日	5月2日	6月17日	7月4日	7月20日	8月8日	9月3日	9月27日	10月13日	11月3日	12月7日
station 4	ムジナモ6本 (木枠フロート2台)	消失	13本(2台)	ムジナモ110本 (フロート7台) 水面の20%をおおう	80本(7台) 55%をおおう ポタンウキクサ10株	150本 2000本放流 2000本放流	5000本(フロート20台) 30%をおおう 大量が流失 200株	1800本(2台) 水路内にも多数 は消失 水面の10%をおおう	1500本, 冬芽は消失 5%をおおう 30%をおおう	700本, 冬芽 11/14 5000本 追加放流 35%をおおう 多数	500本(3台) 400本, 冬芽 (フロート5台) 冬芽沈水 40%をおおう 減少 冬芽すべて沈水
併設コンテナ水槽 (10台)	ムジナモ500本, 2~4cm長	250本	250本	500本, 14~18cm長, 分枝	800本	2000本	2000本 初ど消失	3000本	3000本	2000本, 4~8cm長, 冬芽	冬芽すべて沈水
station 5	ホテイアオイ 残片	10株	消失	ムジナモ350本 (フロート12台) 放流 200株	100株	17000本放流 500株	消失 多数流出	200株	1000株 ポタンウキクサ10株	600株 消失	500株 タスキモ多数 (移入)
station 6								ホテイアオイ 100株	300株 ポタンウキクサ10株	水面の10%をおおう 10株	20%をおおう 10株
station 7								消失	30株	50株	50株
station 9								ムジナモ1本 水面の50%をおおう	消失 90%をおおう	90%をおおう	90%をおおう 枯れ始める
岩瀬プール上段		シヤジクモ芽 生無数	クワイ8株	10株 フサタスキモ 20本	10株 50株	10株 水面の60%をおおう	10株 70%をおおう 10株	10株 90%をおおう	10株 95%をおおう	10株 90%をおおう	10株, 枯れる 100%をおおう 枯れて沈水
岩瀬プール下段	ポタンウキクサ30株	30株	200株	100株	水面の30%をおおう	150株	50株	70株	20株 (即引き中)	100株	10株
併設の足洗池			ムジナモ350本 フサタスキモ 30本	12000本 (上段へ移入)	16000本	10000本	20000本	30000本	20000本	10000本	3000本(宝蔵寺沼へ移入)
併設の越冬池	ムジナモ200本	200本	400本	1000本	3000本	4000本	4000本	6000本	4000本	3000本	2000本, 冬芽 沈水

っている株が多く、このまま越冬できるものと思われた。

ホテイアオイは第4実験区で残片が越冬し、5月初めに一時すべて消失したかに見えたが、6月17日には120株を数え、7月末には繁茂しすぎたため間引き除去が実施された。しかし、すぐに回復して8月8日には水面の60%を覆うほどであった。第5実験区では10月中頃、約1,000株に増えたのが最多であった。第8実験区で定着したかに見えたヒシが、今年はどうとう出芽しなかった。

第4実験区フェンス内に並べられた10台のコンテナ水槽では、それぞれ30~60本、合計約500本のムジナモが越冬し、4月中旬では莖長2~4cmに生長したが、5月になってからはアオミドロが多出したため生育は悪化した。6月には各水槽内のムジナモは半減したが、7月初めには再び増加し、莖長14~18cmにまで伸びて1~2分枝を出すものも多くなった。8月上旬では、各水槽内のムジナモは150~300本を数えるほどに増殖した。9月初めの台風による出水ですべて流出したが、その後拾い集められたムジナモが生育を回復し、9月末までには合計で約3,000本を数えることができた。10月末まで増殖を続け、11月初めには合計約2,000個の冬芽を形成して、12月初めにはすべて沈水した。

岩瀬プールでは、上段のムジナモは消滅したが、プール東側の下に設置された越冬用池でムジナモ200本が越冬し、4月中旬で莖長4~8cmに生育していた。その後、足洗池にもムジナモが移入され、6月中旬には数百本を数えるほどに増殖した。7月以降は急激に増殖して2万本近くが密生する状態となり、極めて生育良好であった(写真7)。9月末には約3万本にまで増えた。6月初めまで天候不順のため日照不足と低気温が続いたが、6月末から天候が回復し気温上昇に伴って、ムジナモ等水生植物の生育は格段に改善された。その後も高気温の継続によってさらに増殖を続けることができた。まさに、本年はムジナモにとっての当たり年で多くの開花株も観察された。しかし、プール内への移入はまだ実行されていない。

岩瀬プール上段の東区画には遮光ネットが被せられ、フサタヌキモが栽培され繁茂していた。8月には西区画と中央区画にも移入されて盛んに伸長を続け、11月には上段の水面の90%を占めるほどに繁茂した。12月上旬には水面の100%を覆い冬芽形成も完了して沈水し、莖葉は枯れ始めた。

ムジナモの生育状況を把握するため、6月、7月、9月、10月の4回にわたり標本作成の方法により、各時点におけるムジナモを計測し比較検討を試みた(表9)。

その結果、6月中旬でムジナモは既に最大の生長を示した。3分枝を出した株で全長41.5cm、56葉輪を数えることができた(図11, A plant)。この3分枝のうち最長のもの(11.5cm、16葉輪)は、いつでも分けつして独立個体となりうるものである。つまり、盛んに

表一 9 ムジナモの生育比較表 (1998年)

6月17日 A plant(最大) 26.5cm, 33輪 +11.5cm, 16輪 +2.0cm, 3輪 +2.0cm, 4輪 [41.5cm, 56輪]	7月20日 A plant 34.0cm, 36輪 B plant 27.0cm, 31輪 C plant 29.0cm, 32輪 +1.5cm, 2輪 [30.5cm, 34輪] D plant 25.0cm, 29輪 +1.5cm, 2輪 [26.5cm, 31輪] E plant 23.0cm, 27輪 +2.0cm, 2輪 [25.0cm, 29輪] F plant 26.5cm, 31輪 +3.0cm, 3輪 [29.5cm, 34輪]	9月3日 A plant(St.4) 11.5cm, 25輪 B plant(St.4) 12.5cm, 26輪 C plant(St.4) 12.5cm, 21輪 +2.5cm, 3輪 [15.0cm, 24輪] D plant(St.4) 15.5cm, 29輪 +1.5cm, 2輪 [17.0cm, 31輪] E plant(Iwase) 12.0cm, 21輪 F plant(Iwase) 11.0cm, 25輪 G plant(Iwase) 10.5cm, 16輪 +2.5cm, 4輪 [13.0cm, 20輪] H plant(Iwase) 20.0cm, 25(+7)輪 +6.5cm, 12輪 +1.5cm, 3輪 +1.5cm, 4輪 [29.5cm, 44(+7)輪]	10月13日 A plant 7.0cm, 18輪 B plant 10.5cm, 24輪 C plant 10.0cm, 22輪 D plant 9.5cm, 22輪 E plant 14.0cm, 21輪 +2.2cm, 2輪 [16.2cm, 23輪]
--	---	---	---

増殖中の姿と見ることができる。

7月下旬の計測では、分枝を出さない個体では27~34 cm長で31~36葉輪をつけ、生育は良好であるものの多少節間の間伸びが見られた。分枝各1本を出す個体では、全長25~30.5 cmで29~34葉輪をつけ、むしろ、分枝なし個体よりやや小ぶりと言えよう(図11, C・D plants)。実は、この1ヶ月間に2~3分枝が既に分離独立して個体数を殖やしていたのである。余り過密状態となったため1個体の伸長が制限されて、分枝の分離独立、つまり個体数の増殖が促進され、恐らく1ヶ月で約8倍に増加したものと推測された。

9月上旬、台風のため全域が冠水して第4実験区から流出したムジナモも標本にして計測を試みた。分枝無し個体で11.5~12.5 cm長、25~26葉輪、そして1分枝を出した個体で、全長15~17 cm、24~31葉輪を数えた。やはり、分枝を出したもののの方がやや大きく

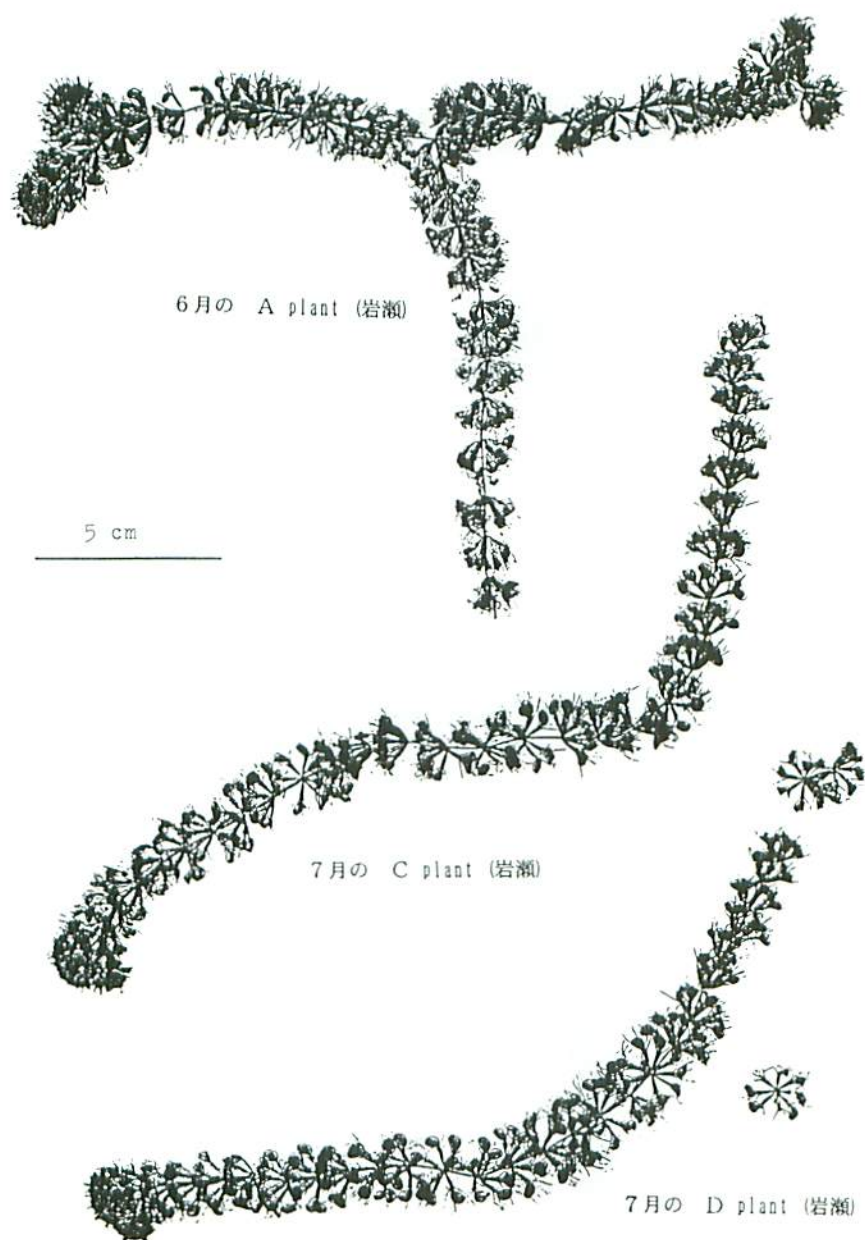


図11 ムジナモの成長記録, 1998年6月・7月

生育していた(図 12, C plant)。ところが岩瀬のムジナモでは, 分枝なし個体で 11~12 cm 長, 21~25 葉輪と第 4 実験区のものと同範囲であったが, 1 分枝を出す個体では 13 cm 長, 20 葉輪とやや劣るようだ。3 分枝を出す最大の個体(図 12, H plant)では, 全長 29.

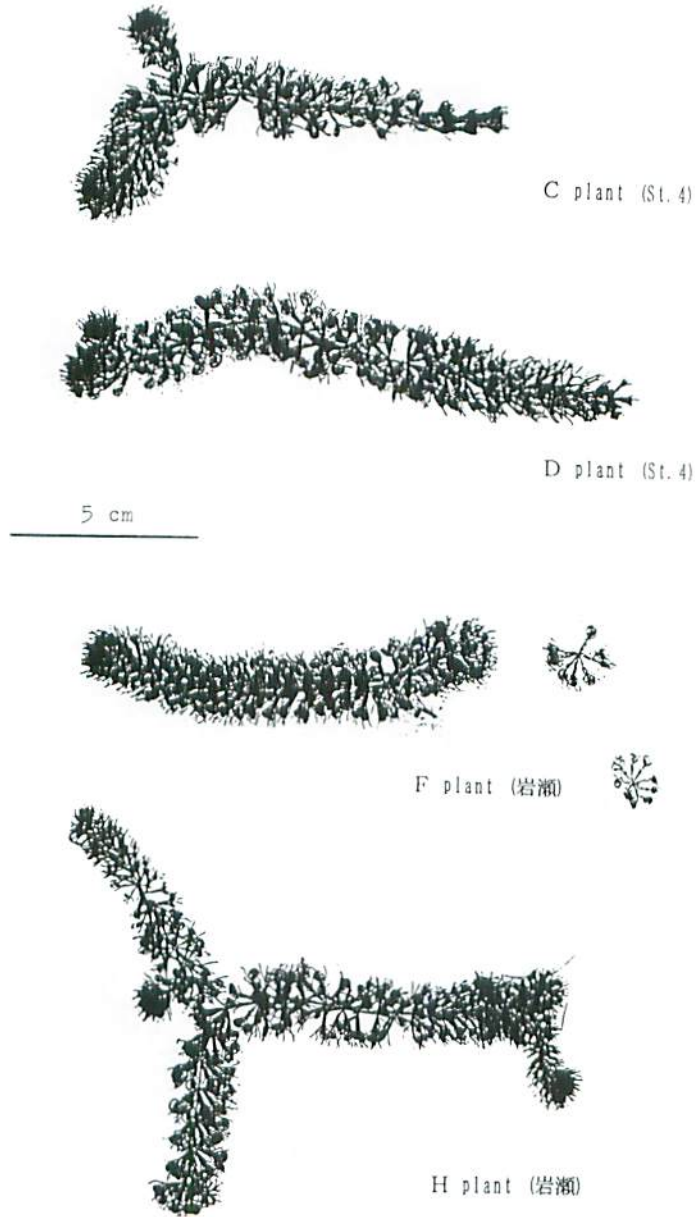


図12 ムジナモの成長記録, 1998年9月

5 cm, 44 葉輪と大きく見えるけれども、主茎は 20 cm 長、25 葉輪と間伸び傾向にあり、しかも最後尾に捕虫器を着けない痩せた 7 葉輪（上記の数に含めない）を持っていた。

10 月中旬には殆ど生育は止まり冬芽形成期に入ったようで、分枝する個体は少なく、全

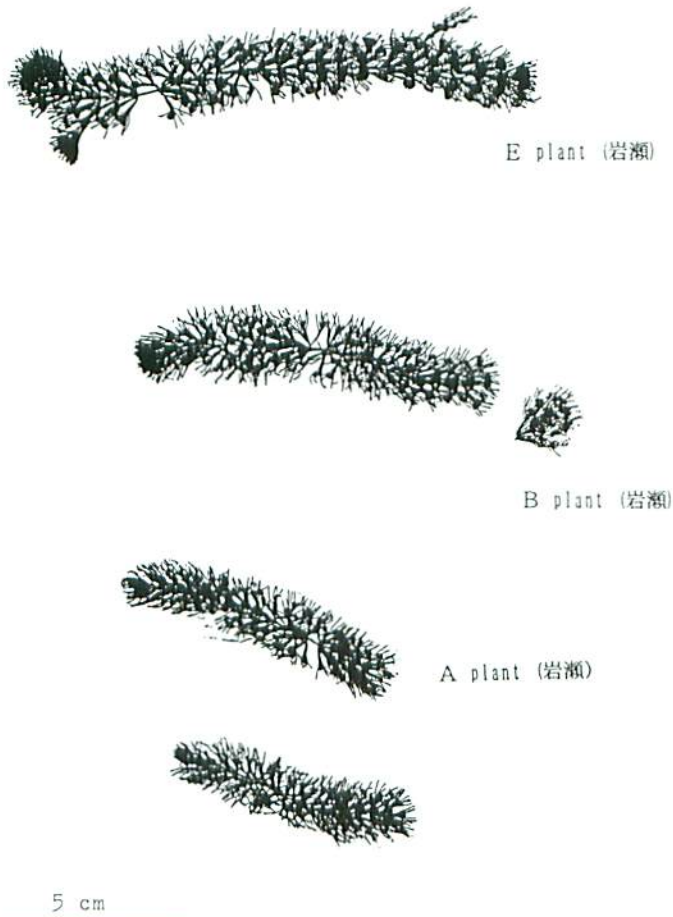


図13 ムジナモの成長記録, 1998年10月

長でも7~16.2 cm, 18~24 葉輪と幾分短縮した(図13)。

d. 1999年(表10)

前年の11月14日, 第2回目の放流会で約5,000本のムジナモが第4実験区内へ, いろいろな方法で放流された。殆どのムジナモは既に冬芽を形成しており, 12月上旬にはすべて沈水した。そして本年3月までに数百本のムジナモが浮上したが, 食害がひどいためフェンス内に並べられた9台のコンテナ水槽に回収して栽培された。4月中旬から暖かい好天が続いてムジナモの生育も順調となったため, 4月末各種フロート内と直接水路に20~80本ずつのムジナモを移入してみた。しかし, 5月から6月にかけて5回も盗難に遭

表一10 ムジナモ等水生植物の放流実験経過 (1999)

1999年	4月8日	4月28日	5月12日	6月9日	7月14日	8月5日	8月7日	9月11日	10月19日	11月19日	12月8日
station 4	併設コンテナ水槽 (9台)	ムジナモ400本, 3~4cm長	ムジナモ20本 (水路内) ムジナモ80本 (フロート6台) ムジナモ60本 (木枠フロート)	30本, 3~5cm長 消失	消失 (腐爛)	8月5日 1000本 (放流) 800本 (フロート9台) 850本 (木枠フロート3台)	8月7日 1000本 800本, 12~18cm長, 分枝 850本	9月11日 3000本 600本 200本	10月19日 消失 500本 3000本, 12~18cm長, 冬芽形成	11月19日 400本 (フロート3台) 1500本 冬芽完成	800本, 冬芽沈水 900本 タスキモ, 多数, 冬芽70%をおおう 半数枯死
併設コンテナ水槽	ムジナモ400本, 3~4cm長	450本, 5~7cm長	150本 (5台)	170本 (5台)	350本 (9台) (7/3三田谷小放流分)	800本 タスキモ多数 (1台)	800本	2000本 (9台) 満杯 (1台)	600本	1000本, 冬芽完成	800本, 冬芽沈水
station 5											
station 6		ホテイアオイ 20株	6株	60株	水面の30%をおおう	15%をおおう (多量を排除)	15%をおおう (多量を排除)	20%をおおう	80%をおおう ポタンウキタサ 18%をおおう	ムジナモ1800本, 冬芽 (フロート10台) 10/30 3000本 放流したもの85%をおおう 10%をおおう	激減 (st. 4へ移入) 80%をおおう 5%をおおう
station 8					ホテイアオイ 50株	150株	150株	200株	20%をおおう	80%をおおう	85%をおおう 枯れ始める
岩瀬プール上段		フサタスキモ 200本放流	引上げる		ホテイアオイ 10株流入				20%をおおう 開花中	15%をおおう	枯死
併設の足洗池		フサタスキモ 50本	クワイ出芽	20株	20株	20株	13株	フサタスキモ 80本 20株	消失	20株	20株, 枯死
		ムジナモ2000本砂にうずもれる フサタスキモ 50本	3000本 (コンテナ内へ移入) (移入)	3000本 (コンテナ内へ移入) (移入)	1000本	3000本, 開花中	3000本	3000本	500本	20株 (越冬池へ移入)	200本, 枯死
併設の越冬池			ムジナモ300本 5~12cm長, 分枝	200本, 12~16cm長, 分枝	1000本	3000本	3000本	1500本	400本	150本 (浴槽へ移入) 1000本, 2~3cm長	浴槽3台満杯 200本, 冬芽

い、特に6月26日には大量のムジナモとタスキモが盗まれる事件が発生して皆滅に近い状況となった。

7月3日に三田ヶ谷小学校の生徒達によって350本のムジナモが、7月31日には保存会による第1回目の放流会が実施されて3,460本のムジナモが、第4実験区内の各種フロート内や直接水路にも放流された。連日の高気温によってムジナモの生育は順調で増殖を続け、8月5日現在で、木枠フロート(大)に500本、木枠フロート(中)に200本、木枠フロート(小)に150本、小型フロート9台に各70~100本、そして、水路内に約1,000本のムジナモが確認された。茎長12~18cmで分枝を出すものも多いが、先端の緑色部は1~3cmとやや短く、汚れが目立つものの生育は良好である。8月14日の大雨による出水で大半が流出したが、その後好天に恵まれて回復した。9月11日現在でムジナモは、7cm長で13葉輪をつけるものから、15cm長24葉輪で1.5cm長4葉輪の1分枝をつけるものまでが観察された。

第2回目の放流会が10月30日に実施され、約3,000本のムジナモが10台のフロート内に浮かべる方式で第5実験区に放流されたが、12月には全て第4実験区に移されて浮かべられた。放流時既に冬芽形成を始めていたが、12月上旬では半数の冬芽が沈水した。結局、第4実験区で越冬態勢に入ったムジナモは約1,700本を数えることができた。

第4実験区のフェンス内に並べられた9台のコンテナ水槽では、それぞれ数十本のムジナモが越冬し、4月上旬には茎長3~4cmにまで伸びて分枝を出すものも見られた。そのまま順調に生育し増殖することを期待したが、残念ながら数回の盗難によって殆ど皆滅した。7月初め各水槽に30~40本ずつのムジナモが追加放流され、以後順調に生育を続け、8月上旬には各水槽内のムジナモは50~100本を数え、8月14日の出水の影響も軽微で、9月には各々200本余りに増殖した。12月上旬には各水槽内のムジナモ70~100本は冬芽となって沈水し始めた。

ホテイアオイだけは生育旺盛で、9月には第4実験区の全水面を覆うほどに繁茂した(写真3)。第5実験区でも、10月には水面の80%、11月には85%を覆うほどに、そして、第6実験区でも11月に水面の80%、12月には85%を覆うまでに繁茂した。

岩瀬プールでは、前年既に上段のムジナモは絶滅していたが、足洗池と越冬池(プール東側外郭に設置)で数千本のムジナモが沈水した。3月末に足洗池で約2,000本のムジナモが浮上したが、隣接するグラウンドから飛来した石灰混じりの砂に埋もれたりして全滅した。その後、改修工事を行なって再放流を試み、8月上旬にようやく約3,000本のムジナモを数えるまでに回復することができた。越冬池では数十本のムジナモが生き残り、これも8月には約3,000本にまで増殖した。平均的な株で茎長19.5cmで29葉輪(開花株)、

19 cm で 31 葉輪 + 3 cm で 4 葉輪 (1 分枝), 主茎が 17 cm で 26 葉輪 + 5.5 cm で 8 葉輪 + 1.5 cm で 2 葉輪 (2 分枝) を測定した。9 月には, 最大 24 cm で 32 葉輪をつけるものを観察した。10 月には足洗池で 500 本に, 越冬池で 1,000 本に減少し, さらに, 11 月には越冬池の 1,000 本を残すのみとなった (10 月 30 日の放流会に提供したため)。12 月上旬には大部分の冬芽が沈水し, 200 本程が残って浮かんでいた。

e. 2000 年 (表 11)

前年 10 月 31 日, 第 2 回目の放流会で約 3,000 本のムジナモが第 5 実験区に浮かべられたフロート内に放流されたが, 冬芽形成までにすべて第 4 実験区内へ移入された。第 4 実験区では, 11 月中旬に約 5,500 本のムジナモが冬芽を形成し, 12 月上旬でも 2,000 個近い冬芽の沈水を確認した。そして本年 4 月中旬, 第 4 実験区において各種フロート内に合計約 600 本のムジナモが浮上して生育を始めた。その後, 急激に食害が目につくようになったため, 5 月にはすべてのムジナモを地上のコンテナ水槽に収容した。

7 月 1 日, 三田ヶ谷小学校の生徒達によってムジナモ 150 本が第 4 実験区に浮かべたフロート内に放流された。7 月 6 日の台風による大雨でも流出せずに残り, 生育を続けた。7 月 29 日には保存会による第 1 回目の放流会が実施され, 約 1,500 本のムジナモが第 4 実験区に浮かべられたフロート 31 台と木枠フロート 3 台に分散して放流された。幸い, 7 月以降連日 30°C を超える高気温が続き, ムジナモの生育は極めて良好で増殖を続け, 8 月末には全てのフロートを満杯にするほどに増殖し, 直接水路にも数百本のムジナモが浮かんでおり, 総数 4,000~5,000 本と推計できた。茎長 20~25 cm にも伸びて分枝を出す個体も多く確認された。本年は水面に浮遊するホテイアオイを殆ど排除せず, 水面全体を覆いつくすほどに繁茂させたため, ムジナモにとっては適度の日陰ができて好結果をもたらしたものと考えられる。

8 月 29 日, 生育状況を比較するため第 4 実験区と岩瀬プール上段及び足洗池にて生育中の放流ムジナモをランダムに採取し, 標本作成の方法により計測を試みた (表 12)。その結果, 第 4 実験区で生育中のムジナモと岩瀬プール上段で生育中のものでは殆ど差が見られず, 平均的な個体で 12.5~21.0 cm 長, 22~34 葉輪, 葉輪の直径 2 cm で節間も詰まり, 全体に黄緑色を呈して元気に生育していることを示していた (図 14, 15)。それらに比べ足洗池で生育中のムジナモは, 11.5~13.5 cm 長, 18~22 葉輪, 葉輪の直径 1~1.5 cm で節間もやや間伸びし, 植物体も暗緑色を呈して余り元気な姿とは思えない (図 16)。池上面全体に寒冷紗を張り常時 50% 以上遮光しているための結果と考えられる。やはり, 元来熱帯産のムジナモにとって高気温と十分な日照が必要であることが分かる。

表一11 ムジナモ等水生植物の放流実験経過 (2000)

2000年	4月16日	5月24日	6月18日	7月11日	8月10日	8月29日	9月19日	10月4日	11月5日
Station 4	ムジナモ80本 (木枠フロート 2台) ムジナモ480本 (フロート6台)	消失		7/1 ムジナモ 150本放流(三田 谷小) 7/29 ムジナモ 1500本放流	ムジナモ300本 (木枠フロート 3台) 4000本 (フロート31台)	600本	1000本	2000本	2000本 冬芽形成中 5000本
併設コンテナー水槽 (10台)		ホテイアオイ 100株	水面の40%をお おう	100%をおおう	100%をおおう 開花中	100%をおおう 開花中	100%をおおう 残花	98%をおおう (一部を排除)	1300本追加放流 (フロート7台) 80%をおおう (一部を排除)
Station 5	ムジナモ120本	350本(8台) タヌキモ数十本 (2台)	240本(8台) 100本(2台)	500本 100本	800本(10台) 100本	1000本 80本	1200本 60本(1台)	2000本(11台) 60本	1500本 50本
Station 2	ホテイアオイ枯 死体水面の80% をおおう	100株	水面の20%をお おう	ホテイアオイ 200株	水面の20%をお おう	80%をおおう 開花中	100%をおおう 開花中	100%をおおう 開花中	100%をおおう
Station 6				ホテイアオイ60 株	水面の15%をお おう	40%をおおう	100%をおおう	100%をおおう	100%をおおう
Station 8					ホテイアオイ20 株	60株	80株	100株	500株
岩瀬プール上段					ムジナモ400本 (イネの間に) フサタヌキモ 100本	300本 1000本	20本 1000本	消失 1500本	なし(すべて宝 蔵寺沼へ移入)
併設の見洗池		ムジナモ400本	1000本 フサタヌキモ満 杯	600本 水面の80%をお おう	3000本 50%をおおう	400本 90%をおおう	2000本 300本	1500本 80%をおおう	消失 80%をおおう
併設の越冬池	ムジナモ200本	80本	300本	300本	400本	3000本	4000本	6000本	15000本 冬芽形成中
併設の浴槽	フサタヌキモ 100本(3台)	100本	200本	200本	100本	200本	300本	300本	200本 まだ緑色

表-12 ムジナモの生育比較表 (2000年8月29日)

第4実験区	岩瀬プール上段 ^{a)}	岩瀬プール足洗池 ^{b)}
A plant	E plant	H plant
15.5cm, 25輪	16.5cm, 26輪	12.0cm, 18輪
+4.0cm, 7輪	+1.5cm, 2輪	
+1.5cm, 2輪		I plant
	F plant	11.5cm, 21輪
B plant	16.0cm, 27輪	
18.5cm, 29輪	+2.5cm, 3輪	J plant
		7.5cm, 16輪
C plant	G plant	
9.5cm, 15輪	12.5cm, 22輪	K plant
		10.0cm, 17輪
D plant		+3.5cm, 5輪
7.5cm, 17輪		
	^{a)} イネの株間にフサ タヌキモと共に浮遊	^{b)} 寒冷紗を張り50% 以上遮光

9月17日、台風による大雨で自生水域全体が冠水したが、第4実験区内のムジナモは流出することなく、また、コンテナ水槽内のムジナモも拘いだされて保護されたため流出を免れた。10月上旬ではフロート31台と木枠フロート3台内にムジナモ約7,000本、コンテナ水槽11台内に約2,000本、総計約9,000本のムジナモが元気に生育と増殖を続けている。

第2回目の保存会によるムジナモの放流が11月5日に実施された。既に冬芽を形成したもののや、まだ緑色部が生育中のもの1,380本が第4実験区に浮かべられた7台のフロート内に放流された。このまま冬芽を完成して越冬するものと思われる。既存の木枠3台と小型フロート31台そしてコンテナ水槽内で生育中のものと合わせて約1万本のムジナモが越冬態勢を整えたこととなる。

ホテイアオイは、第2実験区で枯死体が水面の80%を覆ったまま越冬し、5月には100株が再生し、6月には水面の20%、7月には80%、そして、8月以降は100%を覆いつくすほどに繁茂した。第4実験区では5月下旬に100株が放流され、6月に水面の40%、7月以降は100%を覆うほどに繁茂してフロート類を覆い被す状況であった。第5実験区には7月に200株が放流され、8月中頃には水面の20%、9月以降は100%を覆うまでに繁茂し盛んに開花し続けた。第6実験区にも7月に60株が放流され、8月末には水面の40%を、そして、9月以降は100%を覆うほどに繁茂した。第8実験区には、8月中頃20株が放流されたが、10月には100株ほどに増殖、11月には数百株を数える程に増殖した。この夏は特に高気温が長く続いたためムジナモと共に生育期間が長引き、盛んに増殖を続け

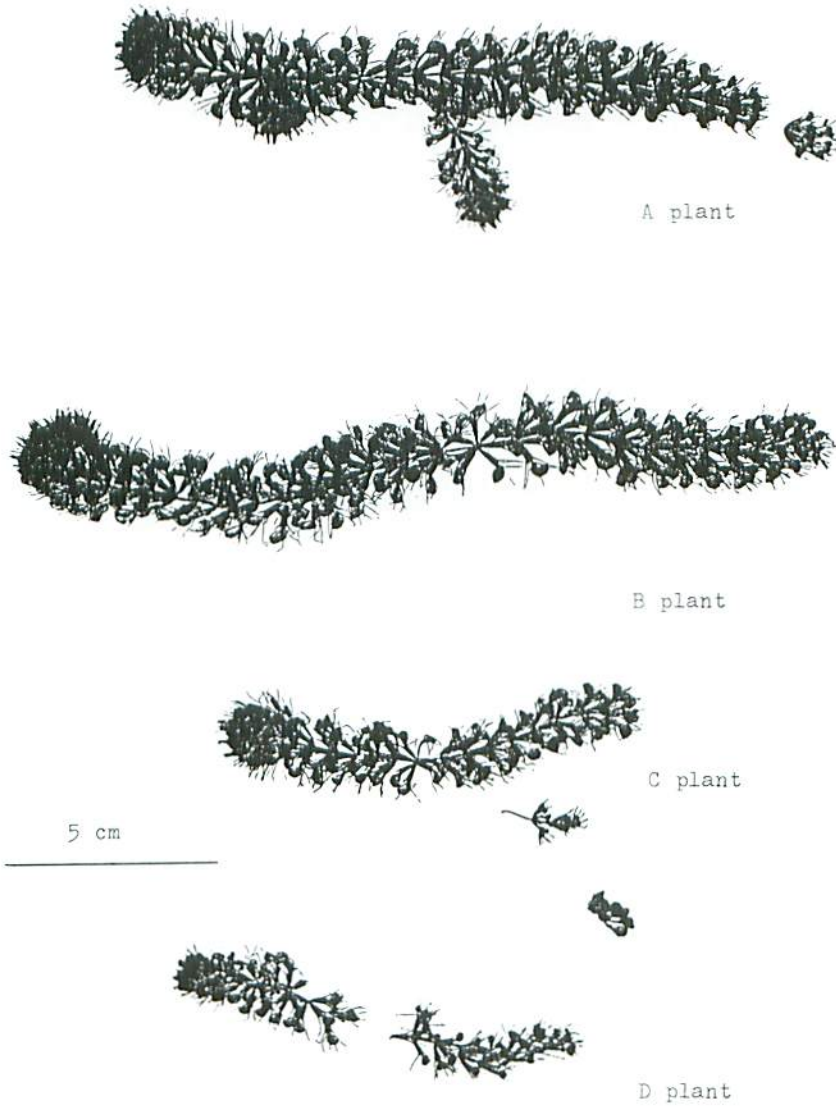


図14 ムジナモの成長記録，第4実験区（2000年8月）

た。

岩瀬プール上段で8月初めムジナモ 400本とフサタヌキモ 100本ほどがイネの株間に放流された。ムジナモは9月には20本に減り，10月にはすべて消失した。しかし，フサタヌキモはその後も増殖を続け，10月には約1,500本が大きな株となり水面をうずめた。11月初め，イネの刈取りに合わせてフサタヌキモの全てを宝蔵寺沼へ移入した。

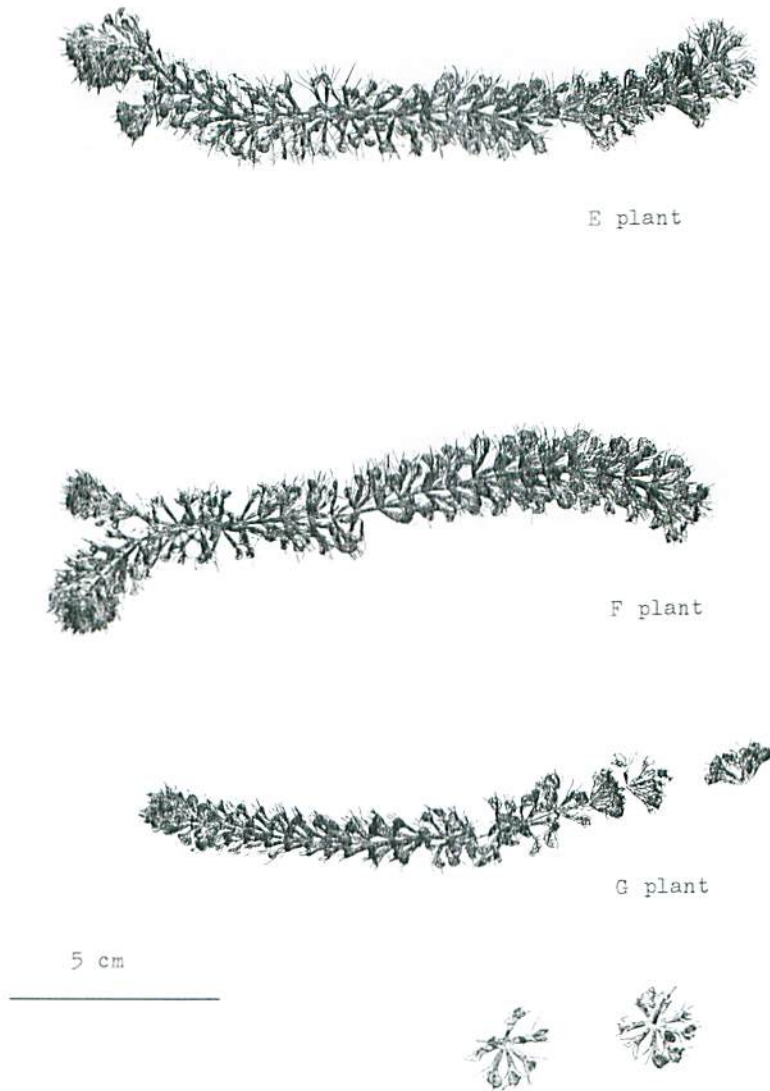


図15 ムジナモの成長記録，岩瀬プール上段（2000年8月）

足洗池西区画のムジナモは5月に400本を数えたが、6月には約1,000本、7月にやや減少して600本、そして、8月には再び増加して約3,000本から4,000本となった。しかし、9月には約2,000本、10月には1,500本、11月にはアオミドロの多出によって全滅した。

越冬池では、4月に200本のムジナモが浮上して生育を始めたが、5月には80本に減少

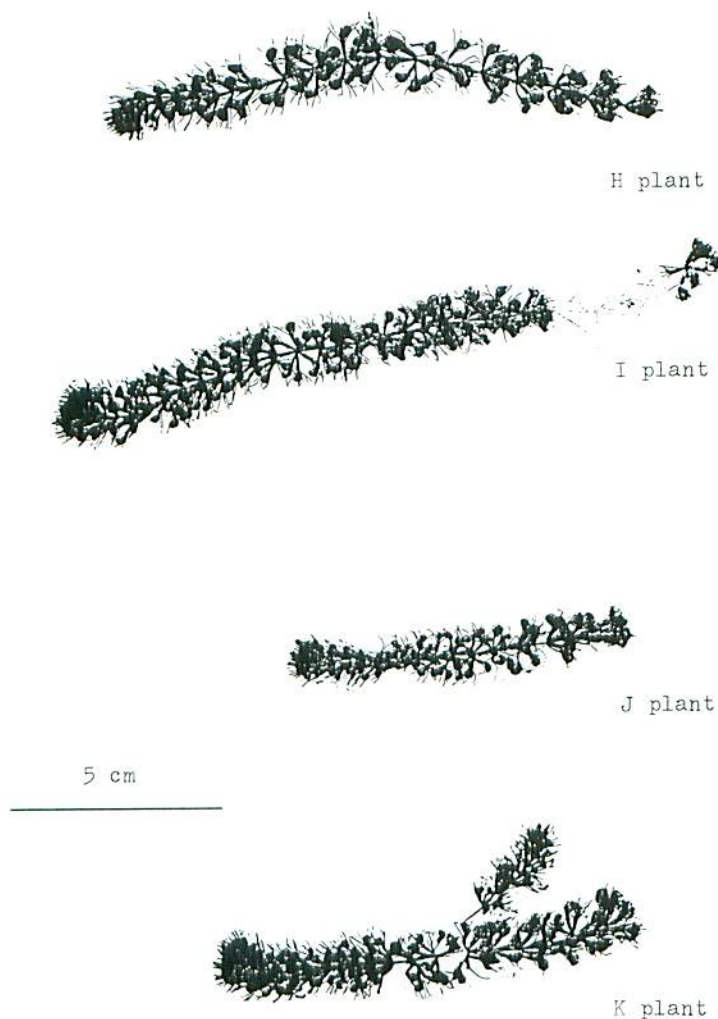


図16 ムジナモの成長記録，岩瀬プール足洗池（2000年8月）

した。6月からはやや増加し，8月初めには400本を数えた。その後急に増殖を続けて，9月には4,000本，10月には約6,000本を数えた。但し，池の遮光が継続されているため植物体は細くて短く，余り元気な姿ではない。それでも11月には約15,000本に殖えて冬芽形成中である。

5. 謝辞

この調査・研究は、羽生市教育委員会の委託を受けて継続することができました。教育長初め同教育委員会生涯学習課の諸氏に心から感謝致します。また、宝蔵寺沼ムジナモ自生地回復に関する検討委員会、羽生市ムジナモ保存会、県営さいたま水族館、市立三田ヶ谷小学校の関係者皆様からも絶大なご支援をいただきました。改めて心から厚く御礼申し上げます。

6. 引用文献

- 小宮定志 (1966) 羽生市ムジナモ自生水域の調査報告, 植物趣味 27 (3): 5~13
- 小宮定志 (1989) ムジナモとその最後の自生地宝蔵寺沼, 日本歯科大学紀要 18号: 97~143
- 小宮定志 (1995) 羽生市のムジナモと共に 40年, 食虫植物研究会誌 46 (3) 66~70
- 小宮定志・柴田千晶 (1982) 羽生市宝蔵寺沼ムジナモ自生水域における環境の変遷とムジナモの生長量, 日本歯科大学紀要 11号: 263~178
- 小宮定志・柴田千晶・桜井謙一 (1987) 羽生市宝蔵寺沼ムジナモ自生水域における環境の変遷 (1982~1986) 及びムジナモ他水生植物の放流実験, 日本歯科大学紀要 16号: 221~241
- 小宮定志・柴田千晶 (1991) 羽生市宝蔵寺沼ムジナモ自生水域における環境の変遷 (1987~1990) 及びムジナモ他水生植物の放流実験, 日本歯科大学紀要 20号: 93~120
- 小宮定志・柴田千晶 (1996) 羽生市宝蔵寺沼ムジナモ自生水域における環境の変遷 (1991~1995) 及びムジナモ他水生植物の放流実験, 日本歯科大学紀要 25号: 97~129
- Darwin, Ch. (1875) *Insectivorous Plants*, London
- 永野巖, 他 (1976) 宝蔵寺沼ムジナモ自生地, 天然記念物緊急調査報告 (埼玉県史跡名勝天然記念物調査報告書 第1集), 埼玉県教育委員会, 1~64
- 羽生市教育委員会編 (1982) ムジナモとその生育環境
- 羽生市むじなも保存会 (1963) 羽生市のムジナモ
- 矢口孝悦・小宮定志 (1991) 国指定天然記念物宝蔵寺沼ムジナモ自生地保護増殖事業報告書, 羽生市教育委員会