

{ 農工研技報 204 }
{ 43 ~ 52, 2006 }

希少な沈水植物が生育する小規模ため池の環境特性と管理水準

- 香川県仲多度地方のため池を事例として -

嶺田拓也*・石田憲治*・廣瀬裕一*

目 次			
緒 言	43	2 対象沈水植物の発生動態	47
調査地域及び調査方法	43	3 調査ため池の環境特性	47
1 調査地域	43	4 管理水準と沈水植物動態との関連性	49
2 調査方法	45	結 言	50
結果及び考察	45	参考文献	50
1 ため池維持管理の状況	45	Summary	52

緒 言

水田やその水源を中心とした農村の水辺環境は様々な生物の生息場所を提供する貴重な空間である。降水量が少ない地域の利水環境の安定化のために整備されてきたため池も、希少な水生植物を含むさまざまな生物の生息場所として、農村における生物保全機能に貢献してきた(國井, 2004)。ため池の生物多様性を考えていく上で、水生植物の存在は他の動物群集の成立や構成に大きく影響を及ぼすことが指摘されており、特に、浮葉植物や沈水植物の存在はトンボ群集などにとって種構成を規定する大きな要因となっている(上田, 1988)。

ため池に見られる水生植物の多様性は、近年、各地でジュンサイやヒツジグサなど貧栄養下で生育する浮葉植物の減少、クロモやタヌキモなど沈水植物の衰退が報告(浜島, 2003)されるなど、全般に減少傾向にある。さらに、耕作放棄の増加や灌漑体系の変更等により、従来のため池灌漑地域においても特に貯水規模の小さいため池を中心に利用廃止や管理放棄が進んでおり、ため池の管理水準の低下が水生植物相の生息環境の悪化や消失を招くことが懸念されている。貯水量2,000m³未満の小規模ため池には、全国的に減少の著しい浮葉植物や沈水植物を中心に、全国版あるいは地方版レッドデータブックで絶滅危惧種として掲載される種類も多く生育する(嶺田ら, 2004)。特に生活史の多くを水中で過ごす沈水植物は、堤体や池敷の改修などの大きな環境の変化だけで

なく、利水回数や草刈りの減少等に伴うわずかな環境の変化に対し敏感な反応を示すと考えられ、沈水植物の動態や生育条件などを解明することは、ため池の生物多様性を保全する上で重要である。

そこで、ため池密度が7.79カ所/km²と日本有数のため池分布県である香川県(浜島, 2001)の仲多度地域を事例に、特に環境の変動に敏感な希少な沈水植物の生育環境条件を明らかにすることを試みた。具体的には、沈水植物の中でも根生葉のみで水中茎をほとんど伸張しないため、生育環境の変化の影響を受けやすいと考えられる絶滅危惧種のみズオオバコ(*Ottelia japonica*)、マルミスブタ(*Blyxa aubertii*)のトチカガミ科に属する2種について、管理水準の異なるいくつかのため池における発生動態と、生育環境条件としての水位変動、光環境、水質を2年間にわたって観測した。本報告の内容はプロジェクト研究「多面的機能の維持向上のための農業水利施設の維持管理体制の確立」の一部として実施したものである。

・ 調査地域及び調査方法

1 調査地域

仲多度地域は、香川県中西部に位置し、丸亀市、善通寺市と多度津町、琴平町、満濃町、仲南町、琴南町の2市5町から構成されている(2005年12月現在)。本地域は県の面積の約18%を占め、その北部には瀬戸内海に面した丸亀平野が広がり、飯野山(讃岐富士)や琴平山を代表とする標高200~600mの円錐状や台地状の山が点在している。南部は満濃池付近を境に讃岐山脈に連なる標高200m以上の丘陵・山間地帯である。地域内には県下最大の満濃池をはじめ、県内ため池数の約1割に

*農村環境部環境評価研究室

平成18年1月20日受理

キーワード：小規模ため池、沈水植物、水位の周期的変動、光環境、みズオオバコ、マルミスブタ

Table 1 香川県ため池台帳から集計した仲多度地域の貯水量別ため池数

Numbers of classified irrigation pond by pondage of Nakatado region by ledger of irrigation ponds in Kagawa Prefecture

	台帳登録 ため池数	貯水量別ため池数 ()内は台帳登録ため池数に対する比率：%				
		2,000m ³ 未満	2,000 ~ 5,000m ³ 未満	5,000 ~ 10,000m ³ 未満	10,000 ~ 100,000m ³ 未満	100,000m ³ 以上
丸亀市	80	27 (34)	8 (10)	5 (6)	26 (33)	14 (17)
善通寺市	233	139 (60)	44 (19)	18 (8)	25 (10)	7 (3)
琴南町	63	38 (60)	16 (25)	3 (5)	5 (8)	1 (2)
満濃町	455	357 (79)	48 (11)	15 (3)	29 (6)	6 (1)
琴平町	7	5 (72)	1 (14)	1 (14)	0 (0)	0 (0)
多度津町	96	47 (49)	11 (11)	11 (11)	27 (29)	0 (0)
仲南町	488	398 (82)	33 (7)	20 (4)	32 (7)	5 (1)
計	1,422	1,011 (71)	161 (11)	73 (5)	144 (10)	33 (3)

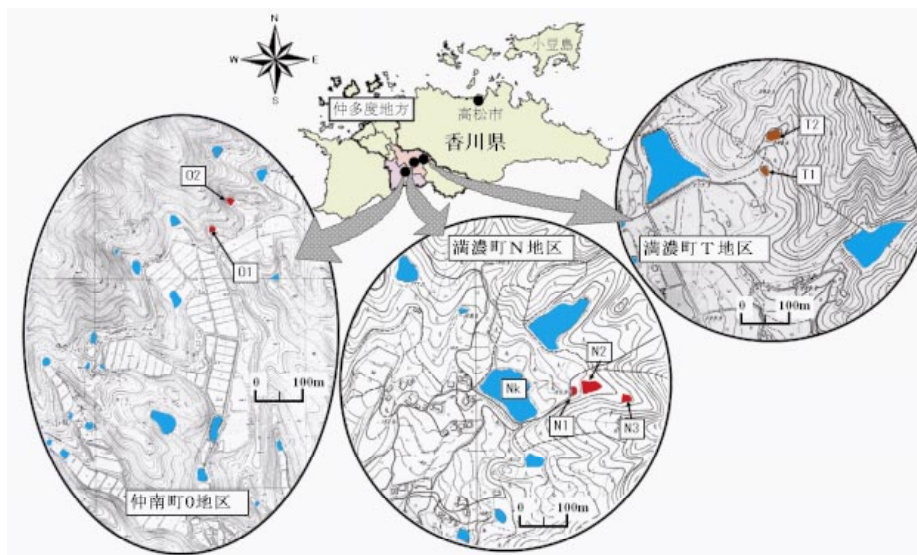


Fig.1 調査対象ため池の位置および周辺環境

Location of investigated small irrigation ponds and neighboring environment



ミズオオバコ (*Ottelia japonica*)

マルミスブタ (*Blyxa aubertii*)

Fig.2 対象とした沈水植物

Investigated submerged plants

あたる1,422カ所ものため池が分布し、平均貯水量は約20,000m³と比較的大きいが、仲南町や満濃町では登録ため池数の70%以上が貯水量が2,000m³未満の小規模なため池である (Table 1)。

2001年に実施した仲多度地域のため池536カ所の植生調査の結果 (嶺田ら, 2004) から、希少種も含め沈水植物相が豊かであった満濃町T地区 (以下T地区と称する) およびN地区、仲南町O地区 (以下O地区) のた

め池群を調査対象とした。T地区およびN地区は仲多度地域北部に点在する台地状の山の麓部に属し、O地区は南部の丘陵地帯に位置する。T地区は、沈水植物のミズオオバコやフサモが確認された重ね池のT1池およびT2池を対象ため池とした。T2池は、2001年の植生調査では対象沈水植物であるミズオオバコの発生は認められなかったが、ミズオオバコが生育するT1池の上流部に位置するため、種子供給源としてかつては機能していたと

考え、調査対象とした。N地区はミズオオバコやマルミスブタが発生するN1, N2, N3池の重ね池を対象とした。O地区では、沈水植物のミズオオバコが生育するO1池と、集水域が隣接し沈水植物が確認できなかったO2池を対照として調査対象に加えた (Fig.1)。

対象のため池は、いずれも面積1,000m²以下かつ貯水量2,000m³未満の小規模ため池で、集水域も2,170~37,400m²と比較的小さく、すべて山麓部の小さな谷に位置していた。O2池を除く各ため池とも、沈水植物の他に抽水植物や浮葉植物などが見られ、比較的水生植物の多様性が高いため池である (Table 2)。

Table 2 調査ため池の規模と確認種

Scale and appearance of aquatic plants of investigated imigation ponds

地区名	池名	池面積 (m ²)	堤高 (m)	堤長 (m)	貯水量 (千m ³)	集水域 (m ²)	確認された水生植物 (下線種は沈水植物)
T	T1	1,000	4	30	0.6	17,240	ササガ、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u>
	T2	1,000	4	45	0.8	37,400	ササガ、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u>
N	N1	500	4	20	0.15	2,170	<u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u>
	N2	1,000	4	35	1.3	9,030	<u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u>
	N3	1,000	3	16	0.2	10,990	<u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u> 、 <u>マルミスブタ</u>
O	O1	500	2.5	14	0.1	4,500	<u>ミズオオバコ</u> 、アザミ、ハクモク、 <u>ミズオオバコ</u>
	O2	500	2.8	17	0.2	8,390	水生植物なし

2 調査方法

a ため池管理履歴のヒアリング

各地区の調査対象ため池の管理は、それぞれ同一者が行っていた。調査ため池の管理水準を把握するために各管理者に対して、過去の管理履歴とともに2003年および2004年における利水回数、利水目的、堰堤の草刈り回数と時期、藻刈りの有無、池干しの有無、を聞き取り調査した。

b 沈水植物の動態調査

T1池からO1池までの各ため池に見られる沈水植物のうち、調査対象種としてトチカガミ科の希少種マルミスブタとミズオオバコを選んだ (Fig.2)。理由として、両種とも根生葉のみで水中茎をほとんど伸張しないため、生育環境の変化に感受性が高いと考えられたためである。

マルミスブタは全国版のレッドデータブック(環境庁, 2000)にて絶滅危惧 類、香川県版(香川県, 2004)では絶滅危惧 類に指定され、またミズオオバコは香川県版レッドデータブックで準絶滅危惧種に指定されている一年生草種で、仲多度地域のため池においても近年、減少が著しい種である。T1池およびT2池ではミズオオバコ、N1池およびN2池ではミズオオバコおよびマルミスブタの両種、N3池ではマルミスブタ、O1池ではミズオオバコの動態を2年間調査した。調査は、2003年6月から11月にかけてと2004年4月から11月にかけて、各

池の対象植物群落中に固定方形枠(50×50cm)を2003年には3箇所、2004年には5箇所設置し、月1回の頻度で、方形枠内に発生した対象種の個体数および生育ステージを記録した。なお、藻刈りなどの実施に際して方形枠内はなるべく攪乱を避けるよう、管理者に依頼した。また、予備調査として2002年9月にすべての池の植生図を作成するとともに、ミズオオバコ、マルミスブタの池当たりの発生概数を堰堤から目視で数えた。

c 生育環境調査

生活史の大部分を水中で過ごす沈水植物にとって、水質、水位の変動、光環境、そして水温が重要な生育環境条件となる。このため、N地区、O地区の5池を対象に2003年7月から2005年11月まで水質、水位、光環境、水温の観測を行った。T地区の2池は、対象とする沈水植物の発生密度が低かったため、光環境は測定せず、水質、水位、水温の観測を行った。水質に関しては、沈水植物の生育期である5月から10月にかけては毎月、および12月と3月に沈水植物群落付近の表面水のpH、電気伝導度、濁度、溶存酸素量(DO)を多項目水質計(HORIBA U-10)で測定した。3, 6, 9, 12月時には、JIS-K-0102法にて採水した表面水のNH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、TON(ケルダール窒素)、TOP(全リン)、PO₄-P含量を測定した。水位の観測は、圧力式水位計(豊田工機製TD4000-12-03[測定範囲0-3m]およびウイジン製UIZ-WL500[測定範囲0-5m])を池の最深部に設置し2003年7月から開始した。光量子センサー(LICOR製LI-192SB)および水温計(ONSET製TBI-20+50)は2003年7月に対象沈水植物群落内の池底から20cmの高さに設置した。また、T地区T2池に隣接して雨量計を併せ設置し降雨量を測定した。ため池への各機器の設置模式図をFig.3に示す。各測定機器の記録間隔は、水位および光量子が10分、水温が30分、雨量計が1時間である。測定開始後、一部の機器で落雷や動物被害等に会い欠測があったが、2005年11月まで対象とした沈水植物の生育環境を約2カ年にわたり連続観測した。

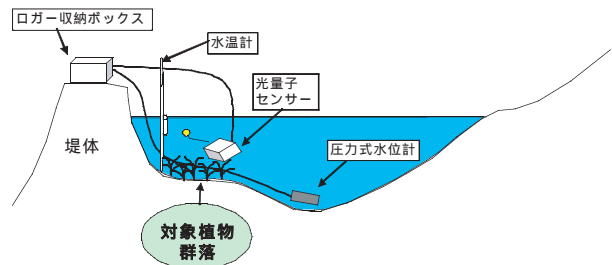


Fig.3 調査ため池における観測機器設置状況(縦断面図) Design of disposition of observation sensors in pond

結果及び考察

1 ため池維持管理の状況

ため池管理者に対する聞き取りから2003年および

Table 3 各池の利水・管理状況

Frequency of irrigation from pond and regular maintenance

地区	池名	利水回数		堤体の草刈り		藻刈り		冬期の池干し	
		2003	2004	2003	2004	2003	2004	2004	2005
T	T1	4回	5回	年2回	年1回	あり	なし ¹	あり	あり
	T2	2回	2回	年1回	年1回	なし	なし	あり	あり
N	N1	なし	なし	年2回	年2回	なし	なし	なし	なし
	N2	2回	2回	年1回	年1回	あり	なし	あり	なし
	N3	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
O	O1	2回	なし	年2回	年1回	なし	なし	なし	なし
	O2	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし

¹台風が多く、また堰堤が決壊したため、実施されなかった

2004年における各ため池の利水・管理状況をTable 3に示した。

T地区のT2池は、0.5haの水田灌漑に利用され、上流部のT1池は渇水期のT2池の調整池として水需要の高まる代播き・移植時に主に利用されていた。2003年はT1池およびT2池とも堤体部の草刈りが冬期に実施され、T1池は夏期にも草刈りが行われていた。また、T1池はほぼ全面にわたって、沈水植物のフサモ、ヨシやナガエミクリなどの抽水植物群落に覆われているため、毎年夏期に池全面を対象に藻刈りを実施しているが、同様に夏期にフサモの大群落が出現するT2池では藻刈りは行われない。非灌漑期の11月から2月にかけてはT1池およびT2池とも、落水して軽い池干しを行っていた。また、T1池は、2004年10月19日から20日にかけての台風23号によって堤体が決壊し、それ以降、藻刈りや草刈りなどの管理は実施されていない。

N地区のN1池およびN3池では、下流のNK池 (Fig.1



Fig.4 調査ため池の状況 (2003年6月時)
Situation of investigation pond (Jun, 2003)

参照) が改修整備により利水用途を拡大したため、1985年から通常の灌漑用途は消失していたが、約10年に一度の大渇水年には非常用水として利用していた。しかし、聞き取りから1995年から全く利水実績がないことが確かめられた。利水用途が消失したN1池では鯉が放流され、堤体上の草刈は夏・冬2回実施されていたが、N3池は1985年以降、全く管理されなかった。N2池は、年に数回NK池に対し補給水として放水する間接的な利水実績があり、堤体上の草刈りも年1回春期に実施されていた。2003年の非灌漑期には、落水して池干しと藻刈りが行われた。N2池の池干しや藻刈りの頻度は4~5年に一度であった。

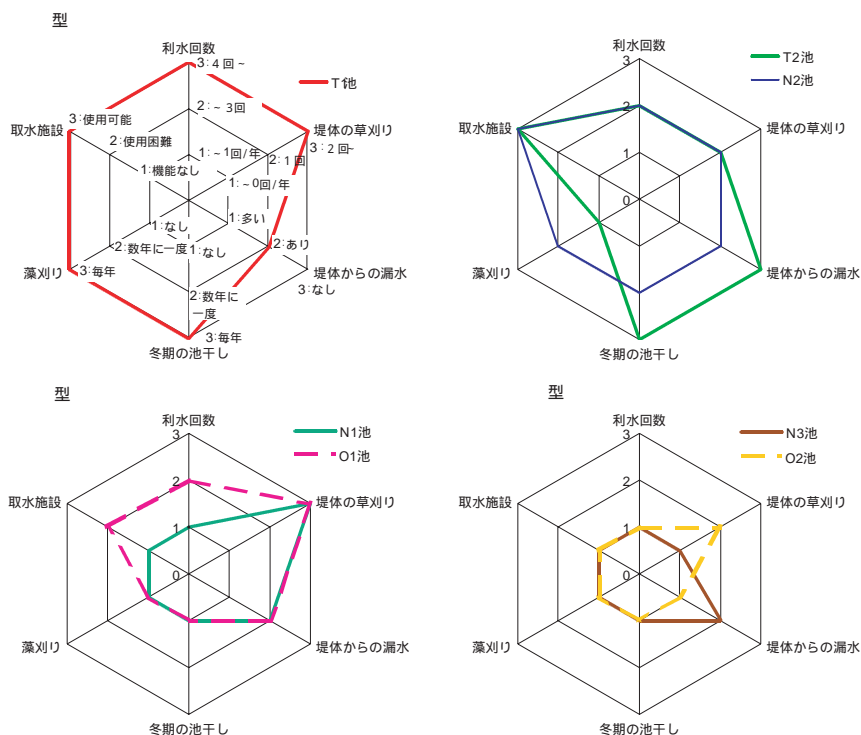


Fig.5 維持管理程度による調査ため池の類型

Classification of investigated ponds by maintenance degree

O地区O1池では、減反等により水田への灌漑利用は2000年から消失していたが、2003年までは果樹園や畑地への散水のため、年に1～2回の利用実績があった。2004年は比較的降雨量が多かったため、利用実績はなかったが、堤体の草刈りは春・秋の年2回行われていた。O2池は、水が溜まりにくいという理由で15年以上前に放棄されてから、堤体およびため池への取り付け道も含めた草刈りや補修などは一切行われていなかった。各ため池の2003年6月の状況をFig.4に示した。

2004年は台風が多く、各池で通常の形態とは異なる管理が認められたため、2003年までのため池の管理実態とため池台帳に記載されている取水施設の機能および堤体からの漏水状況を併せてため池の維持管理指標とし、維持管理の程度別に調査ため池の類型化を試みると、以下の～の4型に分類することができた (Fig.5)。

型は取水施設が十分機能し、利水用途が継続されているため、藻刈りや非灌漑期の池干しなど必要なため池管理が維持されている池 (T1池) である。型は、取水施設は機能するが利水用途が減少し、堤体の草刈りや藻刈りなどの管理頻度も低下している池 (T2池およびN2池) である。型は、取水施設の機能低下が見られ、利水用途もほとんどなく、堤体の草刈りなど最低限の管理しか実施されていない池 (N1池およびO1池)、型は、利水用途が消失し、堤体からの漏水も激しく、実態として放棄されている池 (N3池およびO2池) である。従って、管理の有無では、～型は、何らかの管理が継続されている池、型は管理がなされていない池と大別することができる。また～型では、型で相対的な管理水準が最も高く、～の順で管理水準は低くなる。

2 対象沈水植物の発生動態

2年間の発生活長調査の結果、ミズオオバコは5月下旬頃から8月にかけてが生育期で、発芽後60～70日前後で花茎を伸張させ開花・結実を迎えた。10月上旬が果実の裂果期となったが、遅い個体では11月下旬まで果実を生産していた。また、マルミスブタの生育期は6月中旬頃から9月中旬までであり、発芽後50日～60日前後で開花・結実となり、結実期はミズオオバコより短く、日平均水温が15℃を下回る11月上旬にはほとんどの個体が枯死した (Fig.6)。JIANG & KADONO (2001)は、兵庫県加西市のため池のマルミスブタおよびミズオオバコの生育期を6月から10月にかけてと報告しており、今回の結果とほぼ一致した。また、水温の記録から、ミズオオバコの発芽には15～18℃程度の温度が必要であることが推察された。一方、マルミスブタの発芽温度はミズオオバコより遅い発芽始期より、20℃前後の水温が必要であることが伺われた。

各池のミズオオバコおよびマルミスブタの発生活長をTable 4に示した。ミズオオバコは2002年9月に実施

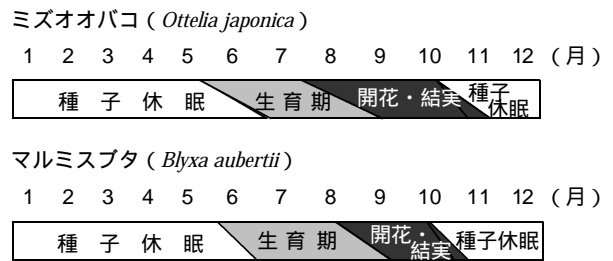


Fig.6 対象種の季節的消長
Phenology of two submerged species

した予備調査では、N1およびO1池に0.2株/m²、N2池に0.05株/m²、T1池に0.02株/m²が見られ、N1,N2池では、2003年および2004年の2カ年の調査でも、個体数の大きな変動は認められず、20～40株/m²程度の発生が維持された。これに対し、T1池およびO1池では2004年の発生数が前年度の50%以下と大きく減少した。2004年のT1池は、卓越するフサモやナガエミクリなどの藻刈りが実施されなかったことがミズオオバコの生育に影響を及ぼした可能性として考えられた。なお、T2池、N3池およびO2池には調査期間中、ミズオオバコの生育は認められなかった。

マルミスブタはN地区のN1池、N2池およびN3池のみ確認された。予備調査ではN2池に最も多く生育し、N2池の上流、下流に位置するN1、N3池には生育が少ないことが確認された。N2池では、全体の汀線付近にわたって、2003、2004年の両年ともマルミスブタは安定して50株/m²以上生育し、大きな個体数の変動は認められなかった。N1池およびN3池では、浅水域の限られた部分に全体で20～50株程度の生育であり、密度はN2池の1/4以下の6.8～8株/m²となった。

Table 4 9月時における希少沈水植物の生育個体数
Emergence number of endangered submerged species in September

地区名	ミズオオバコ個体数 (/m ²)			マルミスブタ個体数 (/m ²)		
	2002 ¹	2003 ²	2004 ³	2002 ¹	2003 ²	2004 ³
T	T1	0.0	6.8 ± 3.6	0.8 ± 0.8	-	-
	T2	-	-	-	-	-
N	N1	0.2	37.2 ± 13.6	25.6 ± 6.0	0.1	6.8 ± 3.6
	N2	0.1	22.4 ± 18.8	18.4 ± 14.0	1.0	52.0 ± 10.8
	N3	-	-	-	0.0	8.0 ± 2.4
O	O1	0.2	72.0 ± 6.8	27.2 ± 4.8	-	-
	O2	-	-	-	-	-

¹予備調査にて概算したため池内生育密度(全生育数/ため池面積)
²方形椀(50×50cm)3箇所の平均個体数±S.E.(2003年9月23～24日調査)
³方形椀(50×50cm)5箇所の平均個体数±S.E.(2004年9月15～16日調査)

3 調査ため池の環境変動

a 水質環境

調査期間中のミズオオバコおよびマルミスブタが生育するため池の水質は、pH5.80～7.35の範囲で推移した。また水中の全窒素および全リン濃度は、9月をピークに夏期に高くなり、水温の低い冬期に低下する傾向を示し、最大値で窒素濃度0.7mg/L、リン濃度0.09mg/Lであった (Fig.7)。下田ら(1993)は、広島県西条盆地内のため

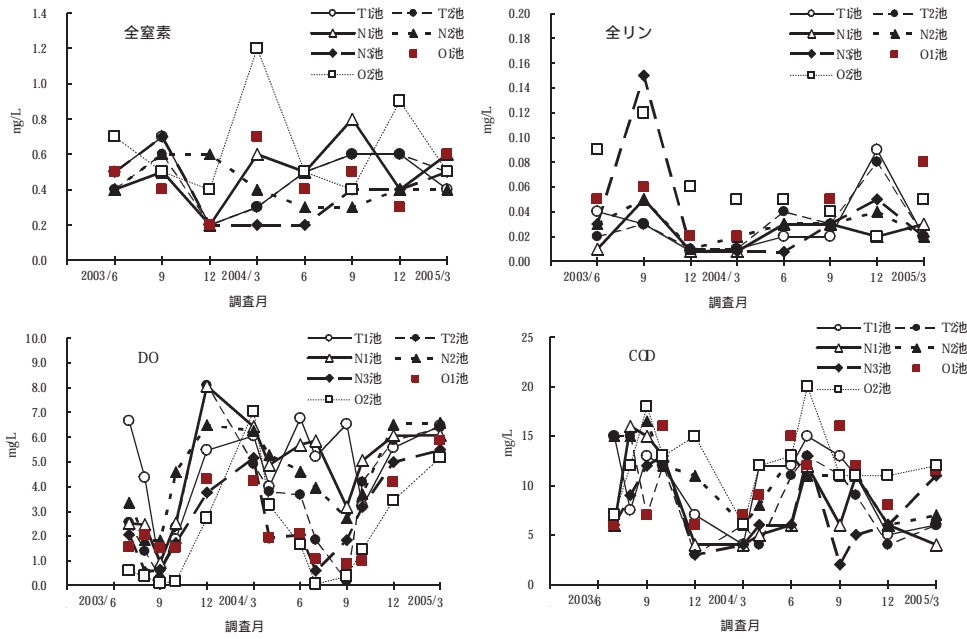


Fig.7 調査ため池の水質環境
Water qualities of investigated ponds

池植生と水質環境を測定し、イヌタヌキモ、ホソバミズヒキモなどの沈水植物が豊かなため池の水質指標として、全窒素で0.6mg/L以下、全リン濃度0.04mg/L以下としている。Fig.7に示したように、ミズオオバコおよびマルミスブタが生育するため池 (T1,N1,N2,N3,O1の各池) の3年間の夏期 (6~9月) の平均全窒素濃度は

0.5mg/L以下、平均全リン濃度が0.04mg/L以下であり、沈水植物であるミズオオバコとマルミスブタが生育している池では、他の沈水植物も十分生育可能な水質条件を保持していると判断した。一方、ミズオオバコ、マルミスブタが見られないT2池およびO2池の水質は、12月から3月にかけての冬期間で全窒素およびリン濃度が高い

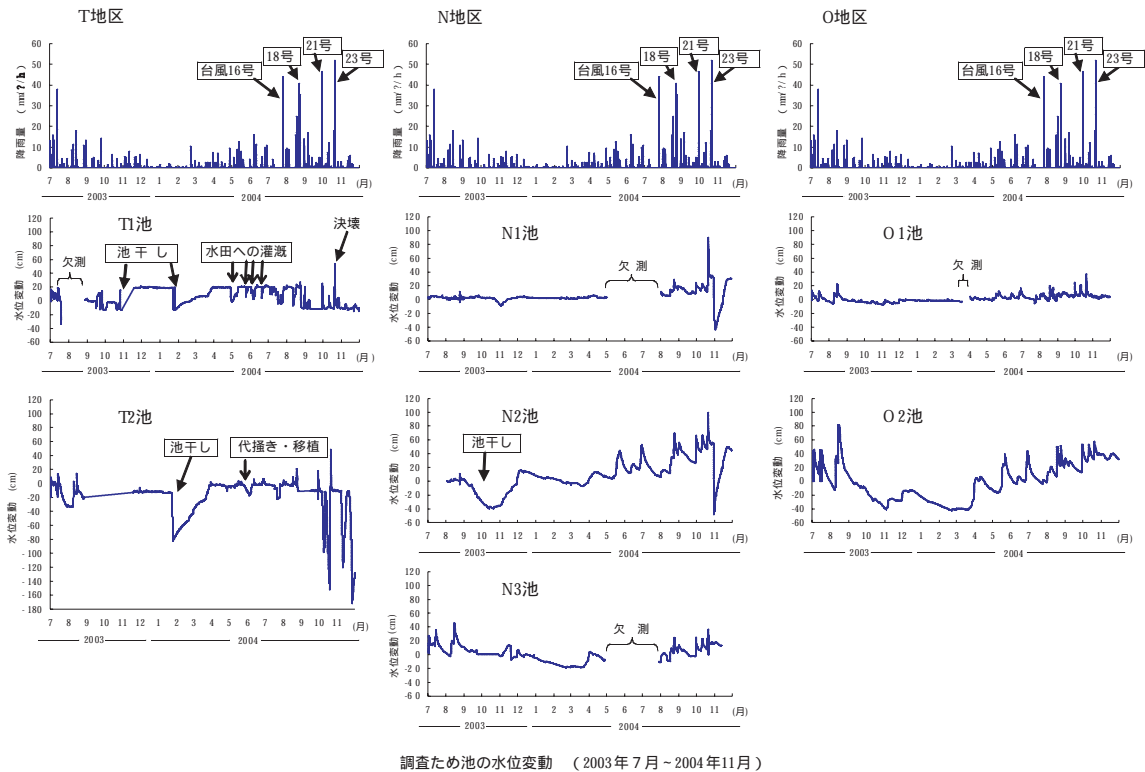


Fig.8 調査ため池の水位変動 (2003年7月~2004年11月)

Fluctuation pattern in water level at investigated ponds (to November, 2004 from July, 2003)

傾向を示し、特にO2池では全窒素濃度のピークが1mg/L以上、全リン濃度が0.1mg/L以上を示した。

また、調査ため池はいずれも利水頻度が低く、夏期には水の入れ替えが起きにくい。DOは8 mg/L以下で推移し、CODは平均すると10mg/Lであったが、水温が高くなる夏期には15~20mg/Lと高くなる傾向を示した。

b 水位変動

水位計を設置した2003年6月時点での水位を基準水位として、2003年7月から沈水植物が結実・枯死する2004年11月までの水位の変動とT地区に設置した雨量計による降雨量をFig.8に示した。2003年は7~8月の夏期にやや多雨となりミズオオバコ、マルミスブタの生育期である7月から10月にかけての総雨量は、最も近い香川県綾南町(2005年12月現在)滝宮(T地区から4.5km, N地区から6.3km, O地区から12.4km)におけるアメダスデータの同時期の平年値(1971~2000年)412mmより1.6倍程度多い670mmであった。

2004年は、7月から10月にかけて大型台風の来襲が4回あった影響で、6月から10月までの総雨量は1,386mmと平年値(685mm)の2倍以上となり、記録的な多雨年であった。各年の降雨量を反映して、各ため池の水位の変動パターンは両年で大きく異なった。台風の来襲が相次いだ2004年8月以降を除き、2003年7月から2004年7月までの各池の水位変動パターンの特徴を整理すると、T地区T1池およびT2池、N地区N2池では、水稲収穫後の10月から12月の期間に水位の低下がみられ、聞き取りから池干しのための落水と判断された。また、灌漑期間中にも利水によると見られる水位の低下が数回みられ、年間の水位変動幅は、53~68cmと大きくなった。一方、利水利用がないN1池、N3池およびO2池では、降雨量の少ない冬期間にも水位の低下は認められず、年間の水位変動幅は約20~40cmと小さくなった。畑地や樹園地への散水程度しか利用していないO1池も、利水のためと思われる水位の減少は認められなかった。また、O地区ではO1池と比較してO2池で降雨に敏感に反応した水位の変動が見られた。聞き取りからO2池は、水が溜まりにくい池と認識され、具体的な漏水量は計測していないものの、堤体からの漏水も大きな水位の変動の要因の一つと推察された。

2004年8月以降は、どの池も台風の来襲に合わせて水位が大きく変動し、特に台風23号による10月19~20日にかけてもたらされた322mmもの豪雨は、T1池の決壊をもたらしただけでなく、他の池でも堰堤を越えた流出が記録された。

c 光環境

マルミスブタ、ミズオオバコの2003年および2004年における生育期間中の群落内に到達する日平均光量子密度をTable5に示した。両種とも多く見られるN2池では、2003年の生育期間中(7月~11月)の日到達光量子密度は5 mol/m²/d以上となり、沈水植物群落が見られるN1池、N3池およびO1池でも約1 mol/m²/dの光量を満たし、沈水植物の見られないO2池と比較して5~18倍程度の光量を維持していた。2004年度は台風の影響で、8月以降の光量が不足気味であったが、発芽期にあたる5~7月の光量は前年度と同様程度確保されていたことより、沈水植物群落の維持には、生育期よりも発芽期の光量の必要性が示唆された。

4 管理水準と沈水植物動態との関連性

a 植生管理と沈水植物

水中で生活史を全うするミズオオバコやマルミスブタは、光条件や水質環境に大きく影響を受ける。2年間安定して両種が発生したN2池では、春に堤体上の草刈りと冬期に池干し時に、水際から伸張したツルヨシやカサスゲなどの抽水植物群落の刈り取りを行っている。これらの植生管理によって、Table5に示したように、沈水植物の発生時期の光環境が良好に保たれたと考えられた。しかし、堤体の草刈りはミズオオバコの減少が見られたT1池、O1池や両種が発生しないT2でも実施され、両種の生育条件の確保には十分条件ではないと考えられた。一方、藻刈りを実施しているT1池およびN2池では刈り取られた植物はほとんど岸に揚げられるため、池干しによる効果と併せ水質環境の改善への関与が示唆されたが、T1池では2年間でミズオオバコの急激な減少が見られた。聞き取りによるとN2池ではツルヨシなど抽水植物を主な藻刈りの対象にしているのに対し、T1池では抽水植物のナガエミクリとともに沈水植物のフサモを除去の対象としており、同様に沈水植物であるミズオオバコの生育に対しても群落の攪乱による負の影響を与えていることが示唆された。しかし、T1池上流部のため、ミズオオバコの生育が予想されたT2池では、藻刈りが全く実施されず、フサモが全面に繁茂したためミズオオバコが生育しにくい環境であったと考えられた。N1池のミズオオバコも減少傾向を示したが、同様に浮葉植物のヒシやジュンサイによる被陰の影響が考えられた。従って、特にミズオオバコの生育にとっては藻刈りによる植生管理の在り方が重要であり、沈水植物への攪乱を少なくしつつ良好な光環境を提供することができ

Table 5 沈水植物の生育期間中の日平均群落到達光量 (mol/m²/day)

Average of photons mol per day reached into submerged plant community

池名	2003					2004						
	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
N1	1.60	3.73	欠測	欠測	2.01	欠測	6.84	2.95	3.14	1.90	2.05	2.87
N2	5.87	7.36	5.00	5.68	5.59	4.21	18.35	6.01	2.13	1.08	1.33	2.25
N3	欠測	欠測	欠測	1.22	欠測	1.40	1.57	0.83	0.76	0.68	0.66	0.66
O1	欠測	0.69	3.32	5.56	3.92	5.81	5.54	5.98	4.13	3.06	3.76	2.96
O2	0.44	1.13	1.59	1.83	1.59	2.81	1.03	0.97	0.69	0.63	0.61	0.52

ば、安定して群落を維持できると考えられた。

b 利水や池干しによる水位の変動と沈水植物

N2池では、年に数回の水利用が継続し、また非灌漑期の池干しによって、年間の水位は周期的に大きく変動した。ミズオオバコおよびマルミスブタ生育期の水深として、2003年7月1日における群落内に設置した調査方形枠の水深をTable6に示した。ミズオオバコは陸上から水深51.9cmまでに生育していたのに対し、マルミスブタは水深3.0cmから67.7cmまで生育が認められ、より水深が深い位置でも生育可能であることが示唆された。

一方、N2池では非灌漑期の池干しによって、9月下旬から12月にかけてほとんどのミズオオバコとマルミスブタの生育地点が地上に露出する (Fig.8)。しかし、池干しが実施されず年間の水位変動幅が小さく年間を通じて沈水植物の生育地点が水面下にあるN1池およびO1池ではミズオオバコの減少が認められ、またN1池と比較して冬期の水位変動幅が小さいN3池のマルミスブタが低い密度で推移していることから、非灌漑期の水位の低下がミズオオバコやマルミスブタ個体群の維持に貢献している可能性が考えられた。一年生の沈水植物の個体群維持には埋土種子集団が重要な役割を果たすが、次年度の発芽の決定要因として一年生のミズオオバコとマルミスブタの種子休眠中の種子乾燥程度との関連性が推察された。樋口ら (2005)は水管理によるため池の水位変動によって、水生植物相の多様性が高まることを報告しており、ため池に生育する水生植物の発芽生態における非灌漑期の落水の果たす役割の検討が必要である。

Table 6 沈水植物生育地点の水深¹ (2003年7月1日時点)
Water depth at habitat of submerged plants on July,1, 2003

池名	ミズオオバコ			マルミスブタ		
	Max (cm)	Min(cm)	Ave. ± S.E.	Max (cm)	Min(cm)	Ave. ± S.E.
T1	4.6	-15.1	-5.2 ± 3.5	発生なし		
N1	52.1	19.1	37.5 ± 5.7	37.6	19.1	26.3 ± 4.4
N2	32.0	3.0	15.8 ± 5.3	12.0	3.0	7.0 ± 2.0
N3	発生なし			67.7	30.7	56.7 ± 7.1
O1	51.9	31.9	42.7 ± 4.4	発生なし		

¹沈水植物調査のために設置した5カ所の方形枠における水深

c ため池の管理と沈水植物動態

ため池の利水における管理作業として、今回の調査池では堰堤の草刈り、池中の藻刈り、非灌漑期の池干し、が挙げられ (Table 3)、管理程度によってため池は4類型化された (Fig.5)。類型化されたタイプのうち、対象とした沈水植物群落が2年間安定して発生したのは型に含まれるN2池であった。より管理水準の高い型のT1池では、沈水植物を対象として毎年実施される藻刈りによって、対象とするミズオオバコ群落の生育も抑制されたと考えられた。また、より粗放的な管理の型や管理が放棄された型では、非灌漑期間の池干しによる

水位の低下が見られなかった。従って、沈水植物の安定した発生には、4～5年に一度の藻刈りによる光環境および水質条件の確保と、非灌漑期間の水位の低下をもたらす周期的な池干しが必要であることが推察された。型に含まれるT地区T2池では、下流のT1池にミズオオバコの発生が認められ種子供給源として期待されたが、調査期間中に発生が確認できず、藻刈りが全く実施されないためフサモなど他の沈水植物群落が繁茂し、光環境などの競合によりミズオオバコの生育条件が整わなかったことが推察された。一方、T1池では藻刈りによる影響が懸念され、ミズオオバコを残し、他の競合的な植物のみを選択して除去するような方法や頻度の検討が今後の課題として挙げられる。また、各ため池に生育する調査対象種の2年間の発生動向 (Table 4) から、全般にミズオオバコの発生は不安定であったが、マルミスブタはミズオオバコが減少傾向を示したN1池およびN2池で安定して多数生育し、また管理放棄された型のN3池でも少数ながら発生を維持することが示された。従って、マルミスブタの生育に適した環境のレンジはミズオオバコより広いことが示唆された。

また、今回、堤体上の草刈りによる光環境の改善に対してはあまり知見を得ることができなかったが、山田ら (2004)は池岸に張り出した樹冠の除去による光条件の改善によって沈水植物群落が再生したことを報告しており、地上部植生の除去による光条件の確保は沈水植物にとって重要と考えられた。従って、N3池でマルミスブタの個体群が低いレベルで抑えられているのは、堤体の植生管理が全くなされずに池岸から張り出した竹や灌木による遮蔽も要因の一つとして考えられた。

結 言

本研究では、農村の水辺の生物多様性を保全していくために、ため池の生物群集に大きな影響を与えている水生植物のうち、特に環境の変動に敏感とされる希少な沈水植物に注目してその生育環境を管理水準との関係から明らかにしようとした。希少な沈水植物のうち、ミズオオバコとマルミスブタが生育するため池と近隣の管理水準の異なる計7カ所の水質環境、光環境、および水位変動を観測したところ、水利用や非灌漑期の池干しによる周期的な水位の低下、また数年に一度程度の競合種を中心とした藻刈りによって対象の沈水植物群落の生育条件が確保されている可能性が示された。

希少な沈水植物の生育環境は草種ごとに生育条件が異なることが予想され、今後、草種ごとの発生ため池の立地条件の解析や、今回得られた情報をもとに詳細な発芽生態や種子生産に関する室内実験などの実施が必要である。また、今回対象とした希少な沈水植物を含む農村の生物資源として貴重な水生植物の保全には、管理水準の低下が予想される小規模ため池の適度な水利用や維持管

理の在り方の検討も重要である。

参考文献

- 1) 浜島繁隆(2001)：ため池の分類・分布，ため池の自然，信山社サイテック，p.7-17
- 2) 浜島繁隆(2003)：ため池の水草，水環境学会誌，26(5)，p.8-12
- 3) 樋口伸介・堤 聡・嶋 栄吉・吉田裕一(2005)：青森県の農業用ため池における水生植物と水管理について，農業土木学会誌，73(9)，p.789-792
- 4) JIANG,M., Y. KADONO(2001): Seasonal growth and reproductive ecology of two threatened aquatic macrophytes, *Blxea auberitii* and *B. echinosperma* (Hydrocharitaceae), in irrigation ponds of south-western Japan, Ecological Research, 16, p.249-256
- 5) 香川県希少野生生物保護対策検討会編(2004)：香川県レッドデータブック，香川県環境森林部，p.81-218
- 6) 環境庁自然保護局野生生物課編(2000)：改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 植物 (維管束植物)，自然環境研究センター，660pp
- 7) 久米修(1982)：香川県の水生植物目録，水草研究会報，10，p.8-9
- 8) 國井秀伸(2004)：生物多様性から見たため池，緑の読本，70，環境コミュニケーションズ，p.21-25
- 9) 嶺田拓也・石田憲治・飯嶋孝史(2004)：小規模な農業用ため池に見られるレッドリスト沈水性植物の生育環境，第51回日本生態学会大会講演要旨集，p.230
- 10) 西条洋(2001)：島根県の水田と溜め池における水生昆虫の季節的消長と移動，日本生態学会誌，51，p.1-11
- 11) 下田路子・橋本卓三(1993)：ため池の水草の分布と水質，水草研究会報，49，p.12-15
- 12) 上田哲行(1998)：ため池のトンボ群集，水辺環境の保全，朝倉書店，p.17-33
- 13) 和気俊郎・久米修(1990)：香川県における水草分布調査の一事例，水草研究会報，40，p.2-8
- 14) 山田和司・中島敦司・溝口恵史・緒方京一・鈴木武彦・養父志乃夫(2004)：溜池の水生植物群落再生に関する生態的管理の効果，ランドスケープ研究，67(5)，p.515-518

Monitoring of Environmental Properties Associated with Maintenance of Small Irrigation Ponds for Conservation of Endangered Submerged Plants

A Case of Ponds in Nakatado region, Kagawa Prefecture

MINETA Takuya, ISHIDA Kenji and HIROSE Yuichi

Summary

Irrigation ponds have contributed to preserve bio-diversity in rural environment as habitat for many organism including endangered aquatic plants. Although existence of aquatic plants is particularly important to conserve bio-diversity of irrigation ponds, recently these species have tendency to decrease. Furthermore, especially disuse of small irrigation ponds by increase of cultivation abandonment or change of irrigation system has accelerated disappearance of habitat of aquatic plants. It is important to analyze population dynamics and environmental properties of submerged plants for conservation bio-diversity of irrigation ponds. It is considered that the submerged plant responds for slightly environmental changes sensitively. Therefore we attempted to explain environmental properties of some endangered submerged plants associated with maintenance of several irrigation ponds in Nakatado region, Kagawa Prefecture.

The frequency of appearance of the endangered submerged plant was high in a small irrigation pond less than 2,000m³ storage capacity. Therefore we monitored population of *Blxa aubertii* and *Ottelia japonica*, which are belong Hydrocharitaceae of endangered submerged plants, and observation of water quality, lights condition and change of fluctuation pattern in water level associated with management of some irrigation ponds. As a result, it was shown that moderate degree of aquatic plant cutting, dry maintenance and regular water use provide for suitable lights condition and water quality for growths of submerged plants. In addition, it was considered that excessive disturbance against endangered submerged plants and abandonment of management applied instability or negative impacts on growth environment of these species.

Keywords : small irrigation pond, submerged plant, periodic fluctuation pattern in water level, photoenvironment, *Ottelia japonica*, *Blyxa aubertii*