

姨捨大池における湿生植物群落とため池管理との関連性

荒瀬輝夫*・熊谷真由子**・内川義行**・岡野哲郎**・丸山一樹**・内田泰三***

* 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

** 信州大学農学部

*** 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科

要 約

ため池の湿生植物群落の成立要因を探るため、姨捨大池（長野県千曲市）において、群落および植物相の調査を行なった。姨捨大池は農業用のため池で、水系の連続した3つの隣接する池（上池、中池、下池）からなり、池により水位調節が異なる。湖畔全域の植生を把握したのち、山つき湿原5群落と水際草原6群落に調査区を設けた。群落調査として、各調査区で0.0625～32m²までの24方形区を調査して種数面積曲線の作成と解析を行なった。植物相について、同一池内と異なる池間の出現種の類似性を分析した。種数面積曲線から求めた最小面積 A_a と種数 S_a は、山つき湿原では群落全体の面積規模 A_v と高い正の相関関係にあったが、水際草原では相関は認められなかった。植物相について、各池に固有な種数はいずれの植生でも全体のおよそ3分の2に及び、池間の類似性も低く、池ごとに特色ある湿生植物群落が成立していることが判明した。湿生植物群落への水位変動の影響が示唆され、植生保全に対するため池管理の重要性について考察を加えた。

キーワード：ため池、湿生植物、群落、植物相、種数面積曲線、水位

1. はじめに

近年、ため池には、農業用水の供給以外にも、生態系保全、防災、レクリエーションなど様々な機能が求められている¹⁶⁾。適正な利用や保全のためには、ため池の生態系を醸成してきた背景として、農業（人間）による水の利用があることを重視すべきである。ため池は、水を確保するための貯水池として造成された人工池で、農業用水としては主に稲作と関連している。水田では、水稻の栽培管理に合わせて湛水時の水位調節や落水が行なわれるので、こうした下流域の水の需要の変化に応じて、ため池の水位は一年の間に大きく変動する。この水位変動が、自然の湖沼とため池との違いの1つである¹⁶⁾。ため池の動植物に関する研究報告は多いが、植物について水位変動に注目したものは少なく、水質との関連を分析したもの¹⁴⁾が大勢を占めている。著者らは、水質よりも水位変動と植物との関連性に着目するほうが、ため池の特性を活かすことにつながり、管理や利用、保全に役立つと考えた。そのため、水質の差が小さく、水位変動の差が大きいと考えられるため池として、姨捨大池（長野県千曲市；図1および図2）に着目した。

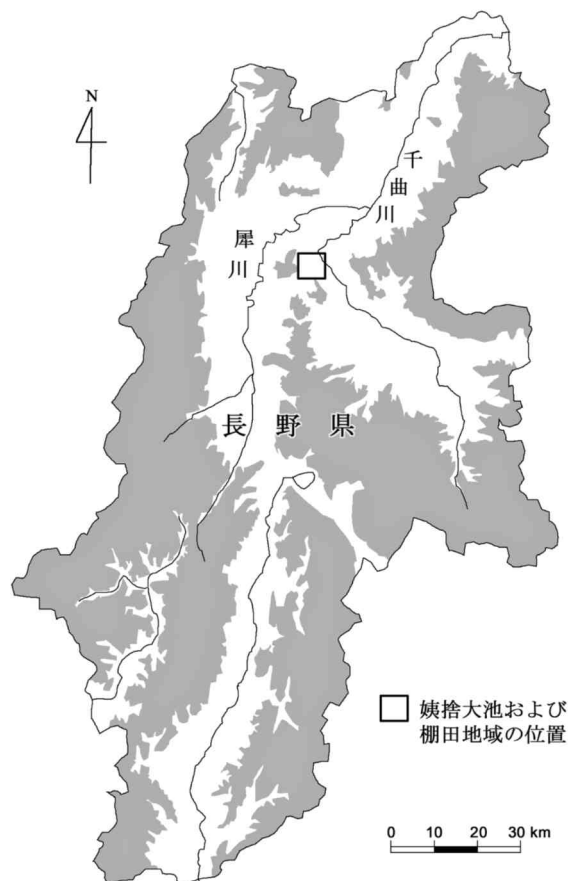


図1 姨捨大池の所在地
網掛け部分は、標高1,000m以上の山地を示す。

受付日 2012年1月6日

受理日 2012年2月9日

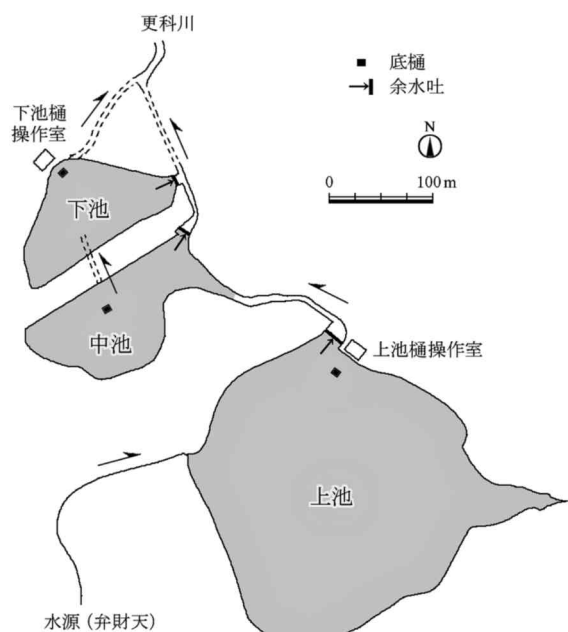


図2 姨捨大池の水系

姨捨大池は標高およそ820mの千曲高原にあり、上池、中池および下池という3つの池に分かれている。地すべりによって生じた凹地にできた湖沼を江戸時代にため池として築造したのが由来で、更科川を経て、「田毎の月」で有名な姨捨棚田へと用水（受益面積82ha）が引かれている^{10,11,15)}。上池、中池、下池は、満水時の水域の面積がそれぞれ61,000、15,000および12,000m²、最大深度はそれぞれ5.1、2.8、8.1mである¹⁵⁾（表1）。姨捨大池の3池は互いに近接し、1つの水系として連続していて、余水吐からの表流水だけでなく底樋からの深層水も池間で通導されており（図2）、水質の差が大きいとは考えにくい。一方、水位については、大正末期に堤が嵩上げされたものの、1946年に下池が増設されるまでは水不足が深刻で、集落間の深刻な水争いがあったとされる^{10,11)}。棚田への灌漑のために、下池からまず落水し、不足すれば中池、さらに上池という順で落水するというように、水を落す順番が決められている^{10,15)}（表1）。したがって、年間の水位の変動は、下池、中池、上池の順に大きいと考えるのが自然である。

姨捨大池における植物については、筆者らの予備調査¹⁾で、池ごとに固有な種が多く、共通して分布する種が少ないことが指摘されている。しかし、池全域の植生分布を反映した調査ではなく調査面積も統一されていないため、より信憑性の高い比較を行なうには、系統的で詳細な調査が必要である。

そこで本報では、姨捨大池（上池、中池および下

表1 姨捨大池の3池（上池・中池・下池）の比較

項目	上池	中池	下池
貯水量 (m ³)	191,500	28,900	40,000
満水時の面積 (m ²)	61,000	15,000	12,000
最大水深 (m)	5.1	2.8	8.1
落水順	後	←→	先
樋の調節・利用頻度	低	←→	高
水位変動	(小)		(大)

文献10, 15をもとに作成。

池)を対象として群落調査と植物相調査を行なった。池内および池間の植生の類似性を解析することにより、群落の面積やため池管理との関連について検討した。

2. 調査方法

2.1 植生分布調査

2010年8月に、上池、中池および下池の湖畔全域を踏査し、植生分布を記録した。植生は、群落の相観と地形や上層の植生に基づいて、

ア) コンクリート護岸（ほとんど無植生）

イ) 水際草原（砂泥の浅瀬、小型の湿生植物群落）

ウ) 山つき湿原（山際の谷部、大型の湿生植物群落）

エ) 斜面林（急峻な落ち込みで林床植生を欠く）

の4つに分類した（図3）。

抽出した群落は図面上に記録し、スキャナで400 dpiにて画像を取り込み、画像処理ソフト（Motic Images plus 2.0S）を用いて群落面積（以下、 A_v と表記）を概算した。

なお、水域については、予備調査¹⁾において種組成と植生分布が池ごとに比較的均一であったので、とくに調査区は設けず、湖岸からの観察と標本採集のみを行なった。

2.2 群落調査および植物相調査

群落調査について、群落の成り立ちを詳しく見るという観点から、本報では池ごとの種数面積曲線に差異が生じているかどうかに着目することとした。なお、湿生植物群落を対象としているため、水際草原と山つき湿原の2つの植生を調査対象とした。調査区として、一まとまりとなっている群落につき代表的な場所に方形区を1つ選定した。

種数面積曲線を作成、解析するため、調査区の1つの頂点を固定点として方形区を順次広げるように設定し、0.0625m² (0.25m×0.25m)、0.25m² (0.5m×0.5m)、1 m² (1 m×1 m)、2 m² (1 m×2

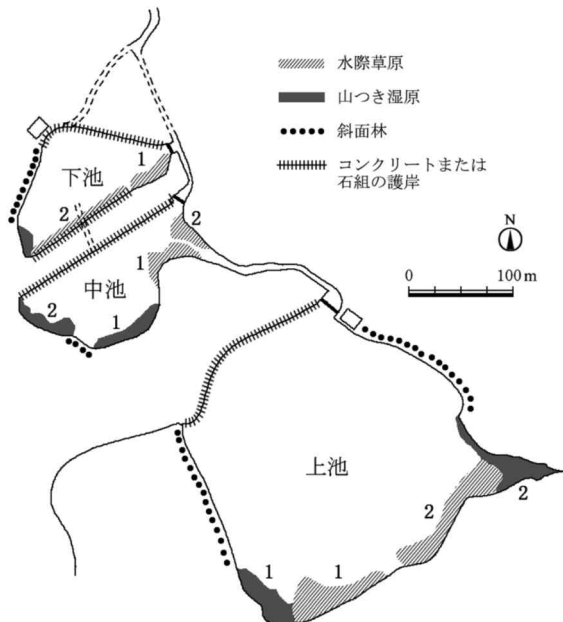


図3 姨捨大池における湿生植物群落の分布
図中の数字は池ごとの調査区Noを示す。

m), 4 m² (2 m×2 m), 8 m² (2 m×4 m), 16 m² (4 m×4 m), 24 m² (6 m×4 m), 32 m² (8 m×4 m) の12方形区を調査した。また、開始地点とは反対側の頂点を固定点として、逆方向に0.0625 m² (0.25 m×0.25 m), 0.25 m² (0.5 m×0.5 m), 1 m² (1 m×1 m), 2 m² (1 m×2 m) までの方形区を設定した。すなわち、全調査面積 $S_T=32\text{m}^2$ の方形区について、2方向すなわち2反復で種数面積曲線のための調査を行なうことになる。

調査項目は、方形区ごとの出現種の被度 (%) である。被度を存在 (1・0) データに変換した。面積 (A) と種数 (S) のデータ ($n=12 \times 2=24$) をもとに、種数面積曲線のモデル式^{2,3,4)}

$$S=c A^z \cdots \cdots (1)$$

(c, z は定数) を当てはめ、係数 c と z を推定した。推定は、対数変換せずにそのままのデータを用い、最急降下法による非線形最小2乗法によって行なった。演算は表計算ソフト (Microsoft Excel 2003) の手動計算によった。

また、群落の種多様性として、種数面積曲線において曲線の変化率 α のときの面積 A_α と種数 S_α を求めた⁵⁾。すなわち、(1)式を A で微分すると、

$$\alpha = cz A^{z-1}$$

となるので、

$$A_\alpha = (\alpha / (cz))^{1/(z-1)} \cdots \cdots (2)$$

$$S_\alpha = c (\alpha / (cz))^{z/(z-1)} \cdots \cdots (3)$$

となる⁵⁾。本報では、(2)式と(3)式で $\alpha=1$ として A_α および S_α を求め、最小面積とその種数の目安とし、

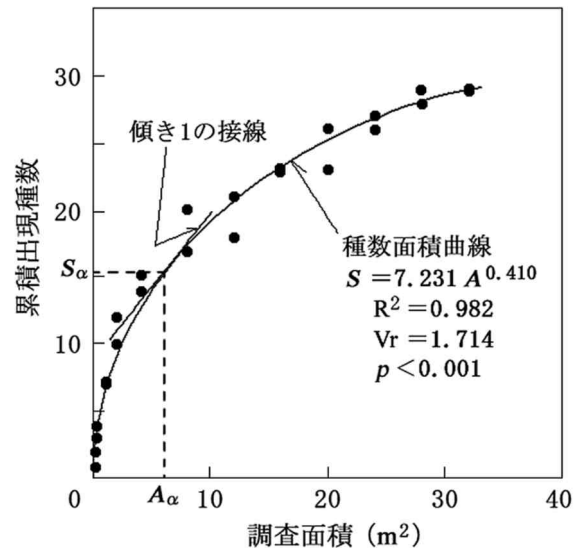


図4 種数面積曲線の例
水際草原、下池1調査区。

群落間の比較を行なうこととした。種数面積曲線と A_α および S_α のイメージを図4に示す。

2.3 出現種の類似性

群落間の出現種の類似性については、山つき湿原、水際群落、水域ごとに比較することとした。同一の池内については個々の群落データをもとに、異なる池間については群落を総合したデータをもとに、出現種の在・不在の二元表を作成した。群落の類似性の指標として、 ϕ 係数と Jaccard の共通係数を算出した。2つの群落において、共通して出現する種数を a 、一方のみに出現する種数を b および c 、どちらにも出現しない種数を d とすると、以下の式で表される。

$$\phi \text{ 係数} = (ad - bc) / [(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)]^{1/2}$$

$$\text{Jaccard の共通係数} = a / (a+b+c)$$

ここで、 ϕ 係数は、 -1 から $+1$ までの値をとるので相関係数のような意味づけができ、二元表の χ^2 検定における χ^2 値とは $\phi^2 = \chi^2 S$ (S は全種数) という関係があるため検定が可能である⁸⁾。なお、 S としては3つの池全体での当該の群落の種数とした。一方、Jaccard の共通係数は、どちらにも出現しない種数 d を含まない指標で、0から1の値をとる。

3. 結 果

3.1 植生分布の概況

姨捨大池湖畔の植生分布は、図3に示すとおりである。3つの池とも、概ね南半分 (東南～南西側) に湿生植物群落が分布しており、下池の山つき湿原を除くと、それぞれ同程度の面積規模の2つの群落

に分かれていた。この植生分布状況に対応して、湿生植物群落および植物相調査は、上池4地点（水際草原2地点、山つき湿原2地点）、中池4地点（水際草原2地点、山つき湿原2地点）、および下池3地点（水際草原2地点、山つき湿原1地点）の調査区を設けて実施することとした。各調査区に含まれる群落全体のおよその面積（ A_v ）は表2に載せた。

なお、斜面林は主にスギ（*Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don）やカラマツ（*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.）の人工林であり、林床にほとんど植被がないのは水位変動域で水没する急斜面であるためと思われた。コンクリート護岸部は、打ち上げられた水草類の残渣や砂泥などが溜まる場所に、スベリヒユ（*Portulaca oleacea* L.）などの雑草類がわずかに点在する程度であった。

3.2 種数面積曲線に基づく群落の比較

種数面積曲線（ $S=cA^z$ ）の係数 c および z と、これらに基づく最小面積 A_a および種数 S_a を表2に示した。以下では A_a および S_a についての結果を述べることにする。

各池で反復数が2または1のみと少ないため、 A_a 、 S_a とも値そのものについて池間で有意差は認められなかった（F検定）。水際草原では、 A_a は0.44~6.31m²、 S_a は2.2~15.4種で、いずれも下池の2調査区に最大値と最小値が含まれ、池内の調査区間の差（ばらつき）が上池<中池<下池であった。一方、山つき湿原では、 A_a は2.47~9.86m²、 S_a は6.0~23.1種で、同一池内の調査区間の差（ばらつき）の傾向は不明瞭であった。

また、群落全体の面積（ A_v ）と、 A_a および S_a と

を順位相関係数 ρ で比較すると、水際草原ではともに $\rho=-0.371$ となり有意ではなく、山つき湿原ではともに $\rho=0.900$ と有意（正確法、 $p<0.05$ ）であった。すなわち、山つき湿原では群落全体の面積が大きいほど A_a および S_a が増加していたが、水際草原ではそのような関係は見受けられなかった。

3.3 植物相と出現種の類似性

3.3.1 植物相

表3に、出現場所別の種数とその割合を示した。姨捨大池の湿生植物群落全体では50科150種の植物が確認された（附表）。植生区分ごとに見ると、3つの池の調査区込みで、山つき湿原92種、水際草原58種、水域6種が出現した。これらのうち、2つ以上の池に共通して出現した種は山つき湿原30.4%、水際草原36.2%、水域33.3%にとどまったのに対し、各池に固有な種は山つき湿原69.6%、水際草原63.8%、水域66.7%であった。すなわち、いずれの群落とも、上池、中池、下池のいずれか1つのみに出現する固有種が全種のおよそ3分の2を占めていた。固有種数を池別に見ると、山つき湿原では上池（31種）>中池（27種）>下池（6種）の順に多かったのに対し、水際草原では逆に下池（20種）>中池（10種）>上池（7種）の順に多く、内訳は有意に異なっていた（ χ^2 検定、 $p<0.00001$ ）。

主な出現種は、以下のとおりである。

ア）山つき湿原：

3池に共通の出現種はアシカキ（*Leersia japonica* Makino）、ヨシ（*Phragmites australis* (Cav.) Trin.），ツリフネソウ（*Impatiens textori* Miq.），コウヤワラビ（*Onoclea sensibilis* L. var. *inter-*

表2 姨捨大池（上池・中池・下池）における湿生植物の種数面積曲線に基づく種多様性

群落	調査区	種数面積曲線（ $S=cA^z$ ）				面積（m ² ）			種数	
		c	z	R ²	p	A_v	A_T	A_a	S_T	S_a
水際草原	上池1	6.283	0.321	0.942	***	2069	32	2.81	20	8.8
	上池2	5.053	0.305	0.937	***	2531	32	1.86	14	6.1
	中池1	6.461	0.351	0.902	***	764	32	3.53	22	10.1
	中池2	4.055	0.220	0.957	***	585	32	0.86	9	3.9
	下池1	7.231	0.410	0.982	***	542	32	6.31	29	15.4
	下池2	0.414	0.200	0.918	***	781	32	0.44	5	2.2
山つき湿原	上池1	4.259	0.572	0.964	***	1224	32	7.98	31	14.0
	上池2	8.673	0.427	0.960	***	1349	32	9.86	39	23.1
	中池1	7.512	0.447	0.960	***	714	32	8.93	37	20.0
	中池2	4.845	0.433	0.902	***	646	32	3.69	22	8.5
	下池	4.166	0.410	0.959	***	256	32	2.47	18	6.0

v：群落全体，T：調査区全体， α ：最小面積（種数面積曲線の変化率 α を1とした場合）。

***： $p<0.001$ で有意。

表3 姨捨大池（上池・中池・下池）における湿生植物の出現種数

集落	各池に固有			共通				全体
	上池 のみ	中池 のみ	下池 のみ	上池・ 中池	中池・ 下池	上池・ 下池	3池 すべて	
山つき湿原	31	27	6	16	4	2	6	92
%	33.7	29.3	6.5	17.4	4.3	2.2	6.5	100.0
小計%			69.6				30.4	
水際草原	7	10	20	8	3	3	7	58
%	12.1	17.2	34.5	13.8	5.2	5.2	12.1	100.0
小計%			63.8				36.2	
水域	1	2	1	1	0	0	1	6
%	16.7	33.3	16.7	16.7	0.0	0.0	16.7	100.0
小計%			66.7				33.3	

rupta Maxim.) などであった。上池の固有種は大型またはつる性の種が多く、スズタケ (*Sasamorphia borealis* (Hack.) Nakai), ハンゴンソウ (*Senecio cannabifolius* Less.), ミズバショウ (*Lysichiton camtschaticense* (L.) Schott), コカモメヅル (*Tylophora floribunda* Miq.) などであった。中池の固有種はコカナダモ (*Elodea nuttallii* (Planch.) St. John) やホソバミズヒキモ (*Potamogeton octandrus* Poir.) といった水草類と、ムカゴイラクサ (*Laportea bulbifera* (Sieb. et Zucc.) Wedd.), キツリフネ (*Impatiens noli-tangere* L.) などの広葉草本類であった。下池の固有種はエゾノサヤヌカグサ (*Leersia oryzoides* (L.) Sw.), マツカサススキ (*Scirpus mitsukurianus* Makino) など、主にイネ科とカヤツリグサ科の草本類であった。

イ) 水際草原：

山つき湿原の出現種より小型の植物が多く、3池に共通の出現種はアシカキ、アブラガヤ (*Scirpus wickurui* Boeckl.), サンカクイ (*Schoenoplectus triqueter* (L.) Palla), ヒシ (*Trapa bispinosa* Roxb. var. *iinumai* Nakano) などであった。上池の固有種はアキノウナギツカミ (*Persicaria sieboldii* (Meisn.) Ohki), クサレダマ (*Lysimachia vulgaris* L. var. *davurica* (Ledeb.) Tatew.), クルマバナ (*Clinopodium chinense* (O. Kuntze) ssp. *grandiflorum* (Maxim.) Hara) などの広葉草本類であった。中池の固有種はコウガイゼキショウ (*Juncus leschenaultii* Gay), アゼテンツキ (*Fimbristylis squarrosa* Vahl), コブナグサ (*Arthraxon hispidus* Makino) など、主にイネ科とカヤツリグサ科の草本類であった。下池の固有種はアオガヤツ

リ (*Cyperus nipponicus* Fr. et Sav.), エゾノサヤヌカグサ, ウシノシツペイ (*Hemarthria sibirica* (Gandog.) Ohwi), タケトアゼナ (*Lindernia dubia* (L.) Pennell ssp. *dubia*), エノキグサ (*Acalypha australis* L.) 等の水田や畑地の雑草類が目立った。

ウ) 水域：

水域は全6種と少なく、3池に共通の出現種はヒシのみであった。上池の固有種はエビモ (*Potamogeton crispus* L.), 中池の固有種はアシカキとオオイヌタデ (*Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray), 下池の固有種はコガマ (*Typha orientalis* Presl) であった。

3.3.2 出現種の類似性

植生区分ごとの池内および池間の類似性について表4に示した。山つき湿原について、池内の2調査区の間では、 ϕ 係数は上池、中池とも0に近い値で有意ではなく (χ^2 検定), Jaccardの共通係数も0.113~0.273と低かった。2つの池間では、 ϕ 係数はいずれの組み合わせとも負の値となり、とくに上池と中池の間で有意な負の値 ($\phi = -0.434$, χ^2 検定, $p < 0.01$) であった。Jaccardの共通係数も0.123~0.256と低い値であった。

水際草原について、池内の2調査区の間では、上池のみ ϕ 係数が有意な正の値 ($\phi = 0.354$, $p < 0.01$) で、Jaccardの共通係数も0.360と比較的高い値を示した。中池と下池では、 ϕ 係数, Jaccardの共通係数とも低い値であった。2つの池間では、中池と下池, 上池と下池の組み合わせで ϕ 係数が有意な負の値となり (それぞれ $\phi = -0.413$, $p < 0.01$; $\phi = -0.297$, $p < 0.05$), Jaccardの共通係数も0.2前後と低い値であった。上池と中池の組み合

表4 姨捨大池（上池・中池・下池）における出現種の類似性

	池内			池間		
	上池	中池	下池	上池－中池	中池－下池	上池－下池
山つき湿原						
φ 係数	0.092	-0.142	—	-0.434**	-0.001	-0.124
Jaccard の 共通係数	0.273	0.113	—	0.256	0.164	0.123
水際草原						
φ 係数	0.354**	0.019	-0.246	0.204	-0.413**	-0.297*
Jaccard の 共通係数	0.360	0.143	0.030	0.395	0.196	0.208
水域						
φ 係数	—	—	—	0.000	-0.250	0.000
Jaccard の 共通係数	—	—	—	0.400	0.200	0.250

*, **は, φ 係数がそれぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$ で有意であることを示す。

わせのみ, φ 係数は正の値で Jaccard の共通係数も 0.395 と比較的高い値を示した。

水域については種数が少ないので参考程度であるが, 2 つの池間の φ 係数は -0.25 ~ 0, Jaccard の共通係数は 0.200 ~ 0.400 であった。

4. 考 察

まず, 種数面積曲線に関わる既往の研究^{12,13)}に基づけば, 群落の面積規模が大きいほど群落内の環境は多様になるので, 種数は多く, 群落の多様性も高くなるのが妥当である。山つき湿原で群落全体の面積 A_v と最小面積 A_a および種数 S_a との間に有意な正の相関関係 ($\rho = 0.9$) が見受けられ (表 2), 各池の固有種数も上池 > 中池 > 下池の順に多かったことは (表 3), 群落全体の面積規模を反映した現象と考えられる。しかし, 水際草原については, A_v と A_a および S_a との関連が認められず (表 2), 各池の固有種数は下池 > 中池 > 上池の順となっていて (表 3), この現象は群落全体の面積規模では全く説明がつかない。 A_a および S_a は下池, 中池, 上池の順に池内の調査区間のばらつきが大きく (表 2), 類似性を示す φ 係数, Jaccard の共通係数も低いことから, 水際草原については群落や植物相の多様性が下池ほど大きいことを示している。

1 つの水系で連続している隣接した池群で, いずれの植生区分でも, 全体のおよそ 3 分の 2 の出現種が各池の固有種で, 上池, 中池, 下池にそれぞれ特色ある種群が成立していたことは興味深い。とくに, 下池の水際草原の固有種として水田や畑地の小型雑草類が多いことは, 下池が強い攪乱を受ける環境で

あることを示唆している。

攪乱の要因としては, ため池管理 (水位調節, 草刈など) や観光客の影響 (ゴミや汚水による富栄養化, 散策, 釣りなど) が挙げられるが, 草刈は 3 池とも定期的に行なわれている。また, 上述のように 3 池とも 1 つの水系で連続していて表流水と深層水が池間で通導されているため水質の差が大きいとは考えにくく, 群落に影響を与えるほどの侵入や踏み荒らしは観察されていない。よって, 消去法的ではあるが, 3 つの池で顕著に異なると思われる水位変動が, 攪乱要因としてやはり最も有力である。水位変動と湿生植物の分布との関連⁹⁾は, 発芽や成長への影響^{7,17,18)}, 冠水日数の違いによって生じる植物の生活型組成に変化⁹⁾や, よりミクロには湛水下での茎葉の酸素通導の種間差と地下茎の成長との関連¹⁹⁾などに起因するものと推測される。したがって, 本調査地でも, 特定の種に着目して, 異なる池や植生における成長や形態の差を観察することが有用であろう。ただし, 本調査では水位変動についてのデータがないため, 群落や出現種の解析結果と水位変動との関連を断定的に言及することはできないので, 今後, 水位計や定点カメラなどによる水位の観測を行なうことが望まれる。

最後に, 姨捨大池において池ごとに発達した特色ある湿生群落をどう保全または保護していくかについて, 本調査結果を踏まえて提言したい。連綿と続けられてきたため池管理によって醸成された立地環境に適応して現在の植生や植物相が成立しているので, 例えば水位調節の時期, 頻度, 順序性を変えてしまうと, 植物種の盛衰や侵入などの変化が生じて,

異なる植生へと遷移していくものと推測される。とくに池ごとの固有種が多いことは、ため池管理の変化すなわち生育環境の変化が植物相に大きく影響してしまうことを示唆している。したがって、姉捨大池の本来の目的と機能から考えても、下流域の棚田での稲作が続く限りは、棚田の水利用に合わせたため池管理を従来どおり継続していくことが最も理に叶った保全策であろう。

引用文献

- 1) 荒瀬輝夫 (2009) ため池と自然形成. 信州大学山岳科学総合研究所・総合地球環境学研究所編「山と自然に魅せられて 研究の現場から未来への提言」. オフィスエム, 長野. pp.24-26
- 2) Arrhenius, O. (1921) Species and area. *Journal of Ecology*, 9: 95-99
- 3) Cain, S.A. (1938) The species-area curve. *American Midland Naturalist*, 19: 573-581
- 4) Dunn, C.P. and Loehle, C. (1988) Species-area parameter estimation: testing the null model of lack of relationship. *Journal of biogeography*, 15: 721-728
- 5) 板野志郎・下田勝久・冨松 元・堤 道生 (2009) 草地の種多様性評価のための無作為順序法による種数面積曲線の利用. *システム農学*, 25: 45-54
- 6) 伊藤一誠・磐田憲幸・吉崎真司 (2006) ダム湖水位変動域の微気象特性と植生回復. *環境情報科学*, 34-4: 80-81
- 7) 木村保夫・寺崎史江 (2000) 土壌シードバンクを活用したタコノアシの保全に関する検討. *保全生態学研究*, 5: 197-204
- 8) 小林四郎 (1995) 生物群集の多変量解析. 蒼樹書房, 東京. 194pp.
- 9) 三井雄一郎・岩崎 寛・藤原道郎・一ノ瀬友博 (2003) 環境要因の違いがため池周縁部の植物相に与える影響. *日本緑化工学会誌*, 29: 293-296
- 10) 長野県更埴市 (2000) 名勝「姉捨 (田毎の月)」保存管理計画. 長野県更埴市, 更埴. pp.85-89
- 11) 中島峰広 (1999) 日本の棚田一保全への取組み. 古今書院, 東京. pp.197-206
- 12) Preston, F.W. (1962) The canonical distribution of commonness and rarity: part I. *Ecology*, 43: 185-215
- 13) 坂本圭児・石原晋二・千葉喬三 (1989) 岡山における社寺林の研究 (I) —市街地およびその近郊における全体構造—. *日本緑化工学会誌*, 15(2): 28-35
- 14) Shimoda, M. and Kagawa, H. (2009) Aquatic plant distribution of irrigation ponds in relation to land use and water quality in an agricultural landscape dominated by citrus orchards in Hojo area, Shikoku Island, southwestern Japan. *Vegetation Science*, 26: 65-78
- 15) 竹下英臣 (2010) 姉捨棚田における水利の実態と景観保全. 信州大学大学院農学研究科修士論文. pp.27-34
- 16) 内田和子 (2008) ため池—その多面的機能と活用—. 農林統計協会, 東京. 171pp.
- 17) 内田泰三・後藤美和子・丸山純孝 (1999) 湿生植物群落の成立に影響を及ぼす諸環境要因の抽出. *日本草地学会誌*, 45: 304-319
- 18) 内田泰三・西村さち子・丸山純孝・荒瀬輝夫 (2000) 湿生植物の生育に配慮した水域緑化に関する基礎的研究 1. 生花苗沼湿原に自生する 4 植物種の生育環境. *日本緑化工学会誌*, 25: 391-396
- 19) Yamazaki, S. (1981) Effects of water level on the development of rhizomes of three hydrophytes. *Japanese Journal of Ecology*, 31: 353-359

Growth of hydrophytic communities in relation to water management in Lake Obasute-Oike, Nagano Prefecture, central Japan

Teruo ARASE*, Mayuko KUMAGAI**, Yoshiyuki UCHIKAWA**, Tetsuo OKANO**, Kazuki MARUYAMA** and Taizo UCHIDA***

* Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

** Faculty of Agriculture, Shinshu University

*** Department of Civil and Urban-Design Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu Sangyo University

Summary

In order to clarify the factors affecting the growth of hydrophytic vegetation in Lake Obaste-Oike, an irrigation pond in Chikuma, Nagano Prefecture, Japan, we surveyed the vascular plant communities

and flora in the lake. The lake can be subdivided into three ponds, Kami-ike, Naka-ike and Shimo-ike. Despite being adjacent to each other and connected to each other by streams, the water levels in the three ponds differ. After recording all of the vegetation along the waters edge, six survey sites were selected in grasslands along the shores of the ponds, and at five sites in marshes at the foot of a mountain. To survey the plant communities at these sites, 24 quadrats ranging in size from 0.0625 to 32 m² were used to produce a species-area curve. As part of the floral survey, species similarities within and between ponds were analyzed. The results revealed the minimum area (A_a) required for a vegetation survey and the number of species (S_a), derived from the species-area curve in each community, were both positively correlated with the size of the marsh (A_v). Conversely, A_a and S_a were not correlated with the size of the shore-side grassland. Regarding the flora, approximately 66% of the species surveyed were endemic to each pond. The low species similarities between the different ponds imply that the hydrophytic communities of each pond appear to have developed independently. Fluctuations in water levels are considered to be one of the most important factors affecting the growth of hydrophytic vegetation. We propose that any conservation management plan that is developed for the ponds needs to consider the importance of controlling the water level in the ponds.

Key word : irrigation pond, hydrophyte, plant community, flora, species-area curve, water level

No	分類	科名	種名	学名	上池			中池			下池			調査 区外
					湿原	水際	水域	湿原	水際	水域	湿原	水際	水域	
1	シダ植物	トクサ	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	○	○		○	○		○	○		
2		ホウライシダ	イワガネゼンマイ	<i>Coniogramme intermedia</i>									○	
3		オシダ	リョウメンシダ	<i>Arachniodes standishii</i>									○	
4			オシダ	<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	○									
5		ヒメシダ	ヒメシダ	<i>Thelypteris palustris</i>	○	○			○					
6		イワデング	オオシケシダ属の1種	<i>Deparia</i> sp.	○									
7			キョタキシダ	<i>Diplazium squamigerum</i>									○	
8			コウヤワラビ	<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	○			○			○			
9	離弁花類	ヤナギ	カワヤナギ	<i>Salix gilgiana</i>								○		
10			イヌコリヤナギ	<i>Salix integra</i>				○						
11			タチヤナギ	<i>Salix subfragilis</i>							○			
12			キツネヤナギ	<i>Salix vulpina</i>	○	○		○						
13			ヤナギ属の1種	<i>Salix</i> sp.					○					
14		カバノキ	シラカンバ	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>									○	
15		クワ	カラハナソウ	<i>Humulus lupulus</i> var. <i>cordifolius</i>	○			○						
16		イラクサ	アカソ	<i>Boehmeria sylvestris</i>	○									
17			ムカゴイラクサ	<i>Laportea bulbifera</i>				○						
18		タデ	ヤナギタデ	<i>Persicaria hydropiper</i>									○	
19			シロバナサクラタデ	<i>Persicaria japonica</i>	○								○	
20			オオイヌタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i>		○			○	○			○	
21			アキノウナギツカミ	<i>Persicaria sieboldii</i>	○	○								
22			ミゾソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	○									
23			タデ属の1種	<i>Persicaria</i> sp.									○	
24		スベリヒユ	スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>									○	
25		ヒユ	ヒカゲイノコズチ	<i>Achyranthes japonica</i>	○			○						
26		ドクダミ	ドクダミ	<i>Houtthynia cordata</i>	○			○						
27		マタタビ	サルナシ	<i>Actinidia arguta</i>				○						
28			マタタビ	<i>Actinidia polygama</i>				○						
29		オトギリソウ	コケオトギリ	<i>Hypericum laxum</i>				○	○					
30			オトギリソウ属の1種	<i>Hypericum</i> sp.								○		
31		アブラナ	タネツケバナ	<i>Cardamine flexuosa</i>				○						
32			オオバタネツケバナ	<i>Cardamine scutata</i>	○									
33			イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i>				○	○			○		
34			スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>									○	
35		ユキノシタ	アカショウマ	<i>Astilbe thunbergii</i>	○			○						
36			ツルネコノメソウ	<i>Chrysosplenium flagelliferum</i>									○	
37			ウツギ	<i>Deutzia crenata</i>				○						
38		バラ	キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i>	○									
39			ズミ	<i>Malus torino</i>		○								
40			ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	○			○						
41	マメ	ヤブマメ	<i>Amphicarpaea bracteata</i> ssp. <i>edgeworthii</i>	○										
42		メドハギ	<i>Lespedeza cuneata</i>								○			
43		ヤブツルアズキ	<i>Phaseolus angularis</i>									○		
44		ツルフジバカマ	<i>Vicia amoena</i>									○		
45		ヨツバハギ	<i>Vicia nipponica</i>									○		
46	トウダイグサ	エノキグサ	<i>Acalypha australis</i>								○			
47		ヒメミカンソウ	<i>Phyllanthus matsumurae</i>							○	○	○		
48	ツリフネソウ	キツリフネ	<i>Impatiens noli-tangere</i>				○							
49		ツリフネソウ	<i>Impatiens textori</i>	○										

附表 姨捨大池の湿生植物群落における出現植物目録 (その2)

No.	分類	科名	種名	学名	上池			中池			下池			調査 区外
					湿原	水際	水域	湿原	水際	水域	湿原	水際	水域	
77		ナス	イガホオズキ	<i>Physalisstrum echinatum</i>										○
78		ゴマノハグサ	タケトアゼナ	<i>Lindernia dubia</i> ssp. <i>dubia</i>							○			
79			アメリカアゼナ	<i>Lindernia dubia</i> ssp. <i>major</i>										○
80			アゼナ	<i>Lindernia procumbens</i>				○						
81			トキワハゼ	<i>Mazus pumilus</i>							○			○
82		スイカズラ	キンギンボク	<i>Lonicera morrowii</i>										○
83			カンボク	<i>Viburnum opulus</i> var. <i>calvescens</i>				○						
84		キキョウ	ツルニンジン	<i>Codonopsis lanceolata</i>				○						
85			タニギキョウ	<i>Pericarpa carnosus</i> var. <i>circaeoides</i>										○
86	合弁花類	キク	オオブタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>							○			
87			ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	○			○						
88			ゴマナ	<i>Aster glehnii</i> var. <i>hondoensis</i>	○			○						
89			アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	○	○		○			○	○		
90			タウコギ	<i>Bidens tripartita</i>				○	○		○	○		○
91			ヤブタバコ属の1種	<i>Carpesium</i> sp.				○						
92			トキンソウ	<i>Centipeda minima</i>							○			○
93			アザミ属の1種	<i>Cirsium</i> sp.	○									
94			ユウガギク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	○									
95			ハンゴンソウ	<i>Senecio cannabifolius</i>	○									
96			オオアワダチソウ	<i>Solidago gigantea</i> var. <i>leiophylla</i>							○			
97			シナノタンポポ	<i>Taraxacum hondoense</i>										○
98			セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>										○
99			イガオナモミ	<i>Xanthium italicum</i>		○					○			○
100	単子葉類	オモダカ	ヘラオモダカ	<i>Alisma canaliculatum</i>		○		○	○					
101		トチカガミ	コカナダモ	<i>Elodea nuttallii</i>				○						
102		ヒルムシロ	エビモ	<i>Potamogeton crispus</i>			○							
103			ホソバミズヒキモ	<i>Potamogeton octandrus</i>				○						
104			ヒルムシロ属の1種	<i>Potamogeton</i> sp.		○								○
105		ユリ	コバギボウシ	<i>Hosta albo-marginata</i>	○									
106			ツルボ	<i>Scilla scilloides</i>										○
107			シオデ	<i>Smilax riparia</i>	○									
108			オオシュロソウ	<i>Veratrum nigrum</i> ssp. <i>maackii</i> var. <i>japonicum</i>										○
109		ヤマノイモ	ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i>	○									
110			オニドコロ	<i>Dioscorea tokoro</i>	○									
111		イグサ	コウガイゼキショウ	<i>Juncus leschenaultii</i>				○	○					○
112			ハリコウガイゼキショウ	<i>Juncus wallichianus</i>										○
113		ツユクサ	ツユクサ	<i>Commelina communis</i>	○									
114		イネ	オオスズメノテッポウ	<i>Alopecurus pratensis</i>										○
115			コブナグサ	<i>Arthraxon hispidus</i>					○					
116			イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>					○			○		
117			オオニワホコリ	<i>Eragrostis pilosa</i>										○
118			ウシノシツベ	<i>Hemarthra sibirica</i>								○		
119			アシカキ	<i>Leersia japonica</i>	○	○		○	○	○	○	○		○
120			エゾノサヤヌカグサ	<i>Leersia oryzoides</i>							○			○
121			アシボソ	<i>Microstegium vimineum</i>	○									
122			オギ	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>							○			
123			ケチヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	○			○						
124			ヌカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>				○				○		
125			スズメノヒエ	<i>Paspalum thunbergii</i>								○		
126			クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i>		○			○		○	○		
127			ヨシ	<i>Phragmites australis</i>	○	○		○	○		○			
128			ミヤコザサ	<i>Sasa nipponica</i>	○									
129			スズタケ	<i>Sasamorpha borealis</i>	○									
130		サトイモ	ショウブ	<i>Acorus calamus</i>	○	○		○			○			○
131			ミズバショウ	<i>Lysichiton camtschaticense</i>	○									
132		ガマ	コガマ	<i>Typha orientalis</i>									○	
133		カヤツリグサ	カサスゲ	<i>Carex amplifolia</i> ssp. <i>dispalata</i>	○						○			○
134			ミコシガヤ	<i>Carex neurocarpa</i>								○		○
135			ニシノホンモンジスゲ	<i>Carex pisiformis</i> ssp. <i>stenostachys</i>	○									○
136			スゲ属の1種	<i>Carex</i> sp.				○						
137			アオガヤツリ	<i>Cyperus nipponicus</i>								○		○
138			シロガヤツリ	<i>Cyperus michelianus</i> ssp. <i>pacificus</i>										○
139			カヤツリグサ属の1種	<i>Cyperus</i> sp.					○					
140			マツバイ	<i>Eleocharis acicularis</i> f. <i>longiseta</i>		○		○	○		○			
141			ハリイ	<i>Eleocharis congesta</i> ssp. <i>japonica</i>								○		
142			ヌマハリイ	<i>Eleocharis mamillata</i>		○		○		○	○			
143			アゼテンツキ	<i>Fimbristylis squarrosa</i>				○	○					○
144			メアゼテンツキ	<i>Fimbristylis velata</i>										○
145			アオテンツキ	<i>Fimbristylis verrucifera</i>										○
146			ヒメホタルイ	<i>Schoenoplectus lineolatus</i>										○
147			サンカクイ	<i>Schoenoplectus triqueter</i>		○		○	○		○	○		
148			マツカサススキ	<i>Scirpus mitsukurianus</i>							○			○
149			アブラガヤ	<i>Scirpus wichurii</i>	○	○		○	○		○			
150			アブラガヤ属の1種	<i>Scirpus</i> sp.				○						