

希少水生植物保護の取り組み(第1報)

- 香川県で唯一アサザの自生する久米池の環境について -

Activities for Conservation of Endangered Aquatic Plants (1)

- The Environment of Kume Pond Where the Last *Nymphoides peltata* in Kagawa Prefecture Grows Wild -

白井 康子 石原 暁 土取 みゆき
Yasuko SHIRAI Akira ISHIHARA Miyuki TUCHITORI
田中 さと子 吉本 政輝* 上野 真樹*
Satoko TANAKA Masateru YOSHIMOTO Masaki UENO

要 旨

高松市東部に位置する久米池は、平成15年3月に策定された香川県版レッドリストで絶滅危惧 類(環境省、平成14年4月、絶滅危惧 類(VU))に分類される希少水生植物アサザ*Nymphoides peltata*が香川県で唯一残っている自生池であるが、平成13~14年度に周辺環境保全整備事業等が実施されることとなり、14年度にはアサザの自生区域において工事が行われる計画であったことから、その保護対策が急がれた。

環境保健研究センターでは、本事業を所管する香川県東讃土地改良事務所と協力し、保護対策の実施等について検討を進めるとともに、工事前の水質分析等に取り組んできた。

久米池は、常時アオコが発生するなど水質汚濁が進行した池で、アサザが残されているのは水質以外の要因によるものと考えられる。アサザは特異な生活サイクルを持つ水草で、この生活サイクルに久米池の環境が適しているのかもしれない。久米池の環境を明らかにすることにより、アサザの生育に適した環境が明らかになり、現地での保護、また、移植等による自生地外での保全等対策の実施に有用な知見が得られる。

キーワード：希少水生植物，アサザ，生育環境，保護

緒言(はじめに)

アサザ*Nymphoides peltata*は、平成15年3月に策定された香川県版レッドリストで絶滅危惧 類(環境省、平成14年4月、絶滅危惧 類(VU))に分類されている希少水生植物で、香川県では久米池にのみ残っている。

久米池は高松平野の東の端に位置し、東部の雲附山地と高松低地の境に所在する。江戸初期に、ここから屋島にかけての低地に塩田が築かれたが、現在は農地と住宅地が混在する地域となっており、殊に雲附山地の西斜面は宅地開発が進んでいる。

図1に久米池の所在地及び地形¹⁾を示す。また、表1に久米池の概要²⁾を示している。

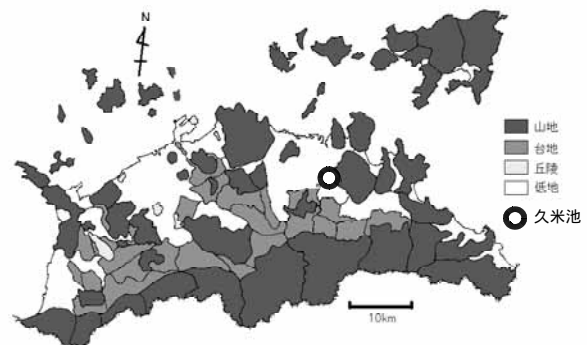


図1 久米池の所在地及び地形

*香川県東讃土地改良事務所

表1 久米池の概要

所在地	高松市新田町	
池の規模	堤長	640.0 m
	堤高	5.0 m
	満水面積	18.6 ha
	貯水量	35.2万 m ³
灌漑面積	109.0 ha	

久米池は台地ため池（平野内陸部に位置し、洪積層下位台地が沖積・扇状地平野と接する位置にあり、下位台地が形づくる窪地を巧みに堰き止めたもの、長町³⁾）で、東側、南側が浅く、堤のある西側、北側が深い。香川県では、比較的大きなため池にあたるが、近年水質汚濁が進行し、ミクロキスティス属によるアオコが常時、発生している。

主要な流入水は、南西部の新川よりの導水と南東部の香川用水である。取水口は何箇所か設けられているが、主たる流出は北東からである。池内は、南西から北東への流れが卓越しており、その両側は停滞気味とのことである。

図2に久米池の全体図等を示す。

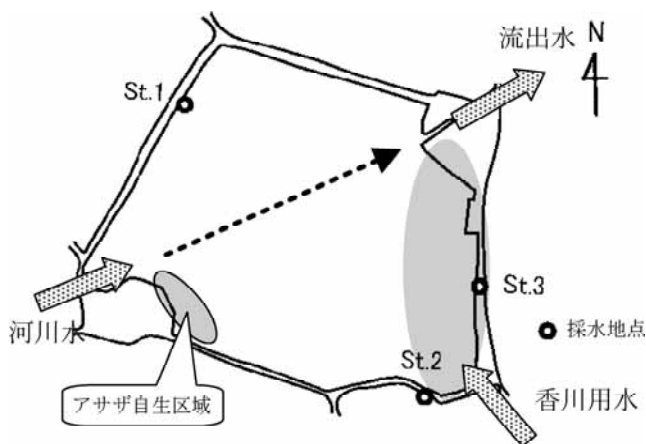


図2 久米池全体図及び採水地点

池の利用は農業用水の取水及び池内での養魚である。

池内の植生は、昔は、ハス、オニビシが繁茂していたと記録されている²⁾が、現在はアサザのみが池の南東部分から東岸一帯及び南西部分に自生している。しかし、アサザがいつごろより自生していたのかは記録がない。

表層地質図⁴⁾によれば、この地域の基盤は花崗岩、その上に、花崗岩に由来する砂、礫よりなる洪積層がのっており、土壌も、丘陵地では花崗岩を母材とする褐色森林土、下層は花崗岩が風化した、いわゆるマサ土が多くなっている。

香川県は平成6年に記録的な渇水に見舞われた。これを契機にため池の貯水機能が見直され、以降、ため池の整備事業が県下一斉に進められることとなった。

今回の久米池の周辺環境保全整備事業等は、古高松南部地区を対象とした、県営地域ぐるみため池再編総合事業（平成9～14年度、事業費631,000千円）の一部で、平成13年度には西及び北の堤体上をカラー舗装により遊歩道として整備し、平成14年度には東の池内に捨石工によりアサザ観察用遊歩道の基礎が作られたほか、これまで池内に直接流入していた地区外からの流入箇所に取り合せ水路を3ヶ所設置するなどした。遊歩道の基礎工事等の行われた区域はアサザ自生区域と重なっていた。

図3に東岸の工事区域拡大図及びアサザの自生区域を示す。

方法

1 水質調査（工事前）

今回の水質調査は工事前のモニタリングに相当する調査である。

(1) 調査期間及び回数

調査期間は平成14年4月～平成14年11月で、工事の

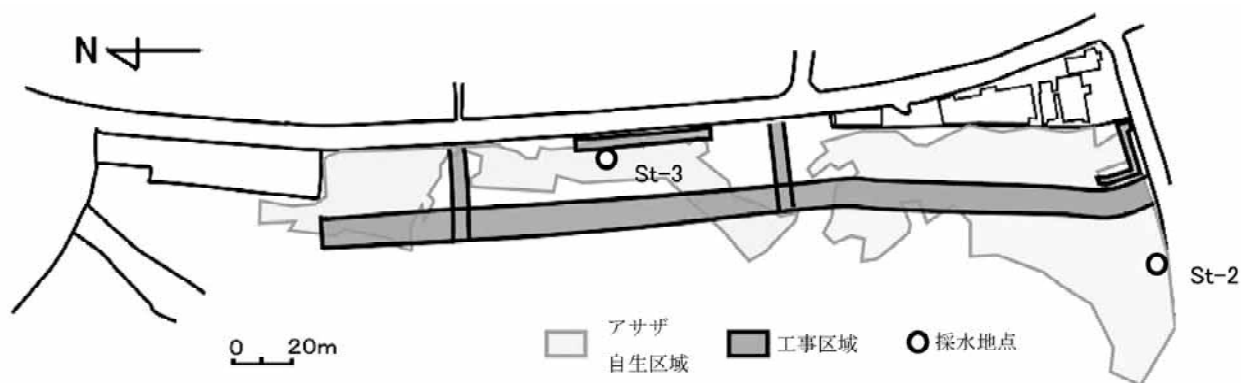


図3 東岸工事区域拡大図及びアサザ自生区域

ため落水するまで毎月1回採水を行い、計8回調査を実施した。

(2) 調査地点

調査地点は3地点で、図2に示したとおりである。

(3) 調査項目

調査項目は、水温、pH、EC、DO、COD、SS、T-N、T-P、クロロフィル-aの9項目で、COD、T-N、T-Pについては、ろ過水についても分析し、溶解性COD、溶解性T-N、溶解性T-Pの値を求めた。

分析方法は、水温についてはアルコール温度計を用い現地で測定、その他の項目は持ち帰り、クロロフィル-aは海洋観測指針、他はJIS0102に従い分析した。

2 底質調査

(1) 試料採取等

落水後の平成14年11月から12月に底泥をサンプリングし、風乾試料とした。

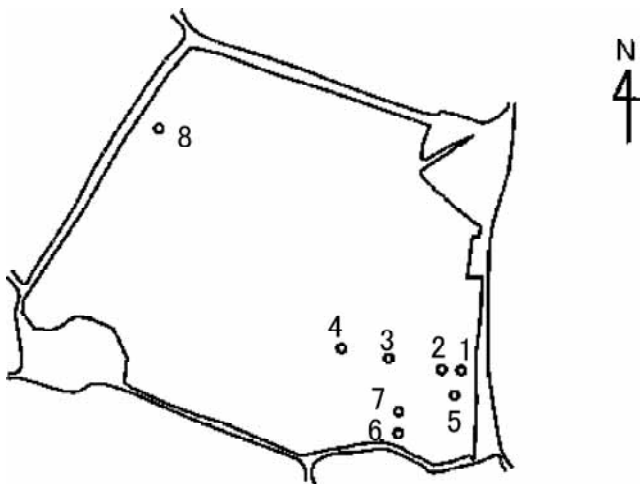


図4 採泥地点

(2) 調査地点

図4に採泥地点を示す。1～8の8地点で、1、2、5、7の4地点については表層以外に次層等も採泥し、他の地点については表層のみ採泥した。なお、複数層の採泥にあたっては、表層の酸化的な部分と次層以下の還元的な部分に配慮し採泥を行った。

表2に調査地点等の詳細を示す。また、現地での性状等の観察結果についても併せて記してある。

(3) 調査項目

調査項目は、強熱減量、COD、T-N、T-P、礫含量、粒度組成の6項目で、強熱減量、COD、T-N、T-Pは「底質調査方法とその解説」(環境庁水質保全局水質管理課編、平成8年改訂版5刷)、礫含量及び粒度組成は「土壌物理性測定法」(土壌物理性測定法委員会編、養賢堂、昭和47年)により分析した。

3 地形及びアサザの分布調査

池内のアサザの分布、さらに、東岸のアサザの自生区域を中心に自生区域の範囲及び微地形を測量した。

また、東岸アサザ自生区域を中心に検土杖を用いて5×3mメッシュ(東岸は南北5m、東西3m、南岸は東西5m、南北3m)で底泥の還元層上面の深さを測定した。

表2 底質調査地点の詳細

地点番号	地点の詳細						
	位置	深さ	状態	性状	色	アサザ	
1	1-1	東岸No3 採水地点地先7m	0~14cm	酸化的	砂	-	有
	1-2		14cm~	還元的	砂	-	
2	2-1	東岸No3 採水地点地先13m	0~5cm	酸化的	砂	-	有
	2-2		5~15cm	還元的	砂	-	
3		東岸No3 採水地点地先45m	表層	-	浮泥	-	無
4		東岸No3 採水地点地先60m	表層	-	浮泥	-	無
5	5-1	東岸No3 採水地点付近	0~2cm	酸化的	砂	にぶい黄色, 2.5Y6/3	有
	5-2		2~5cm	還元的	砂	暗緑灰, 5G3/1~4/1	
	5-3		5~10cm	還元的	粘土	緑灰, 10G5/1	
	5-4		粘土層	還元的	粘土	青灰, 5BG5/1~10BG5/1	
6		南岸No2 採水地点地先5m	0~10cm	還元的	砂	暗緑灰, 5G3/1	有
7	7-1	南岸No2 採水地点地先10m	0~10cm	還元的	砂	暗緑灰, 5G3/1	有
	7-2		10~20cm	還元的	青粘土	緑灰, 灰, 10G6/1, 7.5Y5/1	
8		西岸No1 採水地点地先	表層	-	浮泥	-	無

表3 地点別平均値

項目 地点	PH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	COD(mg/l)		SS (mg/l)	T-N (mg/l)		T-P (mg/l)		クロロフィルa ($\mu\text{g/l}$)
					うち溶解性			うち溶解性		うち溶解性	
St - 1	9.4	23.5	10.4	21.6	10.0	26	1.9	0.75	0.15	0.033	68
St - 2	9.3	24.0	10.8	23.0	9.8	30	2.1	0.75	0.17	0.028	71
St - 3	9.4	24.2	10.8	27.3	10.1	37	2.5	0.77	0.20	0.030	69
農業(水稲)用 水質基準	6.0~ 7.5	30mS/m 以下	5 ppm 以上	6 ppm 以下		100ppm 以下	1 ppm 以下				

結果

1 水質調査(工事前)

表3に工事前の各調査地点の水質を示す。

数値は4月～11月、計8回の地点別平均である。

pHは9.3～9.4, ECは23.5～24.2mS/m, DOは10.4～10.8mg/lであった。CODは21.6～27.3mg/lで、うち溶解性CODが約10mg/l含まれている。SSは26～37mg/lであった。また、T-Nは1.9～2.5 mg/lで、うち溶解性T-Nが約0.75mg/l, T-Pは0.15～0.20mg/lで、うち溶解性T-Pが約0.03mg/l含まれている。クロロフィル-aは68～71 $\mu\text{g/l}$ であった。

EC, COD, SS, T-N, T-Pの項目でSt-3の平均値が高くなっているが、これはSt-3の14年9月のデータが著しく高かったため、池内の水質はどの地点でも類似していた。

農業(水稲)用水質基準と比べると、EC, DO, SSの年間平均値は基準を満たしているが、pH, COD, T-Nの年間平均値は基準を超過しており、これらの項目については年間の最低値でも基準を満たさなかった。

いずれにしても、各測定項目の値は非常に高い数値となっており、久米池は富栄養化の進んだ池であることがわかる。

しかしながら、香川県の平野部のため池の平均値⁵⁾T-N1.9mg/l, T-P0.15mg/lと比べると、著しく水質が悪いわけではなく、同程度の水質である。

図5は各項目の経月変化について、St-2を例に示したものである。St-1, St-3も同様の傾向が認められる。

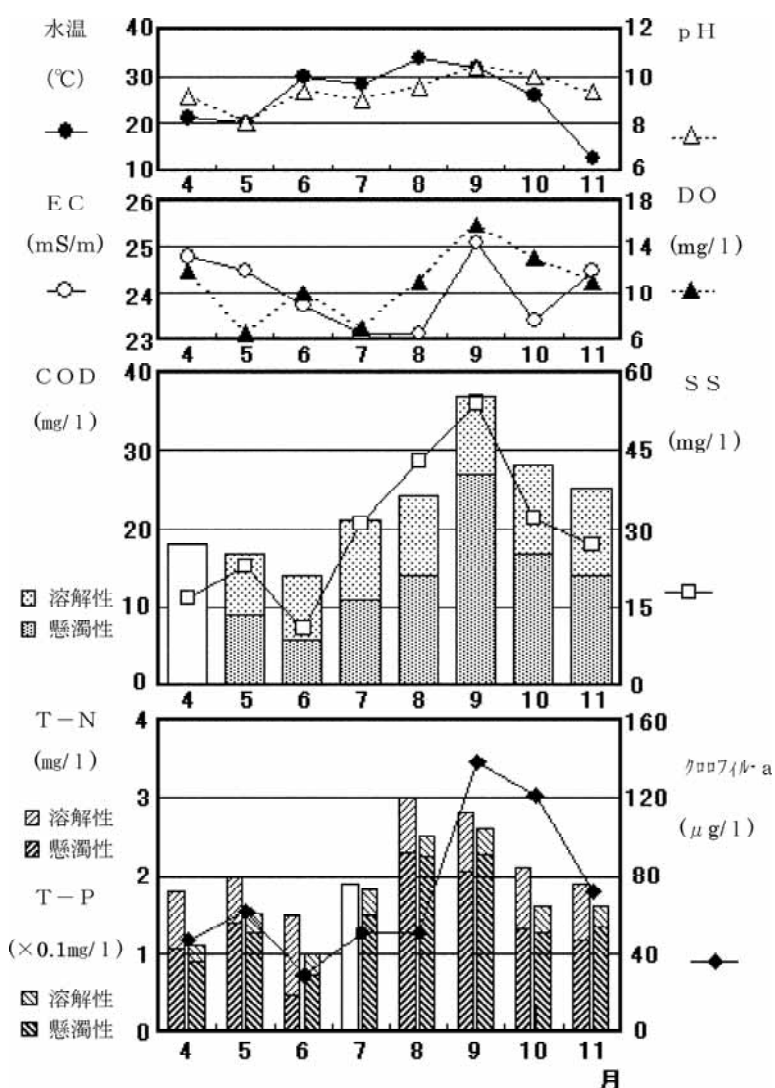


図5 水質経月変化(St-2)

4月のCOD, 7月のT-Nは総量のみ

主にアオコ等プランクトンの増減に起因するクロロフィル-aの増減と懸濁性COD, SS, 懸濁性T-N, 懸濁性T-Pの挙動が良く一致していることが読み取れる。これらの項目間には高い相関が認められている(懸濁性T-Nは危険率5%,その他は1%)。このことから,池の水質変動はアオコの消長と関係が深いことが伺えた。

一方,溶存態のCOD, T-N, T-Pは年間を通じてあまり変動せず,ほぼ一定の値であった。

なお,9月がCOD等の値のピークとなっているが,これは毎月月上旬に調査を行っており,平成14年の夏が遅くまで暑かったためと考えられる。

2 底質調査

表4に底質調査結果を示す。粒度組成分析結果をもとに土性区分⁶⁾を行った結果及び各調査地点におけるアサザの有無を併せて示してある。なお,表中,網掛けの部分は表層以外のサンプルの分析結果である。

図6は表層の土性三角図である。

3, 4, 8は池の沖合い部分にあたり,水深が深くアサザの自生がみられない部分である。この部分では,強熱減量, COD, T-N, T-Pの値が高くなっており,これは池内に有機物が堆積しているためと思われる。

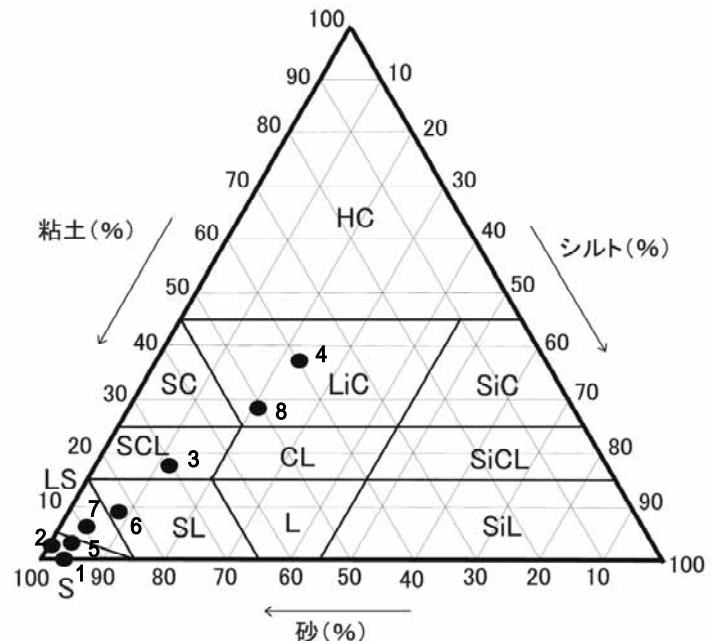


図6 表層の土性三角図

S: 砂土, LS: 壤質砂土, SL: 砂壤土, L: 壤土, SiL: シルト質壤土, SCL: 砂質壤土, CL: 埴壤土, SiCL: シルト質埴壤土, SC: 砂質埴土, LiC: 軽埴土, SiC: シルト質埴土, HC: 重埴土

表4 底質調査結果

地点番号	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	礫含量 (%)	粒度組成 (%)				土性区分	アサザ
						粗砂	細砂	シルト	粘土		
1-1	0.7	2.0	0.47	0.075	39.1	94.2	1.5	3.5	0.8	S (砂土)	有
1-2	1.1	2.8	0.44	0.075	27.2	87.1	5.1	3.2	4.6	S (砂土)	
2-1	0.6	1.7	0.50	0.052	38.6	95.8	1.0	2.7	0.4	S (砂土)	有
2-2	0.6	1.4	0.67	0.056	42.8	96.6	0.9	1.0	1.4	S (砂土)	
3	6.3	17.5	2.2	0.17	0	56.9	14.1	11.3	17.7	SCL (砂質埴壤土)	無
4	11.7	38.9	5.3	0.74	0	17.5	22.0	23.3	37.2	LiC (軽埴土)	無
5-1	1.1	2.4	0.23	0.032	20.3	91.9	1.9	3.1	3.2	S (砂土)	有
5-2	1.0	4.0	0.68	0.083	25.7	91.0	1.6	5.0	2.3	S (砂土)	
5-3	3.4	4.2	0.58	0.068	0	51.2	9.3	12.5	27.0	SC (砂質埴土)	
5-4	4.4	0.7	0.19	0.022	0	36.9	7.3	13.7	42.0	LiC (軽埴土)	
6	2.0	5.5	0.34	0.11	0	77.7	5.6	7.6	9.2	SL (砂壤土)	有
7-1	2.0	5.3	0.56	0.12	58.5	85.4	3.9	4.6	6.1	LS (壤質砂土)	有
7-2	4.3	2.48	0.50	0.043	0	33.5	11.6	22.1	32.8	LiC (軽埴土)	
8	9.8	34.9	5.5	0.58	0	41.0	9.7	20.0	29.2	LiC (軽埴土)	無
香川県の他のため池 ⁷⁾	8.8~24.6		4.4~13.6	0.75~1.1							

注) 礫含量は > 2mm, 粒度組成については, 粗砂 2~0.2mm, 細砂 0.2~0.02mm, シルト 0.02~0.002mm, 粘土 < 0.002mm で区分している。

また, は表層以外のサンプルである。

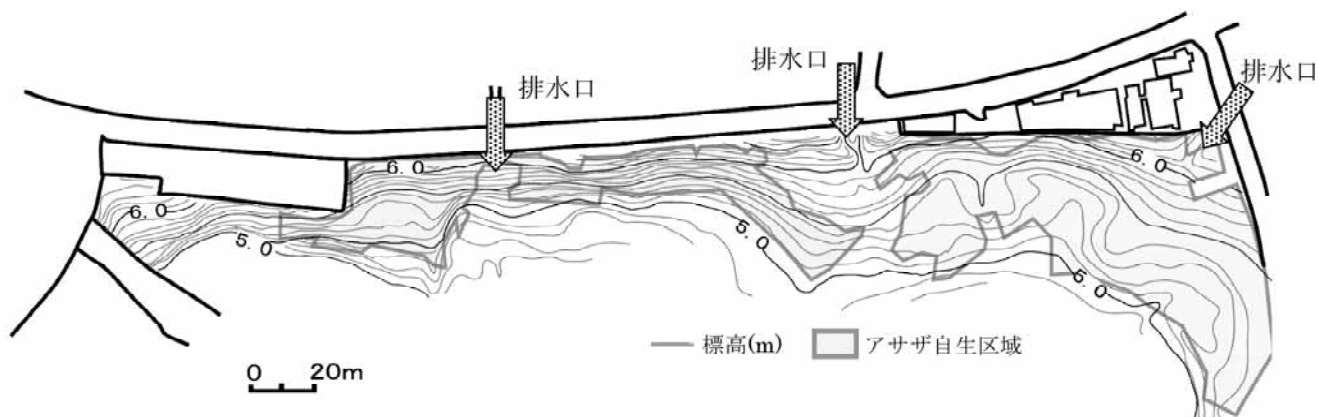


図7 東岸アサザ自生区域，微地形及び流入排水口の位置

しかしながら、これらの値も、香川県の他の平地の池と比べ、著しく悪いわけではなく、同程度の値⁷⁾である。また、この部分では、礫含量が0%，また、粒度組成に占める粗砂の割合も低く、土性区分もSCL（砂質埴土）またはLiC（軽埴土）であった。

1, 2, 5, 6, 7はアサザの自生がみられる池の岸寄り部分にあたり、水深は浅い。この部分の表層の各項目についてみると、強熱減量，COD，T-N，T-Pの各項目がアサザの自生していない地点（3, 4, 8）と比べると低い値であった。

また、この部分では、礫含量が6を除いて高くなっており、粒度組成に占める砂（粗砂+細砂）の割合も高い。土性区分はS（砂土），SL（砂埴土），LS（埴質砂土）であった。

5, 7の地点では下層のLiC（軽埴土）の上にS（砂土）またはLS（埴質砂土）が積層していること、また、砂の堆積が見られない4, 8の地点の土性区分がLiC（軽埴土）であることから、久米池の底質は基本的にLiC（軽埴土）で構成されており、アサザの自生している区域ではその上に砂が積層していると考えられる。

これらの結果によれば、アサザの自生している区域では底質の礫含量及び粒度組成に占める砂（粗砂+細砂）の割合が多く、また、強熱減量，COD，T-N，T-Pの値が低いといった特徴がみられる。

3 地形及びアサザの分布調査

図2に既に示したように、アサザは池の南東部分から東岸一帯及び南西部分に自生している。特に、池の南東部分から東岸一帯にかけての区域には大きな群落

が形成されている。工事前、この区域の群落の面積は約5,400m²であったが、遊歩道部分として約30%に相当する約1,500m²が埋立てにより失われた。

図7に東岸アサザ自生区域，微地形及び流入排水口の位置を示す。

排水口の前面には流入土砂の堆積による隆起が形成されており、これより広がる形で池の東岸及び南岸に緩やかな渚が形成されている。これらの砂は後背地の宅地開発などに伴い、排水口等を経由して池内に流入したものであると思われる。また、この渚部分の砂は波に洗われるためか、有機物による汚染が少なく、アサザはこの渚部を好んで生育しているようである。しかしながら、排水口前面ではアサザの生育が悪く、流入水あるいは水流によって何らかの影響を受けているものと考えられる。

一方、アサザ自生区域は、標高5mのラインとほぼ一致しており、池が満水のとき満水面は6.8mであるので、アサザの生育可能な水深は1.8mまでと考えられる。ただし、池は春先に満水になるものの、田植え時期の取水後はやや水面が低下したままとなっているので、生育可能な水深は今回の見積りよりも浅いと思われる。

図8に検土杖を用いて東岸アサザ自生区域底泥の還元層上面の深さを測定した結果を示す。

東岸では還元層上面深さが岸より徐々に浅くなり、沖合いには1cm以下の区域が広がる。南岸は東岸と異なりアサザが広く分布しているにもかかわらず、表層から還元的な区域が広がっている。

図9に東岸のアサザの自生区域の底泥の断面を示す。アサザは底泥表面にランナーを這わせ、約20cmごとに

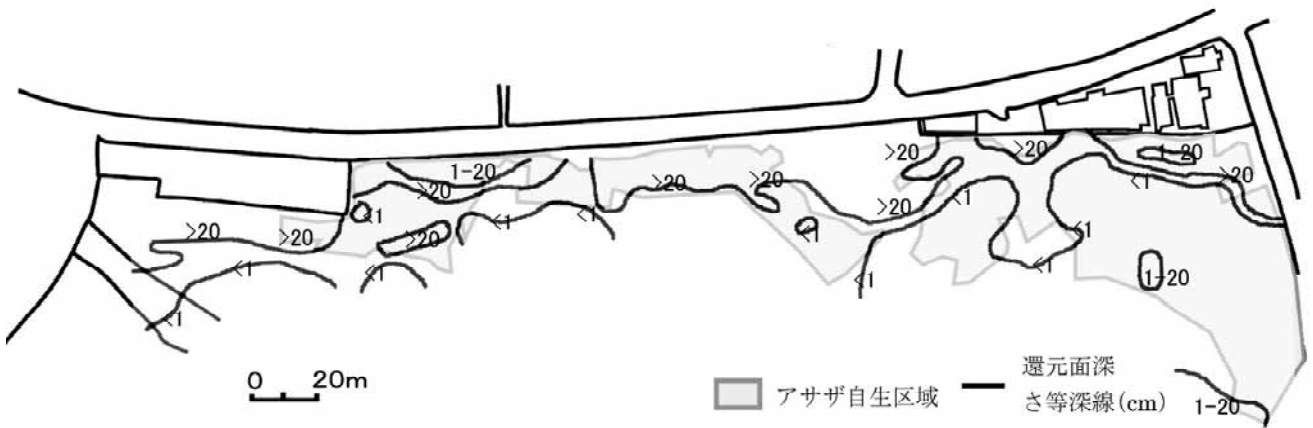


図8 検土杖で測定した還元面深さ

株が根を張っている。場所にもよるが、根は粘土層の上部まで約10cmほど底泥中に入っており、東岸ではアサザの根が底泥中に入っている部分までが酸化的であった。

しかしながら、南岸ではアサザが繁茂しているにもかかわらず、底泥は表層から還元的であった。また、工事期間中の落水中でも、この区域は干上らずジメジメとしており、池底に湧水があると思われた。



図9 アサザ自生区域(東岸)の底泥断面

考察

水質測定項目の値は非常に高い数値となっており、久米池は香川県の他の平野部のため池より水質が良好であるとは言えないことが明らかになった。したがって、ここにアサザが残されているのは水質以外の要因が大きいと考えられる。

久米池の底質は基本的にLiC(軽埴土)で構成されており、アサザの自生している区域では、後背地の宅地開発などに伴い流入した土砂が堆積している。池の沖合いの水深が深くアサザの自生がみられない部分では有機物

含量の高い泥土が堆積しているが、アサザの自生する渚部は有機物含量が少なく、粗粒質で酸素を含んだ水の透過が良好である。

久米池のアサザは、東岸及び南岸の浅い渚部を好んで生育している。アサザは水中では発芽できないため、芽生えの時期には水位が下がり干上ることが必要、という特異な生活サイクルを持つ水草で、この生活サイクルに傾斜の緩やかな砂地の渚を持つ久米池の環境が適しているのかもしれない。

久米池の南岸では底泥は表層より還元的で、アサザにとって良好な環境ではないと思われるが、アサザが繁茂している。この区域には湧出水の存在が疑われ、この湧出水はアサザの自生範囲に影響を及ぼしている可能性がある。

今回の工事により、東岸のアサザ自生区域が遊歩道の基礎により分断され、生育環境に著しい変更が加えられた。水は透過および越流可能な設計となっているが、水流等の変化により水質が変動することが予想され、工事後の水質モニタリングが必要である。

工事前の数年、アサザの分布域は徐々に拡大しているようであった。特に南西の自生区域は当初、流出株の定着程度であったのが、平成14年には群落を形成するにいたっている。今回の工事がアサザ群落に与えた影響を把握するため、分布域の追跡調査が必要である。

アサザは多年草であるうえ、その繁殖法には、種子繁殖のほか、ランナーを伸ばし新しい株ができる栄養繁殖がある。また、アサザは異型花柱性で、その花には、長花柱花、短花柱花、等花柱花があることが知られており、同じ花同士では受粉しないことから、健全な群落の維持にはこれらの花が混在することが欠かせない。栄養繁殖

が可能であるので、種子ができなくても群落は維持されるが、この場合、群落は遺伝的多様性を失う。しかしながら、現在のところ、久米池のアサザがどういう花を付けているのかは明らかにされていない。久米池のアサザを適切に保護していくためには、これを明らかにする必要がある。

いずれにせよ、久米池を含め香川県のため池は水草にとって厳しい環境といえる。ため池が豊かな生態系を維持するには水草相が健全に維持されることが不可欠である。久米池の水草相がアサザのみで構成されているという現状も、生態系の多様性維持の観点からは決して望ましいものではない。

まとめ

公共事業のあり方や良好な環境に対する関心の高まりを受け、「食料・農業・農村基本法（平成11年法律第106号）」において、農業生産基盤の整備に当たっては環境との調和に配慮しつつ必要な施策を講ずることとされた。このことを受け、「土地改良法（昭和24年法律第195号）」においても、事業の実施に当たっての原則に「環境との調和に配慮すること」を位置づける改正がなされ、平成14年4月1日より施行された。今回の久米池における周辺環境整備事業でのアサザの保全対策の実施はこうした流れに沿ったものである。

香川県に唯一残された久米池のアサザであるが、常時アオコが発生しているなど池の水質汚濁が進行しており、今後、水質改善のための何らかの対策が必要と思われる。

今後も調査を継続することにより、アサザの生育に適した環境が明らかになり、現地での保護、また、移植等による自生地外での保全等対策の実施に有用な知見が得られるものと考えている。

謝辞

本稿の一部は、水草研究会第25回全国集会（平成15年8月2日～3日、於高松市）で発表したものである。発表にあたっては、同会の久米修氏に大変お世話になった。また、同氏には、保護対策の実施方法等についても助言いただいている。

また、高松市古高松土地改良区及び久米池水利組合等

関係の方々には、現地での調査を快く承諾いただいた。併せて、御礼申し上げます。

文献

- 1) 国土庁土地局国土調査課監修：土地分類図（香川県）復刻版，1973
- 2) 香川県農林水産部土地改良課：讃岐のため池誌，1121 - 1129，ぎょうせい，2000
- 3) 社団法人日本水環境学会編：日本の水環境 6 中国・四国編，59 - 60，技報堂出版，2000
- 4) 香川県：阿讃山地開発地域土地分類基本調査，高松南部，14 - 15，1974
- 5) 石原暁等：ため池の富栄養化とオニバスの生育 - (1)ため池水質の季節変化 - ，香川県環境研究センター所報，23，41 - 50，1998
- 6) 日本土壌肥料学会監修，土壌環境分析法編集委員会編：土壌環境分析法，24 - 29，博友社，1997
- 7) 石原暁等；ため池の富栄養化とオニバスの生育（第4報） - ため池底泥の富栄養化の実態 - ，香川県環境研究センター所報，25，45 - 49，2000
- 8) その他
「よみがえれアサザ咲く水辺 - 霞ヶ浦からの挑戦」（鷺谷いずみ，飯島博編集，文一総合出版，1999）及びアサザプロジェクトHP（<http://www.kasumigaura.net/asaza/>，<http://www.osekkaiz.com/asaza.html>）は全般にわたり参考とした。