

ISSN 1347-751X

河川環境総合研究所資料 第30号

ホームページ公開版

河川環境総合研究所資料

第30号

我が国の湖沼での沈水植物の再生及び 利活用に関する資料集

平成23年3月

財団法人 河川環境管理財団
河川環境総合研究所



[3章：福島潟と流入河川のヤナギモ]



[4章：野尻湖の水草復元区]

我が国の湖沼での沈水植物の再生及び 利活用に関する資料集



[6章：伊豆沼とクロモ移植区]



[7章：東郷池の水草採取とゴミの除去]

本資料のねらい

本資料は沈水植物の再生に取り組んでいる湖沼から9湖沼を選び、その取り組みについてまとめたものである。調査は、現地で取り組みを進められている方々にお会いして経験談を伺い、現地を見ることを基本とし、公表されている資料により補足・確認をするというやり方で実施した。

実湖沼での沈水植物の再生に向けた取り組みは、水の濁りやヒシやヨシなど他の水草との競合、ソウギョやザリガニなどの食圧によって難しい状況にあると言わざるを得ない湖沼が少なくない。しかしながら、水質の改善などの状況の変化で沈水植物が繁茂するようになった湖沼も複数現れている。沈水植物の再生に何が効果があったかについては十分に解明されているとはいえ、さらに調査研究が必要と考えている。

沈水植物を再生させる取り組みは、本資料の対象湖沼全てにおいて湖沼の環境保全の一環として、地元の行政機関・関係団体・NPO・研究者・ボランティアなどの様々な機関が連携して進められている。また環境教育の場と位置づけている湖沼もあり、取り組みを持続的なものとするために様々な工夫がなされている。

本資料の作成にあたって、各湖沼に関係する行政機関・NPOなどの皆様からは各湖沼の取り組み状況の紹介や資料の提供をいただきました。また本資料の企画及び作成に際しては、東京大学助教西廣淳氏に貴重なご意見を頂きました。御世話になった方々に心より感謝申し上げます。

本資料が、沈水植物の再生の全国での取り組みの参考になれば幸いです。

平成23年3月

財団法人 河川環境管理財団

(技術参与 酒井憲司)

研究第二部主任研究員 大寫巖

研究第二部主任研究員 中村彰吾)

注) 本資料の引用に関して

資料を御提供頂いた機関・団体には本資料の公表の了解を頂いておりますので、引用は自由です。写真に関しては、各章の「現地調査」に記載したもので出典が記述されていないものは、出典を当財団と明記いただければ引用は自由ですが、出典を明記したものや印旛沼の章に関しましては、引用文献の著者の了解を得ていただくことが必要です。

目次

本資料のねらい

1 概要	1-1
1.1 研究の背景と目的	1-1
1.2 対象湖沼	1-1
1.3 研究手法	1-2
1.4 各湖沼の諸元と沈水植物に関する取り組みの概要	1-3
2 佐潟（新潟市）	2-1
2.1 佐潟の概要	2-1
2.2 佐潟の環境の現状と経緯	2-3
2.3 環境保全に向けた取り組み	2-12
2.4 現地調査	2-21
3 福島潟（新潟県）	3-1
3.1 福島潟の概要	3-1
3.2 福島潟の環境の現状と経緯	3-2
3.3 環境保全に向けた取り組み	3-10
3.4 現地調査	3-16
4 野尻湖（長野県）	4-1
4.1 野尻湖の概要	4-1
4.2 野尻湖の環境の現状と経緯	4-1
4.3 環境保全に向けた取り組み	4-9
4.4 現地調査結果	4-17
5 木崎湖（長野県）	5-1
5.1 木崎湖の概要	5-1
5.2 沈水植物の回復	5-1
6 伊豆沼（宮城県）	6-1
6.1 伊豆沼の概要	6-1
6.2 伊豆沼の環境の現状と経緯	6-2
6.3 環境保全に向けた取り組み	6-15
6.4 現地調査	6-29
7 東郷池（鳥取県）	7-1
7.1 東郷池の概要	7-1
7.2 東郷池の環境の現状と経緯	7-1
7.3 水質改善に向けた取り組み	7-7
7.4 現地調査	7-17

8 印旛沼（千葉県）	8-1
8.1 印旛沼の概要	8-1
8.2 印旛沼の環境の現状と経緯	8-6
8.3 印旛沼再生の取り組み	8-12
8.4 沈水植物の再生の取り組み	8-15
9 諏訪湖（長野県）	9-1
9.1 諏訪湖の概要	9-1
9.2 諏訪湖の環境の現状と経緯	9-2
9.3 環境保全に向けた取り組み	9-5

1 概要

1.1 研究の背景と目的

湖沼の水質改善は諏訪湖のように以前の状態に戻りつつある事例が見受けられるようになってきたが、多くの湖沼においては顕著な改善が見られないという傾向が続いている。こうした状況を受けて平成 17 年に湖沼水質保全特別措置法が改正され、新たな施策として湖辺環境保護地区の制度が設けられ、水質保全における植生の役割が明記されている。

国土交通省河川局では「自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法」に着目して平成 20 年度からその検討を開始し、21 年度に「自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集（案）」¹ をとりまとめている。資料集（案）の中では水草の中で沈水植物に着目し、その再生の取り組み事例として印旛沼・霞ヶ浦・諏訪湖などについて紹介している。

上記の資料集(案)をとりまとめる過程で、全国には水草の再生に取り組んでいる湖沼が他にも多く存在することを知り、それらの情報を収集・整理することで、湖沼における水草の再生の取り組みを支援できるのではと考えるに至った次第である。

そこで、印旛沼での水草再生に関して当財団がご指導をいただいている東京大学農学系大学院助教の西廣淳氏の協力を得て、水草の再生を積極的に進めている湖沼を選定し、それらの湖沼におけるこれまでの経緯、再生に向けた取り組み及びその成果と課題について、ヒアリング・現地調査・公表資料などに基づいてとりまとめた。

湖沼の水辺に生育する植物は大別して抽水植物（ヨシ、マコモなど）、浮葉植物（ヒシ、アサザなど）、沈水植物（クロモ、シヤジクモなど）に分けられるが、本資料集では水質改善の指標ともなり、また水質改善効果が高いとされる沈水植物を対象とし、必要に応じてその他の水草についても触れることとした。

1.2 対象湖沼

本研究で対象とした湖沼は以下のとおりである。

- ① 新潟県 佐潟
- ② 新潟県 福島潟
- ③ 長野県 野尻湖
- ④ 長野県 木崎湖
- ⑤ 宮城県 伊豆沼
- ⑥ 鳥取県 東郷池
- ⑦ 千葉県 印旛沼
- ⑧ 長野県 諏訪湖

¹ 国土交通省河川局河川環境課 (http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/suishitukaizen/shiryosyuu.pdf)

1.3 研究手法

本研究は、公表資料の収集、担当者へのヒアリング、現地での調査などにより実施した。なお木崎湖と諏訪湖についての現地調査は実施していない。

本研究全体のご指導を頂いたのは、東京大学農学系大学院助教 西廣 淳氏である。

ヒアリングを行った方々は表 1.1 に示すとおりである。

表 1.1 ヒアリング相手

湖沼	氏名	所属等
佐潟	佐藤 安男	佐潟水鳥・湿地センター 環境省国指定鳥獣保護区管理員
	金子 勲	赤塚漁業協同組合長
	伊藤 洋	新潟市環境部環境政策課自然保護係 主査
	小林 希之	新潟市環境部環境政策課自然保護係 副主査
福島潟	松木 保	NPOねっとわーく福島潟 事務局長
	福井 宣明	NPOねっとわーく福島潟 副会長
	外川 忠利	新潟県土木部河川整備課 課長補佐
	土田 明	新潟県土木部河川整備課河川改修係 主査
野尻湖	樋口 澄男	長野県環境保全研究所 水・土壌環境部
	山川 篤行	野尻湖水草復元研究会 代表
伊豆沼	関場 智	宮城県環境生活部自然保護課 技術主幹
	嶋田 哲郎	宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 主任研究員
	藤本 泰文	宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団
	香川 裕之	東北緑化環境保全株式会社 自然保護グループ 課長
	木村 啓	東北緑化環境保全株式会社 自然保護グループ 主任
	横山 潤	山形大学理学部 教授
東郷池	九鬼 貴弘	鳥取県衛生環境研究所水環境対策チーム チーム長
	永瀬 知美	鳥取県衛生環境研究所化学衛生室 研究員
	高田 秀美	鳥取県湯梨浜町役場町民課 課長補佐
	本田 斉	東郷湖メダカの会 会長

1.4 各湖沼の諸元と沈水植物に関する取り組みの概要

各湖沼の諸元を表 1.2 に、沈水植物の変遷を表 1.3 に示す。

表 1.2 対象湖沼の諸元

名称	湖面積 (km ²)	水深		湖容量 (万m ³)	平均滞留 時間	湖面標高 (m)	流域面積 (km ²)	表層水質 (近年の値、年間平均)					
		平均 (m)	最大 (m)					淡水か 汽水か	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	透視度 (cm)	透明度 (m)
佐潟	0.436	1			約1ヶ月	5	3.5	淡水	20強	3-4	0.2-0.3	10-15	6
福島潟	1.93	1				2	116	淡水	4-5			30-40	
野尻湖	4.56	20.8	38.5	9600	約2年	654	185.3	淡水	2	0.1	0.005		
木崎湖	1.4	17.9	29.5		0.5年	764		淡水					
伊豆沼	2.89	0.76	1.4	279	0.04年	6	52.65	淡水	8	1	0.1	30	
東郷池	4.08	1.8	3.6	743	29日	4	48.97	汽水	4.9	0.61	0.056		
印旛沼	11.55	1.7	2.5	1970	22日	0.8	541.1	淡水	8.5	2.6	0.11		
諏訪湖	13.3	4.7		6300	約40日	759	531.8	淡水	5.5	0.71	0.043	(1.3)	

表 1.3 各湖沼における沈水植物の変遷

湖沼名	時期	生育状況	その他の水草
佐潟	S49-56 H15 H19 H22現地	沈水は6種 沈水は2種(エビモ、イヌタヌキモ) 沈水は1種(エビモ) エビモ(上潟と下潟をつなぐ水路、下潟に隣接する池)	現在はハスが潟面積の約半分 ヒシが潟面積の約1/4
福島潟	H16 H22現地	沈水は7種、主に流入河川 潟内はマツモ、 流入河川は、コウガイモ、ササバモ、コカナダモ、 ホソバミズヒキモなど 潟周辺の干拓地の表面を掘削した窪地:オオフサモ? 流入河川:コカナダモ、ヤナギモ、フサモ、シャジクモ、 ツツイトモ、フトヒルムシロ	現在、マコモの植栽実施 (オオヒシクイの餌として)
野尻湖	S30前後 S50前後 S53 S56 H22現地	8種類のシャジクモ、水草豊富 カナダモが繁茂 ソウギョ放流 水草消滅 実験施設以外では沈水は見られず	
木崎湖	S50前後 S56-58 S60代 H5以降 H13-14	水草30種前後 コカナダモ繁茂、ソウギョ放流 水草消滅 水草回復の兆し 沈水回復:セキシウモ、コカナダモ、ヒメフラスコモ	H13-14には抽水、浮葉も回復
伊豆沼	S47 S53 S55 H19	沈水は18種:クロモ、セキシウモ、ホザキノフサモなど クロモの生育面積約80ha 大出水で沈水衰退 沈水は6種で、現存量はわずか:ホザキノフサモ、クロモ、 マツモ、ホソバミズヒキモ、オオトリゲモ、シャジクモ	S55の出水でハス、マコモ消失 現在はハスが優占
東郷池	S30代 S40代 H19 H22現地	沈水が池面積の1/3を覆う 水草消滅 沈水が繁茂(ホザキノフサモ) ホザキノフサモ、マツモ、エビモなど	現在、浮葉はいない
印旛沼	S39 H17	沈水は22種:ササバモ、インバモなど 沈水は沼内から消滅	現在はヒシが繁茂
諏訪湖	M44 S24 H9 H14	センニンモ、ホザキノフサモが優占 クロモ、ササバモ、セキシウモが優占 沈水は7種:エビモ、クロモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、 ハゴロモモ、セキシウモ、コカナダモ 沈水は5種:エビモ、ササバモ、マツモ、クロモ、 ヒロハノエビモ	H1からヒシが優占 最近もヒシが優占

以下に各湖沼の沈水植物を中心とした水草に関する経緯と再生の取り組みの概要を示す。

1.4.1 佐潟（新潟市）

佐潟は新潟市の西部に位置する淡水の湖沼で、砂丘と砂丘の間の低地に形成され、流入河川は無く雨水と湧水で涵養され、農業用水や漁業に利用されている。また冬季にハクチョウ類やカモ類の飛来する場所として知られている。沈水植物は過去には 10 種類みられたが、直近の調査では 1 種類のみとなって大きく衰退している。

ラムサール条約の登録湿地であることから、沈水植物のみを対象とするのではなく、多様な動植物の生息環境の改善を目標として取り組みが進められている。取り組みには 40 年以上前の水位変動を目標とした水位調節や、佐潟でかつて初夏に潟の泥を浚い水田に入れていたという潟普請を現代に復活させるとともに、ゴミの回収やヨシの刈り取りなどを行う「現代版潟普請」や、潟の周囲に「ど」と呼ばれる湧水の流れる水路の回復などが行われている。湧水を貯めた池を利用して設けられた自然教育園では沈水植物のエビモが繁茂していることが確認されている。

佐潟には新潟市が平成 10 年に設置した佐潟水鳥・湿地センターがあり、そこを拠点として自然環境保全に向けた取り組みが連携して進められている。

1.4.2 福島潟（新潟県）

福島潟は新潟平野中央部に位置する淡水の湖沼で、砂丘により河川の流がさがえぎられることにより形成された湖沼である。昭和 40 年代に国営干拓事業で潟全体を干拓する計画が進められたが、工事開始後に水害に襲われたことから計画が見直され、潟の約半分が埋められずに残されることとなった。現行の治水計画では潟と干拓地の周囲に堤防を作り、その中に洪水を一時的に貯留する遊水地と位置づけられている。また福島潟は冬季にはハクチョウ類が飛来する他、国天然記念物オオヒシクイの日本最大の越冬地である。

沈水植物は平成 16 年度の調査ではホソバミズヒキモ・コカナダモ・ササバモ・コウガイモなど 7 種が確認されているが、ほとんどが潟への流入河川で生育していたものである。河川改修の一環として干拓地の再掘削が予定されており、試験的に掘削された個所で形成された水溜りにはオオフサモ（？）が生育し、かつての潟土がシードバンクとして有効であることが示唆されている。また河川改修事業による影響・評価を行う際のモニタリング対象として沈水植物ではマツモ・クロモ・ササバモ・コウガイモ・オオミズヒキモの 5 種が指標種に選定されている。

沈水植物以外の水草についてはオオヒシクイの餌となるマコモの植栽が行われており、冬季に飛来する鳥類の餌場環境の創造が図られている。

福島潟には新潟県が平成 9 年に設置したビュー福島潟があり、NPO 法人ねっとわーく福島潟を中心として様々な取り組みが進められている。

1.4.3 野尻湖（長野県）

野尻湖は長野県北部に位置し、火山活動により堰き止められて形成された淡水の湖沼で、発電・農業に利用されている他、平成 17 年までは水道水源（長野市）として用いられていた。発電では

揚水式発電所が設置されており、流出河川である関川の水を融雪期と多雨期に湖へ揚水し、渇水期に発電して関川へ放流している。また古海川と鳥居川から導水が行われている。

沈水植物は昭和 30 年代にはホシツリモを含む 8 種の車軸藻など多くの種類が生育していたが、40 年代から 50 年代にかけてカナダモが大発生し、船の航行や漁業に支障が現れたことから、水草対策として 53 年にソウギョが 5,000 匹放流された。ソウギョの放流により 3 年間で沈水植物が消滅しただけではなくヨシなどの抽水植物も見られなくなり、現在もその状態が継続している。

野尻湖に水草を再生させようという取り組みは平成 7 年から野尻湖水草復元研究会が主体となり、野生絶滅種である車軸藻のホシツリモを対象として進められている。ソウギョの捕食圧をいかに避けるかが重要とされ、ステンレスの籠や網で囲った復元区を設けて、長野県環境保全研究所で培養されたホシツリモを毎年植栽している。ホシツリモは定着には至っていないが、復元区ではクロモ・センニンモ・セキショウモなどの沈水植物の生育が確認されており、湖底にはシードバンクとして活用できる種子が存在していることが分かる。合わせてソウギョの駆除も実施されているが、年間数匹程度の捕獲にとどまっている。

水草再生の取り組みは小学校の環境教育の一貫としても位置づけられており、毎年 7 月に小学 4 年生を対象として開かれている「野尻湖クリーンラリー」で、水質とともに水草再生の取り組みも紹介されている。

1.4.4 木崎湖（長野県）

木崎湖は長野県西北部に位置し、糸魚川静岡構造線の地溝上に形成された淡水の構造湖である。湖水は発電に利用されている。

木崎湖では昭和 50 年代半ばにコカナダモの大発生があり、その対策としてソウギョが放流された。その結果、昭和 60 年代には水草が消滅したとされている。水草の消滅と並行して昭和 61 年から平成 5 年にかけて毎年淡水赤潮が発生していたが、平成 10 年以降は発生していない。

沈水植物は平成 13 年と 14 年の調査で再生が確認され、セキショウモ・コカナダモ・ヒメフラスコモが湖内の多くの地点で観察された²。沈水植物の再生はソウギョの捕食圧の低下が背景にあると考えられており、平成 7 年の出水がその契機となったのではないかという考えが出されているが³、明確なところは明らかにはされていない。

1.4.5 伊豆沼（宮城県）

伊豆沼は宮城県北部に位置する淡水の湖沼で、自然堤防に水が貯まってできた低地湖沼である。昭和 39 年に干拓工事が完了し、かつての沼の約半分（682ha から 332ha）になっている。伊豆沼と周辺の農地は治水計画で遊水地として位置付けられており、沼の周囲には堤防があり、沼の水位が上昇すると越流堤から周辺の農地に水が流入することとなっている。沼には農業の水利権と漁業権が設定されている。冬季にはガン類やカモ類・ハクチョウ類の飛来地となる。

²樋口澄男・北野聡・近藤洋一・野崎久義・渡邊信(2005)：木崎湖における車軸藻類の分布(2001～2002)、長野県環境保全研究所研究報告、1、pp. 29-37.

³長野県環境保全研究所 樋口澄男氏提供

現在、水草はハスとオニビシが大半を占めており、沈水植物はホザキノフサモ・クロモ・マツモ・ホソバミズヒキモ・オオトリゲモ・シヤジクモが確認されているが、その存在量はわずかである。伊豆沼の水草はこれまでに出水などに伴い、大きな変化を経験している。昭和 55 年の大出水ではそれまで優占種であったハスが壊滅的被害を受け、クロモなどの沈水植物も衰退した。その後、ハスとオニビシを中心としてガガブタ・アサザを交えた浮葉植物が繁茂する状態が続いている。

伊豆沼の自然の再生を目的とした自然再生事業では将来像の一つとして沈水植物の復元を掲げており、現在、クロモを対象として取り組みが進められている。沼の泥には埋土種子は確認されておらず、実験室で培養したクロモを植栽するという方法で、様々な方式による生育の可能性について検討されている。

伊豆沼では昭和 63 年に宮城県と当時の若柳町・築館町・迫町により設立された宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団が伊豆沼の保全に向けた活動の中核的存在となり、様々な団体等と連携して取り組みを進めている。

1.4.6 東郷池（鳥取県）

東郷池は鳥取県中部に位置する湖沼で、入り江に砂が堆積することにより形成された潟湖と考えられている。池は長さ 2km の橋津川を通じて日本海とつながる汽水湖で、途中に設けられた潮止堰で海水の流入が制御されており、現在はシジミの増産を目指した管理がなされている。

沈水植物は、昭和 30 年代にはセキショウモが主体で湖面積の 1/3 を覆うほど繁茂し船の航行障害を引き起こしていたが、40 年代から 50 年代の水質悪化とともに衰退し、アオコが発生するようになった。

昭和 49 年から平成 12 年にかけて実施された底泥の浚渫や下水道整備の進展などにより池の水質は改善し、沈水植物も回復した。平成 18 年～19 年に残留農薬問題でシジミの出荷自粛が行われ、それが平成 19 年のホザキノフサモを主とする沈水植物の大発生につながったのではないかと考えられている。平成 19 年の大発生は船の航行に支障が出るほどであったため、鳥取県・湯梨浜町役場・東郷湖漁業協同組合など多くの機関から構成される「東郷湖の水質浄化を進める会」が、20 年から住民等の協力を受けて沈水植物の刈り取りを始めている。刈り取られた沈水植物は乾燥して肥料や土壌改良材として利用されている。

1.4.7 印旛沼（千葉県）

印旛沼は千葉県北西部に位置する淡水の湖沼で、利根川下流に広がる内湾が河川の運ぶ土砂で堰き止められて形成されたとされている。干拓による農地造成と水資源開発を目的とした印旛沼開発事業（昭和 44 年竣工）により印旛沼はその様相を大きく変えた。干拓により沼の面積は半分以下（2,600ha から 1,155ha）になり、沼から利根川への流出河川である長門川に設けられた水門と沼の周囲に設けられた堤防により平均水深は約 2 倍（0.7m から 1.7m）となった。こうした沼の水がめ化による変化に加えて流域の開発に伴う沼の水質の悪化により、沈水植物は昭和 39 年には 22 種確認されたが、昭和 52 年には 16 種、平成 6 年に 2 種と減少し、平成 18 年には沼内から消滅している。

印旛沼の水質改善を図る取り組みは千葉県が中心となって実施されており、その中で沈水植物と浮葉植物に着目した水生植物の保全・復元が主要施策の一つに位置づけられている。沈水植物に関しては、これまでに埋土種子の発芽の確認、沼内に設けた隔離水域での再生の確認、沼岸の緩傾斜化による再生の可能性の調査などが実施されており、実水域での再生に向けた取り組みが進められている。

1.4.8 諏訪湖（長野県）

諏訪湖は長野県中部に位置する淡水湖で、糸魚川－静岡構造線の断層に形成された構造湖とされている。湖水は直接利用されていないが、下流の天竜川にとって重要な水源となっている。漁業ではワカサギが主要な魚種となり、現在は全国へのワカサギ卵の供給基地となっている。また諏訪湖は出水を一時貯留するという治水面の機能も発揮している。

昭和 40 年頃からアオコの発生が報告されて水質悪化が顕在化し、昭和 50 年代半ばまで深刻な水質悪化が継続したが、その後は下水道の供用開始などがあり水質は改善傾向にある。

かつて、沈水植物は湖岸沿いに広く分布しており、昭和 24 年にはクロモ・ササバモ・セキショウモが優占していた。水質の悪化に加えて、水質浄化対策として昭和 42 年から実施された浚渫では、当時汚濁原因の一つと考えられていた沈水植物を含む水草が積極的に除去されたこともあり、昭和 51 年には沈水植物はかなり減少している（「アオコが消えた諏訪湖⁴」）。湖水質の改善を受けて平成 11 年以降アオコが大きく減少し、その結果、透明度が上昇したため、エビモなどの沈水植物や浮葉植物のヒシが分布を拡げている（「河川の水質と生態系⁵」）。現在はヒシが繁茂しており、底質が泥質域の多いことを示唆している。増えすぎたヒシに対して刈り取りが行われている。

⁴ 沖野外輝夫・花里孝幸(2005)：アオコが消えた諏訪湖、人と生き物のドラマ、信濃毎日新聞社発行

⁵大垣眞一郎監修、(財)河川環境管理財団編集(2007)：河川の水質と生態系、新しい河川環境の創出に向けて

2 佐潟（新潟市）

2.1 佐潟の概要

佐潟は上流側の上潟（うわかた）と下流側の下潟（したかた）から成る日本最大の砂丘湖であり、流入する河川は無く、周辺からの湧水と雨水で涵養されている。佐潟の諸元は下記の通りである。

：標高 5m、水域 43.6ha、平均水深 1m、集水面積 350ha、滞留時間約 1 ヶ月、淡水湖

かつて潟の周囲にあった水田は、現在はヨシ原となり、一部は公園として整備されている。水域のほとんどはハスとヒシで占められており、ハスがヒシの数倍以上の面積である。水利権（農業）と漁業権が存在しており、水質汚濁や生態系にも配慮したかつての水位を目標とした水位管理が実施されている。

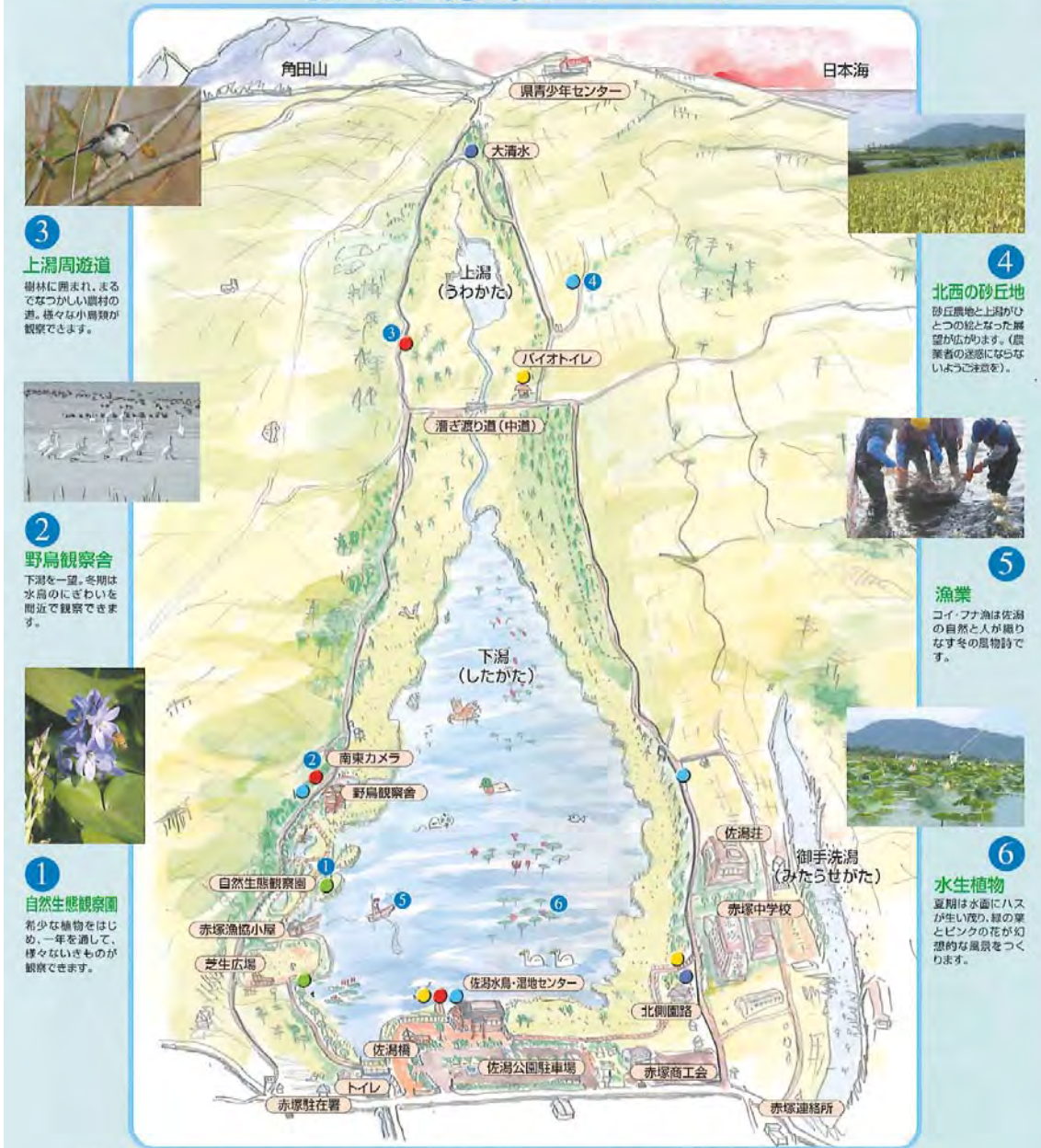
佐潟は野生生物の宝庫であり、平成 8 年にラムサール条約登録湿地として登録されており、20 年度にはコハクチョウの飛来数が 3,000 羽を越えている。集水域の 8 割が畑地であることから高濃度の窒素が周辺の畑地から流入し、水質汚濁が進行している。また、潟内ではヨシ・ハス・ヒシの枯死体の堆積による泥化の進行が指摘されている。

ラムサール条約への登録を受けて、平成 12 年に佐潟周辺自然環境保全計画が策定され、この計画に基づいて佐潟水鳥・湿地センターを中心に、行政・自治会・漁業協同組合・地元小中学校などが連携して様々な取り組みが進められている。



図 2.1 佐潟の位置（出典：国土地理院）

佐潟周遊マップ



3 上潟周遊道
樹林に囲まれ、まるでなつかしい農村の道。様々な小鳥類が観察できます。

2 野鳥観察会
下潟を一望。冬期は水鳥のにぎわいを間近で観察できます。

1 自然生態観察園
希少な植物をはじめ、一年を通して、様々な生きものが観察できます。

4 北西の砂丘地
砂丘農地と上潟がひとつの絵となった展望が広がります。(農業者の迷惑にならないようご注意ください)。

5 漁業
コイ・フナは佐潟の自然と人が織りなす冬の風物詩です。

6 水生植物
夏期は水面にハスが咲き、秋は蓮の花が幻想的な風景をつくれます。

◇周遊散策案内

佐潟水鳥・湿地センターを基点	距離	徒歩	(プラス観察時間)
ミニ散歩コース (自然生態観察園までを往復)	約 1Km	約 25 分	(プラス 30 分)
下潟一周コース (下潟のみを周遊)	約 4Km	約 1 時間	(プラス 1 時間)
全周コース	約 5.5Km	約 1 時間 30 分	(プラス 1 時間)

- ◇お薦め季節 (春) 渡りの小鳥と桜 (夏) ハスの花・水生植物や昆虫 (秋) 渡り鳥と鳴く虫の声 (冬) 白鳥やガン、カモ
- ◇お薦めポイント ●野鳥観察 ●水生植物観察 ●展望 ●湧水観察 ●休憩
- ◇ご注意
1、周遊道沿側は野生動物の生息地です。ゴミ捨てや、むやみな立ち入りはご遠慮ください。
2、周遊道は市道で農作業道でもあります。農作業車に配慮ください。途中案内看板はありません。

編集：佐潟水鳥・湿地センター TEL 025-264-3050 発行：新潟市環境部環境対策課 T TEL 025-228-1000(内線31363)

図 2.2 佐潟水鳥・湿地センターのガイドマップ

2.2 佐潟の環境の現状と経緯

2.2.1 水位管理

佐潟の水は農業に利用されているため、水を確保するために水位の管理が行われている。古くは潟の沿岸部の水田への供給、現在も下流域での代掻きや花水（稲の開花時に田へ注ぐ水）に利用されている。昭和 56 年時点での水位管理は以下の通りである。

- ・ 11 月～翌年 3 月中旬…水門を開け、潟水位を下げ、漁業を行う。
- ・ 5 月中旬～6 月中旬…水門を閉じ、潟水位を田面上まで上げて雑草を腐食させる。
- ・ 6 月中旬～ …潟水位を下げて、田植えを行う。

平成 13 年度に巻農地事務所によって佐潟橋下流の水門が改修され、水門操作が容易になった。現在の水門管理は、夏季の潟水対策、水質汚濁対策、植生管理、魚類の生息環境、地域住民の利水環境を考慮してかつての水位変動に準じて設定された管理水位（標準水位）を基に行われている。実際の水位は、管理水位と比較して春から夏は 20～30cm 高く、冬は 20～30cm 低い。管理水位と平成 10 年～16 年の実際の水位を図 2.3 に示す。

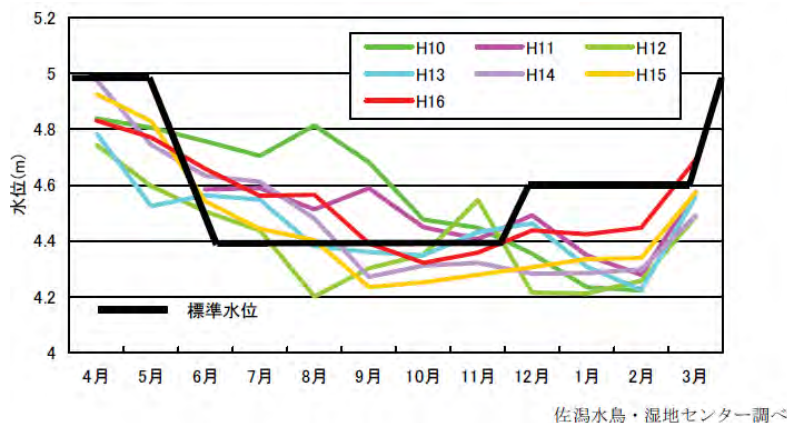


図 2.3 佐潟の管理水位（下潟）

水門の運用主体は住民から選出された潟主（4 年毎に改選）が毎日行うことになっており、水位をモニタリングしている佐潟・水鳥湿地センターと連携して管理目標を達成できるようにしている。蛇足ながら、潟主は潟内のハスの花やヒシの実を採取する権利を有している。

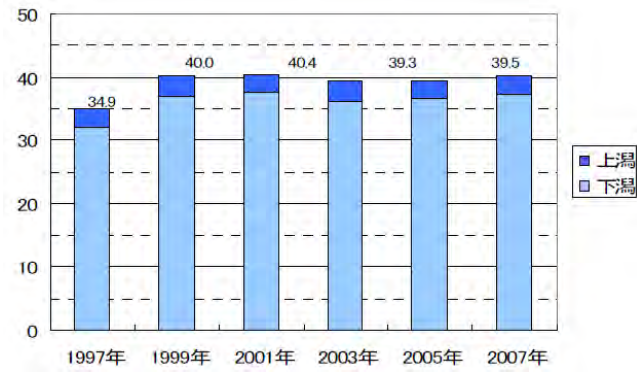


図 2.4 佐潟の水域面積の推移

2.2.2 水質と底質

潟の水質の採水地点を図 2.7、経年変化を図 2.5、平成 21 年度の季節変化を図 2.6 に示す。

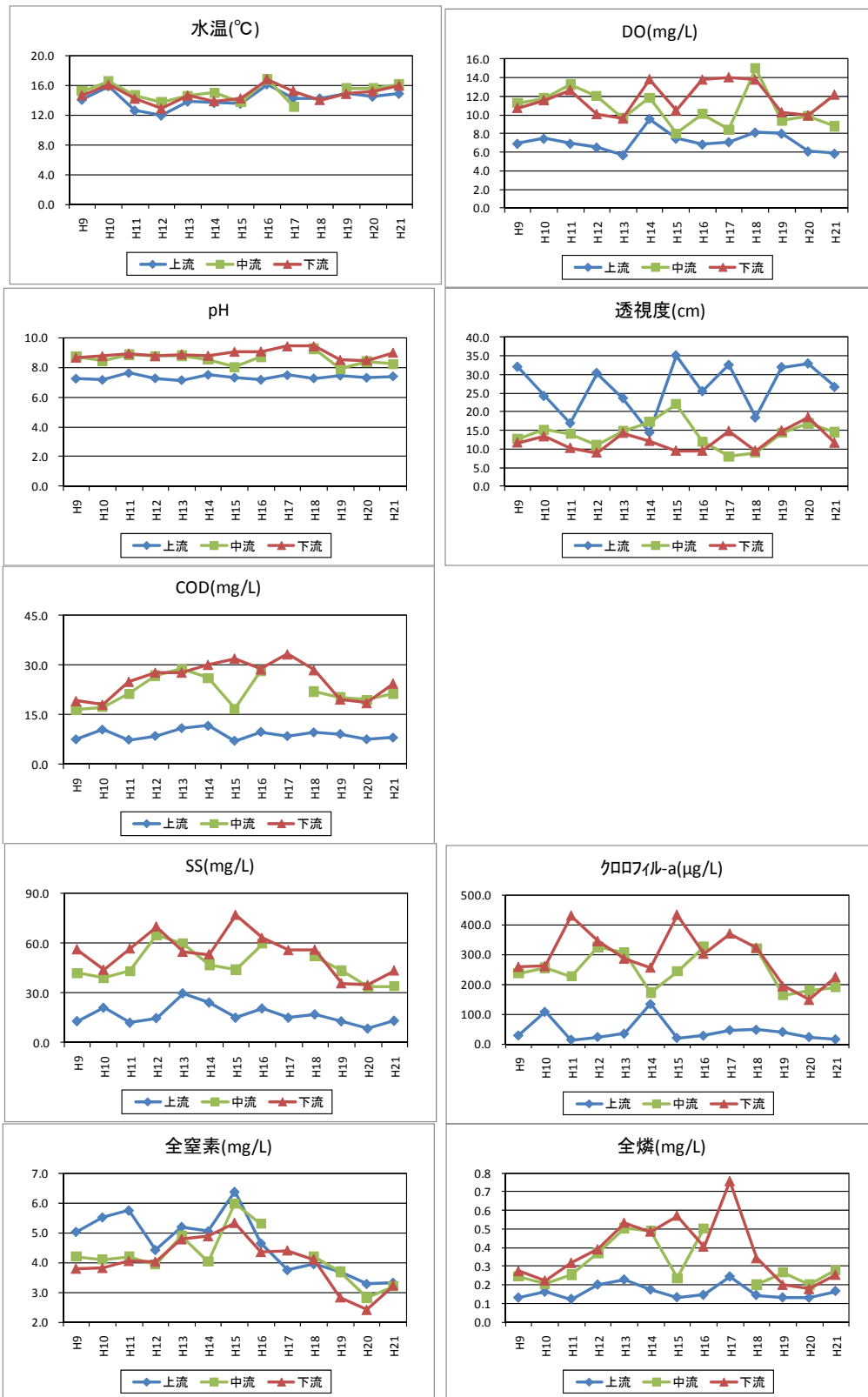


図 2.5 水質の経年変化 (新潟市の水質データから作成)

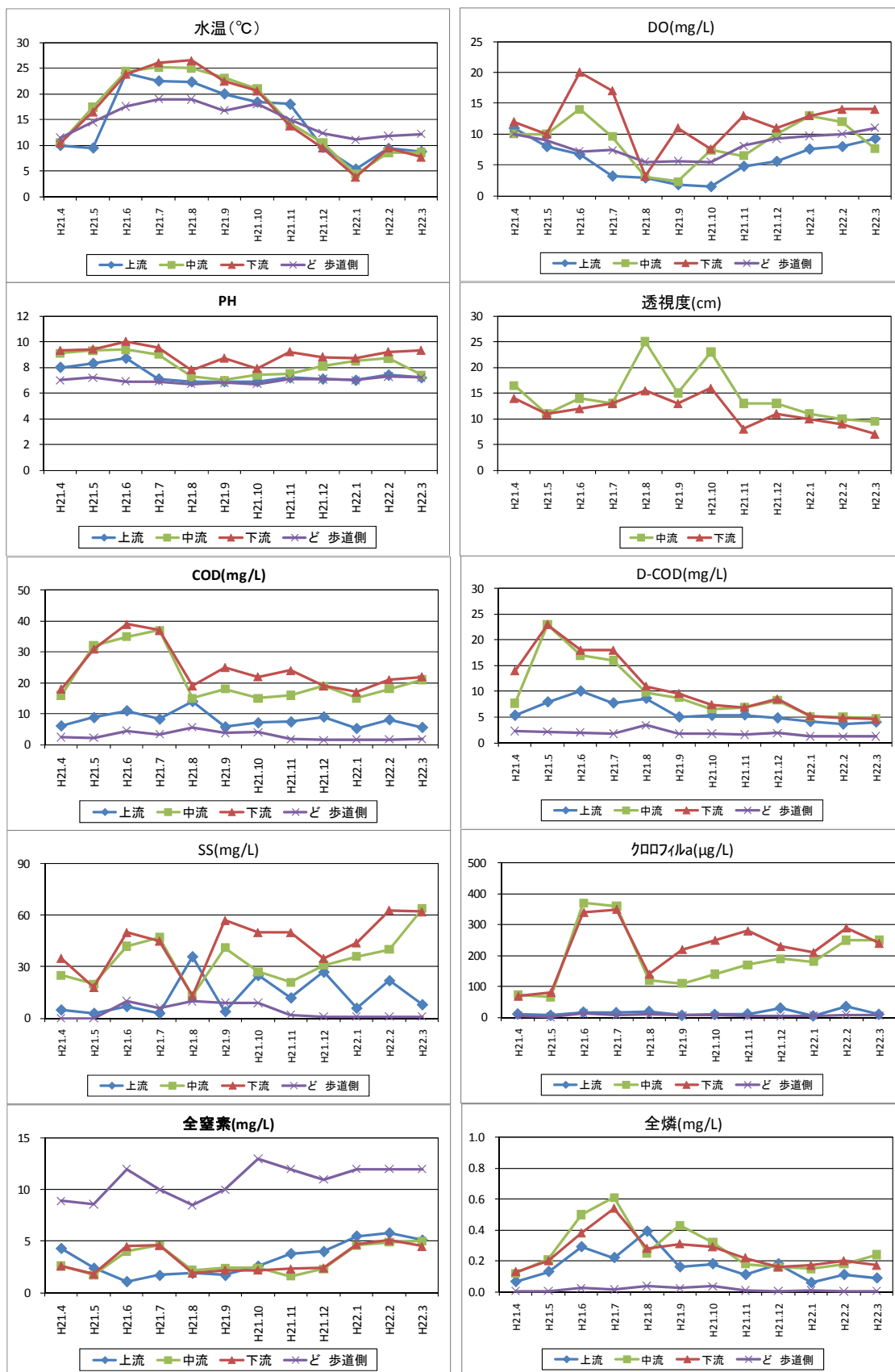


図 2.6 平成 21 年度の水質の季節変化 (新潟市の水質データから作成)

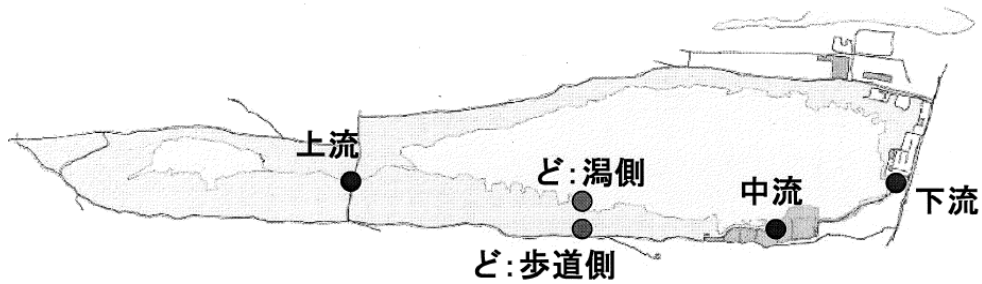
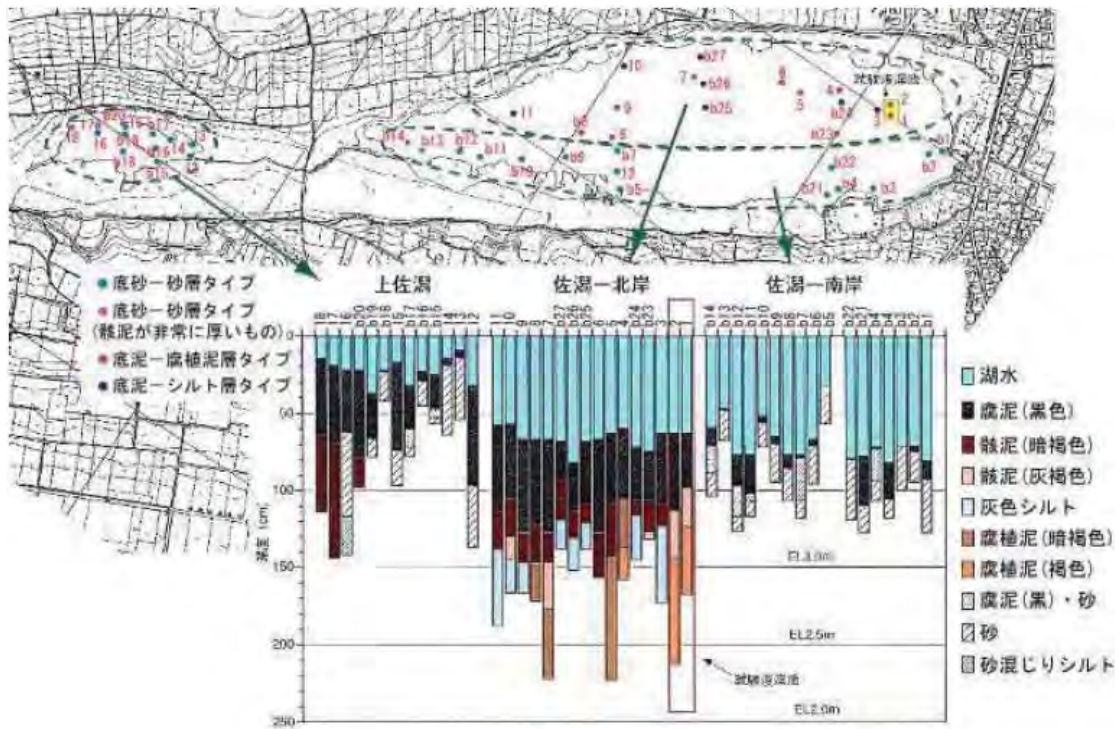


図 2.7 水質調査地点

注) “ど” は水路の意味。平成 21 年度からヨシ帯に水路を造成して (図 2.19 参照) 水質調査を実施。



出典：新潟市公園緑地課(1998)「佐湯底泥調査」

図 2.8 佐湯の底泥の堆積状況

[水質の経年変化]

下湯でのクロロフィル- a は年平均で 200~400 $\mu\text{g/L}$ とかなり高く、アオコも発生している。T-P は 0.2~0.3mg/L で、主に底泥からの溶出が供給源であり、冬季の水鳥の排泄の影響も考えられる。

[水質の季節変化]

下湯のクロロフィル- a、COD、T-P は 6~7 月に高くなる。

上流 (上湯からの水) は夏季に D0 がかなり低くなる。

[湧水の水質]

湧水を代表すると考えられる「ど: 歩道側」の水質は、水温が 10°C~20°C で湯の水と比べると安定している。T-N は 10mg/L 以上とかなり高いが、T-P と COD は他の地点に比べてかなり低い。集水

域の8割が農地で、タバコ・スイカ・ダイコンなどが栽培されており、高濃度の窒素は周辺の畑からの肥料の流出が原因と考えられる。

[泥質の分布]

泥質は下潟の北岸に厚く分布している。

2.2.3 水草

ヨシ群落面積の推移を図 2.9 に、ハスとヒシの面積の推移を図 2.10 に、平成 19 年の植生図を図 2.11 に、水生植物の種類数の経年変化を図 2.12 に示す。

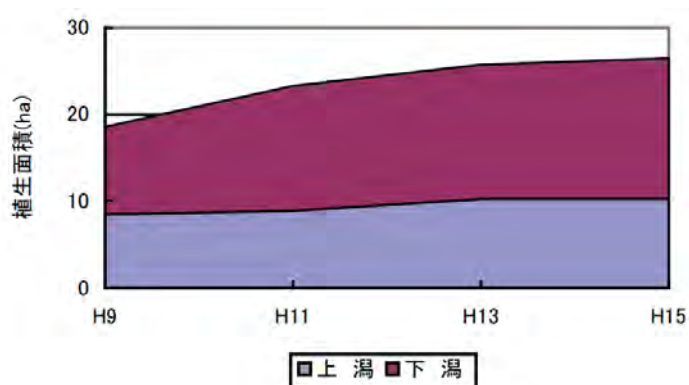


図 2.9 上潟と下潟のヨシ群落の面積の推移¹

¹ 新潟市環境対策課(2008)：佐潟周辺植生モニタリング調査

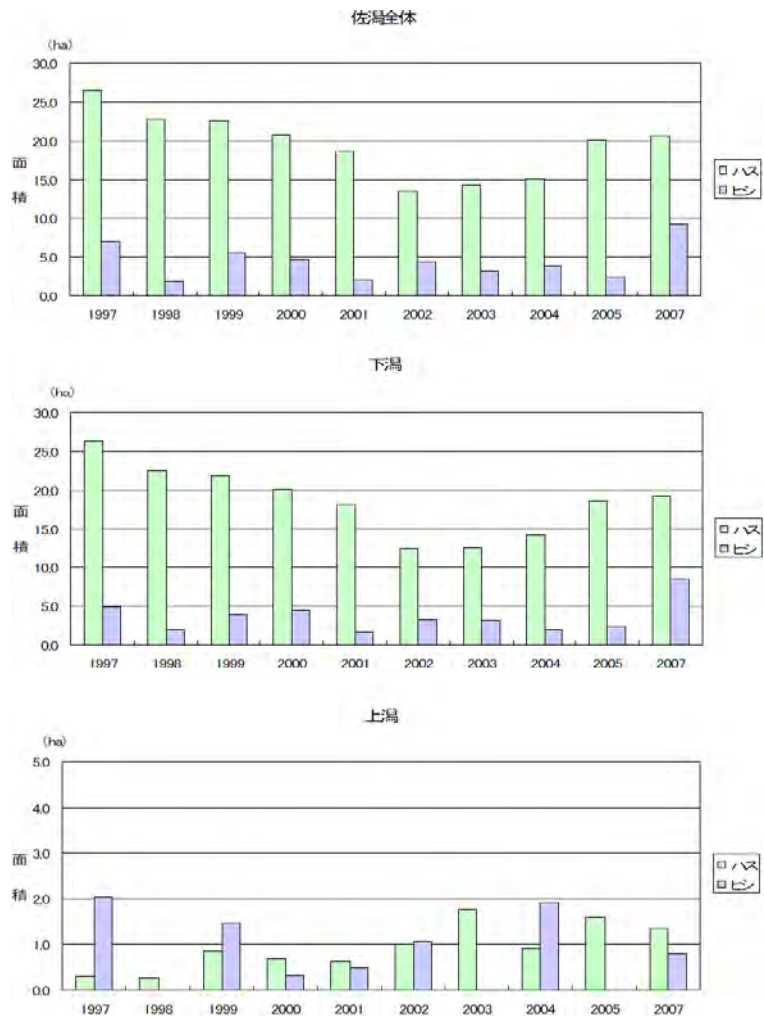
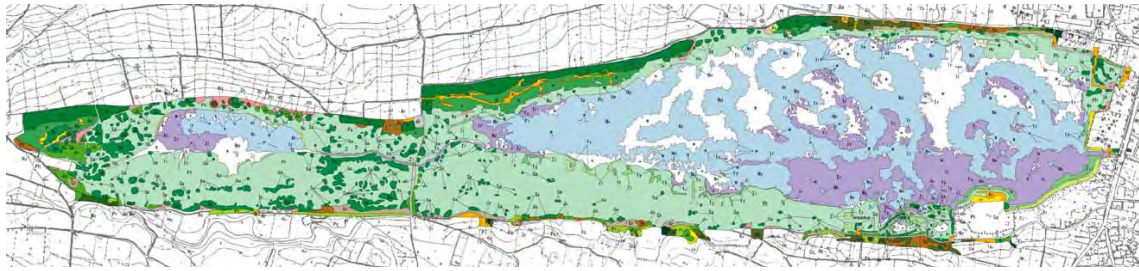


図 2.10 ハスとヒシの面積の推移²

²新潟市(2008)：佐潟周辺植生モニタリング調査業務（佐潟・御手洗潟）報告書、平成 20 年 8 月



記号	群落名	記号	群落名	記号	群落名
Tr	ヒシ群落	Hu	カナムグラ群落	ア	アカマン・クロマツ群落
Ne	ハス群落	Ar	ヨモギ群落	Cr	スギ植林
Nu	コウホネ群落	In	チガヤ群落	Ps	ヤダケ群落
Ac	シオウブ群落	Ya	ヤナギ群落	i	好陽性低木林
Ty	ヒメガマ群落	Jr	オニグルミ群落	ク	クロマツ新植林
Zi	マコモ群落	De	エノキ群落	a	植栽樹群
Ph	ヨシ群落	Pe	カスミヅクラ群落	g	相地雑草群落
		Ro	ニセアカシア群落	ab	歩道・人工緑地等
		Ma	タブノキ群落	w	開放水面

図 2.11 佐潟現存植生図（平成 19 年）²

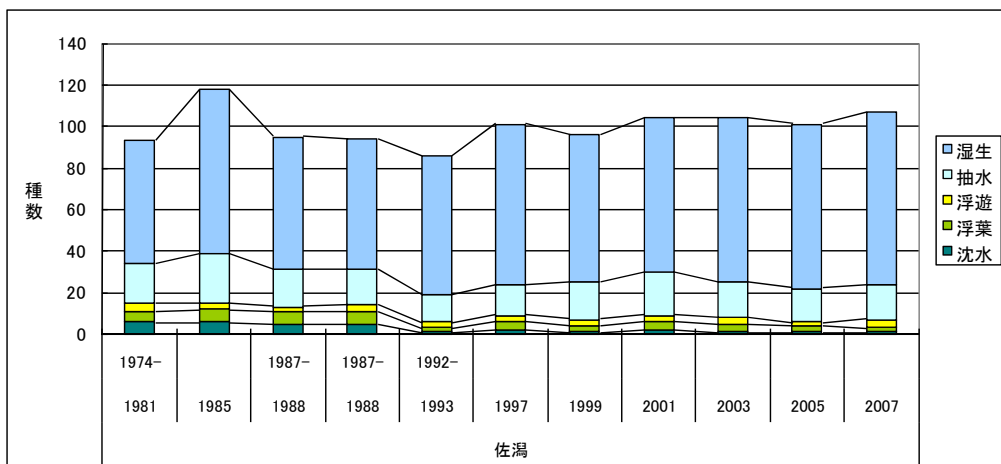


図 2.12 佐潟の水生物の種類数の経年変化²

[出現種数]

平成 19 年の調査では、湿性植物 83 種、抽水植物 17 種、浮遊植物 4 種、浮葉植物 2 種、沈水植物 1 種が確認されている。沈水植物は昭和 49～56 年で 6 種確認されているが、大きく衰退している。

[沈水植物]

平成 15 年の調査では沈水植物はエビモとイヌタヌキモの 2 種であったが、19 年の調査ではエビモのみが確認されている。

[ハス]

佐潟の優占植物となっているハスとヒシは、佐潟全体ではハスがヒシの数倍以上の面積で推移しているが、上潟では同程度の面積となっている。

ハスの花（つぼみ）は潟主によって採取され、毎年 3,000～4,000 本が採取されているが、平成

22年はここ10年ではみられないような不作である。

レンコンは、明治期には蓮根組合があり盛況であったが、現在はイベントや自家製用にわずかに採取される程度である。

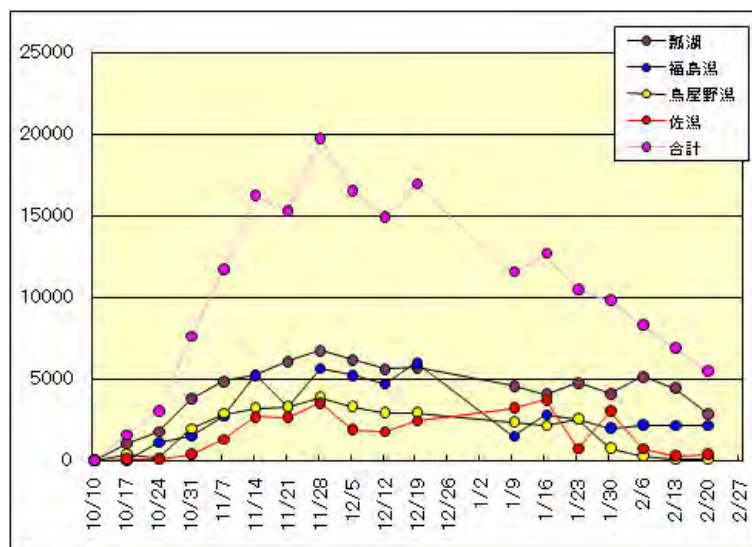
2.2.4 鳥類

平成20年度には50種類を越える鳥類が確認され、中でもコハクチョウが最も多くて3,000羽を越え、次いでオオハクチョウは200羽程度であった³。

ハクチョウの飛来時期は10月～2月、カモ類は9月中旬～4月である。

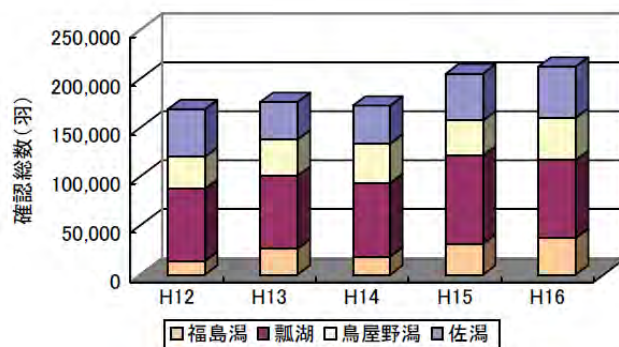
ハクチョウの行動は、佐潟をねぐらにし、ここ20～30年は周囲の越後平野の水田での落ち糞、二番穂などを食べている⁴。コンバインでの刈り取り・脱穀で数%の糞が落ちると言われている。

ハクチョウなどの餌付けは行っていない。



出典：新潟市環境部環境政策課自然保護係

図 2.13 平成20年度のハクチョウの飛来数³



出典：新潟県湖沼ネットワーク情報

図 2.14 越後平野におけるハクチョウ類の飛来数の推移⁴
(10月中旬～3月中旬の毎週金曜日延べ22日)

³新潟市環境部環境政策課自然保護係

⁴佐潟水鳥・湿地センターへのヒアリング結果

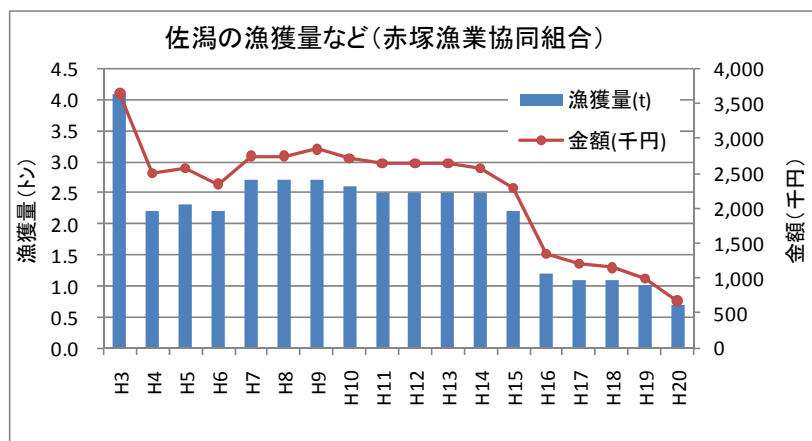
2.2.5 漁業

現在も漁業権が存在している。

漁協の組合員数は 36 名、近年の漁船隻数は 4 隻（無動力）、主な漁業は袋網漁業である⁵。

漁獲量は平成に入って低下傾向にあり、近年は年間 1 トン前後である。主な魚種は、コイ・フナ・ウナギである。

毎年、コイ・フナ・ウナギの種苗放流を実施し、漁獲が行われているが、近年は魚種によっては、種苗放流量の方が漁獲量より多いものもある。



年次	漁獲量(t)	金額(千円)	主な魚種	主な漁業	漁船隻数	正組合員
H3	4.1	3,650	コイ、フナ	すだて漁業	3(無動力)	36
H4	2.2	2,510	コイ、フナ	すだて漁業	3(無動力)	36
H5	2.3	2,580	コイ、フナ	すだて漁業	3(無動力)	36
H6	2.2	2,350	コイ、フナ	袋網漁業	3(無動力)	36
H7	2.7	2,750	コイ、フナ	袋網漁業	3(無動力)	36
H8	2.7	2,750	コイ、フナ	袋網漁業	3(無動力)	36
H9	2.7	2,850	コイ、フナ	袋網漁業	4(無動力)	36
H10	2.6	2,720	コイ、フナ	袋網漁業	4(無動力)	36
H11	2.5	2,650	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H12	2.5	2,650	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H13	2.5	2,640	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H14	2.5	2,580	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H15	2.2	2,290	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H16	1.2	1,350	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H17	1.1	1,200	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H18	1.1	1,150	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H19	1.0	1,000	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36
H20	0.7	675	コイ、フナ、ウナギ	袋網漁業	4(無動力)	36

図 2.15 佐潟の漁獲量などの推移（新潟市環境政策課）⁵

2.3 環境保全に向けた取り組み

2.3.1 佐潟周辺自然環境保全計画の背景と目標

ラムサール条約に登録されたことを受けて、平成 12 年 5 月に佐潟周辺自然環境保全計画⁶が策定された。これまでの計画の進捗状況を踏まえて、平成 18 年 3 月に計画が改訂された。

⁵新潟市環境政策課

⁶新潟市(2007)：佐潟周辺自然環境保全計画（平成 18 年 3 月）

計画の目標と基本方針を表 2.1 と表 2.2 に示す。

表 2.1 計画の目標⁶

1) 潟及びその周辺を含めた地域の環境を保全する
(1) 潟の浅底化を防止する (2) 適正な水位管理を実施する (3) 潟の水質を現在より少しでも改善する (4) 佐潟及びその周辺を含めた広域的な保全を行う
2) 多種多様な動植物が生育・生息しやすい環境づくり
(1) 潟固有の水生植物が生育しやすい環境づくり (2) 希少植物が生育しやすい環境づくり (3) 鳥類が生息しやすい環境づくり (4) 魚介類が生息しやすい環境づくり
3) 昔から培われてきた賢明な利用の推進及び新たな賢明な利用の発信
(1) 農業廃棄物、産業廃棄物を適正に処理する (2) 水面利用の啓発を行う (3) 来訪者へ佐潟に負荷を与えない利用方法を啓発する (4) 地域住民の賢明な利用を推進する
4) 佐潟水鳥・湿地センターを拠点とした質の高い活動の展開, 国内外における連携
(1) 環境教育と普及啓発活動を活発化させる (2) 関係者間の連携を図る (3) 水と緑のネットワークの推進を図る (4) ラムサール条約登録湿地間の連携, ガンカモ類保護のためのネットワークの構築に努める
5) 調査・研究の推進による定期的な環境変化の把握
(1) モニタリング調査を継続する (2) 佐潟学術研究補助制度の効果的な運用を行う

表 2.2 計画の基本方針⁶

① 水質汚濁や生態系の変化など、環境上の諸問題に対しては、可能な限り佐潟が持つ動植物を産み出す自然の力や浄化能力を活かした方法で解決する。
② 先人の知恵に学び、現代の社会情勢にあった賢明な利用を目指し、地域住民が関与・共存する湿地管理を推進する。
③ 佐潟水鳥・湿地センターを拠点として、NGO や行政などが連携・協力した、環境教育や自然保護啓発活動を展開する。

佐潟周辺自然環境保全計画の見直しに係る検討会議の平成16年度の委員を表2.3に示す。

表2.3 佐潟周辺自然環境保全計画の見直しに係る検討会議（委員）⁶

	氏名	所属
	安齋 雅生	新潟県県民生活・環境部環境企画課主任
	石沢 進	元新潟大学理学部教授
座長	大熊 孝	新潟大学工学部教授
	小竹 市作	赤塚商工会
	進 直一郎	新潟水辺の会副会長
	高野 五三郎	赤塚地区自治連絡協議会会長
	高橋 忠男	赤塚漁協同組合理事
	千葉 晃	日本歯科大学新潟歯学部教授
	富樫 仁栄	環境省自然環境局北関東地区自然保護事務所新潟支所科長
	西方 宥至	新潟市民環境会議自然環境保全活動部会会長
	野水 宏一	新潟野鳥の会副会長
	原 敏明	新潟医療福祉大学医療技術学部教授
	福原 晴夫	新潟大学教育人間科学部教授
	藤田 利昭	新潟県農林水産部水産課係長
	本田 清	佐潟環境ネットワーク代表
	本間 平八郎	新潟西農業協同組合組合長
	三沢 眞一	新潟大学農学部教授
	宮菌 衛	新潟大学教育人間科学部教授
	涌井 晴之	佐潟と歩む赤塚の会会長

2.3.2 自然環境保全に関連した具体的な取り組み

(1) 潟の浅泥化の防止

佐潟では泥の堆積は下潟の北岸で顕著である。また飛砂による堆積速度は年間数 mm である。泥対策としては現代版「潟普請」が行われ、飛砂対策として北西部に緑地帯の整備が計画されている。

潟普請とは、かつて佐潟で行われていた泥の採取と利用であり、潟内で採取された泥を肥料として潟周辺の水田において利用するとともに、水路の確保という面も有していたといわれる。

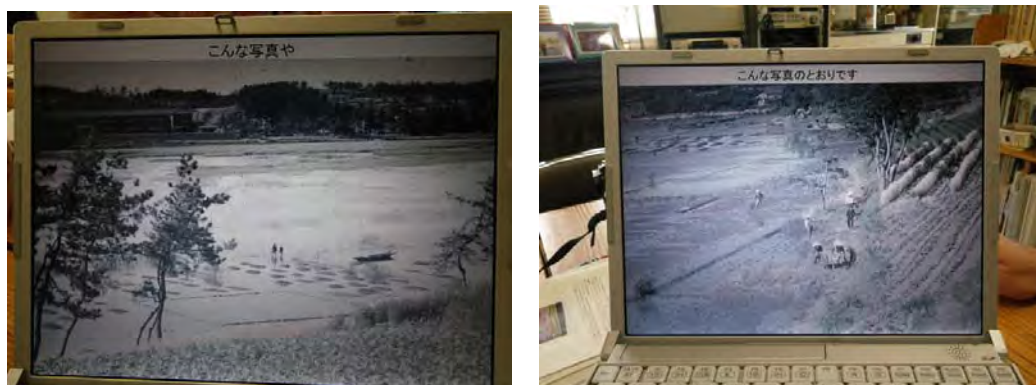


図 2.16 潟内の泥を水田で肥料として利用している昔の状況（佐潟水鳥・湿地センター）

(2) 適正な水位管理の実施

- ① 農業者・漁業者の協力を図り、かつての水位変動である管理水位を目標とする水位調節によって植物本来が持つ生育力を発揮させて回復を促す。環境の改善が見られなければ水位管理の見直しを検討する。
- ② 平成 17 年度に上潟と下潟を結ぶ中央水路に堰が設置され、上潟の水位調整が容易になったことから、上潟の水位管理の在り方を検討する。
- ③ 水位管理を活用して、強い西風と水位調整を利用して潟内の泥の排出を行う。

(3) 潟の水質改善

[窒素の負荷量]

佐潟の年間流入負荷量は 39.164tN/年（湧水 62%、上佐潟 35.4%）であり、年間流出量は 29.604tN/年⁷と推定されている。

[環境保全型農業の推進]

適正な施肥、有機質肥料や緩効性肥料の使用などによる環境保全型農業を推進する。この際、がらばる農家支援事業により経済的支援を実施した。平成 21 年度時点で西区のエコファーマー認定数は 268 名、23,487.2ha と着実に増加している。

[潟外搬出]

現代版潟普請による泥さらいとヨシの刈り取り、レンコンとヒシの実の採取、漁獲の推進などによる有機物と栄養塩の潟外への搬出を行う。

(4) 潟固有の水生植物が生育しやすい環境づくり

水生植物は出来るだけ自然に近い状態での保存が望ましいと考えられ、水位調節によって植物本来が有する生育力を発揮させるとともに、底泥の攪拌による埋土種子の発芽促進などの取り組みを行う。

また沈水植物については、各種の水質改善対策によって濁りを軽減してゆく。

ヨシは、自然観察生態園と水田環境地で地域住民によるヨシの刈り取りを実施して経過観察する。また、発生する残骸の活用方法の検討を行う。

ヨシ原の管理の必要性を検証するために、平成 19 年度から自然観察生態園と水田環境地に範囲を限定して、数 ha 程度の刈り取りが実施されている。平成 22 年度はヨシ刈りの効果確認を行う。

「ど」と呼ばれるかつての水路の復元を行い、出現した希少種の維持・保全を実施している。

(5) その他

- ・ 賢明な利用：潟周辺の放棄水田を市が買収して佐潟公園として整備した。
- ・ NGO 佐潟と歩む赤塚の会：クリーンアップ、潟産物の有効利用など「赤塚地域学」の活動
- ・ 「佐潟と歩む赤塚の会」通信第 17 号では、ゴミ回収、ドロ揚げ、ヨシ刈り (1,800m²) を紹介

⁷根本富美子・福原晴夫(2008):本佐潟における窒素成分の季節変化、一砂丘湖・佐潟(新潟県)の陸水生態学的研究 XV-、日本陸水学会講演要旨集、Vol.73、pp.72

- ・ 活動拠点：佐潟水鳥・湿地センターでは年間の来訪者が7万人。
- ・ 佐潟学術研究奨励補助制度（新潟市）：平成10年～、研究成果をセンター等で閲覧可能
- ・ 自然生態観察園で積極的に沈水植物を保全・回復する。

毎年、佐潟周辺自然環境保全計画にもとづく取り組み状況が評価されている⁸。

⁸ 佐潟周辺自然環境保全連絡協議会、佐潟周辺自然環境保全計画評価シート、平成21年度版

(6) 潟普請

私たちの手で私たちの佐潟をきれいにしましょう

かた ふ しん


＜ 潟 普 請 ＞

第5回佐潟クリーンアップ活動

地域住民主体で佐潟周辺環境整備と保全活動

地元の各種団体が連携し住民らが主体となって参加者を集めて佐潟クリーンアップ活動がこれまで実施されてきました。かつて住民でおこなってきた「潟普請」の考え方に習い不法投棄の産業廃棄物や一般ゴミを回収、佐潟内のドロ上げやヨシ刈りを今年も行います。佐潟の保全に寄与し関わっていただくというものです。潟普請の主旨を継承し、地元が主体となってさらなる佐潟の環境浄化を行うとともに、自然生態系の保全及び景観の改善を図ります。市民の皆様も是非ご家族そろって協力と参加をお願いします。

- ▶ **日 時** : 平成19年9月30日(日) 午前9時集合～11時半まで
※小雨決行、雨天の場合は中止 実施の有無を案内 <http://ayumukai.net>
- ▶ **集 合** : 佐潟公園 あずまや前 (佐潟公園駐車場、佐潟水鳥・湿地センター隣)
- ▶ **受 付** : 佐潟公園 本部テント
- ▶ **対 象 者** : 佐潟周辺にお住まいの皆さん地元団体によるボランティア活動
サポーターとして市民や各団体のボランティア協力
- ▶ **活 動** : 投棄ゴミの収集搬送及び潟舟等を利用した潟内清掃活動、
ドロ揚げ、ヨシ刈り、ヤブ刈りなどを実施



- ▶ **用 意** : 汚れてもよい服装、帽子、タオル、軍手、長靴(運動靴)、胴長など
- ▶ **参加記念** : 活動参加者にハス茶など潟の産物を提供予定
- ▶ **申し込み** : 新潟市西地区公民館 電話 025-261-0031 担当: 古川
E-mail : nishi.co@city.niigata.lg.jp

佐潟クリーンアップ実行委員会

赤塚地区自治連絡協議会長 石黒壽夫氏を実行委員長とし地元各自治会、コミュニティ佐潟、赤塚漁業組合、赤塚商工会、赤塚観光協会など地元の企業や団体、施設、地元小中学校などの協力をいただき、地元住民有志やグループで構成しています。連携は佐潟と歩む赤塚の会で推進しています。

- 事務局 = 赤塚地区自治連絡協議会 (赤塚公会堂) 電話: 025-239-2034
- 現地協力 = 佐潟水鳥・湿地センター 電話: 025-264-3050

潟の保全と利用を目指した現代版の潟普請(佐潟クリーンアップ活動)は平成15年から実施されている。実施主体は、佐潟クリーンアップ実行委員会である。

作業の具体的内容は下記の通りである。

- ①ドロ揚げ：舟道に堆積したドロやヒシを可能な限り人力で揚げ、舟道を通して濁水を排出する。揚げたドロ等は埋め立てしないで、堆肥などとして有効活用する。
- ②ヨシ刈り：ヨシなども刈り取って、①のドロ等と同様に有効活用する。

図 2.17 潟普請のイベントのお知らせ



図 2.18 平成20年9月の活動状況(佐潟クリーンアップ実行委員会提供)

注) 左上：ドロ揚げ、右上：ヨシ刈り、
左下：ゴミ回収、右下：潟で採れたレンコン

(7) “ど”の再生

“ど”とは深さ 20～30cm 程度の浅い水路のことをいい、かつて佐潟の周りを取り囲むように存在していた。現在も一部痕跡があり、湧水の流出路となっており、潟の水と比較すると格段透明な水が流れている。

水の流れを作るだけでなく、流水や浅水域を好む動植物の生息環境の創出にも寄与するとともに、周遊路側に生育するヨシが湖水に含まれる栄養塩を利用できるようになる、などの効果が期待されている。



図 2.19 ヨシ帯に造成された“ど”と呼ばれる湧水の水路（平成 22 年 6 月 22 日）

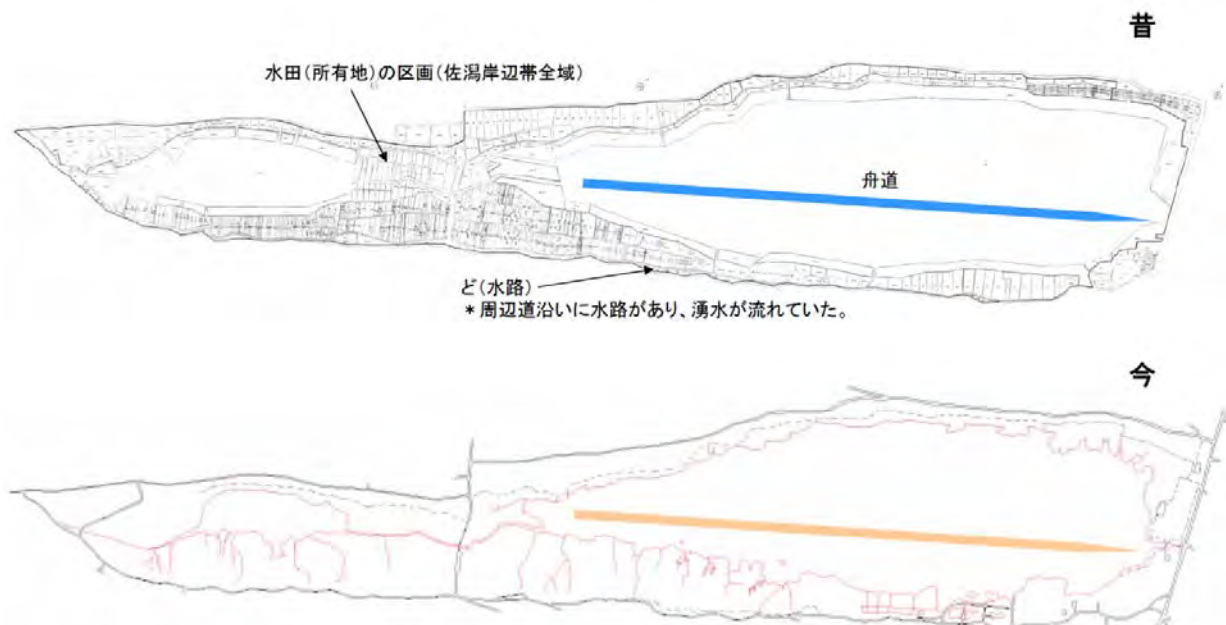


図 2.20 佐潟の昔と今の比較（佐潟水鳥・湿地センター）

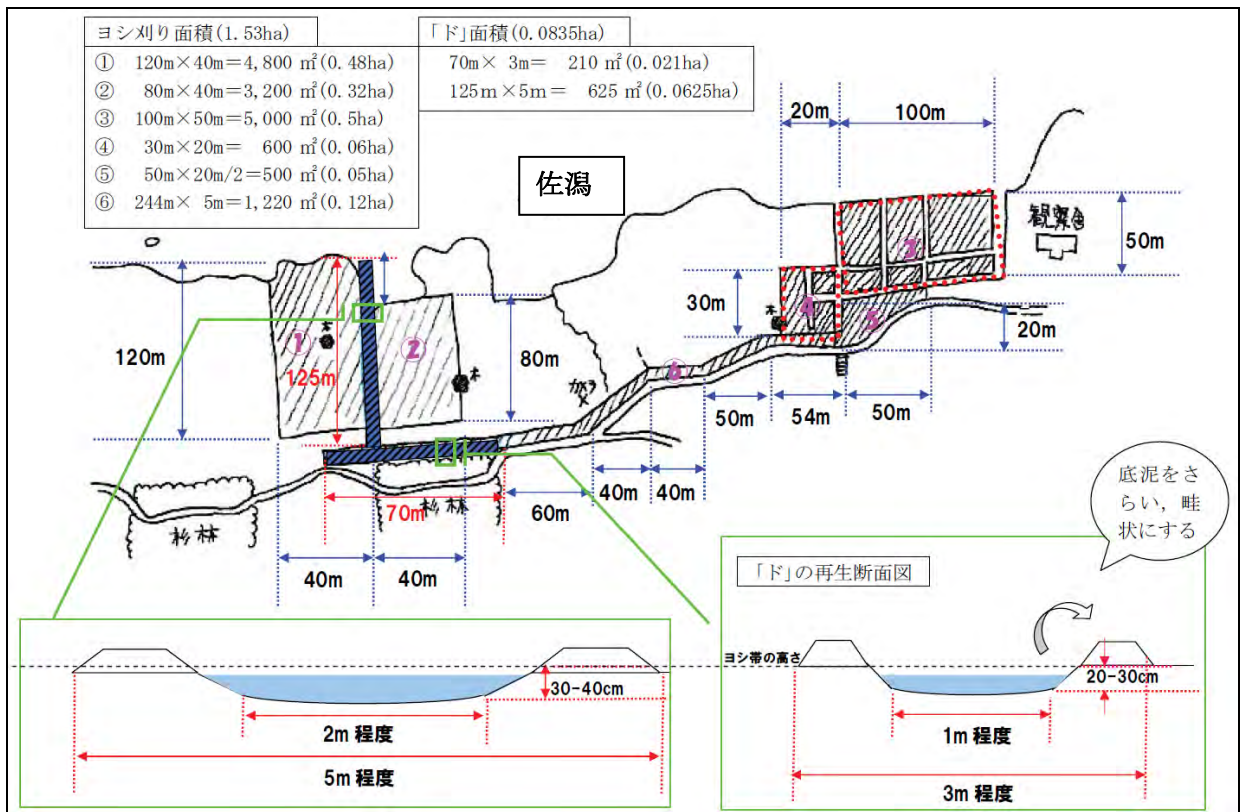


図 2.21 “ど”の再生事業⁹

⁹佐潟周辺自然環境保全連絡協議会資料

イメージ図

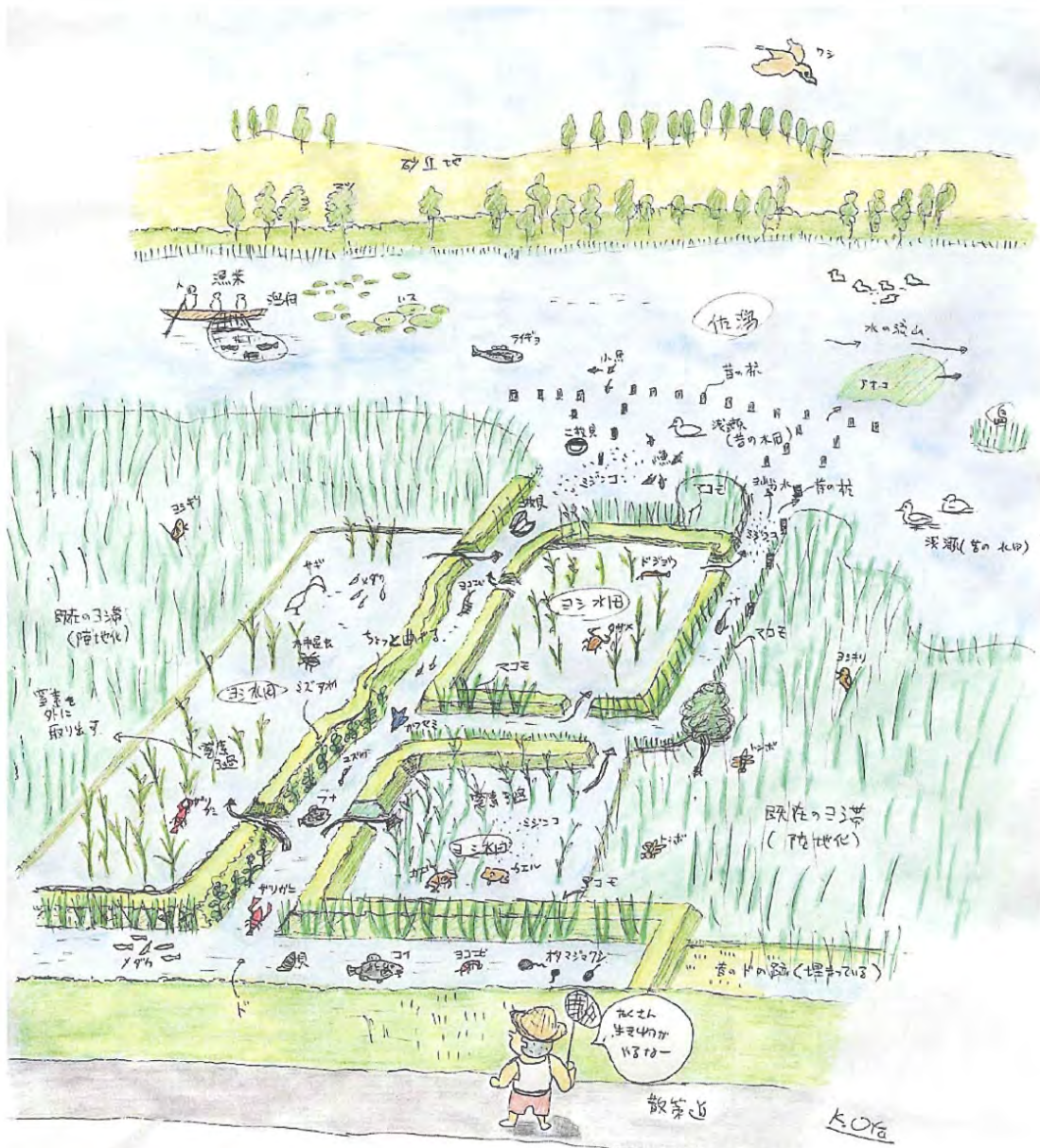
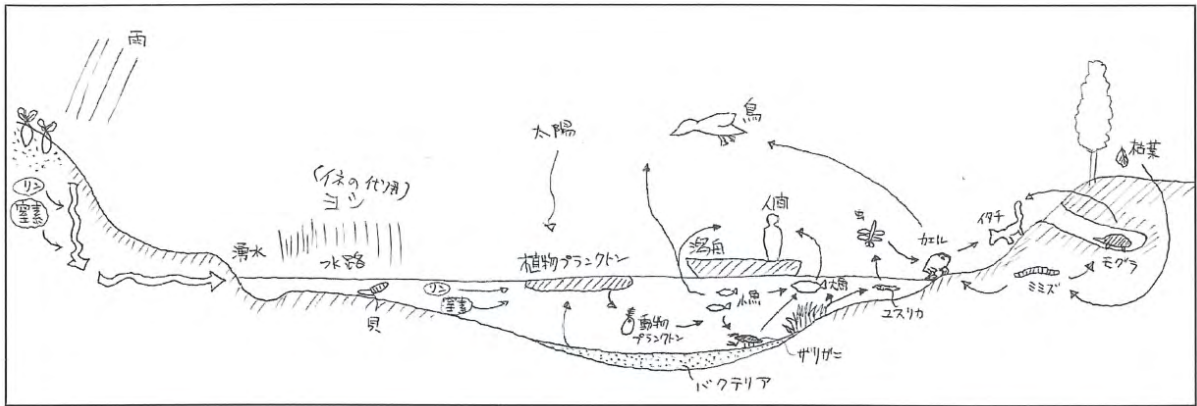


図 2.22 “ど”とヨシ刈りの効果のイメージ (佐潟水鳥・湿地センター 太田和宏氏)

2.4 現地調査

平成 22 年 6 月 22 日に佐潟水鳥・湿地センターでのヒアリングの後、現地調査を実施した。

2.4.1 佐潟水鳥・湿地センターでのヒアリング概要

(1) ヒアリングの相手

佐藤安男さん（佐潟水鳥・湿地センター、環境省国指定鳥獣保護区管理委員）

金子勲さん（赤塚漁業協同組合長）

(2) ヒアリングの内容

- ・ 佐潟の水利権と漁業権は現在も地元にある。
- ・ 水位管理を行う際の標準水位とは、かつての水位変動である。標準水位を設定している理由は、水生生物にプラスに働くことからである。6 月に水位が高いとアオコが出現するので、その時に水位を下げており、DO も良い方に働く。
- ・ 佐潟の現在の農業利水は、水田の水が足りないときにわずかに用いるくらいである。
- ・ 明治から昭和 40 年頃まで、水位が高い冬季に漁業を行い、春に各農家は潟の泥を潟田（潟の岸部の水田）へ入れて肥料にした。夏には村人あげて船を出して湖底の泥揚げをし、湧水が出やすいようにし、水深が浅くても舟が通れるように中央の舟道を確保した。6 月には水位を下げて潟田の水田で田植えを行った。この泥揚げは手作業の浚渫であり、揚げたドロは潟田等に積んで肥料に用いていた。泥揚げをすると魚にも良い環境となる。これは「潟普請」と呼ばれ、全国に誇れる循環型の農業が行われていた。
- ・ 潟周辺にあった水田は、潟普請をしても収量は普通の水田の約半分しかなく、昭和 50 年前後に減反や高度経済成長で手放されてしまった。現在のヨシ原は元々水田であったところである。
- ・ 周辺及び湖底全体から湧水があり、流量は安定している。
- ・ 現在、3～4 月の水位が高いときに春風（西風）が吹くと泥が攪乱されるので水門から新川へ排水している。5～6 月になるとヒシが群生し、風が吹いても泥は巻き上がらない。
- ・ 明治期には野生の細長いレンコンを採取しており、蓮根組合があった。昭和 20～30 年まで多く取っていたが、現在はイベントや自家用にわずかに採取している程度である。施肥は行っていない。
- ・ 今年(2010 年)はハスの生育が悪い。



図 2.23 センター（左）とセンター西側からの佐潟の湿地の全貌（左）



図 2.24 センター西側の水辺で環境学習する小学生（左）とそこに吹き寄せられたアオコ（右）

- ・ 沈水植物：上潟と下潟の間の水路に作られた水門の下流側の流れがある所で 10 本前後のエビモ、自然生態観察園では 5m 四方強の小規模のエビモの群落が見られた。上潟・下潟内での生息状況は不明である。
- ・ 上潟と下潟の間の水門：平成 17 年に完成した。



図 2.25 水門から上潟を望む水路（左）と水門



図 2.26 下渦方向の水路に見られるエビモとその殖芽

- ・ 自然観察生態園：平成 13 年に完成、当湿地全体の管理と合わせて新潟市西区建設課が業者に委託して維持管理を実施している。豊富な湧水に支えられて透視度が高い。



図 2.27 自然生態観察園と園内のエビモ群落（除草・除根作業が継続されている）

注) 自然生態観察園の底質は砂質であり、中央粒径 0.24mm、含水比 54.8%、強熱減量 2.1%であった。



図 2.28 衰退したハス群落（左）と整備された佐潟の歩道（右）

- ・ ヨシ刈り取りと水路（ど）の復元：1.5～2.0ha の 2カ所でヨシ刈りを実施し、周囲の水路（ど）の復元と合わせて多様な生態系の場の再生を図っている。平成 19 年～21 年の毎年秋に施工。



図 2.29 ヨシが刈り取られた周囲に整備された水路（ど）（左）と湧水の通り道となっている水路（ど）（右）

- ・ 周辺の畑では、スイカ、タバコ、ダイコンなどの砂丘地農業が営まれ、多くの散水機が配置されている。
- ・ センター西側の水門で潟内の水位管理が行われ、潟主が毎日実施している。6月に水が高いとアオコが発生するのでその時に水位は低下させている。



図 2.29 周囲のスイカ畑（左）と水位管理用の水門（右）

3 福島潟（新潟県）

3.1 福島潟の概要

福島潟は河川の流が砂丘に遮られることにより形成された湖沼である。昭和 40 年代に開始された国営福島潟干拓建設事業により当初は福島潟全域が干拓される計画であったが、二度の水害を受けたことにより治水機能の見直しが行われ、潟面積の約半分の干拓をもって昭和 50 年に干拓事業が終了し、現在の姿となっている。福島潟の諸元は下記の通りである。

：面積 1.93km²、平均水深 1m、流域面積 116km²、淡水湖、一級河川は 4 本・農業排水路は 10 本流入

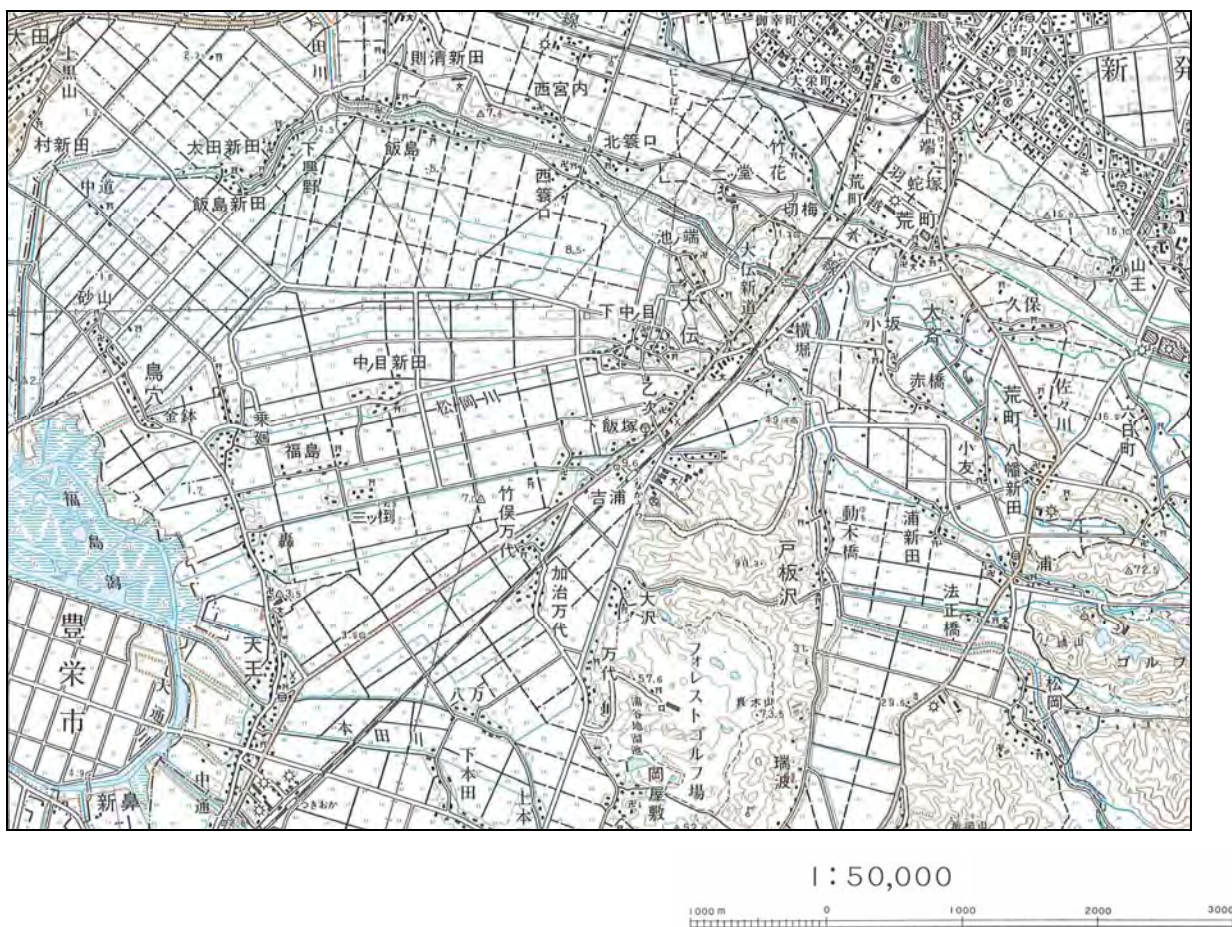


図 3.1 福島潟の位置（出典：国土地理院）

福島潟は国営干拓事業の実施途中での見直しにより事業前の約半分の面積で残ることになった湖沼で、潟には水利権（農業）と漁業権が設定されている。潟の水位管理は、潟から流出する新井郷川を通じて阿賀野川への流入点近傍の排水機場で行われている。

福島潟は約 450 種類の水生・湿性植物が生育する自然の宝庫であり、国天然記念物オオヒシクイの日本最大の越冬地でもある。潟内の水際にはヨシ・マコモ群落、水域にはヒシ・コウホネ・ハスの群落が形成され、これらの枯死体が厚く堆積している。水質も透視度で 30cm 前後と低い。

平成 15 年の福島潟放水路の完成後、更なる洪水被害軽減のために福島潟河川改修事業が平成 15

年から 29 年まで行われる予定であり、同事業では湖岸堤の築堤・嵩上げに加えて、掘削による潟水面の拡大も含まれており、生態系への影響が懸念されている。そこで、平成 18 年に福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議が設置され、動植物の生息環境に配慮した環境保全対策の検討を行っている。

また福島潟の保全に向けて、ビュー福島潟を拠点とする NPO 法人ねっとわーく福島潟が中心となって、福島潟の調査研究、地域文化の創造及びその情報発信等の活動が進められている。

3.2 福島潟の環境の現状と経緯

福島潟の現在の平面図を図 3.2 に示す。

昭和 40 年代に開始された国営福島潟干拓建設事業は、昭和 50 年 9 月に終了し、ほぼ現在の形となっている。同事業では当初、福島潟を全て干拓する予定であったが、工事が始まってから二度の水害に襲われたことを受けて福島潟の治水機能が見直されたために半分程度残されたと言われる。埋め立ててそのまま放置されている区域もある。干拓当初から、この区域の農地は遊水池として位置づけられている。

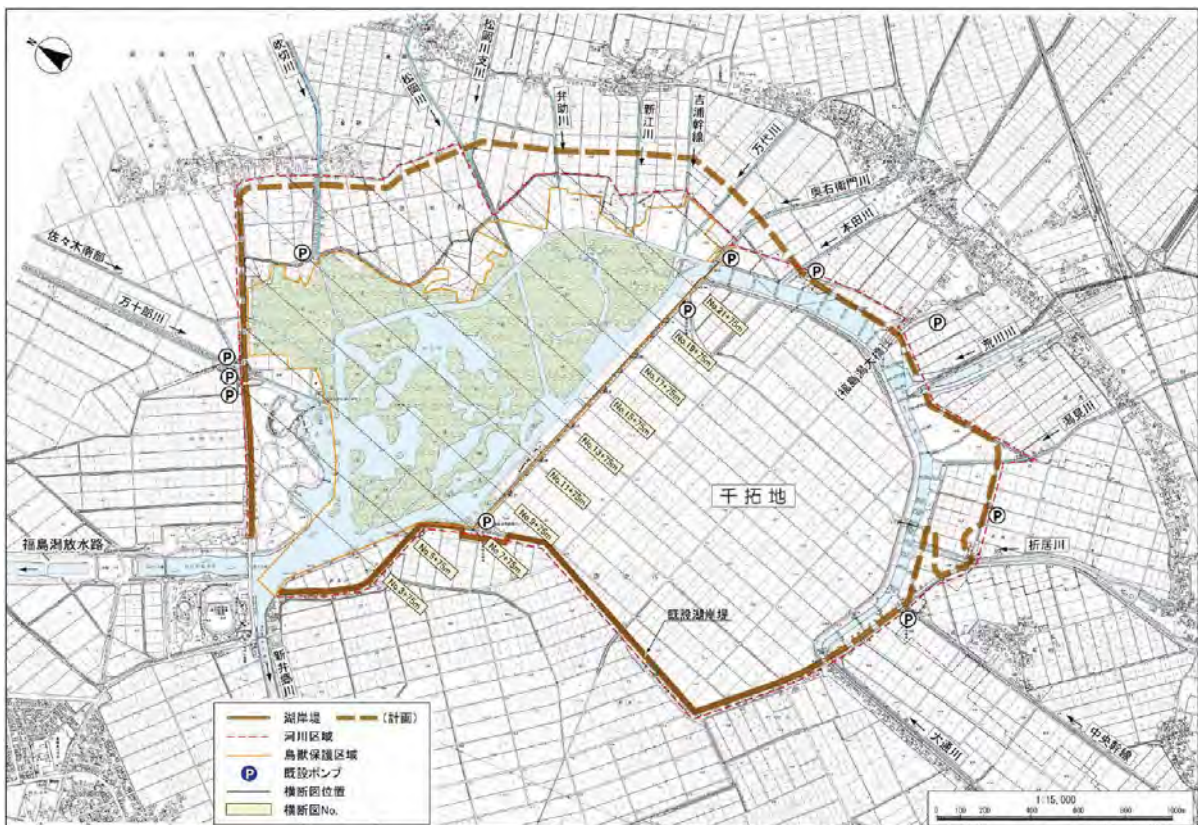


図 3.2 福島潟現況平面¹

¹ 新潟県土木部 (2006) : 福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議資料、平成 18 年 2 月; 新潟県土木部 (2006) : 第 2 回福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議資料、平成 18 年 6 月; 新潟県土木部 (2006) : 第 3 回福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議資料、平成 18 年 9 月; 新潟県土木部 (2007) : 第 4 回福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議資料、平成 19 年 3 月; 新潟県土木部 (2006) : 第 5 回福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議資料、平成 19 年 11 月

3.2.1 福島潟の河川改修事業

福島潟周辺は、平成 10 年 8 月の洪水で大きな被害を受け、これを受けて平成 15 年 3 月に福島潟放水路が完成した。洪水被害軽減の更なる軽減のために平成 15 年～29 年の 15 年間の予定で福島潟河川改修事業が進められている。事業の内容は以下の通りである²。

河川改修事業に関連する環境保全対策については 3.3 で紹介する。

- ① **掘削（潟水面の拡大）**
洪水を一時的に貯える遊水池として、潟を拡大・掘削し、貯水量を増やします。
- ② **湖岸堤の築堤・嵩上げ**
潟の周囲に湖岸堤や水門を整備し、潟外への浸水を防止します。
- ③ **承水路の拡幅**
各支川の洪水をスムーズに潟内へ導きます。
- ④ **沈砂池の設置**
流入する土砂を貯めて潟内の陸地化を軽減します。

図 3.3 事業の内容²

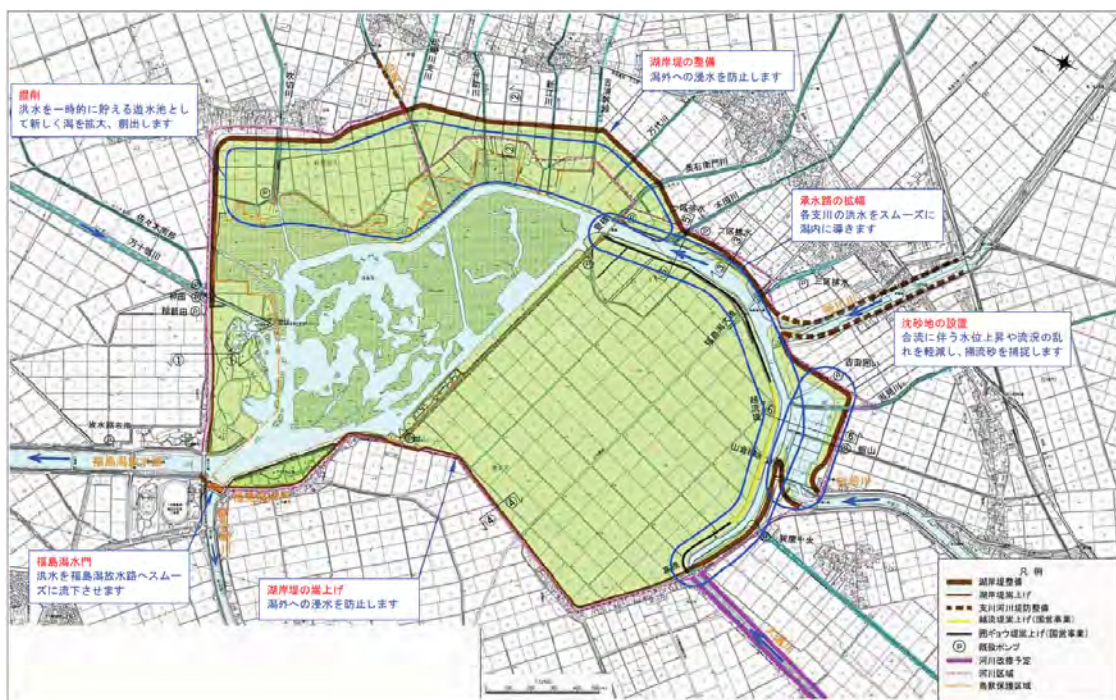


図 3.4 福島潟治水施設計画平面図¹

3.2.2 水位管理

²新潟県土木部河川整備課（2008）：福島潟河川改修事業における環境保全対策について、河川改修と環境保全の調和を目指して、2008 年 3 月（パンフレット）

福島潟は T.P. -0.4m を治水上の目標水位としているが、県新発田地域振興局農村整備部「新井郷川排水機場」では、土地改良区等と調整して、下図のようにかんがい期には T.P. -0.73~-0.82m で、非かんがい期には T.P. -0.91~-1.05m で水位管理を実施している。平常時でも 1m 位の水位変動があり、出水時には 2m 位になる。

上記の排水機場は、新井郷川の下流でほとんど阿賀野川寄りに設置されている。平常時は 22m³/s のポンプ 1 台を稼働させて約 20m³/s の排水を実施している。

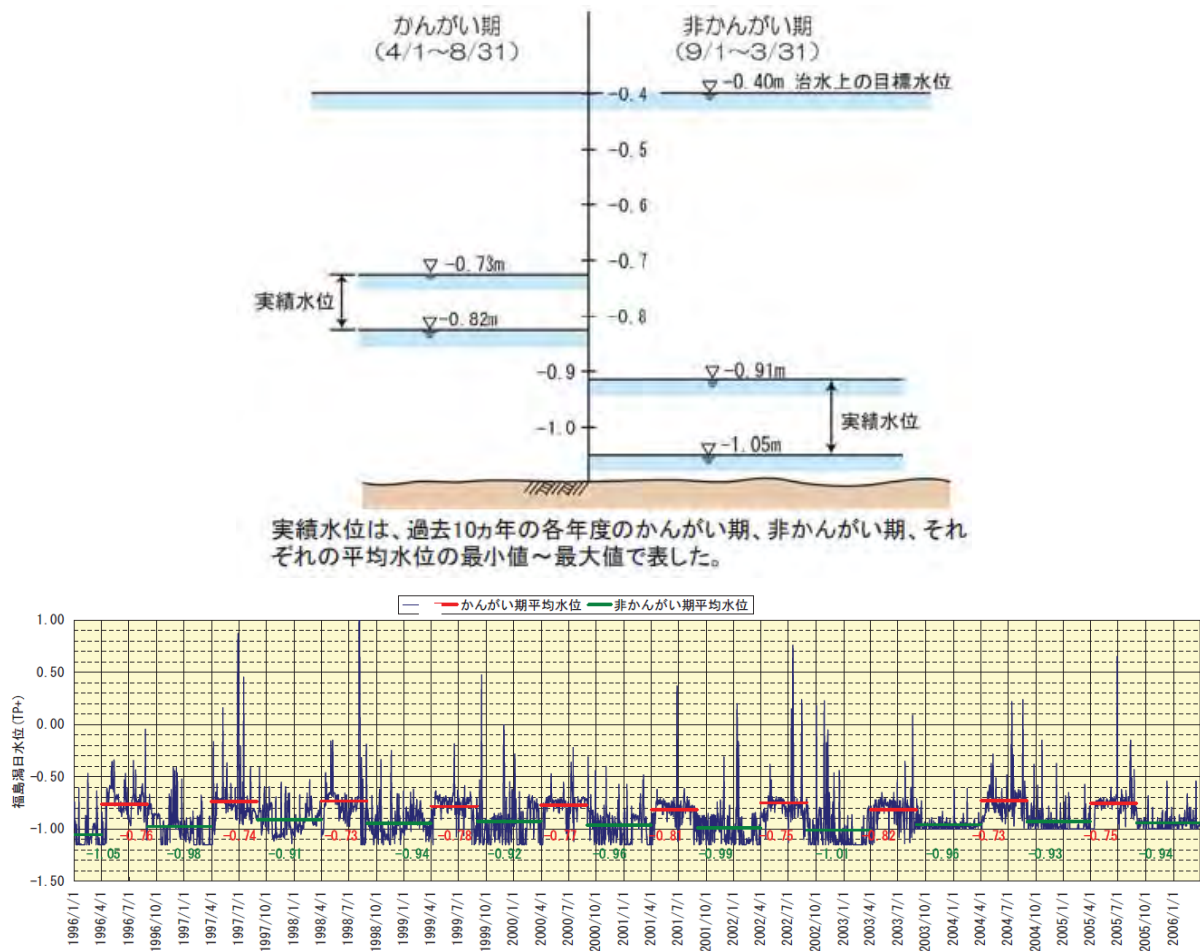


図 3.5 水位管理の実績（上）と日水位及びかんがい期・非かんがい期の平均水位（下）¹

3.2.3 水質

福島潟の流出部にあたる潟口橋の水質について、平成元年以降の経年変化を図 3.7 に、平成 20 年度の季節変化を図 3.8 に示す。経年変化では顕著な変化は見られず、透視度は 30~40cm、COD は 4~5mg/L である。一方、季節変化を見ると、COD と BOD のピークは 6 月であるが、SS と透視度は高くなっていない。COD の 6 月のピークは植物プランクトンによるものではない可能性がある。

また、これまで潟内でアオコの発生は起きていない。



図 3.6 水質調査地点の濁口橋の位置

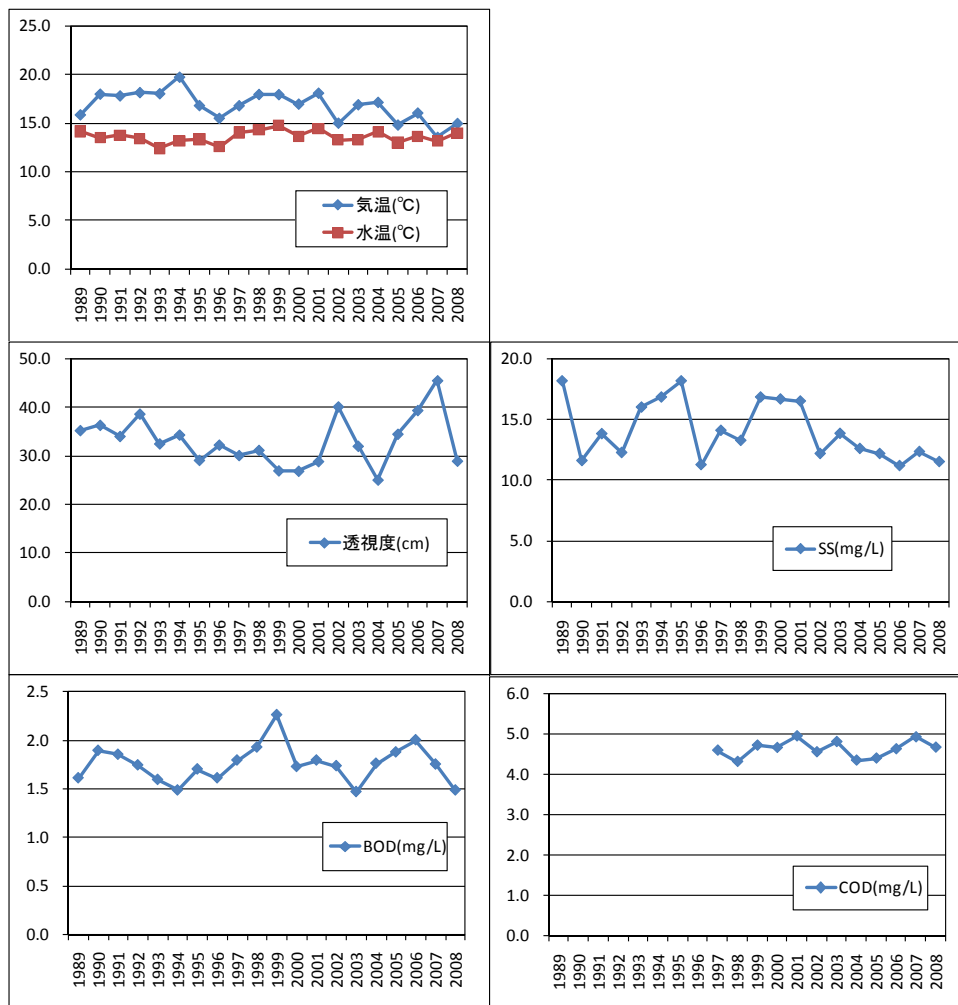


図 3.7 福島潟 濁口橋地点での水質の経年変化 (新潟県 HP データより整理)

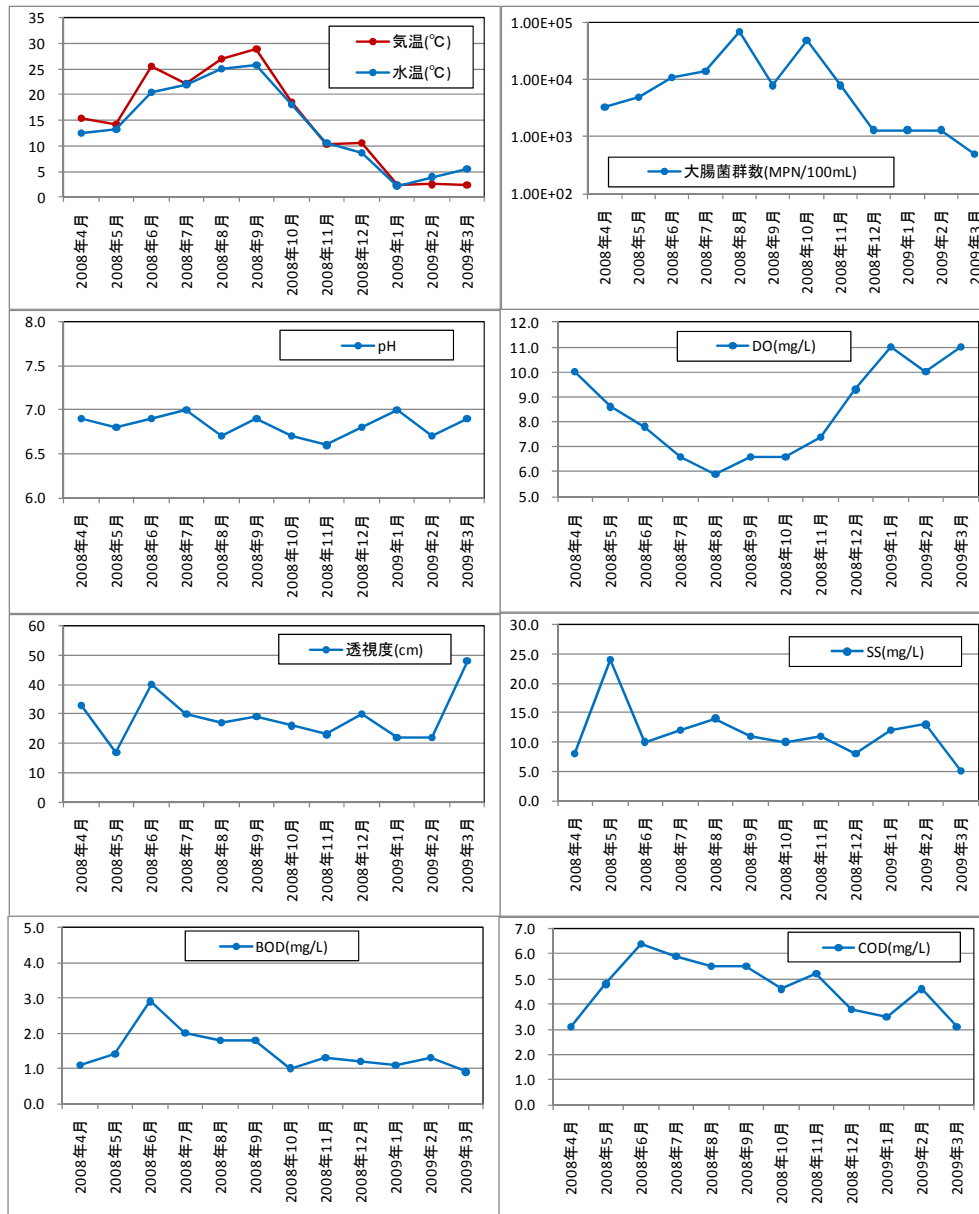


図 3.8 福島潟 潟口橋地点での水質の季節変化（平成 20 年度）（新潟県 HP データより整理）

3.2.4 水草

平成 16 年度の植物相調査³では、春夏通して維管束植物（シダ植物以上）で 100 科 409 種を確認した。沈水植物は、ホソバミズヒキモ・コカナダモ・ササバモ・コウガイモなど 7 種を確認したが、ほとんどが流入水路であった。

³新潟県新潟土木事務所(2004)：平成 16 年度 一級河川福島潟広域基幹河川改修（大規模）河川環境調査業務委託

図 3.9 福島潟（主に水路）で出現した沈水植物<公表不可>³

図 3.10 平成 16 年度の特定種等の確認状況（春季・夏季）＜公表不可＞³

平成 21 年度の夏季・秋季に植物相調査を実施しているが、過年度調査（平成 15 年度、平成 16 年度）で確認されたものの本調査で確認できなかった沈水植物は以下の通りである。

：クロモ、エビモ、オオトリゲモ、オオミズヒキモ

マツモは、遊潟広場（潟の流出部付近の左岸側）の水路内の 1 箇所を確認されている。当該地点は築堤の整備箇所であり、次年度の調査結果も含めて状況に変化がない場合には、施工範囲の修正や学識者の助言を得ながら移植などの保全対策の検討が指摘されている。

ササバモは、捷水路の整備箇所外の 2 箇所を確認されている。2 箇所のうち 1 箇所は、大道川の河川内で生育地の直下流が捷水路としての浚渫等が行われることから、本種の生育状況のモニタリングが求められている。

表 3.1 特定種の生育位置区分⁴

No.	種名	合計	整備箇所					非整備箇所		消失率 (%)	
			潟水面 拡大部 (浅い水 場ゾ ーン)	承水路			沈砂地 (掘削)	築堤	潟水面 拡大部 (保全 ゾ ーン)		その他
				護岸や 築堤部 分に囲 まれた	既存の 水際線 が消失 するエ	浚渫					
1	マツモ	1					1	0		100	
2	タカサミ	14	2	10			2	7	7	67	
3	ガカフタ	1					1	1	1	50	
4	コウガイモ	1					1	1	1	50	
5	ホリハ イヌタテ	1					1	1	1	50	
6	ヌカホ タテ	6	4				2	7	7	46	
7	マルハノサトウガラシ	3	3					4	4	43	
8	オニナス	6		1	1		4	10	10	38	
9	ナカハノウナギツカミ	1			1			2	2	33	
10	ミクリ	6	3				3	13	13	32	
11	ミスアオイ	4	1				3	11	11	27	
12	ミスウラヒ	2	1				1	6	6	25	
13	タコアシ	0						1	1	0	
14	ハマナス	0						1	1	0	
15	イヌハギ	0						1	1	0	
16	ミツカシワ	0						2	2	0	
17	アサザ	0						2	2	0	
18	コムラサキ	0						2	2	0	
19	アブノメ	0						1	1	0	
20	ヒシモトキ	0						1	1	0	
21	ミスオハコ	0						1	1	0	
22	サハモ	0						2	2	0	
23	ナカエミクリ	0						2	2	0	

注) 消失率=整備箇所での地点数/(整備箇所での地点数+非整備箇所での地点数)×100で算出.

図 3.11 特定種と整備箇所との関係 (マツモ) <公表不可>⁴

⁴新潟県新潟地域振興局(2009):平成21年度 一級河川福島潟広域河川改修(大規模)環境モニタリング調査業務

図 3.12 特定種と整備箇所との関係（ササバモ）＜公表不可＞⁴

3.2.5 鳥類

水の公園福島潟のホームページで公表されている渡り鳥の飛来数によると、平成 21 年 10 月～22 年 3 月までに、コハクチョウが 5,900 羽、オオヒシクイが 3,200 羽、マガンが 1,000 羽であった。なお鳥への給餌は行っていない。

3.2.6 漁業

福島潟には下流の河川とともに第 5 種共同漁業権に指定されている。対象区域は新井郷川分水路、新井郷川及び福島潟である。福島潟新井郷川漁業協同組合は毎年冬にフナ・コイの放流の他、ドジョウ・モクズガニ等の水産物の増殖・蓄養・飼育を図りながら漁業を営んでいる。なお漁獲量データは入手できなかった。

3.3 環境保全に向けた取り組み

3.3.1 河川改修に伴う環境保全対策の検討

福島潟の河川改修工事を行うに当たり、動植物の生息環境に配慮した環境保全対策を講じるため、平成 18 年 2 月に福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議が設立され、河川工事と環境保全の調和という観点から検討が行われている。会議のメンバーを表 3.2 に示す。

環境保全対策の目標を表 3.3 に示す。現況の潟環境の評価から「なだらかな水際の浅い水場」の重要性が高い場と評価されており、「なだらかな水際の浅い水場」の拡大を基本として目標が設定されている。また、国天然記念物オオヒシクイの日本最大の越冬地であることから、餌となるマコモの生育環境の創出が環境保全対策の 1 つの柱とされている。

表 3.2 福島潟河川改修事業環境保全対策検討会議の構成員（第1回検討会議時）¹

◎ 会長

分野等	氏名	役職	備考
学識者	河川工学	◎大熊 孝	新潟大学 工学部教授
	淡水魚類	本間 義治	新潟大学 名誉教授
	鳥類	本間 隆平	新潟県野鳥愛護会 会長
	湿原植生	鷺尾 和行	豊栄高等学校 教諭
関連機関・団体	市嶋 彰	NPO法人 ねっとわーく福島潟 会長	
	青木 明	豊浦郷土地改良区 事務長	
	風間 智	豊栄土地改良区 係長	
行政	安彦 政次	環境省関東地方環境事務所 新潟事務所長	
	岩村 正一	新発田市地域整備課長	
	加藤 一男	阿賀野市建設課長	
	田村 優	新潟市豊栄支所建設課長	
	清水 重蔵	新潟市豊栄支所ビュー福島潟 館長	
	田宮 強志	新潟県新発田地域振興局地域整備部長	
	上西 健	新潟県新潟土木事務所長	

表 3.3 環境保全対策の目標²

1 現存する良好な環境を保全します。
現存する潟中央部の水域など、良好な環境を保全します。

2 変化に富んだ水域環境を創出し、多様な生物の生息環境を確保します。
なだらかな水際の浅い水場だけでなく、部分的に深みを設けたり、水際線に変化をつけたりすることで、魚類などの水生動物の生息環境も確保します。承水路部においても余裕のある部分は、ワンドなどの整備を行います。

3 福島潟のシンボリックな生物の生息環境を拡大します。
「なだらかな水際の浅い水場」を形成し、マコモをはじめ水生植物の生育を促し、福島潟のシンボリックな生物であるオオヒシクイやコハクチョウの餌場となる環境を創ります。

3.3.2 河川改修に伴う環境保全対策における施工及びモニタリング方法

河川改修に伴う環境保全対策では、環境に配慮した施工方法及びモニタリング方法について下記のように記述されている。

(1) 環境に配慮した施工（図 3.12 参照）

- ① 特定種：保全ゾーンにおいて保存・移植の必要があると定められた生物的評価指標を指し、その内容を表 3.4 に示す。

事業に伴う掘削時に特定種植物が見られた場合には、必要に応じて掘削前に保全ゾーンに移植する。確認状況によっては、調査・移植作業に配慮し、施工順序を調整する。

特定種植物の移植や抽水植物の再生を伴うために、事前に移植・再生の試験施工を行って必要な知見を得る。

保全ゾーンは、現況の特定種植物の生育状況を参考に、起伏のある地形を形成し、特定種植物を中心に多様な植生が生育出来る環境を目指す。

- ② 緩衝帯：潟水面拡大部では、ヒシクイへの影響を考慮して緩衝帯幅は150mを基本とする。
- ③ 水場ゾーン：水場ゾーンはブロック区分して、潟中央部へ影響を与えないように各ブロック内を掘削し、河道の地形を整備した後に捷水路や流入河川の接続水路と接続させて通水する。

特に、潟水面拡大部については、特定種植物の移植や抽水植物の再生を行うことから、平成22年～23年にかけて事前に移植・再生の試験施工を行う予定としているが、22年はまだ未着手である（新潟市）。

新潟大学の紙谷教授から、今後掘削する所に埋土種子があるので、それを活用したらいいと言われている（新潟市）。

表 3.4 生物的評価指標¹

【生物的評価指標】

①潟水面拡大部・緩やかな水際の浅い水場ゾーン

表-5.3(1) 生物的評価指標（潟水面拡大部 水場ゾーン）

区分	評価指標種
典型性	植物 ヨシ、マコモ等の抽水植物 コウホネ、ヒシ類、マツモ等の浮葉植物、浮遊植物
	魚類 ドジョウ、ギンブナ（静水域や緩い流れを好む） 小型魚、稚魚など（止水環境に依存する） オオクチバス（在来魚への影響が大きい）
	鳥類 ヒシクイ（マコモを餌とする） ハクチョウ類（水草などを餌とする） オオヨシキリ（ヨシ原で繁殖する種） マガン、カモ類（越冬地として止水環境を利用する種）
	昆虫類 トンボ目、ゲンゴロウ科、マツモムシ科（水面、水中で生活する種） オサムシ科（水際の湿地等に依存する種） ハムシ科、ツトガ科（水際の植生等に依存する種）
特殊性	植物 ツルアブラガヤ、イチョウウキゴケ、ヒメビシ、ミズアオイ、マルバノサワトウガラシ（水域～湿地）、 ミクリ（流入支川、水路）
	魚類 メダカ、ウケクチウグイ
	底生動物 モノアラガイ
	鳥類 ハクガン、ヨシガモ、トモエガモ
	昆虫類 コオイムシ、エゾコガムシ、オオルリハムシ
	両生類、哺乳類、爬虫類 トノサマガエル
上位性	鳥類 チュウヒ、オジロシ、オオタカ
	両生類、哺乳類、爬虫類 キツネ、イタチ、タヌキ

赤字は負の指標を示す

②潟水面拡大部・保全ゾーン

表-5.3(2) 生物的評価指標（潟水面拡大部 保全ゾーン）

区分	評価指標種
特殊性	植物 保全、移植した特定種植物 ミズワラビ、ナガバノウナギツカミ、ヌカボタデ、ノダイオウ、バイカモ、 オニバス、ヒツジグサ、マツモ、ミズタガラシ、ヒメビシ、ミツガシワ、ガガブタ、アサザ、アノメ、ヒシモドキ、タカアザミ、クロモ、トチカガミ、コウガイモ、オオミズヒキモ近縁種、ササバモ、ミズアオイ、ミクリ、ツルアブラガヤ、イチョウウキゴケ フタクサ、セイトカアワダチソウ（在来種への影響が大きい人為的影響の指標）

赤字は負の指標を示す

③沈砂池

表-5.3(3) 生物的評価指標（沈砂池）

区分	評価指標種
典型性	植物 ヨシ、マコモ等の抽水植物
	魚類 ドジョウ、ギンブナ（静水域や緩い流れを好む） 小型魚、稚魚など（止水環境に依存する） オオクチバス（在来魚への影響が大きい）
	鳥類 ヒシクイ（マコモを餌とする） ハクチョウ類（水草などを餌とする） オオヨシキリ（ヨシ原で繁殖する種）
	昆虫類 トンボ目、ゲンゴロウ科、マツモムシ科（水面、水中で生活する種） オサムシ科（水際の湿地等に依存する種） ハムシ科、ツトガ科（水際の植生等に依存する種）

赤字は負の指標を示す

④堤防法面

表-5.3(4) 生物的評価指標（堤防法面）

区分	評価指標種
典型性	植物 在来種植物 外来種植物

赤字は負の指標を示す

⑤承水路の拡幅部・ワンド等

表-5.3(5) 生物的評価指標（承水路）

区分	評価指標種
典型性	植物 ヨシ、マコモ等の抽水植物 コウホネ、ヒシ類、マツモ等の浮葉植物、浮遊植物
	魚類 ドジョウ、ギンブナ（静水域や緩い流れを好む） 小型魚、稚魚など（止水環境に依存する） オオクチバス（在来魚への影響が大きい）
	鳥類 カモ類（越冬地として止水環境を利用する種）
	昆虫類 トンボ目、ゲンゴロウ科、マツモムシ科（水面、水中で生活する種） オサムシ科（水際の湿地等に依存する種） ハムシ科、ツトガ科（水際の植生等に依存する種）
特殊性	植物 ツルアブラガヤ、イチョウウキゴケ、ヒメビシ、ミズアオイ（水域～湿地） ミクリ（流入支川、水路）
	魚類 メダカ、ウケクチウグイ
	底生動物 モノアラガイ
両生類、哺乳類、爬虫類 トノサマガエル	

赤字は負の指標を示す



図 3.13 環境に配慮した施工（掘削）²

(2) 環境に配慮したモニタリング計画

基本的考え方：個々の整備内容について整備効果の状況を評価する。物理的環境、生物相を指標として、整備前と整備後の状況を比較して変化を調査する。関係機関・団体等との協働で様々な視点から評価する。学識者などからの助言を得る場を設ける。

評価対象区分：潟水面拡大部などの整備地区とともに、未整備地区を含めた福島潟全体を対象とする。

評価指標①：物理的評価指標として、たとえば潟水面拡大部の保全ゾーンでは、土壤水分条件などをあげている。

評価指標②：生物的評価指標として、平成 15 年度～16 年度に確認された種の中から、当該環境への依存度が強く環境変化を受けやすい、調査が容易である、同様な生態的地位にある場合は代表種である、という種を選定した。

沈水植物については以下の種が指標種として選定されている。

：マツモ、クロモ、ササバモ、コウガイモ、オオミズヒキモ

調査頻度：福島潟全体の調査は 5 年毎に行い、潟水面拡大部などの整備箇所は整備後 2～3 年は毎年調査を実施し、順次、頻度を小さくしていく。

詳細調査：異常等が確認された場合には必要に応じて NPO 等の協力により詳細調査を実施する。

平成 21 年度～22 年度に詳細な現地調査を実施しており、その結果を反映して、今後の実施計画書を作成する予定である。

3.3.3 自然学習園

福島潟には潟に隣接して自然学習園という施設がある。この施設は旧豊栄市（平成 17 年に新潟市に編入）により、豊かな自然環境を次代へ継承していくことを目的に平成 4 年度から整備されたもので、10 年度に自然学習園の幾つかの池が完成している。

自然学習園にある多くの池は全て人工的に作られたもので、池の造成には潟の泥が多く用いられている。池に供給される水は福島潟から汲み上げられたもので、レキ間浄化を経て植物の生育する池に供給されている。池にはハスなどの水草が生育しているが、沈水植物は見られない。

自然学習園の管理は新潟市からの委託を受けて、後述する NPO 法人ねっとわーく福島潟が行っている。平成 10 年の開園以来、市からの委託業務として、除草、水草除去、水質調査、手作りによる池の造成などを行っている。



図 3.14 福島潟の散策マップ（新潟市ほかのパンフレットから）

3.3.4 NPO 法人ねっとわーく福島潟

福島潟の保全については、平成 9 年 5 月に設立された特定非営利活動法人「ねっとわーく福島潟」が、新潟市（旧、豊栄市）の整備した水の駅「ビュー福島潟」に拠点を置いて活動を行っている。同法人の活動目的は下記の通りである。

- ① かけがえのない福島潟を後世まで残し自然を守り育てる。
- ② 自然を好きな人々が、福島潟と親しみ共生・共学するために互い交流の場をつくり、相互の教養

と親睦を深める。

- ③ 福島潟の自然や芸術文化・歴史民族などの調査研究や、新たな文化の創造活動を行い、それらの情報を発信する。
- ④ 水の公園福島潟の活動に参画し、地域文化の充実発展をはかる。現在の会長は、雪国あられ(株)社長の小山芳寛氏である。

また、具体的な活動は以下の通りである。

- ① 自然学習園の維持管理：前出(3.3.3)を参照
- ② 水質・生物調査など：潟と流出河川の水質・生物調査、地域の自然度調査（ヘイケボタル、メダカ、タンポポの分布調査）
- ③ マコモの植栽：毎年6月にオオヒシクイの餌であるマコモを自然学習園から潟に植栽している。(図3.15参照)



2001年5月26日 マコモの植栽準備



図 3.15 マコモの植栽状況 (NPO 法人ねっとわーく福島潟)

- ④ オオヒシクイの越冬行動調査：毎年10～3月まで、毎週、福島潟と周辺の水田でオオヒシクイの越冬行動調査を実施している。オオヒシクイは朝、周辺の水田へ採餌に移動している。
- ⑤ 潟先案内人養成講座の開催：潟の自然・芸術文化・歴史民族など様々な分野の案内ができる人を養成するための講座を開催している。
- ⑥ 交流団体「ヨシあし和紙の会」：福島潟の保全のために刈り取ったヨシから和紙を作成・販売している。

3.4 現地調査

平成 22 年 8 月 5 日に NPO 法人ねっとわーく福島潟での聞き取り後、同 NPO の松木保事務局長、福井宣明副会長に同行していただき、福島潟を船で移動し、自然学習園の池、周辺河川の沈水植物の生育状況調査を実施した。

[福島潟]

潟にはヒシが広く分布し、一部でコウホネが群落を形成している。潟内ではマコモの移植が行われているが、あまり定着していないように見受けられた。



図 3.16 潟内の水路（左）とコウホネ群落（右）

注)浮泥が 30～50cm 程度堆積しているようである。



図 3.17 ヒシ群落（左）とヒシの葉（右）



図 3.18 ヒシの花（左）とヒシ群落の水中での状況（右：クロモが混在する）

[自然学習園]

自然学習園の池にはハスなどの水草が生育しているが、沈水植物は含まれていない。

アサザは他から移植されたそうであるが、それ以外の大半の水草は潟の泥に含まれていた種子からの発芽と考えられている。潟の泥はシードバンクとしての役割を十分果たしているといえる。

水草の生育にとって障害となっている事項として、カモとザリガニが挙げられている。カモは水草の小さな芽を捕食、ザリガニは水草を切断することが指摘されている。ザリガニ対策としてライギョやナマズを入れると少し軽減されたとのことである。



図 3.19 自然学習園の池の礫間浄化池（左）と植生（右）



図 3.20 ハスの池の花（左）とハスの実（右）

蛇足）ハスの実は外側の皮を剥くと柔らかくてほんのり甘い。

[干拓地・周辺河川]

潟の周辺にある干拓地では遊水地としての貯水量を増やすための試験施工が平成 23 年から始まる。現地調査の際、一部既に掘削されて水たまりになっている場所を見つけた。その水たまりには図 3.22 に示す沈水植物であるオオフサモ（？）が確認された。これは、表層の土を掘削した下の土に含まれていた埋土種子からの発芽と推定された。水たまりは残念ながら少雨のせい干上がりつつあった。

また潟に流入する河川では表 3.5 に示すような沈水植物が確認できた。



図 3.21 松岡川横の築堤中の堤防（左）と掘削箇所（右）



図 3.22 掘削箇所で干上がった沈水植物（オオフサモ？）



図 3.23 周辺河川で見られる沈水植物（左：コカナダモ、右：ヤナギモ）

表 3.5 周辺河川で観察した沈水植物（平成 22 年 8 月 5 日）

周辺河川	出現した沈水植物
万十郎川	コカナダモ、ヤナギモ
松岡川	フサモ
折居川	シャジクモ類、ツツイトモ
大通川	ツツイトモ、フトヒルムシロ

4 野尻湖（長野県）

4.1 野尻湖の概要

野尻湖は火山活動による堰止め湖であり、湖の水は池尻川を通じて流出し、関川へ合流して日本海に注ぐ。野尻湖の位置を図 4.1 に示す。野尻湖の諸元は下記の通りである。

：標高 654m、面積 4.56km²、平均水深 20.8m（最大水深 38.5m）、貯水量 9,600 万 m³
滞留時間 738 日、流域面積 185.3km²、淡水湖

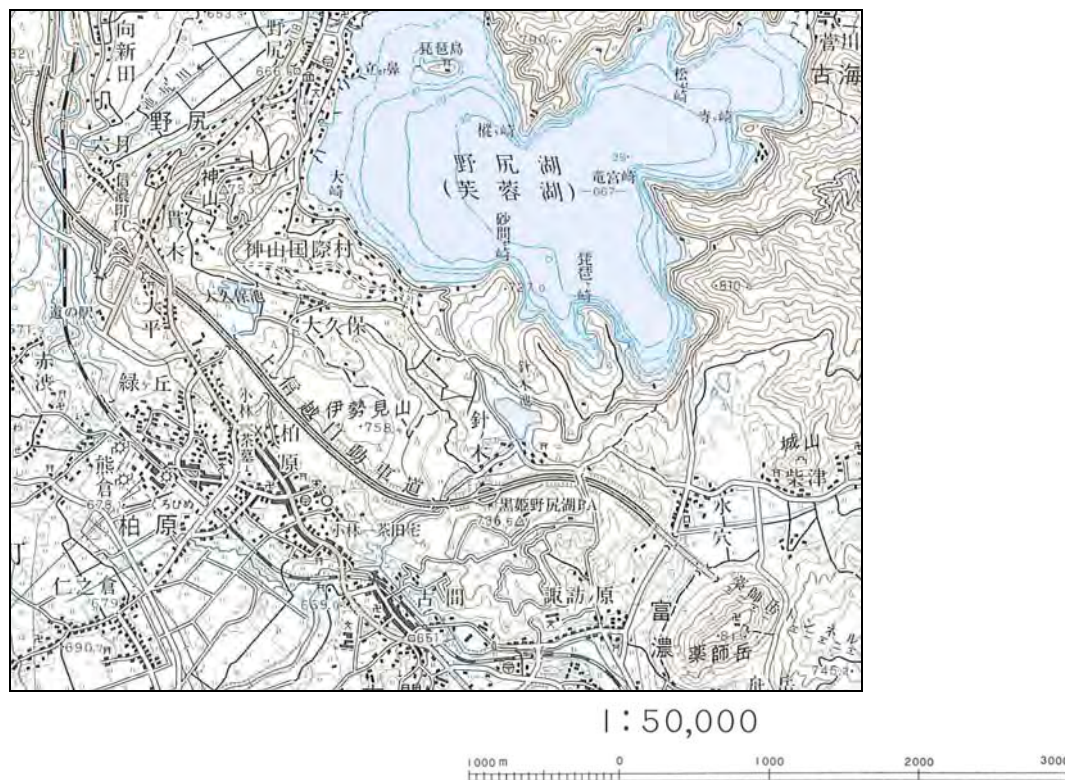


図 4.1 野尻湖の位置（出典：国土地理院）

野尻湖の水は、発電・農業に加えて、平成 17 年 8 月までは長野市の水道水源として利用されていた。また、漁業権が設定され、バス釣りなどの遊漁が盛んに行われている。

昭和 30 年前後にはホシツリモを含む 8 種類の車軸藻類や豊富な水草が存在していた。昭和 50 年前後には外来性水草（カナダモ）の顕著な増加による船の航行障害や漁業への障害が発生し、53 年に水草除去を目的にソウギョが放流されたため、放流後の 3 年間で水草は消滅し、湖岸では抽水植物すら見られない状況となった。

平成 6 年に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼の指定を受け、湖沼水質保全計画を策定し、水質改善・水生植物の回復などの様々な取り組みが推進されている。水生植物の再生については、野尻湖水草復元研究会が主体となり、地域の環境教育の一環としても位置付けて精力的な取り組みが実施されている。

4.2 野尻湖の環境の現状と経緯

4.2.1 水位管理

野尻湖のほとりにある東北電力池尻川発電所は、日本初の揚水式水力発電所であり、揚水時は、関川から取水して野尻湖へ、発電時は野尻湖から取水し発電して関川へ放流している。揚水の発電サイクルは一般的な揚水発電に見られる1日周期のサイクルではなく、1年周期（融雪期及び多雨期揚水、渇水期発電）のサイクルであり、渇水期に下流の水量を確保する目的もあるため下部貯水池を用いない方式となっている。

野尻湖の湖水は発電の他に農業用に利用されていることから、湖の水位は、東北電力池尻川発電所と利水組合（中江用水組合等）との間で交わされた協定の範囲内で、東北電力野尻湖揚水所において調整されている。標準的な水位調節パターンを図4.2に示す。

なお水位が最低となる3月には湖岸が広く干出する。野尻湖では昭和23年にナウマンゾウの臼歯が発見されたことを受けて、37年3月にナウマンゾウの発掘が行われ、現在まで続いている。直近では平成22年3月21日～30日に第18次発掘が行われた。

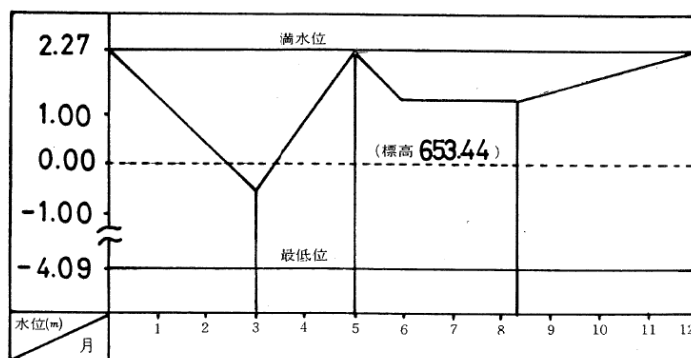


図 4.2 湖面水位調節標準図（東北電力）



図 4.3 野尻湖の水利用（水道は平成17年まで）

※ナウマンゾウ博物館展示資料から

4.2.2 水質

野尻湖の平成 16 年の春、夏、秋の水温と DO の鉛直分布を図 4.4 に示す。水深 5m～13m付近に水温躍層が形成されていることが分かる。底層の水温は 6°C前後ではほぼ一定である。DO は、春には全層でよく混合されて飽和度がほぼ 100%であるが、夏と秋には躍層の下部で大きく減少し、底層では飽和度 10%以下とほぼ無酸素となっている。

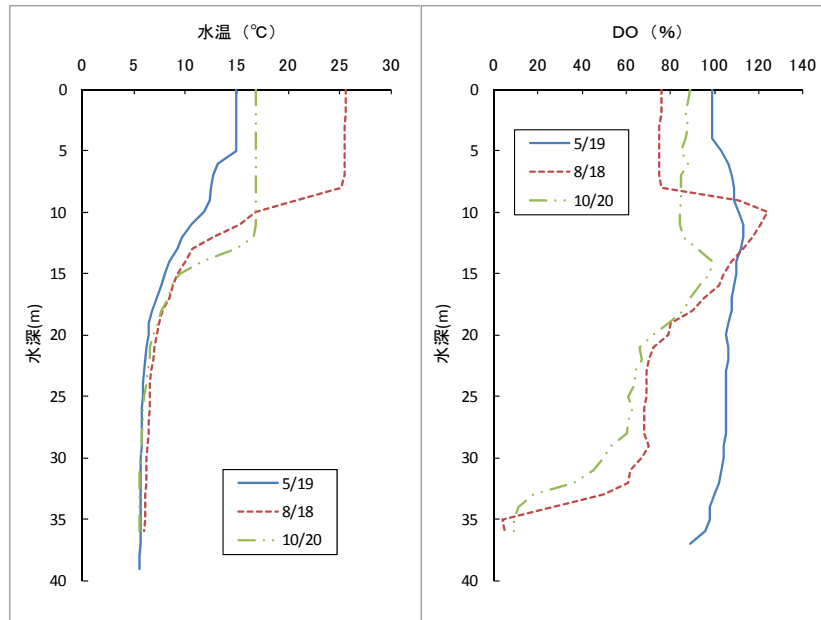


図 4.4 野尻湖（水穴湾）の水質の鉛直分布（平成 16 年度、長野市上下水道局）

昭和 62 年以降の湖心の水質の推移を図 4.5 に示す。COD は 2mg/L 前後の横這いで推移し、平成 19 年度からやや増加しているのに対して、T-N は減少傾向、T-P は平成 5 年度以降ほぼ横這いである。T-N と T-P の比は 20～40 であり、年間平均では植物プランクトンの制限因子はりんといえる。

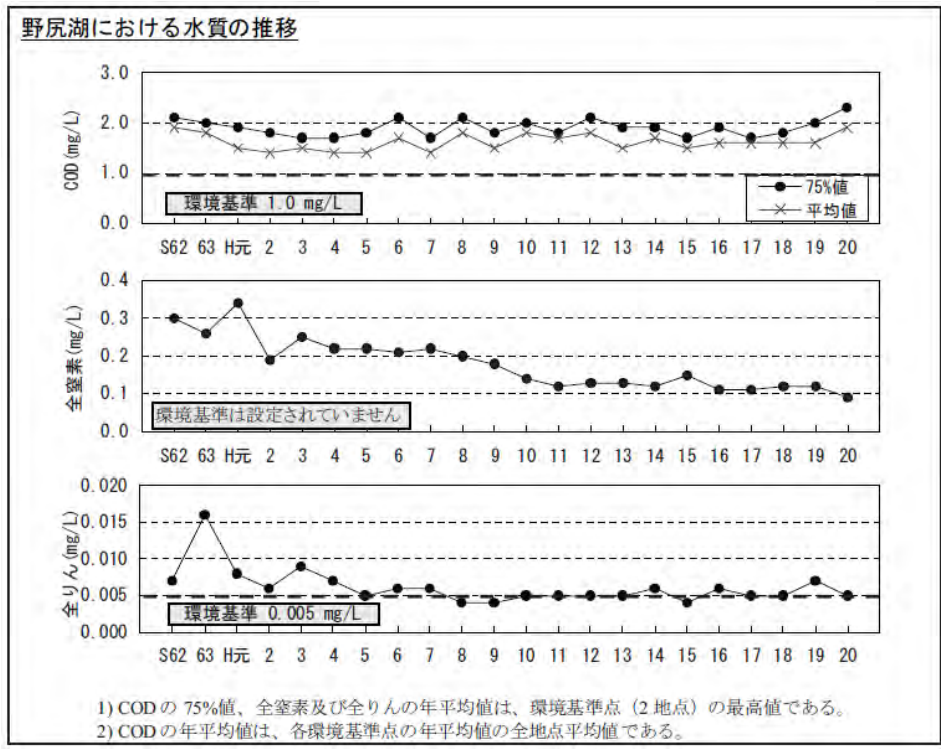


図 4.5 野尻湖における水質の推移¹

¹長野県(2010):野尻湖に係わる湖沼水質保全計画(第4期)、平成20年3月

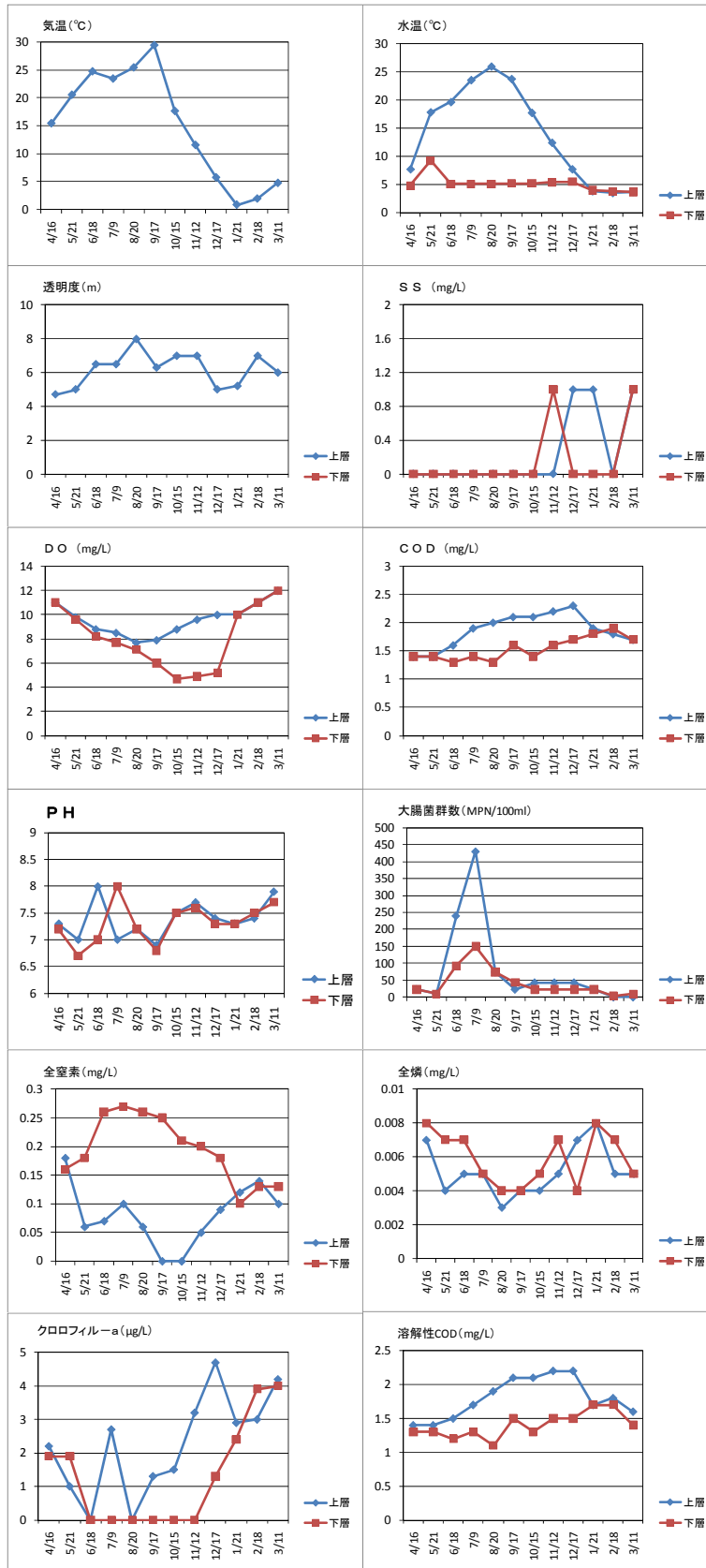


図 4.6 平成 20 年度の水質の季節変化 (長野県)

注) 採水は湖心、下層は水深 33m

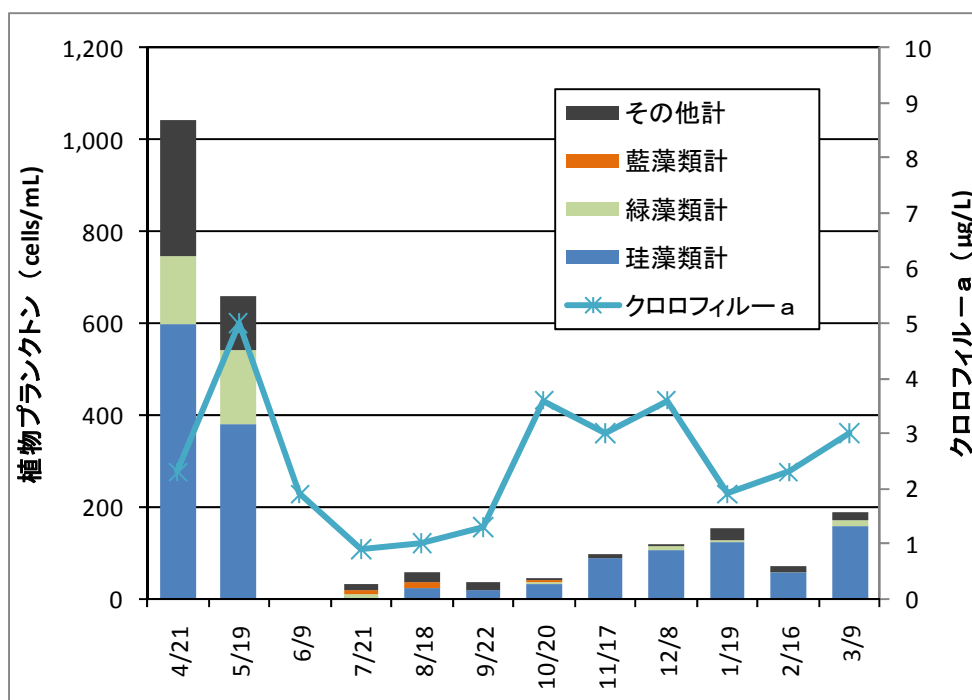


図 4.7 野尻湖（水穴湾）の上層の植物プランクトンの季節変化
（平成 16 年度、長野市上下水道局）

湖心（上層と下層）の平成 20 年度における水質の季節変化と、湖水上層の 16 年度における植物プランクトンの種類の季節変化をそれぞれ図 4.6 と図 4.7 に示す。

湖心の水質の季節変化から以下の点が指摘できる。

- ① 水温：1～3 月は上層～下層（水深約 33m）までよく混合されているが、4 月～12 月は上層と下層で顕著な水温差があり、躍層の形成が推測される。
- ② DO：下層の DO は 6 月～8 月は上層より少し低い程度であるが、9 月～12 月は上層より顕著に低下している。
- ③ COD：COD は 1 月～5 月は上層と下層がほぼ同じであるが、6 月～12 月は上層の方が高い。
上層、下層のどちらにおいても COD の 9 割以上は溶解性 COD である。溶解性 COD は上層では 9 月～12 月に高くなるが、この期間の下層は上層より低い値であることから、この時期の上層での溶解性 COD の上昇原因は下層からの供給ではないと考えられる。
- ④ クロロフィル-a：クロロフィル-a は年間を通して $5 \mu\text{g/L}$ 以下と低く、季節では夏に低く、秋～春に高い。
- ⑤ T-N と T-P：上層では T-N と T-P はほぼ同じ動きをし、夏に低く冬に高い傾向が見られる。夏には T-N が 0（ゼロ）となる時期があり、この時期は窒素が制限因子になっていると考えられる。
一方、下層では T-N と T-P は対照的な動きをしており、T-P が上層と似た動きであるのに対して、T-N は逆に夏に高く冬に低い。
- ⑥ 植物プランクトン：植物プランクトンの細胞数の季節変化を見ると、春にピークで夏に最低となっており、いずれの時期も主体は珪藻である。

4.2.3 底質

野尻湖の底質の分布を図 4.8 に示す。

野尻湖の底質は、概ね砂質砂及び砂質泥であるが、岸沿いに泥土が見られる。



図 4.8 野尻湖底質分布²

4.2.4 沈水植物^{3,4}

野尻湖における沈水植物の推移は以下の通りである。

- ・ 明治末期(1900 年代初頭) : 車軸藻類を含む 25 種の大型水生植物が分布していた(中野、1926)。
- ・ 昭和 30 年前後(1950 年代) : ホシツリモを含む 8 種類の車軸藻類の分布が記録され (Kasaki、1964) 、水草が豊富に存在していた。
- ・ 昭和 50 年前後 (1970 年代) : 外来性水草 (カナダモ) の顕著な増加で船の航行や漁業への障害が発生した。
- ・ 昭和 53 年 : 水草除去を目的にソウギヨ 5,000 匹を放流したが、3 年間で水草は消滅した。
- ・ 昭和 63 年 7 月 : ウログレナを主体とする淡水赤潮が発生し、水草帯の消失が 1 つの要因として挙げられた。

ホシツリモ (*Nitellopsis obusta*) はシャジクモ科ホシツリモ属に分類され、雌雄異株である。藻体は全長 2m にも達する大型藻類であり、野尻湖では水深 5m 以深で生育していたと言われている。車軸藻類の多くは、春～初夏に卵胞子から発芽し、晩夏～初秋に生体 (栄養株) となって卵胞子を付ける。晩秋に卵胞子が成熟し、成体は枯れるという生活史を有する⁵。

ホシツリモは野尻湖を始め国内 4 湖沼に分布していたが、野尻湖ではソウギヨの食害により消滅

²桜井善雄・渡辺義人(1974) : 信州の陸水、第 1 号

³樋口澄男・北野聡・近藤洋一・山川篤行・酒井昌幸・酒井今朝重・深瀬英夫(2008) : 市民が支えるホシツリモの野尻湖への復元事業、野尻湖水草復元研究会の車軸藻類復元活動、第 3 回車軸藻シンポジウム

⁴山川篤行 : 水草と絶滅危惧種の保護と自然界への復元に関する研究、平成 19 年度(第 22 回)TaKaRa ハーモニストファンド研究助成報告

⁵菅野宗武(2009) : シャジクモ類の再生に向けた当社の取り組み、i-NET、Vol. 21、いであ (株)

し、他の湖沼でも観察されなくなり、国内における野生絶滅種とされている。なお、最近河口湖で雌株が発見されているので、雄株に関しては野生絶滅状態である。

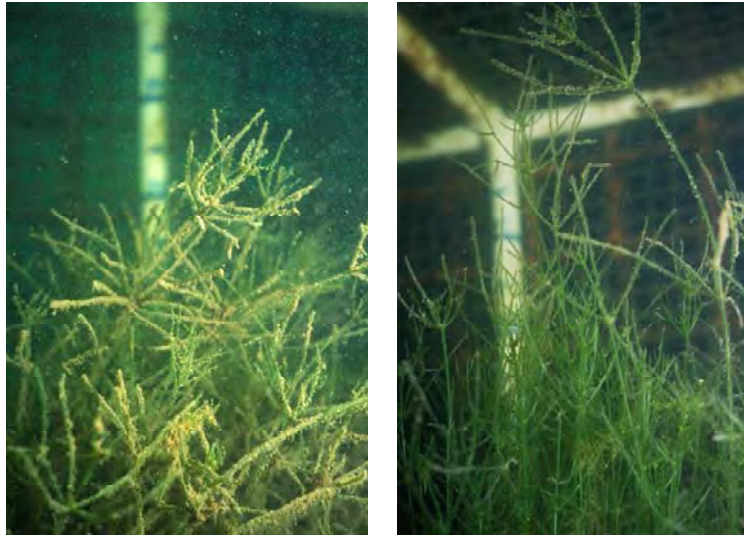


図 4.9 野尻湖の水深 4.5m 実験区でのホシツリモ (左 : 1999 年、右 : 2000 年) ⁶



シャジクモの卵胞子
(長径約0.7mm)

図 4.9 シャジクモの卵胞子 ⁵

4.2.5 漁業

野尻湖には第五種共同漁業権が設定され、対象魚種は、コイ・フナ・ウナギ・ワカサギ・ヒメマス・エビの 7 種である。最近の魚種別の漁獲量を表 4.1 に示す。

表 4.1 野尻湖の漁獲量の内訳 (野尻湖漁業協同組合) 単位:kg

年	構成	ます類	わかさぎ	こい	ふな	うぐい	うなぎ	計
H17	組合員	80	500	100		10	100	710
	遊漁者	200	2,500	150	40	20		2,710
	計	280	3,000	250	40	30	100	3,420
H19	組合員	60	300	100			100	500
	遊漁者	240	2,500	150	40	20		2,710
	計	300	2,800	250	40	20	100	3,210
H21	組合員	60	1,000	100			150	1,250
	遊漁者	240	3,000	150	40	20		3,210
	計	300	4,000	250	40	20	150	4,460

注) 各年はその年の3月から翌年2月末まで

⁶ 撮影 酒井昌幸 野尻湖水草復元研究会

最近の漁獲量は7割以上を遊漁者が占めており、魚種別ではワカサギが8割以上を占めている。

魚の放流量のデータは少し古いが平成13年度では850kgであり、同年の漁獲量は4,840kgであるので、差し引き3,990kgが湖からの正味の持ち出し量となる。魚の湿重量あたりのNとPの含有量をそれぞれ0.027、0.0023とすると、魚による栄養塩の持ち出し量はNで107kg、Pで9kgとなる。後述する湖への流入負荷から算定すると、Nでは3日分、Pでは5日分に相当する。

昭和53年に放流されたソウギョは野尻湖では自然繁殖できないとされているが、平成18年の沿岸帯の潜水調査で存在が確認されており、全長1m、体重10kg前後の個体が最近でも年に数本釣られている。平成13年に釣獲されたソウギョの消化管には、糸状藻類、イネ科草本、森林由来の木質や落ち葉で充満していたとのことで、現在も水草に対して強い捕食圧を与え続けていると考えられる。

外来魚関係では、昭和60年代にはオオクチバスが確認され、平成に入りブルーギルとコクチバスが確認されている。平成6年の建設省の調査では、ウグイ・ギンブナ・オオクチバス・ワカサギ・トウヨシノボリの5種が確認され、18年の沿岸帯の潜水調査では、上記に加えて、コクチバス・ブルーギル・コイ・ソウギョが確認されている。平成13年に行われたバス類の個体数調査では、野尻湖には約1万尾が生息すると推定され、個体数ではコクチバスがバス類の85%を占めることが明らかになった。

ソウギョの放流でエビは激減したが、ここ3年位はスジエビが増えている。

4.3 環境保全に向けた取り組み

4.3.1 湖沼水質保全計画¹

昭和60年頃から植物プランクトンによる浄水工程のろ過障害が発生し、昭和63年に淡水赤潮が発生したことから、平成6年に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定を受けて湖沼水質保全計画を策定し、水質保全の取り組みを進めている。現在は第4期（平成21～25年度）の期間中である。

(1) 第3期（平成16～20年度）計画までの評価・課題

湖沼水質保全計画に基づく対策の実施に関する評価と課題は以下の通りである。

- ① T-NとT-Pは減少傾向にあり、T-Pは環境基準の0.005mg/Lを達成している。一方、CODは最近やや悪化の傾向にあり、年間75%値は2mg/L前後と環境基準(1mg/L)を大幅に超過している。
- ② 下水道の普及率は100%となっているが、接続率は目標の90%を下回る72%に留まっている。
- ③ 水草帯の復元の取り組みが続けられているが、具体的な効果が現れていない。

(2) 第4期計画の内容

平成21年度から25年度の第4期計画は以下のようにまとめられている。

- ① 長期ビジョン：野尻湖の望ましい水環境及び流域の将来像で、30年後の平成50年度の達成を目指す。
- ② キャッチフレーズ：「みんなの野尻湖 美しい姿を次世代に」
野尻湖が担う3つの働き：「湖や流域が豊かな自然を育む」、「湖に親しみ、学び、癒し、憩

う」、「湖に関わる人々に持続的な恵みをもたらす」。

- ③ 水質目標：環境基準の確保が長期的な目標であり、平成 25 年度までの改善目標は表 4.2 に示す通りである。また湖への流入負荷の状況を図 4.10 に示す。

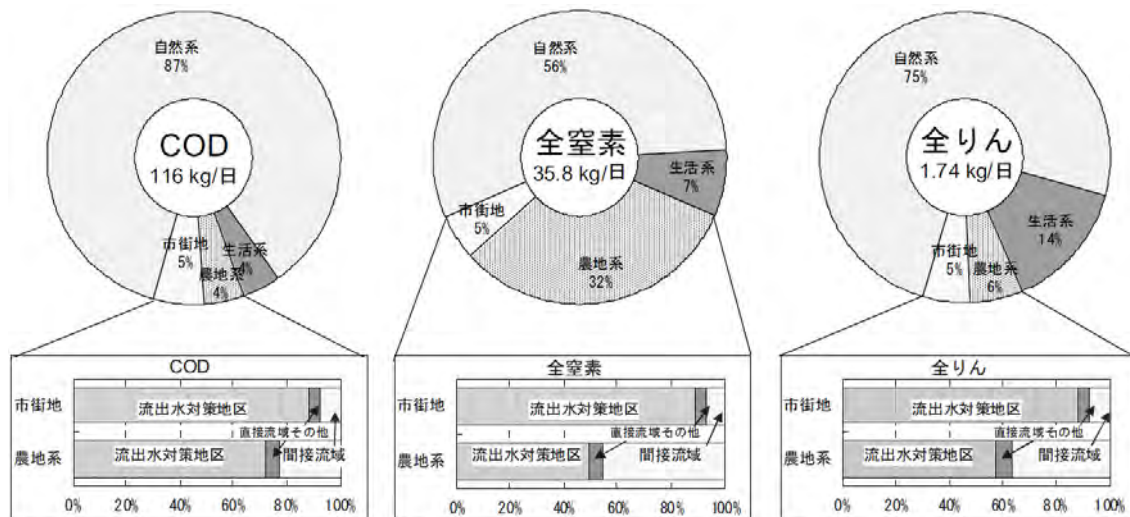
表 4.2 水質目標値¹

項目		現状 (平成 20 年度)	計画期間に 達成すべき目標 (平成 25 年度)	環境基準
化学的 酸素要求量 (COD)	75%値 (mg/L)	2.3 【1.9】	1.5	1.0
	(参考) 年平均値 (mg/L)	1.9 【1.7】	1.5	—
全りん	年平均値 (mg/L)	0.005 【0.006】	0.005 (現状水準の 維持・向上)	0.005

※【 】内は過去 5 年間の平均値

(注 1) COD の 75%値及び全りんの年平均値は、環境基準点 (2 地点) の最高値である。

(注 2) COD の年平均値は、各環境基準点の年平均値の全地点平均値である。



野尻湖への流入負荷量の割合 (平成 16~20 年度平均)

図 4.10 流入負荷の状況¹

- ④ 主な対策：下水道への接続促進や浄化槽の整備による生活排水負荷の削減、環境にやさしい農業や森林整備の推進等による流出水負荷の削減、水生植物の復元等に関する地域住民による主体的取り組みの支援、その他の施策が盛り込まれている。
- ⑤ 生活排水対策：下水道の接続率を現状の 72%から 90%を目指している。
- ⑥ 流出水対策：環境にやさしい農業の推進、間伐等の森林整備と治山事業の推進、野尻地区及び菅川・市川流域を流出水対策地区に指定して重点的に対策を実施、その他が盛り込まれている。
- ⑦ 湖辺等の自然環境の保全・復元：遊歩道の整備とともに、沿岸帯への水生植物の復元・繁茂、在来貝類の回復等による生物多様性の確保と浄化能力の活用が盛り込まれている。
- ⑧ 地域住民の取り組みの支援：環境学習の一環としての野尻湖クリーンラリーの実施、住民との協力による生態系回復のための水辺整備・管理手法の検討などが盛り込まれている。

4.3.2 沈水植物再生に向けた取り組み

野尻湖の沈水植物の再生については長野県環境保全研究所と野尻湖水草復元研究会の取り組みを抜きにしては語れない。前者も構成員となっている後者の研究会の取り組みを中心に紹介する。

(1) 野尻湖水草復元研究会の設立の経緯

平成7年から長野県衛生公害研究所（現 環境保全研究所）と野尻湖博物館（現 野尻湖ナウマンゾウ博物館）が、絶滅前の昭和49年に大阪医大の岩崎教授により採取され保存されていた培養株を譲り受けて復元実験を開始した。

平成8年に野尻湖水草復元研究会が設立され、ホシツリモを主とする水草の復元と環境教育活動に取り組んでいる。野尻湖水草復元研究会は代表が山川篤行氏で、長野県環境保全研究所、野尻湖ナウマン象博物館、地元ダイバー・ウインドサーファー等のボランティアで構成されている。

(2) 野尻湖水草復元研究会によるホシツリモ再生の取り組み⁴

平成6年：予備実験として実験区A（野尻湖北岸芙蓉荘前水草復元区）の栈橋横の湖岸に鉄製の網を設置、抽水植物も移植した。

→ 現在、浅い方からヨシ、フトイ、ヒメガマが生息し、沈水植物のヒルムシロも群生

平成7年3月：同地先の水深4.5mにカゴ状の植栽実験施設（底面0.5m四方、高さ1.0m、網目10cm）を設置して、ホシツリモの仮根（ホシ）と節の貯蔵組織を植えた。

→ 8月に最大15cm高で5株確認したが、水垢に覆われて倒れて消失

→ ホシツリモの生育には水垢などの微生物を食べる小動物、その小動物の生息できる水草帯の生物相互関係の重要性を認識した。

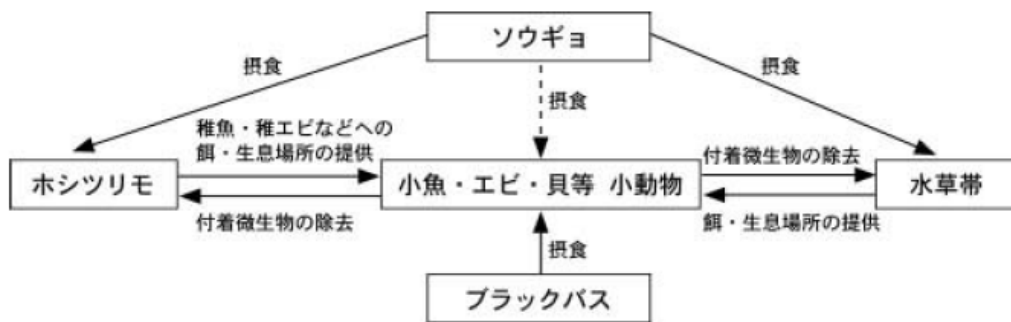


図 4.11 ホシツリモをめぐる生物の相互関係⁷

平成8年6月：国立環境研究所（渡辺信氏）との共同研究で実験区Bの水深0～1m、2m、4.5mに、4m四方で網目10cmの鉄鋼製実験施設を6基設置し、ヨシ・ガマ・セキショウモ等の水草を植栽、2年目にセキショウモの隣にホシツリモを植栽した。一定の効果は見られるがコイによる採餌などで消失した。

平成10年：コイの侵入を防ぐために8mm網目のカゴを設置して、ホシツリモを植栽したところ、

⁷ 樋口澄男：淡水赤潮の発生から水草帯の復元まで、野尻湖水草復元研究会の活動

約 40cm まで成長したが、成長したエビが脱出できずホシツリモは切れ切れにされた。

平成 11 年：水深 4.5m の実験施設内にセキショウモの群落が形成され、隣接して底面積 0.5m² で網目 25mm の施設を設置したところ、60cm まで成長した。これにより上記のホシツリモをめぐる生物の相互関係を確認した。

平成 12 年：実験区 C（野尻湖北岸近鉄前水草復元区）の水深 1~2.5m に 150m² のポリエチレン網を設置し、13 年には 450m² に拡張した。

- ヨシ・ヒメガマ・フトイ・ヒツジグサ・カンガレイ・ジュンサイ、そして沈水植物のセキショウモを植栽して観察
- 平成 19 年には復元区全体が水草で覆われた
- 抽水植物 4 種、沈水植物 4 種が自生しており、平成 21 年 6 月にソウギョの侵入で大きな被害を受けたが、現在は回復中である。

平成 13 年：加崎(1964)がホシツリモを確認した地点の実験区 D（野尻湖南岸砂間が崎沖）の水深 7m に 36m² のポリエチレン製漁網を設置してホシツリモ復元実験区を設置した。

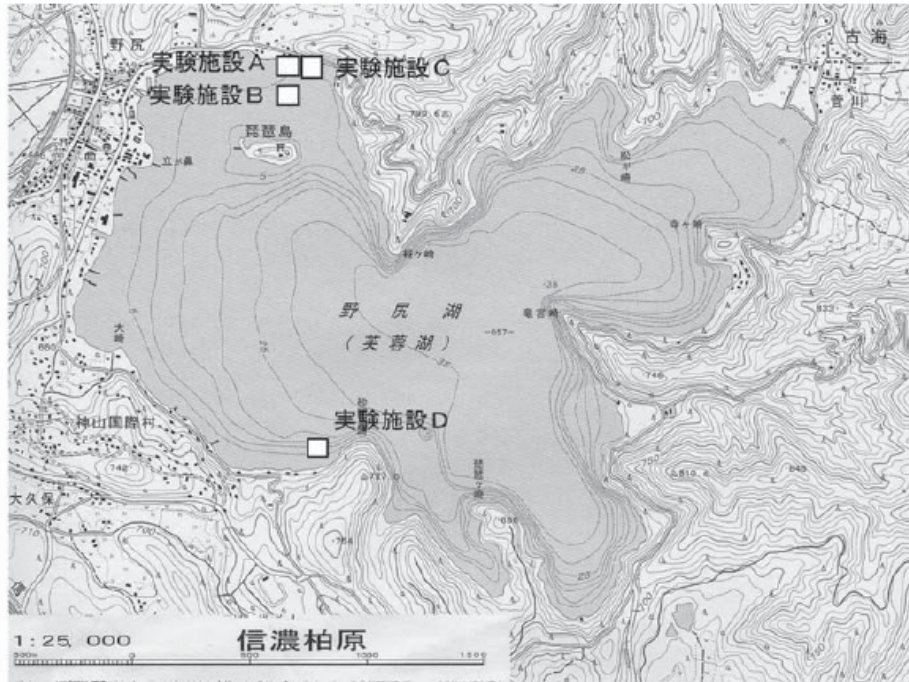
- 現在まで毎年の移植・管理と育成状況の観察を実施している。
最近では毎年 6 月にホシツリモを植栽、5~11 月に月 1~2 回の潜水及び船上からの定期観察を実施している。ここ数年は急増したブルーギルの食害でホシツリモ・クロモともに壊滅的な影響を受けている。現在はスジエビの増加で図 4.11 の相互関係の見直しが必要と考えられている。糸状藻類も見られるようになり、ソウギョの捕食圧の軽減が示唆されている。
- ソウギョ駆除用の定置網を設置している。



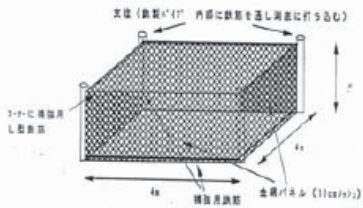
図 4.12 実験施設 A 野尻湖北岸芙蓉荘前水草復元区 (H19.5.13) ⁴



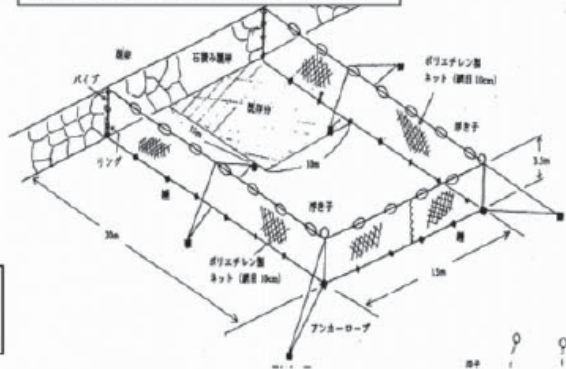
図 4.13 実験施設 C 野尻湖北岸近鉄前水草復元区 (H19.5.13) ⁴



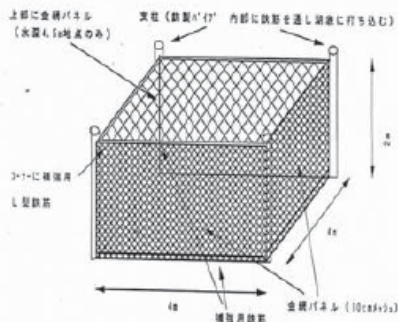
実験施設 A
野尻湖北岸芙蓉荘前水草復元区



実験施設 C
野尻湖北岸近鉄前水草復元区



実験施設 B
野尻湖北岸芙蓉荘沖4.5m深ホシツリモ復元実験区



実験施設 D
野尻湖南岸砂間が崎沖7m深ホシツリモ復元実験区

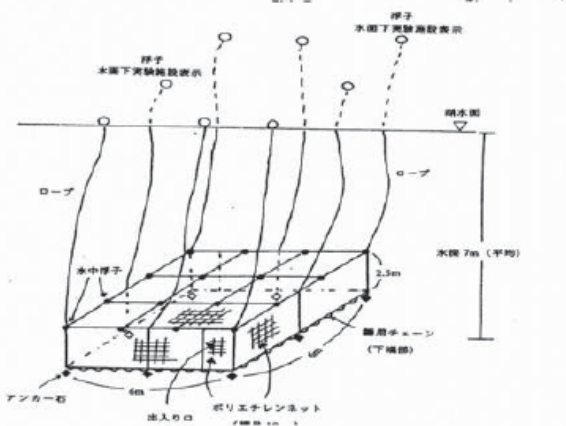


図 4.14 野尻湖のホシツリモの実験施設⁴

湖流の影響：北岸の芙蓉荘沖と南岸の砂間ヶ崎の2地点で、それぞれ約5m深さで観測された夏季の水温変化を図4.15に示す。北風が吹く場合に北側で低下し、南側で上昇することから、風に起因にした湖流による水温変化と考えられる⁸。この流れがホシツリモの生育に影響していると言われており、これより深い水深でホシツリモの生育が良好なことが認められる。

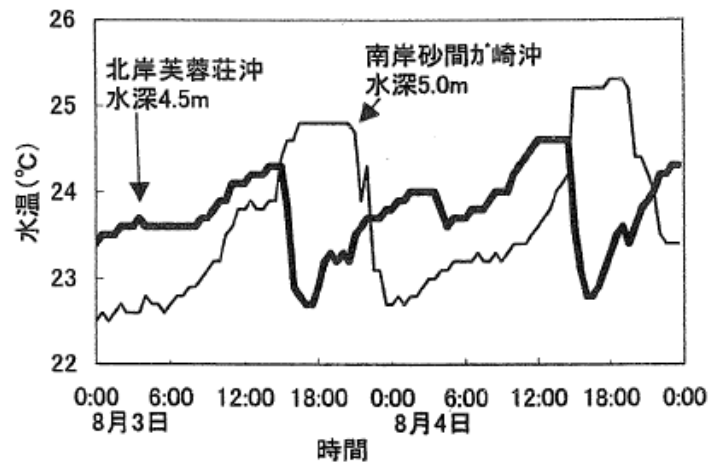


図 4.15 北岸および南岸での水温の日変化（平成 16 年）⁸

(3) 車軸藻シンポジウムの開催

平成 19 年 7 月に信濃町公民館野尻湖支館に於いて、野尻湖水草復元研究会と車軸藻研究グループの共催で「車軸藻シンポジウム」が開催された。野尻湖水草復元研究会（水草研究会と略す）による報告は以下の通りである。

- ・藻エビを食べたい---挨拶にかえて 山川篤行（水草研究会）
- ・野尻湖水草復元研究会の活動の概要 樋口澄男（長野県環境保全研究所）
- ・サポートダイバーの活動 酒井今朝男、酒井昌幸、深瀬英夫（水草研究会）
- ・野尻湖の魚類相の変遷 北野 聡（長野県環境保全研究所）
- ・水草復元活動を通して実施した環境教育 近藤洋一（野尻湖ナウマンゾウ博物館）
- ・野尻湖における水質保全対策について 平林章男（長野県生活環境部水環境課）

(4) 日本植物学会賞特別賞の受賞

第 73 回日本植物学会（平成 21 年 9 月）で日本植物学会賞特別賞を野尻湖水草復元研究会が受賞した。受賞理由は下記の通りである。

：平成 8 年以降、野生絶滅車軸藻ホシツリモ (*Nitellopsis obtusa*) の復元を目標として、地元住民と小学校の環境教育と連携して培養株の復元実験を継続している。絶滅車軸藻種の復元と次世代の環境教育を見事融和した事例は世界的に見ても唯一である（平成 21 年度日本植物学会賞選考委員会委員長：大隅良典氏）と評価されている。

⁸ 樋口澄男・北野聡・近藤洋一・酒井昌幸・山川篤行・酒井今朝重(2004)：野尻湖における水温の連続測定(1)、第 31 回長野県環境科学研究発表会講演要旨集

4.3.3 野尻湖クリーンラリー

野尻湖クリーンラリーは長野県が湖沼水質保全計画の一施策として、関係機関と共同して長期にわたって実施している環境啓発イベントで、毎年7月に信濃町内の小学4年生を対象として開催されている。クリーンラリーの様子を図4.16と図4.17の「しなの21.8.1」で紹介する。



野尻湖の水環境を探る

～ 野尻湖クリーンラリー ～

野尻湖の水環境には、どんな課題があって、どのような取り組みが行われているのか。身近にある湖の大切さを知るため、地元関係者・国・県の協力のもと、毎年7月に町内の小学4年生を対象に開かれている「野尻湖クリーンラリー」。子どもたちは事前学習を重ね、7月7日、実際に野尻湖で水質や動植物の生息状況を調査しました。



CODの検査方法を説明する近藤学芸員

「ホシツリモ」の現在

野尻湖で絶滅してしまった「ホシツリモ」ですが、奇跡的に大阪の研究施設で培養されており、現在は信濃町で水草の復元が進められています。富士里小学校にも株があり、現在も元気に育っています。

6月9日、富士里小学校4年生たちの事前学習がスタート。講師は野尻湖ナウマンゾウ博物館の近藤学芸員。

まずは、野尻湖のイメージを子どもたちに質問。「観光地」「釣り」などの答えがありました。近藤学芸員は、野尻湖の成り立ち、美しい風景が人を惹き付け、観光地として発展したことなどを説明してくれました。

でも、そんな野尻湖に危機が。ソウギョなどの放流による水草の消滅、生態系の破壊、生活排水の流入に伴う赤潮の発生など、野尻湖は、一度はとてつもない汚い湖になってしまった歴史がありました。

そこで今、かつての水環境を取り戻す取り組みが行われています。その第一歩は野尻湖の状況を知ること。それがクリーンラリーの目的なのです。次の3つを調べることで野尻湖の水質を知ることができます。

- ①透明度板で透明度を測る
百数十年前の野尻湖の透明度は13m。今はどのくらい？
- ②CODで水質検査
採取した水と試薬を反応させ、色の変化で水質を調べます。数値が低いほどきれいな水です
- ③微生物・川虫・魚介類を調べる
生き物にはそれぞれ好みの環境があるので、生息状況が水質の目印になります。

野尻湖の水の歴史を学ぶ

クリーンラリーってどんな活動？

事前学習「10日」

図 4.16 「しなの21.8.1」から

事前学習「1100」

身近な小川で 予行演習

6月10日、1日目の学習内容を近所の川で実践しました。やってきたのは富士里小にほど近い御料地区の「大川」。幅3メートルほどの川で、1日目に学んだ①③の調査を子どもたちの手でを行います。

COD検査の数値は「8」で水質が悪いとの判定でした。次に、川虫や魚を捕まえようと網で川の中をガサガサ。微生物を捕まえるためには、プランクトンネットと呼ばれる特殊な網を使用。子どもたちが交代で捕獲に挑戦しました。



川の生き物は水草周辺を好みます。集中的にガサガサ

発見! 川の生物たち

獲ってきた生き物はいずれも汚い川を好む種類で、CODの結果と一致しました。微生物は顕微鏡の映像をテレビに映して観察。ミジンコの観察中に産卵が見られるなど、めずらしい体験となりました。

大川で見つかった生き物

魚類ほか	アブラハヤ/ドジョウ /オクマジャクシ
川虫ほか	ヤゴ/モンカゲロウ/ ゲンゴロウ/タニシ/ ヒル/ミミズ
微生物	ミジンコ/ワムシ/ アオミドロ



プランクトンネットを引き上げます。なにが獲れたか?

クリーンラリー当日

船に乗り込み 湖水調査へ

7月7日朝、遊覧船に乗り込んだ各小学校の4年生たち総勢77人は、野尻湖で最も深い、水深38.5mの竜宮ヶ崎沖へ向かいました。

はじめに透明度を透明度板で調査しました。長いひもの先に白い円盤が付いていて、円盤が見えなくなったところの深さを測れる装置です。この日の野尻湖の透明度は7mでした。そして、プランクトンネットを使用して微生物を採取しました。事前学習で獲れた種類との違いは?



採取したプランクトンを見ようと目をこらします

7つの視点から 野尻湖を知る

下船後、野尻湖小体育館に設けられた7つのコーナーで野尻湖の環境を学習しました。

- ①水生生物コーナー
鳥居川上流の環境を再現し、本物の川虫を間近で観察。
- ②ホシツリモコーナー
現在、水草がほとんど生えていない野尻湖に、ホシツリモをはじめとした水草を復活させる取り組みを紹介。
- ③野尻湖の魚コーナー
ブラックバス・ブルーギルの水槽。冷凍保存されている体長1.2mの巨大ソウギョの展示。



鳥居川で採取したたくさんの種類の川虫を観察

魚の生態系への影響についての解説。

- ④顕微鏡コーナー
子どもたちが採取した微生物、ツノモ・オビケイソウ・ノープリウスなど野尻湖に多い種類を観察。
- ⑤CODコーナー
1ℓの野尻湖の水と、そこにジュースを2滴垂らした水をテスト。野尻湖の水の値2〜4に対し、たった2滴で値が5〜10倍になってしまうのを体験
- ⑥下水道コーナー
赤潮の原因となった生活排水を野尻湖に流さず、浄化している下水道の役割を解説。
- ⑦環境省コーナー
野尻湖を含む上信越国立公園について解説。

今年で18回を数えた野尻湖クリーンラリー。その特長は「体験」。野尻湖で実際に行われている調査を実践しました。また、野尻湖小学校体育館の各コーナーでは、野尻湖の水質を良くするための様々な取り組みを知ることができました。今回の子どもたちの学習が、野尻湖の水環境の明るい未来につながることを確信した3日間でした。

図 4.17 「しなの21.8.1」から

4.4 現地調査結果

平成 22 年 7 月 9 日の長野県環境保全研究所の樋口澄男氏に話を伺い、翌 10 日に野尻湖水草復元研究会の定期調査に同行した。

野尻湖の現地では、平成 22 年は 6 月 5 日にホシツリモを実験施設に移植し（移植株の上に泥を少し被せる程度）、その後の経過観察を月 1 回実施している。（以下の写真は全て平成 22 年 7 月 10 日撮影）

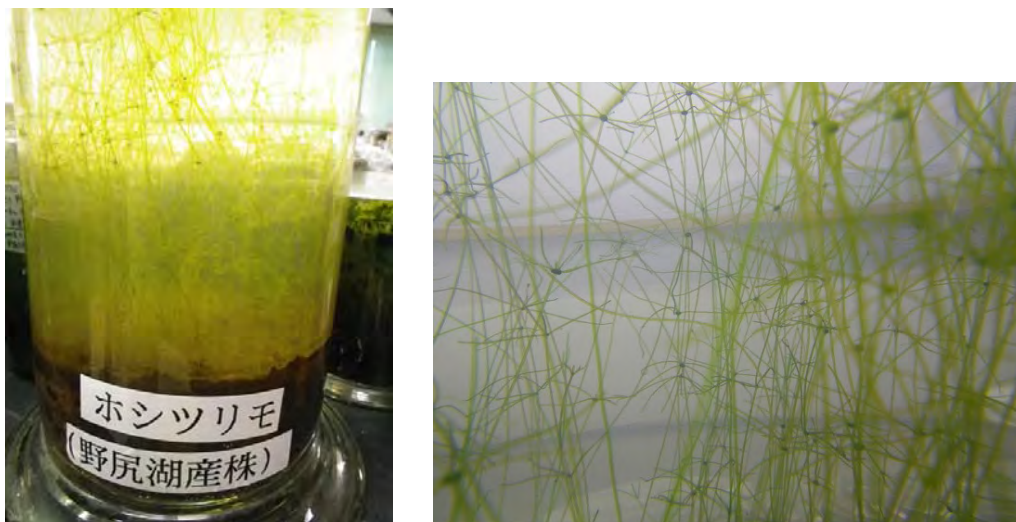


図 4.18 長野県環境保全研究所内で培養されているホシツリモ

[実験施設 A]

実験施設 A は平成 7 年から植生再生を開始し、15 年経過して植生が再生されている。抽水植物は毎年秋に刈り取って湖内から取り出している。水深の浅い方からヨシ・フトイ・ヒメガマと推移し、深い方にはヒルムシロと大量のスジエビが群れている。



図 4.19 実験施設 A と実験施設 C の位置（芙蓉荘の 2F から）



図 4.20 実験施設 A での植生帯 (左) と同施設内沖側のヒルムシロと大量のスジエビ (右)



図 4.21 実験施設 A を管理する芙蓉荘 (左) と実験施設で捕れたスジエビの煮物 (右)



図 4.22 実験施設 A の柵 (左) と施設外側の糸状緑藻 (右)

※野尻湖水草復元研究会提供

[実験施設C]

実験施設Cは平成13年に450m²に拡張され、8年経過して沈水植物が再生された。

平成21年6月にソウギョが侵入して水草を食べ尽くしたため、6/19に駆除を行い、その後は着実に回復している。



図 4.23 実験施設Cの状況

左下：手前の小型網はソウギョ駆除用の定置網、右下：ヒルムシロ群落

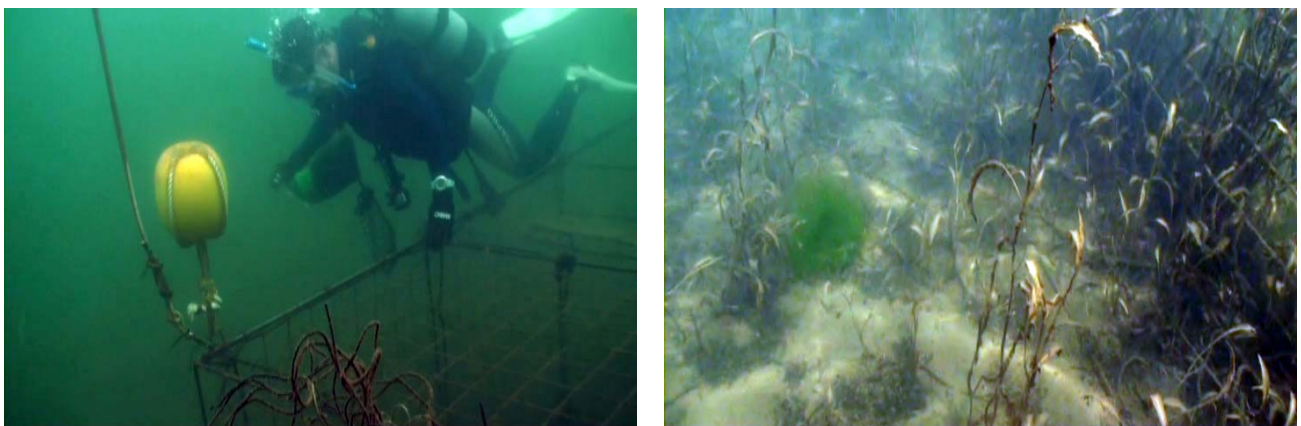


図 4.24 実験施設Cのソウギョ捕獲用の定置網の管理（左）とヒルムシロ（右）

※野尻湖水草復元研究会提供



図 4.25 実験施設Cのブラックバス（左）と平成 21 年 6 月にソウギョの食害にあった抽水植物のフトイ（右）

※野尻湖水草元研究会提供

[実験施設D]

湖の南岸付近にある実験施設Dでは、移植したホシツリモの生育状況の観察がダイバーたちにより行われた。



図 4.26 実験施設Dで 6/5 に移植し成長したホシツリモ（左）と越冬した星状体から発芽したホシツリモ（右）

※野尻湖水草元研究会提供



図 4.27 実験施設Dでのセンニンモ（左）とコカナダモと大量のスジエビ（右）

※野尻湖水草元研究会提供

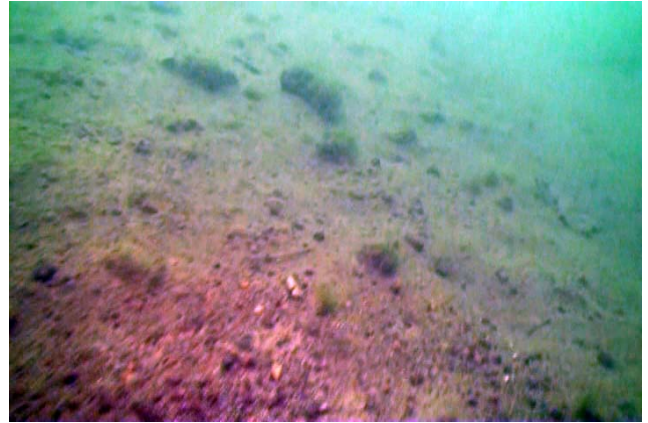


図 4.28 実験施設Dを閉じるダイバー（左）と近傍湖底（右）

※野尻湖水草復元研究会提供

[その他]



図 4.29 調査状況（左）と菅川の実験区（右）



図 4.30 湖の利用 バス釣り（左）とウインドサーフィン（右）

5 木崎湖（長野県）

木崎湖は野尻湖と同様にソウギョの放流により水草帯が全滅したといわれているが、近年ジャジクモの大きな群落の形成が報告されている。

5.1 木崎湖の概要

木崎湖は糸魚川静岡構造線の地溝上に形成された構造湖であり、その位置を図 5.1 に示す。

木崎湖の諸元は下記の通りである。

：標高 764m、面積 1.4km²、平均水深 17.9m（最大水深 29.5m）、平均滞留時間 0.5 年、淡水湖、木崎湖には昭和電工が発電用の水利権（水位 1.5m 分相当）を有している。

木崎湖ではソウギョの放流により消滅した沈水植物が近年目覚しく回復している。



図 5.1 木崎湖の位置（出典：国土地理院）

5.2 沈水植物の回復

木崎湖におけるコカナダモ・ソウギョ、淡水赤潮の時間的経緯をまとめたものを図 5.2 に示す¹。図からはソウギョによる水草の消滅とソウギョの大幅減少に伴う水草の回復、水草と淡水赤潮の関係などを読み取ることができる。ソウギョの減少について原因は分かっていないが、平成 7 年の出水によるのではという見方がある¹。

平成 13 年と 14 年の水草調査では抽水・浮葉植物は北岸を中心に回復しつつあり、沈水植物の主要種はセキシウモ・コカナダモ・ヒメフラスコモで、多くの地点で観察されている。特にヒメフ

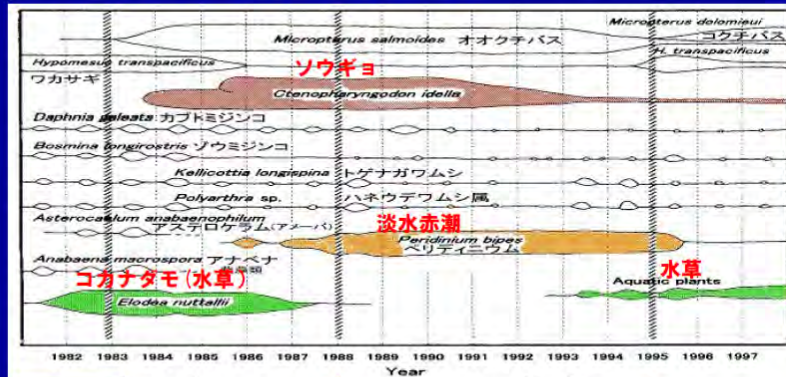
¹長野県環境保全研究所 樋口澄男氏提供

ラスコモは図 5.3 に示すように西岸の水深 5.5~10.5m で大きな車軸藻帯を形成していた。

木崎湖における水草と水質の関係

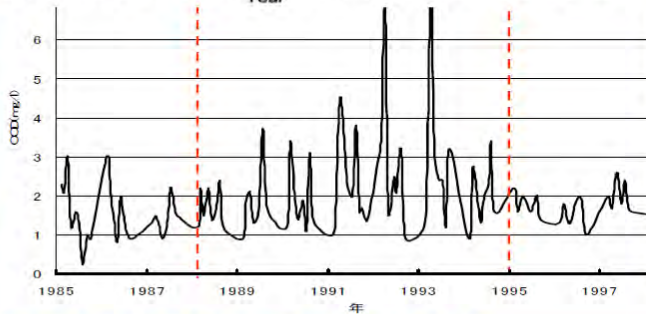
木崎湖における生物の変遷

「Lake KIZAKI」p.372 (HAYASHI 2001)を著者の許可を得て改変



木崎湖におけるCODの変動

長野県水質測定結果 (常時監視データ)による



放流されたソウギョの増減に伴う水草帯の消長と湖水質との密接な関係が認められる。

図 5.2 木崎湖の水草と水質の関係 (長野県環境保全研究所 樋口澄男氏)²

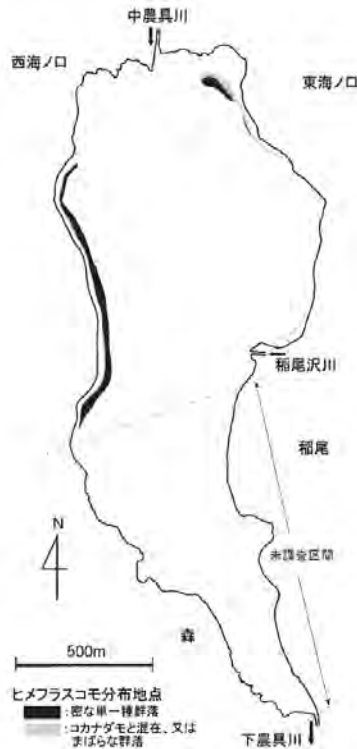


図 5.3 木崎湖のヒメフラスコモの分布

²樋口澄男・北野聡・近藤洋一・野崎久義・渡邊信(2005):木崎湖における車軸藻類の分布(2001~2002)、長野県環境保全研究所研究報告、1、pp.29-37.

6 伊豆沼（宮城県）

6.1 伊豆沼の概要

伊豆沼は宮城県北部に位置する湖沼で、迫川からの土砂が堆積してできた自然堤防に水が貯まって形成された低地湖沼である。伊豆沼の位置を

図 6.1 に示す。

伊豆沼の諸元は以下の通りである。

: 標高 6m、沼面積 2.89km²、平均水深 0.76m（最大 1.4m）、貯水量 279 万 m³、滞留時間 0.04 年
流域面積 52.65km²、淡水湖



図 6.1 伊豆沼の位置（出典：国土地理院）

伊豆沼は治水上の機能を有しており、下流にある荒川の 2 つの水門の操作により伊豆沼・内沼及びその周辺水田は遊水池としての役割を担うことになっている。昭和 62 年度の水門改修で水門からの漏水が少なくなったことから沼の年平均水位が少し上昇している。

伊豆沼はかつて(大正 2 年)は沼面積が 682ha と現在の 2 倍強あったが、昭和 39 年に終了した干拓により小さくなっている。利水面では現在は、水利権（農業）と漁業権が存在している。昭和 60

年にはラムサール条約登録湿地として登録され、ガン・カモ類を主に多数の鳥類が飛来しており、近年ではガン類が最も多くて約 40,000 羽を越えている。

沈水植物を含む水生植物は昭和 50 年代前半までは豊富に繁茂していたが、55 年夏季の洪水でマコモ群落の激減やハスの枯死などの大きな変化が生じ、その後は、ハス・ヒシが分布を広げる一方で沈水植物は大きく減少し、現在はごく一部にしか生育していない。

このような状況を受けて、平成 22 年 3 月に伊豆沼・内沼自然再生事業計画書（案）が策定され、伊豆沼・内沼の将来像を設定し、平成 21 年から 10 年間での改善目標を設定して様々な取り組みが行われている。取り組みは、宮城県伊豆沼・内沼サンクチュアリーセンターを中心に進められている。

6.2 伊豆沼の環境の現状と経緯

伊豆沼におけるこれまでの環境の変化をまとめたものを図 6.2 に示す。なお本節で紹介する内容は主に後述する伊豆沼・内沼自然再生事業実施計画書（案）に基づいている。

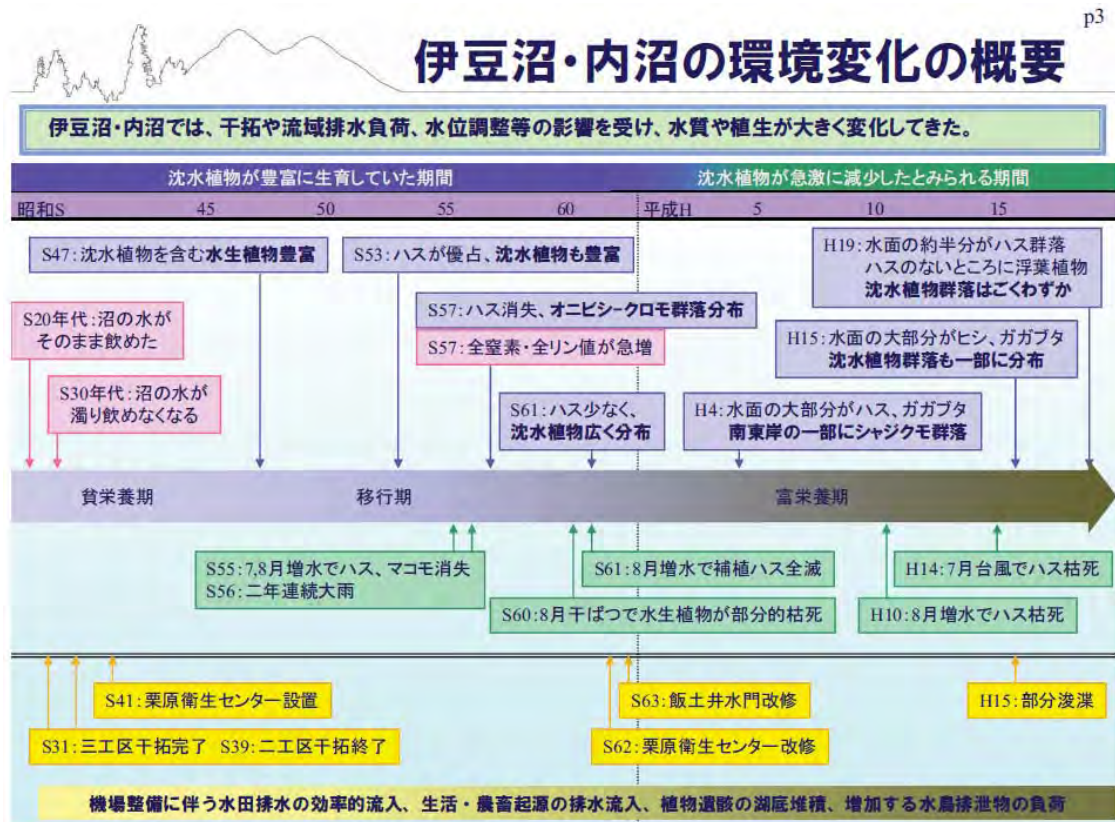


図 6.2 伊豆沼・内沼の環境変化の概要¹

¹宮城県(2010): 第4回伊豆沼・内沼自然再生協議会、資料2 伊豆沼・内沼自然再生実施計画(案)

6.2.1 水位管理（治水と利水）

伊豆沼は、迫川からの土砂が堆積して形成された自然堤防に水が貯まった低地湖沼である。伊豆沼と上下流の河川等の周辺を図 6.3 に示す。沼の下流の荒川に飯土井水門と仮屋水門があり、出水時にはこの 2 つの水門操作により伊豆沼への水の出入りが制御される。迫川への流入を抑制するため出水時には水門が閉じられるが、迫川の水位が上昇すると逆に水門を開けて川の水を沼へ入れ、沼の水位が上がると越流堤から周囲の遊水地へ水が入る仕組みになっている。

平成 10 年の大出水では、周囲堤内の水田が冠水した。水はけが悪い時には、半月～半年位冠水することもある。平均するとこれまでに年に 1～2 回は伊豆沼に出水に伴う泥水が入っている。



図 6.3 伊豆沼・内沼周辺図¹

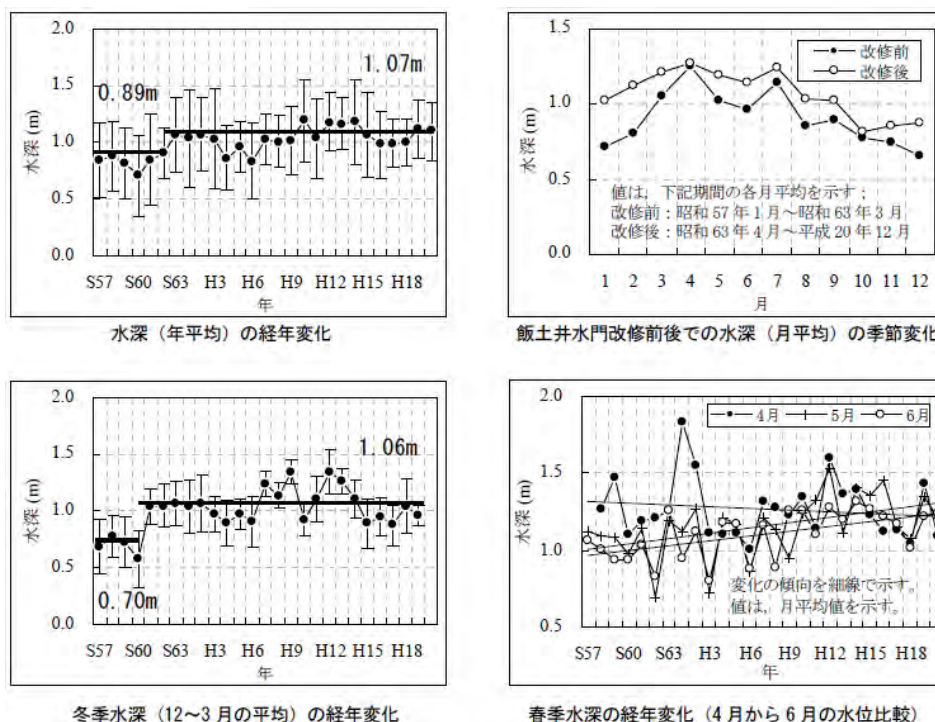


図 6.4 伊豆沼（沼口）の水位から推測した伊豆沼の水深の経年変化¹

伊豆沼の水深の推移を図 6.4 に示す。昭和 62 年度に完了した飯土井水門の改修により、沼の水位は年平均で 18cm、冬季では 36cm の上昇になっている。協定水位（表 6.1 参照）は水門の改修前後で同じなので漏水の抑制が原因と考えられる。

表 6.1 飯土井水門の協定水位¹

区分	期間	協定水位（ゲート高）
1 期	9/ 1～11/30	K. P=5. 13m (0. 00m)
2 期	12/ 1～ 1/31	K. P=6. 40m (1. 27m)
3 期	2/ 1～ 5/31	K. P=6. 77m (1. 64m)
4 期	6/ 1～ 8/31	K. P=6. 50m (1. 37m)

※K. P：北上川基準水面，基準標高：K. P=5. 13m

6.2.2 水質

昭和 49 年からの COD ほか 5 項目の年間平均の推移と月平均の変化を図 6.6 に示す。

- ・ COD：COD は経年的に増加傾向にある。
- ・ T-N：T-N は昭和 62 年にピークとなり、その後大幅に減少して 1mg/L 前後となっている。昭和 62 年度に改修が終了した栗原市衛生センターの効果と考えられる。
- ・ T-P：T-P は増水時またはその翌年に増加している。
- ・ クロロフィル-*a*：クロロフィル-*a* は夏季に低下して冬季に高い傾向にあり、SS と似た動きであるが、透視度は逆の動きをしている。

伊豆沼への流入負荷量は、流入河川の昭和 56 年、57 年、61 年、平成 19 年の流量と水質の実測結果より得られた L-Q 式から以下の値が算定されている²。

COD : 154.3 t/年、T-N : 38.3 t/年、T-P : 2.25 t/年

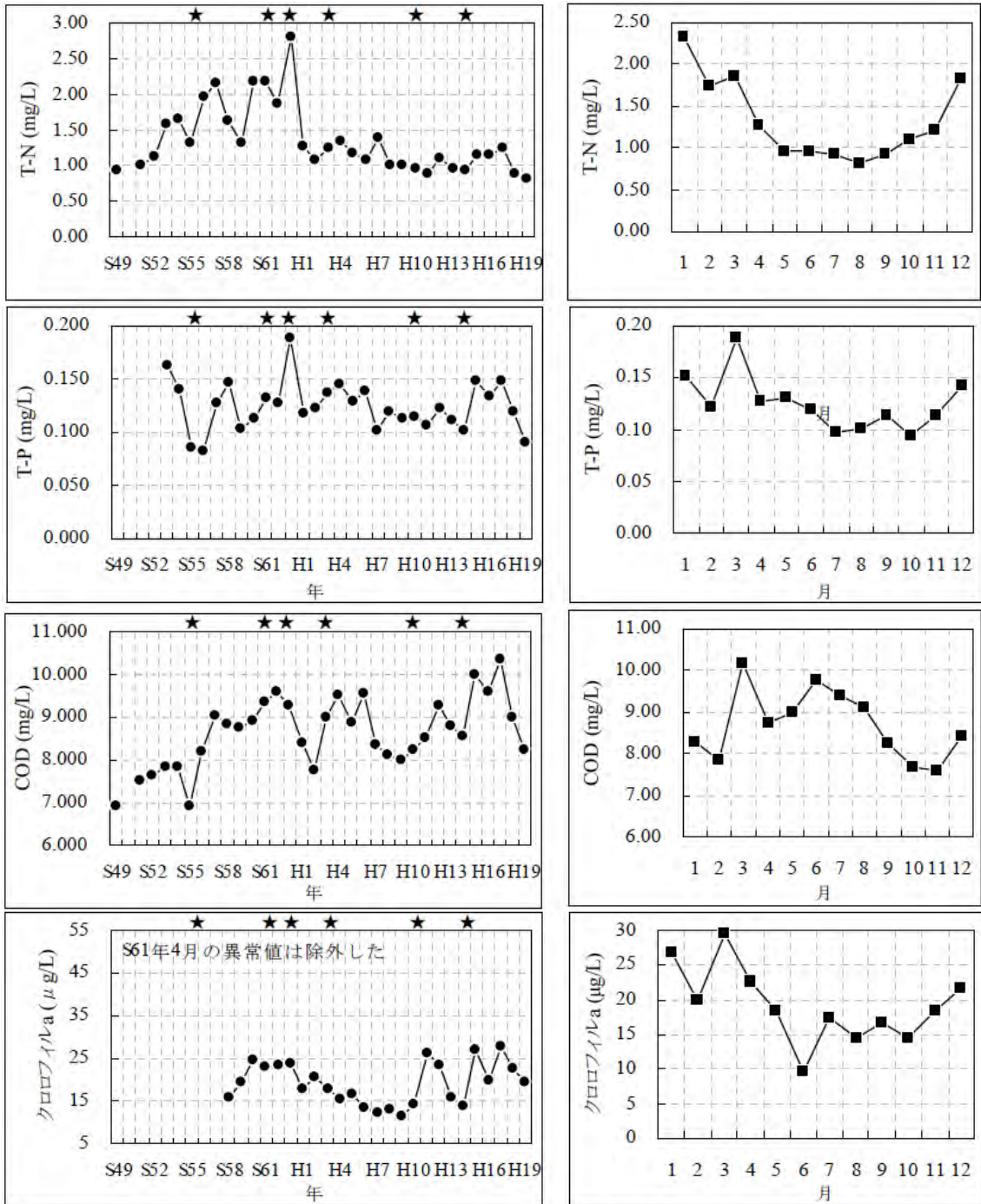


図 6.5 (その 1) 伊豆沼 (出口) における水質の推移と季節変化¹

²東北緑化環境保全株式会社 (2007) : 平成 19 年度伊豆沼・内沼自然再生事業水質基礎調査業務報告書、平成 20 年 2 月

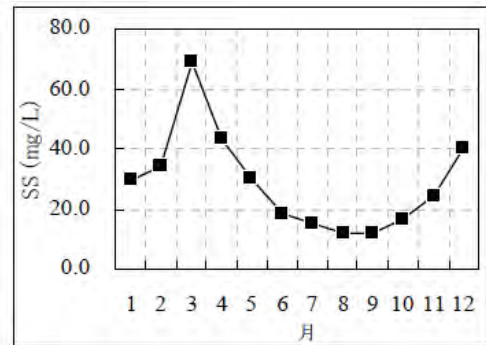
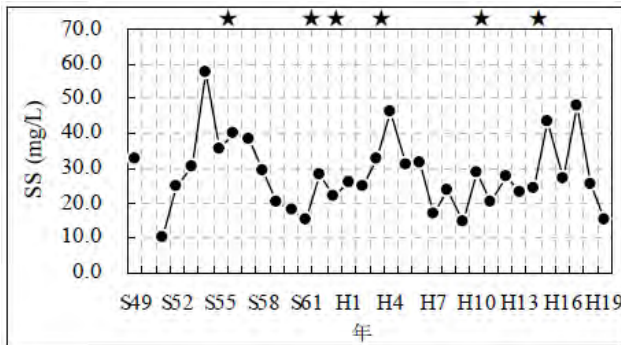
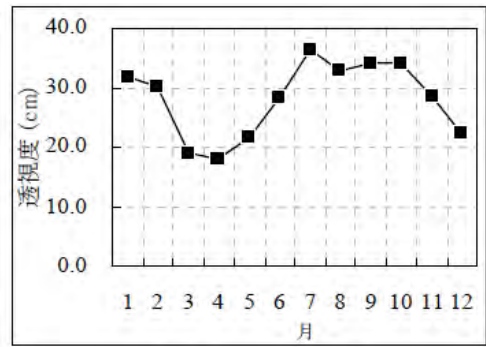
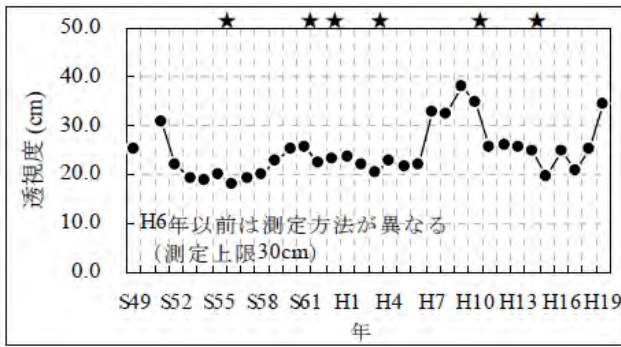


図 6.6 (その 2) 伊豆沼 (出口) における水質の推移と季節変化¹⁾

6.2.3 底質

伊豆沼・内沼の底質は主に軟泥であり、内沼の方がその傾向が強い。伊豆沼の底質の強熱減量の推移を図 6.7 に示す。また昭和 60 年～平成 19 年の 22 年間の沼底の浅底化状況を表 6.2 に示す。

強熱減量は沼心で高く、沼岸ではかなり低くなっている。

沼底の 22 年間の平均堆積速度は、2～6mm/年である。

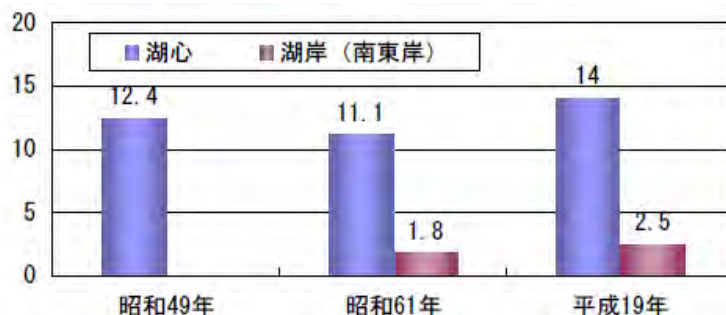


図 6.7 伊豆沼の底質（強熱減量）の推移¹

表 6.2 伊豆沼・内沼の過去 22 年（昭和 60 年～平成 19 年）の浅底化状況¹

湖 沼	上流部	中流部	下流部
伊豆沼	+12cm (5.45mm/年)	+10cm (4.55mm/年)	+6cm (2.73mm/年)
内 沼	+7cm (3.18mm/年)	ほとんど変化なし	+4cm (1.82 mm/年)

括弧内は、昭和 60 年から平成 19 年の間の堆積速度を示す。

6.2.4 水草

かつて伊豆沼には豊かな水生植物群落が形成され、抽水植物、浮葉植物、沈水植物も広い面積を占めていた。昭和 47 年には 118 種の水生植物が確認され、その内、沈水植物として、ホザキノフサモ・セキショウモ・クロモ等 18 種が確認された。昭和 53 年には、沈水植物はクロモを主にして約 80ha 生育していた。昭和 53 年から平成 19 年の伊豆沼の植生の変遷を図 6.8 に示す。また昭和 48 年、58 年、63 年の沈水植物の出現状況の推移を図 6.9 に示す。

昭和 55 年夏季に大出水があり水生植物が大きく変化した。最大の変化はマコモとハスの消失であり、マコモの根茎が浮いて流出したといわれる。また沈水植物も大きな打撃を受け、衰退している。

現在、伊豆沼で確認されている沈水植物は、ホザキノフサモ・クロモ・マツモ・ホソバミズヒキモ・オオトリゲモ・シャジクモであり、それらの現存量はわずかである。またホザキノフサモの分布が見られる北岸の植物園地先と南岸は底質が砂質である。

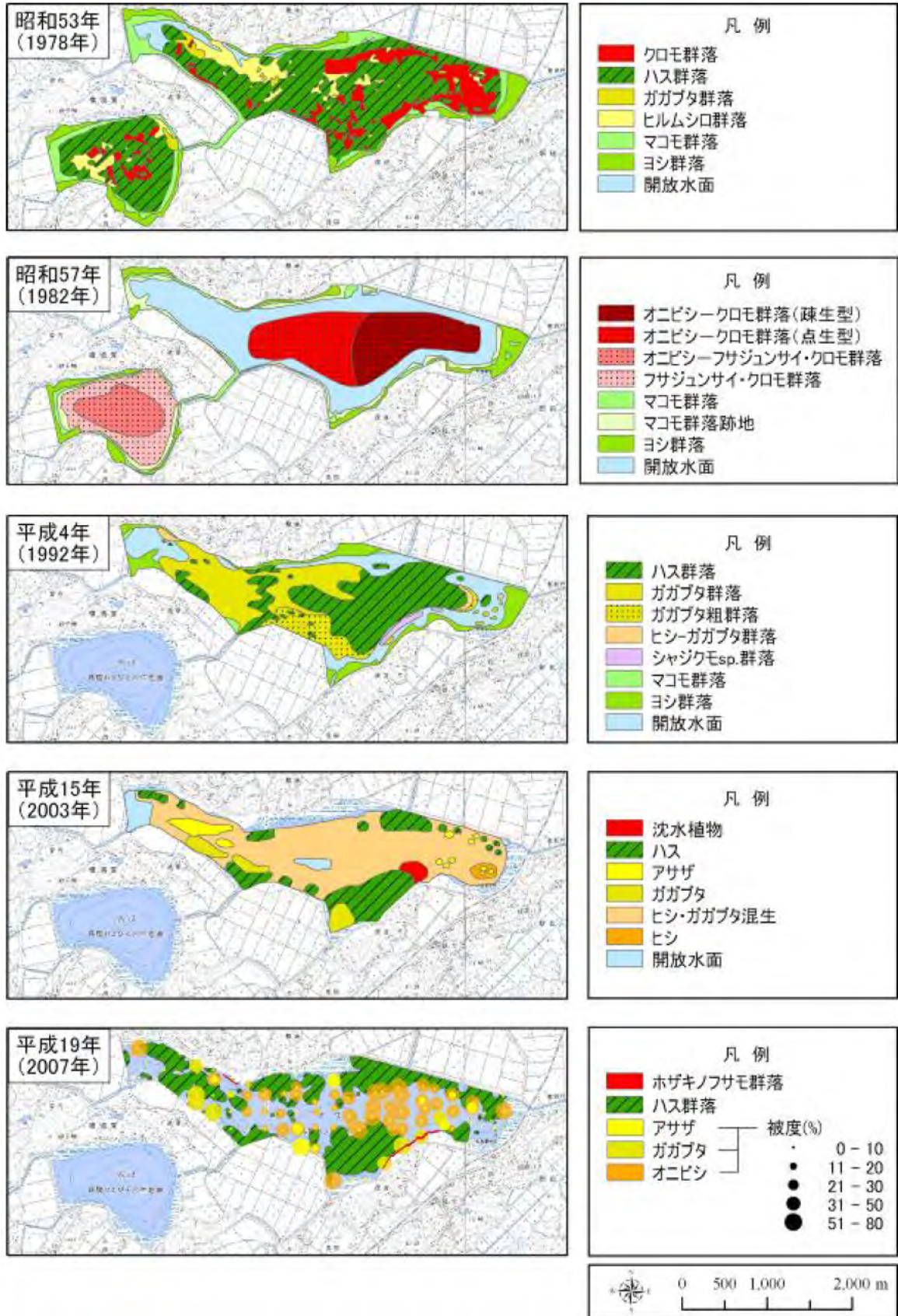


図 6.8 伊豆沼・内沼の植生の変遷¹

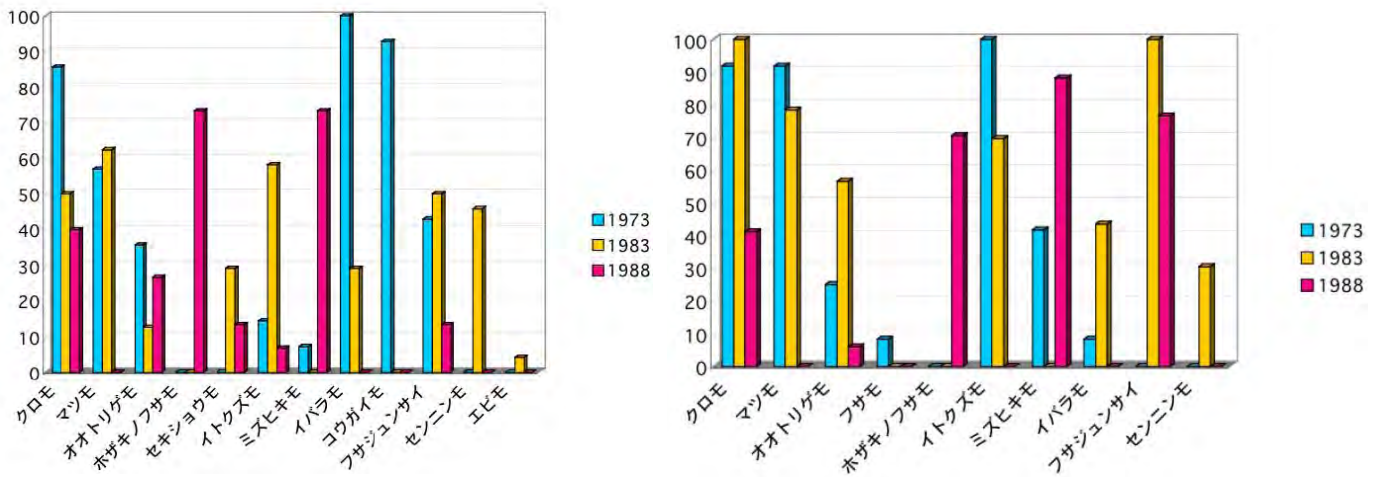
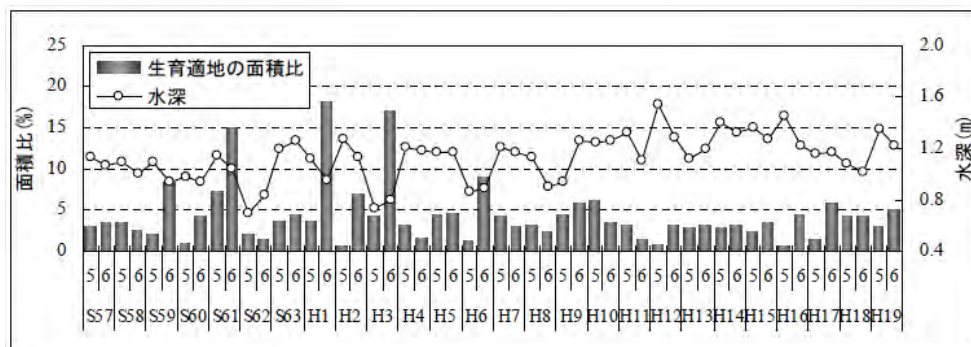


図 6.9 伊豆沼（上）と内沼（下）の沈水植物の出現頻度の推移^{3,4,5}

沈水植物クロモの生育には湖底での相対光量子密度が 20%以上であることが必要とされている。この条件に当てはまる毎年 5 月と 6 月の生育適地の割合を求めた結果を図 6.10 に示す。生育適地の面積比は昭和 61 年、平成 1 年、平成 3 年には 6 月に 10%以上と高くなっているが、それ以外は概ね 5%以下と低い。



横軸は年（5月，6月），縦軸は沈水植物の生育適地の割合を示す。水深は各月の平均水深を示す。

図 6.10 毎年 5～6 月の水深とクロモの生息適地の面積比¹

6.2.5 鳥類

伊豆沼は昭和 60 年にラムサール条約登録湿地に指定され、現在もガン・カモ類を主に多数の鳥類が飛来する。カモ類・ガン類・ハクチョウ類の飛来数の推移を図 6.11 に示す。

³ 牧田肇(1973)：伊豆沼湖沼群の水生植物群落、日本自然保護協会(編)、伊豆沼湖沼群学術調査報告書、pp.26-29、日本自然保護協会

⁴ 菅原亀悦・内藤俊彦(1983)：伊豆沼と内沼の植生、伊豆沼管理協会(編)、伊豆沼・内沼保全計画書、pp.66-103。

⁵ 内藤俊彦・柴崎徹・菅原亀悦・飯泉茂(1988)：伊豆沼・内沼の植生、伊豆沼・内沼環境保全学術調査委員会(編)、伊豆沼・内沼環境保全学術調査報告書、pp.201-249、宮城県

[ガン類]

飛来数は昭和 44 年の 190 羽から平成 20 年には約 41,000 羽と大幅に増加している。

[カモ類]

飛来数は 1 万羽前後で近年やや減少傾向にある。カモ類の中で沈水植物食性のヒドリガモは昭和 60 年代前半までは多かったが、平成元年以降激減している。

[ハクチョウ類]

昭和 50 年代には県全体の飛来数の大半が伊豆沼に飛来していたが、昭和 55 年以降、伊豆沼への飛来数がやや減少傾向なのに対して県全体では大幅に増加しており、平成 20 年の伊豆沼の県全体に対する割合は 8%に留まっている。

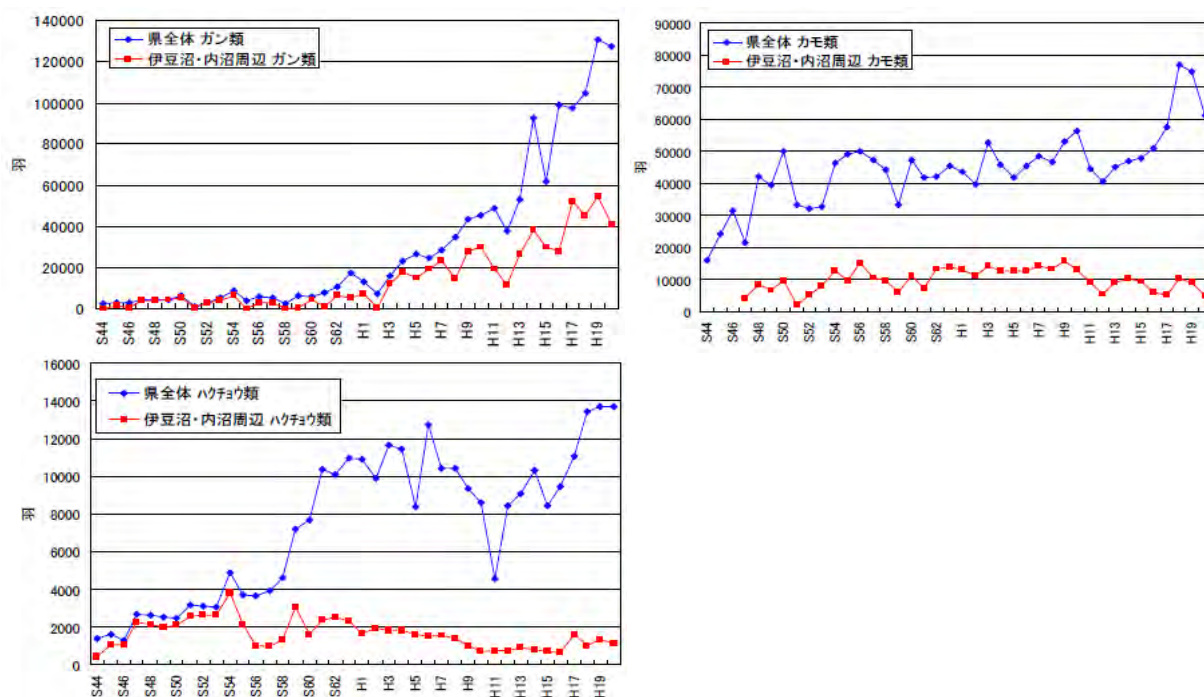


図 6.11 鳥類の飛来数の推移¹

飛来した鳥類への給餌は、平成 19 年/20 年までサンクチュアリーセンター前の給餌池でガン類及びカモ類に対して行われていたが、20 年 4～5 月に秋田県・青森県のオオハクチョウから H5N1 型高病原性鳥インフルエンザウイルスが検出されたことを受けて給餌が縮小されている。

図 6.12 に給餌の様子と給餌量の変化を、図 6.13 に給餌池での個体数の変化を示す。平成 19/20 年は 10 月～3 月まで 826kg/月の給餌量であったが、平成 20 年/21 年は 42kg/月としており、給餌池での水鳥の個体数も大きく減少した⁶。

⁶ 嶋田哲郎・藤本泰文(2010)：伊豆沼・内沼におけるガンカモ類への給餌縮小の影響、伊豆沼・内沼研究報告、4号、pp.1-7.

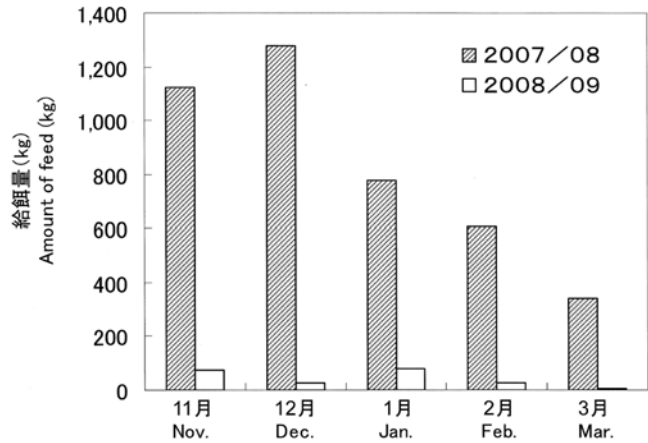


図 6.12 給餌池での給餌の様子（左）、給餌量（右）⁶

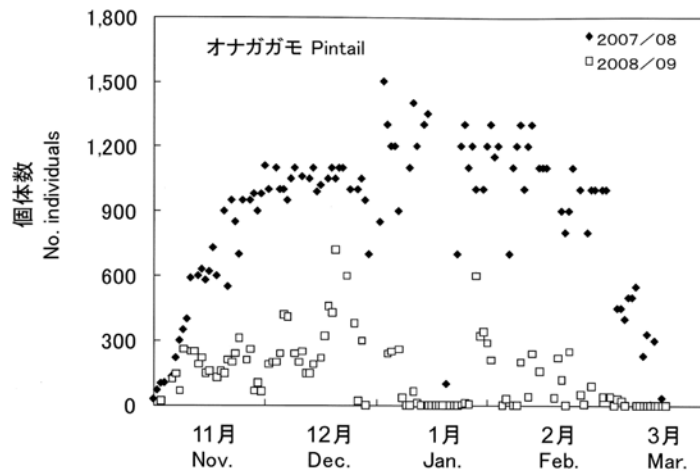


図 6.13 給餌池でのオナガガモの個体数⁶

6.2.6 漁獲

伊豆沼と内沼における魚種別漁獲量の推移を図 6.14 に示す。漁獲量は平成 8 年に大きく減少し、魚種にも変化が見られる。タナゴは平成 8 年以降、激減しており、コイ・フナも半減している。これは平成 8 年から確認され漁獲されるようになったオオクチバス（ブラックバス）による食害であると考えられている。

平成 16 年からオオクチバスの駆除が開始された。駆除方法は人工産卵床による卵と親魚の駆除、稚魚ネットでの駆除、電気ショッカーボートなどであり、駆除の様子と成果を図 6.15 に示す。こうした駆除によりオオクチバスの採取量 (CPUE) が減少し、エビやモツゴなどの生物量の回復が認められている⁷。

⁷宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団パンフレットから

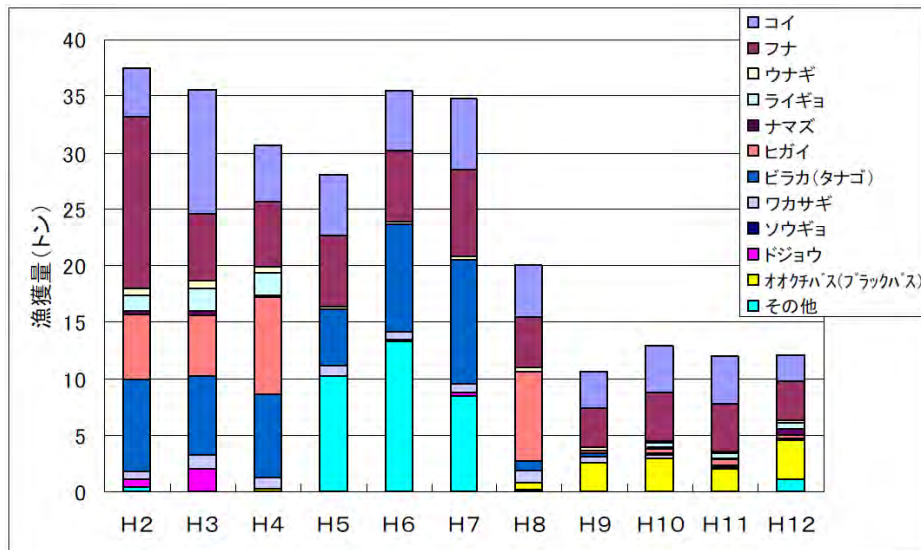


図 6.14 伊豆沼・内沼の漁獲量の経年変化¹

①オオクチバスの影響

北米原産の外来魚であるオオクチバスは、さまざまな水辺の生物を食べてしまう魚です。伊豆沼・内沼では、オオクチバスによる生態系への影響が深刻化しています。

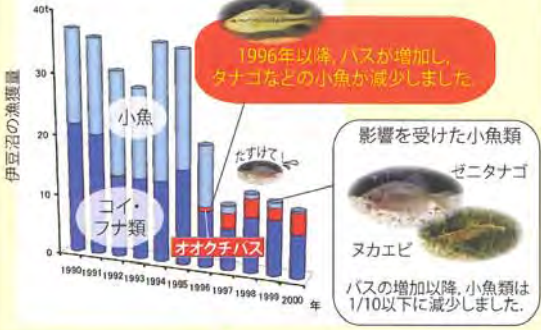


オオクチバスはさまざまな生き物を食べてしまいます。

オオクチバスの胃内容物



バスによる伊豆沼・内沼の魚類の減少



水鳥の減少

小魚類を食べていた水鳥も食物が減ったために減少し、バスの影響は沼全体に広がりました。



③バス・バスターズの駆除活動



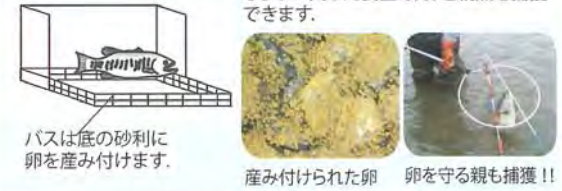
バス・バスターズでは、人工産卵床や稚魚すくいを中心とした駆除活動を実施しています。写真は稚魚すくいの風景



捕獲した卵と親魚の観察風景。親魚を捕獲することもあります。

①人工産卵床

人工産卵床は、オオクチバスが産卵するよう工夫した装置で、卵と親魚を捕獲できます。



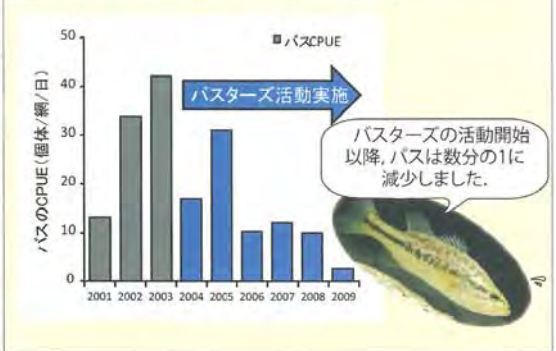
②稚魚すくい

オオクチバスの稚魚が水面に群れる性質を利用して稚魚を駆除しています。

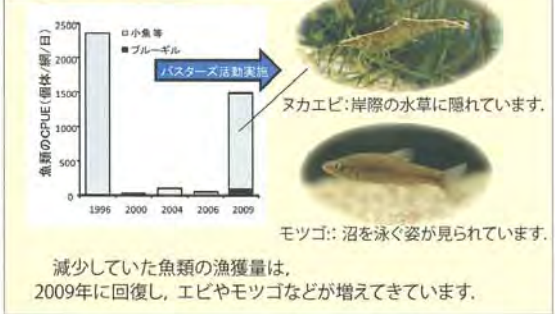


④ 駆除の成果がでています

オオクチバスが減少してきました



生き物が戻りつつあります



新たな駆除手法にも取り組んでいます



図 6.15 オオクチバスの駆除とその後の生物の回復 (宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団パンフレットから)

6.2.7 環境変化の相互関連

以上紹介した環境要素の変化は相互に関連を有しており、後述する自然再生事業計画書(案)に示された関連図を図 6.16 に示す。図では沈水植物が豊富であった時代と現在とを比較している。

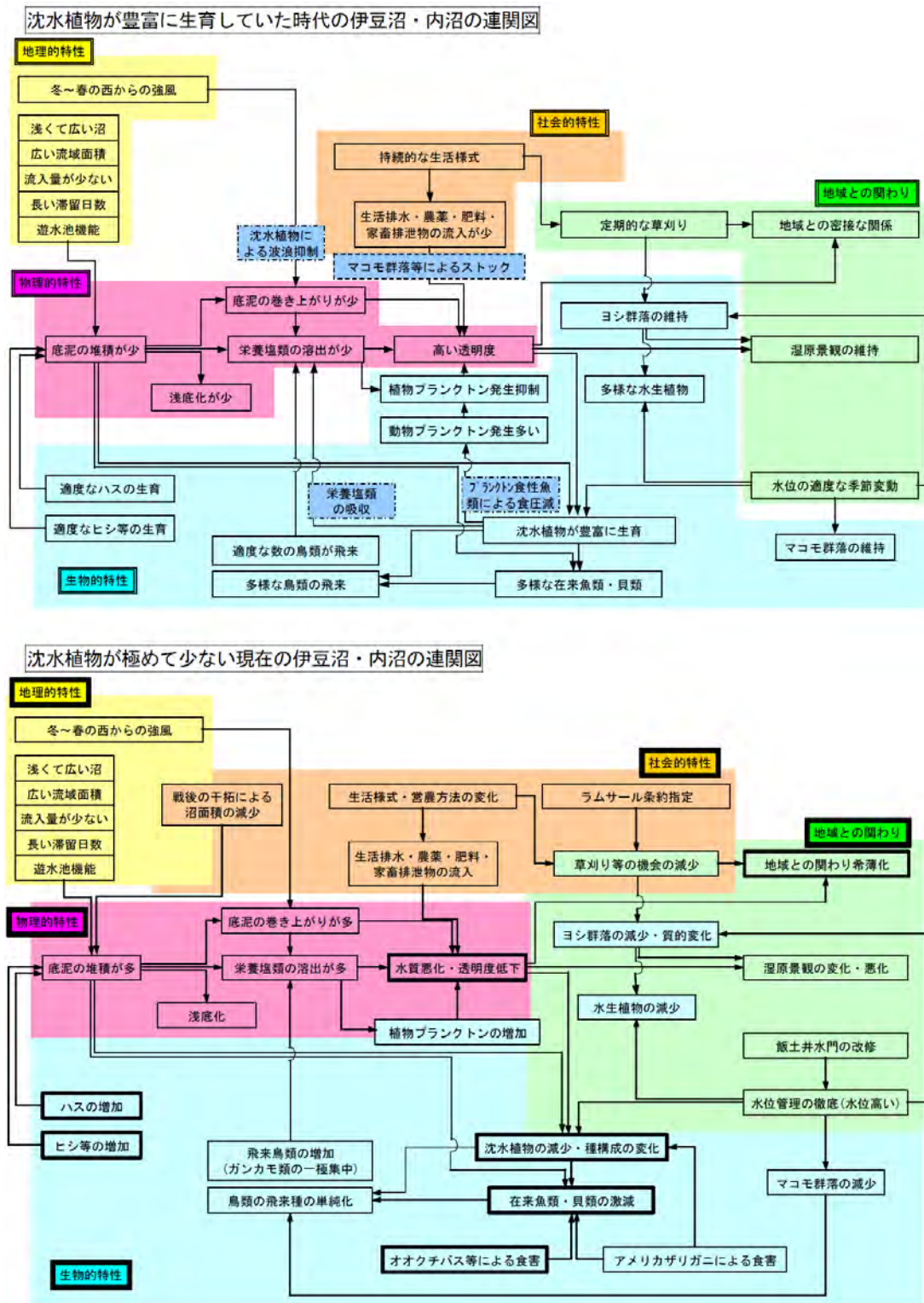


図 6.16 伊豆沼・内沼の環境要素の連環とその変化¹

6.3 環境保全に向けた取り組み

伊豆沼を以前の姿に戻そうという機運の盛り上がりを受けて、平成20年9月に伊豆沼・内沼自然再生協議会（以下、協議会）が発足し、自然再生事業の取り組みが始められている。協議会の学識経験者を表6.3に示す。

表 6.3 伊豆沼・内沼自然再生協議会の学識経験者¹

区分	氏名	所属等	関連分野
学識経験者	小浜 暁子	東北工業大学工学部環境情報工学科准教授	生態工学
	斉藤 憲治	独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所水産遺伝子解析センター主任研究員	魚類
	鹿野 秀一	東北大学東北アジア研究センター准教授	湖沼生態学
	嶋田 哲郎	財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団主任研究員	鳥類
	神宮宇 寛	宮城大学食産業学部准教授	農村計画学
	西村 修	東北大学大学院工学研究科教授	生態工学
	横山 潤	山形大学理学部生物学科教授	植物生態学

6.3.1 全体構想

協議会では平成21年10月に自然再生推進法に基づく伊豆沼・内沼自然再生全体構想（以下、全体構想）を作成した。全体構想では自然再生の目標として昭和55年7月の洪水被害を受ける前の頃の自然環境を取り戻すことを目標に掲げている。事業の実施は平成21年度から概ね10年を目標期間とし、第一段階は現在の自然環境の維持と基礎調査、第二段階は生態系復元に向けた試験施工、第三段階として本格的な自然再生事業の実施、と段階的に進めるとしている。

(1) 将来像（伊豆沼・内沼の理想の姿）

表 6.4 伊豆沼・内沼の将来像¹

＜伊豆沼・内沼の将来像＞	
○	水環境が改善され、沈水植物（マツモ、クロモ等）や浮葉植物（ヒルムシロ、ジュンサイ、ヒツジグサ等）等豊かな水生植物群落が広がり、それらを生息環境とするエビ類等が回復した伊豆沼・内沼
○	多種の水鳥・渡り鳥（ガン・カモ類）をはじめとし、在来魚貝類（ゼニタナゴ等）、昆虫類等多様な生物が生息する伊豆沼・内沼
○	周辺の農村環境や地域の人々の生活と共存し、湿地環境、湿原景観が次世代に継承されていく伊豆沼・内沼

(2) 目標生物（将来像の実現度合いを示す指標）

表 6.5 将来像実現のための目標生物¹

目標生物	全体構想期間内の目標
クロモ	既存群落を拡大するとともに、新たな群落を形成することを目指す。
ミコアイサ	平成19年の確認数を上回ることを目指す。
ヌカエビ	現在も岸際の開放水面での簡易な定量調査で数個体採集できているので、その分布域と個体数が継続的に増加傾向を示すことを目指す。
ゼニタナゴ	伊豆沼・内沼の系統保存を行うとともに、沼により近い環境での増殖を行うことを目指す。
オオセスジイトトンボ	平成18年に実施した生物調査で確認された箇所以外でも確認されることを目指す。

(3) 基本理念

全体構想では伊豆沼・内沼に関わる人々や団体が共有すべき考え方として自然再生推進の基本理念とキャッチフレーズを以下のように設定している。

《基本理念》

- ① 自然再生に当たっては湖沼生態系の保全と回復を第一とする
- ② 人の活動と自然環境とが調和した二次的自然として望ましい姿を目指す
- ③ 自然環境の保全に十分配慮しながら、環境教育の素材として、また地域活性化の資源として、伊豆沼・内沼の賢明な利用を推進する
- ④ 多様な主体が協働しながら一丸となって伊豆沼・内沼の自然再生に取り組む

《キャッチフレーズ》

伊豆沼・内沼らしさの回復 ～かえってこい、ひと、みず、いきもの～

(4) 重点的に進める施策 (表 6.6 参照)

表 6.6 伊豆沼・内沼の自然再生のために重点的に進める施策¹

施策	取組	概要
生物多様性の保全と再生	①水生植物の適正な管理	<ul style="list-style-type: none"> 陸地化防止, 栄養塩類沼外持ち出しのためのヨシ群落刈取り 群落復元に向けたマコモ植栽 浅底化防止, 栄養塩類沼外持ち出しのためのハスの刈取り (沈水植物復元重点地区での刈取りを優先) 刈り取った植物体の利活用の検討 モニタリングとその結果を受けた沼全体の植生管理
	②沈水植物の復元	<ul style="list-style-type: none"> 親株の収集や底泥シードバンクによる, かつて繁茂していた水生植物の育成・増殖 沈水植物への日照確保のための水の透明度向上対策 水質や底質等の環境が良好な箇所や既存沈水植物群落の周辺等を沈水植物復元重点地区に設定し, 移植実験 浚渫や波浪対策等による植生復元地域の拡大
	③在来魚類・貝類の増殖・移植	<ul style="list-style-type: none"> オオクチバス等外来生物の駆除活動の継続 屋内水槽による在来魚, 二枚貝類等の系統保存と増殖 屋外適地 (オオクチバスの食害を受けない保護池等) への在来魚, 二枚貝類等の移植実験 将来的な湖内での復元を視野に入れた産卵場所や避難場所の造成
	④水鳥飛来状況等のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 水鳥等の生物について, 関係機関と協力しながらのモニタリング及び評価, 再生施策内容へのフィードバック
健全な水環境の回復	⑤湖沼内負荷対策	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の適正な管理による栄養塩類の沼外持ち出し 滞留防止対策 (既存水路を利用した導水試験, 下流の飯土井水門の調節, 導水路新設等) 底泥対策 (河川流入部等の堆積土砂撤去や立木の伐採, 巻き上がりを利用した底泥対策等)
	⑥流入負荷の低減	<ul style="list-style-type: none"> 生活系負荷の低減 (下水道・浄化槽整備, 隣間浄化施設運転等) 農業系負荷の低減 (環境保全型農業の推進, 畜舎排水対策等) 自然系負荷の低減 (冬季湛水田や給餌方法改善等による水鳥の分散対策検討等)
	⑦浅底化対策	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の適正な管理による栄養塩類の沼外持ち出し 滞留防止対策 (下流の飯土井水門の調節等) 底泥対策 (河川流入部等の堆積土砂撤去や立木の伐採, 巻き上がりを利用した底泥対策等) 流域内の落葉広葉樹の植林等森林の保全・育成
賢明な利用と環境学習の推進	⑧観光業や農業等地域産業との連携	<ul style="list-style-type: none"> サンクチュアリセンターを活用したソフト施策 夏のハスや冬のマガンの飛来等の季節的特徴を捉えた誘客 エコツーリズム, グリーンツーリズムの導入 環境保全米の導入や冬季湛水農法の実施等による地域農業の付加価値向上
	⑨環境教育や自然体験学習の充実	<ul style="list-style-type: none"> 既存施設や湖辺環境を活用した環境教育や自然体験学習 学習プログラムの作成, 環境教育の指導者育成
	⑩住民参加の促進	<ul style="list-style-type: none"> 自然再生事業の積極的広報活動 クリーンキャンペーン等の環境保全活動

6.3.2 事業実施計画

全体構想を踏まえて、宮城県が実施する内容をまとめたものが平成 22 年 3 月に作成された伊豆沼・内沼自然再生事業実施計画書 (案) (以下、実施計画) である。宮城県が実施する取り組みを表 6.7 に示す。

表 6.7 実施計画で実施する取り組み内容¹

取組・事業	全体構想における実施項目	主な目的
1 沈水植物の育成・増殖	<ul style="list-style-type: none"> 沈水植物の復元 湖沼内負荷対策 	<ul style="list-style-type: none"> クロモ群落の復元 湖沼生態系の改善 栄養塩類の吸収
2 マコモ植栽	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の適正な管理 湖沼内負荷対策 	<ul style="list-style-type: none"> マコモ群落の復元 栄養塩類の吸収
3 ハス刈取り	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の適正な管理 湖沼内負荷対策 	<ul style="list-style-type: none"> ハス群落の適正な管理 栄養塩類の沼外持ち出し
4 ヨシ刈取り	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の適正な管理 湖沼内負荷対策 	<ul style="list-style-type: none"> ヨシ群落の維持・保全 栄養塩類の沼外持ち出し
5 在来魚貝類の増殖・移植	<ul style="list-style-type: none"> 在来魚類・貝類の増殖・移植 	<ul style="list-style-type: none"> 在来魚貝類の復元
6 試験導水事業	<ul style="list-style-type: none"> 沈水植物の復元 湖沼内負荷対策 浅底化防止対策 	<ul style="list-style-type: none"> 湖沼生態系の改善 水の透明度向上 沼外への底泥押し出し
7 水位調整	<ul style="list-style-type: none"> 沈水植物の復元 湖沼内負荷対策 浅底化防止対策 	<ul style="list-style-type: none"> 湖沼生態系の改善 水交換率の向上 沼外への底泥押し出し

取り組みは全体構想に合わせて計画期間を概ね 10 年とし、前半は基礎調査と試験施工、後半は本格的実施というスケジュールで進めることとされている。

(1) 沈水植物の育成・増殖

上記の 7 種の取り組みの中で、沈水植物群落の復元は他の取り組みにも効果をもたらすことが期待されることから、当面重点的に実施すると位置付けられている。その際、沈水植物が繁茂していた時期に漁船等の航行障害を経験していることから、沼の水面利用に留意して進めるとしている。

[現状と課題]

クロモを始めとする沈水植物群落は、昭和 55 年洪水以前は広く分布していたが、現在は伊豆沼の南東岸と北岸にわずかに分布するのみである。現在、沈水植物の生育地は底質が砂地（粒径 125～500 μm）で湖底へ 20%以上の光量が届くところであり、沼の中でこうした条件を満たす場所は少ない。

現在生育しているクロモの遺伝的多様性は低下していることが明らかになったので、今後は自生個体の搜索や沼底の埋土種子からの個体の確保など多様な伊豆沼産クロモの確保が必要である。

沼泥では埋土種子が現時点では確認されていない。沼北岸の水生植物園の底泥からクロモの発芽が確認されたことから水生植物園にはクロモの埋土種子が残っている可能性がある。

クロモの移植には波浪対策とアメリカザリガニによる食害対策を検討する必要がある。

[目標]

沈水植物群落を復元し、沼を「澄んだ系」に移行させることを目的としており、このため昭和 55

年の出水前のクロモの状態（面積約 80ha）に戻すことを目標としている。

[実施手法]

現状の水質及び底質の条件でクロモの育成・増殖を図るとともに、伊豆沼産のクロモを確保するために以下の3つの手法で実施する。イメージ図を図 6.17、図 6.18 に示す。

- ① 生育適地への移植によるクロモの復元：室内等で増殖したクロモを波浪対策・ザリガニ食害対策を実施して沈水植物群落生育適地へ移植する。時期は5～6月が望ましい。
- ② 浮き生け簀によるクロモの復元：浮き生け簀を用いて人工的に生息適地を創出し、クロモを移植する。
- ③ 埋土種子の発芽実験：北岸の水生植物園で水位低下・干出・底泥攪乱を実施して埋土種子の発芽実験を行う。水生植物園を移植用個体の増殖場所としての活用の可能性について検討する。

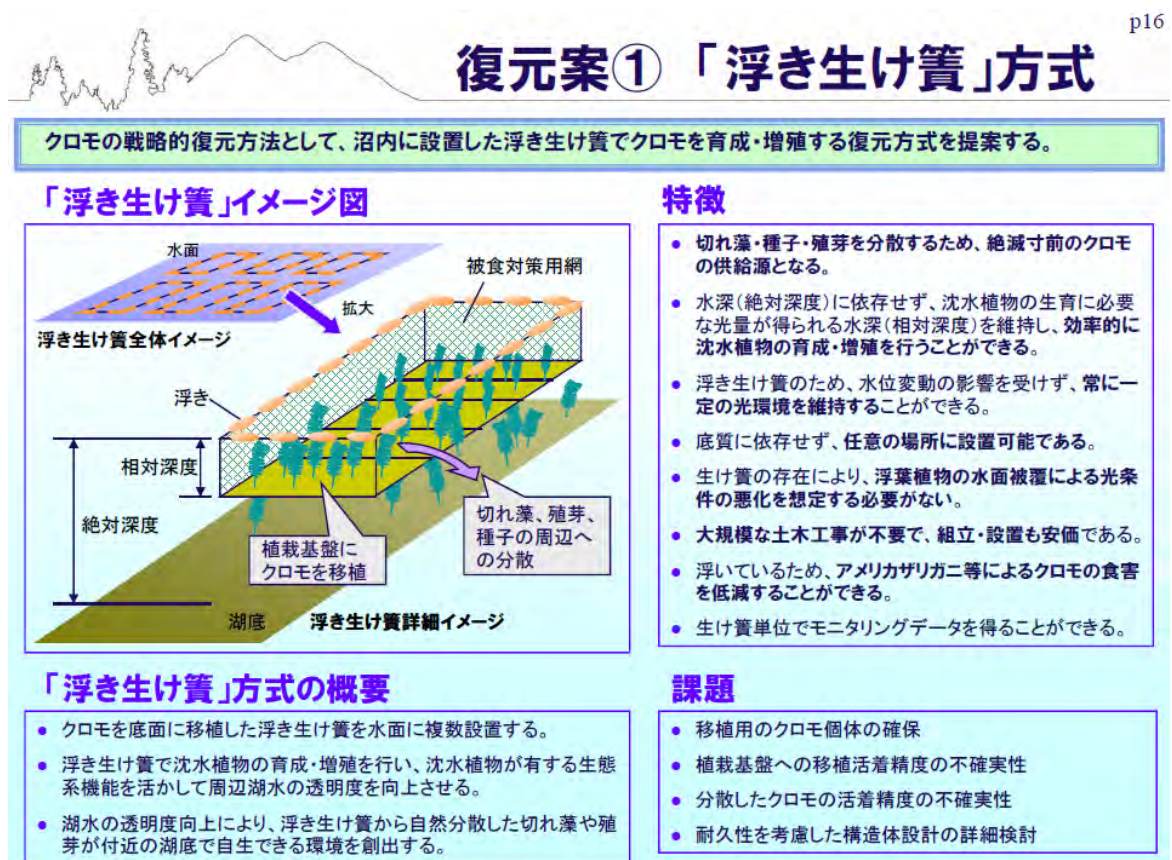


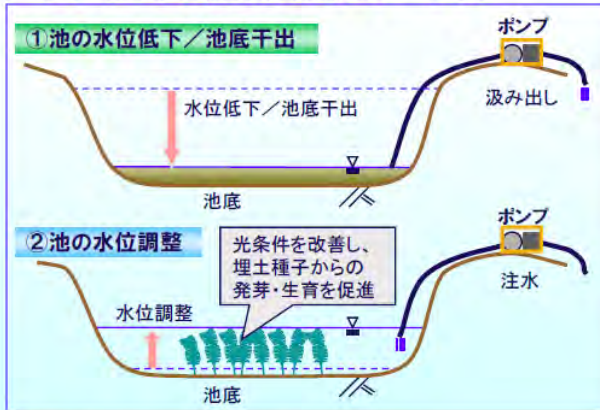
図 6.17 沈水植物の復元手法（その1）⁸

⁸宮城県(2010)：第4回伊豆沼・内沼自然再生協議会、資料2 伊豆沼・内沼自然再生実施計画(案)

復元案② 埋土種子の発芽実験

底泥中の埋土種子(シードバンク)を活用した沈水植物の効果的な復元方法の検討に資するため、水生植物園の池において水位調整による埋土種子の発芽実験を実施する。

「埋土種子の発芽実験」イメージ図



「埋土種子の発芽実験」の概要

- 水生植物園の池においてポンプで水を汲み出し、水位低下や沼底の干出等の処理を行う。
- その後再び注水し、水位調整により湖底到達光量を維持して、埋土種子からの発芽・生育を促す。

発芽実験の目的

- 水位低下や湖底の干出による、埋土種子からの沈水植物の復元の可能性について知見を得る。
- 水生植物園の複数の池において、異なる条件下で実験を行うことで、埋土種子の発芽に必要な条件に関する知見を得る。
- 水生植物園には、過去に沼内の沈水植物を移植した履歴があるため、順調に発芽・生育すれば、絶滅に瀕した伊豆沼産の沈水植物の個体確保が期待できる。

埋土種子からの発芽の可能性

- 平成20年に水生植物園の池底から採取した底泥から、クロモの発芽が確認されている(鈴木康委員情報)。

課題

- 効果的な実験計画の検討
- 発芽後、浮葉植物や抽水植物が優占した場合の対処方法

図 6.18 沈水植物の復元手法 (その 2) ⁸

(2) マコモの植栽

昭和 55 年の出水で激減したマコモの群落は、その後も復元に至っていない。その原因としてはオオハクチョウによる食圧の影響が大きいと推測されている。

そこで、昭和 55 年以前の状態と同程度の約 60ha の群落を復元することを目標としている。

マコモ苗代田で育成されたマコモをそのまま植える方法と魚礁で覆ってオオハクチョウの食害を受けにくくして植える魚礁マコモの方法を併用して植栽する。

(3) ハスの刈り取り

ハスは出水による消失と回復を繰り返してきたが、現在は沼の植生の優占種となっている。ハスには底泥の巻き上がりの抑制、栄養塩の吸収、観光資源などのプラス面と、水中の光条件を悪化させることによる沈水植物の生育の阻害、枯死体からの栄養塩の溶出などのマイナス面があることから、これらのバランスを取りながらハスの管理を行う必要がある。そこでハスの優占を防ぎ、多様な水生植物が生育できる環境の創出を目的として、沈水植物復元地区等においてハスの刈り取りを行う。刈り取りは船による手刈りが基本で、刈り取られたハスは肥料等への有効利用を目指す。

(4) ヨシの刈り取り

ヨシの刈り取りを定期的に行っている個所では刈り取りを実施していない個所と比べて多くの水生植物が確認されていることから、ヨシの刈り取りはヨシ群落の維持だけでなくその他の水生

植物群落を含む湿地環境の保全に対しても重要と考えられている。

そこで、伊豆沼西岸北部の獅子ヶ鼻と内沼北部でヨシ刈りが実施されている。

今後はヨシ群落が衰退している個所での刈り取り方法の検討や、刈り取ったヨシの有効利用方法の検討が必要となる。

(5) 在来魚貝類の増殖・移植

平成8年以降急増したオオクチバスによる食害でタナゴ類が激減し、それを受けてイシガイ科の二枚貝も激減している。在来魚及びそれらと共生関係にある二枚貝の復元を目標とした取り組みを進める必要がある。

このためオオクチバスのいない水槽や保全池などの環境での在来魚貝類の系統保存と個体数の増加を行い、最終的には沼での復元を目指している。

(6) 試験導水事業

沈水植物の生育条件である沼底への光の到達範囲を広げるためには沼水の透明度の向上が必要である。その手法として別の河川からの導水がある。冬季に試験的に導水し、沼の透明度の改善効果を検証する。

導水は伊豆沼・内沼の西部に位置する伊豆野堰より一迫川の水を伊豆沼に流入させる形で実施している。流量は最大 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ で、農業用水路に流されている水を転用する形で行われている。

(7) 水位調節

もともと伊豆沼・内沼は水位の変動の激しい氾濫現であることから、ある程度水位の変動がある方が沼らしい生物相になると推測されている。利水者である農業関係者と漁業関係者と協議しながら柔軟な水位調整方法を検討する必要がある。

そこで現在の水門の協定水位（表 6.1 参照）の範囲内において伊豆沼の水位を調整し、利水者及び生物相及び自然環境の双方にとって最適な方法について検討する。まずは9～11月に水位変動を与えて沼への影響を調査する。

6.3.3 実施計画以前の取り組み

実施計画の策定以前にも伊豆沼・内沼では以下に示すように、様々な水質改善等の取り組みが行われている。

[下水道]

平成5年度から迫川流域下水道事業が開始され、20年度末の処理人口普及率は32.9%である。

[河川浄化施設]

平成13年度に荒川に荒川浄化施設が設置され、14年度から運転を開始している。

[浄化導水]

平成9年度から、10～3月の期間、 $0.2\sim 0.3\text{m}^3/\text{s}$ 程度の浄化用水導入が既存水路を通して試験的

に実施されている。

[ヨシ刈りとマコモ植栽]

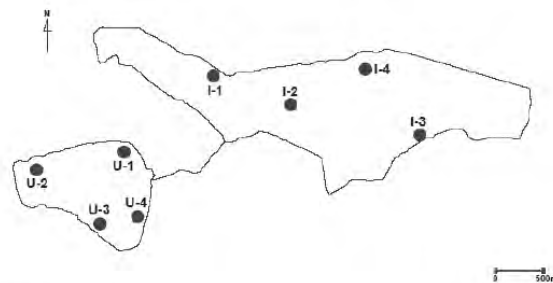
ヨシ刈りとマコモ植栽は継続的に実施されてきたが、ヨシ群落面積は漸減傾向が続き、マコモ群落の復元にも至っていない。

6.3.4 平成 20 年度・21 年度の沈水植物再生の取り組み^{9,10}

(1) 沈水植物の分布^{9,10}

平成 20、21 年度の沈水植物の分布調査の結果を図 6.19 に示す。2 年間の調査で、5 種の沈水植物（ホザキノフサモ、マツモ、オオトリゲモ、ホソバミズヒキモ、クロモ）が確認された。平成 20 年はマツモ、21 年はホザキノフサモが多かったが、クロモはわずかであった。

調査ポイント



各調査ポイントから得られた沈水植物の数

ポイント名		平成 20 年					平成 21 年				
		ホザキノフサモ	マツモ	オオトリゲモ	ホソバミズヒキモ	クロモ	ホザキノフサモ	マツモ	オオトリゲモ	ホソバミズヒキモ	クロモ
I-1	定点調査	2					3				
	移動調査	5	17				10				
I-2	定点調査										
	移動調査										
I-3	定点調査	4					19	2	1		1
	移動調査	19	12								
I-4	定点調査										
	移動調査										
U-1	定点調査										
	移動調査		5	1							
U-2	定点調査										
	移動調査										
U-3	定点調査										
	移動調査			1	1						
U-4	定点調査										
	移動調査										
合計		30	34	2	1	0	32	2	1	0	1

図 6.19 沈水植物の生育状況¹¹

⁹ (財)宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団(2009)：平成 20 年度伊豆沼・内沼自然再生事業、沈水・抽水植物復元基礎調査報告書、平成 21 年 3 月

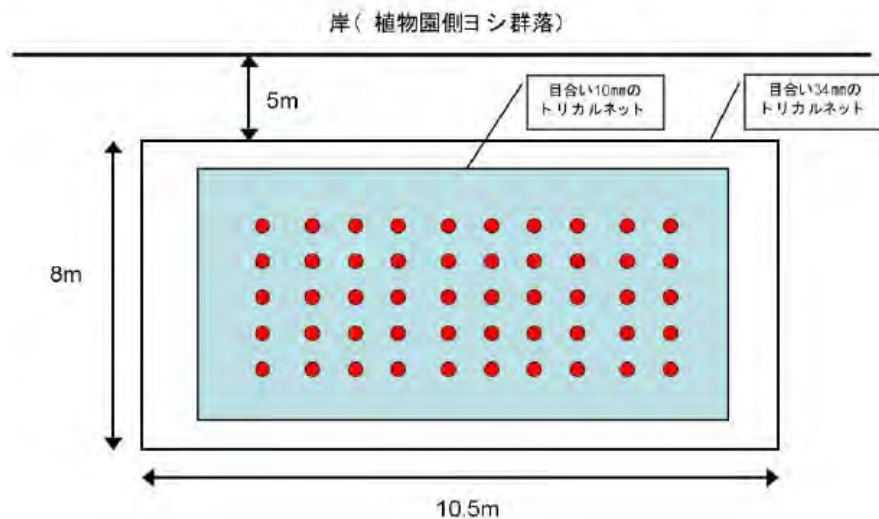
¹⁰ (財)宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団(2009)：平成 20 年度伊豆沼・内沼自然再生事業、沈水・抽水植物復元基礎調査報告書、平成 21 年 3 月

¹¹宮城県(2010)：第 4 回伊豆沼・内沼自然再生協議会、資料 3 平成 21 年度伊豆沼・内沼自然再生基礎調査・試験施工結果

(2) クロモの試験移植

平成 21 年 8 月に、伊豆沼北岸の植物園付近に図 6.20 に示す約 10m 四方の移植施設を設置し、波浪対策と食害対策のネットを張り、鉄管パイプ内にクロモを 1 個体ずつ移植した。同年 10 月の時点で約 1 割が生残していた。

クロモ湖内移植設置模式図(平面図)



クロモ湖内移植設置模式図(立面図)

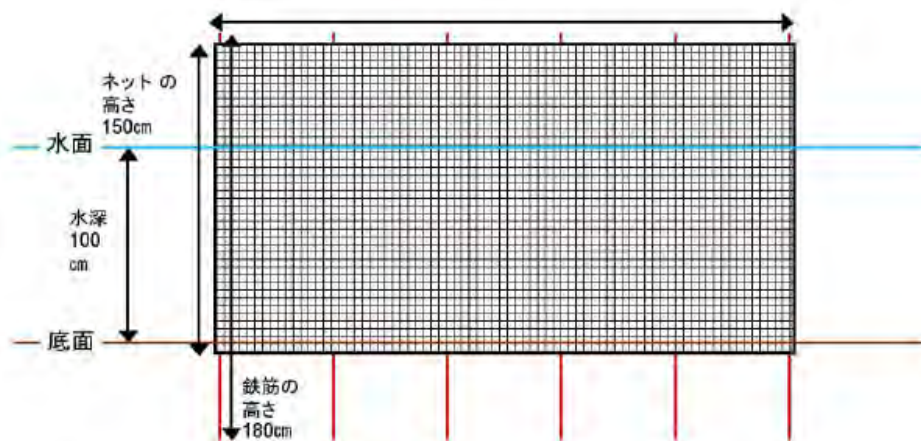


図 6.20 伊豆沼に設置したクロモ移植用の設備 (進東健太郎氏作成)¹⁰

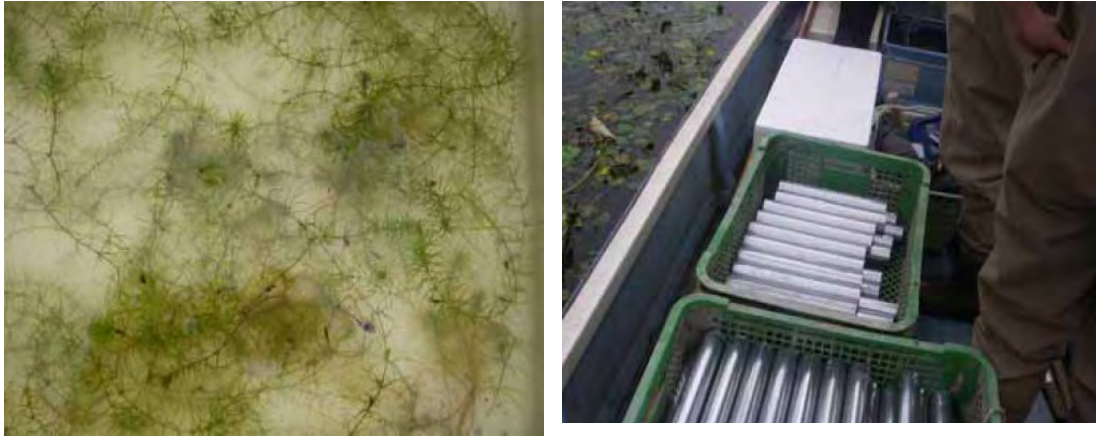


図 6.21 山形大で育成した移植用クロモ（左）と移植時に用いた鉄管パイプ（右）¹⁰

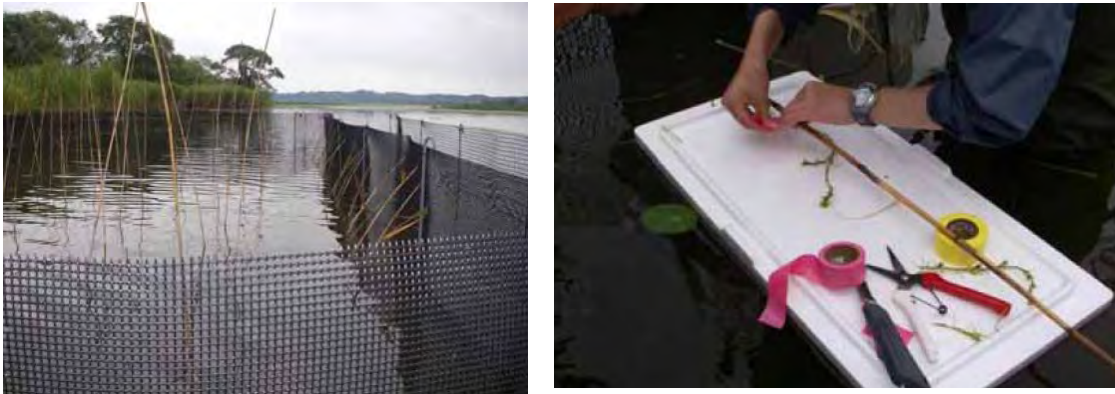


図 6.22 移植施設（左）とクロモをヨシ茎に生分解性テープで結着（右）



図 6.23 鉄管パイプに移植したクロモの状況（左）と試験地付近で発見されたクロモ（右）¹⁰

6.3.5 平成 22 年度の沈水植物等の保全・再生の取り組み¹²

(1) 水位低下実験（図 6.24 参照）

- ・ 目的：将来的な沼全体での水位調整のための基礎知見を得るために、水生植物園の池において水位低下による埋土種子の発芽の可能性について実験を行った。
- ・ 手法：実験は、池を干出させて埋土種子の休眠打破を目的とした底泥攪拌を行い、アメリカザリガニの除去を実施した後に池の水位を低い状態（約 30cm）で管理するという手法で行った。
- ・ 結果：池の干出は平成 22 年 6 月に約 2 週間かけて行った。池の標高が低いことから、干出してもすぐに水がたまってしまい、十分な干出ができなかった。平成 22 年 9 月末時点では、3 つの池の 1 つでクロモの発芽がわずかに確認されるにとどまった。

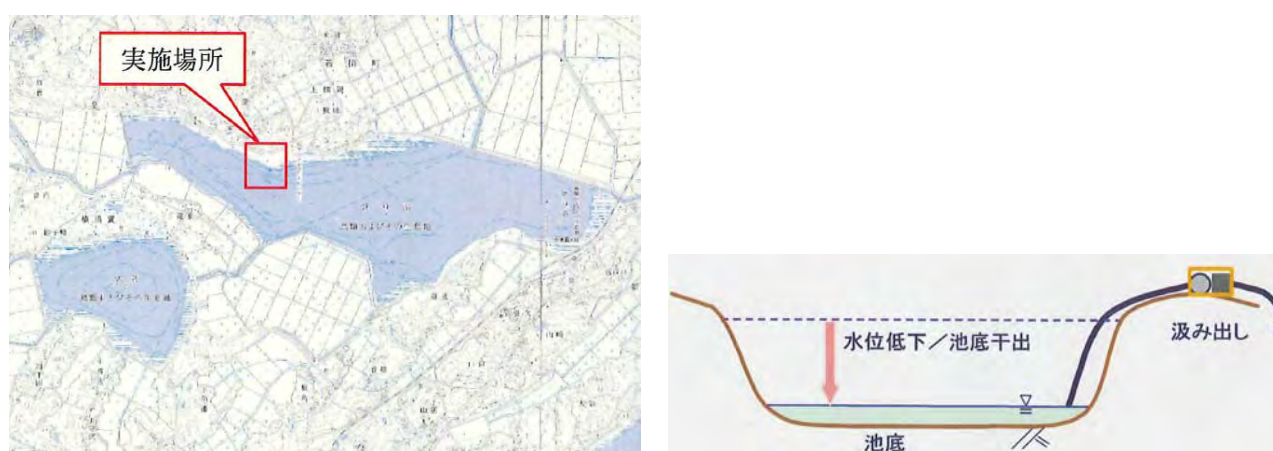


図 6.24 水位低下実験の場所とイメージ¹²

(2) 生け簀方式によるクロモ増殖実験（図 6.25 参照）

- ・ 目的：クロモの生育に必要な光量を確保して増殖させる方法として、浮き生け簀方式の可能性を確認するため沼において実験を行った。
- ・ 手法：1.5m×0.5m×（深さは 0.3m と 0.6m の 2 種）の浮き生け簀を伊豆沼で水生植物園の沖約 50m（水深約 1m）の地点に設置し、移植したクロモの生育状況を確認した。クロモの生息基盤としては竹にロックウールブロックを詰めたものを用い、ザリガニ等の食害対策として浮き生け簀の周りを網で囲った。
- ・ 結果：0.3m 深の生け簀では波による離脱が大きいが、0.6m 深では成長が良かった。

¹² (財)宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団、宮城県環境生活部自然保護課(2010 年 9 月提供)

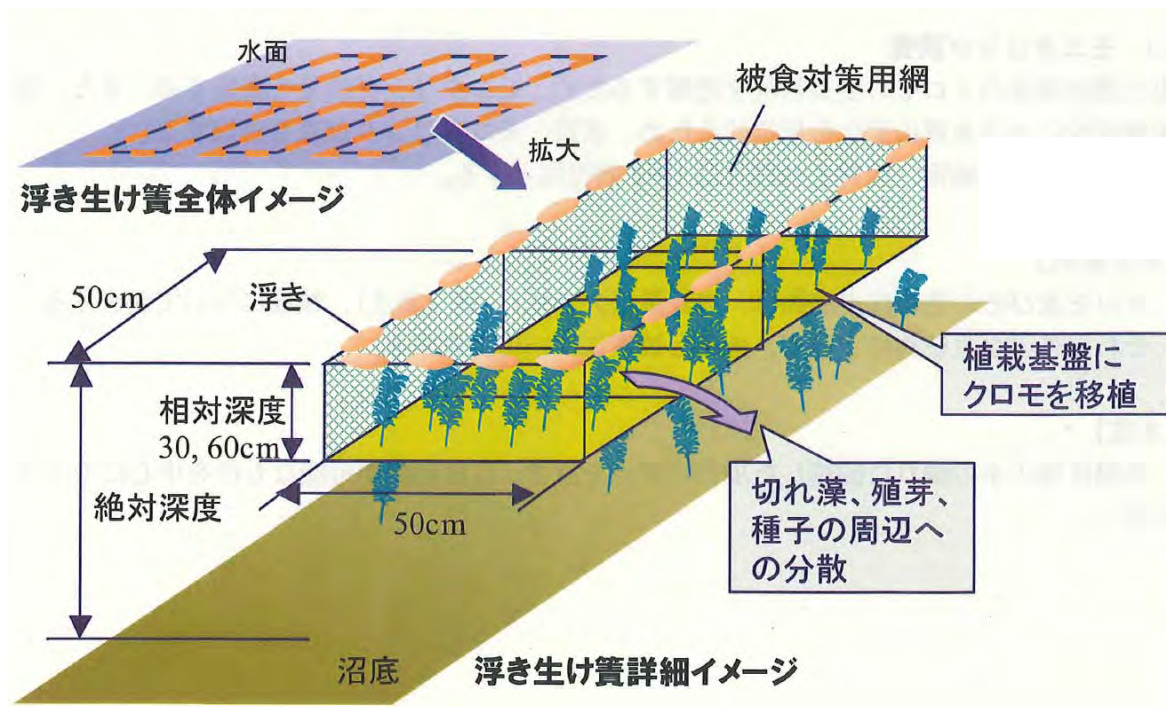


図 6.25 浮き生け簀のイメージ¹²

6.3.6 ハスの刈り取り

[ハスの経緯]

ハスは、過去の洪水で衰退と回復を繰り返してきたが、平成 10 年 8 月の大雨による水位上昇で壊滅的な被害を受けた（ハスは葉で呼吸することから冠水することで呼吸が出来なくなる）が、近年は大きく回復している。

[ハスの現存量]

伊豆沼のハスの成長期である 8 月の面積は平成 18 年から 20 年にかけて、83ha、134ha、153ha と拡大傾向にあり、20 年には湖水面の 44% を占めている¹³。

単位面積当たりの乾燥重量と成分含有率（915gDW/m²、344gC/m²、16gN/m²）を求め、平成 20 年の面積を乗じると、ハスの現存量は乾燥重量で 1,397 トン、炭素量で 526 トン、窒素量で 24.8 トンと推算された（伊豆沼への流入負荷量 38.3tN/年の 65% に匹敵する）。

[ハスの栄養塩含有率]

ハスの栄養塩含有率の変化を表 6.8、図 6.26、図 6.27 に示す。

容器栽培したハスの地下茎も含めた部位別窒素量の変化を見ると 4～8 月まで葉と地下茎が大きく成長し、11 月には新レンコンに多くの栄養が蓄えられている。

自生するハスの地上部分の部位別窒素量では 8 月以降急激に葉身からの栄養塩が減少している。

¹³鹿野秀一・菊池永裕・嶋田哲郎・進東健太郎（2008）：日本陸水学会 2008 年講演要旨から

[ハスの刈り取り]

ハスの過剰繁茂は、伊豆沼の大きな環境悪化にも繋がる懸念されることから、地域関係団体・関係行政機関の連携により、平成 20 年から植物体が枯れて地下茎に栄養分が蓄えられる前の 7～8 月にハスの刈り取りが 2～3ha の規模で実施されている。刈り取りされた水域では翌年のハスの成長は遅い¹⁴。

平成 20/21 年から水鳥への給餌の縮小によって、オオハクチョウによるハスの地下茎（レンコン）の採餌が確認され、上記と同様に翌シーズンのハスの成長が悪いことが確認されている。

表 6.8 容器栽培したハスの部位別の湿重量、乾燥重量などの変化¹⁴

	(N=4)	湿重量 [g]				乾燥重量 [g]				窒素重量 [g]				
		試料採取月日	4月21日	6月25日	8月24日	11月4日	4月21日	6月25日	8月24日	11月4日	4月21日	6月25日	8月24日	11月4日
		栽培容器No	-	4-7	8-11	12-15	-	4-7	8-11	12-15	-	4-7	8-11	12-15
部 位	葉	-	216.9	141.4	85.6	-	56.7	78.4	69.4	-	1.1	1.6	0.8	
	花	-	87.9	31.1	28.1	-	14.6	22.0	23.6	-	0.2	0.3	0.2	
	地下茎	-	264.6	453.5	371.5	-	33.1	116.7	100.6	-	0.4	1.8	1.3	
	種レンコン	187.5	62.7	25.8	32.9	37.1	8.1	4.6	4.4	0.8	0.1	0.1	0.1	
	新レンコン	-	-	-	126.2	-	-	-	62.6	-	-	-	1.3	
	合 計	187.5	632.1	651.7	644.2	37.1	112.5	221.7	260.6	0.8	1.8	3.8	3.8	

	(N=4)	全窒素含有率 [%]				窒素寄与率 [%]				
		試料採取月日	4月21日	6月25日	8月24日	11月4日	4月21日	6月25日	8月24日	11月4日
		栽培容器No	-	4-7	8-11	12-15	-	4-7	8-11	12-15
部 位	葉	-	2.0	2.1	1.2	-	62.5	43.8	21.7	
	花	-	1.5	1.2	1.0	-	10.0	7.0	7.8	
	地下茎	-	1.2	1.6	1.3	-	20.1	47.4	32.8	
	種レンコン	2.2	1.6	1.4	2.0	100.0	7.5	1.8	2.1	
	新レンコン	-	-	-	2.1	-	-	-	35.6	
	合 計					100.0	100.0	100.0	100.0	

¹⁴ 鈴木康・三宅保士・三塚ひろみ・嶋田哲郎・溝田智俊(2010) : 伊豆沼・内沼のハス *Nelumbo nucifera* の窒素含有率の季節変動、伊豆沼・内沼研究報告、4号、pp.9-18.

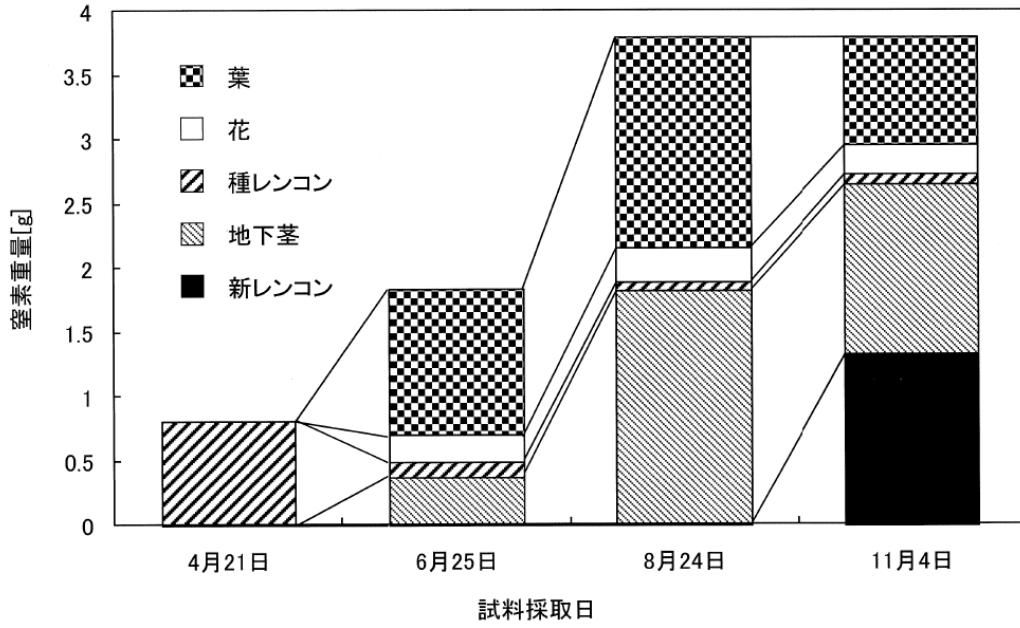


図 6.26 容器栽培したハスの部位別の窒素量¹⁴

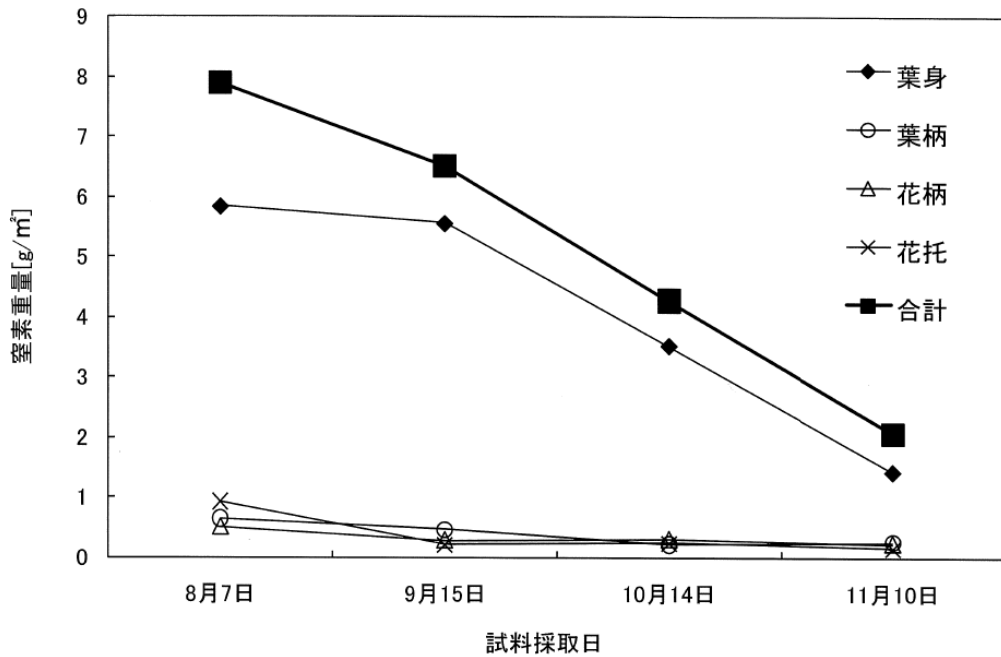


図 6.27 伊豆沼に自生するハスの 2007 年の窒素量の季節変化¹⁴

6.4 現地調査

平成 22 年 9 月 28 日に伊豆沼・内沼サンクチュアリーセンターと山形大学において実施した現地調査の結果は以下の通りである。

6.4.1 伊豆沼・内沼サンクチュアリーセンター

宮城県伊豆沼・内沼サンクチュアリーセンター内会議室において、下記の方々から伊豆沼の現状と経緯、及び植生復元の実験状況などの話を伺い、実験施設を見学した。

：宮城県自然環境保全課：技術主幹 関場智氏

宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団：主任研究員 嶋田哲郎氏、職員 藤本泰文氏

東北緑化環境保全（株）：課長 香川裕之氏、主任 木村啓氏



図 6.29 水位低下実験の池（左）と脇での底泥蒔きだし実験のバット（右）

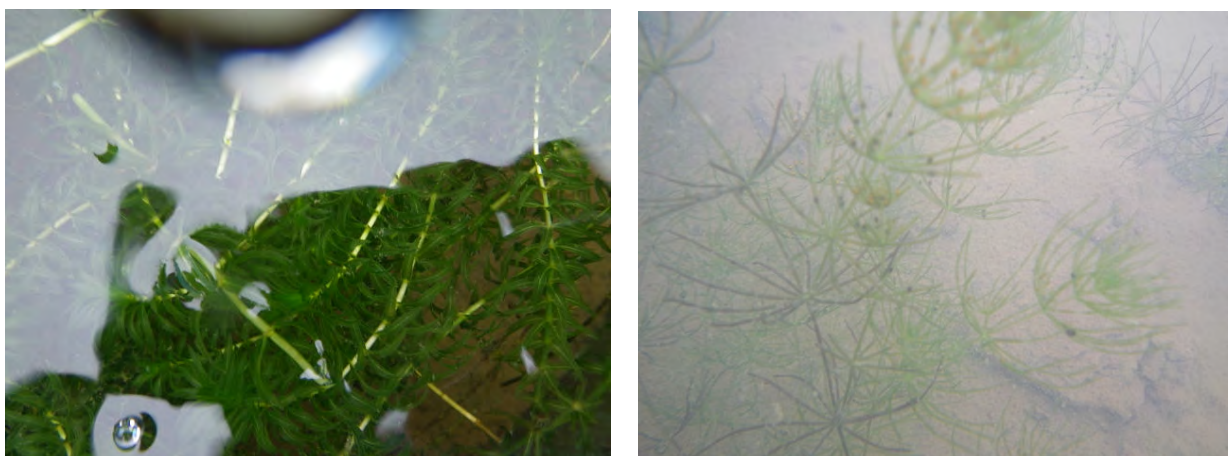


図 6.28 底泥蒔きだし実験でバット内に生育しているクロモ（左）とシャジクモ類（右）



図 6.29 平成 21 年度に設置したクロモ移植施設



図 6.30 浮き生け簀の設置状況（左）と水面に引き上げた状態（右）



図 6.31 浮き生け簀の底のクロモ移植基盤（左）浮き生け簀内で成長したクロモ（右）

注) 左図は割いた竹の内部にクロモを付けたロックウールブロックを詰めている。



図 6.32 湖心方向のハス群落（左）と近傍のガガブタもしくはアサザ（右）

[クロモの直接移植]

クロモを沼に直接移植する実験は、平成 21 年にはザリガニ対策として鉄管パイプ（内径 5cm）を沼底に差し、その中にクロモを差し込むという方法で 70 本を移植し、周囲を防波ネットで囲んだ。その結果、無事生育したクロモは 4 本であった。平成 22 年は 8 月後半に移植を実施していて、経過を観察中である。

[浮き生け簀]

深さ 30cm の生け簀ではクロモは全て消失していた。深さ 60cm の生け簀では数本残っていたが、黒色のスライムがびっしり付着していて、いい状態とは思われなかった。

6.4.2 山形大学横山教授

山形大学理学部横山潤教授からの話の概要は以下の通りである。

- ・クロモは過去に大規模に生育しており、それが大きく減少したことから、まずはその再生を目標としている。
- ・クロモの再生には、食圧、透明度、底質が重要と考えている。
- ・実質的には平成 20 年から取り組みを開始した。始めに、伊豆沼、伊豆沼南岸のため池、県内 3 箇所でもクロモを採取して遺伝的違いを確認し、結果として、沼内の個体を増殖して移植に供している。
- ・平成 21 年にはクロモ 70 本を移植した。この時ザリガニの影響が懸念されたので鉄管パイプを用いた。
- ・今後、数 100 本単位で移植し、ある程度の規模で群落として残ることを目指している。
- ・沼全体の水位を低下させることを協議会の中で考えている。
- ・オオクチバスの駆除は軌道に乗ってきているが、今後はザリガニ対策が重要と考えている。

7 東郷池（鳥取県）

7.1 東郷池の概要

東郷池は図 7.1 に示すように、鳥取県中部に位置する汽水湖であり、入り江が砂の堆積により海と隔てられて形成された潟湖と考えられている。池は長さ約 2km の橋津川を通じて日本海につながっている。池の諸元は、以下のとおりである。

：面積 4.08km²、平均水深 1.8m（最大 3.6m）、貯水量 743 万 m³、滞留時間 29 日、流域面積 48.97km²

東郷池には水利権はないが、漁業権が設定されている。また池の中央付近の底からは温泉が湧出している全国でも珍しい湖沼である。

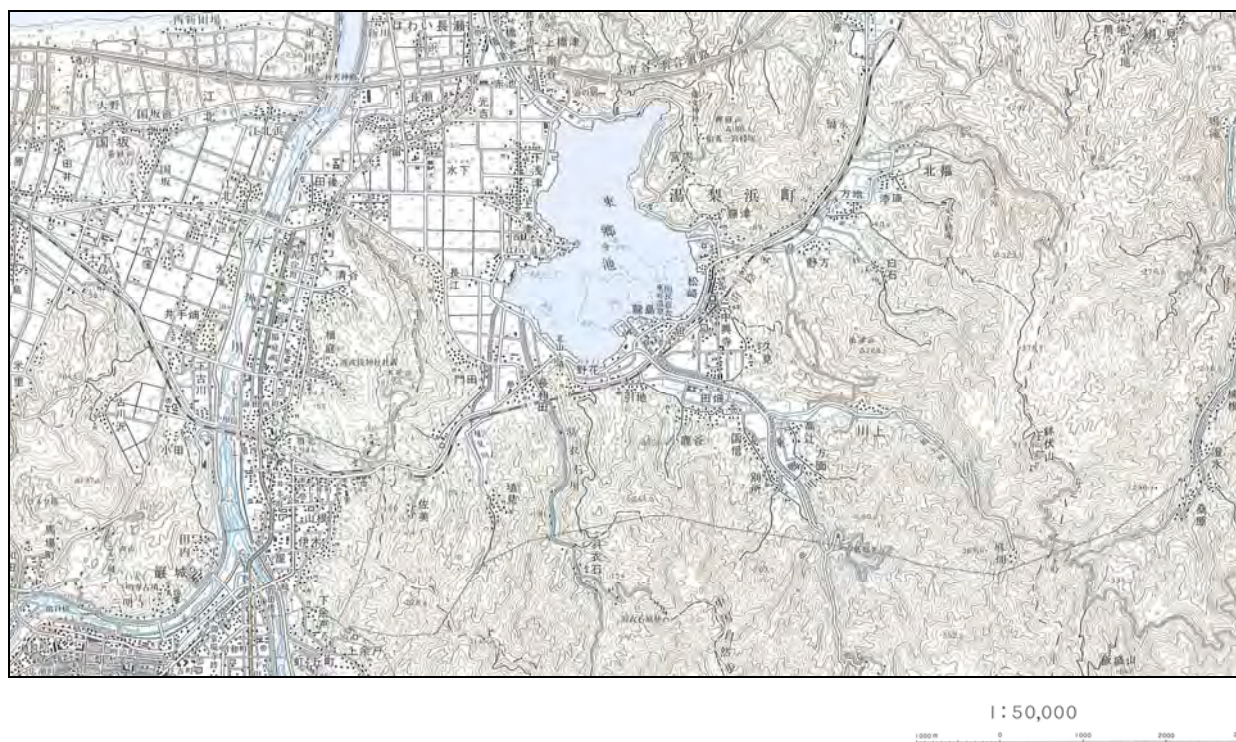


図 7.1 東郷池の位置（出典：国土地理院）

東郷池流域の土地利用形態は後述する東郷池水質管理計画によると下記の通りである。

：山林 59%、水田 17%、畑 15%、住居 5%、原野 1%、その他 3%

7.2 東郷池の環境の現状と経緯

7.2.1 海水流入管理

昭和 62 年の水害を契機に、東郷池から日本海に注ぐ橋津川の河川改修工事が実施された。これにより東郷池への海水遡上頻度が高くなることが予想されたことから、東郷池の水質保全を目的として平成 3 年に橋津川に潮止堰が建設され、海水の流入管理が行われている。潮止堰は、平水時には 3 つあるローラーゲートの内、左右のゲートを全閉とし、中央のゲートを天端高 T.P. 5cm の位置としている。ただし 2～4 月及び 6～8 月は左岸側のゲートの下端を 20cm あけている¹。潮止堰は

¹ 鳥取県中部総合事務所県土整備局

平成 8 年から池水の低塩分化を目的とする管理が実施されたが、14 年からはシジミの増産のため、逆に池水の塩分上昇を目的とした海水流入管理が行われている。

平成 21 年～22 年の池の水位変化を図 7.2 に示す。池の水位は夏に高く、冬～春に低い。

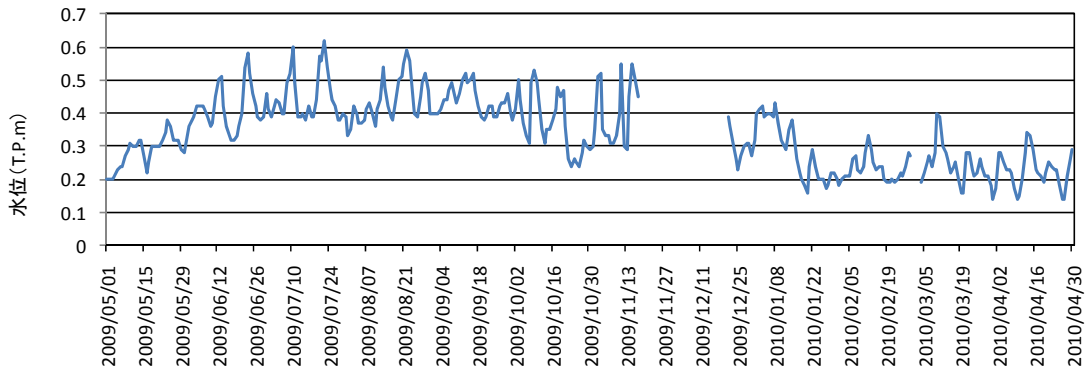


図 7.2 橋津川潮止堰の東郷池側での水位（平成 21 年 5 月～22 年 4 月）

7.2.2 水質

東郷池中央部の水質の経年変化を図 7.3 に示す。中央部表層の T-N、T-P、クロロフィル-a は変動はあるものの長期的には低下傾向にあり、透明度と COD は近年は横ばいである。表層の T-N と T-P の比は 10～15 であり、りんが制限因子と考えられる。

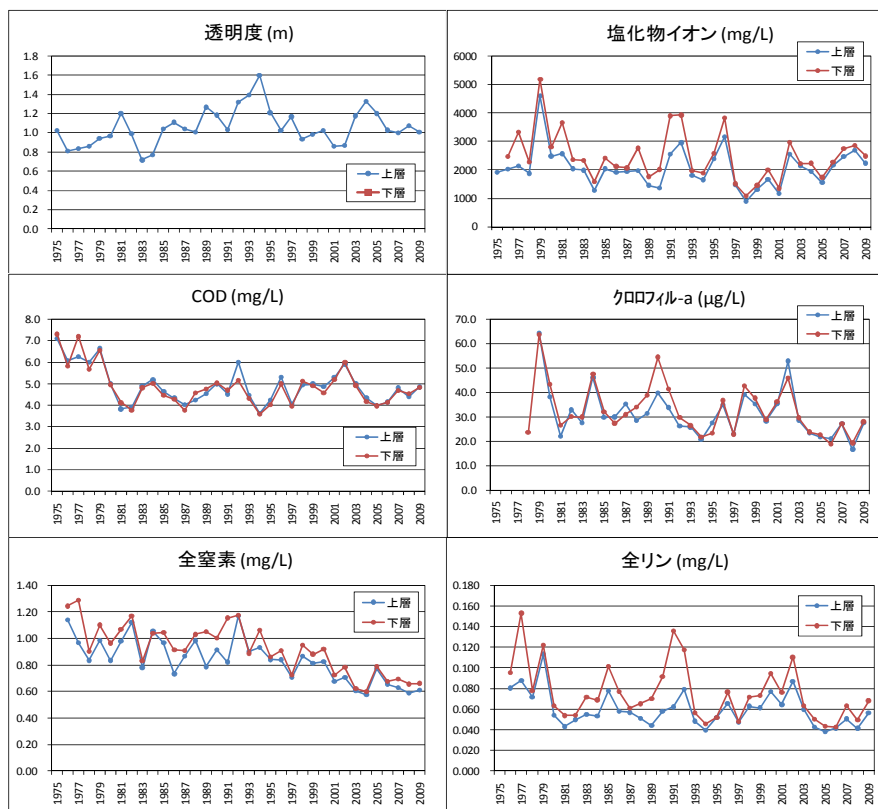


図 7.3 東郷池中央部（公共用水域水質）の水質の経年変化²

² 鳥取県衛生環境研究所

中央部と南部で池の最深部にあたる松崎地先の水質の季節変化を図 7.4 に示す。

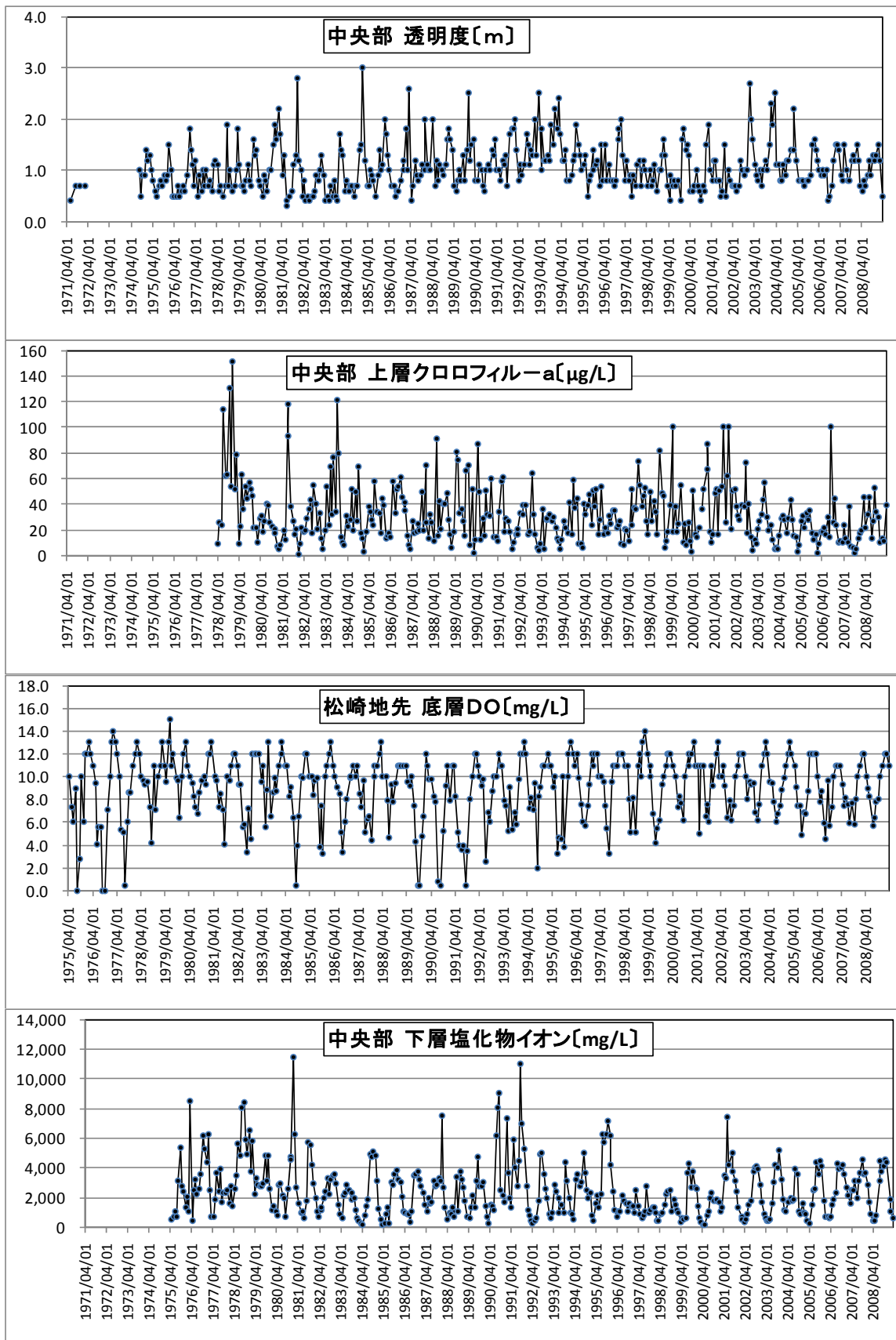


図 7.4 水質の季節変化²

[D0 の推移]

橋津川に平成3年に設置された潮止堰では8年から池水の低塩分化を目的とする水門操作が実施された。その結果、夏季の松崎沖下層のD0は平成7年までは3mg/L以下になることも少なくなかったが、8年以降は3mg/Lを下回る年は見られなくなった。

図7.4では最深部の夏季D0の顕著な変化は見られていないが、平成15年の6月と8月には水深2.5m以下の湖底近傍で3mg/Lを下回るD0濃度も観測されており、水域の塩分成層に起因する貧酸素化が懸念されている³。

[塩分の推移]

平成14年からはヤマトシジミの増産を目的として池水の塩分上昇を図る管理が行われ、図7.3に示すように上層の塩分濃度は最近は上昇している。

平成17年の5~10月における湖内の塩分観測結果を図7.5に示す。表層は2~5psu、底層は2~11psuであった⁴。

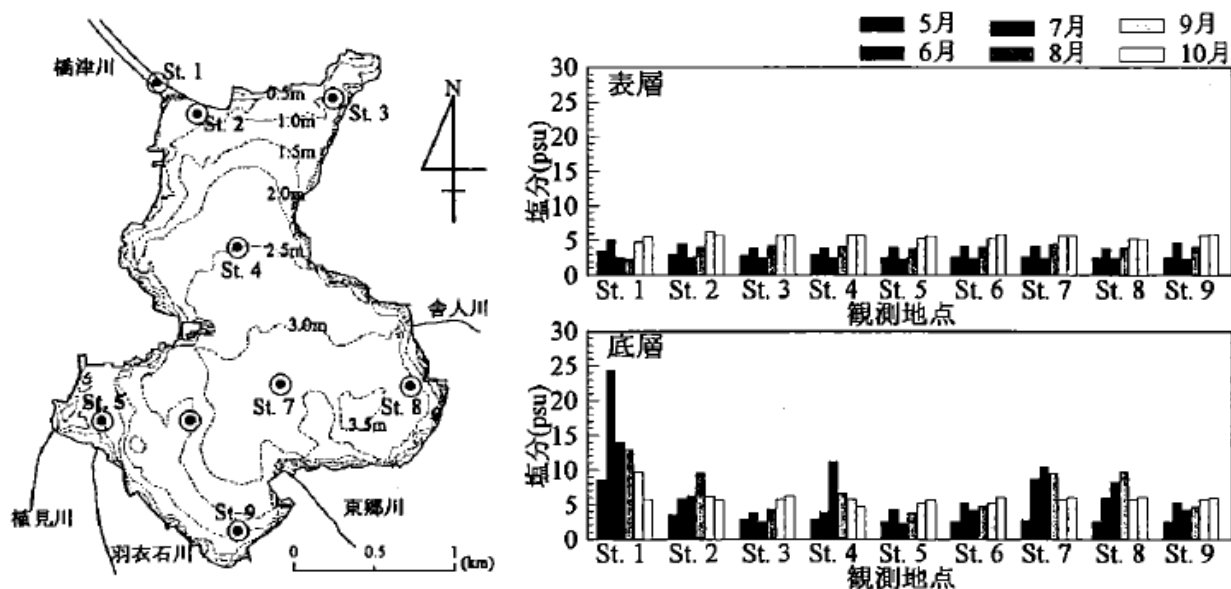


図7.5 観測地点（上）と塩分濃度（下）⁴

7.2.3 沈水植物

地域住民の方へのアンケートや各種文献から鳥取県衛生環境研究所がとりまとめた沈水植物の変遷を図7.6に示す。

東郷池の沈水植物は、昭和30年代までは池面積の1/3を覆い、船の航行障害を引き起こすくらいで、また30年代前半までは泳ぐ人も多く、繁茂したセキショウモをモク採りとして肥料として刈り取り・活用されていたといわれる。しかしながら40年代以降水質悪化とともに沈水植物は衰退し、アオコが発生するようになったが、平成に入り水質の改善とともに回復している。

³ 齋幸治・原田昌佳・平松和昭・森牧人(2008)：低次生態系-3次元流体力学モデルを用いた鳥取県東郷池の溶存酸素の導体解析、農業農村工学会論文集、No. 255、pp. 31-40.

⁴ 齋幸治・原田昌佳・吉田勲・平松和昭・森牧人(2007)：鳥取県東郷池における水質の季節的变化と分布特性、農業土木学会論文集、No. 247、pp. 31-36.

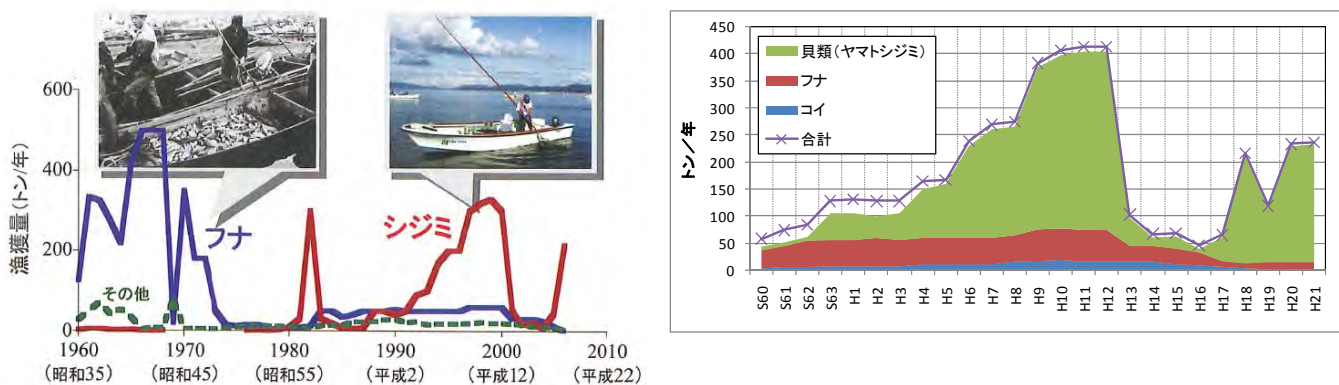
近年は平成 19 年にホザキノフサモを主とする沈水植物の大発生があり、その後も沈水植物の多い状態が続いている。平成 19 年の大発生については 18 年～19 年にかけてのシジミの出荷自粛による影響が一要因として考えられている。平成 20 年からは後述するように、沈水植物の刈り取りが実施されている。



7.2.4 漁獲

昭和 35 年から平成 21 年までの漁獲量の推移を図 7.7 に示す。

昭和 40 年代までは漁獲量の大半はフナであったがそれ以降大きく減少した。シジミは昭和 60 年代から増え始め、平成 12 年が漁獲のピークであり、この後、漁獲量が激減するが、17 年から増加に転じている。



フナとシジミの漁獲量の推移. 昭和40年代まではフナが東郷湖の代表的な漁獲物だった。

図 7.7 漁獲量の長期の推移⁶ (左) と昭和 60 年以降の推移⁷ (右)

ヤマトシジミの生息範囲を図 7.8 に示す。この範囲は、年平均風速 3m/s (日中は海風である北風、夜間は陸風である南風) を与えた夏季のモデルによる計算結果で得られた湖底 D0 が 4~5mg/L の分布とよく一致しているとのことである⁸。



図 7.8 ヤマトシジミの生息域⁹

⁶ 東郷湖メダカの会(2010)：東郷湖物語

⁷ 昭和 60 年～平成 15 年まで：「漁業・養殖業生産統計年報」による、平成 16 年以降：東郷湖漁協

⁸ 齋幸治・原田昌佳・平松和昭・森牧人(2008)：低次生態系-3次元流体力学モデルを用いた鳥取県東郷池の溶存酸素の導体解析、農業農村工学会論文集、No. 255、pp. 31-40.

⁹ 米原邦彦(2004)：東郷池の水質とプランクトン優占種におけるシジミの分布について、鳥取大学大学院修士論文

7.2.5 水質浄化計画に見る東郷池の現状認識

後述する「東郷池の水質浄化に向けたアクションプログラム¹⁰⁾」の中で、東郷池の現状と課題について簡潔にまとめられているので、以下に引用する（各記述の見出しは筆者）。

- ① 対策の実施：東郷池に流れ込む人為的な汚水の量を減らすため、下水道や合併処理浄化槽などの整備、工場などの各種汚染源に対する規制を行ってきた。
- ② 水質の現状：東郷池の水質は一定の改善が見られたものの、望ましい目標として定められた水質環境基準は未達成である。下水道及び農業集落排水施設の整備は完了しているが、近年の水質は横ばいである。
- ③ 自然環境の喪失：人工護岸等により陸域と水域が分断され、連続性を持った自然環境が失われている。
- ④ 自然浄化機能の回復：東郷池に流入する汚れの削減のほか、浅場や藻場の造成などによる自然浄化機能の回復を図る必要がある。
- ⑤ 住民団体による活動：「東郷湖メダカの会」などの住民団体による自然再生に向けた活動が行われている。

7.3 水質改善に向けた取り組み

東郷池の水質浄化に向けては、鳥取県が平成 19 年 3 月に「東郷池水質管理計画¹¹⁾」、20 年 11 月には「東郷池の水質浄化に向けたアクションプログラム」を策定し、浄化目標と対策をまとめている。また地域住民、事業者等、鳥取県及び湯梨浜町で構成される「東郷湖の水質浄化を進める会」が主体となって平成 20 年 4 月に「東郷湖活性化プロジェクト¹²⁾」が発足している。

7.3.1 東郷池水質管理計画

東郷池水質管理計画は、平成 19 年 3 月に鳥取県により策定された計画で、東郷池の一層の水質改善を図るために関係機関、事業者及び住民等の連携のもとに浄化対策を総合的かつ計画的に推進することを目的としている。計画の目標年度は平成 27 年度で、水質目標を表 7.1 に示す。

表 7.1 水質目標値¹¹⁾

《東郷池中央部》		(単位：mg/L)			
項目	年度	平成15年度 (現況)	平成22年度 (中間目標年度)	平成27年度 (目標年度)	環境基準
COD	75%値	5.2	4.5	4.5	3 (湖沼A)
全窒素	年平均値	0.58	0.47	0.46	—
全りん	年平均値	0.043	0.033	0.032	—

¹⁰⁾ 鳥取県(2008)：東郷池の水質浄化に向けたアクションプログラム

¹¹⁾ 鳥取県(2007)：東郷池水質管理計画、平成 19 年 3 月

¹²⁾ 鳥取県湯梨浜町

東郷池への流入負荷の現状と将来についての推計値を図 7.9 に示す。

流入負荷の削減目標は、平成 15 年度に対して目標年度の平成 27 年度に、COD を 3%、T-N を 8%、T-P を 9%削減することとされている。

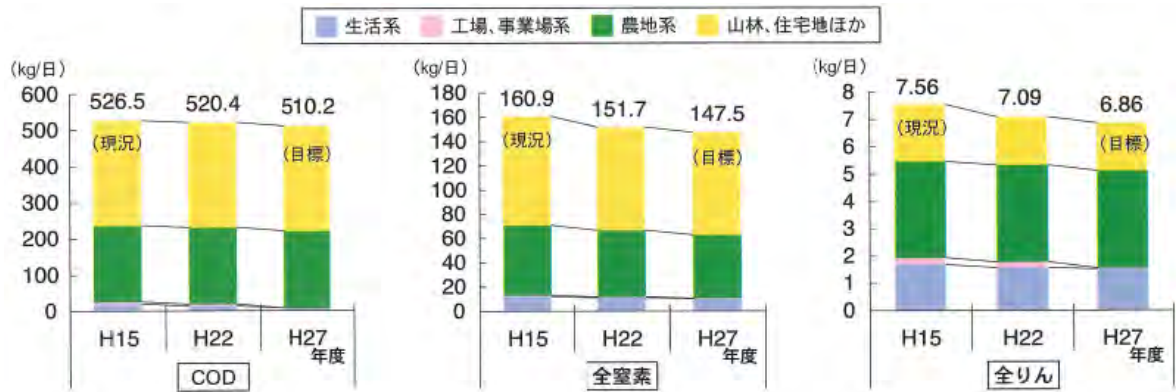


図 7.9 流入汚濁負荷量の推計値¹¹

東郷池水質管理計画にもりこまれている事業及び措置と具体的内容は以下の通りである。

[水質保全事業]

- ・ 生活排水対策：下水道への接続の促進、浄化槽の維持管理の確保
- ・ 工場・事業場対策：排水規制、監視指導、処理施設の維持管理指導
- ・ 非特定汚染源対策：環境にやさしい農業の推進(水稲栽培でのエコファーマー施肥の導入と除草剤流出対策など)、市街地の清掃、森林の適正管理
- ・ 湖沼等の浄化対策：湖面、湖底の清掃、湖内覆砂の検討
- ・ 緑地保全その他湖辺の自然環境の保護

生活排水対策の公共下水道の処理水は流域外に放流されている。

[その他必要な措置]

- ・ 水質調査：湖内及び流入河川等の水質の監視、調査
- ・ 調査研究等の推進：汚濁機構解明調査等
- ・ 地域住民等による活動の推進：行政と住民組織による活動の推進
- ・ 漁業を通じた水質保全の推進：持続的漁業による窒素、りんの湖外への除去促進
- ・ 環境学習の推進
- ・ 事業者に対する助成

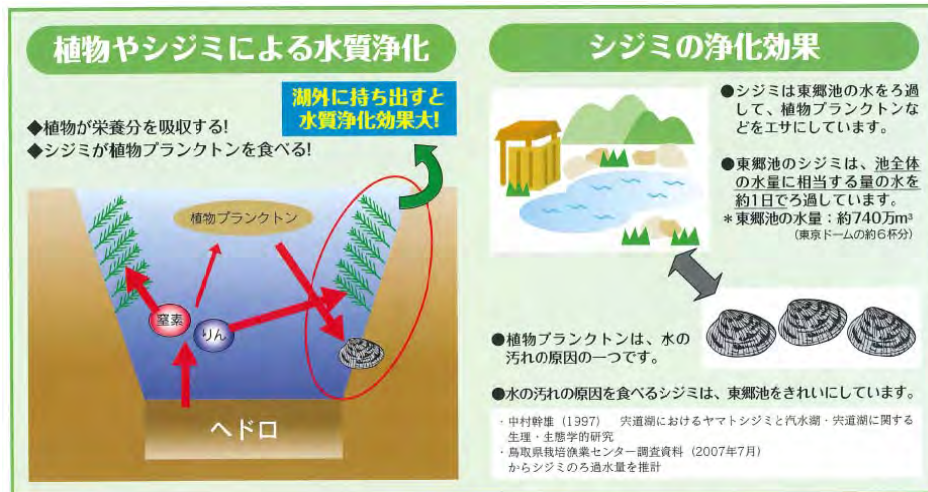


図 7.10 沈水植物とシジミの水質浄化の役割に関する広報⁵

7.3.2 東郷池の水質浄化に向けたアクションプログラム

東郷池の水質浄化に向けたアクションプログラム（以下、アクションプログラム）は平成 20 年 11 月に鳥取県により策定され、東郷池を昔の美しい姿に戻すことを目的として、住民が取り組める水質浄化活動や行政が取り組む施策をまとめたものである。アクションプログラムは、7.2.5 に示した現状認識を基に地域住民、事業者等、湯梨浜町及び県で構成する「東郷池の水質浄化を進める会」での協議を経て策定された。

アクションプログラムの目的と内容を図 7.11 に示す。

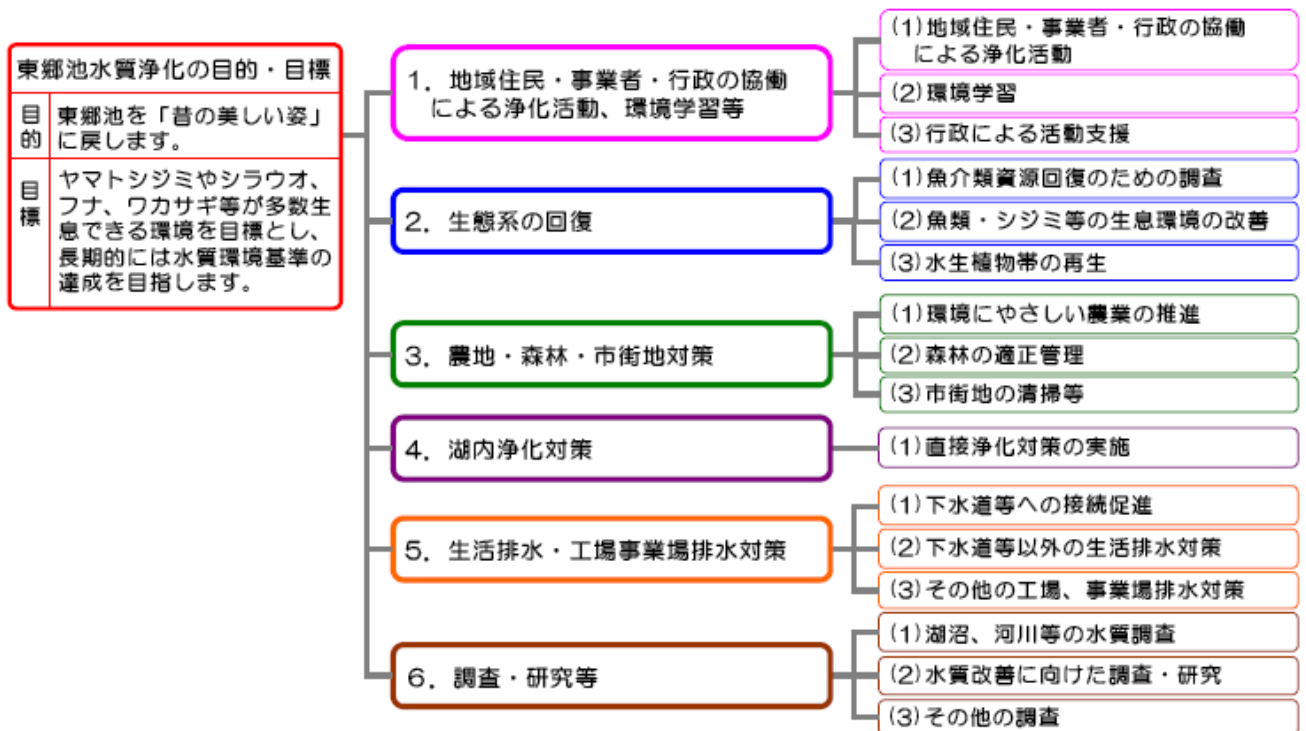


図 7.11 アクションプログラムの目的・目標と内容¹⁰

「東郷湖の水質浄化を進める会」の構成員は下記の通りである。

：東郷湖漁業協同組合、J A鳥取中央農業協同組合、はわい・東郷温泉旅館組合、上浅津北区、東郷湖羽合臨海公園、東郷湖メダカの会、湯梨浜町女性団体連絡協議会、湯梨浜町商工会女性部、湯梨浜町内学識経験者、鳥取県（鳥取県中部総合事務所・鳥取県栽培漁業センター・鳥取県衛生環境研究所・鳥取県農林総合研究所）、湯梨浜町

図 7.11 で 1 の(1)に掲げられている「地域住民・事業者・行政の協働による浄化活動」の一環として実施されているのが、モク肥料化プロジェクトである。このプロジェクトは湯梨浜町が地域と連携して実施しており、東郷池のモク（ホザキノフサモ）を刈り取り、肥料化して農地に有効利用することで、栄養塩を湖外へ持ち出し、水質浄化を図るというねらいである。また環境教育という一面を活かして継続性のある取り組みを目指している。

7.3.1 の東郷池水質管理計画と 7.3.2 のアクションプログラムの対策の内容はほとんど重複しており、明確な違いは、前者にはなく、後者にある「地域住民・事業者・行政の協働による浄化活動」である。平成 19 年のホザキノフサモの繁茂により、その刈り取りと肥料化を主とする活動が東郷池水質管理計画に付加されてアクションプログラムに進展したといえるかもしれない。

表 7.2 アクションプログラムの体系と取り組み一覧¹⁰

	取組主体				
	地域住民	事業者等	団体等	行政	
1 地域住民・事業者・行政の協働による浄化活動、環境学習等					
(1)地域住民・事業者・行政の協働による浄化活動					
①アダプト・プログラム制度の導入、参加	○	○	○	○	町ほか
②東郷湖の水質浄化を進める会による意見交換・協働事業検討	○	○	○	○	進める会
③モク肥料化プロジェクト	○	○	○	○	町ほか
④地元と連携したコイ・フナの自然産卵促進策の実施	○		○	○	地元小学校、県
(2)環境学習					
①東郷池湖上観察会	○			○	県
②出前講座、貸出し図書による学習	○			○	県
(3)行政による活動支援					
①環境保全活動支援				○	町、県
②こどもエコクラブ活動支援				○	町、県
③河川等のボランティア活動支援				○	県
④森林・林業体験学習等の活動支援				○	県
2 生態系の回復					
(1)魚介類資源回復のための調査					
①ワカサギ資源回復調査、魚類相把握				○	県
②シジミ資源のモニタリング調査				○	県
③東郷川魚道の効果検証				○	県
(2)魚類・シジミ等の生息環境の改善					
①湖底耕耘			○	○	漁協、県
②湖内清掃			○	○	漁協、県、町
(3)水生植物帯の再生					
①ヨシ等の再生	○		○		住民団体等
3 農地・森林・市街地対策					
(1)環境に優しい農業の推進					
①環境に優しい農業の実践		○			農業者
②環境に優しい農業の普及指導			○	○	町、県、JA
(2)森林の適正管理					
①下刈等の実施				○	町
②民有林の適正管理の推進		○		○	町、森林所有者等
(3)市街地の清掃等					
①道路等の清掃				○	県
②町内クリーン作戦	○	○	○	○	
③東郷湖一斉清掃	○	○	○	○	
4 湖内浄化対策					
(1)直接浄化対策の実施					
①湖内覆砂の検討、実施				○	県
5 生活排水・工場事業場排水対策					
(1)下水道等への接続推進					
①下水道・農業集落排水施設への接続	○	○		○	町
(2)下水道等以外の生活排水対策					
①浄化槽の適切な維持管理	○	○		○	県、町
②生活排水対策の実践	○	○			
(3)その他の工場、事業場排水対策					
①汚水処理施設の適正管理、排水基準遵守		○			
②水質汚濁防止法に基づく立入検査の実施				○	県
③中小企業者に対する汚水処理施設整備などへの融資				○	県
6 調査・研究等					
(1)湖沼、河川等の水質調査					
①東郷池の水質モニタリング				○	県、町
②流入河川等の水質モニタリング				○	県、町
(2)水質改善に向けた調査・研究					
①東郷池の水質浄化・再生に関する調査研究				○	県
②果樹園由来の環境負荷削減に向けた各種技術の検討(研究)				○	県
(3)その他の調査					
①不法投棄監視員による水質・廃棄物等の状況調査				○	町

7.3.3 東郷湖活性化プロジェクト¹²

東郷湖活性化プロジェクト（以下、プロジェクト）は平成 20 年より湯梨浜町が中心となって、東郷湖をシンボルあるいは、バロメーターとしながら、観光、環境、農林水産業等様々な分野の振興、地域活性化を図ることを目的として進められているプロジェクトである。プロジェクトの推進のために平成 20 年 4 月にプロジェクト推進会議を発足させている。推進会議の構成を図 7.12 に示す。

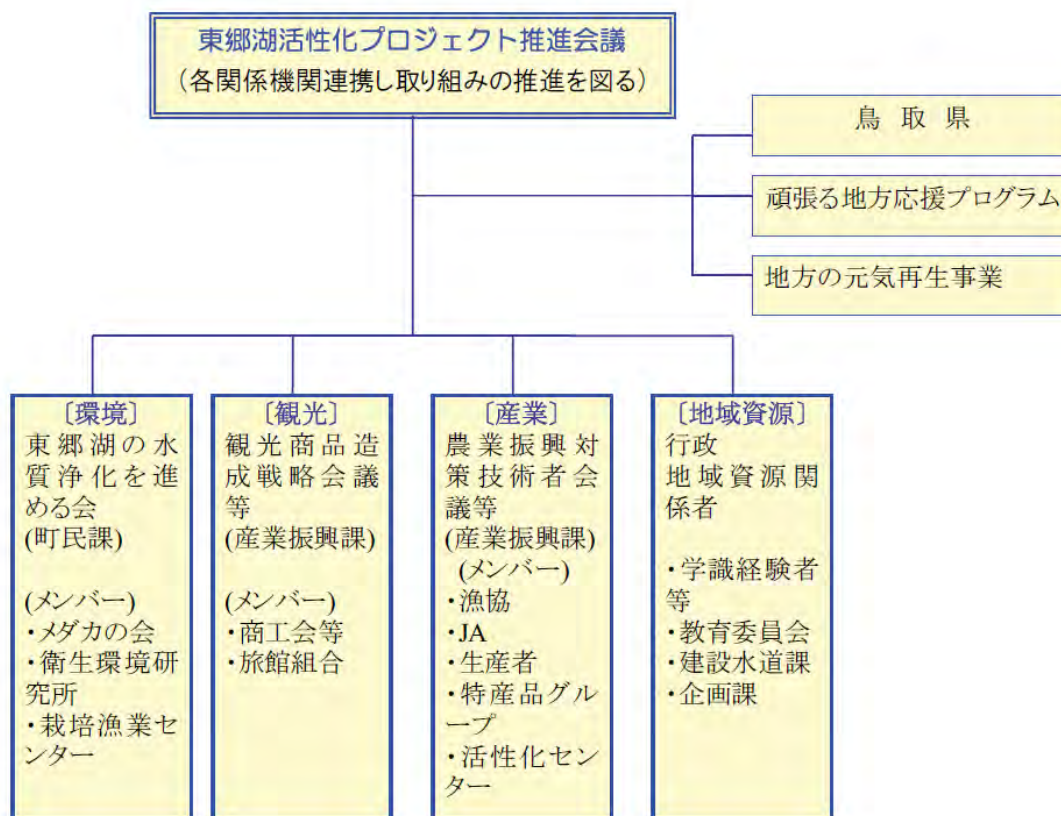


図 7.12 東郷池活性化プロジェクト推進会議の構成¹²

プロジェクトの企画書に盛り込まれている具体的な内容と目標は下記の通りである。

- ① 環境：東郷湖を「昔の美しい姿に」⇒水質管理計画の進行管理、モク肥料化、魚類の復活等
目標：COD 4.5mg/L（水質管理計画の目標値）
- ② 観光：東郷湖を「観光振興の拠点に」⇒観光客の呼び込み
目標：観光人口（宿泊客）年間 20 万人
- ③ 産業：東郷湖の周辺環境を生かした「農林水産業の振興を」⇒東郷湖産シジミのブランド化等
目標：シジミ年間漁獲量 200 トン
- ④ 資源：東郷湖周辺の「地域資源を磨き次の世代への継承を」⇒湖沼の名称（湖か池か）等
目標：各事業の目標値を 90%以上達成

シジミの数値目標の根拠は下記の通りである。

【産業分野】シジミ漁獲量年間200トン

東郷湖産のシジミは黒いダイヤと呼ばれ、県内外より需用の高い水産物である。また植物プランクトンをエサにするシジミは、水質浄化の効果も持ち合わせているため、シジミの安定した漁獲量を設定するもの。

平成18年度…200トン

平成19年度…100トン（残留農薬が検出され操業自粛の影響による）

平成20年度…214.5トン

（参考）シジミ漁組合員65名×20日/月×15kg/日×12月＝234トン

15kg/日は操業自粛後の規制緩和策であり、以前は10kg/日であった。

シジミ漁組合員65名×20日/月×10kg/日×12月＝156トン

7.3.4 水草肥料化試験

水草の刈り取りとその肥料化試験はアクションプログラム及びプロジェクトの双方に位置づけられており、平成20年より実施されている。

- ① 予算：鳥取県から鳥取県環境立県協働促進事業補助金交付60万円（補助率1/2）を受けている。
- ② 役割分担：実施主体は「東郷湖の水質浄化を進める会」であり、表7.3に示す分担で実施されている。

表 7.3 主な役割分担¹³

関係機関	役割
湯梨浜町	計画、協力呼びかけ
漁協	漁船による水草の刈り取り
ボランティア・団体	水草から異物の除去・乾燥作業
幼稚園・学校	作業協力および水草肥料の花壇等への利用
農業者	畑への利用
県衛生環境研究所	水草分布調査・水草成分分析
県の農林部局	畑へ利用した後の観察

(1) 実施状況¹³

水草の刈り取りは原則として9月中旬の祝祭日に実施することとしており、過去3年間の実施状況は下記の通りである。

- ① 平成20年9月23日漁船5艘で水草刈り取り、水草からゴミの除去、旧羽合梨選果場で自然乾燥、9月26日水草を袋詰めして配布、当日参加人数約50名
- ② 平成21年9月22日漁船15艘で水草刈り取り、後の作業はほぼ同じ
- ③ 平成22年10月2日漁船8艘で水草刈り取り、後の作業はほぼ同じ
作業の手順は次の通りである。

：刈り取り→異物除去→乾燥→業者搬入、袋詰めして公共施設等へ搬入

¹³ 東郷湖の水質浄化を進める会

(2) 刈り取り量とその利用¹³

鳥取県衛生環境研究所が平成 21 年 8 月に実施した水草分布状況調査の結果を図 7.13 に示す。



図 7.13 水草分布範囲（平成 21 年 8 月）（鳥取県衛生環境研究所データを改変）

各年の刈り取り量と利用状況は下記の通りである。

- ① 平成 20 年：水草の刈り取り量約 5 トン、ほとんどがホザキノフサモ。
利用状況は、乾燥した水草を公共施設等で利用、一部は業者が引き取り、土壌改良材に利用。
- ② 平成 21 年：水草の刈り取り量 3,260kg、利用状況は、ネギの肥料 1,275kg、梨の肥料 315kg、パーク材に添加 900kg、乾燥して保育所の花壇の肥料等で利用 770kg
- ③ 平成 22 年：水草の刈り取り量は約 2 トン（未公表値）、マツモの割合が増えていた。

(3) 成分分析と持ち出し量

刈り取られた水草の窒素、リン酸及びカリウムの含有量の分析結果を主な有機質肥料等と比較したものを表 7.4 に示す。水草は、カリウムと苦土の含有率が比較的高く、表に記載した有機質肥料の中では、緑肥作物に近い性状と考えられる。

平成 20 年に刈り取られた水草による窒素とりんの持ち出し量を試算すると、刈取量 5 トン、水分含有率 92.6%として窒素、りんそれぞれ 9.7kg、2.6kg となる。この量は図 7.9 の汚濁負荷流入量（現況）と比較すると、窒素で 0.06 日分、りんで 0.3 日分となる。

表 7.4 東郷池の水草と主要な有機質肥料等の肥料成分概要

有機質肥料等の種類		成分含有率等				
		窒素 N(%)	リン酸 P ₂ O ₅ (%)	カリウム K ₂ O(%)	苦土 MgO(%)	C/N 比
東郷池水草		2.62	1.59	3.17	1.62	7.1
緑肥作物	レンゲ	2.4	0.5	1.3	0.5	18
	ソルゴー	1.4	0.5	3.9	0.5	22
	イタリアンライグラス	1.9	0.5	3.1	0.4	17
	トウモロコシ	2.0	0.6	1.0	0.6	12
藁稈類	稲わら	0.8	0.4	1.9	0.2	37
	もみがら	0.6	0.4	0.6	0.0	50
堆肥	牛糞堆肥	2.1	2.1	2.2	1.0	16.5
	豚糞堆肥	2.9	4.3	2.2	1.4	13.2
	鶏糞堆肥	2.9	5.1	2.7	1.4	12.5
その他有機質肥料	魚かす粉末	8.04	8.74	—	0.37	—
	菜種油かす粉末	5.61	2.49	1.33	0.90	—
	大豆油かす粉末	7.32	1.60	2.24	0.48	—
	加工家きん糞肥料	3.74	3.57	1.78	—	—
	カニ殻	5.0	3.0	0.7	—	—
	米ぬか	2.1	4.8	1.7	2.4	—
平均	緑肥作物	1.9	0.5	2.3	0.5	—
	有機質肥料	3.3	2.6	1.9	0.8	—

注) 出典：東郷池の水草は鳥取県衛生環境研究所、それ以外のデータは神奈川県作物肥料施用基準－肥料成分表

7.3.5 東郷湖メダカの会

東郷池には環境保全に取り組んでいる「東郷湖メダカの会」（以下、メダカの会）という団体がある。設立は平成 11 年 10 月で、絶滅危惧種に指定されているメダカが東郷湖羽合臨海公園内に生息していることから、この保護とメダカを通して自然環境に係る諸活動を行うことを目的としている。メダカの会の平成 22 年度の活動方針と計画（案）に記載されている主要な活動は次の通りである。

- ① 絶滅危惧種メダカの保護・育成：年 2 回のメダカボランティアの日に整備の継続、メダカ遊園池の整備及び子供との生物調査活動の実施
- ② メダカの目を通した東郷池の環境を考える取り組みの推進：地域の環境団体・住民と連携した東郷池の水質浄化の推進、ヨシの刈り取り・植栽の実施、年 4 回の自然環境勉強会の開催
- ③ 普及と啓発活動：水質浄化の理解と関心を高めるためのシンポジウムの開催、環境団体との連携活動など

メダカの会が作成した東郷池で取り組みを行っている地域の環境団体の活動を図 7.14 に示す。



図 7.14 地域の環境団体による東郷池の環境取り組みマップ⁶

7.4 現地調査

- ・ 平成 22 年 10 月 1 日、東郷湖の現地調査後に、鳥取県衛生環境研究所にて水環境対策チーム長 九鬼貴弘氏、化学衛生室研究員 永瀬知美氏より話を伺う。
- ・ 平成 22 年 10 月 1 日、東郷湖メダカの会会長 本田斉氏、東郷湖羽合臨海公園園長 西田雄二氏より話を伺う。
- ・ 平成 22 年 10 月 2 日、漁船に乗船して沈水植物の刈り取り、ゴミの分別、選果場にての乾燥まで立ち会う。

[シジミ関連]

- ・ 平成 12 年のシジミ漁獲量の激減は塩分低下による産卵不良と過剰な漁獲によるものと考えられる。
- ・ 平成 18 年～19 年の残留農薬問題による漁獲中止は、農薬に関する基準を設定したので解決している。
- ・ 漁協の組合員は約 70 名、平成 22 年 8 月までは 1 人 1 日 15kg までという制限であったが、9 月からは 10kg と強化されている。組合員以外による漁獲もある。
- ・ 平成 22 年の夏は、池の底層 DO が 1～2mg/L と低下していて、影響が危惧される。
- ・ シジミの産卵は、池の流出部や橋津川で行われており、1 年後の稚貝を採取して池に放流している。

[水草関連]

- ・ 昭和 30 年代はセキショウモが主であった。
- ・ 平成 19 年に大発生したのはホザキノフサモで、船の航行に支障が出るほどであったので刈り取りの契機となったと思われる。
- ・ 平成 22 年の刈り取り状況から、沈水植物の主体はホザキノフサモとマツモであり、19 年と比べるとマツモの割合が増加している。他にわずかであるが、ササバモとオオカナダモが確認されている。
- ・ 刈り取り量は平成 20 年の刈り取り開始以降、毎年減少している。沈水植物の生育量が減少したのか、刈り取りによる効果と考えるべきなのか、今後の推移が注目される。
- ・ ヒシなどの浮葉植物はない。アオコも塩分濃度が高いせいか近年は少ない。



図 7.15 橋津川の潮止堤の全容（左）と右岸側の魚道（右）



図 7.16 橋津川の漁船の航行状況（左：航行のための水位上昇、右：航行後）



図 7.17 東郷湖の南岸の砂浜（左）と多く見られる護岸（右）



図 7.18 四ツ手網（左）と橋津川流出部（右）

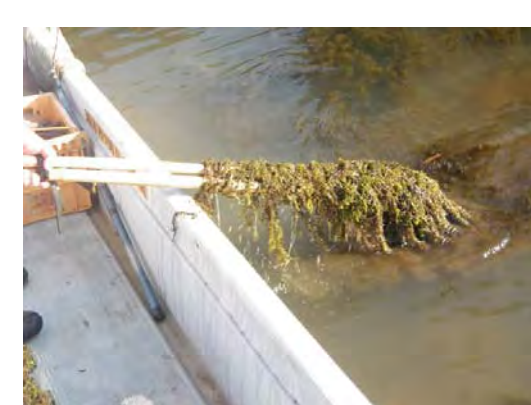


図 7.19 沈水植物の刈り取り状況（左）昔から用いられている刈り取りの道具（右）



図 7.20 刈り取った水草の陸揚げ状況（左）と刈り取った水草（右）

注)右は、上からマツモ、ササバモ、オオカナダモ



図 7.21 刈り取った水草の分別状況（左）と別途回収されたゴミ（右）

注) 写真左の手前は倉吉西高校のボランティアメンバー



図 7.22 刈り取った水草の搬送



図 7.23 選果場での乾燥状況

8 印旛沼（千葉県）

8.1 印旛沼の概要^{1, 2}

印旛沼は、利根川下流部に形成されていた内湾の中にある入江が、土砂堆積により堰き止められて形成された湖沼であり、昭和 35～44 年(1960 年代)に大規模な開発事業が行われ沼の姿が大きく変化している。印旛沼の諸元は以下のとおりである。

- ・ 標高 Y.P. +3m 程度、沼面積 11.55km²、平均水深 1.7m、流域面積 541.1km²、淡水湖
- ・ 水利用量は年平均 2 億 5400 万 m³、内訳は工水 63%、農水 24%、上水 13%
- ・ H19 年度公共用水域水質測定結果（環境省）において全国湖沼ワースト 1



写真 8.1 印旛沼空中 平成 22 年 9 月撮影（上：西印旛沼、下：北印旛沼）

注）上記及び以下の写真一式の出典：千葉県県土整備部河川環境課、千葉県河川環境課、千葉県

¹ 印旛沼流域水循環健全化計画、平成 22 年 1 月、印旛沼流域水循環健全化会議

² 平成 21・22 年いんばぬま白書、財団法人印旛沼環境基金



環境基準

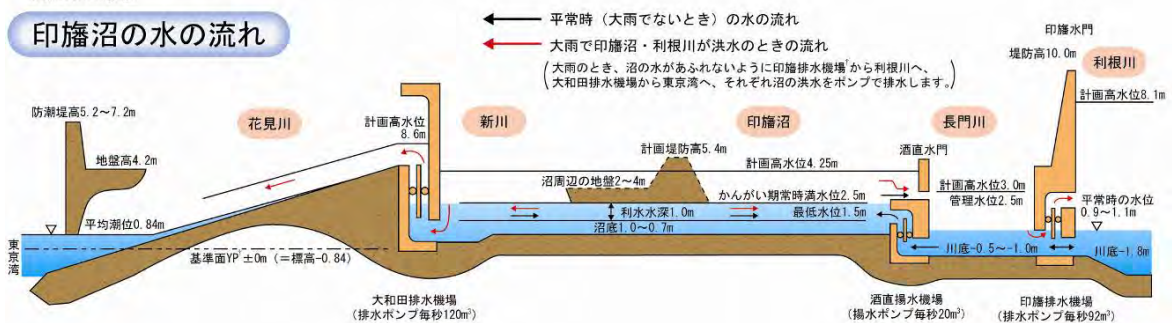
項目	類型	基準値	湖沼水質保全計画目標値※	平成20年度年平均値
COD	湖沼・A	3.0mg/l (75%値)	7.5mg/l	8.5mg/l
			8.9mg/l ^{※※}	9.6mg/l ^{※※}
T-N	湖沼・Ⅲ	0.4mg/l	2.7mg/l	2.6mg/l
T-P	湖沼・Ⅲ	0.03mg/l	0.10mg/l	0.11mg/l

※第5期の目標値で、施策を講じた場合の平成22年度の年平均値
 ※※COD75%値

利水状況

項目	状況
上水	2,906万m ³ /年(平成20年度)
工業用水	6,519万m ³ /年(平成20年度)
農業用水	7,399万m ³ /年(平成20年度)
内水面漁業	155t/年(平成19年、手賀沼を含む)

印旛沼の水の流れ



印旛沼の現在までの経緯について簡単にまとめる。

(1) 印旛沼の誕生^{2,3}

縄文および弥生時代における印旛沼は、現在の鹿島（茨城県）や銚子（千葉県）の方向から内陸に向かって広く開けた「古鬼怒湾（こきぬわん）」と称された内湾の中にある小さな入り江の一つであったといわれている。

また、今から 1000 年ほど遡った時代の印旛沼は、図 8.1 に示すように、現在の霞が浦（茨城県）や北浦（茨城県）、牛久沼（茨城県）、手賀沼（千葉県）、そして千葉県の水郷一帯を一つにした水域の一角にすぎず、水の性状は現在のような淡水ではなく、淡水と海水が混じり合った汽水であったと考えられている。

その後、香取の海は、流域から海に注ぐ河川が運んでくる土砂等の堆積や、海退によって徐々に陸化し、縮小していったといわれている。しかし、印旛沼や隣接の手賀沼などのような小さな入り江は陸化から取り残された。

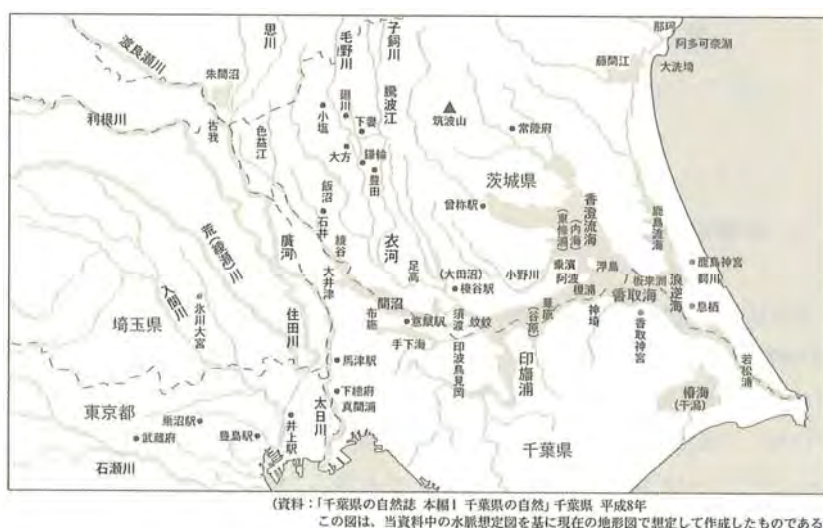


図 8.1 約 1000 年前における関東地方の地勢と印旛沼²

(2) 利根川東遷事業^{2,4}

江戸時代に行われた利根川東遷事業（図 8.2）は、江戸を水害から守ること〔当時、現在の東京の江戸川区葛西や台東区浅草あたりはかなりの湿地帯で、しかも利根川（墨田川）が氾濫するたびに洪水に見舞われていた〕、新田開発によって農業の安定化を図ること、そして千葉県のみならず、東北地方や茨城県からの物資（産物）を運ぶための水運（舟運）ルートの整備などを目的として行われたものであると推測されている。

³ 千葉県(1996)：千葉県の自然誌 本編1 千葉県の自然

⁴ 大熊孝(1981)：利根川治水の変遷と水害、東大出版会

しかし、一方では利根川上流からの多量の土砂等が下流に運ばれ、堆積し、その結果として印旛沼は、かつての地形に近い姿に生まれ変わることになったものの（後述する「印旛沼開発事業」以前におけるローマ字のW字に似た形状）、利根川の氾濫のたびに利根川の水が印旛沼に逆流し、多大な洪水被害を蒙ることになった。

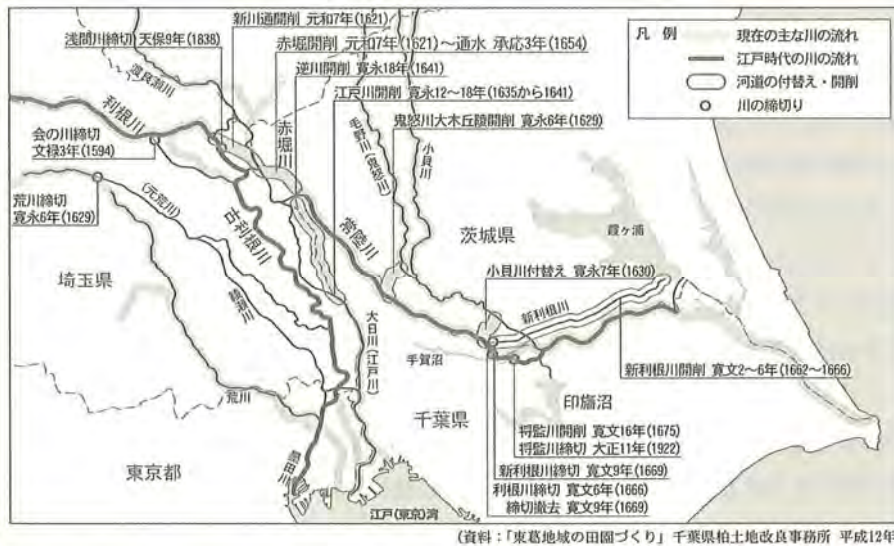


図 8.2 利根川東遷事業の工事と現在の利根川²

(3) 印旛沼開発事業⁵

昭和 21 年から行われた国営印旛沼・手賀沼干拓事業において印旛沼の形状は大きく変化し、工事の完成した昭和 44 年には印旛沼は沼の面積は約 2,800ha→1,155ha に、平均水深は 0.7~0.8m→1.7m に変わった（表 8.1）。また、工業用水、上水、農業用水の水がめとして機能させるため、利根川と北印旛沼の間に酒直水門が作られ、水位管理が行われるようになった。

同じ時期に千葉県では、京葉工業地帯を中心とする工業化政策が進められ、印旛沼流域も京葉工業地帯の後背地として、また、首都圏のベットタウンとして、昭和 30 年代半ばから工業化、都市化が急速に進行した。

このような開発により、印旛沼流域の土地利用については、昭和 45 年頃から現在にかけて、農地及び山林等の面積が約 2/3 に減少し、それらに代わって市街地面積が約 2.3 倍に増加した。また、流域でみると流域西部の桑納川、神崎川、新川、手操川流域を中心に都市化が進んでおり、畑は流域南東部の鹿島川、高崎川流域に多く、水田は、沼周辺の低地を中心に分布している。

⁵特定非営利活動法人印旛沼広域環境研究会：印旛沼の水草の変遷 笠井貞夫先生を偲んで p48-50

表 8.1 印旛沼及びその流域の変遷 5

		干拓前		干拓後	
印 旛 沼	面 積	約2,800ha		1,155ha	
	平均水深	0.7～0.8m		1.7m	
	形 状	W型		西沼～捷水路～北路	
流 域	土 地 利 用		昭和20年	昭和45年	平成18年4月
		市街地	3%	18%	42%
		農 地	41%	47%	37%
		山林等	56%	37%	21%
	流域人口	昭和40年頃	約20万人		約74万人

表 8.2 印旛沼に関する年表⁶

西暦（年）	事 項
1946（昭和21）年	農林省直轄事業として国営印旛沼・手賀沼干拓事業を決定
1960（昭和35）年	印旛排水機場完成
1961（昭和36）年	沼で大腸菌検出のため遊泳禁止
1963（昭和38）年	川崎製鉄、工業用水の取水開始
	農林省直轄事業から水資源開発公団に継承され、「印旛沼開発事業」となる
1966（昭和41）年	大和田排水機場、酒直水門及び同機場完成
1967（昭和42）年	捷水路の掘削工事竣工、中央干拓を開始 千葉県営工業用水道の取水開始。印旛沼流域下水道建設に着手
	新川に水の華（アオコ）が発生
1968（昭和43）年	印旛放水路（新川・花見川）の掘削工事竣工 県営水道、取水開始（7月） アオコが大量発生しコイやフナが浮上
1969（昭和44）年	印旛沼開発事業竣工式（3月）
1970（昭和45）年	県営水道、粉末活性炭の使用開始
1973（昭和48）年	千葉県、流域市町村、利用者による「印旛沼水質保全協議会」が発足 水生植物の枯死、アオコの大量発生ピーク
1980（昭和55）年	県営水道、柏井上水場に高度浄水処理施設を導入し稼働開始
1984（昭和59）年	COD年平均値が13mg/lまで上昇（最高値）、オニビシの異常繁殖が始まる
1985（昭和60）年	大和田排水機場を利用し、流動化運転の試験開始 湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼となる
1987（昭和62）年	オニビシの刈り取り開始（1991（平成3）年まで継続） 第1期湖沼水質保全計画を策定。総合的・計画的な対策の推進を開始～以降、5年ごとに計画を策定～
1955（平成7）年	建設省、印旛沼開発施設機能調査を開始
2000（平成12）年	国直轄の利根川印旛沼総合開発事業の中止決定
2001（平成13）年	印旛沼流域水循環健全化会議を設置 総合的な水環境改善と治水対策の検討開始
2004（平成16）年	印旛沼流域水循環健全化緊急行動計画を策定
2007（平成19）年	第5期湖沼水質保全計画を策定

⁶千葉県環境研究センター(2008)：印旛沼モデルとした特定流域圏における環境改善と再生に関する研究 報告書、平成20年3月

8.2 印旛沼の環境の現状と経緯

8.2.1 水質の変遷³

印旛沼及び流入河川桑納川の水質測定地点を図 8.3 に示す。阿宗橋が西印旛沼の西部、上水道取水口下が西印旛沼中央部、北印旛沼中央がその名称どおりである。水の流れは基本的には、阿宗橋⇒上水道取水口下⇒北印旛沼中央という方向である。

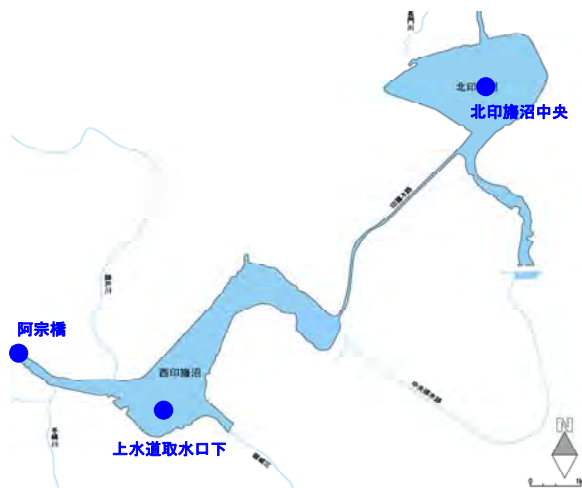


図 8.3 印旛沼流域と水質調査地点

図 8.4 に印旛沼内の 3 地点（阿宗橋、上水道取水口下、北印旛沼中央）で千葉県が測定している COD、窒素（全窒素：T-N）、リン（全リン：T-P）の年平均値について、経年変化のグラフを示した。

印旛沼では、早くから大型住宅団地の建設等の開発が進んだ沼西部の流域から汚濁負荷が流入した。そのため、汚濁源に近い西印旛沼阿宗橋の水質悪化が最も早く進行し、昭和 48 年度の COD 年平均値は 16.7mg/l を記録している。阿宗橋の汚濁に大きな影響を与えている流入河川の一つである桑納川の汚濁（BOD）の変化は、図 8.5 に示すように下水道等の対策により昭和 40 年代後半から水質が改善されており、その効果もあって、阿宗橋のその後の COD は順調に改善され、現在は 6mg/l 前後で推移している。阿宗橋の水質はこのように流入河川により持ち込まれる汚濁に左右されているといえる。

一方、西印旛沼中央部に位置する上水道取水口下の COD 値は測定開始から昭和 55～平成元年（1980 年代）になっても上昇を続け、最高値は昭和 54 年度に 13mg/l を記録した。昭和 35～44 年（1960 年代）末に西印旛沼西部で発生したアオコがしだいに西印旛沼中央部に広がってきたのであり、アオコ発生域の広がりに押されるように、水草の生育域が狭められていった。上水道取水口下の COD には、アオコ等の植物プランクトンの増殖といういわゆる内部生産が大きな割合を占めている。

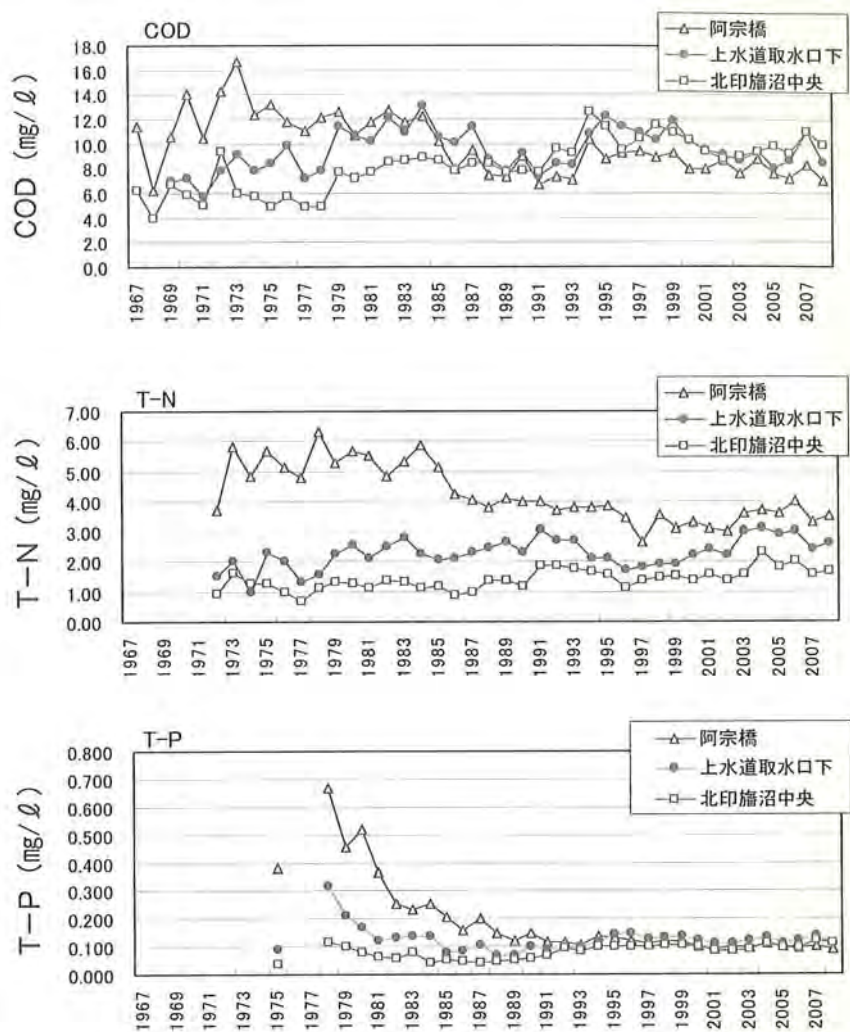


図 8.4 印旛沼の COD（上段）、窒素（中段）、リン（下段）年平均値の変化

（出典：千葉県公共用水水域水質測定結果）

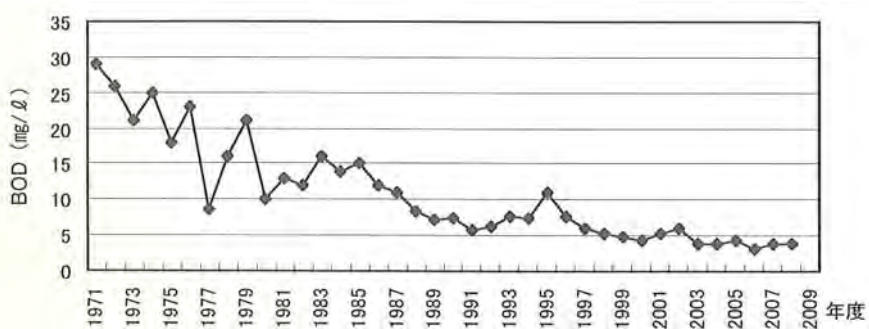


図 8.5 桑納川（桑納橋）の BOD 年平均値の変化

（出典：千葉県公共用水水域水質測定結果）

流域の汚濁負荷の多くは西印旛沼に流入していることから、北印旛沼中央は昭和 60 年頃までは 3 地点の中で最も良好な水質 (COD) を保っていた。しかしながら、表 8.2 にあるように昭和 59 年 (1984 年) 頃から沼内にオニビシの異常増殖が始まり、刈り取りを始めた昭和 62 年 (1987 年) の後、COD 濃度が上昇を始め、平成 3 年 (1991 年) には上水道取水口と同程度あるいはそれ以上の COD 値を示すようになったと見ることができ。北印旛沼中央の COD は、その後も 10mg/L 程度で横ばい若しくは微増傾向を示しており、印旛沼の水質に対する水草の影響の大きさが示唆される。

内部生産の原因物質といわれている窒素とリンについて濃度の経年変化を見ると、図 8.4 のように、リン濃度は、阿宗橋と上水道取水口下では昭和 55 年～平成元年 (1980 年代) まで減少傾向で以後安定、北印旛沼中央では平成 2～11 年 (1990 年代) にかけてやや上昇し、以後安定している。窒素濃度は、阿宗橋は昭和 55～平成元年 (1980 年代) 半ばから減少傾向であったが、平成 12～21 年 (2000 年代) からやや上昇に転じている。上水道取水口下は、わずかながら上昇、北印旛沼中央も似た動きである。

8.2.2 水草の変遷⁷

印旛沼の水草 (湿地性植物・抽水植物・浮葉植物・沈水植物) の種数変化を図 8.7 に示す。また、出現した水草の種数の推移を表 8.3 に示す。昭和 39 年に西印旛沼で 45 種、北印旛沼で 42 種、印旛沼全体で 47 種が確認されていたが、平成 18 年には、印旛沼全体で 11 種に減少している。特に沈水植物は、昭和 39 年に印旛沼全体で 22 種が確認されていたが、平成 18 年までに沼内から消失したと考えられる。

図 8.8 に示す航空写真の比較から、印旛沼開発による築堤や干拓によって水際のエコトーン (図 8.6) が消失したことが推察される。

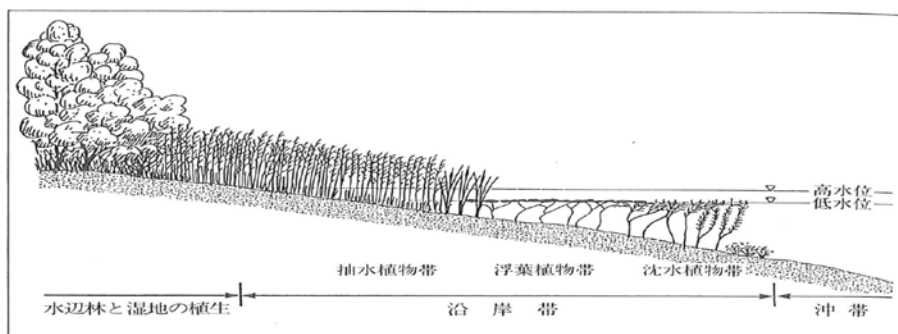


図 8.6 水際のエコトーン；自然度の高い湖岸帯にみられる緩傾斜の地形と植物群落⁸

⁷ 久保田一・中村彰吾 (2009)：印旛沼水草改善に向けた沈水植物再生の取り組み、河川環境総合研究所報告、第 15 号 p1-p12

⁸ 桜井善雄 (1991)：水辺の環境学 いきものとの共存、朝日出版社、p37

昭和 52 年と平成 13 年頃の植生図を図 8.9 に示す。昭和 52 年当時、印旛沼の中央部まで沈水植物は分布していたが、平成 13 年頃には殆どその姿を見ることができない。

このような考察から、沈水植物の衰退要因は、①印旛沼開発事業に伴う沿岸帯の改変、②水資源開発を目的とした貯水池化に伴う沼水位の高水位化と水位の安定化、③流域の人口増加や開発に伴う印旛沼水質の悪化や透明度の低下によるものと考えられている。

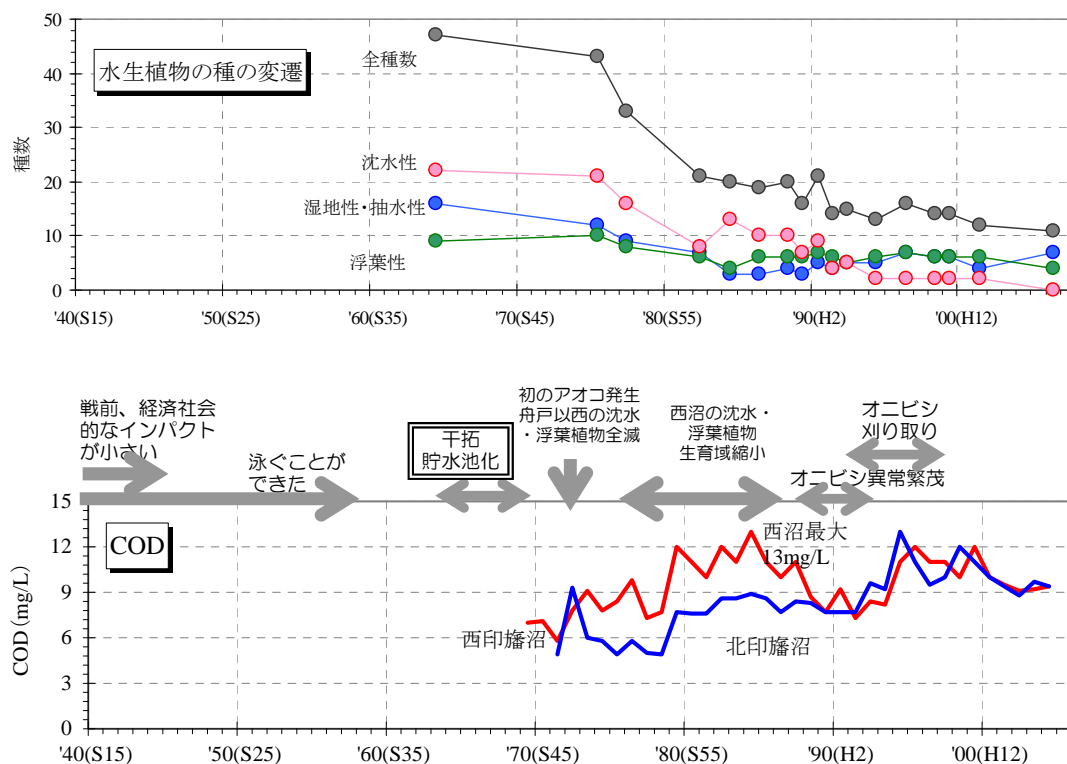


図 8.7 印旛沼の水草種数、水質等の推移⁵

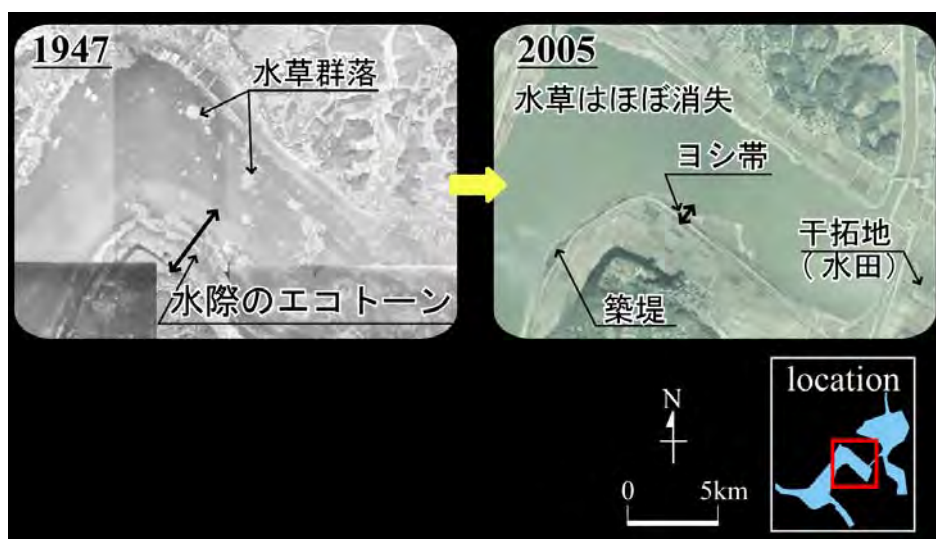


図 8.8 印旛沼の湖岸帯の変化 (昭和 25(1947)年と平成 17(2005)年の比較)⁷

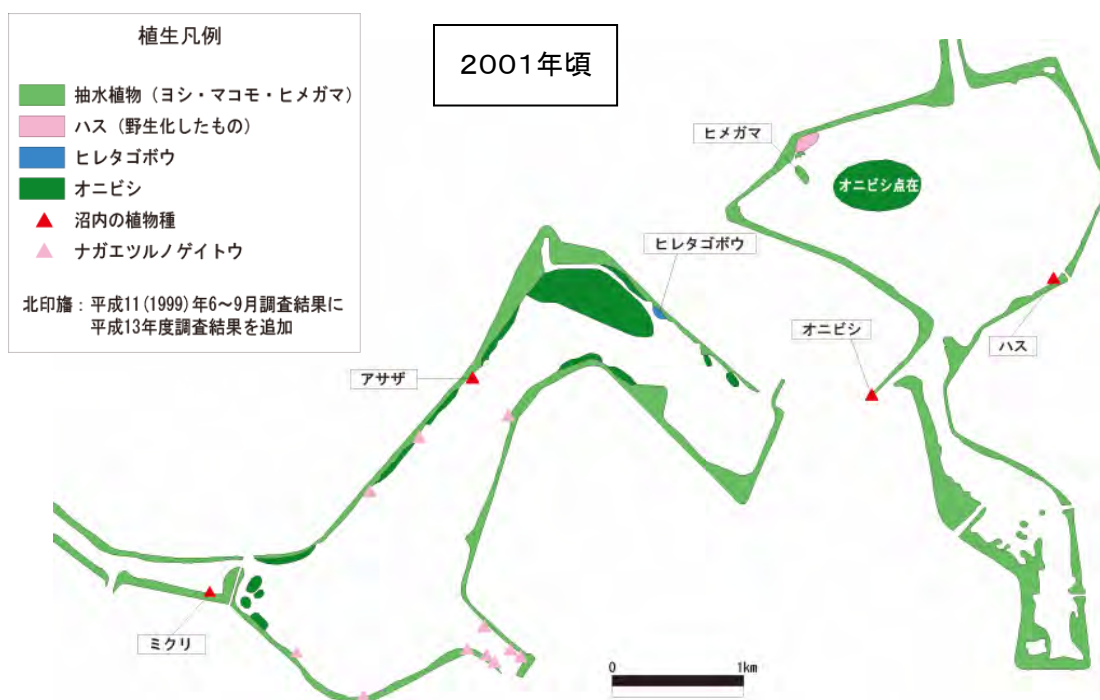
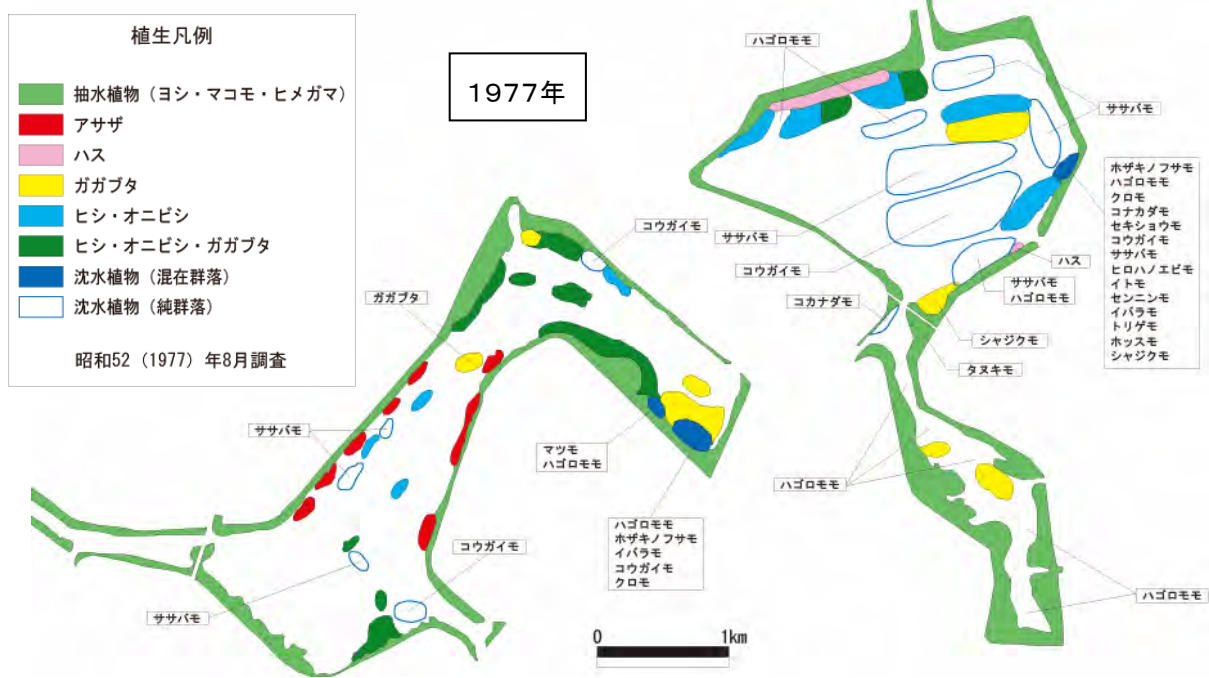


図 8.9 植生分布状況の比較 (昭和 52 (1977) 年と平成 13 (2001) 年頃) ⁷

8.3 印旛沼再生の取り組み

(1) 検討体制

印旛沼を管理する千葉県は、『恵みの沼をふたたび』という理念のもと印旛沼・流域の再生に向けて、「印旛沼流域水循環健全化会議（平成 13 年度発足）」による検討を進めている。表 8.4 にその概要を示す。

表 8.4 印旛沼流域水循環健全化会議について

項目	内容
検討目的	印旛沼流域の健全な水循環を考慮した印旛沼の水環境の改善、治水対策を検討する。
検討対象	印旛沼を含む流域全体
計画と目標年次	緊急行動計画：平成 22 年 健全化計画（長期計画）：平成 42 年
経過	平成 13 年 10 月に発足 平成 16 年 2 月に緊急行動計画を策定 平成 22 年 1 月に健全化計画を策定
検討内容	水質改善、水量回復、生態系保全、親水性の向上、治水安全度の向上など、健全な水循環に寄与する施策について検討する。 このため、市民団体が主体となって運営し、流域住民と行政が意見交換を行う「印旛沼わいわい会議」や、モデル地域を選定し、住民・学識者・水利用者・企業・行政が協働して取り組みを実施する「みためし行動」などにより、取り組みを推進する。

(2) 印旛沼流域水循環健全化計画

印旛沼流域水循環健全化計画は、平成42年度を目標年として、将来の印旛沼および流域のイメージと目標を定め、目標達成に必要な取り組みと、着実な計画推進のしくみを掲げている（基本計画）。また、平成42年度までの取り組み内容を現時点ですべて決めることは困難なため、計画期間を5年ごとに区切り、各期で行動計画を策定している。基本計画の策定と同時に、第1期の行動計画がとりまとめられている。第2期以降の行動計画は、取り組みの方向性のみ示し、今後、各期末に計画の進捗状況を踏まえながら策定することとされている（図8.10）。

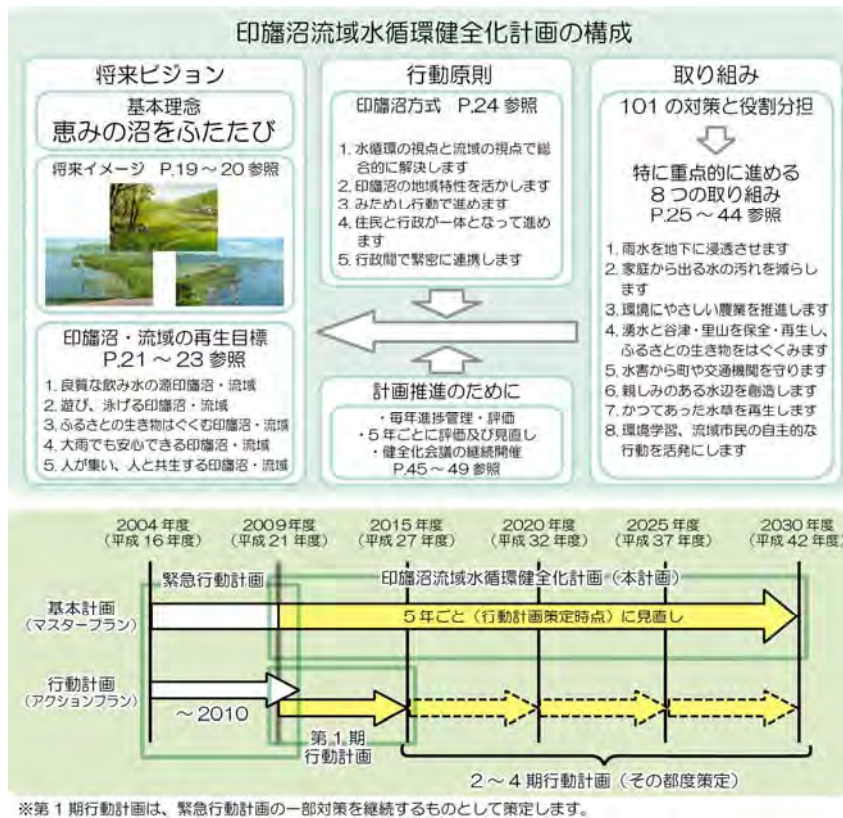


図 8.10 印旛沼流域水循環健全化計画の構成¹

基本理念「恵みの沼をふたたび」及び、5つの目標達成のため、図8.11に示したⅠ～Ⅷの観点のもと、101の対策に取り組むこととしている。また、各対策の実施量や役割分担については、別途の行動計画において定めている。

5つの目標	取り組みの観点	対 策
目標1 良質な飲み水の源 印旛沼・流域	Ⅰ 平常時の水量を回復させる 取り組み	A) 地下水涵養量の確保 各戸貯留・浸透施設の整備・維持管理①⑤ 透水性舗装の整備①⑤
		B) 自然地の保全 土地利用の適正化 森林・斜面林の保全① 谷津・里山の保全④
		C) 地下水の保全 地下水の適正な使用
	Ⅱ 水質を改善する 取り組み	D) 点源負荷の削減 下水道の整備② 高度処理型合併処理浄化槽の導入② 家庭でできる生活雑排水対策の実施②
		E) 河川等における浄化 水田を利用した水質浄化④ 多自然川づくり④、ゴミ清掃⑧
		F) 面源負荷の削減 調整池浄化①、環境保全型農業の実施③ 循環かんがい施設の整備③
		G) 印旛沼の流動化 大和田機場流動化運転の見直し
	Ⅲ 健全な生態系を 保全・復元する 取り組み	H) 印旛沼の浄化 植生帯の整備⑦、水生植物の保全・復元⑦ 環境に配慮した水位管理の検討⑦
		I) 流域における生態系の保全・復元 森林・斜面林の保全① 耕作放棄地の解消④、谷津・里山の保全④
	Ⅳ 水辺の親水性を 向上させる取り組み	J) 印旛沼・流入河川における生態系の保全・復元 植生帯の整備・適正な維持管理⑦ 水生植物の保全・復元⑦ 外来種の調査・駆除④
K) 親水性の向上 親水拠点の整備⑥ 親水性に配慮した植生帯の整備⑥		
Ⅴ 人と水との関わりを 強化する取り組み	L) 人と水の関わり強化 パンフレット等による啓発資料の作成・配布⑧ NPOの支援⑧、教師への支援体制の確立⑧ 交流拠点・支援センターの設立⑧	
	Ⅵ 水害被害を軽減する 取り組み	M) 印旛沼の治水安全度の上昇 印旛沼の築堤⑤ 印旛沼放水路（花見川）の河道整備⑤
N) 流入河川の治水安全度の上昇 鹿島川・高崎川等の河道整備⑤		
O) 流域の流出抑制 各戸貯留・浸透施設の整備⑤		
P) 内水排除 沼・河川周辺排水機場の整備・改修⑤		
Ⅶ 水循環の実態解明 に向けた取り組み	Q) 水循環の現状把握 環境調査の実施⑧	
	R) 研究、技術開発の促進 研究の促進 新技術の開発促進	
Ⅷ 財源を確保する 取り組み	S) 経済的措置 取り組みの財源確保するためのしくみ検討	

※丸数字は、重点的に進める8つの対策群（P26）に対応しています。
 ※ここに記した対策例は代表的なもののみです。詳しくは、巻末の資料編および行動計画編に記載しています。
 ※緑字の対策は、緊急行動計画（63の対策）から追加した対策です。

図 8.11 印旛沼・流域の再生に向けた対策¹

8.4 沈水植物の再生の取り組み

印旛沼の環境保全に向けた取り組みは、前述した印旛沼流域水循環健全化計画に基づき着実に進められている。その一環として、千葉県が水草（主に沈水植物）の再生に向けた実験や整備等を進めているので、その概要を紹介する。構成は以下のとおりである。

1. 沈水植物再生実験
2. 水草再生整備
3. オニビシの刈り取り

8.4.1 沈水植物再生実験⁵

印旛沼ではかつて沈水植物が多く繁茂し、沼の水質浄化に寄与していたと考えられているが、現在は、沼内での自生は確認されていない。沈水植物を再生することで、水質改善ばかりでなく、生態系の保全・回復にも寄与すると考えられる。沈水植物の再生に向けて実際に事業化を進める前に、印旛沼で沈水植物を再生する事が可能なのか、沈水植物が再生することで水質浄化機能にどの程度寄与するのか等について明らかにするため実験を行った（図 8.12）。主な実験結果は以下の通りである。



図 8.12 沈水植物再生実験位置図⁷

(1) 底泥撒きだし実験

底泥撒きだし実験は、底泥中に含まれる沈水植物種子の発芽を確認するため実施している実験であり、図 8.13 に示す印旛沼の各所の底泥をバット（写真 8.2；幅 90 cm×長さ 150 cm×深さ 20 cm）へ撒きだし、経過観察を行った。この結果、①印旛沼の底泥は発芽可能な沈水植物の種子が相当量存在していること、②採泥場所によって単位体積当たりの発芽数に偏りがあること、が確認できた（表 8.5）。



図 8.13 底泥の採泥箇所⁷

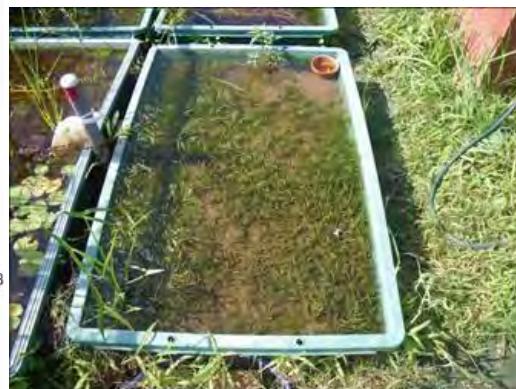


写真 8.2 底泥撒きだし実験の様子⁷

表 8.5 底泥撒きだし実験の結果（底泥 1m³あたり個体数換算値）⁷

「久城 圭・林 紀男・西廣 淳(2009)：印旛沼（千葉県）湖底の散布体バンクにみる沈水植物再生の可能性、水草研究会誌 No.21」に加筆

単位：個/m³

実施年度	2005			2006						2007	2008				2009				
	地点	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	八代1A	八代2	養殖池3	北須賀	A-11	A-12	A-13	A-14
種名(和名)	北沼	北沼	西沼	北沼	北沼	北沼	北沼	西沼	西沼	タイ実験	植生帯	植生帯	沼外	植生帯	植生帯	北沼	西沼	液凍土	
1 シャジクモ				2	2		2				8		20	3					
2 ケナガシャジクモ	15														25				
3 ハダシシャジクモ	412		62								82	15			388	55		13	
4 エリナガシャジクモ											11	3							
5 イトシャジクモ															5				
6 シャジクモ属の一種											74	15	130	12					
7 オトメフラスコモ	11														238				
8 カラスフラスコモ															3				
9 ニッポンフラスコモ															8				
10 フラスコモ属の一種															8				
11 クロモ	4																		
12 コウガイモ	114	162	1328	2	258				2		116	15	345	367	15	5	20	15	
13 エビモ													42						
14 ヒルムシロ属の一種													3	65					
15 ムサシモ														25					
16 トリゲモ														3					
17 オオトリゲモ										多 ^{注)}	8	47	96						
18 イバラモ															3				
19 イバラモ属の一種															20				15
合計(参考値)	556	162	1390	4	260	0	2	0	2	—	299	98	726	382	713	60	20	43	

注) モニタリングは実施していない。オオトリゲモが多数確認されている。

(2) 高水敷発芽実験

印旛沼の高水敷は、印旛沼開発事業による築堤に伴い湖岸帯が埋め立てられた場所であり、従前は水際のエコトーンとして水草が繁茂していたと考えられる場所である。本実験はこの高水敷を、かつての沼底面まで掘り下げ、雨や浸透水による水を溜めて、かつての沼底に存在する埋土種子からの発芽・生育を確認するものである。

図 8.14 に示す 6 地点に、写真 8.3 に示す実験施設（10m×20m、水深 0.5～1m）を造成した。1 年目は、6 地点中 2 地点（B-2、B-6）において水草が発芽・生育した。確認された水草は、セキショウモ、コウガイモ、ササバモ、ガシヤモク、インバモ、ヒロハノエビモ、シャジクモ、フラスコモ属、オトメフラスコモ、ガガブタの 10 種である（写真 8.4）。しかし、2 年目はヨシ・ヒメガマなど抽水植物群落に遷移した（写真 8.5）。ヨシ・ヒメガマなど抽水植物と競合する浅い場所において、沈水植物群落を維持するためには、競合植物の管理等が重要課題となることがわかった。



図 8.14 高水敷発芽実験と養殖池植生再生実験の位置⁷



写真 8.3 高水敷発芽実験施設の様子 植生再生実験の位置（平成 19 年）⁷



写真 8.4 沈水植物の発芽状況（平成 19 年）⁷



写真 8.5 高水敷発芽実験施設の様子（平成 20 年）⁷

(3) 養殖池植生再生実験

本実験場所を試掘した結果、表層は干拓時の盛土、その下はかつての沼底土という層構造であることが判った（写真 8.6）。この場所で、沈水植物の生育条件を明らかにす

ることを目的として実験池（20m×20m、水深 1m）を 2 つ設け、実験を実施した。

写真 8.7 はかつての沼底土を池底表層に敷き均した直後の様子、写真 8.8 は湛水直後の様子（平成 18 年 6 月）である。池の水の水源は井戸水である。

2 ヶ月後の 8 月には、実験池 1 は沈水植物群落が生じ透明度が高い状態が得られた一方で、実験池 2 はアオコが発生するに至った（写真 8.9、図 8.15）。

2 つの池の違いについて原因を調査したところ、実験池 1 と 2 の相違点は「エビの個体数の違い」という考察に至った。すなわち、スジエビの個体数が少なかった実験池 1 は、動物プランクトンが植物プランクトンを捕食して良好な水質が維持されている。

一方、実験池 2 は、スジエビの食圧で動物プランクトンが減少したため、植物プランクトンが増加した。このように沈水植物の特に発芽期においては、動物の影響も大きいことが推察された。



写真 8.6 試掘の様子⁷



写真 8.7 かつての沼底土を池底表層に敷き均し⁷



写真 8.8 湛水直後（平成 18 年 6 月）⁷



写真 8.9 池の様子の違い（平成 18 年 8 月）⁷

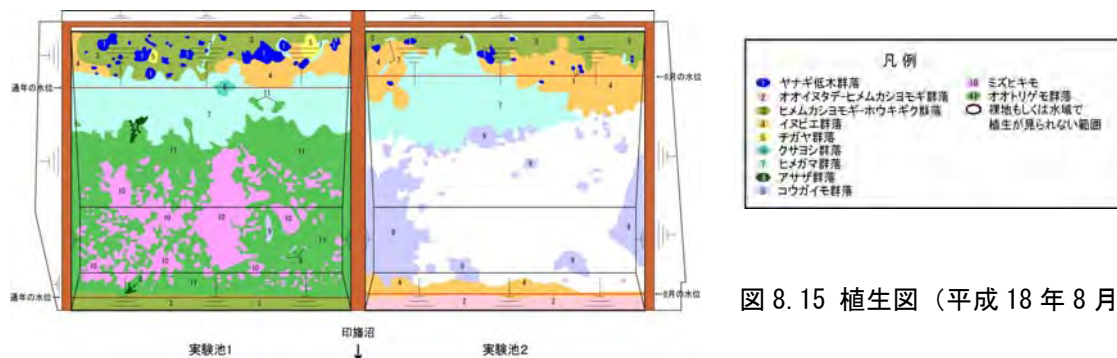


図 8.15 植生図（平成 18 年 8 月）⁷

(4) 沈水植物発芽・定着実験

これまで紹介した3つの実験は、雨水や井戸水を使ったものである。現在の印旛沼の水質で沈水植物の発芽・生育が可能であるかを確認するため本実験を行った。タライ(φ96cm、深さ30cm)に充填する基盤材は、沈水植物発芽の実績がある養殖池の土を用い、これにオオトリゲモ殖芽を植付け(たとえるなら「挿し芽」のようなもの)、これを印旛沼の水の中に設置・観察した。水面からタライ基盤面までの水深は30cmとした(写真8.10)。

結果を写真8.11に示す。現在の印旛沼の水質で沈水植物が生育可能であることを確認した(平成19年)。翌年は、10、20、30、50cmと深度別にタライを設置した発芽実験を実施し、水深50cmでも発芽を確認した(平成20年)。



写真 8.10 実験施設の様子⁷



写真 8.11 生育状況確認⁷

(5) 株分け・系統維持

将来における沼内への沈水植物の移植再生を見据え、印旛沼固有の沈水植物種を系統維持するとともに、沈水植物の株分けを行い保有株数の増加を図っている(写真8.12、表8.6)。この株分け・系統維持は、千葉県立中央博物館の協力のもと、実施されている。



写真 8.12 株分け・系統維持の様子(於:千葉県立中央博物館)⁷

表 8.6 中央博物館で系統維持している種⁹

	上位分類群	科名	学名	和名	指定状況	
					環境省RDL	RDL千葉
1	合弁花類	ミツガシロ	<i>Nymphoides peltata</i>	アサザ	NT	B
2	合弁花類	ミツガシロ	<i>Nymphoides indica</i>	ガガブタ	NT	C
3	単子葉類	イバラモ	<i>Najas marina</i>	イバラモ		A
4	単子葉類	イバラモ	<i>Najas oguraensis</i>	オオトリゲモ		B
5	単子葉類	イバラモ	<i>Najas ancistocarpa</i>	ムサシモ	CR	B
6	単子葉類	トチカガミ	<i>Hydrilla verticillata</i>	クロモ		C
7	単子葉類	トチカガミ	<i>Vallisneria denseserrulata</i>	コウガイモ		B
8	単子葉類	トチカガミ	<i>Vallisneria asiatica</i>	セキショウモ		C
9	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton pusillus</i>	イトモ	NT	B
10	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton x inbaensis</i>	インバモ		B
11	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton crispus</i>	エビモ		
12	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton dentatus</i>	ガシヤモク	CR	B
13	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton malaianus</i>	ササバモ		D
14	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton maackianus</i>	センニンモ		X
15	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton panormitanus</i>	ツツイトモ	VU	A
16	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton distinctus</i>	ヒルムシロ		
17	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	ヒロハノエビモ		X
18	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton pectinatus</i>	リュウノヒゲモ		B
19	単子葉類	ヒルムシロ	<i>Potamogeton anguillanus</i>	オオササエビモ		X
20	離弁花類	アリノトウグサ	<i>Myriophyllum spicatum</i>	ホザキノフサモ		
21	離弁花類	スイレン	<i>Brasenia schreberi</i>	ジュンサイ		A
22	離弁花類	スイレン	<i>Euryale ferox</i>	オニバス	VU	A
23	緑藻植物門 ／車軸藻綱 ／シャジクモ目	シャジクモ	<i>Chara spp.</i>	シャジクモ属	VU	
24	緑藻植物門 ／車軸藻綱 ／シャジクモ目	シャジクモ	<i>Nitella spp.</i>	フラスコモ属		

出典:

環境省RDL: 哺乳類、汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物Ⅰ及び植物Ⅱのレッドリストの見直しについて(環境省 平成19年 絶滅危惧ⅠA類(CR)、絶滅危惧Ⅱ類(VU)、準絶滅危惧(NT))

RDL千葉: 千葉県の保護上重要な野生生物 千葉県レッドリスト<2004年改訂版>

消息不明・絶滅生物(X)、最重要保護生物(A)、重要保護生物(B)、要保護生物(C)、一般保護生物(D)

出典: 日本のレッドデータ検索システム(<http://www.jpnrdb.com/index.html>)

⁹千葉県県土整備部河川環境課・(財)河川環境管理財団(2011): 平成22年度 統合河川環境整備委託(印旛沼水質改善事業検討業務) 報告書 平成23年3月

8.4.2 水草再生整備⁹

印旛沼の底泥中の種子から沈水植物が発芽し生育することが確認できたので、沼内で再生することを目的として、平成19年度より水草再生整備に着手している。

整備の基本的な考え方は、浅場の造成、波浪対策、底質改善等となる。整備済み及び予定箇所を図8.16に示す。水草再生整備について、代表例を以下に示す。

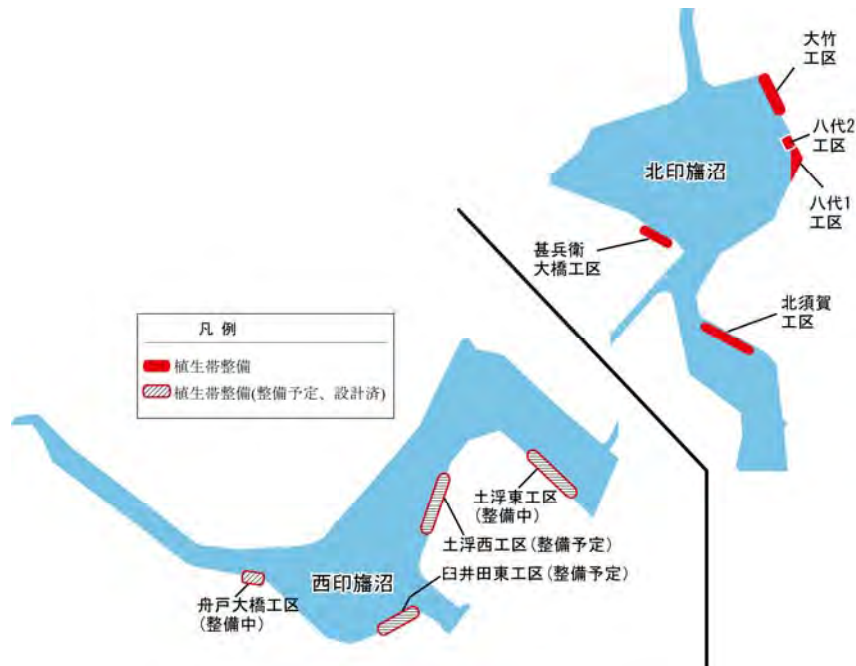


図 8.16 水草再生整備箇所（平成22年度末現在）⁹

(1) 北須賀工区

1) 整備概要

北須賀工区は、「緩傾斜湖岸法」と命名した工法により整備を行っている。この工法は、光が届かない沼底基盤面を盛土により持ち上げ、造成後の基盤面にシードバンクを撒きだし、沈水植物再生を行うという工法である（図8.17）。

3つの工区について、河川事業と道路事業の連携による整備を実施した。

- ・ 整備期間：平成19年8月～平成20年1月
- ・ 第1工区：沈水植物群落再生を主目的とした整備【緩傾斜湖岸法】（河川事業）
- ・ 第2・3工区：ヨシ原再生を主目的とした整備（道路事業、北千葉道路事業の代償措置）

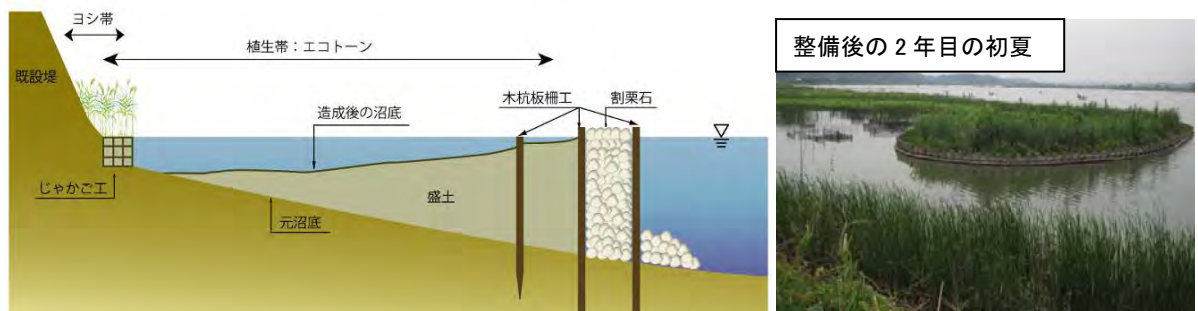
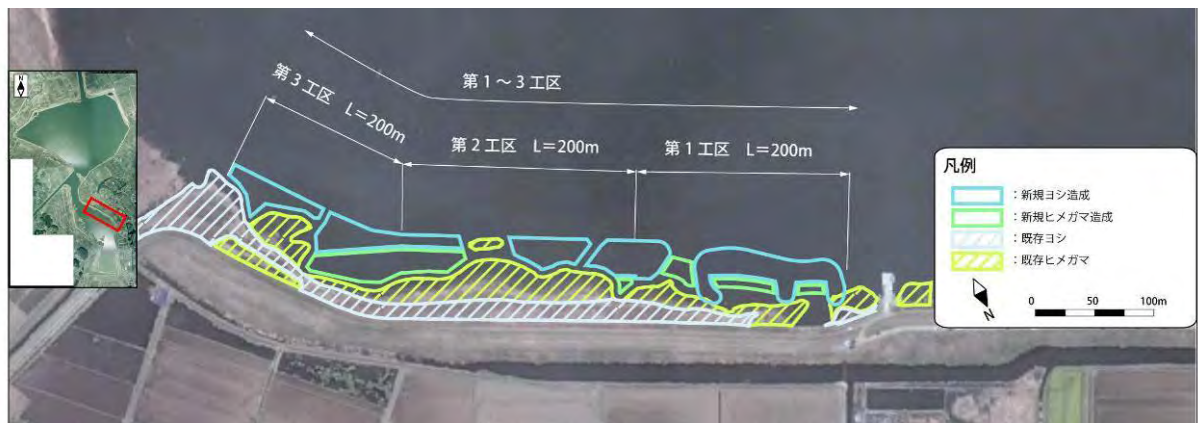


図 8.17 緩傾斜湖岸法イメージ図⁹

「緩傾斜湖岸法」は岸から沖にむけ水深が深くなる構造を標準としているが、当該地では消波施設を沖に設けたこと、堤防側の既存植生(ヨシなど)を残したかったことから、岸から沖にむけ浅くなる逆勾配の整備とした。

2) 整備状況

写真 8.13 と写真 8.15 は非灌漑期の様子を、写真 8.14 は灌漑期の様子を示している。それぞれ水位が異なることから、板柵矢板の露出の様子が異なって見える。卓越風向 SSW による波の消波及び土留め工として、木杭と板による木柵矢板による囲いを設け、この内側に印旛沼の浚渫土を用いた盛土を行った。盛土は、沖側が浅く岸側が深い逆勾配となっている。木柵矢板の内側に静穏域を創出することで、沈水植物が発芽・生育することを期待した。また、一部箇所においては、シードバンクの撒き出しを実施した。このケースでは養殖池の土を使用した。盛土に用いた浚渫土は、撒きだし実験を同時期に別途実施し、沈水植物の発芽ポテンシャルがあることを確認済みである。



写真 8.13 整備状況(H20.3.19 水位低下実験期間中)、水位=Y.P.+2.1m⁷



写真 8.14 整備状況 (H20.7.11) 水位 =Y.P.+2.5m⁷



写真 8.15 整備状況 (H20.10.12) 水位 =Y.P.+2.3m⁷

3) モニタリング結果

(a) 平成 20 年度モニタリング

整備直後の平成 20 年度モニタリング結果として、平成 20 年 10 月の植生図を図 8.18 に示す。沈水植物は、コウガイモ発芽を確認したが群落再生には至らなかった。また、シードバンク撒きだし箇所からの沈水植物発芽も確認できなかった。この結果について以下のように考察した。

- ① 静穏域部の濁度が高く (図 8.19、図 8.20)、囲い込み外側の印旛沼と大差ない。このため沈水植物発芽に必要な光量¹⁰ が沼底に届いていない。
- ② 撒きだし箇所の水深は 50cm 程度であり沼底面において発芽に十分な光量が得られず、これより浅い場所は波による攪乱によって、種子が洗い流されたり、発芽したとしても根付くことができない。
- ③ ザリガニ・ワタカなどの食害生物の影響が考えられる。

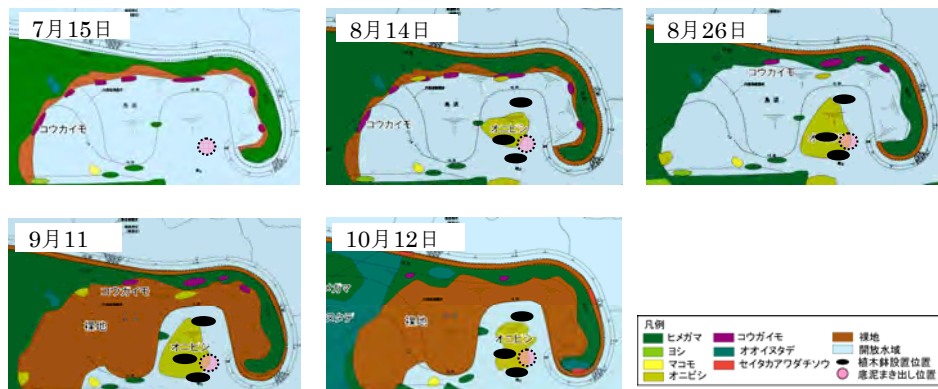


図 8.18 植生図 (9 月より非かんがい期となり管理水位が 20cm 低下し裸地面積が増加)⁷

¹⁰ 高村典子 (2005): 土壌シードバンクとバイオマニピュレーションを活用した水辺移行修復・再生技術, 環境研究, 139, pp. 97-106.

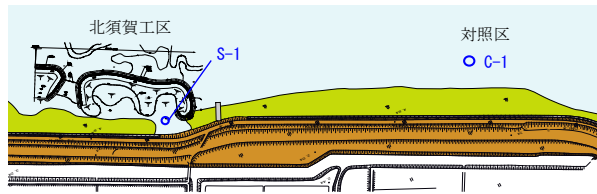


図 8.19 濁度及び水質調査の位置⁷

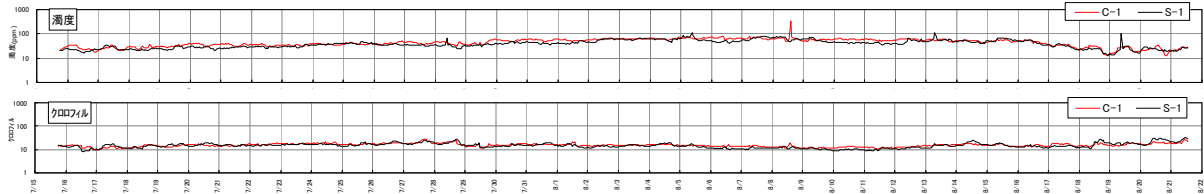


図 8.20 濁度・クロロフィル a の連続観測結果⁷

平成 20 年度モニタリングでは、食害影響について現地確認を試みた。図 8.21 に示すように沈水植物株（植木鉢、φ33cm）を食害防止ネット「有り」「無し」の条件で深度別に沼内に設置し経過観察を行った。

経過観察開始 1 週間において、表 8.7 に示すように食害防止ネットの有り・無しの違いによる相違が認められた。Y.P. +2.3m ではネット無し区の鉢内の土が流亡しており、食害影響のほかに、食害防止ネットが波浪避けになっている可能性が示唆された。Y.P. +2.0m ではネット無し区でも僅かに沈水植物が残っており、ネット有り・無しの違いは、魚・ザリガニ等による食害影響であると考察した。

表 8.7 沈水植物株の経過観察の結果

		地盤高	Y.P. 2.30m	Y.P. 2.15m	Y.P. 2.00m
2008/8/7	ネットなし				
	ネットあり				
2008/8/14	ネットなし				
	ネットあり				

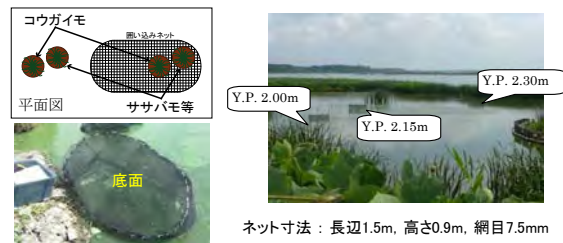


図 8.21 沈水植物株の設置状況
植木鉢の大きさは 11 号 (φ33cm)⁷

(b) 平成 21 年度モニタリング⁷

散布体バンク（＝沈水植物の種子や栄養体（葉・茎・根）を含む土を指す）を現場に撒きだし、これを食害防止ネットで保護することで、沈水植物再生を試みた（図 8.22）。

結果、対照区・保護区とも発芽は確認できたが、その後に消失した。消失要因は、保護区内でアメリカザリガニの存在が確認されていることから、アメリカザリガニの食害影響が考えられる。ネット目合い 7.5mm では、アメリカザリガニの小型個体は、すり抜けて中に侵入してしまったと考えている。


◇散布体バンク撒きだしと食害防止ネットによる植生再生状況

目的：「散布体バンク撒きだし+食害防止ネット」による沈水植物群落再生を試行

散布体バンク：養殖池植生再生実験 実験池 3 の底泥

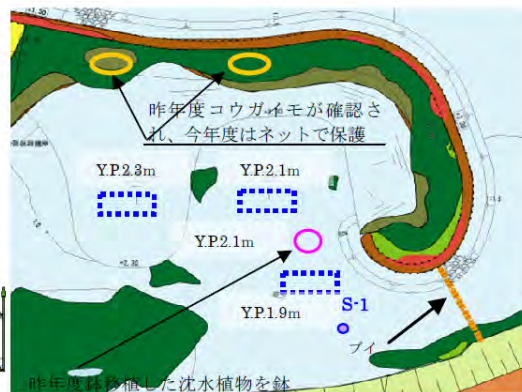
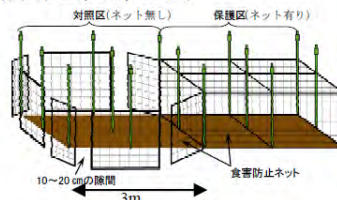
食害防止ネット：目合い 7.5mm のネットを下图のように設置

撒きだし箇所：3 箇所（ネットあり・なしに分ける）

Yp.2.3m、2.1m、1.9m（右図の ）

（かんがい期水深 20、40、60cm）

撒きだし厚：1cm 程度



結果：

- ・対照区（ネット無し）・保護区（ネット有り）双方で沈水植物の発芽を確認したが、その後消失した。
- ・消失した要因としては、アメリカザリガニからの食害影響が大きいと考えられる。（保護区のネットの中にもアメリカザリガニが確認されている）
- ・その他、緑藻類の大量発生、浮泥の堆積、水鳥による食害（上部が開放されており、観察時にカルガモを確認）などの要因も考えられる。

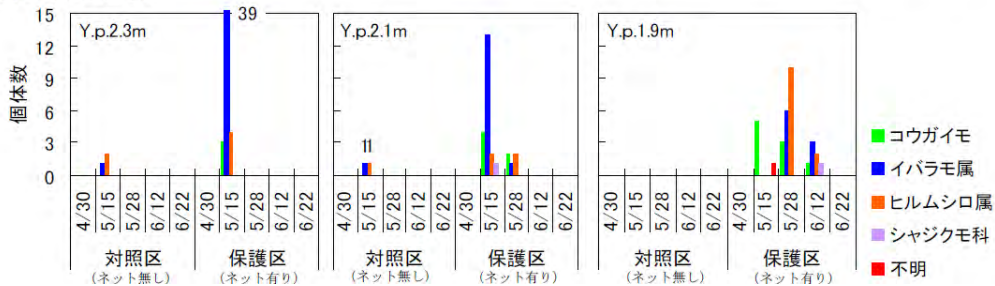


図 8.22 平成 21 年度モニタリング結果⁹

(c) 平成 22 年度モニタリング⁷

前年度モニタリング結果から、沈水植物の移植再生を行うにあたって、アメリカザリガニによる食害影響が大きいことが示唆された。

その一方で、かつて印旛沼に沈水植物が繁茂していた当時は、沈水植物とアメリカザリガニが共存できていたと考えられる。そこで、食害に耐えうるよう、すなわち、補食速度<成長速度 となるよう、大規模・高密度な状態に沈水植物を移植することを試みた (図 8.23)。

平成 22 年 6 月下旬に沈水植物マット (5m×5m) と沈水植物ポット (5m×5m) による移植を実施したが、移植後僅か 3 日でほぼ半減、1 週間ではほぼ全滅した (図 8.24)。

その後の追加実験として、9 月上旬に再度沈水植物ポットによる移植を実施した。この際、沈水植物ポットの周囲に、ザリガニ捕獲を目的としたカゴ罠を設置しておくことで、移植した沈水植物は 11 月末頃まで成長 (その後に枯死) したことを確認した。

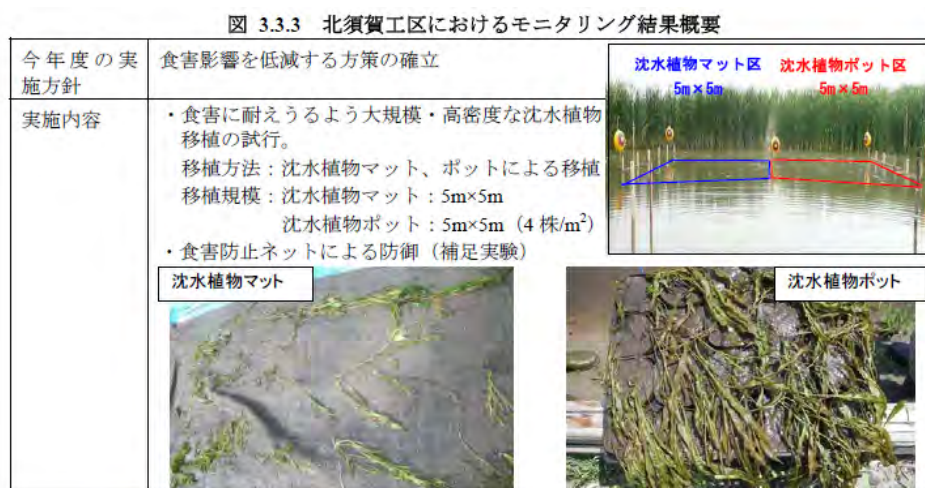


図 8.23 平成 22 年度モニタリング結果⁹

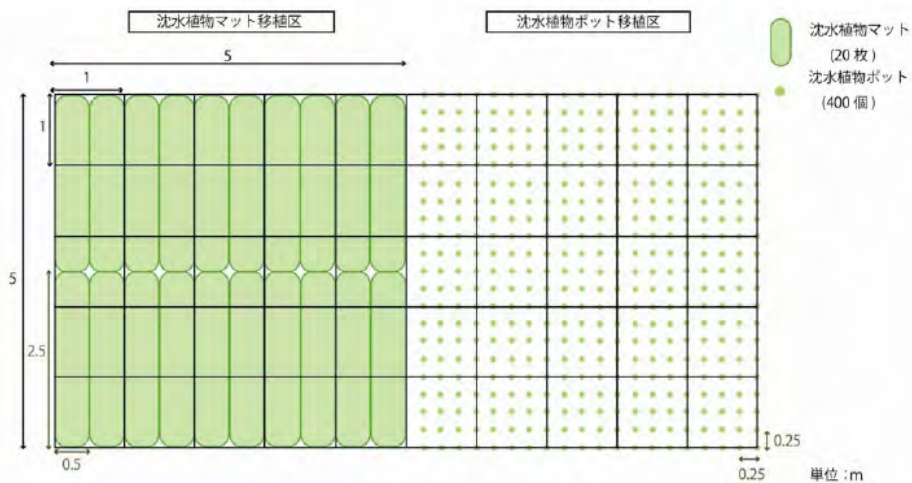
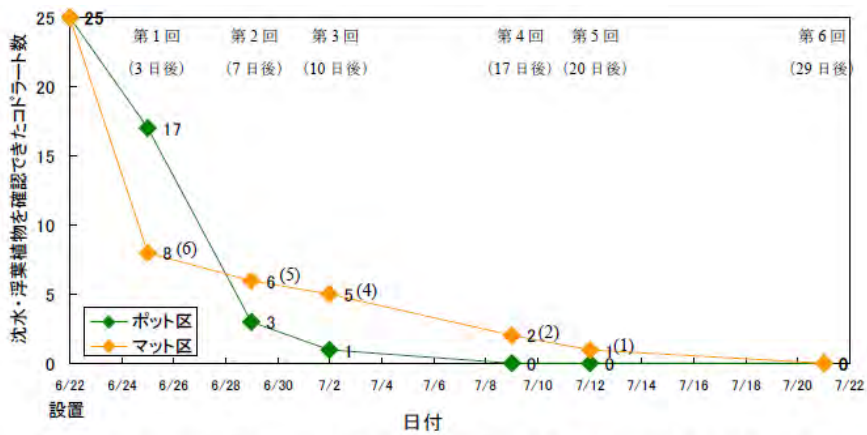


図 3.3.6 コドラートの設定状況



※浮葉植物はアサザを示し、マット区の () の数値はアサザが確認されたコドラート数

図 3.3.8 沈水植物マット・ポット区で沈水、浮葉植物を確認できたコドラート数の変遷

図 8.24 コドラートの設定状況とコドラート数の変遷⁹

4) 北須賀工区のまとめ

沈水植物再生は、一部コウガイモの発芽を確認したにとどまり、群落再生には至っていない。しかし、隔離水界ではない沼続きの場所で、浚渫土からの発芽が確認できたことは大きな成果である。

移植による水草再生を進める上では、移植する場所や時期の選定、食害防止方法の確立、食害生物（アメリカザリガニ）の生態把握、などが課題である。

(2) 八代1工区

1) 工法

八代1工区は、「囲い込み水位低下法」と命名された工法により整備を行っている。この工法は、光が届かない沼底に発芽・生育に必要な光を届かせるため、鋼矢板囲い込みによる隔離水界を設け、ポンプ排水により水位を低下させる工法である。平成19年度にエリアA、平成20年度にエリアBを整備した（図8.25）。

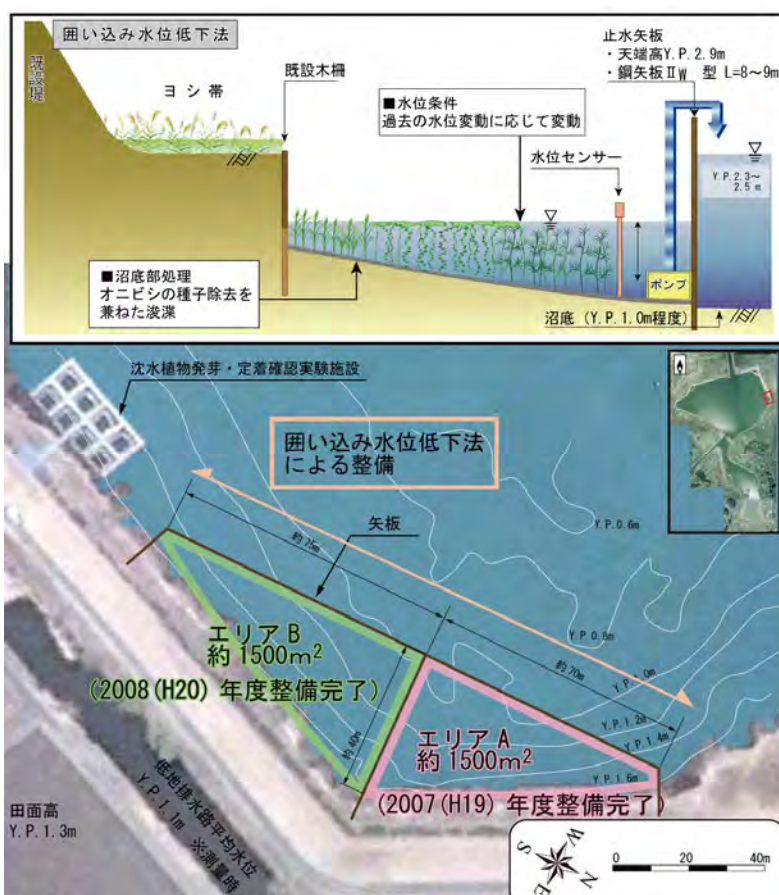


図 8.25 囲い込み水位低下法の模式図と整備位置図⁹

2) 整備状況

八代1工区の整備状況を写真8.16に示す。写真左は底質改善として、表層浮泥を30cm程度取り除き、浮泥下層の砂質土を露出させる作業の様子である。写真右は完成直後の様子である。囲い込み内側の水源は雨水がほとんどであり、印旛沼の水は導入していない（鋼矢板の継ぎ目は止水処理を施しており、漏水はほとんどない）。



写真 8.16 整備状況（平成 20 年 3 月）⁷

3) モニタリング結果

水生植物の生育状況を写真 8-17、写真 8-18 に示す。平成 20 年 5 月に沈水植物の発芽を確認し、その後も順調に生育した。コウガイモ、ササバモ、オオトリゲモ、ムサシモ、イバラモ、オトメフラスコモ、ハダシシャジクモなど沈水植物 11 種の発芽・生育を確認した。

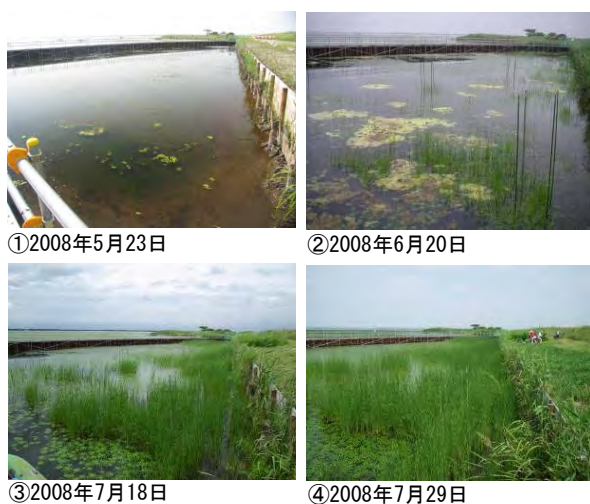


写真 8.17 水生植物の生育状況⁷

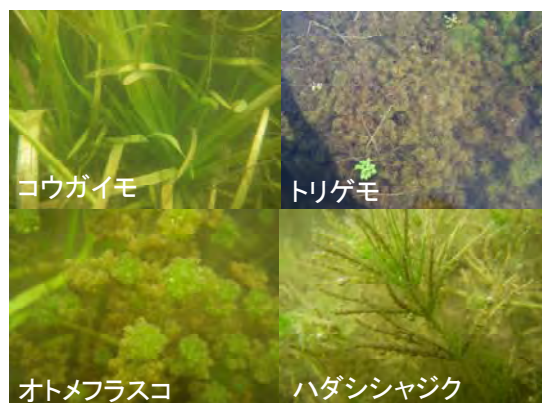


写真 8.18 発芽・生育した主な沈水植物⁷

一方で、ヒメガマやオニビシの繁茂が課題となった。放置すれば、ヒメガマは地下茎を縦横に伸ばし、オニビシは大量の種子を落とす。翌年以降の除去は極めて困難となることから「当面は沈水植物再生を最優先とし、これに必要な維持管理を行う」こととした。平成 20 年 7 月末から 8 月初旬に「ヒメガマ抜き取り」及び「オニビシ刈り取り」を実施した。作業量はヒメガマが 12 人日、湿重量約 1.1t。オニビシが 15 人日、湿重量約 1.5t であった。オニビシは 9 月にも追加の刈り取り作業（3 人日、湿重量約 0.2t）を実施した。

エリア A では、2 年目となる平成 21 年度は、囲い込み内部の水位を現在の印旛沼管理水位と同様の水位に設定（表 8.8、図 8.26）して経過観察を行ったところ、沈水植物の発芽は確認できなかった。これは、沈水植物の発芽期に十分な光量が底部へ到達していなかったと推察された。

エリア B では、1 年目には一年生の沈水植物が多かったが、2 年目は多年生の沈水植物が増え、安定した群落に遷移する傾向を確認した（図 8.27）。

表 8.8 年度別の設定水位⁹

年度	エリア A	エリア B
2008	開発前の再現水位	—
2009	現在の管理水位	開発前の再現水位
2010	開発前の再現水位	開発前の再現水位

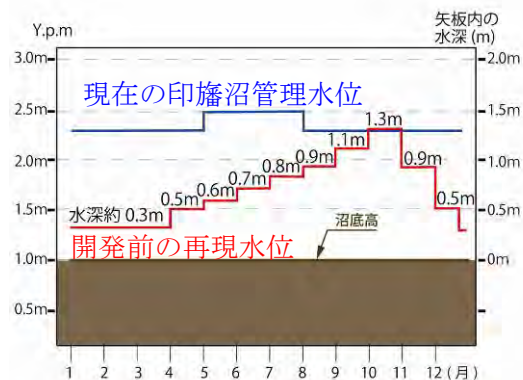


図 8.26 設定水位⁹

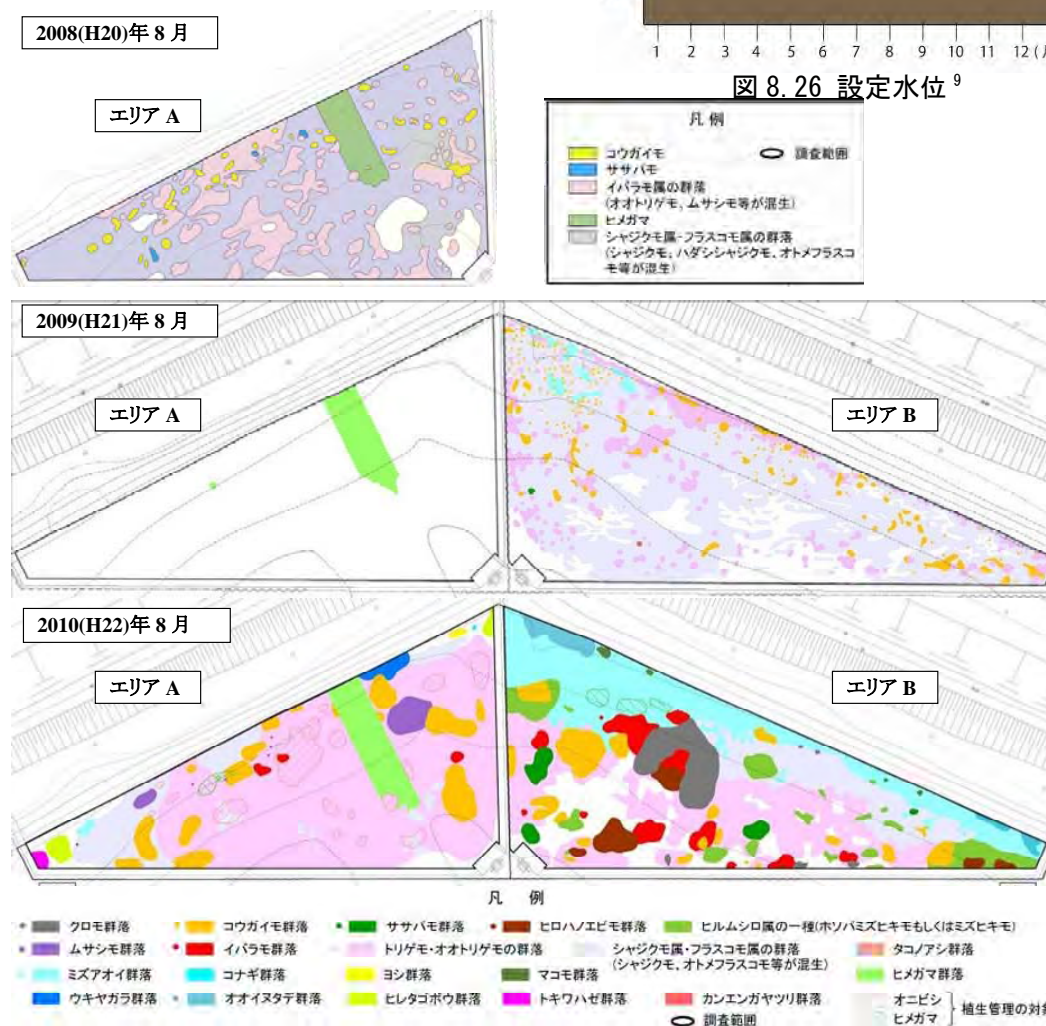


図 8.27 植生の経年変化（平成 20～22 年度）⁹

4) ヒメガマ密度調査

ヒメガマ生育と水深の関係を把握するため、深度別にコードラードを設け調査を行った。これらコードラードは前述のヒメガマ抜き取りの対象外としていた。

6月6日時点で水深が20cmより浅いNo. 1~3のコードラードと水深が30cmを越えるコードラードでは明らかにヒメガマ密度が異なる(図8.28)。

これら結果について観測日毎にヒメガマ密度と水深の関係をプロットしたものが図8.29である。ヒメガマが経時的に水深の深いエリアへと侵出しているが、水深70cmを境にヒメガマ侵出の勢いが衰えるようである。

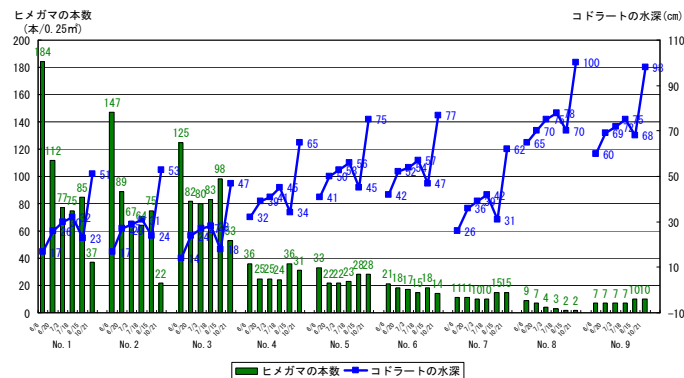


図 8.28 コドラード別のヒメガマ密度と水深⁷

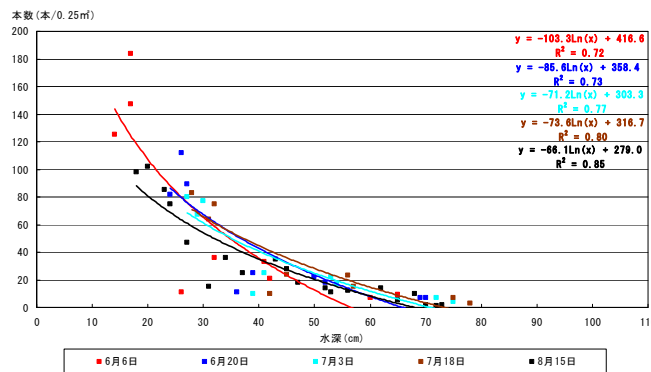


図 8.29 ヒメガマ密度と水深の関係⁷

5) 八代1工区まとめ

沈水植物 11 種の発芽・生育を確認した。沈水植物が繁茂した隔離水界内は水が澄んでいた。

沈水植物再生を優先課題として、ヒメガマやオニビシを取り除く管理を実施している。こうした人為的管理をせず沈水植物を維持することは困難と考えられる。

水深70cmを超えると、ヒメガマの生育は抑制されるようである。

(3) 八代2工区

1) 目的

「シードバンク撒きだし法」は、消波工とシードバンクの撒きだしによる整備方法である。「緩傾斜湖岸法」や「囲い込み水位低下法」に対して、安価で簡便な整備方法と位置づけている。底質が砂混じりであり、沈水植物の生育基盤として適すると判断した八代2工区において「シードバンク撒きだし法」による整備を実施した（図8.30、写真8.19）。

整備期間：平成20年3月

整備工法：沈水植物群落の再生を主な目的としたシードバンク撒きだし法

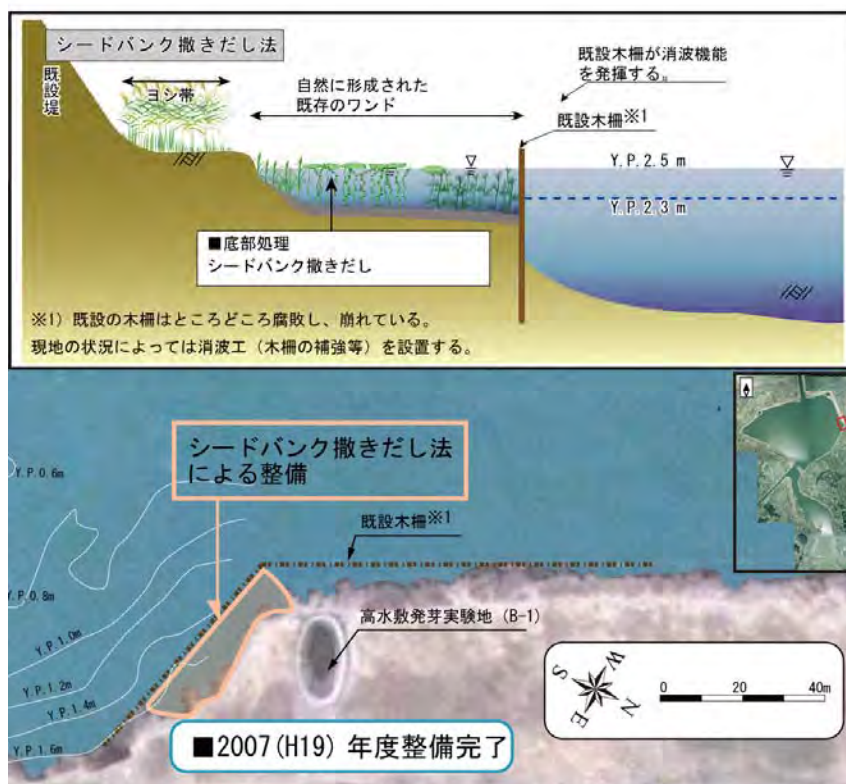


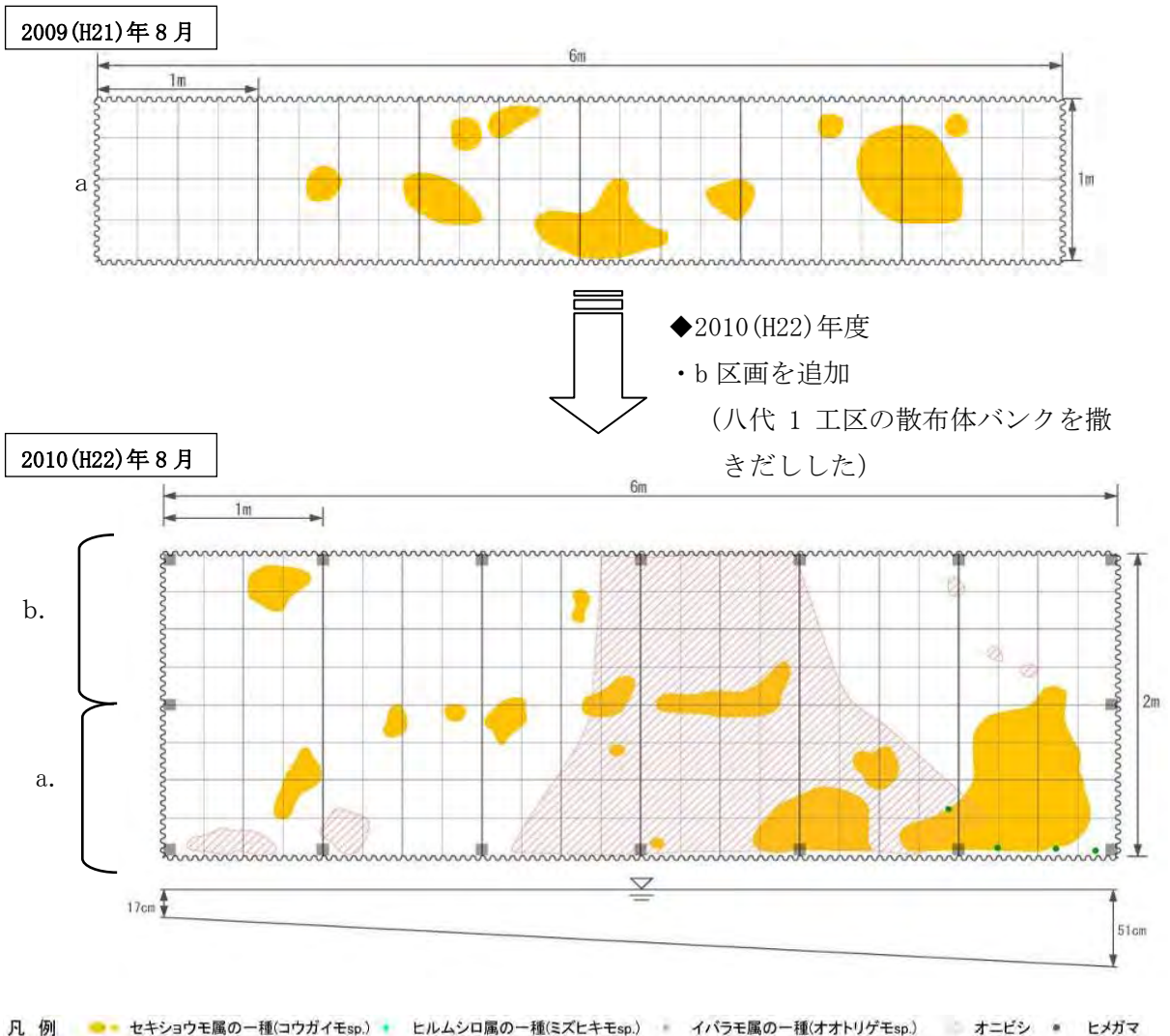
図 8.30 八代2工区整備概要⁹



写真 8.19 八代2工区の様子（平成22年6月1日撮影）⁹

2) 成果

図 8.31 に植生図を示す。「撒きだし」だけでは沈水植物の発芽・生育は確認できなかった（平成 20 年度）。「撒きだし+食害防止ネット（目合い 1.5mm）」による方法では、コウガイモの群落形成に成功した（平成 21 年度）。翌年、同一エリアをさらに一回り広く食害防止ネットで囲ったことで、コウガイモが再び発芽し、前年よりもさらに群落を拡大させたことを確認した（平成 22 年度）。



※10月調査時に食害防止ネット区内のオニビシを刈り取った。

※a. 昨年度底泥を撒き出した範囲(2年目)、b. 今年度新規に底泥を撒き出した範囲(1年目)

図 8.31 八代 2 工区の植生状況（上：平成 H21 年度、下：平成 22 年度）⁹

(4) 甚兵衛大橋工区

1) 目的

高水敷発芽実験（平成 19 年実施）において、多くの沈水植物の発芽が確認できた場所を、「水たまり法」と称する方法で、平成 21 年に再整備を行った（図 8. 32、写真 8. 20）。

高水敷に水たまりを設ける整備であって沼内の再生整備ではないが、印旛沼産の水草の系統維持、移植に用いる水草の供給拠点、市民の水草観察の場、などに活用することを目的としている。

- ・整備期間：平成 21 年 5 月完成
- ・整備方法：水たまり法による整備

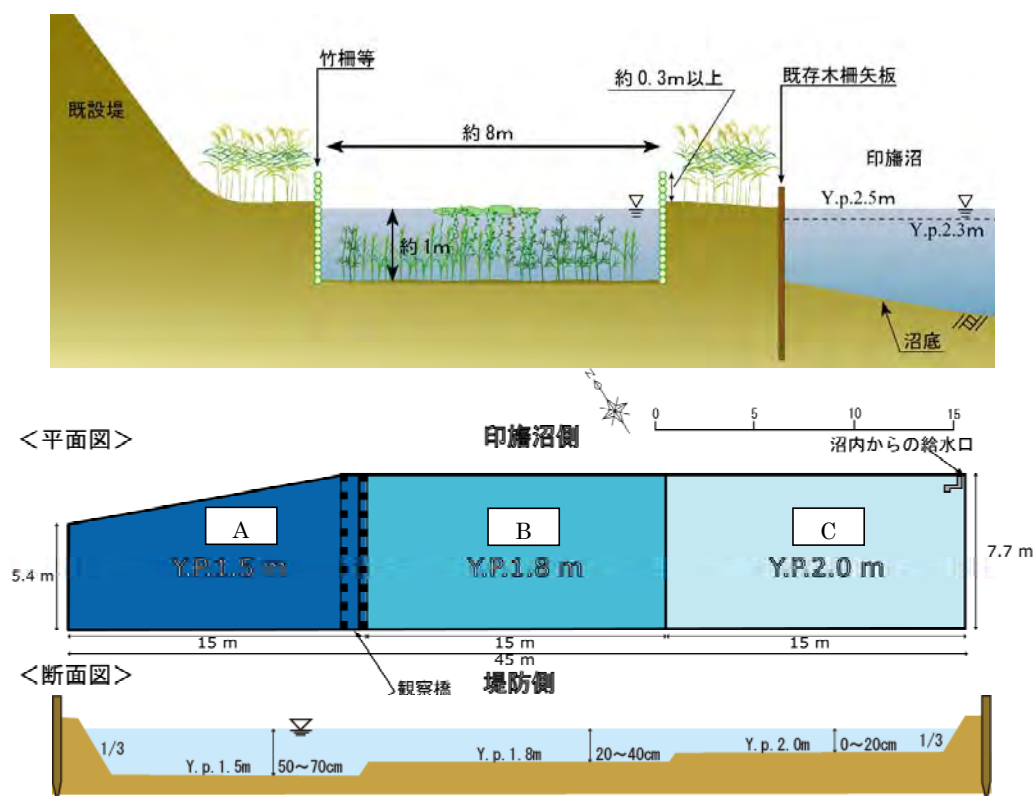


図 8. 32 甚兵衛大橋工区整備⁹



写真 8. 20 甚兵衛大橋工区の様子（平成 H22 年 6 月 1 日撮影）⁹

2) 成果

ササバモやアサザを中心とした沈水・浮葉植物群落が形成され、良好な状況である（図 8.33）。ただし放置すれば、ヒメガマ等が侵入繁茂するため、維持管理が不可欠である（写真 8.21）。

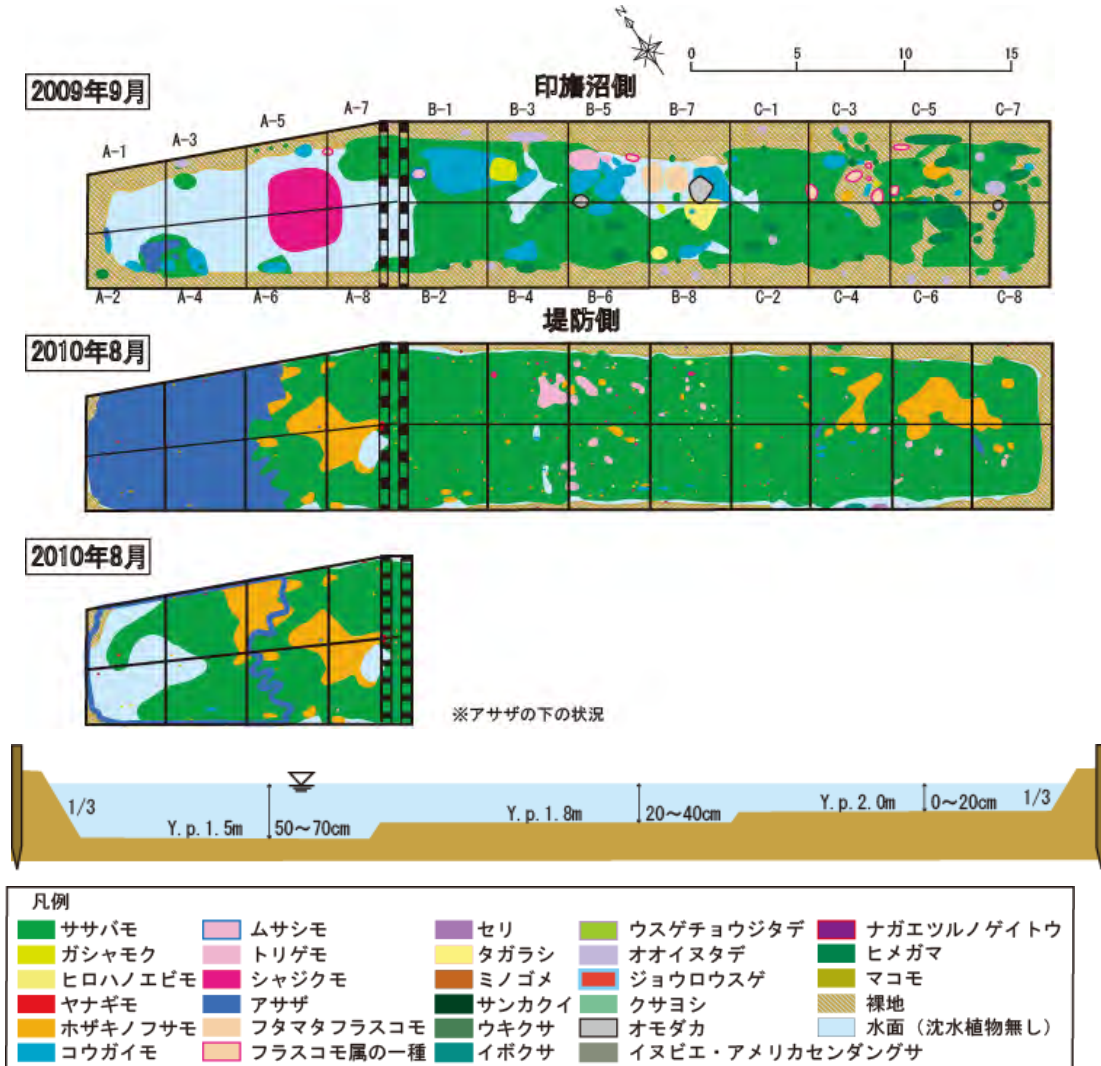


図 8.33 甚兵衛大橋工区の植生状況⁹



写真 8.21 平成 21 年 8 月のヒメガマ抜き取り作業の前後比較⁹

8.4.3 オニビシ刈り取り

(1) オニビシの刈り取り状況

平成 22 年度に北印旛沼でオニビシの刈り取りを実施した。その概要を以下に示す。

■目的：オニビシが増加して河川管理上支障をきたしているため、オニビシの繁茂箇所を減少させるための駆除を実施した。

■刈り取り方法：オニビシ刈り取り船による刈り取り

■刈り取り箇所：北印旛沼のオニビシ（図 8.34）

※繁茂していたほぼすべてのオニビシを刈り取った

■刈り取り時期：平成 22 年 7 月 8 日～8 月 2 日

実動日数	延作業人数	延運搬回数
26 日	260 人	984 回

■刈り取り量：面積：42.9ha 湿重量：510 トン 単位面積湿重量：1,190 g/m²

■処理方法：天日乾燥による堆肥化、近隣農家が堆肥に利用予定

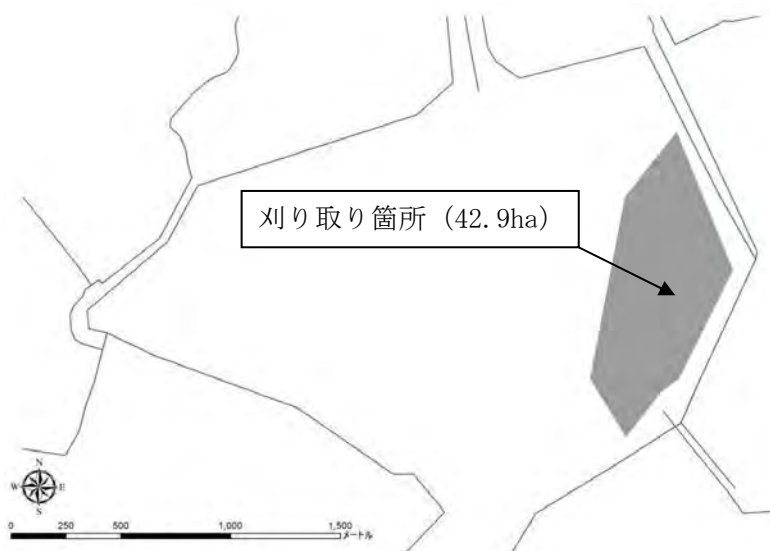


図 8.34 平成 22 年度のオニビシ刈り取り箇所⁹



写真 8.22 刈り取りの様子⁹



写真 8.23 陸揚げの様子⁹



写真 8.24 堆肥化の様子⁹

(2) 近年のオニビシの繁茂状況（平成 17 年～平成 22 年）

近年のオニビシの繁茂状況を表 8.9 および図 8.35 に示す。平成 17 年に比べ、西印旛沼、北印旛沼いずれも、オニビシの繁茂する面積が増加してきている。

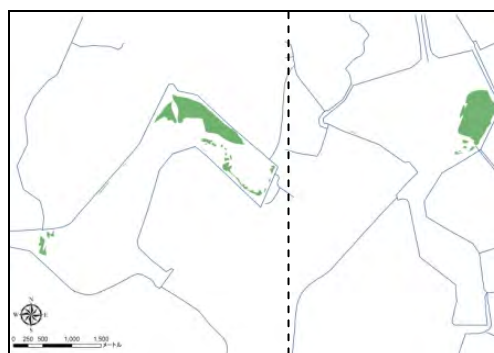
表 8.9 近年のオニビシ繁茂状況⁹

整理年		西印旛沼	北印旛沼	全体	備考
年	月	ha	ha	ha	
2005 (H17) 年	9 月	38.1	24.3	62.4	航空写真より
2006 (H18) 年	7, 8 月	50.2	41.3	91.5	植生図調査より
2009 (H21) 年	9 月	62.2	34.2	96.4	航空写真より
2010 (H22) 年	9 月	75.1	(42.9)	124.3 (42.9)	航空写真及び刈り取り実績 ()内は刈り取り分

2005 (H17) 年 9 月



2006 (H18) 年 7, 8 月



2009 (H21) 年 9 月



2010 (H22) 年 9 月 (刈り取り実施後)



■ : オニビシ繁茂箇所 ■ : オニビシ刈り取り箇所

図 8.35 近年のオニビシ繁茂状況⁹

(3) 昭和 S60 年代に実施したオニビシ刈り取り状況

印旛沼では、過去 (昭和 S60 年頃) にもオニビシの異常繁殖が発生しており、昭和 62、昭和 63、平成元年) 年に刈り取りを実施している。

この刈り取りに関わり千葉県水質保全研究所 (現: 千葉県環境研究センター) が水生植物調査及び水質調査等を実施して、オニビシの刈り取りによる水質等への影響を整理

している。本項は、水質保全研究所による「印旛沼の水生植物調査－オニビシの繁茂拡大について－平成3年3月」を基に整理したものである。

昭和62、昭和63、平成元年におけるオニビシの刈り取り状況を図8.36に示す。また、オニビシ刈り取り事業実績を表8.10および図8.37に示す。

- ・ 面積当りの陸揚重量(湿重量)は年々減少しており、オニビシの生息密度は年々減少していると考えられる。

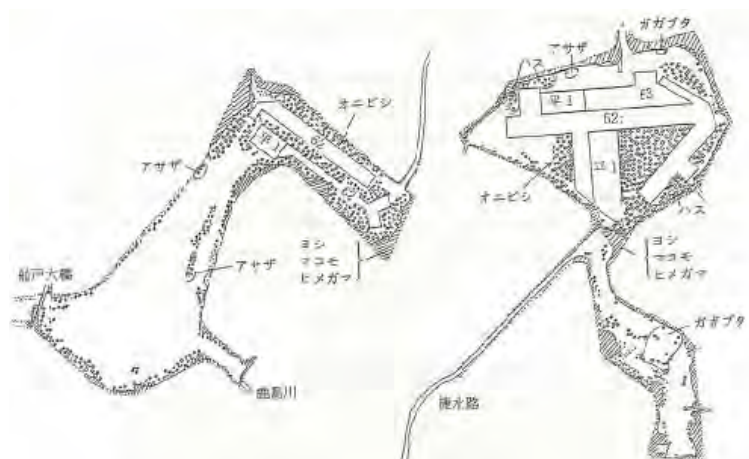


図 8.36 水生植物の分布とオニビシの刈り取り区域¹¹

表 8.10 オニビシの刈り取り事業実績(昭和62～平成3年、平成22年)^{10,11}

年度	水域	刈り取り面積 (ha)	陸揚重量 (湿重量)(t)	陸揚重量 刈り取り面積 (g/m ²)
1987(S62) 年度	北印旛沼	106.1	1,621	1,528
	西印旛沼	46.1	285	618
	(合計)	(152.2)	(1,906)	
1988(S63) 年度	北印旛沼	148.7	761	512
	西印旛沼	46.0	396	861
	(合計)	(194.7)	(1,157)	
1989(H元) 年度	北印旛沼	183.5	996	543
	西印旛沼	55.0	84	153
	(合計)	(238.5)	(1,080.0)	
1990(H2) 年度	北印旛沼	185.4	698.3	377
	西印旛沼	55.0	160.5	292
	(合計)	(240.4)	(858.8)	
1991(H3) 年度	北印旛沼	195.5	173.7	89
	西印旛沼	55.0	39.1	71
	(合計)	(250.5)	(212.8)	
2010(H22) 年度	北印旛沼	42.9	510.45	1,190
	西印旛沼	0	0	0
	(合計)	(42.9)	(510.45)	

1987～1989年度：「印旛沼の水生植物調査」¹¹より引用

1990～1991年度：「湖沼・河川・排水路の水質浄化」¹²を引用

2010年度：今年度の実績刈り取り量

¹¹千葉県水質保全研究所(1991)：印旛沼の水生植物調査－オニビシの繁茂拡大について－平成3年3月

¹²本橋敬之助・立本英機：湖沼・河川・排水路の水質浄化－千葉県の実施事例－

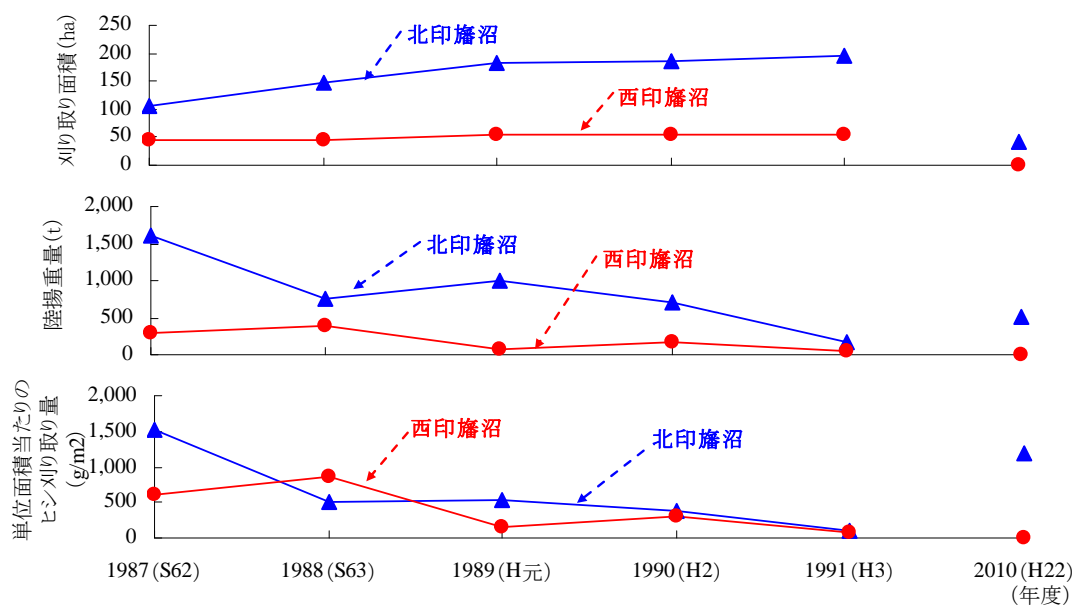


図 8.37 オニビシの刈り取り事業実績（昭和 62～平成 3 年、平成 22 年）^{10,11}

昭和 62～平成元年度：「印旛沼の水生植物調査」¹¹より引用

平成 2～平成 4 年度：「湖沼・河川・排水路の水質浄化」¹²を引用

平成 22 年度：今年度の実績刈り取り量

9 諏訪湖（長野県）

諏訪湖に関しては、現地調査や関係機関への情報収集はほとんど行っていない。湖とそこに生育する水草の変遷については「アオコが消えた諏訪湖」¹に詳しくまとめられているので、主としてこの資料を基に紹介する。

9.1 諏訪湖の概要

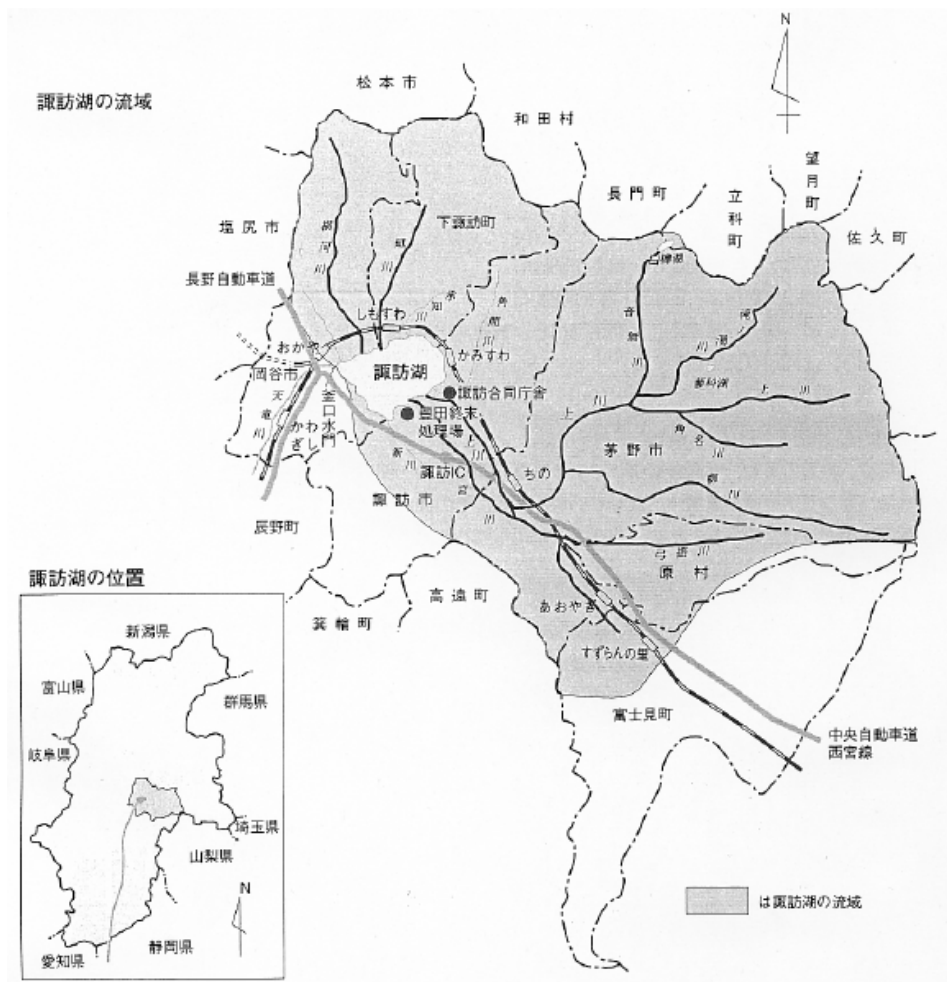


図 9.1 諏訪湖の位置及び流域図²

諏訪湖はフォッサマグナ沿いの断層に形成された湖で、形成時期は 20～30 万年前と考えられている。

湖の位置と流域を図 9.1 に示す。

湖の諸元は下記の通りである。

：湖面標高 759m、湖面積 13.3km²、水深は最大 7.2m、平均 4.7m、貯水量 6,300 万 m³、平均滞留時間 39 日（以上、Wikipedia）、流域面積 531.8km²

¹ 沖野外輝夫・花里孝幸編（2005）：アオコが消えた諏訪湖、信濃毎日新聞社、

² 長野県（2008）：諏訪湖に係る第 5 期湖沼水質保全計画

湖水の最近の水質は、平成 18 年度の年間平均値で下記の通りである。

: COD 5.5mg/L、T-N 0.71mg/L、T-P 0.043mg/L

沈水植物は水質汚濁が進行した時期にはかなり少なくなったが、2000 年前後から種類、生育面積で回復の兆しが見られる。

9.2 諏訪湖の環境の現状と経緯

9.2.1 水質

諏訪湖の水質（COD、T-N、T-P：年間平均値）の昭和 62 年度以降の変化を図 9.2 に示す。

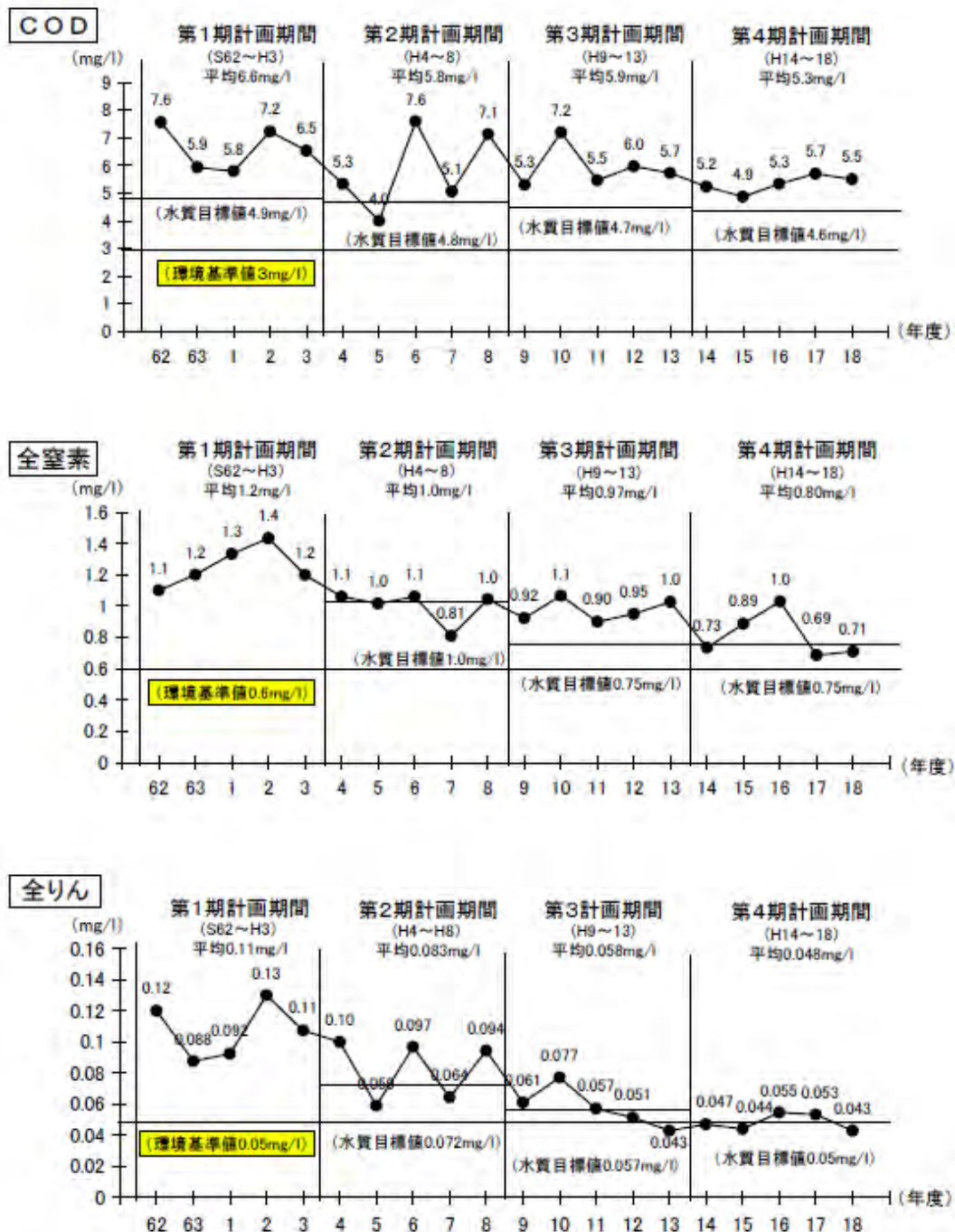


図 9.2 湖水の水質の経年変化（長野県作成）

諏訪湖の水質は、昭和 30 年代半ばまでは見た目もきれいで、そのまま飲めるほどであったといわれている。昭和 35 年頃から工場排水や生活雑排水の流入の増加により水質汚濁が進み、40 年代前半にはアオコが毎年発生し、夏季には青緑色のペンキを流したような状態にまでなった。またこの時期には、底層で嫌気化し黒っぽくなった水が風により表層に持ち上がる「すす水」という現象も見られている。

昭和 46 年の環境基準の設定以降、様々な水質改善のための施策が講じられ、54 年には諏訪湖流域下水道が供用開始されている。こうした施策により T-N と T-P は平成 2 年以降低下傾向にあり、特に T-P は環境基準値の 0.05mg/L を下回るようになっていく。一方、COD については年間平均値で見ると、顕著な改善は見られないが、月毎の変化では夏季に 10mg/L を超える年は平成 7 年以降かなり少なくなっている。

透明度は夏季（7 月～9 月）の平均値の推移を図 9.3 に示す。平成 10 年までは 60～80cm で推移していたが、11 年から 100cm 前後と改善され、現在まで続いている。平成 11 年の変化はアオコの減少と一致している³。平成 10 年まで発生していたマイクロシスティスは 11 年に激減し、優占グループも毒素(マイクロシスティン)を作る *Microcystis aeruginosa*、*Microcystis viridis* から無毒性の *Microcystis ichthyoblabe*、*Microcystis wesenbergii* に変わっている（図 9.4）⁴。

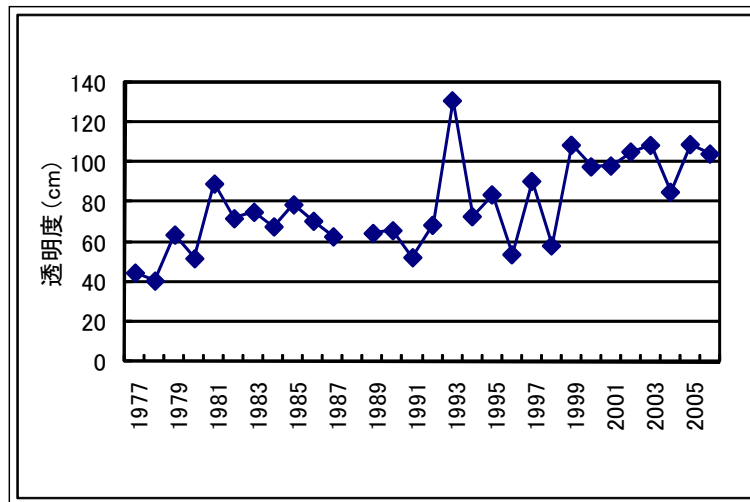


図 9.3 夏季 3 ヶ月の平均透明度の経年変化（提供、花里孝幸教授）

³ 花里孝幸(2007)：11.3 水質浄化に伴う生態系の変化、河川の水質と生態系—新しい河川環境創出に向けて—、大垣眞一郎監修、財団法人河川環境管理財団編集、技報堂出版

⁴ 朴虎東(2009)：諏訪湖で起きたアオコの激減とラン藻組成の変化、水環境学会誌、Vol. 32、No. 5、pp. 9-11.

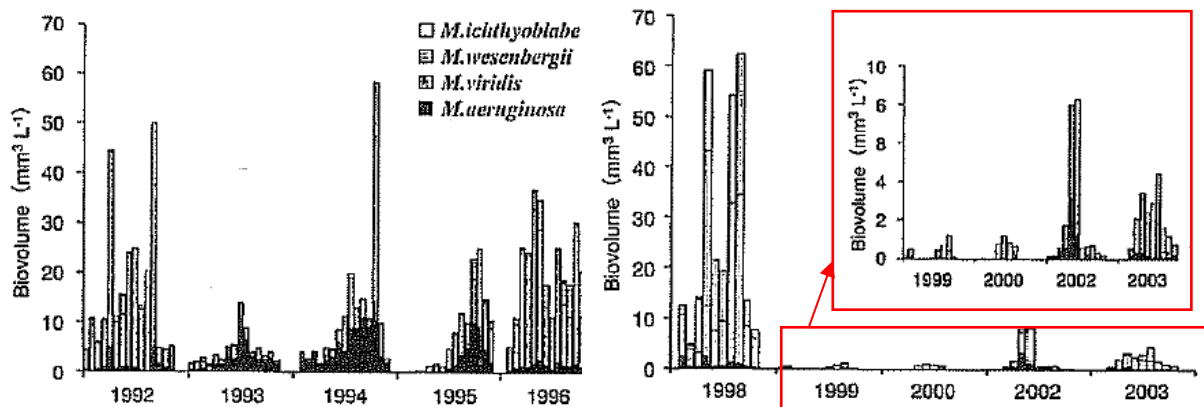


図 9.4 諏訪湖で見られたミクロキスティスの出現の変化³

9.2.2 水草（沈水植物）

諏訪湖における水草の生育限界は明治 44 年の調査では水深 4m であり、昭和 24 年には 2.5m、昭和 47 年以降は 2m であったが、近年は沈水植物の中で比較的分布域の広いエビモについてはその生育範囲が水深 4m に達している。昭和 44 年度からは水質改善対策の一環として水草の除去をも目的とした浚渫が始められ、当時の水草生育限界に相当する水深 2.5m までを対象として実施された。諏訪湖の水草は水質汚濁とその対策として実施された浚渫により大きな影響を受けたといえる。

沈水植物の確認状況の推移を以下に示す。

- ① 明治 44 年（8 月）：9 種、センニンモ、ホザキノフサモ、ヒロハノエビモ、ヤナギモ、ササエビモ、トリゲモ、セキショウモ、クロモ、マツモ
- ② 昭和 41 年（8 月）：3 種、クロモ、ササバモ、セキショウモ
- ③ 昭和 51 年（8 月）：1 種、クロモ（現存量は激減）
- ④ 平成 9 年：8 種、エビモ、クロモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、ハゴコロモ、セキショウモ、センニンモ、コカナダモ
- ⑤ 平成 14 年（9 月）：5 種、エビモ、ササバモ、クロモ、マツモ、ヒロハノエビモ
- ⑥ 平成 15 年（6 月）：3 種、エビモ、ササバモ、ヒロハノエビモ

6～7月に繁茂するエビモについては、昭和 37～38年には一部の区域に限定的に生育していたが、その後の水質汚濁の進んだ時期にも残存し、現在に至っている。エビモの現存量が最大となるのは昭和 61～62年頃で、その後は減少し、平成 11年以降は安定している。

現在、諏訪湖で繁茂しているのはヒシである。ヒシが勢力を伸ばし始めたのは昭和 41 年頃であり、平成元年には既に大きな面積を占めていた。

9.2.3 漁獲

諏訪湖の漁獲量は、昭和40年代は年間400～500トンであったが、その後減少の一途を辿り、平成10年以降100トンを下回っている。諏訪湖では昭和35年頃までは漁獲される魚種が多く、貝類の割合が高かったが、40年前後からワカサギとコイは増加するが、その他の魚や貝類が減少するという傾向である。現在ではワカサギが漁獲量の60%以上を占めており、コイ・フナ・エビを合わせた4種で97%を超えるという状況である。

9.3 環境保全に向けた取り組み

9.3.1 湖沼水質保全計画

諏訪湖では水質汚濁の進行に対して様々な対策が講じられてきている。

さきがけとなったのは昭和40年10月に設置された「諏訪湖浄化対策研究委員会」であり、43年6月にまとめられた報告を受けて、下水道の整備や底泥の浚渫の取り組みが始められている。

その後、昭和61年に湖沼水質特別措置法に基づく指定湖沼の指定を受け、5年毎に諏訪湖水質保全計画を策定し、現在第5期⁵が進められている。第5期計画の水質目標を表9.1に示す。

表 9.1 諏訪湖に係る第5期湖沼水質保全計画の水質目標値

項 目		現 状 (平成18年度)	目標値又は目標 (平成23年度)	環境基準
C O D (化学的酸素要求量)	75%値 (mg/l)	7.4	4.8	3.0
	年平均値 (mg/l)	5.5	4.6	—
全 窒 素	年平均値 (mg/l)	0.71	0.65	0.60
全 り ん	年平均値 (mg/l)	0.043	現状水準の 維持・向上	0.050

第5期計画で水草に関する項目は次の2つである。

- ・浮遊ごみ、枯れた水草等の除去
- ・湖畔の整備（水生植物帯による自然浄化機能の回復が狙い）

9.3.2 ヒシの刈り取り

諏訪湖では近年、ヒシの繁茂が問題となっている。平成21年8月に訪問した長野県諏訪湖建設事務所によると、ヒシの面積が176haあり、18haのヒシの刈り取りを県が緊急雇用促進事業で実施予定とのことであった。刈り取られたヒシの処分は諏訪湖に面する3つの市町で分担して対応するとのことである。

⁵ 長野県(2009)：諏訪湖に係る第5期湖沼水質保全計画



図 9.5 諏訪湖におけるヒシの繁茂（平成 21 年 8 月）

河川環境総合研究所資料 第30号 平成23年3月編集・発行

ISSN1347-751X

我が国の湖沼での沈水植物の再生及び利活用に関する資料集

編集・発行 財団法人 河川環境管理財団 河川環境総合研究所

〒193-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9

TEL 03-5847-8304 FAX 03-5847-8309

URL <http://www.kasen.or.jp> E-mail info:kasen.or.jp

印刷・製本 株式会社マック

〒103-0023 東京都中央区日本橋本町3-7-9

TEL 03-3667-2085 FAX 03-3667-2088
