

## 9. 実験センターにおける生物調査（水域）（その3）

### 1. 目的

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター内に設置された水路および実験池において、水生生物や水質の現況を把握するとともに、河川環境と生物相との関係や多様性について検討し、今後の琵琶湖・淀川水系の水辺環境の創造に役立てることを目的とする。

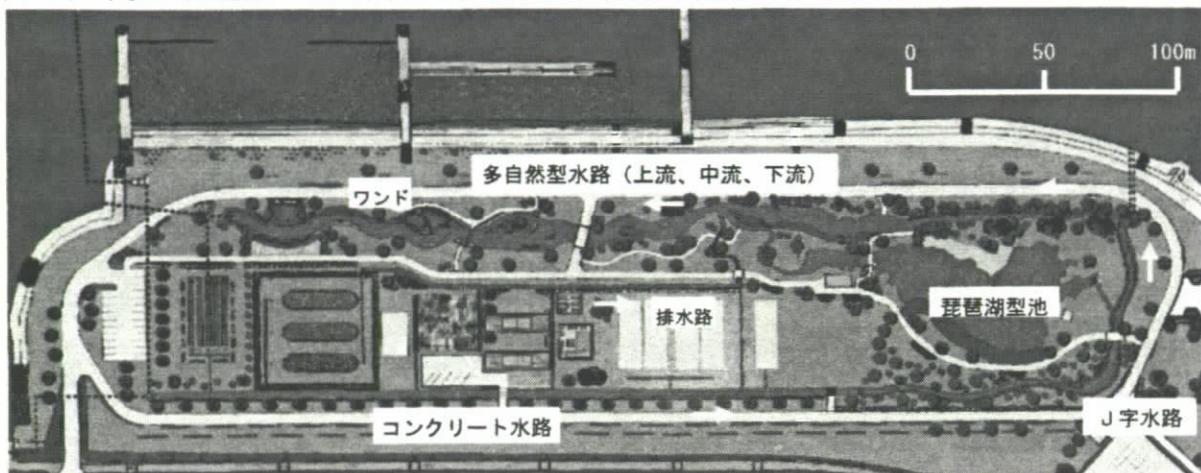


図 3-1 実験水路の概要

### 2. 実験内容（調査内容）

現地調査は、自浄浄化作用の効果（水質）、植物（植生、植物相、栽培植物、藻類）、底生動物及び魚介類（魚類、底生動物）について実施した。

各調査内容は以下のとおりである。

#### 2.1 自浄浄化調査

実験水路における水質の浄化機能を把握するため、コンクリート水路～多自然型水路及び琵琶湖型実験池に計6ヶ所の調査地点を設け、四季各1回の水質調査を実施した。

現地調査は各地点において、気温、水温、水深、流速など一般項目の測定を行うと共に、室内分析用の試料を採取した。室内での分析項目及び分析方法は、表3-1に示すとおりである。

表 3-1 水質分析項目及び分析方法

項目	分析方法
水素イオン濃度 (pH)	JIS K-0102.12.1
生物化学的酸素要求量 (BOD)	JIS K-0102.21(32.3)
化学的酸素要求量 (COD)	JIS K-0102.17
浮遊物質量 (SS)	昭和46年環告第59号付表8
窒素含有量 (T-N)	JIS K-0102.45.2
燐含有量 (T-P)	JIS K-0102.46.3
クロロフィルa	上水試験方法 VI-4-20

## 2.2 植物調査

### 2-1-1 植生

植生および植物相は、春季、夏季、秋季の3回、現地調査を実施した。調査範囲はJ字水路、多自然型水路、コンクリート水路及び琵琶湖型実験池を含む水路内と水際部とし、対象は湿生・水生を含むシダ植物以上の高等植物とした。

水路内の植生を優占種によって捉え、調査結果を優占種の分布状況として縮尺1/500の図に表した。同時に、図3-2に示す多自然型水路の上流部・中流部・下流部(ワンド)及びコンクリート水路の4地点における代表的な植生でコドラー調査を行った。コドラー内に生育する主な植物の分布を記録するとともに、すべての植物について平均高及び被度(%)を記録した。コドラーは各地点で1つずつ設定し、大きさは100×100cmとした。

### 2-2-2 植物相

J字水路、多自然型水路及びコンクリート水路内全域と琵琶湖型実験池において、水路内または水際部に生育する植物を記録し、植物目録を作成した。調査の対象はシダ植物以上の高等植物とし、現地での生育状況や植栽図から在来種・帰化種・植栽種を判断して記録した。現地で同定が困難な植物は採集して持ち帰り、後日標本の同定を行った。

### 2-2-3 水生植物活着状況

図3-3に示す水生植物植栽地計6地点で調査を行った。植栽種の個体数及び生育状況を記録するとともに、水深、流速などの立地環境を記録した。また、各地点の植栽種ごとにコドラー(50×50cm)を1地点ずつ設置し、コドラー内の植栽種及び主要な植物の生育状況を投影図として表した。コドラー内のすべての植物について平均高と被度(%)を記録した。同時に、水生植物植栽地のうち護岸形状の異なる5地点において水路横断方向にラインを設置し、ライン上に生育する植物を記録して断面模式図を作成した。

### 2-2-4 藻類

実験水路においてみられる藻類の生育状態を把握するため、秋季に現地調査を実施した。調査地点は、多自然型水路(計3地点)、J字水路、コンクリート水路、琵琶湖型実験池のほか、葉山川河口及び琵琶湖湖岸の計8地点とした。

予め水中に設置しておいた素焼き煉瓦の上面で、5×5cmの方形枠から採集した藻類を100mlのポリ瓶に入れ、3～5%ホルマリンで固定して持ち帰り、顕微鏡下で種の同定及び細胞数の計数を行った。得られた細胞数は1cm<sup>2</sup>分の採集面積値に換算した。

## 2.3 底生動物、魚介類、水生昆虫調査

魚類以外の水生動物の調査は、底生動物の調査と同時に実施可能であるため、ここでは魚類と底生動物(魚類以外の水生動物)に分けて整理した。

### 2-3-1 魚類

魚類の生息状況を把握するため、昨年度と同様、多自然型水路、J字水路、コンクリート水路、琵琶湖型池において四季各1回の現地調査を実施した。

魚類の現地調査は、投網、タモ網、セルビンを用いて、一定の範囲内で捕獲される魚類の量的な把握を試みる定量調査と、投網とタモ網を用いて調査範囲を任意に調査し、魚類相の把握を目的とした定性調査を行った。定量調査は、図3-4に示す多自然型水路の上流部、中流部、下流部(ワンド付近)の各定点のほか、琵琶湖型池を加えた4地点で実施した。定性調査は多自然型水路を上・中・下流域に区分した3地域のほか、J字水路、コンクリート水路、琵琶湖型池の計6地点で実施した。捕獲した魚類は原則として現地で同定し、個体数の計数、写真撮影などを行った後、速やかに放流した。なお、現地で同定困難な個体は、ホルマリン液(10%)で固定して持ち帰り、顕微鏡下で種の同定を行った。

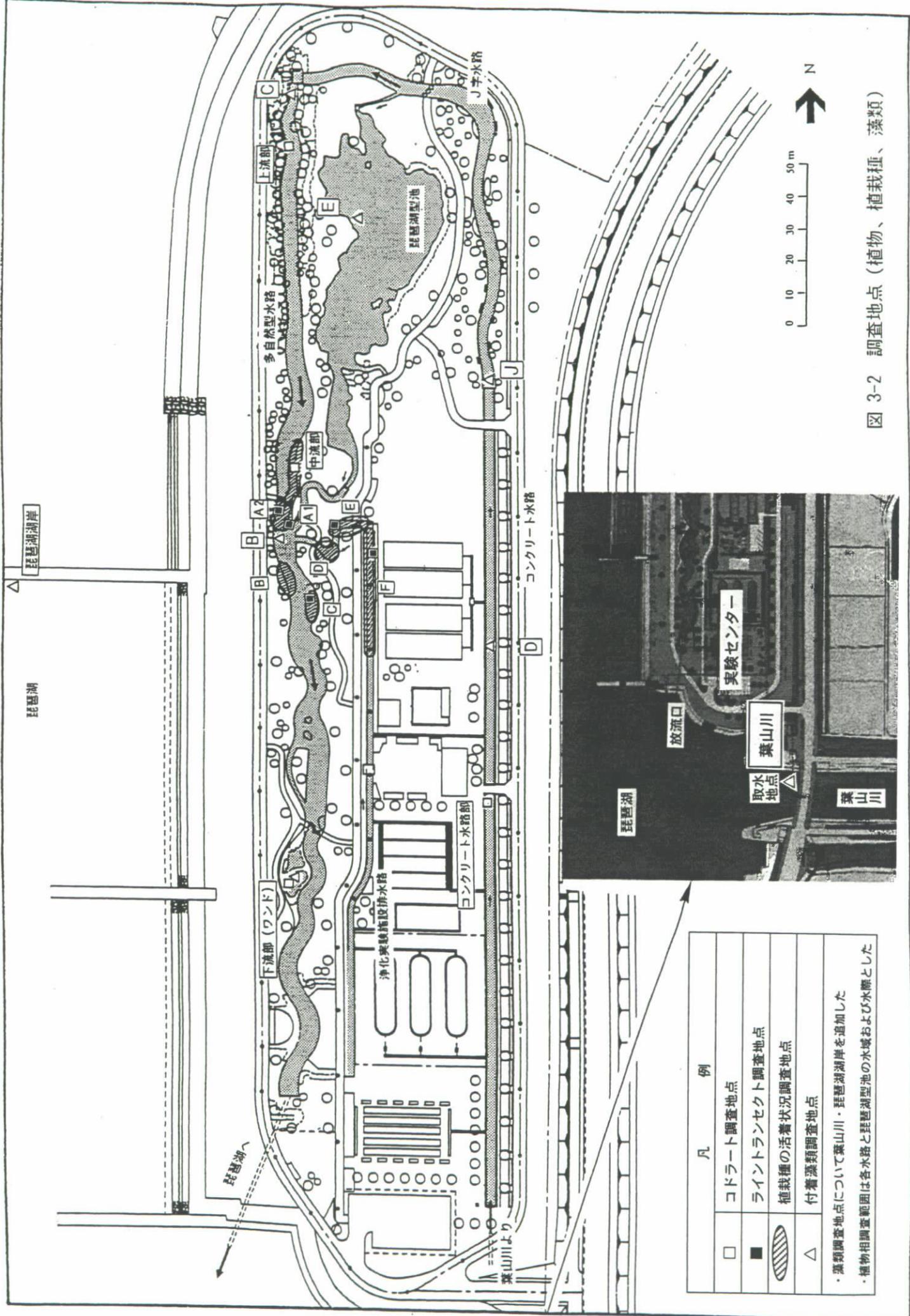
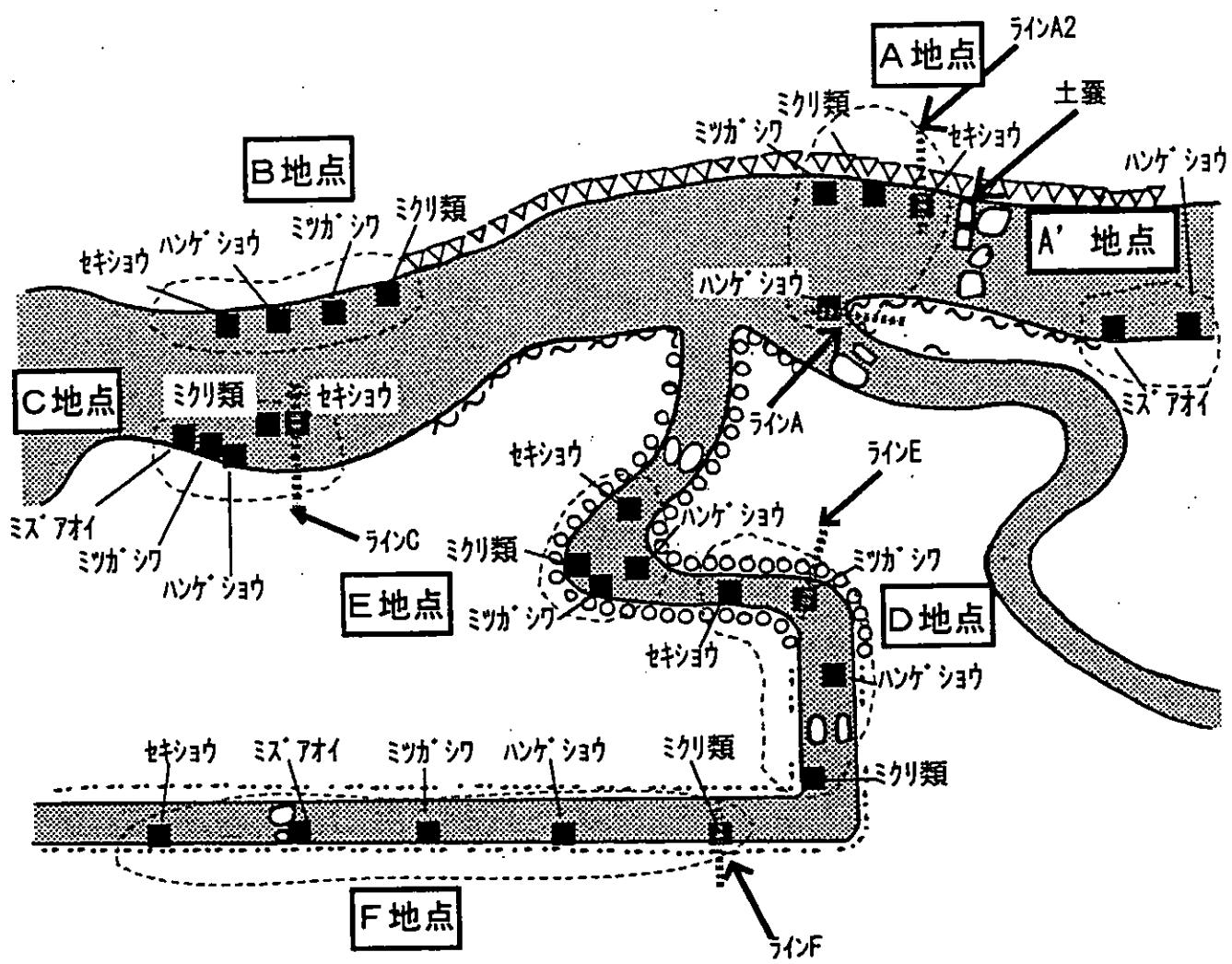


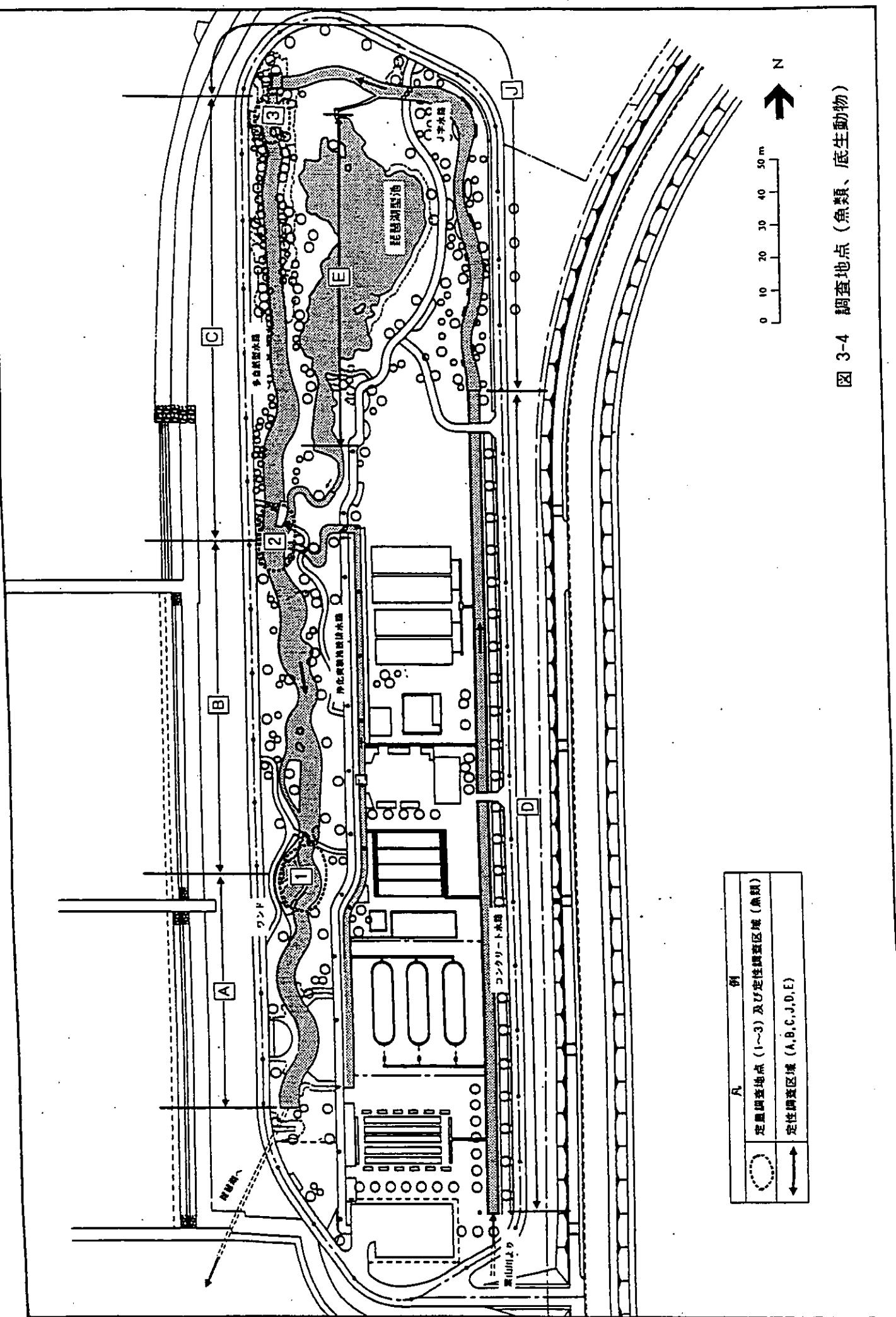
図 3-2 調査地点（植物、植栽種、藻類）



凡 例	
■	植栽地点
.....	ライントランセクト調査地点
護岸形態	～ 粗雑柵
	△ 蛇籠
	無印 土羽
	○ 植生ロール
	； 石積

図 3-3 調査地点（水生植物活着状況）

図 3-4 調査地点（魚類、底生動物）



### 2-3-2 底生動物

貝類や甲殻類等の底生動物や遊泳性の水生昆虫類等の生息状況を把握するため、昨年度と同様、多自然型水路、J字水路、コンクリート水路、琵琶湖型池において四季各1回の現地調査を実施した。

現地調査では、方形枠付きサーバーネットを用いて各地点とも同じ面積内で採集する定量調査と、タモ網を用いて任意に各所で採集する定性調査を行った。定量調査は多自然型水路の上流部、中流部、下流部（ワンド付近）の各定点3地点で、定性調査は定量調査地点を含む9地点で実施した。

採集した底生動物は、ホルマリン液（10%）で固定した。これを室内に持ち帰り、ルーペを使い、取りきれなかった混入物の中から、底生動物を選別し試料とした。顕微鏡下で試料の同定を行った。定量調査においては個体数の計数を加えて行った。

### 2.4 実験スケジュール【現地調査実施日】

現地調査は生物の四季の変化を把握するために、表3-2に示す日程で実施した。

表3-2 現地調査実施日

調査項目		動植物生息・分布状況				自浄浄化	活着状況
調査日		水生植物	魚類	底生動物	藻類	水質	水生植物
春季	5月22日（晴）	-	-	-	-	○	-
	5月29日（曇）	○	○	○	-	-	○
	5月30日（曇）	○	○	○	-	-	○
夏季	8月18日（晴）	-	-	-	-	○	-
	8月28日（曇）	○	○	○	-	-	○
	8月29日（曇）	○	○	○	-	-	○
秋季	10月11日（曇）	○	○	○	○	-	○
	10月12日（曇時々雨）	○	○	○	○	○	○
冬季	1月17日（曇時々晴）	-	-	-	-	○	-
	1月18日（曇時々晴）	-	○	○	-	-	-
	1月19日（曇）	-	○	○	-	-	-

### 3. 調査結果

#### 3.1 自浄浄化調査

水温を除いて、季節による変動が大きかったのはSSであった。昨年度までは、葉山川流域の水田における田植えの影響を受け、春季（5月）にSSが上昇する傾向がみられたが、今年度は春季だけでなく、夏季（8月）および冬季（1月）も高くなる傾向がみられた。この要因として、夏季は渇水、冬季は強風による底泥の巻き上げ等が考えられる。また、BOD、T-N、T-Pも、秋季（10月）にくらべてやや高い傾向が見られた。

なお、昨年度は冬季調査時に葉山川上流域で河川改修工事があったため、この影響が見られたが、今年度は特に影響を及ぼす要因は確認できなかった。秋季は、昨年度と同様に良好な値を示していた。

実験水路の日常観察として隨時実施された水質の簡易分析結果をみると、SSに対応する濁度の季節変化は少なく、T-NおよびT-Pに対応する電気伝導度は夏季にやや高い値を示しているが、一部に欠測期間があるため詳細は不明である。

各地点毎の比較では大きな差はみられないが、ワンド部分の水質が、各季節とも安定して良好な値を示す傾向がみられるが、水質浄化実験施設からの浄化水流入による影響も否定できないため、浄化水の放流経路変更などによって確認することが必要である。

主な項目の経年変化は、表3-3に示すとおりである。今年度は、春季のBODおよび夏季のSSがやや高い傾向が見られた。冬季は、寒冬の影響のせいか、水温が低めであった。また、昨年度は河川改修の影響で高めの値が出ていたSS、T-N、T-Pなどは、今年度は低下し、一昨年の値に近づいていた。

昨年度、改良工事によって水質が改善されたワンド部分では、今年度も継続して良好な水質を維持していた。

表3-3 調査地点別水質の比較

	コンクリート水路			J字水路			多自然型上流			多自然型中流			ワンド			流路平均		
	H10	H11	H12	H10	H11	H12	H10	H11	H12	H10	H11	H12	H10	H11	H12	H10	H11	H12
pH	7.4	7.1	7.1	7.5	7.1	7.2	7.6	7.2	7.3	7.9	7.2	7.4	7.3	7.2	7.3	7.5	7.1	7.2
SS	6.1	7.9	16.9	6.0	7.8	17.6	5.9	9.0	17.5	7.2	7.8	18.0	14.1	7.9	7.7	7.8	8.1	15.5
COD	4.3	3.5	5.2	2.7	3.8	5.2	2.9	4.0	5.2	2.8	3.7	5.4	4.9	4.0	4.5	3.5	3.8	5.1
BOD	1.2	1.3	1.8	1.3	1.1	1.7	1.1	1.3	2.0	1.2	1.2	1.8	2.5	1.2	1.4	1.5	1.0	1.7
T-N	1.15	1.23	1.20	1.36	1.21	1.11	1.10	1.17	1.14	1.23	1.15	1.13	1.09	0.97	0.99	1.18	1.14	1.11
T-P	0.118	0.200	0.135	0.116	0.114	0.136	0.113	0.113	0.137	0.105	0.107	0.130	0.126	0.107	0.095	0.115	0.119	0.126

注) 数値は夏季と秋季の平均値を示す。「流路平均」はコンクリート水路～ワンドの5地点の平均値。

単位はpHを除いてmg/l

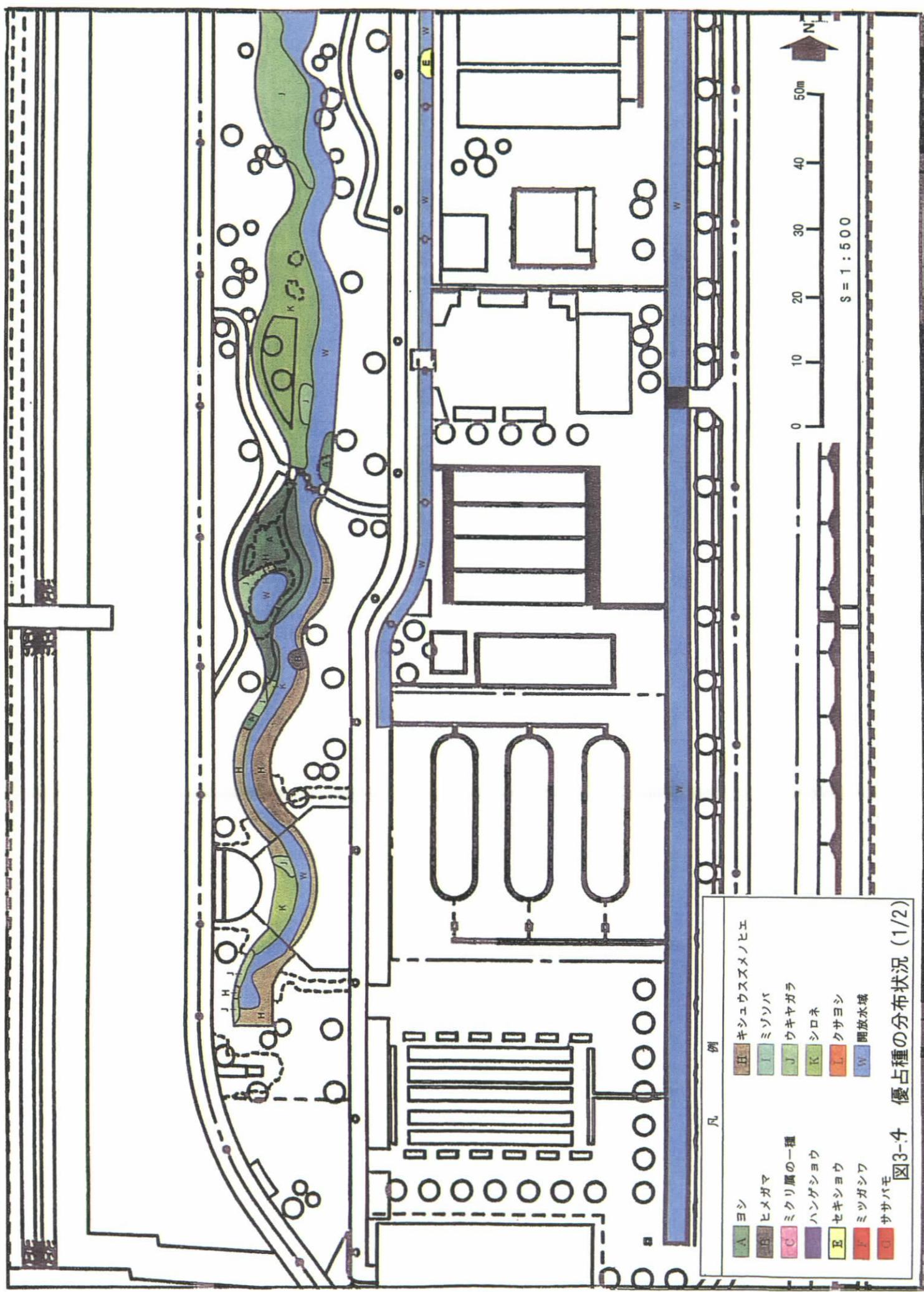
### 3.2 植物調査

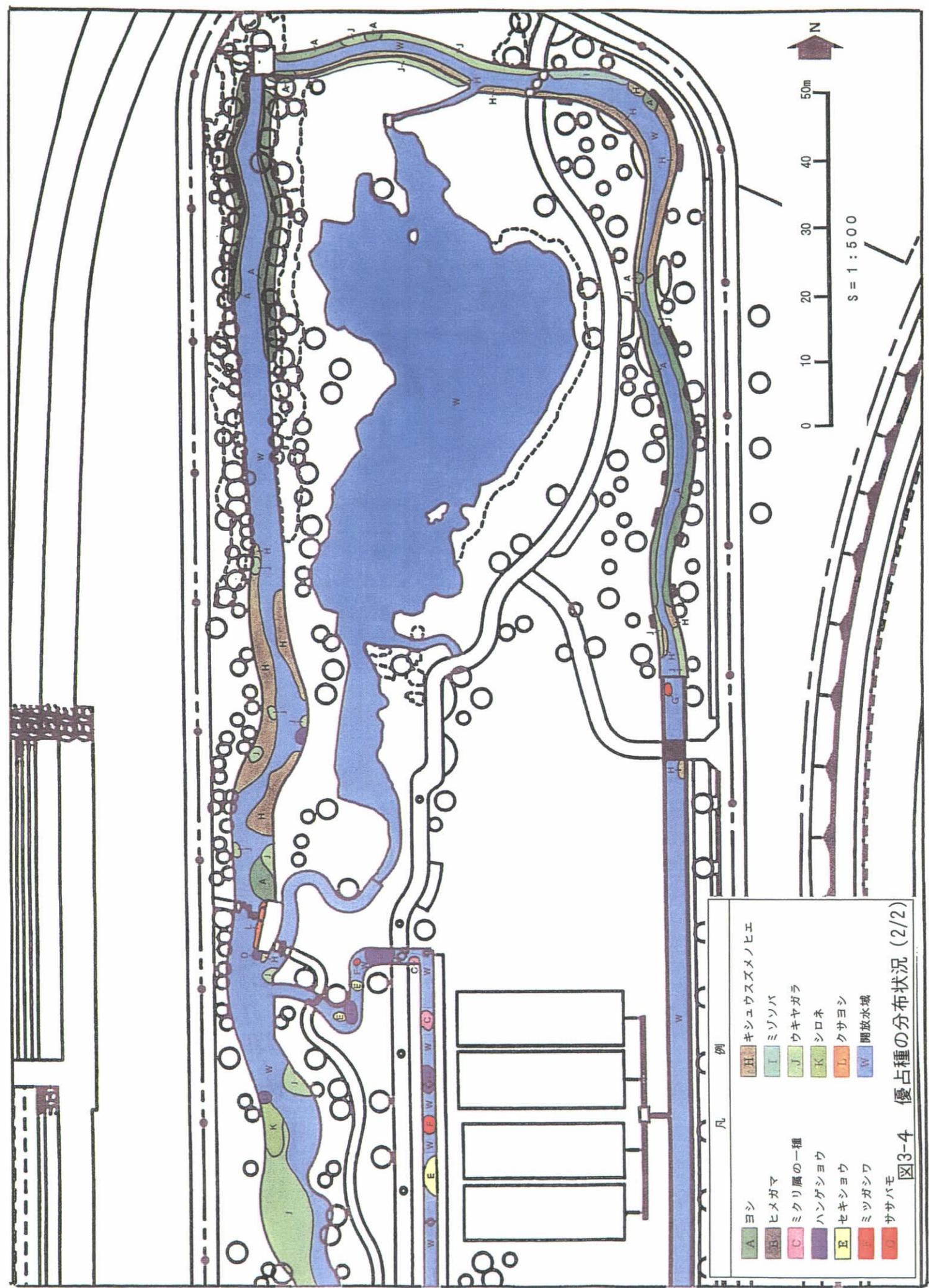
#### 3-2-1 植生

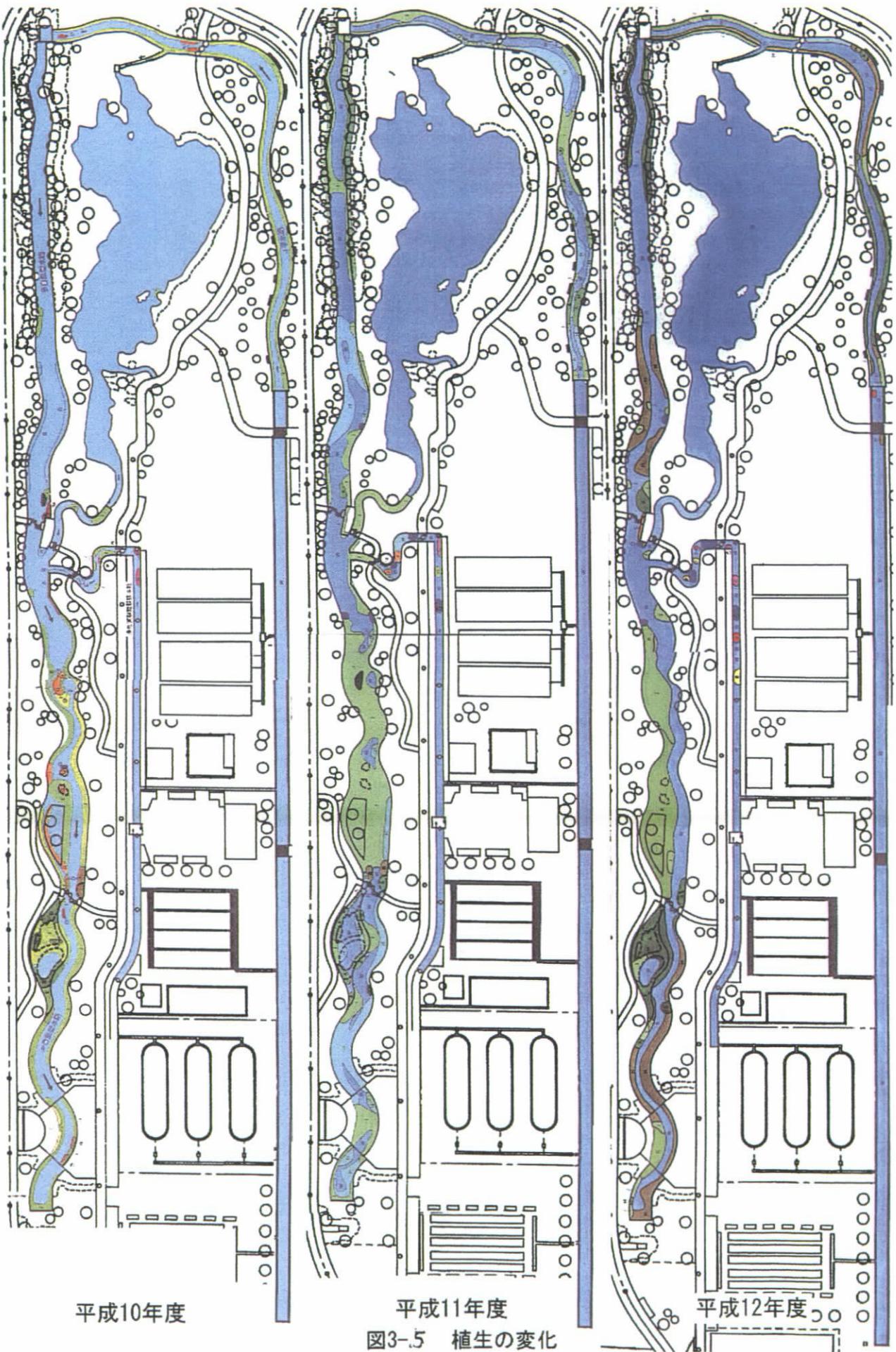
J字水路から多自然型水路にかけての水際部はほとんどが土羽となっている。この範囲では、主にヨシ・ウキヤガラ・シロネ・キシュウスズメノヒエが優占する群落が帶状に分布していた。特に、湾曲部やワンドなど流れの緩やかな部分において群落が発達し、流路をふさぐ様子がみられた。

排水路の水際部は石積みで、琵琶湖型実験池の水際部は玉石やコンクリート等であった。コンクリート水路を含むこれらの範囲では植物の生育はみられなかった。

植物の生育面積は段階的に増加傾向がみられた。平成10年度は群落も少なく、低茎植物が比較的多くみられたのに対し、平成11年度以降、ヨシやウキヤガラのような高茎植物の群落が拡大していった。特に12年度で、ヨシ群落がJ字水路と上流部、ワンドで発達したのが特徴的である。







### 3-2-2 植物相

現地調査により丁字水路、多自然型水路及びコンクリート水路において39科130種のシダ植物以上の高等植物が確認された。分類群別確認種数を表3-6に示した。

植栽種を除いた確認種のうち、帰化種の占める割合は20.8%となっている。多くの河川の帰化率は20%前後である(星野, 1996)ことから、調査地の帰化率は平均的なものといえる。河川の植物は大多数が草本植物であることが知られているが(梅原, 1996)、本調査地においても草本植物が確認種のほとんどを占めるなど、同様の傾向がみられる。

多自然型水路という環境を反映して、確認種はキシュウスズメノヒエやヤナギタデ、ミ

表3-6 分類群別確認種数

分類群			確認種数						
			植栽種		在来種		帰化種		合計
			科	種	科	種	科	種	科
被子植物	双子葉植物	離弁花類	3	3	17	34	6	8	19 45
		合弁花類	1	1	6	13	3	10	8 24
	單子葉植物		4	6	8	46	4	9	12 61
合計			9	10	31	93	13	27	39 130
比率 (%)			7.7		71.5		20.8		

注) 確認種を植栽種と侵入種に分類し、さらに侵入種を在来種と帰化種に分けた。

ゾソバなど湿地や水辺を好む種が半分近くを占めていた。水生植物のうち抽水植物は全て植栽種で、ヨシ・ガマ・ウキヤガラなどが確認された。沈水・浮葉植物はいずれも琵琶湖でも確認記録のある種であり、施設水の供給源である葉山川から運ばれてきたものと思われる。その中で沈水植物のコカナダモとクロモは琵琶湖において主要な種として知られている(浜端, 1991)。また、ミズオオバコは排水路部分で確認され夏季調査時には開花もみられた。そのほか、イヌタデやシロツメクサなど畑や路傍などを好む植物もみられ、これらは調査地周囲の道路や畠地から侵入したものと思われる。

確認種のうち、「改訂版 日本の絶滅のおそれのある野生生物 植物I」(環境庁, 2000)に記載されている種として、カワヂシャが確認された。本種は、琵琶湖型実験池の排水部近くに小規模な群落を形成していた。

平成10年度からの確認種数とその割合を表3-7に示す。確認種数は在来種が調査年毎に増加し、その割合も高くなっている一方、植栽種・帰化種の確認種数の増減はほとんどなく、割合はやや減少している。また、確認種を生活型でみると、多年生草が増加している。これら在来種や多年草の増加は、陸域の植物がゆるやかに侵入してきたものと思われ、搅乱の少ない本調査地の特徴を表す変化と考えられる。

表3-7 確認種の比較

	種数			割合%		
	平成10	平成11	平成12	平成10	平成11	平成12
植栽種	11	10	10	11.1	9.2	7.7
在来種	61	72	93	61.6	66.0	71.5
帰化種	27	27	27	27.3	24.8	20.8
合計	99	109	130			

平成12年度に新たに確認された種は、アカメヤナギ・ササバモ・ヤノネグサなど37種であった。この中で、池や沼でみられるマツモやサジオモダカ、ササバモ、水辺や湿地によく見られるヤノネグサやヒメクグ、コマツカサススキなど水路を特徴づける種が確認されている。

### 3-2-3 水生植物活着状況

植栽された植物の状況を年度別にみると、活力に大きな変化がみられたのは、調査を開始した平成10年度であった。平成10年度に活力が低いものの多くは平成11年度には確認されず、枯死したものと判断された。一方、平成11年度に確認されたものの大部分は、季節による活力の変化が若干みられるが、平成12年度まで順調な生育を示していた。

地点別にみると、途中植栽されたものを除いた植栽種のうち、平成12年度で全て生育している地点はEおよびF地点のみであった。D地点では2種、A・B・Cの各地点では1種のみが生育しているにすぎなかった。なお、A・B・Cの各地点は多自然型水路の中流部に位置しており、D・E・F地点は水質浄化実験施設からの排水路、および木津川水路に位置している。

植栽種別にみると、ハンゲショウの活力が際だって高かった。経年的に安定した状態であり、各地点とも良好な生育がみられるなど、植栽や環境の変化への対応性が高い種であるといえる。セキショウはD・E・Fの3地点で生育がみられ、季節による活力の変化はあるが、経的な変化はみられない。ミクリはEおよびF地点で比較的良好な生育を示しているが、他地点では調査開始当初から確認されていない。セキショウとミクリは、ハンゲショウに比べて本調査地の植栽に対する適性はやや劣るが、一旦活着したものは比較的良好な生育を示している。ミツガシワは、ミクリ同様にEおよびF地点で生育がみられ、比較的良好な生育を示しているが、食害による影響が大きいため、活力は安定していない。特にB・C・Dの各地点では、株が十分発達する前の平成10年度において、大きな食害を受けたことが消失の要因と考えられる。ミズアオイは途中植栽され、当初は生育がみられたが、1年草であるため、経的な生育はみられなかった。

### 3-2-4 藻類

5綱、127種の付着藻類が確認された。確認種数は珪藻類(101種)が全体の約8割を占め、緑藻類(15種)、藍藻類(9種)、紅藻類(1種)、ミドリムシ藻(1種)は少なかった。糸状藻類は藍藻及び緑藻の一部で構成され、カワシオグサの一種 *Cladophora* sp.、アオミドロの一種 *Spirogyra* sp.、サヤミドロの一種 *Oedonium* sp.など、合計10種が確認された。

優占した珪藻類を有機汚濁に対する3生態群(好汚濁性種・好清水性種・広域適応種)に区分した。珪藻類以外に関しては、その種が指標となる水質階級を4つ(①ps; 強腐水性-極めて汚濁した水域 ② $\alpha$ -ms;  $\alpha$ 中腐水性-かなり汚濁した水域 ③ $\beta$ -ms;  $\beta$ 中腐水性-やや汚濁した水域 ④os; 貧腐水性-清冽な水域)に区分した。なお、区分は渡辺ら(1995)及び福嶋ら(1980)に従った。実験センター内では、優占種の生態が不明なNo.Jを除き、各地点で広域適応種の珪藻類が優占した。実験センター外では、葉山川で汚濁した水域(水質階級 ps~ $\beta$ ms)を指標する緑藻類、琵琶湖岸で好汚濁性種の珪藻類が優占した。

## 3.3 底生動物、魚介類、水生昆虫調査

### 3-3-1 魚類

4季の合計で、4目5科18種の魚類が確認された。継続調査のなかで、本年度、新たに確認された種はみられなかった。

各季における確認種数は11~16種で、冬季にやや減少したが、季節による変動は顕著ではなかった。

確認種は平地の池や沼、河川の中・下流域に生息する種であり、大半が琵琶湖やその周辺の河川で一般的にみられる種であったが、確認種のなかには、近年減少傾向を示し、レッドリスト（環境庁、1999）で絶滅危惧種として掲載されているメダカもみられた。これら確認種のなかで、ギンブナ・タイリクバラタナゴ・オイカワ・メダカ・トウヨシノボリ等は確認回数・確認地点・確認個体数も多く、実験水路の魚類相を代表する種と考えられる。

表 3-8 調査時期別確認種の比較

目	科	種	調査時期			
			5月	8月	10月	1月
コイ	コイ	コイ	2	2	○	1
		ケンゴウウアナ	4	1	1	
		ギンブナ	36	35	19	7
		タイリクバラタナゴ	262	230	261	374
		ハス	2	1		
		オイカワ	67	50	57	52
		カワムツA型			1	
		モツゴ	24	24	13	4
		ヒラヒガニ			1	
		タモコ	19	7	9	2
		カマツカ	6	4	4	
		ニコイ	1		1	
		スゴモコ	2	10	7	5
サ	サ	サ	8	5	2	
タツ	タツカ	メダカ	10	43	45	36
スズキ	サンフジッシュ	ブルーギル	4	10	3	18
	ハセ	トウヨシノボリ	14	57	96	34
4目	5科	18種	471	479	528	535
			16種	14種	16種	11種

注) 表中の数値は各調査季に捕獲した個体数を合計したものである。○は目視確認による。

年次毎の確認種数は、平成10年が16種、平成11年が19種、平成12年が15種で、若干変動したが顕著な変化はみられなかった。調査期毎の確認種数は、5月は経年的に増加傾向を示したが、他3期では前年度をピークに本年度は減少傾向を示した。各調査期において、本年度にみられなくなった種は、前年度の確認個体数が少ない種であり、主要確認種の消失はみられなかった。平成12年度、新たに確認された魚種はみられなかった。過去に確認されて、今年度にみられなかった種は、カワムツA型、モツゴ、ドジョウ、ブラックバス、ウキゴリの5種である。確認種のうち、メダカの捕獲個体数は、各調査時期において経年的に増加傾向を示した。

表 3-9 調査時期別確認種の比較

目	科	種	調査時期												10年	11年	12年			
			5月			8月			10月			1月								
			10年	11年	12年	10年	11年	12年	10年	11年	12年	10年	11年	12年						
コイ	コイ	コイ	1	1	2		1	1	1		○		1			2	3	3		
		ケンゴウアブナ			4		3			1						4	4			
		キンブナ	23	8	35	11	32	22	16	30	12	6	8	6	56	78	75			
		アマニ属類	7													7				
		タイリクハラタガニ	2	42	226	11	101	192	5	375	255	6	46	294	24	564	967			
		ハス	1	2	2			1		1		2			3	3	3			
		オイカワ	28	43	57	26	47	42	22	27	24	28	55	27	104	172	150			
		カワムツA型			1											1				
		モツコ					1			2			1			4				
		タモロコ			1		1			1					1	2	2			
		カマツカ		1	2		2		2	1			1		2	5	2			
		ニコイ			1		2									2	1			
		スコモロコ			1	2	1	22	10		4	5		3	5	1	30	22		
サ	サ	ドジヨウ	ドジヨウ							1	4			1		1	5			
		アユ	アユ				○		○	○	1				○	1	○			
		ダツ	メダカ	メダカ	3	5	10	11	31	43	7	13	45	11	15	35	32	64		
		スズキ	サンフランシ	ブルーギル	2	3		1		1	3	1		7	1		13	5		
			ブラックバス						1		1					1	1			
		ハセ	ウキコリ		1											1				
			トウヨシノボリ	28	27	11	159	57	34	68	76	67	76	75	31	331	235	143		
			スマチフ		5	17	7	34			19		4	16	3	2	74	20		
		4目	6科	21種	101	151	360	254	301	346	145	537	412	152	210	401	652	1199		
					11種	12種	13種	9種	13種	10種	12種	14種	8種	8種	12種	8種	16種	15種		

注) 本表には、平成 11 年度から調査を開始したコンクリート水路及び琵琶湖型実験池のデータは含んでいない。

### 3-3-2 底生動物

4季の合計で、17目30科46種の底生動物が確認された継続調査のなかで、フタバカゲロウの一種、ハグロトンボ、ウチワヤンマ、オオサカサナエ、オオヤマトンボ、オビモンガガニボの一種、シマイシビル、トンガリササノハガイの8種が初めて確認された。このうち、水質汚濁に対する指標性が明らかにされている種は3種で、いずれも異なった指標性を示し、これらの出現から水質動向をみるとできなかった。

各季における確認種数は24~30種で、秋季にやや減少したが、季節による変動は顕著ではなかった。

確認種は平地の池や沼、水田、細流等の止水域~緩流水域に生息する種が大部分を占め、大半が琵琶湖やその周辺の河川で一般的にみられる種であったが、確認種のなかには、近年減少傾向を示し、レッドリスト(環境庁、2000)で準絶滅危惧種として掲載されているマルタニシ・モノアラガイ・ナガオカモノアラガイ・トンガリササノハガイ等もみられた。

確認種の構成を目別にみると、蜻蛉目（イトトンボ類、シオカラトンボなど）が計 10 種と最も多く、確認種全体の 20%以上を占めた。次いで、比較的多くの種が確認されたグループとして、双翅目（ユスリカ類など）、中腹足目（カワニナ類・タニシ類）、異歯目（イシガイ類、マシジミ）が共に 5 種、などであった。

水生昆虫類ではトンボ類の幼虫（ヤゴ）、タイコウチ・ガムシ類、トビケラ類・ユスリカ類等が確認された。水生昆虫類の中ではトンボ類の種数が多く、水路の水際に繁茂した植物の草間や緩流部や水際の泥底で主に採集された。

水生昆虫以外の底生動物としては、イトミミズ科の一種等の貧毛類、ナミイシビル等の咽蛭類、カワニナ・マルタニシ・ナガオカモノアラガイ等の巻貝類、タテボシガイ・マシジミ等の二枚貝類、ミズムシ・テナガエビ・アメリカザリガニ等の甲殻類等が確認された。

表 3-10 底生動物確認種目録

目	科	種	調査時期			
			5月	8月	10月	1月
蜻蛉	コカゲロウ	フタハカゲロウの一 種 <i>Cloeon sp.</i>			*	
		コカゲロウの一 種 <i>Baetis sp.</i>		*	*	
	ヒメカゲロウ	ヒメカゲロウの一 種 <i>Caenis sp.</i>	*			
蜻蛉	イトトンボ	アシアイトトンボ	*			
		アオモントンボ	*			
		クロイトンボ	*		*	
		イトトンボ科の一 種 <i>Agrionidae gen. sp.</i>	*	*	*	*
	カワトンボ	ハグロトンボ			*	
	サナエトンボ	ヤマサナエ			*	
		ウチワヤンマ		*		
		オオサカサナエ		*		
	ヤマトンボ	オオヤマトンボ		*		
	トンボ	シオカラトンボ	*	*	*	*
		コシアキトンボ		*	*	*
半翅	アメンボ	ヒメアメンボ	*			
		アメンボ	*	*	*	*
	タイコウチ	タイコウチ			*	
毛翅	イワトビケラ	ムネカタビケラ	*	*	*	*
	シマトビケラ	コガタシマトビケラ	*	*	*	*
	ヒトビケラ	ヒメトビケラの一 種 <i>Hydroptila sp.</i>			*	
鞘翅	ガムシ	ヒメガムシ		*		
	カカンボ	ウスハヒメカカンボの一 種 <i>Antocha sp.</i>			*	
双翅	オビモンカカンボ	オビモンカカンボの一 種 <i>Dicranota sp.</i>			*	
	ユスリカ	モンユスリカ亜科の一 種 <i>Tanypodinae gen. sp.</i>	*	*	*	*
		エリユスリカ亜科の一 種 <i>Orthocladiinae gen. sp.</i>	*	*	*	*
		ユスリカ亜科の一 種 <i>Chironominae gen. sp.</i>	*	*	*	*

目	科	種	調査時期			
			5月	8月	10月	1月
貧毛	ミスマミス	ミスマミス科の一 種 <i>Naididae gen. sp.</i>	*	*	*	*
		エラミミスの一 種 <i>Branchiura sp.</i>	*	*		*
		イトミミス科の一 種 <i>Tubificidae gen. sp.</i>	*	*	*	*
新貧毛	ツリミミス	ツリミミス科の一 種 <i>Lumbricidae gen. sp.</i>		*	*	*
	咽蛭	ナミイシビル	*			*
		シマイシビル	*			
中腹足	カワニナ	カワニナ	*	*	*	*
		チリメンカワニナ	*	*	*	*
	タニシ	マルタニシ	*	*		
		ヒメタニシ	*	*	*	*
基眼	サカマキガイ	サカマキガイ	*			*
	モノアラガイ	モノアラガイ			*	*
柄眼	オカモノアラガイ	オカモノアラガイ	*	*		
	イカガイ	カワヒバリカガイ	*	*	*	*
異歯	イシガイ	タテホシガイ		*	*	*
		トンカリササノハガイ	*			
		ドブガイ	*			
	シジミガイ	マシジミ	*	*	*	*
等脚	ミスマシ	ミスマシ	*	*	*	*
	十脚	テナガエビ		*		
		スジエビ		*		
		テナガエビ	*	*	*	*
サリガニ	サリガニ	アメリカザリガニ	*	*	*	*
	16 目	30 科	46 種	29 種	28 種	24 種
				30 種		

経年変化をみると、平成12年度は、平成10年度に比べ、各調査時期で確認種数が減少した。合計の確認種数は52種から40種に減少した(表3-11)。平成11年度と比較すると、確認種数は、各調査時期で同程度の値を示した。平成12年度、新たに確認された種はフタバカゲロウの一種、ウチワヤンマ、オオサカサナエ、オビモンガガンボの一種、シマイシビル、トンガリササノハガイの6種である。これに対して過去に記録され、平成12年度に確認されなかった種は、クロイトトンボ、コミズムシの一種、セスジイトトンボ、ギンヤンマ、マルドブガイ、マツカサガイなど29種であった。

表3-11 年度別確認種

目	科	種	平成10年	平成11年	平成12年	目	科	種	平成10年	平成11年	平成12年
蜻蛉	コカケロウ	フタバカケロウの一種			○	双翅	カガンボ	オビモンガガンボの一種			○
		コカケロウの一種	○	○	○		ユスリカ	モンユスリカ亜科の一種	○	○	○
蜻蛉	ヒメカケロウ	ヒメカケロウの一種	○	○	○	エリュスリカ亜科	エリュスリカ亜科の一種	○	○	○	
							ユスリカ亜科	ユスリカ亜科の一種	○	○	○
蜻蛉	イトトンボ	アシアイトンボ	○	○	○	ミズアブ	ミズアブ科の一種	○			
		アオモントンボ	○	○	○						
蜻蛉		クロイトトンボ	○	○		三岐賀	プラナリア	ナミウスムシ	○	○	
		セスジイトトンボ	○				貨毛	ミスミミス科の一種	○	○	○
蜻蛉		イトトンボ科の一種	○	○	○	イミミズ	イミミズ	エラミミズ科の一種	○	○	○
		サナエトンボ	ウチワヤンマ		○			イトミミズ科の一種	○	○	○
蜻蛉		オオサカサナエ			○	新貨毛	ツリミミズ	ツリミミズ科の一種	○	○	○
		ヤンマ	キンヤンマ	○			フトミミズ	フトミミズ科の一種	○		
蜻蛉	トンボ	シオカラトンボ	○	○	○	咽蛭	イシビル	ナミイシビル	○	○	○
		ショウジョウトンボ	○					シマイシビル			
半翅		コフキトンボ	○			イシビル科	イシビル科の一種	○			
		アキアカネ	○								
半翅	アメンボ	コシアキトンボ		○	○	中腹足	カワニナ	カワニナ	○	○	○
		ヒメアメンボ	○	○	○			チリメンカワニナ	○	○	○
半翅		アメンボ	○	○	○		カワニナ	イホカワニナ	○		
		ヒメアメンボの一種	○			タニシ	カワニナの一種	○			
半翅	タイコウチ	タイコウチ	○	○	○		タニシ	オオタニシ	○		
		ミスマカキリ	○				マルタニシ	マルタニシ	○	○	○
半翅	ミスマシ	コミズムシの一種	○	○			ヒメタニシ	ヒメタニシ	○	○	○
						基眼	サカマキガイ	サカマキガイ	○	○	○
毛翅	イクトピケラ	ムネカケヒトピケラ	○	○	○		モノアラガイ	ヒメモノアラガイ	○		
	シマトピケラ	コガタシマトピケラ	○	○	○	柄眼	オカモアラガイ	ナガオカモアラガイ	○	○	○
毛翅	ヒトトピケラ	ヒトトピケラの一種	○	○	○		カガイ	ナガヒカリガイ	○	○	○
	エクリトピケラ	ホタルヒトケラの一種	○			翼形	カワヒカリガイ	カワヒカリガイ	○	○	○
毛翅	コツフケンゴロウ	コツフケンゴロウ	○				真齒	マツカサガイ	マツカサガイ	○	○
	ケンゴロウ	マメケンゴロウ	○					タテホシガイ	タテホシガイ	○	○
毛翅	カムシ	キイロラカムシ		○				トンカリササノハガイ	トンカリササノハガイ		
		ヒメガムシ	○	○				マルトフカイ	マルトフカイ	○	○
毛翅		カムシ科の一種	○					ドフカイ	ドフカイ	○	○
	ゾウムシ	イネミズゾウムシ	○					シジミカイ	シジミカイ	○	○
双翅	スカカ	スカカ科の一種	○					マシシミ	マシシミ	○	○
	ミキワエ	ミキワエ科の一種		○		等脚	ミスマシ	ミスマシ	○	○	○
双翅	カガンボ	カガンボの一種	○	○			十脚	テナガエビ	テナガエビ	○	○
		ウスハヒカガンボの一種	○	○		ザリガニ	ザリガニ	アメリカザリガニ	○	○	
							17目	39科	65種	52種	43種

注) 本表は調査地点No.1,2,3,A,B,C,Jにおけるデータを集計したものである。

## 4. 考察

### 4.1 植物、底生動物及び魚介類調査検討

#### 4.1.1 実験水路の環境条件

##### (1) 水路の形態と流況

昨年度に比べて水路の形態に顕著な変化はみられないが、部分的に底質の変化が見受けられた。特に多自然型水路上流端では、石礫の隙間に泥の堆積が著しく、確認魚種も泥底を好む種が増加した。また、水際に植物が繁茂し、流路が狭くなる場所が部分的にみられ、J字水路や多自然型水路下流ワンド付近などに特徴的にみられた。

##### (2) 水質の状況

調査結果は昨年度と同様で、水生生物の生息には概ね良好な水質であった。葉山川流域に広がる水田での田植え準備の影響が、昨年同様春季に見られたが、これは今後も継続的にみられる現象で実験水域の定常的な水質変化と考えられる。

本年度に特記すべきこととして、夏季及び冬季においても水の濁りがみられ、これに伴って栄養塩類の上昇もみられた。この要因として、渴水の影響で平成6年以来の琵琶湖水位の低下があり、実験水路の水源となる葉山川の水質も夏季を中心に何らかの影響を受けたものと考えられるほか、冬季の季節風による底泥の巻き上げ等があった。

#### 4.1.2 生物調査結果のまとめ

##### (1) 植物の状況

昨年度と比べて植物確認種数が増え、量的にも増加している。実験施設の完成後、まだ日が浅いため定期に入っていないと考えられ、種の入れ替わりがみられるのは一般的な傾向であると考えられる。

水路の傾向として、人工的なコンクリート水路と琵琶湖型池では植物はあまり確認されず、J字水路と多自然型水路で出現種のほとんどが確認された。J字水路と多自然型水路で出現種の違いはほとんどみられなかった。

確認種の傾向として、在来種の多年草が増加した。量的な傾向として、ヨシ・ウキヤガラ・シロネ・キシュウスズメノヒエといった一部の種が優占し、特に昨年度と比べて、ヨシ群落が発達しことが特徴的であった。

##### (2) 植栽植物の活着状況

昨年度と同様に活着して良好な生育を示すものと、消失したものとに二分される結果となった。ハンゲショウ以外の植栽種はいずれも排水路から木津川水路にかけて活着し、多自然型水路には活着していないかった。生育状態として、活着した種はいずれも地下部が発達しており、特にミツガシワは著しい食害を受けているにもかかわらず、春になると順調な生育をみせていた。また、ハンゲショウとミツガシワはかなり大型化しているが、この原因は今のところ不明である。

##### (3) 藻類

珪藻類が8割を占めた。地点別の現存量は、J字水路で最も多く、多自然型水路上流部が最も少ない。優占種の有機汚濁に対する耐性をみると、実験水路内では、不明種を除く全てが広域適応種であったのに対し、葉山川及び琵琶湖岸では、好汚濁性種及び水質階級ps～β-ms（汚濁した水域）を指標する種が記録された。

##### (4) 魚類

昨年度との比較では、確認種数及び構成種は同程度であった。いずれも河川の下流域～中流域に生息する種で構成されている。

全般的に地点間の環境条件が大きく変わらないためか、確認魚種には大きな差はみられ

ない。今年度の調査結果では、タイリクバラタナゴがコンクリート水路を除く各地点で優占した。本種の稚魚が数多く確認されたことや、産卵床となる二枚貝も広域に数多く確認されていることから、水路内で繁殖している可能性が高いと考えられる。多自然型水路上流域及びJ字水路ではメダカの捕獲個体数が昨年と比べ大幅に増加した。雑食性外来種のブルーギルは、昨年度93尾が実験センター内で捕獲されたのに対し、本年度は35尾に減少した。

#### (5) 底生動物

魚類と同様、昨年度との比較では、確認種数及び構成種は同程度であった。いずれも河川の下流域～中流域に生息する種で構成されている。

全般的に地点間の環境条件が大きく変わらないためか、確認種には大きな差はみられない。

本年度は、コンクリート水路及び琵琶湖型池では、生息種の変遷が顕著にみられた。また、コシアキトンボ及びカワニナが生息域を拡大させた。

### 4.2 とりまとめ及び考察

植生は一部の種が優占する群落がみられるなど、分布状況に若干の変化がみられた。また、植物相では種の消長があるものの、確認種数は昨年度に比べて21種増加した。

魚類・底生動物に関しては、優占種の変化や一部の種において、生息域や個体数の顕著な変化がみられた。

これらの動植物の現況をみると、人工的な水路とは思えないほど多様な生物相がみられ、自然河川の環境に近づきつつあるといえる。しかし、多自然型水路において上流域～下流域の河道構造を再現してはいるものの、生物相としては、あくまで下流域～中流域のものを再現するにとどまっている。これは、地形、気象、土壤、水質など、生物の生息・生育基盤となる環境条件すべてを上流域～下流域として整えることが困難な実験水路の限界を示しているともいえる。しかし、水路や周辺の環境整備、維持管理方法の検討など、改善する余地が残されていることも事実である。今後さらに、上流域～下流域の環境再現をめざすか、上流域に固執せず中～下流域の環境として様々な実験を行ってゆくかなど、実験施設の方向性を明確にし、それに応じた整備ならびに維持管理を進める必要がある。また、実験目的である、「今後の琵琶湖・淀川水系の水辺環境の創造に寄与する」ためには、具体的な課題に対応した実験内容を検討する必要がある。

#### 4.2.1 今後の課題（問題点、提言など）

##### (1) 植物の管理

一部の種が優占する傾向があり、限られた実験フィールドにおける植物の多様性を損ねかねない状況となっている。また、一部で水面にまで植物が繁茂し、水路幅が狭くなる場所もみられる。しかし一方では魚類や底生動物の格好のすみかや隠れ場所となっている場合もあるため、最適な草地管理の方法の検討が望まれる。

##### (2) 水生植物活着調査地の問題

活着した植物と枯死した植物が明確に分かれてきたため、その生育条件の究明と共に、侵入種の有無による生育状態の監視も加えて調査を行うことが、自然河川へデータを応用するためには望ましいと考えられる。

##### (3) 魚類・底生動物

本年度は、魚類に関しては、優占種や個体数の変化、底生動物に関しては、一部の種において生息域の変化がみられた。また、コンクリート水路及び琵琶湖型池では底生動物の生息種の変遷が顕著にみられた。来年度以降、これらの要因が何であるかを継続して調べ

ることが望まれる。

#### (4) 外来水生動物（外国原産種）の動向

本年度に確認された外来魚種は、タイリクバラタナゴとブルーギルの2種であり、昨年度に実験水路で確認されているブラックバスは、今年度は確認されなかった。

タイリクバラタナゴはアジア大陸及び台湾島が原産地で、在来種のニッポンバラタナゴと亜種の関係にある。そのため、各地で交雑が起こり、純系のニッポンバラタナゴの維持が困難になっている。実験センター内では経年的に捕獲個体数が大幅に増加しており、本年度は、コンクリート水路を除く各地点で優占した。

ブルーギルは北米原産の雑食性の魚種であり、雑食性で繁殖力が強く、在来の水生生物の生息に影響を与える危険性があるため、今後の動向を継続して把握する必要がある。

魚類以外の外来種は、カワヒバリガイとアメリカザリガニが数多く確認された。カワヒバリガイは中国、台湾、朝鮮半島等に分布する固着性の貝類で、琵琶湖では1992年に初めて発見された。アメリカザリガニは米国南部が原産で、昭和5年に食用ガエルの餌として持ち込まれた。水生昆虫や魚等を捕食するため、在来種の生息に影響を与える危険性があり、本種も今後の動向を継続して把握する必要がある。

#### (5) コンクリート水路の生物的問題点

一般的に、コンクリートの三面張り水路は、魚類はじめ水生生物の生息には最も不適な形態と考えられているが、調査の結果では、最も多くの魚種が確認された。確認魚種の多さは、必ずしも本地点の河床・河岸構造を反映するものではなく、魚類の回遊衝動や流れに対する習性（正の走性）等に大きく影響されると考えられる。これらの理由を解明・検証するには、魚類の季節毎の外部からの進入状況、実験センター内における季節毎の移動状況、外部との往来経路、動障害となっている構造物とその位置等の把握が必要と考えられる。

## 植物確認種目録

1/4

科名	種名(和名/学名)	平成12年			平成 10年	平成 11年
		植逸	在来	帰化		
<b>種子植物 被子植物 双子葉植物 離弁花類</b>						
ヤナギ	アカメヤナギ Salix chaenomeloides		○			
	イヌクリヤナギ Salix integra	○				
イラクサ	ヤブマオ Boehmeria japonica var. longispica		○			
	カラムシ Boehmeria nivea ssp. nipponivea		○			○
タデ	ヤナキタデ Persicaria hydropiper		○		○	○
	オオイスタデ Persicaria lapathifolia		○		○	○
	イヌタデ Persicaria longiseta		○		○	○
	サテクサ Persicaria maackiana		○		○	○
	ヤノネグサ Persicaria nipponensis		○			
	ホントクタデ Persicaria pubescens		○		○	○
	サンエタデ Persicaria scabra				○	
	アキノウナキツカミ Persicaria sieboldii				○	
	ミソゾハ Persicaria thunbergii		○		○	○
	アレチキシキシ Rumex conglomeratus			○	○	
	キシキシ Rumex japonicus		○		○	○
	エゾノキシキシ Rumex obtusifolius					○
ナデシコ	ノミノツヅリ Arenaria serpyllifolia					○
	オランダミナグサ Cerastium glomeratum			○		○
	ツメクサ Sagina japonica		○			○
	ウシハコベ Stellaria aquatica		○		○	○
アカザ	シロアカザ Chenopodium album				○	
	ケアリタソウ Chenopodium ambrosioides		○		○	
ヒユ	ホソバツルノゲイトウ Alternanthera nodiflora			○		
キンポウケ	ケキツネノボタン Ranunculus cantoniensis		○		○	○
	タガラシ Ranunculus sceleratus		○		○	○
スイレン	ハゴロモ Cabomba caroliniana					○
マツモ	マツモ Ceratophyllum demersum		○			
トクダミ	ハンゲショウ Saururus chinensis	○			○	○
オトキリソウ	オトキリソウ Hypericum erectum		○			
アブラナ	タネツケバナ Cardamine flexuosa				○	○
	マメクンバイナズナ Lepidium virginicum					○
	オランダガラシ Nasturtium officinale		○			○
	イスガラシ Rorippa indica		○		○	
	スカンタゴボウ Rorippa islandica		○		○	○
ベンケイソウ	コモチマンネングサ Sedum bulbiferum		○			○
ユキノシタ	タコノシタ Penthorum chinense					○
バラ	オヘビイチゴ Potentilla sundaica var. robusta		○		○	○
	ユキヤナギ Spiraea thunbergii	○				
マメ	アレチヌスピトハギ Desmodium paniculatum			○		
	ツルマメ Glycine max ssp. soja		○		○	○
	ヤハズソウ Kummerowia striata		○		○	○
	トハギ Lespedeza cuneata		○			
	クズ Pueraria lobata		○			
	コメツブツメクサ Trifolium dubium		○		○	○
	シロツメクサ Trifolium repens			○	○	○
	ヤハズエンドウ Vicia angustifolia		○		○	○
カタバミ	カタバミ Oxalis corniculata		○		○	○
フクロソウ	アメリカフクロ Geranium carolinianum					○
トウダイグサ	エノキグサ Acalypha australis		○			
フトウ	ノフトウ Ampelopsis glandulosa var. heterophylla					○

科名	種名(和名/学名)	平成12年			平成 10年	平成 11年
		植逸	在来	帰化		
アカバナ	アメリカミズキンバイ <i>Ludwigia decurrens</i>				○	○
	チョウジタデ <i>Ludwigia epilobioides</i>		○		○	○
アリ/トウゲサ	オオサモ <i>Myriophyllum brasiliense</i>			○	○	○
	ホサキノフサモ <i>Myriophyllum spicatum</i>		○		○	
セリ	マツハセリ <i>Apium leptophyllum</i>		○		○	
	ノチトメ <i>Hydrocotyle maritima</i>			○		
	セリ <i>Oenanthe javanica</i>		○		○	○
<b>種子植物 被子植物 双子葉植物 合弁花類</b>						
ミツガシワ	ミツガシワ <i>Menyanthes trifoliata</i>	○			○	○
アカネ	ヘクソカスラ <i>Paederia scandens</i>		○			
ムラサキ	ハナイバナ <i>Bothriospermum tenellum</i>				○	
	キュウリグサ <i>Trigonotis peduncularis</i>				○	○
クマツヅラ	クサキ <i>Clerodendrum trichotomum</i>	○				
ソリ	シロネ <i>Lycopus lucidus</i>	○			○	○
	ヒメシロネ <i>Lycopus maackianus</i>				○	
	コシロネ <i>Lycopus ramosissimus var. japonicus</i>				○	
	ヒメソリ <i>Mosla dianthera</i>	○			○	
ゴマノハグサ	マツハウンラン <i>Linaria canadensis</i>				○	
	ウリクサ <i>Lindernia crustacea</i>	○				
	アゼナ <i>Lindernia procumbens</i>				○	
	トキワハセ <i>Mazus pumilus</i>				○	
	オオカワヂシャ <i>Veronica anagallis-aquatica</i>		○		○	○
	タチイヌノフグリ <i>Veronica arvensis</i>		○		○	○
	ムシクサ <i>Veronica peregrina</i>	○			○	○
	カワチシャ <i>Veronica undulata</i>	○			○	○
オオバコ	オオバコ <i>Plantago asiatica</i>	○				○
キキョウ	キキョウソウ <i>Specularia perfoliata</i>		○		○	
キク	ブタクサ <i>Ambrosia artemisiifolia var. elatior</i>				○	
	ヨモギ <i>Artemisia princeps</i>	○			○	○
	ホウキキク <i>Aster subulatus var. obtusifolius</i>		○		○	○
	ヒロハホウキキク <i>Aster subulatus var. subulatus</i>		○		○	○
	アメリカセンダングサ <i>Bidens frondosa</i>		○		○	○
	オオアレチノキク <i>Conyza sumatrensis</i>	○			○	○
	タカサブロウ <i>Eclipta prostrata</i>	○			○	○
	ヒメムカシヨモギ <i>Erigeron canadensis</i>		○		○	○
	ハハコグサ <i>Gnaphalium affine</i>	○			○	○
	チチコグサ <i>Gnaphalium japonicum</i>				○	
	ウラジロチチコグサ <i>Gnaphalium spicatum</i>				○	
	オオチシハリ <i>Ixeris debilis</i>	○				
	ニガナ <i>Ixeris dentata</i>				○	
	ノホロキク <i>Senecio vulgaris</i>				○	
	セイタカアワタチソウ <i>Solidago altissima</i>		○		○	○
	オニノゲン <i>Sonchus asper</i>				○	○
	ノケン <i>Sonchus oleraceus</i>	○			○	○
	ヒメジョオン <i>Stenactis annua</i>				○	○
	セイヨウタンポポ <i>Taraxacum officinale</i>	○				
	オニタビコ <i>Youngia japonica</i>				○	
<b>種子植物 被子植物 単子葉植物</b>						
オモダカ	サシオモダカ <i>Alisma plantago-aquatica var. orientale</i>		○			
	オオカナダモ <i>Egeria densa</i>					○
	コカナダモ <i>Elodea nuttallii</i>			○	○	○
	クロモ <i>Hydrilla verticillata</i>	○			○	○
	ミスオオバコ <i>Ottelia japonica</i>	○			○	

## 植物確認種目録

3/4

科名	種名(和名/学名)	平成12年			平成 10年	平成 11年
		植逸	在来	帰化		
ヒルムシロ	エビモ Potamogeton crispus		○			○
	ササハモ Potamogeton malaianus		○			
	ホリハミスヒキモ Potamogeton octandrus					○
	ヒルムシロ属の一種 Potamogeton sp.		○			
ミズアオイ	ミズアオイ Monochoria korsakowii				○	○
	コナギ Monochoria vaginalis var. plantaginea					○
アヤメ	ノハナショウブ Iris ensata var. spontanea				○	
	カキツバタ Iris laevigata		○			
	キショウブ Iris pseudacorus		○			○
	ニワセキショウ Sisyrinchium atlanticum				○	○
イグサ	ヒメコウガイセキショウ Juncus bufonius					○
	イ Juncus effusus var. decipiens		○		○	○
	タチコウガイセキショウ Juncus krameri					○
	コウガイセキショウ Juncus leschenaultii		○		○	○
	クサイ Juncus tenuis		○		○	
ツユクサ	ツユクサ Commelina communis		○		○	○
	イボクサ Murdannia keissak		○		○	○
禾	カモシグサ Agropyron tsukushiense var. transiens				○	
	スズメノテッホウ Alopecurus aequalis		○		○	○
	コブナグサ Arthraxon hispidus		○		○	○
	ミノコメ Beckmannia syzigachne		○		○	○
	ヒメコバンソウ Briza minor			○	○	
	ヤマアワ Calamagrostis epigeios		○			
	ジュスマ Coix lacryma-jobi			○		○
	キヨウキシハ Cyndon dactylon		○		○	
	メビシバ Digitaria ciliaris		○		○	
	アキメビシバ Digitaria violascens			○		
	イヌヒエ Echinochloa crus-galli		○		○	○
	カゼクサ Eragrostis ferruginea		○			
	オニウンノケグサ Festuca arundinacea					○
	ウシノツベイ Hemarthria sibirica		○			○
	アシカキ Leersia japonica				○	
	エゾノサヤヌカグサ Leersia oryzoides					○
	サヤヌカグサ Leersia sayanuka				○	
	ネズミムキ Lolium multiflorum		○		○	
	オキ Miscanthus sacchariflorus		○			
	ススキ Miscanthus sinensis		○			
	スカキビ Panicum bisulacatum		○		○	○
	オオクサキビ Panicum dichotomiflorum				○	○
	シマススメノヒエ Paspalum dilatatum			○	○	○
	キシウススメノヒエ Paspalum distichum			○	○	○
	スズメノヒエ Paspalum thunbergii		○			
	クサヨシ Phalaris arundinacea		○		○	○
	ヨシ Phragmites australis		○		○	○
	ツルヨシ Phragmites japonica		○		○	○
	イチゴツナギ Poa sphondyliodes		○		○	○
	ヒエカエリ Polypogon fugax		○		○	○
	アキエノコロ Setaria faberii				○	
	キンエノコロ Setaria pumilla		○			
	シバ Zoysia japonica		○			
サトイモ	セキショウ Acorus gramineus	○			○	○

科名	種名(和名／学名)	平成12年			平成 10年	平成 11年
		植逸	在来	帰化		
ウキクサ	アオウキクサ <i>Lemna aoukikusa</i>		○		○	○
	ウキクサ <i>Spirodela polyrhiza</i>		○		○	○
ミクリ	ミクリ <i>Sparganium erectum ssp. stoloniferum</i>	○			○	○
	ヒメクリ <i>Sparganium stenophyllum</i>	○			○	○
ガマ	ヒメガマ <i>Typha angustifolia</i>	○				○
	ガマ <i>Typha latifolia</i>		○		○	○
カヤツリグサ	アオスケ <i>Carex breviculmis</i>		○			
	アゼナルコ <i>Carex dimorpholepis</i>		○		○	○
	チャガヤツリ <i>Cyperus amuricus</i>		○			
	ヒメクグ <i>Cyperus brevifolius var. leiolepis</i>		○			
	クグ <i>Cyperus cyperoides</i>		○			
	タマガヤツリ <i>Cyperus difformis</i>					○
	メリケンガヤツリ <i>Cyperus eragrostis</i>			○		
	アセガヤツリ <i>Cyperus globosus</i>		○			
	コゴメガヤツリ <i>Cyperus iria</i>		○		○	○
	カヤツリグサ <i>Cyperus microiria</i>		○		○	○
	キンガヤツリ <i>Cyperus odoratus</i>		○			○
	カワラスガナ <i>Cyperus sanguinolentus</i>					○
	テンツキ <i>Fimbristylis dichotoma</i>		○		○	
	ヒテリコ <i>Fimbristylis miliacea</i>		○		○	○
	コマツカサススキ <i>Scirpus fiurenoides</i>		○			
	ウキヤガラ <i>Scirpus yagara</i>		○		○	○
45	174	10	93	23	99	109
				130		

注1) 和名および学名、種の配列は「植物目録」(環境庁、1987)に従った。

なお、これに記載のない帰化植物や栽培植物の和名および学名は以下の文献を参考とし、

種の配列は「植物目録」に準じた。

「日本帰化植物図鑑」(長田武正、1979)

「園芸植物大事典」(塚本ほか、1994)

注2) \* は栽培種の逸出を示す。

## 参考文献

- ・浅井一視・渡辺仁治, 1995. 有機汚濁に関する付着珪藻類の3生態群への統計的類別(2)  
好汚濁性種と好清水性種. *Diatom*, 10, P35-37, January 1995
- ・渡辺仁治, 生物指標としての藻類(珪藻を除く). 環境と生物指標2—水界編—日本生態学会環境問題専門委員会編, P61-89. 共立出版株式会社, 1975
- ・藤井伸二, 琵琶湖湖岸の「原野の植物」とその現状(1). *Nature Study* 40 (9), P 99-104, 1994
- ・福嶋悟他, 昭和54年度環境庁委託業務 水生生物相調査解析結果報告書, (社)日本の水をきれいにする会, 1980
- ・浜端悦治, 琵琶湖の沈水植物群落に関する研究(2)一魚群探知機と船上からの採取による分布調査ー. 滋賀県自然誌, 滋賀県自然誌編集委員会編, (財)滋賀県保護財団, 1991
- ・星野義延, 河川植生の評価—帰化植物率による評価ー. 河川環境と水辺植物, 208-211, ソフトサイエンス社, 1996
- ・角野康郎, 日本水草図鑑. 文一総合出版, 1994
- ・松井正文, 日本カエル図鑑 第3版, (株)文一総合出版, 1993
- ・西野麻知子 監修, 滋賀の水生動物, (株)新学社, 1996
- ・沼田真 編, 植物群落の遷移. 図説植物生態学, P129-188, 朝倉書店, 1969
- ・岡田要他, 新日本動物図鑑<中> 8版, (株)北隆館, 1982
- ・奥田繁俊, 河川に発達する植物群落. 河川環境と水辺植物, 93-115, ソフトサイエンス社, 1996
- ・桜井義雄, 沿岸帶水域の緑化. 最先端の緑化技術, 197-212, ソフトサイエンス社, 1989
- ・矢野・波田・竹中, 日本の植生図鑑II人里・草原. 保育社, 1985
- ・梅原徹, 河川の植物—河川に多い植物と固有な植物. 河川環境と水辺植物, 22-34, ソフトサイエンス社, 1996
- ・植物目録. 環境庁, 1987
- ・改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物(植物I). 環境庁, 2000
- ・レッドリスト 汽水・淡水魚類. 環境庁, 1999
- ・レッドリスト 甲殻類・陸淡水産貝類. 環境庁, 2000

---

## 実験担当者

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖工事事務所	水質調査課課長	春木二三男
	水質調査課開発調整係長	板坂 浩和
財團法人 琵琶湖・淀川水質保全機構	実験センター所長	田井中善雄
	実験センター主任研究員	和田 桂子
	実験センター研究員	馬場 玲子

## 10. 実験センターにおける生物調査（陸域）（その3）

### 1. 目的

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター内及び隣接の公園地域における陸上動植物の生息・生育状況を把握し、生物群集の適切な整備や管理について検討する基礎資料を得ることを目的とした。

### 2. 調査項目および調査期日

調査項目および調査期日は表1-1に示すとおりである。

表1-1 調査項目及び調査期日

調査項目 調査時期	春季	夏季	秋季	冬季
植物	植生	—	—	平成12年10月11日 ～10月12日
	植物相	平成12年 5月29日 ～5月31日	平成12年 8月28日 ～8月30日	平成12年10月11日 ～10月12日
動物	鳥類	平成12年 5月29日 5月30日	平成12年 8月29日 8月30日	平成12年10月18日 10月19日
	爬虫類 両生類	平成12年 5月29日 5月30日	平成12年 8月29日 8月30日	平成12年10月18日 10月19日
	昆虫類			
	土壤動物			
モニタリング	植物	平成12年 5月29日 ～5月31日	平成12年 8月28日 ～8月30日	平成12年10月11日 ～10月12日
	昆虫類	平成12年 5月29日 5月30日	平成12年 8月29日 8月30日	平成12年10月18日 10月19日
土壤		—	—	平成12年10月11日

### 3. 調査範囲

植物の調査範囲は実験センターを含んで、湖岸道路より西側から琵琶湖岸までの範囲とした。植物相調査については、周回道路より内側を実験センター内、外側を実験センター外周部と区分して調査を実施した。動物の調査範囲は、先の実験センター内および外周部と、周辺地域（主に湖岸道路より東側の水域及び農耕地）とした。その他比較対照として、実験センター北部に隣接する公園でも調査を実施した。

また、草刈り等の管理手法の違いにより成立する生態系の変化を把握するために、実験センター内において区域分けを行い、それぞれの代表的地点においてモニタリング調査を実施した。

実験センター内の管理手法別区域図を図3-1に示す。

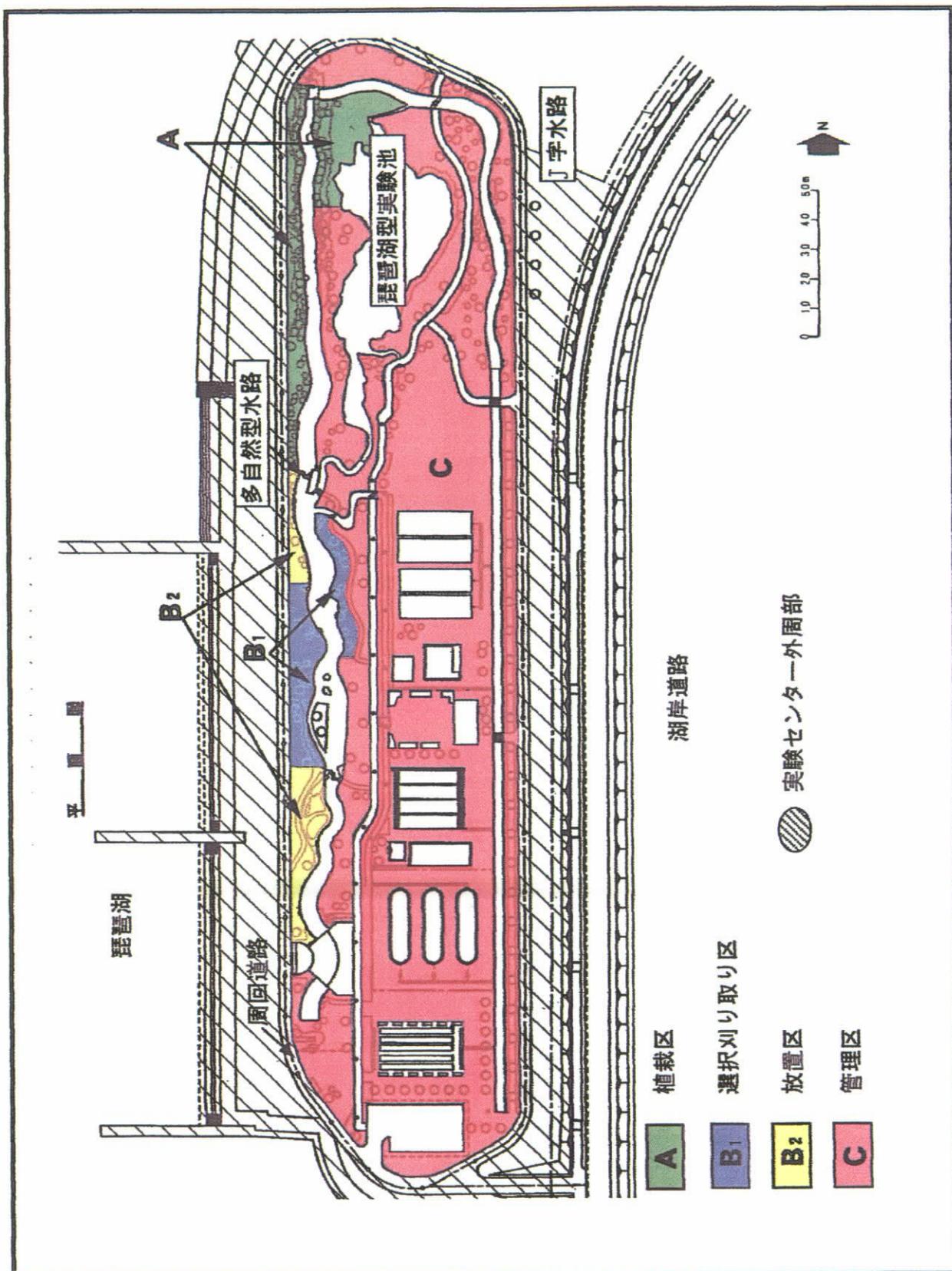


図 3-1 管理手法別区域

## 4. 調査方法

### 4. 1 植物

#### 4. 1. 1 植生

調査範囲内（実験センター内および外周部）に成立する植生を相観の優占種により群落区分を行い、相観植生図を作成した。さらに各群落において、代表的な地点を選び植生調査を行った。調査は各調査地点において、おおよそ群落高を一辺とするコドラートを設定して行った。コドラート内において植物高のまとまりにより、階層区分（高木層、亜高木層、低木層、草本層）を行い、各階層の植被率を記録した。さらに各階層の出現種及びその種の優占度、群度を記録した。植生調査地点を図4-1に示す。

#### 4. 1. 2 植物相

調査範囲内を任意に踏査し、確認されたシダ植物以上の高等植物（植栽種を含む）を記録し、確認種目録を作成した。調査は周回道路より内側（実験センター内）と、周回道路の外側（外周部）に分けて行った。

### 4. 2 動物

#### 4. 2. 1 鳥類

実験センター内（R-1）及び隣接の公園地域（R-2）にルートを設定し、ラインセンサスを行った。また上記のルートの他、実験センターに隣接した琵琶湖湖面や南東部の水田などの周辺部を含めた地域を対象とした任意観察による生息種の確認を行った。調査ルートを図4-2に示す。

#### 4. 2. 2 爬虫類・両生類

実験センター内及び隣接の公園地域を踏査して生息種を確認した。

#### 4. 2. 3 昆虫類

##### (1) 任意採集法

実験センター内及び隣接の公園地域を踏査し、目視観察及びピーティング、スウェーピング法などによる採集を行い、生息種を確認した。

##### (2) ベイトトラップ法

実験センター内と外周部のそれぞれ1ヶ所ずつにおいて、ベイトトラップを設置して地表性昆虫類等を採集した。トラップはプラスチックコップ（口径6cm、深さ9cm）を用い、ベイトとしてビールとカルピスの混合液を入れたものを1地点30個埋没し、一昼夜放置して翌朝回収した。調査地点を図4-3に示す。

##### (3) ライトトラップ法

実験センター内と外周部のそれぞれ1ヶ所ずつにおいて、ライトトラップを設置し、蛾類等の走光性昆虫類を採集した。トラップはボックス式（2Wブラックライト光源）を用い一晩設置して翌朝回収した。調査地点を図4-3に示す。

#### 4. 2. 4 土壌動物

一般に植生の発達と土壌の形成に伴って、土壌動物相の多様化が起こると考えられていることから、実験センター内の管理方法の異なる区域の代表的な地点2カ所において25cm四方の地表土壌を採取し、土壌動物調査（ツルグレン法）を行った。調査地点を図4-3に示す。

### 4. 3 モニタリング

#### 4. 3. 1 植物

実験センター内において、以下に示す管理方法の異なる区域の代表的な地点4カ所に試験区を設置し、枠内に生育する植物の種組成を調査した。各試験区の位置を図4-1に示す。

- ①St-1（管理区）：草刈りが定期的に行われている（5回/年）区域（前年度と同じ）
  - ②St-2（選択刈り取り区）：セイタカアワダチソウなどの帰化種等を選択的に除去（刈り取り、抜き取り・2回/年）を行う区域（前年度の放置区を採用）
  - ③St-3（放置区）：草刈りを行わず放置する区域（今年度新たに設置）
  - ④St-4（植栽区）：多自然型水路上流部の樹木植栽予定地（今年度新たに設置）
- 調査では調査定点内に生育するすべての植物の種名及び種ごとの平均高、被度を記録した。これらのデータをもとに\*積算優占度を算出し、各構成種の量的な把握を行った。

$$* \text{積算優占度} = \frac{(\text{高さ比数} *) + (\text{被度比数})}{2}$$

注) 比数とは調査区内の測定値の最大値を100とし、各出現種の値を換算したもの。

出典：「草地調査法ハンドブック」(1978年、沼田編)

#### 4.3.2 昆虫類

植物モニタリング調査の調査定点 St-1～St-4 内に生息する昆虫を調査し、植生の違いによる昆虫相の変化を調査した。4ヶ所の植物調査用の試験区付近においてペイトトラップを設置して地表性昆虫類等を採集した。トラップはプラスチックコップ（口径 6cm、深さ 9cm）を用い、ペイトとしてビールとカルピスの混合液を入れたものを 1 地点 15 個埋没し、一昼夜放置のうえ回収した。調査地点を図 4-3 に示す。

#### 4.4 土壌

管理頻度の異なる 4 地点の表層土壌を採取し、化学性の分析を行った。土壌採取地点は植物モニタリング調査の調査定点 St-1～St-4 の近辺とした。化学性の分析項目は表 4-1 に示すとおりである

表 4-1 化学性分析項目

分析項目	分析方法
腐植	土壤標準分析・測定法 15. B チューリン法
全炭素	土壤標準分析・測定法 15. B チューリン法
全窒素	土壤環境分析法 V. 9 A-b ケルダール法

#### 4.5 文献調査

実験センター周辺地域の陸上生物分布にかかる既存の資料を収集整理し、実験センター内の現状と比較することにより、実験センターの整備方針の基礎資料とする。

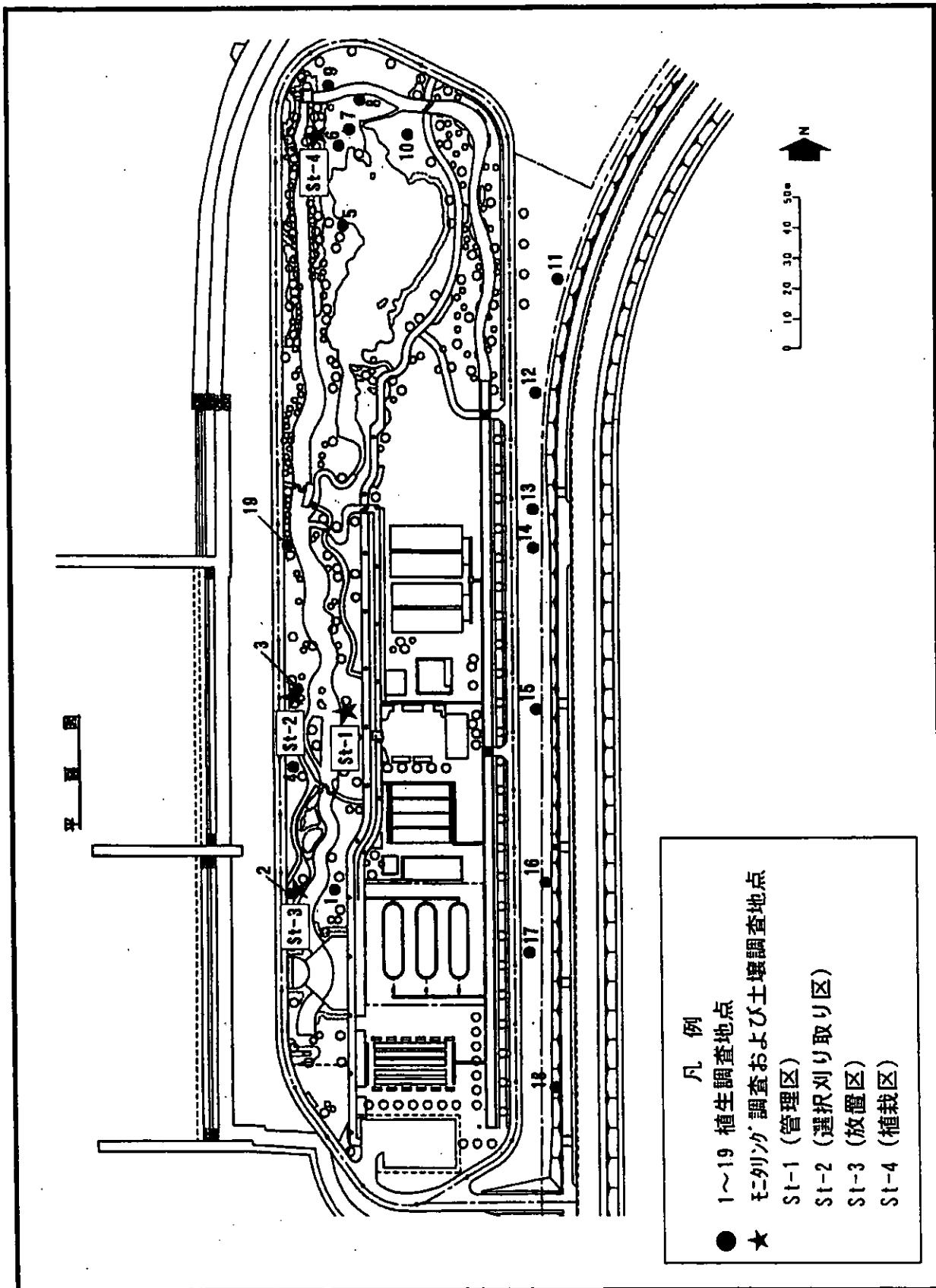


図 4-1 植物調査、モニタリング調査および土壤調査地点図

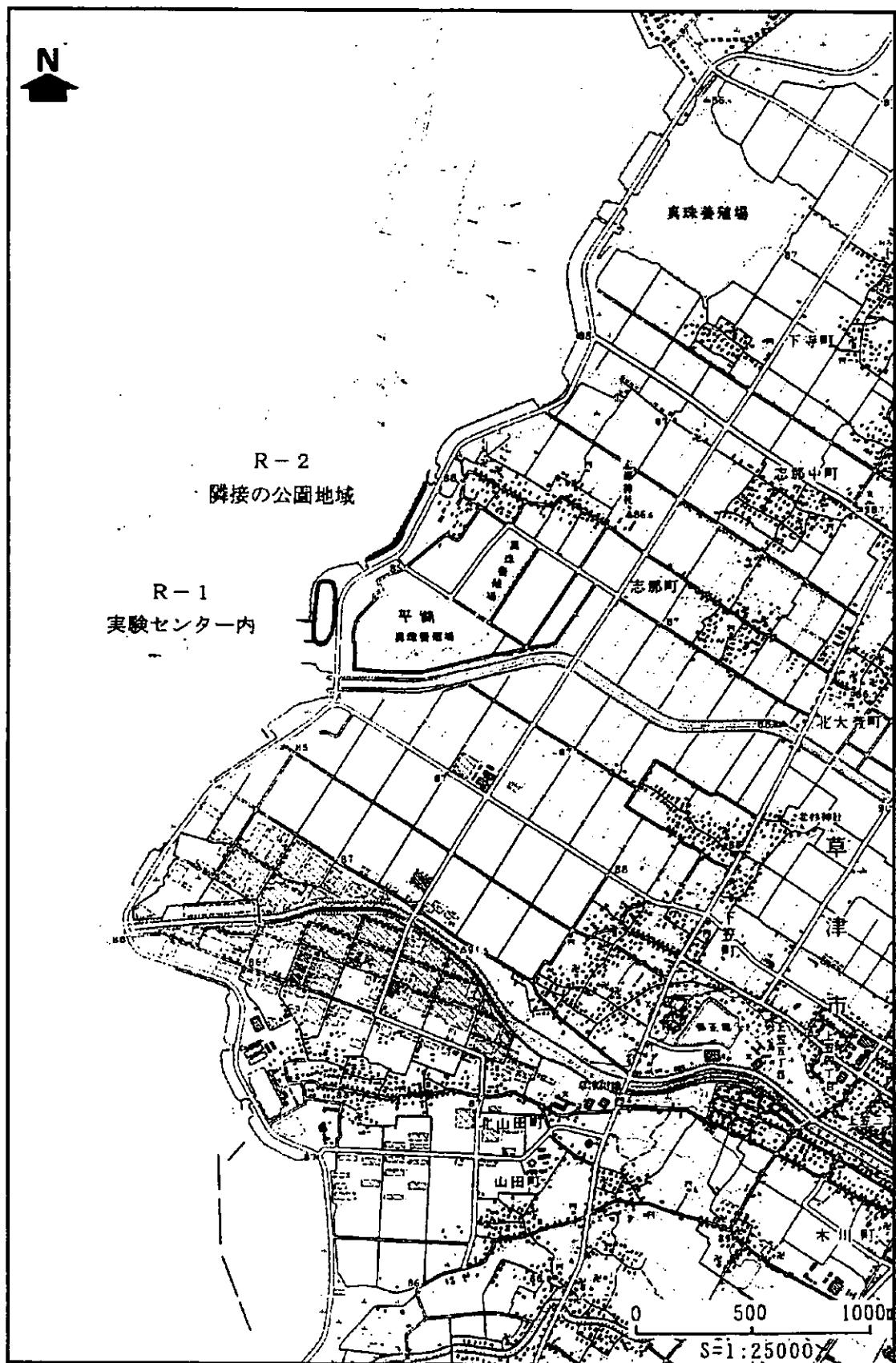


図 4-2 鳥類調査ルート

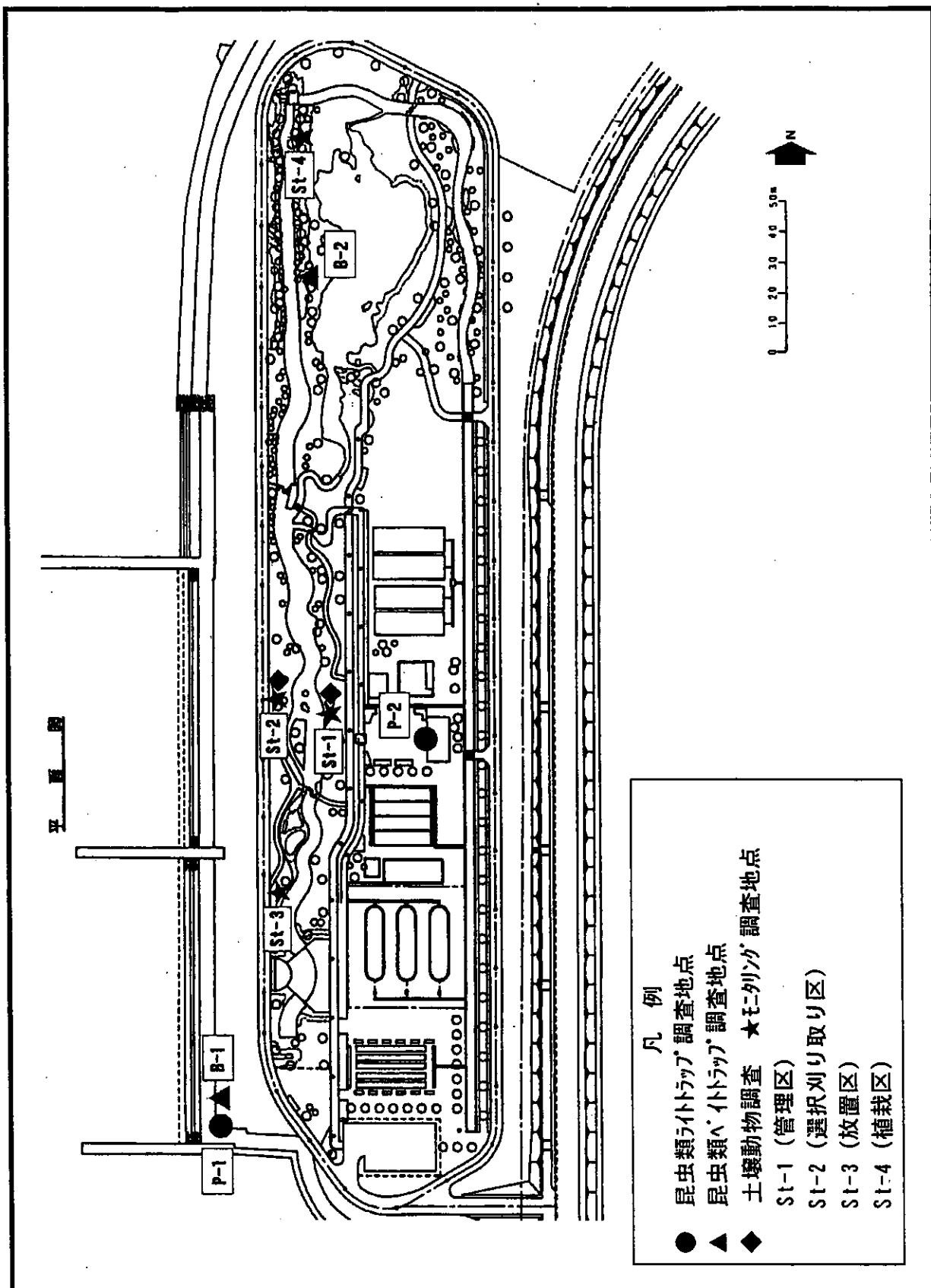


図 4-3 動物調査およびモニタリング調査地点図

## 5. 調査結果

### 5.1 植物

#### 5.1.1 植生

調査の結果、調査範囲の植生は表 5-1 に示す 11 群落に区分された。各群落の分布状況を図 5-1 の植生図に示す。

表 5-1 植物群落一覧

群落名	分布状況		調査地点
	センター内	外周部	
1 ヨシ群落	○	○	5, 9, 11
2 ツルヨシ群落		○	13
3 ウキヤガラ群落	○	○	8
4 シロネ群落	○	-	3, 4
5 キシュウスズメノヒ工群落	○	-	6, 7
6 タチスズメノヒ工群落	-	○	15
7 イヌビエ-オオクサキビ群落	-	○	12
8 イヌビエ-クサネム群落	-	○	14
9 セイタカアワダチソウ群落 ヨモギ下位単位	○	-	2, 19
10 セイタカアワダチソウ メヒシバ下位単位	-	○	16, 18
11 メヒシバ群落	○	○	1, 10, 17

実験センター内の管理手法の違いと成立する植物群落の関係を表 5-2 に示す。

多自然型水路右岸中流部の一部は、平成 11 年度まで草刈り等の管理を行わず放置されており、ツルマメ群落が成立していた。今年度、この場所の一部を選択刈り取り区に設定し、セイタカアワダチソウなどの帰化種やツルマメを除去したところ、シロネやウキヤガラ等の湿性植物が優占するシロネ群落へと変化した。この場所は水路周辺の湿地であり、平成 11 年度までもシロネ、オギなどの湿性を好む植物は生育していたが、ツルマメによって生育が阻害されていた。今年度、生育阻害要因であったツルマメや、外周部から侵入してきたセイタカアワダチソウなどを除去することにより、湿性植物群落が成立したものと考えられる。

多自然型水路右岸上流部および下流部と、実験池の周辺部は、平成 10 年度は定期的草刈りがなされており、シロツメクサ群落が成立していた。平成 11 年度からこの場所を草刈り等の管理を一切行わない放置区に設定したところ、ヒロハホウキギク-オオアレチノギク群落へと変化した。今年度は多自然型水路右岸の中流部の一部を選択刈り取り区に設定したところ、先に挙げたシロネ群落へと変化した。この場所は先のシロネ群落の立地と同様に本来は水路周辺の湿地であったが、平成 10 年度の草刈り等の管理によりやや乾燥した立地になっていた。また平成 11 年度は放置することにより、ヒロハホウキギク、オオアレチノギク、セイタカアワダチソウなどが侵入し、さらに乾燥化が進む傾向にあったが、今年度、帰化種等を除去することにより、乾燥化が抑制され湿潤化が進み、湿性植物群落へと移行したものと考えられる。残りの部分は前年度と同様に放置区に設定したところ、実験池の周辺部の過湿地はキシュウスズメノヒ工群落へと変化した。前年度もキシュウスズメノヒ工は見られたが、被度が大きく増加した。また、多自然型水路右岸の上流部および下流部はセイタカアワダチソウ群落ヨモギ下位単位へと変化した。前年度でもセイタカアワダチ

ソウは混生していたが量は少なかった。放置後2年経過したところ、セイタカアワダチソウの被度および草丈が大きく増加し、ヒロハホウキギク、オオアレチノギクはほとんど見られなくなった。

実験センター内の施設周辺部は平成10年度から今年度まで年に5回程度の草刈りが行われている。平成11年度まではシロツメクサやシバが優占する群落であったが、今年度はメヒシバが優占する群落へと変化した。前年度までも生育していたメヒシバ、アキメヒシバ、シマスズメノヒエ等のイネ科植物に、植栽、播種起源のシバやシロツメクサが被圧されていったものと考えられる。

その他、今年度になって新たに出現した群落として、多自然型水路上流部、J字水路、実験池沿いに小規模ではあるが、ヨシ群落、ウキヤガラ群落が見られた。これらの群落は、前年度までは水路内に生育していたヨシ、ウキヤガラといった抽水植物が、今年度になつて水路沿いの陸域にまで生育範囲を拡大してきたものである。

表5-2 管理手法の違いと成立する植物群落の関係

群落名	管理手法	立地場所	群落名	管理手法	立地場所	群落名	管理手法	立地場所
シロツメクサ群落	①	実験センター施設周辺部	シロツメクサ群落	①	実験センター施設周辺部	メヒシバ群落	①	実験センター施設周辺部
ワルマ群落	③	多自然型水路右岸中流部	ワルマ群落	③	多自然型水路右岸中流部	シロネ群落	②	多自然型水路右岸中流部
						セイタカアワダチソウ群落 ヨモギ下位単位	③	多自然型水路右岸中流部
シロツメクサ群落	①	多自然型水路右岸上流部・下流部 実験池周辺部	ヒロハホウキギク オオアレチノギク群落	③	多自然型水路右岸上流部・下流部 実験池周辺部	セイタカアワダチソウ群落 ヨモギ下位単位	③	多自然型水路右岸上流部・下流部
						シロネ群落	②	多自然型水路右岸中流部
						キョウスズメノヒエ群落		実験池周辺部
-	-	-	-	-	-	ヨシ群落	①	J字水路沿い 実験池右岸の一部
						ウキヤガラ群落	③	多自然型水路上流部
-	-	-	-	-	-	ウキヤガラ群落	①	J字水路沿い 実験池左岸

管理手法：①定期的草刈り ②選択的刈り取り ③放置

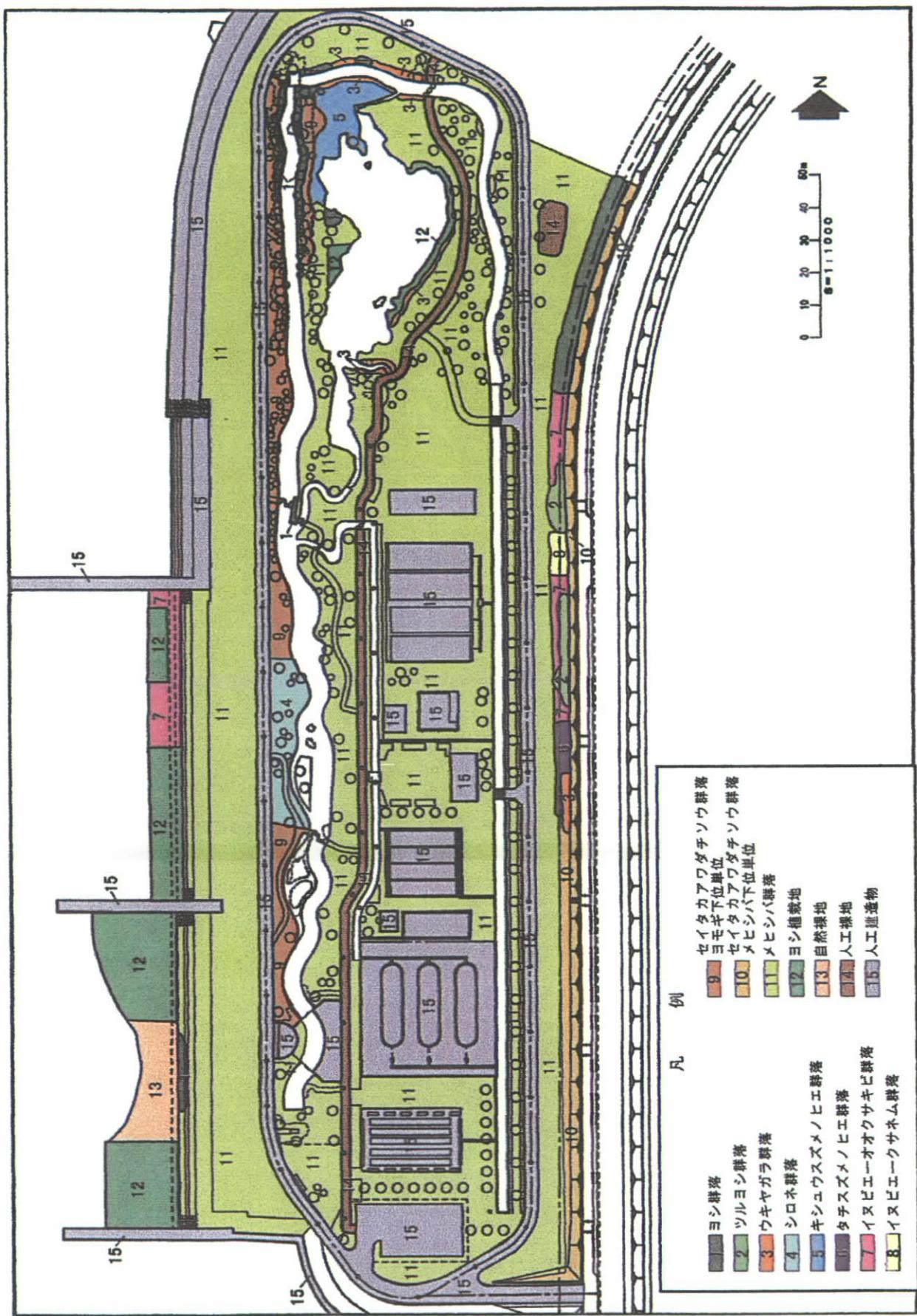


図 5-1 植生図

### 5.1.2 植物相

現地調査により、65科279種のシダ植物以上の高等植物が確認された。確認種のうち、植栽種、帰化種の割合を表5-3に示す。

表5-3 植栽種、帰化種の割合

	実験センター内		周辺部		合計	
	種数	割合(%)	種数	割合(%)	種数	割合(%)
在来種	105	49.3	133	66.5	151	54.1
植栽種	59	27.7	9	4.5	58	20.8
帰化種	52	24.4	61	30.5	72	25.8
合 計	213	-	200	-	279	-

確認種は草本類が主体となっており、木本類はほとんどが植栽種であった。また、帰化種の割合が約26%と相変わらず高い傾向にある。湖岸沿いでは、ドクゼリ、オオマルバノホロシ、ゴキヅルなどの氾濫原を特徴づける種も確認された。これらは、周辺の湖岸から漂着したものが湖岸沿いの土壌が堆積した部分に定着したものと考えられる。藤井(1994\*)は琵琶湖岸の原野環境(湖岸や大河川の氾濫源に発達する特徴的な草原植生)を象徴する植物種として、オニナルコスゲ、オオマルバノホロシ、ドクゼリ、サデクサ、カモメヅル類、タコノアシ、ミゾコウジュの8種をあげている。これらは湖岸や河川の改修により生育環境が減少しつつある種である。本調査では湖岸でオオマルバノホロシ、ドクゼリが、実験センター内でサデクサが確認された。このように、実験センター及び周辺の環境は、帰化種の侵入も容易であるが、原野環境に生育する種の侵入も今後増加する可能性があるといえる。

また、調査年度別確認種数の比較を表5-4に示す。

表5-4 調査年度別確認種数の比較

( )内は実験センター内の確認数

	平成10年度			平成11年度			平成12年度		
	在来種	植栽種	帰化種	在来種	植栽種	帰化種	在来種	植栽種	帰化種
種数	67 (67)	32 (31)	24 (24)	130	44	58	151 (105)	59 (59)	72 (52)
割合(%)	55.4 (55.4)	26.4 (26.4)	19.8 (19.8)	56.8	19.2	25.3	54.1 (49.3)	21.1 (27.7)	25.8 (24.4)
計	121(121)			229			279(213)		

確認種数は平成10年度から比べると増加傾向にある。在来種、植栽種、帰化種の占める割合は3年間でほとんど変化がない。

実験センター内で新たに確認された種はコニシキソウ、ナギナタガヤ、アレチハナガサなど帰化種が多かったが、水路沿いではミコシガヤ、コマツカサススキなどの在来の湿性草本も新たに確認されている。

外周部では今年度新たに確認された種は多かったが、ヒメスイバ、クルマバザクロソウ、マメアサガオなどの帰化種が多く、センター内よりも帰化種の占める割合が高くなっている。また、湖岸道路沿いの法面にはセイヨウヒキヨモギが爆発的に増加する状況がみられた。実験センター外周部の芝地や法面部分には定期的な草刈りがなされており、外部からの植物の進入(主に帰化種)が容易であるといえる。

注) \*『琵琶湖湖岸の「原野の植物」とその現状(1)』(1994年、藤井伸二)

## 5.2 動物

### 5.2.1 鳥類

現地調査の結果、9目20科44種の鳥類が確認された。このうち、実験センター内および外周部（R-1）で確認されたのは25種、隣接公園（R-2）で確認されたのは17種、周辺地域（実験センター周辺の水域および農耕地）で確認されたのは28種であった。

平成10、11年度と比較して、構成種に大きな差は見られず、確認された鳥類は、サギ、カモ、チドリ類など、水辺環境に生息する種が多くを占め、森林依存性の高い種はほとんど確認されなかった。

実験センター内では、魚類を餌とする種が多自然型水路や実験池を利用しているのが確認されており、コサギやアオサギが水路や実験池、草地で休息、採餌しているのが見られた。また、カワセミが水路内の飛び石や水路内に張り出した草本に止まったり、水路内に飛び込む採餌行動をしている姿も見られた。

今年度調査ではスズメ、ムクドリの実験センター内での繁殖が確認された。施設の軒下において、3カ所で巣材の枯れ草が敷き詰められ、糞が付着しているのが確認された他、両種ともに付近を飛翔し軒下に出入りしていたことから、繁殖しているものと考えられた。また、ムクドリは成鳥と巣立ち後間もない若鳥の群が実験センター内の草地で採餌しているのが確認された。

この他、オオヨシキリが実験センター内の植栽木の樹頂や高茎草地内において盛んにさえずっているのが確認されており、繁殖している可能性が高いと考えられる。

### 5.2.2 爬虫類・両生類

現地調査の結果、今年度確認されたのはウシガエル1種のみであった。多自然型水路と実験池において、幼生、成体とともに多数の個体が確認されており、実験センター内で繁殖、生息していることが確認された。

平成10、11年度から比べると、今年度はウシガエルのみの確認であり、前年度まで調査時期ごとに確認されていたアマガエルや、爬虫類については確認されなかった。ウシガエル以外の種の前年度までの確認例も外部からの侵入などの偶然性によるものが大きく、定着しているかどうかは不明であるが、今年度も実験センター内を生息域の一つとして利用している可能性はある。

ウシガエルについては、実験センター内で繁殖していることが確認されているが、アマガエルについては、センター内には本種の繁殖に適した浅い水たまりのような環境がないため、現在の環境のままでは繁殖、定着するのは難しいと考えられる。

### 5.2.3 昆虫類

現地調査の結果、13目107科286種が確認された。

最も多くの種数が確認された分類群はコウチュウ目（23科60種）で、次いでハエ目（15科58種）、チョウ目（19科56種）、カメムシ目（18科32種）、ハチ目（9科25種）、バッタ目（6科22種）、トンボ目（3科13種）、トビケラ目（5科9種）、アミメカゲロウ目（3科3種）、ハサミムシ目（2科3種）、トビムシ目（2科2種）、カマキリ目（1科2種）、チャタテムシ目（1科1種）の順となっている。

トンボ目では、セスジイトトンボ、ハラビロトンボが今年度新たに確認された。両種ともに春季調査で確認された。

チョウ目では、ヒロヘリアオイラガが実験センター内および隣接公園の両区域で確認された。本種は九州で発見された後、近畿地方から関東にかけて分布を拡大した種である。

この他、夏季調査で確認されたシロオビノメイガは毎年6月下旬から7月にかけて、中国大陸南部や東南アジアの島から集団で海を渡ってくることが知られている。

夏季調査のライトトラップにおいて、チョウ目の中でももっと多く飛來したヒメマダラミズメイガは、ウキクサ、トチカガミ、ヒシ、スイレンなどの水生植物を摂食し、同じ属で最も普通に見られる種である。

やや分布の限られた種としては、夏季調査でアシナガモモブトスカシバの成虫が隣接公園内で確認された。本種の食草であるゴキヅルは琵琶湖岸付近に群生しており、秋季調査時に茎の虫えいの中に幼虫を確認した。河川の氾濫源に生育するゴキヅルは、近年河川や湖沼の護岸工事などの影響で減少しており、それに伴って本種の分布も局地的になっている。

年度別に確認種数を比較すると、平成10年度240種、平成11年度234種、平成12年度286種と増加の傾向にあるといえるが、広分布、広適応性の種が優占している傾向は前年度までと同様である。

#### 5.2.4 土壌動物

春季は主にダニ目類、トビムシ目類、ハエ目（ユスリカ科類）、夏季はダニ目類、等脚目（オカダンゴムシ）、トビムシ目（ヒメトビムシ科類・アヤトビムシ科類）、秋季はダニ目類、トビイロシワアリが大部分を占める結果となった。

土壌採集地点の環境については、St-1（多自然型水路左岸）は定期的に草刈りが行われている管理区域で、St-2（多自然型水路右岸）は帰化種等を選択的に刈り取るのみで、あとは放置されている区域である。St-2は密な植生のためSt-1より土壌が湿潤であり、確認個体数も圧倒的に多い。適度な湿度と年間を通じて変化が少ない環境に適したトビムシ目類も、St-2の方が種数、個体数ともに多い結果となっている。トビムシ目類は腐食のある土壌ならどこにでも生息するが、種数、個体数ともに自然林の方が多いとされている。

前年度と比較すると、構成種、個体数ともに大きな差は見られなかった。

#### 5.2.5 その他の動物

調査の結果、調査対象種以外に哺乳類の巣及び糞が数カ所で確認された。

ネコ目イタチ科（イタチまたはチョウセンイタチ）と思われる糞が、6ヶ所で確認された。いずれも実験センターの多自然型水路の飛び石上に付着しており、糞の内容物には甲虫の鞘翅等が多く含まれていた。

また、実験センターの多自然型水路の琵琶湖岸側の草地内4カ所において、カヤネズミ（ネズミ目ネズミ科）の巣が確認された。イネ科やカヤツリグサ科の植物を用いて球形の巣が作られおり、いずれも発見時は使用していなかった。確認場所のうち、3カ所は選択刈り取り区内のウキヤガラ、オギが優占する草地であった。本種は、調査地のような低地のイネ科植物が密生した水気のある場所に生息する。繁殖期は主に春季と秋季であるため、発見された巣は春季に使用したものではないかと考えられる。

### 5.3 モニタリング調査

#### 5.3.1 植物

各試験区の概況を以下に示す。

##### ①St-1（管理区）

定期的に草刈りの行われている場所に設置した試験区である。前年度から継続して調査を行っている。草丈は年間を通して試験区の中で最も低かった。定期的に草刈りが行われているため、季節により積算優占度の上位種の入れ替わりが見られる。構成種数は他の試験区に比べ多かった。これは、人為的に攪乱を受け周囲からの植物の侵入が比較的容易なことが原因であると考えられる。

##### ②St-2（選択刈り取り区）

平成10年度から草刈りを中止した場所で、放置されてから3年目になる。今年度は、前年度に群生したツルマメや帰化種のセイタカアワダチソウを選択的に刈り取った。本試験区は水路に近く土壤が湿潤であることから、上記の種を刈り取った結果、ウキヤガラやシロネ等の湿生草本が群生した。特に8月では、前年度の優占度はツルマメが最も高かったのに対し、今年度はシロネの優占度が高かった。また、試験区内の構成種数は5月に若干高いものの、前年度と同様に全体に少ない傾向が見られた。

##### ③St-3（放置区）

今年度新たに設けられた試験区で、平成11年度から草刈りを中止した場所で、放置されてから2年目になる。2m以上に達するセイタカアワダチソウが優占し、選択刈り取り区とは様相がかなり異なる。水路に近いことから、シロネ、ヨシ、オギなどの湿生植物の混生もみられた。これらは積算優占度においては、比較的高い値を示しているが、草丈が高いことによるものであり、被度はむしろ低かった。被度については、乾生草本であるヨモギの方が年間を通じて高かった。

##### ④St-4（植栽区）

今年度新たに設けられた試験区である。多自然型水路上流部の植栽樹木の間に設置した。本区域は既に数種の木本が植栽されているが、今後さらに植栽を実施し、木陰の多い環境に整備していく予定である。水路に近いが、水面よりも高い位置にあるため、土壤はやや乾燥気味である。植栽種のコムラサキ、アジサイの間に、カモジグサやオオアレチノギクといった乾生草本が群生していた。乾燥が激しく、8月以降は草本類の枯死が目立ち、植被率が低下した。周辺に植栽された樹木の樹高、枝張り等がまだ不十分であるため、現在のところ樹木の被覆による影響はみられていない。

#### 5.3.2 昆虫類

St-1（管理区）では27種457個体が確認され、全地点中で最も個体数が少なかった。

St-2（選択刈り取り区）では30種3698個体が確認され、全地点中で最も個体数が多かった。全地点で確認された個体の半数近くを占めるトビイロシワアリは、St-2で最も多く確認されており、総計2355個体であった。本種は、植え込みや草地、裸地等の開けた環境で最も普通に見られる種で、調査地点付近にコロニーがあったものと考えられる。。

また、コウチュウ目の中で最も多かったミイデラゴミムシもSt-2において最も多数が確認され、465個体であった。本種は湿地に多い夜行性の種で、幼虫は土壤中に産み付けられたケラの卵塊に寄生して生育することが知られている。St-2は比較的湿った土壤であるためではないかと考えられる。

St-3（放置区）では35種1275個体が確認された。ここではトビイロケアリとトビイロシワアリを合わせて986個体が確認されており、同地点の確認個体数の約8割を占めている。

St-4（植栽区）では29種1207個体が確認された。全地点中最も確認種数が少なかった。

前年度から2年続けて調査を実施しているSt-1、2については、前年度に比べゴミムシ類や、アリ類の種数がやや少ないものの、全体的な構成種に大きな差は見られなかつたが、

ミイデラゴミムシ、トビイロシワアリ、トビイロケアリの増加により個体数が圧倒的に増加した。

#### 5.4 土壌

分析結果を表 5-5 に示す。

今年度の調査結果では、全項目とも植栽区で最も高い値を示した。植栽区の土壤試料は植栽樹木下で採取したことから、植栽時の施肥や客土の影響も考えられるが、土壤養分の主な供給源は動植物遺体であることから、草地と樹林という植生の違いによる土壤養分の差が出てきた可能性も考えられる。

管理区と放置区では分析値に大きな差はなかった。放置区は草刈りが中止されて 2 年目であり、このような短期間では両者に大きな差は出てきていないといえる。

選択刈り取り区の分析値は他の地区に比べて全体に低かった。特に全窒素の値は非常に低い値を示した。この原因の一つとして、土壤養分の需要と供給のアンバランス、需要過剰もしくは供給不足が考えられる。選択刈り取り区は前年度から優占種の入れ替わりは見られたが、植物の生育量にはそれほどの差はなかったことから、需要過剰の可能性は低いと考えられる。同区域は土地の高さが水路とあまり変わらないため、地下水位が高く、土壤水分も湿潤～過湿の状態であった。土壤の還元状態が強いと土壤微生物による分解速度が遅くなる。同区域での土壤の還元化が進んだことで土壤養分の供給量が抑えられた可能性も考えられる。

表 5-5 土壌の科学性分析結果

分析項目 年度 (単位)	区域 管理区		選択刈り取り区		放置区	植栽区
	H11	H12	H11	H12	H12	H12
腐植 (g/kg)	46	45	47	24	43	62
全炭素 (g/kg)	27	26	27	14	25	36
全窒素 (g/kg)	2.9	4.4	2.2	0.3	1.4	3.9

#### 5.5 貴重種

確認された種のうち以下に示す基準に該当する種を貴重種として選定した。

- a : 国・県指定の天然記念物
- b : 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律施行令」  
国内希少野生動植物等に記載されている種（平成 4 年、法律第 75 号）
- c : 「レッドリスト（日本の絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）」（植物、両生類・爬虫類、平成 9 年）、（ほ乳類、鳥類、平成 10 年）（汽水・淡水魚類、平成 11 年）、（昆虫類、平成 12 年）記載種\*
- d : 「滋賀県で大切にすべき野生生物（2000 年版）」（平成 12 年、滋賀県）記載種\*\*  
\* c および d のカテゴリーは以下のとおり
- c : 絶滅、野生絶滅、絶滅危惧 I A 類、絶滅危惧 I B 類、絶滅危惧 II 類、準絶滅危惧、情報不足
- d : 絶滅危惧種、絶滅危惧増大種、希少種、要注目種、分布上重要種、その他重要種、絶滅種、保全すべき群集・群落・個体群、郷土種

確認された植物種のうち、貴重種の選定基準に該当する種としては、オオマルバノホロ

シ、カワチシャ、ミコシガヤが挙げられる（表 5-6）。オオマルバノホロシは実験センター施設の外側の湖岸沿いで、2 個体が確認された。カワチシャは多自然型水路の水際や、施設と湖岸道路の間のヨシ群落内などの数カ所でそれぞれ 1~30 個体程度が確認された。ミコシガヤは多自然型水路周辺部の数カ所において多数確認された。確認位置を図 5-2 に示す。なお、前年度確認されたタコノアシは今年度は確認されなかった。

表 5-6 確認された貴重種一覧（植物）

科名	種名	選定基準	実験センター	外周部
ナス	オオマルバノホロシ	d:その他重要種		○
ゴマノハグサ	カワチシャ	c:準絶滅危惧	○	
カヤツリグサ	ミコシガヤ	d:絶滅危惧増大種	○	

また、確認された動物種のうち、貴重種の選定基準に該当する種としては、カイツブリ、カンムリカイツブリ、チュウサギ、ヨシガモ、ホオジロガモ、イソシギ、コアジサシ、カワセミ、オオヨシキリ、セッカ、オオジュリン、マダラバッタ、カヤネズミが挙げられる（表 5-7）。これらのうち、実験センター内で確認されているものは、カワセミ、オオヨシキリ、カヤネズミの 3 種である。確認位置を図 5-2、3 に示す。

オオヨシキリは繁殖期の 5 月に多自然型水路脇の植栽木の樹頂や高茎草本中で頻繁に背ずる個体が確認されており、ヨシ帯で繁殖した可能性が非常に高いと考えられる。

カワセミは多自然型水路沿いを飛翔しているのが数回確認された他、水路内に張り出した草本に止まり水に飛び込む採餌行動が、冬季調査において確認されており、実験センターを餌場の一つとして利用しているものと考えられる。

カヤネズミは多自然型水路中流域の選択刈り取り区内の 3ヶ所および上流域の水路沿い草地において 1ヶ所巣が確認された。オギやウキヤガラ等の植物を用いて球形の巣が作られおり、いずれも発見時は使用していなかった。本種は、調査地のような低地のイネ科植物が密生した水気のある場所に生息する。繁殖期は主に春季と秋季であるため、発見された巣は春季に使用したものではないかと考えられる。

表 5-7 確認された貴重種一覧録（動物）

分類	科名	種名	選定基準	実験センター	外周部周辺地域
鳥類	カイツブリ	カイツブリ	d:その他重要種		○
		カンムリカイツブリ	d:希少種		○
	サギ	チュウサギ	c:準絶滅危惧		○
			d:希少種		
	カモ	ヨシガモ	d:希少種		○
		ホオジロガモ	d:希少種		○
	シギ	イソシギ	d:希少種		○
カモメ		コアジサシ	c:絶滅危惧Ⅱ類		○
			d:希少種		
	ブッポウソウ	カワセミ	d:希少種	○	

	ヒタキ	オオヨシキリ	d:希少種	○	
		セッカ	d:希少種		○
		オオジュリン	d:希少種		○
昆虫類	バッタ	マダラバッタ	d:分布上重要種		○
ほ乳類	ネズミ	カヤネズミ	d:希少種	○	

なお、カワヂシャは平成11年度から2年連続で、イソシギ、カワセミ、オオヨシキリの3種については、平成10年度より3年連続で確認されている。

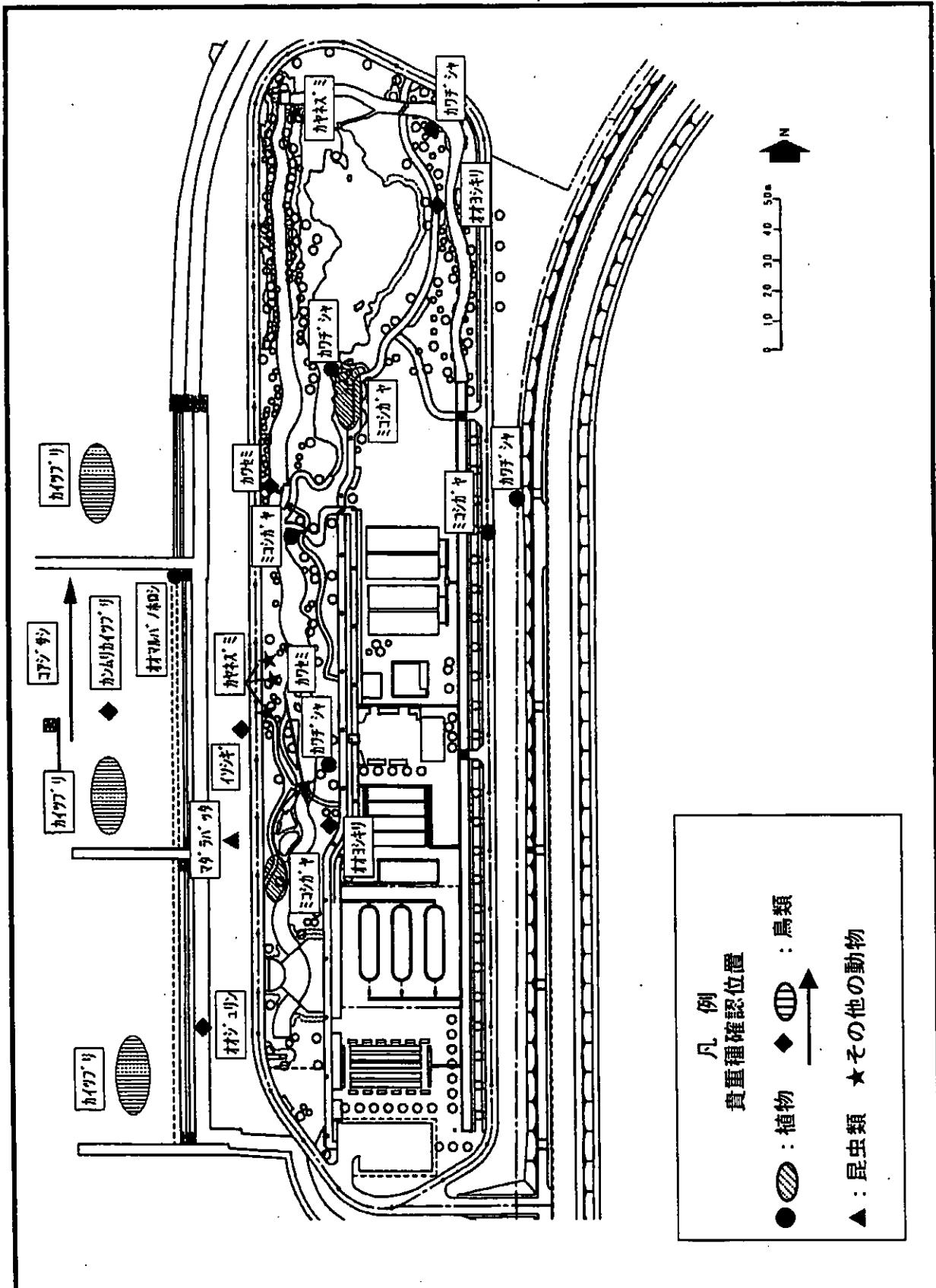


図 5-2 貴重種確認位置図（実験センター内および外周部）

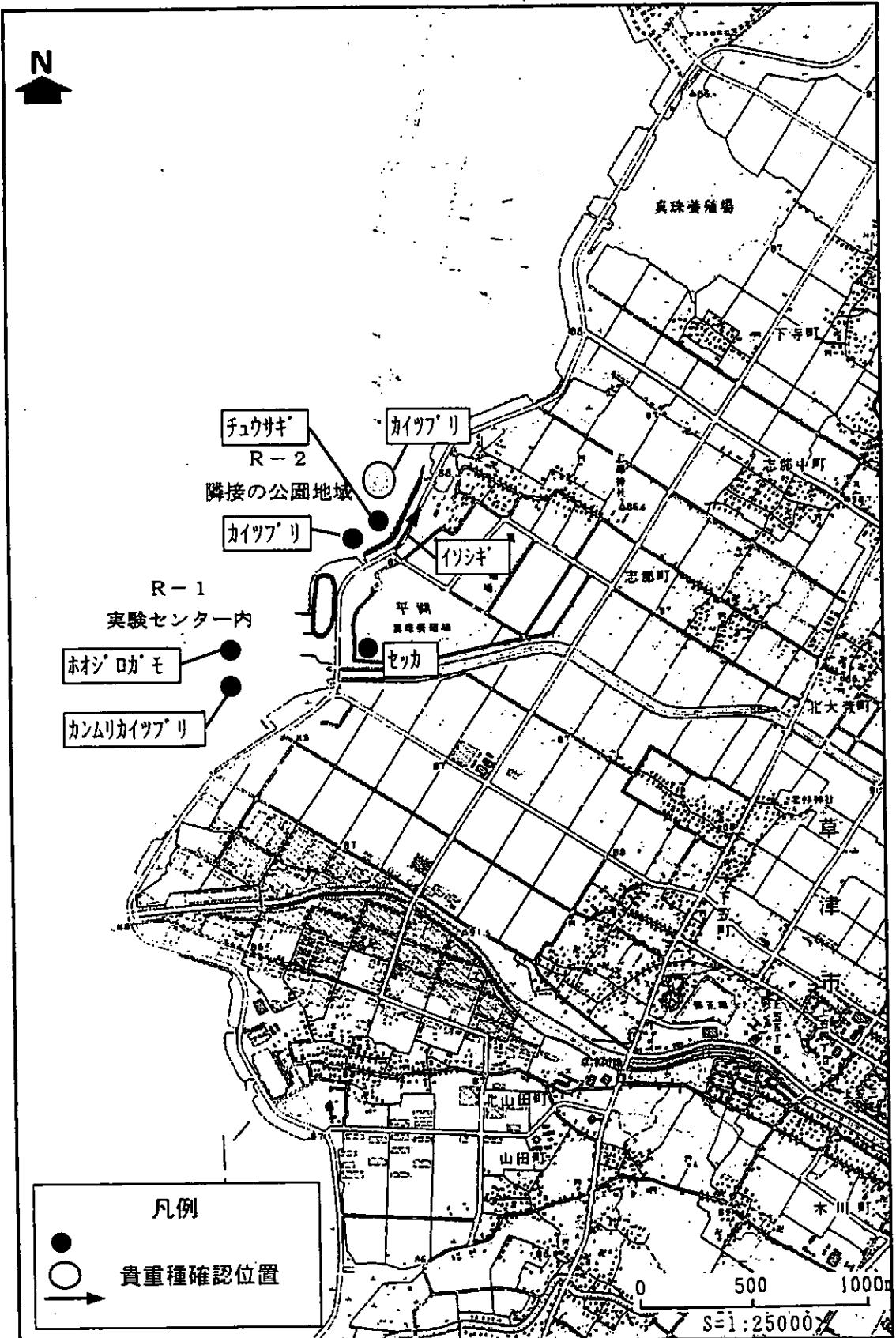


図 5-3 貴重種確認位置図（実験センター周辺地域）

## 5.6 文献調査

今年度の既存文献調査としては、「滋賀県で大切にすべき野生生物（2000年版）」（2000年、滋賀県）より、実験センターを含む周辺区域に記載のある「滋賀県で大切にすべき野生生物」および「生態系に悪影響を及ぼす外来種・移入種」を抽出した。

## 5.7 考察

### 5.7.1 概況

#### (1) 植物

実験センターは造成後3年目に入り、放置区や水路沿いの刈り残し部分を中心に高茎草本が増えつつある。実験センター内の様相は今年度に入って大きく変化した。特に水路沿いの刈り残し部分では、ヨシやウキヤガラ、シロネといった湿性植物が群落を形成しつつあり、このような湿潤地を放置することは、自然植生の回復に有効であると考えられる。一方、放置区の大部分を占める乾燥地では、帰化種であるセイタカアワダチソウが群生している。このまま放置すれば遷移が徐々に進むものと考えられるが、当分の間はセイタカアワダチソウが優占する乾生草本群落が持続するものと考えられる。また、選択刈り取り区では、セイタカアワダチソウ、ツルマメ等の除去により、シロネ、オギなどが増えつつある。しかし、まだ1年目であり、植生は不安定である。管理手法とそれによって創出される群落の関係について、より明確に把握するためには、今後数年程度、観察を続ける必要があると思われる。

#### (2) 動物

各動物群ともに、前年度まで（平成10、11年度）の調査結果に比較して、大きな変化は認められなかった。

総出現種数については、鳥類や土壌動物では今年度は前年度よりやや少なく、昆虫類ではやや増加するといった若干の差異がみられたが、年次変動や調査上の誤差の影響も考えられるため、現時点では判断が困難である。

今年度の調査の結果、鳥類では実験センター内においてオオヨシキリが繁殖している可能性が非常に高いと考えられた。巣の発見には至らなかったが、実験池や多自然型水路周辺部においてヨシ群落の形成されつつあることから、今後、本種の定常的な営巣環境となることが期待される。また、カワセミについては、多自然型水路において採餌行動が確認されており、定常的に実験センター内を餌場の一つとして利用しているものと思われる。哺乳類ではイタチ属（イタチ、チョウセンイタチのいずれかは不明）が実験センター内を利用していることが糞によって確認されたほか、カヤネズミの巣が複数確認された。いずれも前年度までは確認されておらず、新たに侵入、定着したものと判断される。特にカヤネズミについては、選択刈り取り区においてウキヤガラ、オギなどのイネ科、カヤツリグサ科植物が今年度から優占するようになった場所を利用していることが確認された。これら新たな動物種の侵入、定着は生態系の複雑化、安定化の一つの兆候であるといえる。

### 5.7.2 今後の調査計画について

今年度までは、草刈りの頻度を変えること以外に積極的に植生に手を加えることは行わなかった。また一部樹木や、水生植物については植栽を行っているが、基本的には実験センター内への植物の侵入は自然にまかせてきた。しかし、今後は実験センター内における目標植生を定め、それに向けた植生管理を行っていくことも必要であると考えられる。具体的には琵琶湖・淀川水系の水辺植生（ヨシ群落、オギ群落、原野環境の植物群落など）が目標植生として挙げられる。

以上のことを踏まえて、今後考えられる調査計画を以下に示す。

#### (1) 実験センターの環境の整備管理方法と、成立する生態系の関係を把握する。

実験センター内を管理手法の違いにより区域分けを行い、それぞれの区域に成立する環境を植生調査を行い群落区分することにより把握する。また、それぞれの区域に生育・生息する動植物を把握する。それらの調査結果から、目的とする生態系を創造するための管理手法のマニュアル化を行う。

(2) 実験センターの生態系の多様性の評価。

実験センター内の動植物相と、隣接公園内の動植物相を比較することにより、多自然型水路、実験池等の水辺環境を整備することにより、創出される生態系の多様性について評価する。

(3) 琵琶湖・淀川水系の水辺環境を代表する動植物の導入試験。

琵琶湖・淀川水系の水辺環境を代表する植物について、移植、増殖を試みる。また、導入した植物種の生育状況のモニタリングを実施し、最も適した生育環境を検討し、必要に応じて生育環境を創出するための管理手法についても検討する。

(4) その他、植生管理における留意点。

実験センター内では造成後3年目に入り植生が安定してくるのに伴い、クズ、ヤブガラシ、ツルマメといったツル植物が繁茂しつつある。これらのツル植物は成長が早く、周囲の植物を被圧させるおそれがある。特に多年生のツル植物は一度定着すると完全に除去することが非常に困難であることから、早期除去が必要である。今後は実験センター全域においてツル植物の重点管理を検討する必要があるものと思われる。

また、選択刈り取り区においては、作業中の踏みつけにより植生を攪乱し、群落の形成を阻害するおそれがあるため、特に春季の発芽・成長期における作業についてはその点を十分留意する必要がある。

---

**実験担当者**

関西電力株式会社

総合技術研究所主任研究員

大西 正記

財団法人 琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター所長

田井中善雄

実験センター研究員

馬場 玲子

## 11. 琵琶湖岸におけるヨシ植栽実験（その3）

### 1. 目的

本調査は琵琶湖南湖東岸にある BIYO センター内わんど型実験施設およびなぎさ型実験施設において、各種工法によるヨシ人工植栽を実施し、植栽工法および消波施設の違いとヨシ生育環境との関係についての知見を得ることにより、今後のヨシの保全や復元の効果的な実施に資することを目的として行った。

### 2. 実験施設諸元

図 2-1 にわんど型実験施設、図 2-2 になぎさ型実験施設の概要図を示す、また、表 2-1 に施設諸元を示す。

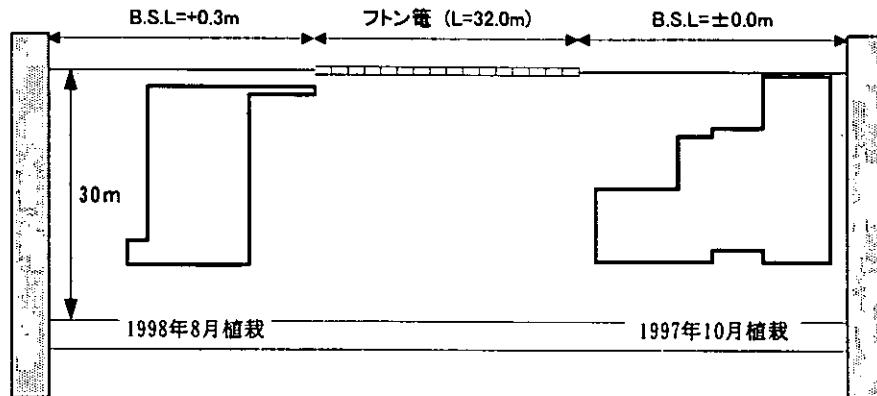


図 2-1 わんど型実験施設

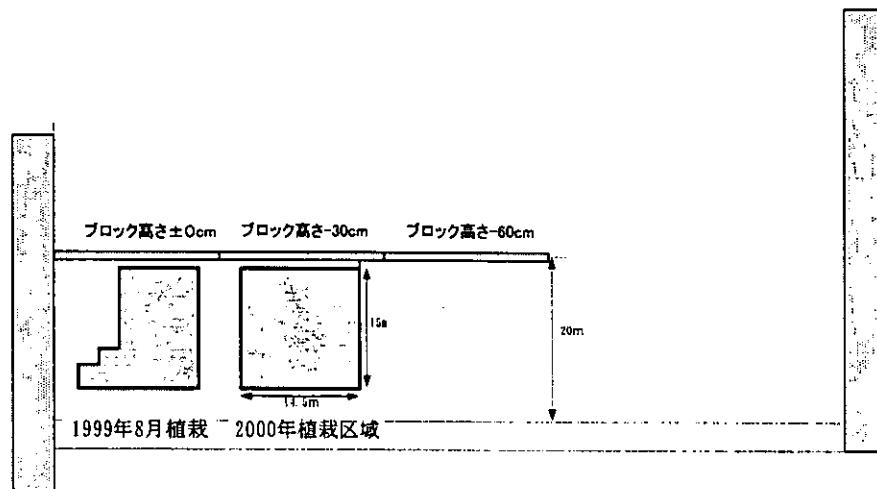


図 2-2 なぎさ型実験施設

表 2-1 わんど・なぎさ型実験施設諸元

		わんど型実験施設 (半閉鎖型)	なぎさ型実験施設 (開放型)
面積		3000m <sup>2</sup> (30m×100m)	2000m <sup>2</sup> (20m×100m)
消 波 施 設	種類	鋼矢板 U型 II L=6.5m 7.0m	コンクリート積みブロック (H×W×L) 0.5×1.0×1.0m 0.7×1.0×1.0m
	高さ (B. S. L.)	突堤南側: +0.3m 突堤北側: ±0.0m	突堤南より ±0.0m、-0.3m、-0.6m
	長さ	突堤両端から 30m	突堤南より各々 20m

### 3. 実験準備工

#### 3.1. 施設整備

本実験では、過去にヨシの生育可能範囲を広げるために、適時地盤整形を行っている。また、土砂流出防止のためにわんど開口部にふとん籠を設置している。地盤整形及びふとん籠設置時期を表 3-1 に示す。

表 3-1 地盤整形及びふとん籠設置時期

場 所	工 種	時 期
わんど型実験施設	地盤整形	1997年 10月
	地盤整形	1998年 8月
	ふとん籠設置	1998年 8月
なぎさ型実験施設	地盤整形	1997年 10月

#### 3.2. ヨシ植栽

本実験では、1997年にわんど型実験施設北部にヨシ植栽を行った。その後、1998年にわんど型実験施設南部に、1999になぎさ型実験施設に、2000になぎさ型実験施設中部にヨシの植栽を行っている。植栽工法としては、ビットマン工法、大株移植工法、地下茎工法、ポット苗工法、土のう工法、マット工法の 6 工法を採用している。各工法の説明については、過去の報告を参照されたい。図 3-1～3-4 に各植栽地別の植栽配置図を示す。また、表 3-2 に植栽条件一覧を示す。

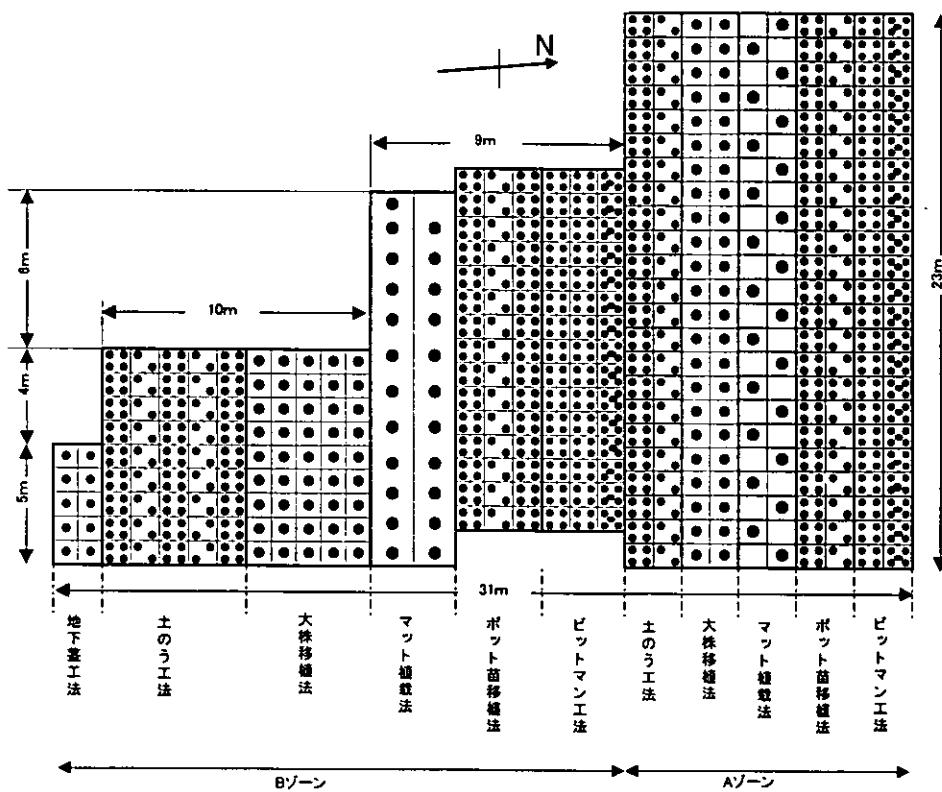


図 3-1 植栽配置図（わんど北部）：1997年10月植栽

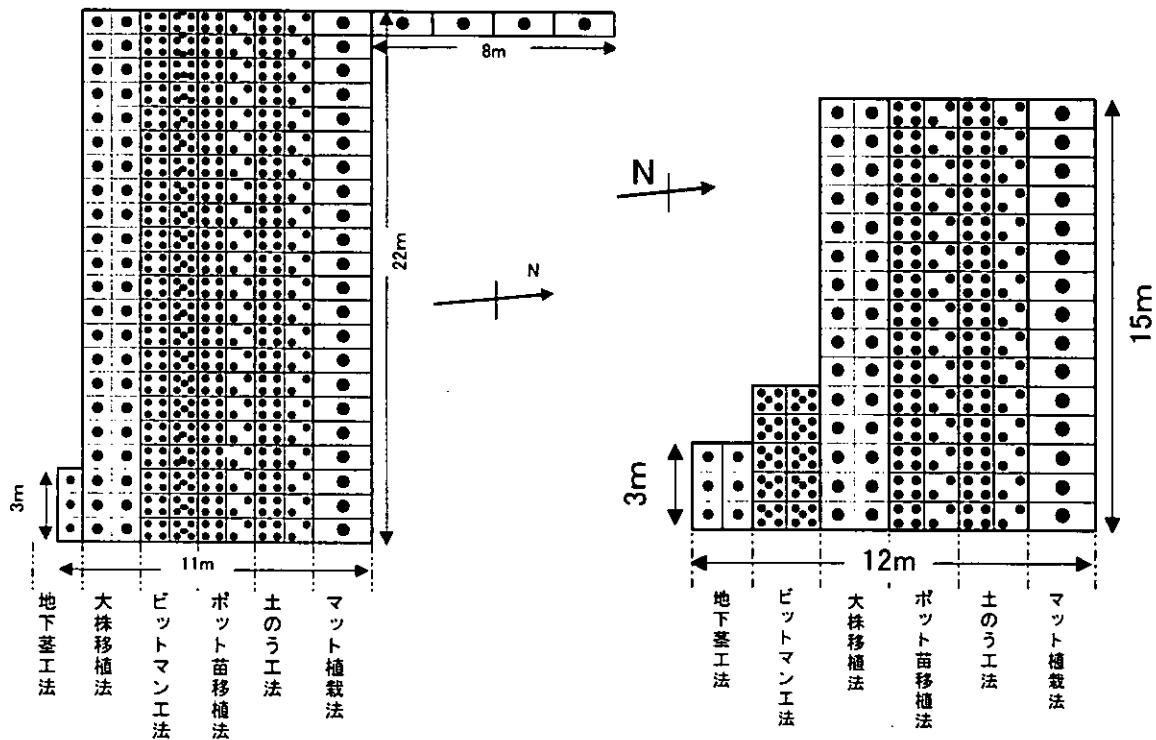


図 3-2 植栽配置図（わんど南部）  
：1998年8月植栽

図 3-3 植栽配置図（なぎさ南部）  
：1999年8月植栽

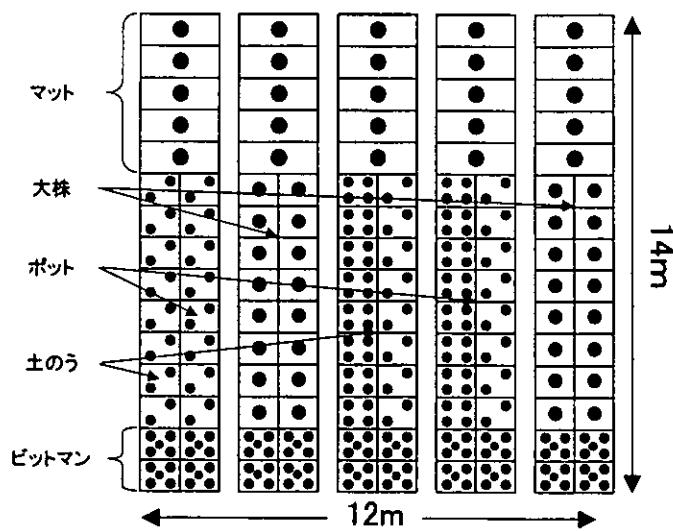


図 3-4 植栽配置図（なぎさ中部）：2000年8月植栽

表 3-2 植栽条件一覧

植栽地 植栽工法		わんど北部 1997年10月植 栽	わんど南部 1998年8月植栽	なぎさ南部 1999年8月植栽	なぎさ中部 2000年8月植栽
		植栽密度	植栽面積(m <sup>2</sup> )	植栽面積(m <sup>2</sup> )	植栽面積(m <sup>2</sup> )
ビットマン工法	5本/m <sup>2</sup>	38	44	10	20
	4本/m <sup>2</sup>	53	0	0	0
ポット苗移植法	4株/m <sup>2</sup>	53	22	30	8
	2株/m <sup>2</sup>	38	22	0	16
マット植栽法	0.5枚/m <sup>2</sup>	91	26	30	40
大株移植法	1株/m <sup>2</sup>	91	44	30	32
土のう工法	4株/m <sup>2</sup>	50	22	30	8
	2株/m <sup>2</sup>	41	22	0	16
地下茎工法	10根/m <sup>2</sup>	10	3	6	6注1)

注1) 2000年8月植栽の地下茎工法はなぎさ南部に植栽。

## 4. 調査内容

### 4.1. 調査地点

今年度の調査では、過去に植栽を行い、前年度までに実施しているわんど北部、わんど南部のヨシ生長調査を引き続き行うとともに、前年度に植栽を行ったなぎさ南部についてもヨシ生長調査を行った。またヨシの生長に影響を及ぼしていると考えられる、気象、水位、地盤高変化、土質等についても前年度に引き続き調査を行った。以下にそれぞれの調査方法について述べる。

### 4.2. 調査方法

#### 4.2.1. 生育観察調査

表4-1に示すように、調査は1997～1998年に計10回、1999年に計8回、2000年に計8回実施し、各年とも調査日がほぼ同一となるように設定した。ヨシ茎個体数は、植栽以降に新たに発芽したと見られる緑色の新芽のみを測定し、旧年のヨシ茎に関しては対象外とした。

表4-1 生育観察調査一覧表

調査日	1997年	12月25日				1回	26回		
	1998年	1月30日	3月2日	4月11日	4月29日	9回			
		5月9日	5月26日	6月16日	7月16日				
		8月29日							
1999年	3月14日	4月5日	5月8日	5月29日	8回				
	6月20日	7月17日	8月28日	10月16日					
2000年	3月2日	4月8日	5月7日	6月2日	8回				
	6月19日	7月15日	8月26日	10月14日					
調査項目	各植栽株について茎個体数、最長草高、水深								
対象地域 と植栽株	わんど北部(1081株)、わんど南部(535株)、なぎさ南部(331株)								

#### 4.2.2. 地盤高調査、土質調査

植栽後のヨシ生育と地盤形状のあり方についての検討はあまり行われておらず、これらの関係を明らかにすることが、今後、ヨシ植栽を効率的に進める上で重要な要素となる。そこで、今後のヨシ植栽にとって重要な地盤形状の安定性を検討するための基礎資料を得るために、Biyoセンター内のわんど、なぎさ型実験施設において、地盤測量、粒度試験を行い、ヨシ植栽地における地盤整形前後の地盤変化に関するデータを入手し、解析を試みた。地盤高調査、土質調査については、表4-2、表4-3に示す概要で図4-1に記す測線、地点で実施した。

表 4-2 地盤高調査内容一覧

	わんど型実験施設				なぎさ型実験施設			
実施日	1996年	11月28日			1996年	11月28日		
	1997年	4月19日	10月13日	10月20日	1997年	4月19日	10月13日	10月20日
	1998年	3月11日	8月3日	8月26日	1998年	3月11日		
	1999年	3月14日	8月24日		1999年	8月24日		
	2000年	2月28日	8月11日		2000年	2月28日	8月11日	
	2001年	2月21日			2001年	2月21日		
測量地点	沖合方向 11 ライン（各ラインで 10 以上の測点） (1996 年 11 月～2000 年 2 月)				沖合方向 11 ライン（各ラインで 10 以上の測点） (1996 年 11 月～2000 年 2 月)			
	沖合方向 15 ライン（各ラインで 10 以上の測点） (2000 年 8 月～2001 年 2 月)				沖合方向 15 ライン（各ラインで 10 以上の測点） (2000 年 8 月～2001 年 2 月)			

表 4-3 土質調査内容一覧

	わんど型実験施設				なぎさ型実験施設			
実施日	1996年				1996年			
	1997年		10月13日	10月20日	1997年		10月13日	10月20日
	1998年	3月11日	8月3日	8月26日	1998年	3月11日		
	1999年	3月14日	8月24日		1999年	8月24日		
	2000年	2月28日	8月11日		2000年	2月28日	8月11日	
	2001年	2月19日			2001年	2月19日		
試験個数	30 検体（3 検体 × 10 回）				21 検体（3 検体 × 7 回）			

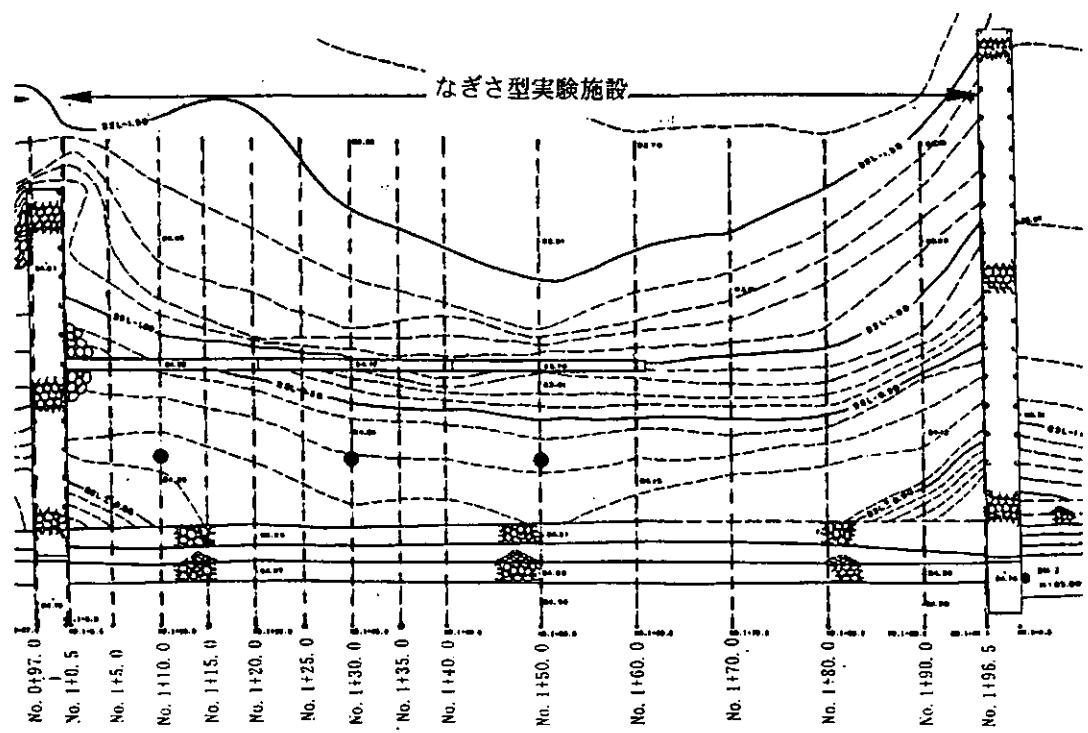
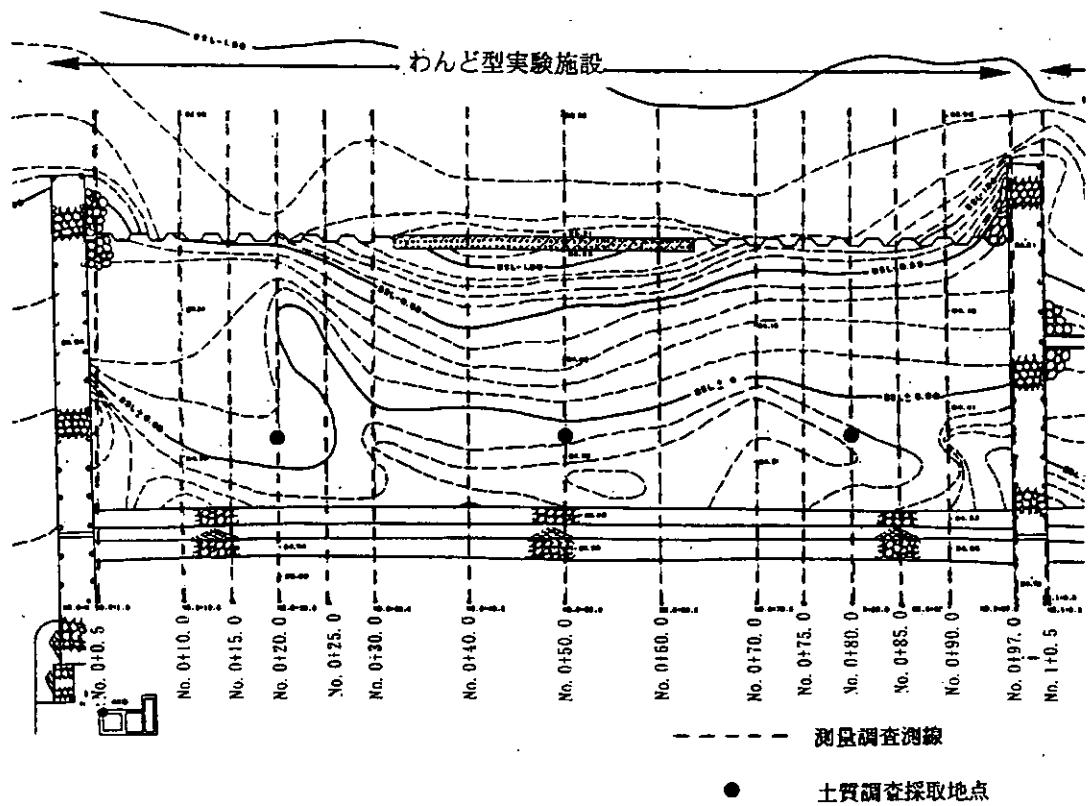


図 4-1 測量調査測線および土質調査地点

#### 4.2.4. 冬期ヨシ刈りの実施

わんど北部ヨシ植栽地において、1998年12月12日、2000年1月27日にヨシの刈り取りを実施し、刈り取りヨシと放置ヨシとの成長の違いについて比較、検討を行った。また、同様にわんど南部ヨシ植栽地においても、2000年1月27日にヨシ刈りを実施した。

ヨシの刈り取りは、ゾーン、工法、植栽密度別にそれぞれ沖合方向に並列にヨシ刈り地区、放置地区に区域分けして、陸域に存在するヨシは地面から+20cmの高さ、水中に存在するヨシは水面から+20cmの高さで行った。刈り取り区域図を図4-2、4-3に示す。

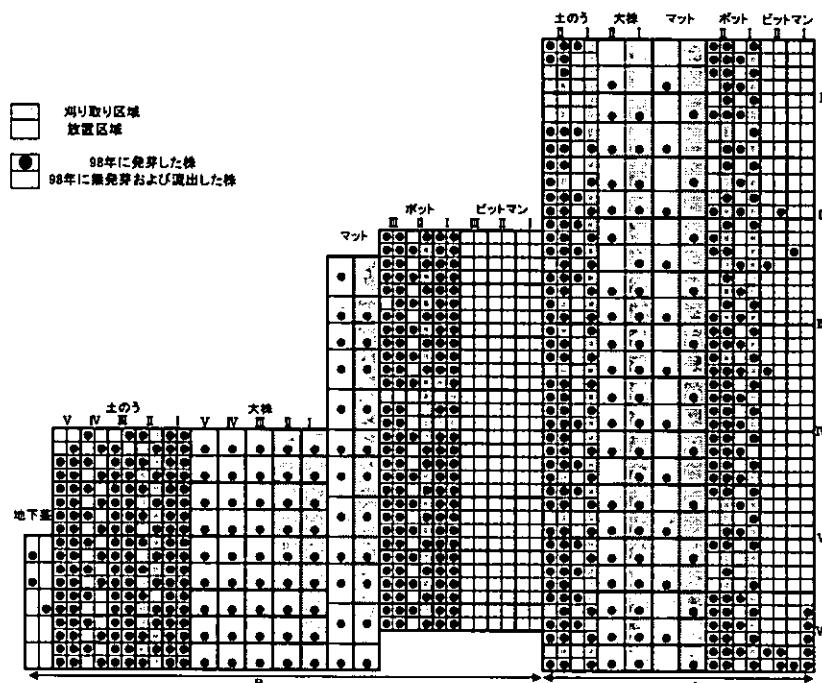


図4-2 刈り取り区域図（わんど北部）

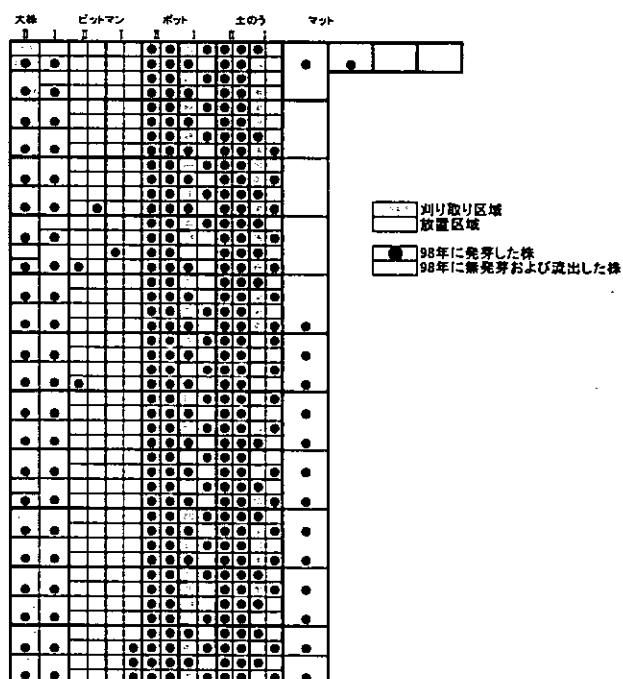


図4-3 刈り取り区域図（わんど南部）

## 5. 調査結果および考察

### 5.1. 気象条件

ヨシを実際に琵琶湖で植栽する上では、気温、水位、風波等を考慮して、ヨシの活着に適しかつ作業上可能な条件を検討する必要がある。そこで植栽結果の考察を行う前に、琵琶湖における各気象条件の季節変化を整理することで各季節の影響を把握し、ヨシ生育状況の判断材料として活用した。

まず風向風速についてであるが、図5-1に風速の日最大、日平均、日最低それぞれの月別平均値と風向の年月別頻度を示す。本年度も過年度と同じく、日平均は4 m/s程度であったが、日最大値は6月、10月、11月を除いては10m/sを越える強いものであった。一方風向については、各月でも風は種々の方位から吹いており、卓越風がそれほど明確ではない。ただ3月～6月に北東風が、10～2月に南西風の頻度が多くなっていることが分かる。

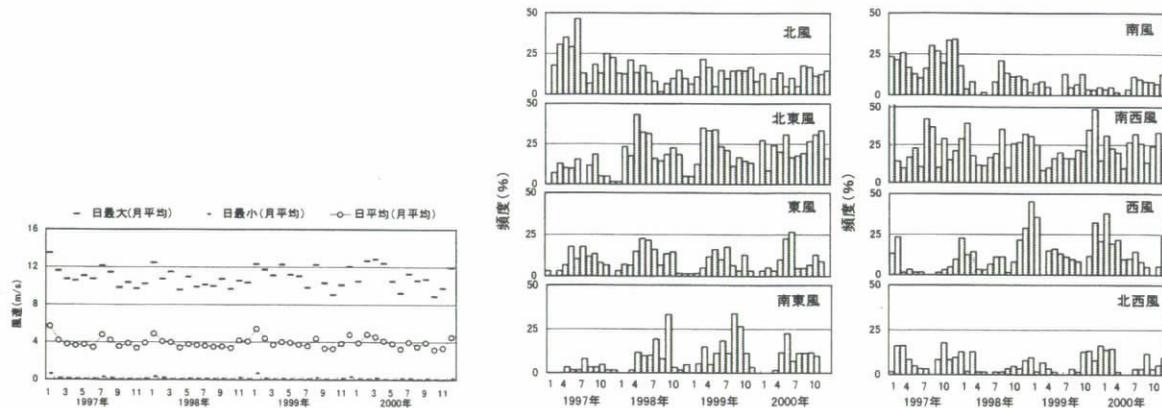


図5-1 風速の年間変動（湖南管理所）

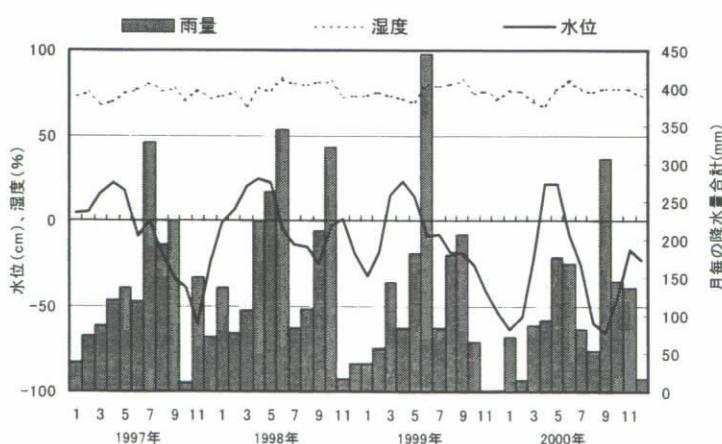


図5-2 水位、湿度、降水量の年間変動（湖南管理所）

風すなわち波浪が影響していると考えられるが、今年度については、ヨシの生長には8月の水位低下が影響を及ぼすと考えられ、一方2000年2月の水位が低い事から地盤安定度に対する波浪の影響は昨年度より少ないと考えられる。

次に降水量および水位についてであるが、図5-2に月別の降水量、湿度および琵琶湖水位の平均値の変化を示す。1997年から今年度までは、2000年の2月に例年より水位が低下した以外は、毎年冬期に水位が上昇して夏季に下降するという似たような傾向を示している。また今年度は8月に渇水のため琵琶湖水位が例年になく低下し、8月、9月の月間平均水位はB.S.L. - 60cmを下回った。

昨年度までの調査結果から、ヨシの生長には主に水位が影響し、地盤安定度には水位および

## 5.2. 地盤安定度調査結果

### 5.2.1. わんど型実験施設

1997年度の調査の結果では、単なる土入れだけでは、ヨシ群落の生育に適した緩勾配の沿岸域を実験地において形成させることができ難であり、緩勾配地域を形成しようとするときはそれを保持するような付帯工事たとえば開口部水面下の流砂防止堰の設置などが必要であることがわかった。そこで1998年8月には、わんど開口部B.S.L.-80cmに流砂防止堰としてフトンかごが設置された。フトンかご設置後から昨年度までの調査では、少しづつ浸食が進行している箇所はあるが、概ね地盤は安定化していることがわかった。今年度についても昨年度に引き続き調査を行い、前年度から地盤高にどのような変化があるかについて検討した。

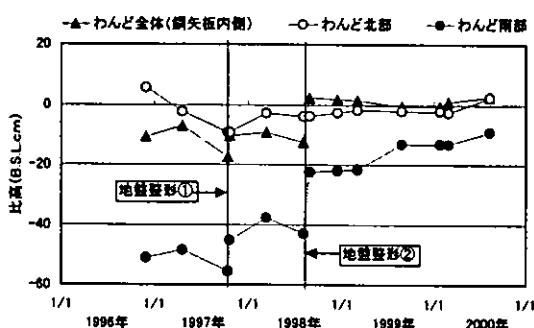


図5-3 平均地盤高の経時変化

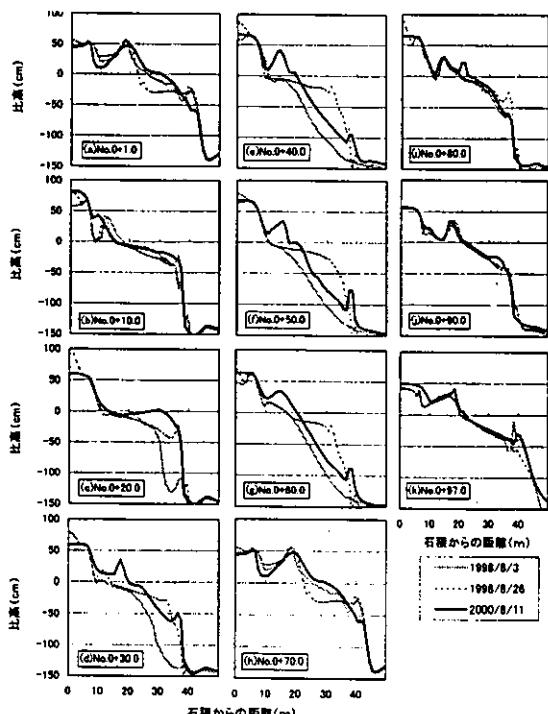


図5-4 各測線における地盤高の変化

の高さ) × 100] はそれぞれ、38.2%、34.6%、34.6%となり、約3分の1以上の地盤が、流砂防止堰の設置により2年間保持された結果となった。

しかし図5-5に示す98年度の整地前後から今年度にかけての地盤形状の変化をみると、98年度から今年度にかけて、以下のような変化が見られた。

まず、わんど型実験施設の地盤高の長期的な経時変化についてあるが、わんど型実験施設の平均地盤高の経時変化を図5-3に示す。これを見ると、わんど型実験施設の平均地盤高は2000年8月11日時点でB.S.L.+2.7cmであり、1998年8月の地盤整形以降、ほぼ平衡状態を保っているのが分かった。わんど北部および南部それぞれについてみると、わんど北部植栽地の平均地盤高は2000年8月11日時点で、B.S.L.+2.4cmとなっており、わんど南部のB.S.L.-9.1cmと比較して11.5cm高かった。また1998年の地盤整形によって、わんど南部では約20cm地盤が上昇したが、わんど北部では地盤整形による直接の変動は、ほとんど受けていないことが読み取れる。全体的に1998年の地盤整形後から今年度にかけては地盤高の大幅な降下はみられなかった。

またわんど型実験施設については、1998年の地盤整形の際に、流砂防止堰が設置されたが、1998年の地盤整形から今年度までの各測線の沖合方向の断面図(図5-4)から地盤高変化をみると、+40.0m、+50.0m、+60.0mラインの沖合方向30m地点における地盤高の2年間の保持率 [100 - (浸食厚/地盤整形により加えた土

- ①1999/3/1～8/24までに進んでいたわんど開口部付近の地盤の浸食が、1999/8/24～2000/2/28の間に少し回復した。
- ②2000/2/28～2000/8/11にかけて、再びわんど開口部付近の地盤浸食が進行し始めた。
- ③わんど北部ヨシ植栽地では、周囲に比べて地盤が高く保たれている。
- ①、②については、琵琶湖では風速が強くなる冬季において水位が高くなるために、波浪の影響をうけて①②のように冬場に地盤浸食が進行し、夏場には水位低くなるためにその浸食の進行が留まる傾向を示したものだと推測される。③についてはヨシの根圏による土砂流出防止効果が現れた結果であると推測される。

以上のことより、わんど型実験施設については、開口部付近では波の影響をうけて少しづつ侵食されているものの、全体的には地盤整形および流砂防止堰の設置によって、地盤は安定化していると考えられる。

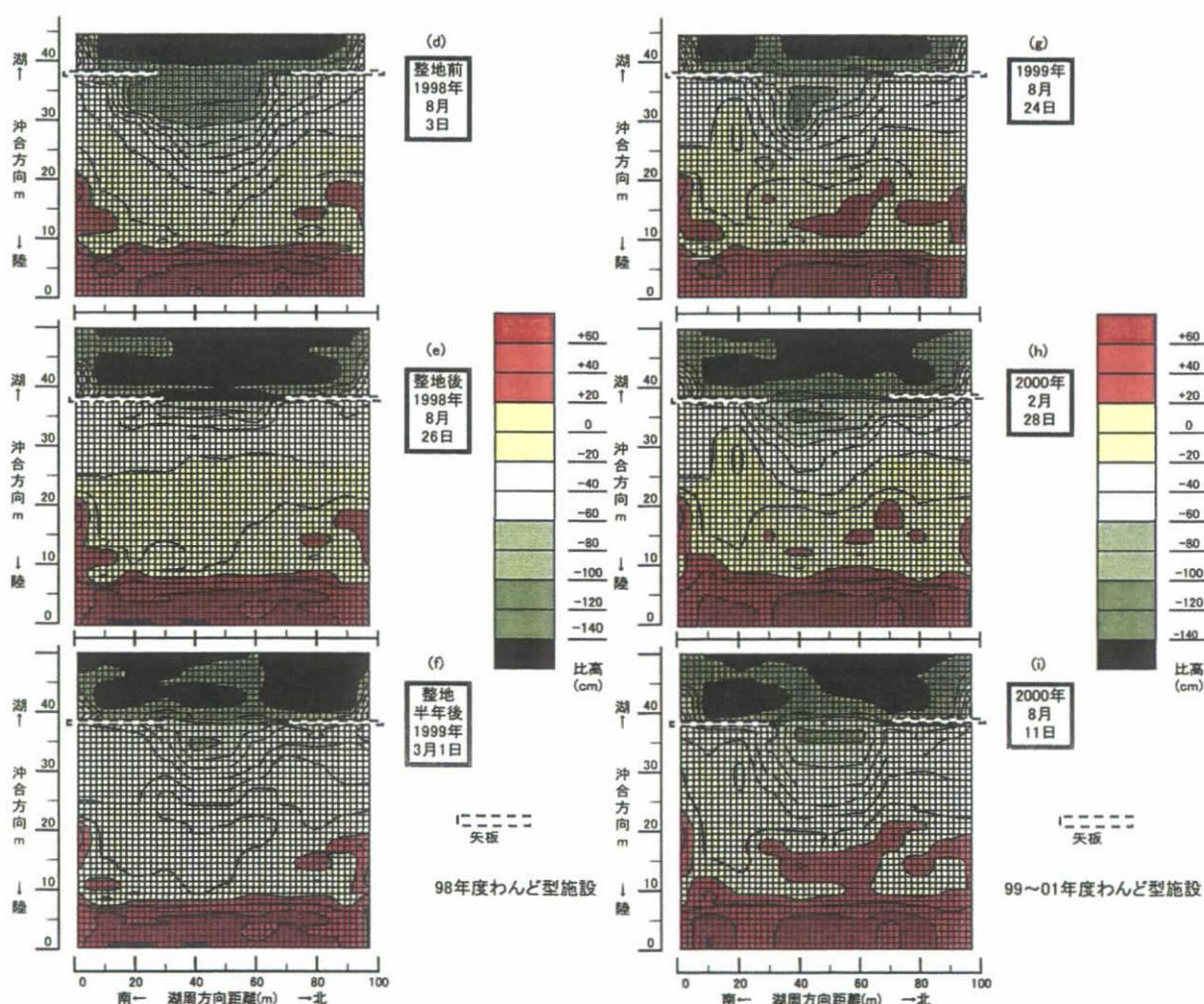


図5-5 地盤高の等高線図（琵琶湖標準水位に対する比高：わんど型施設）

### 5.2.2. なぎさ型実験施設

なぎさ型実験施設については1997年に沖合方向27.5mの地点に、高さB. S. L. ±0cm（なぎさ南部）、B. S. L. -30cm（なぎさ中部）、B. S. L. -60cm（なぎさ北部）の消波ブロックがそれぞれ設置されたが、前年度までの調査結果では消波ブロックによる流砂防止効果がわんど型実験施設より大きいことが推測された。今年度についても前年度に引き続き調査を行い、前年度から地盤高にどのような変化があるかについて検討した。

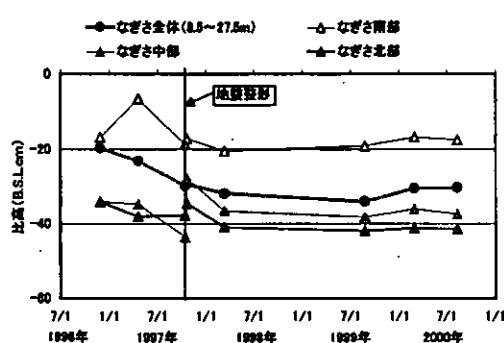


図5-6 平均地盤高の経時変化

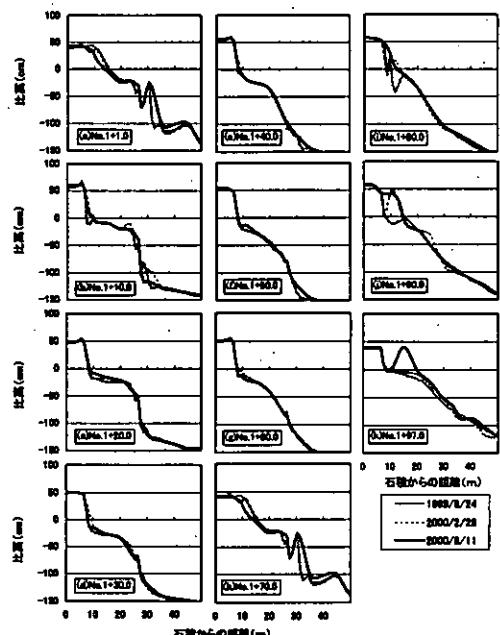


図5-7 各測線における地盤高変化

期間全体ではあまり変化が見られないが、B. S. L. -30cmに設置された消波ブロックの内側で起こっていた地盤高の低下も期間後半では収まり、安定してきた様子が見て取れる。この消波ブロック内側の侵食についてもわんど開口部の侵食と同様に、水位が高くなる冬期においての波浪の影響ではないかと考えられる。

以上なぎさ型実験施設の今年度までの調査結果についてみると、全体的に地盤は安定していると考えられる。

なぎさ型実験施設の地盤高に関する長期的な経時変化を図5-6に示す。これよりなぎさ型実験施設の平均地盤高は、1996年11月28日時点でB. S. L. -19.7cmであった。そして、1997年10月の地盤整形により平均地盤高がB. S. L. -29.5cmとなり、その後はほぼ平衡状態となり、2000年8月時点での平均地盤高はB. S. L. -30.5cmとなっている。施設全体では、ほぼ安定地盤になっていると考えられる。なぎさ南部、中部、北部それぞれの地盤高の経時変化についてみてみると、2001年8月時点での平均地盤高がそれぞれB. S. L. -17.5cm、B. S. L. -37.4cm、B. S. L. -41.5cmと区域による比高の差はみられるが、1997年の地盤整形後から今年度にかけてはどの区域においても同様の変化をしており、地盤高は平衡状態にあると考えられる。

また各測線ごとの地盤高変化についてみてみると、昨年度までの調査結果ではNo. 1+20.0、No. 1+30.0、No. 1+40.0において地盤整形後も地盤浸食が起こっているわかったが、図3-7に示すように昨年度から今年度にかけては、地盤変動が小さくなり、ほぼ安定地盤に近づいていることがわかった。

また図5-8に示すように97年度、整形前、整形後から2000年8月までについて地盤形状の等高線図の変化をみてみると、

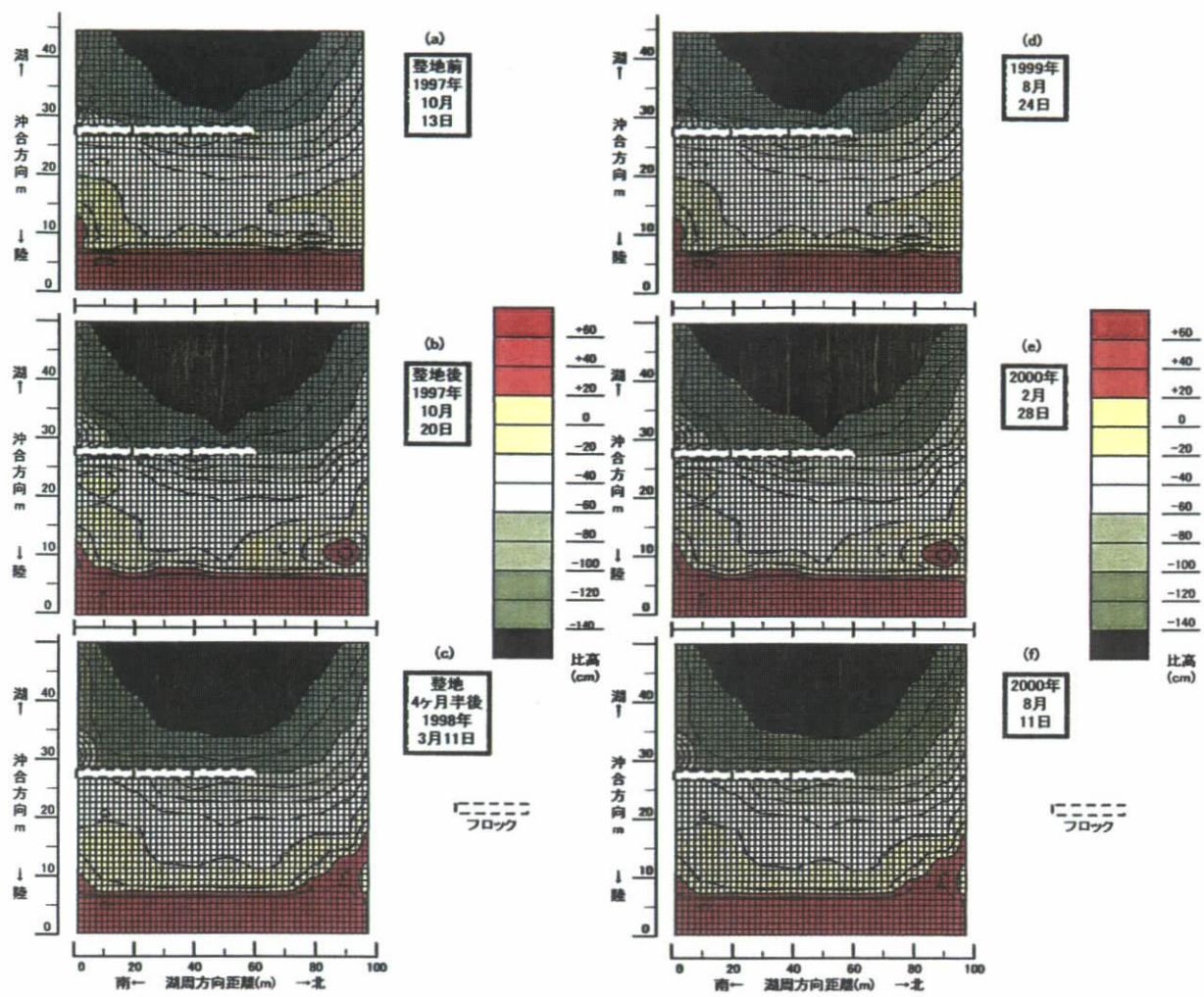


図5-8 地盤高の等高線図（琵琶湖標準水位に対する比高：なぎさ型施設）

### 5.3. 土質調査

本実験では地盤高調査と並行して、わんど型・なぎさ型両実験施設を対象に土壤の粒度分布を調査した。前年度までの調査結果では、流砂防止堰がない状態では波浪によって、粒径の小さな土壤が保持出来ないが、流砂防止堰設置する事によりヨシの生育に必要な細かい粒子の砂をある程度保持出来る事がわかった。

この粒径の頻度分布を図5-9に示す。(a)わんど型実験施設の図より、8月は1mm未満の箇所のピークであるが、2月では、この微細側のピークに加え、粗礫である径19~26.5mmにもピークを生じている。

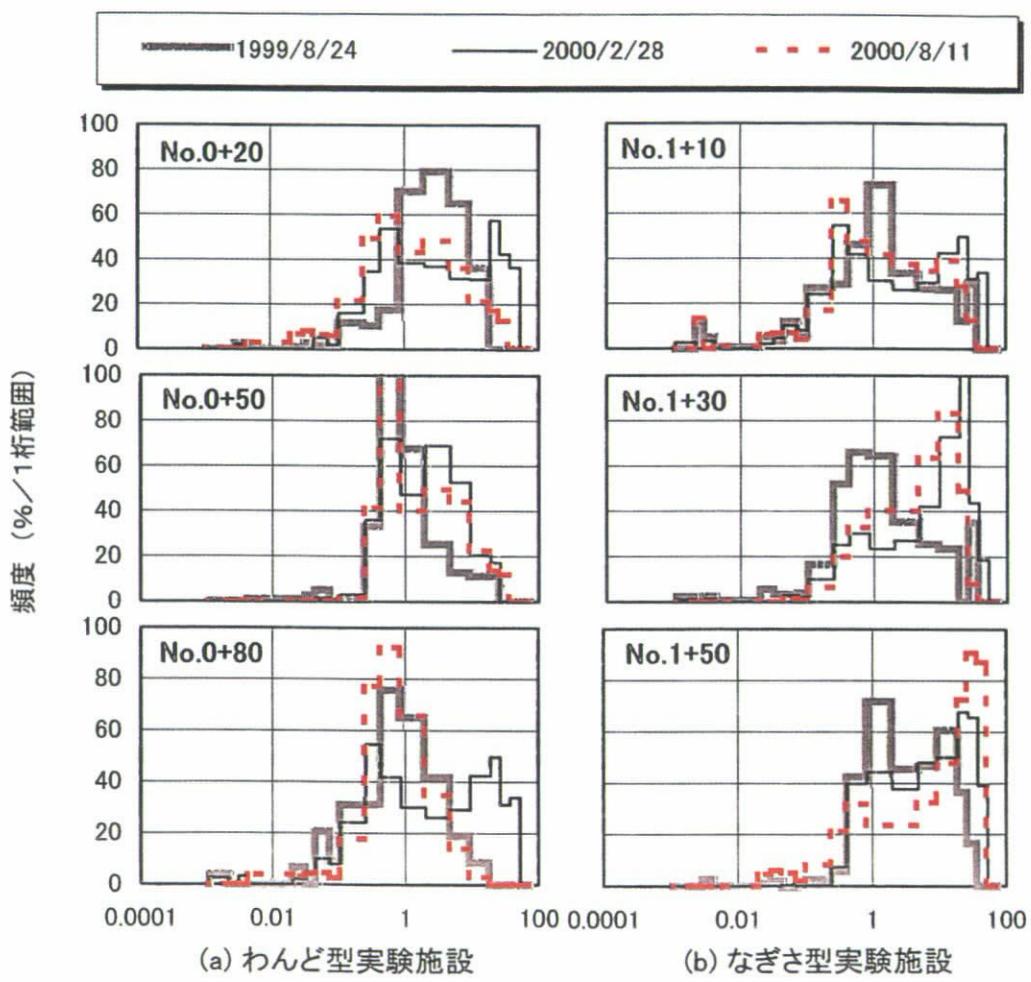


図5-9 土壤粒径の頻度分布

(a)なぎさ型実験施設の図を見ると、ヨシが植栽されたNo. 1+10では、2000年8月11日の粒度のピークが径0.25~0.425mmの細砂であるが、No. 1+30では、径9.5~19.0mmの中礫がピークとなり、No. 1+50では、径26.5~37.5mmの粗礫がピークとなった。このことから、なぎさ開口部に近づくほど、土壤の粒径は荒くなっていることが読み取れる。

以上の結果から、わんど内では流砂防止堰により波による細かい粒子の砂の洗い流しは見られなかった。またなぎさ型施設については開口部に近くなるほど細かい粒子の砂が洗い流されているのが分かるが、開口部から遠いなぎさ南部については細かい粒子のピークが見られる事から、ここでの消波ブロックについても、細かい粒子の砂をある程度保持出来る事がわかった。

## 5.4. ヨシ植栽工法検討

### 5.4.1. わんど北部ヨシ植栽地

#### (1) 植栽工法による影響

今年度（植栽後3年目）のヨシ茎個体数密度の調査結果（図5-10）についてみてみると、8月時点でのヨシ茎個体数密度は、植栽後1年目がマット植栽法、ポット苗移植法、土のう工法、大株移植法の順に、86.6、67.8、65.3、20.6本/ $m^2$ であり、植栽後2年目では89.8、62.1、55.2、35.5本/ $m^2$ であるのに対し、今年度では43.8、38.8、34.3、27.2本/ $m^2$ となり、植栽後1,2年目に比べて、8月下旬における平均個体数密度が38.3本/ $m^2$ に減少しているのが分かった。一方Bゾーンマット植栽法、ポット苗移植法、大株移植法については冲合方向約3mへのヨシの進出（平均ヨシ茎個体数密度は、26.2本/ $m^2$ ）がみられた。また植栽後1年目、2年目ではほとんど生育していなかった地下茎、ビットマン工法に個体数密度の増加がみられたが、これについては隣の工法の植栽区域からの進出の可能性が考えられる。

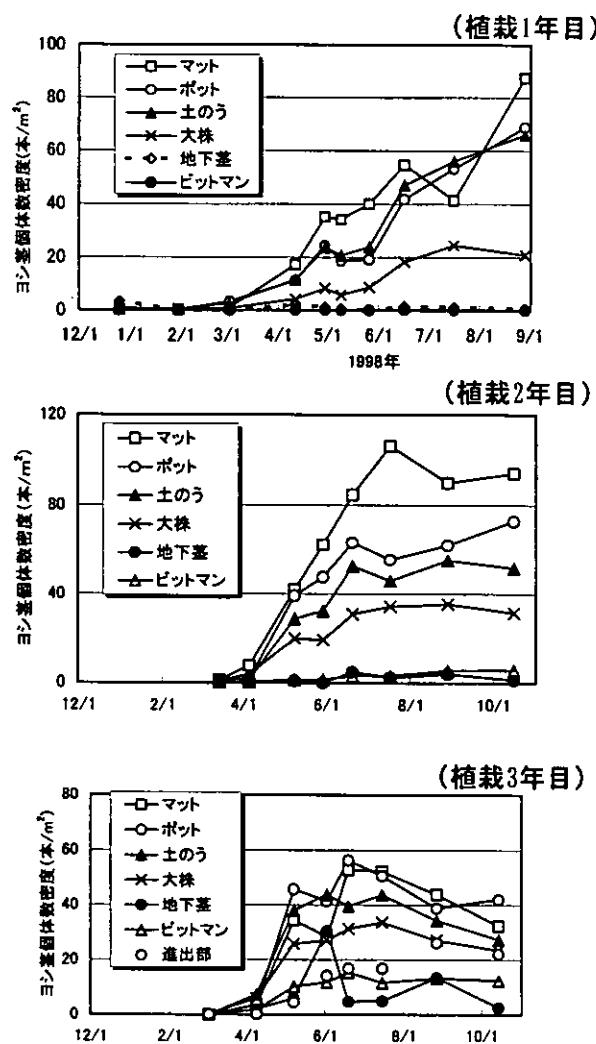


図5-10 植栽工法別ヨシ茎個体数密度の経時変化

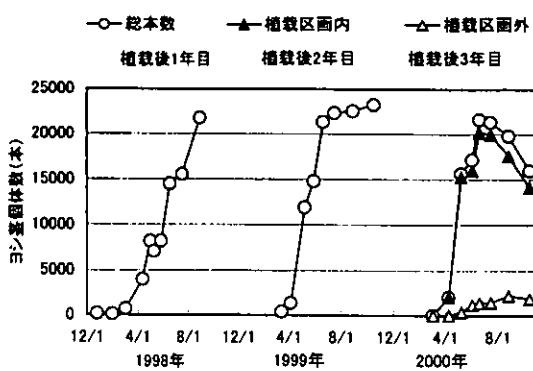


図5-11 ヨシ茎個体数の経時変化

上述のように、今年度のヨシ植栽区画内における平均ヨシ茎個体数密度は、植栽後1,2年目に比べて、約10本/ $m^2$ 少なくなった。図5-11に、植栽後1年目～3年目までの、全ヨシ茎個体数の経時変化を示す。これより8月下旬時点でのヨシ茎の総数が植栽後1年目は7月から8月にかけての増加が大きく、植栽後2年目は10月まで増加が続いたのに対し、今年度では6月をピークに減少している。これについては、今年度の夏は琵琶湖水位が例年よりも

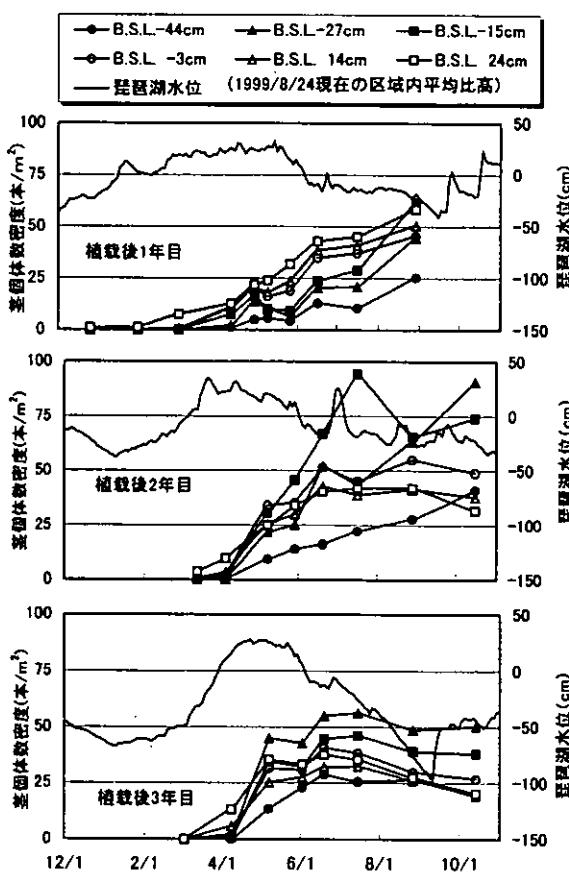


図5-12 植栽位置別茎個体数密度の経時変化

低下したため、陸域のヨシの枯死が例年より早い時期から起こったからであると考えられる。

## (2) 植栽位置の影響

琵琶湖水位とヨシ茎個体数密度との関係を図5-12に示す。冠水の有無はヨシの成長に大きく影響するといわれるが、昨年度までの調査ではある程度の冠水はヨシ生育に好影響を与える事がわかった。

今年度の調査では、7月下旬から9月初旬までの間、琵琶湖水位が例年より低い状態が続いた。陸側の平均比高-3cm、14cm、24cm区域の個体数密度は、6月19日をピークに減少しているが、沖側の平均比高-27cm、-15cm区域では7月15日まで茎個体数密度が増加し、その後の減少幅も陸域よりは小さくなっている。1年を通じて平均比高-27cm、-15cm区域のヨシの生育状態が比較的良好であり、前年度までの結果と同様に、ある程度の冠水はヨシ生育に好影響を与えると考えられる。

### 5.4.2. わんど南部ヨシ植栽地

#### (1) 植栽工法による影響

前年度（植栽後1年目）から今年度（植栽2年目）にかけての植栽工法別のヨシ茎個体数密度の経時変化を図5-13に示す。今年度では前年度に比べて、8月下旬における平均個体数密度が50.7本/m<sup>2</sup>から42.3本/m<sup>2</sup>に減少した。これについてはわんど北部と同様に、琵琶湖水位が例年より低下したため、陸域のヨシの枯死が例年より早い時期から起こったからであると考えられる。わんど北部でほとんど生長のみられなかった地下茎工法もしっかりと根付き、比較的高い茎個体数密度となった。しかし、ビットマン工法については、わんど北部同様にほとんど生長はみられなかった。

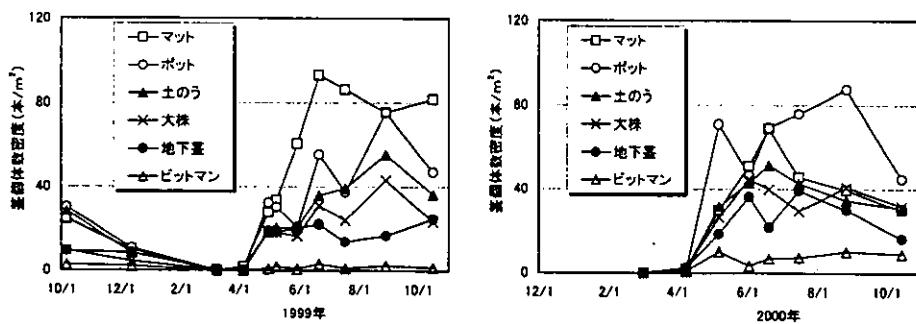


図5-13 植栽工法別ヨシ茎個体数密度の経時変化（植栽後1年目、2年目）

## (2) 植栽位置の影響

琵琶湖水位とヨシ茎個体数密度との関係を図5-14に示す。昨年度はわんど開口部から離れるほど茎個体数が多くなる傾向にあったが、今年度では最沖部の平均比高-29cm区域においてもヨシが良好に生育した。平均比高-7cm区域の平均ヨシ茎個体数密度があまり大きくならなかったのは、わんど開口部付近のマット植栽法において、ヨシ茎の発芽が認められなかったことに起因すると考えられる。石積側の3区域は6月19日まで急激に茎個体数密度を上昇させているが、その後、10月14日にかけて、半分以下の基密度にまで減少している。一方、沖域の平均比高-29cm、-2cm区域では8月26日まで茎個体数密度が上昇し、その後の減少幅も比較的小さい。これらより、琵琶湖水位の例年以上の低下により、陸域のヨシ茎の枯死時期が例年より早くなつたことが推測できる。このことから、ある程度の冠水はヨシ生育に好影響を及ぼすことが推測された。

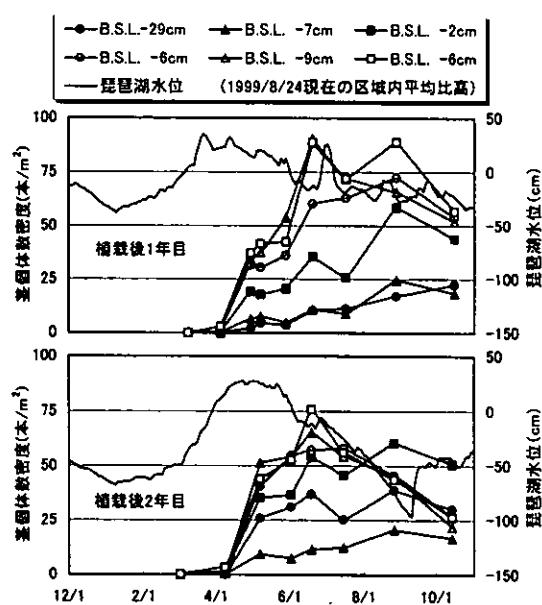


図5-14 植栽位置別基個体数密度の経時変化

### 5.4.3. なぎさ南部ヨシ植栽地

#### (1) 植栽工法による影響

植栽工法別のヨシ茎個体数密度の経時変化を図5-15に示す。ヨシの植栽工法別の集計では、地下茎工法は全体を通じて生育しなかった。1年目の生育がほぼ完了したと思われる8月26日時点でのヨシ茎個体数密度は、ポット苗移植法、土のう工法、マット植栽法、大株移植法の順に、102.2、82.3、49.5、49.3本/m<sup>2</sup>となり、マット植栽法がわんど北部、南部1年目に比べて低密度となつた。また、ピットマン工法の基個体数密度が21.4本/m<sup>2</sup>であった。

#### (2) 植栽位置の影響

琵琶湖水位とヨシ茎個体数密度との関係を図5-16に示す。平均比高-20cmおよび-7cm区域は4月初旬から6月下旬にかけて急激に基個体数密度を伸ばした。そしてその後が10月中旬まで同程度の基個体数密度を維持した。一方最沖部である平均比高-29cm区域では、5月初旬から6月下旬までの基個体数密度の伸びが、陸域のヨシに比べて小さくなつた。

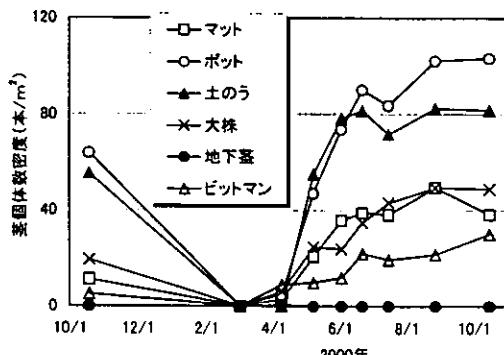


図5-15 植栽工法別ヨシ茎個体数密度の経時変化

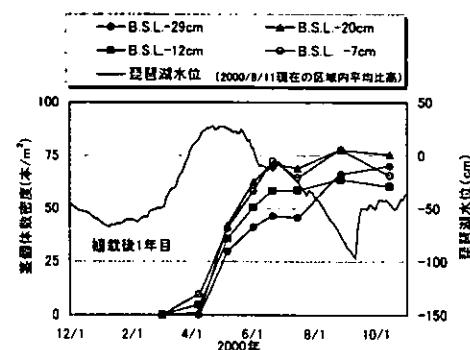


図5-16 植栽位置別基個体数密度の経時変化

しかし、琵琶湖水位がさらに低下した7月中旬から8月下旬にかけて、茎個体数密度が約20本/ $m^2$ 増加した。8月27日時点での平均茎個体数密度は、平均比高-7cm, -20cm, -29cm, -12cm区域の順に、それぞれ、77.6, 77.6, 66.2, 63.6本/ $m^2$ となった。この結果から、なぎさ南部植栽地は沖陸方向にあまり生育の差がみられなかった。

### 5.5. 琵琶湖周辺におけるヨシ刈りの影響

ヨシは冬期にヨシ刈り・ヨシ焼きを行うことによって、その灰から栄養塩が供給される。そして、その結果、春先の発芽が促進され良いヨシ群落が形成されるといわれている。しかし、ヨシ刈り後、ヨシの刈り取り口上部が冠水することで、翌年のヨシの生育に悪影響を与えるともいわれている。ここでは1998年12月にわんど北部で実施したヨシ刈りが、今年度までのヨシ生育に及ぼす影響についての検討を行った。

植栽工法別の平均ヨシ茎個体数密度と無発芽率を表5-1に示す。

表5-1 ヨシ刈り有無別の平均ヨシ茎個体数密度（植栽工法別）

植栽工法	植栽後1年目 1998/8/29調査		植栽後2年目 1999/8/28調査		植栽後3年目 2000/8/26調査	
	ヨシ刈り	放置	ヨシ刈り	放置	ヨシ刈り	放置
全 体	58 (11)	63 (11)	59 (13)	64 (9)	37 (11)	53 (10)
マット	70 (4)	105 (0)	86 (4)	96 (0)	47 (0)	97 (0)
土のう	66 (15)	66 (14)	48 (19)	63 (12)	33 (19)	54 (14)
ポット	70 (10)	65 (11)	64 (10)	61 (9)	37 (8)	38 (9)
大 株	23 (10)	19 (8)	34 (2)	38 (6)	28 (0)	27 (2)

(単位：本/ $m^2$ )

( ) は、平均無発芽率 (%)

植栽後1年目は、ヨシ刈りの影響を受けない場合の結果である。前年度（植栽後2年目）から今年度（植栽3年目）にかけて刈り取りの有無による平均茎密度の差が5本· $m^{-2}$ から16本· $m^{-2}$ へと広がった。特にマット植栽法における差が顕著なのに対し、ポット苗移植法、大株移植法ではあまり差異が見られなかった。また、全体的にヨシ刈り実施株が放置株よりもやや高い無発芽率を示した。よって、植栽直後の冬期のヨシ刈りは翌年の成長に小さいながらも影響を及ぼしていると考えられる。

## 6. まとめ

本年度の調査では、1996年11月28日～2000年8月11日までの地盤安定調査結果を経時的に整理し、わんど北部植栽地、わんど南部植栽地、なぎさ南部植栽地、なぎさ中部植栽地のそれぞれの地盤高の関係を把握した。また、各植栽地ごとの成育観察調査結果から、植栽工法、植栽配置とヨシの生育との関係について検討を行った。これにより、ヨシ植栽にとって重要であると考えられる地盤形状のあり方や実験施設での地盤の変化、植栽工法別または植栽区域別のヨシの生育特性、および冬季のヨシ刈りが翌年の生育に及ぼす影響について以下の知見を得た。

まず各実験施設の4年間の地盤高変化、およびわんど型実験施設の流砂防止堰設置となぎさ型実験施設の消波ブロック設置による地盤保持に関してであるが、わんど型実験施設およびなぎさ型実験施設とも地盤整形後は全体的に地盤は安定してきており、この実験で行った流砂防止堰設置または消波施設の設置は、地盤の安定化に有効であると考えられる。また同時にこれらの施設は、ヨシの生育に必要な細かい粒子の砂をある程度保持するにも有効であると考えられる。

次にヨシの生育観察調査結果についてであるが、今年度の調査では茎個体数密度は6月をピークに減少している。これについては、今年度の夏は琵琶湖水位が例年より低下したため、陸域のヨシの枯死が例年より早い時期から起こったからであると考えられる。このことから、ある程度の冠水はヨシ生育に好影響を及ぼすことが推測された。したがってヨシの活着の成否には植栽工法の特性以外に植栽配置の影響が大きいと考えられる。

また、冬季のヨシ刈りが翌年の生育に及ぼす影響としては、全体的にヨシ刈り実施株が放置株よりもやや高い無発芽率を示し、植栽直後の冬期のヨシ刈りは翌年の成長に小さいながらも効果があると考えられる。

## 7. 謝辞

本資料を作成するにあたり、ご協力頂いた立命館大学環境総合研究センターに対し、心より感謝の意を表します。

---

### 実験担当者

水資源開発公団関西支社	建設部調査課	山田 邦晴
水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所	第三管理課課長	大村 明広
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	第三管理課係長	福士富之信
	実験センター所長	田井中善雄
	実験センター研究員	三井 光彦

## 12. マット工法ヨシ植栽実験

### 1. 概要

#### 1.1 調査概要

本報告は琵琶湖南湖東岸にある Biyo センター内なぎさ型実験施設において、3種類のポット植栽法で植栽されたヨシを対象に、各工法におけるヨシの活着状況を調べた。また、植栽されたヨシ以外に、生育する植物種及び植物群落、底生動物の実態を把握し、今後、琵琶湖湖岸でのヨシ群落の復元における必要な情報として、基礎資料を得ることとした。主要な調査を表 1-1 に示す。

表 1-1 各調査の概要

調査項目	生長量調査	植物相調査	コドラート調査	底生動物調査
調査時期	毎月	夏・秋の各季	夏季	毎月
調査面積	42 m <sup>2</sup>	約 100 m <sup>2</sup>	18 m <sup>2</sup>	18 m <sup>2</sup>
調査回数	5 回	2 回	1 回	5 回

#### 1.2 施設概要

本調査は、図 1-1 に示す琵琶湖南湖葉山川河口部に位置する Biyo センター内のなぎさ型実験施設の開口部において実施した。図に示すように、実験施設は面積 2,000m<sup>2</sup>であり、消波施設として積みブロックが施設南側 60m に設置され、北部 40m 区間において外部との水交換が可能となっている。積みブロックの高さは、南側より B.S.L.±0cm、B.S.L.-30cm、B.S.L.-60cm である。

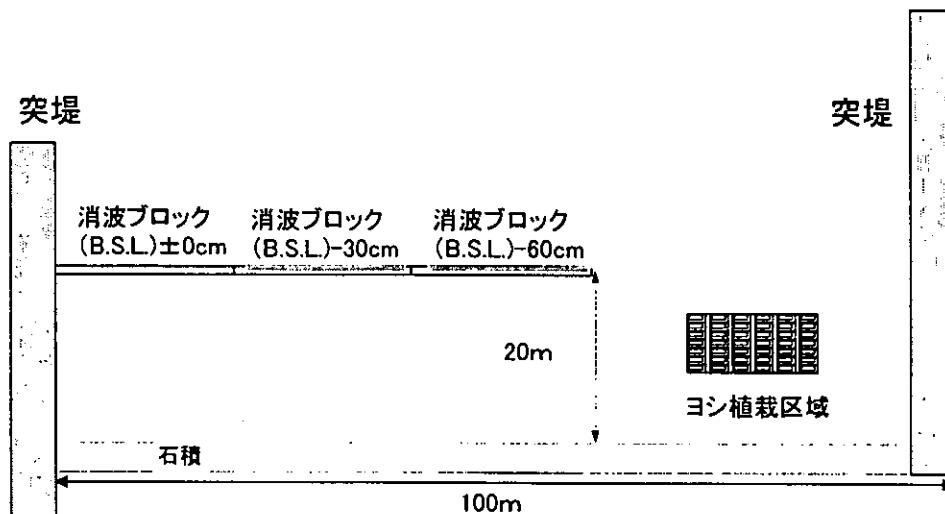


図 1-1 なぎさ型実験施設および植栽区域

### 1.3 ヨシ植栽地の概要

なぎさ型実験施設の北部の開口部（図 1-1）において、2000 年 7 月 6 日～7 日に 3 種類のマット植栽法で 42 枚のヨシが植栽された。また、2000 年 7 月 7 日に漂流物によるヨシ株への影響を防ぐため、植栽ヨシの沖面にネットを設置した。図 1-2 に植栽場所、株数の詳細を示す。植栽地では、3 種類のマット植栽法（ヤシマット、樹脂マット、ポーラスコンクリートマット：以下 PoC マットと略す）で、図 1-2 に示す配置で沖陸方向に並列にヨシが植栽された。

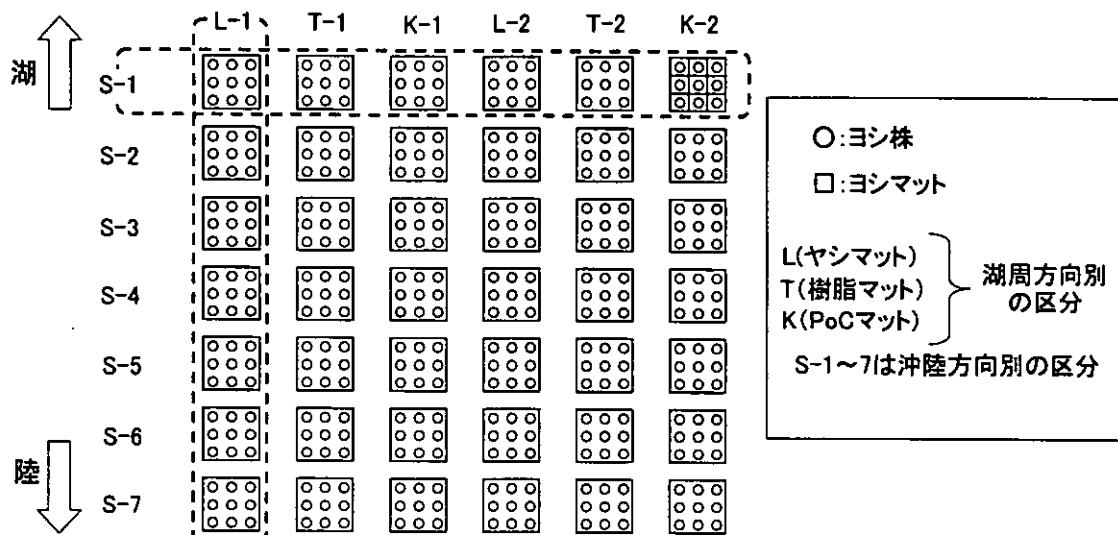


図 1-2 植栽配置図

### 1.4 使用マットの概要

各使用マットの概要是、表 1-2、写真 1-1、写真 1-2、写真 1-3 のとおりである。

表 1-2 使用マットの概要

マットの種類 (素材)	規 格	特 徵
ヤシマット (ヤシ繊維)	縦×横×厚： 0.8×1.25×0.08	100% ヤシ繊維を使用した布団型マットで、約 10 年で腐植分解し環境への影響は少ない。ドイツで開発されたマットであるが日本における実績も豊富である。
	重 量：27Kg/1枚当たり	
PoC マット (ポーラスコンクリート)	縦×横×厚：1.0×1.0×0.25	従来からのポーラスコンクリートの持つ透水性、緑化・植栽機能や中小、微生物の生息空間としての機能を球形に形成かつ、3 次元のユニットとして、組み合わせることで拡大、効率化を図る。
	重 量：265Kg/1枚当たり	
樹脂マット (ポリエステル)	縦×横×厚：0.9×0.9×0.06	リサイクル可能な連続有機繊維で構成されたマット。有機繊維で構成されているため腐食分解されにくくかつ環境に悪影響を及ぼさない
	重 量：3kg/1枚当たり	



写真 1-1 ヤシマット（ヤシ繊維）



写真 1-2 PoC マット（ポーラスコンクリート）



写真 1-3 樹脂マット（ポリエステル）

## 2. 調査方法

### 2.1 生長量調査

生長量調査は、各コドラーート内のマット植栽法において植栽されたヨシ植栽マット1枚 ( $1m^2$ ) を9等分に区分し、生長量調査では区画内に生育するヨシ茎個体数、区画内最長草高および株近傍の水深を測定した。ヨシ茎個体数は、植栽以降に新たに発芽したと見られる緑色の新芽のみを測定し、旧年のヨシ茎に関しては対象外とした。最長草高、水深は測量用標尺を用いてセンチメートル単位まで測定し、その結果を植栽株ごとに調査野帳に記入した。調査は①ヨシの成長の妨げになる漂流ゴミの除去②株ごとのヨシ茎個体数、株内最長草高、株近傍の水深を野帳に記入の手順で行った。

### 2.2 植物相調査

現地の自然環境の把握の一環として、植物相調査を実施した。調査範囲(図2-1)は実験枠全体(約 $100 m^2$ )とし、生育する種(原則として自生する維管束植物)の記録を行った。維管束植物とは、維管束をもつ植物の総称であり、シダ植物と種子植物がこれにあたる。

調査は、夏季、秋季の2回を実施し、野帳の記録をもとに植物リストを作成した。

### 2.3 コドラーート調査

各マット植栽法において植栽されたヨシ植栽マット1列(7枚)について、陸側、中央部、沖側の3ヶ所に植生調査地点を設け、合計18ヶ所の調査地点を設定した。調査ヶ所は、マット1枚分とし、陸から1枚目(陸側)、3枚目(中央部)、7枚目(沖側)とし、コドラーート調査(群落構造調査)を実施した。群落構造調査は、植物社会学的手法(Braun-Blanquet法: 1964年)にしたがって、設定方形区内に出現するすべての植物を各階層ごとに抽出するとともに、各種ごとに被度(優占度)及び群度を記録した。また、同時に、各群落の立地環境を把握するために、地形、土壤、風当たり、土温、方位、傾斜、調査面積等を記録した。コドラーート設置地点については図2-2に示す通りである。

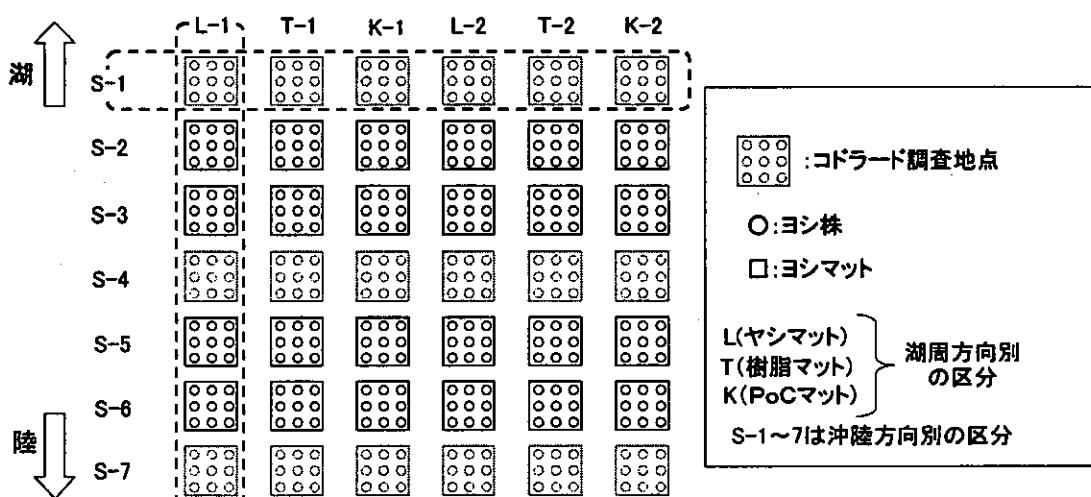


図2-1 コドラーート調査地点図

## 2.4 底生動物調査

7月、9月、10月、11月の4回にわたって、底生動物調査を行った。（8月は渇水のため中止）

調査地では、湖側から陸側に7列、湖に平行に6列のマットのうち、湖に平行な6列の各列につき、湖側、中間部、陸側の3箇所から採集する予定であったが、水位低下によるマットの乾燥のため、7月、9月は湖側のみ、10月は湖側とやや中間よりしか採集することができず、11月のみ3箇所から採集した。（乾燥していたマットは除外）

各区画について、20cm×20cmの方形区一区画内の底生動物を定量採集した。この際、ヨシ一株を含むようにし、ヨシの根元に付着する底生動物も含まれるようにした。

調査地の詳細は、図2-2に示す。

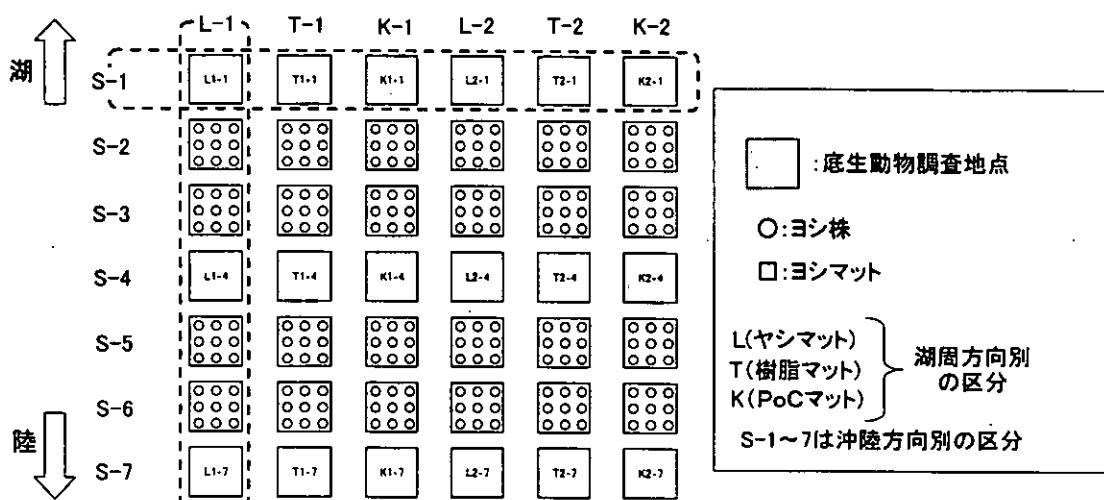


図2-2 底生動物調査地位置図

### 3. 調査結果および考察

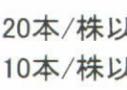
#### 3.1 植栽種生長量調査結果

##### 3.1.1 調査結果の概要

本実験は、3種類のマット植栽法によるヨシの植栽を行い、その後の生育状況を追跡することで、各マット植栽法の生育条件を検討することを目的としている。そこで、ヨシの植栽配置を沖陸方向に並列に行うことにより、植栽法、湖周方向、沖陸方向、水深のそれぞれの影響を比較した。

2000年9月28日調査時の植栽地全体のヨシ生育状況を図3-1に示す。図より、沖合2列目(S-2)において、ヨシ茎個体数(本/株)が高い値を示したことが読み取れる。また、全体的に南側および沖域においての生育が良好となる傾向が見て取れる。このように、植栽法、湖周方向、沖陸方向、水深などのさまざまな環境条件のもとで、ヨシはどのような影響を受けて生育したのであろうか。以下にそれぞれの要因ごとにデータを集計し、その影響を検討する。

	L-1	T-1	K-1	L-2	T-2	K-2
S-1	13 16 14 12 12 10 11 10 10	17 11 29 15 13 8 10 18 14	10 15 19 12 12 11 12 6 7	12 14 6 7 9 8 6 11 4	12 4 1 18 9 3 6 8 5	6 29 19 12 14 13 13 8 12
	16 15 17 17 19 16 11 10 16	16 10 3 15 23 4 31 22 6	31 17 8 21 5 25 32 23 11	11 17 19 9 8 5 8 7 14	4 3 4 6 12 6 13 8 11	11 8 7 23 11 20 13 9 18
	16 6 7 10 9 16 7 8 17	8 3 10 6 17 8 7 12 11	8 9 13 26 10 10 15 10 11	4 5 7 7 8 3 3 5 5	2 7 0 8 14 11 6 9 8	6 18 10 13 14 11 6 6 8
S-4	6 7 5 27 12 12 15 12 5	9 15 8 13 6 11 8 3 11	15 7 20 21 5 8 10 12 8	3 2 8 6 7 14 5 8 7	5 7 3 4 6 5 3 10 1	3 8 7 7 7 12 9 5 9
	7 8 8 15 8 6 3 2 3	11 5 21 11 11 8 3 4 15	5 5 11 7 19 8 13 8 11	4 6 3 6 9 2 4 5 12	1 2 0 7 6 3 9 4 5	17 7 13 6 11 5 16 7 3
	8 4 2 28 5 4 12 6 7	2 10 7 7 13 11 10 7 10	12 7 7 16 8 8 10 3 14	4 7 5 8 6 3 4 3 1	4 12 5 3 3 1 14 7 2	7 4 14 3 5 6 4 5 8
S-7	4 3 4 7 3 5 4 7 2	7 15 9 16 16 8 9 12 8	0 7 4 4 5 4 12 7 9	9 7 2 5 4 5 2 7 4	11 7 5 8 8 8 9 9 15	3 7 6 6 9 10 8 5 4

20本/株以上  
10本/株以上




1本/株以上  
0本/株

図3-1 ヨシの生育状況

### 3.1.2 植栽法別の生育結果

3種類のマット植栽法別の平均ヨシ茎個体数(本/枚)を図3-2に示す。7月中旬から11月下旬にかけての植栽法別平均ヨシ茎個体数(本/枚)はPoCマット(79.7本/枚)>樹脂マット(71.4本/枚)>ヤシマット(65.7本/枚)となった。植栽法ごとの季節変化の違いは見られなかった。ヨシ茎個体数の標準偏差は、PoCマット(26.7本/枚)>ヤシマット(25.6本/枚)>樹脂マット(22.8本/枚)となり、株ごとのヨシ茎個体数のばらつきは樹脂マットが最も小さかった。

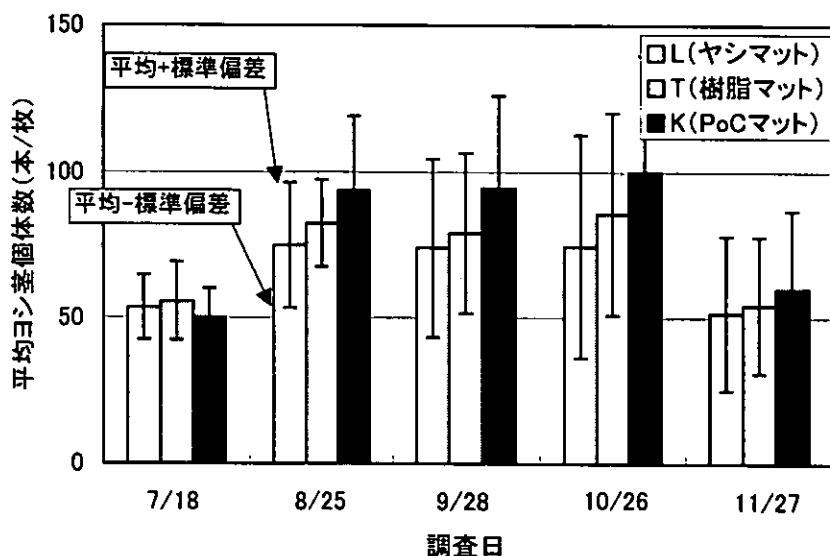


図3-2 各マット植栽法別の平均茎個体数

植栽法別の株内ヨシ最長草高の平均値(cm)を図3-3に示す。7月中旬から11月下旬にかけての植栽法別平均ヨシ株内最長草高(cm)はPoCマット(101.7cm)>樹脂マット(101.2cm)>ヤシマット(92.9cm)となった。株内ヨシ最長草高の標準偏差は、ヤシマット(15.8cm)>PoCマット(14.4cm)>樹脂マット(13.8cm)となり、株ごとのヨシ最長草高のばらつきについても樹脂マットが最も小さかった。

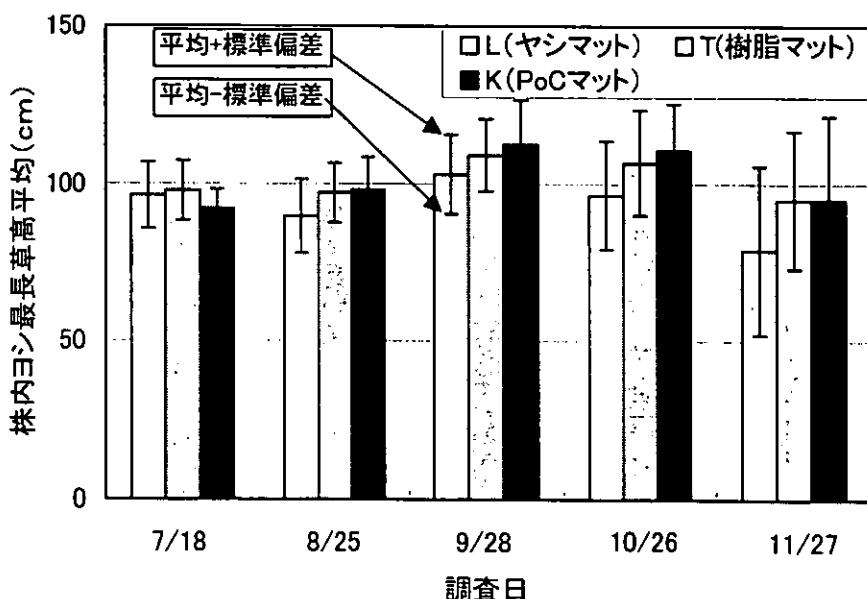


図3-3 植栽法別の株内ヨシ最長草高の平均値

本実験においては、湖岸線方向からの影響をできるかぎり均等に各植栽法に配分するため、各植栽法をそれぞれ 2 列に分けて植栽が行われている。各植栽配置は図 1-2 に示すとおりであり、南側より、L-1、T-1、K-1、L-2、T-2、K-2 とそれぞれの列に略称を付けた。植栽配置別の平均ヨシ茎個体数（本／枚）を図 3-4 に示す。図より、9 月下旬以降、開口部南側に配置されたヨシに比べて、開口部北側に配置されたヨシの茎個体数が総じて少ないことが読み取れる。7 月中旬から 11 月下旬にかけてのヨシ茎個体数の平均値は、なぎさ開口部南側が 82.2（本／枚）であるのに対して、北側は 62.3（本／枚）となった。この要因としては、なぎさ型実験施設の施設形状と波浪との関係などが考えられる。標準偏差についても、開口部南側が総じて大きくなつた。これは、茎個体数の大きさにはほぼ比例した結果と言える。

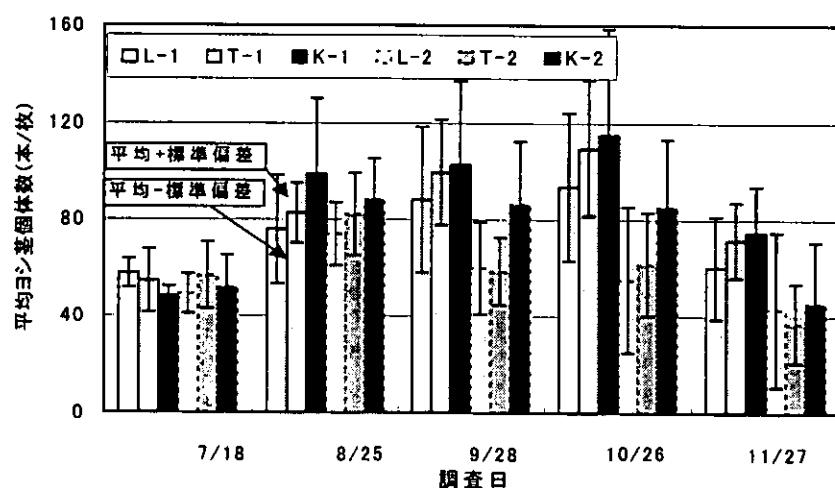


図 3-4 植栽配置別の平均ヨシ茎個体数（本／枚）

植栽配置別の株内ヨシ最長草高の平均値（cm）を図 3-5 に示す。7 月中旬から 11 月下旬にかけての株内ヨシ最長草高の平均値は、なぎさ開口部南側が 106.2（cm）であるのに対して、北側は 91.0（cm）となった。標準偏差は 10~13（cm）となり、なぎさ開口部南側と北側の差はほとんど見られなかった。最長草高に関しては、植栽配置の影響が小さかったと言える。

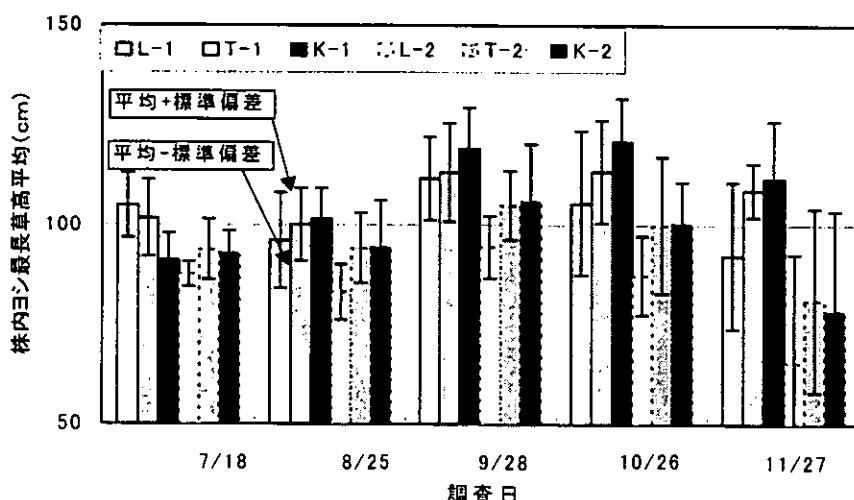


図 3-5 植栽配置別の平均ヨシ茎個体数（本／枚）

### 3.2 植物相調査結果

植物相調査は、調査区全体の植物出現状況を把握するための基礎資料を得ることを目的とした。夏季、秋季の2季において調査をおこなった結果、夏期調査では、11科27種、秋季調査では、10科24種、総計13科37種を確認した。主に、イネ科、力ヤツリグサ科の植物が多く、水湿地性草本や乾性立地に見られる草本が混生していた。全体に確認種数が少なく、理由としては植栽後間もないこと、夏期調査時は渇水であったこと、秋季調査時は調査区が水没したことなどがあげられる。今回の植物相調査結果の特徴としては、植栽後あまり時間が経過していないことから、一年生の水湿地性草本植物が多く見られ、琵琶湖湖岸における水湿地特有の典型的な遷移初期の状態であると考えられる。環境省、滋賀県が定める重要な種は、今回は特に確認できなかった。また、各マットにおける出現種の違いはほとんど認められなかつたが、陸では乾性草本が、沖では湿性草本が出現するような傾向が若干見られた程度である。

調査の結果は、表3-1、表3-2に示す。

表3-1 植物確認種リスト内訳表

区分	夏季		秋季		計	
	科数	種数	科数	種数	科数	種数
シダ植物	0	0	0	0	0	0
種子植物	11	27	10	24	13	37
裸子植物	0	0	0	0	0	0
被子植物	11	27	10	24	13	37
双子葉植物	8	12	7	13	9	16
離弁花類	6	8	5	9	7	12
合弁花類	2	4	2	4	2	4
單子葉植物	3	25	3	11	4	21
合 計	11	27	10	24	13	37

表 3-2 植物相調査結果

分類	科名	種名	学名	夏季	秋季
双子葉類	タデ科	ヤナギタデ	<i>Persicaria hydropiper</i>		○
		シロバナサクラタデ	<i>Persicaria japonica</i>	○	
		オオイヌタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	○	○
	スペリヒュ科	スペリヒュ	<i>Portulaca oleracea</i>	○	
	ヒエ科	アオゲイトウ (帰化)	<i>Amaranthus retroflexus</i>	○	
	アブラナ科	タネツバナ	<i>Cardamine flexuosa</i>		○
		イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i>		○
		スカシゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>	○	○
	マメ科	クサズム	<i>Aeschynomene indica</i>	○	○
	アカバナ科	アメリカミズキンバイ (帰化)	<i>Ludwigia decurrens</i>	○	○
		チヨウジタデ	<i>Ludwigia epilobioides</i>	○	○
單子葉類	セリ科	セリ	<i>Oenanthe javanica</i>		○
	ゴマノハグサ科	アメリカアゼナ	<i>Lindernia dubia</i>	○	○
		アメリカセンダングサ (帰化)	<i>Bidens frondosa</i>	○	○
	タカサゴロウ		<i>Eclipta prostrata</i>	○	○
		オオオナミ (帰化)	<i>Xanthium occidentale</i>	○	○
	ツユクサ科	ツユクサ	<i>Commelinia communis</i>	○	
		イボクサ	<i>Murdannia keisak</i>	○	
	禾本科	キヨウキシバ	<i>Cynodon dactylon</i>	○	
		ヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	○	
		イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>	○	○
		ヒメイヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli var. praticolor</i>	○	
		スカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>		○
		オオクサキビ (帰化)	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	○	○
		キシュウスズメノヒエ (帰化)	<i>Paspalum distichum</i>	○	
		チクゴスズメノヒエ (帰化)	<i>Paspalum distichum var. indutum</i>	○	
		ヨシ	<i>Phragmites australis</i>	○	○
		キシエコロ	<i>Setaria pumila</i>		○
	ウキクサ科	ヒメモロコシ (帰化)	<i>Sorghum halepense f. muticum</i>	○	
		アオウキクサ	<i>Lemna aoukikusa</i>		○
	カヤツリグサ科	ウキクサ	<i>Spirodela polyrhiza</i>		○
	カヤツリグサ科	アイククグ	<i>Cyperus brevifolius</i>		○
		コゴメガヤツリ	<i>Cyperus iria</i>	○	○
		カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	○	
		アオガヤツリ	<i>Cyperus nipponicus</i>	○	○
		カワラスガナ	<i>Cyperus sanguinolentus</i>	○	
		ウキヤガラ	<i>Scirpus yagara</i>		○
合計	13科	37種		27種	24種

### 3.3 コドラー調査結果

#### 3.3.1 植生概要

調査地は、琵琶湖南湖東岸にある BiYo センター内なぎさ型実験施設内で、琵琶湖湖岸である。ヨシ植栽直前に地盤整形により搅乱され、全体に砂礫質土壌で構成され、イヌビエ、チョウジタデ、アメリカアゼナ、アメリカミズキンバイ、タカサプロウ、コゴメガヤツリ、カヤツリグサ、スペリヒュ、メヒシバ等の一年生の湿性植物や畠雜草、帰化植物、水田耕作雜草群落に見られるアゼナ群団、タウコギクラス、ヨシクラスの種や、畠耕作地雜草群落に見られるシロザクラスの種が混在する。ヨシが植栽されているが、その生育立地は、ヨシにとって適當とは考えにくく、今回の調査によるフロラ（植物相）や植生調査結果がそれらを反映していると考えられる。また、調査地周辺には、砂礫質土壌では陸側からヤナギ林、ツルヨシ群落（特に山際の湖岸）、泥質土壌では、ヨシ群落、ウキヤガラ群落、マコモ群落、フトイ群落が見られる。また、実験場内には、植栽から 3 年経過したヨシ植栽地があり、そこではアカメヤナギの幼木が比較的多く確認されている。

#### 3.3.2 群落組成及び構造

調査地において、18 地点の植生調査資料を得た。その資料を基に群落組成表（表 3-3）を作成した結果、下位単位群落を含め、4 つの群落（表 3-4）が抽出された。ただし、ヨシは植栽種として扱った。

##### （1） ギヨウギシバーヒメモロコシ群落

砂礫質の乾燥した立地に見られ、主に調査地の陸側の一部にみられる。群落高は、1.2m。出現種数は、8 種。

##### （2） チョウジタデースカシタゴボウ群落

調査地の中央部から沖側のやや湿った条件に見られる。また、スペリヒュ下位単位群落、アオガヤツリ下位単位群落が認められた。群落高は、植栽のヨシが 1.0~1.2m である。出現種数は、7~10 種。

表 3-3 組成表

通し番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
フィールド番号	K-4	K-2	T-3	B-3	K-3	B-6	B-4	K-1	B-5	B-1	T-4	T-1	K-5	T-2	B-2	T-5	K-6	T-6
地形	C5																	
土壌	F20																	
土温	G1	G3	G3	G3	G3	G3	G2	G3	G2	G2	G2	G2	G2	G3	G3	G3	G3	G3
日当り	H1																	
風当り	I1																	
草木の高さ [m]	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.0	1.2	1.4	1.3
草木の植被率 [%]	65	70	50	60	70	60	60	75	65	60	65	60	70	60	55	55	55	50
面積 [m <sup>2</sup> ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
出現種数	8	7	9	7	10	10	10	8	10	5	9	5	6	6	5	4	4	4
番号 種名 階層																		
ギョウギシバーヒメモロコシ群落																		
1 ギョウギシバ	H	+·2																
2 ヒメモロコシ	H	+·2																
3 ヒメスビエ	H	+																
チヨウジタデスカシタゴボウ群落																		
4 チヨウジタデ	H		+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2
5 スカシタゴボウ	H		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6 イグサ	H		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
スペリヒュ下位単位群落																		
7 スペリヒュ	H																	
アオガヤツリ下位単位群落																		
8 アオガヤツリ	H																	
植栽種																		
9 3シ	H																	
その他の種																		
10 コメガヤツリ	H	2·2	1·2	1·2	·	·	+·2	2·2	1·1	1·2	2·3	2·2	2·2	1·2	2·2	2·2	+	+
11 オオイタテ	H	1·2	·	+	+	+	·	+	·	+	1·1	+	+	·	+	1·1	·	+
12 アメリカセンダンクサ	H	·	+·2	1·2	1·1	+	+	·	+	+	+	+	·	+	·	+	+	+
13 タカサブロウ	H	+·2	+·2	·	+·2	1·1	+	+·2	+	+·2	·	·	·	+·2	+	+·2	+	·
14 オオクサキビ	H	·	·	·	·	·	·	·	1·2	+·2	·	+	+·2	+	·	1·1	·	·
15 アメリカミズキンバナ	H	·	+	+·2	·	·	·	+·2	+·2	·	·	+	·	·	·	+	·	·
16 キシュウズメノヒエ	H	+	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	1·1	+	·	·	·	·
17 ハスバ	H	·	·	·	·	·	·	+·2	+·2	·	·	+·2	+·2	·	·	·	·	·
18 イヌビエ	H	·	·	·	·	1·1	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
19 チクゴスズメノヒエ	H	·	·	·	·	·	1·1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
20 アオゲイトウ	H	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	·
21 オオオモミ	H	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
22 ワユクサ	H	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
23 クサネム	H	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
24 シロバナサクラタデ	H	·	·	·	·	·	·	·	1·2	·	·	·	·	·	·	·	·	·
25 カヤリケンサ	H	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·
26 アメリカアゼナ	H	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·
27 カワラスガナ	H	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·
28 ウキヤガラ	H	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+

## 記号の説明

## 【地形】

C1:山頂, C2:尾根, C3:斜面, C4:谷, C5:平地

## 【土壌】

F1:岩屑上, F2:火山拠出物未熟土, F3:残積性未熟土, F4:石灰質未熟土, F5:砂丘未熟土, F6:ボドソル, F7:褐色森林土,

F8:赤褐色系褐色森林土, F9:黄褐色系褐色森林土, F10:赤黄色土, F11:暗赤色土, F12:黒ボク土, F13:擬似グライ土,

F14:褐色低地上, F15:灰色低地上, F16:グライ上, F17:泥炭土, F18:市街地, F19:沼澤, F20:沖積, F21:高湿草,

F22:非固岩肩, F23:固岩肩, F24:水面下

## 【土温】

G1:乾, G2:適, G3:湿, G4:過湿

## 【日当り】

H1:陽, H2:中陰, H3:陰

## 【風当り】

I1:強, I2:中, I3:弱

表 3-4 植物群落の概要

植物群落	調査結果	
	コドラート番号	概要
キヨウキシバ-ヒメモコシ群落	K4	群落高：1.2m 出現種数：8種類 土温：乾性土壤
チヨウジタテ-スカシタコボウ群落	K2、T3、B3、K3、B6、 B4、K1、B5	群落高：1.0~1.2m 出現種数：7~10種類 土温：湿性土壤

### 3.4 底生動物調査結果

7月調査では8目10科15種、9月調査では7目13科17種、10月調査では10目19科24種、11月調査では11目20科27種、総計16目28科38種が確認された（表3-5）。貴重種としてはビワコミズシタダミ、マメタニシ、モノアラガイ、オウミガイ、カドヒラマキガイが採集された（いずれも淡水産貝類のレッドリスト、準絶滅危惧種（NT））。

夏季の渇水と11月の強い波の影響から、底生動物にとって厳しい生息環境であり、種類数も少なかった。ヨシ植栽後の経過時間が短いこと也有り、かなり不安定な状況であると推測される。今後、長期に渡って調査を行い、底生動物相の変遷をみていくことは重要であると考えられる。

#### ■ 7月調査

各マットとも、主にヒメタニシ、ミミズ類、ヒル類、ユスリカ類が確認された。L1-1で出現が5種と少なく、他のマットでは8~9種であった。T2-1では特に、ミズミミズ類、エリユスリカ類が多数出現した。水位低下のため、ヒメタニシの死殻が多く採集された。

#### ■ 9月調査

L1-1で出現種類数が5種と少なく、他のマットでは9~12種であった。L2-1でチヨウバエ類が多数出現し、他でも確認された。水位が0cmと渇水状態で、マットがしみっている程度の状況であったためか、ユスリカ類の出現が7月よりも少なかった。

#### ■ 10月調査

夏季に比べ水深が深くなってきたことから、ミミズ類、ユスリカ類が多く出現するようになったが、出現種類については5~10種で多くはなかった。貝類が10種出現し、これも水位が上がったためと考えられる。

#### ■ 11月調査

水位が上がり、水温が下がって、強風のため波が強かった。10月に続いてミミズ類が多く、貝類も10種と出現種類数が夏季よりも多かった。全マットを比較して、2~16種と出現種類数の差が大きく、L2-1の16種が際立って多かった。

表 3-5 底生動物確認種リスト

	目名	科名	種名	学名	7月	9月	10月	11月
1	ザラカイメン	タンスイカイメン	タンスイカイメン科の一種	<i>Spongillidae</i> sp.				●
2	ウズムシ	Dugesiidae	ナミウズムシ	<i>Dugesia japonica</i>				●
3	ニナ	タニシ	ヒメタニシ	<i>Sinotaia quadrata histrica</i>	●	●	●	●
4		カワニナ	Biwamelania属の数種	<i>Biwamelania</i> spp.	●	●	●	●
5			チリメンカワニナ	<i>Semisulcospira reiniana</i>	●	●	●	●
6			カワニナ属の数種	<i>Semisulcospira</i> sp.				●
7		エゾマメタニシ	マメタニシ	<i>Parafossarulus manchouricus japonicus</i>			●	
8		ミズシタダミ	ビワコミズシタダミ	<i>Biwakovalvata biwaensis</i>				●
9	モノアラガイ	カワコザラガイ	カワコザラガイ	<i>Laevapex nipponica</i>			●	●
10	モノアラガイ	モノアラガイ	Monopeltis japonica	<i>Radix auricularia japonica</i>	●	●	●	
11		オウミガイ	Radix onychia		●			
12		サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Phrysa acute</i>		●	●	●
13		ヒラマキガイ	カドヒラマキガイ	<i>Choanompholodes perstriatus</i>		●	●	●
14			ヒラマキガイモドキ	<i>Polypyris hemisphaerula</i>				●
15	イガイ	イガイ	カワヒバリガイ	<i>Limnoperna fortunei</i>			●	
16	ハマグリ	シジミ	シジミ科の一種	<i>Corbiculidae</i> sp.			●	●
17	ナガミミズ	ミズミミズ	ヤドリミミズ属の一種	<i>Chaetogaster</i> sp.			●	●
18			トガリミミズミミズ属の一種	<i>Pristina</i> sp.			●	
19			テングミズミミズ属の一種	<i>Stylaria</i> sp.	●	●	●	
20			ミズミミズ科の数種	<i>Naididae</i> spp.	●	●	●	●
21		イトミミズ	イトミミズ科の数種	<i>Tubificidae</i> spp.		●	●	●
22	ウォビル	グロシフォニ	アタマビル	<i>Hemiclepsis marginata</i>	●			
23	咽蛭	イシビル	イシビル科の一種	<i>Erpobdellidae</i> sp.	●	●	●	●
24	ヨコエビ	-	ヨコエビ目的一種	<i>Amphipoda</i> sp.	●			
25	エビ	アメリカザリガニ	アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarkii</i>			●	
26	トンボ	イトトンボ	ホソミイトトンボ	<i>Aciagrion migratum</i>				●
27			イトトンボ科の一種	<i>Coenagrionidae</i> sp.				●
28	トビケラ	ムネカクトビケラ	ムネカクトビケラ属の一種	<i>Ecnomus</i> sp.	●		●	●
29		ヒメトビケラ	ヒメトビケラ属の一種	<i>Hydroptila</i> sp.	●	●		
30	チョウ	メイガ	メイガ科の一種	<i>Pyralidae</i> sp.			●	●
31	ハエ	ガガンボ	ガガンボ科の一種	<i>Tipulidae</i> sp.			●	●
32		チョウバエ	チョウバエ科の一種	<i>Psychodidae</i> sp.		●	●	●
33		ヌカカ	ヌカカ科の一種	<i>Ceratopogonidae</i> sp.		●		●
34		ユスリカ	ユスリカ亞科の数種	<i>Chironominae</i> spp.	●	●	●	●
35			エリユスリカ亞科の数種	<i>Orthocladiinae</i> spp.	●	●	●	●
36			ユスリカ科の数種	<i>Chironomidae</i> sp.	●	●		●
37	アブ	アブ科の一種	Tabanidae sp.			●	●	
38	コウチュウ	ガムシ	ガムシ科の一種	<i>Hydrophilidae</i> sp.		●		
16目28科38種						15種	17種	24種 27種

#### 4. まとめ

本報告では、3種類のマット植栽法によるヨシの植栽実験の結果を集計することで、各マット植栽法の生育特性を検討した。2000年度は琵琶湖水位が例年よりも低い状態が長期間続き、植栽直後のヨシはあまり波浪や水位の影響をうけずに青々と茂っていた。従来、低地盤高におけるヨシの植栽では、植栽直後に周辺の地盤が波浪などによって浸食され、植栽株が根付く前に流されていき、無発芽となる場合が見られるが、本実験においては、そのような状況は起こらなかった。よって、今後のヨシの生育状況を追っていくことにより、水位および波浪の影響を検討していくことが可能であると考えられる。

集計結果において植栽法ごとに差が生じたが、これらの差を細かく議論するよりも、ヨシの活着および生育状況を検討するには、今後少なくともあと2年は同調査を継続することに意味があると思われる。

また、ヨシ群落復元においては、本来のヨシ群落に適した土壌条件、波浪、水深などの関係を考慮する必要がある。その一環として、ヨシ以外の植物種、植物群落、底生動物の出現状況を検証した結果、渴水の影響もあるものの永続的なヨシ群落の形成には若干のギャップが見られた。特に、植物相、植物群落の状況からヨシ群落形成には不適切な初期条件と考えられ、今後、ヨシを復元するためには、ヨシ群落形成のプロセスを十分に把握し、その上で実験を実施することが望まれる。また、測量による地盤高などの環境条件の把握が重要であると考えられる。

---

#### 実験担当者

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター所長

田井中善雄

実験センター研究員

三井 光彦

全国ポラカブル工業会

衣川 直紀

東洋紡績株式会社

機能材開発研究所

山本 俊也

株式会社ラーゴ

調査技術研究部研究員

西川 博章

## 13. 路面排水のCOD対策実証実験（その3）

### 1. 目的

降雨時の市街地排水（市街地面源汚濁負荷）が道路側溝から河川へとストレートに流出する現状に対し、その排水を草地浸透・自然的な池（ビオトープ）へ導く方策により、排水中の難分解性有機物がいかに浄化できるかを調査、検討する。本業務は平成10年度からの継続業務であり、本報告では、業務開始以降のデータを元に報告する。

### 2. 調査内容

#### 2.1 調査場所

調査場所は滋賀県草津市下笠町の葉山川左岸の湖周道路沿いに位置している。実験場所を図-1に示した。実験施設は、草地帯浸透実験施設とビオトープ池浄化実験施設からなり、道路に降った雨（集水面積 $750\text{m}^2$ ）は道路排水となり、はじめ草地浸透実験施設に導入され、一部は装置に浸透し流出（草地浸透水）し、草地に浸透しなかった水は草地の表面を通過流出（表面流出水）し、ビオトープ池実験施設に導入される構造である。実験施設の模式図を図-2に、施設概要を表-1に、施設の全景および状況を写真-1に示した。各施設の底部には遮水シートを設置し、道路排水の流入部、草地浸透水の流出部、装置表面流出水の通過部およびビオトープ池流出水の流出部には、自動記録式流量計が取り付け、各地点の流量および水量の配分を知ることが出来る構造とした。

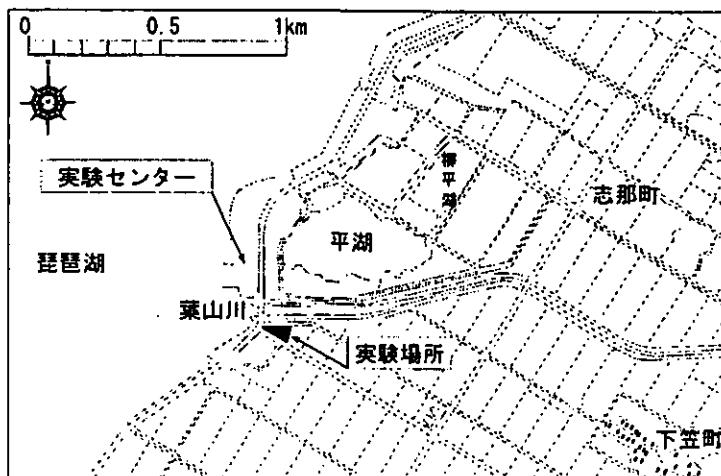


図-1 実験場所

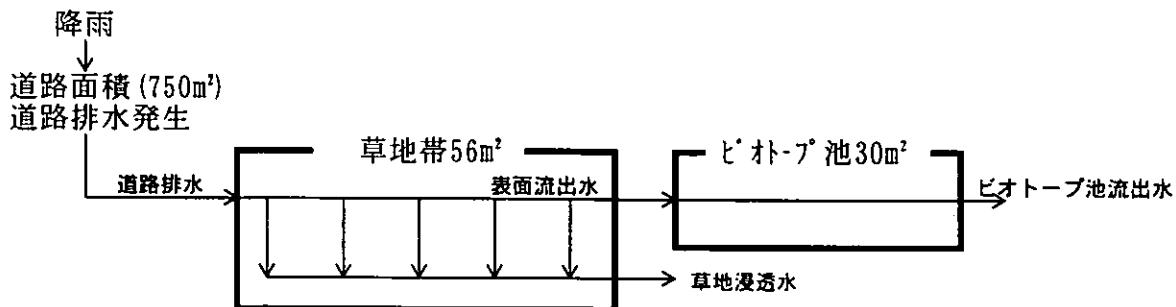


表-1 実験施設概要

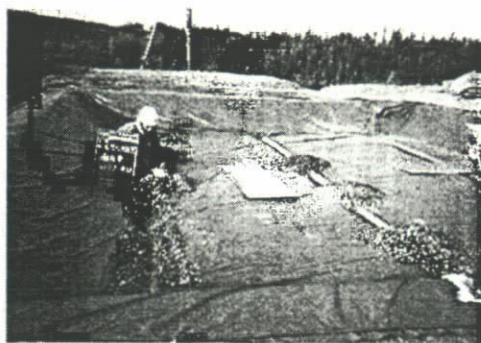
施設	面積	深さ	充填物
草地浸透実験施設	56m <sup>2</sup>	0.45m	現地土+山砂（1998年11月に充填）
ビオトープ池実験施設	30m <sup>2</sup>	0.13m	水生植物

※平成12年6月に草地浸透実験施設の表面土壤（表層10cm）のみ入れ替え



施設全景

(右奥：草地浸透帶 左手前：ビオトープ池)



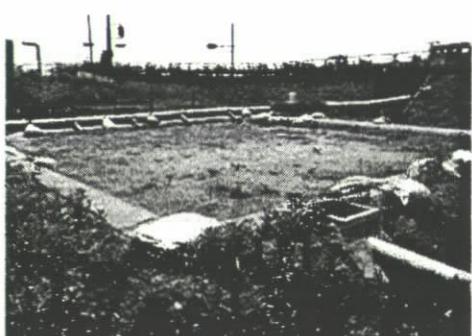
草地浸透帶内部

(有孔管が埋設している)



平成11年11月状況

(竣工後1.2年経過、草が繁茂している)



平成12年7月状況

(表土入れ替え後約2ヶ月経過後)

写真-1 施設全景、施設状況

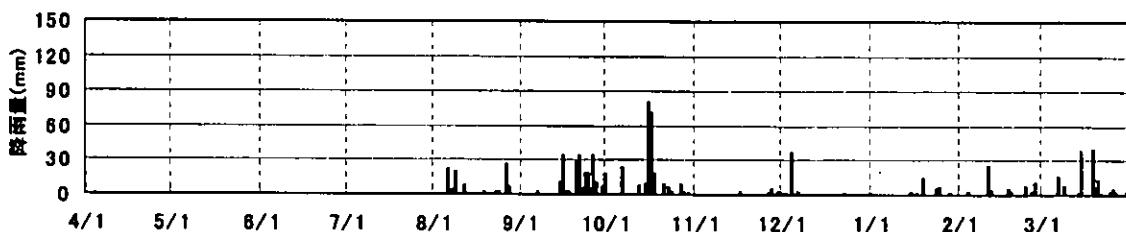
## 2.2 施設の運転履歴

本施設における実験開始（平成10年）以来の運用履歴を表-2に示した。平成10年度調査(H10.7～H11.3)では原則として、調査のつど導入管を接続し、調査時以外の道路排水が浸透帯浄化施設に流入させなかつたが、平成11年度、12年度調査については、調査期間中、導入管を常時接続し、発生した道路排水を全て浸透帯浄化施設に流入させる方法とした。また、平成12年7月5日には道路工事時（アスファルト舗装）には、道路工事によるアスファルトスラリーやタール等が草地浸透帯浄化施設へ影響しない為に、工事後2降雨について道路排水が浄化施設に流入させない措置をとった。また、実験開始以来の降雨状況を図-3に示した。

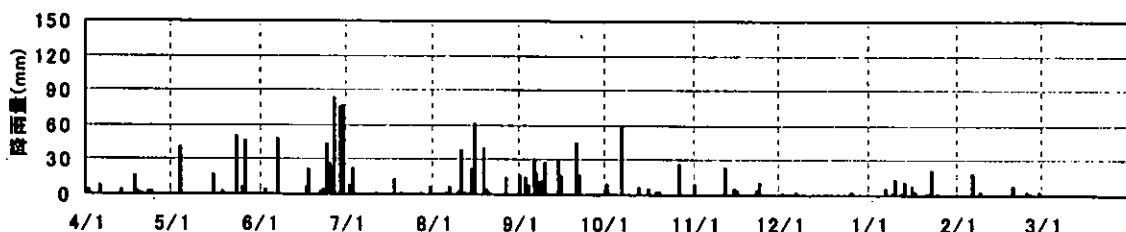
表-2 実験施設運用履歴

年月日	内 容
1 H10. 6~8	施設造成
2 H10. 11. 17	滞留試験(各調査地点の出水時刻調査)
3 H10. 11. 27	滞留試験(各調査地点の出水時刻調査)
4 H11. 1. 24	水質調査(平成10年度 第1回)
5 H11. 6. 23	草地浸透帯の除草、導水管接続
6 H11. 6. 28	透水性調査(平成11年度調査開始前)
7 H11. 7. 12	水質調査(平成11年度 第1回)
8 H11. 7. 18	水質調査(平成11年度 第2回)
9 H11. 9. 15	水質調査(平成11年度 第3回)
10 H11. 10. 2	水質調査(平成11年度 第4回) - 道路排水初期フラッシュ水のみ
11 H11. 11. 8	草地浸透帯の除草
12 H12. 1. 11	透水性調査(平成11年度調査終了後)
13 H12. 3. 31	導入管接続解除
14 H12. 4. 27	施設土壤入れ替え・ビ'ポ-ア'池間引き
15 H12. 4. 27	導入管接続
16 H12. 6. 13	土壤調査(平成12年度 調査開始前)
17 H12. 6. 14	透水性調査(平成12年度 調査開始前)
18 H12. 7. 5	道路工事(導水管接続解除)
19 H12. 7. 29	導水管接続
20 H12. 8. 31	水質調査(平成12年度 第1回)
21 H12. 9. 15	水質調査(平成12年度 第2回)
22 H12. 9. 23	水質調査(平成12年度 第3回)
23 H12. 9. 28	土壤調査(平成12年度調査終了後) 透水性調査(平成12年度調査終了後)

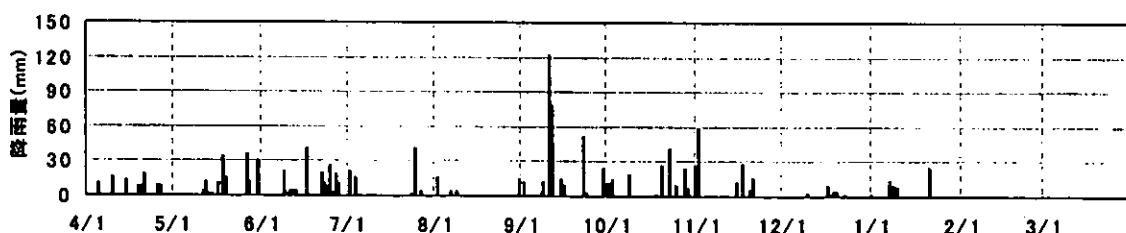
平成10年度降水量



平成11年度降水量



平成12年度降水量



※雨量データは平成10年8月度より平成13年1月24日まで

平成10年8月1日～平成11年6月2日：滋賀県大津市観測所データ

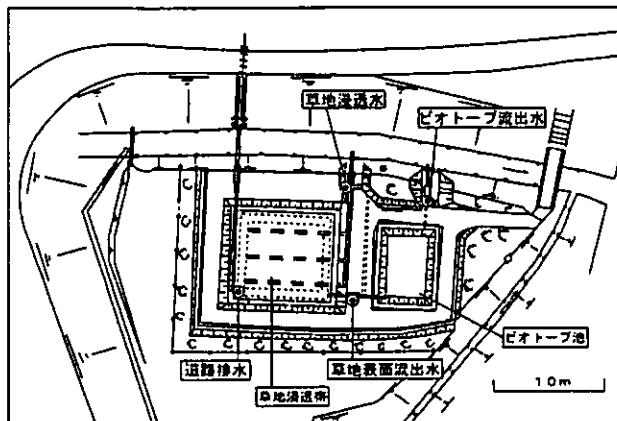
平成11年6月2日～平成13年1月24日：実験センター雨量計

図-3 平成10～12年度の降雨状況（日降雨量）

### 3. 水質調査

道路排水の出水特性および道路排水に対する、本実験施設の水質浄化特性を知るために水質調査を行った。調査地点は、図-4に示す4カ所とし、採水は、降雨により路面排水が発生した後、各地点において経時的に行い、水質濃度の経時的变化を調査した。また、各地点における流量変化と水質分析結果より、各地点における負荷量を算出するとともに、水質濃度と流量の関係などを検討した。なお、調査対象とした降雨は、先行晴天日数2日間以上を条件とした。

平成10年以降、水質調査の対象とした降雨は8回であり、各調査日における降雨状況、降雨継続時間および各調査地点の流量を表-3に示した。



	地点名	位置
1	道路排水	道路排水が草地浸透帯に流入する部分
2	草地浸透水	草地に浸透した水の流出口
3	草地表面流出水	草地表面流出水の流出口
4	ビオトープ池流出水	ビオトープ池の流出口

図-4 調査地点

表-3 平成10年度以降の調査一覧

調査日	H11.1.24	H11.7.12	H11.7.18	H11.9.15	H12.8.31	H12.9.15	H12.9.24
降雨量 (mm)	5.0	2.0	12.0	5.0	2.5	20.5	54.0
最大降雨強度 (mm/10min)	—	0.5	1.0	1.5	1.0	3.0	6.0
平均降雨強度 (mm/h)	—	3.0	4.8	3.8	3.8	4.7	9.0
降雨継続時間 (min)	240	40	150	80	40	260	360
先行晴天日数 (日)	3.6	8.5	3.9	4.0	21.5	2.9	3.9
道路排水流量 (ℓ)	1980	912	7238	2391	1164.0	14217	37492
緑地浸透水量 (ℓ)	100	377	1059	557	642.0	4014	7945
表面流出水量 (ℓ)	280	2	4710	693	171.0	7633	27728
ビオトープ流出水流量 (ℓ)	430	0	2215	289	83.0	8243	30954

H11.1.24は、大津気象観測所の降雨量のため「—」の項目はデータ無し

## 4. 水質調査結果

### 4.1 道路排水の出水特性

8回の水質調査結果より、降雨と道路排水の発生との関係を解析した結果を以降に示す。

#### 4.1.1 道路排水の発生量

流量調査の結果では、降雨がすべて道路排水になった場合の水量と流量計に記録された道路排水量の間に異なりがあった。そこで、両者の差を降雨量 (mm) に換算し、道路排水にならなかった降雨量 (mm) とし、これが生じた原因を解析した。図-5に、道路排水にならなかった降雨量 (mm) と、降雨量、先行晴天日数、降雨強度などの関係を示した。

これによると、道路排水にならなかった降雨量と最も関係が強いと思われた項目は、平均降雨強度（総降雨量を降雨継続時間で除したもの）であった。このことは、降雨強度が強いとき、集水域外へ移出する排水量が多くなる傾向が強いことを示しており、本実験地が跨線橋の構造を持っていることから理解できる関係であった。また、降雨量や降雨強度に関する他の項目について相関性が認められたことからも、道路排水にならない降雨量は、降雨の状況に依存性が高いと考えられる。また、先行晴天日数が長いほど道路排水にならない降雨が少なくなる傾向がみられたが、両者の因果関係は不明である。なお、本解析には実験センターに雨量計が取り付けられた後の測定値（平成11年7月12日以降の測定値）を用いた。

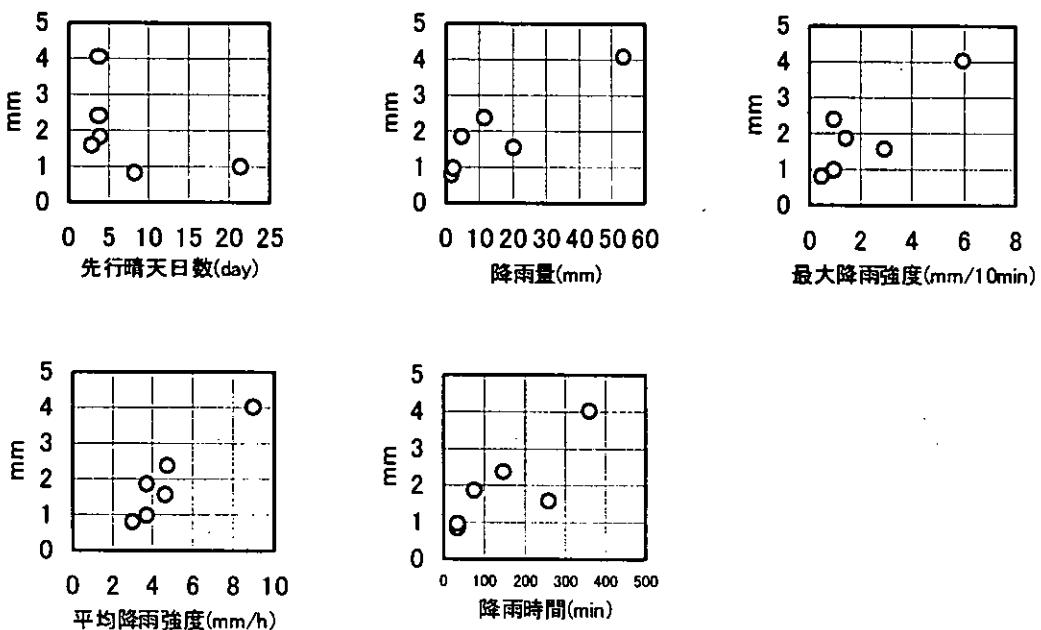


図-5 道路排水にならなかった降雨量 (mm) と降雨強度などの関係

#### 4.1.2 初期フラッシュ濃度と積算流量との関係

道路排水は、一般に、出水直後に高い物質の動度を示す「初期フラッシュ」がある特徴を持っており、本調査においても明確な初期フラッシュが確認されている。図-6に道路排水の水質濃度とその濃度が記録された時までの積算流量（路面  $1\text{m}^2$ あたり  $\ell$ 、積算雨量  $\text{mm}$  と同値）を示した。解析には、平成11年と12年の調査結果を用いた。これによると、ほとんど全ての水質項目で、積算流量  $2.0\ell/\text{m}^2$  までに初期フラッシュが終了し、その後は比較的水質濃度の低い水が流れ続けていることが示されている。このことから、道路排水を浄化することを考えた場合、道路排水が出水し初めてから  $2.0\ell/\text{m}^2$  の水を処理するのが効率的であると考えられる。本実験フィールドでは集水面積が  $750\text{m}^2$  なので該当する出水量は  $1500\ell$  となる。

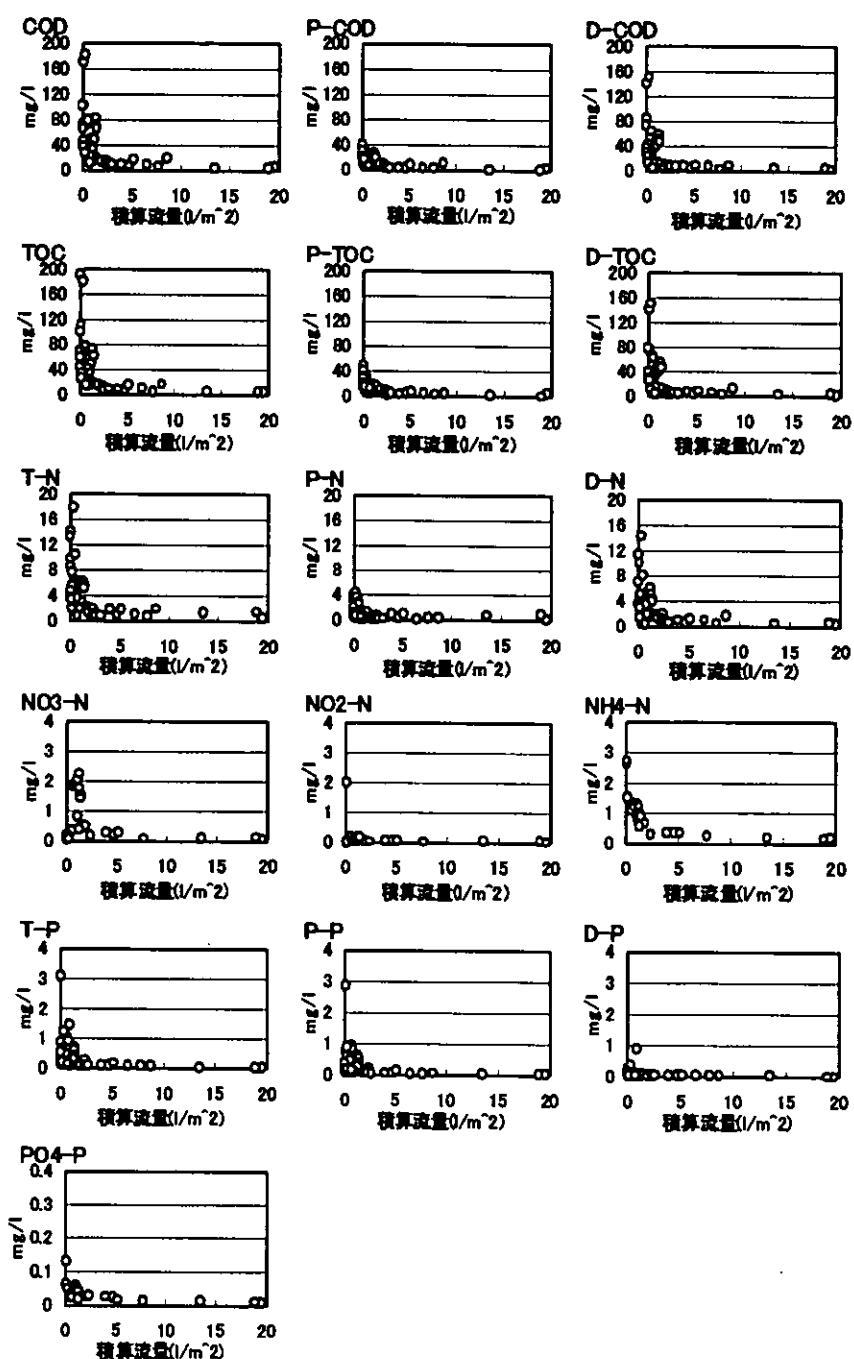


図-6 積算流量と道路排水質との関係

#### 4.1.3 先行晴天日数と初期フラッシュ濃度との関係

道路排水の初期フラッシュにおける物質濃度は、路面上の物質量に影響を受けると考えられる。また、路面の物質量は降雨のない期間の長さ（先行晴天日数）の影響を受けると考えられるため、図-7に道路排水の水質濃度と先行晴天日数との関係を示した。これによると、溶存態CODなど溶存態物質において、先行晴天日数が長くなるほど初期フラッシュ水濃度が高くなるが、先行晴天日数が5～10日以上では、それ以上濃度が高くならない傾向が見られた。このことは、道路面には、排気ガスなど汚染源となりうる物質が蓄積する特性があるが、その量には上限があることを示唆している。粒子状物質については、リン以外の項目では関係が見いだせなかった。この原因として、粒子状物質の流出特性には、降雨強度や排水経路の傾斜など物理的要因が関わっているため、路面上の蓄積量が道路排水濃度に直接反映しなかった可能性が考えられる。

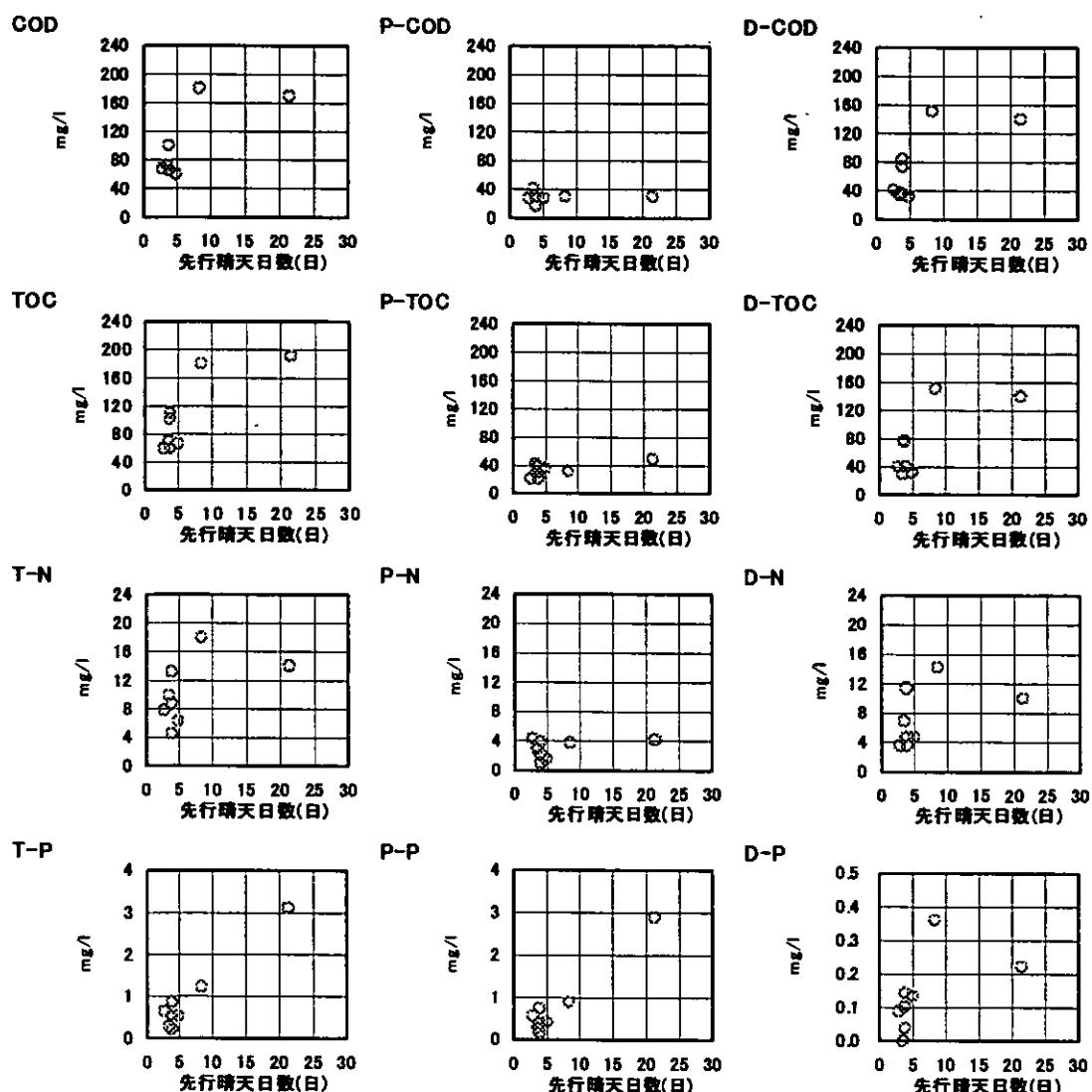


図-7 先行晴天日数と道路排水の水質濃度との関係

#### 4.2 道路排水に対する草地浸透帯の水質浄化能力

本実験施設の草地浸透帯に流入した道路排水は、次の2経路に分かれて流下する。

- ①草地浸透帯を浸透通過する経路（草地浸透水）
- ②草地浸透帯の表面を流下する経路（表面流出水）

本項では、上記経路における道路排水に対する水質濃度除去率と負荷削減量（負荷量除去率）を元に、施設の水質浄化特性を解析した。また、道路排水を浄化する際に、最も効果的な水質浄化方法（処理対象とする初期フラッシュ水量）を知るために、道路排水の出水開始後一定量を選択的に浄化したときの水質浄化効率について解析を行った。解析に当たっては、道路排水の流入水量に関わらず、草地浸透帯に流入した道路排水が、おおむね一定の比率で上記2経路に分配されることを利用し、道路排水の出水開始から一定量に至るまでの水量とそれに対応する各処理水量について、平均水質濃度および負荷量を比較して行った。

##### 4.2.1 水質濃度除去率

本調査で行った全調査について、道路排水、草地浸透水および草地表面流出水の平均水質濃度を図-8に示した。これによると、草地浸透水は、道路排水の平均濃度の変動に関わらずおおむね一定の水質濃度を示した。一方、草地表面流出水の平均濃度は道路排水の平均濃度と類似した変動を示し、道路排水の水質濃度を上回る場合も見られた。両処理水の水質濃度除去率は、項目によって異なるが、CODでは、草地浸透水が40～60%（1999年7月12日を除く）、草地表面流出水が-23～30%程度であった。また、表面流出水の溶存態リンでは、全ての調査において、道路排水の平均濃度の約3倍以上（3～7.5倍）を示した。また、草地浸透水では、粒子状物質の除去が明確に確認された。

次に、道路排水量が $10\ell/m^2$ （単位道路面積あたり出水量）を越えた2回の調査において、全道路排水を草地浸透帯に流入させ処理対象水量とした場合および、初期フラッシュ水の当初 $2\ell/m^2$ 、 $5\ell/m^2$ 、 $10\ell/m^2$ を草地浸透帯に流入させ処理対象水量とした場合について、道路排水、草地浸透水、草地表面流出水の平均濃度を求め、処理対象水量と水質濃度除去率との関係を求めた（図-9）。これによると、草地浸透による水質濃度除去率は、初期フラッシュ水の当初 $2\ell/m^2$ を処理したときに最も高い除去率を示し、処理対象とする初期フラッシュ水量が増加するほど除去率が低下し、低下する割合は次第に緩やかにな特徴であった。また、草地表面流出水でも、処理水量が少ないときに比較的高い水質濃度除去率を示す傾向は見られたが、処理水量が多くなると除去率が負（処理水濃度が流入水より高い）になる現象が見られた。これらのことより、次のことが考えられた。

- ①草地浸透帯においては、草地浸透による水質浄化が主たる水質浄化機能である。
- ②草地浸透における水質浄化では、粒子状物質の除去能力が高い（CODで80%以上）
- ③水質濃度除去率の上では、処理対象初期フラッシュ水量は少ないほど除去効率が高い。

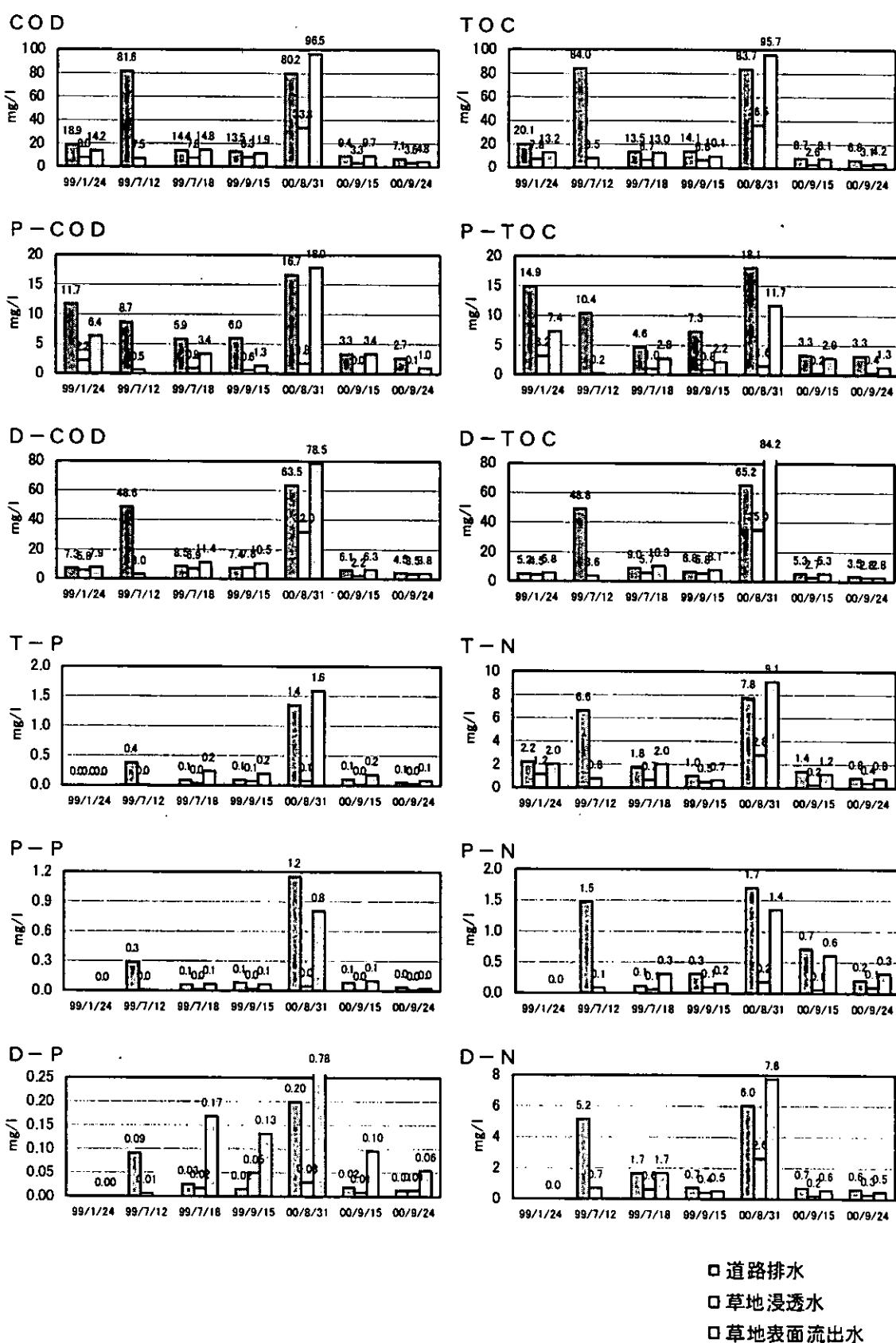


図-8 草地浸透帯における平均水質濃度

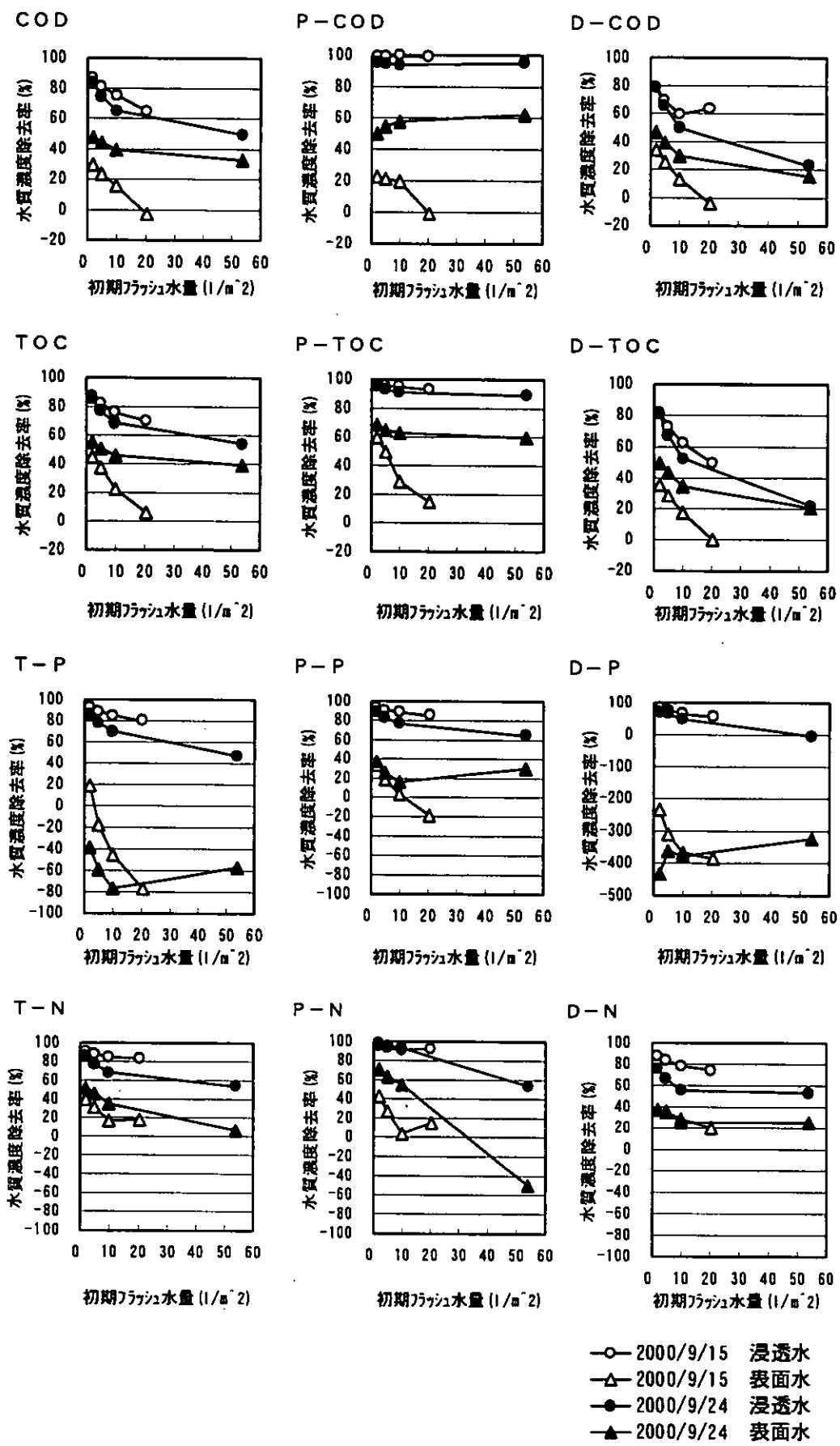


図-9 処理対象水量と水質濃度除去率との関係

#### 4.2.2 1降雨に対する負荷量除去率

前項では草地浸透帯においては、処理対象とする初期フラッシュ水量が少ないほど、水質濃度除去率が高い結果を得た。本項では、前項同様に $2\text{ l/m}^2$ 、 $5\text{ l/m}^2$ および $10\text{ l/m}^2$ の各初期フラッシュ水量を想定し、各水量を処理対象とした時に除去される負荷量と、実際の1降雨で発生した道路排水の負荷量から、本実験施設における1降雨に対する負荷量除去率（次式）を検討した。算出結果を図-10に示し、さらに流量の大きかった調査（2000年9月15日と9月24日）について、1降雨に対する負荷量除去率と処理対象初期フラッシュ水量との関係を図-11に示した。

1降雨に対する草地浸透帯における負荷量除去率（%）

$$= \{D_{ff} - (S_{ff} + H_{ff})\} / D_{all} \times 100$$

ここで、

$D_{ff}$ ：道路排水（初期フラッシュ水）の負荷量

$S_{ff}$ ：草地浸透水（初期フラッシュ水量×配分率）の負荷量

$H_{ff}$ ：表面流出水（初期フラッシュ水量×配分率）の負荷量

$D_{all}$ ：道路排水の全負荷量

これらのことから、処理対象とする初期フラッシュ水量を増やすほど負荷量除去率が高くなるが、 $5\text{ l/m}^2$ 以上処理量を増やしても、処理量に相当する除去率上昇はみられなかつた。従って、1降雨に対する適切な処理水量は、負荷量除去率の上昇が緩やかになる点の $5\text{ l/m}^2$ 以下であると考えられ、さらに、溶存態有機物に対しては $2\text{ l/m}^2$ 時と $5\text{ l/m}^2$ 時の除去率に大きな差がみられなかつたことや、施設規模を小さくする為には、処理対象とする初期フラッシュ水が少ないほど有利であること、水質濃度除去率では、処理対象水量が少ないほど処理効率が高かったことから、処理対象初期フラッシュ水量として $2\text{ l/m}^2$ を想定することが可能であると考えられる。また、GPC-TLCによる有機物組成分析の結果、草地浸透水の出水直後において、難分解性有機物を含む全分子量帯において有機物が示すピークが減少していることが認められ（図-12）、草地浸透帯において難分解性有機物が除去されることが示唆された。

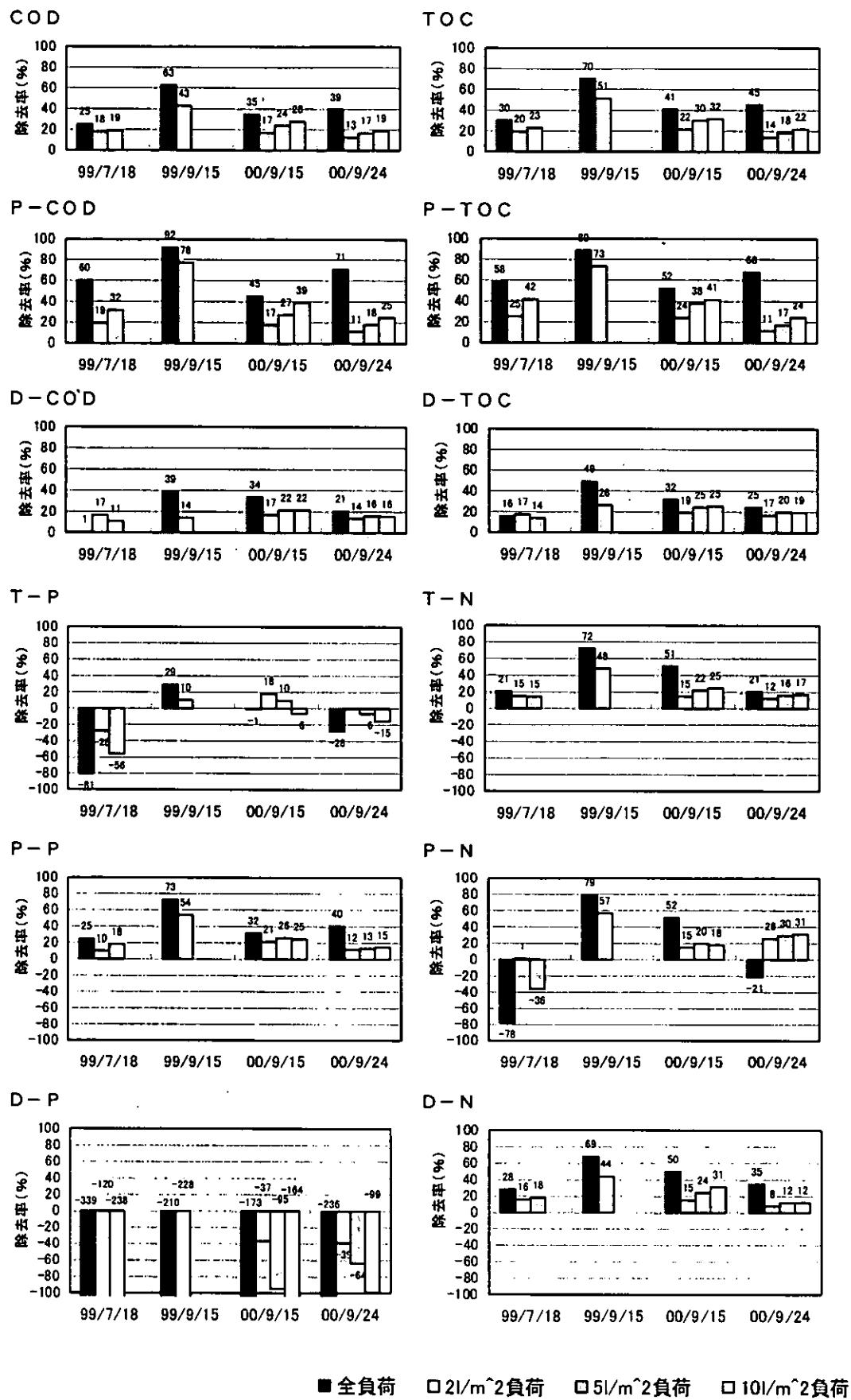


図-10 初期フラッシュ水を処理したときの1降雨に対する負荷量除去率

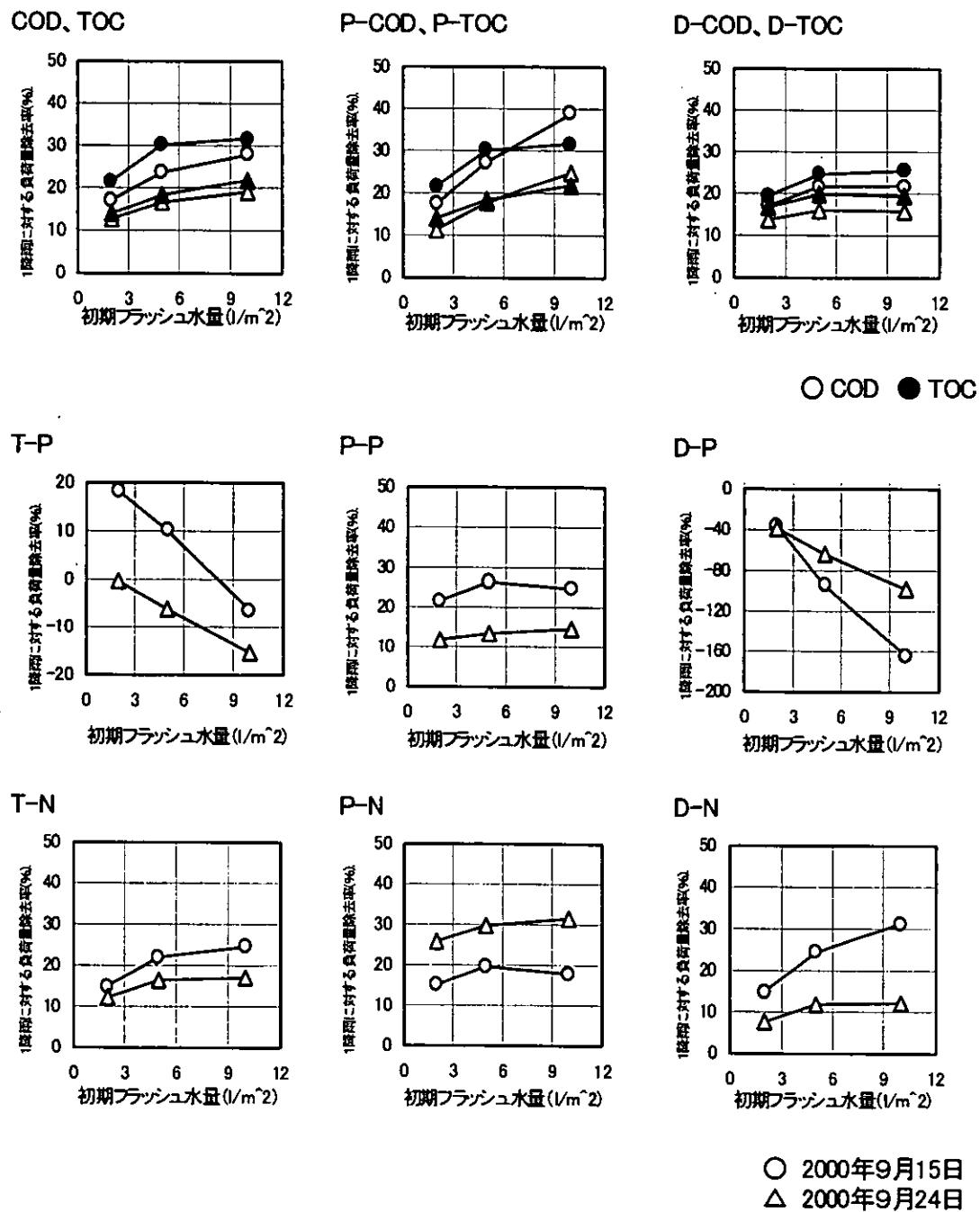
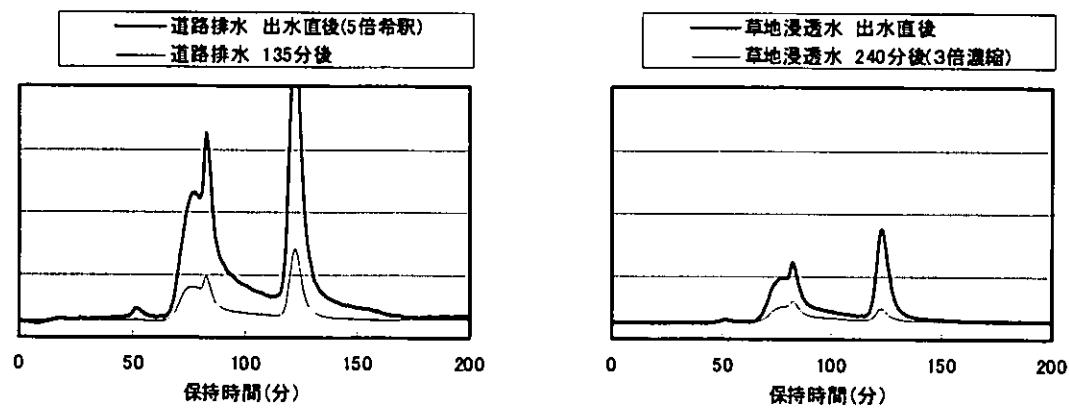


図-11 1降雨に対する負荷量除去率と想定した初期フラッシュ水量との関係



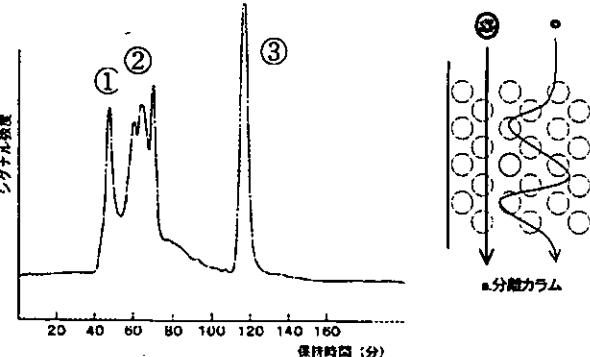
2000年8月31日の調査結果

※本図のピーク高さは希釈倍率を逆算して原水のピーク高で表している。

図-12 道路排水と草地浸透水のG P Cクロマトグラム<sup>(注1)</sup>

(注1) G P C-T Cクロマトグラフ

ゲルを充填したカラムに移動相とともに試料を導入すると、小さい分子はゲルの内部に入り込みながら移動するため、試料をカラムに導入してから検出器に到達するまでの時間（保持時間）が長くなるが、ゲルの内部に入り込まない大きな分子は溶離液とともに移動してくるため保持時間が短くなる。この原理を利用し、水中溶存有機物を高速に分離する方法をG P C（ゲルパーミエイションクロマトグラフ）という。本報告では、G P Cにより分離した有機成分をT C計(Total Carbon Analyzer)に導入し、炭素量をモニタリングする方法を採用した。従って、G P C-T C分析によって得られたクロマトグラムは、保持時間の短いものからおおむね分子量サイズ順に有機物量が表現されており、一番保持時間の長い部分（③）には無機溶存炭酸が現れている。また、既存の検討により、琵琶湖水などでは、保持時間50分付近のピーク（①）には光合成による生産物が含まれ、生物分解性がある。また、保持時間70～80分付近のピークは、生分解性試験後に残留しやすい傾向があることから、難分解性有機物が含まれると言われている。



#### 4.3 ビオトープ池の水質浄化能力

ビオトープ池による水質浄化能力について、ビオトープ池の流入水（草地表面流出水）とビオトープ池流出水の平均水質濃度を求め、ビオトープ池流入水量との関係を解析した。その結果、有機物とリンにおいては、ビオトープ池における負荷削減率は流量が大きくなるほど低下し、ビオトープ池の容量（約  $4\text{ m}^3$ ）の約2倍以上の流量では負荷削減されない傾向がみられ（図-13）、この要因として、ビオトープ池における水質浄化機能に希釈による効果があることが考えられた。

一方、水質濃度除去率を経時的变化の視点で解析すると、ビオトープ内の植物と堆積物を1/2除去した後（2000年6月以降）に、水質濃度除去率が向上する現象がみられ（図-14）、植物と堆積物の除去により新たな堆積空間が生まれるなどの効果がある可能性が示唆された。しかしながら、ビオトープ内の植物と堆積物を除去した後の降雨が少なかつたため、ビオトープ池流入水量が少なかったことにより除去性能が高くなかった可能性も考えられるため、植物と堆積物の除去による水質浄化機能の向上の大きさは不明である。

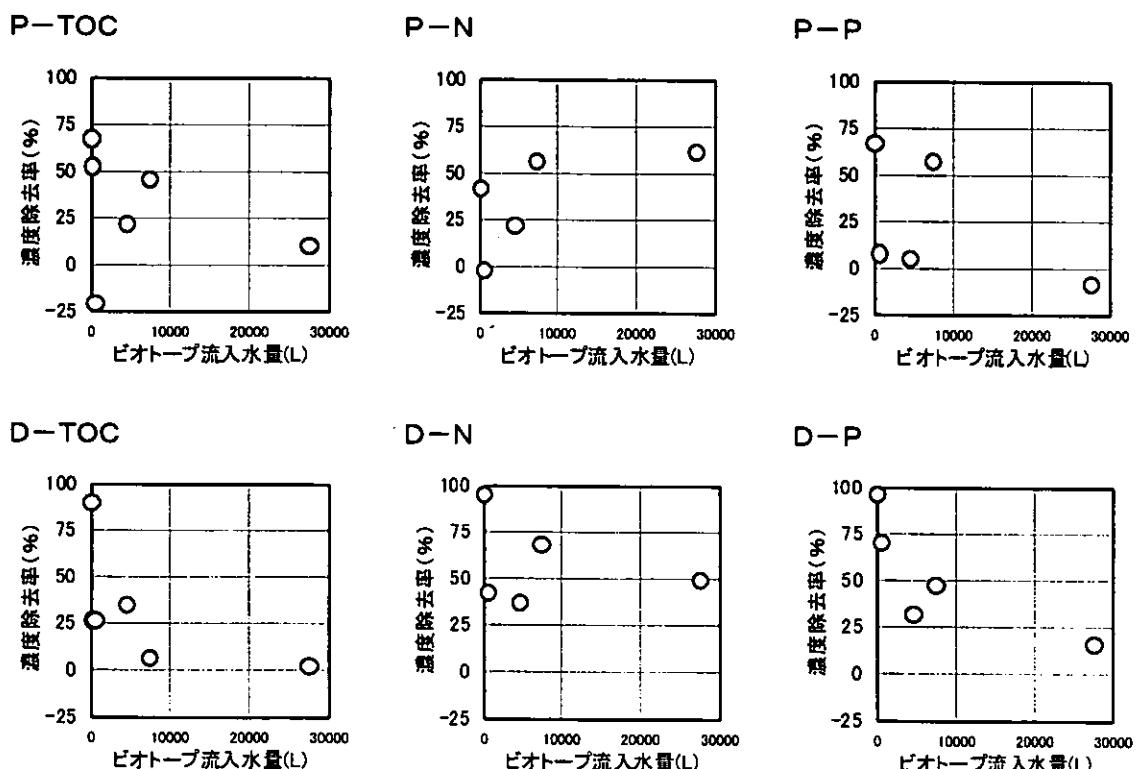
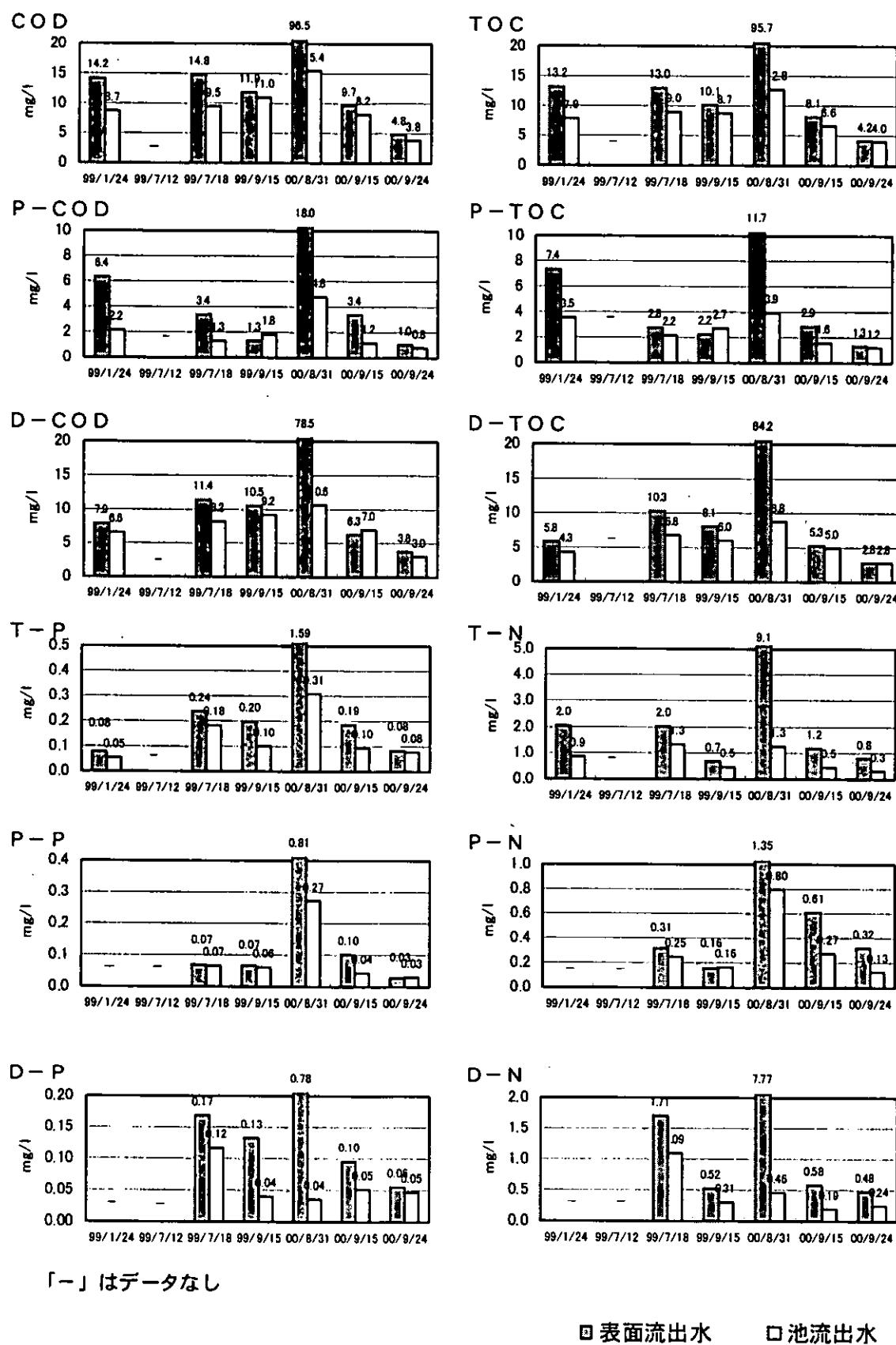


図-13 ビオトープ池の水質濃度除去率と流入水量との関係



「-」はデータなし

■ 表面流出水 □ 池流出水

図-14 ピオトープ池における平均水質濃度の経時的変化

## 5. 効率的な有機物除去に関する維持管理手法の検討（底質調査）

道路排水の浄化を目的として、草地浸透帯を用いるときには、施設の目詰まり、有機物などの堆積など諸々の維持管理要件が発生する。そこで、維持管理対象となる土壤（草地浸透帯）における目詰まりの進行状況、有機物の堆積状況などを調査し、効率的な有機物除去に対する維持管理手法について検討した。

調査は、草地浸透帯の上流部、中流部、下流部の3地点（図-15）において、土壤の透水性（図-16）、粒度組成、土壤有機物含有量（表-4）とし、表-5に示す各調査日に調査を行った。

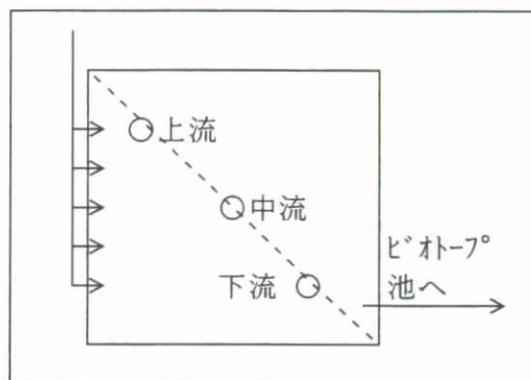
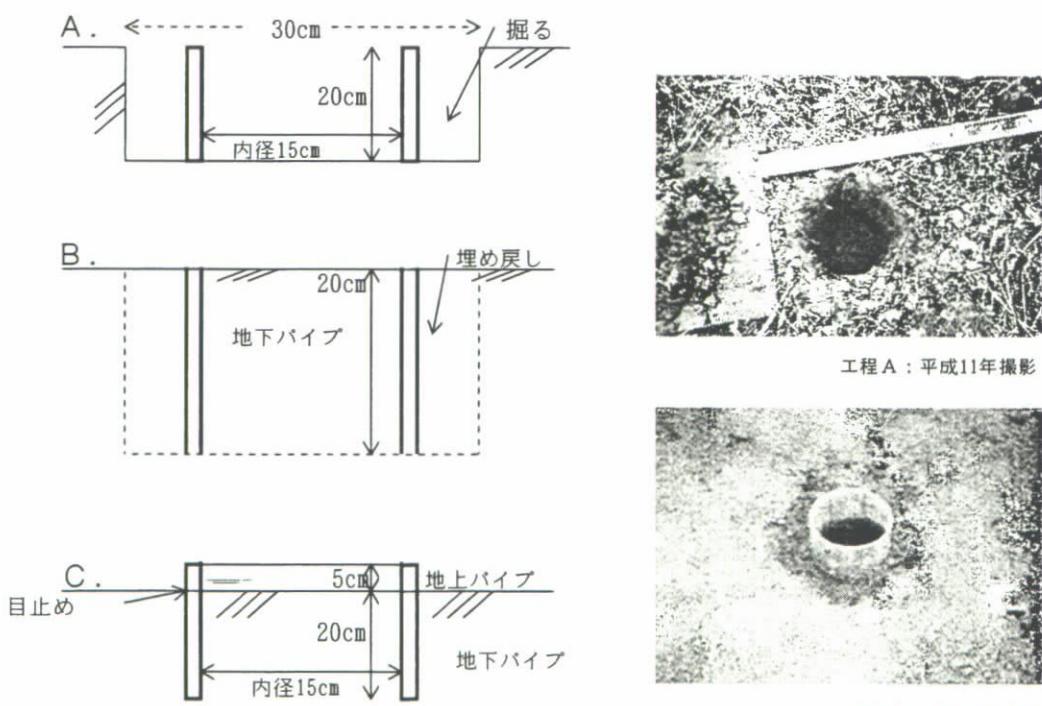


図-15 土壤調査地点



※A→B→Cの手順で装置を設置した  
※本装置の地上パイプの上端まで水を満たした状態を保ち、  
土壤表面からの透水速度が平衡に達した時点の透水速度を  
その地点における透水速度とした。

図-16 透水性調査装置

表-4 土壤有機物含有量調査項目

項目	分析方法
全炭素	CHNコーダー法
全窒素	ケルダール分析法
全リン	環境庁 底質調査法
バイオマス炭素	燐蒸-抽出法（注1）
バイオマス窒素	燐蒸-抽出法（注1）

（注1）

バイオマスCおよびNは、土壤をクロロホルム燐蒸すると、バイオマスの約90%が死滅し、その一定割合が可溶化することを利用して、バイオマス由来のC量やN量を測定する方法で、燐蒸土壤と非燐蒸土壤の可溶性C（N）の差に一定の係数を乗じて求める。従って、バイオマスCやNが高い値を示すほど、土壤中の微生物量が多いことを示し、微生物による有機物の分解量が多くなることが考えられる。

表-5 土壤調査実施日

調査名		実施日	透水性調査	粒度組成	有機物調査
平成11年度	調査開始前	H11. 6. 28	○	-	-
	調査終了後	H12. 1. 11	○	-	-
平成12年度	調査開始前	H12. 6. 13		○	○
		H12. 6. 14	○		
	調査終了後	H12. 9. 28	○	○	○

○：調査実施

### 5.1 透水性試験結果・粒度組成調査結果

平成11年、12年度の調査結果より得られた透水速度の経時的变化を図-17に、粒度組成調査結果を図-18に示した。これらのことより、次の事項が考えられた。

- ① 上・中流部では、平成11年度開始時、終了時とも透水性の低下が見られたが、表土の入れ替え後に透水性が回復した。この現象は道路排水による目詰まり物質が表層集積性を持っていることを示している。また、平成12年度終了時には、再び透水性が低下しており、道路排水による新たな堆積が生じたと考えられる。
- ② 下流部では、平成11年度開始～終了時において、透水性の向上がみられた。また、表土入れ替え後に透水性の低下がみられた。この原因は、下流部における植物の根の繁茂による透水性の向上が考えられ、向上した透水性は入れ替え表土の透水性を上回っていたと考えられる。
- ③ 下流部では、前年度調査終了後に透水性の低下が見られたが、これは、表層閉塞を促すような粒子が下流まで到達しなかったため、草地浸透帯の中～深層部に微粒子が堆積したためと考えられる。
- ④ 粒度分布調査においては、上流部において、0.002mm～0.03mm付近および約0.1～2mm付近の粒度分布が他の地点より高くなっている、この分画を構成する粒子が目詰まりを起こしたことが示唆された。

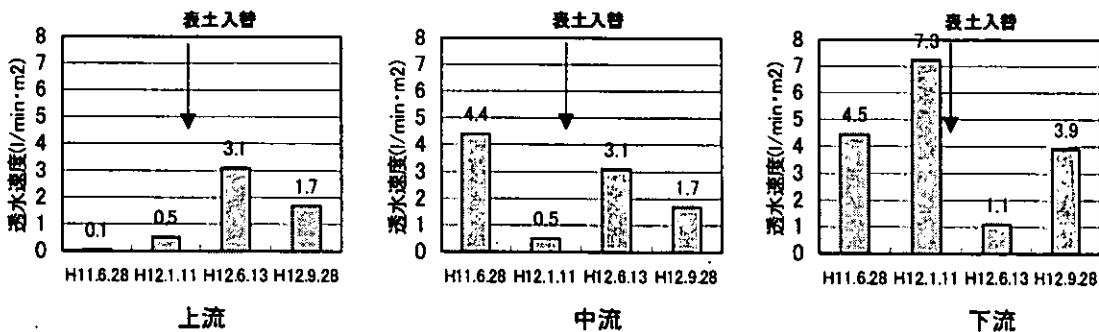
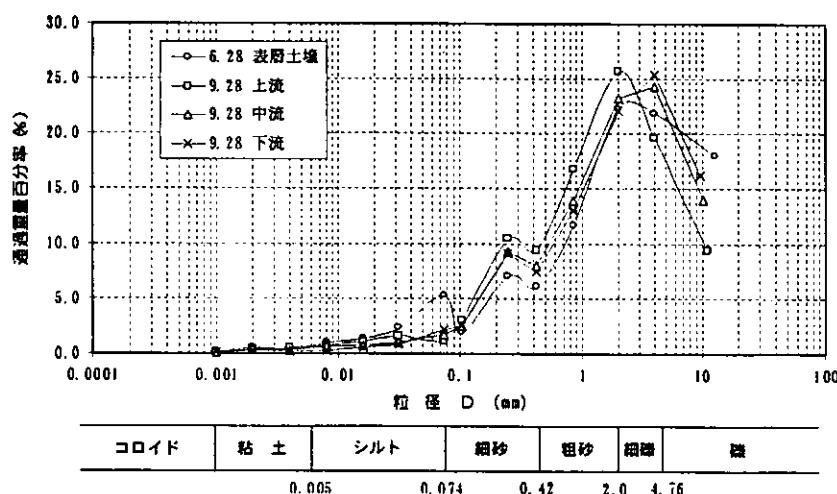


図-17 透水性調査結果

<全粒度分布>



<75 μm以下粒度分布>

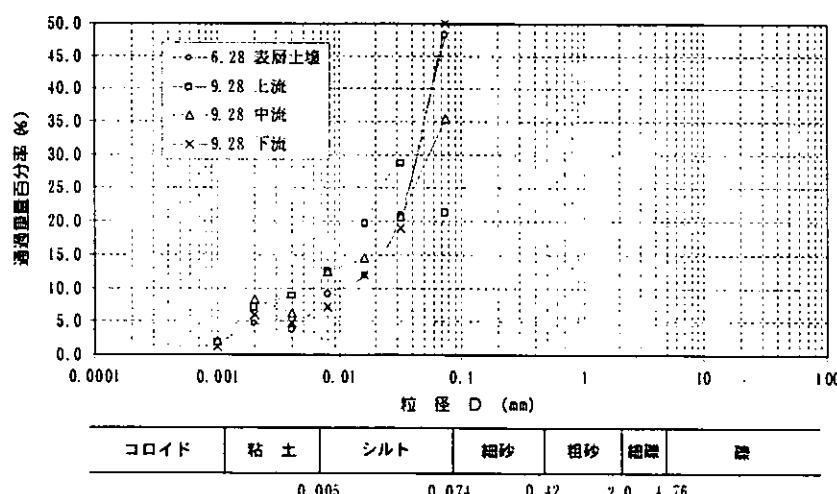


図-18 粒度組成調査結果（度数分布曲線）

### 5.1.1 土壤有機物含有量調査

土壤有機物調査の結果(図-19)では、全項目について、調査開始後の物質含有量が調査前の含有量を上回っていた。また、調査終了後において各地点間の含有量を比較すると、上流部の含有量が最も多くなっていた。また、バイオマス炭素は、調査終了後に全地点において増加しており、草地浸透帯において土中微生物が増加していることが示された。また、上流部のバイオマス炭素が最も高濃度であったことから、上流部において土中微生物が最も多く増殖(または堆積)したことが示され、上流部における微生物による有機物分解が活発に行われる可能性が示唆された。

土壤有機物調査、透水性調査、粒度分布調査の結果から考えられた事項を模式図として図-20に示した。

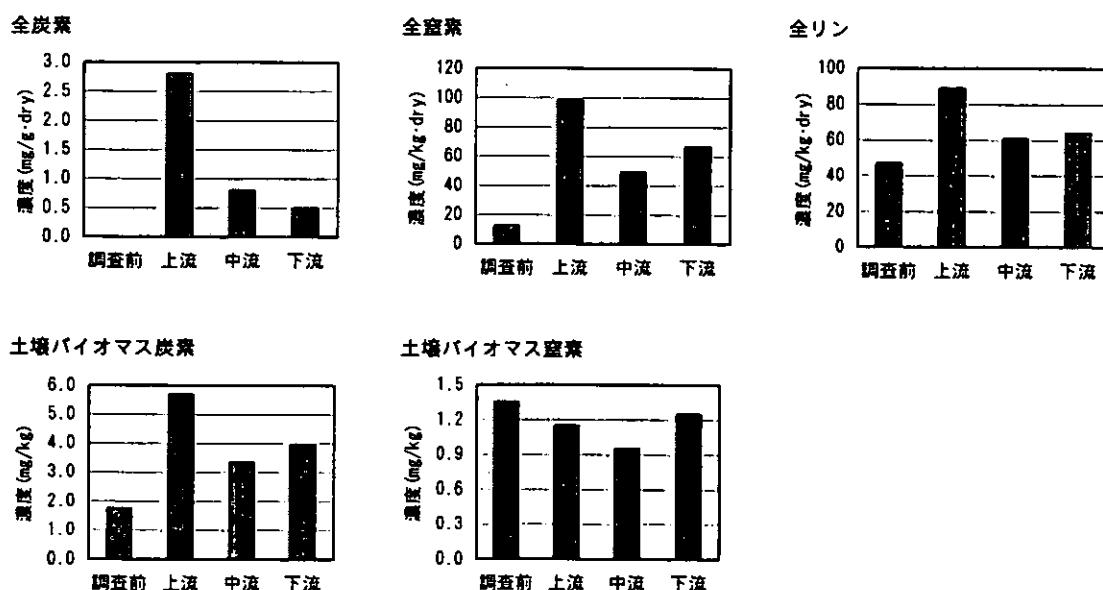


図-19 土壤有機物調査結果

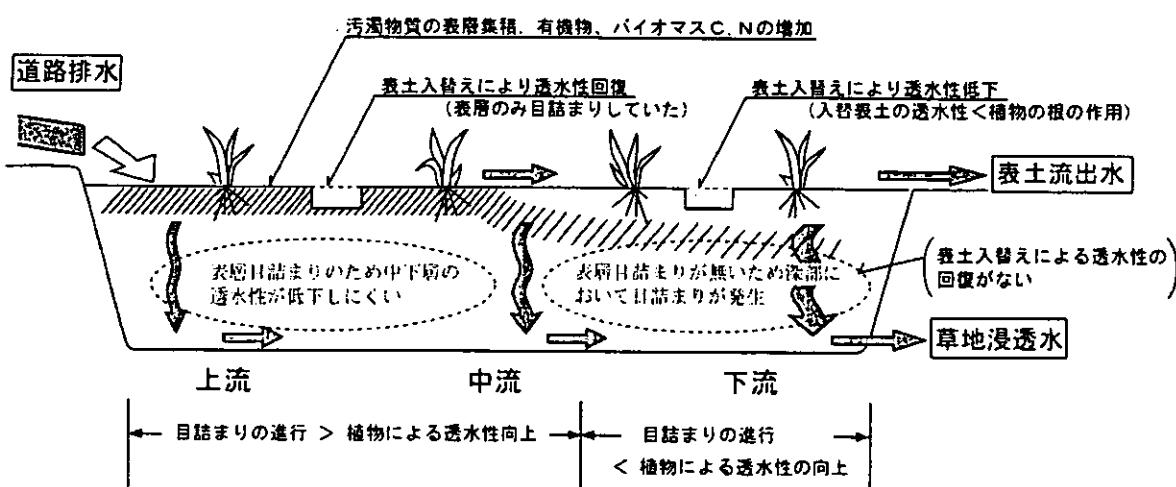


図-20 草地浸透帯における物質の堆積と目詰まりの進行(模式図)

### 5.1.2 維持管理手法

土壌有機物調査や透水性試験の結果、維持管理対象となる土壌（草地浸透帯）の表層において、有機物の堆積、透水性の低下が生じやすいことが判明した。また、植物の根の繁茂によって透水性が向上することが考えられた。これらのことより、草地浸透帯における効率的な有機物除去に対する維持管理手法は、目詰まりをしにくくする手法として、植物の根や土壌生物が成育しやすい環境を保つこと、それでも目詰まりが生じたときには、表土入れ替えによる透水性の回復が有効であると考えられる。

### 5.2 まとめ

平成10年度から行ってきた道路排水中の有機物削減実証実験において、道路排水の出水特性、草地浸透帯、ビオトープ池における水質浄化効果を検証したところ、次の結果が得られた。

- ①降雨により道路排水が発生する際には、降雨強度により、一部の水は系外に移出することがある。
- ②道路排水の初期フラッシュは積算流量 $2.0\text{ l/m}^2$ までに終了し、その後は比較的水質濃度の低い水が流れ続ける。
- ③道路排水の初期フラッシュ水濃度は、溶存態物質については先行晴天日数が長いほど高濃度になるが、先行晴天日数が5~10日以上では、それ以上高濃度にならない。
- ④草地浸透により道路排水を処理する時には、初期フラッシュ水 $2\sim 5\text{ l/m}^2$ を対象にし、残りの排水は処理施設に導かない方法により、比較的除去効率が良いと考えられる。
- ⑤草地表面においては、流量が強いときに表面流出水に草地浸透帯の物質が流出し、除去能力がマイナスになることがある。
- ⑥道路排水の流入によって、草地浸透帯上流部の表層付近が目詰まりしやすく、堆積が多く起こる粒径は、 $0.002\text{ mm}\sim 0.03\text{ mm}$ 付近および約 $0.1\sim 2\text{ mm}$ 付近である。
- ⑦有機物が堆積しやすい場所には、微生物が多く生息するため、土壌細菌による有機物分解効果が期待できる。

これらのことから、道路排水を効率よく処理するための装置の諸元として次の要素が考えられた。また、装置の処理フローを図-21に示した。

- ①施設の前段に初期フラッシュ水のみを分水する構造をもつこと。
- ②短時間の強雨の際にも初期フラッシュ水（ $2\sim 5\text{ l/m}^2$ ）を蓄積できる構造を持つこと。
- ③処理機能としては、土壌の表面を流すことなく、土壌中を通過（浸透）させる方式とすること。
- ④目詰まりを起こりやすい粒子は浸透除去の前に除去するか、表土入れ替えが容易な構造とすること。
- ⑤土壌を自然的な条件に保つことにより微生物による堆積有機物の除去や、植物の根による透水性の維持を期待する構造も有望である。

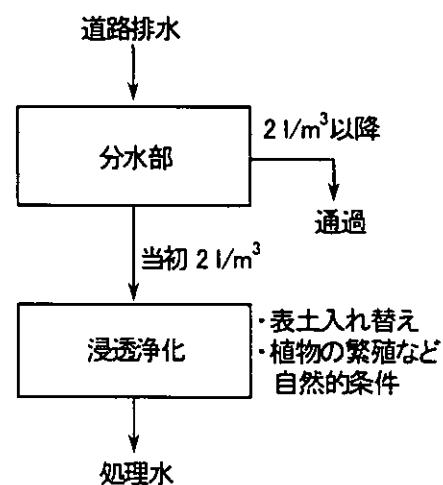


図-21 道路排水処理フロー

## 謝 辞

本研究は、平成12年度環境省委託業務として滋賀県が受託した「難分解性有機物浄化対策調査業務」による研究成果であり、記して謝意を表す。

---

### 実験担当者

滋賀県

財団法人 琵琶湖・淀川水質保全機構

琵琶湖環境部環境政策課課長補佐 松居 弘吉  
琵琶湖環境部環境政策課主幹 山中 直  
実験センター所長 田井中善雄  
実験センター研究員 馬場 玲子

## 14. 路面排水処理施設の検討実験

### 1. 目的

現在、降雨時の路面排水は、道路側溝から直接河川へ放流されている。その排水を集水して土壌処理や緑地浸透処理をすることにより、琵琶湖へのCOD負荷削減を行うことを目的とする。

このため、平成11年度までの実験結果を踏まえて、路面排水の初期フラッシュ水（降り始めの約2～3mm）を選択的に集水および浄化し、かつ道路構造（形態）や周辺環境にあった浄化施設（装置）を検討する。

### 2. 業務内容

#### 2.1 処理施設（装置）の事例、文献調査

過去の事例や文献を調査した結果、路面排水の処理施設に関する記載のあったものは17報であり、この中で、要素技術として最も多く用いられていたのは、有孔管と浸透材料（砂、碎石など）を組み合わせたものであり、主たる目的が雨水の地下浸透や地下水涵養であるものが多く、初期フラッシュ水の浄化や土壌入れ替えなどメンテナンスを前提にした装置はみられなかった。雑誌「雨水技術資料」((社)雨水貯留浸透技術協会, 1991創刊)には、雨水浸透技術が多く紹介されており参考となる。また、海外においては、高速道路の路面排水を湿地に導き浄化する施設事例がみられた。

収集した資料の中で、文献番号3) 13) 42) (山本弥四郎ら)では、処理装置に関して総合的な実験・検討がなされており、東京都において実施設として運用されており、文献番号15) 「道路土工排水工指針」に掲載されている(図-1)。しかしながら、東京都の下水処理方法が合流方式であることから、開発された装置は、下水道への排水速度を超える降雨強度の時に、超過分を地下浸透として公共用水域に流す構造を持っており、滋賀県の下水処理方式が分流式のため、この装置をそのまま適用することができない。

また、滋賀県においては、面源負荷抑制のために発生地点における高濃度初期フラッシュ水を選択的に浄化する目的があり、初期フラッシュ水と、その後に続く水を分ける工夫を考慮した装置を検討しているが、この視点での国内実施例は見られなかった。

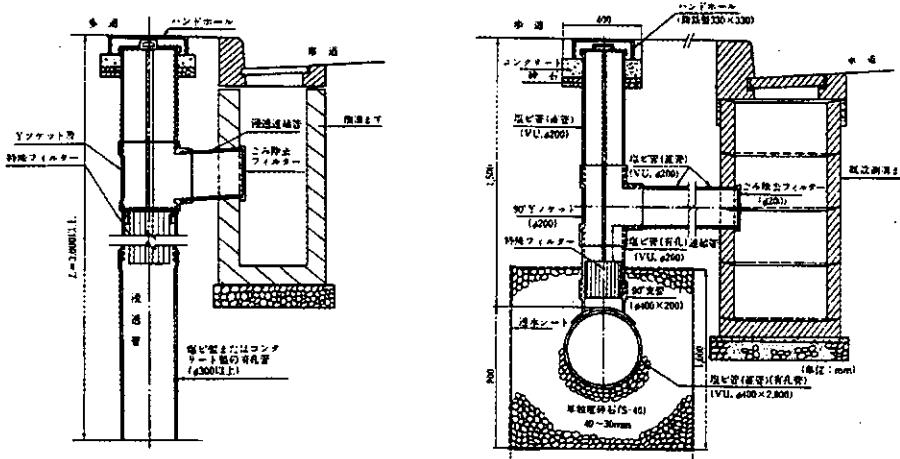


図-1 道路土工排水工指針に掲載されている浸透ます

## 2.2 処理施設（装置）の図案作成

路面排水の初期フラッシュが出水開始後 $2\text{ l}/\text{m}^2$ で終了し、その後の路面排水は比較的低濃度であることから、出水開始後 $2\text{ l}/\text{m}^2$ までの路面排水を選択的に分水し、浄化する装置を考案した。考案にあたっては、草津管内で選択した交通量の多い13路線を踏査し、実際の道路排水構造を参考にした。浄化施設（装置）は次の基本方針とした。

- ①路面排水の初期フラッシュ水（降雨 $2\text{ l}/\text{m}^2$ ）を選択的に集水・浄化。
- ②維持管理、手間がかからない。
- ③耐久性、持続性が高い。
- ④低成本（建設コスト、ランニングコスト）である。
- ⑤道路構造や周辺環境への適応（3タイプ、表-1）。

表-1 道路構造、道路周辺環境

周辺環境	道路構造			
	高架	盛土なし	切土	盛土
用地なし	ますタイプ	側溝タイプ	側溝タイプ	マスタイプ
用地あり	緑地浸透タイプ	緑地浸透タイプ	-	緑地浸透タイプ

検討の結果、基本構造を①初期フラッシュ水とその後の水を分水する分水板（スリット板）を持ち、②その下に初期フラッシュ水量に一致する空隙部を持ち、③土壤浸透によって水質浄化を行う形（図-2）にした。さらに、高架下や糊面下に取り付ける「ますタイプ」として、2形状（横型、縦型）の処理装置と、側溝など道路付帯施設に組み込む「側溝タイプ」について図案を作成し（図-3）、ますタイプについては実験装置を制作した（写真-1）。また、これら装置を実施設として用いる際には、実際の道路で見られた道路排水構造（図-4）にあわせて、各部の構造や施工方式など検討する必要があると考えられる。

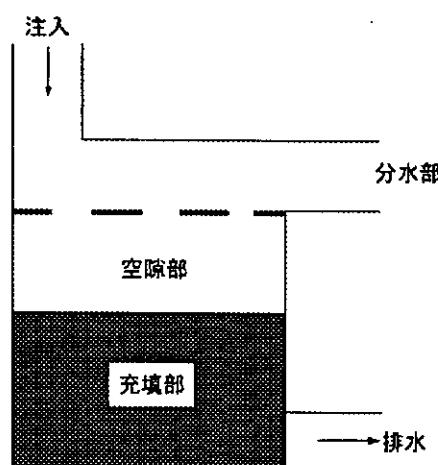
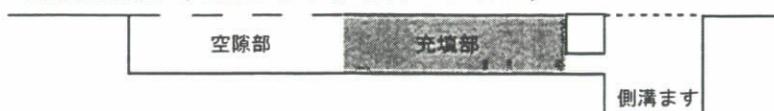


図-2 路面排水処理装置の基本構造

ます型装置（横型：下 縦型：右）



側溝型装置（地上に分水部を持つタイプ）



側溝型装置（地下に分水部を持つタイプ）

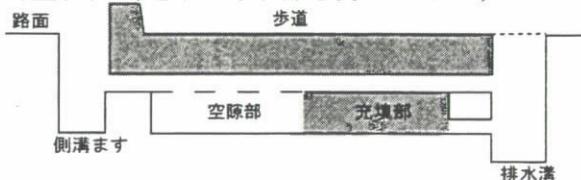


図-3 ます型と側溝型の図案（例）

縦型装置

横型装置

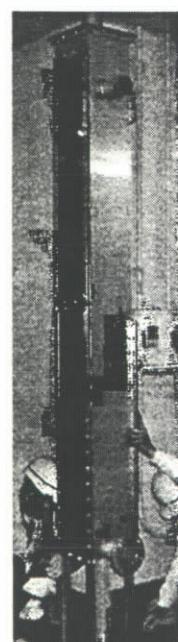
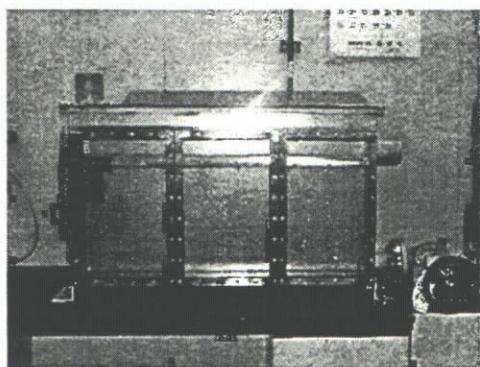
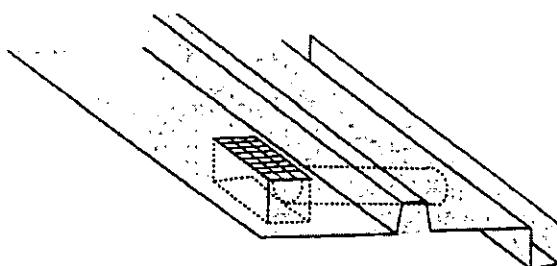
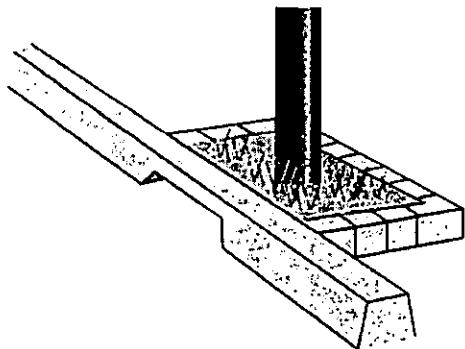


写真-1 制作した実験装置

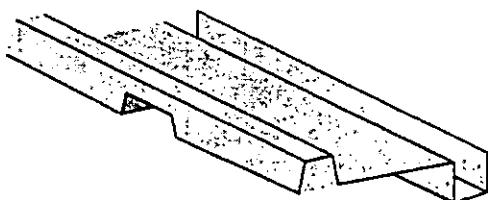
①側溝→側溝ます→歩道暗きよ→排水溝



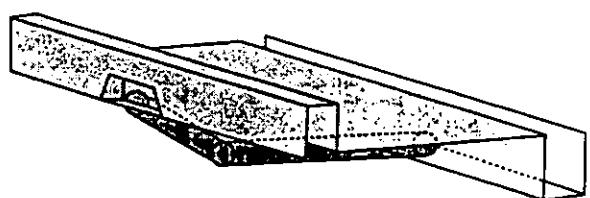
②側溝→街路樹浸透



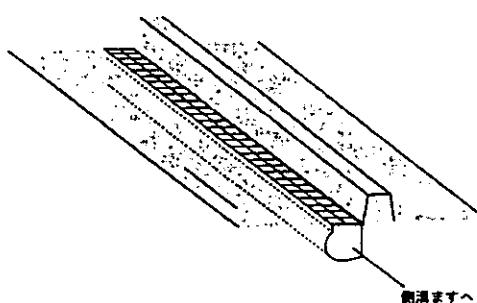
③側溝→歩道上→排水溝



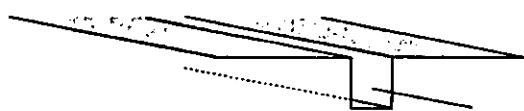
④側溝→歩道暗きよ→排水溝



⑤連続する格子形側溝ますふた→側溝ます



⑥側溝なし→排水溝



⑦高架

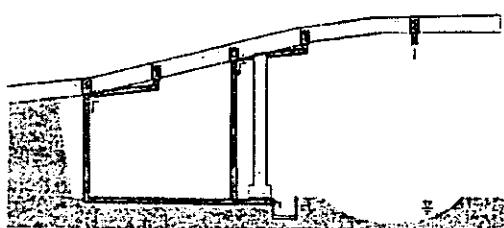


図-4 現地で見られた道路構造

## 2.3 ゴミフィルター、SSフィルター検討

路面排水には、溶存態の汚濁成分の他に粒子状の汚濁成分（SS）や大型のゴミ類（木の葉など）が含まれており、粒子状成分やゴミ類は処理装置や処理基材（土壌など）の目詰まりを生じさせる。このため、できるだけ処理基材を長く維持するために処理部より前に、大型ゴミ類の除去フィルターと粒子状汚濁成分（SS）の除去フィルターの検討を行った。

### 2.3.1 大型ゴミフィルターの検討

メッシュサイズの異なる3種類の金網を大型ゴミフィルターとし、葉山川跨線橋と近江富士大橋の側溝ますに73日間取り付け、ゴミや土砂などの堆積状況を調査したところ、メッシュサイズ大(27mm)では、両路線とも堆積物が少なかったことからフィルターとしての機能が少ないと考えられた。メッシュサイズ中(17mm)と小(6.5mm)では、堆積物を5mmふるい残さ中の堆積物の組成に明確な差は見られず、また、5mmふるいを通過した物質量とゴミフィルターのメッシュサイズにも明確な関係がみられなかった（図-5）。このことより、閉塞による道路安全の低下を回避するためにはメッシュサイズができるだけ大きい方が良いことと考え、大型ゴミフィルターに使用するのに最適なメッシュサイズは、17mm前後であると考えられた。

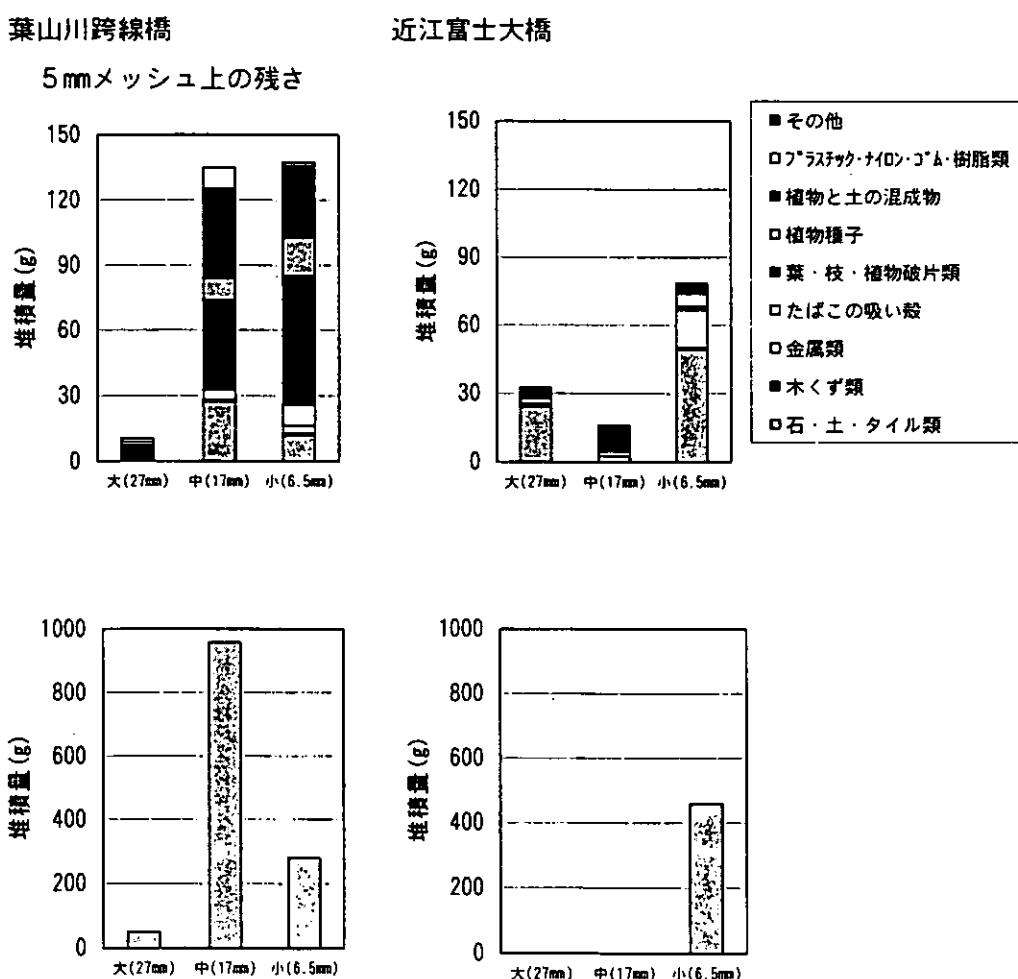


図-5 5mmメッシュ上に残った堆積物（上）と通過物量（下）

### 2.3.2 SS除去フィルターの検討

内径6.3cmのアクリル製パイプの末端に不織布を取り付け、不織布を取り付けた方を下にして垂直に立てた状態で、初期フラッシュ水を上部から注ぎ、不織布を通過した水を調査した（写真-2）。その結果、ポリプロピレン、ナイロンにおいては、閉塞が起きやすく、ポリエステル製の不織布が比較的良好であった。また、閉塞の起きなかつたフィルターのSS除去能力は、最高でも18%（3～18%、図-6）であり、実施設においては、不織布以外の材質、フィルターの配置方法（流向に対して垂直、平行など）など今後の課題である。

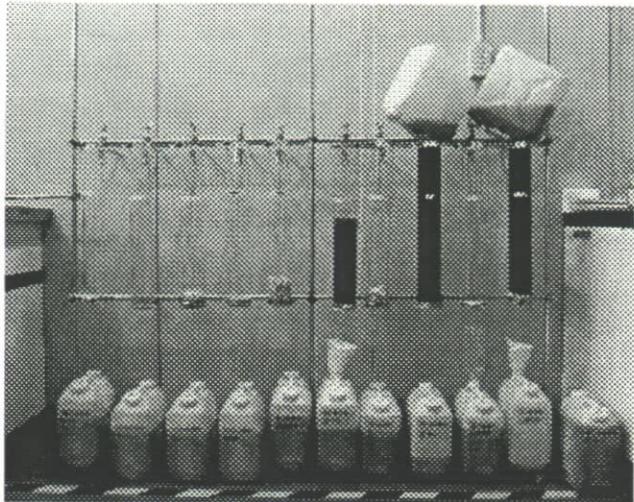


写真-2 SS除去フィルター実験装置

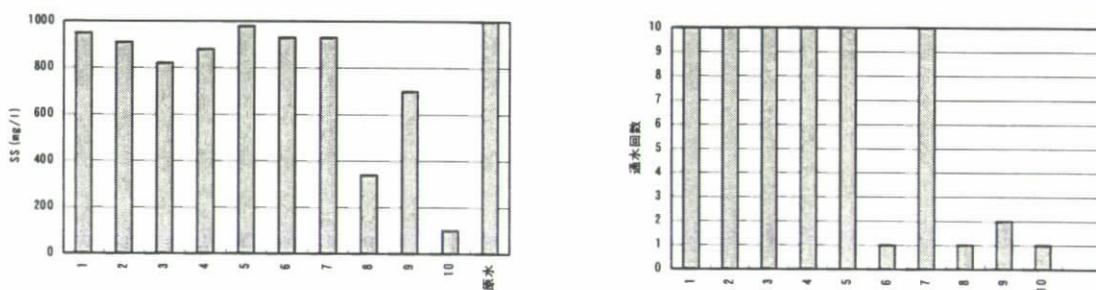


図-6 不織布フィルターによるSS除去性能（左）と閉塞に至るまでの通水回数（右）

### 2.4 着色水による水理実験の検討

本調査で作成した「ますタイプ」の実験装置（縦型、横型）について、次の検討内容について着色水による水理実験を行った。

- ①初期フラッシュ水が処理部に流入するかどうか
- ②初期フラッシュ後の水が、初期フラッシュ水と混合することなく分水され、排水されるかどうか

#### 2.4.1 横型装置のスリット形状検討

横型装置においては、分水部の面積が広く、様々なスリットパターンを制作することができる。そこで、最適なスリットパターンを知るために、空隙部を満水にした後、着色水を流入させ、スリット板を通じた混合状態を観察した。その結果、スリット幅が狭いほど混合が起こりにくく、流路やスリット間隔が長いほど混合が少ないことが判明した。また、実運用でスリットの閉塞起こりにくいことから、横型装置については、「1cmスリット、10cm間隔、全体配置」のパターンを採用した（表-2、図-7）。

表-2 横型装置スリットパターン検討結果

	スリット幅	スリット間隔	配置	結果
1	1 cm	5 cm	全体	スリット全体より徐々に空隙部への混合が見られ、約10分後に色素が全体に拡散した。
2	3 cm	5~10cm	上流	流し初めてから3分後には空隙部全体に混合した。
3	1 cm	5 cm	上流	混合は緩やかであり、約15分で全体に拡散した。
4	1 cm	5 cm	下流	混合がほとんど見られなかった
5	1 cm	5 cm	中流	混合がほとんど見られなかった
6	1 cm	10cm	全体	混合がほとんど見られなかった

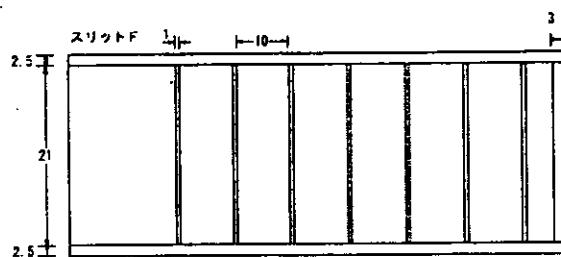


図-7 採用されたスリットパターン

#### 2.4.2 分水試験結果

前項で検討したスリットを用いた横型装置および縦型装置において、初期フラッシュ水が処理部に流入するかどうか検討したところ、本装置で設計したスリットまたは受け板によって、少なくとも降雨1.5~40mmの範囲においては、初期フラッシュ水を空隙部に導くことが可能であることが確認された。

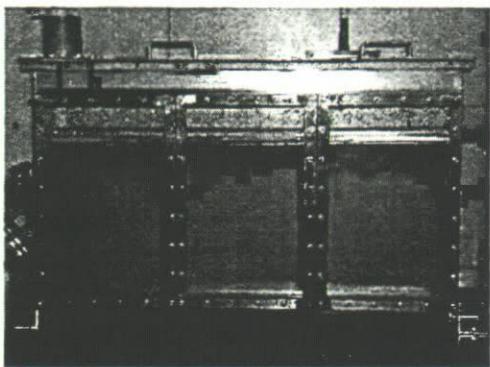
また、初期フラッシュ後の水が、初期フラッシュ水と混合することなく分水され、排水されるかどうかについて、6パターンの通水条件について実験した（表-3、図-8）。その結果、横型装置の分水構造の方が、初期フラッシュ水とその後の水の混合が起こりにくいと考えられ、その混合率は、着色水（初期フラッシュ水の後の水）の及んだ範囲では、1.5~20mm/hの降雨強度範囲で10~40%（40mm/hでは100%、図-9）であり、分水試験の出水直後の塩基伝導度の変化より求めた分水板直上・直下の混合率では、7~40mm/hの降雨強度で40~50%（図-10）であった。これらの結果から、水質浄化試験には横型装置を用いた。

表-3 初期フラッシュ後水の分水実験パターン

	流入速度		降雨換算*	流入パターン
1	最強	13.3 ℓ/min	40 mm/h	連続
2	強	6.7 ℓ/min	20 mm/h	連続
3	中	2.3 ℓ/min	7 mm/h	連続
4	弱	0.5 ℓ/min	1.5 mm/h	連続
5	強	6.7 ℓ/min	20 mm/h	断続（5分通水5分停止）
6	強・弱	6.7~0.5 ℓ/min	20~1.5 mm/h	強（20分）→弱

\*集水面積20m<sup>2</sup>相当

通水開始10分後（通水量67ℓ）



通水開始15分後（通水量100.5ℓ）

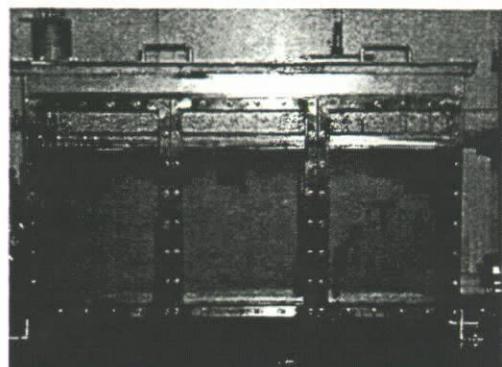


図-8 分水試験状況（強：6.7 l/min（降雨 20 mm/h 相当）連続の例）

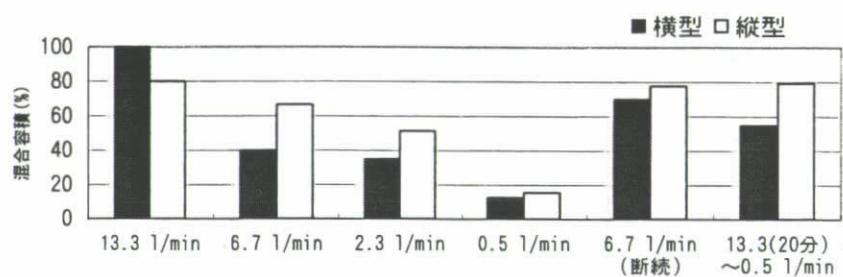


図-9 分水部下の着色範囲の容積率（%）

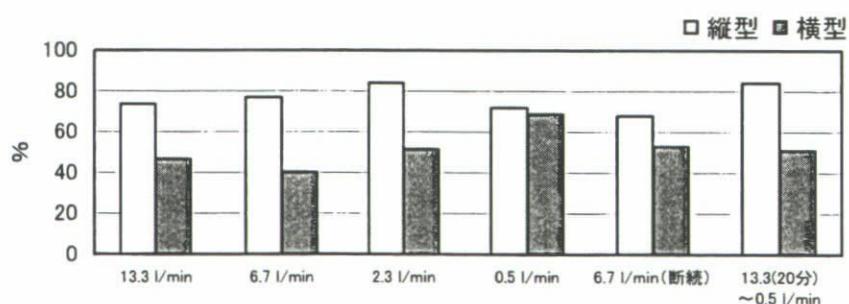


図-10 初期フラッシュ模擬水と分水上部流出直後水の混合率（%）

## 2.5 水質浄化性能試験（充填土壌の検討）

着色水を用いた水理試験の結果選定した横型装置を用いて、水質浄化性能試験を行った。実験では、浄化媒体である土壌について表-4に示す3種類を検討した。また、通水方法は、初期フラッシュ水-安定後の水の順にそれぞれ50ℓずつとし、降雨強度7mm/h相当の流速(2.3ℓ/min)で、3日に1回の頻度で通水した。また、通水速度は、先行晴天日数0.5日以内に処理することを想定し、空隙部容量(50ℓ)が約12時間で通水する速度(分水部まで満水にした状態で130ml/minの流速)とした。実験では、各土壌に対して3日に1回の頻度で通水し、1回目、3回目、5回目、7回目および9回目の5回について流入水と処理水の水質を測定した。また、実験開始時と、6降雨目において空隙部の水位と通水速度を測定し通水性を確認した。

表-4 実験に用いた土壌

	土壤種類	採取地など	備考
1	マサ土(未熟土)	信楽産(市販)	30%粒径=約1.0mm、60%粒径=約4.2mm
2	川砂	野洲川産(市販)	30%粒径=約0.4mm、60%粒径=約1.0mm
3	赤玉土	小玉(市販)	孔径2mmのふるい上に残ったものを使用

実験の結果(図-11)、次の現象が確認された。

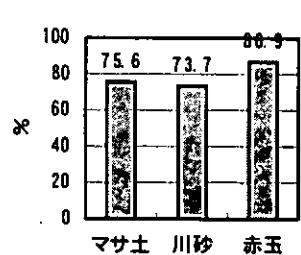
- ①全ての土壌で水質浄化機能が確認された。
- ②水質浄化性能は、粒子状物質、溶存態物質とも赤玉土が若干高かった。
- ③粒子状物質の除去率が高かった(75%以上)。
- ④溶存態物質の除去率は比較的低く、有機物と窒素では20~50%程度、溶存態リンでは50~80%であった。
- ⑤全土壌において、溶存態窒素の溶存態リンの除去率が経時的に上昇する現象がみられた。
- ⑥マサ土において、溶存態有機物の除去性能が経時的に上昇する現象がみられた。
- ⑦9回の通水の間に水質浄化性能の低下は見られなかった。
- ⑧透水試験の結果から、透水性が当初の50%に低下するのは、マサ土では61回目、川砂では36回目であると考えられる。

これらのことから、本実験装置の水質浄化性能は、粒子状物質については実用的な性能が得られていると考えられるが、溶存態物質に対する水質浄化性能は比較的低かったため、処理部長さを長くするなど今後の検討課題が残された。また、各土壌とも初期フラッシュ水(処理原水)の水質濃度が高くなると処理水の濃度が高くなる傾向が見られ、このため、初期フラッシュ水の水質濃度が高かった通水時においては、処理水においても黒色を帯びていた(写真-3)。

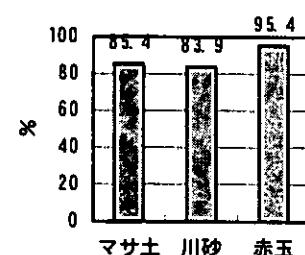
また、透水試験結果では、透水性が当初の50%に低下するのは、計算上、マサ土では61回目、川砂では36回目であったことと、年間の降雨回数が69回(1999年4月~2000年3月、琵琶湖淀川共同実験センター、連続する降雨を1と数えた)であることから、少なくとも、川砂では約半年間、マサ土では1年間、赤玉土ではそれ以上の期間、目詰まりが生じないことが示唆された。また、透水性の低下が充填土壌の粒径に依存すると考えられたことから、充填前に微細な粒径を除去するなどすれば、さらに長期間目詰まりさせないことも可能であると考えられる。

これらのことより、赤玉が水質浄化性能が高いと思われるが、赤玉土は高価であることから、安価で比較的水質浄化性能が良い、マサ土が実施設に適用可能であると考えられる。

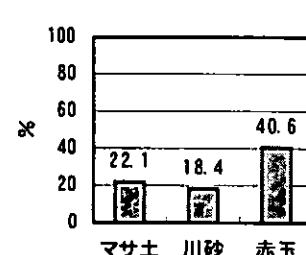
C - O D



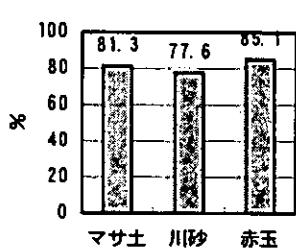
P - C - O D



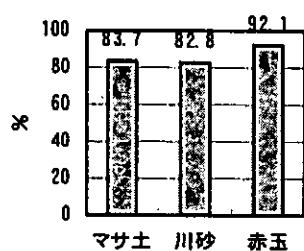
D - C - O D



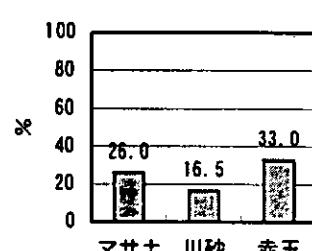
T - O C



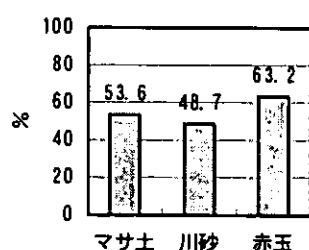
P - T - O C



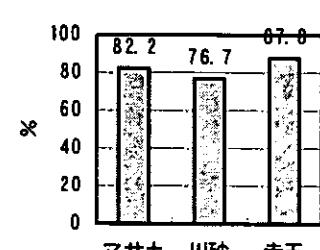
D - T - O C



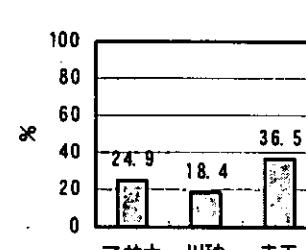
全窒素 (T - N)



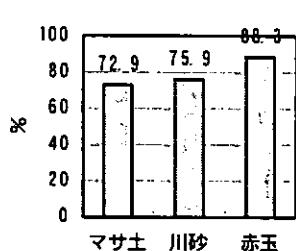
粒子状窒素 (P - N)



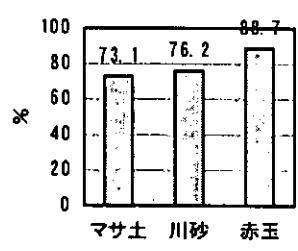
溶存態窒素 (D - N)



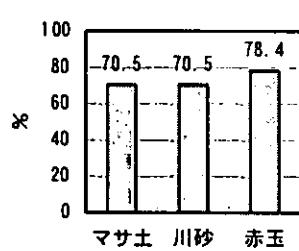
全リン (T - P)



粒子状リン (P - P)



溶存態リン (D - P)



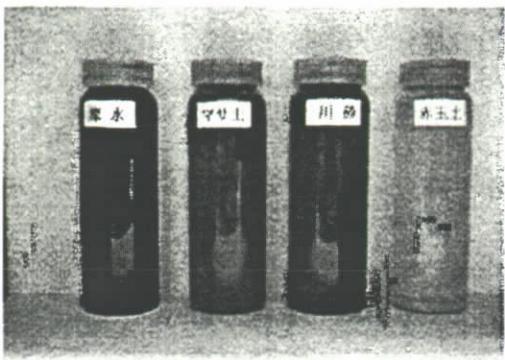
※除去率に負の値があった第1回通水を除いた

図-11 横型装置における水質濃度の平均除去率 (%)

1 降雨目



9 降雨目



左から、流入水、マサ土、川砂、赤玉土

写真-3　流入水と処理水の状況

### 3.まとめと課題

#### 3.1 集水面積と装置形状

路面排水を処理する上では、集水面積が広くなるほど、装置の規模が大きくなり、初期フラッシュ水が流下する際に希釈されるため処理効率が悪くなる。逆に、集水面積を狭く設定すると、処理装置の容積は小さくなるが設置頻度を高くする必要性が高くなり、装置のメンテナンス状障害となる。葉山川跨線橋での事例では、集水面積750m<sup>2</sup>においても明確な高濃度初期フラッシュが確認できたため、この集水面積程度なら、選択的な浄化が可能であると考えられる。

側溝、側溝ますあるいは歩道地下における「側溝型装置」や、高架下や矩面下に設置可能な「ます型装置」における集水面積の最小単位は、道路の側溝ます（または排水管）の間隔に依存し、現地状況によると、側溝ます間隔が概ね20m程度であることから、6m幅の道路であれば120m<sup>2</sup>が集水面積となり、初期フラッシュ水2l/m<sup>2</sup>を処理対象とした場合、240lが装置の空隙部容積となる。また、路面～排水溝の落差、道路安全のための装置強度、可能なメンテナンス頻度による検討も必要であると考えられる。

#### 3.2 分水構造

高濃度初期フラッシュ水を選択的に浄化するためには、初期フラッシュ水とその後の水を積算流量をもとに分離する（分水する）必要がある。本検討では、可動部を持たないことや動力を使わないことから、受け板やスリット板（分水板）を検討したが、他の方法や、より効率の良い分水板の検討が必要であると考えられる。

本報告書において、スリット形状について検討したところ、スリット幅が狭いほど混合が起こりにくく、流路やスリット間隔が長いほど混合が少ないことが判明した。本報告書の実験では、実運用でスリットの閉塞起こりにくいことを考慮して、横型装置について、「1cmスリット、10cm間隔、全体配置」のパターンを採用した。

#### 3.3 前処理フィルター

道路排水からは、大量の土砂やゴミが排出されるため、処理装置が目詰まりしたり、ゴミにより閉塞することの無いように、あらかじめ除去するのが望ましいと考えられる。本検討では、大型ゴミフィルターとして金網を検討し、SS成分除去フィルターとして不織布フィルターを検討し、ゴミ除去には17mm程度の金網が有効である結果を得たが、不織布フィルターについては、明確な結論に達することができなかった。不織布以外の材質、フィルターの配置方法（流向に対して垂直、平行など）など検討すべき項目は多いと考えられ、今後の課題である。

また、道路周辺環境の違いにより、路面からの排出物が大きく変わることにも対応する必要がある。

#### 3.4 充填土壤

本報告では、赤玉、マサ土、川砂の3土壤について、横型装置における水質浄化性能および持続性について検討を行った。その結果、実験装置の水質浄化性能は、いずれの土壤においても粒子状物質については実用的な性能が得られていると考えられるが、溶存態物質に対する水質浄化性能は比較的低かったため、処理部長さを長くするなど今後の検討課題が残された。水質浄化実験結果では、赤玉土が他の土壤より若干水質浄化性能が高い結果であったが、赤玉土は高価であることから、安価で比較的水質浄化性能が良い、マサ土が実施設において適用性が高いと考えられる。

滋賀県で行われてきた既存の実験調査報告によると、土壤による有機物処理に適した土

壤として、団粒構造を持たない土壌が有効であり、その候補としてマサ土が挙げられていることからも、マサ土を利用した水質浄化装置が想定される。

透水試験結果では、透水性が当初の50%に低下するのは、計算上、マサ土では61回目、川砂では36回目であったことと、年間の降雨回数が69回（1999年4月～2000年3月、琵琶湖淀川共同実験センター、連続する降雨を1と数えた）であることから、少なくとも、川砂では約半年間、マサ土では1年間、赤玉土ではそれ以上の期間、目詰まりが生じないことが示唆された。また、透水性の低下が充填土壌の粒径に依存すると考えられたことから、充填前に微細な粒径を除去するなどすれば、さらに長期間目詰まりさせないことも可能であると考えられた。

### 3.5 今後の課題

本報告において路面排水処理施設について室内実験を中心に検討を行ったが、今後、実施設の設計、設置に向けた課題には次の事項があると考えられる。

#### (1) 溶存態物質の処理能力向上への検討

- ①処理部大きさ
- ②土壌種類、粒径の選択
- ③他の処理剤
- ④浄化能力維持試験

#### (2) 路面排水構造に適用可能な装置構成の検討

- ①ゴミ、SSフィルターの形状と実施設における設置方法
- ②様々な道路構造に適用した、分水部構造、分水性能の検討
- ③様々な道路構造に適用した、処理部構造、処理性能、メンテナンス性の検討
- ④道路排水構造と処理装置構成の組合せの検討

#### (3) 建設コストとランニングコストの検討

- ①道路構造毎の標準的な建設コスト、ランニングコストの算出

#### (4) 上記内容をまとめた道路排水処理施設の設置基準の策定

---

### 実験担当者（平成12年度担当）

滋賀県

土木部道路課主幹兼係長

望月 正人

土木部道路課主任技師

稻葉 実

財団法人 琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター所長

田井中善雄

実験センター研究員

馬場 玲子

## 15. 中間水路底質調査（その3）

### 1. 目的

本業務は、草津川放水路供用前における中間水路水域で堆積環境の現状把握を目的とした調査を行い、浚渫効果の持続性及びトレンチの効果を検討するとともに、草津川放水路供用後の中間水路水域における浮泥堆積機構の解明に資する資料を得るものである。

### 2. 調査場所

#### 2.1 浚渫実績

図2-1に中間水路水域における浚渫実績概要を示す。草津川放水路河口域において、平成10年11月～平成11年3月にかけて、A部において薄層浚渫が実施された。次いで平成11年3月～平成11年6月にかけてB部の薄層浚渫が実施された。その後平成11年5月～6月に、5m幅で60cm及び3割勾配のトレンチ掘削が行われている。

#### 2.2 調査地点

中間水路水域（草津川放水路河口部周辺）に設定した地点とする。

なお、調査地点については、以下の理由により選定した。

- ・中間水路草津川放水路河口部周辺を広くカバーする。
- ・河川の影響を評価するために、河口からの河川の流入方向に沿って、距離的な変化を見る必要がある。
- ・底泥の再移動に及ぼすトレントの効果を評価するためには、流れの方向に沿ってトレントの両側を比較する必要がある。
- ・草津川放水路の影響を受けにくい地点を対照地点として設ける。
- ・間隙水調査については、昨年度中間水路底質調査業務として実施されていた地点について継続調査を行う。

以上のこと考慮して調査地点は図2-1に示すとおりとする。

堆積深測定：17地点（A-1～E-3、H及びI）

沈降物調査：7地点（A-2～E-2、H及びI）

間隙水調査：7地点（A-2～E-2、F、G）

### 3. 調査内容

#### 3.1 調査期間

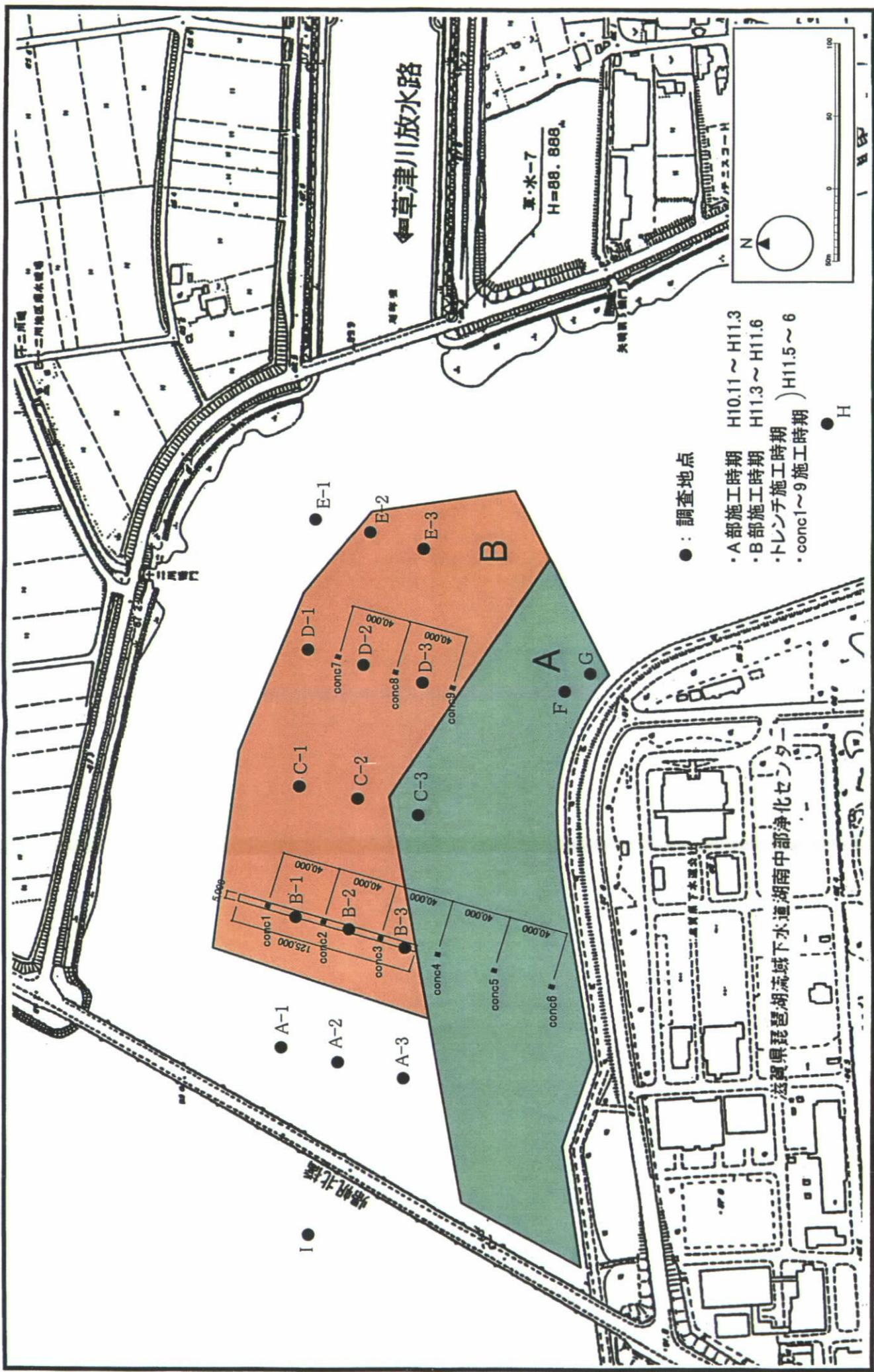
湖沼における底泥の堆積及び移動に影響を及ぼす要因として、降雨に伴う河川からの濁水の流入と、強風に伴って発生した波浪による底泥の巻き上げ及び再堆積があげられる。このことを考慮して、台風期、冬季季節風期の2期について調査を行った。

初期値測定：平成12年7月28日

台 風 期：平成12年9月13日～11月14日

冬季季節風期：平成13年1月11日～2月13日

図 2-1 淹没実績及び調査地点



### 3.2 調査項目

本調査における調査項目及び分析方法を表3-1に示した。

表3-1 調査項目及び分析方法

調査項目		分析方法
堆積物 及び 沈降物	乾燥減量	底質調査方法(1988) 3
	強熱減量	底質調査方法(1988) 4
	粒度分布	レーザー回折及びレーザー散乱法
	全窒素	C H N コーダー法
	全リン	ペルオキソニ硫酸カリウム分解法 (西条・三田村、1995)
間隙水	溶存態全窒素(D-T-N)	JIS-K-0102(1998) 45.2
	溶存態全リン(D-T-P)	JIS-K-0102(1998) 46.3.1

### 3.3 調査工程

本調査の調査工程表を表3-2に示す。

表3-2 調査工程表

調査期	2000年度							2001年度		
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
梅雨期				9/13		11/14		1/11	2/13	
堆積速度調査 堆積深測定 (7地点×5回)		● 堆積板設置 初期値測定 7/28		● 堆積深測定 9/19		● 堆積深測定 11/14		● 堆積深測定 1/11	● 堆積深測定 2/13	
堆積物分析調査 試料採取 (7地点×3回)		○ 試料採取 8/11			○ 試料採取 11/14			○ 試料採取 2/13		
間隙水分析調査 試料採取 (7地点×3ヶ所×2回)			7/28～8/11 8/23～9/6							
沈降物調査 堆積厚測定・試料採取 (7地点×12回) 週1回サンプリング				9/13		11/7		1/11	2/9	

## 4. 結果と考察

### 4.1 堆積深及び底質分析調査

#### 4.1.1 調査手法

##### (1) 堆積深調査

写真 4-1、写真 4-2 に堆積板及び堆積深測定板の写真を示す。まず潜水作業により湖底面下に堆積板を埋め、その上に底泥をかぶせて湖底面を堆積板埋没前と同じように復帰させる。その後、堆積板上の堆積厚を測定し初期値とし、適当な期間を経て、堆積板上に蓄積した堆積物の厚さを測定して、その測定値の変化から、その期間における堆積（または洗掘）の深さを求める。

##### (2) 底質分析調査

堆積板に堆積する堆積物の性状を調べるため、堆積板付近の底泥をダイバーの潜水作業によって柱状採泥器を用いてサンプリングを行い、表層 5mm 部分を切り取り分析に供した。

#### 4.1.2 調査地点

堆積深及び底質分析調査地点を図 2-1 に示した。堆積深調査は A-1～E-3 及び H、I の計 17 地点、底質分析調査については、A-2～E-2（中央ライン）及び H、I の計 7 地点とした。

#### 4.1.3 調査日

##### (1) 堆積深調査

下記の日程で初期値測定、台風期の初めと終わり、冬季季節風時の初めと終わりの計 5 回行った。

平成 12 年 7 月 28 日	(初期値測定)
平成 12 年 9 月 19 日	(台風期初め)
平成 12 年 11 月 14 日	(台風期終わり)
平成 13 年 1 月 11 日	(冬季季節風時初め)
平成 13 年 2 月 13 日	(冬季季節風時終わり)

##### (2) 底質分析調査

下記の日程で盛夏期、台風期の終わり、冬季季節風時の終わりの計 3 回行った。

平成 12 年 8 月 11 日	(盛夏期)
平成 12 年 11 月 14 日	(台風期終わり)
平成 13 年 2 月 13 日	(冬季季節風時終わり)

#### 4.1.4 調査結果

##### (1) 堆積深調査

堆積深調査結果を表として一覧を表 4-1 に、図示したものを図 4-1 に示す。

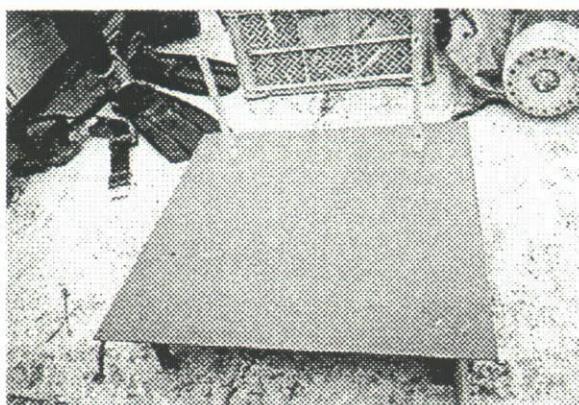


写真 4-1 堆積板

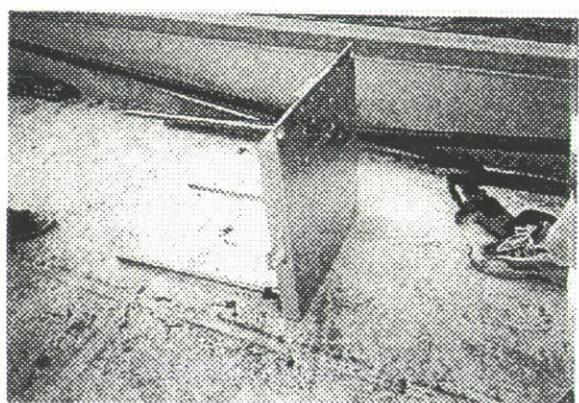


写真 4-2 堆積深測定板

図4-1 堆積深調査結果一覧

観測日	堆積期間			A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	D-1	D-2	D-3	E-1	E-2	E-3	H	I
H12.7.28	0日	銀測値 (mm)	8.2	16.3	18.8	14.0	12.0	9.5	11.5	11.7	12.5	11.2	9.8	18.0	10.7	16.7	15.0	14.7	10.7	
		銀測値 (mm)	12.3	18.5	33.0	69.7	62.8	57.8	51.8	14.0	36.2	74.3	28.2	14.5	19.3	31.3	63.5	81.8	23.7	
H12.9.19	53日	堆積深 (mm)	4.2	2.2	14.2	55.7	50.8	48.3	40.3	2.3	23.7	63.2	18.3	-3.5	8.7	14.7	48.5	67.2	13.0	
		堆積速度 (mm/day)	0.08	0.04	0.27	1.05	0.96	0.91	0.76	0.04	0.45	1.19	0.35	-0.07	0.16	0.28	0.92	1.27	0.25	
H12.11.14	56日	銀測値 (mm)	17.5	16.5	61.2	63.0	63.2	83.8	58.5	25.5	45.5	72.0	29.8	13.5	44.0	48.5	45.3	70.0	19.2	
		堆積深 (mm)	5.2	-2.0	28.2	-6.7	0.3	26.0	6.7	11.5	9.3	-2.3	1.7	-1.0	24.7	17.2	-18.2	-11.8	-4.5	
		堆積速度 (mm/day)	0.09	-0.04	0.50	-0.12	0.01	0.46	0.12	0.21	0.17	-0.04	0.03	-0.02	0.44	0.31	-0.32	-0.21	-0.08	
H13.1.11	58日	銀測値 (mm)	21.5	12.8	76.7	134.5	111.5	125.3	73.3	24.8	26.3	24.3	30.8	8.2	9.2	13.7	42.0	75.2	11.7	
		堆積深 (mm)	4.0	-3.7	15.5	71.5	48.3	41.5	14.8	-0.7	-19.2	-47.7	1.0	-5.3	-34.8	-34.8	-3.3	5.2	-7.5	
		堆積速度 (mm/day)	0.07	-0.06	0.27	1.23	0.83	0.72	0.26	-0.01	-0.33	-0.82	0.02	-0.09	-0.60	-0.60	-0.06	0.09	-0.13	
H13.2.13	33日	銀測値 (mm)	14.0	21.5	78.3	101.0	86.3	124.7	68.3	23.7	26.8	24.2	19.3	9.0	22.8	25.2	31.5	84.7	32.2	
		堆積深 (mm)	-7.5	8.7	1.7	-33.5	-25.2	-0.7	-5.0	-1.2	0.5	-0.2	-11.5	0.8	13.7	11.5	-10.5	9.5	20.5	
		堆積速度 (mm/day)	-0.23	0.26	0.05	-1.02	-0.76	-0.02	-0.15	-0.04	0.02	-0.01	-0.35	0.03	0.41	0.35	-0.32	0.29	0.62	
H12.7.28～	200日	堆積深 (mm)	5.8	5.2	59.5	87.0	74.3	115.2	56.8	12.0	14.3	13.0	9.5	-9.0	12.2	8.5	16.5	70.0	21.5	
H13.2.13	(延べ日数)	堆積速度 (mm/day)	0.03	0.30	0.44	0.37	0.58	0.28	0.06	0.07	0.05	-0.05	0.06	0.04	0.08	0.35	0.11			

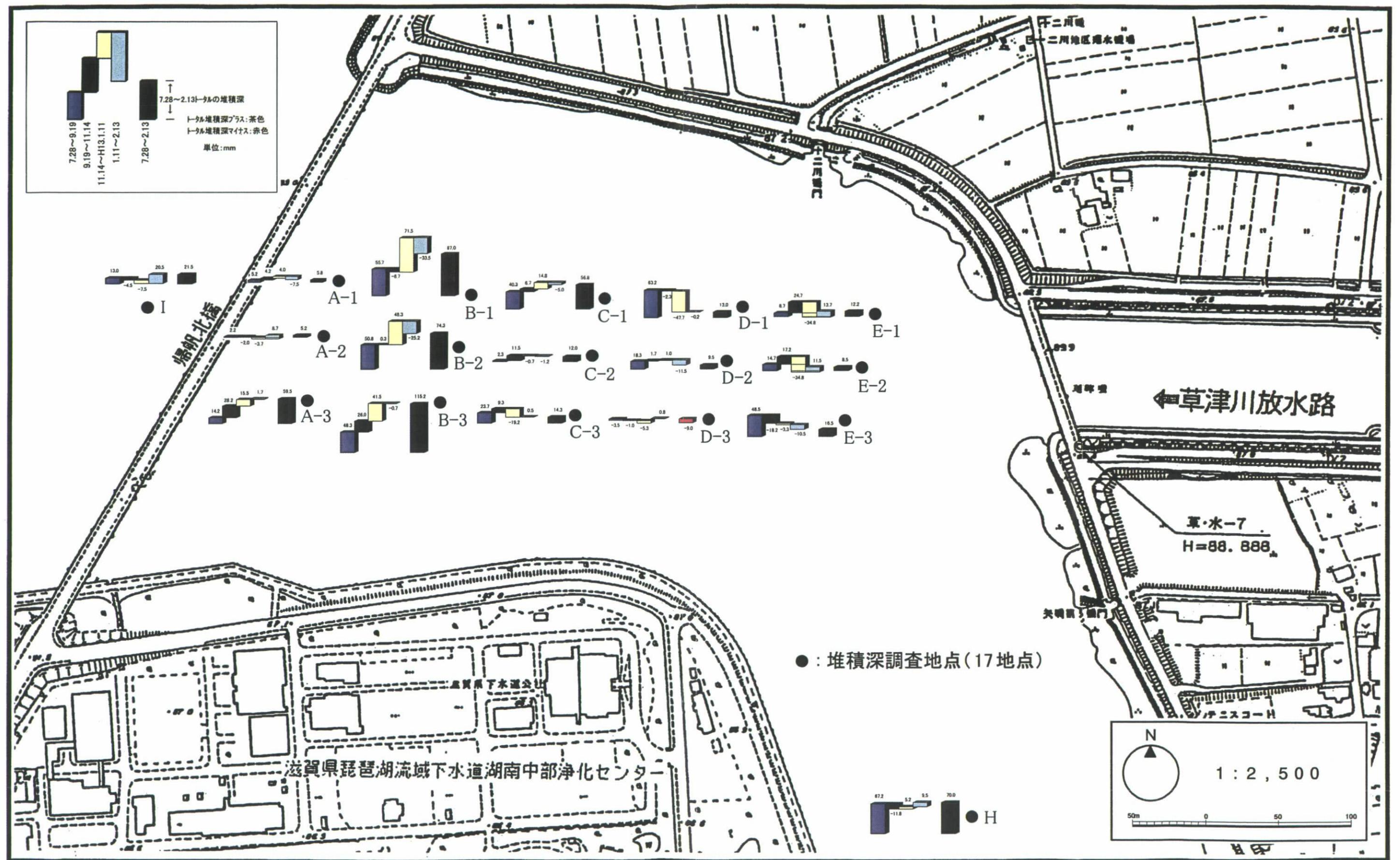


図 4-1 堆積深調査結果

調査は図 2-1 に示したように、A～E 地点は南北及び中央の 3 地点づつ、H は草津川放水路河口の対照地点として、I は中間水路外の対照地点として合計 17 の地点で実施した。

調査期間(7/28～2/13 の 200 日間)を通じての地点ごとの堆積深平均値をグラフにしたものを見ると、図 4-2 に示す。地点間の傾向として、トレンチ内の B 地点は他の地点に比べて堆積深が大きく(B-1 で 87mm、B-2 で 74.3mm、B-3 で 115.2mm)、トレンチの効果により堆積物が集まりやすい環境になっていることを示している。ただし、2/13 の調査において、堆積深がマイナスを示していた。これは堆積板に一度堆積したものが、冬季の季節風の影響を受けて再移動したものと考えられる。

次に高い値を示す傾向にあった地点が H であった。現地での観察により、調査地点において、大きな出水によるものではない濁りが見られた際の濁りの拡散範囲は、草津川放水路からまっすぐに琵琶湖に進むのではなく、河口から E 地点→D 地点と進み、そこから概ね H 地点の方向に拡散している現象が観察された。これより、草津川放水路からの流量が少ない時は、河川から中間水路北側を経て、琵琶湖に注ぎ込む流れより、琵琶湖から中間水路内に注ぎ込む流れのほうが卓越している可能性がある。堆積物はこの流れや風波あるいは舟の航行等の外力によって湖底を移動していると考えられるが、H 地点は草津川放水路の影響を受けない対照地点として設定したもの、濁りの拡散方向や、堆積深測定結果から考慮すると、草津川放水路の影響を一番受けやすい地点である可能性が考えられる。ただし、図 4-1 の結果から、200 日間の調査期間中に堆積した 70mm のうちの大半(67.2mm)は調査開始直後の 7/28 から 9/19 の期間に堆積していることがわかる。堆積板を設置する際には、周囲の湖底の状況と違いがないように埋め戻すよう配慮しているが、完全に周囲と同じにすることは困難であり、調査開始直後の測定値には湖底を人為的に乱した影響を含んでいる可能性がある。したがって、本当にこの地点の堆積速度が他の地点に比べて大きいかを判断するためには、今後、調査を継続して経過を見る必要がある。

図 4-1 より、A 地点の A-1、A-2 の堆積深は、C、D、E 地点に比べると低い傾向が見られるが、これは草津川放水路からもっとも離れた位置であるためと考えられる。A 地点は水路北側の端に位置しており、また直前にトレンチが存在していることから、草津川放水路の直接的な影響は少ないと考えられる。南湖の沖合部に近い堆積環境にあるものと考えられる。また、D、E 地点は草津川放水路に近い地点であるが、他の地点に比べると堆積、洗掘の変動幅が大きい。これは D、E 地点が、草津川放水路からの流入量が大きい場合には堆積よりもむしろ洗掘されやすく、出水の規模によって堆積が進む場合と洗掘が進む場合があることを示すものと考えられる。

表 4-2 に各地点における調査期間中(7/28～2/13 の 200 日間)の日あたりの堆積速度及び年間換算値を示す。

7/28～2/13 の調査期間の 200 日間で堆積深がマイナスの結果となったのは D-3 のみで、他の地点ではばらつきはあるが堆積しており、1 日あたりで最小値 : 0.03mm～

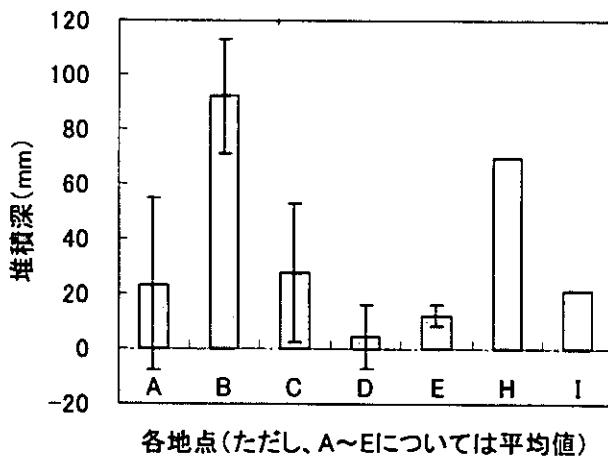


図 4-2 各地点の堆積深値  
(7/28～2/13 の 200 日間)

(A-1, A-2) ~最大値 : 0.58mm (B-3) の堆積であった。

表 4-2 各地点における日あたり堆積速度及び年間換算値

地 点	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
7/28~2/13 (200 日間) の 日あたりの堆積速度 (mm/day)	0.03	0.03	0.30	0.44	0.37	0.58	0.28	0.06	0.07
年間堆積速度 (換算値) (cm/yr)	1.1	1.1	11.0	16.1	13.5	21.2	10.2	2.2	2.6
地 点	D-1	D-2	D-3	E-1	E-2	E-3	H	I	-
7/28~2/13 (200 日間) の 日あたりの堆積速度 (mm/day)	0.07	0.05	-0.05	0.06	0.04	0.08	0.35	0.11	-
年間堆積速度 (換算値) (cm/yr)	2.6	1.8	-1.8	2.2	1.5	2.9	12.8	4.0	-

中間水路における 1 年間あたりの堆積速度は、過去に行われた調査によれば中間水路外で 1.2cm/yr、中間水路内で 2.9cm/yr である（出典：「湖南中部浄化センター周辺水域堆積状況調査報告書」H7.2 滋賀県）。今回の調査結果から堆積速度を算出すると、B 地点はトレーンチ内という特殊な環境であるので堆積速度が大きいのは当然であるが、その他の水路内の A～E 各地点では、A-3、C-1 を除いては過去の調査事例とほぼ同様の結果であった(1.1～2.9cm/yr)。

## (2) 底質分析調査

底質分析調査は盛夏期、台風期の終わり、冬季季節風期の終わりの計 3 回実施した。なお、サンプリングは柱状採泥器を用いて行った。

図 4-3 に強熱減量調査結果を示す。これより、位置的な傾向は認められないが、総じて 11 月に低く、2 月に高い値を示している。次に図 4-4 に粒度分析結果を示す。これより、11 月に砂分の比率が高く、シルト及び粘土分の比率が低くなっていることが認められた。

一般に、底質の有機物は、粒径の細かい部分に多い傾向があることから、粒径分布の変化は強熱減量の変化と符合しているといえる。8 月から 11 月にかけての変化は、今年は台風の接近はなかったものの 9 月から 11 月にかけて比較的雨が多くたため、出水に伴って陸域から砂分が供給されたと考えることができるが、その後冬季に細粒分が増加した理由は解釈が難しい。ただ、水温の低下に伴って微生物による底質の分解・無機化が不活発になるため、冬季に強熱減量が増加すること自体はあり得る変化と考

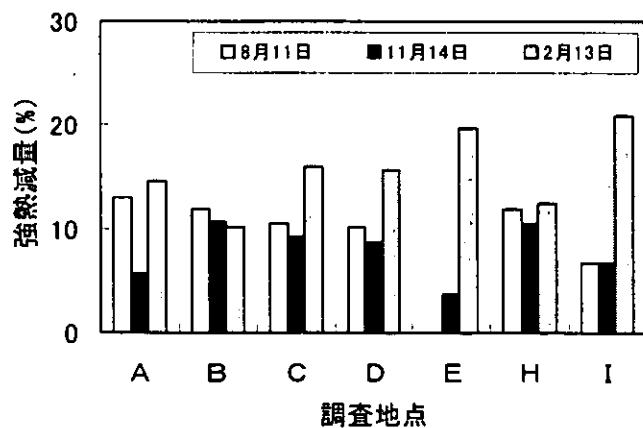


図 4-3 強熱減量調査結果

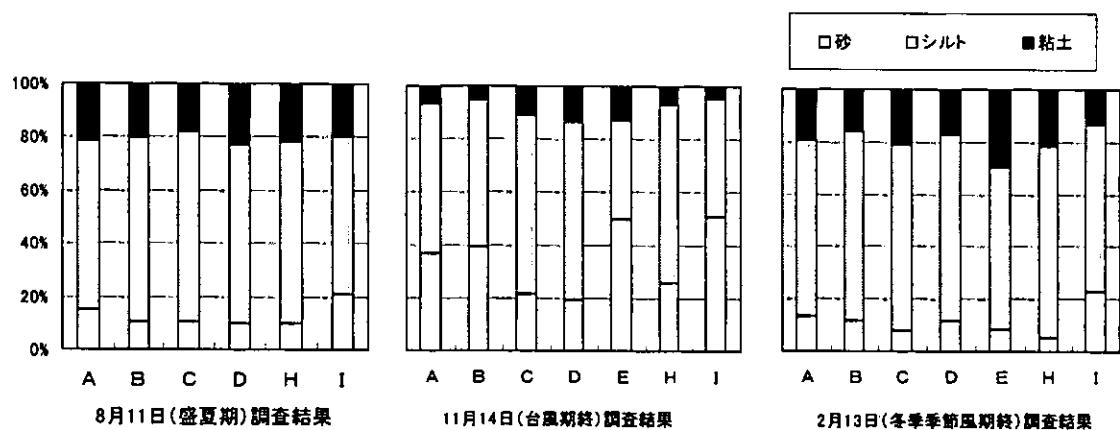


図 4-4 粒度分析結果

えられる。

図4-5に底質中の炭素含有率を、図4-6に底質中の窒素含有率を、図4-7に底質中のリン含有率を示す。

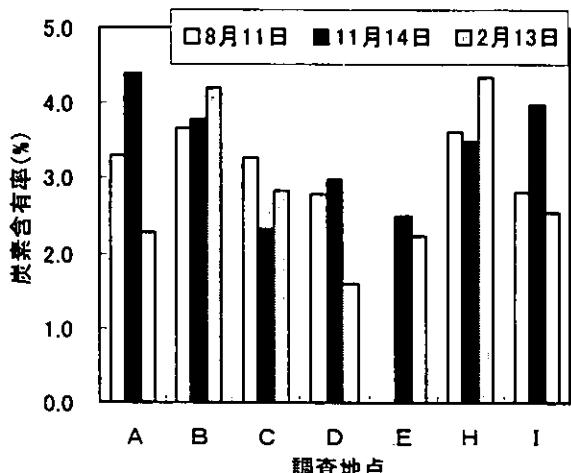


図 4-5 底質中炭素含有率

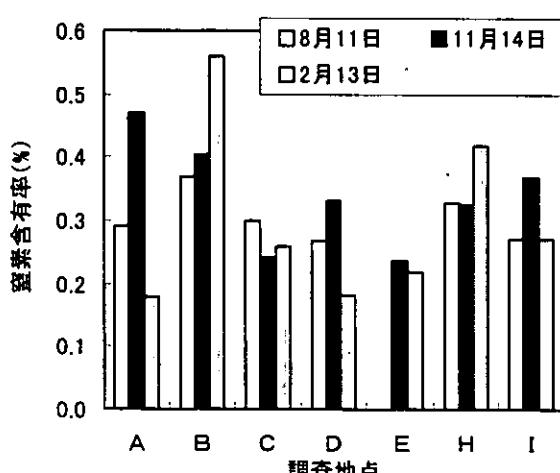


図 4-6 底質中窒素含有率

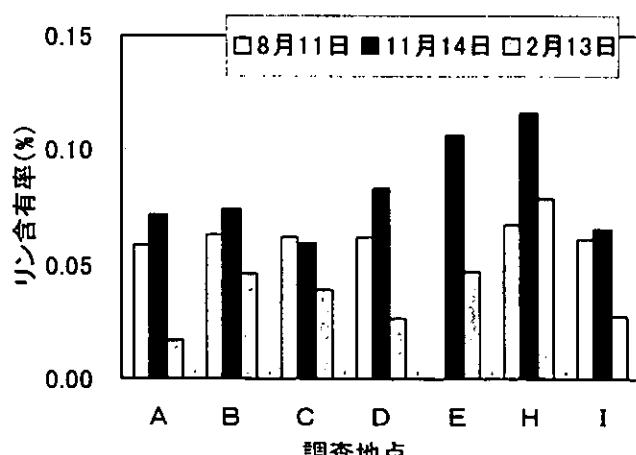


図 4-7 底質中リン含有率

図 4-5 及び図 4-6 から底質中の炭素及び窒素には、地点による明確な傾向は認められず、季節変化も特にみられない。ただ、図 4-8 に底質中の炭素含有率と窒素含有率の関係を示したが、このグラフから底質中の炭素と窒素の含有率には非常に高い相関が認められた。

それに対して、図 4-7 より、底質中のリン含有率は各地点で 11 月に高く、2 月に低くなるという傾向が認められた。

図 4-9 に底質中のリン含有率と草津川放水路河口からの距離の関

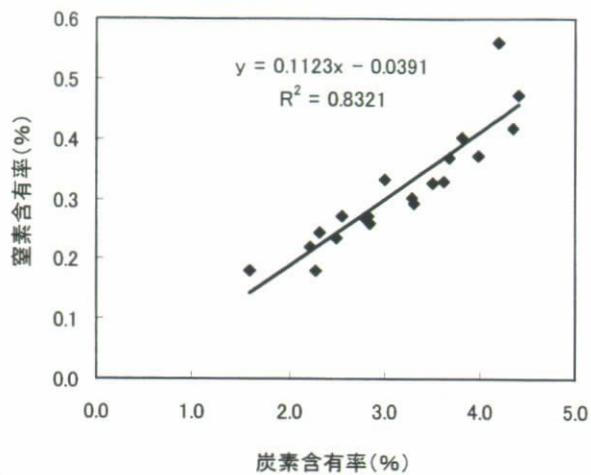


図 4-8 底質中炭素含有率と窒素含有率の関係

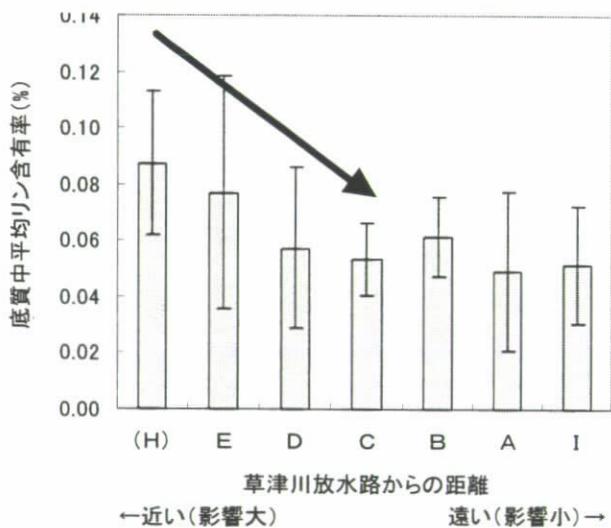


図 4-9 底質中リン含有率と草津川放水路河口からの距離の関係

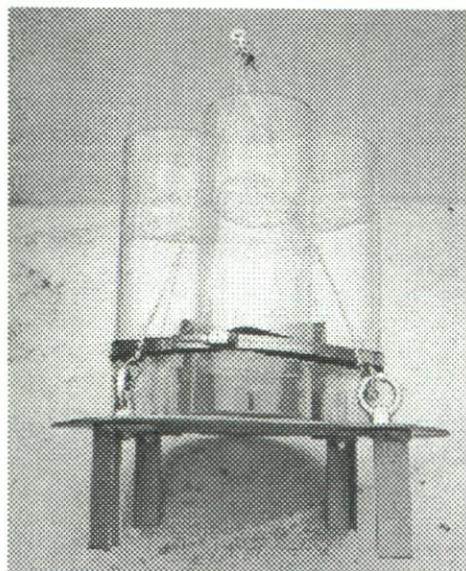


写真 4-3 沈降物捕集装置

係を示した。堆積深調査結果で述べたように H 地点が草津川放水路の影響を最も強く受ける地点であるとすると、草津川放水路に近い(影響が大きい) 地点で高く、(H) → E → D → C と草津川放水路河口から離れるほど低くなる傾向があるようみえる。

それが普遍的な傾向であるとすれば、河口に近い区域の底質中のリンは、プランクトンの遺骸など湖内で生産された粒子よりも、陸域から河川を通じて供給される成分によって支配される可能性がある。また、そのような状態の場合、B > A > C の関係があることから、河川から供給されたリンを若干ではあるが、トレーニチ内にトラップして、琵琶湖への流入を緩和している可能性がある。

#### 4.2 沈降物調査

##### 4.2.1 調査手法

沈降物の捕集には、アクリルより強度があり透明度の良いポリカーボネイト ( $h : 30\text{cm}$ 、 $\phi : 10\text{cm}$ ) を用いて、それを4本束ねて沈降物捕集装置とした。沈降物捕集装置を写真4-3に示す。設置期間は湖底に1週間程度とし、捕集装置の上部の上水はトラップされたものを搔き乱さないように注意しながらサイホンで抜き取り、下部にトラップされたものを分析用にポリビンに回収し、持ち帰った。

##### 4.2.2 調査地点

沈降物調査地点は図2-1に示した A-2～E-2 (中央ライン) 及び H, I の計7地点とした。なお底質分析調査と同地点で行っている。

##### 4.2.3 調査日

台風期及び冬季季節風時において、表 4-3 に示した日程で1週間毎に計12回実施した。

表 4-3 沈降物調査日程

台風期				冬季季節風期	
第1回	H12/9/13～19	第5回	10/10～17	第9回	H13/1/11～19
第2回	9/19～26	第6回	10/17～24	第10回	1/19～26
第3回	9/26～10/3	第7回	10/24～31	第11回	1/26～2/2
第4回	10/3～10	第8回	10/31～11/7	第12回	2/2～2/9

#### 4.2.4 沈降物調査結果

台風期の調査では、強風及び洪水イベントが堆積状況に及ぼす影響を把握することを意図したものであるが、今年は台風の上陸がなかったため、その目的を果たすことはできなかった。ただ、降雨機会は比較的多く、小規模な出水の影響はある程度捉えられたものと考えられる。

中間水路は、もともと水深が浅い。それに加えて、本年度は渇水の影響を受けて、水位が低下し、底泥付近まで光が届き、水生植物の繁茂が著しかった。この水生植物がトラップを覆っていることもあった。

各調査地点において、トラップに捕集された試料の乾燥重量結果を図4-10に示す。

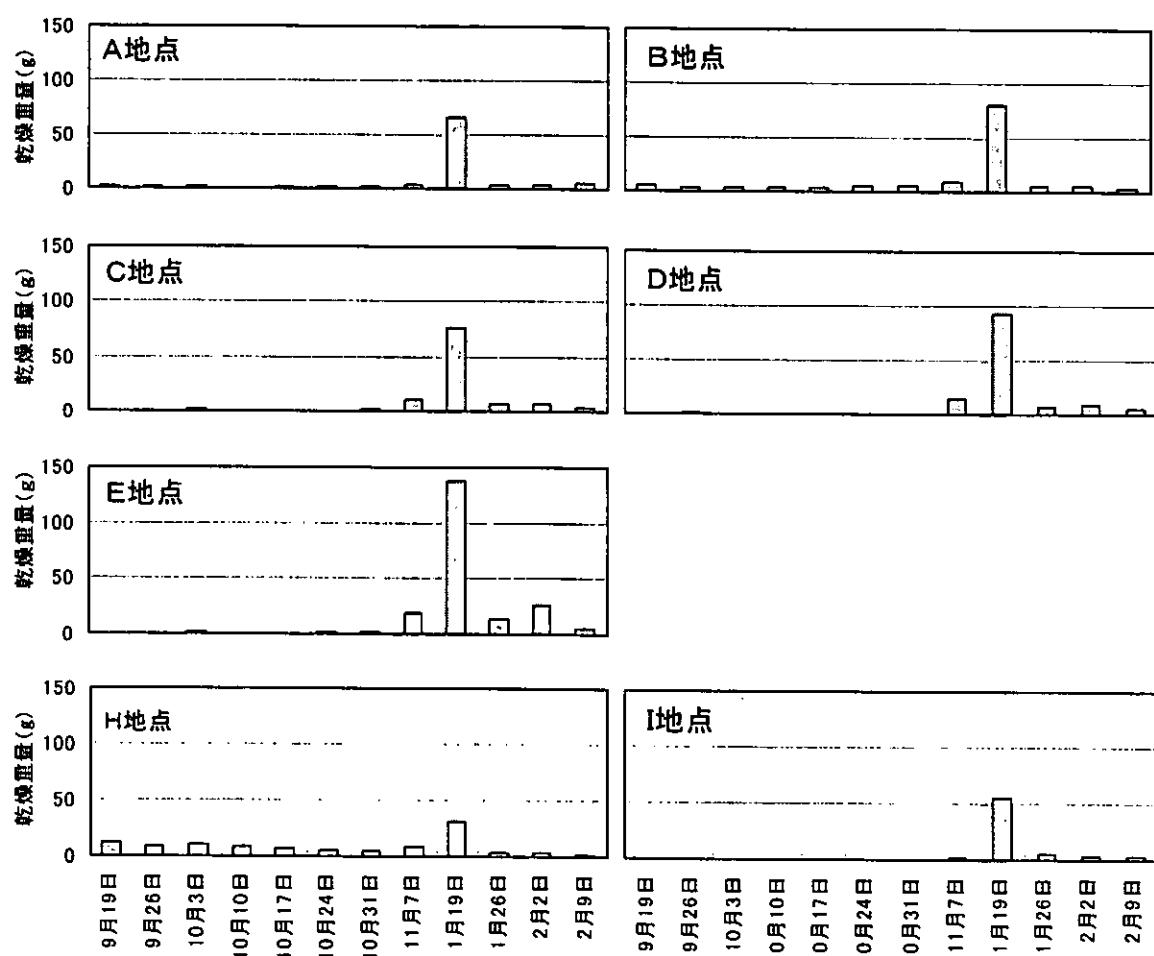


図 4-10 地点別乾燥重量結果（沈降物捕集装置）

各地点において、1週間でトラップされた沈降物厚は、ある特定の調査期間を除いて、1～2mm程度であったが、B及びH地点でのトラップ量が他の地点に比べて多く、こ

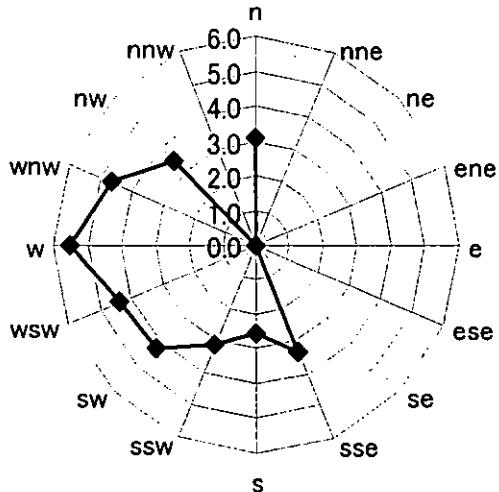


図 4-11 H13/1/13～18 の平均風向風速  
(滋賀県琵琶湖流域下水道湖南中部浄化センター提供)

図4-11より、この調査期間1週間は、西風が平均風速5～6m程度で吹いていたことが確認できる。気象データの整理から、冬季季節風期は、平均風速として、通常3～4m程度の風が吹いていたことが確認できているが、この1/13～18の調査期間はもっとも風が強かった。当日も南湖沖合から中間水路部の広い範囲で濁りが見られた。各地点とも沈降物厚として約20～30mm、沈降物量として約30～130gもあり、強風により巻き上げられた湖底堆積物が捕集された結果と考えられる。

図4-10より、1/19の次に沈降物量が多かったのは11/7（調査期間：10/31～11/7）である。気象データの平均風速結果を見る限り、冬季季節風期（H13/1/11～2/13）に対し、台風期（H12/9/13～11/14）

のことは堆積深調査の結果と一致している。10/31以前は、B地点とH地点以外では沈降物量は少なく、1週間で1gに満たないことが多かった。それに対して冬季季節風期は、1/19以外の日も各地点とも乾燥重量で1週間当たり数gの沈降物が捕集され、B地点、H地点との差もなくなつたのは、強風による巻き上げの影響が支配的になつたためと考えられる。

図4-10より、冬季季節風期の初回調査にあたる1/19（調査期間：1/11～1/19）の沈降物量が非常に多いのが読み取れる。このときの調査期間の平均風速図を図4-11に示す。この平均風向風速は、中間水路の近くにある滋賀県琵琶湖流域下水道湖南中部浄化センターの気象データを使用し、算出した。

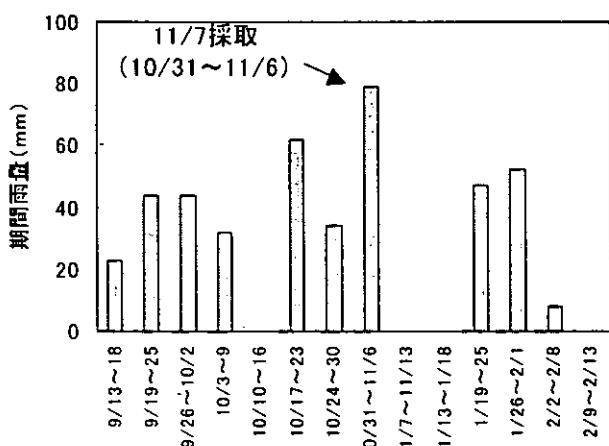


図 4-12 調査期間中の雨量結果

なっていることが確認できる。この期間の沈降物は降雨によって草津川放水路から供給されたものを捕集した結果と考えられる。さらに調査地点間の距離が一定であることから、各地点の乾燥重量は、草津川放水路河口からの距離に対してほぼ一定の比例関係ということができる。おそらく、このような出水時には、流れの強さが大きく、

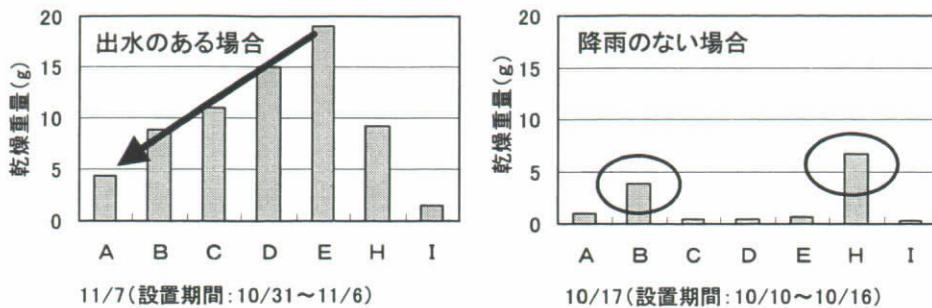


図 4-13 出水時及び無降水時の地点別乾燥重量結果

トレントとしての機能を失うという可能性が示唆された。

沈降物調査の全12回の調査結果を平均して、平均堆積量 ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ ) を算出した。また、その値を用いて年間の堆積量を推定した。これを表4-4に示す。

表 4-4 沈降物調査結果から算出した各地点ごとの堆積量

	A	B	C	D	E	H	I
平均堆積量 (全 12 回)	$\text{mg}/\text{cm}^2/\text{day}$	12.6	19.3	15.1	18.5	29.0	15.5
年間堆積量 (推定)	$\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$	4.6	7.1	5.5	6.7	10.6	3.6

この表より、A、I地点が他地点よりやや少ない結果となった。琵琶湖内における堆積量は約 $0.1\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$ （出典：井内美郎：地球科学、41、231（1987））とされているが、今回の調査結果では、表7-3に示したように、 $3.6\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$  (I) ~  $10.6\text{g}/\text{cm}^2/\text{yr}$  (E) であった（ただし、1/19の突出した値も含めて計算している）。したがって中間水路水域では、一般に琵琶湖でいわれている堆積量よりもかなり速く堆積が進行することが推察される。

#### 4.3 間隙水調査

##### 4.3.1 調査手法

間隙水および底質直上水の採取は、ピーパーを用いて行った。ピーパーは隔膜浸透法の原理を用いている。ピーパーは各地点 3 基ずつ設置し、底質の間隙水とピーパー内のイオン交換水の濃度が平衡に達するように、設置から約 2 週間後にサンプリングを行った。ピーパーの形状により、調査の対象となる試料は、底泥表面から  $0\sim5\text{cm}$ 、 $6\sim11\text{cm}$  の底質間隙水、および湖底より  $0\sim5\text{cm}$  の直上水となり、各層で 2 つのセルから試料を採取することができる。沈降物捕集装置を写真 4-4 に示す。

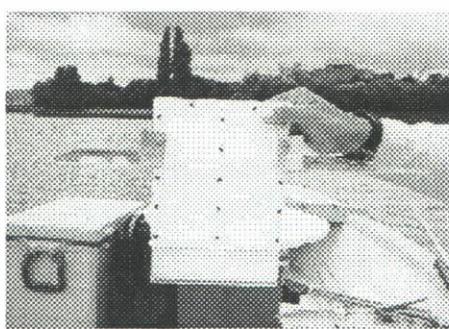


写真 4-4 ピーパー

##### 4.3.2 調査地点及び調査日程

沈降物調査地点を図 2-1 に示したとおり A-2~E-2, F, G の計 7 地点で行った。なお、地点の F 及び G については、「平成 10、11 年度中間水路底質調査」から継続して調査

を行っている地点である。なお、G 地点については、平成 10 年度調査前に浚渫区域外として設定した地点であり、図 2-1 では浚渫実施区域に入ってしまうが、中間水路の湖底面下約 1.5m に捕縄整備水源の揚水機場と取水口を結ぶ導水路があり、管理のためマンホールが湖底に敷設されている。このマンホールの周囲およそ半径 10m 以内では浚渫が行われないため、マンホール付近を浚渫区域外調査地点 G として設定している。

昨年まで行われた中間水路底質調査業務の調査期間と盛夏期とほぼ同様になるよう下記日程で行った。

平成 12 年 7 月 28 日～8 月 10 日

平成 12 年 8 月 22 日～9 月 5 日

#### 4.3.3 間隙水調査結果

##### (1) 平成 12 年度調査

D-T-N の分析結果を図 4-14 に、D-T-P の分析結果を図 4-15 にそれぞれ示す。

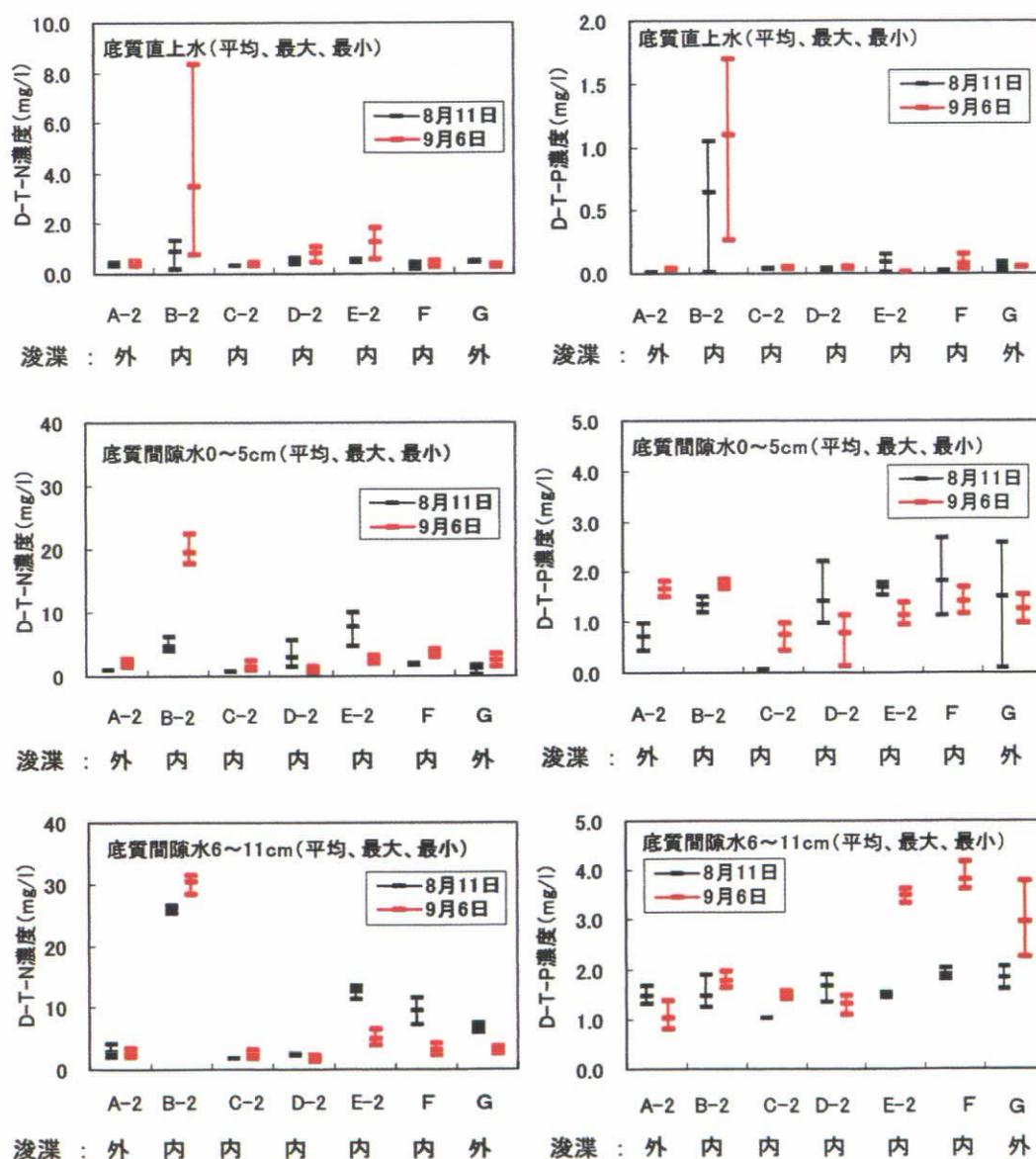


図 4-14 D-T-N の分析結果

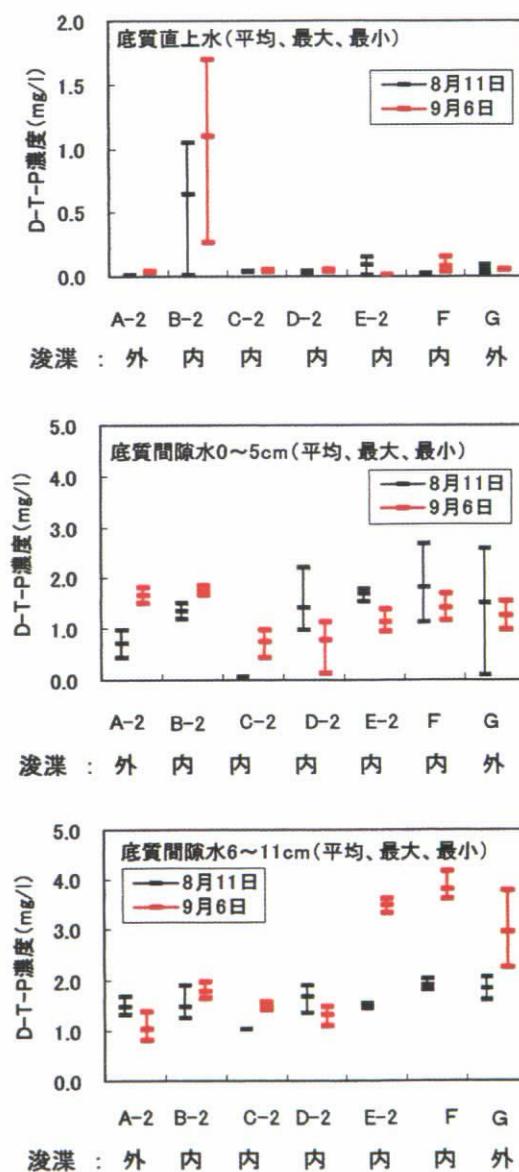


図 4-15 D-T-P の分析結果

図4-14及び図4-15より、トレンチ内のB地点では、D-T-N及びD-T-Pの両項目において、直上水・間隙水共に他の調査地点より高い値を示す傾向にある。また、同地点では、8月より9月の分析値の方が各層共に濃度が高い。B地点は、トレンチを掘削した地点であり、水の交換が悪いと考えられる。そのため、夏季に底質が還元化して窒素、リンの溶出が進行する状況を捉えたものと考えられる。この結果は、トレンチを掘削することによって底泥から高濃度の栄養塩が溶出するホットスポットを作ってしまう危険があることを示すものである。

その他の地点については調査時期、調査場所による明確な傾向は見られなかった。A-2地点とG地点は浚渫区域外にあたるが、特に高い値を示すこともなく、浚渫区域内地点との違いも見られなかった。本年度は、渇水のため、中間水路内においても例年よりも水位が低かった。中間水路は、もともと水深2m程度と、浅いため例年やB地点のような底泥付近の嫌気化が抑えられ、栄養塩の溶出が起らなかつたものと考えられる。

## (2) F・G地点における過去調査との比較

F、G地点については、平成10年度から調査を続けているので、3年間の盛夏期の調査結果をまとめたものを、D-T-Nについては図4-16に、D-T-Pについては図4-17にそれぞれ示す。

図4-16より、浚渫前の98年8月には直上水窒素濃度が平均4.45mg/lと非常に高い値を示していた。その後、98年秋から冬にかけて浚渫が行われて、99年の調査では、F地点（浚渫区域内）の直上水窒素濃度は7月には1mg/lを下回り、8月はやや上昇したものの前年より低い濃度で推移した。間隙水についても多少バラツキはあるものの浚渫前の値を下回り、かつG地点（浚渫区域外）の方が高い値を示したことから、浚渫の効果があったものと考察していた。

浚渫から2年を経過した今年度の調査結果を見ると、F地点（浚渫区域内）は直上水、間隙水とも浚渫前より低い濃度で推移しており、その意味では浚渫の効果はまだ持続しているともいえる。しかしながら、今年度は浚渫区域外のG地点においても、直上水・間隙水ともに大きく濃度が低下していることが確認できる。したがって、F地点の低濃度が浚渫の効果によるものか、G地点も含めた周辺環境の変化によるものかを判別することは困難である。

図4-17より、F地点の直上水リン濃度は、平成11年度は浚渫前の98年8月より低下したが、間隙水リン濃度は浚渫前とほとんど変わらず、浚渫区域外（G地点）との差もな

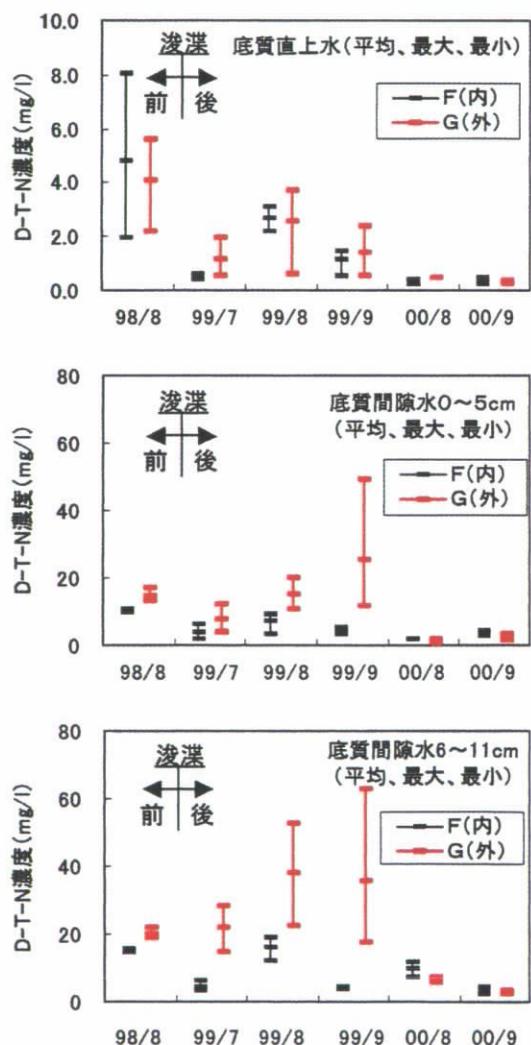


図4-16 浚渫内外の地点による  
D-T-Nの経時変化

かったため、窒素に比べて浚渫の効果を見出しづらい状況であった。

今年度の調査結果を見ると、直上水濃度は窒素と同様にF地点、G地点とともに大きく減少していることが確認できる。これは、先ほども述べたが、盛夏期にもかかわらず、渇水のため、底泥付近の環境が嫌気性にならなかつたことが考えられる。調査時においても、植物の繁茂が激しいことが確認されている。このため、本年度の盛夏期には底泥からのリンの溶出が引き起こされなかつたものと考えられ、直上水の平均リン濃度は、 $0.02\text{mg/l}$ となっている。これは、南湖の平均リン濃度とあまり変わらない値である。

間隙水濃度は浚渫区域内外の差が小さことは昨年までと同様であるが、よりバラツキが大きくなっている。この3年間の結果からは、底質間隙水および直上水中のリン濃度に関しては、薄層浚渫による直接的な効果は認め難く、浚渫に伴つて水生植物が除去されて湖底付近の流れが改善されることや、あるいは水位低下など他の要因に伴う局所的な酸化還元状態の変化による影響の方が大きいと判断せざるを得ない。

浚渫の効果とその持続性を評価するためには、浚渫の有無以外の要因（たとえば水草の繁茂や流れの状況など）ができる限りそろえた地点で調査することが望ましいと考えられる。今回の調査結果からは浚渫の効果とその持続性に対してやや否定的な判断をせざるを得ないが、結論を下すためには、浚渫区域内外に現在の地点よりも、より代表性の高い複数の調査地点を設けて確認することが望ましいと考えられる。

## 5. まとめ

### 5.1 堆積深調査及び底質分析調査

草津川放水路河口部17箇所の湖底に堆積板を設置し、調査期間内(200日間)の堆積深の変化から堆積速度の算出を試みたところ、調査期間のトータルでマイナスの結果となつた1地点を除いて $1.1\text{cm/yr}$ (A-1,A-2地点)から $21.2\text{cm/yr}$ (B-3地点)の結果を得た。トレーニング内B-1～B-3地点では堆積速度が大きいのは当然であるが、それ以外は、若干の例外を除いて概ね過去の調査事例と一致する結果であった。

底泥の堆積速度は、風波や潮流、河川からの流入あるいは舟の航行等さまざまな要因の影響を受けるため、200日程度の調査期間の結果をもって結論を出すべきではないと考えられる。また、今後草津川放水路は供用予定であるが、通水が始まれば堆積状況は大きく変化することが予想される。したがつて、今後も調査を継続して経過を見

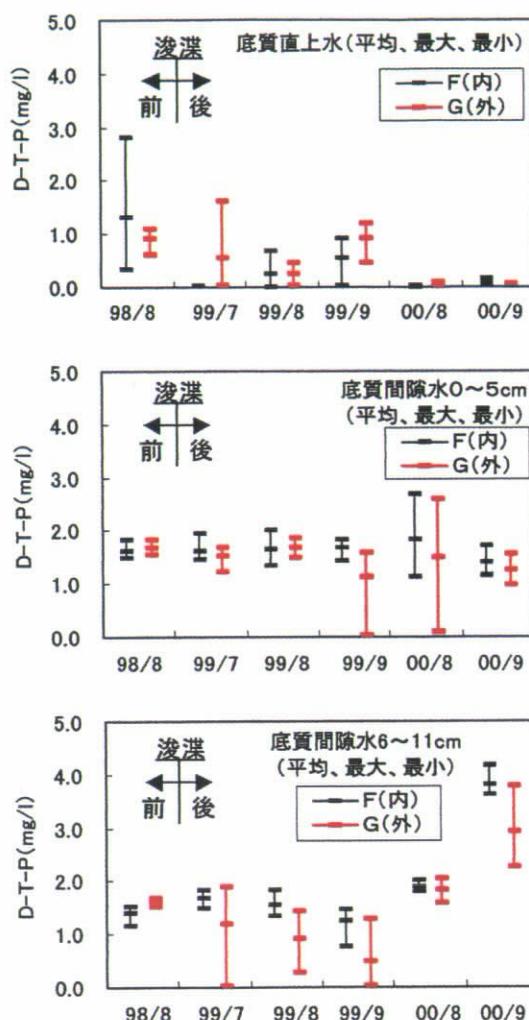


図 4-17 浚渫内外の地点による  
D-T-P の経時変化

て行く必要があると考えられる。

底質分析結果からは、乾燥減量と強熱減量及び粒度分布については調査地点による違いは認められなかった。炭素と窒素についても、互いに相関が高いが地点による明確な傾向は認められず、季節変化も特にみられなかった。それに対してリンの含有率は、どちらかというと草津川放水路に近い(影響が大きい)地点で高く、草津川放水路から遠いほど低くなるような傾向がある可能性が認められた。

## 5.2 沈降物調査

中間水路内の各地点において、1週間に内径10cmのセディメントトラップに捕集された沈降物量は乾燥重量で0.05g～136gの範囲に渡り、冬季季節風時に多く(数g以上)、台風期は少ない(B,H地点以外では1g以下)という結果を得た。ただし、今年度は台風の上陸がなかったため、台風による強風と洪水による影響を捉えることはできていない。

B及びH地点でのトラップ量が他の地点に比べて多く、このことは堆積深調査の結果と一致していた。

## 5.3 間隙水調査

今年度の調査結果では、トレンチ内のB-1～B-3地点で間隙水、直上水とともにトレンチ外の地点より窒素、リンの濃度が高くなっていることが認められたが、それ以外は調査時期、調査場所による明確な傾向は見られなかった。

## 5.4 トレンチの効果

堆積板による堆積深調査結果をみると、トレンチ内は明らかに他地点より堆積深が深く、堆積物の捕集効果は認められたが、今年度の調査結果を見る限り、調査対象水域の底泥の堆積は中間水路外からの底泥の再移動よりも、草津川放水路からの流入物質の影響の方が大きく、現状のトレンチの存在が浚渫区域内の底泥の再堆積を緩和しているような様子は認められなかった。

それに対して間隙水調査結果では、トレンチ内の地点では間隙水、直上水とともに栄養塩濃度が高く、かつ8月より9月の方が、濃度が上昇していることが確認された。これはトレンチを掘削することによって底泥から高濃度の栄養塩が溶出するホットスポットを作ってしまう危険があることを示すものと考えられる。

## 5.5 浚渫効果の持続性

底質分析結果からは、乾燥減量、強熱減量、炭素、窒素、リンのいずれの項目についても、浚渫区域外であるA-2,H,I地点とその他の地点の間にはっきりした違いは認められなかった。今回、底質分析を実施した7地点のうち、堆積深調査により最も堆積の少ないとされたA-2地点においても年間1.8cmの堆積速度があると推定している。浚渫から約2年の時間が経過しており、底泥の表層部分は浚渫後、新たに堆積したものと考えられ、そのためにこれらの地点で採取された底泥に明確な違いがなかったものと考えられる。

間隙水調査結果によると、浚渫区域外にあたるA-2地点とG地点の栄養塩濃度の分析結果は特に高い値を示すこともなく、浚渫区域内地点との違いも見られなかった。F地点(浚渫区域内)とG地点(浚渫区域外)では平成10年度から調査を継続しており、窒素については、浚渫区域内であるF地点は直上水、間隙水とも浚渫前より低い濃度で推移しているが、今年度は浚渫区域外であるG地点でも大きく濃度が低下して、F地点との

差がなくなってしまったため、F地点の低濃度が浚渫の効果によるものかどうかを判別することが困難であった。リンについては、直上水濃度は窒素と同様にF地点、G地点ともに大きく減少しているが、間隙水濃度は浚渫区域内外の差が小さくかつバラツキが大きいため、薄層浚渫による直接的な効果は認め難く、浚渫に伴って水生植物が除去されて湖底付近の流れが改善されることや、あるいは水位低下など他の要因に伴う局所的な酸化還元状態の変化による影響の方が大きいと判断せざるを得ない。

---

#### 実験担当者

国土交通省琵琶湖工事事務所

水質調査課課長

春木二三男

水質調査課係長

板坂 浩和

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター所長

田井中善雄

実験センター主任研究員

堀野 善司

実験センター研究員

三井 光彦

## 16. 赤野井湾におけるヨシ群落調査（その2）

### 1. 目的

本業務は、赤野井湾奥における現状の著しい水の停滞傾向がヨシ群落内の近年の植生分布変化に少なからず影響している生育環境要素の1つであるとの認識から、当該立地の一部において試験的な水流の創出を行い、それに伴うヨシ等の生育状況の変化及び水質・底質等環境条件の変化に係るモニタリングを実施することにより、ヨシ群落保全に係る基礎資料・科学的知見を得ることを目的として実施したものである。

### 2. ポンプ運転・メンテナンス

ポンプ能力4m<sup>3</sup>/分に対し、河川法による水利使用日最大取水量2,500m<sup>3</sup>/日以下に抑える必要があることから、タイマーにより1日10時間の運転（揚水量4m<sup>3</sup>/分×60分×10時間=2,400m<sup>3</sup>/日）に調整した。運転時間は、以下に示すとおりとした。

- ・平成12年6月8日 : 9:20～13:00, 20:00～翌1:00（計8時間40分）
- ・ 6月9日～7月18日 : 8:00～13:00, 20:00～翌1:00（計10時間）
- ・ 7月19日 : 8:00～9:20（計1時間20分）
- ・平成13年1月17日 : 13:00～15:30, 20:00～翌1:00（計7時間30分）
- ・ 1月18日～工期終了日 : 8:00～13:00, 20:00～翌1:00（計10時間）

運転期間中は週約1回の頻度で定期的見回り・点検を行い、異常の有無を監視した。運転期間中、特に異常、事故の発生はなく、施設は正常に稼動した。

### 3. モニタリング調査

#### 3.1 植生調査

##### (1) 調査内容

赤野井湾におけるヨシ群落、ハス群落等の抽水植物群落の分布状況の把握を目的として、湾内の各種抽水植物群落に係る種組成調査を実施し、その結果に基づき湾内現存植生図を作成した。また、実験施設設置地域周辺におけるやや詳細な群落分布を実施した。

表 3-1 植生調査実施状況

航空写真撮影	撮影日	平成12年（2000年）7月19日（水）
	撮影縮尺等	5,000分の1、カラー
	天気・水位	晴れ・琵琶湖水位BSL-30cm(6:00)
現地実測調査	現地調査日	平成12年（2000年） 8月7日（実験施設設置地域周辺） 8月14日（赤野井湾全域）
	天気・水位	8月7日：晴れ・琵琶湖水位BSL-46cm(6:00) 8月14日：晴れ・琵琶湖水位BSL-57cm(6:00)

##### (2) 調査結果

航空写真の判読及び現地植生調査により作成した今年度（平成12年8月時点）の植生図を及び平成9～11年度の植生図との対比を図3-1に示す。

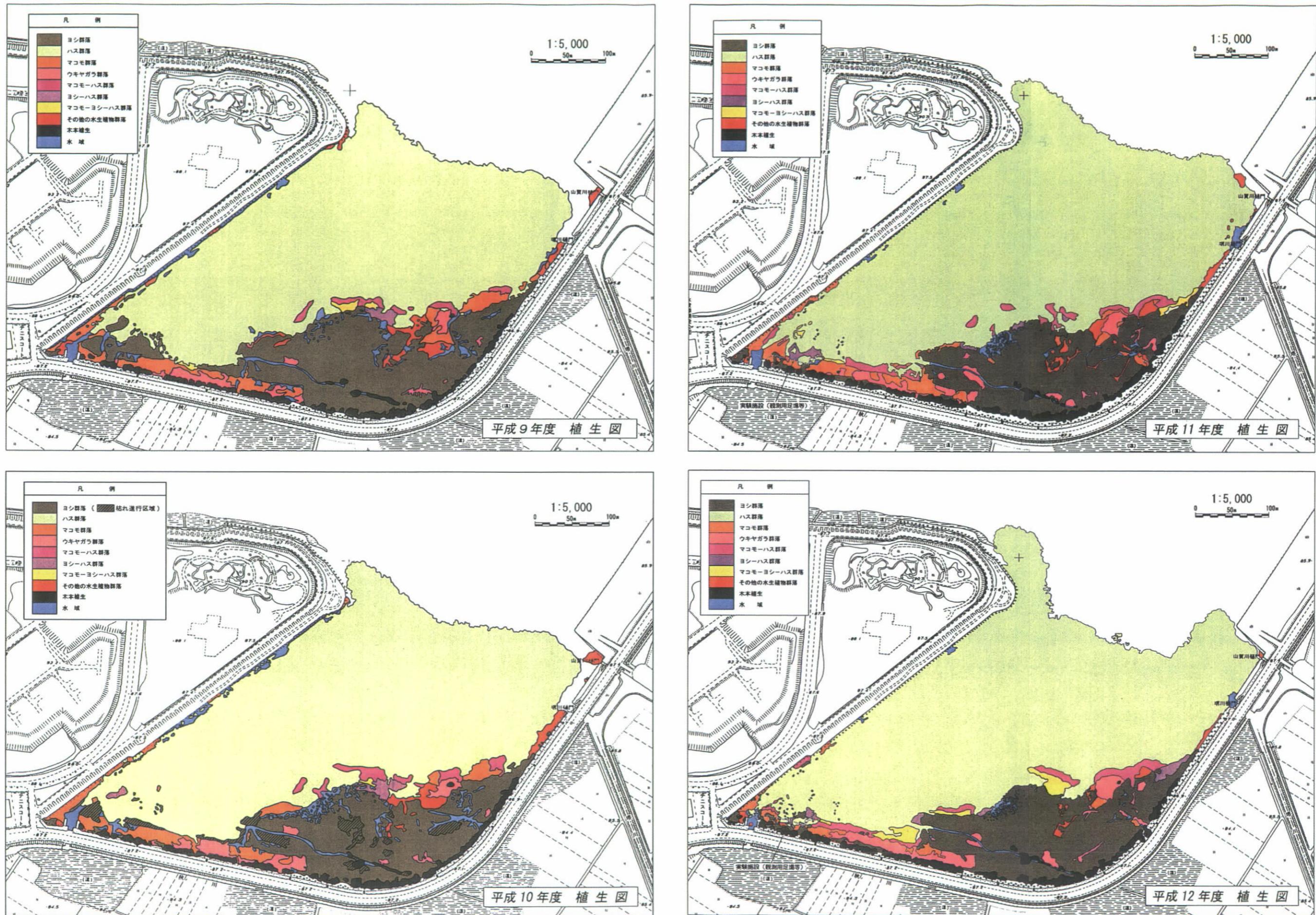
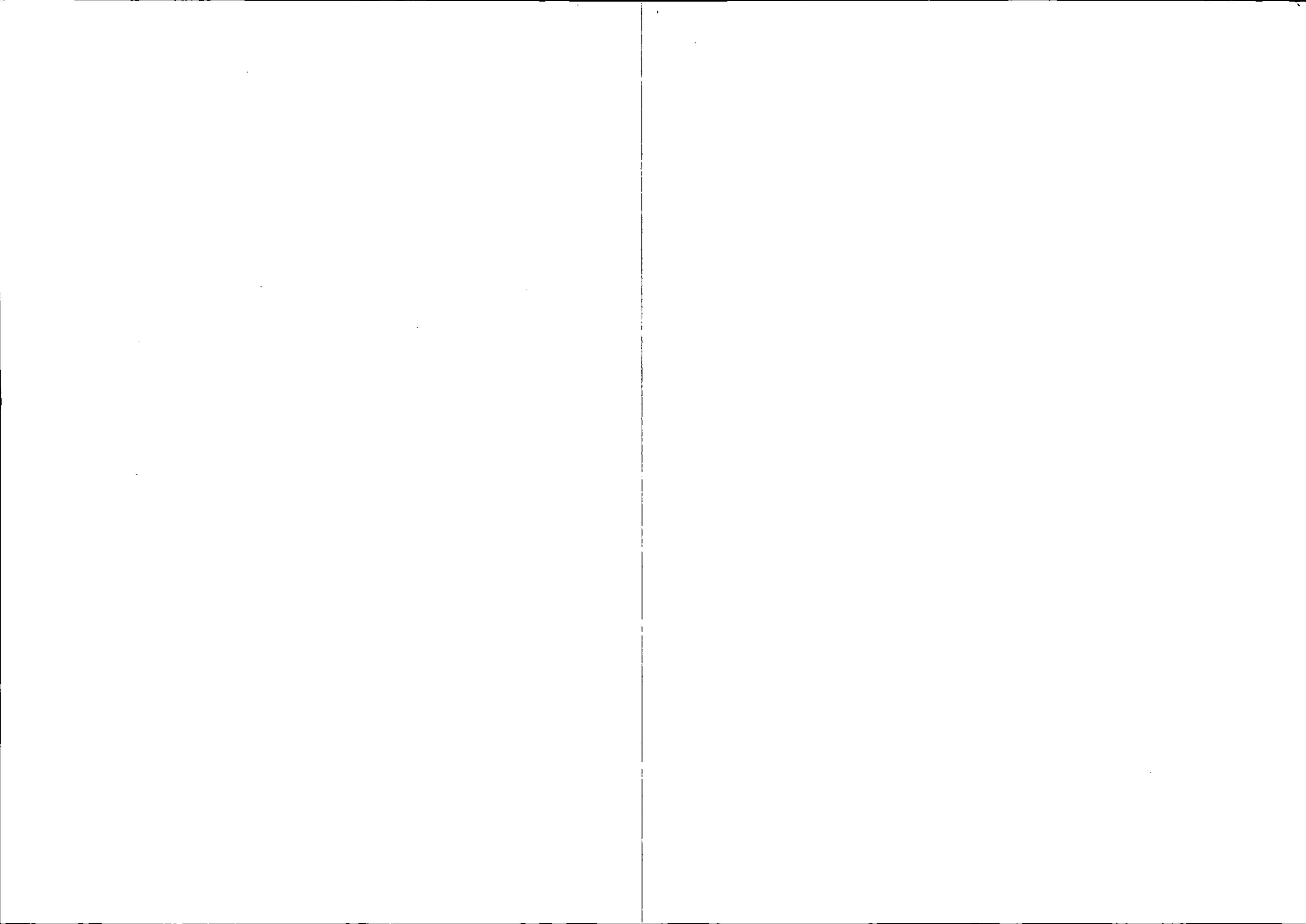


図 3-1 平成9年度～平成12年度における群落区分の経年変化



## ①群落分布状況

ヨシ群落は、湾の中央部から岸側に分布している。群落内はヨシが圧倒的に優占するが、ときにクサヨシ、シロネ、アカバナ、カサスグ、ウキヤガラ、水域が混在する。

比較的均質なヨシ群落の分布の中心は、中央部から東部へ至る区域であり、ヨシの群落高は、8月の調査時点で平均2mを超えており。この区域の湖岸部は木本植生に接しており、一部にウキヤガラ群落が島状に存在するほか、草本第2層（下層）にカサスグやウキヤガラを混生する地点がある。東部域の沖合では、ヨシ群落は、水域、ハス群落、マコモ群落、ウキヤガラ群落及びその他の水生植物群落に接しており、ヨシがこれらの種と混生する群落も認められる。中部域の沖側は、水域、マコモーハス群落、マコモーヨシーハス群落及びその他の水生植物群落に接している。この区域で注目されるのは、マコモーヨシーハス群落であり、ヨシが株立ち状で生育しており、その間隙にマコモやハスが進入している状況である。

平成11、12年度植生図比較による特徴的事項としては、以下の4点が挙げられる。

- ◆ハス群落沖側北西端では、ハス群落が半島部に沿うようにして拡がりつつある。また、陸側では、西部水門近くと平成11年度に水域であった場所に進出している。
- ◆陸側西部では、ウキヤガラ群落の増加とともに、他の群落変化が著しく、ハスの増加とマコモの減少が顕著である。
- ◆中央のヨシ、ハス境界部では、ハスの勢力が増したため、ハスと他の植物の混生群落が多くなっている。
- ◆全体的にヨシ群落内にウキヤガラ群落が増加している。また、ヨシ群落では草本第2層にウキヤガラが高い植被率で広がっている。

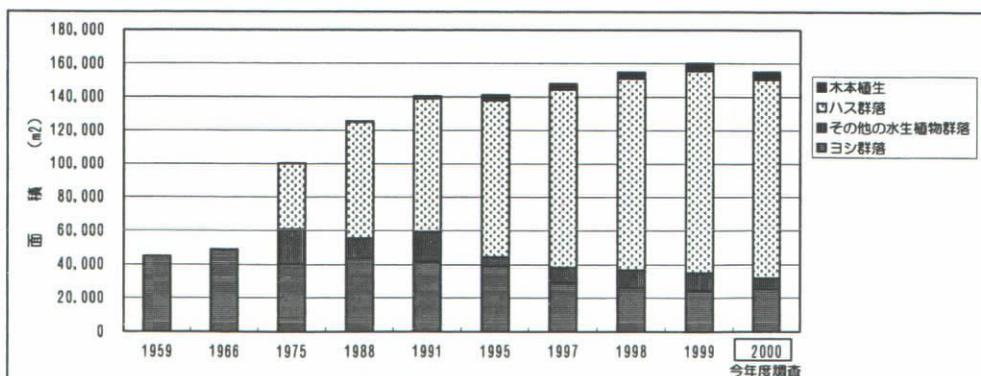
## ②群落面積の経年変化

今年度の植生図に基づき、各群落の面積を計測した。また、これと平成11年度調査報告書に掲載される過去昭和34年から平成11年度にかけての赤野井湾内群落分布面積の経年値から、今年度を加えた経年変化を把握した（図3-2参照）。

ヨシ群落のみでみると平成12年は前年に比べ470m<sup>2</sup>の増加となっている。これは、陸側西部を中心としたマコモの減少に伴い、それまでマコモが優先していたマコモ群落やマコモーヨシ群落内のヨシが顕著化（活性化した場所も見られる）した結果、ヨシ群落に区分されたことも原因の1つである。一方、ヨシ群落とその他水生植物群落との総面積は、昭和34から昭和50年にかけて増加し、その後平成3年まで横這いの状態が続いた後、減少に転じており、平成12年は前年から約3,170m<sup>2</sup>の減少が見られる。

ハス群落は年々拡大の傾向があるものの、その方向は主として沖合方向であり、ハスの分布が定かでない昭和34年頃からハスが優勢となった今日までのどの時点においても、植生図上の基本的なヨシ群落の占有区域の外郭ラインは概ね一定に保たれてきたように見受けられる。これは、長期にわたり、両者がその境界付近で競合しつつ大略の棲み分けが成立してきたことを示唆すると考えられる。そして、この生育環境要因としては、水深（水位変動）・水質・底質・その他の水生植物群落の分布が大きく関わっていることが推測される。

図3-2 群落面積の経年変化  
(現況湾域内面積)



(注) 昭和34年～平成11年の値は滋賀県・水資源開発公団の調査報告書より引用。

### ③実験施設設置区域周辺の植生

昨年度に引き続き、実験施設設置区域周辺部について、上記よりもやや詳細な群落分布を検討した。この結果得られた植生図を図3-3に示す。

全体として、当該地域は前年度に比較して、全体的にマコモの優先する群落が減少している。特に東側と桟橋と湖岸の間および東側のマコモ群落は人為的に破壊された様子が確認されており、その影響が大きいと考えられる。このマコモの減少がハスの侵入およびヨシの活性化に影響を与えていた可能性が十分に考えられる。また、放流の影響か否かは不明であるが、ハス群落、ヨシ群落がともに増加している様子がうかがえる。

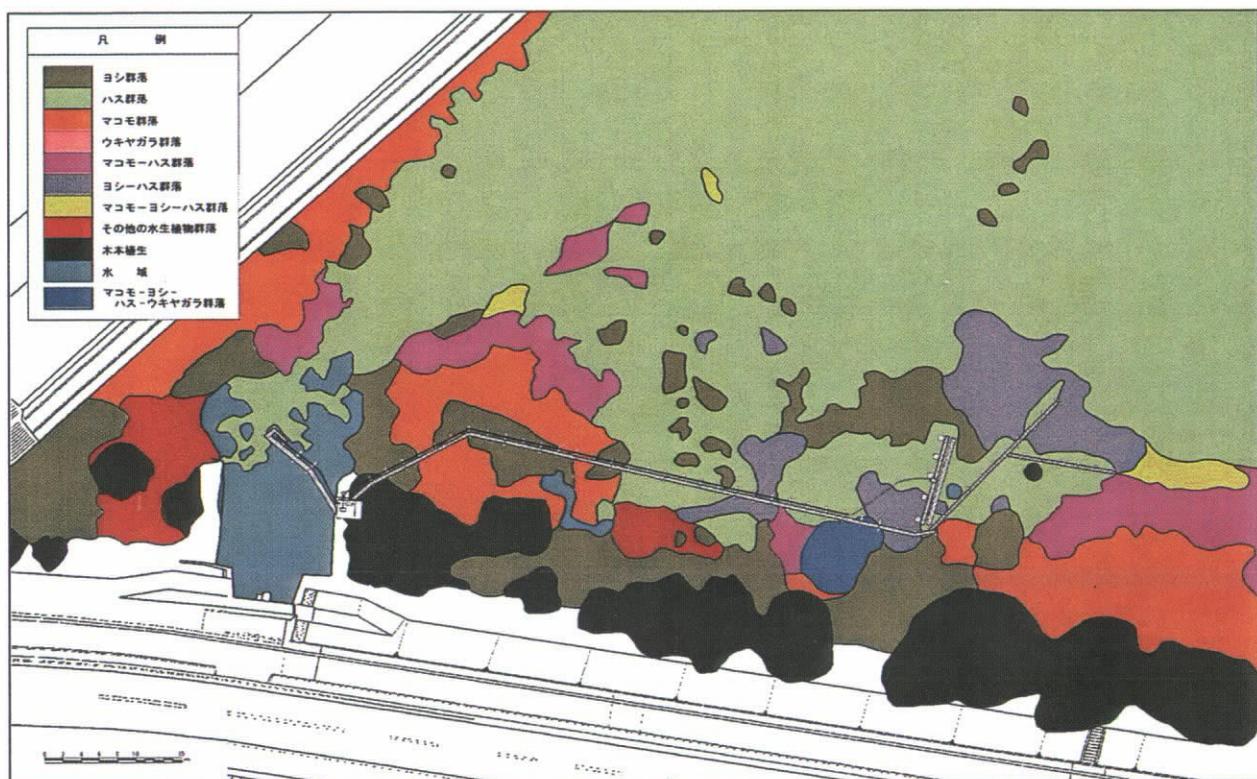


図 3-3 実験施設設置区域周辺の植生図

## 3.2 コドラー調査

### (1) 調査内容

平成11年度に引き続き、モニタリング桟橋（観測用足場）沿い等でヨシ群落・ハス群落がその他の植物群落や水域と接する境界部に設置した固定コドラーにおいて、植物密度・サイズの計測を行った。

### (2) 調査結果

コドラー計測結果の総括一覧を表3-3～表3-5に示す。以下に各コドラーごとの結果の概要を示す。

【コドラー1】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約33%の増加が見られ、前年度よりも生育が良いと考えられる。一方、ハスは昨年度に比べ、やや減少傾向にある。今年度は昨年度と同様に、ヨシがやや優占的であるが、ハスが混生し、植生的にはヨシ・ハス群落に区分される。

【コドラー2】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約3.4倍の増加が見られ、当コドラーも前年度より生育が良いと考えられる。ハスも昨年度に比べ、ヨシ同様に増加しており、ヨシ、ハスともに同程度の被度・群度で存在するヨシ・ハス群落となっている。

表 3-2 コドラー調査実施状況

コドラー 設置状況 (H11 年度設置)	コドラー数 大きさ	◆全 11ヶ所 No.1 : 1m×1m, No.2 : 1m×2m, No.3 : 1m×1m, No.4 : 1m×1m, No.5 : 1m×2m, No.6 : 0.5m×2m, No.7 : 1m×2m, No.8 : 1m×1m, No.9 : 1m×1m, No.10 : 1m×2m, No.11 : 1m×1m
コドラー 現地実測調査	現地調査日	平成 12 年 (2000 年) 6月 20 日, 8月 7 日, 9 日, 10 月 13 日
	調査項目	ヨシ: 成程・幼程数、枯ヨシ数、 代表シートの稈高及び茎径 ハス: 浮葉・抽水葉・幼葉・花・花托数、 葉の長径・短径、葉柄(花柄)高 その他の抽水植物: コドラー内の被度・群度等(種組成調査)
	天気・水位	6月 20 日: 晴れ・琵琶湖水位 BSL-13cm(6:00) 8月 7 日: 晴れ・琵琶湖水位 BSL-46cm(6:00) 8月 9 日: 晴れ・琵琶湖水位 BSL-49cm(6:00) 10月 13 日: 曇り・琵琶湖水位 BSL-42cm(6:00)

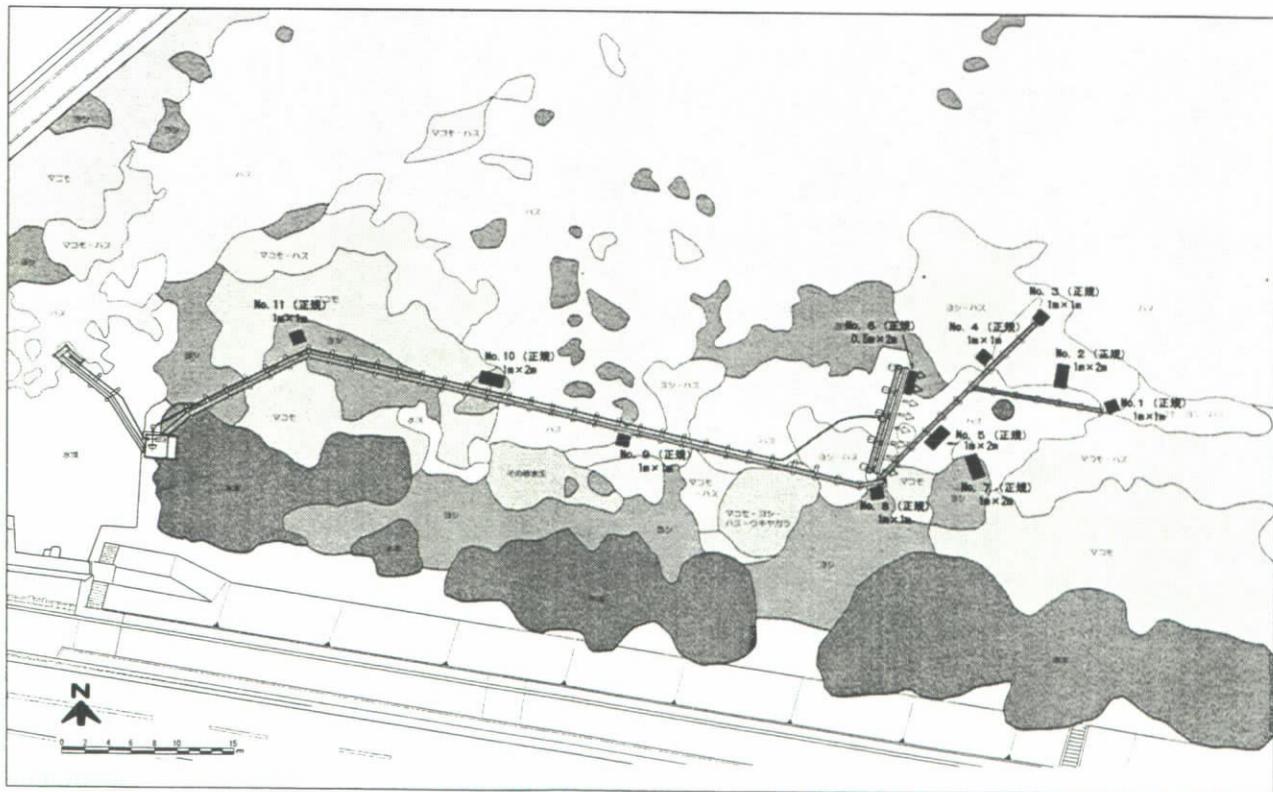


図 3-4 コドラー調査地点

表3-3 コドラート計測結果（6月20日調査）

地 点	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
コドラート	1m×1m	1m×2m	1m×1m	1m×1m	1m×2m	0.5m×2m	1m×2m	1m×1m	1m×1m	1m×2m	1m×1m
水 深 cm	17	13	18	12	12	15	14	15	20	10	17
泥 葵 cm	51	55	50	44	44	41	44	75	107	92	35
ヨ シ シ	秤数 シート 0:m <sup>2</sup> 当り	48	21 (11)	16	8	16 (8)	30	73 (37)	23	23	60 (30)
	内. 幼秤数 同上	28	17 (9)	13	7	16 (8)	15	68 (34)	6	19	47 (24)
	枯ヨシ数 同上	82	0	30	23	24	81	76	21	12	36
	最大	200	139	137	132	97	239	145	172	129	170
	最小	27	23	11	16	17	22	23	27	26	23
	平均	106	80	52	64	59	117	70	121	77	85
	茎 径 mm	最大	9.2	7.6	8.2	6.4	6.8	9.7	7.3	8.2	7.3
	最小	3.4	3.4	4.8	5.3	3.4	4.9	1.9	4.5	3.0	2.6
	平均	6.4	5.3	6.3	5.8	4.6	6.9	4.6	6.0	5.1	5.4
	葉数 枝	浮葉	6	2 (1)	9	5	8 (4)	3	11 (6)	0	0
ハ ス	抽水葉	6	7 (4)	7	7	15 (8)	2	6 (3)	3	1	8 (4)
	幼葉	2	7 (4)	2	2	3 (2)	3	0 (0)	0	0	0 (0)
	計	14	16 (8)	18	14	26 (13)	8	17 (9)	3	1	9 (5)
	葉面積 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0.82	0.97	0.95	1.04	1.65	0.14	1.07	0.37	0.10	0.73
	葉柄地上高 cm	最大	83	88	70	94	67	70	71	85	90
	最小	17	13	8	12	12	15	15	75	90	10
	平均	43	51	33	47	37	44	38	81	90	47
	葉の長径 cm	最大	51	57	43	50	47	36	46	48	58
	最小	9	10	12	10	5	12	14	35	42	20
	平均	28	33	27	32	28	22	29	41	42	33
ス	葉の短径 cm	最大	40	52	49	56	49	28	41	42	52
	最小	2	2	1	2	1	10	13	32	31	18
	平均	22	22	21	27	25	17	25	38	31	28
	花 数	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0	0 (0)
	花 床 数	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0	0 (0)
その他の水生植物生育状況	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	マコモ・ カキガラ	マコモ・ チクゴ	チクゴ・ スズメノヒエ	スズメノヒエ

表3-4 コドラート計測結果（8月7日・9日調査）

地 点	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
コドラート	1m×1m	1m×2m	1m×1m	1m×1m	1m×2m	0.5m×2m	1m×2m	1m×1m	1m×1m	1m×2m	1m×1m
水 深 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
泥 葵 cm	50	50	55	71	68	75	49	63	94	95	70
ヨ シ シ	秤数 シート 0:m <sup>2</sup> 当り	60	61 (31)	35	46	55 (28)	64	137 (69)	41	39	102 (51)
	内. 幼秤数 同上	11	7 (4)	4	5	18 (9)	10	22 (11)	0	4	9 (5)
	枯ヨシ数 同上	77	105 (53)	12	22	19 (10)	62	98 (49)	23	11	26 (13)
	最大	261	245	259	254	170	244	220	263	232	228
	最小	28	12	80	22	20	45	18	138	87	77
	平均	172	174	172	170	109	161	144	197	160	159
	茎 径 mm	最大	9.2	10.2	11.2	10.2	9.1	10.8	8.7	10.5	10.1
	最小	2.5	3.0	4.3	3.0	2.5	2.5	1.8	4.3	3.9	3.4
	平均	6.2	6.7	7.0	6.4	5.5	6.1	4.8	5.6	6.3	7.0
	葉数 枝	浮葉	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0	0 (0)
ハ ス	抽水葉	8	18 (9)	10	12	28 (14)	11	13 (4)	6	3	7 (4)
	幼葉	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0	0 (0)
	計	8	18 (9)	10	12	28 (14)	11	13 (7)	6	3	7 (4)
	葉面積 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1.12	3.17	1.17	2.14	2.39	1.20	1.90	0.68	0.73	1.25
	葉柄地上高 cm	最大	167	162	143	151	117	138	137	112	142
	最小	35	86	55	88	10	45	45	82	55	83
	平均	108	124	94	123	74	100	94	99	109	117
	葉の長径 cm	最大	62	59	51	60	60	55	52	67	68
	最小	24	21	12	30	12	15	35	25	45	30
	平均	43	49	38	51	36	38	44	41	58	52
ス	葉の短径 cm	最大	56	58	50	55	52	48	65	45	58
	最小	19	16	7	23	10	10	21	21	43	27
	平均	38	44	34	43	29	33	40	34	52	42
	花 数	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0 (0)	0	1	1 (1)
花 床 数	1	2 (1)	0	1	1 (1)	1	0 (1)	0	1	0 (0)	0

表 3-5 コドラート計測結果（10月13日調査）

地 点	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
コドラート	1m×1m	1m×2m	1m×1m	1m×1m	1m×2m	0.5m×2m	1m×2m	1m×1m	1m×2m	1m×1m	
水 深 cm	0	0	88	0	0	0	0	0	46	0	
泥 深 cm	50	0	102	0	0	0	0	0	1m×1m	0	
ヨシ	稗数 ヶト 0:m <sup>2</sup> 当り	42	21 (11)	28	38	52 (26)	46	127 (64)	34	24	55 (28)
シ	内・幼稗数 同上	0	0 (0)	0	0	5 (3)	0	0 (0)	0	0	2 (1)
穂ヨシ数 同上	12	4 (2)	6	9	2 (1)	12	80 (40)	45	19	73 (37)	8
穂付きのヨシ数 同上	28	45	20	38	52	28	58	17	11	23	10
穂地上高cm	最大	280	315	323	292	243	315	267	300	250	281
	最小	165	215	175	135	80	121	106	171	129	55
	平均	240	268	258	223	179	247	198	224	193	210
茎 径 mm	最大	8.9	10.6	11.2	9.0	9.2	9.2	8.8	10.0	7.8	11.0
	最小	4.2	4.9	2.9	3.2	2.3	2.5	2.4	3.2	2.6	1.8
	平均	6.5	7.6	7.4	6.1	5.3	6.6	5.2	6.2	5.5	6.8
ハス	葉数 枚 ( ): m <sup>2</sup> 当り	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0	0 (0)
	抽水葉	8	22 (11)	9	13	27 (14)	14	13 (4)	6	2	7 (4)
	幼葉	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0 (0)	0	0	0 (0)
	計	8	22 (11)	9	13	27 (14)	14	13 (7)	6	2	7 (4)
ス	葉面積 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>										
	葉柄地上高cm	最大	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		最小	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		平均	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	葉の長径cm	最大	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		最小	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		平均	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	葉の短径cm	最大	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		最小	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		平均	—	—	—	—	—	—	—	—	—
花 数	0	116 (58)	0	0	0 (0)	-1	0 (0)	0	0	0 (0)	0
花 床 数	2	2 (1)	1	0	1 (1)	0	2 (1)	0	2	0 (0)	0

【コドラート3】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約1.8倍の増加が見られ、当コドラートもヨシが増加している傾向が見られる。一方、ハスは昨年度に比べ、ほぼ横ばい傾向である。平成11年度はヨシとハスがともに同程度の被度・群度で存在し、ヨシーハス群落に区分されていたが、今年度はヨシがやや優先しているヨシーハス群落となっている。

【コドラート4】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約1.7倍の増加が見られ、当コドラートもヨシが増加している傾向が見られる。一方、ハスは昨年度に比べ、面積で2.6倍とヨシよりも大きく増加している。平成11年度は上層はヨシによる植被率の低く、下層はヨシよりもハスがやや優先しており、コドラートはヨシーハス群落に区分された。今年度は上層は大きな変化はないものの、下層は前年度に比較してややハスが被度・群度ともに高くなっているヨシーハス群落に区分される。

【コドラート5】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約4.7倍の増加が見られ、当コドラートもヨシがかなり増加している傾向が見られる。一方、ハスは昨年度に比べ、面積で1.6倍の増加が見られる。平成11年度はヨシーハス群落ないしハス群落に区分されるがハスがやや優占的であった。今年度はヨシも大きく増加しているものの、ハスも増加していることから、結果としてハスが優先するハス群落に区分される。

【コドラート6】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約15%の減少が見られ、他のコドラートとは逆に減少している傾向が見られる。ハスも昨年度に比べ、約9%の減少がみられ、ヨシ、ハスともに減少する傾向が見られる。平成11年度では上層・下層ともにヨシが優占するがハスもかなり混生し、ヨシーハス群落に区分されていた。今年度はヨシ・ハスともに減少し、結果としてヨシーハス群落になるが、植生上ではヨシ群落とハス群落の境界に位置する結果となっている。

【コドラート7】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約1.8倍の増加が見られ、全コドラートの中で2番目に密度の高いコドラートである。一方、ハスは昨年度に比べ、面積的にはかなりの増加(約21倍)が見られたが、葉数でみれば2倍程度の増加であり、大きくハスが増加したとは言えない。平成11年度ではヨシ・ハスともにまばらであり、水域として区分されていたが、今年度はハスも増加しているが、それ以上にヨシが著しく増加したことにより、結果としてヨシ群落として区分される。

【コドラート8】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約28%の増加が見られる。一方、ハスは昨年度に比べ、増加している傾向にある。平成11年度は上層・下層ともにヨシが優占的で植生的にはヨシ群落に区分されるが、下層にはマコモ、ウキヤガラ及びわずかにハスが混生している状況にあった。今年度はマコモ・ウキヤガラが若干増加したものの、前年度と大きな差は見られず、ヨシ群落として区分される。

【コドラート9】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約3.3倍の増加が見られる。一方、ハスは昨年度は確認されていなかったものの、今年度はハスの生育を確認した。平成11年度は上層はマコモ、ヨシが優占し、植生的にはマコモ-ヨシ群落に区分されていたが、下層にはチクゴスズメノヒエが優占し、ヨシとマコモが混生している状況にあった。今年度はシート数は増加しているものの、上層のヨシが僅かにしか生育しておらず、下層はヨシ、新たに侵入したハス、チクゴスズメノヒエ、マコモなど混生しており、ヨシがやや優先するヨシ-ハス群落に区分される。

【コドラート10】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約4.3倍の増加が見られる。一方、ハスは昨年度に比べ、やや増加している傾向にある。平成11年度は上層はヨシが優先するが、下層はチクゴスズメノヒエがほぼ全面を覆い、植生的にはその他の水生植物群落に区分され、下層にもヨシがまばらに生育するほかわずかにハスも見られる状況であった。今年度は上層・下層ともにヨシが優先していることからヨシ群落に区分されるが、下層にはチクゴスズメノヒエやハスも混生する状況である。

【コドラート11】ヨシは昨年度に比べ、同時期(8月)で約3.8倍の増加が見られ、全コドラートの中でヨシの密度が最も高いコドラートである。一方、ハスは昨年度、今年度ともに全く確認されていない。平成11年度はヨシ群落に区分されていたが、ヨシの生育密度はさほど高くなく、下層にはクサヨシが混生している状況であった。今年度もヨシ群落に区分されるが、ヨシの密度が増す一方、下層にはチクゴスズメノヒエの生育が見られた。

### 3.3 水質調査

#### (1) 調査内容

水流創出実験に伴うヨシ等抽水植物群落の変化のモニタリングと併せ、その生育環境条件との関連性を検討する際のデータを得ることを目的として、実験放水開始前と放水期間中ににおける対象水域の水質調査を実施した。

表 3-6 水質調査項目・方法等一覧

調査日	平成12年(2000年)6月5日(月) …… 夏期放水開始前調査 平成12年(2000年)6月20日(火) …… 夏期放水後調査 平成13年(2001年)2月8日(木) …… 冬期放水期間中調査
調査地点	対象水域の4地点 地点A：放水箇所前方(東) 放流施設から約15m 地点D：地点Aの東方 マコモ-ヨシ-ハス群落内 放流施設から約25m 地点P：コドラート地点No.10付近 停滞区域 地点W：吸水部
天気・水位	6月5日：晴れ・琵琶湖水位BSL-5cm(6:00) 6月20日：晴れ・琵琶湖水位BSL-13cm(6:00) 2月8日：曇り・琵琶湖水位BSL+10cm(6:00)

表 3-6 (続き) 水質調査項目・方法等一覧

採水	各地点の表層の水を柄杓で採取した。
調査項目 調査方法	<p>DOについては、現地でフラン瓶内に採水試料を入れ、酸素固定を行った後、持ち帰り室内分析を行った。          気温、水温は現地にて測定記録した。          他の分析項目については、現地で採水した水をポリ容器に入れて持ち帰り、室内分析を行った。</p> <p>◇pH (水素イオン濃度) : JIS K-0102 12.1 ガラス電極法          ◇DO (溶存酸素量) : JIS K-0102 32.1 滴定法          ◇COD (化学的酸素要求量) : JIS K-0102 17 滴定法          ◇T-N (総窒素) : JIS K-0102 45.1 総和法          (総窒素は亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、ケルダール窒素の和)          亜硝酸態 NO<sub>2</sub>-N : JIS K-0102 43.1.1 吸光光度法          硝酸態 NO<sub>3</sub>-N : JIS K-0102 43.2.3 Cu-Cd カラム還元法          ケルダール Kj-N : JIS K-0102 44.1 中和滴定法          ◇NH<sub>4</sub>-N (アンモニア態窒素) : JIS K-0102 42.5 イオンクロマトグラフ法          ◇T-P (総リン) : JIS K-0102 46.3.1 吸光光度法          ◇PO<sub>4</sub>-P (リン酸態リン) : JIS K-0102 46.1.1 吸光光度法          ◇その他 : 気温, 水温</p>

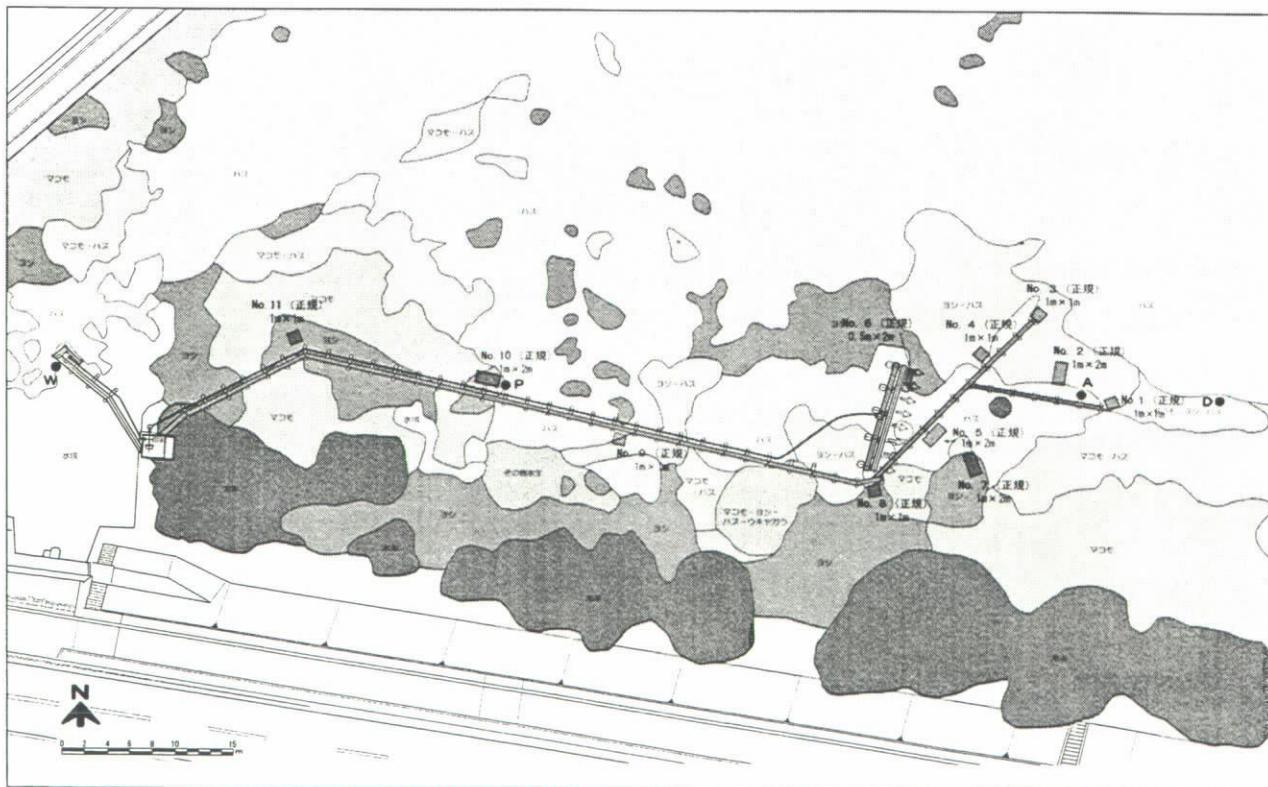


図 3-5 水質調査地点

## (2) 調査結果

各地点の水質調査結果を、

地点W（吸水部）→A（放水東15m）→D（放水東25m）→P（停滞区域）  
の順に並べて表3-7に、また、これを水流創出実験期間の経過に伴う各地点の水質変化グラフとして図3-6～図3-8に示す。

表 3-7 水質調査結果

調査項目	単位	地 点 W (吸水部)				地 点 A (放流施設東15m)			
		平成11年度		平成12年度調査結果		平成11年度		平成12年度調査結果	
		H11.8.10	H12.6.5	H12.6.20	H13.2.8	H11.8.10	H12.6.5	H12.6.20	H13.2.8
採水時刻	—	—	12時50分	11時40分	10時40分	—	11時10分	11時15分	10時00分
水深	cm	—	130	127	120	20	30	20	50
泥深	cm	—	—	—	—	65	35	40	60
琵琶湖水位	BSLcm	—	-5	-13	10	-27	-5	-13	10
気温	°C	—	24.8	25.5	4.5	30.5	24.8	25.2	4.5
水温	°C	—	22.4	27.2	6.9	27.0	24.0	25.0	7.0
pH	—	—	6.8	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	6.7
DO	mg/l	—	4.9	4.6	11.0	6.3	10.0	2.4	11.0
COD	mg/l	—	10.0	7.0	6.6	4.8	18.0	8.1	6.3
T-N	mg/l	—	0.95	1.02	0.97	0.82	1.27	1.09	0.93
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	—	0.004	0.016	0.013	0.007	0.002	0.025	0.013
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	—	0.05	0.05	0.39	0.07	0.02	0.03	0.40
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	—	0.18	0.15	0.02	0.11	0.04	0.23	0.02
DIN*	mg/l	—	0.234	0.216	0.423	0.185	0.062	0.285	0.433
T-P	mg/l	—	0.294	0.229	0.111	0.142	0.709	0.258	0.109
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	—	0.006	0.028	0.005	0.018	0.062	0.020	0.002

調査項目	単位	地 点 D (放流施設東25m)				地 点 P (停滞区域)			
		平成11年度		平成12年度調査結果		平成11年度		平成12年度調査結果	
		H11.8.10	H12.6.5	H12.6.20	H13.2.8	H11.8.10	H12.6.5	H12.6.20	H13.2.8
採水時刻	—	—	11時37分	11時15分	11時00分	—	12時30分	11時25分	10時15分
水深	cm	—	35	20	55	—	25	10	50
泥深	cm	—	50	40	55	—	90	92	>150
琵琶湖水位	BSLcm	—	-5	-13	10	—	-5	-13	10
気温	°C	—	24.8	25.0	4.7	—	24.7	25.5	4.5
水温	°C	—	24.0	26.0	7.1	—	25.0	27.2	6.9
pH	—	—	6.7	6.8	7.0	—	6.8	6.8	6.8
DO	mg/l	—	5.8	2.9	10.0	—	8.3	2.1	9.5
COD	mg/l	—	18.0	8.1	6.1	—	20.0	7.9	6.7
T-N	mg/l	—	1.37	1.04	0.96	—	1.42	0.98	1.00
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	—	0.002	0.022	0.012	—	0.002	0.018	0.012
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	—	0.01	0.03	0.41	—	0.01	0.02	0.40
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	—	0.07	0.21	0.02	—	0.07	0.14	0.01
DIN*	mg/l	—	0.082	0.262	0.442	—	0.082	0.178	0.422
T-P	mg/l	—	0.768	0.258	0.104	—	0.908	0.271	0.107
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	—	0.058	0.025	0.002	—	0.046	0.038	0.003

注) \* :無機態窒素DIN = NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N の和

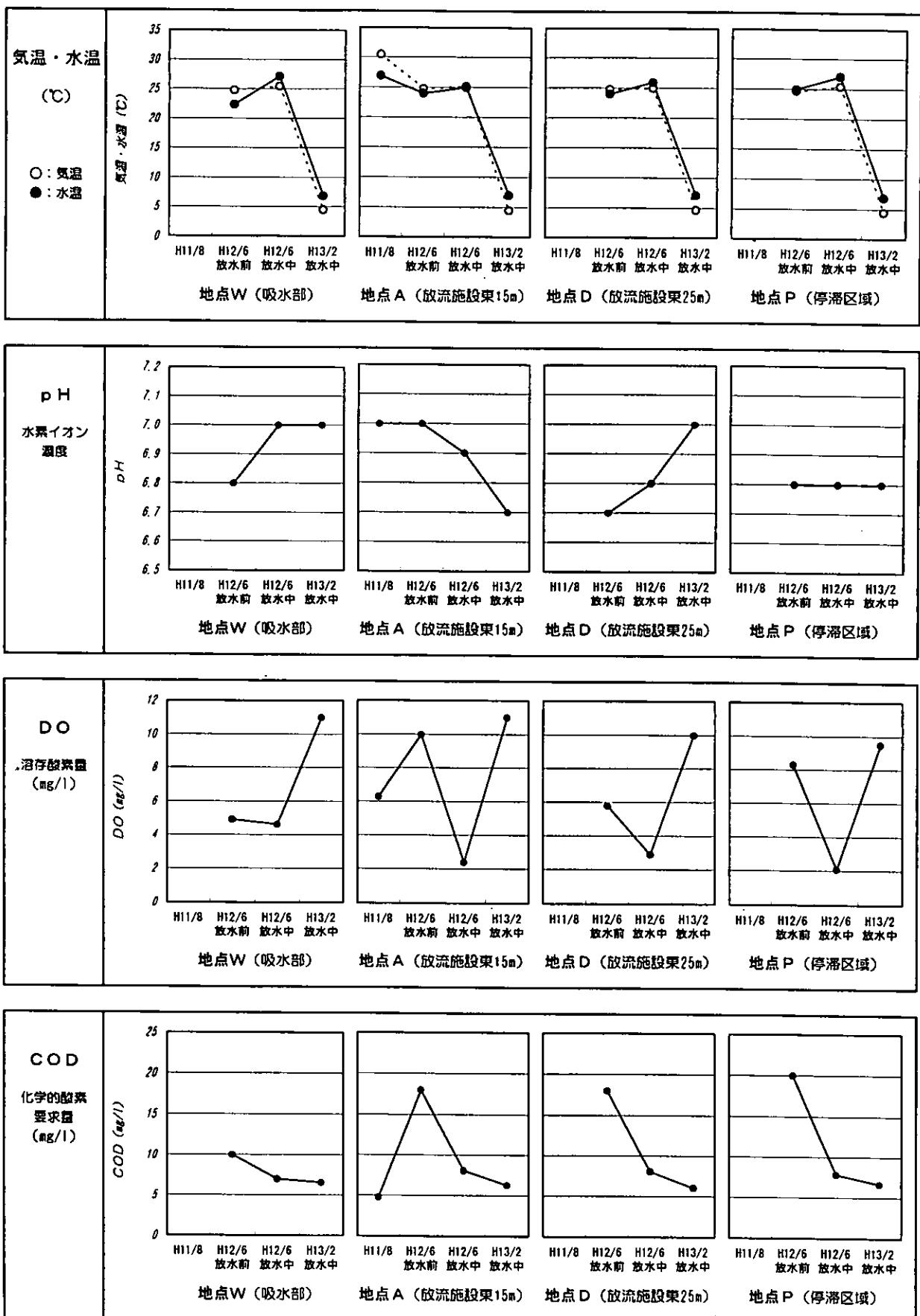


図 3-6 実験放流期間経過後の水質の変化グラフ（その 1）

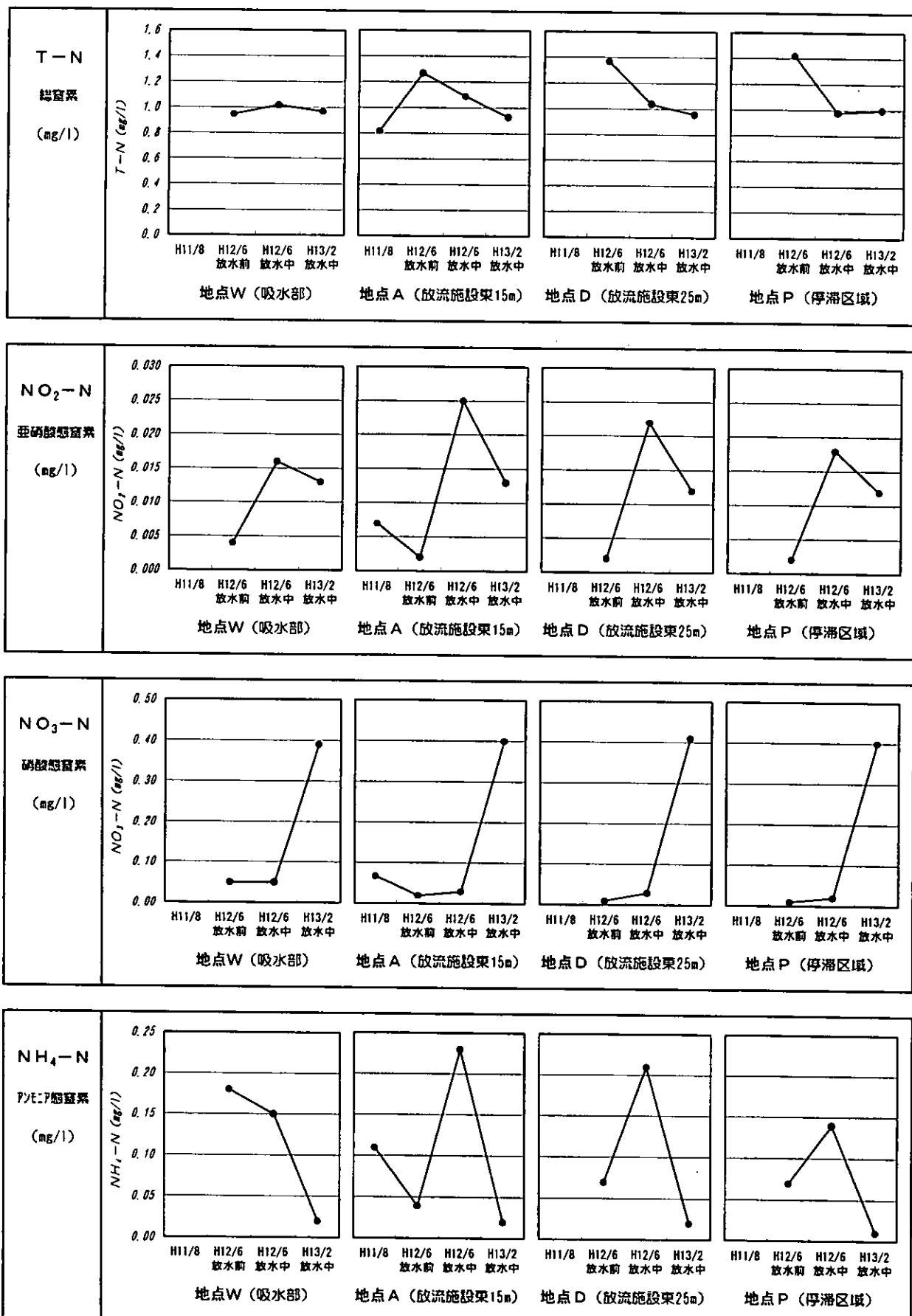


図 3-7 実験放流期間経過後の水質の変化グラフ (その 2)

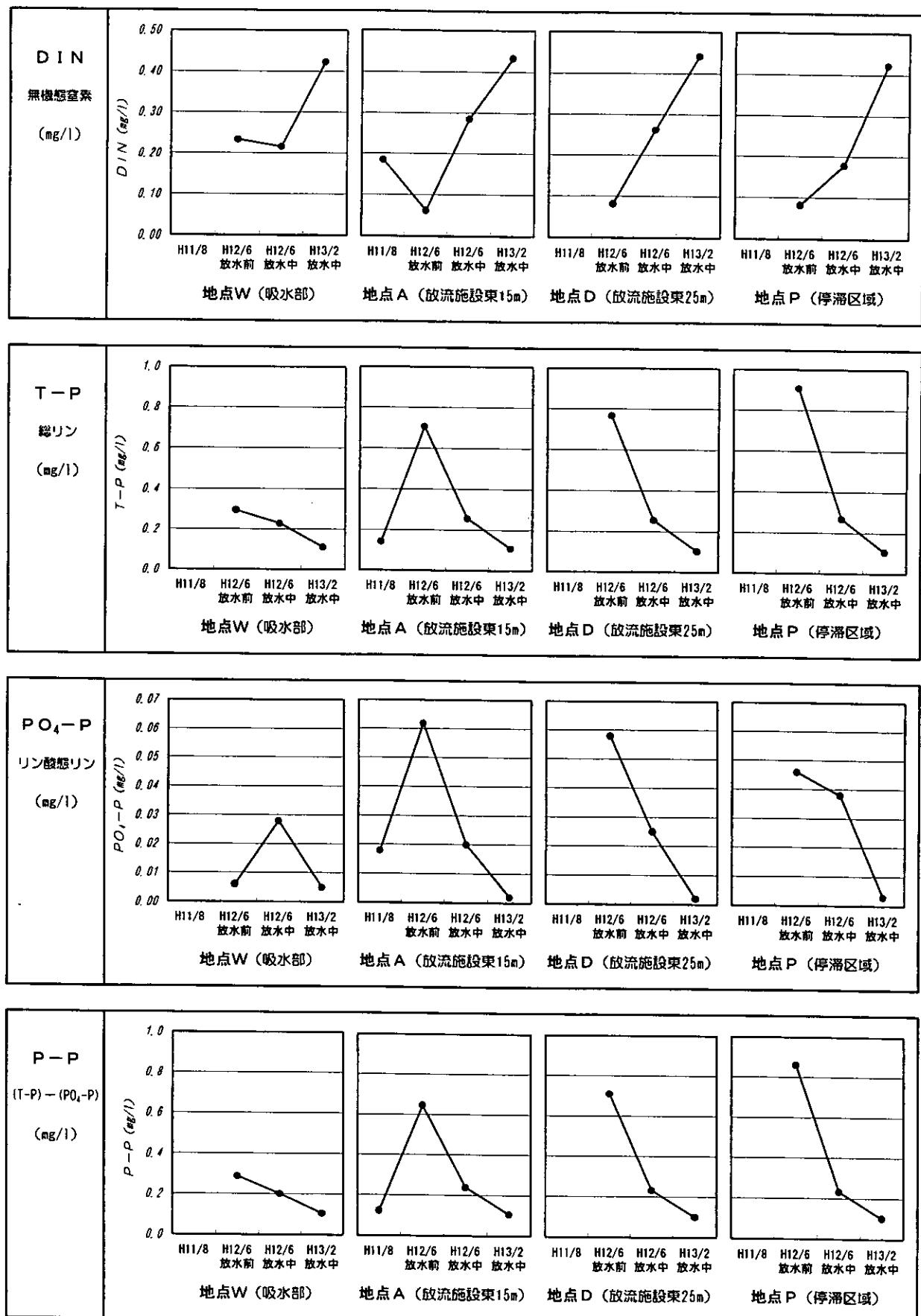


図 3-8 実験放流期間経過後の水質の変化グラフ (その3)

以下に各項目ごとに概要を示す。

【pH】地点別の経時変化の傾向は他の項目と比べやや特異的であり、放流区域前方の地点Aは、放水前は吸水部地点Wより高かったのが放水に伴い値が低下、地点Dは放水前と比べ放水後に値が増加するという、全く逆のパターンを呈した。また、停滞区域の地点Pに関しては、放水前後で全く変化が見られなかった。

【DO】各地点とも放水前と比べ6月の放水中には値が著しく低下し、2月の放水中には再び値が増加する傾向が見られた。

【COD】放水前6月→放水後6月→放水後2月の順に値が顕著に低下している。各地点の値を調査時ごとに比較すると、放水前は地点Wと比べて地点A、D、Pの値がかなり高いが、放水中は6月、2月ともに、全地点大差ない濃度であった。

【窒素】T-Nでは地点A、Dの値が放水前と比べ放水後に顕著に減少しているが、各態別にみるとそれぞれ変化の傾向は異なっている。 $\text{NO}_2\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ は、各地点とも6月の放水後には放水前よりも著しく濃度が増加したが2月には再度著しく低下しており、一方 $\text{NO}_3\text{-N}$ では、6月の放水後は放水前と比べ僅かに増加し、2月にさらに著しく増加が見られている。調査時ごとの地点比較によると、放水前は吸水部地点Wと比べて地点A、D、Pの濃度が明らかに高く、かつ有機態窒素の占める割合が非常に高かったのに対し、放水後は各地点のT-N値にほとんど差がなくなり、無機態窒素の割合が増加しているのがわかる。

【リン】T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ とも、各地点の濃度は放水前と比べ放水後に顕著に減少が見られている。調査時別の比較によると、放水前は吸水部地点Wと比べ対象水域のT-Pは2~3倍の値を呈していたが、放水後は各地点とも地点Wとほとんど同程度の濃度となっている。

以上の水質調査の結果、放流前においては対象水域内のCOD、窒素、リン濃度が高く、平成9、10年度の滋賀県の調査でも示されたように、赤野井湾ヨシ群落内に共通的な富栄養化された閉鎖性水域の特徴を有していたと考えられる。今回の実験放水により、夏季、冬季ともに対象水域内の各物質濃度は放流水とほぼ同程度の濃度レベルまで全体的に改善の傾向が見られたことから、水流の創出は、当該水域に閉鎖性水域の特性から開放系水域の特性を持たせる方向で変化をもたらしていると考えられる。放流先の水質は当然放流水の水質に左右されることから、対象水域の水質の全体的な改善はたまたま放流水の水質が対象水域の停滞状態の水質よりも良好であったためと言うこともでき、水の流れによる改善効果とは必ずしも直結していないようにも見える。しかしながら、放流水自体が吸引に伴う吸水部水域の水の動きによって改善された可能性も考え得る。この傾向はCODやリンにおいて明確に表れており、どちらも懸濁質に起因する要素の多い物質であることから、吸引による水の動きは、特に懸濁質由来の有機物やリンの改善に寄与している可能性のあることが示唆される。

### 3.4 底質調査

#### (1) 調査内容

水流創出実験に伴うヨシ等抽水植物群落の変化のモニタリングと併せ、その生育環境条件との関連性を検討する際のデータを得ることを目的として、実験放水開始前と放水後における対象水域の底質調査を実施した。

表 3-8 底質調査項目・方法等一覧

調査日	平成12年(2000年)6月5日(月) …… 夏期放水開始前調査 平成12年(2000年)8月7日(月) …… 夏期放水終了後
調査地点	対象水域の4地点 地点A：放水箇所前方(東) 放流施設から約15m 地点C：放水箇所前方(東) 放水施設直近約5m 地点D：地点Aの東方 マコモ-ヨシ-ハス群落内 放流施設から約25m 地点P：植生コドラー付近 停滞区域

表 3-8 (続き) 底質調査項目・方法等一覧

天気・水位		6月5日：晴れ・琵琶湖水位BSL-5cm (6:00) 8月7日：晴れ・琵琶湖水位BSL-46cm (6:00)
調査項目 調査方法	採泥	内径6.4cm、長さ70cmまたは100cmのアクリル円筒により、深さ50cm程度の表層底泥のコアサンプルを各地点より3本ずつ採取した。
	分析	<p>採取したコアサンプルの表部浮泥を避け、地表下10cm～15cmの部分を分析に供した。</p> <p>酸化還元電位は、各地点3本のコアについてそれぞれ測定し、その平均値を用いた。</p> <p>他の分析項目は、3本のコアサンプルを混合して測定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇灼熱減量：環境庁「底質調査法」</li> <li>◇酸化還元電位：ORP計法</li> <li>◇pH(水素イオン濃度)：JIS K-0102 12.1 ガラス電極法</li> <li>◇T-N(総窒素)：環境庁「底質調査法」</li> <li>◇T-P(総リン)：環境庁「底質調査法」</li> <li>◇硫化物：環境庁「底質調査法」</li> <li>◇粒度分布：JIS A-1204 ふるい法、レーザー回折法</li> </ul>

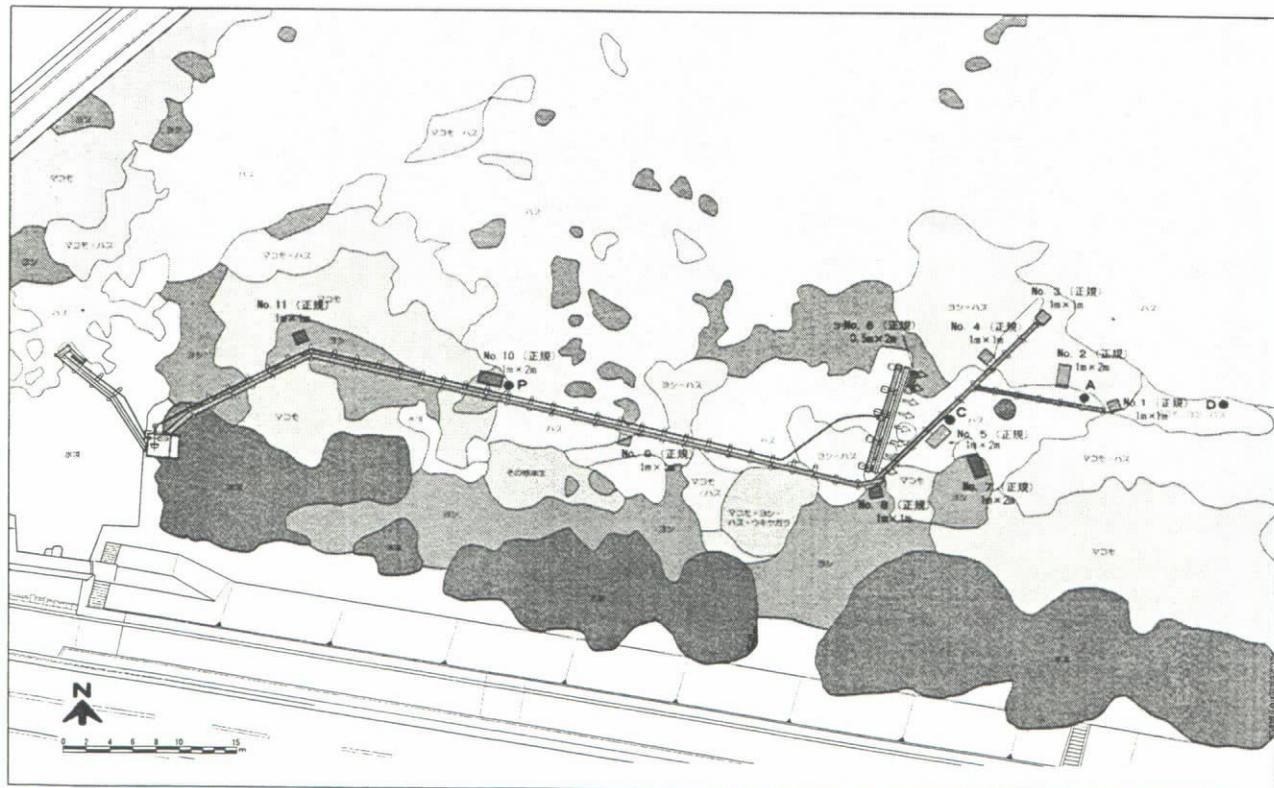


図 3-9 底質調査地点

## (2) 調査結果

### ① 底泥コアの断面構造

6月及び8月の底質調査時に各調査地点で採取したコアサンプルより、底泥の断面構造を図化すると図3-10のとおりである。

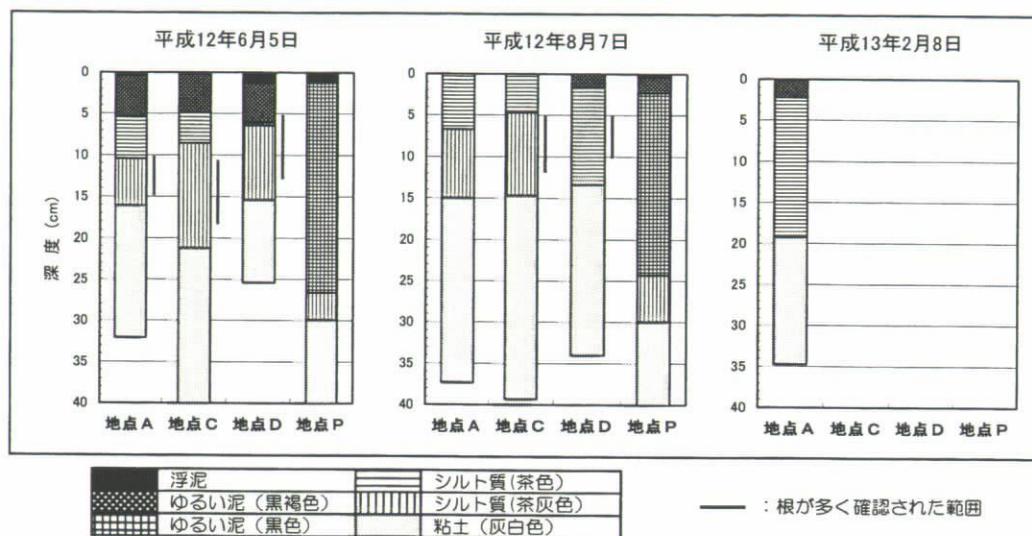


図 3-10 底泥コアサンプルによる各地点柱状断面図

以下、柱状断面を主として外観に基づき表層から地下に向かって、浮泥層、ゆるい泥層（黒褐色層、黒色層）、シルト層（茶色層、茶灰色層）、粘土層（灰白色層）に分類し、その主な特徴を示す。

**【浮泥層】**表層部の非常にゆるい腐植等の堆積部で、ピペットで吸引可能な層を浮泥層とした。放水前の時点では各地点の表層に0.2~1.4cmの厚さで認められたが、夏季8月には地点Pにわずかに0.3cmほど認められたのみであった。8月は琵琶湖水位低下のため放水を停止していたが、地点AやC等ではそれ以前の放水期間中の水流により表部浮泥が流されてしまったか、あるいはこの時点では水深が0cmであったために浮泥の状態を成さなかったと考えられる。参考として実施した2月の放水時の調査では、地点Aの表層に浮泥の堆積が見られたが、僅かに0.2cmであった。

**【ゆるい泥層】**コアサンプラーを立てた状態で水平に回転させたとき、コアサンプラーの動きに追従しない状態の層をゆるい泥層とした。放水前の時点では地点A、C、Dの浮泥層の下位に5cm前後の黒褐色の層として確認された。地点Pでは同様に緩い黒色の層が25cm強の厚さで認められ、ヘドロ臭に似た臭いを放ち、コアサンプラーから取り出すと不定形であった。夏季8月の状況をみると、これらの層は地点Dで2cm程度、地点Pではやはり25cm程度認められたが、放流施設に近い地点A、Cでは浮泥同様、認められなかった。水位低下による底泥の露出によって、表層付近の水分が抜け、やや固いシルト質の層へと移行したものと推察される。地点Aの2月のコアを見ると、再び表部に2cmほどの層が形成されている。

**【シルト層】**ゆるい泥層の下位で、粘性が比較的低く暗色を示し有機物が豊富であると考えられる層をシルト質の層とした。6月の放水前にはゆるい泥層の下に地点Aで約10cm、地点Cで約16cm、地点Dで約9cmが見られ、地点Pでは薄く3cm程度であった。8月には地点A、C、Dではほぼ地表のすぐ下に6月と層厚的に同程度の分布が確認されたことから、これらの地点では実質表部5cmほどの浮泥及びゆるい泥層が取り除かれた状態と見受けられた。地点Pは6月とさほど大きな変化はなかった。

**【粘土層】**粘性が高くコアサンプラーから取り出しても崩れることなく、原型のまま手で持ち上げることのできる粘土状の底質を粘土層とした。各地点ともシルト層の下位に、採取可能深度の最下部までを構成していた。

## ② 底質分析結果

底質の調査結果を表3-9に、またこれをグラフ化して図3-11に示す。

この結果、放水前と放水停止後の比較では、地点Aにおいて灼熱減量、T-N、T-P、硫化物の各項目で減少が見られ、pH値も低下するとともに、酸化還元電位は上昇し還元状態がやや弱まる傾向が見られた。地点Cも傾向的には地点Aとほぼ同じ変化を示したが、地点Aと比べると変化の程度は相対的に小さいようであった。地点DではT-N値が減少、T-Pも僅かに減少し、酸化還元電位の上昇も見られたが、灼熱減量及び硫化物は増加の傾向が見られた。地点Pも、灼熱減量、酸化還元電位、pHの傾向は他の地点と同様であるが、T-Nが増加し、とともに高含有であったT-Pと硫化物の大幅な減少が認められた。地点の比較では、地点Pと比べ、全体的には地点A、Cの灼熱減量、T-N、T-P、硫化物の含有が少なく酸化還元電位もやや高めの傾向が見られた。

この要因としては、①水流の創出によって放水期間中に物質が流出した。②水流の創出によって表層の堆積物が失われたため、サンプリング深度とした地下15cmの絶対位置が変化した。③水位の低下により間隙水が流出し、結果として物質量が減少した。

表3-9 底質調査結果

調査項目	単位	地 点 A (放流施設東15m)			地 点 C (放流施設直近5m)		
		平成11年度		平成12年度調査結果	平成11年度		平成12年度調査結果
		H11.8.10	H12.6.5	H12.8.7	H11.8.10	H12.6.5	H12.8.7
採泥時刻	—	—	11時20分	10時50分	—	12時03分	11時00分
水 深	cm	20.0	30	0	11.0	25	0
泥 深	cm	65.0	35	50	70.0	80	65
琵琶湖水位	BSLcm	-27	-5	-46	-27	-5	-46
気温	°C	30.5	24.8	29.8	32.0	24.7	30.5
水温	°C	27.0	24.0	—	26.5	25.0	—
灼熱減量	%	10.7	19.7	14.5	13.3	22.5	22.2
酸化還元電位	mV	-198	-152	-74	-168	-157	-146
	試料1	-218	-150	-179	-172	-170	-140
	試料2	-178	-165	-134	-141	-165	-118
	試料3	-198	-142	90	-192	-137	-180
pH	—	5.9	6.3	5.1	5.5	6.4	5.7
T-N	%·dry	0.27	0.70	0.49	0.38	0.80	0.77
T-P	%·dry	0.04	0.08	0.05	0.06	0.08	0.07
硫化物	%·dry	—	0.012	0.006	—	0.017	0.013
水分率	%	54.3	77.5	56.7	62.2	79.1	71.2

調査項目	単位	地 点 D (放流施設東25m)			地 点 P (停泊区域)		
		平成11年度		平成12年度調査結果	平成11年度		平成12年度調査結果
		H11.8.10	H12.6.5	H12.8.7	H11.8.10	H12.6.5	H12.8.7
採泥時刻	—	—	11時45分	10時30分	—	12時20分	11時20分
水 深	cm	—	35	0	—	25	0
泥 深	cm	—	50	50	—	90	95
琵琶湖水位	BSLcm	—	-5	-46	—	-5	-46
気温	°C	—	24.8	29.8	—	24.7	30.5
水温	°C	—	24.0	—	—	25.0	—
灼熱減量	%	—	15.2	32.1	—	25.8	28.6
酸化還元電位	mV	—	-212	-124	—	-209	-199
	試料1	—	-198	-90	—	-192	-171
	試料2	—	-225	-150	—	-218	-215
	試料3	—	-213	-131	—	-217	-211
pH	—	—	5.8	5.4	—	6.5	6.1
T-N	%·dry	—	0.49	0.11	—	0.92	0.98
T-P	%·dry	—	0.08	0.07	—	0.66	0.42
硫化物	%·dry	—	0.009	0.011	—	0.150	0.057
水分率	%	—	73.6	76.5	—	88.4	86.9

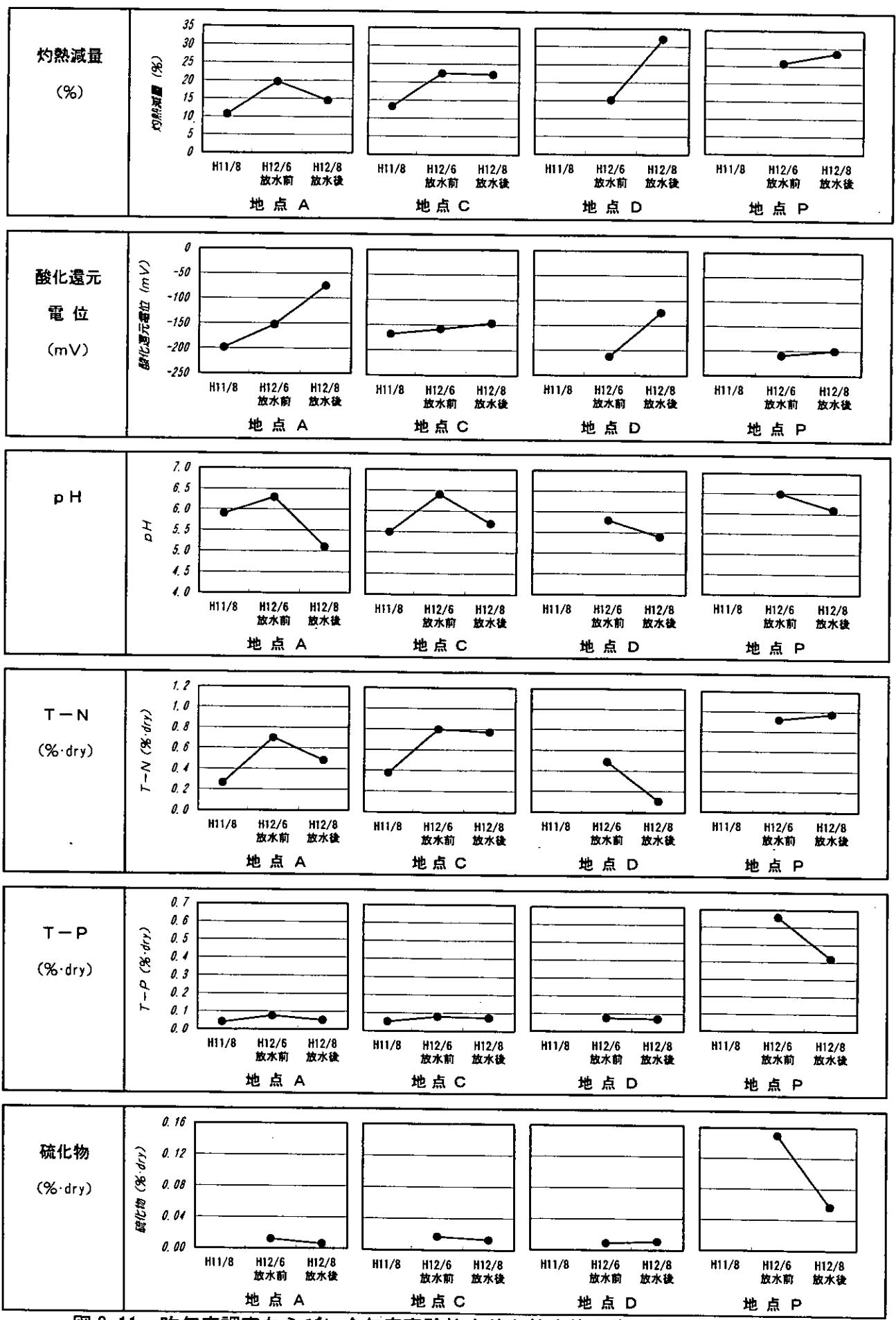


図 3-11 昨年度調査ならびに今年度実験放水前と放水停止後の底質の変化

### 3.5 流速調査

#### (1) 調査内容

水流創出実験としての放水により、対象水域に実際にどの程度の水の流れが生じているかを調べることを目的として、実験放水開始前と放水中における流速調査を実施した。

表 3-10 流速調査項目・方法等一覧

調査日	平成 12 年（2000 年）6 月 5 日（月） …… 夏期放水開始前調査 平成 12 年（2000 年）6 月 20 日（火） …… 夏期放水後調査 平成 13 年（2001 年）2 月 8 日（木） …… 冬期放水期間中調査
調査地点	(a) 放流施設周辺 5m メッシュ・桟橋周辺 10m メッシュの各交点 : 73 地点 (b) 植生コドラー地点 : 11 地点 (c) 補助地点 : 24 地点(6 月 20 日), 18 地点(2 月 8 日) (d) 吸水口周囲及び底脚水路流入樋門部 : 6 地点  計 90 地点(6 月 5 日), 114 地点(6 月 20 日), 108 地点(2 月 8 日)
天気・水位	6 月 5 日 : 晴れ・琵琶湖水位 BSL - 5 cm (6:00) 6 月 20 日 : 晴れ・琵琶湖水位 BSL - 13 cm (6:00) 2 月 8 日 : 曇り・琵琶湖水位 BSL + 10 cm (6:00)
調査項目	流速, 流向, 水深
調査方法	◇プライス式流向・流速計を用い、表層付近を測定した。 ◇流速については、同一地点で 3 回の測定を行いその平均値を算定した。 ◇流向については、北向きを 0 度として、流れていく方向の右回りの概略の角度を目視により記録した。 ◇なお、測定は各地点調査時の 1/2 水深部を基本としたが、2 月 8 日は前 2 回と比べ琵琶湖水位が高かったことから、 ・水深 30cm 未満の地点 … 1/2 水深部 ・水深 30cm 以上 50cm 未満の地点 … 15cm 水深部 ・水深 50cm 以上の地点 … 15cm 水深部及び湖底上 15cm 部 の測定を基本とした。 ◇各調査日とも、水深の深い吸水口周囲及び底脚水路流入樋門部では、 表層 (10cm 水深部) 及び下層 (90~100cm 水深部) の 2 層の測定とした。

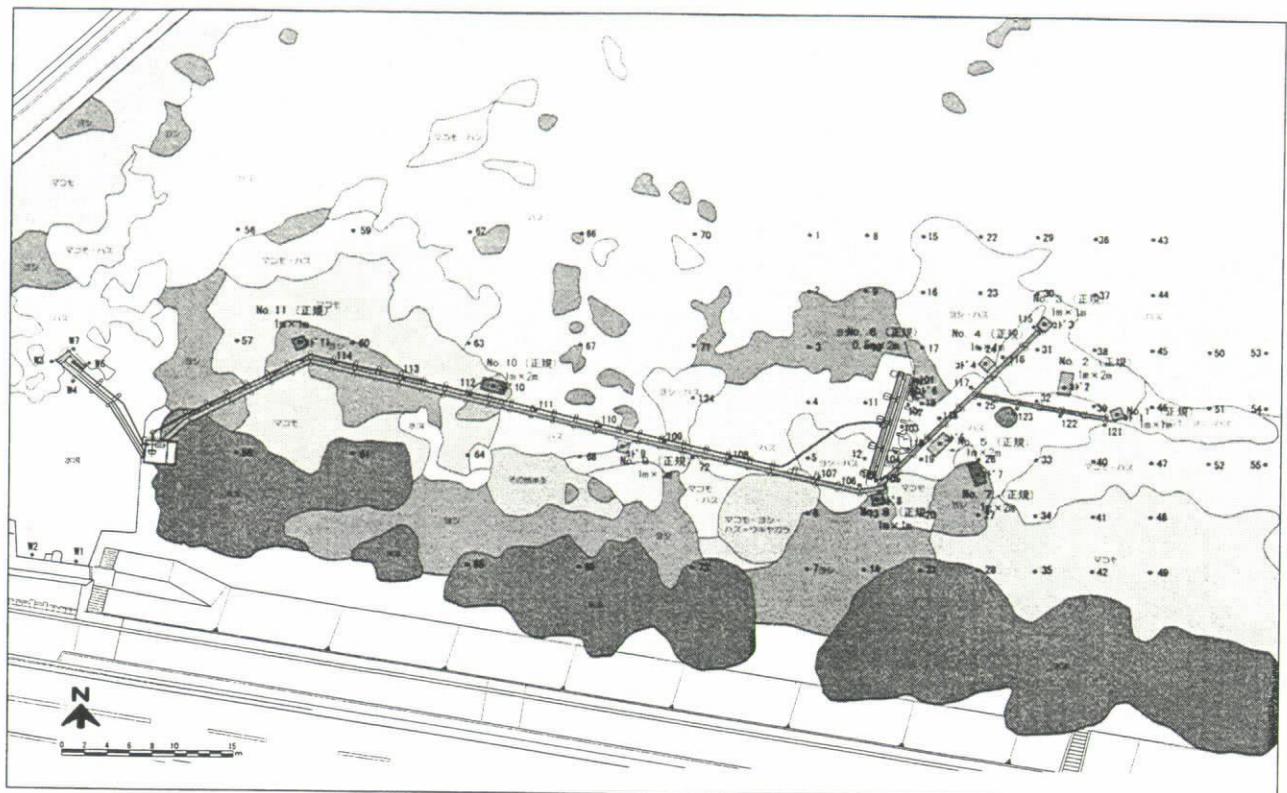


図 3-12 流速調査地点

## (2) 調査結果

6月5日の放流前の測定結果によるといずれの地点においても流速は0 cm/secであり、ポンプを稼働させていないときは完全に停滞水域とであると考えられる。なお、水深の測定結果を図示したものを図3-13に示す。

6月20日の放流中の流向・流速および水位の測定結果を図3-14に示す。また、2月8日に実施した放流中の流向・流速および水位の測定結果を図3-15に示す。

この結果によれば、6月の放流期は植生が生い茂っているため、僅かな場所の違いでも流向や流速が異なっている場所が多く見られ、概ね桟橋に沿って沖合に向かって流れている。また、比較的ヨシの生育が良好であったコドラーートNo. 2やNo. 5、No. 7では当初の計画である5 cm/sec程度の流れであった。さらに、今年度の調査でヨシ、ハスとともに減少傾向であったコドラーートNo. 6については、12 cm/secと当初計画の2.4倍の流速が測定されており、このような流れの速い場所はヨシ・ハスの生育環境としては厳しいと判断される。

一方、ハスが枯れた2月には放水の影響が6月に比べかなり広い範囲に及んでおり、流速もほぼ均一になっている。次年度はこの水流の影響がヨシ・ハスの発生にどの様な影響を与えるか観察する必要がある。

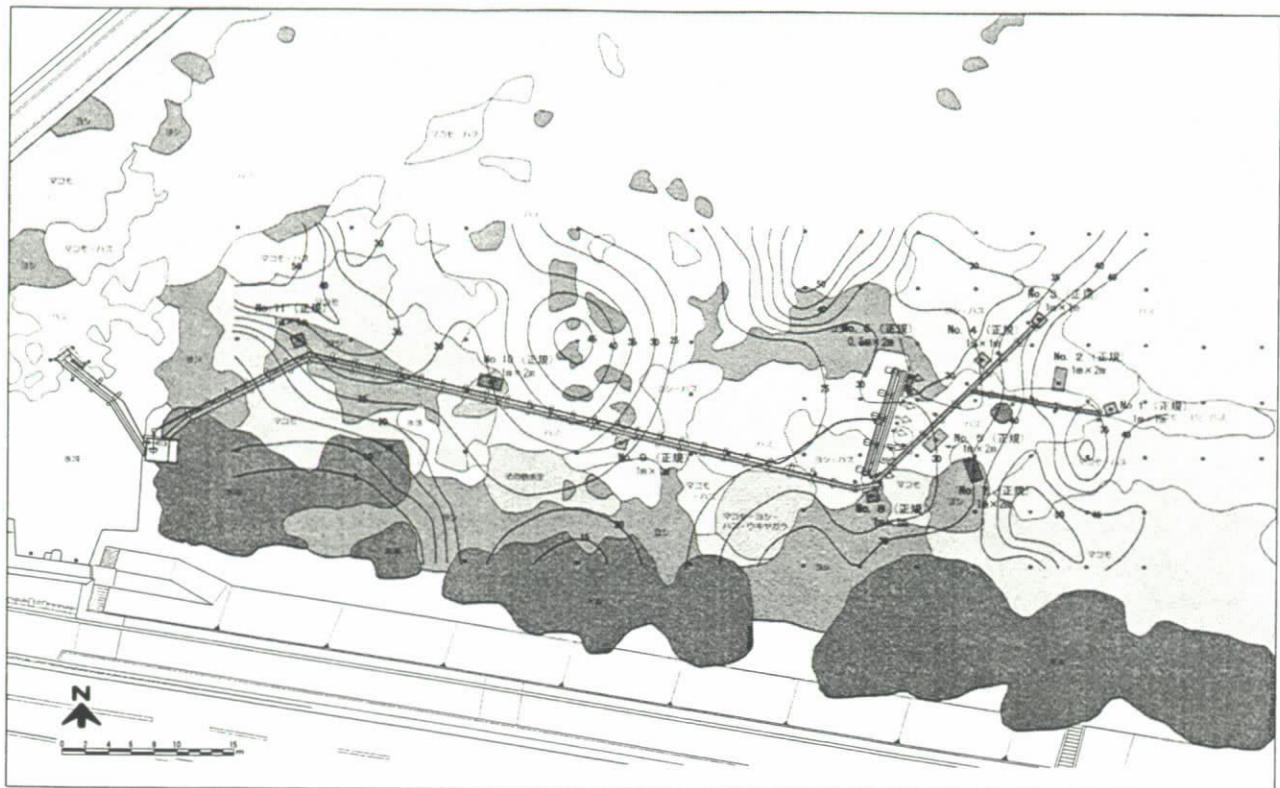


図 3-13 水深測定結果（平成 12 年 6 月 5 日）

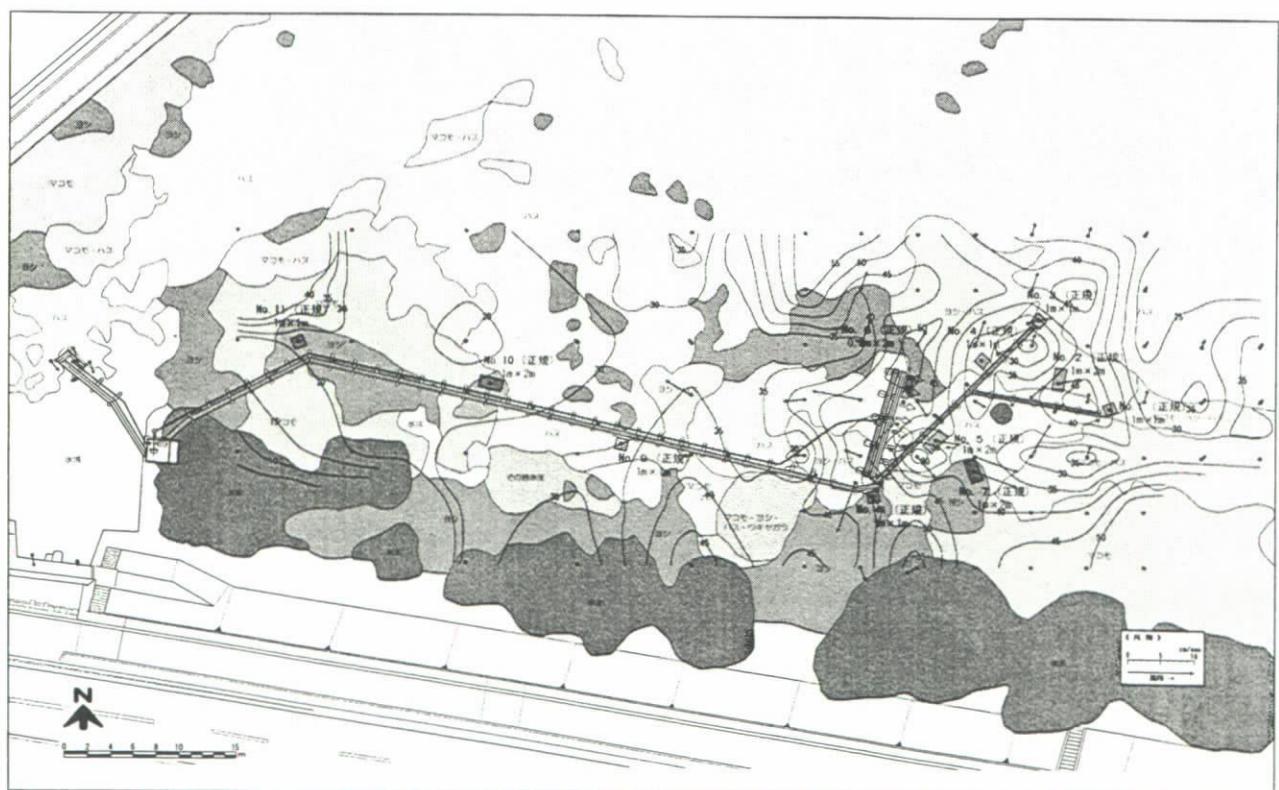


図 3-14 流向・流速水深測定結果（平成 12 年 6 月 20 日）

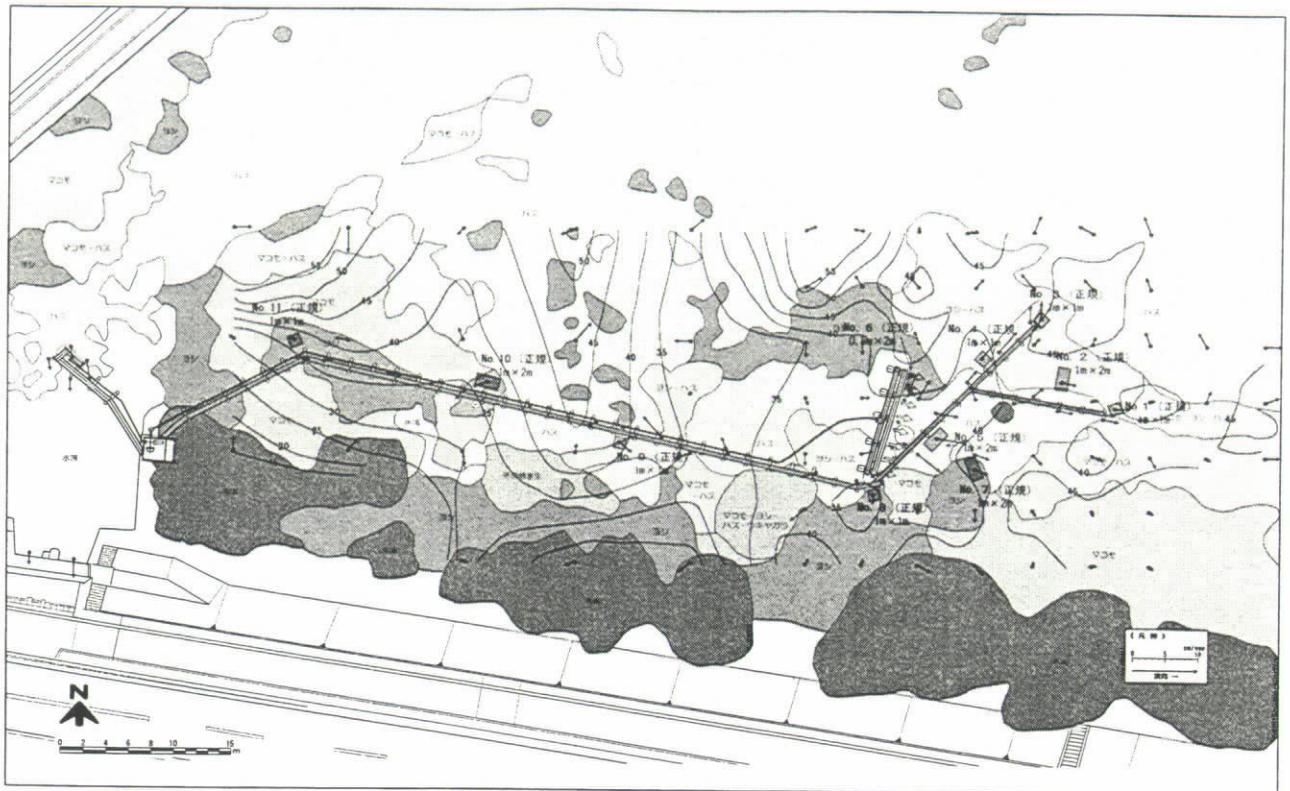


図 3-15 流向・流速水深測定結果（平成 13 年 2 月 8 日）

#### 4. 付加条件コドラーートの設置

##### 4.1 砂質コドラーートの設置

ヨシとハスがせめぎ合う境界部のハス群落内にコドラーート（ $1.5\text{m} \times 2\text{m}$ ）を 2 カ所設定し、両区域とも深さ 50cm 程度までの底泥をバキューム及び手作業でハスの根ごと除去し、除去後の凹部に砂（川砂）を投入した。なお、コドラーート周辺のヨシ群落内にあるハスについても一定範囲で取り除いた。うち、1 カ所は実験放水区域とした（コドラーート名：SA-1）。もう 1 カ所は水流の影響の及ばない区域（停滞区域）とした（コドラーート名：SA-2）。

これにより、翌年、両コドラーートへのヨシ・ハスの進入状況を観察し、砂地がヨシとハスのどちらに有利か、また放水区域（冬期・春期放水）と放水のない区域で違いが生じるかをモニタリングする。

表 4-1 砂質コドラーート設置状況

砂質コドラーート設置	設置日	平成 12 年（2000 年） 8 月 30 日（地点選定、掘削） 8 月 31 日（砂投入） 9 月 1 日（砂投入）
	設置数 ・ 大きさ	◆砂質コドラーート：2 ケ所 SA-1 : $1.5\text{m} \times 2\text{m}$ （水流影響あり） SA-2 : $1.5\text{m} \times 2\text{m}$ （水流影響なし） 砂質深さ : 50cm
	天気・水位	8 月 30 日：曇り・琵琶湖水位 BSL-82cm(6:00) 8 月 31 日：雨・琵琶湖水位 BSL-83cm(6:00) 9 月 1 日：曇り・琵琶湖水位 BSL-85cm(6:00)

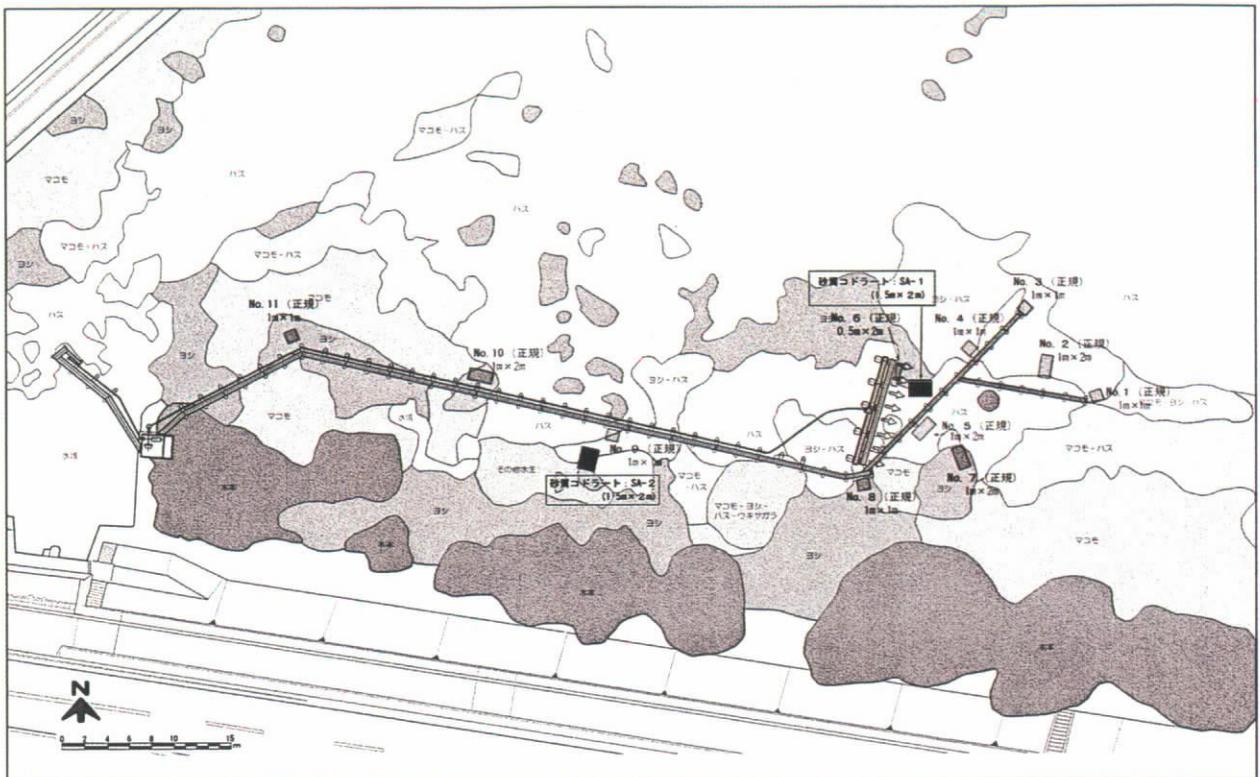


図 4-1 砂質コドラー設置地点



SA-1：水流影響あり

SA-2：水流影響なし

図 4-2 砂質コドラー設置状況

#### 4.2 断面観察

砂質コドラー設置時に底泥のカット断面を観察し、ヨシ・ハスの根の状況および深さを調査した。

砂質コドラー設置時の底泥のカット面の写真を図4-3に示す。これによると、ヨシは地上部付近から深さ約35cmまで地下茎を張っている様子がうかがえる。また、横方向に伸びる地下茎は20cm以深の地点に存在しているものと考えられる。そのさらに深い地点には既に枯れた古い地下茎が確認されている。一方ハスは地下20~30cm前後の地点に地下茎(れんこん)を横方向にのばしており、ヨシの地下茎と深度は概ね重複することが断面調査で明らかとなった。今回観察を行った地点は地下35cm付近から粘土層が出現し、これら粘土層には両種とも大きく地下茎を貼らず、その上にあるシルト層やゆるい泥層に主に地下茎を発達させていく。

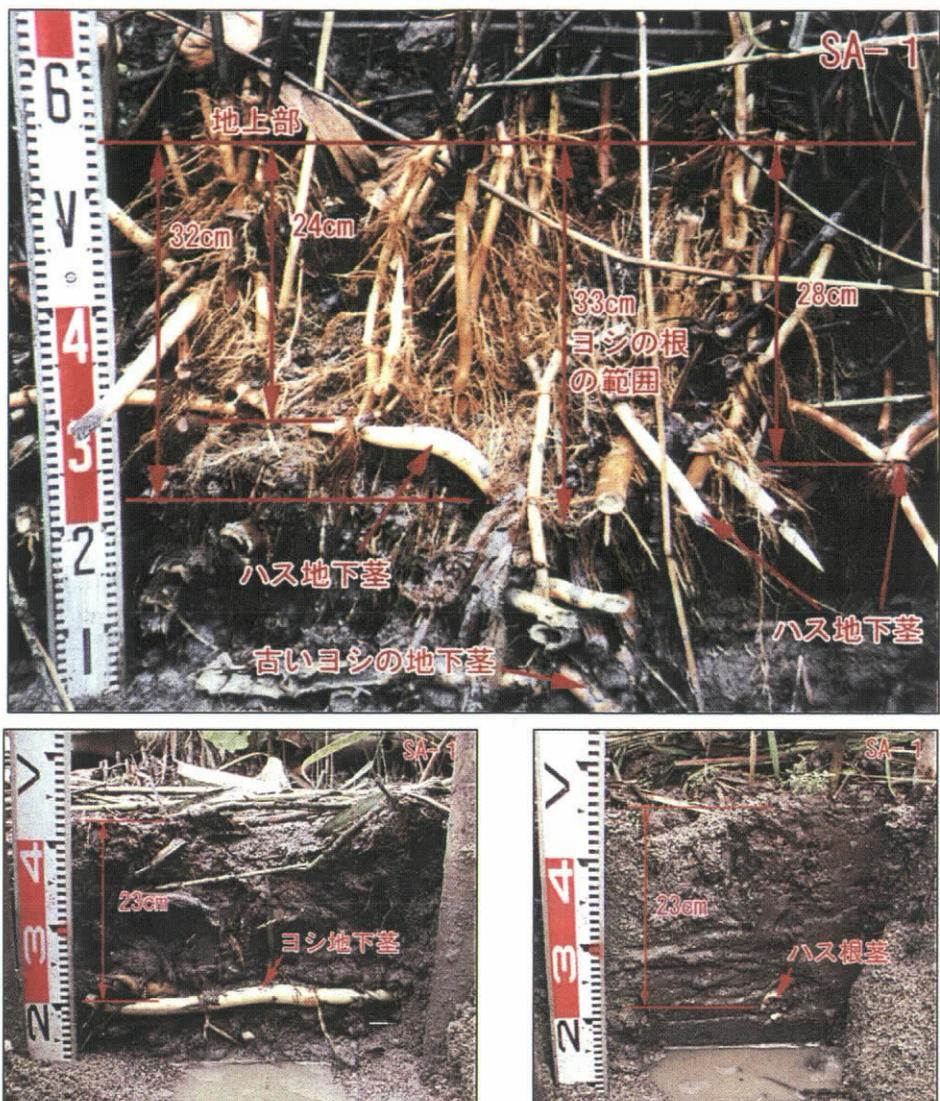


図 4-3 底泥のカット面におけるヨシ・ハスの根の状況 (SA-1)

#### 4.3 ハス刈取コドラーの設置

ハスを地下茎ごと除去した場合には、今年度のハス群落の冲合の状況を見ても明らかのように、ハスの成長に大きな効果があるが、底泥直上部からの単なる刈り取りが、その後のハスの生育状況に与える影響の有無を調査する目的でコドラーを設置した。

実験区域付近で既にハスがほぼ単独に優占している区域（ハス群落内）にコドラー（2.5m × 4m）を2カ所設定する。うち、1カ所は、今年度の8月に刈り取った（コドラー名：HC-1）。もう1カ所は、翌年の成長期にあたる4月～5月に刈り取る予定である（コドラー名：HC-2）。

これにより、翌年の夏期にコドラー内のハスの状況を観察し、近接周辺区域の状況との違い、及び2カ所のコドラーの比較による刈り取り時期による違いをモニタリングする。また、コドラー内にヨシ等他の植物の生育が見られた場合は、その生育状況を記録し、ハス刈り取りとの関連についても考察できるようにする。

8月9日に刈り取ったハスの数量は、葉柄が120本、花托が11本であった。

表 4-2 ハス刈取コドラー設置状況

ハス刈取コドラー 設置・刈り取り	設置日	平成 12 年 (2000 年) 8 月 9 日 (設置、うち 1ヶ所刈り取り)
	設置数 大きさ	◆ハス刈取コドラー : 2ヶ所 HC-1 : 2.5m×4m (平成 12 年 8 月刈り取り) HC-2 : 2.5m×4m (平成 13 年 4~5 月刈り取り予定)
	天気・水位	8 月 9 日 : 晴れ・琵琶湖水位 BSL-49cm(6:00)

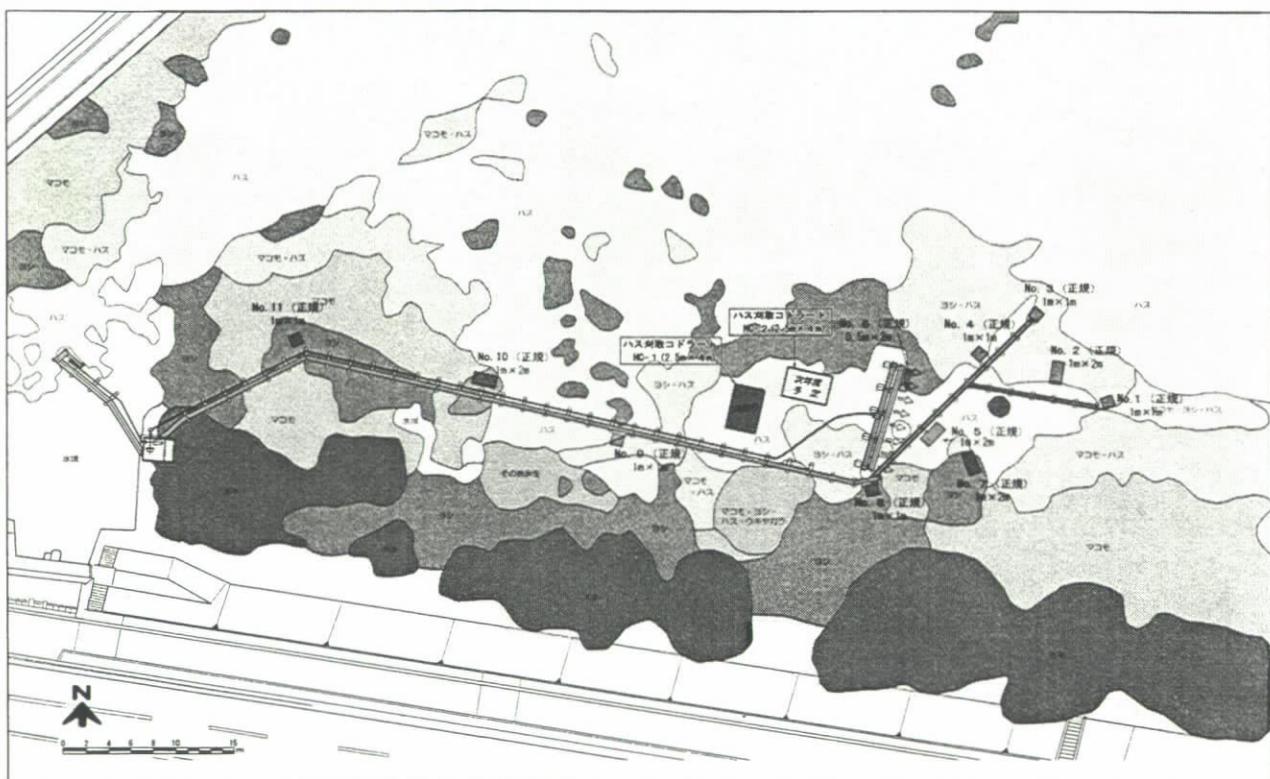


図 4-4 ハス刈り取りコドラー地点

#### 実験担当者

滋賀県琵琶湖環境部

水資源開発公団関西支社

水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

自然保護課副参事

自然保護課主幹

建設部調査課

第三管理課課長

第三管理課係長

実験センター所長

実験センター主任研究員

実験センター研究員

山崎 久二

北澤 賢治

山田 邦晴

大村 朋広

福士富之信

田井中善雄

堀野 善司

三井 光彦