

# 葭地・藻場帯の水産生物調査

千葉泰樹・伊東正夫・八木久則・吉原利雄・山中 治

琵琶湖の沿岸部には、内湖、内湾と呼ばれる浅く静穏な水域がある。これらの水域の岸边には、ヨシ、マコモ等の抽水性の植物や、沈水性の水草類が繁茂し、いわゆる「藻場」を形成しており、多くの水産生物の棲息場となっている。特に温水性の魚類と言われる、コイ、フナ、ホンモロコ等多くの漁業上重要な魚類が漁獲され、そのため、タツベ、モンドリ、ヨシマキ等琵琶湖漁業上特異的な漁法が見られる水域でもある。この地帯は、魚類の産卵場として、幼弱な仔稚魚の棲息場として、また餌場としても重要なことが多くの研究者によって指摘されている。

そこで、魚類の産卵繁殖、仔稚魚の棲息にとって、葭地・藻場帯のもつ役割がいかに重要であるかを調べる目的で、1977年5月から10月にかけて、琵琶湖南湖の赤野井湾において、産卵状況および仔稚魚の棲息状況調査を実施したので報告する。

本調査は、滋賀県葭地等検討委員会の一連の調査であり、滋賀水試が担当した一部分である。報告に先だち、本調査に助言をいただいた、検討委員の諸先生方に、また現地で便宜を計っていただいた地元漁協の中山晴司氏、畑公明氏に深く感謝の意を表す。

## I 調査の場所および方法

### 1. 調査水域の概要

調査の実施場所は、琵琶湖南湖東岸にある赤野井湾（第1図）である。湾口中央の水深は、2.5 mで岸に近づくほど浅くなっている。底質は、砂泥または泥であり、特に岸近くは泥深い。湾の周囲は石垣が築かれ、そのところどころに柳が繁り、根を水辺に下ろしている。ヨシ、マコモは、水深80 cm以浅で繁殖しており、それ以深には、浮葉性のヒシや、沈水植物のビワセキショウモ、エビモ、イバラモ等がはえている。調査地点の水深は、90 cm以浅である。

St 1 石垣には、柳があり水面に根を張り出している。岸から約13 m沖まで、ヨシ、マコモが生えており、その沖には、ビワセキショウモ、イバラモがまばらに生えている。

St 2 石垣に沿ってヨシが5 m巾で密生している。近くにマコモ帯もある。ヨシの外縁には、少しビワセキショウモが生えている。

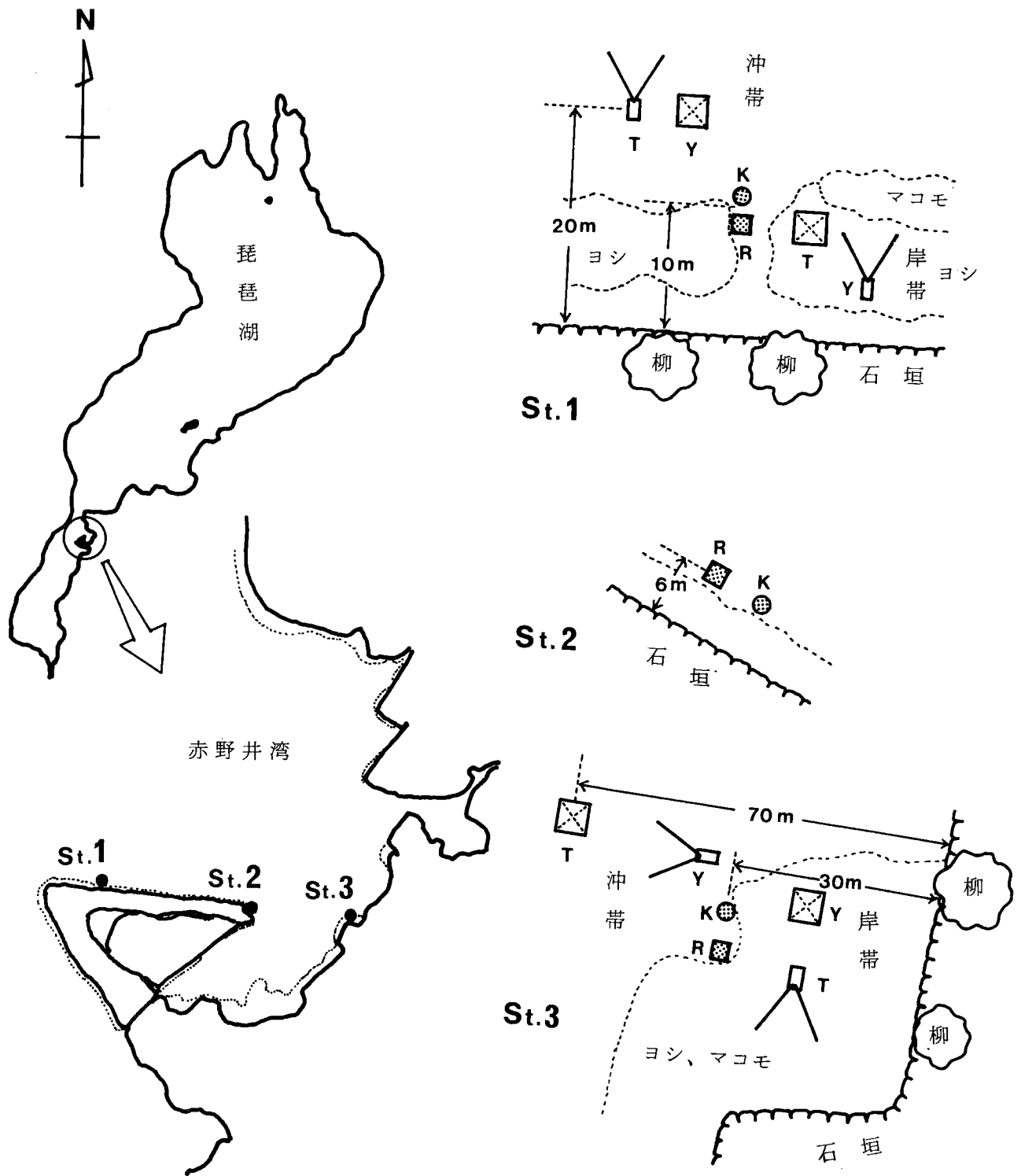
St 3 石垣には、柳があり根を出している。30~50 mのヨシ、マコモ帯（密生していない）があり、その中にヒシが散在している。近くにヒシが密生している水面もある。抽水、浮葉植物帯の沖は、ビワセキショウモ、イバラモ、エビモ等が混在しながら密生している。

### 2. 調査の期間および方法

1977年5月から同年10月までの期間に調査を実施した（付表-1）。

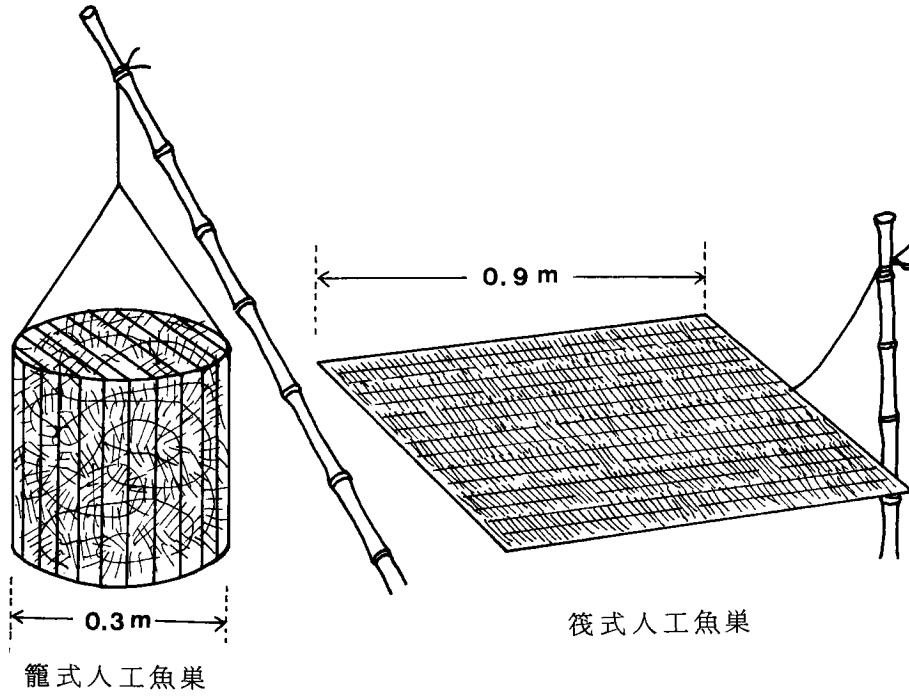
#### (1) 天然水域の産卵調査

St 1. 2. 3. の各地点において、産卵されそうな柳の根、ヨシ、マコモ、ヒシの植物体や、沈水植物等に魚卵が着卵しているかどうかを、10×20 m位の範囲で肉眼調査した。魚卵の種類決定には、卵の紋様、卵径、産卵されている状況等から大まかに分類し、判明しかねるものについ

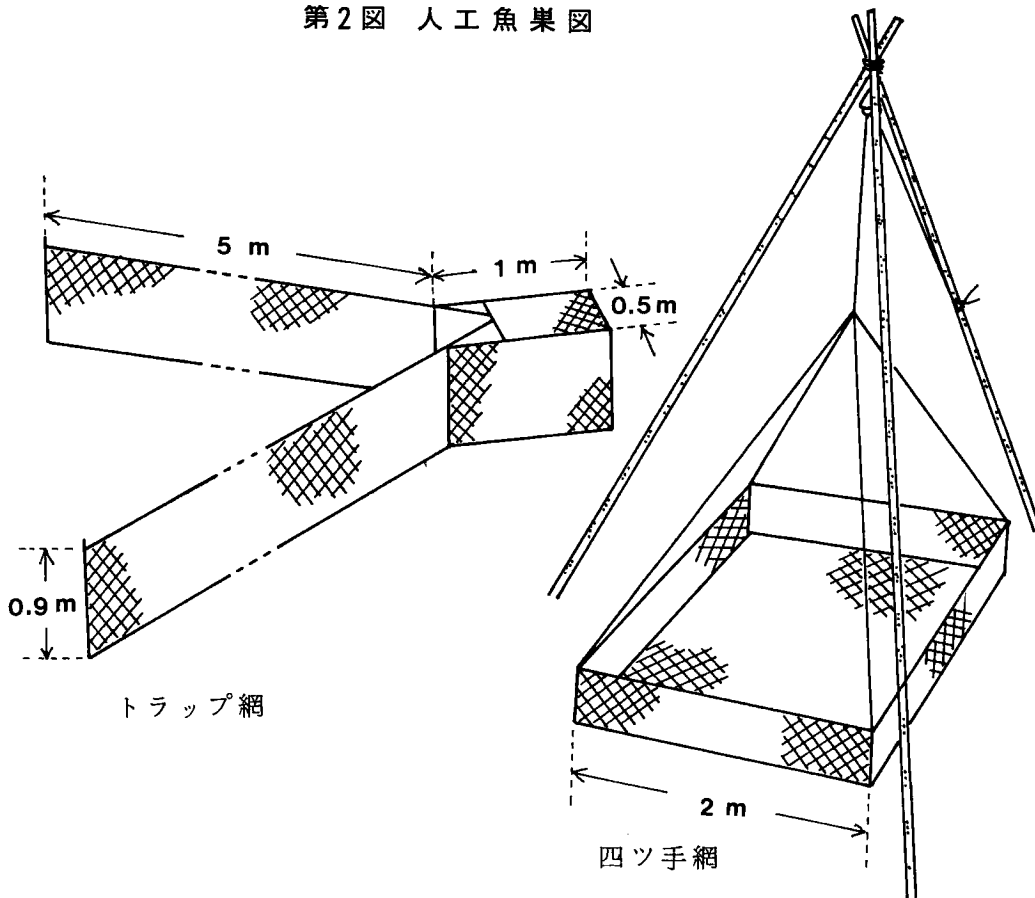


第1図 調査地点

**K:** 籠式人工魚巢    **R:** 筏式人工魚巢    **T:** トラップ網    **Y:** 四ツ手網



第2図 人工魚巢図



第3図 捕獲漁具図

ては、水試に持ち帰り、孵化飼育して魚種を確認した。

## (2) 人工魚巢への着卵状況

市販の人工魚巢（商品名キンラン、長さ1.5m）を、筏式（塩ビパイプ製、0.9×0.9m）に10本籠式（目の荒い竹製籠）に8本を用いて、3地点に設置した（第2図）。なお筏式は、水面に浮かせ、籠式は、水面下20~30cmに沈め、設置後1~5日後に着卵状況を見た。また魚巢は設置毎に新しいもの（水洗乾燥）と交換した。さらに卵の一部を水試に持ち帰り、清水中に保管し、1~3日後の発眼率を求めた。

## (3) 仔稚魚の採集方法および同定

第3図のような捕獲漁具（トラップ網、四ツ手網）を1組として、St. 1. St. 3のヨシ、マコモの生えている抽水植物帯（岸帯という）と、ビワセキショウモ、イバラモ等の生えている沈水植物帯（沖帯という）に設置し、約24時間後に取上げた。四ツ手網の場合は、設置位置の水草を刈取って、前日に網を沈めておき、船で静かに近づき滑車装置を用い、一気に引上げて捕獲した。仔稚魚の同定には、横手<sup>1)</sup>中村<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup>宮地<sup>4)</sup>によったが、フナは細分せずフナ類とした。

## (4) 水質環境

水質分析は次の方法によった。

溶存酸素	ウインクラール常法
PH	硝子電極PHメーター（日立-堀場、M7型）
NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	ネスラー法による発色を光電光度計（日立、139型）で測定
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> N	G・R法（溶液試薬）による発色を光電光度計（同上）で測定
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	Mullin Riley の方法による発色を光電光度計（同上）で測定
Org.-N	ケルダール法によってOrg.-NをNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N に変え、ネスラー法で定量
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	磷モリブデン酸青法
Total-P	検水を硫酸分解した後、中性にして磷モリブデン青法により定量。濾過水供試
Cl <sup>-</sup>	モール法
Ca <sup>2+</sup>	ド-タイトN-Nを指示薬としたE・D・T・A法
C・O・D	渦マンガン酸カリ消費量より換算、非濾過水を供試
B・O・D	JISK-0102による、非濾過水を供試
導電率	東亜電波工業製CM-1F型携帯用電導度計により測定
S.S.	ガラスファイバーフィルター（ミリポア社、AP2007000、孔径約1.5μ）を用いて懸濁物を濾過し、乾燥後秤量
クロロフィル-a	アセトン抽出（20~24時間冷暗所放置）、吸光光度法による

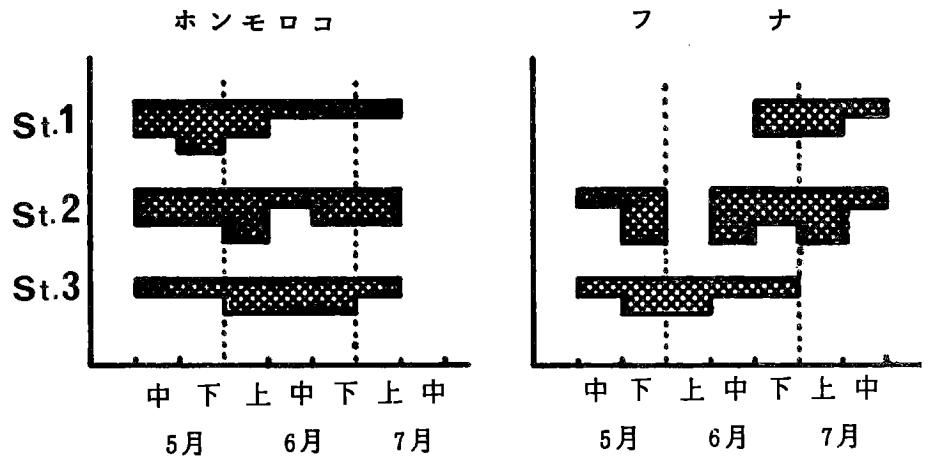
## II 結果および考察

### 1. 天然水域の産卵調査

ホンモロコの産着卵量は、地点別に見ると、St. 1（湾口部）、St. 2（湾中部）で多く認められ、St. 3（湾奥部）では、やや少ない（付表-2）。また最盛期を時期的な面で見ると、この調査に関する限り、St. 1で5月下旬、St. 2で6月上旬（第4図）と、湾口部ほど早い傾向が見られたが、4月、5月上旬の調査がなされていない事や、漁業者の経験によると、むしろ湾奥部ほど早い

という点を考え合わせると、明言しかねる。ホンモロコの産卵は、早朝、日中、夕刻と常に認められ、特に雨後の波静かな晴天時に最も盛んである。小林<sup>5)</sup>によると、3月上旬から産卵が始まると言われ、筆者等の経験でも、14℃で産卵が認められた。しかし、最盛期の水温は18～22℃であった。

フナの産卵量は、地点別に見るとホンモロコとは逆に、St.



第4図 時期別産卵量模式図

- 少し産卵している
- ▨ やゝ多く産卵している
- ▩ 大量に産卵している

1.で少なく、St.2 St.3 で多い。また地点別に産卵盛期を見ると、第4図のように湾奥ほど早い。これは湾奥ほど早く高水温になることが、早く産卵を誘発すると考えられるが、増水等が産卵の誘発に強い影響を及ぼすと言われ、今回の調査においても雨後の産卵は多く、水温の影響ばかりでなく、雨水の影響の強い湾奥で産卵が多いものと推察される。今回の調査において、ゲンゴロウブナ、ニゴロブナ、ギンブナと卵自体の区別はしていないが、水試に持ち帰って孵化飼育した場合は、大部分がニゴロブナであった事、近くで、タツベ漁業をしている漁業者の話や、漁獲物を見てもほとんどがニゴロブナであった事、烏丸内湖(赤野井湾)には、ゲンゴロウブナ、ギンブナは少ないと牧<sup>8)</sup>が報告している事などから判断して、フナ卵の大部分は、ニゴロブナと言える。

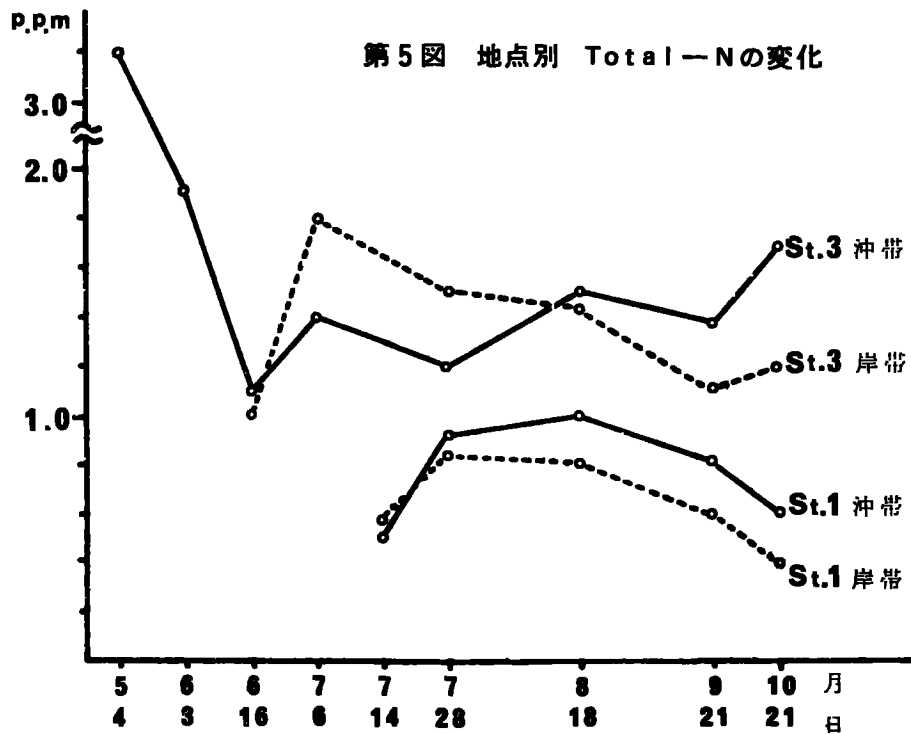
このようにホンモロコ、フナの産卵は、湾口部と湾奥部では産卵の量や時期によって相違が認められ、単に被産着物の状況によるのではなく、むしろ水質的な影響(第5図)が強いように推察される(フナはホンモロコより富栄養度の強い場所で多く産卵する)。

## 2. 人工魚巢への着卵状況

人工魚巢を水表面に浮べた場合と、籠に入れて水中においた場合では、第1表のように、前者には大量に着卵が認められ(最多着卵量 8万粒/0.81㎡、平均産卵量 1.1万粒/0.81㎡)、後者ではほとんど認められない。小林<sup>5)</sup>、内藤<sup>9)</sup>、水島<sup>10)</sup>、木村<sup>11)</sup> <sup>12)</sup>が実施した各種素材の人工魚巢の場合でも、筏式にして表面に浮べたものが最も着卵量が多いと報告している。今回の人工魚巢への着卵数は、最も多い時で、9.8万粒/㎡であるが、岡山県の旭湖の場合には、4.7万粒/㎡(フナ、コイ卵)と大量に着卵が報告<sup>13)</sup>されており、琵琶湖においてもさらに高密度に着卵する可能性もある。

一方同じ竹籠に水草類(コカナダモ)を入れた場合には、大量の着卵を認めているのだが、人工魚巢では少ない結果である。<sup>(注)</sup> 籠式の方が筏式よりも産卵が少ない理由と考えられるものには、

(注) 著者資料(未発表)による。



第1表 人工魚巢への総着卵数

	St.1		St.2		St.3	
	A	B	A	B	A	B
フナ卵	17,000	0	52,700	0	127,100	0
ホンモロコ卵	30,250	2,300	31,900	15	22,900	30
計	47,250	2,300	84,600	15	150,000	30

A: 筏式で水面に人工魚巢を浮かせておく方法

B: 籠式で中に人工魚巢を入れ水面下20~30cmに吊す方法

単位: 粒

温水魚の場合、産卵行動として、水表面近くの水草類を乗り越えるように産卵する事や、籠の中に入る事自体が本来魚にとっては抵抗があると推察される事である。

地点別に総着卵数を見ると、湾奥部が多く湾口部ほど少ない。しかし魚種別に見ると、フナ卵では圧倒的に湾奥部が多い(7倍以上多い)が、ホンモロコでは、逆に少ない傾向を示す。

産卵時期についても、天然水域と同じようにフナ卵では、湾奥部ほど最盛期が早い傾向を示すが、ホンモロコでは明らかでない。

魚巢に着卵した卵を天然水域に放置しておく、浮泥等の影響等によるためか発眼率が非常に悪い(30~40%の発眼率)時が多い。しかし着卵した卵を、直ちに水試に持ち帰り、清水中に保つと、68~98%の発眼率(第2表)を示した。山本等<sup>14)</sup>の試験においても、フナ、コイ卵において65~99%の孵化率を示すと報告されており、今回の場合と同じ率を示している。これらの結果から、今後人工魚巢を用いて天然卵を利用する場合の、有効利用の方法が明らかとなった。

### 3. 仔稚魚の採集

全期間を通じて採集した総漁獲量は、第3表のとおりである。全種類数は23種、魚類20種、

甲殻類3種である。尾数として多いものは、ヨシノボリ(78%)、タイリクバラタナゴ(10.3%)エビ類(9.9%)と3者で98%を占めている。

有用魚種としてのフナ、

ホンモロコは、尾数でわずか0.1%、重量でも0.3%と極めて少ない。山ノ下湾における平井<sup>15)</sup>の調査では、この2種で25%も占めている。今回これらが少なかった理由としては、調査水域の相違もあるが、5・6月の早い時期に、これら魚種が捕獲される割合が多く、今回は7月以降にしか実施できなかった事が大きな原因と考えられる。

地点による採捕量を比較してみると、第4表のようになる。全体量については、わずかに湾奥部が多いが大差ない。しかし、魚種によっては、地点の相違が表われている。St.1に多い種としては、ホンモロコ、オイカワ、ヤリタナゴ、ウキゴリであり、St.3で多い種は、モツゴ、ワタカ、フナ、タイリクバラタナゴ、カムルチーで、両地点であまり大差のないものとしては、ヨシノボリ、エビ類である。St.1は湾口部で開放的な水域に近く、外湖の影響を受けやすい地点

第2表 天然卵を清水で管理した時の発眼率

採卵日	5.20	5.20	5.20	6.3	6.16	6.16	6.16	7.7
測定日	5.23	5.23	5.23	6.4	6.18	6.18	6.18	7.9
生卵数	87	81	583	515	500	500	520	523
死卵数	41	19	11	22	42	36	13	40
発眼率%	68.0	81.0	98.1	95.9	92.3	93.3	97.6	92.9

第3表 採集仔稚魚全量

種	類	尾数	率%	重量g	率%
ア	ユ	1		130	
ス	ゴモロコ	1		313	
ホ	ンモロコ	16		229	
ヒ	ガイ	28		976	
カ	マツカ	1		195	
ゼ	ゼラ	10		321	
モ	ツゴ	94		4167	0.8
オ	イカワ	125	0.2	225	
ワ	タカ	34		536	
フ	ナ	41		15006	2.9
ヤ	リタナゴ	130	0.3	5261	1.0
タイ	リクバラタナゴ	5,181	10.3	1,147.24	22.4
ド	ジョウ	1		0.91	
ギ	ギ	3		0.13	
カ	ムルチー	134	0.3	11878	2.3
ブル	ーギル	3		0.22	
ヨ	シノボリ	39,584	78.4	3,281.82	64.2
ウ	キゴリ	55		3338	0.7
不	明魚	2		0.00	
エ	ビ	5,013	9.9	258.57	
ア	メリカザリガニ	6		-	
計		50,463	100	5,114.64	100

第4表 地点別仔稚魚採集量

種	類	St.1		St.3	
		尾数	率%	尾数	率%
ア	ユ			1	
ス	ゴモロコ			1	
ホ	ンモロコ	15		1	
ヒ	ガイ	9		19	
カ	マツカ			1	
ゼ	ゼラ	2		8	
モ	ツゴ	29		65	0.1
オ	イカワ	125	0.2		
ワ	タカ			34	
フ	ナ	3		38	
ヤ	リタナゴ	120	0.2	10	
タイ	リクバラタナゴ	788	1.6	4,393	8.7
ド	ジョウ	1			
ギ	ギ	2		1	
カ	ムルチー	9		125	0.2
ブル	ーギル	3			
ヨ	シノボリ	18,655	37.0	20,929	41.5
ウ	キゴリ	46	0.1	9	
不	明魚	2			
エ	ビ	2,615	5.2	2,398	4.8
ア	メリカザリガニ	4		2	
計		22,428	44.4	28,035	55.5

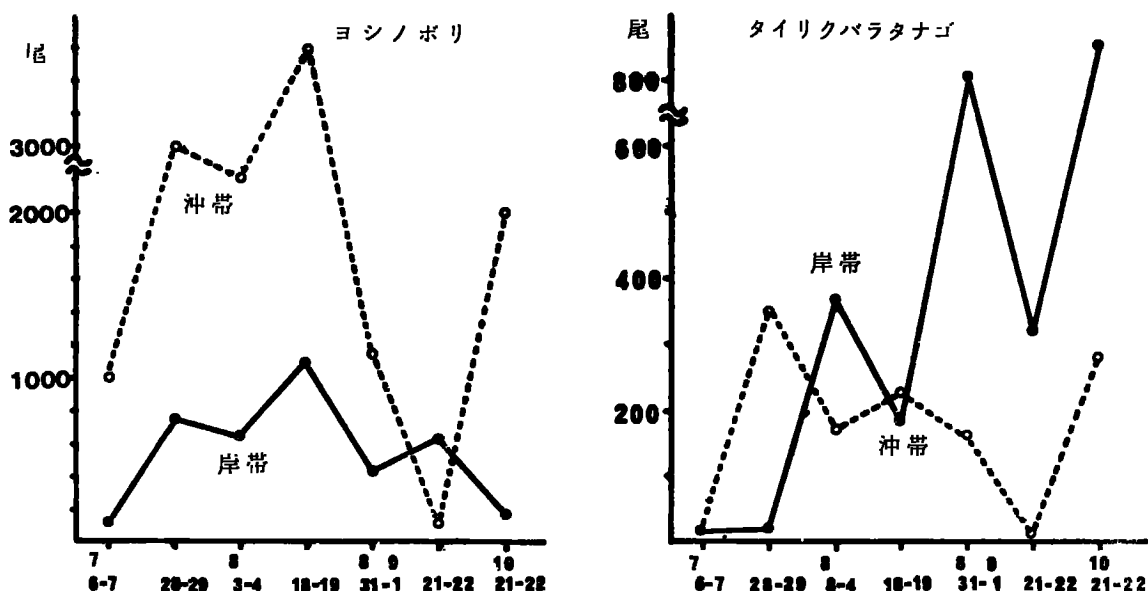
であり、St.3は、湾奥部で閉鎖的で、内湖的環境であり、両地点においては、水温、波浪等の物理的な要因も水質的な環境も異なる（付表4）と言える。したがってこれらの環境の相違が、地点別に特徴的な魚種の出現となったと考えられる。

有用魚種であるホンモロコは、稚魚の比較的早い時期に藻場を離れる<sup>15)</sup>と言われ、逆にフナ稚魚は長期にわたり水生植物帯に棲息していると言う。<sup>8) 15)</sup> 藻場でも抽水性植物帯と沈水性植物帯があり、これらを厳密に区別する事は、水生生物にとってあまり意味のない事かも知れないが、今回、一応の目安として両者を分けて採集を行った。第5表に示したように、採集魚の種類、総尾数ともに明らかな違いが見られ、沈水植物帯に多かった（約4倍）。その中で抽水帯（岸帯）より沈水帯（沖帯）の割合が大きい魚種としては、ホンモロコ、ヒガイ、モツゴ、ヤリタナゴ、ヨシノボリであり、逆に、沖帯より岸帯の割合が大きいものには、オイカワ、フナ、タイリクバラタナゴ、カムルチーであった。肉眼観察におい

第5表 植生別仔稚魚採集量

種 類	岸 帯		沖 帯	
	尾 数	率 %	尾 数	率 %
ア ユ			1	
ス ゴ モ ロ コ			1	
ホ ン モ ロ コ	2		14	
ヒ ガ イ	5		23	
カ マ ツ カ			1	
ゼ ゼ ラ			10	
モ ツ ゴ	12		82	0.2
オ イ カ ワ	95	0.2	30	
フ タ カ	8		26	
フ ナ	34		7	
ヤ リ タ ナ ゴ	5		125	0.2
タイリクバラタナゴ	3,428	6.8	1,753	3.5
ド ジ ヨ ウ	1			
ギ ギ	1		2	
カ ム ル チ ー	129	0.3	5	
ブ ル ー ギ ル	3			
ヨ シ ノ ボ リ	5,096	10.1	34,488	68.3
ウ キ ゴ リ	20		35	
不 明 魚	2			
エ ビ	1,347	2.7	3,666	7.3
アメリカザリガニ	3		3	
計	10,191	20.2	40,272	79.8

第6図 魚種による採捕場所の相違





ても、まばらに生えているヨシの間やヨシ帯外縁の表層近くをフナ、オイカワ、タイリクバラタナゴの稚魚が群をなして泳ぐ姿が認められ、一方、ピワセキショウモ等の生えている沈水植物帯には、葉の陰や側面に、また植物の間を遊泳する魚の姿が見られ、岸帯よりも種類数が多かった。両地帯の代表的な魚種であるヨシノボリとタイリクバラタナゴの採集尾数の経過は、第6図のとおりである。

採集漁具である四ツ手網とトラップ網の捕獲尾数を比較して見ると、第6表のようになる。四ツ手網の場合は、魚類が偶然に網の上を遊泳していた時に捕獲されたものであり、トラップ網の場合は、一度迷い込んだ魚は、大部分捕獲されてしまう訳だから、明らかに四ツ手網の漁獲量は少ない筈である。全体量としては、この事は事実であるが、魚種別に比較すると、ホンモロコ、

モツゴ、オイカワ、ワタカ、フナでは、四ツ手網の方が多い。この理由としては、これらの魚種はトラップには入りにくい性質をもつ、表層を群をなして泳ぐために一度に捕獲されやすい、等が考えられるけれども、タイリクバラタナゴでは、全くこの理由と逆であった。

今回の調査において、水性植物帯に多くの種類が棲息していることが判明したが、その中で産卵場と仔稚魚の棲息場が一致している種類は、少ない。フナ、モツゴ、ワタカ等は一致する種類と言えよう。このように産卵場が一致しない場合でも、藻場に多くが集まることは、餌の影響が強いためと推察される。

今後、水産的立場から藻場の造成を考える場合にも、葎、マコモ等の抽水植物帯ばかりでなく、沈水性植物も生やす方策や、一部には何も生えない場所もある等、複雑な水域（多様性のある）を作る事も生物間のバランス上必要なのかも知れない。

### III 要 約

1. 1977年5月から10月にかけて、琵琶湖南湖の赤野井湾における葎地藻場において、天然産卵状況、人工魚巢への着卵状況、仔稚魚の棲息状況を調査した。
2. 天然の産卵状況としては、湾奥部ほど多く、特にフナ卵（ニゴロブナ）で著しかった。また盛期は6月で、フナの場合は湾奥部ほど早い傾向であったが、ホンモロコについては明らかでない。
3. 市販の人工魚巢を用い、着卵状況を見たが、筏式のものが良く着卵しており、最大着卵数は、

第6表 捕獲漁具別仔稚魚採集量

種 類	四ツ手網		トラップ網	
	尾数	率%	尾数	率%
ア ユ			1	
ス ゴ モ ロ コ			1	
ホ ン モ ロ コ	12		4	
ヒ ガ イ	5		23	
カ マ ツ カ			1	
ゼ ゼ ラ			10	
モ ツ ゴ	64		30	
オ イ カ ワ	121	0.2	4	
ワ タ カ	26		8	
フ ナ	36	0.1	5	
ヤ リ タ ナ ゴ	6		124	0.2
タイリクバラタナゴ	850	1.7	4,331	8.6
ド ジ ョ ウ	1			
ギ ギ			3	
カ ム ル チ ー			134	0.2
ブ ル ー ギ ル	3			
ヨ シ ノ ボ リ	10,677	21.2	28,907	57.3
ウ キ ゴ リ	3		52	
不 明 魚	1		1	
エ ビ	1,719	3.4	3,294	6.5
アメリカザリガニ			6	
計	13,523	26.8	36,940	73.2

9.8万粒/m<sup>2</sup>で、平均1万粒/m<sup>2</sup>であったが、籠式では、ほとんど着卵していなかった。

4. 人工魚巢についての卵を天然に放置しておくで発眼率は悪いが、着卵後早目に清水中で管理すると高い発眼率（90%以上）となる。
5. 仔稚魚の採集結果、ヨシノボリ（78%）、エビ（10%）、タイリクバラタナゴ（10%）の占める割合が多く、有用種であるフナ、モロコの占める割合は、非常に少なかった。
6. 採捕された仔稚魚は、湾口部、湾奥部で総尾数に大差はないが、魚種によって採捕数が異なった。
7. 狭い場所での水生植物帯を見ると、抽水植物帯より沈水植物帯に、種類、量とも多い。抽水帯には、オイカワ、フナ、タイリクバラタナゴ、カムルチー、沈水帯には、ホンモロコ、ヒガイ、ヤリタナゴ、ヨシノボリが多かった。
8. 四ツ手網、トラップ網を比較してみると、四ツ手網が少ない筈であるが、多かった種としては、ホンモロコ、オイカワ、ワタカ、フナ、モツゴで、表層近くを遊泳する種類が多かった。
9. 産卵場と棲息場が一致する魚種としない魚種がある。有用種では、フナは一致する種類で、ホンモロコは一致しない種である。
10. 水質の影響は魚類の産卵や、棲息に影響を及ぼしていると考えられる。汚染に強い、フナ、タイリクバラタナゴは汚染度の強い湾奥部に多い。

## 文 献

1. 横手元義, 1960 : コイ科6種の幼期における識別について, 淡水区水産研究所資料, 22 : 1-17
2. 中村守純, 1974 : 原色淡水魚魚類検索図鑑(第3版). 北隆館.
3. ———, 1969 : 日本のコイ科魚類. 資料科学シリーズ 4.
4. 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦, 1965 : 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社.
5. 小林茂雄・山中勇太郎, 1956 : 浮筏式人工産卵床によるホンモロコの産卵助長について, 滋賀水試研報, 6 : 4-8.
6. Nagoshi, M., 1965: Ecological studies on the population of Gengo-robuna, *Carassius cuvieri*. Temminck et Schlegel, in Lake Biwa II. Mortality, size of spawning population and number of emigrants. estimation with tagging method. Fish. Pref. Univ. Mie, 5(2):307-317.
7. 友田淑郎, 1965.: びわ湖産フナの発育. 1. ニゴロブナの発育について, およびゲンゴロブナの分化についての予察的研究. Bull, Osaka. Mus. Nat. Hist. 18:3-30.
8. 牧 岩男, 1964 : びわ湖内湾における魚類の餌生物の関係. 生理生態, 12(1.2): 259-271.
9. 内藤慎二・水島久宜, 1963 : 人工薬場の造成に関する研究-1. 滋賀水試研報, 16:13-26.
10. 水島久宜, 1964 : 人工薬場の造成に関する研究-II, 安定性および産卵効果について. 滋賀水試研報, 17:41-45.
11. 木村忠亮・吉原利雄, 1973 : 魚類繁殖場の造成試験-I, 薬場附近の魚類相および人工薬場の形状について, 滋賀水試研報, 24 : 47-54.

12. ー . ー , 1964 : 魚類繁殖場の造成試験-II, 人工藻を設置するさいの2, 3の条件について, ——, 17:55-62.
13. 山本喜久蔵・他 1975 : 旭川(人工湖)における人工産卵床によるコイ・フナの産卵について. 岡山県水産試験場事業報告, 昭和49年度 : 190-197.
14. ー . ー 1976 : 旭湖における人工産卵床によるフナの産卵について. ——, 昭和50年度 : 221-227.
15. 平井賢一, 1970 a : びわ湖内湾の水生植物帯における仔稚魚の生態 I 仔稚魚の生活場所について. 金沢大学教育学部紀要(自然科学編), 19:93-105.

付表 1. 調査日程一覧表

地点 調査種類 岸・沖の別	S t . 1						S t . 2		S t . 3					
	天然産卵 岸	人工魚卵産卵 岸	仔稚魚採捕 岸	水質調査 岸	天然産卵 岸	人工魚卵産卵 岸	天然産卵 岸	人工魚卵産卵 岸	仔稚魚採捕 岸	水質調査 岸	天然産卵 沖	人工魚卵産卵 沖	仔稚魚採捕 沖	水質調査 沖
5 . 4														
1 1	○													
1 7	○													
2 0	○	○												
2 5	○	○												
2 7	○	○												
3 1	○													
6 . 3	○	○												○
7	○	○												
1 0	○	○												
1 4	○													
1 6	○	○												○
2 1	○													
2 4	○	○												
2 8	○													
7 . 1	○	○												
6	○													○
7	○	○												
1 3	○													
1 4			○	○										
2 8			○	○	○									○
8 . 3			○	○	△	△								△
1 8			○	○	○	○								○
3 1			○	○	△	△								△
9 . 2 1			○	○	○	○								○
1 0 . 2 1			○	○	○	○								○

△印 : 一部の項目欠除

付表 2 天然水域産卵状況

項目	時刻	天候	風向	風力	St. 1			St. 2		St. 3		産卵状況				
					水深	表層温	底層温	水深	表温	底温	水深		表温	底温		
5. 11	11:00 12:10	晴	なし	なし	72	17.7	17.0	85	17.9	17.4	66	18.2	17.7	St. 1 フナ(-) (注) モロコ(+++) 柳根	St. 2 フナ(+) } ヲコモ根、ヒシ モロコ(++)	St. 3 フナ(+) } エビモ、ヒシ モロコ(++)
17	10:50 12:00	晴	なし	なし	70	18.0	17.0	83	18.5	17.5	62	19.0	17.8	フナ(-) モロコ(+++) 柳根、ヲコモ根	フナ(-) モロコ(-)	フナ(+) } エビモ、ヒシ モロコ(++)
20	9:50 11:00	曇	なし	なし	68	18.8	18.8	80	20.5	20.5	63	21.5	20.5	フナ(-) モロコ(+) 柳根	フナ(++++) モロコ(+) } ヲコモ、ヒシ	フナ(++++) モロコ(-)
25	11:10 12:20	曇	なし	なし	65	20.6	20.3	75	21.3	21.0	55	21.5	21.2	フナ(-) モロコ(+++) 柳根	フナ(-) モロコ(-)	フナ(++) } ヲコモ、ヒシ モロコ(+)
27	11:15 12:30	晴	なし	なし	65	22.2	20.2	75	22.7	20.5	56	23.1	21.0	フナ(-) モロコ(+++) 柳根、コカナダモ	フナ(+) モロコ(+++) } ヲコモ根	フナ(++) } ヲコモ根 モロコ(+)
31	11:10 12:15	曇	なし	なし	69	22.2	21.6	79	22.6	22.2	56	23.5	23.0	フナ(-) モロコ(+) 柳根	フナ(+) モロコ(+) } ヲコモ	フナ(+) モロコ(+) } エビモ、ヒシ
6. 3	11:20 12:30	晴	なし	なし	71	21.8	20.5	80	22.8	21.0	55	24.0	21.7	フナ(-) モロコ(-)	フナ(-) モロコ(-)	フナ(++++) モロコ(-)
7	11:40 13:00	晴	N	2	64	21.8	21.8	73	24.0	24.0	54	24.3	24.1	フナ モロコ(+++) 柳根、ヲコモ	フナ(-) モロコ(+++) } ヲコモ	フナ(-) モロコ(+++) } エビモ、ヒシ
10	11:30 12:30	曇時々雨	NE	1~2	65	23.7	23.7	75	25.1	25.1	55	24.7	24.7	フナ(-) モロコ(-)	フナ(++++) モロコ(+++) } ヲコモ	フナ(-) モロコ(+++) } エビモ
14	11:10 12:00	曇	NE	2	67	24.3	24.2	74	24.8	24.8	55	25.5	25.5	フナ(-) モロコ(+) 柳根	フナ(-) モロコ(+) } ヒシ、ヲコモ	フナ(-) モロコ(-)
16	11:00 12:10	曇時々雨	NE	3	62	20.6	20.6	70	20.6	20.6	55	20.9	20.8	フナ(-) モロコ(-)	フナ(+) モロコ(+) } ヲコモ	フナ(++) } ヲコモ、ヒシ モロコ(++)
21	11:00 12:00	晴	N	2	63	24.7	24.5	73	24.7	24.5	54	25.7	25.4	フナ(-) モロコ(-)	フナ(++) } ヲコモ	フナ(++) } ヲコモ、ヒシ モロコ(++)
24	11:10 12:10	雨	N	2	61	20.7	20.7	74	20.7	20.7	56	20.9	20.9	フナ(++) } ヲコモ、柳根 モロコ(+)	フナ(++) } ヲコモ、ヒシ モロコ(++)	フナ(++) } ヒシ、ヲコモ モロコ(+)
28	11:15 12:20	曇	E	1	69	23.5	23.5	80	23.7	23.7	64	23.9	23.9	フナ(-) モロコ(+)	フナ(++) } ヲコモ	フナ(++) } ヒシ、ヲコモ モロコ(+)
7. 1	11:20 12:20	曇時々雨	N	1	80	22.4	22.2	91	22.7	22.4	72	22.7	22.5	フナ(-) モロコ(-)	フナ(+) モロコ(+) } ヒシ、ヲコモ	フナ(-) モロコ(-)
6	11:20 12:30	曇	N	0~1	85	26.8	26.0	96	27.3	26.0	76	27.0	26.5	フナ(-) モロコ(-)	フナ(++) } ヲコモ	フナ(-) モロコ(+)
7	10:50 12:00	晴	N	3	85	26.6	26.6	97	26.9	26.7	78	26.7	26.5	フナ(++) } ヲコモ、ヒシ モロコ(-)	フナ(++++) モロコ(-)	フナ(-) モロコ(-)
13	11:00 12:00	晴	W	1	79	27.0	26.0	92	27.5	27.3	70	28.8	28.5	フナ(+) } ヲコモ モロコ(-)	フナ(+) モロコ(-)	フナ(-) モロコ(-)

(注) (-) 付近に産卵認められぬ (++) わずかに産卵 (++) 相当 産卵 (++++) 一面に産卵

付表 2 人工魚巢への着卵数

月 日	St. 1					St. 2					St. 3							
	A		B			A		B			A		B					
設置日	調査日	フナ卵	モロコ卵	計	フナ	モロコ	計	フナ	モロコ	計	フナ	モロコ	計	フナ	モロコ	計		
5.17	5.20	0	5.0	5.0	0	0	0	7.7	3.3	11.0	0	0	0	8.0	0	8.0	0	
5.20	5.25	0	1.0	1.0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0	0	2.1	0.9	3.0	0	
5.25	5.27	0	1.0	1.0	0	0	0	2.0	3.0	5.0	0	0	1.1	0	1.1	0	0	
5.31	6.3	0	0.05	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	0	2.0	0	0	
6.3	6.7	0	1.5	1.5	0	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0	0	1.0	0	1.0	0	0	
6.7	6.10	0	0.2	0.2	0	0	0	2.0	0	2.0	0	0	3.0	1.2	1.5	0	0.03	
6.14	6.16	0	5.0	5.0	0	1.0	1.0	0	1.3	1.3	0	0.015	0.015	6.0	4.0	1.0	0	
6.21	6.24	7.0	3.0	10.0	0	0	0	8.0	1.2	2.0	0	0	4.0	6.0	1.0	0	0	
6.28	7.1	0	0	0	0	0.3	0.3	3.0	2.0	5.0	0	0	0	0	0	0	0	
7.6	7.7	1.0	0	1.0	0	0	0	3.0	0	3.0	0	0	0	0	0	0	0	
計		17.0	30.25	47.25	0	2.3	2.3	52.7	31.9	84.6	0	0.015	0.015	127.1	22.9	150.0	0	0.03

単位：千粒

A：筏式で水面に人工魚巢を浮かせておく方法

B：籠式で中に人工魚巢を入れ水面下20～30cmに吊す方法

付表 4 環境調査結果

項目	地点	5. 4		6. 3		6. 16		7. 6		7. 14		7. 28		8. 3			
		St. 3 沖	St. 3 沖	岸	沖	岸	沖	岸	沖	岸	沖	岸	沖	岸	沖		
時刻		13:05	13:00	11:30	12:10	11:40	12:20	12:00	11:10	12:00	11:30	13:00	14:00	11:50	11:20	13:40	13:20
天気		雨	晴	曇時々雨	曇	曇	曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	曇	曇
風向		NNW	なし	NE	NE	N	N	SWS	SWS	なし	なし	なし	なし	N	N	NW	N
風力		1	0	2	3	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	3	2
気温		12.8	27.2	24.0	24.2	28.5	29.2	32.0	30.4	34.0	34.0	35.0	35.0	34.4	33.4	30.5	30.4
水深	深m	110	95	65	94	76	88	55	101	53	91	75	92	52	86	57	74
水温	表層	17.1	26.3	21.0	21.4	27.0	26.8	29.0	28.5	33.5	33.7	34.0	34.0	32.5	32.2	34.5	34.0
	中層	16.9	25.8	21.0	21.4	26.8	26.5	28.9	28.3	33.4	32.2	33.6	32.3	32.5	32.0	34.5	33.7
	底層	16.8	25.5	21.0	21.3	26.5	26.2	28.8	28.1	33.0	31.5	33.4	31.5	32.3	31.3	34.5	33.2
D.O.	P.P.m	583	726	368	342	413	594	761	862	867	895	953	873	635	699	624	842
	%	62.1	90.6	42.4	39.7	52.3	75.0	99.5	111.8	119.3	123.1	132.9	133.5	87.4	81.8	88.1	131.6
導電率 $\mu\Omega/cm$	P.H	688	703	680	690	689	692	757	828	655	690	629	637	720	715	678	772
	C.O.D	140	260	200	200	170	170	140	140	170	180	240	240	240	-	-	-
	B.O.D	44	43	48	45	7.0	4.3	3.0	3.0	4.1	4.2	5.9	4.9	-	-	-	-
		2.2	2.0	1.6	2.1	6.6	4.5	4.5	10.6	7.4	7.4	7.8	7.8	2.4	4.3	6.0	7.8
N	NH <sub>4</sub> -N	118	0.90	0.40	0.62	0.21	0.21	0.13	0.11	0.20	0.28	0.22	0.24	-	-	-	-
	NO <sub>2</sub> -N	0.042	0.037	0.064	0.041	0.017	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
	NO <sub>3</sub> -N	0.812	0.296	0.484	0.355	0.149	0.162	0.026	0.026	0.006	0.019	0.144	0.063	-	-	-	-
P	Org.-N	1.18	0.66	0.87	0.79	1.49	1.00	0.41	0.39	0.63	0.63	1.10	0.91	-	-	-	-
	T.-N	3.214	1.893	1.036	1.095	1.776	1.397	0.566	0.526	0.836	0.929	1.464	1.213	-	-	-	-
Ca	PO <sub>4</sub> -P	0.047	0.062	0.053	0.061	0.032	0.036	0.007	0.004	0.026	0.021	0.022	0.013	-	-	-	-
	T.-P	0.212	0.312	0.118	0.089	0.212	0.125	0.058	0.059	0.106	0.126	0.151	0.122	-	-	-	-
Ca	Ca	130	153	161	155	92	95	91	99	71	82	84	91	-	-	-	-
	Ca	166	221	180	219	65	72	125	124	156	155	209	213	-	-	-	-
SS	SS	422	60	103	92	119	68	74	96	117	140	66	56	-	-	-	-
	クロロフィル-a $\mu g/m^3$	9.8	7.6	6.3	6.8	60.7	17.4	13.8	14.3	6.7	8.6	14.5	11.1	-	-	-	-

項目	8.18		8.31		9.21		10.21										
	地点		地点		地点		地点										
	岸	沖	岸	沖	岸	沖	岸	沖									
時刻	11:40	11:10	13:40	13:20	11:50	11:30	13:45	13:20	11:40	11:05	13:45	13:10	11:00	11:20	13:20	13:00	
天候	曇	曇	曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	
風向	なし	なし	NW	NW	N	N	NW	NW	NW	NW	SW	NW	W	W	W	W	
風力	0	0	2	1	1	1	1	1	0~1	0~1	2	1	0~1	1	0~1	1	
気温℃	31.8	29.7	28.5	29.4	30.6	30.8	31.2	31.0	27.4	27.2	28.0	28.0	-	-	-	-	
水温℃	緑	緑	緑	緑	薄	緑	薄	緑	緑	薄	茶	緑	灰	緑	緑	緑	
水深cm	41	68	47	65	31	59	27	49	30	60	30	47	30	55	23	43	
表層	28.1	27.8	29.0	28.8	28.5	28.8	32.0	31.0	24.8	24.5	26.5	26.5	17.5	17.0	18.3	19.0	
中層	28.1	27.8	29.0	28.8	-	28.8	-	31.0	-	24.5	-	26.5	17.5	17.0	19.3	19.0	
底層	28.0	27.8	29.0	28.3	29.5	28.8	32.0	30.8	24.8	24.3	26.5	26.5	17.5	17.0	19.3	19.0	
D.O	P.P.m	6.59	6.70	5.19	4.85	9.76	9.95	10.99	11.20	7.73	7.96	6.01	6.71	10.00	8.40	13.11	6.60
%	8.51	8.62	6.79	6.33	12.88	12.99	15.01	15.07	9.50	9.73	7.59	8.47	10.78	8.96	14.63	7.33	
P.H	7.08	7.30	6.75	6.95	7.50	7.85	7.15	8.35	8.25	9.15	7.22	7.85	7.15	7.20	7.18	6.85	
導電率 $\mu\Omega/cm$	200	220	280	230	-	-	-	-	130	130	230	220	100	100	250	240	
C.O.D $mg/l$	3.3	4.8	4.6	5.0	-	-	-	-	4.3	4.4	4.1	5.4	2.0	2.3	3.9	3.6	
B.O.D $mg/l$	3.7	9.4	11.6	10.5	4.5	4.2	2.8	4.3	6.2	9.5	6.9	6.6	4.41	1.12	2.36	2.65	
N	NH <sub>4</sub> -N	0.15	0.10	0.49	0.38	-	-	-	0.10	0.09	0.22	0.21	0.06	0.05	0.19	0.64	
	NO <sub>2</sub> -N	0.005	0.02	0.031	0.014	-	-	-	0.000	0.000	0.012	0.011	0.000	0.000	0.014	0.032	
	NO <sub>3</sub> -N	0.044	0.03	0.103	0.057	-	-	-	0.015	0.004	0.112	0.109	0.013	0.009	0.326	0.274	
ppm	Or-N	0.58	0.89	0.81	1.06	-	-	-	0.52	0.70	0.76	1.02	0.32	0.41	0.69	0.75	
	T-N	0.779	0.995	1.434	1.511	-	-	-	0.635	0.794	1.104	1.350	0.393	0.609	1.220	1.696	
ppm	PO <sub>4</sub> -P	0.041	0.014	0.059	0.027	-	-	-	0.010	0.010	0.007	0.014	0.010	0.007	0.040	0.042	
	T-P	0.079	0.109	0.178	0.158	-	-	-	0.090	0.093	0.112	0.134	0.024	0.033	0.084	0.117	
ppm	Ca <sup>2+</sup>	9.2	9.0	17.0	11.9	-	-	-	9.0	8.3	11.8	9.4	10.1	9.8	12.8	11.8	
	Cl <sup>-</sup>	20.7	21.2	25.4	22.7	-	-	-	11.8	11.9	18.0	17.2	10.9	11.1	18.5	18.7	
ppm	S.S.	9.9	10.8	8.9	4.44	-	-	-	30.2	36.3	28	17.2	3.9	8.1	3.7	13.1	
	クロロフィル-a $mg/l$	4.6	12.3	3.5	5.2	-	-	-	9.9	11.7	3.8	15.6	2.7	4.0	3.6	5.1	