

10. 北潟湖のプランクトンについて(第1報)

青木啓子, 白崎健一, 田川専照

I 緒 言

当センターでは、湖沼の窒素リン環境基準設定事業の一環として、北潟湖の植物プランクトン、動物プランクトンの調査を行ったので、その結果について報告する。北潟湖は、福井県の北部に位置し、芦原町、金津町および石川県加賀市にまたがって位置する汽水湖で、湖面積 2.2 km²、最大水深 3.6 m の浅い湖である。湖の北部にかかる開田橋には水門が設置されていて、春、夏期は水門が閉められ、湖水は農業用水として利用されるが、秋には日本海の潮位上昇とともに、水門も開けられ、海水が湖内へ流入して塩分濃度が高くなっている。

II 調査方法及び調査地点

1. 調査時期

春期、夏期、秋期の年 3 回の調査を行った。調査日を下記に示す。

春期 (昭和 61 年 5 月 1 日)

夏期 (昭和 61 年 7 月 25 日)

秋期 (昭和 61 年 10 月 3 日)

2. 調査地点

調査地点は図-1 に示すように、北部、湖心、南部の 3 地点である。

3. 調査方法及び分析方法

(1) 植物プランクトン

各地点の表層水を採取し、2% になるようにホルマリンを加えた後、静置濃縮を繰り返し、約 500 倍に濃縮し、試料とした。計数は、ビュルケルチュルク血球計算板により行った。

(2) 動物プランクトン

NXX 17 丸川式定量用プランクトンネットを用いて採取した後、1% になる様にルゴール液を加え、約 500~1,000 倍に濃縮して試料とした。計数は、1 mm 方眼線入りスライドガラスにて行った。

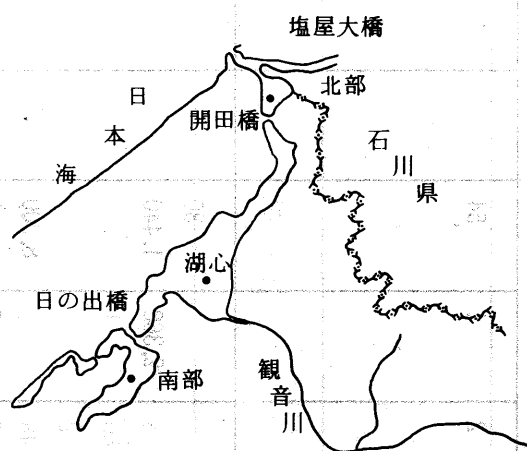


図-1 北潟湖の調査地点

III 結果と考察

1. 北潟湖の水質について

T-N, T-P, COD, クロロフィル a の濃度は、北部、湖心、南部において、三方湖と同じかそれ以上の数値を示し、富栄養化の進んだ汚濁した水質になっている。春、夏の塩素イオン濃度は、70~300 mg/l であるが、秋になると、各地点とも塩素イオンが上昇して、汽水性になる。北部では 5,000 mg/l、湖心 3,400 mg/l、南部 2,200 mg/l を示している。これは、9 月以降に開田橋の水門が開けられて、海水が流入するためであるが、秋(10月3日)の調査時期には、海水による湖水の浄化はみられなかった。すなわち、秋には、T-P, クロロフィル a の若干の低下はみられたが、T-N, COD は高値を示していて、春、夏、秋を通して水質は汚濁した状態になっている。北潟

表-1 北潟湖の水質調査結果(61年度)

	北潟湖(北部)			北潟湖(湖心)			北潟湖(南部)		
	5.1	7.25	10.3	5.1	7.25	10.3	5.1	7.25	10.3
気 温 (°C)	22.0	26.0	16.0	22.0	26.0	16.0	22.0	27.0	16.0
水 温 (°C)	16.8	24.8	21.5	18.0	24.8	21.2	18.2	26.6	21.3
透 明 度 (m)	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.8	0.4	0.5	0.6
pH	9.6	9.2	7.8	9.7	9.6	8.6	8.8	9.2	8.2
DO (mg/l)	11.0	9.7	8.3	9.7	12.5	9.9	10.0	12.6	9.1
COD (mg/l)	6.5	6.5	5.8	8.0	7.4	6.1	6.7	7.4	6.1
Cl ⁻ (mg/l)	138	284	5,090	92.9	254	3,370	75.1	188	2,190
SS (mg/l)	22.7	21.5	7.6	22.2	15.9	8.2	31.2	14.5	10
T-N (mg/l)	0.80	0.75	0.72	1.10	0.85	0.76	1.50	1.48	1.31
T-P (mg/l)	0.112	0.15	0.083	0.152	0.10	0.078	0.123	0.14	0.10
クロロフィル a (μg/l)	61.3	68.9	28.4	79.3	88.5	40.6	77.7	101.4	60.7

湖の主な環境要因の最大～最小を求めると、T-N 0.7～1.5 mg/l、COD 5.8～8.0 mg/l、T-P 0.07～0.15 mg/l であり、富栄養化限界濃度をはるかに越えている。特に、日の出橋より奥の南部では湖水の動きが少ないこともあり、3地点中、最も汚濁した水質であった。

2. 北潟湖の植物プランクトンについて

植物プランクトンの細胞数と種類数の季節変化を図-2に示した。3地点の細胞数はほぼ同じで、同様の季節変化を示すが、夏には、湖心での細胞数がやや多い傾向にある。秋に、細胞数の減少がみられるが、これは、藍藻の占有率が高くなるためと考えられる。すなわち、藍藻を群体数で計数しているためである。北潟湖の植物プランクトン数は、200万～3,900万 Cells, Colonies/l 認められたが、これは北潟湖とよく似た水質の三方湖(700万～3,900万 Cells, Colonies/l)¹⁾の細胞数と類似し、プランクトン数と水質は関係深いものと思われる。北潟湖に出現する主な植物プランクトンについて、以下に季節ごとにまとめた。

(1) 春(5月1日)の植物プランクトン

春は、珪藻と藍藻が多いが、珪藻は北部から南部に行くに従い、割合が大きくなり、南部で90%を占めた。北部、湖心での第1優占種は、*Synedra acus*であり、南部は小型の *Cyclotella* で、*Synedra acus*は第2優占種となっている。藍藻は、*Phormidium*が優占しているが、このプランクトンはカビ臭と関係深く注目される。図-6に示した植物プランクトンの水平分布をみ

表-2 北潟湖の植物プランクトン優占種(61年度)

		第1優占種	優占率	第2優占種	優占率
春	北潟(北部)	<i>Synedra acus</i>	38%	<i>Phormidium tenue</i>	27%
	北潟(湖心)	<i>Synedra acus</i>	30%	<i>Cyclotella spp.</i>	24%
	北潟(南部)	<i>Cyclotella spp.</i>	65%	<i>Synedra acus</i>	22%
夏	北潟(北部)	<i>Cyclotella spp.</i>	51%	<i>Leptocylindrus sp.</i>	46%
	北潟(湖心)	<i>Cyclotella spp.</i>	42%	<i>Leptocylindrus sp.</i>	29%
	北潟(南部)	<i>Cyclotella spp.</i>	69%	<i>Carteria sp.</i>	17%
秋	北潟(北部)	<i>Phormidium tenue</i>	41%	<i>Cyclotella spp.</i>	18%
	北潟(湖心)	<i>Phormidium tenue</i>	40%	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	20%
	北潟(南部)	<i>Carteria sp.</i>	39%	<i>Phormidium tenue</i>	36%

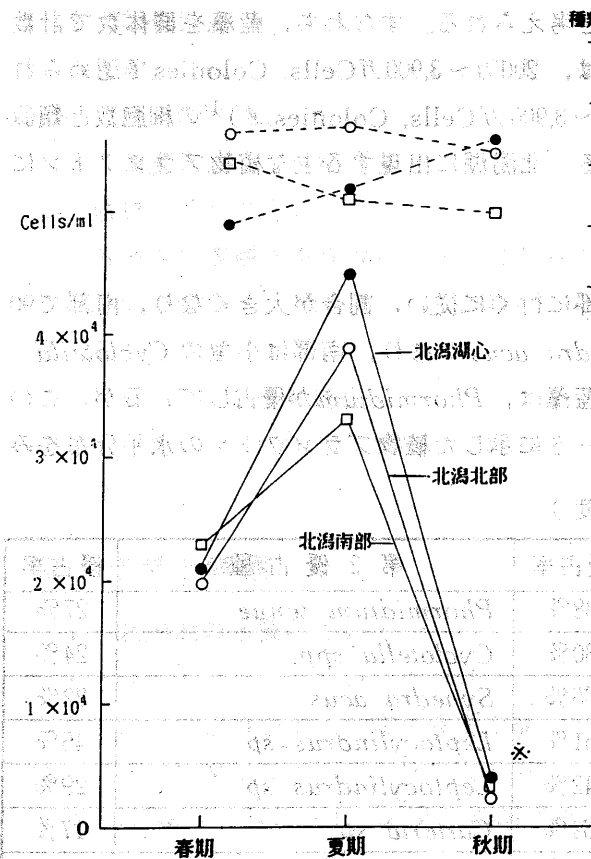
ると, *Synedra acus* が全湖にわたり, 多く出現している。*Synedra acus* は, β 中腐水性～貧腐水性の指標プランクトンである。同じ珪藻の仲間である *Bacillaria paradoxa* は北部に出現し, *Asterionella formosa* は湖心に特徴的な珪藻であった。*Cyclotella* は, 三方五湖に多く出現のみられた珪藻だが, 北潟湖では, 南部に多く出現していた。

(2) 夏(7月25日)の植物プランクトン

珪藻が多く, 春に出現していた藍藻が殆どみられないのが特徴的である。珪藻の種類をみると春の *Synedra acus* は消滅しており, 北部では, 小型の *Cyclotella* (51%) と海産性の珪藻である *Leptocylindrus* (29%) が多い。この *Leptocylindrus* の水平分布を図-6 よりみると, 夏の北部, 湖心に特徴的に出現しているプランクトンである。南部は, 春と同じく *Cyclotella* が69% を占めているが, 他に, *Carteria* (17%), *Glenodinium* (3%) などの鞭毛藻が多い。*Carteria* は, 大変汚濁した水域に出現してくるプランクトンとして知られており, 南部の水質の悪化状態を示しているものと考えられる。水平分布図より, *Leptocylindrus* は南部にみられず, *Carteria* は北部にみられないが, 湖心では, いずれのプランクトンも出現している。すなわち, 北部と南部のプランクトン相には違いがみられるが, 湖心はその合流点であり, 両方の特徴を持つプランクトンがみられることがわかった。

(3) 秋(10月3日)の植物プランクトン

秋になると, 珪藻の占有率が下がり, 藍藻が多くなる。北部で54%, 湖心51%, 南部50%を占めている。藍藻の優占種は, 3地点とも *Phormidium* であり, ガビ臭の発生に関係深いプランクトンである。また, 北部, 湖心では, *Cyclotella meneghiniana* が多い。この珪藻は, 汽水域の



(※藍藻が多く, 藍藻は colony 数で計数している)

図-2 植物プランクトンの細胞数と種類数

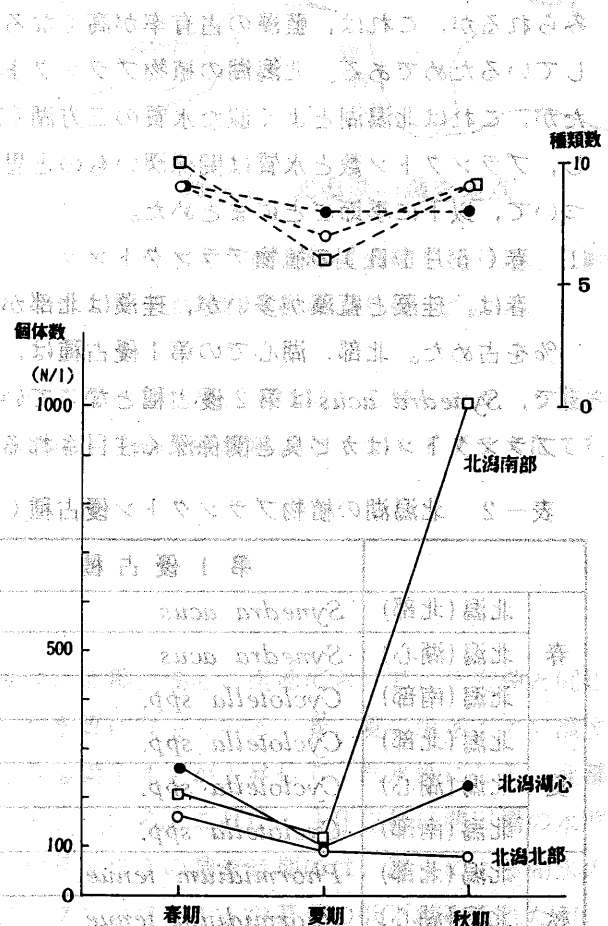


図-3 動物プランクトンの個体数と種類数

指標となるもので、秋になり塩素イオン濃度が上昇したことを示すものである。南部では、夏に発生がみられた *Carteria* が第1優占種として39%の割合で出現しており、秋の水質がかなり汚れていることを示している。また、鞭毛藻の占める割合が大きい特徴がみられ、南部の生物学的環境は北部、湖心の環境と違っていることを示しているものと思われる。

3. 北潟湖の動物プランクトンについて

動物プランクトンの個体数の季節変化を図-3に示した。春、夏は、北部、湖心、南部ともほぼ同数を示しているが、秋に南部で個体数の増加がみられた。これは、図-5に示すように、繊毛虫が多いため、南部が他の2地点と生物的に違った水質を示していると考えられるが、これは、秋の植物プランクトンでも鞭毛藻が多く、一致した見解である。北部では、春、夏、秋とも輪虫が優占していて、春は、*Brachionus calyciflorus* (α 中腐水性 $\sim\beta$ 中腐水性)、夏は、*Keratella valga* (α 中腐水性 $\sim\beta$ 中腐水性)、秋は、*Asplanchna* (α 中腐水性 $\sim$ 貧富水性)が優占種であった。湖心は、春、夏が輪虫、秋は甲殻類が優占していて、優占種は、春、夏が*Brachionus calyciflorus* (α 中腐水性 $\sim\beta$ 中腐水性)、秋が*Nauplius*, *Copepodid*であった。南部は、春、夏が輪虫、秋は繊毛虫が多く、春は、*Brachionus angularis* (α 中腐水性 $\sim\beta$ 中腐水性)、夏は、*Keratella valga* (α 中腐水性 $\sim$ 貧腐水性)、秋は*Ciliata*が優占していた。

表-3 北潟湖の動物プランクトン優占種(61年度)

		第1優占種	優占率	第2優占種	優占率
春	北潟(北部)	<i>Brachionus calyciflorus</i>	42%	<i>Brachionus angularis</i>	26%
	北潟(湖心)	<i>Brachionus calyciflorus</i>	41%	<i>Brachionus angularis</i>	23%
	北潟(南部)	<i>Brachionus angularis</i>	41%	<i>Brachionus calyciflorus</i>	23%
夏	北潟(北部)	<i>Keratella valga</i>	74%	<i>Nauplius</i> , <i>Copepodid</i>	14%
	北潟(湖心)	<i>Brachionus calyciflorus</i>	32%	<i>Keratella valga</i>	29%
	北潟(南部)	<i>Keratella valga</i>	60%	<i>Nauplius</i> , <i>Copepodid</i>	24%
秋	北潟(北部)	<i>Asplanchna sp.</i>	36%	<i>Brachionus plicatilis</i>	33%
	北潟(湖心)	<i>Nauplius</i> , <i>Copepodid</i>	64%	<i>Brachionus plicatilis</i>	13%
	北潟(南部)	<i>Ciliata</i>	94%	<i>Nauplius</i> , <i>Copepodid</i>	4%

4. 北潟湖のプランクトンからみた水質特性

北潟湖の水質は、三方湖の春、夏の汚濁した水質と同じレベルか、それ以上の悪化した水質であり、非常に富栄養化の進んだ湖であるが、アオコの原因である *Microcystis*, *Anabaena* が今回の調査では全くみられず、特徴的と思われる。また、夏の水質の悪化時期に、藍藻がみられず、富栄養湖といっても、藍藻が出現するとは限らない例を示していると思われる。藍藻は、春、秋に多いが、種類は少なく、主に *Phormidium* であった。この種は、水にカビ臭をひきおこすプランクトンであり、北潟湖では、カビ臭などの異臭味問題が考えられるが、アオコの発生は少ないものと思われる。また、南部には、*Carteria* を主とした鞭毛藻が多く出現していて、鞭毛藻は、赤潮をひきおこす原因となるプランクトンが多く、北潟湖での湖水の着色も懸念されると思われる。

IV 結 語

北潟湖の富栄養化は、かなり進んでおり、特に、日の出橋以南の奥部水域(南部地点)の汚濁が進行していて、汚濁は南部より全湖へ広がる可能性があると考えられる。北潟湖のプランクトン相の特徴は、珪藻の種類数、細胞数が多く、藍藻の種類数が1~3種類と非常に少ないことと考えら

れるが、南部地点においては、水質の悪化を示す鞭毛藻、繊毛虫の優占が目立った。今回の調査では、富栄養湖に特徴的に出現する *Microcystis* や *Anabaena* が全くみられなかったが、北潟湖に、これらの藍藻の出現がないのかどうか今後も調査を続けたいと思う。

V 文 献

1) 青木ら：本報，16，，1986

[illegible]

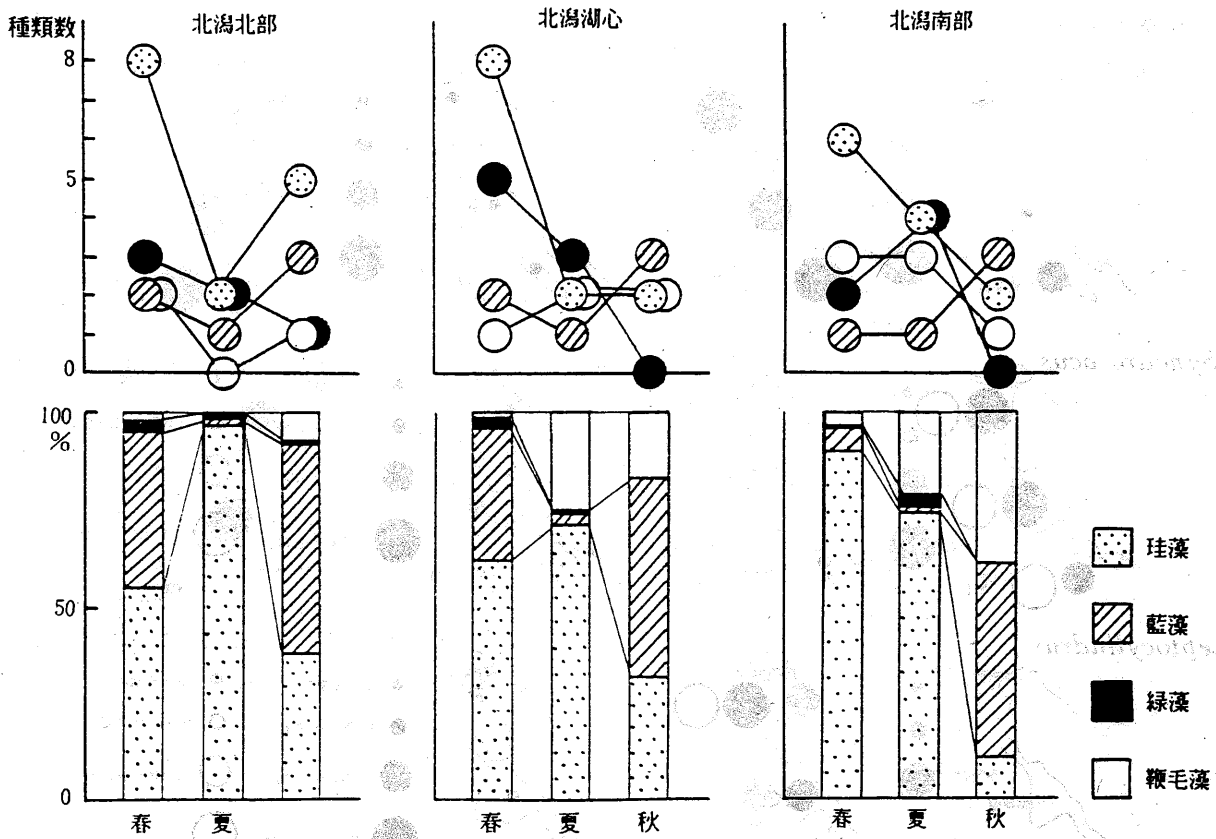


図-4 網別種類数と網別出現率の季節変化(植物プランクトン)

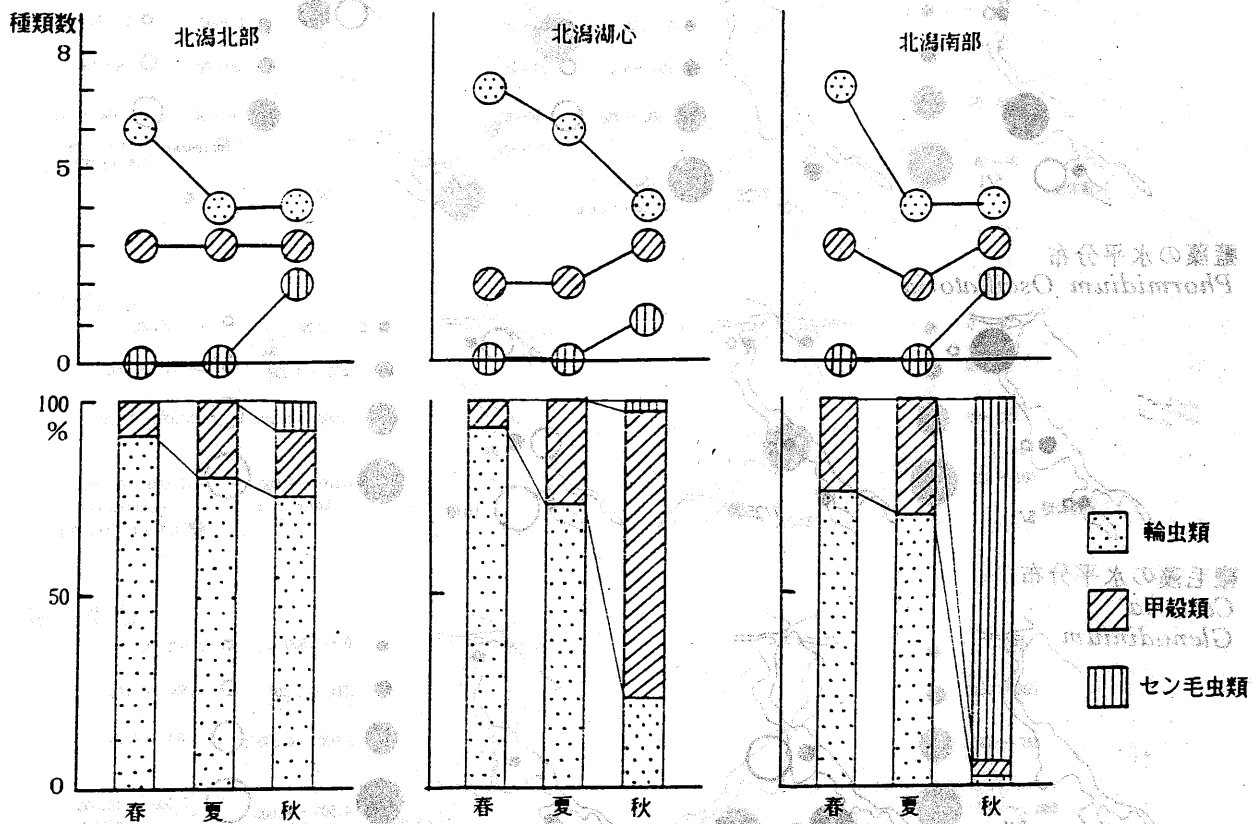
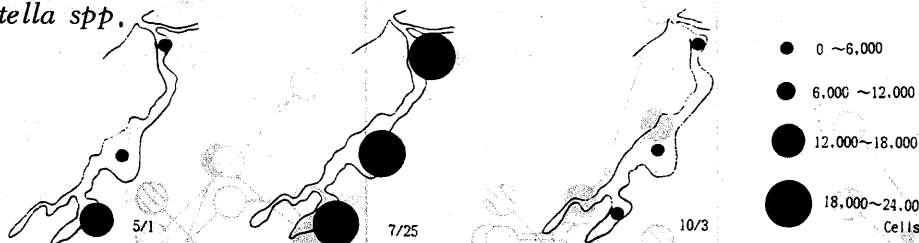


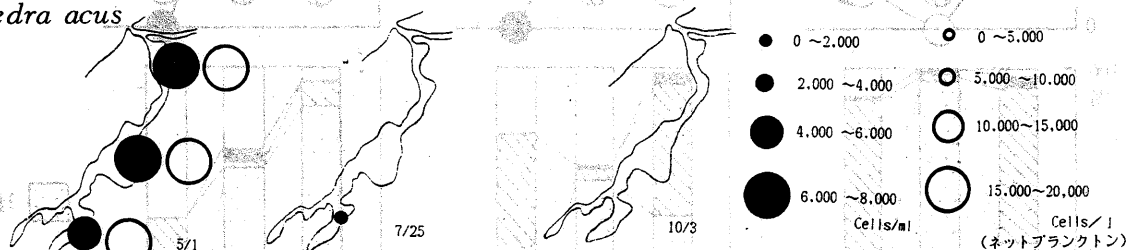
図-5 網別種類数と網別出現率の季節変化(動物プランクトン)

珪藻の水平分布

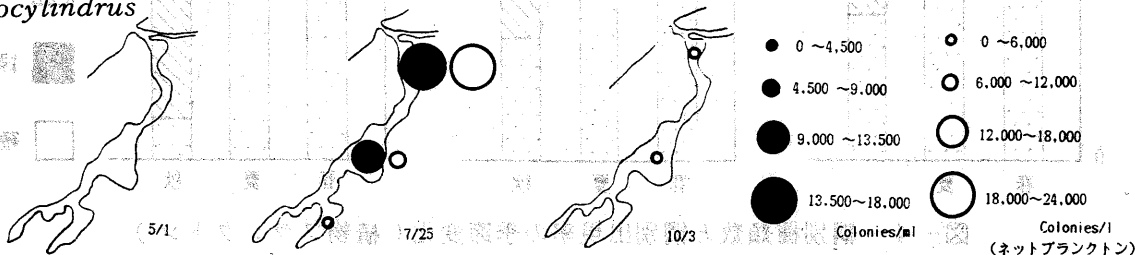
Cyclotella spp.



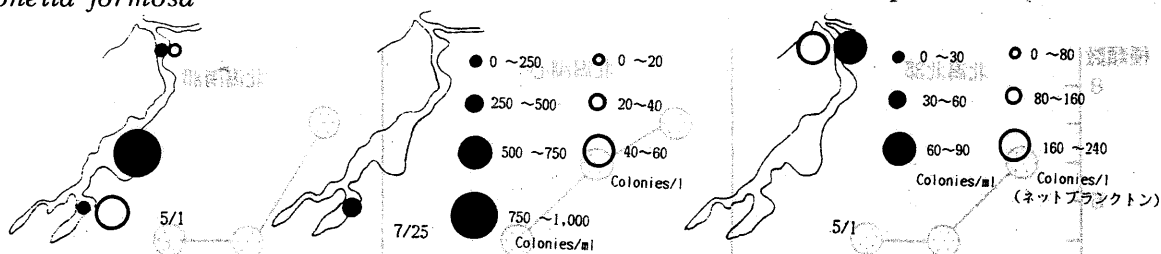
Synedra acus



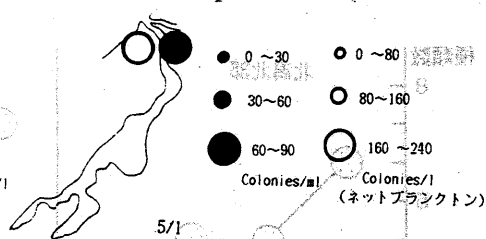
Leptocylindrus



Asterionella formosa

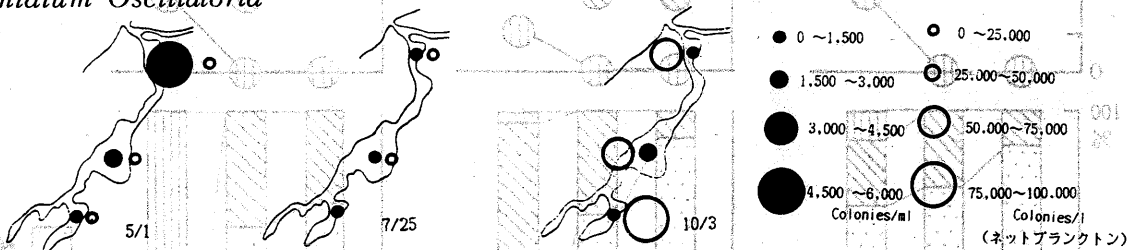


Bacillaria paradoxa



藍藻の水平分布

Phormidium Oscillatoria



鞭毛藻の水平分布

Carteria Glenodinium

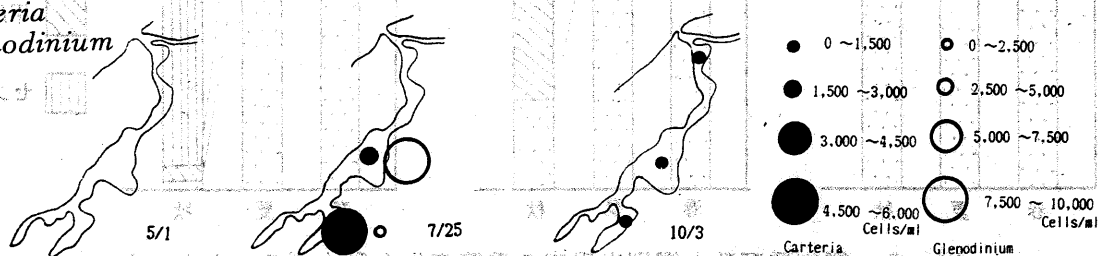
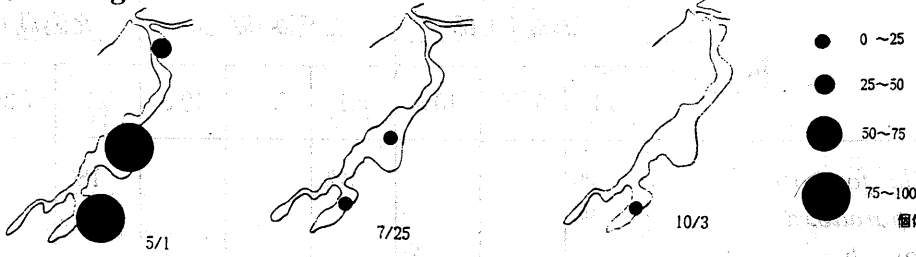


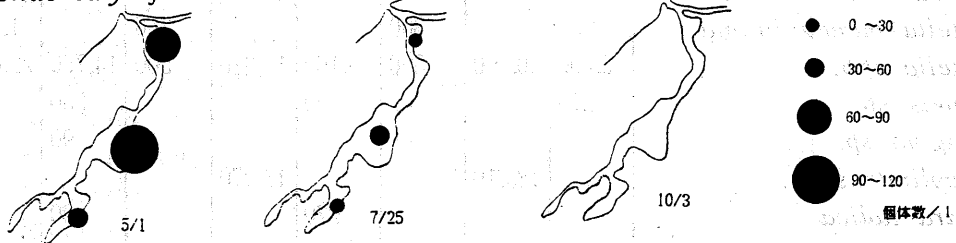
図-6 植物プランクトンの水平分布

輪虫の水平分布

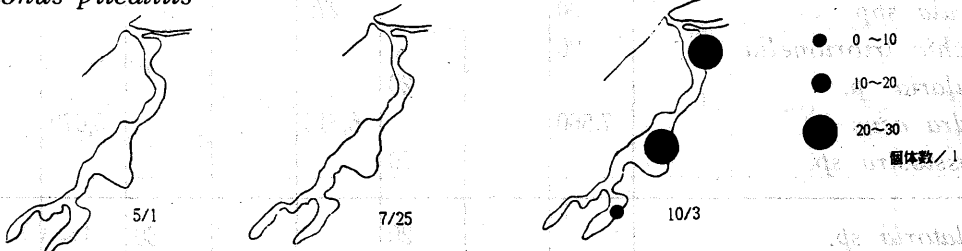
Brachionus angularis



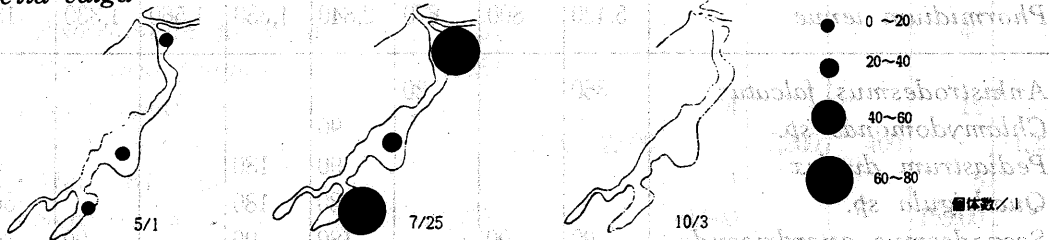
Brachionus calyciflorus



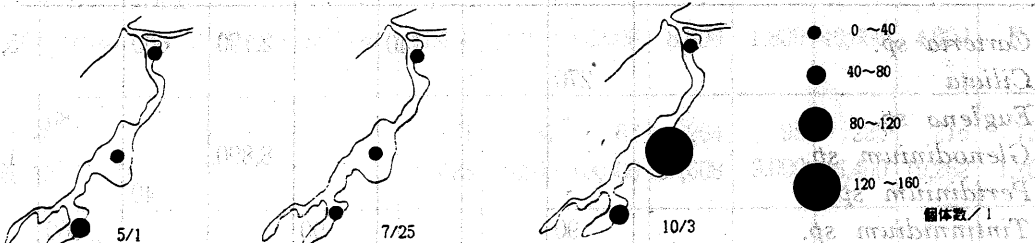
Brachionus plicatilis



Keratella valga



甲殻類



繊毛虫類

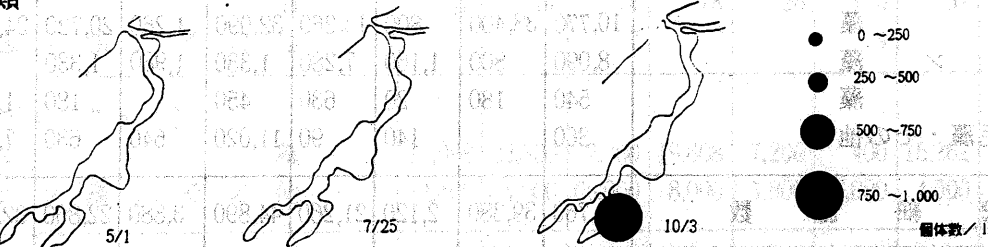


図-7 動物プランクトンの水平分布

表-4 北潟湖の植物プランクトン調査結果(61年度)

(Cells/ml, Colonies/ml)

	種 類	北潟湖(北部)			北潟湖(湖心)			北潟湖(南部)		
		5.1	7.25	10.3	5.1	7.25	10.3	5.1	7.25	10.3
珪藻	<i>Asterionella formosa</i>	90			980			180	270	
	<i>Bacillaria paradoxa</i>	90								
	<i>Chaetoceros</i> sp.			20						
	<i>Coscinodiscus lacustris</i>	90			90					
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>			300			760		1,240	70
	<i>Cyclotella</i> spp.	2,490	20,090	390	5,160	19,020	500	14,760	22,670	230
	<i>Diploneis</i> sp.	270			90			530		
	<i>Gyrosigma</i> sp.							90		
	<i>Leptocylindrus</i> sp.		18,310			13,070				
	<i>Melosira italica</i>				270			90		
	<i>Melosira varians</i>				90					
	<i>Navicula</i> spp.	90			270					
	<i>Nitzschia tribrionella</i>	90								
	<i>Pinnularia</i> sp.			20						
	<i>Synedra acus</i>	7,560			6,310			5,070	90	
	<i>Thalassiosira</i> sp.			70						
ラ ン 藻	<i>Oscillatoria</i> sp.			20			60			40
	<i>Phormidium muccicola</i>	2,670			4,440					
	<i>Phormidium</i> sp. A			270			360			340
	<i>Phormidium tenue</i>	5,420	800	870	2,840	1,330	1,560	1,330	180	1,010
緑藻	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	360		20						
	<i>Chlamydomonas</i> sp.				90					
	<i>Pediastrum duplex</i>				90	180			90	
	<i>Quadrigula</i> sp.				180	180			360	
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	90	90		180	90		90	360	
	<i>Scenedesmus</i> sp.	90	90		90			90	360	
鞭毛藻・その他	<i>Carteria</i> sp.			140		2,130	600		5,600	1,100
	<i>Ciliata</i>	270								
	<i>Euglena</i> sp.							180		
	<i>Glenodinium</i> sp.					8,890			1,070	
	<i>Peridinium</i> sp.						40			
	<i>Tintinnidium</i> sp.	90			90			360		
	<i>Trachelomonas</i> sp.							90	530	
	珪藻	10,770	38,400	800	13,260	32,090	1,260	20,720	24,270	300
	ラン藻	8,090	800	1,160	7,280	1,330	1,980	1,330	180	1,390
	緑藻	540	180	20	630	450		180	1,170	
	鞭毛藻・その他	360		140	90	11,020	640	630	7,200	1,100
総細胞数		19,760	39,380	2,120	21,260	44,890	3,880	22,860	32,820	2,790

表-5 北潟湖のネットプランクトン調査結果(61年度)
 (69μのプランクトンネットで採取したプランクトン)
 (動物プランクトン個体数/ℓ 植物プランクトンCells/ℓ Colonies/ℓ)

種 類			北潟湖(北部)			北潟湖(湖心)			北潟湖(南部)			
			5.1	7.25	10.3	5.1	7.25	10.3	5.1	7.25	10.3	
動物 プ ラ ン ク ト ン	輪 虫	<i>Asplanchna</i> sp.		2	30		3	18		7	12	
		<i>Brachionus angularis</i>	42				95	2		89	1	2
		<i>Brachionus calyciflorus</i>	67	3			109	30		50	5	
		<i>Brachionus plicatilis</i>			27				29			5
		<i>Filinia longiseta</i>	20	1			18	4		4		
		<i>Keratella cochlearis</i>	4				7			8		
		<i>Keratella valga</i>	8	64			9	28		6	72	
		<i>Polyarthra trigla</i>	5				8	2		8		
		<i>Rotatoria</i> A			4				2			3
		<i>Trichocerca</i> sp.			1				2			
甲 殻	<i>Cyclopoids</i>	1	2	1		1	2	1	7	2		
	<i>Nauplius</i> , <i>Copepodid</i>	12	12	12	14	25	145	30	29	41		
	<i>Sinocalanus tenellus</i>	2	3	1	4		23	20		2		
繊 毛 の 虫 他	<i>Ciliata</i> フジツボの幼生			2 5			4			1,026		
植 物 プ ラ ン ク ト ン	珪 藻	<i>Asterionella formosa</i>	3						40			
		<i>Bacillaria paradoxa</i>	186									
		<i>Gyrosigma</i> sp.	3			4			16			
		<i>Leptocylindrus</i>		22,500	2,000		7,200	400		1,200		
		<i>Melosira italica</i>	6			4			6			
		<i>Synedra acus</i>	18,900			19,600			15,200			
	ラ ソ ン の 藻 他	<i>Cryptomonas</i> sp. <i>Oscillatoria</i> , <i>Phormidium</i>	14,400	4,000	66,000	8,000	1,800	46,000	4,000	R	20,000 96,000	
動 物 プ ラ ン ク ト ン			161	87	83	264	95	225	216	121	1,093	
植 物 プ ラ ン ク ト ン			33,498	26,500	68,000	27,608	9,000	46,400	19,262	1,200	116,000	
(動 物 プ ラ ン ク ト ン)												
輪	虫	146	70	62	246	69	51	165	85	22		
甲	殻	15	17	14	18	26	170	51	36	45		
繊 毛 虫 , そ の 他				7			4			1,026		
(植 物 プ ラ ン ク ト ン)												
珪	藻	19,098	22,500	2,000	19,608	7,200	400	15,262	1,200			
ラ ソ 藻 , そ の 他		14,400	4,000	66,000	8,000	1,800	46,000	4,000		116,000		
総 個 体 数			33,659	26,587	68,083	27,872	9,095	46,625	19,478	1,321	117,093	