

八郎湖の基礎生産

片野 登 瓜生 信彦

湯川 幸郎 高田 熙

1 はじめに

基礎生産とは、植物（水界では主に植物プランクトン）の光合成による有機物生産であり、他の生物は直接、間接に基礎生産に依存している。基礎生産をとおして、太陽エネルギーは生態系（自然界に存在する生物社会と、これをとりまく無機的环境）内に固定され、基礎生産は系における他のさまざまな物質循環の源となる¹⁾。

干拓前の八郎潟の基礎生産については、1961年～62年に市村ら¹⁾によって詳しい調査が行なわれており、また干拓後の八郎湖については、昭和54年に秋田県開発局²⁾によって季節毎の基礎生産量調査結果が報告されている。今回、八郎湖汚濁機構解明調査の一環として、5月から10月までの八郎湖の基礎生産量を測定したので、ここに報告する。なお、本調査を行なうにあたって助言、協力いただいた（株）芙蓉海洋開発 植村泰治氏に厚く御礼を申し上げる。

2 調査方法

(1) 植物プランクトンの季節変化

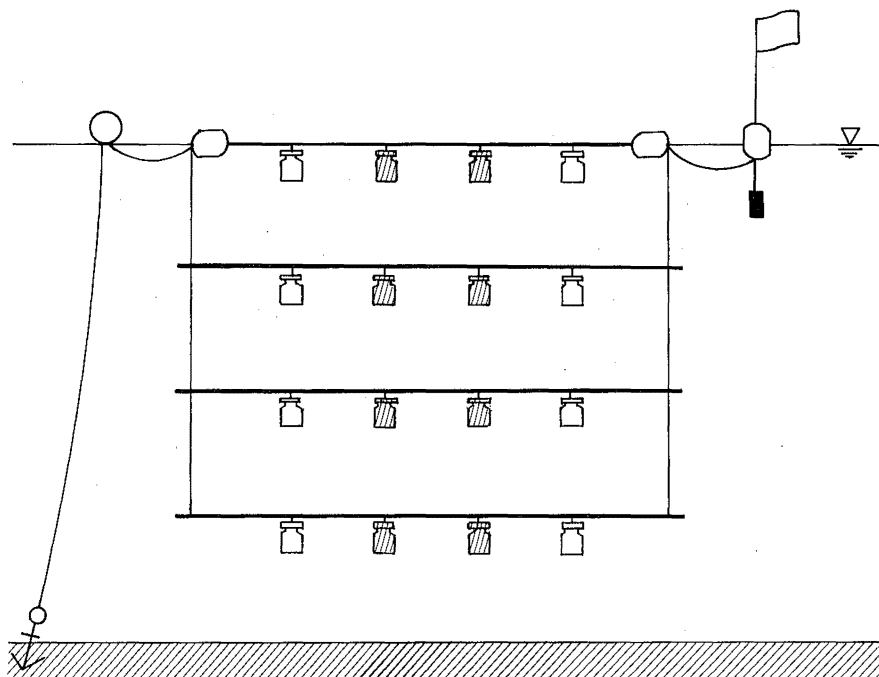
定量はクロロフィル法によった。すなわち試水0.3～1.5ℓをグラスファイバーフィルター（ワットマン GF/C）で汙過し、これをアセトンで抽出し、海洋観測指針9.6によって測定した。

(2) 生産量の測定

生産量の測定は現場法³⁾によった。すなわち八郎湖の測定点において、各深度（0 m、-1 m、-2 m、-3 m）から採水した試水を、大型の動物プランクトンを取り除くためにGG54ネットで静かに汉過した後、直ちに酸素びんに注入し、これを採水した深さと同じ位置にブイから吊した（図-1）。びんはアルミホイルで覆いをした暗びんと、覆いをしない明びんを用意し、吊して一定時間後に溶存酸素の増減を定量して、明びんからは純同化量、暗びんからは呼吸量を求めた。純同化量に呼吸量を加えたものを総生産量とした。

(3) 生産に関する諸条件の測定

透明度はセッキーマン板、水温はベッテンコーヘル水温計を用いて測定した。

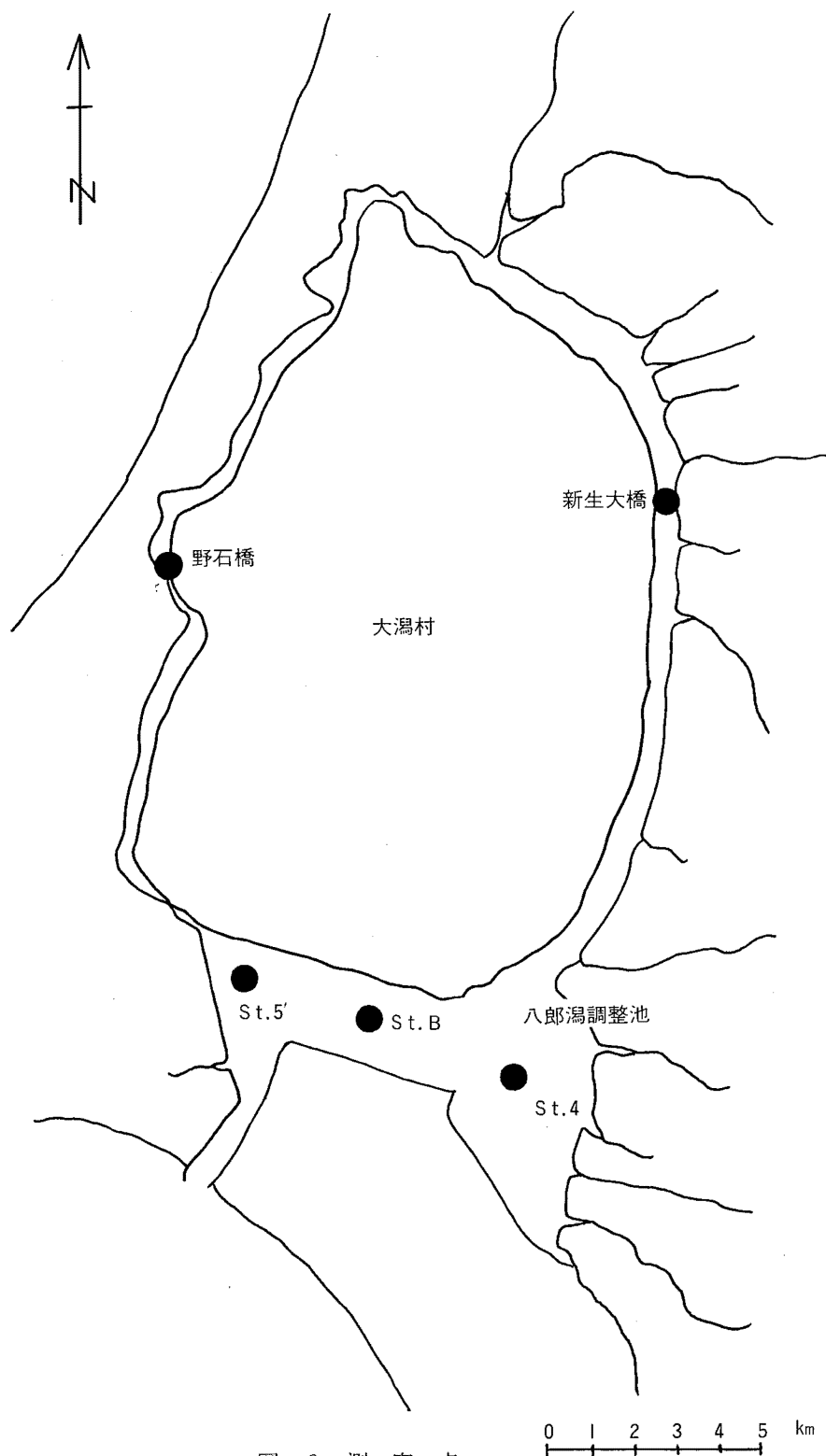


図—1 明暗びん設置図

3 植物プランクトンの季節変化

(1) クロロフィルa量の季節変化

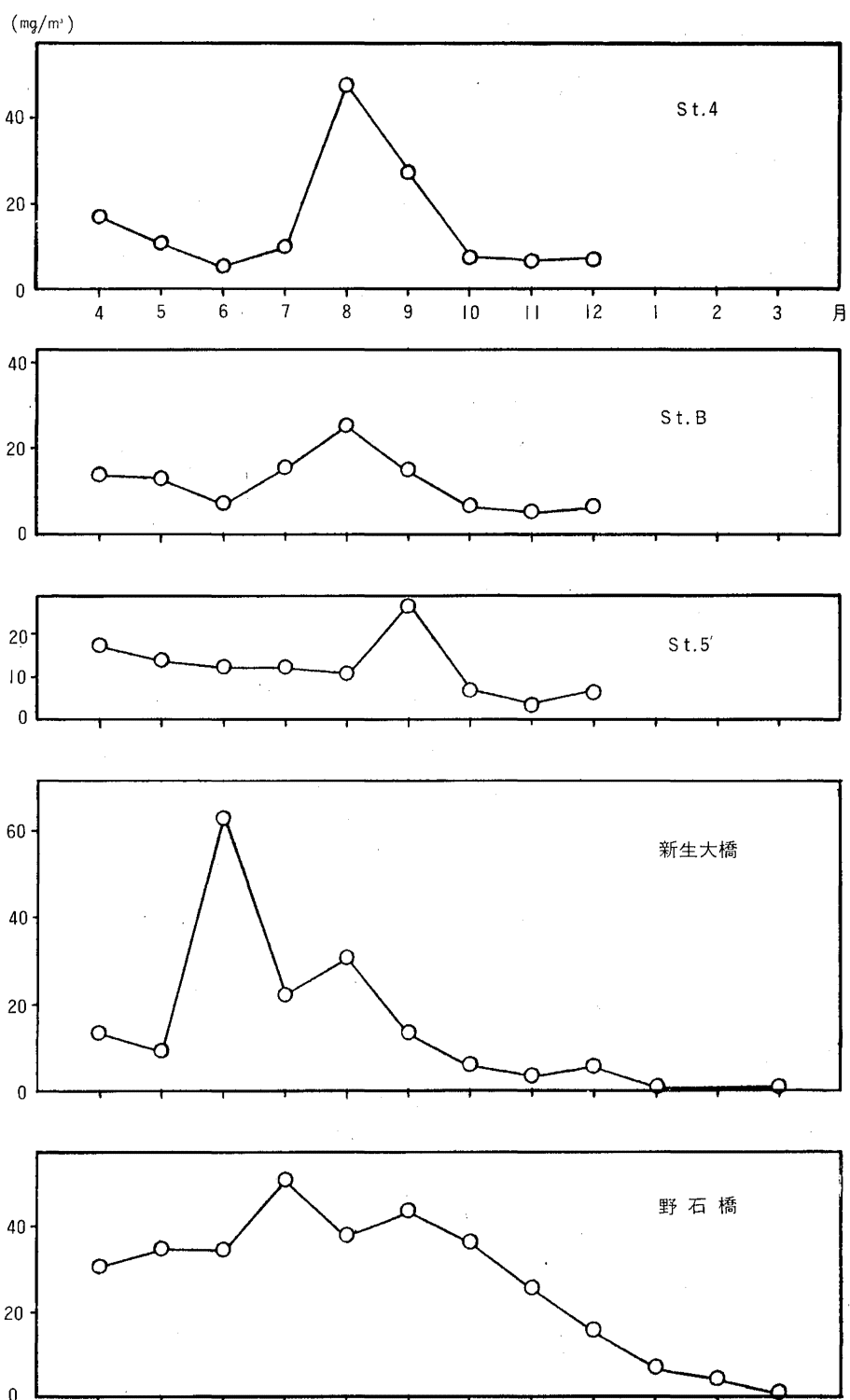
図—2中に示した測定点で毎月採水し、クロロフィルa量の測定を行った。その結果が表—1である。また各測定点の各層中に含まれるクロロフィルa量の平均値の季節変化を示したのが図—3である。この図から明らかなように、調整池内3点 (St. 4、St. B、St. 5')におけるクロロフィル量のピークは8月～9月に見られる。図—4に調整池内3点のクロロフィルa量と、1962年に八郎潟で観測されたクロロフィル量の季節変化を示したが、後者が春と秋にピークを示しているのに対し、前者では夏にピークを示す点で著しい対照をなしている。1962年の春と秋のピークは主に珪藻の発生によるものであったが、1983年の夏のピークは、表—2に示すとおりアナベナ属の発生によるところが大きいと思われる。7月12日の観察で、St. 4では240個体/ml、St. Bでは400個体/mlのアナベナが記録されている。



図一2 測定点

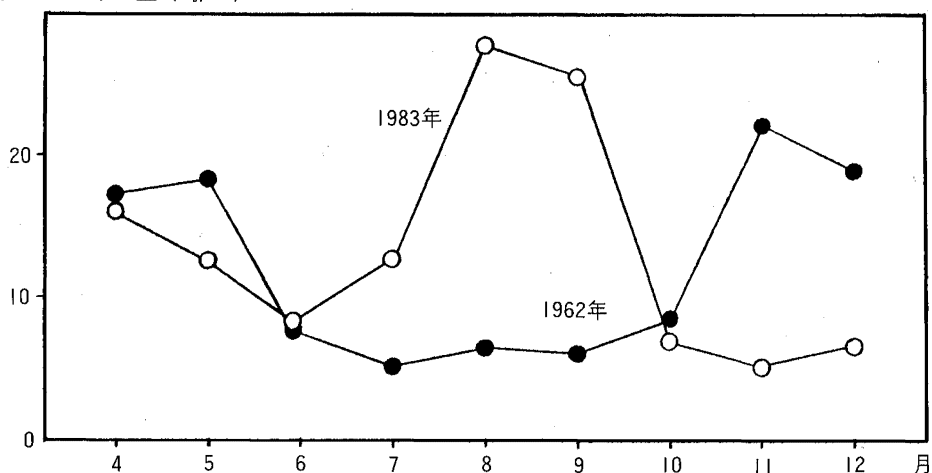
表一 1 八郎湖のクロロフィル a 量 (mg/m^3)

測定年月日	1983. 4. 20			5.18			6. 7					
測 定 点	4	B	5′	4	B	5′	4	B	5′			
透明度(m)	2.0	2.3	2.4	—	—	—	1.5	1.5	1.3			
深さ 0 m	16.2	13.6	15.5	11.2	13.2	13.2	5.1	7.1	11.3			
0.5	16.8			9.3			5.2					
1	17.4		18.6	10.9		14.1	5.7		12.4			
2		13.7			11.6			6.4				
5		14.1			13.9			8.7				
測定年月日	7.15			8.23			9. 5					
測 定 点	4	B	5′	4	B	5′	4	B	5′			
透明度(m)	2.0	1.2	1.7	2.0	2.0	2.2	1.9	2.2	2.0			
深さ 0 m	10.0	25.8	12.4	50.0	37.8	10.0	36.7	22.2	25.4			
0.5	8.8			62.3			20.1					
1	10.0		12.4	29.1		11.5	22.9		27.0			
2		11.6			31.5			16.9				
5		9.1			6.7			9.7				
測定年月日	10.19			11. 2			12. 5					
測 定 点	4	B	5′	4	B	5′	4	B	5′			
透明度(m)	2.3	1.6	1.3	1.9	2.0	1.8	0.8	0.9	0.8			
深さ 0 m	3.7	7.5	6.4	3.6	3.3	2.3	7.1	6.4	6.8			
0.5	7.7			6.8			7.3					
1	9.7		7.2	7.5		4.5	6.2		5.6			
2		5.1			8.6			6.4				
5		6.8			4.0			6.2				
測定年月日	1983.4.20		5.18		6. 6		7. 5		8.17		9. 5	
測 定 点	新	野	新	野	新	野	新	野	新	野	新	野
深さ 0 m	20.5	31.0	9.7	34.8	62.9	34.6	22.0	50.7	31.2	37.8	13.8	43.6
測定年月日	10. 19		11. 2		12. 1		1984.1.12		2. 3		3. 7	
測 定 点	新	野	新	野	新	野	新	野	新	野	新	野
深さ 0 m	6.2	36.2	3.9	25.6	5.6	15.9	0.73	7.1	—	4.3	1.2	1.4



図ー3 測定点におけるクロロフィル量の季節変化

クロロフィル量 (mg/m³)



図一四 八郎潟(1962年)および八郎潟調整池(1983年)のクロロフィル量の季節変化

表一 二 植物プランクトン同定結果

出 現 種 属 名	出 現 頻 度		
	58.5.18	7.12	10.10
ア ナ ベ ナ 属 (ラン藻)		CC	
メ ロ シ ラ 属 (珪 藻)	CC	+	CC
ナ ビ キ ュ ラ 属 (")	C	rr	C
キ ク ロ テ ラ 属 (")	+	r	+
ニ ッ チ ア 属 (")	+		+
フ ラ ジ ラ リ ア 属 (")	+	rr	+
シ ネ ド ラ 属 (")	r	rr	
ゴ ン ホ ネ マ 属 (")	+		rr
ア ン ホ ラ 属 (")	+		r
ア ク ナ ン テ ス 属 (")	+		
コ ッ コ ネ イ ス 属 (")	+		r
コ ッ シ ノ デ ィ ス ク ス 属 (")	r		+
セ レ ナ ス ツ ル ム 属 (緑 藻)	r		
ス テ フ ァ ノ デ ィ ス ク ス 属 (珪 藻)	r		r
セ ネ デ ス ム ス 属 (緑 藻)	r		

※ 出現頻度は21%以上をCC (非常に多い)、10~20%をC (多い)、3~9%を+ (普通に見られる)、1~3%をr (少ない)、1%未満をrr (非常に少ない) の5段階で示した。

(2) クロロフィルaの垂直分布

生産量測定時に各深度におけるクロロフィルa量を測定した。その結果が表一3である。調整池内3点について言えば、5月、6月、8月、10月は比較的均一な構造を示しており、7月と9月にやや特徴的な構造を示した(図一5)。いずれの例においても、著しい成層の発達は見られなかった。

表一3 八郎湖のクロロフィルaの垂直分布 (mg/m^l)

測定年月日	1958. 5. 18					6. 30		
測定点	4	B	5'	新生	野石	4	B	5'
透明度 (m)	—	—	—	—	—	2.7	2.2	2.3
深さ 0 m	11.2	15.0	13.2	12.3	35.1	2.1	3.7	4.8
1	10.9	13.2	12.6	17.2	26.6	2.9	3.9	4.6
2	11.0	13.9	11.4	15.0	40.7	3.2	3.4	4.4
3	11.6	14.3	11.1	16.3	—	3.5	3.7	4.4
測定年月日	7. 11					8. 23		
測定点	4	B	5'	新生	野石	4	B	5'
透明度 (m)	2.0	1.6	1.8	0.6	0.6	2.0	2.0	2.2
深さ 0 m	10.3	17.6	10.1	44.6	18.3	50.0	37.8	10.0
1	9.8	16.1	8.5	42.0	28.8	29.1	22.4	11.5
2	7.3	10.4	8.2	23.9	—	41.8	31.5	10.0
3	6.4	5.8	6.9	12.2	—	30.8	22.5	10.7
測定年月日	9. 21			10. 3				
測定点	4	B'	5	4	B'	5	新生	野石
透明度 (m)	1.0	1.0	1.0	1.7	1.5	1.1	—	0.4
深さ 0 m	17.2	19.1	52.2	9.3	6.0	8.3	3.6	30.8
1	35.2	28.6	44.7	9.0	6.8	8.8	5.7	33.6
2	38.9	32.8	57.2	8.4	6.0	9.3	7.7	—
3	27.7	29.4	35.6	10.0	7.0	6.8	4.0	—

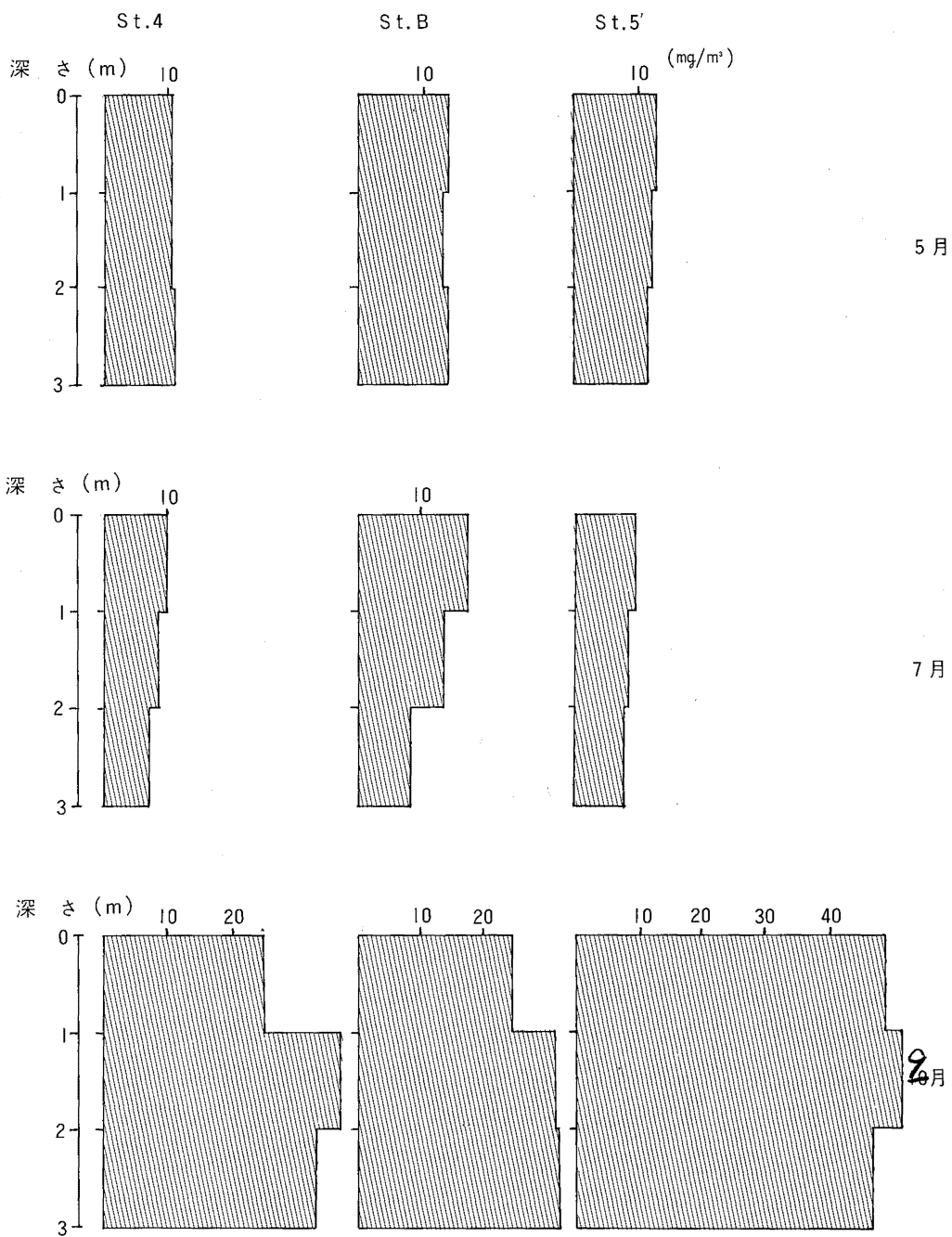


図-5 クロロフィル *a* 垂直分布の例

(3) 透明度

水が澄んでいるか、濁っているかを示すものに透明度がある。透明度は主に水中に浮遊するセストン量と、その性質によって定まるものであるが、一般に貧栄養湖では大きく、富栄養湖では小さい¹⁾。図-6 は測定点 St.4 における透明度の季節変化を示したものである。最大値は6月30日の2.7mで最小は12月5日の0.8mである。平均は1.65mとなる。干拓前の1962年の結果と比較すると12月に低くなるのは同じであるが、1962年には8月23日の3mを越す値をピークとして夏に高い値を示しているのに対し、今回の結果では逆に9月に低い値を記録しているのが対照的である。

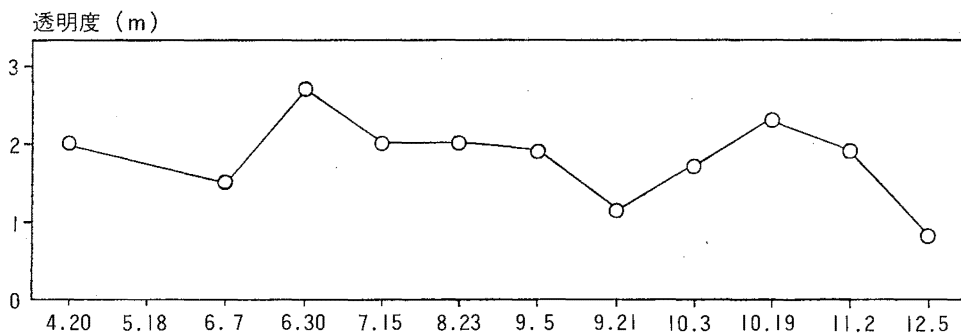


図-6 八郎湖 (St.4) における透明度の季節変化

4 八郎湖の基礎生産量

ここでいう基礎生産量とは一定時間中に一定の水域内で、植物プランクトンの光合成によって作られる有機物総量であり、これを総生産量といい、呼吸などによって消費される量を差引いたものを純生産量として区別する。総生産量は同化量であり、純生産量は生長量である¹⁾。

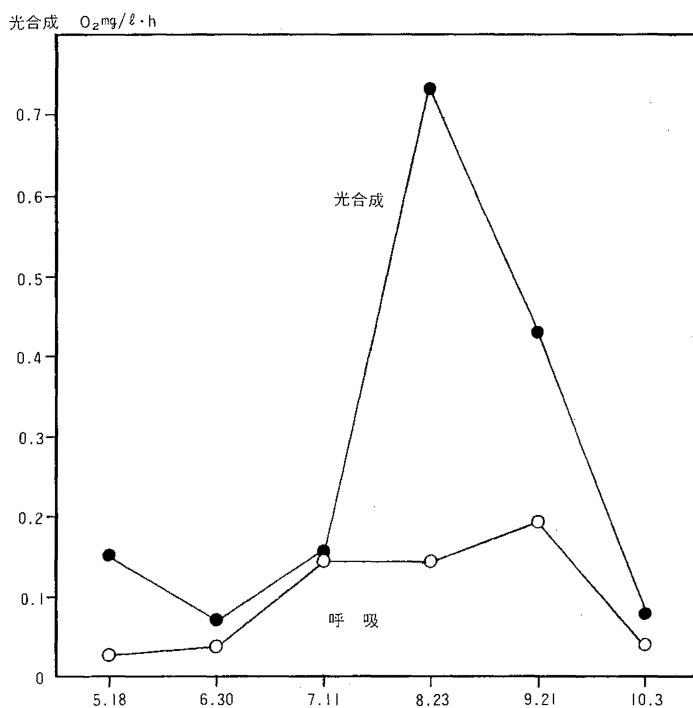
表-4 に基礎生産量の測定結果を、図-7 に調整池で各1m毎に測定した1時間の同化量および呼吸量の季節変化を示した。これらの値は快晴時のものであるので、平均値はこれよりもやや小さくなるものと思われる。垂直的にみると同化量の最大は夏の表層、-1m層で得られる。呼吸量も夏に大きく、春、秋は低くなる傾向が見られる。また、補償点は概ね3m深度にあるようである。上記の資料を用いて単位面積当りの総生産量と呼吸量を求めると、それぞれ $\text{O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{h}$ として、5月は0.24、0.07、6月0.20、0.09、7月0.54、0.38、8月1.38、0.31、9月0.92、0.38、10月0.29、0.10となる(図-7)。平均値として総生産量0.60g、呼吸量0.22g、純生産量0.38gとなる。

仮に、一日の生産量をこの10倍とすると、5月から10月までの単位面積における一日当りの総生産、呼吸量、純生産は、それぞれ $6.0 \text{ O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$ 、 $5.28 \text{ O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$ 、 $0.72 \text{ O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$ となる。岩熊ら⁴⁾は、1978年10月から1980年10月まで毎月1回霞ヶ浦の5地点について擬似現場法により一次生産を測定し、単位面積当りの年平均総生産を $6.6-9.7 \text{ O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$ としている。また、沖野ら⁵⁾は、1977~1978年の諏訪湖の基礎生産量等を測定しており、それによれば、諏訪湖における単位面積当りの年平均総生産は約 $5.8 \text{ O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$ であり、年平均呼吸量は約 $5.3 \text{ O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$ であった。かくて、調整池の5月から10月までの平均総生産は、諏訪湖の年平均総生産とほぼ同じ値を示すことになる。

表一 4 八郎湖の基礎生産量

(単位 $O_2 g / m^2 \cdot h$)

測 定 点		5.18	6.30	7.11	8.23	9.21	10. 3
St. 4	純 生 産	0.197	0.095	-0.027	1.737	0.527	0.167
	呼 吸	0.053	0.107	0.412	0.304	0.465	0.118
	総 生 産	0.250	0.202	0.385	2.041	0.992	0.285
St. B	純 生 産	0.212	0.077	0.294	1.158	0.566	0.135
	呼 吸	0.079	0.091	0.374	0.329	0.238	0.081
	総 生 産	0.291	0.168	0.668	1.487	0.804	0.216
St. 5'	純 生 産	0.091	0.155	0.227	0.308	0.536	0.280
	呼 吸	0.091	0.084	0.346	0.310	0.452	0.096
	総 生 産	0.182	0.239	0.573	0.618	0.988	0.376
新生大橋	純 生 産	0.204	—	0.629	—	—	0.079
	呼 吸	0.045	—	0.253	—	—	0.064
	総 生 産	0.249	—	0.882	—	—	0.143
野 石 橋	純 生 産	0.266	—	0.386	—	—	0.330
	呼 吸	0.106	—	0.170	—	—	0.112
	総 生 産	0.372	—	0.556	—	—	0.442



図一 7 の 1 現場法による各深度における光合成、呼吸の季節変化。表層

光合成 O_2 mg/ℓ・h

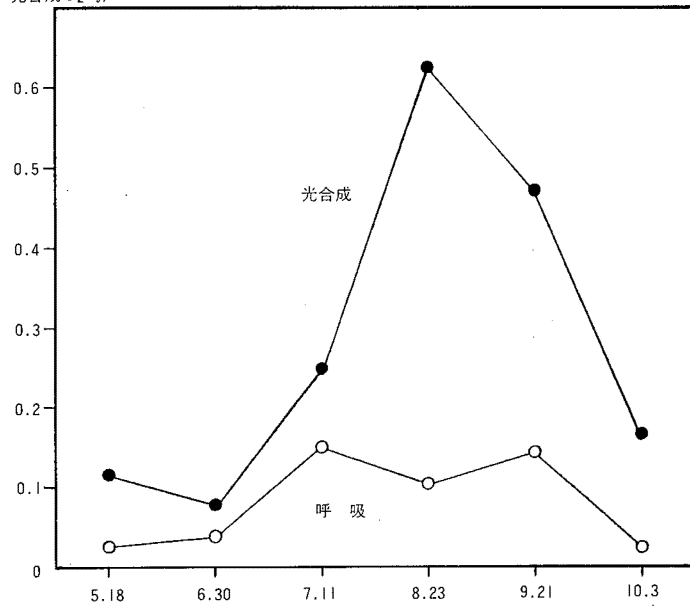


図-7の2 1 m深度における光合成と呼吸

光合成 O_2 mg/ℓ・h

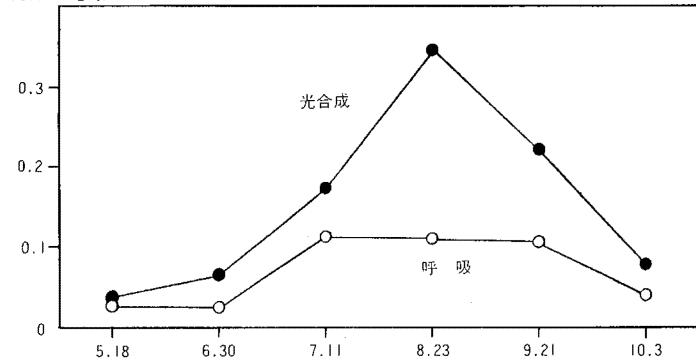


図-7の3 2 m深度における光合成と呼吸

光合成 O_2 mg/ℓ・h

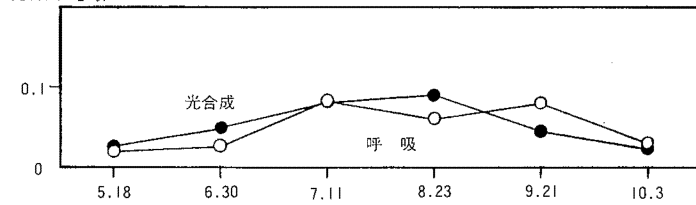
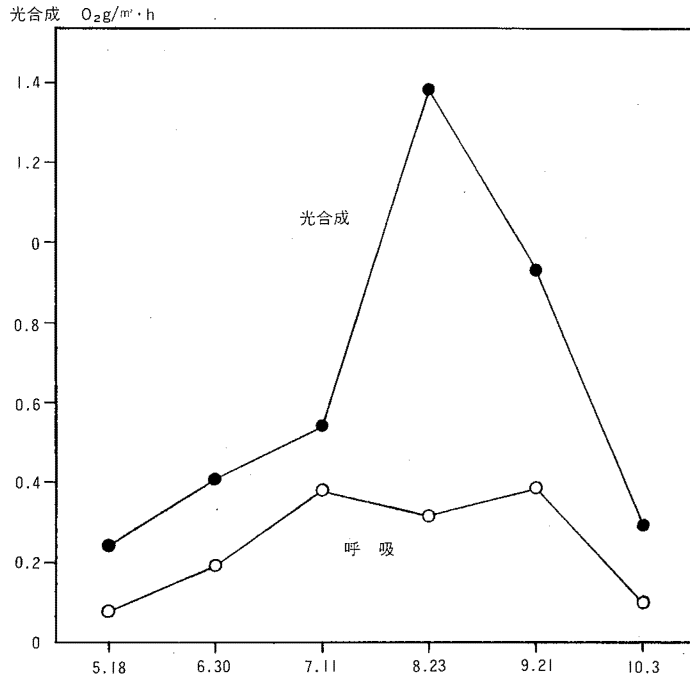
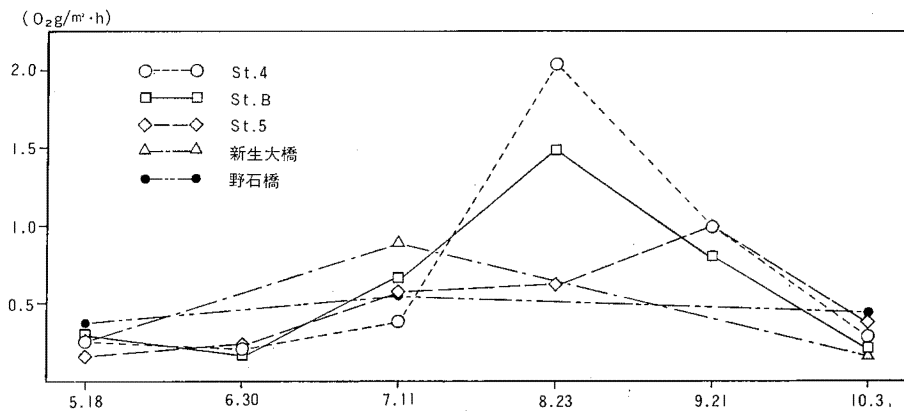


図-7の4 3 m深度における光合成と呼吸



図一七の五 八郎湖調整池の単位面積当りの1時間の基礎生産とその季節変化

図一八に各測定点における単位面積当りの光合成量の経月変化を示す。調整池内の3点と新生大橋では夏にピークが見られ、また野石橋では大きなピークは見られなかった。



図一八 単位面積当りの光合成量の経月変化

5 要約

- (1) 本報は八郎潟汚濁機構解明調査の一環として、植物プランクトン量、光合成、呼吸、水温などの測定を中心に、植物プランクトンによる有機物生産の解析を行ったものである。
- (2) 植物プランクトンの季節変化は夏にピークを示し、干拓前の八郎潟で春と秋にピークを示

すのと著しい対照をなしている。

- (3) 光合成に関しては、夏の表層、 $-1m$ 層で大きな生産が見られた。また、補償点は概ね $3m$ 深度にあった。
- (4) 各測定点における光合成の季節変化をみると、調整池内 3 点と新生大橋では夏にピークが見られ、野石橋では大きなピークは見られなかった。

参 考 文 献

- 1 市村俊英・小林 弘・加藤君雄：八郎潟の植物プランクトンと基礎生産、八郎潟の研究（1965）
- 2 秋田県開発局：八郎潟調整池水質汚濁物質流入流出量調査報告書（昭和54年5月）
- 3 有賀祐勝：水界植物群落の物質生産Ⅱ、生態学講座 8（昭和48年）
- 4 岩熊敏夫・安野正之：霞ヶ浦の一次生産特性、国立公害研究所研究報告 第22号（1981）
- 5 冲野外輝夫・山本雅道：1977～1978年の諏訪湖のセストン量、クロロフィルa量および基礎生産量、微生物群集による呼吸量の季節変化、諏訪湖集水域生態系研究報告 第2号（1978）