

11. 三方五湖のプランクトンについて(第1報)

—— 三方湖・水月湖のプランクトン ——

青木啓子, 白崎健一
田川専照, 有賀 紀

I 緒 言

当センターでは、56年度より三方五湖の富栄養化に関する調査研究をすすめている。これまでに水質の精密調査や底質からの栄養塩の回帰などの調査を行い、その結果については所報(56年度～60年度)で報告している。富栄養化をひきおこす原因といわれているプランクトンについては、重要性は承知しているものの生物学的知見を必要とすることもあり見送られてきたが、国の助成により、湖沼富栄養化環境基準設定事業が59年度より3ヶ年継続事業として採択された。この中に、プランクトン調査を企画し、61年度より本調査に入るのであるが、本年度はその予備調査として、三方湖と水月湖のプランクトンについて調査を行ったので、ここに報告する。

II 調査方法

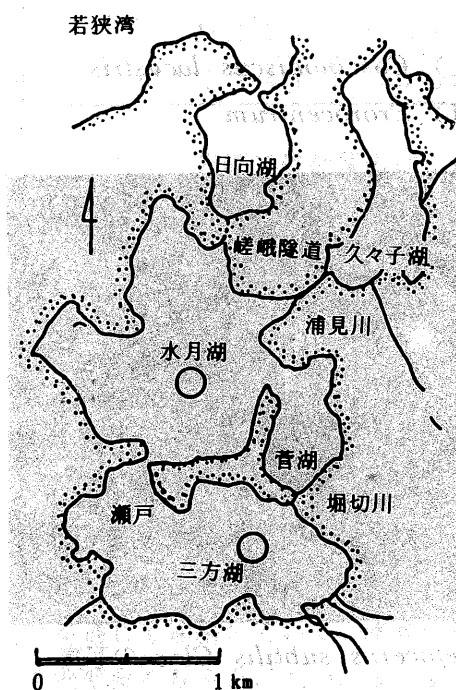


図-1 三方湖、水月湖の調査地点

1. 調査地点および調査時期

調査地点を図-1に示した。これは、三方湖、水月湖の常時監視調査地点である。

調査時期は、60年4月、5月、6月、7月、8月、10月、11月、61年2月の年8回である。

2. 採水方法

現場で湖の表層水をバケツで採取し、2ℓポリ瓶に移し、2%となるようにホルマリンを加え固定した。

3. 試験方法

250 ml 共栓付メスシリンダーに試料を採取し、静置濃縮を行い、最終的に0.2～0.5 mlまで濃縮した。次に、ビュルケルチュルク血球計算板を用いて個体数の計数を行った。結果は、次のように表現した。

- 卅 非常に多い
- 卍 やゝ多い
- 十 少ない

III 結果と考察

1. 三方湖、水月湖の水質について

三方湖、水月湖の60年4月～61年2月までの水質調査結果を表-2に、各環境要因の季節変化を図-2に示した。両湖とも、pH、クロロフィルa、COD、SSは春～夏に高く、秋～冬に低い傾向を示しているが、夏期に水温の上昇、底質からの栄養塩の回帰により湖の生産量が上昇するのを反映している。夏期の三方湖は、水月湖に比べてCOD、SSが3倍に上昇して、かなり高い生産性を示している。T-N、T-Pについても同様の傾向がみられるが、一年を通して三方湖のT-Nは0.7～1.1 mg/ℓ、T-Pは0.02～0.2 mg/ℓ、水月湖のT-Nは0.3～0.7 mg/ℓ、T-Pは0.01～0.04 mg/ℓ

を示している。冬期の三方湖は、COD、SSなどが急激に低下し、きれいな水質となっているが、2月に三方、水月の両湖でT-Nが高い値を示している。これは無機態の $\text{NO}_3\text{-N}$ が、冬期に高くなっているためで、56年度の三方五湖の水質調査でも確認しており、秋期以降に増加する雨水の流入によるものと考えられている。透明度は、三方湖が0.55~1.7m、水月湖が0.9~2.5mであった。

三方湖、水月湖は、それぞれ淡水湖、汽水湖といわれているが、プランクトンの種の交替に影響が強いと思われる Cl^- の動きをみると、7月、8月の盛夏期は、両湖とも Cl^- 濃度が低下している。10月に入ると日本海の潮位が上がり、久々子湖を通じて海水が流入して、水月湖で Cl^- が2,000 ppm以上になる。淡水湖である三方湖も、水月湖と連続しているので11月に入り Cl^- が1,000 ppm以上になり、海水の影響を受けているものと思われる。

2. 三方湖、水月湖のプランクトンについて

三方湖、水月湖の各月に出現したプランクトンを表-3に示した。三方湖は35属47種の植物プランクトンが認められたが、水月湖は27属36種認められ、三方湖が種類数、個体数とも豊富であり、水質結果と同様に、三方湖がより富栄養化の進んだ湖といえる。6月~10月の夏~秋期には、*Microcystis*, *Anabaena*, *Phormidium*などの富栄養湖特有の藍藻が出現していて、水質の悪化がみられた。三方五湖は、日本海に接しているため、海水の影響を受け、淡水プランクトン、汽水性プランクトン、海産性プランクトンなど多種多様のプランクトンが出現している。汽水性または海産性のプランクトンとしては、次の7種が認められた。

- a) *Chaetoceros subtilis* Cleve b) *Ceratium* c) *Coscinodiscus lacustris*
- d) *Stephanopyxis* e) *Amphiprora alata* f) *Prorocentrum*
- g) *Peridinium*

この中で、*Chaetoceros subtilis* Cleveは、アラル海やカスピ海に出現する汽水種で、日本では未記録のものといわれる珍しい珪藻であった。10月の水月湖、11月の三方湖の優占種として出現している。

次に、表-1に第一優占種、第二優占種の月別変化を示したが、これら三方湖、水月湖の主要プランクトンの季節変動について、月をおって述べる。

60年4月；三方湖では11種、水月湖では7種の豊富

な種類の緑藻が出現したが、藍藻の出現はみられなかった。三方湖は*Cyclotella meneghiniana*が最も多く、次に、*Ankistrodesmus*, *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus*が多かった。水月湖では、三方湖に比べて個体数が少ないが、*Cyclotella meneghiniana*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*が多かった。

5月；三方湖、水月湖とも緑藻が減り、三方湖では*Synedra acus*が優占種である。水月湖は、藍藻の*Gomphospharia aponina*が多く出現した。

6月；富栄養域を好む藍藻や小型の*Cyclotella*の発生がみられた。三方湖、水月湖とも*Anabaena*, *Cyclotella*が優占種となっている。

7月；三方湖では*Anabaena*が減り、*Microcystis aeruginosa*が優占しており、種類数が少なくなり逆に個体数が増えている。水月湖は、*Anabaena*が優占種となっている。6月に多かった*Cyclotella*は両湖とも消滅している。

Chaetoceros subtilis Cleveの写真

表-1 各調査月の優占種

		第 1 優 占 種	第 2 優 占 種
三方湖	60年 4 月 22 日	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>
	5 月 10 日	<i>Synedra acus</i>	<i>Asterionella formosa</i>
	6 月 10 日	<i>Anabaena spiroides</i>	<i>Cyclotella</i> sp.
	7 月 19 日	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Anabaena spiroides</i>
	8 月 5 日	<i>Phormidium tenue</i>	<i>Cryptomonas</i>
	10 月 21 日	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Microcystis</i> sp.
	11 月 27 日	<i>Cheatoceus subtilis</i>	<i>Cyclotella</i> sp.
	61年 2 月 4 日	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp.
水月湖	60年 4 月 22 日	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>Scenedesmus</i> sp.
	5 月 10 日	<i>Gonphosphaeria aponina</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
	6 月 10 日	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Cyclotella</i> sp.
	7 月 19 日	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	8 月 5 日	<i>Phormidium tenue</i>	<i>Lyngbya</i> sp.
	10 月 21 日	<i>Lyngbya</i> sp.	<i>Chaetoceros subtilis</i>
	11 月 27 日	<i>Chaetoceros subtilis</i>	<i>Prorocentrum</i> sp.
	61年 2 月 4 日	<i>Chrysophyceae</i>	<i>Chaetoceros subtilis</i>

8 月；三方湖では藍藻の他に *Oocystis*, *Coelastrum* の緑藻の発生がみられた。*Phormidium*, *Cryptomonas* が多い。水月湖は, *Phormidium*, *Lyngbya* が多かった。

10 月；三方湖は, 6 月に発生した小型の *Cyclotella* の発生がみられ優占種となっている。水月湖では *Lyngbya* が多く, 海水の影響を受け汽水性 *Chaetoceros* も多い。

11 月；三方湖にも, 汽水性 *Chaetoceros* の発生がみられ, 優占種になっている。水月湖では, *Chaetoceros* の他に, *Peridinium*, *Prorocentrum* などの海産性プランクトンが多い。

61年 2 月；プランクトン相が変り, 三方湖では黄色鞭毛藻, *Chlamydomonas*, *Trachelomonas* が多い。水月湖では, *Chaetoceros*, 黄色鞭毛藻, *Trachelomonas* が多かった。

3. 三方湖、水月湖のプランクトン相からみた関連性

三方湖は淡水湖, 水月湖は汽水湖で, 水質的には性質を異にした湖であるが, これらの 2 湖は瀬戸を通じて連絡していて, 水理的に影響しあっていると考えられる。両湖のプランクトンの構成や季節変動をみると, 互いによく似た種類のプランクトンで構成されていて, 水理的つながりを裏付けていると思われる。特に, 4 月, 6 月, 8 月, 2 月の両湖のプランクトン相はよく似ている。しかし, 5 月には, 三方湖は *Synedra*, 水月湖は *Gomphospharia* が優占種になっていて, プランクトン相は全く異なっており注目される。三方湖, 水月湖は, 富栄養湖に分類されているが, 7 月の盛夏期には, 三方湖では *Microcystis* が優占種となり, 水月湖は *Anabaena* が優占種となっている。このことは, 三方・水月両湖の富栄養湖としての特徴を表わしていると思われる。10 月に入り, 日本海の潮位があがると, 水月湖では *Chaetoceros* が出現するが, 三方湖には出現がみられない。11 月になって, 三方湖にも *Chaetoceros* が出現してくるので, 水月湖から三方湖へ生物的影響が及ぶのに 1 ケ月かかっていることが推測された。冬は, 両湖とも同じ種が出現していて, 水理的に関連が深いと思われる。

IV 結 語

三方五湖中、最も富栄養化が進んでいる三方湖と、塩分躍層をもち、部分循環湖として有名で、五湖中最大の湖である水月湖の植物プランクトンの調査を行った。プランクトンの構成をみると、両湖とも良く似た種類が出現していて、水理的関連を裏付けているが、プランクトンの個体数は三方湖がはるかに多く、水質結果と一致していて、富栄養化の進んだ湖といえる。7月、8月には、*Anabaena*, *Microcystis*, *Phormidium*などの富栄養湖特有の藍藻が多量に発生し、この時期にはアオコ、水の華、カビ臭などの発生が懸念される。秋期には、日本海の海水が流入し、両湖の水質はきれいになり、汽水性・海産性のプランクトンが多くなる。この時期に多量に発生する *Chaetoceros subtilis* Cleve は、日本では未記録の珍しい種類であった。今回は、第1回の調査であり、今後、菅湖、久々子湖、日向湖のプランクトン調査もあわせて、三方五湖のプランクトンについて研究を継続していくことで、湖の富栄養化進行防止の一助になることが望ましいと思われる。

最後に、この調査を行うにあたり、プランクトンについて全く未知であった私達に、基礎から詳細な御教授を頂きました元近畿大学教授理学博士 根来健一郎先生、京都大学理学部臨湖実験所 中西正己先生、成田哲也先生には深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 根来健一郎(私信)
- 2) 滋賀県立衛生環境センター(監修 根来健一郎):琵琶湖のプランクトン
- 3) 廣瀬弘幸他:日本淡水藻図鑑
- 4) 水野壽彦:日本淡水プランクトン図鑑
- 5) 山路 勇:日本海洋プランクトン図鑑
- 6) 山路 勇:日本プランクトン図鑑

表-2 三方湖, 水月湖の水質調査結果(S 60年4月~S 61年2月)

三 方 湖	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	10 月	11 月	2 月
	4. 22	5. 10	6. 10	7. 19	8. 5	10. 21	11. 27	2. 4
水 温 (°C)	17.4	20.2	22.8	27.4	31.0	16.8	10.0	1.3
透 明 度 (m)	0.8	—	0.55	—	0.8	0.65	0.9	1.7
pH	8.9	9.5	9.0	10.0	8.4	7.8	8.2	7.6
D O (mg/l)	10.7	—	9.0	—	6.9	9.2	11.0	13.4
COD (mg/l)	4.1	8.6	9.2	7.4	7.7	4.7	6.1	2.6
S S (mg/l)	13.0	17.1	11.4	16.9	12.2	9.4	11.1	2.2
T-N (mg/l)	0.74	0.77	—	0.92	1.13	0.52	—	0.70
T-P (mg/l)	0.058	0.074	—	0.097	0.199	0.042	—	0.024
Cl ⁻ (mg/l)	53	—	247	13.4	37.4	690	1300	501
D O (%)	115	—	107	—	93.6	99.1	103	99.2
Org-N (mg/l)	0.60	0.74	—	0.91	0.95	0.44	—	0.24
NH ₄ -N (mg/l)	0.01	<0.01	—	0.01	0.17	0.01	—	0.02
NO ₂ -N (mg/l)	0.01	—	—	—	<0.01	<0.01	—	<0.01
NO ₃ -N (mg/l)	0.13	0.03	—	0.01	0.01	0.07	—	0.44
PO ₄ -P (mg/l)	0.002	0.002	—	0.002	0.070	0.001	—	0.0015
クロロフィル a (μg/l)	31.2	45.6	—	55.0	17.2	18.4	—	9.7
クロロフィル b (μg/l)	0.2	3.0	—	0	3.6	0	—	1.9
クロロフィル c (μg/l)	17.6	22.5	—	9.6	18.6	8.6	—	12.0
T-クロロフィル (μg/l)	49.0	71.0	—	64.6	39.4	27.1	—	23.6
カロチノイド (μg/l)	14.6	20.5	—	13.1	5.7	6.9	—	6.5

水 月 湖	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	10 月	11 月	2 月
	4. 22	5. 10	6. 10	7. 19	8. 5	10. 21	11. 27	2. 4
水 温 (°C)	16.3	19.4	22.5	29.1	31.4	19.4	11.9	1.9
透 明 度 (m)	1.5	—	2.5	—	0.9	2.5	1.6	2.0
pH	8.9	8.9	8.4	9.7	9.5	7.9	7.6	8.2
D O (mg/l)	11.7	—	8.7	—	10.5	8.7	9.7	13.9
COD (mg/l)	4.4	4.5	4.1	6.4	6.3	3.7	3.6	3.5
S S (mg/l)	2.9	2.3	1.7	6.4	6.2	1.6	3.1	3.9
T-N (mg/l)	0.39	0.35	—	0.65	0.72	0.25	—	0.68
T-P (mg/l)	0.018	0.019	—	0.038	0.032	0.010	—	0.020
Cl ⁻ (mg/l)	941	—	942	223	350	2550	2820	1960
D O (%)	124	—	103	—	142	100	95.8	105
Org-N (mg/l)	0.33	0.35	—	0.64	0.72	0.23	—	0.44
NH ₄ -N (mg/l)	0.02	<0.01	—	0.01	<0.01	0.01	—	<0.01
NO ₂ -N (mg/l)	<0.01	—	—	—	<0.01	<0.01	—	<0.01
NO ₃ -N (mg/l)	0.04	<0.01	—	<0.01	<0.01	0.01	—	0.24
PO ₄ -P (mg/l)	<0.001	<0.001	—	<0.001	<0.001	<0.001	—	0.0008
クロロフィル a (μg/l)	12.1	7.0	—	38.3	25.5	5.4	—	24.8
クロロフィル b (μg/l)	0.4	1.5	—	—	1.0	0	—	0
クロロフィル c (μg/l)	8.5	7.1	—	6.2	12.8	1.6	—	12.8
T-クロロフィル (μg/l)	21.0	15.6	—	44.5	39.3	7.1	—	37.6
カロチノイド (μg/l)	7.0	2.8	—	3.8	0.5	2.8	—	13.7

表-3 三方湖・水月湖のプランクトン

種	類	60年4月			5月			6月			7月			8月			10月			11月			61年2月		
		三方	水月	水月	三方	水月	水月	三方	水月	水月	三方	水月	水月	三方	水月	水月	三方	水月	水月	三方	水月	水月	三方	水月	水月
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum duplex</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum tetras</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus spinosus</i>	緑	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Oocystis</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coelastrum</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Microcystis pusillum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eudorina</i> sp.	藻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staurastrum</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sphaerocystis</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chlamydomonas</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	珪	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> spp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra acus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asterionella formosa</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stephanodiscus</i> sp.	藻	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetoceros subtilis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coscinodiscus lacustris</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

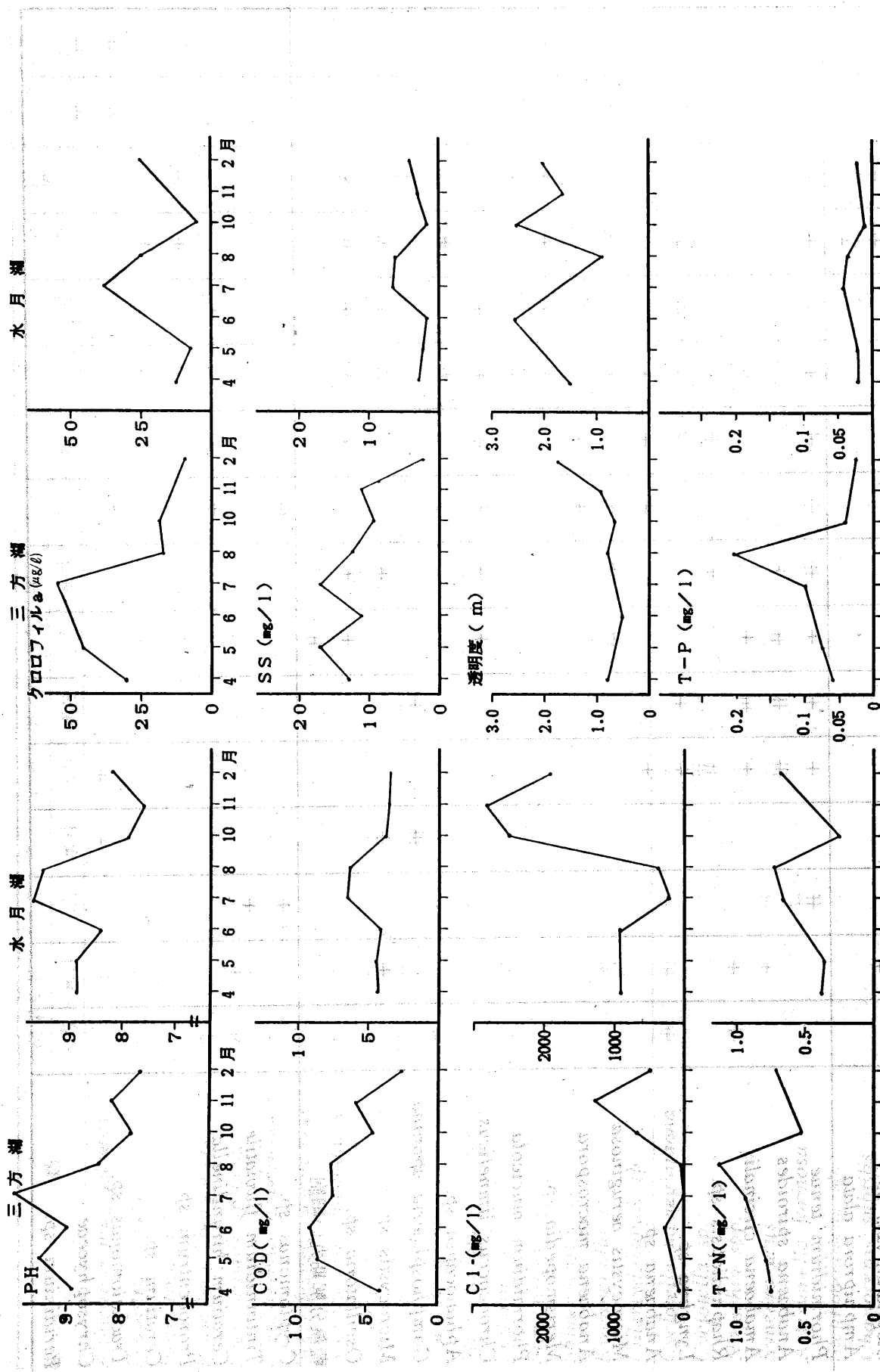


図-2 環境要因の季節変化