

霞ヶ浦における網いけす養殖ゴイのへい死について — I

赤野誠之・佐々木道也・山崎耿二郎・浜田篤信

1 はじめに

昭和48年夏季には降雨が少なく異常渇水であった。この様な状態のなかで霞ヶ浦北浦の各地において網いけす養殖ゴイの斃死事故が発生した。

この様な大量斃死は網いけす養殖開始(昭和38年)以来初めてのことであり、今回の斃死事故が異常渇水時における特異的な現象としてとらえる考えもあるが、霞ヶ浦、北浦の富栄養化・汚濁化の流れのなかでの解析が必要と思われる。

水域の富栄養化は天然状態においても必然的なものであるが、地質年代的な時間経過を要するのが普通である。しかし、近年各地の水域において工場廃水、都市廃水の流入により富栄養化、汚濁化が急速にすすみ霞ヶ浦北浦水域もその例外ではなく、その影響は漁業面のみならず、都市水道におけるプランクトン臭の問題又は水泳場の廃止など地域住民の生活にも直接影響を与えるまでにいたった。

富栄養化・汚濁化の流れのなかでの斃死事故であると考え、これからも、この様な斃死事故発生の可能性が高いことから、富栄養化機構についての解析が必要であるが、本報告では、コイ斃死事故の調査結果と斃死の直接原因である植物プランクトンの異常発生を中心に報告するにとどめる。

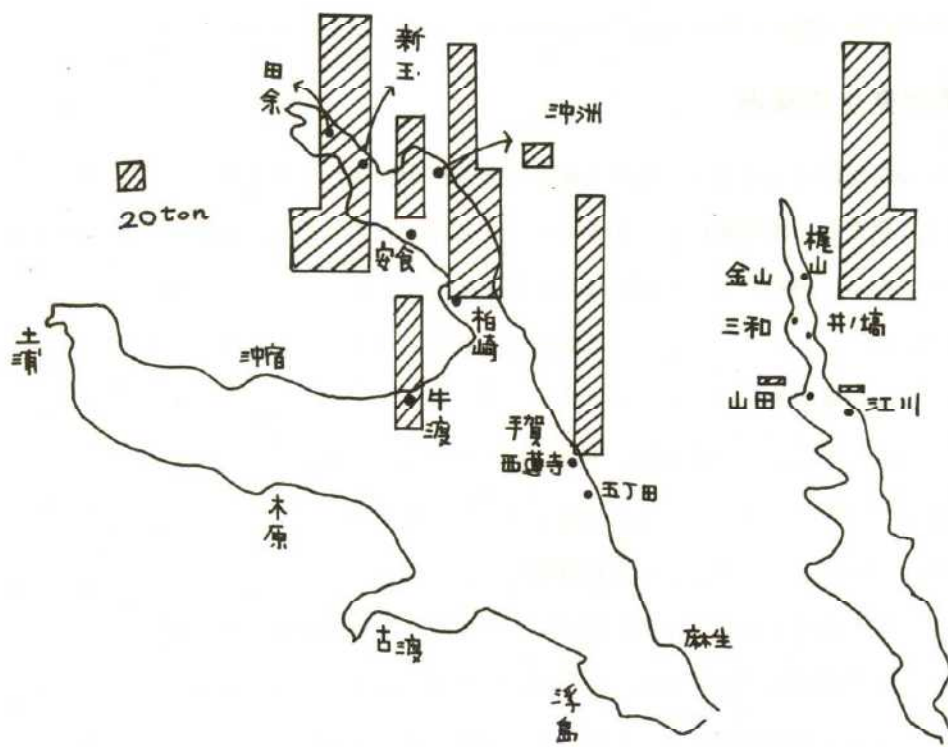
2 斃死事故発生の経過

養殖ゴイの斃死は7月16日の高浜入奥部田余及び新治玉川をかわきりに9月13日まで霞ヶ浦、北浦の各地で発生し、斃死量は合計1,500トンに達した。この間における斃死状況は第1表第1図のとおりである。網いけすでの斃死は以前にも起っているが、これらの斃死は水の交流の悪い漁場で局部的に起っているもので、今回の斃死と比較すると著しい特徴がみとめられる。すなわち今回の斃死は従来の奥部ではほとんどみられず、中心部の水が流入しやすい漁場で発生しており、出島村柏崎を除いては、玉造町手賀、土浦、桜川村古渡、潮来のように、これまで発生した地区では全く発生していない。また、かなり強風が吹いた直後に多発している。高浜入の場合にも、北東の風が吹きはじめた7月17日から斃死は激化し、しかも沖出ししたものが早く窒息死したという(新治玉川 撫木氏談)。又、玉造町荒宿・五町田、北浦村帆津倉、大洋村井ノ埜の例でも強風が吹き始めて1時間程度で斃死が起っている。帆津倉では7月30日14:00~15:00の間に、白い水がおしよせ斃死がおこったが、この間東の風が吹き続けていた(河野晴雲氏談)。大洋村芝氏、玉造町西蓮寺野原西男氏もほぼ同様の証言をしており、場所や地形によって若干異なるが、強風の吹きはじめに白色~黒褐色のヘドロ~プランクトンの死骸と思われるものを含む水が漁場を

第 1 表 斃 死 状 況

月 日	地 名	経営体	被害量 ton	月 日	地 名	経営体	被害量 ton
7. 16~19	玉里村(新 治)	24	250	8. 4~5	北浦村(三 和)	4	92
	" (田 余)	13	157	10	出島村(安 食)	1	80
	玉造町(五町田)	14	140	13	玉造町(五町田)	2	40
	出島村	36	105	11	北浦村(山 田)	1	5
7. 22	大洋村(梶 山)	1	26	22	玉造町(沖 洲)	1	13
29~31	北浦村(三 和)	6	107	25~26	玉里村(田 余)	9	32
7. 31~8. 1	玉里村(田 余)	6	19	9. 4	玉造町(沖 洲)	1	6
8. 2	出島村(柏 崎)	2	5	5	出島村(柏 崎)	3	40
3	" (牛 渡)	3	15	6	大洋村(江 川)		2
5	" (柏 崎)	1	2	13	出島村(柏 崎)		258
4~5	大洋村(梶 山)	2	60				

第 1 図 斃 死 発 生 状 況

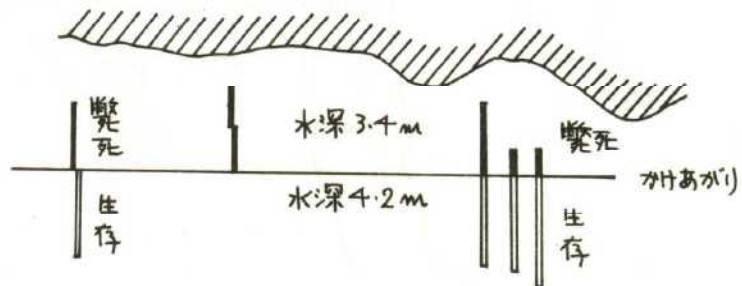


おそい斃死をひきおこしている。

もう一つの特徴は地形とくに水深である。斃死が起った漁場はいずれも水深が3~5mで普通は非常に条件のよい漁場とされる場所である。新治玉川(3m)、五町田(3~4m)、井ノ埜(3~5m)、梶山(3~5m)、三和(3~5m)は、いずれも、急激に深くなる場所で、しかも水深5~6mの最深部の近くに位置する漁場である。とくに水深と斃死が深い関係をもつことは、五町田の例で顕著である(第2

第2図 五町田における斃死分布(7月19日)

図)。すなわち、かけあがり(3.4~4.2/30m)の線から沖側では生存しているが、その線の内側の水深3.4mのところでは斃死が著しかった。



これに対し、比較的浅所に位置する漁場とくに砂洲がは

り出した漁場では斃死は発生していない。この代表的な例は、手賀、田伏、土浦入、麻生の各漁場である。

以上、今回の斃死の特徴を述べたがこれらを総合すると、斃死は水の交流の良い漁場で水の交流が促進される条件下で発生しやすかったといえる。すなわち、斃死をもたらした「もの」は漁場内に存在していたものではなく、外部しかも水深の大きい湖心近くにあったことがうかがえる。

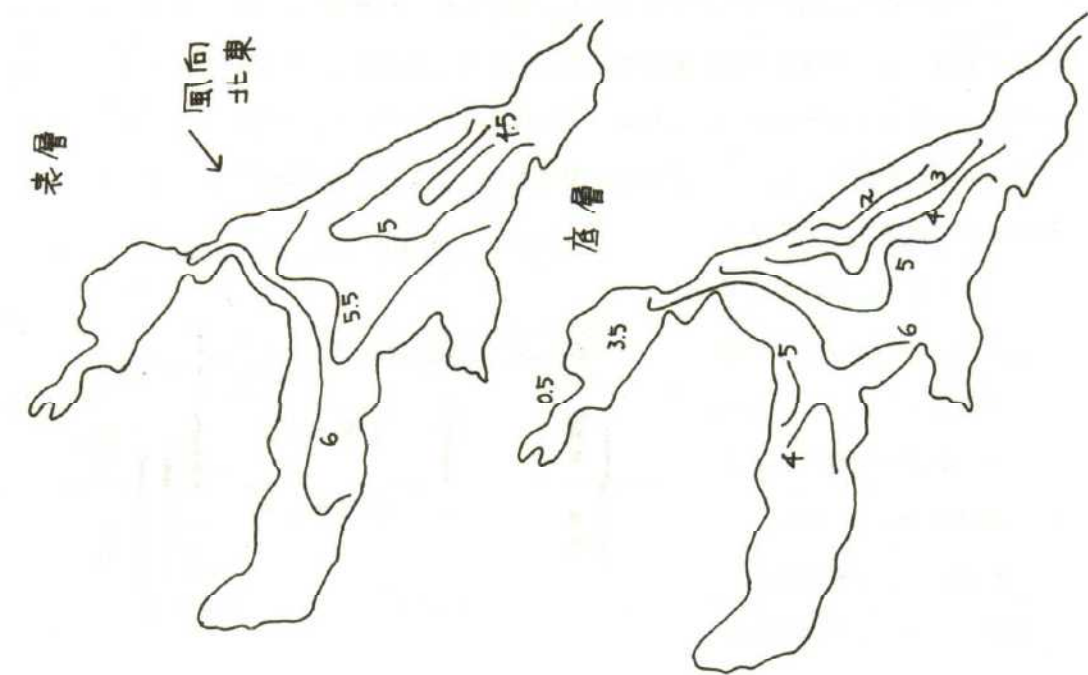
3 酸素条件

7月19日、21日および25日の霞ヶ浦全域のD₀の分布は第3図(1)~(3)のとおりである。これによれば、表層は高浜入を除き、6cc/l以上であるが、底層では0.6cc/lをはじめ行方側で低値がみられ、天王崎から手賀漁場沖では、コイの生存をおびやかすような値がみられる。ここで、19日および21日は北東の風であり、D₀の分布も同傾向を示している。次に25日は南の風であったが、D₀の分布は北東の風とは逆に稲敷側とくに浮島の地先に低酸素水域が存在する。このように、低酸素層は風の方角によって変化するもので、霞ヶ浦の場合、漁場が行方側に偏在するので、とくに北~東の風が問題となる。

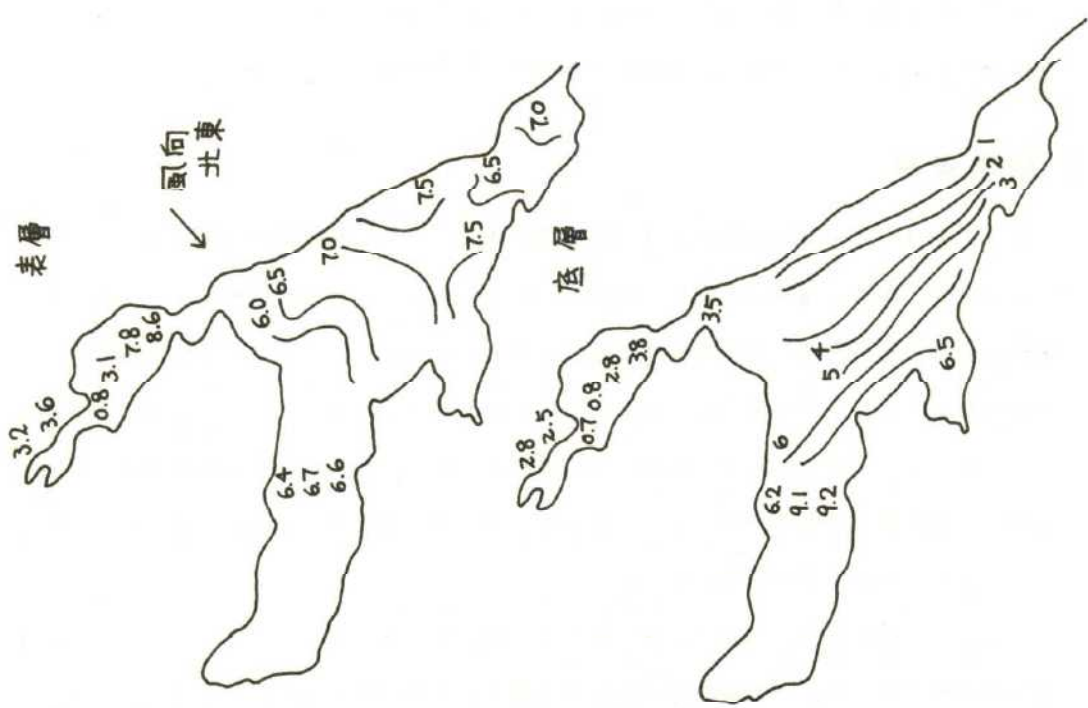
次にD₀の垂直分布について北東の風の19日、大山~玉造断面についてみると(第4図)、D₀分布は複雑であるが、行方側の3m以深で低酸素水塊が認められる。そして、この水塊が急激に上昇して湖岸の漁場に接近するものと考えられる。

次に北浦については、大洋村の側にある漁場では、北東の風で斃死が起っており、また、北浦村

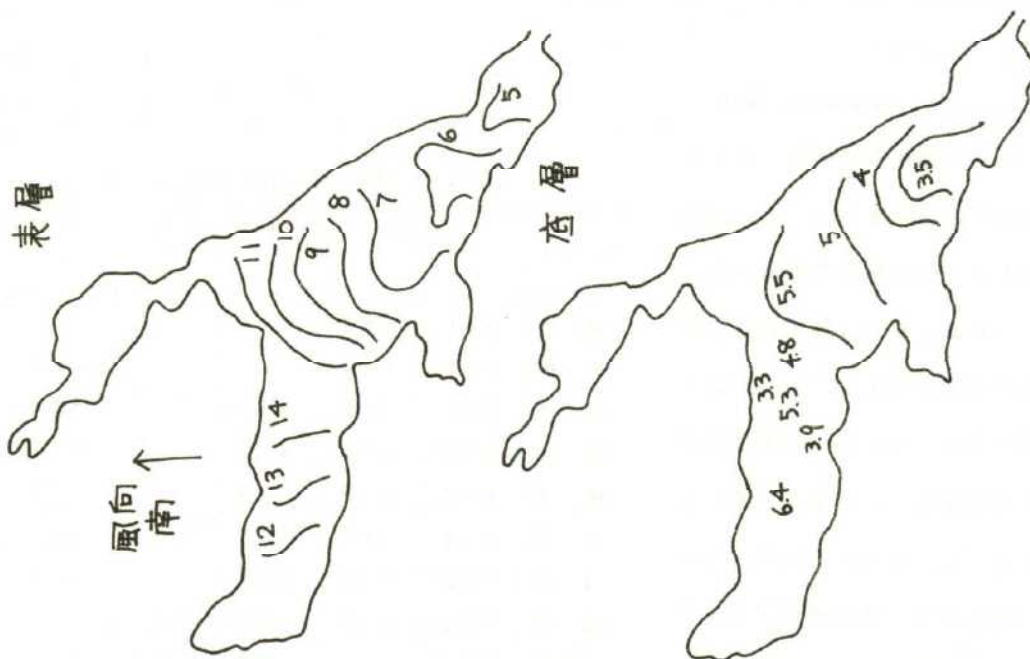
第3区(2) 7月21日



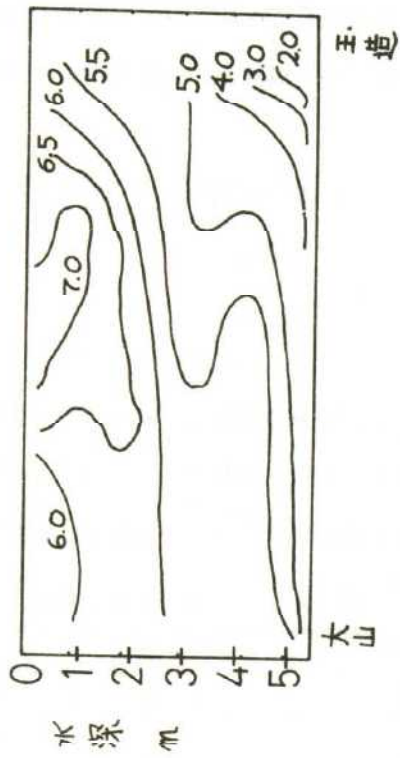
第3区(1) D.O.の分布 (昭和48年7月19日 ㄨノㄨ)



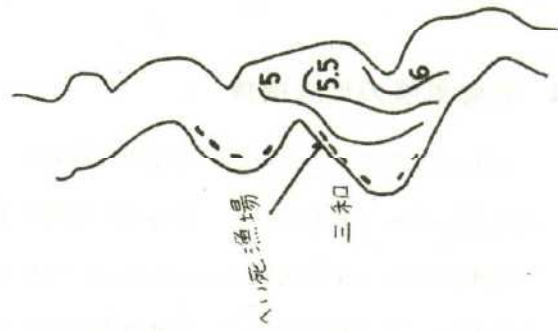
第3図(3) 7月25日



第4図 溶存酸素量の垂直分布 (7月19日 大山~玉造断面)



第5図 北浦底層水のDO分布 (昭和48年8月1日)



三和(7月29~30日)は東の風で斃死が起っているが、酸素の少ない底層水が、地形の変化によって網いけす近くで上昇してくるために斃死がおこるものと考えられる。一例を8月1日三和についてあげると第5図のとおりで、低層の低酸素水が風によって三和漁場におしよせられたことが明らかである。

また、極端にD_oが欠乏した例としては高浜(7月19日)、金上(8月4日)があり附近全域が無酸素となった。

4 低酸素層の形成機構

以上のように今回の斃死は局地的に発生したものではなく、霞ヶ浦全域にもわたって発生した酸素欠乏が原因と考えられる。湖心部の底層でも酸素量が低下する例は昭和30年から48年4月まで北浦北部の一部を除いて見られない。これまでの例で最も植物プランクトンの繁殖がはげしかった昭和43年の湖心部のD_oを第2表に示したが、上下層の間には差がみとめられたものの、下層でも飽和度で100%以上を示している。しかし、本年度の観測では、7月以降上下の差がみとめられるようになる。第3表は5月14日から7月12日までのD_oを示すものであるが、7月12日以降田伏沖、高浜入をはじめ各地で底層酸素が欠乏する傾向がうかがえる。

第2表 昭和43年度夏期湖心部のD_o

月	層	D _o ppm
7	上	8.90
	下	8.70
8	上	14.90
	下	8.59
9	上	18.27
	下	9.02
10	上	10.39
	下	11.60

1) D_o以外の環境条件の変化

コイの斃死が始まる7月16日までの霞ヶ浦をみると、環境および生物に異常な現象がみとめられる。6月以降におこった異常現象を列記したものが第4表である。これらの現象はいずれも関連しているものと考えられるが、とくにclosteriumの枯死にはじまる植物プランクトンの増殖、分解が特徴的である。しかも、この植物プランクトン量の変動はコイの斃死と密接

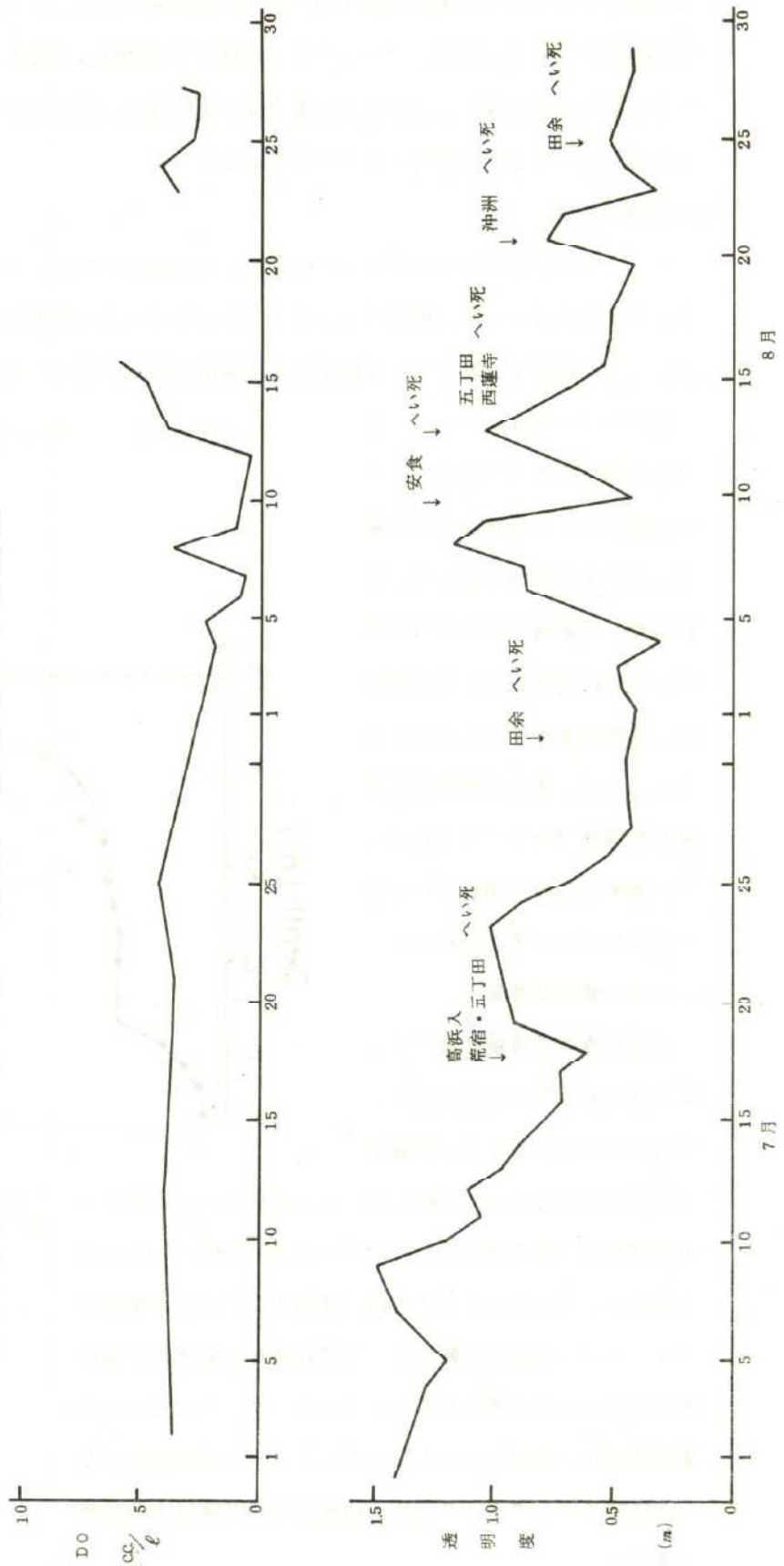
第3表 斃死前の溶存酸素量 cc/l

地 点	5月14日		6月14日		7月12日	
	上	下	上	下	上	下
沖 宿	6.91	6.83	6.92			
牛 渡	5.54	6.01			6.27	4.05
田 伏	6.16	6.03	6.60		6.20	
荒 宿	6.33	5.71	6.67	6.47	6.34	4.41
麻 生	6.27	5.38	6.93	6.83	5.63	3.80
古 渡	6.54	5.85	6.55	6.02	5.74	
白 浜	6.02	6.42	6.18	6.06	5.61	
馬 渡	7.05	5.19	6.87	4.48		
二重作	10.11		6.28	6.83	8.10	
高 崎			6.49	5.37	9.55	3.44
大井戸	6.20		6.55	6.07	6.80	

第 4 表 昭和 48 年の異常現象

6 月上旬	ワカサギ資源の減少
6 月下旬	Closterium の枯死
7 月上旬	底泥の悪化
"	底層 DO の欠乏
"	エビの斃死
7 月中旬	外浪逆浦, 常陸川におけるハゼの斃死

第 6 図 透明度の変化とコイの斃死



な関係を示している。第6図は7月～8月の透明度および、D_oの変化を示すものである。透明度が急激に上昇する時期、プランクトンが枯死する時期、すなわち“水変り”の時期にはD_oが低下し斃死が常に発生している。水変りは2週間程度の周期で発生し、7月中旬、8月上旬、中旬さらには9月上旬に斃死をもたらしている。

2) 躍層の形成

このように、植物プランクトンの枯死が、底層酸素の欠乏、さらには斃死をもたらすことがわかった。これは一つに、植物プランクトンの光合成による酸素生産速度が低下することによるもの、二つに急激なプランクトン枯死による酸素消費量の増大があげられる。

第7図は8月9日のD_oの垂直分布を示すものである。D_oは表層から1.5 m附近の生産層では6～12 cc/lと高いが、それ以深の分解層では4 cc/lと低い。さらに湖底より1 mの間では、急激に減少することがわかる。これは、底泥や湖底土に沈殿した植物プランクトンによって、酸素が急激に消費されることによるものと考えられる。

3) 底泥の酸素消費量

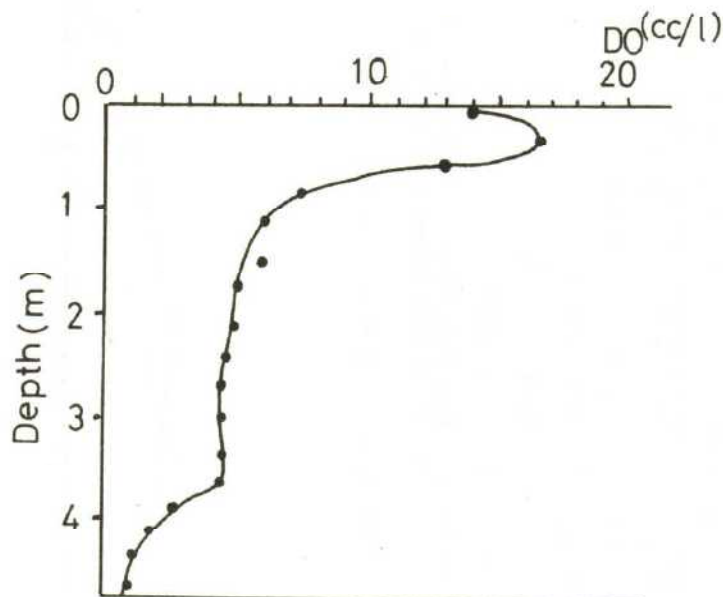
底泥の酸素消費量は通常25℃で20 cc/M²/hrであるが、

7月2～8月6日までの消費量

はかなり高い値を示し(第5表)、とくに8月6日は田伏～玉造町高値の間で2,000 cc/M²/hrという通常の100倍の値を示していた。このことは、底層のD_oは主に植物プランクトンの急激な沈殿によって消費され、酸素欠乏層が形成されるものと考えられる。したがって、今回のコイの斃死事故は、酸欠によるものであるが、その直接原因となった植物プランクトンの発生、枯死について検討する必要がある。

第7図 溶存酸素量の垂直分布

8月9日、透明度95 cm
風力0、三又沖



第5表 底泥の酸素消費量の変化

年月日	酸素消費量
46. 9	20 cc / ml / hr
48. 7. 2	60
8. 6	2,000
"	600
"	944

5 植物プランクトンの発生機構

本年の植物プランクトンの優占種をみると冬季から6月下旬まではClosteriumが優占し、7月から8月上旬まではAuaabaena,次にMicrocystisが霞ヶ浦で優占し、北浦ではOscillatoriaが優占種となった。このような植物プランクトンの変化が酸素欠乏層の形成に関係していると考えられる。

次に、Microcystisが優占種とした霞ヶ浦の場合に、第6表にみられるように無風時にはほとんどのMicrocystisが氷面に集中浮上している。

これら水面に集まったMicrocystisは風により集積される。霞ヶ浦では夏季の風は南が多いため(第7表)北部に集積され、特に高浜入に集積されたMicrocystisは湖流等の影響により、三又沖には流れ出ないようであり(第8図)、8月10日以降の高浜入でのコイの斃死は、植物プランクトンの集積により、酸素欠乏層

の形成が加速されたものであると考えられる。

1) 植物プランクトンの繁殖、枯死に季節変化にみられるように種による温度特性の相異なるものがあると考えられるが、ここで、夏季にお

けるMicrocystisの繁殖限界について数式モデルで検討してみる。

霞ヶ浦木原沖のN, Pの増加からみて(第9図, 第10図), この水域で栄養塩類, 微量元素などが制限要因とならないまで富栄養化が進んだものとして光条件のみが制限要因となるものと仮定して検討する。

① 光が水中を透過するときの光の減すいは

$$I = I_0 e^{\frac{-az}{Tr}} \quad (1)$$

第6表

無風時のMicrocystis中のクロロフィル垂直分布

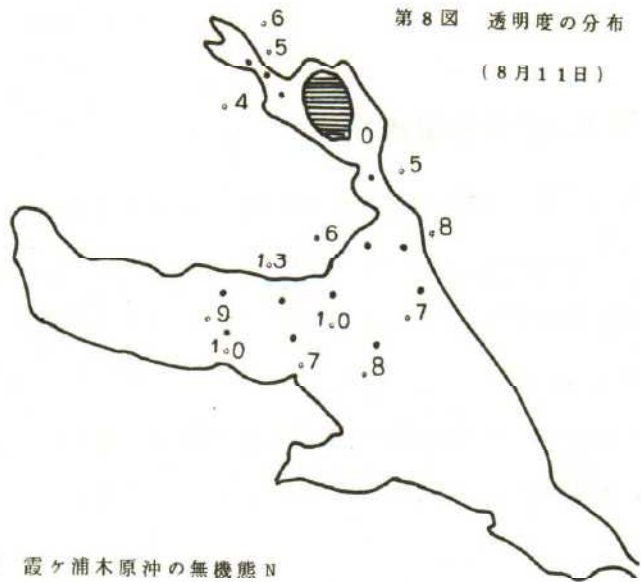
48.8.27 三又沖

水深 m	Totalクロロフィル mg/m ³
0	52500
1	386.4
2	170.9
3	51.7
4	48.1

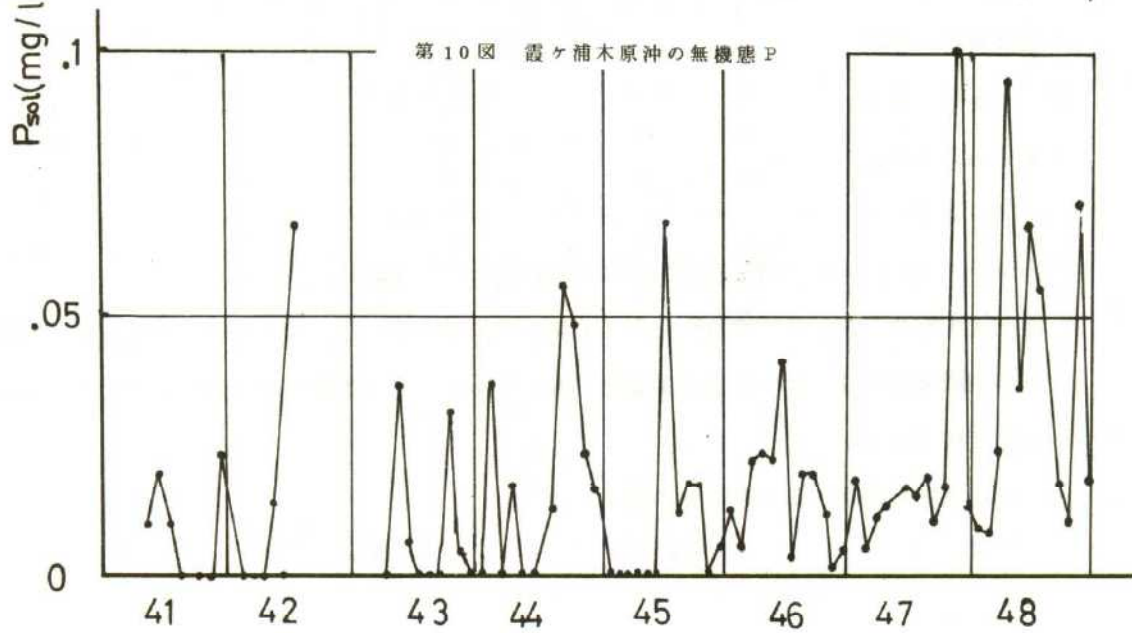
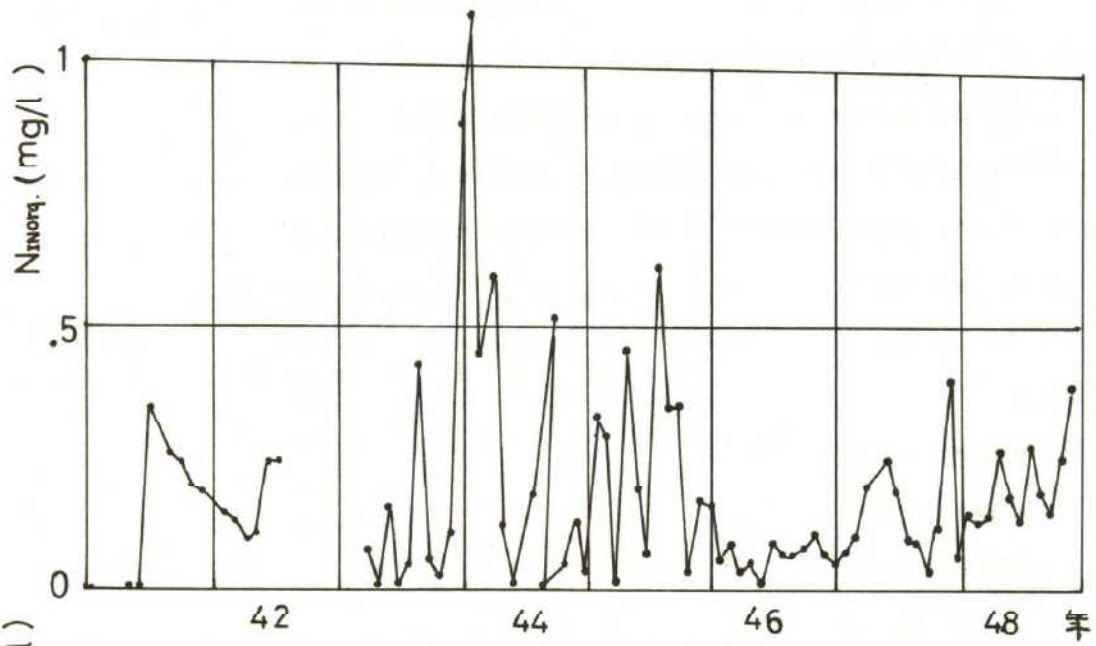
第7表 月別最多風向

(気象月報)

	水戸	鉾田	土浦	麻生	鹿島	筑波山
48. 1	NNW	NW	NW	W	NW	W
2	N	N	NW	W	W	WNW
3	N	W	WNW	NNE	N	WNW
4	NNE	NE	NE	NE	NE	S
5	N	SW	NE	S	S	S
6	ENE	N	NE	NNE	E	NE
7	ENE	S	—	NNE	S	S
8	SW	SW	SW	SW	S	SSW
9	N	S	—	N	NE	NE
10	N	N	E	NNE	E	ENE



第9図 霞ヶ浦木原沖の無機態N



- (1)式に従う。 I_0 水面下の照度 Klux
 I Z mでの照度
 Z 水深 m
 Tr 透明度 m
 a 係数

ここでMicrocystisが優占種るとき a を求めると、 $a = 1.9$ となり、(1)式は(2)となる。

$$I = I_0 e^{-\frac{1.9Z}{Tr}} \dots\dots\dots (2)$$

② 次に植物プランクトンは光の強さに従い、光合成態が増加するのでMicrocystisについて、光-光合成曲線を実験的に求めると第11図に示したとおり近似的に(3)式がえられた。

$$P = \frac{2.3I}{1 + 0.13I} \dots\dots\dots (3)$$

O_2 mg/クロロフィルa | mg/hour

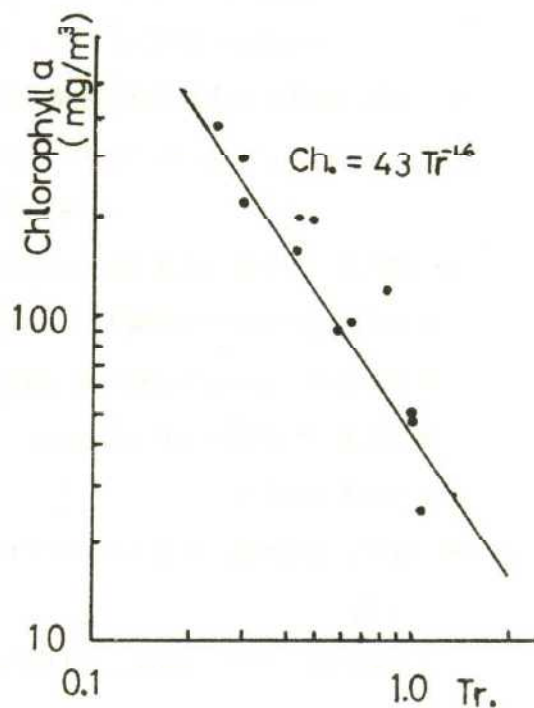
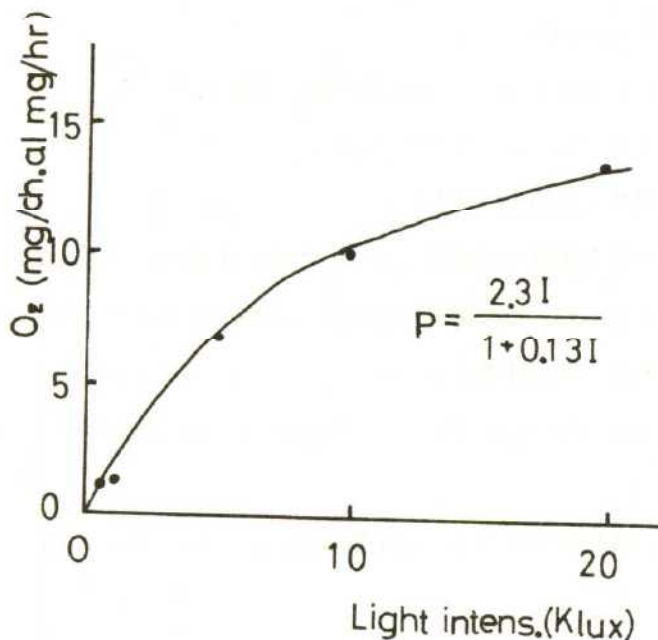
③ クロロフィル a と透明度の関係は第12図から

$$C = 43 Tr^{-1.6} \dots\dots\dots (4)$$

クロロフィル a mg/m^3

第11図 光-光合成曲線(30℃)

第12図 Chlorophyll a と 透明度の関係



- ④ Microcystisの呼吸量は31℃で

$$\text{Resp.} = 0.748 \text{ mgO}_2 / \text{クロロフィル a } 1 \text{ mg} / \text{hour}$$

- ⑤ Microcystisを優占種とした水域の総生産量 (Gross Production)は(3)式から

$$\text{Gross Production } \sum P = \int_{Z_0}^Z P \cdot C dz = \int_{Z_0}^Z \frac{2.3 I}{1 + 0.13 I} \cdot C dz$$

(2)式, (4)式より

$$\begin{aligned} \sum P &= 4.3 \text{Tr}^{-1.6} \int_{Z_0}^Z \frac{2.3 I_0 e^{-\frac{1.9}{\text{Tr}} Z}}{1 + 0.13 I_0 e^{-\frac{1.9}{\text{Tr}} Z}} dz \\ &= 4.00 \text{Tr}^{-0.6} \log_e \frac{1 + 0.13 I_0 e^{-\frac{1.9}{\text{Tr}} Z_0}}{1 + 0.13 I_0 e^{-\frac{1.9}{\text{Tr}} Z}} \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

$$\text{O}_2 \text{ mg} / \text{hour} / \text{m}^2$$

$Z = 4 \text{ m}$ $I_0 = 50 \text{ Klux}$ として(5)式から

$$\sum P \doteq 8.19 \text{Tr}^{-0.6} \quad \text{O}_2 \text{ mg} / \text{m}^2 / \text{hour}$$

ここで1日立りの総生産量を平均照度50Klux 10時間生産として

$$\text{Gross Production} = 8.19 \text{Tr}^{-0.6} \quad \text{O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$$

また呼吸量は, (4)(5)式から

$$\text{Resp.} = 3.09 \text{Tr}^{-1.6} \quad \text{O}_2 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{day}$$

- ⑥ 以上の結果から1日の純生産量 (Net Production) は透明度から推定できる。

$$\begin{aligned} \text{Net Production} &= \text{Gross Production} - \text{Resp.} \\ &= 8.19 \text{Tr}^{-0.6} - 3.09 \text{Tr}^{-1.6} \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

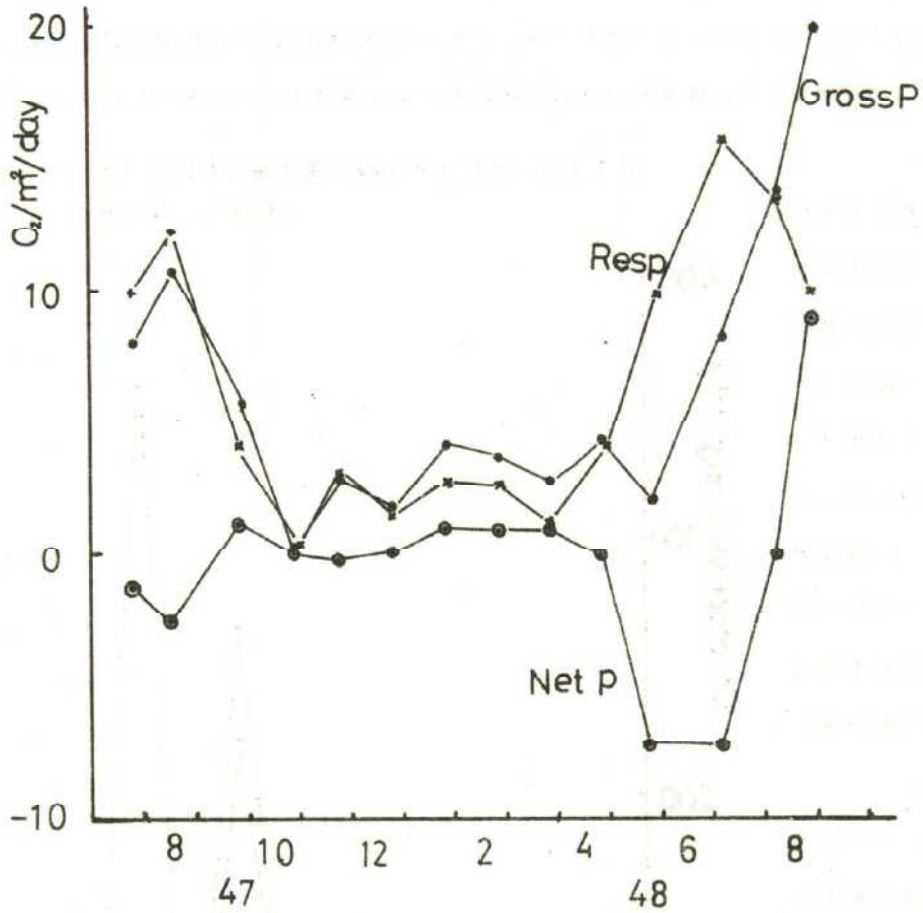
- ⑦ 数式モデルを使って透明度から推定した純生産量を現場法で測定した純生産量と比べる。第13図に玉造地先での現場法での生産量であるが, この場合は呼吸量の項にバクテリア等の呼吸量に加わっているので厳密な比較は出来ないが, 夏季のMicrocystisの優占している場合で第8表にみられるように, Gross Production がほぼ近似しているとみてさしつかえなからう。

- ⑧ (6)式が天然水域でも成りたつとすれば, 植物プランクトンの生産限界は, Gross=Respとして,

$$8.19 \text{Tr}^{-0.6} - 3.09 \text{Tr}^{-1.6} = 0 \text{ から}$$

$$\text{Tr} = 0.38 \text{ m} \text{となる。}$$

第 13 図 霞ヶ浦・玉造沖における生産力



第 8 表 霞ヶ浦・玉造沖での生産量

No		現場法	計算法	
1	Gvosp.	19.8 O ₂ g/m ² /day	12.4	48. 8. 28
	Resp.	10.4	11.7	Tr. 50m
	NetP.	9.4	0.7	
2	Grossp.	13.8	9.0	48. 8. 6
	Resp.	13.4	4.0	Tr. 85m
	Netp.	0.4	5.0	

以上の様に数式モデルを使い植物プランクトンの生産限界をもとめたが、天然水域では、光合成を行なう日中に風や流れにより植物プランクトンの垂直混合が変り一時的に生産限界を超えることがありうると思われる。この様な状態では不安定な状態であり植物プランクトンの水面への浮上また枯死の可能性が考えられる。

6 植物プランクトンの年変化

網いけすでのコイの斃死が、植物プランクトンの発生枯死と密接な関係があるが、この植物プランクトンの異常発生が、夏季における異常濁水により誘発された特異的なものかどうか調べる必要がある。

第14図 昭和48年霞ヶ浦北浦におけるクロロフィル量

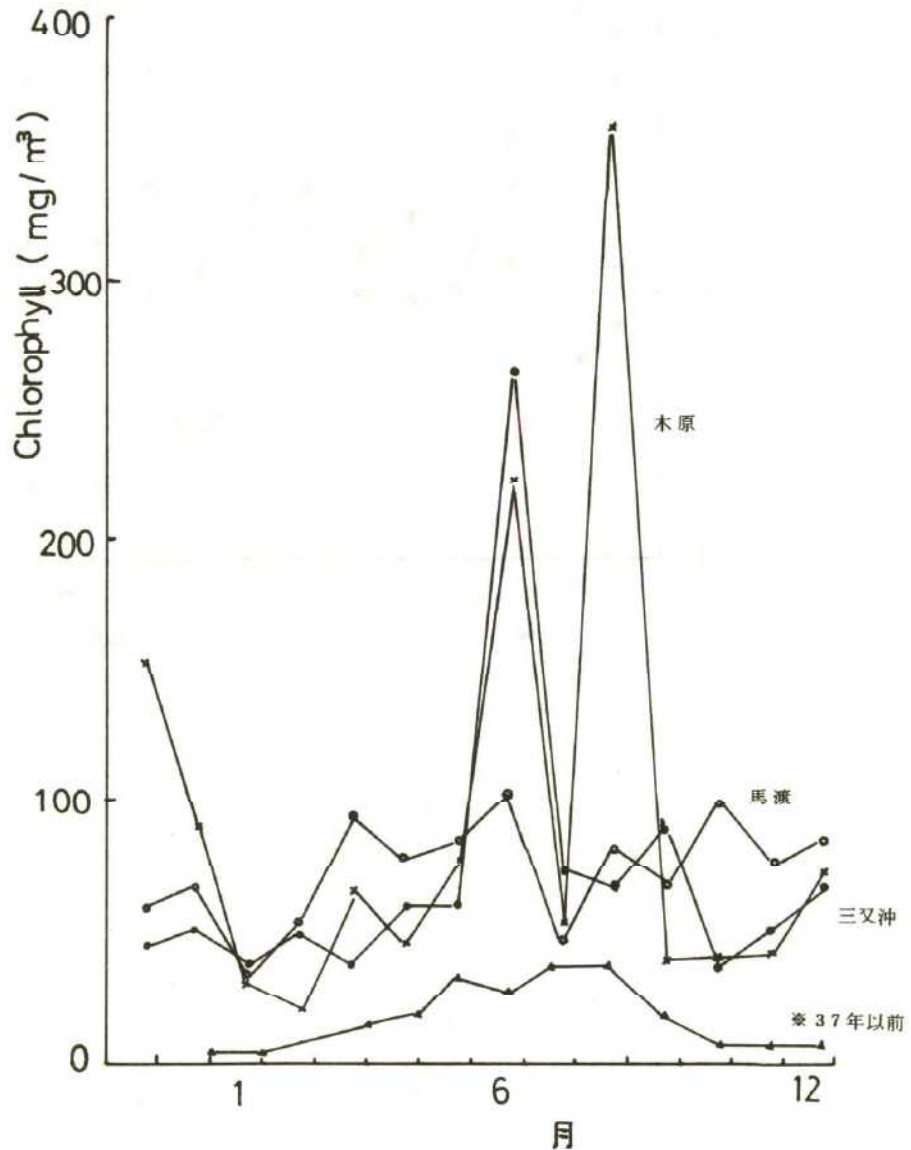
*坂本充 陸水誌 Vol. 23, №3-4

1) 昭和38年の

クロロフィルを
10年前の測定
値と比較すると
(第14図)

Microcystisの異常発生がみられた夏季に限らず各月とも増加がみられる。

又、プランクトン量の変化を沈殿量(北原式プランクトンネット垂直採集)からみると(第15図)、昭和44年ごろから急激に増加し、昭和48年には92.5ccまでに

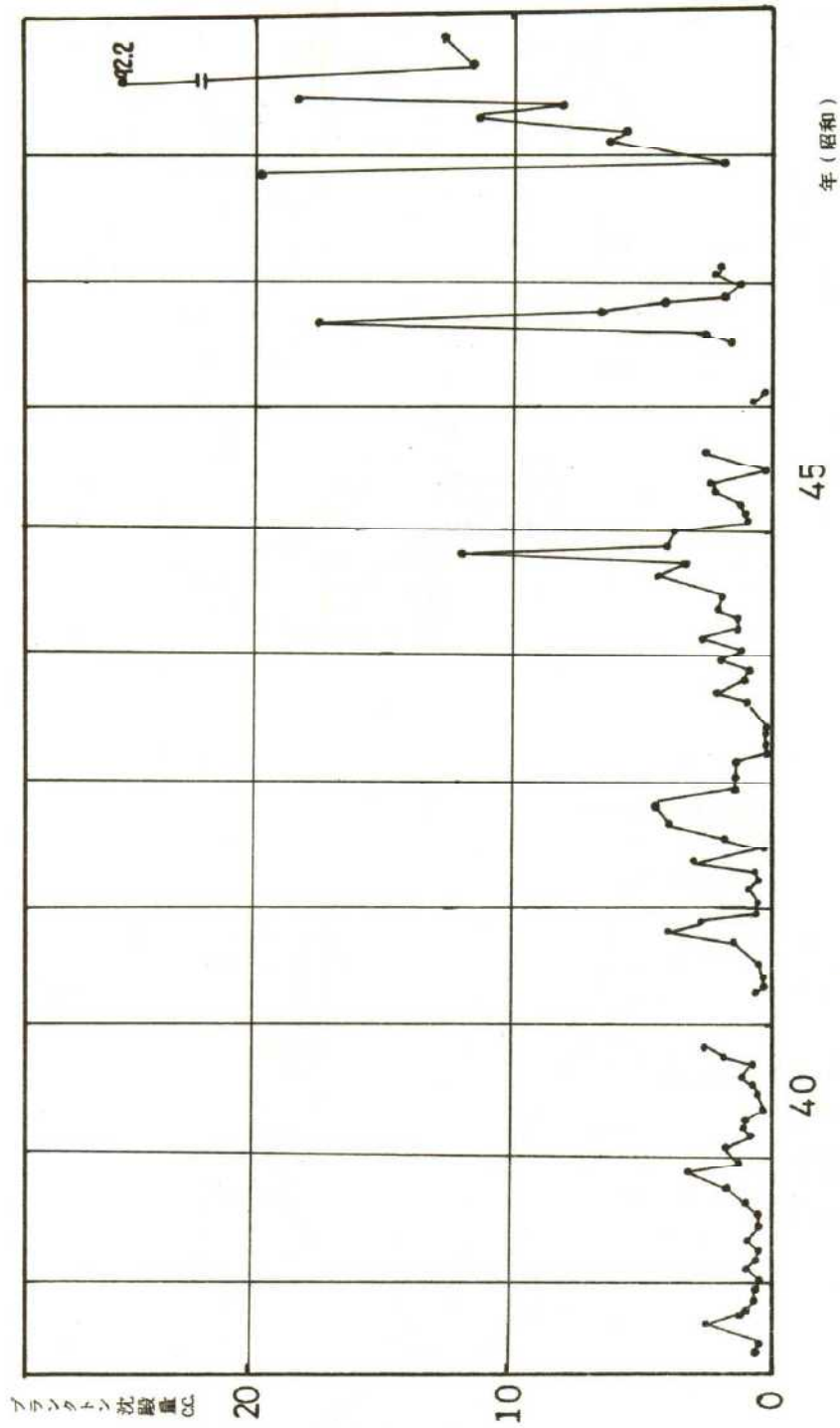


達し、その増加量は昭和32年と比較しても1.3倍にも達する。

ここで植物プランクトンの現在量が昭和44年ごろから増大していることから、霞ヶ浦北浦における植物プランクトンの個体数と優占種を夏季と冬季について調べてみる(第16図)。

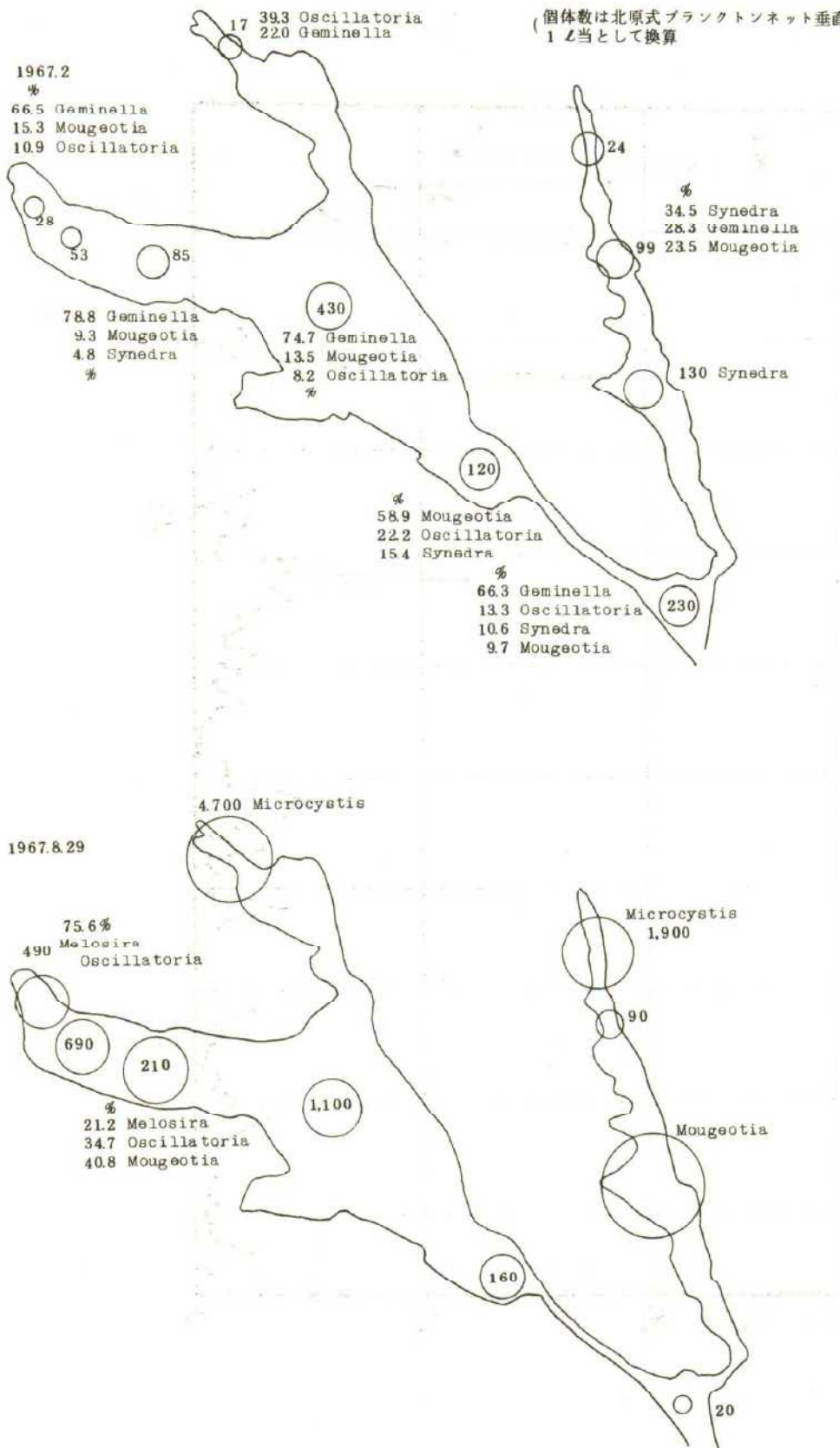
昭和40年ごろまでは、優占種として藍藻 *Microcystis Anabaena* 緑藻 *Spirogyra* 珪藻 *Melosira Synedra* 等が挙げられ比較的年変化がみられなかったが、こ

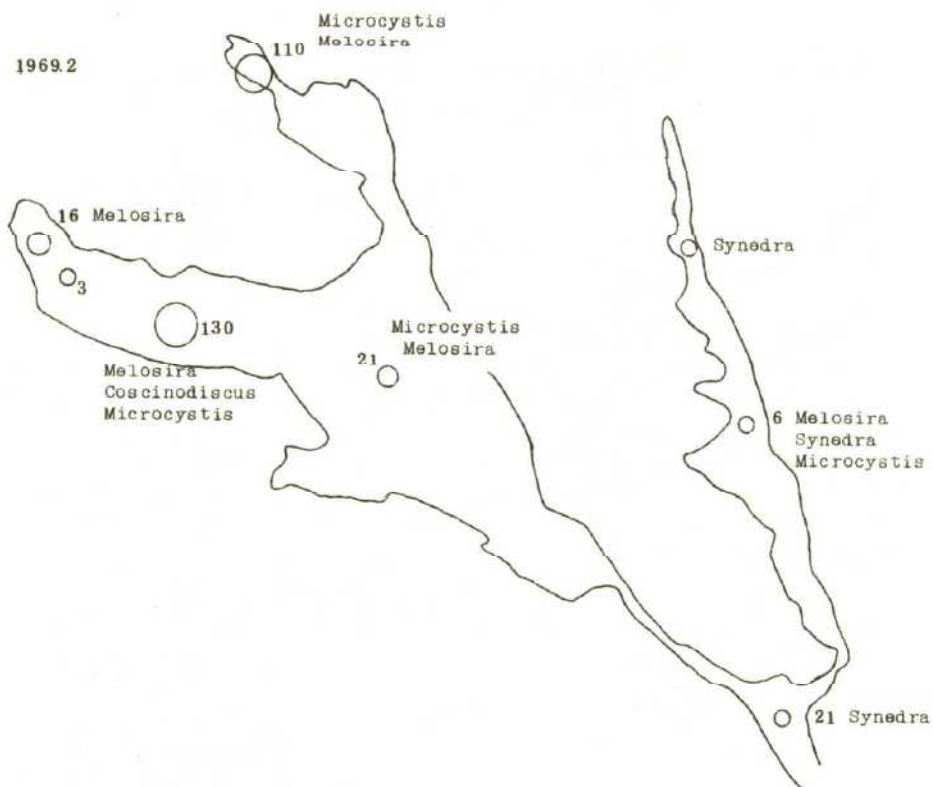
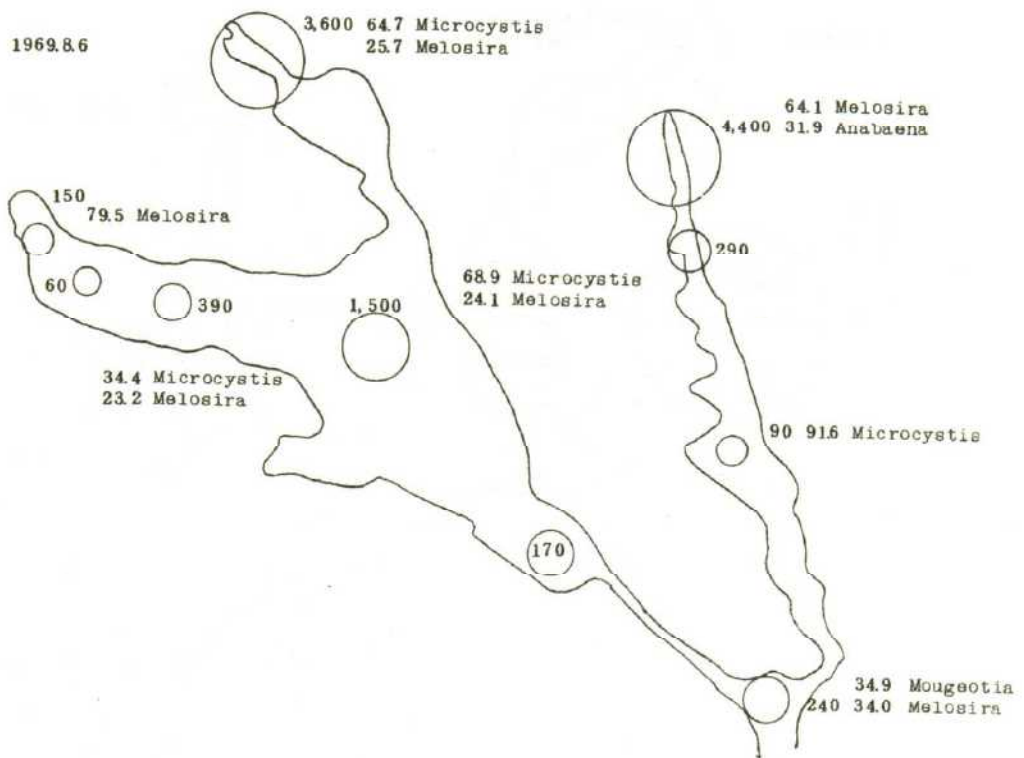
第15図 霞ヶ浦のプランクトン沈澱量

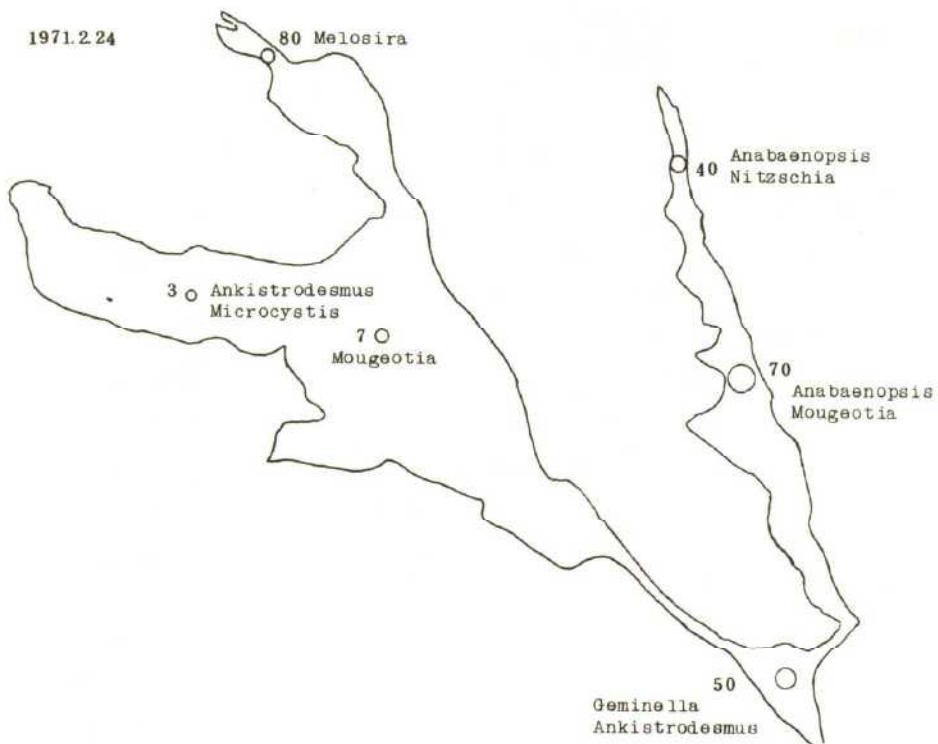
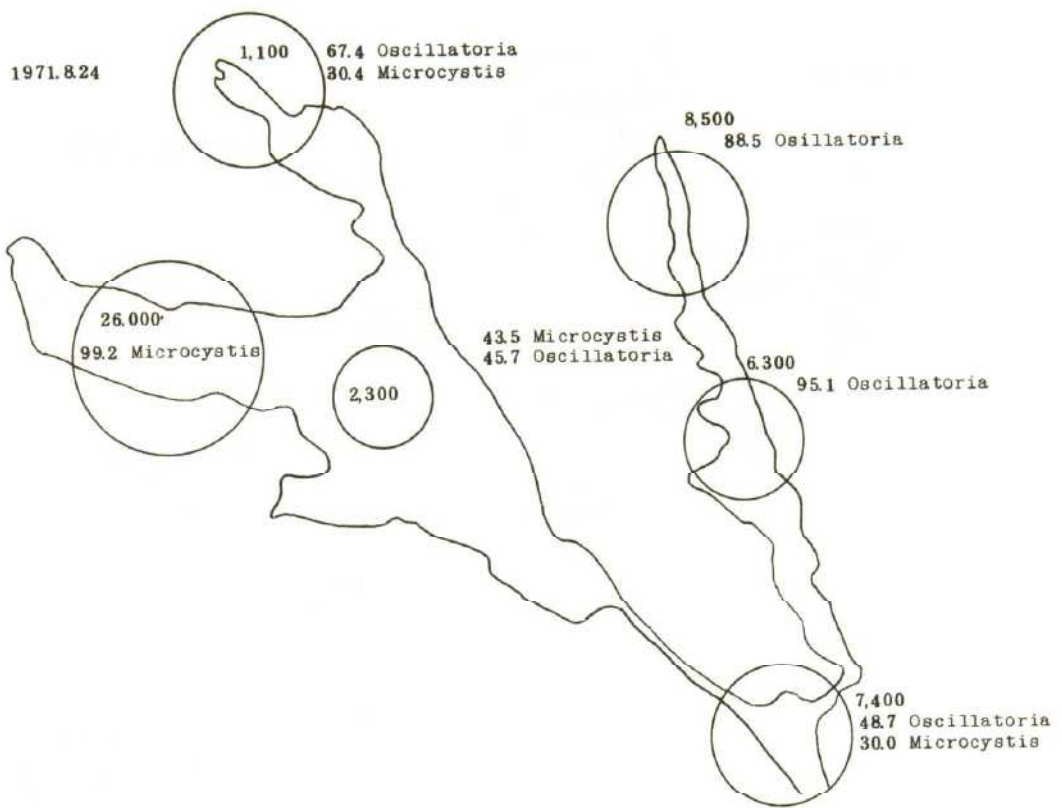


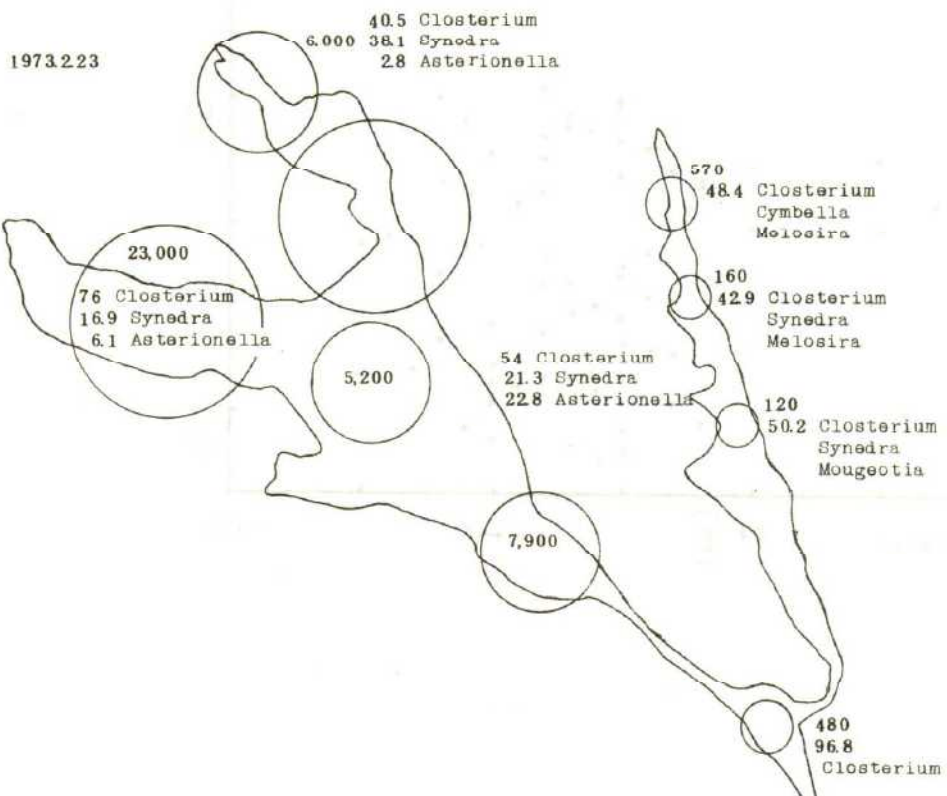
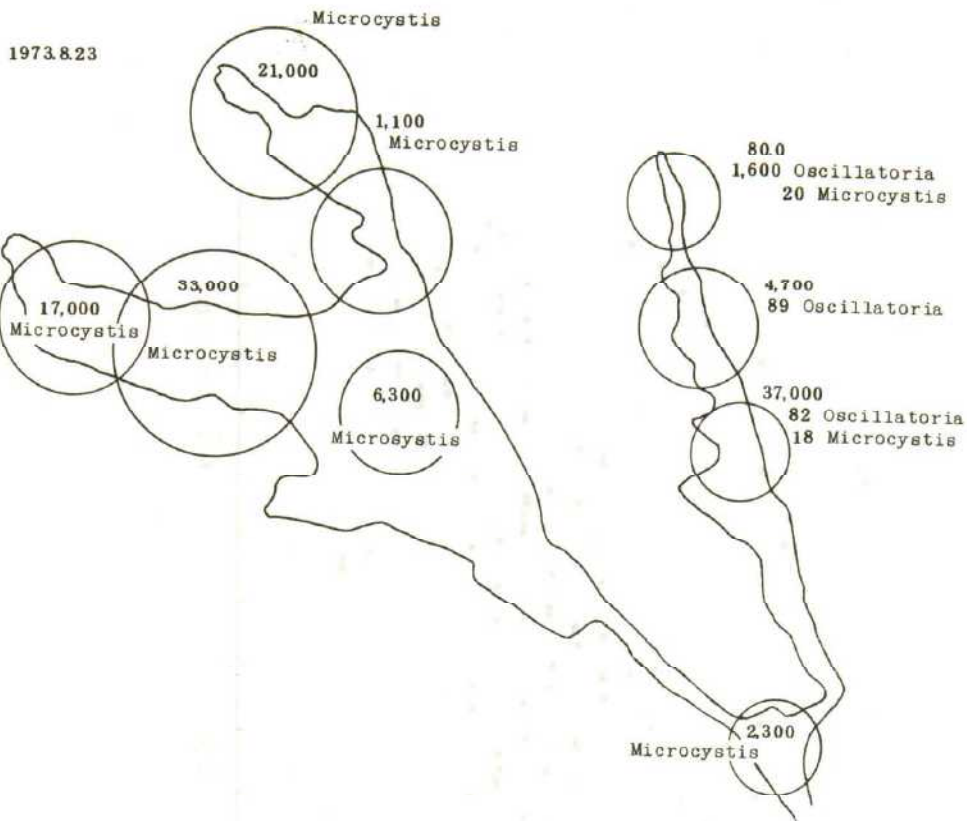
第 16 図 植物プランクトン優占種と個体数

(個体数は北原式プランクトンネット垂直採集を、1 L 当として換算)

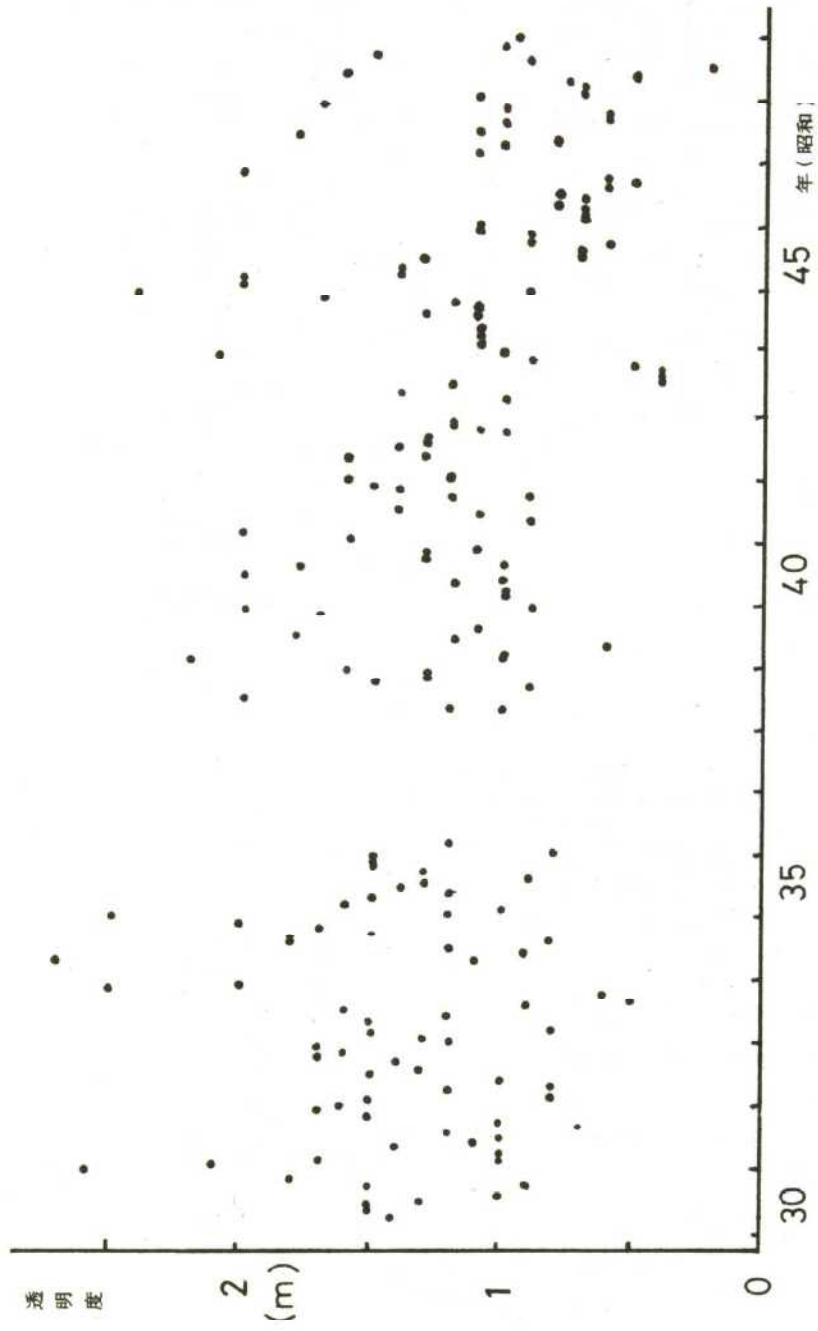




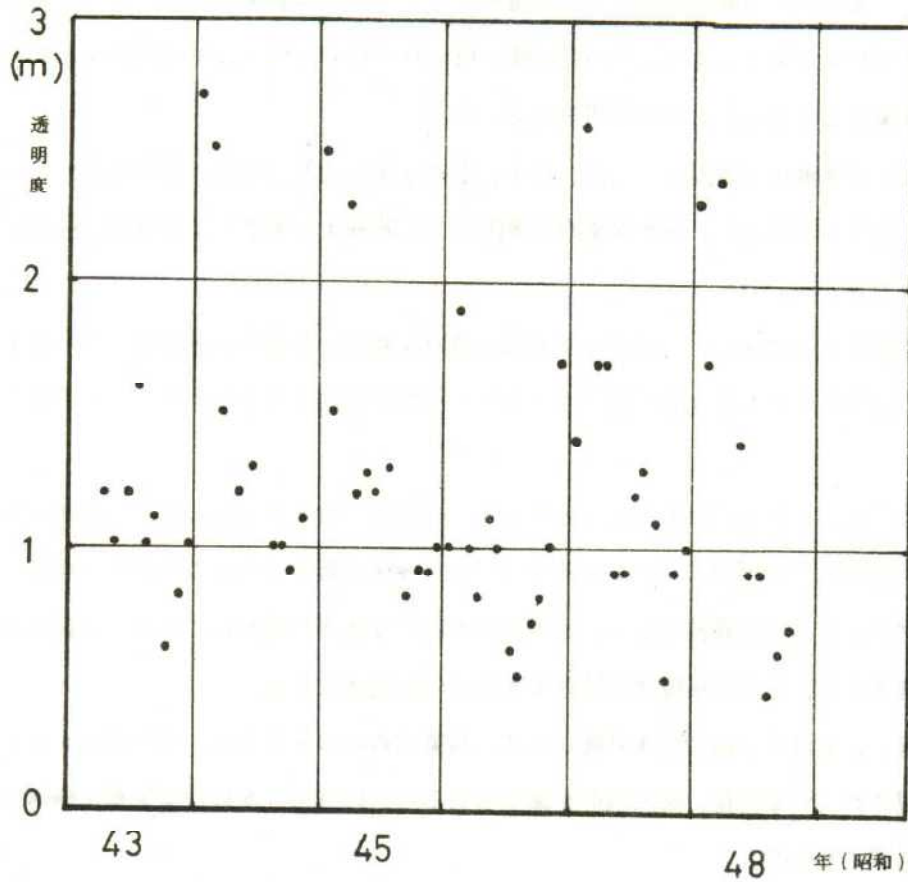




第17図 霞ヶ浦木原沖の透明度



第 18 図 北浦白浜沖の透明度



こ5、6年は優占種が一定せず夏季においても *Microcystis* が優占するとは限らない。冬季においても夏季と同様に優占種は一定していないが、特徴的なのは昭和48年に、霞ヶ浦で優占種として報告されたことのない *Closterium* が異常発生したことである。

これらのことから、霞ヶ浦北浦での植物プランクトンの増加は富栄養化にともない昭和44年ごろから極度に高まっており、昭和48年の冬期に植物プランクトン (*Closterium*) の異常繁殖が起っていることから、*Microcystis* の異常発生が濁水による特異現象としてとらえることが必ずしも正しいとはかぎらない。

2) 植物プランクトンの夏季における繁殖限界を透明度から推定することが出来るから、ここで霞ヶ浦木原沖と北浦白浜沖の透明度の年変化をみる(第17図, 第18図), 霞ヶ浦での繁殖限界は透明度で38cmであり、北浦について水深6mとして計算すると透明度57cmとなる。これからみると昭和43年ごろから、植物プランクトンの繁殖限界に達していると考えられる。

ア おわりに

網いけす養殖ゴイの斃死原因となった植物プランクトンの異常発生は、霞ヶ浦の富栄養化の流れのなかで昭和43年ごろより、その可能性が現われはじめていて、単に昭和48年夏季の濁水による異常現象としてとらえるのには問題があろう。

霞ヶ浦の富栄養化の原因としては、都市、工場廃水の流入、農地、畜産廃水からの栄養、塩類、有機物の流入があげられ、また漁業的な要因として昭和40年ごろより普及した、網いけすによる負荷も無視できない。

又、生態系としてみると、昭和30年代の河川改修による海水の逆流期、又昭和40年代の常陸川の水門の設置にともなう海水逆流コントロール期と短期間のうちに多くの人的な力が加えられてきた。

このように、生態系に対し人的なエネルギーの投入が増大するにしたがい生態系が安定するに要する年月を超え、生物間におけるフィードバック機構が異常となることは充分理解できる。

植物プランクトンの異常発生も、生態系の不安定な状態の現われであり、今後の植物プランクトンの異常発生や、その出現種すら予測できないのが現状である。

霞ヶ浦、北浦は、総合利水計画として、漁業的観点のみならず、利水の面からも、水質の悪化が重要視されている現在、流入負荷を減少させること以外に、水域の富栄養化機構の解析を充分に行なう必要がある。

付表1 手賀沖の溶存酸素量の変化(48年7月19日ppm)

水深(m)	19:00		22:00		1:00		4:00	
	水温	DO	水温	DO	水温	DO	水温	DO
0	27.7	7.63	27.6	7.61	27.6	7.03	27.7	6.90
1	27.8	8.64	27.6	7.48	27.7	7.04	27.7	6.89
2	27.8	7.42	27.7	7.50	27.7	7.02	27.7	6.68
3	27.8	7.43	27.7	7.25	27.7	7.20	27.7	6.77
4	24.8	5.01	27.7	6.98	27.7	5.16	27.7	5.68
Bottom			24.8		25.3		25.2	

付表2 北浦の溶存酸素量の変化(48.7.25)

水深(m)	水原	白浜	江川	江川漁場	梶山	二重作
0	13.8	7.6	8.9	8.1	13.5	17.1
1	13.3	7.4	6.8	8.0	12.8	15.2
2	8.4	7.7	6.5	7.7	9.4	10.1
3	4.1	6.3	7.4	5.6	8.8	
4	5.7	5.5	6.3	5.6		
5		4.8	5.5	5.0		
6		4.4	5.6			

付表3 7月19日の溶存酸素量の分布

(ppm)

水深	浮島-天王山			木原-牛渡			西ノ洲-橋巾			大山-手賀				
0	8.8	9.4	9.1	9.2	9.5	9.4	9.0	8.7	8.2	9.5	9.2	10.6	9.5	8.6
1	7.9	9.7	8.2	8.6	9.5	9.0	8.6	8.9	8.2	9.5	8.8	9.8	9.8	7.6
2	8.9	9.7	6.7	9.3	9.1	9.3	8.7	9.1	8.3	8.8	9.1	9.2	9.3	7.6
3	6.3	8.5	7.8	9.6	9.1	9.4	8.9	8.0	0.6	8.4	7.8	7.7	7.1	7.2
4	4.6	1.9	0.7	9.2		6.2	7.1	6.3	3.4	8.7	7.5	8.6	8.4	4.5
5							6.1		1.3	6.4	6.0	6.0	2.8	2.8

付表4 網生養漁場内の溶存酸素量(7月20日, 5:00~7:00)

地 点			Do(ppm)	地 点			Do(ppm)
土 浦		1	5.24	玉 里	上	3.08	
		2	5.77		下	0.81	
		3	5.66	大 井 戸	上	7.75	
		4	5.82		下	2.79	
沖 宿		1	4.44	八 木 蒔	上	8.62	
		2	3.84		下	3.75	
牛 渡		1	5.44	手賀(舟津側)	1	4.60	
		2	7.09		2	7.25	
高 崎		上	3.15	(西蓮寺側)	3	4.46	
		下	2.83		4	6.65	
		上	3.64		5	4.15	
		下	2.52				
		上	0.70				
		下	0.84				