

第2編 水域の理化学的調査

第二編 水域の理化学的調査

調査方法

1 調査地点の選定

図2に示したように、湖山池ならびに東郷湖内にそれぞれ4定点を設定して、水質ならびに底質の調査を行った。

当場ではこの両湖沼について、昭和40年4月から41年3月にわたる1ヶ年間、水質について詳細な調査を行っているが、当時の調査結果と本年の調査結果を直接に比較できるようにするため観測定点は湖山池の全点と東郷湖のSt1~3を40年と同一場所に設定した。

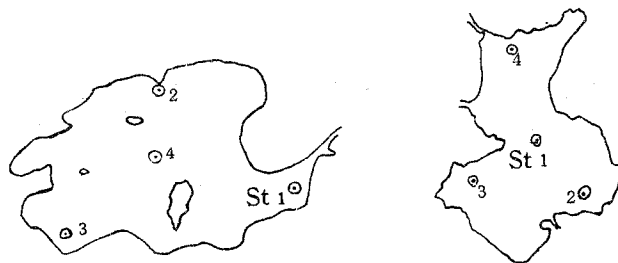


図-2 湖山池、東郷湖の調査定点

2 調査項目と測定方法

調査項目と測定方法は次のとおりである。

(1) 湖底堆積物の化学分析

強熱減量、COD、硫化物：いずれも松江吉行著水質汚濁調査指針によった。

(2) 水質の化学分析

PH：比色法により現場で測定した。

溶存酸素：国土調査法水質調査作業規定準則によりウインクラ法で滴定した。

塩素量：同上準則によりモール法で滴定した。

COD：生活環境にかかる基準設定について（昭和45年4月21日閣議決定）によるアルカリ性過マンガン酸カリ法により滴定した。

アンモニア：日本薬学会編、衛生試験法註解、飲料水試験法によった。

亜硝酸：国土調査法水質調査作業準則によった。

硝酸：JISK0101の醋酸アニリン法によった。

濁度：JISK0102により積分球式濁度計で測定した。

調査結果と考察

I 湖 山 池

1. 地形の概要

(1) 沿岸地形³⁾

湖山池は壮年山地を開折する溺れ谷に形成され、北側を砂丘によって海と限られたものであって、沖積世において形成された純粋な瀉湖である。

図-1の1に示したように西側は山地、北側は砂丘であってやゝ低い丘で海からさえぎられ、他方、東側はデルタ的な沖積平野で限られている。南側は海拔100m内外の壮年山地で、山脚の一部は湖岸に張り出してその延長上に青島、津生島、団子島の小島がある。山脚間には巾のせまい沖積平野が形成され、高住、岩本の低地はデルタ堆積物からなっており、岩本付近では現在でも小デルタが形成されつつある。西側では山脚と湖岸が平行であって、巾のせまい湖岸低地がみられるにすぎない。

北側、堀越付近は海拔2~3mの平坦な砂地帯がひらけているが、この部分は過去の湖山池の流出口または古い千代川の流路跡と考えられている。

湖山池周辺の地質的基盤は花崗岩であり、これを流紋岩がおおい、更に鮮新世の火山円礫岩が不整合におおって湖岸の山地を構成している。

(2) 湖盆の形態

湖の面積は6.93km²、湖岸線は14.5kmに達する巨大な湖であるが、水深は比較的浅く、最大水深は竜ヶ崎において6.6m、平均水深は2.9mにすぎず、体積は0.02km³である。

昭和40年、当场で実測した水深は図-3に示すとおりで、湖面積の大半は水深2~4mの部分

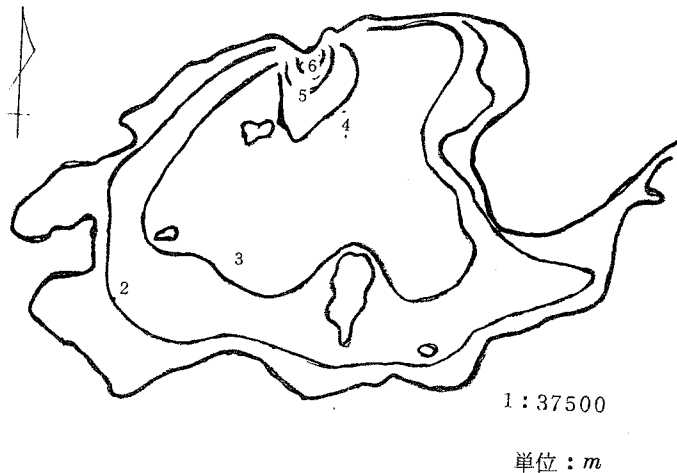


図-3 湖山池の水深

によって占められている。

2. 水域の気象条件

湖岸にある鳥取地方気象台の観測によればこの地方の気象の概況は下表のとおりである。

表-13 鳥取地方の気象概況(昭和18~45年の平均)

要素 \ 月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月
月別平均海面気圧 (mb (+1,000))	19.1	19.6	18.2	16.3	12.1	8.8	8.3	9.2	12.4	18.0	20.6	20.2
月別平均気温℃	3.7	3.8	6.8	12.2	16.7	20.5	25.2	26.3	22.0	16.0	11.3	6.6
“ 最高気温℃	7.1	7.6	11.3	17.1	21.6	24.7	29.1	31.0	26.6	20.9	16.0	10.5
“ 最低気温℃	0.5	0.4	2.6	7.5	12.1	16.8	22.0	22.7	18.3	12.0	7.3	3.1
“ 相対湿度%	75	76	72	73	75	81	81	80	81	79	76	75
月別月間降水量mm	227.1	186.7	140.1	113.2	113.1	173.2	214.9	115.2	238.0	168.5	149.4	202.9
“ 日照時間h	71.3	81.1	132.1	177.4	202.6	158.4	186.0	227.5	148.3	139.9	109.2	78.7
“ 日照率%	23	27	36	45	47	36	42	55	40	40	35	26
月別平均風速 $\frac{m}{s}$	4.1	3.6	3.5	3.2	2.8	2.4	2.3	2.4	2.5	2.7	3.0	3.5
最多風向 第1位	WSW	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	ESE	SE	SE
第2位	SE	WSW	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	WSW
第3位	W	ESE	SSE	NE	NNE	NW	SW	SSE	NE			ESE

3. 水象条件

(1) 湖 流

昭和40年、当场で行った調査では湖山池の湖流を詳にすることはできなかったがこの際、5月から10月におたる6回の観測結果をもとに、表層塩素量の水平分布を作図し(昭和40年度鳥水試事業報告参照)これに基づいて湖流を推定したところ、6例全部に反時計回りの湖流が認められた。また図-5に示したのは、'71年に鳥取大学が染料や浮子の投入によって実測した湖流であるが、これをみても、湖山池ではおおむね反時計回りの流れが卓越している¹⁾ものと推定することができる。

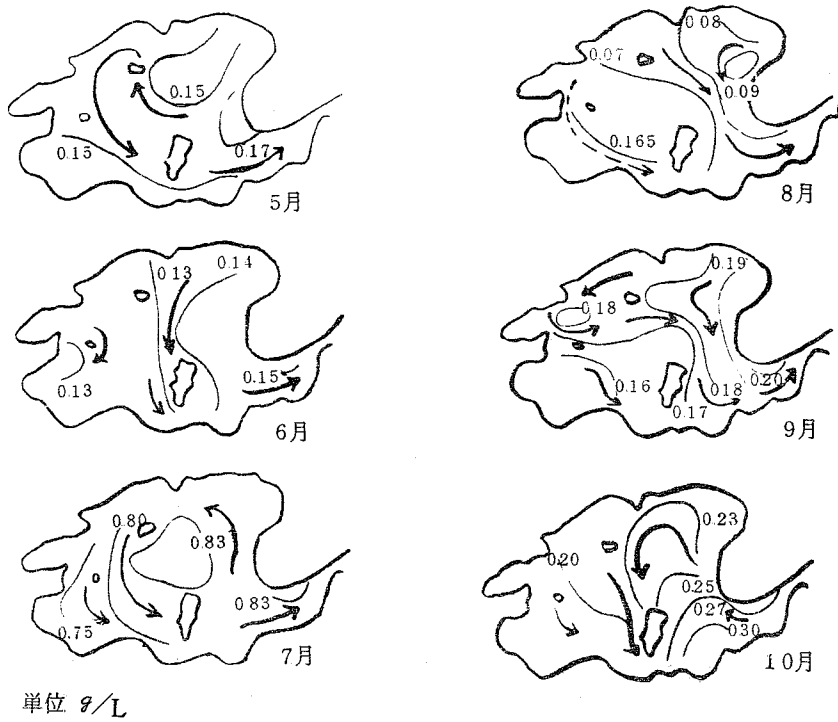
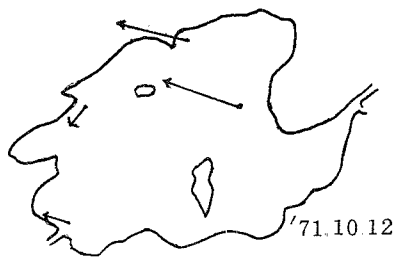
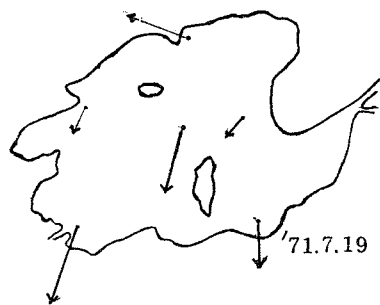


図-4 表層塩素量から推定した湖流 (昭和40年)



5.43210 m/min 鳥取大の資料による¹⁾

図-5 湖山池の表面の流れ

(2) 水 温

地形に大きな変化のない限り、水温は毎年おなじように経過しているものと考えられるので、ここでは資料の多い昭和40年を例にとって論じたい。図-6には昭和40年から41年にかけての湖中央部における表層と底層(3.3~4.0m)水温の推移を図示した。図によって明らかなようにこの湖では周年にわたって表層が底層よりも高温であって逆列成層をすることがない。両層の較差は夏には増大して約1℃であった。また表層水温は年間に、4.6~28.6℃、底層では4.5~27.8℃である。これを後述する東郷湖と比較してみると冬期の最底水温は両湖ともほとんど同一であるが最高水温は湖山池の方がかなり低目である。従って水温については、この湖の方が変化が少なく、安定した漁場環境であると見なされる。

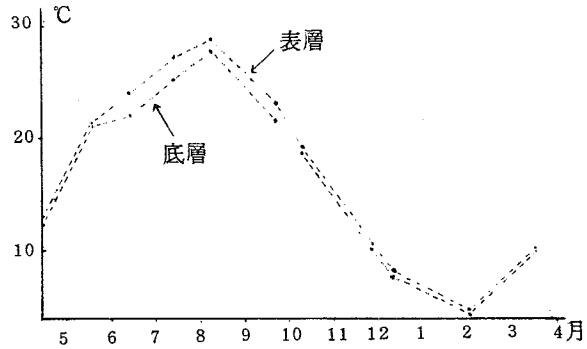


図-6 湖山池の水温 (昭和40年~41年)

(3) 透 明 度

昭和40年、4月から10月に当場が行った調査では、湖内の16定点における透明度の平均値は表-14の上段に示したとおりであった。

表-14 湖山池の透明度

単位: cm

年 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	2
昭和40年	86	86	90	126	75	85	86		
昭和46~47年	(77~90)			70~80	(60~75)		80	(70~80)	170~180

()は鳥取衛研の資料による。

また本年の調査において4定点で観測した透明度は表の下段のとおりである。

上の表で兩年の透明度を比較すると、両者はほぼ一致した値を呈していて特定な経年変化は認められない。また透明度は冬になると増大して200cm近くに達しているが、その他の季節にはほぼ一定していて70~100cmを保持している。

(4) 濁 度

湖内の4定点で測定した湖水の濁度は表-15のとおりであった。

底層が表層よりも濁度が大きいのは、採水時に湖底の浮泥が混じったためかもしれない。

表-15 湖山池の濁度 (昭和46~47年)

単位: p pm

月	7	10	2	4
表層	135~190 (16)	28~385 (36)	8~15 (15)	15
底層	185~355 (23)	—	13~58 (38)	21

()は中心部の濁度を示す。

測定回数が少ないので年周変化の傾向はつかみ難いが、概して低温時は減少しているように思われる。

4. 湖底堆積物の性状

(1) 粒度組成

湖山池の湖底堆積物については当场('65)³⁾ならびに鳥取大学('72)の調査¹⁾がある。これらの資料によると、堆積物の分布は図-7に示したように、池の大半をシルトと粘土が占めていて、湖岸が砂丘または砂堆のところでは砂質となっている。

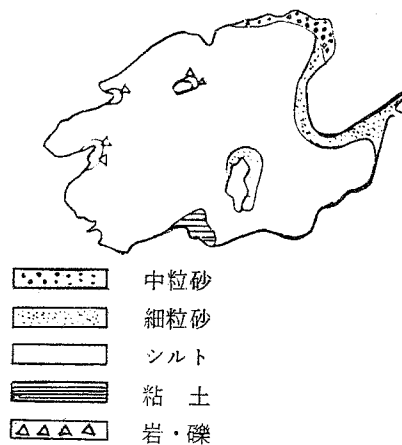


図-7 湖山池の底質 鳥取大学の資料¹⁾による

(2) 強熱減量

図-8には湖の代表的な地点、中央部における湖底堆積物の強熱減量の季節変化を図示した。図によって明らかのように、同一地点であっても強熱減量は測定時によって多少変化しており、

この湖では10～2月に増加する傾向がみえる。

次に図-9は湖水深と底質の強熱減量の平面分布を示したものであるが、図によってわかるように両者には明瞭な相関が現れていて、水深の深い場所ほど減量も大となっている。

最も少ない長柄川河口でも9.8%、最深部の竜ヶ崎では18.9%であって全般に強熱減量が大きく、有機物の堆積が多量であることを示している。

(3) COD

湖中央部の底質について、CODの年周変化を図示すると図-10のようになる。

先に示した強熱減量とは違って7月の高温時に最大となり、2月の低温時に最少となっているところから、底質のCODは湖水温の消長と密接な関係にあることが予見される。

一方、CODの平面分布をみると、図-11に示したように、前に考察した強熱減量の場合と同様、水深との相関が認められる。

全域にわたってCODは著しく大で7月には14.4～66.3 mg/g。10月、33.8～60.2 mg/g。2月には25.7～51.4 mg/g となっている。底質が30 mg/g以上のCODを呈する場合には漁場環境として不適であるといわれているから、上記の数値は、有機物やその他還元物質の堆積が多量であることを示している。

(4) 堆積物の色と硫化物

4観測点のうちで、硫化物含有量が毎観測時において最も多量なのは竜ヶ崎のSt2であった。ここでは7月に総硫化物368 mg/g-Sで最多であり、4月に最少となって0.34 mg/g-Sであった。次

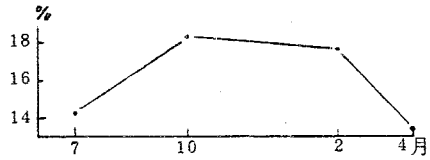


図-8 底土強熱減量の季節変化 (昭和46～47年)

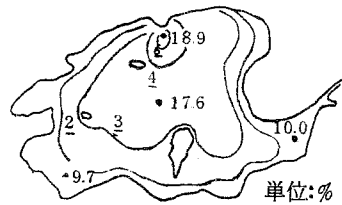


図-9 強熱減量の分布 '72・2・17

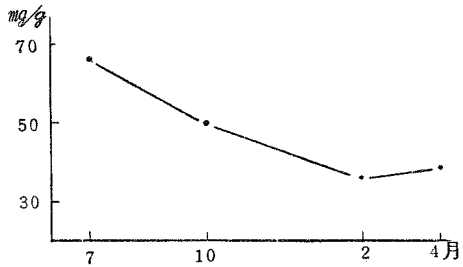


図-10 底土CODの季節変化 (昭和46～47年)

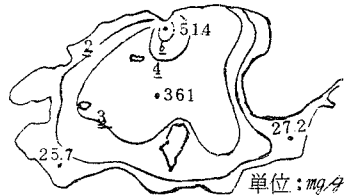


図-11 CODの分布 '72・2・17

いで硫化物の多い場所は湖山川河口であり、長柄川河口がこれに続き、湖心部は毎観測時において最も少量な場所である。

すなわち、前述した強熱減量やCODと異って、硫化物の平面分布は水深と全く相関がない。しかし図-12に示したように各地点の季節変化には、7~10月の高温時に増加して2~4月の低温時に減少する年周性がはっきり現れている。

また硫化物含有量は底泥の色と密接な関係が認められる。竜ヶ崎に例をとってみると、7月 3.68mg/g-S 。10月、 3.10mg/g-S 。には泥は黒色を呈しているが、2月、 2.10mg/g-S になると底泥は表面の数mmが茶色を呈し内部は黒色のままである。更に4月になると全硫化物は 0.16mg/g と減少し、表面下7cmまで濃赤褐色を呈していた。

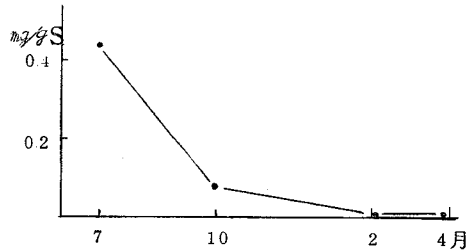
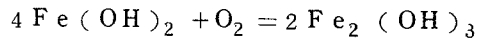
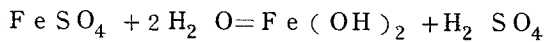
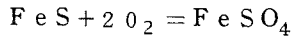


図-12 底土の全硫化物の季節変化 (昭和46~47年)

一般に硫化水素の発生する場所では重金属——主として鉄——が硫化金属として捕捉され沈積する結果、底質中に重金属類が特に多い。したがって高温時に硫化水素の生成が旺盛であれば硫化金属の濃黒色を呈するが、冬期、硫酸還元菌の活動がおとろえると次式によって水酸化第2鉄等の赤褐色を呈するものと思われる。



→黒泥の赤変

5. 水 質

ここでは漁場環境の性格を標示する要素として、PH、溶存酸素、塩素量、COD(アルカリ性過マンガン酸カリ消費量)、無機窒素、溶解磷、および基礎生産量の7成分をとりあげて調査結果と湖水の現状についてのべる。

(1) P H

図-13に点線で示したように、昭和40~41年湖の中心部では周年、上層

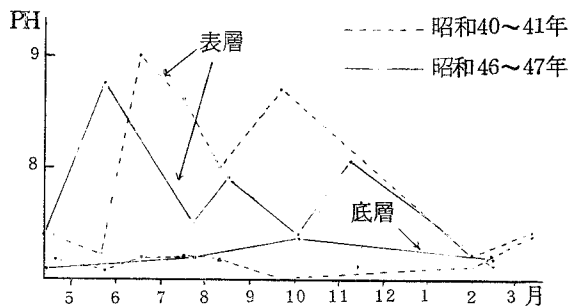


図-13 湖山池のPH

みられた。表層では1～5月の低温時に7.0～7.6であるが、6～9月の高温時になると9.0にまで上昇し、顕著な年周変化が見られた。一方、底層では年間を通じて7.0～7.4で季節変化は認められない。

本年の調査結果は図-13中に実線で示したが、40年にくらべて表層は0.3～0.5程度低めになっており、底層は若干高めになっている。総じてこの6年間に顕著な経年変化は生じていないものと推定される。

(2) 溶存酸素

昭和40～41年には湖山池の溶存酸素量は図-14中に点線で表わした経過をたどっていた。

表層では年間、5.9～8.4 ml/L の範囲にあり、夏に減少し冬期に増加している。底層では季節変化が3.9～8.1 ml/L で表層にくらべると夏期の減少が殊に著しい。

しかし魚類の生活に支障となるような3 ml/L 以下の酸素量は出現していない。

次に本年の測定値は図中に実線で示した。これを40年の値(点線)と比較してみると、表層では年間を通じて1 ml/L 程度少なめに経過しているのに対して、底層では特に酸素量が減少しやすい高温時において40～41年よりも1 ml/L ばかり増量しており、漁場環境としては昭和40年よりも好ましい酸素量を呈していたといえる。

(3) 塩素量

湖沼の成因からみてもわかるように、湖山池は海水の影響を受けやすく、過去には排水河川湖山川を経て多量の海水が逆流していた。最近、周辺で煙草の栽培が盛んになるにつれて多量の灌漑用水を必要とするため、湖山池の水を利用することとなり、現在湖山川の中途に潮止め樋門が設けられている。

図-15には40～41年の湖山池の塩素量を点線で示した。

4～10月の高温時には

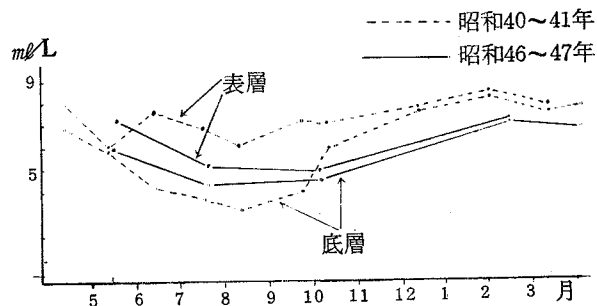


図-14 湖山池の溶存酸素

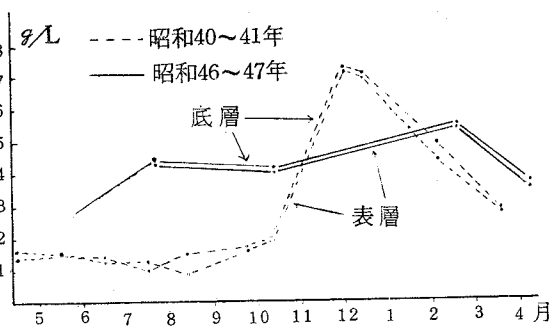


図-15 湖山池の塩素量

表・底層の較差がなく、 $0.1 \sim 0.2 \text{ g/L-C}_\ell$ の範囲内において大きな変動がない。しかし11～12月には著しく増量して 0.7 g/L 台の塩素量を呈している。これは、島地での耕作が終る10月末に樋門が開放される結果、秋～冬には海水の逆流が起り、図に見られるような塩分の増加が起きるものである。

昭和46年には5～10月において、塩素量は $0.2 \sim 0.5 \text{ g/L}$ の範囲を消長して、40年にくらべると若干、塩分が増加した観を呈しているが、年間を通算してみるとそれほど大きな相違は生じていない。

(4) C O D

図-16には湖山池におけるCODの年周変化を示した。

1～2の例外を除いておおむね表層よりも底層の方が値が大きく、表層では年間に $0.9 \sim 3.4 \text{ mg/L}$ 、底層は $1.2 \sim 4.6 \text{ mg/L}$ である。

また季節変化もかなり明瞭に現われていて、表底層共に高温時に増量し、12

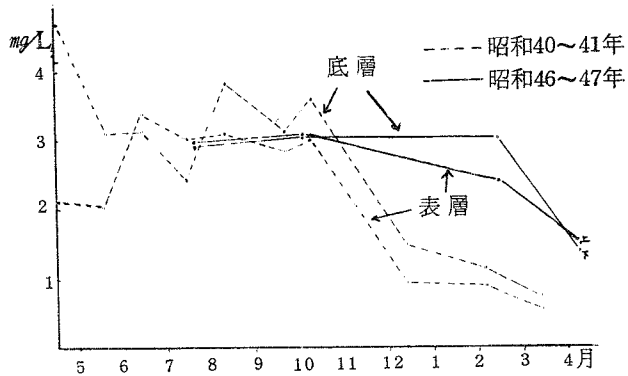


図-16 湖山池のCOD

～3月の低温時には減少していた。これを実線で示した46年の調査結果と比較すると、まず高温時の表層は46年の方が減少しているが、底層水は若干増量しており、先に溶存酸素の項で考察した経過と類似した傾向を呈している。CODの本体は浮遊藻類が主体をなしていると思われるが、2月の低温時にもなお $2 \sim 3 \text{ mg/L}$ のCODを持続していることは暖冬異変の影響かもしれない。全体としては、年間を通してみると、表底層とも6年前にくらべて特に増量したとはいえない。

(5) 無機窒素化合物

図-17に46～47年の無機窒素化合物の季節変化を図示した。

図によってわかるように表・底層の窒素量の較差は7月をのぞいてほとんどないが、季節的な消長は極めてはげしく、10月には $10 \mu\text{g/L}$ で極少であるが、2月には著しく増量して 380

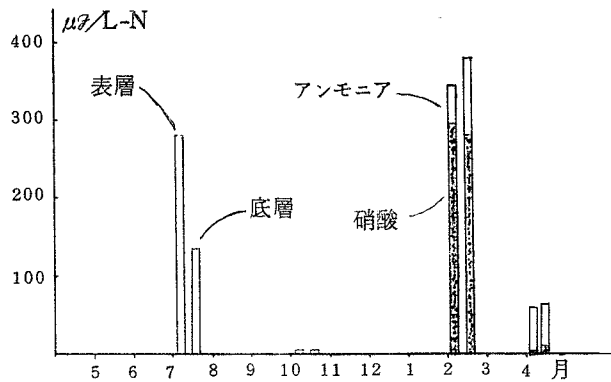


図-17 湖山池の無機窒素化合物 (昭和46～47年)

$\mu\text{g/L}$ にも達している。しかし、この値は41年2月の表層 $470\mu\text{g/L}$ 、底層 $540\mu\text{g/L}$ にくらべると必ずしも多量であるとはいえない。また窒素化合物の組成をみると、2月の低温時には大半が硝酸態となっているのに対して、4月や7月、10月の高温時にはアンモニア態が主体をなしていた。この傾向は40～41年にも同様であった。

(6) 磷酸塩

磷は窒素と並んで浮遊藻類にとって普遍的栄養成分である。40～41年の調査時には磷酸塩は表層で年間を通じて3～

$20\mu\text{g/L}$ 、底層はこれよりも若干多量であるが7月には $125\mu\text{g/L}$ に達する著量の磷酸塩が溶存していた。

しかし本年の調査では図-18に示した如く毎回の観測において、表層底層とも $20\mu\text{g/L}$ 以下であって40年にくらべると幾分低濃度であった。

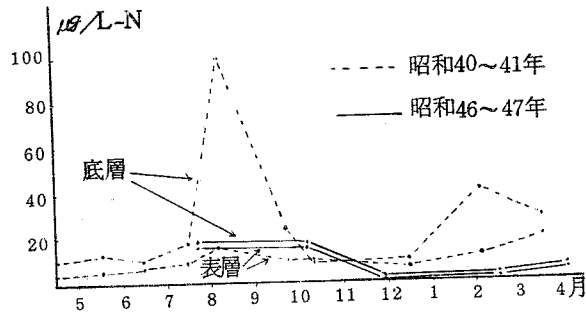


図-18 湖山池の磷酸塩

(7) 基礎生産量

図-19は昭和40～41年における湖山池の単位面積当り基礎生産量を表わした。(測定は溶存酸素法によった)この値は表層から底層まで1m層毎に測定した生産量を相加したものであって、7月と10月に負値を呈しているのは、表層で旺盛な生産が行われているにもかかわらず下層ではこれを上回る分解が進行しているためである。

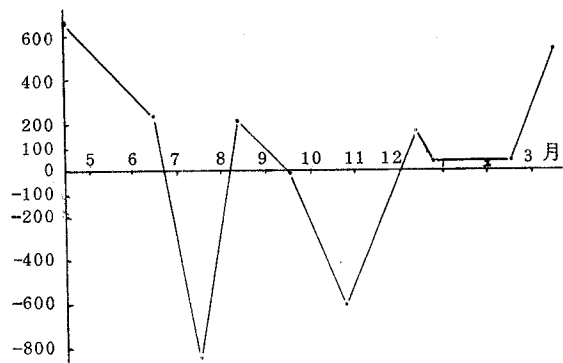


図-19 湖山池の基礎生産量 (昭和40～41年)

どちらかといえばこの湖沼では高温時には生産量が減少し、比較的低温な時期に生産量が大きくなる傾向がうかがわれ、後述する東郷湖とはかなり事情が異なっている。

(8) 湖水の汚濁源

鳥取大学の調査によると、湖山池に流入する主要な河川水と幾つかの工場廃水の性状は表-16のとおりであるという。併記した湖水の性状にくらべるといずれも湖水よりも清浄であるから、湖水の汚濁源としては特に問題はない。

表-16 湖山池及び流入河川の水質

S46. 7. 14 (鳥取大資料による)

試料	水温	PH	全蒸発残留物 (mg/L)	COD (ppm)	DO (ppm)	NH ₄ -N (ppm)
湖水	29.0	7.90	1,040	7.9	7.7	0.07
長柄川	25.0	7.03	120	61	61	0.77
長柄川	21.9	7.05	100	28	6.2	0.04
吉岡温泉	27.6	7.15	200	8.7	6.2	0.15
大宝工業工場	28.0	7.09	140	5.9	6.3	0.14
布勢	26.8	7.11	100	7.0	4.7	0.22
湖山川支流	26.9	7.70	100	7.5	4.4	0.51
湖山川	28.7	7.85	860	7.6	6.3	0.08

また当场が調査したところでは、主要な汚濁源とみなし得る汚水には表-17にあげたものがあるが、湖山農協廃水を除いて他はいずれも生活廃水が主体をなしており、かつ水量も比較的少ない。したがってこの湖では汚水の放流による一次的な汚染よりも、微量ながら流入するこれらの廃水や、吉岡温泉からの生活廃水などがもたらす栄養物質が湖内に蓄積して、これを栄養源とする微生物の繁殖をうながし、それらの代謝産物によって生ずる二次的な汚濁の方が重要であり工場廃水による直接の汚染は、今のところあまり問題ではない。

表-17 湖山池周辺の施設廃水の性状

S47. 4. 14

採水場所	水量 (cm ³ /sec)	水温	PH	O ₂ (ml/L)	COD (ml/L)
湖山農協	2,200	11.3	6.9	6.11	2.65
湖山国道	1,714	13.8	6.6	3.28	5.83
大学西代	48,000	14.6	6.5	2.57	1.44
大学新田前	7,000	15.9	7.5	4.69	4.43
大学寮排水・堀越	50	14.4	7.4	0.91	2.36
末恒療養所溜池	0	25.0	6.0	1.38	2.41
長柄川	-	21.4	7.1	4.94	2.49
大宝産業	不明	18.8	7.1	6.50	0.50
湖山駅裏し尿処理水	-	-	-	-	8.17

Ⅱ 東 郷 湖

1. 地形の概要

(1) 沿岸地形³⁾

東郷湖は東北、東南、西南の三辺を壮年山地がとりまき、これを開折する溺れ谷によって形成された潟湖である。

西北側のみが広い沖積平野と砂丘にのぞんでおり、三方をとりまく山地は海拔100m内外であってゆるやかな山頂をもち、梨畑などに利用されている。

松崎と浅津付近には広い平野がみられるが前者は小河川によって現に堆積しつつあるデルタであり、後者は古い天神川が形成したデルタであると考えられる。

長瀬から海岸にかけての丘は砂丘であって、古東郷湖はこれによって潟湖化し、デルタ堆積物によって次第に面積を縮小したことが想定される。

周辺の地質基盤は花崗岩であるが、分布の広いのは玄武岩および安山岩である。

(2) 湖盆の形態

湖の面積は約4.1km²、湖岸線は約11.5kmである。かつて吉村は水深7.5mを計測し、(1929)また堀江も最大深5.2mを記録しているが(1961)、現状はこれよりもかなり浅くなっていて昭和40年、当场が行った測深の結果では図-20に示したように、2.1mよりも深い場所は見当たらない。

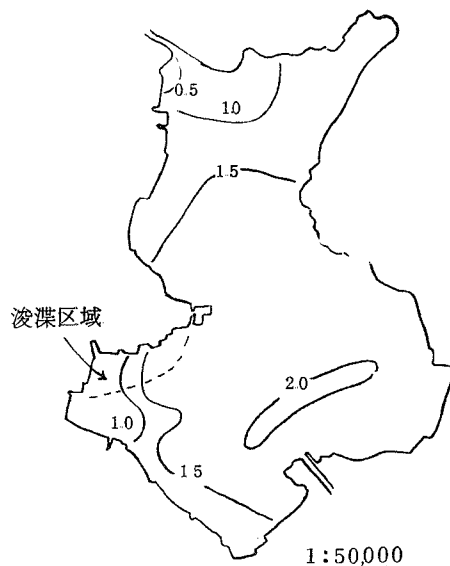


図-20 東郷湖の水深 単位:m

湖面の大半は1.5～2.0mの水深層によって占められていて、湖底は平坦で起伏にとぼしかった。しかし、最近、浅津の南西地区では、ホテル等観光施設を建設するため、地先水面を浚渫して、採取した土砂により湖面の埋立てが行われているので、現状は図中に点線で示した部分で若干局部的に水深を増しているものと思われる。

2. 水域の気象条件

湖畔の羽合町における農業気象観測資料によれば、この地方の気象概況は表-18のとおりである。

表-18 羽合町の気象概況

(昭和45年)

月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月
平均気温℃	2.6	4.9	3.9	10.7	17.0	19.5	25.3	26.0	23.8	17.1	11.1	6.2
日最高気温平均	5.8	8.5	7.6	14.8	21.8	22.4	28.9	29.7	27.5	21.1	15.0	9.4
日最低気温平均	-0.7	1.3	0.3	6.6	12.1	16.5	21.8	22.3	20.1	12.9	7.3	3.0
降水量mm	342	102	98	113	113	259	149	130	143	162	292	152
日照時間h	113.6	141.3	172.1	194.8	243.8	179.5	236.3	254.6	177.9	175.0	124.1	101.7
9時の平均風速m/s	3.2	3.4	3.2	2.7	2.3	2.2	2.2	2.0	2.0	2.3	2.9	3.2

(昭和46年)

平均気温℃	4.5	3.6	6.1	11.5	16.7	21.1	26.2	25.7	21.4	15.5	11.7	7.5
日最高気温平均	7.4	6.5	9.7	16.8	21.6	24.6	29.4	28.8	24.7	19.9	15.7	10.9
日最低気温平均	1.5	0.7	2.6	6.2	11.9	17.6	23.0	22.4	18.2	11.0	7.6	4.0
降水量mm	74	188	78	75	61	233	260	166	296	111	113	103
日照時間h	125.8	117.9	167.8	231.1	249.5	205.0	237.8	223.0	181.5	164.1	154.7	137.6
9時の平均風速m/s	3.4	2.9	3.5	2.8	2.5	2.3	2.2	2.7	1.8	2.3	2.3	3.3

3. 水象条件

(1) 湖 流

昭和40年における当場の観測資料をもとに作図した、東郷湖の表層塩素量の水平分布図により

湖流を推定すると、5月から10月の間の6例のうち5例に湖心を中心とした反時計回りの流れがうかがわれる。(昭和40年度鳥取水試事業報告参照)

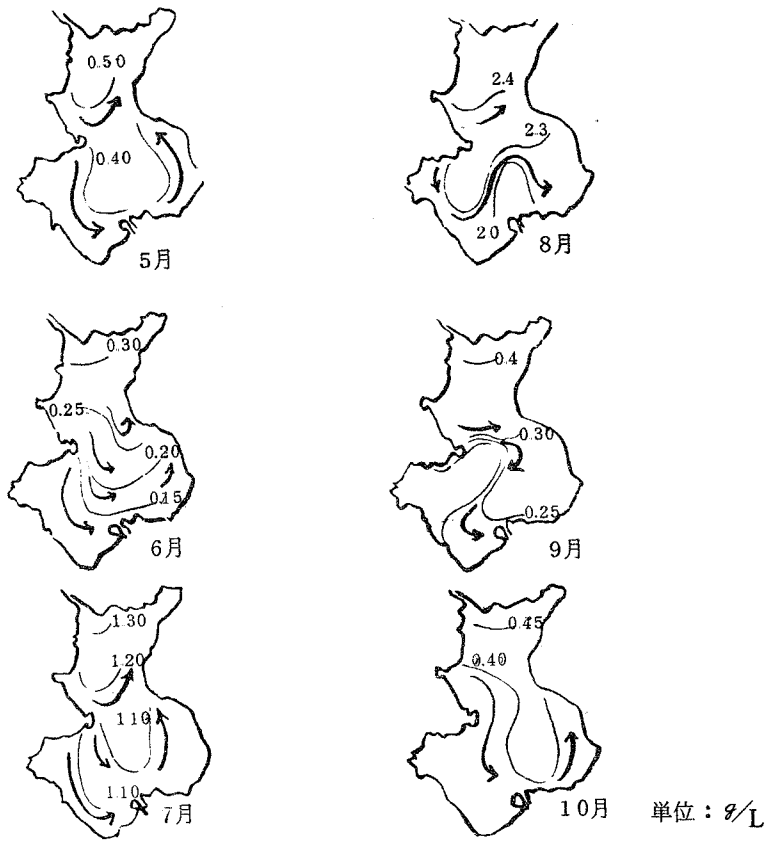


図-21 表層塩素量から推定した湖流(昭和40年)

また図-22には、71年に鳥取県衛研が微流速計によって実測した湖流²⁾を图示したが、この図においても反時計回りの流れが明瞭に認められる。これらの事例からみて、吹送流など特殊な流れが卓越しないかぎり、この湖では通常、反時計回りの湖流が生じているものと推定される。

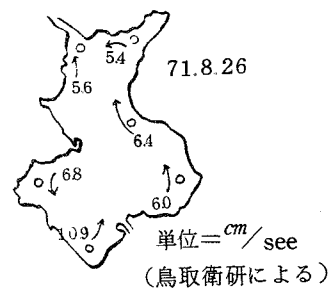


図-22 東郷湖の湖流

(2) 水 温

昭和40年～41年にかけて1年間にわたる著者の観測結果から、湖中央部における表層と底層（1.9～2.8m）水温の年周変化を図示したのが図-23である。

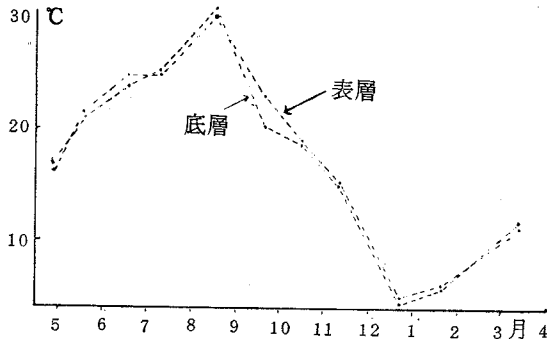


図-23 東郷湖の水温（昭和40～41年）

図によって明らかなように、表・底層の水温較差は周年ほとんどない。

また年間に4.7.8月および3月の4回にわたって、表層よりも底層が高温になっている。7～8月の高温時に成層が逆転することは、通常考えられない現象であるが、この測温地点付近には羽合温泉の泉源があるところから、温泉の自噴も考えられる。また後述するようにこの湖には多量の海水が流れ込んで、底層に比重の大きな水塊を形成している。このため表・底層間の対流は阻害されるので、もし何かの原因によって底層水が加温されても、熱は上層へ移動し難く、底層は高温のまま保持されるであろう。

水温の年変化は表層で4.8～29.4℃、底層で4.4～30.7℃であって、前記の湖山池にくらべると変化の巾が底層において2.3℃大きくなっている。すなわち、水温に関しては、消長がはげしい漁場環境である。

(3) 透 明 度

この湖の透明度については、昭和40年に当场で表-19に示すような値が観測されている。（11定点での測定値の平均を示した）

表-19 東郷湖の透明度

単位：cm

年 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	2
昭和40年	73	81	94	60	76	80	82		
昭和46～47年	(40～60)			100～150	(70～120)		100	(50～80)	130～150 (50～70)

()は鳥取衛研の資料による。

また本年の調査で観測した透明度は表の下段のとおりであった。

透明度は日周変化すら、かなりはげしいといわれているから、上の両表を比較して経年変化を論ずるのは不当かもしれないが、40年の調査時には見かけなかった40~50cmの値が46年には数回出現しているところからみて、この6年間に東郷湖の透明度は減少の傾向をたどったと考えられる。

(4) 濁 度

表-20には湖の中央部における湖水の濁度を示した。

表-20 東郷湖の濁度 (昭和46~47年)
単位: ppm

月 層	5	7	10	2
表 層	33.5~39.5 (33.5)	25.0~45.5 (45.5)	37~53 (37)	21~23 (21)
底 層	46~80.5 (46)	27.5~44.0 (44.0)	36.5~64.5 (37)	22~83 (24)

()は中心部の濁度

表層にくらべて底層が若干濁度が大きいのは、採水の際に湖底堆積物が混入したためかもしれない。2月の濁度が最も小さくて、表層で21ppm、7月には最大となって46ppm、かなり明瞭な季節変化が認められる。

4. 湖底堆積物の性状

(1) 粒度組成

北東部、橋津川の地先には細砂~粗砂の堆積がみられるが、湖の大半はシルトと粘土でおおわれている。底質の分布については当场('65)と鳥取県衛研('72)の調査があり、ほぼ図-24に示したような分布が認められた。

(2) 強熱減量

東郷湖は湖底が平坦なので、湖心の堆積物が全域を代表するとみてよいだろう。図-25は湖心における底質の強熱減量を季節別にプロットしたものである。

図によると湖底土の強熱減量には、先に考察した湖山池と同様に、冬期に



図-24 東郷湖の底質

増量して夏期に減少する傾向が見える。

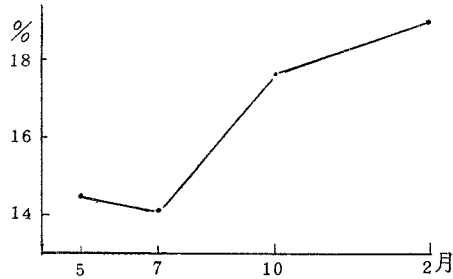


図-25 底土強熱減量の季節変化 (46~47年)

次に図-26に示した平面分布をみると、10月と2月の観測時において $St2 > 1 > 3 > 4$ の順になっていて水深の順 $St1 > 2 > 3 > 4$ に比べると、 $St1 \sim 2$ が逆転した他はほぼ一致して湖山池の場合と同様な傾向が認められる。

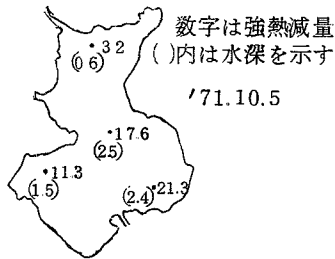


図-26の1 強熱減量の分布

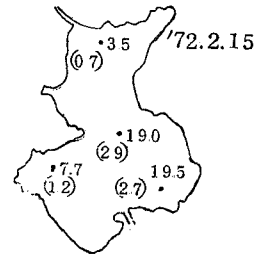


図-26の2 強熱減量の分布

したがって局部的な例外を除いて、この湖でも深い所ほど多量の有機物が沈積しているとみてよいだろう。

最も少量である $St4$ では $3.2 \sim 3.5\%$ 、また $St3$ では $1.3 \sim 1.13\%$ であるから特に問題はないが、 $St1$ では $13.4 \sim 18.2\%$ 、また $St2$ でも $19.5 \sim 21.3\%$ の強熱減量を呈しているところから、湖心部では漁場の許容量 13% の2倍近くにまで汚濁していることがわかる。

(3) C O D

湖の中心部、St 1の堆積物は図-27に示したようなCODを呈していた。

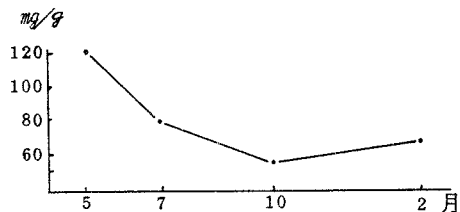


図-27 底土のCODの季節変化 (昭和46~47年)

この図によると、CODには秋に最低となる年周変化があるように見えるが、詳細は今後に検討したい。

次にCODを観測点別にみると、10月、2月の両観測時とも、CODはSt 2 > 1 > 3 > 4の順に大となっている。この順は水深の順とSt 1、2が逆転したものであって、前項にのべた強熱減量の順序とは一致している。

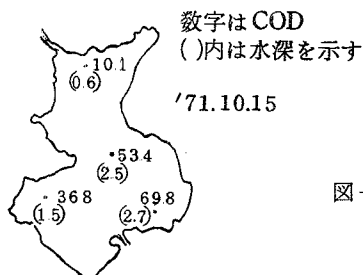


図-28の1 CODの分布

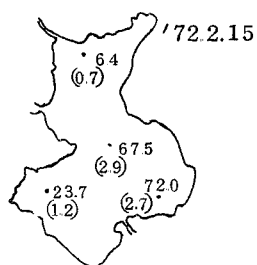


図-28の2 CODの分布

各地点で観測されたCODはSt 1で12.2~77.5^{mg/g}、St 2は12.2~72.0、St 3で8.9~36.8またSt 4では6.4~10.1^{mg/g}であって、St 4以外はいずれも30^{mg/g}を越えており、殊にSt 1~2の湖心部では還元物質の堆積が著しいことを示している。

(4) 堆積物の色と硫化物

湖心の S t 1 では堆積物中に硫化物が表-21に示すような含有量を呈していた。測定回数が少ないので季節変化はつまびらかでない。

表-21 湖底土の全硫化物含有量(東郷湖)
'71~'72年

月 \ S t	1	2	3	4
7	3.48	—	0.28	—
10	6.88	5.88	2.71	0.13
2	4.70	4.34	1.43	0.70

底泥の色は冬期になっても表面の1~2mmが淡褐色になるだけで、周年黒色を呈している。

次に各地点別に出現した測定値をみると、S t 1では総硫化物量3.48~6.88mg/g-S。S t 2は4.34~5.88mg/g-Sであって著しく多量である。

次にS t 3は0.28~2.71mg/gで許容限界0.5mg/gの5倍となっている。またS t 4は0.13~0.70であるからあまり問題はない。全体としては東郷湖の大半の区域でほとんど周年にわたって生物の生息をゆるさないほど多量の硫化物が湖底堆積物中に含まれていることがわかる。

強熱減量やCODはS t 2で最大であったが、硫化物含有量はS t 1が最大であることから、これら3成分の関係は必ずしも一元的とは考えられない。

5. 水 質

ここでは東郷湖の中心部S t 1を例にとり、湖水の性状をPH、溶存酸素、塩素量、COD、無機窒素、溶解磷および基礎生産量の7成分について考察する。

(1) P H

図-29には昭和40年におけるPHの季節変化を点線で示した。

表、底層の較差は最大時でも1.0以下であって前述した湖山池にくらべるとかなり小さい。季節変化はかなり明瞭で、冬には低下して表底層の最小値は7.4。最大値は4月に表層で9.1、底層は8.7であった。

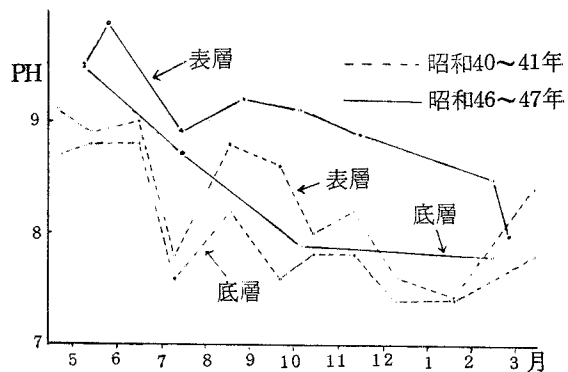


図-29 東郷湖のPH

本年の観測値は図中に実線で示したが、表層では5月に9.9。底層でも9.5の高値を呈しており、総体に40年に比べて表層で約1.0、底層でも0.2～0.5程度高めに経過していることが注目される。

(2) 溶存酸素

40年の酸素量は点線で示したように推移した。表層の季節変化は6.0～8.8 ml/L で年間の較差は2.8 ml/L である。一方底層の酸素量は3.0～8.6 ml/L と変化に富んでいて年間の較差は5.6 ml/L に及んでいる。

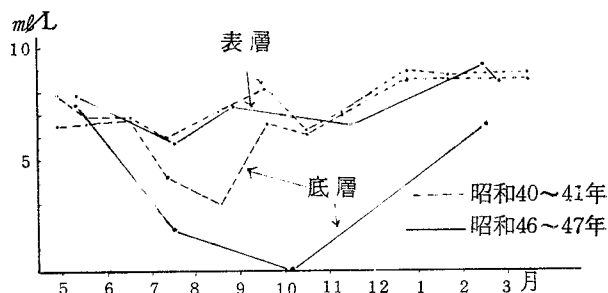


図-30 東郷湖の溶存酸素

本年の調査では図-30中に実線で示した酸素量が測定されたが、これを点線——40年の値——と比較してみると、表層の酸素量はほとんど一致した経過をたどっているのに反して、底層では46年に著しく減少していて、7月には1.9 ml/L 、10月には無酸素状態が出現しており漁場環境が極めて悪化していることがわかる。

(3) 塩素量

40年の東郷湖では図-31に示したように、底層において著量の塩素量が出現していた。

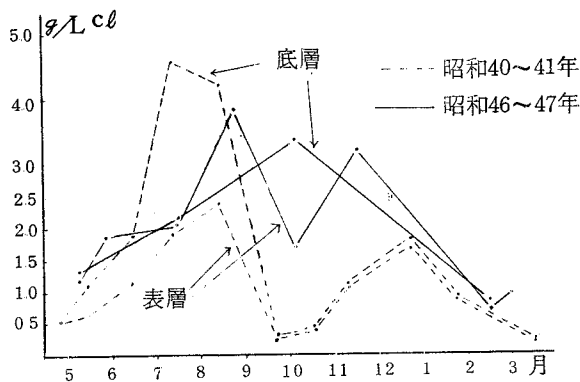


図-31 東郷湖の塩素量

これは排水河川、橋津川の流程が僅か2kmにすぎないため、海水が容易に逆流したことによる。また塩素量の年周変化が極めて不規則であるが、これは橋津川の河口が砂丘であり、風浪によって、たえず砂が移動して河口が開閉をくり返すためである。

次に46年の塩素量をみると、表底層とも40年にくらべてかなり増量していることがわかり特に表層では著しい。これは最近、河口部に導流堤を設置して漂砂による河口の閉塞を防止した結果、海水の逆流が一層促進されたためである。表層では $0.71 \sim 3.8 \text{ g/L}$ 、底層では $0.76 \sim 3.2 \text{ g/L}$ の塩素量を呈しているが、これは海水の塩素量 18 g/L の約 $1/25 \sim 1/47$ に相当し、逆流した海水が如何に多量であることを示している。

(4) C O D

図-32によると、40年には東郷湖においても湖山池と同様、CODは下層ほど大きい垂直分布をなしている。また高温時には増加し、低温時に減少することも全く同様で、年間に表層で $0.8 \sim 3.6 \text{ mg/L}$ 、底層は $1.0 \sim 6.1 \text{ mg/L}$ であった。

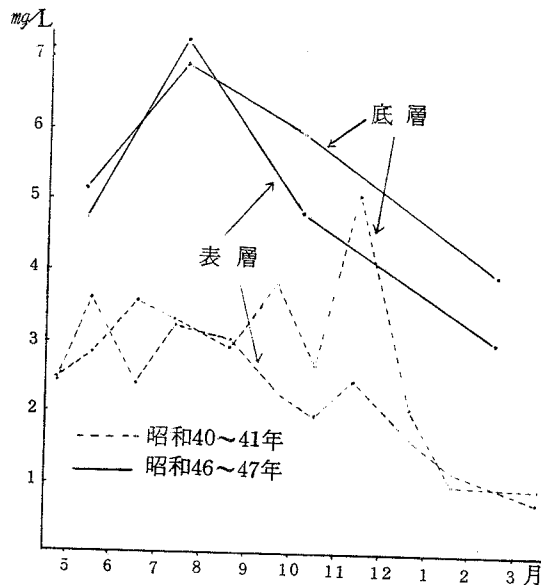


図-32 東郷湖のCOD

しかし46年の測定値をみると垂直分布や季節変化の傾向には全く変化はないが、表層で $3.2 \sim 6.9 \text{ mg/L}$ 、底層で $4.0 \sim 7.0 \text{ mg/L}$ 、所によっては10月に 24.2 mg/L (St 2、水深2.4m)の著しく大きな値が出現しており、全般に40年にくらべて約2倍に増量している。

すなわち、この6年間に東郷湖は著しく還元物質によって汚濁したことがわかる。

(5) 無機窒素化合物

表層と底層の窒素量の較差は各季節とも僅少である。

図-33に示したように、窒素量の季節変化は先に考察した湖山池の場合よりも更に顕著であって、5~10月には100 $\mu\text{g}/\text{L}$ 以下であるのに対して2月には600 $\mu\text{g}/\text{L}$ 近くにまで増量している。

41年の調査では1月に表層で295 $\mu\text{g}/\text{L}$ 、底層で345 $\mu\text{g}/\text{L}$ であったが、これに比べると約250 $\mu\text{g}/\text{L}$ も窒素が増量したことになる。

また窒素化合物の組成は、湖山池と同様、冬は硝酸が大半であり、夏にはアンモニアが多い。窒素量が冬に増加することについては次のように考えられる。

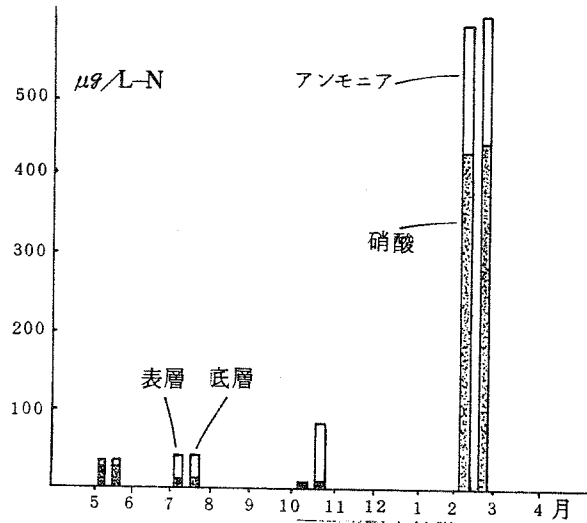


図-33 東郷湖の無機窒素化合物 (昭和46~47年)

すなわち、春から秋にかけての高温時は浮遊藻類の生育期に当たるため、湖水に溶存していた無機態窒素はほとんどこれらの藻類によって摂取され繁殖に利用されるであろう。したがって無機態窒素量は極端に減少する。冬になって水温が低下するとこれら藻類の繁殖は停止し窒素の代謝も低下するから、無機態窒素は陸から流入するものに、湖底でこれら藻類の分解によって生じたものも加わって再び増量することとなる。とくに冬期には底層での還元反応も停止し、湖水全体が酸化状態になるので、窒素もアンモニア態ではなくて、硝酸態として溶存するものと思われる。

(6) 磷酸塩

東郷湖での40~41年における磷酸塩は、表層で0~23 $\mu\text{g}/\text{L}$ であり、底層では8月に25 $\mu\text{g}/\text{L}$ の異常に大きな値を生じた他は、おおむね表層よりも幾分多量に経過していた。

本年の調査では図-34中に実線で示したように毎回の観測時に10 $\mu\text{g}/\text{L}$ 以下であって、6年前に

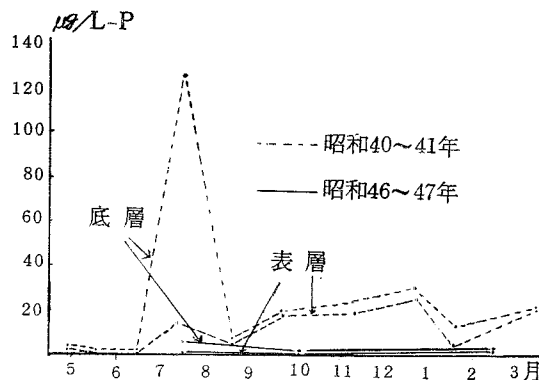


図-34 東郷湖の磷酸塩

くらべて溶存する磷酸塩は著しく少量であった。

(7) 基礎生産量

著者が、40～41年に東郷湖で測定した基礎生産量は図-35に示したとおりである。この値は表層から底層まで1m層毎に測定した生産量を総計したものである。

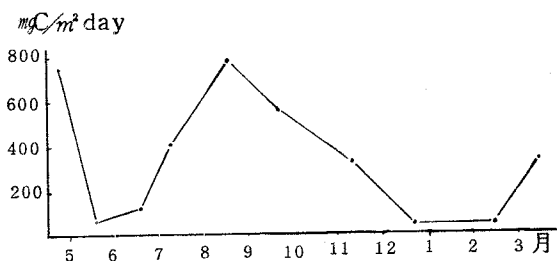


図-35 東郷湖の基礎生産量 (昭和40～41年)

図によると基礎生産は8～9月の高温時に増大し、低温時の1～3月は減少しているが、これはそのまま植物プランクトンの消長を示すものと解してよいだろう。

生産量の最大値は8月に出現して800 mg-C/m²-dayに達しており、この湖沼が如何に富栄養化しているかを示している。

年間の生産量を積算し、これを湖山池のそれと比較してみると、東郷湖の生産量は湖山池の約4倍にも達するものと試算される。

(8) 湖水の汚濁度

東郷湖の周辺には特に問題となるような汚水を排水する企業はない。²⁾従って湖水の汚濁源としては生活廃水が主要なものとなる。特に最近では湖岸の浅津、東郷温泉で旅館等観光施設が規模を拡張し、年間に48万人(昭和45年)を収容するようになった。これは41年の26万人に比べて2倍弱に相当する。これらの排水する下水は東郷湖にとって大きな汚濁源になっているものと考えられている。²⁾

鳥取衛研の調査によれば、東郷湖に注ぐ河川の水量と性状は表-22のとおりであるが、この中、汚濁源として特に問題となるのは南西部に注ぐ新町川である。²⁾この川は東郷温泉街の中心を流れており、この汚れは上記した観光施設によるものと解される。下浅津排水路のBOD6ppmも、浅津温泉街の廃水による汚濁であろう。その他の河川では、おおむね湖水よりも清浄であって特に問題はない。

表-22 流入河川の水量およびBOD

鳥取衛研の資料²⁾による

河川名	流量 (m^3 /日)	B O D ppm	BOD負荷量 (Kg/日)
舎人川	100	1.5	150
下浅津排水路	12	6.0	72
上浅津排水路	15	3.0	45
長江川	5	1.5	7.5
門田川	21	0.5	10.5
羽衣石川	11	0.5	5.5
東郷川	170	0.5	85
新町川	40	10.0	400
計	374	—	775.5

表-23の1 湖山池調査結果表

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	C _l ⁻ mg/L
		1	0.8	0	283	140	7.4	5.09	528
				1.9	280	185	7.2	4.83	482
			0.7	0	-		7.4		
		2		0	293	135	7.6	5.51	502
				2	290	175	7.5	5.09	503
				4	287	135	7.3	4.60	513
				6	279	355	7.0	0.00	1,065
	25.0			0			7.5		
		3		0	285	190	7.5	5.27	429
		4		0	289	160	7.5	5.12	455
				2	289	210	7.4	4.97	458
				4	287	230	7.2	4.34	454
				0			7.6		

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ml/L	C _l ⁻ mg/L
9:50		1	0.8	0	204	330	7.3	5.38	409
				1.9	197	-	7.2	4.06	373
		2	0.8	0	203	280	7.4	5.21	419
				2	203	260	7.4	4.98	420
				4	202	245	7.4	4.80	418
			-	6.5	203	-	7.2	2.79	421
		3		0	203	385	7.4	5.48	403
				1.4	203	-	7.4	5.40	402
	19.8	4	0.8	0	204	360	7.4	5.03	419
				2	204	370	7.4	4.98	420
				4	204	-	7.4	4.50	419

'71. 7. 19

質					泥					質
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色	
0.200	0.000	0.00	0.015	299						
0.262	0.000	0.00	0.025	377	0.122	0.582	144	880	灰 黑	
0.271	0.000	0.00	0.007	284						
0.208	0.000	0.00	0.007	310						
0.242	0.001	0.00	0.007	268						
2.260	0.002	0.00	0.120	336	1.06	2.62	500	1532	黑	
0.171	0.001	0.00	0.035	309						
0.279	0.000	0.00	0.015	299						
0.213	0.000	0.00	0.011	315						
0.140	0.002	0.00	0.015	292	0.145	0.286	663	1413	灰 褐	

'71. 10. 7

質					泥					質
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色	
0.01	0.000	0.00	0.011	324					砂	
0.00	0.000	0.00	0.024	590						
0.00	0.000	0.00	0.013	377						
0.00	0.000	0.00	0.013	350						
0.00	0.000	0.00	0.015	301						
0.01	0.000	0.00	0.020	396	0.945	2.16	602	1900	黑	
0.00	0.000	0.00	0.012	351						
0.00	0.008	0.00	0.018	409	0.060	0.283	338	10.75	灰 褐	
0.00	0.000	0.00	0.016	299						
0.01	0.000	0.00	0.016	336						
0.00	0.000	0.00	0.018	292	0.013	0.066	499	1820	灰 褐	

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	C _l ⁻ mg/L
10:10	90	1	-	0	67	8	7.0	7.44	524
				1.7	69	13	7.2	7.60	507
11:00	-	2		0	65	8	7.2	8.00	527
				3.0	64	8	7.2	7.89	532
				5.9	63	58	7.0	6.90	545
12:00	9.6	3		0	80	9	7.0	7.35	407
				1.3	69	10	7.0	7.43	516
	8.3	4		0	67	15	7.2	7.74	548
				3.7	65	38	7.2	7.66	551

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	C _l ⁻ mg/L
9:50	17.3	1	-	0	13.5	22	7.3	7.13	355
				1.5	13.2	24	7.3	7.00	354
10:10	19.8	2	-	0	12.5	12	7.4	7.47	366
				5.8	11.6	-	7.1	6.08	366
	19.6	4	-	0	13.4	15	7.3	7.47	345
				3.5	11.6	21	7.0	6.44	367

表-23の2 東郷湖調査結果表

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	C _l ⁻ mg/L
12:30		1			20.2	33.5	9.5	7.82	-
					19.6	46.9	9.5	7.35	-
13:35		2			20.7	39.5	9.6	7.88	-
					19.1	80.5	9.4	7.89	1.30

'72 2 17

質					泥					質
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色	
58	6	372	4	2.15	0.104	0.635	272	100	茶 色	
99	11	340	4	3.08						
59	5	325	3	2.18	0.615	1.39	514	189	表面茶黑	
55	4	310	2	2.40						
200	115	413	5	6.51						
50	5	310	4	2.07	0.079	0.369	257	97	茶	
73	7	270	0	2.54						
48	4	294	3	2.40	0.000	0.000	361	17.6	茶	
101	4	280	3	3.08						

'72 4 14

質					泥					質
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色	
63	0.000	12	7	2.38						
68	"	18	8	2.08						
63	"	12	6	1.28						
97	"	36	8	2.78	0.066	0.104	418	167	濃赤褐	
56	"	2	7	1.54						
70	"	8	6	1.38	0.00	0.00	392	134	濃赤褐	

'71. 5. 11

質					泥					質
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色	
0.02	0.018	0.00	-	4.71						
0.03	0.020	0.00	-	5.18			1223	145	黑	
0.01	0.015	0.00	-	4.71						
0.01	0.010	0.00	-	8.37			1220	208	黑	

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	
11:40		1	1.0	0	30.6	45.5	8.9	5.75	2.09
				2.8	30.3	44.0	8.7	1.90	2.09
		2	1.0	0	30.6	37.5	8.9	5.53	2.05
		3	1.5	0	30.6	25.0	8.7	4.59	1.98
				2.6	30.4	27.5	8.7	3.83	1.96

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	Cb ⁻ g/L
	21.3	1		0	21.5	37.0	9.1	7.10	1.71
			1.0	2.5	22.4	37.0	7.9	0.00	3.24
		2	1.0	0	21.4	42.0	9.1	7.13	1.75
				2.4	22.3	36.5	8.1	4.03	3.17
		3	—	0	21.2	44.5	8.9	7.08	1.62
				1.5	21.3	41.0	8.6	5.91	1.71
		4	—	0	21.8	53.0	8.7	5.81	1.75
				0.6	21.7	64.5	8.7	5.91	1.75

水									
時	気温	S t	透明度	水深	水温	濁度	P H	O ₂ ml/L	Cb ⁻ mg/L
10:30	11.0	4	—	0	6.7	23	8.5	9.02	7.47
				0.7	6.9	22	7.8	6.44	7.55
	—	1	1.3	0	6.6	21	8.6	8.85	7.07
				2.9	6.6	8.3	8.4	5.98	7.64
	—	2	1.5	0	6.6	23	8.7	8.50	7.07
				2.7	6.5	2.4	8.7	8.75	7.43
12:00	—	3		0	6.9	23	8.2	8.43	6.17
				1.2	6.7	2.8	8.3	8.40	6.41

'71. 7. 16

質					泥 質				
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色
022	000	0007	0007	730					
019	000	0010	000	690	1.01	247	775	1404	黒色腐泥
019	000	0014	000	674					"
018	000	0016	0012	715	0.09	0.19	888	125	灰 黒
017	000	0014	0010	704					砂混り シルト

'71. 10. 5

質					泥 質				
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色
0000	000	000	000	476					
0080	000	000	000	585	0.432	6.45	534	17.58	黒
0000	000	000	000	482					
0106	000	000	000	242	0.833	5.05	698	213	黒
0000	000	000	000	470					
0000	000	000	000	545	0.416	2.29	368	11.34	灰 黒
0000	000	000	000	500					
0000	000	000	000	418	0.056	0.071	101	3.20	茶 砂

'72. 2. 15

質					泥 質				
NH ₄ -N μg/L	NO ₂ -N μg/L	NO ₃ -N μg/L	PO ₄ -P μg/L	COD mg/L	遊離S mg/L	結合S mg/L	COD mg/L	強熱減量 %	色
99	12	435	3	305	0.371	0.333	6.37	3.53	
125	13	386	5	345					
154	11	424	3	316	0.915	3.78	675	190	泥の表面 茶色少々
—	12	435	3	398					
100	10	410	2	270	1.900	2.44	720	19.5	表層は 茶色
104	12	395	3	361					
95	10	455	4	298	0.230	1.20	23.7	7.70	
100	12	450	5	347					