

始



陸 水



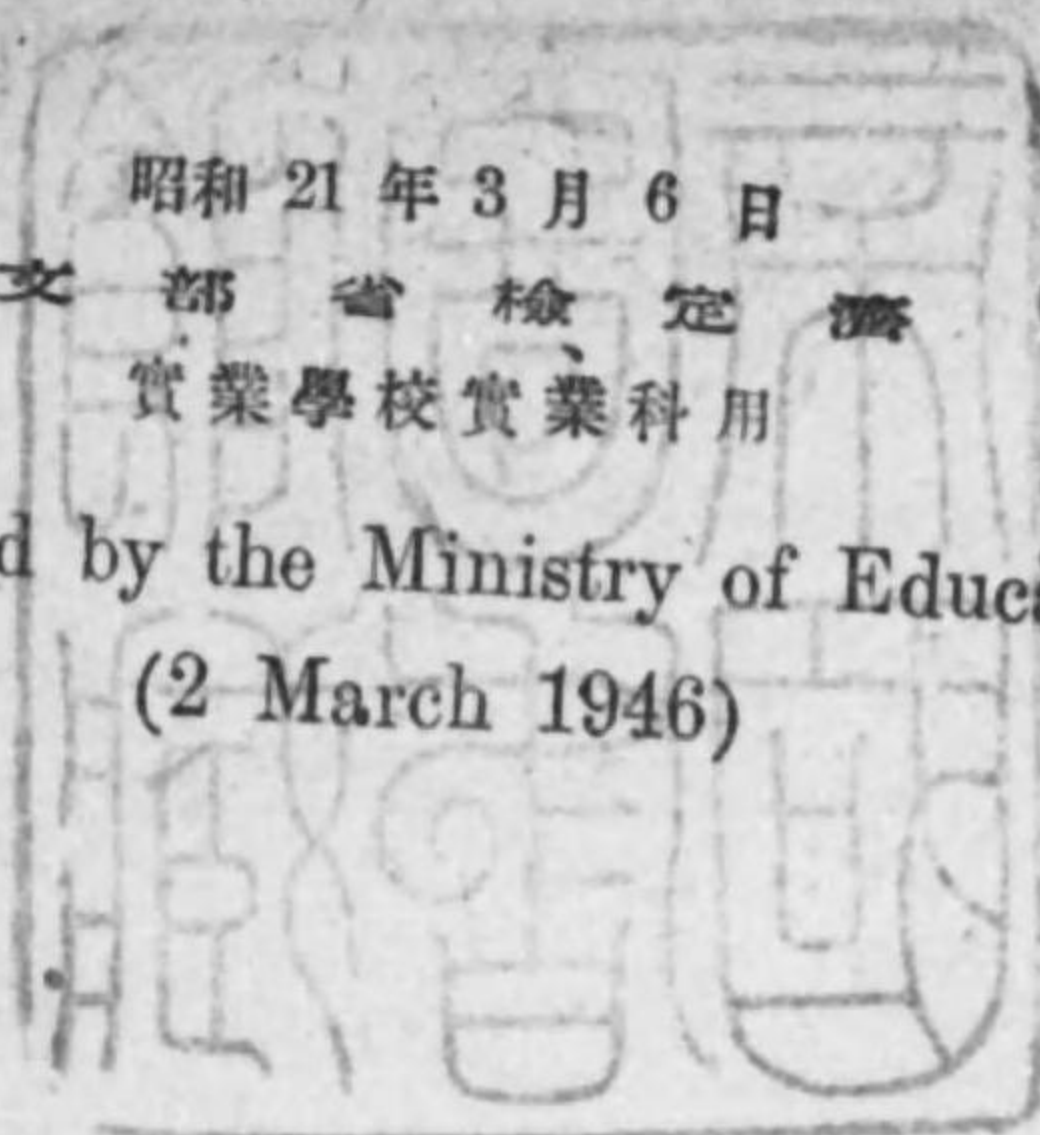
實業教育振興中央會

503
12

特 255
848

昭和 21 年 3 月 6 日
文 部 省 檢 定 濟
實 業 學 校 實 業 科 用

Approved by the Ministry of Education
(2 March 1946)



陸 水

實業教育振興中央會



目 次

503-12

序 説	1
第1. 陸水の意義	2
第2. 湖 沼	3
1. 湖水の色と透明度	8
2. 湖水の温度	12
3. 湖沼の氷	18
4. 湖水の成分	20
5. 湖沼の生物	25
6. 湖底の堆積物	30
7. 湖沼の物質循環	31
8. 湖沼の生産	34
9. 湖 沼 型	37
第3. 河 川	42
1. 河 川	42
2. 河川の水質と生物	46
第4. 地下水と泉	49
1. 地 下 水	49
2. 泉	52
3. 地下水・泉の水質と生物	54
第5. 陸水と人生	55
1. わが國陸水の特性	55

2.	陸水の利害	56
結	言	58

序 説

水がわれわれにとつてどんなに重要なものであるかは、人類が生活をしてゆく上に十日でも水がなくてはならないことだけでもわかる。太古の人類も水のある近くに住んでゐたが、世の中が進歩し、發達するにつれて益々水を必要とすることが増してきた。都會が大きくなつてゆくにも、種々な産業が發達してゆくにも、水が十分に利用できるかどうか最も重要な原因になつてゐる。電氣を起すときに、石炭を利用する火力發電と水の力を利用する水力發電とでは、どれだけの差があるであらうか。農業にとつては水がごく大切であつて、稻の收穫高には、水が大きな役目をしてゐることはいふまでもない。まして水中の生物を利用する水産業にとつては、水は一刻も忘れることのできない深い關係がある。しかし水を利用するには、唯水の重要なことを知つてゐるだけで決して満足できるものではない。自然にある水は決して一樣なものではない。今までに學んだことを土臺として、もう一度廣く深く水をみなほしてみると、今まで気づかなかつた新しい事實を知るに違ひない。自然の水のうちでも陸水はわれわれの手近なところにある。海洋に比べるとその觀察は一層たやすく便利なが多い。われわれは直接陸水に接して、これを理會することが陸水を利用する上にほんたうに役だつものであることを知つて、十分に注意して陸水を觀察してゆかう。

第1. 陸水の意義

先づ陸水はどんなものであるかをあらまし知る必要がある。地図を広げてみると陸地と水域とは區別してある。最も廣い海洋のほか、陸地の内部には湖沼や河川のある状態を示してある。湖沼と河川は陸地の表面にあつて地表水と呼ぶ主な陸水である。このほか地図に示されないが洪水のあとに出来る水溜りや雨のあとに出来る一時的な水溜りがある。地面の下にも種々な地下水があり、それから湧き出る泉がある。自然の水のほか、人の手で作つた貯水池・溜池・養魚池などの水や稻田・井戸などの水もある。特別なものであるが上水道・下水道・石油層の塩水・温泉などがあり、ごく小さいものでは竹の切口や墓石に溜る水もある。このやうな水も陸地内にあるものであれば、すべて陸水のうちに含まれる。

陸水を大別すると地表水と地下水とになり、地表水を更に流れる河川と、静止してゐる湖沼とに區別する。

これらの水はどこからどうして運ばれてくるであらうか。地球の表面から水は絶えず水蒸氣になつて蒸發し、温度が下ると再び水になる。それが集つて形が大きくなると霧・雨・雪などの天水となつて地上に降つてくる。そしてその一部は再び蒸發するが、一部は地下に吸ひ込まれて地下水となり、残りは地表水になる。陸水は、普通には水と呼ばれるほどに大部分は淡水であるが、ときには多量の塩分を含んだ湖沼も

あり、特別な化學成分をもつた鑛泉などもあつて、陸地内の水は一様に淡水であると考えるのは適當でない。陸地に圍まれたこれらの水を海洋に對して陸水と總稱する。このやうに陸水には廣い範圍のことが含まれてゐるから、直接に學ぶことも限られてくるであらうが、できるだけ觀察を廣くして學ぶことにしよう。

第2. 湖 沼

湖沼は海や河川の一部からも出来るが、普通その周圍は陸地に圍まれてゐる。全く出口をもたないものもあるが、多くは出口があつて直接には海と連絡することがない。湖沼の中に、たたへられてゐる水は河川のやうに常に流れてはゐない。

1. 湖沼の區別

湖沼には湖・沼・池・濕地などがある。

○それらにはそれぞれどんな特徴があるだらうか。

湖沼に生えてゐる植物のうち、一番岸に近い浅い所には菖^{よし}マコモ・ガマ・太^{かた}蘭などの、莖や葉の大部分が水の外に出てゐる挺水植物が生えてゐる。少し深くなると菱^{いし}・スキレン・ジュンサイなど莖は水中にあるが、葉だけを水面に浮かべてゐる浮葉植物などが生えてゐる。更に水の深さが増すと黒藻・金魚藻・蝦藻などのやうに、莖も葉も水の中にある沈水植物だけがみられるやうになる。

このやうな大形植物群が岸近くだけに限られて、中央の深

い底には、沈水植物も生えてゐないものが湖であつて、深さは大體5m以上のものである。沼は湖よりも浅く大體2mぐらゐで、中央部までも沈水植物の生えてゐるものである。湿地或は沼澤といふのは、更に水が浅くなつて挺水植物が至る所に生えてゐるものである。

池には湖にはいるものも沼にはいるものもあるが、深さに關係なく小さいもので、多くの場合は人工で掘つたものをいふ。潟湖(ラグーン)は海岸にある浅い湖で、砂洲によつて海とへだてられてゐるものが多い。琵琶湖のやうな大きくて岸の浅い湖には、これに似たものが出来て内湖と呼ばれてゐる。

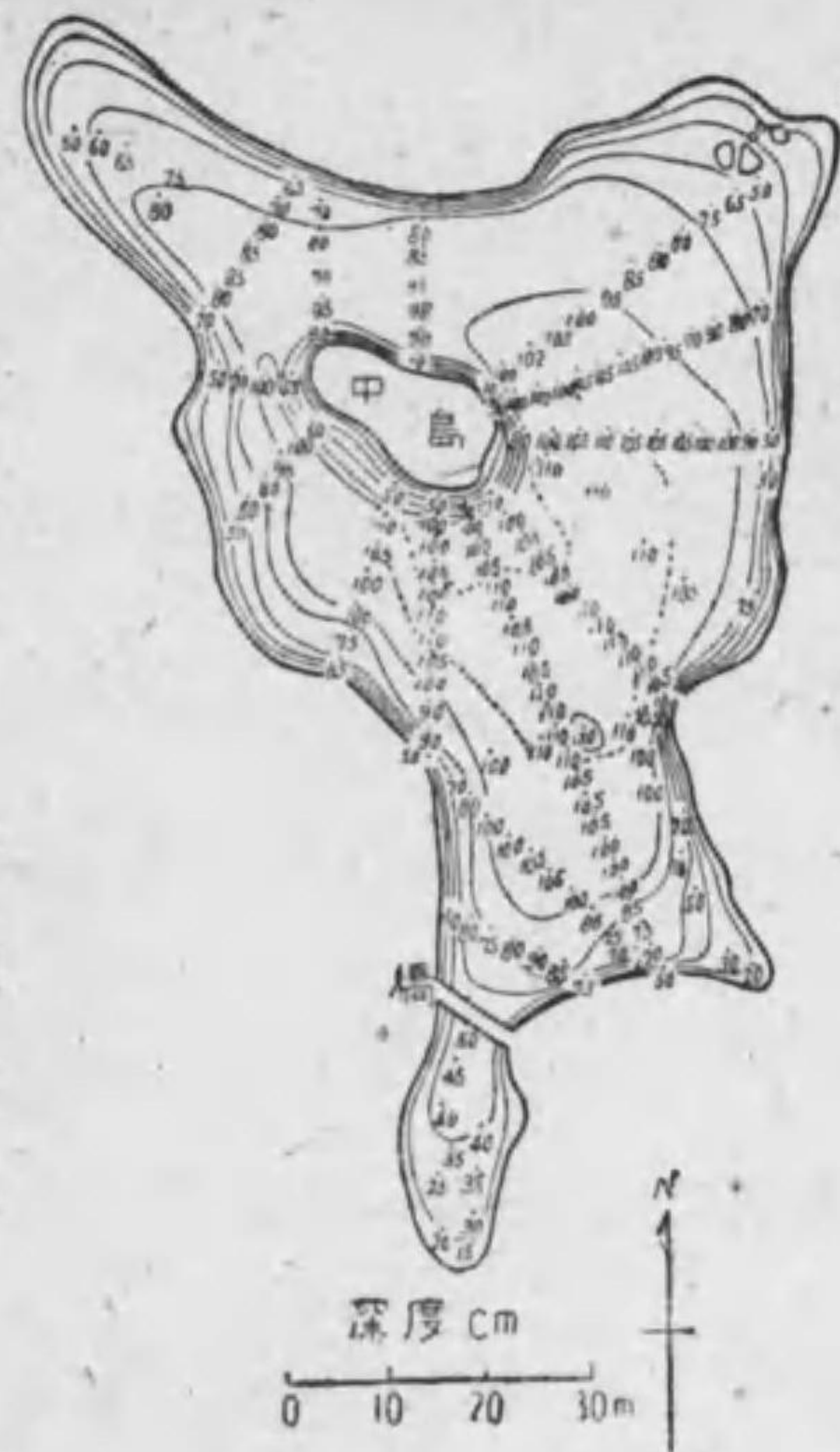
湖沼は地方によつて種々な名で呼びならされてゐて、湖沼のほんたうの性質と一致しないものも多い。同じく湖にはいるものが琵琶湖・霞浦・小河原沼・鯉池(鹿兒島)・一ノ目潟(秋田)のやうに名を違へてゐる。ト一・ミヨ・タマリ・潭・堀・落堀おちぼりなどの名で湖沼を呼んでゐる地方もある。湿地はヤチ・サハなどとも呼ばれてゐる。

2. 湖盆の成因

湖沼の水の溜つてゐる所は湖盆である。湖盆がほかの所より低くなつてゐるためには、何かの力が働かなければならない。人手で堤防をつくつて出来たものもあるが、自然には種々な作用が働いてゐる。

河川や氷河や地下水などによつて土地がけづられたりときには強い風によつて土砂が運ばれて出来たもの(侵蝕湖)地震などによる山崩れや火山の噴出物、或は氷河や河川から

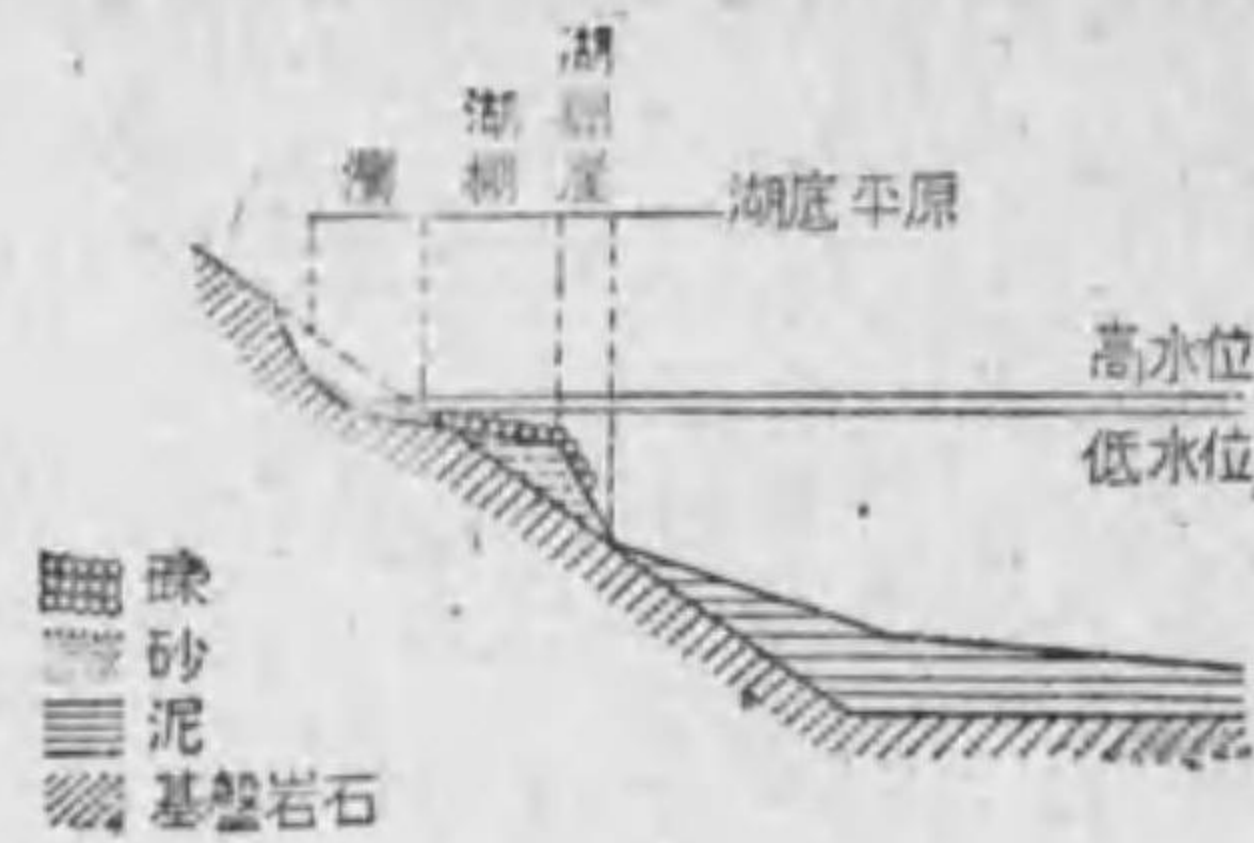
運ばれたものなどで谷や川が堰とめられたもの(堰止湖)。火山の火口が火山活動が弱くなつて出来るもの(火口湖)。土地の陥没によつて出来るもの(陥没湖)などがある。カルデラ湖といふのは火山地方に多く、土地が鍋状に陥没して出来た湖のことである。田澤湖・池田湖・猪苗代湖など、わが國の深い湖の多くはこのやうにして出来たものである。



第2・1圖 深度圖

湖沼の出来方は地圖の上から地形を知つて、その地質構造を調べてもわかるのであるが、湖沼の名によつても、又はその土地のいひ傳へなどからも察せられることがある。霞浦や八郎潟などは、名が示すやうに附近の川から出る土砂によつて海の一部を區切つてしまつたもので、あまり古くない時代に出来た湖である。

- この地方にある湖沼はどうして出来たであらうか。
- 何かそれに関係のある話はないか。



第2.2圖 湖盆の地形

3. 湖盆の形態

湖沼の平面圖に地形圖と同じやうに等深線を入れて 水の深さを書き表せば深度圖が出来る。深度圖は湖盆の面積・體積・平均深度・物理的の計算などをするのに大切なものである。深度圖から湖沼の断面をつくつてみると湖盆の状態がよくわかる。

湖岸に沿つて浅い所が帯狀に廣がつて、それから沖の方は急に深くなつてゐる。断面でみると浅い所は棚狀になつてゐるので湖棚と呼ぶ。急に深くなる所は湖棚崖である。水の美しい湖を附近の山から見下すと 湖棚崖の部分で水の色が急に青くなつてゐる。湖沼の底は大體平らになつてゐるので湖底平原といふ。湖沼によつては中に島のあるものや 湧水のために深くなつたものや 水の流れなどのために特に深くなつた所がある。琵琶湖や田澤湖の深い底は海面よりも低い。

深度圖は正確な平面圖に、正確に地點をきめて深さを測つた値を記入することが必要である。平面圖は陸地測量部の地圖や海圖などから

○大正池(長野)や震生湖(神奈川)などは、その名からどんな作用でいつ頃に出来たか想像することはできないか。

第2.1表

湖名	所在地	高度(m)	面積(km ²)	最大深度(m)	備考
カスピ海	アジヤ ヨーロッパ	126	43.8000	946.0	世界最大鹹湖
スベリオル	北アメリカ	184	8.3300	307.0	淡水湖
バイカル	シベリヤ	462	3.3000	1741.0	世界最深湖
琵琶湖	滋賀	86	671	96.0	
八郎潟	秋田	0	223	4.7	
霞浦	茨城	2	189	7.6	
猪苗代湖	福島	514	104	94.6	
宍道湖	島根	1	82	6.4	
屈斜路湖	北海道	121	79	120.0	
支笏湖	〃	248	76	363.0	
濱名湖	静岡	0	72	15.8	
洞爺湖	北海道	83	69	179.0	
小河原沼	青森	1	62	25.0	
十和田湖	青森・秋田	401	59	334.0	
北浦	茨城	1	39	10.0	
印旛沼	千葉	1	25	1.0	
田澤湖	秋田	250	25	425.0	
摩周湖	北海道	351	19	212.0	
伊庭内湖	滋賀	86	15	3.0	
諏訪湖	長野	759	14	7.0	
阿寒湖	北海道	419	12	36.6	
手賀沼	千葉	2	11	2.0	
中禪寺湖	栃木	1271	11	161.0	
池田湖	鹿兒島	66	10	933.0	
樽原湖	福島	819	10	31.0	

主要湖沼 (八郎潟・宍道湖・濱名湖以外の淡水湖を除く)

適当な大きさに書き寫して用ひることができる。永い間には種々な變化もある。小さい湖沼は地圖に出てゐないこともある。自分でつくることも考へてみよう。深さを測つた點を正確に知り、地圖の上に記入するには、わかつてゐる地點からの距離と角度が必要である。

1. 湖水の色と透明度

水面に達した太陽の光線は一部は反射して、残りは水の中にはいつてゆく。水中にはいつた光は水に吸収されて弱くなるが、水中に浮かんでゐる生物や生物の破片・死骸或は泥・粘土などのやうな有機や無機の懸游物資(セストン)に吸収されて、水の深さを増すにつれて急に光が弱くなる。

1. 湖水の色

光線の水中で吸収される割合は光の色で違ふ。赤や黄色の光線は最も早く水面近くで吸収され、青みを帯びた光線だけが深くまでいつてゆく。水の深さが増せば青色に近い光線だけが残ることになるから、湖水の水に色がなくとも、10 m 以上もある湖沼の水は青く見える。湖沼の深さが違つても懸

第 2・2 表

藍色液	硫酸銅 1 g	標準液の番號	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	アンモニア水 10 ml		
	水 190 ml	藍色液の割合 (%)	100, 98, 95, 91, 86, 80, 73, 65, 56, 46, 35
黄色液	クロム酸カリ 1 g	黄色液の割合 (%)	0, 2, 5, 9, 14, 20, 27, 35, 44, 54, 65
	水 200 ml		

游物質の量が違つても湖水の色が變る。この色をきめるには

フォーレルの水色標準液がある。これは第 2・2 表のやうに藍色液と黄色液を混合して 1 から 11 號までに區別し、ガラス管に封じたものである。これらが白いものの上で示す色を太陽の直射を受けないやうにして、湖水の色と一致する番號で水色を現すのである。

標準液の色は 1~4 は藍色、5~8 は綠色、9~11 は黄綠色であつて、それらに相當する湖沼を藍色湖・綠色湖・黄色湖と呼ぶことがある。

田澤湖や摩周湖のやうな透明な湖は 3~4 を示し、わが國の山間にある深い湖は大抵この間の色である。平地にある濁つた湖沼は 9~11 ぐらゐである。湖の場所によつて水の色が變ることがある。

○同じ沼で晴れたときと曇つたときでは水の色が違ふか。

泥炭地や濕地にある湖沼では、腐植質のために水が褐色をしてゐるものが多い。火口湖や火山地方の湖沼には、硫黄などのため乳白色になつたものや、水の中に種々なものが溶けて瑠璃沼・青沼・赤沼(磐梯山五色沼)などの名が示すやうに特別な色をしたものもある。植物性プランクトンや動物性プランクトンがたくさん繁殖し、その生物の色素のため違つた水の色になることがある。養魚池に多いアヲコは藍藻のミクロシステイスの集つたものであるが、夏には平地の榮養分の多い湖にもみられる。アナベーチ・アフアニゾメノン・オンラトリヤなどの藍藻もたくさん集ると水の色が黄綠色や赤色

に變る。水華^{みづのはな}はこのやうに生物が集り、水面に浮かんで水の色を變へるものである。珪藻は黄褐色の色素をもつてゐる。

○珪藻や緑藻・鼓藻なども多量に繁殖することがあるが、それによつて水の色はどうなるであらうか。

ユーグレナは大抵は緑色であるが、ときには赤褐色となつて稻田や水溜りの表面に膜のやうに廣がつてゐる。稀にはラツバムシやペンマウチユウが繁殖したため赤褐色になることがある。これらは海で起る赤潮に相當するものであるが、湖沼では魚に害を與へるやうなことは少い。これらの生物はときにはいやな臭ひを出すので、水道の貯水池や遊泳池などでは常に漂白粉や硫酸銅を用ひて殺菌すると共に、これらの生物を死滅させて水を美しく保つやうにしてゐる。

2. 透明度

湖水の澄んでゐる度合を透明度といひ、普通は直径 25—30 cm の白色圓板を沈め、眞上から肉眼で見て周圍の水と區別できなくなつた深さを m で表すことにしてゐる。湖沼によつて水の色が違ふやうに透明度も違ふ。光線の弱り方は水中の懸游物質に左右されるから、透明度が違ふ湖沼では著しく變つてくる。表面下 1 cm の光を 100 として測つた光の割合は第 2・3 表のやうで、10 m の深さでは透明な本栖湖の 21 に對し、少し濁つた琵琶湖では僅か 3.3 となる。

植物の生活には或る程度の光が必要である。透明度は水中の光の強さによつて違ふから、植物の生えてゐる深さと透明

度とは關係がある。

第 2・3 表

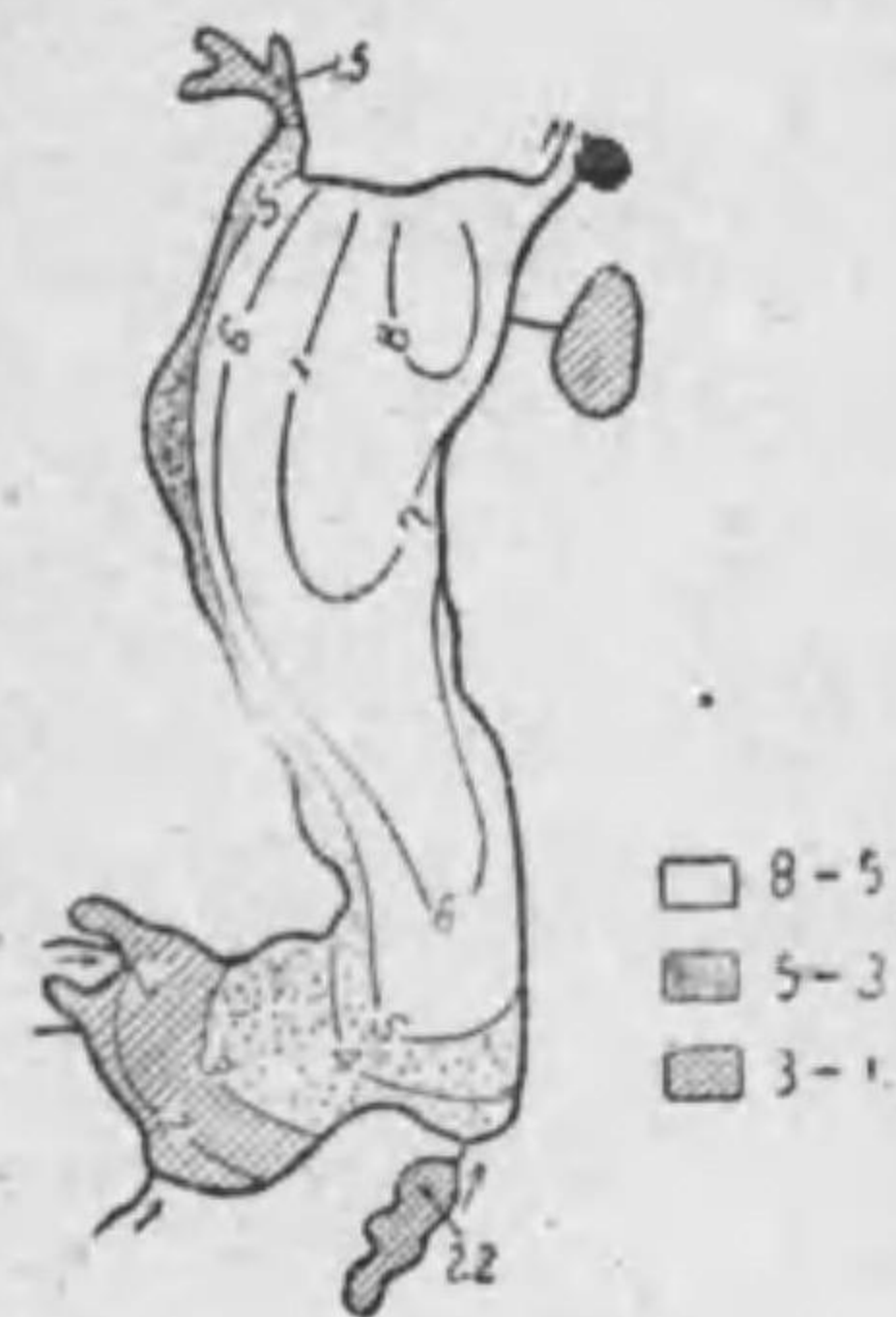
湖名	本栖湖	西湖	青木湖	木崎湖	琵琶湖	山中湖	
透明度(m)	12.5	10.5	9.5	5.0	4.5	5.5	
各光の深さの割合(%)	1(m)	79.0	78.0	73.0	64.0	58.0	78.0
	5	42.0	32.0	27.0	14.0	16.0	20.0
	10	21.0	14.0	13.0	2.2	3.3	2.6

車軸藻は湖中の深い所まで生えてゐる藻類であるが、中禪寺湖や蘆湖では 20 m、青木湖では 16 m ぐらゐがその下限である。わが國の湖沼では、大體透明度を 1.5 倍した深さがその生えてゐる下限とみて差支へない。わが國には透明な湖が多く、世界の最も透明な湖のうち半數以上はわが國にあつて、摩周湖の 41.6 m は世界で最も透明度が深い。

山間にある湖は一般に透明で、田澤湖は 33 m、十和田湖と猪苗代湖は 20 m 餘、中禪寺湖と本栖湖は 18 m ぐらゐである。霞浦や北浦及び諏訪湖などはプランクトンが多く、粘土などで濁つて僅かに 2—3 m である。

○湖水の色や透明度は測る人によつて大きな差が生ずるか。

湖水の色や透明度は、同じ湖でも川の入口や湖岸と沖合とでは違ふこ



第 2・3 圖

小河原沼の透明度水平分布



第2.4圖 透明度の年変化

○これをみると透明度の多い田澤湖が一番変化して、透明度の小さい諏訪湖の変化が少いのはどうしてか。

透明度の深い湖には水中に含まれてゐる懸游物質がごく少く、透明度の浅い湖では懸游物質が多く濁つてゐる。湖水の透明な水中では僅かな懸游物質の増加があつてもその影響が大きい。反対に透明度の小さい湖では懸游物質が多く、濁つてゐるから透明度を少し変化させるにも多量の懸游物質が増減しなければならない。

2. 湖水の温度

湖沼の水は主に太陽からの輻射によつて温められる。随つて表面の水温はそのときの気温に大體近くなつてゐるが、1年間を通じてみると夏は気温よりも少し低く、冬は幾分暖かい。1日中の変化する様子も大體気温と同様であるが、その変化は気温より少く、最高・最低を示す時刻も気温より遅い。

1. 表面水溫

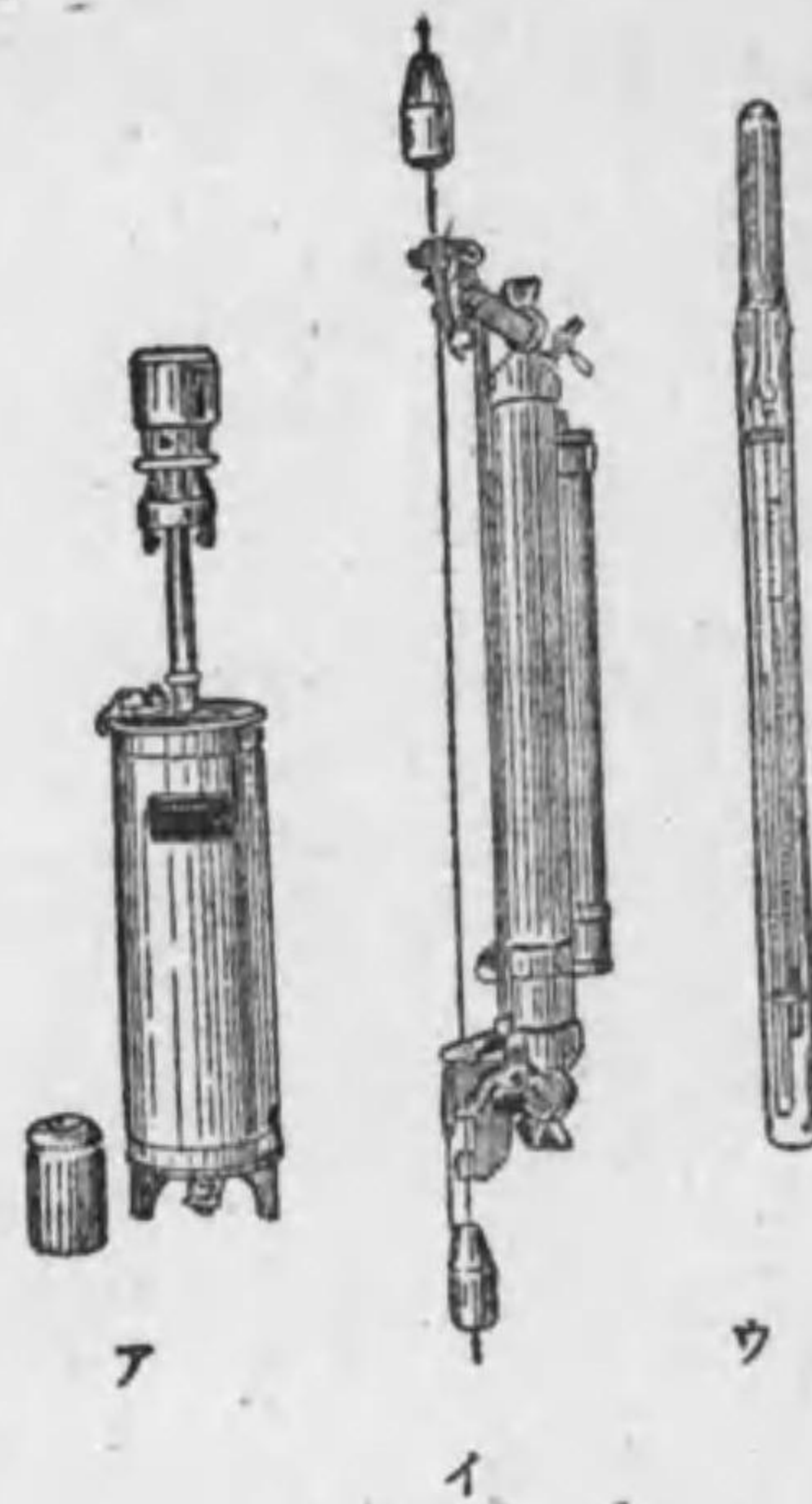
淡水の密度は 4°C のときに最大となる。水温が 4°C より高くなつても低くなつてもその水は軽くなつて表面の近くにあるやうになる。表面水温の変化は、岸に近いほど大きく沖合では少い。気温の高い地方では、1年中水温が 4°C よりも低くなることはない。このやうな湖を熱帯湖といふ。熱帯地の湖やわが國でも琵琶湖と蘆湖をつらねた線から南にある湖沼にみられる。池田湖は最高 31°C 、最低 10.5°C 、琵琶湖は最高 29°C 、最低 5.5°C である。蘆湖と西湖(山梨)は多くの年は最低 4°C 以上であるが、ごく寒い年に限つて 4°C 以下になる。温帯湖は最高水温 4°C 以上であつて最低水温 4°C 以下となる湖である。わが國及び温帯と寒帯にある大部分の湖沼はこの中にはいる。温帯湖は水温の年変化が大きく、沖合でも $0\sim 30^{\circ}\text{C}$ ぐらゐの間を変化するものがある。養魚池や稻田などの浅い所で水を換へないときは、水温の変化は更に大きく最高水温は 40°C ぐらゐになる。濱名湖は中心部では最高 24°C 、最低 4°C で 20°C の差であるが、知波田の灣入部では最高 38°C 、最低 0.8°C でその差は 37°C にも達する。

水温が年中 4°C 以下である湖沼を寒帯湖と名づけるが、まだその存在は認められてゐない。

2. 深層の水溫

水温は場所・季節・時刻のほか深さで違ふ。

湖沼の深い所の温度は、ゴムやエポナイトで外側を包んで熱の出入をなくした採水器で、水を汲み上げて棒状温度計で



第2・5圖
 ㊦北原式B號採水器 ㊧ナンセ
 ヲ式顛倒採水器 ㊨顛倒溫度計

計るか 特別な顛倒採水器に
 顛倒溫度計をつけて水を汲み
 取ると共に水温を計る。深い
 層では顛倒溫度計を用ひるの
 が正確である。このやうにし
 て計つた深層の水温を調べて
 みよう。第2・4表は夏の西湖
 の水温である。

縦軸に深さをとり、横軸に
 水温の値を表せば、水温の鉛
 直分布圖が出来る。表面から
 15 m までは水温に變化がな
 く大體等しい値を示してゐる
 が、それよりも下層の 15 m

第2・4表

西 湖	深 度 (m)	0	5	8	10	15	20	30	40	50	60	70
(山 梨)	水 温 (°C)	24.1	23.7	23.0	16.7	9.3	6.9	5.5	5.1	5.0	5.0	5.0

までは水温が急に降つてゐる。20 m よりも深い層は再び水
 温に大差がなくなる。水温の急に變化する層を變水層又は飛
 躍層といひ、1 m につき 3°C ぐらゐ、ときには 10°C 近くま
 で變る。それから表面までは水のよく混合し循環する表水層
 である。深水層は變水層から下の水温が低く水があまり動か

ない所である。この關係から深い貯水池の水を使ふときに、
 暖かい水を必要とする水田や養魚池には表水層を利用し、冷
 い水を必要とするときには深水層の水を利用すればよいこと
 がわかる。動物性プランクトンのうちには、光の強い晝は深
 い所に棲み、夜光が弱くなると表面に浮かんでくるものがあ
 る。ハリナガミチンコは冷い水温を好み、夜は上層に浮かぶ
 性質があるが、水温が高いと變水層でさへぎられて、表水層
 にこないでその下に集つてゐる。變水層は水温だけでなく
 その他の水の性質も僅かな深さの差で急に變つてプランクト
 ンなどが集ることが多い。鱒類は冷い水を好み水温に對して
 敏感な魚である。

○夏、湖の表面に網を張れば姫鱒をとれるだらうか。

變水層のある深さや厚みは、湖沼の形態・風當りの様子や
 注ぎ込む水などで違つてゐる。風當りの強い大きな湖ほど深
 い層に出来るので、そのやうな湖があまり浅いと上下の差が
 なくなる。山に圍まれた小さくて深い湖沼には浅い所にあつ
 て、上下の水温差が著しくなる。

深水層の水温は、熱帯湖では大體その湖沼の冬の最低水温
 を示し、深い温帯湖では 4°C 近いものになる。ごく深い湖の
 深層では 4°C 以下になることがある。

○密度の小さい水が深い層にあることになりはしないだら
 うか。

水の最大密度は 1 氣壓のときには 4°C であつて、強い壓力

第 2・5 表

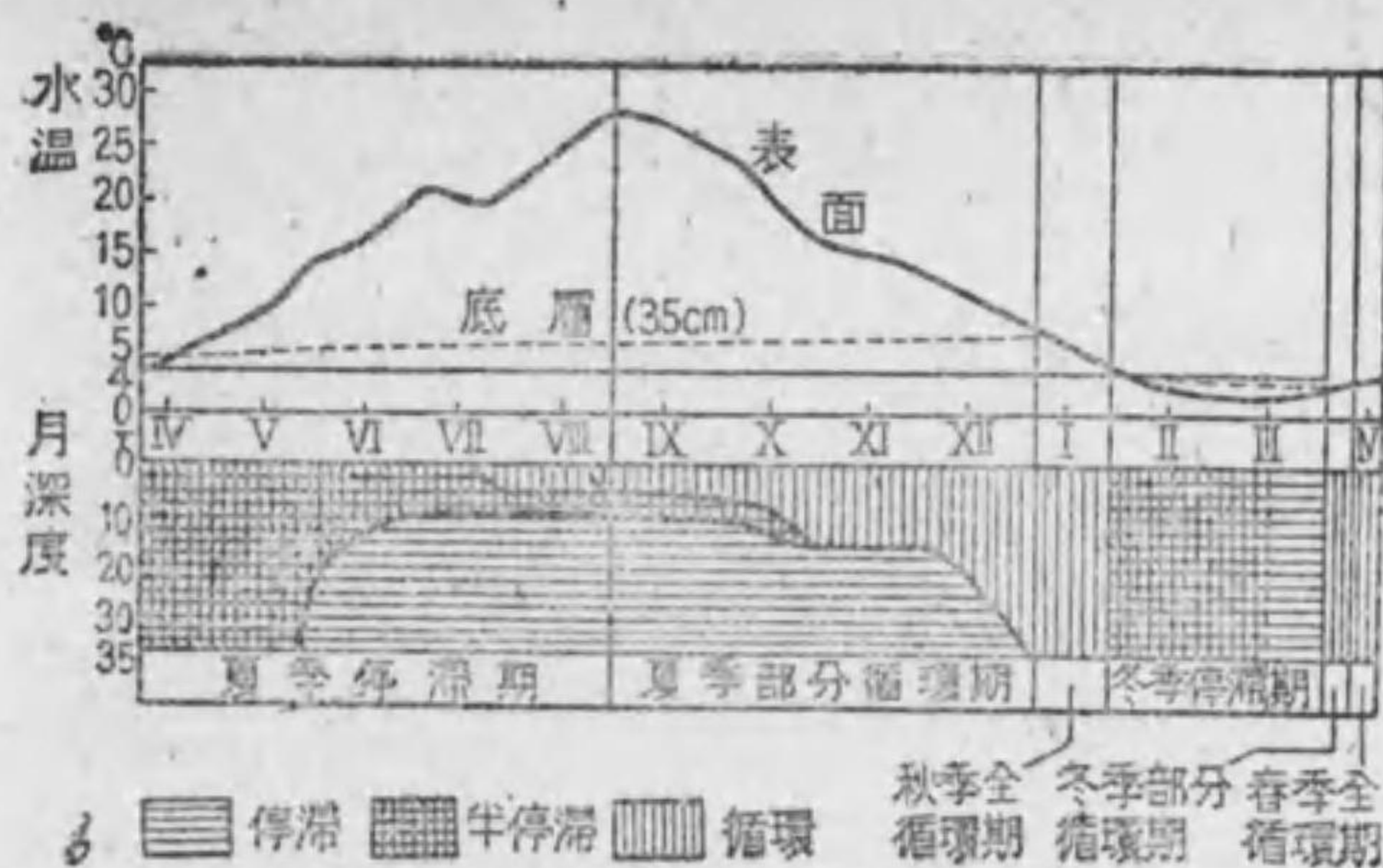
バイカル湖	1600m	3.19°C
田澤湖	420'	3.8'
支笏湖	360'	3.6'

が加ると壓力に應じて最大密度となり温度が低くなる。水の深さが 10 m 増すと大體 1 氣

壓の壓力が加るので、ごく深い層では 4°C よりも低い温度で密度が大きくなる。ごく稀であるが十和田湖のやうに 100 m 附近の深さで 4°C 近くなり、150 m より深い所では却つて温度が高く 5°C となるものがある。水の密度は塩分を多く含むほど大きくなる。温度が高くて塩分を多く含んだ水があるときには、密度が大きいため底の方でも水温が高くなる。このことから水温と塩分の量を計つて、深い所にある湧水を知ることができる。

3. 深層水温の年變化

水温の年變化の状態を温帯湖に就いて調べてみよう。水温の變化によつて水の密度が變るから、上下の水温の差の大小によつて湖水が循環するときと、停滯するときが出来る。春から夏の最高水温になるまでの時期は、温められた軽い水が冷い重い水の上に出来る。風の影響を受けやすい表水層の水は循環して、その他の水層は停滯する(夏季停滯期)。秋に向かふにつれて気温は降つて、湖水は表面から冷え始める。表水層から循環する水の層は次第に厚さを増し、夏の湖底の水温になるまで上の水が循環する(夏季部分循環期)。更に冷えて全層が 4°C 近くなると、これまで幾分停滯してゐた深層の



野尻湖の水温年變化と湖水の停滯及び循環

水も少しの風によつてよく循環するやうになる(秋季全循環期)。

全層が 4°C になつてから 0°C になり、氷が張るまでは冷い水が上にあつて再び水が停滯するやうになるが、その温度差が少いので循環しやすく、氷が張つてから全く停滯する(冬季停滯期)。これが春の暖かい光を受けて一部が循環するやうになる(冬季部分循環期)。更に暖かくて氷が消える頃は全層が 4°C となつて、湖水が再び完全に循環する(春季全循環期)。

○熱帯湖の水温の年變化はどうであらうか。

このやうにやや深い温帯湖では大體六つの期間を區別することができて、年 2 回深層まで循環し、年 2 回停滯する。風當りの強い浅くて大きな霞浦などの湖沼は、上下の水は常に風に亂されて大體 1 年中循環する。海水のはいる春採湖(北海道)や水月湖(福井)などでは深い層の水には、多量の塩分を含んでゐて上下の密度差が大きく、1 年中停滯してゐる。

3. 湖沼の氷

純水は 0°C になれば氷になる。温帯湖の多くは結氷するが、そのときの温度は塩分の多い湖では 0°C よりも幾分低い。淡水湖でも風があれば表面でも容易に 0°C にならないから、静かな湖に比べると結氷する時期が遅れる。

湖沼の結氷の様子を観察してみよう。静かな水面に氷が張り始めるときは針のやうであるが、やがて板状になる。水面が動いてゐる場合には、針のやうに凍つた氷が集つて軟かい泥のやうになる。これが次第に大きく固くなつて圓板状になり、湖面が静かになると互ひについて平らな氷が出来る。雪の多い地方では、雪が氷に混つて粥氷になつて凍ることが多い。小さい湖沼では一夜のうちに全面が凍るが、大きい湖沼では湖岸や入江から始つて中央部に及ぶ。

風當りの強い所や河川の出入口、又は湧水の上などでは永く凍らないで残ることがある。寒さが加れば出来た氷の厚さが増す。その上に雪が積り或は暖かいために氷の溶けた水があつたりして、湖の厚い氷を切つてみると、上から下まで一様でないことが多い。

氷が相當厚くなつたときに気温が更に低くなると、氷の温度も 0°C よりも低くなる。氷の温度が 0°C より低くなると、氷は収縮して音をたてて裂目が出る。裂目には下から水が止つてくるが寒さのために凍つてしまふ。次に気温が昇つて氷が膨脹すると、互ひに強い圧力を受けることになる。圧力

を受けた氷は、力の弱い裂目の所か湖岸の所へ氷を押し上げるやうになる。かうして出来た氷の隆起した氷丘脈は、長く湖面の裂目に沿つて出来ることがある。諏訪湖の御神渡おみわたはこのやうなものをさしていふのであつて、400年以上もその記録が残つてゐて、過去の氣候を知る貴重なものである。松原湖や榛名湖などにも同じものがある。

暖かくなれば、湖面に張つた氷は岸の浅い所から溶け始める。気温が 0°C よりも高くなれば氷の表面からも溶けてくるが、水温も次第に高くなるので氷の下面からも溶ける。溶けた水面が出来ると風の力によつて解氷が速められ、大きな塊が次第に壊れて小さくなる。このとき強い風があると、流氷が風下に集つて湖岸のものを壊すことがある。

結氷から解氷までの期間は、湖沼のある地方の気温に左右されることが大きいが、湖盆の形態や風當りの強弱及び注入水の状態などで違ふ。

平均の結氷日数は第2・6表のやうであるが、同じ湖でも年によつて気温が違ふから結氷日数も變る。野尻湖は20年間に最大80日、最小1日、諏訪湖あけうみは明海といつて全く凍らない年がある。中禪寺湖・猪苗代湖・田澤湖・十和田湖・洞爺

第2・6表 平均結氷日数

野尻湖	42日	精進湖	71日	渡島大沼	112日
諏訪湖	55日	榛名湖	93日	赤越大沼	120日
山中湖	55日	松原湖	99日	網走湖	140日

湖・支笏湖などは寒い地方にあるが、深いために殆ど凍らない。

湖沼の結氷・解氷の速いか遅いか、氷の厚さや結氷期間の長短などは、湖上の舟の運行や氷上の交通などに関係が深い。

4. 湖水の成分

湖沼の水には種々な塩類が溶けてゐる。その塩類を含む量によつて鹹水湖と淡水湖に區別する。

1. 鹹水湖

湖水 1 l 中に 500 mg 以上の塩類を含む湖沼である。溶けてゐる成分には、食塩を主成分とするもの、芒硝・炭酸ナトリウム・硫酸石灰などを主成分とするものなどがあつて一様ではない。海岸に近い瀛水湖には常に海水がはいつてくる。その量には多少の差があるが、その組成は大體海水に似てゐる。随つて塩分の低い水に生活できる海の生物がすべて棲息する。特に塩分の多いサロマ湖（北海道）・萬石浦（宮城）・濱名湖などでは浅い灣内と同じやうに鱈・黒鯛・スズキ・鯉などの魚類が多く、カキ・アサリ・アマノリなどの増殖が行なはれてゐる。

塩分が海水の 1/20 ぐらゐになつた小河原沼・酒沼（茨城）・宍道湖（島根）・河北潟（石川）などは淡水湖に近く、湖岸には葦やマコモが生え、鱈・ワカサギ・鮒などの魚類が主なものとなつて、アマノリやカキなどの増殖はできない。

活火山附近にある湖沼は硫酸石灰を多く含み、藏王山の御釜、磐梯山の五色沼には 1 l 中 1.5 g の塩類があつて、強い

酸性を示して魚類は全く棲まない。大陸の内部には、氣候が乾燥して水分の蒸發が盛んなために鹹くなつた湖がある。死海の表面水は 1 l 中 192 g の塩分があつて、海水の 5.5 倍の塩類を含むことになる。アフリカのカトプエー湖は 1 l 中 310 g の塩分量をもち、世界で最も塩分の多い湖である。中華民國や蒙古などの奥地には、塩池と呼ばれ食塩を採集してゐる湖沼も少くない。このやうな湖沼には塩化カリ・塩化マグネシウム・臭素などを海水よりも多く含むものがある。

2. 淡水湖

湖水 1 l 中に 500 mg 以下の塩類を含む湖沼で、その中の生物はこれらの塩類を利用して生活してゐる。生物の必要な成分は窒素・水素・炭素・酸素・燐・珪素・硫黄・塩素・石灰・マグネシウム・ソーダ・カリ・鐵などで、淡水湖に含まれる量は大體第 2・7 表のやうである (1 l 中の mg)。

第 2・7 表

炭	素	5~10	塩	素	1~50
窒	素	0.05~2	石	灰	3~50
酸	素	.5~12	マ	グ	ネ
燐		0.005~0.1	シ	ウ	ム
珪	素	1~30	ソ	-	ダ
硫	黄	1~10	カ	リ	1~5
			鐵		0.001~1

その中で窒素・燐・珪素以外のものは湖水中の他の塩類から補はれるか、空中から溶けてくるかして、生物に必要な量は十分に含まれてゐる。珪素は珪藻の繁殖に必要なものであ

るが、わが國の湖沼では多量に含まれてゐる。これらの塩類では、特に窒素化合物と磷酸塩がその量が少いのであるが、湖沼の生産を支配する主要なものである。

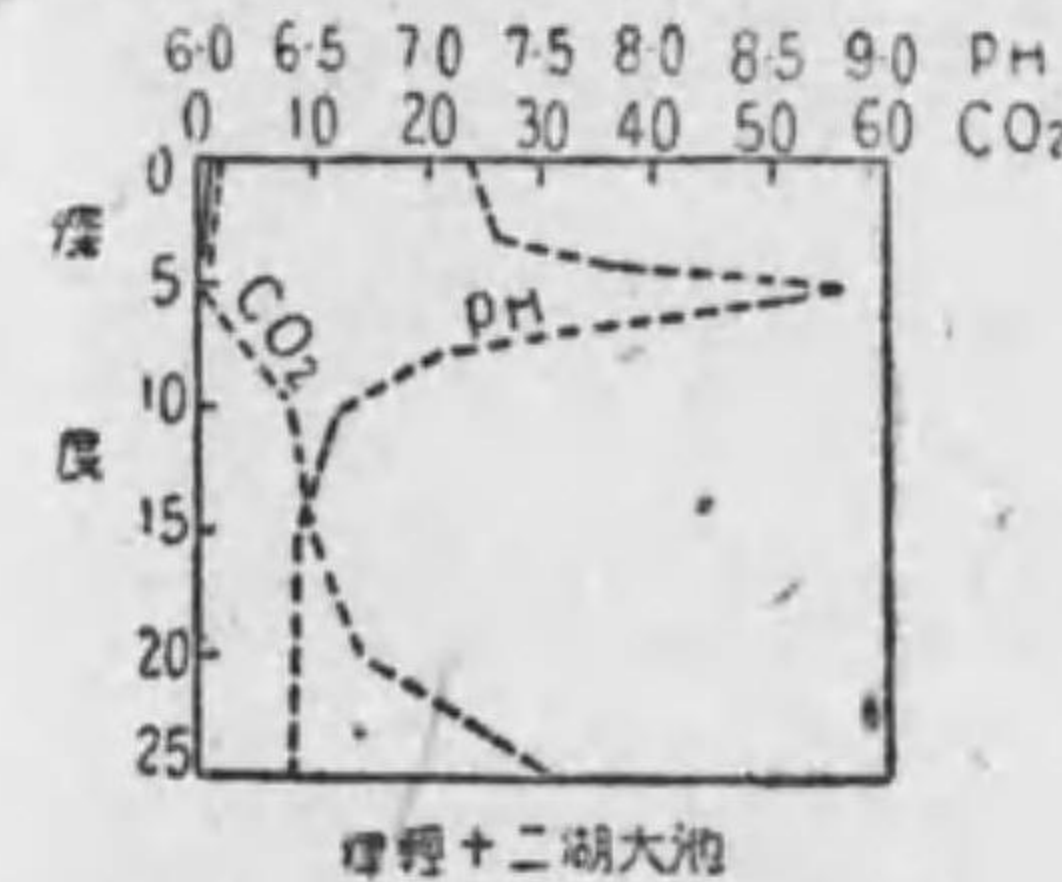
生物と關係の深い他の成分に就いて調べてみよう。

(1)水素イオン濃度 水がアルカリ性であるか酸性であるか、或は中性であるかを知るために、普通水中に溶けてゐる水素イオンの濃度で示すこととし、PHの符號を用ひる。PH7は中性であつて、8以上はアルカリ性、7以下は酸性である。その量の變化は、水中の生物の生理作用と關係が深い。クレゾール赤やチモール青などの色素を用ひて、その水が示す色を比べて簡単に計ることができるので廣く用ひられてゐる。植物性プランクトンや沿岸植物は、その同化作用によつて炭酸ガスを消費する。水中の炭酸ガスがなくなると空中から溶けてくるが、水中の重炭酸石灰からも補はれてゐる。

○植物の多い所は、晝と夜とでPHはどのやうに變化するか調べてみよ。

重炭酸石灰は分解して炭酸と水と炭酸石灰とになる。炭酸石灰はアルカリ性を示すものであるから、同化作用の盛んな所はアルカリ性が強くなる。反對に生物は呼吸作用によつて炭酸ガスを出し、水を酸性にする傾向がある。同化作用は日中だけ行なはれる。淡水湖は塩分が少くPHの變化に抵抗する能力が少い。日中著しくアルカリ性になつたものも、夜には中性に近づいてくる。

淡水湖のPHは1.4から11までわかつてゐる。強い酸性を示す湖には、腐植質によるものと硫酸・塩酸などによるものがある。腐植質によるものはミヅゴケの濕地や泥炭地にある褐色の湖にみられ、日光浮島池・鎌池(長野)や北海道の平地の小湖沼に多く、PH5前後である。ほかのものは活火



第2・7圖 PHの鉛直分布

山地方に多く、鳴子温泉の湯沼(PH 1.4)・恐山湖(PH 3.1)・猪苗代湖(PH 4.7)などがその例である。アフリカには炭酸ソーダのために強いアルカリ性(PH 11)を示すものがあるが、わが國の鹿島^{がらうのいけ}神池養魚池などにみられるやうにPH 10近くなるのは、多量の植物プランクトンの繁殖による同化作用の結果である。

○PHの鉛直分布はどうなつてゐるか。

植物性プランクトンは湖水中の光の量によつて鉛直分布が違ひ、表面に多く深い深水層には少い。湖底にある泥や水中に沈んでゆく生物の死骸などは、細菌やそのほかの分解作用を受けて水を酸性にする。變水層は特に植物性プランクトンが集りやすくアルカリ性になることが多い。プランクトンの少い湖や上下の水溫差の小さい時期には、全層に大きな變化がない。

(2)水中に溶けてゐる酸素 水中にある生物は、水中にある

酸素によつて呼吸作用を営む。この酸素は空中からと水中の植物の同化作用とによつて供給され、生物の呼吸作用と水中の物質の酸化や分解作用によつて消費される。

○湖水の酸素の鉛直分布はどうかつてゐるか。

水中に酸素の溶ける割合は、ほかの氣體と同様に温度と水中の塩分に反比例し、壓力に比例して増減する。水温・塩分・壓力がきまつてゐると、水中に溶ける酸素の最大の量が一定してくる。その量が酸素の飽和量であつて、それに對する水中の酸素量を%で表す。水中で出來た酸素は、直ぐには空中に出ないでゐるから過飽和になることもある。表水層は水がよく循環して飽和に近く、變水層は植物プランクトンのために飽和以上となることが多い。深水層では減少するが、その様子は湖水の榮養状態によつて變る。榮養のよい湖で湖水の停滞してゐるときは甚だ少くなり、ときには全くなくなることがある。このやうな所には魚類が棲めないから、湖沼の増殖をするときには、酸素の鉛直分布を知ることが大切である。

養魚池などで鼻揚はなあげといつて鰻・金魚・鯉などが死ぬことがある。鼻揚の起るのは水温の高い夏であつて、太陽の光の強くない朝か夜に起りやすい。魚の多い池は少い池よりも多く鼻揚をする。このやうな池の酸素は、正午頃から19時頃までに著しく増して、夜から朝は甚だしく減つてしまふ。餌を多く與へるから餌の残りや魚の排泄物が溜つてゐる風の弱い曇つた日に起ることが多い。池に新しい水を入れて餌を與へ

ないやうにすれば次第に回復する。ときにはアヲコや植物性プランクトンが急に死んで起ることもある。これらの種々な作用が働いてゐるが、酸素がなくなることが主な原因である。

湖沼の水中には普通1l中に5~7mg、ときに12mgの酸素を含んでも魚類などの呼吸には差支へない。變水層や植物の多い湖岸では、ときに150%以上になることがあり、夏の植物性プランクトンの多い養魚池では200%以上になることもある。

(3)硫化水素 湖沼の深層に酸素が全くなくなるときには、そこに硫化水素のあることが多い。硫化水素は大部分の生物に對して甚だ有害なもので、少量でもあれば魚類やプランクトンなどは棲息できない。

特に海岸に近い汽水湖や、硫酸塩を多く含む内陸の湖沼の深層には多量に含まれてゐる。濱名湖・水月湖(福井)^{こまこ}・海鼠池(鹿兒島)・涌池(長野)などでは湖水1l中20~50mgであるが、ときには春採湖のやうに、その深層には670mgの多量に達することがある。硫化水素は主に水中にある硫酸塩が還元されて出來る。このやうな所には硫黄細菌だけが棲んでゐる。多くは硫化水素の含む水の表層にあつて水の色を赤くする。濱名湖や涌池には、クロマチユームといふ硫黄細菌が知られてゐる。このやうな水が強い風や湖水の循環するときに浅い所に運ばれると、魚類やカキなどが死ぬことがある。

5. 湖沼の生物

湖沼には水の表面から底の泥の中まで種々な生物がある。これらの多種多様の生物もその生活する状態からみると、次の四つの生物群になる。

(ア) プラクトン(浮游生物) 水中に浮游した状態で生活し、運動力の甚だ小さいミチンコや珪藻など、多くは小形な生物群である。

(イ) 游泳動物 大きな運動力をもつて水中を自由に游泳する魚類やイルカなどの動物群である。

(ウ) 浮漂生物 運動力には関係なく常に水の表面だけに生活するウキクサ・アメンボ・ユーグレナなどの生物群である。

(エ) 底棲生物 水底の表面又は泥の中に生活する昆虫の幼虫・貝類・イトミミズ・附着性の藻類などの生物群である。

生物の湖沼に生活する場所からみると、沿岸区・深底区・沖区になる。これらの場所によつて生物がどうなつてゐるかを調べてみよう。

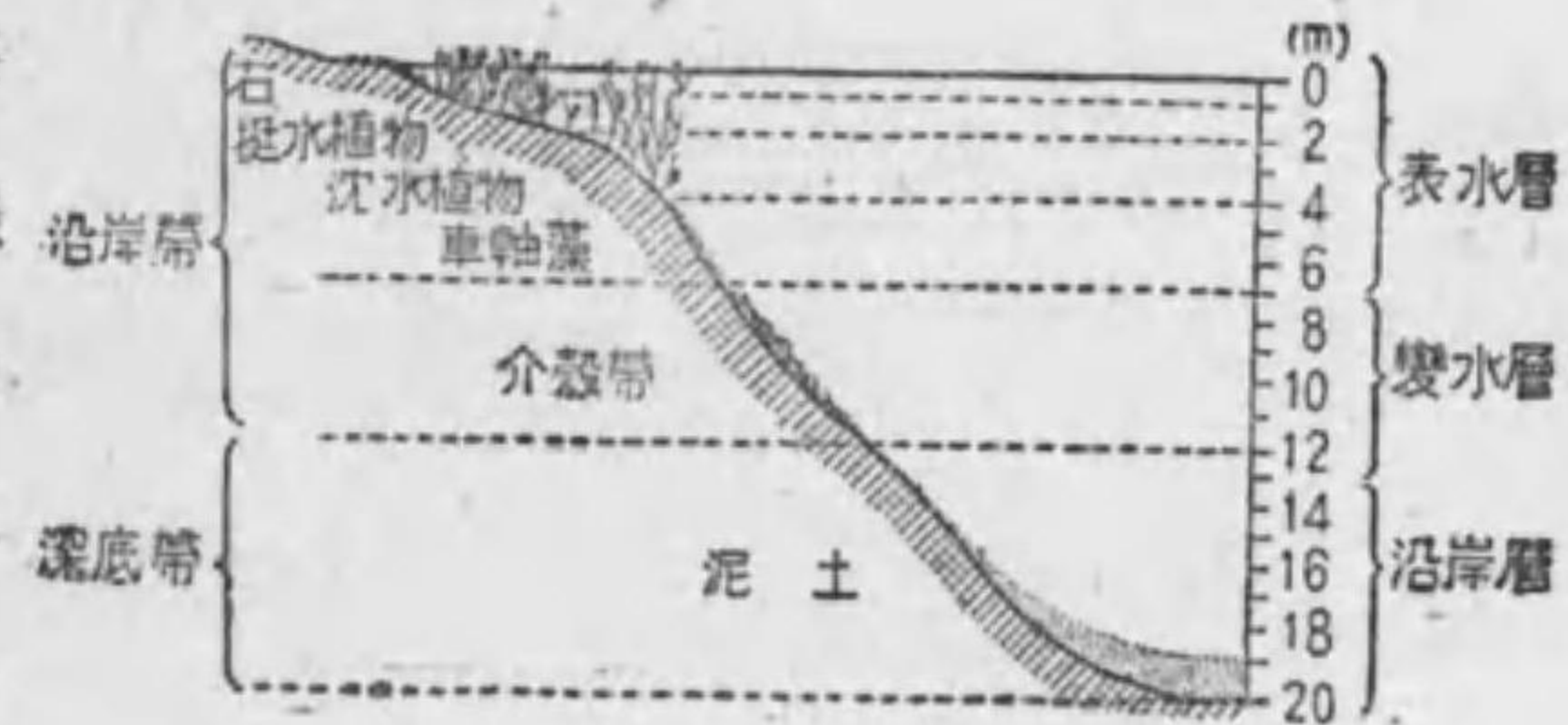
1. 沿岸区

波によつて濡つてゐる湖岸から大體湖棚崖の上部、車軸藻の生えてゐる下限附近までの区域である。水の深さは、普通10m、ときに2mぐらゐまでの岸の所である。ここでは太陽の光線も酸素も十分にあり、食餌となるものが多いが、水温の変化や波による動搖など周りの変化もはげしいため、これらの変化に耐へる生物がたくさんゐる。風當りの強い波の常に高い所では、底は岩石・粘土・砂礫などで出来てゐるから

沿岸植物はあまり生えないで糸状の緑藻・藍藻・昆虫の幼虫・巻貝・海綿・コケムシなど、物に附着する生物がある。

○湖岸にある石をとりあげてみよう。どうなつてゐるか。又砂の所はどうなつてゐるか。

マリモは北海道にある風の強い遠浅の湖岸のある湖にみられる。エーガグロ



第2・8圖 湖沼の生態区分

ピラといふ緑藻

が成長しながら、波にころがされて毬のやうになつたもので、阿寒湖は有名である。

風當りが弱く、水があまり動かない岸では大形植物が多く、この中を棲家とする動物も多く、湖沼のうちで一番生物が多くゐる。笠や鯛などの漁業が行なはれる所である。挺水植物・浮葉植物・沈水植物が深さを増すに従つて移り變つてゆくのがよくわかる。挺水植物の多い所は鴨・カヒツブリ・ヨシキリなどが集をつくり、鯉や鮒などの産卵場になる。浮島大沼(山形)・深泥池(京都)・蘭牟田池(鹿兒島)などにある浮島は、植物の根の混つた腐つた泥に葦・マコモ・太蘭などの挺水植物の生えたもので、風によつて水面をすべるやうに動く。

この区域は氣候の變化を受けやすく、四季によつて生物の状態が變るのがよくわかる。

2. 深底区

車軸藻の生えてゐる所よりも深い湖の全部で湖棚崖の下部から湖底平原を含む区域である。高等な植物が育つほど十分には太陽光線が達しないので、たまに下等な苔や珪藻がみられるだけで多くは動物の棲家である。水温の変化も水の動揺も少く棲む動物の種類も少い。水の性質が似た湖沼では、等しい深さには似た動物が大體同じやうにゐる。ユスリカ類の幼虫と底に近い水中の酸素とは特に関係が深い。酸素が底まで多い貧栄養湖にはナガスネユスリカの幼虫が多く、豆蝶貝やヨコ蝦などの混ることがある。深層で酸素の減少する富栄養湖には、オホユスリカの幼虫イトミミズなどがたくさんゐる。更に酸素が少く、ときに全くなくなる湖沼にはフサカの幼虫だけがある。底棲生物を採集することによつて、深層の酸素はどう變るかが大體わかる。その量も栄養の多い少いによつて變るから、鯉や鮒などのやうに主として底棲生物を餌とするものは、栄養の富んだ湖に多い原因の一つとなる。

3. 沖区

沿岸を除いた水のある海沼の全区域である。プランクトン・游泳動物・浮漂生物の棲家である。プランクトンは風下に吹き寄せられたり、栄養の多い水のはいる所に集ることがあるが、多くの湖沼では水平分布の變化よりも鉛直分布の變化の方が大きい。表水層は光も酸素も十分にあり、夏は水温が高くなるので、植物プランクトンが著しく繁殖する。水華の多

いのも夏である。随つてこれを餌とする動物プランクトンや稚魚なども多い。動物のうちには光が強過ぎたり、水温が高いためなどで晝は深層にゐて、夜だけ表水層に出るものがある。深さと時間をきめて一定量の水からプランクタンを採集すると、その日の變化と晝夜による移動がわかる。珪藻はやや冷い温度と少し弱い光を好み、春や秋に多量に繁殖し、夏は表面よりも變水層の近くに多くなる。

變水層は藍藻や緑藻の繁殖には光が弱く特に多くならない。生活力が衰へて沈んでゆくプランクトンは、變水層で水温が變つて密度や粘りが増すので、一時集る傾向がある。ミチンコの類では、晝夜移動して5~10m以上も水中を上下するが、變水層の水温變化などでその下にとどまることもある。

深水層は水温が低く光も弱く、植物プランクトンは殆ど繁殖しない。動物性プランクトンもその數量は少くなるのが普通である。鱒類のやうに冷水を好む魚は、夏は表水層をさけて深水層に移る。姫鱒は夏の野尻湖では6~12°Cの範囲にあつて9~11°Cに最も多く、十和田湖では12°C附近が多い。虹鱒・川鱒・鱒も同様で、中網湖(長野)では表面が20°C以上になり、9~13mの底までは酸素がなく僅かに6~8mの層に限られる。湖沼に鱒類を増殖するには、水温だけでなく深水層の酸素の状態なども知る必要がある。

○このやうな魚類に適した所を調べて網を入れることが、漁獲能率を増すであらうか。

地上に四季があるやうに水中にも季節があつて、沿岸の生物にも沖區の生物にも移り變りがある。その様子を詳細にみれば年々多少の差があるが、大體は毎年規則正しく繰り返してゐる。このことは魚類の産卵期や漁期などが大體きまつてゐることでもわかる。このやうな變化を季節變移といひ、水温・光・栄養塩などの水中の循環に關聯して行なはれる、プランクトンの變移は、これを餌とする水産動物の發育に關係が多く、水族の増殖にも漁獲にも研究すべき大切なことである。

6. 湖底の堆積物

湖底には、永い間にたまつた種々なものが堆積してゐる。形の大きいものや重いものは岸の近くに沈み、こまかいものや軽いものは中央に運ばれて、湖底平原に沈むことになる。堆積物を採集してふるひ分け礫・砂泥などに區別すると、湖岸から次第にこまかい泥になつてゆく状態がわかる。ときには石灰や鐵が沈澱してゐることがある。野尻湖・琵琶湖の褐鐵礦や藍鐵礦はその例である。地質時代に出來たこのやうな堆積物は、わが國でも鐵礦床として掘つてゐるし、スウェーデンでは製鐵の原料として湖底から採集してゐる。

○湖底に堆積した泥を取つ



第2・9圖 青木湖の底質分布

て顯微鏡で觀察せよ。

小さな礦物質の破片のほかに、プランクトンの死骸や沿岸植物の破片などが混つてゐるであらう。特に珪藻の骸を多く含むことも、藍藻・綠藻・ミチンコの類の殻などを主に含むこともある。ダイナマイト・濾水器・防温塗料などの原料にする珪藻土は、地質時代に出來た珪藻の堆積物である。腐植質の多い湖沼には主に外から運ばれて沈んだ褐色の腐植泥がある。湖沼が浅くなつて乾いてくると、これが北海道の平地にあるやうに泥炭地に變つてゆく。泥炭層の中には、陸上の松・杉などの植物の花粉がよく保存されてゐる。花粉の状態から植物の種類を知り、泥炭層の深さととの關係から過去の時代にあつた植物の様子や氣候の變化などを推察することができる(花粉分析)。同じやうに湖底の堆積物を深く取つて、その中にある珪藻や海綿の骨片などと、堆積物の深さととの關係を調べてゆけば過去のことがわかる。珪藻は淡水と海水とでは種類が違ふから、種類を調べればその湖沼の過去の塩分なども推察できる。藍藻はその形は残らないが堆積物中に白い縞となることがあつて、その湖沼に水華の出來た時代を縞の數などから調べて、過去の栄養状態がわかるものもある。

7. 湖沼の物質循環

湖沼の中にある生物は一方では死んでゆくが、他方では次に新しく生まれてくる。

○湖沼の中で一つの生物が榮えてから亡びるまで、どのや

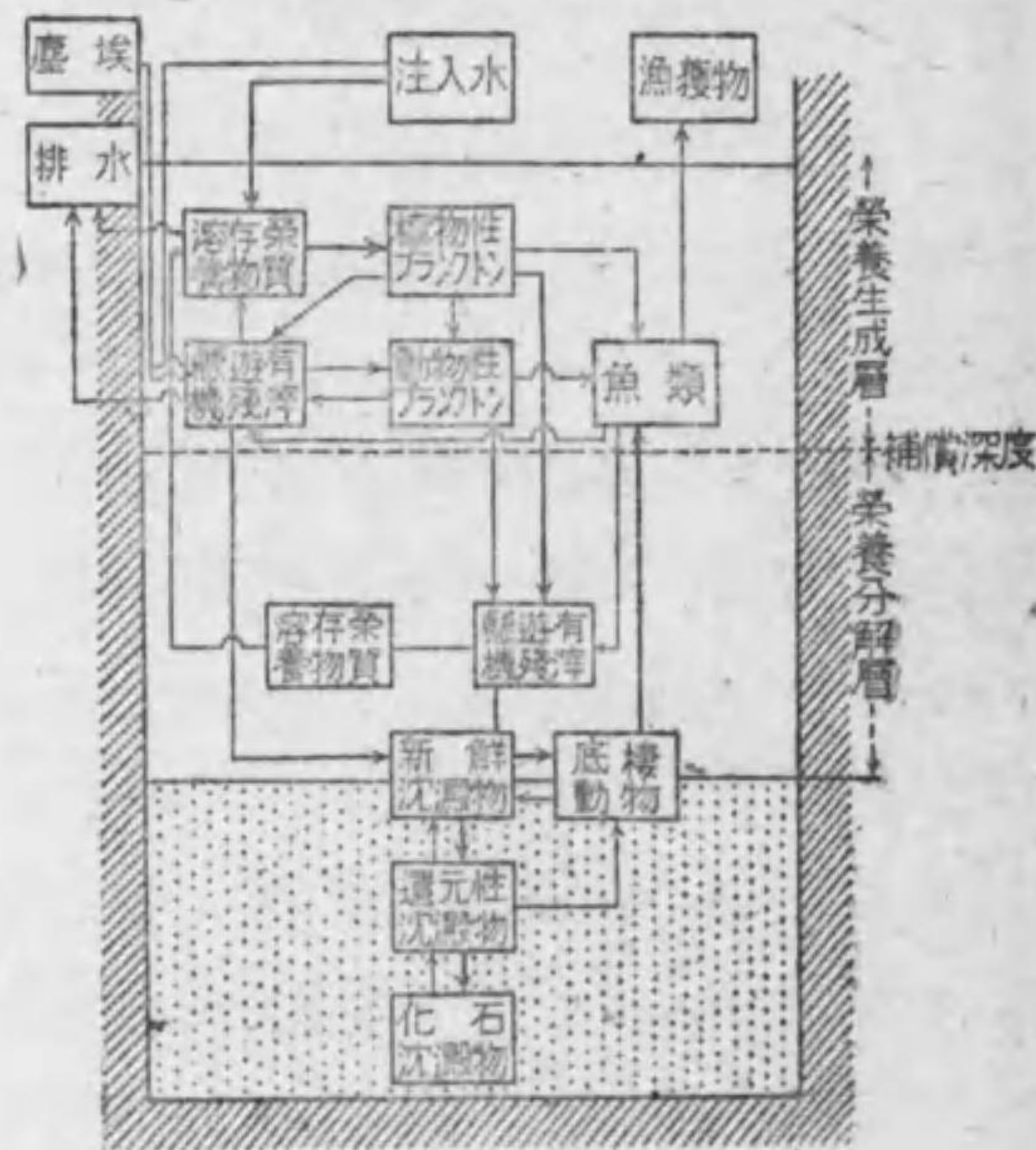
うなことが行なはれてゐるかを調べてみよ。

植物性プランクトンは水中の栄養塩を吸収し、光の助けをかり同化作用をして自分の體をつくる。このために水中にある炭酸ガス・重炭酸・硝酸・アンモニア・燐酸・珪酸などの栄養塩類を消費して酸素を出す。

この作用は、その生物に適する温度内では常に続けられて、生物は次第に増殖する。生物が多くなれば、栄養塩類を多量に消費して出す酸素も多くなり、ときには過飽和となる。炭酸ガスは

消費しつくされても空中からと、水中の重炭酸塩からも補はれて不足しない。水中にある栄養塩類

は次第に消費されて、どれかがその生物の成長や繁殖するのに必要な量よりも不足するやうになると、その生物は次第に減少する。これが全く消費しつくされると、ほかの栄養塩類が



第2・10圖 湖沼の物質循環

残つてゐてもその生物は生活できなくなる。随つて栄養の多い湖では、生物が多量に繁殖できることになる。必要な栄養塩で一番少い成分の量が、その生物の増殖を制限することになる。死んだ生物の死骸や生きてゐるときの排泄物などが、沈みながら細菌や酵素の働きで水中の酸素をとつて分解し、炭酸ガス・窒素化合物・燐酸などになつて、再び次の代の生物の増殖に役だつやうになる。春秋の湖水の全循環は、表水層と深水層とで出来たものを互ひに交換して一樣なものとする。停滯期には、表水層では栄養塩類を消費し、深水層では貯へられるやうに働く。

沿岸植物はその生えてゐる泥からも養分を吸収し、動物は直接植物を食ひ或は植物を餌とする動物を食物にするなど、生物の種類によつて必要とする成分には多少の違いがあつても、或る時期には榮え或る時期には亡びて、このやうな循環を繰り返すことは同じである。物質の代謝は、その湖沼の中だけでなく周りからはいる水や空中からも運ばれ、湖底の堆積物からも行なはれる。生物體をつくつてゐる有機物が、酸素のある水中で分解すれば炭酸ガスと水になり、酸素のない所ではメタンガスと水素が出来る。堆積物に有機物の多い湖沼では、これらのガスが氣泡となつて出る。この氣泡はメタン・窒素・水素などを含むが大體80%はメタンで、諏訪湖ではこれを集めて燈火や動力に使つてゐる。堆積物は分解の進まないうちに新しく出来ることが多いが、その中に棲むイ

トミミズやユスリカ・フサカの幼虫などはこれを攪拌し、或は食物として絶えず水中へ栄養塩が返つてゆくのを助ける。これらのことが組み合はさつて一つの湖沼内の物質が循環する。湖沼の外から運ばれたものは、大部分はもとに戻らずに堆積して湖盤を浅くすることになる。その様子は湖沼によつて多少の違ひがあつても、天然には大體その湖沼にきまつた平衡が保たれてゐる。この中に新しい生物を移殖したり、一つの生物だけを特に多量に捕る場合は平衡を保てなくなることがある。湖岸の水草を多量に取つたために魚類や貝類が減少し、カムルチーがはいつたために鯉や鮎などの有用魚が減少するなどはその例である。

8. 湖沼の生産

多くの湖沼からとれるものを比べるとさまざまに違ひ、同じ湖でも年や季節により或は場所によつてとれるものが異なる。一つの湖沼でどれだけのものがとれるかは、その中の生物の種類に大きな関係がある。生物は互ひに關聯があつて生活し絶えず循環する。或る期間をきめて、その期間内に湖沼の中で出来た有機物のすべての量を生産ときめる。生物には1年に3回も繁殖するものもあるが、多くは1年に1回繁殖するので生産の期間を1年にするのが便利である。

○湖沼によつて生物の生産量が違ふのはどうしてか。

生物の生活は温度が違ふと種々に變る。このことは鯉や鮎を飼ふと、温度が高い時期によく成長することでも大體がわ

かる。水中にある有機物の分解も温度が高ければ速かに行なはれ、出来たものが次の代の生物の生産に早く役だつことになる。寒帯や高山などにある湖沼の生産量が少く、熱帯や平地にある湖沼の生産量が多いのは、温度の差に基づくことが大きい。光は植物の成育になくはならないものであるが湖沼の表面では大差がない。水の深さを増し光が弱くなる量が植物の成育する範圍を限ることになつて、湖沼によつて差が出来る。水中の成分に差があれば直接植物の生産に關係し、次に動物にも關係する。特に窒素化合物や磷酸の量が不足しやすい。これらを多くすれば生産を高めることができるのは、農業に於いて肥料を與へて收穫高を多くするのと同様である。外國の養魚池で第2・8表のやうに肥料を與へて魚の生産を増してゐる所もある。濱名湖の周りにある養鰻池には土地が酸性でアルミニウム塩を多く含み、植物プランクトンの生産も鰻の生産もよくない池がある。この中に消石灰や石灰岩・カキ殻の粉末を入れて生産を

第2・8表

増加させ、或は磷酸カリ・トーマス燐・過磷酸石灰・鶏糞などを加へて生産を増加した。腐植質の多い湖沼は窒素や磷酸などの栄養が少くないが、生産が乏しいので石灰を加へて生産を高めることが北海道の泥炭地の湖沼で試みられてゐる。湖沼にも施肥

	1ヘクタールの取扱高(kg)
無施肥池	141
磷酸を加へた池	257
窒素を加へた池	261
窒素と磷酸を加へた池	312

をして生産を高める研究が必要である。

植物と動物との関係は食餌や物質の循環だけでなく、植物は動物によい棲家を與へ、産卵場や外敵から逃れる場所となつて、植物の生えてゐる沿岸區の廣い狭いが生産に關係する。小鮎・鱒類・ウグヒなどは湖沼に注ぐ河川や水岸の砂礫地が産卵場であるから、これらの有無も生産に關係する。又湖沼の出來た年代や地形にも關係があることは、華嚴瀧や銚子瀧によつて魚類が遡上できなかつた中禪寺湖や十和田湖に、明治年間魚類を移殖して成功したことでもわかる。琵琶湖の小鮎や阿寒湖の姫鱒などの陸封魚の出來たのも、霞浦は全く淡水であるのに汽水産のアミのゐるなどもこの例である。

このほか人間によつて左右される生産も決して少くない。移殖や魚類の人工孵化によつて生産を増加した例は多い。魚介を多くとつて生産量の減少した例もまた少くない。湖沼の生産量を増すことは、漁獲法の改良だけでは決して達成されるものではない。適當な増殖法を徹底的に行なひ、それに應じた漁撈をし、場合によつては施肥をして水中の成分をよくする必要がある。

湖沼の生産量はこのやうに關係する事がらが多く、漁獲高が必ずしもその湖沼の生産量を示すものでないことがわかる。單位面積に對する漁獲高は、漁業の程度が似た湖沼の間で比較するときだけ大體生産量に比例すると考へればよい。わが國の湖沼の年漁獲高は大體第 2・9 表のとほりである。

第 2・9 表

北	浦	2106kg	八	郎	瀧	196kg	
琵琶	湖	469 [#]	阿	寒	湖	15 [#]	
山中	湖	88 [#]	諏	訪	湖	866 [#]	
野尻	湖	11 [#]	濱	名	湖	184 [#]	
霞	浦	875 [#]	十	和	田	湖	13 [#]

9. 湖 沼 型

一つの湖沼を始めて眺めたときに、自分の知つてゐる湖沼に比べて水の色・湖岸の状態・沿岸植物の様子などが似てゐると思ふときと、非常に違つて見えるときとがあらう。山の湖と平地の湖とでは異なる點が多いが、平地にある湖沼の間では多くの共通な點が認められる。これまでに學んだ湖沼の箇々の性質を調べて綜合してみると、更に共通した點と共に違ふことも明らかにされよう。

このやうに綜合した湖沼の特性と生産の多少などによつて湖沼を調和型湖沼と非調和型湖沼とに大別する。調和型湖沼といふのは、生産量の多い少いがあつても調和がとれてゐて、どれか一つが非常に多いとか少いかの少ない湖沼である。非調和型湖沼といふのは、特別なものだけが異常に多量に生産される湖沼である。なほもう少し詳しく調べてみよう。

1. 調和型湖沼

湖沼の大部分はこのうちに含む。非調和型湖沼に比べて生物の種類が多く、水中には鐵・石灰・粘土・腐植質を多量に

含みず甚だしい酸性もアルカリ性も示さない。調和型湖沼は生産の多少で富栄養型と貧栄養型とに分ける。

(1)貧栄養型 水中の栄養塩類が少く生産の少い湖沼である。一般に深く、湖棚が発達してをらず水は透明で藍色に近い。わが國の山地にある湖の多くはこの型である。水中の窒素化合物は水 1 l 中 0.15 mg、磷は 0.02 mg よりも常に少い。生産が少ないために深くとも水中の成分が成層することが少い。その變化の最も大きい PH と酸素量に就いても、表水層でアルカリ性になることも酸素が著しく過飽和となることもなく、深水層でも酸性になることも酸素が著しく減少することもない。酸素量は深層でも飽和量の 50% 以上を含んでゐる。沿岸区の植物は水が透明なために深い所まで生えてゐるが、湖棚は狭く泥も少いために全體の量は少い。深底区の底棲動物は、ナガスネユスリカや小型なオホユスリカの幼虫及びイトミミズなどが主なものであつて、ときに 1 m² に對し 1000 或はそれ以上になることがあり、常に少いとは限らない。沖區のプランクトンと游泳動物は少く、藍藻はごく少い。年漁獲高は 1 ヘクタール 40 kg を超すことが少く、ワカサギ・ウグヒ・鱒類などの棲息に適し、鯉・鮒・鰻・ヒガヒなどは棲息するがその漁獲量は少い。

田澤湖はわが國で最も深く最深 425 m、夏の透明度は 20 m 以上に達し、水色は 3 號に相當する。湖水の窒素化合物は 1 l 中 0.04 mg、磷は 0.01 mg である。酸素は深層でも 90% ある。湖岸には石英の白

色の砂濱があり、葦がまばらに生えてゐる。底棲動物やプランクトンが少く、クニ鱒・姫鱒・ウグヒなどを僅かに産する貧栄養湖の例である。

(2)富栄養型 水中の栄養塩類が多く生産の多い湖沼である。一般に浅く湖底は平らであつて湖棚が廣くよく発達し、水は粘土やプランクトンの繁殖によつて透明度は 5 m を超えることがない。水色は緑か黄綠色であつて、夏は藍藻の水華を生ずることが多い。諏訪湖や榛名湖のやうに山地にもあるが、本州の平地の湖沼は大抵この型である。水中の成分が多く、窒素化合物は湖水 1 l 中 0.15 mg、磷は 0.02 mg 以上を含み、停滞期には成層が著しい。酸素は上下の差が甚だしく、表水層は過飽和であるが、深層は著しく減少しときには全く消失する。PH は、表面はアルカリ性で深層は酸性であるが、酸素がなくなる所では中性となる。沿岸区の植物は、水が不透明なために 3 m 内外までしか生えないが、各種の大形植物が群生して貝類・昆虫の幼虫・稚魚などが多い。深底区の底棲生物はイトミミズ・オホユスリカ・フサカの幼虫などで大體 1 m² に 1000 以上である。沖區のプランクトンや游泳動物が豊富である。鯉・鮒・モロコ・鰻・ワカサギなどの魚類が多く、年漁獲高は 1 ヘクタール 150 kg 以上、ときには 1000 kg に達するものがある。

霞浦はわが國第 2 の大淡水湖であるが、最大深度は僅かに 7.6 m、平均深度は 1 m に満たない。夏の透明度は 1.2 m、水色は 12 號以下

で甚だ濁つてゐる。窒素化合物は湖水 1 l 中 0.26 mg である。湖岸には至る所沿岸植物の葦・マコモ・菱などが群生し、プランクトンは動物・植物共に多く、夏は藍藻の水華が出来る。魚類・甲殻類・貝類など 40 種以上の有用水族を産し、ワカサギ・蝦・鰻・鯉・鮒などが多く、よく富栄養型を示してゐる。

2. 非調和型湖沼

生産が一方にかたよつてゐる火山地方や泥炭地にある特殊な湖である。その生産を非調和にする成分によつて、主に腐植栄養型と酸栄養型とに分ける。

(1) 腐植栄養型 水中に腐植質が多量にあつて過マンガン酸カリの消費量が多く、水は褐色を帯びてゐる湖沼である。北ヨーロッパには廣く且つ深いものもあるが、わが國では一般に淺く小さいものが多く、水は透明なものと濁つたものがある。主に寒い地方にあつて、青森縣以北の平地や山間の濕地に圍まれたものの多くはこの型である。水中にある窒素化合物・燐などは富栄養型に相當するものもあるが、石灰が特に少く一般に生産に乏しい。酸素量は成層して深い湖の深層で全く消失するが、表水層でも飽和にならない。沿岸植物は菴・スゲ・ミヅガシハなどで、ときに浮島が出来る。深底區の底棲動物は種類も量も少く、フサカの幼虫であることが多い。沖區の游泳動物は少いが、プランクトンはときに鼓藻やペンマウチュウが多く、輪虫やミヂンコの類も殖えることがある。底は腐植泥が多量に沈澱し、軟かいために深さを測るのに困

る。

(2) 酸栄養型 水中に腐植質が多いか、或は硫酸や塩酸のやうな無機酸によつて PH 5 以上の強い酸性を示すものである。腐植質によるものはヨーロッパに多く、わが國では鎌池や日光浮島池などの少數で、腐植栄養型の特別なものと考へられる。無機酸によるものは、わが國湖沼の一つの特性であつて東北地方に多く分布し、大抵は小さい湖沼であるが猪苗代湖は例外的に大きい。無機酸によるものに就いて調べてみよう。

第 2・10 表

湖名	PH	湖名	PH	湖名	PH
湯沼	1.4	蔵王御釜	2.6	一菱内湖	2.8
大沼池	2.8	霧島不動池	2.9	恐山湖	3.1
磐梯赤沼	3.3	峯鎌池	4.2	日光浮島湖	4.4
瑠璃沼	4.5	池	4.6	猪苗代湖	3.7

強酸性湖 (* は有機酸によつて酸性を示すもの)

水の色は濃藍色から青綠色・白濁した青色・乳白色或は朱色などまちまちである。濃藍色や青色の湖沼は水は透明であるが、特別な色をしたものは甚だしく濁つてゐる。水中の成分もまちまちであるが塩類が多く、中には湖水 1 l 中に 500 mg 以上もあつて鹹水湖にはいるものがあり、硫酸石灰が主成分となるものも多く、鐵やマンガンを含むものがある。鐵は水酸化鐵となつて、磐梯山の赤沼や毘沙門沼のやうに赤くなつて沈澱するものがある。酸性の原因は、わが國では恐山

湖の塩酸のほかは硫酸の解離によるものである。潟沼の PH 1.4 は世界で最も酸性の著しいものであつて、ユスリカ類・珪藻などの底棲生物を除いてはプランクトン・游泳動物・沿岸植物は全くない。その他でも一般には生産が乏しいが、苔類が多く、ときには湖底を厚く覆ふほどになる。腐植質の酸性湖に多い鼓藻が今までわかつてゐないのも無機酸性湖の特性であらう。珪藻は常に見られるが、ときには輪虫やミチンコの類と魚類のウグヒだけが特に多くなることがある。恐山湖は異常に生物の繁殖する例である。

それぞれ違つたやうにみえる多数の湖沼も、その諸性質を総合してみると少数の型に含まれる。一つの湖沼の水色だけを知つても、大體どの湖沼型に属するかを推察するに有力な資料となることがわかる。湖沼型が大體わかれば、魚介類を増殖するにも種々と役だつことが推定される。湖沼を知つてこれを利用するには湖沼型を知ることが大切である。

第3. 河 川

1. 河 川

雨や雪などの天水が地上に降つて自然に流れだすと河川になる。水が流れて谷間に集つて溪流となり、次第に小川から大河となつて海又は湖沼に注いで終る。この間には大小・長短の區分があり、ときには涸れることがあつても、天然の低い所に沿つて大體きまつた路を流れてゐる。一つの河川を河

口から水源までたどつてみると、途中で種々な水が集つてくる一つの水系の様子がわかる。一つの水系には主になる本流(幹川)とその中にはいつてくるものや、それから分れてゐる支流(支川と派川)と、それらにつらなる湖沼が含まれてゐる。利根川水系といへば、利根川本流・片品川・吾妻川・烏川・渡良瀬川・鬼怒川・江戸川などの285の支流と北浦・霞浦・手賀沼・印旛沼などの多数の湖沼を合はせたものである。雨水や積つた雪は主な水源であるが、泉や湖沼も寒い地方では氷河なども水源となる。富士山麓には水の豊富な泉が多く、泉川や芝川の水源となり、琵琶湖は瀬田川、十和田湖は奥入瀬川、中禪寺湖は大谷川の水源となつてゐる。一つの河川の支流の數や流域の面積などは陸地の地形によつて違ふ。支流の數が少くても支流が長ければ流域面積が廣くなることもある。わが國のやうに細長い地形では流域が山地であることが多く、流域面積が狭く勾配が急なものが多い。勾配は山地の溪流では急であつて、平地に出て河口に近づくと従つて平坦になるのが普通である。水の流れる速度は河口に近づくとつれて減るが、水量は反對に河口に近づくとつれて増す。河川はこれに應ずるやうに深さを増し、河幅も廣くなる。

河岸に出て水の流れる状態を調べてみよう。一定の距離をきめて、川のそれぞれの場所から木片かビール瓶を流してその通る時間を計つてみると、種々違つてゐることがわかるであらう。

○河の深さが場所によつて違つてゐるのはなぜか。

河川の流速は表面でも場所によつて違ふが深さによつても異なる。最大の流速は水深の1/3か1/4の深さにあるのが普通である。平均の流速はそれぞれの深さで測らなくてはならないが、あまり深くない河川では、水深の0.6の深さの速度を計つて平均速度と考へて大差がない。

このやうに違つた深さの流速を知るには、水中に適當に浮かぶやうにした浮子やピトー管などを用ひることがあるが、普通は流速計を用ひる。河川の深さを測つて断面を知り、その断面の各部分の流速がわかると単位時間に流過する水量がわかる。河川の流量はかうして測り、多くは1秒間に流過する水量を m³ 數で示すが、わが國では毎秒立方尺を單位にして個と呼んでゐる。毎秒 m³ は約 36 個に相當する。

○河の深い所と浅い所とで流速が違ふのはなぜか。

○流路の曲つた所の水深と流速を調べてみよ。

河川の流量はその河川の流域や面積によつて變化することが大きい。その他雨量・地形・地質などにも關係し、特に豪雨や永く續いた雨によつて急に増加する。河川は天然に流路が大體きまつてゐるから、流量が變化すればその水位が變る。流量が甚だしく多くなつて水位が高くなり、河川がそれに應じられなくなると洪水になる。

○洪水はどんな害を與へるか。

治水事業は主に洪水の害を除くために、水を通す放水路・

第3・1表 主な河川

河川名	流域地方	支流數	流域面積 (km ²)	長さ (km)
ミシシッピ	北 ア メ リ カ		324,8000	6530
アマゾン	南 ア メ リ カ		705,0000	6200
オビ	ア ジ ヤ		294,7900	5200
黒龍江	ノ		205,1500	4480
揚子江	ノ		177,5000	5200
黄河	ノ		98,0000	4100
利根川	千 葉 茨 城 埼 玉 群 馬 東 京 栃 木 北 海 道	285	1,5760	322
石狩川	北 海 道	25	1,4250	341
信濃川	群 馬 長 野 新 潟	277	1,2260	369
北上川	岩 手 宮 城	216	1,0720	243
木曾川	愛 知 三 重 岐 阜 長 野	223	9100	232
十川	北 海 道	17	8780	196
淀川	大 阪 京 都 滋 賀 三 重 奈 良	711	8410	79
阿賀野川	新 潟 島	174	8340	169
最上川	山 形	143	7400	216
天塩川	北 海 道	9	5820	306
阿武隈川	宮 城 福 島 山 形	246	5480	196
天龍川	長 野 靜 岡 愛 知	202	4890	216
富士川	靜 岡 山 梨 長 野	191	4530	161
雄物川	秋 田	87	4180	149
能代川	秋 田 岩 手	87	4100	137
江川	島 根 廣 島	355	3810	200
吉野川	島 德 愛 媛 廣 高 香 島 知 那 珂 茨 城 栃 木 川	177	3700	236
那珂川	愛 茨 城 栃 木	150	3270	126
荒川	東 京 埼 玉	71	3130	177
筑後川	福 岡 本 大	281	2850	141

分水路・水門などをつくり、堤防を築き、河口の改良や護岸工事などを行うことである。

○流路の曲つた所では兩岸の様子はどう變つてゐるか。

河川の水が強く當る所では、岸や河床がけづられて深くなつてゐる(侵蝕作用)。その對岸は流が緩やかで砂礫・砂・泥などを堆積してゐる(堆積作用)。砂や泥は上流から運ばれてくる(運搬作用)。この三つの作用は、流速や流量によつて違ふが絶えず行なはれてゐる。上流では谷間が深くなり、河口の近くでは三角洲の出来るのもこれらの作用である。

2. 河川の水質と生物

河川の水には、その流域にある土壤・地質・森林・耕地・都會などの状態が違つた所から種々な水が集る。それらの状態が違ふにつれて川の水質も異なり、その中にある生物も變る。同じ河川でも水源から河口までの間には各種の状態が著しく變つてゐる。水は連絡してゐてもその中にゐる生物が種々に變つてゐる。その關係を知るには山地溪流・中間溪流・河流に分けてみるのが便利である。中部日本の水系に就いてそれらの關係を調べてみよう。

山地溪流は水源から山地が幾分開けてくるまでの間で、流れの最も急な區域である。水源に近いと水量に變化が多く、水温は夏でも大體 2°C から 8°C ぐらゐで1年の大部分は気温よりも低い。PHは6前後の弱い酸性であつて、酸素は過飽和である。高度600~760m以上にある河川ではイハナがゐ

るのが特徴であるが、それよりも低い所に水源のある河川ではヤマメで代表されてゐる。河底は岩盤や大形の砂礫であつて、急流性の昆虫の幼虫や冷水を好む渦虫などが岩の上や下に棲んでゐる。アメリカ産の川鱒の棲息にも適する所で、上高地附近では放流したものがよく繁殖してゐる。

中間溪流は、山地溪流に續くまだ流速の速い區域である。低い山から出る河川は水源もこの區域に相當し、水温の年平均は 10°C 前後で、その變化は 20°C 内外に達する。PHは7前後であつて、酸素は夏は80%ぐらゐであるが、冬は飽和以上となる。ヤマメの棲んでゐるのがこの區域の特徴である。ウグヒ・カジカ・鮎などの魚類と多數の昆虫がゐる。ときにカハゲラの幼虫が多量にゐることがある。小鮎や虹鱒の移殖に適する。川苔は太平洋に注ぐ河川のこの部に多い。

河流は流速が緩やかになつて砂泥の堆積が多く、沿岸植物の多い河口までの區域である。PH及び水温の變化が大きく、水温が平均気温よりも低い期間は夏の12箇月だけである。生物は種類も量も多くなり、大體湖沼の沿岸區に棲むもので、魚類としては鮎やウグヒも少くないが、鯉・鮒・ハヤ・モロコなどの鯉科のもので代表されてゐる。河川でプランクトンの多いのもこの區域である。海水のはいる河口の近くでは、鱒・スズキ・白魚・ハゼなどが混る。途中には都會が發達してそれから出る下水や工場廢水などで、ときには甚だしく汚染されることがある。河幅が廣く深くなるために、河岸の状

態や深さによつて棲む生物が違ふことがあり、深い所では酸素が減少することがある。鯉や鮒などの暖水性の魚類の放流に適する。

河川の水は湖水よりもその成分の變化が多く、特に鑛山・都會・工場の流す水の性質で著しく變る。工場でも製糸・染織・人絹紡績・製紙・晒し・製油などの工業の種類によつて廢水に出てくる成分も違ふ。その成分が生物に著しく害を與へない程度であれば、河川水の流下するに従つて細菌や下等な生物によつて次第に清められてゆく(自淨作用)。これらの特別な場所を除いた世界の河川水の平均の百分比は第3・2表のやうである。塩類の總量は河川水1l中100mg以下のこ

第3・2表

炭酸	35.96%
石灰	20.36%
珪酸	12.29%
硫酸	10.05%
ソダ	5.28%
塩素	5.02%
マグネシウム	3.42%
カリ	2.04%
硝酸	1.13%
鐵その他	3.45%

漁獲高と大體に於いて比例してゐる。

河川に含まれる塩類は常に下流に運ばれて行くので、

が多い。その中では炭酸と石灰が多く、少量の窒素化合物・磷などの栄養塩類も含まれてゐる。わが國の河川の間溪流又は河流に於ける成分は、全國50河川の56箇所調べてある。世界の河川水の平均に比べると、わが國では塩素・珪酸の割合が多く、石灰の量が少い。その中にある窒素化合物・磷酸の量の多少はその河川の

その含まれてゐる量は少くとも永い間には極めて多量になる。河口附近では、これがために常に栄養分が供給されることになつて、プランクトンやその他の生産量が多くなる。東京灣にアマノリの生産が多いのも隅田川・江戸川・多摩川などから運ばれる豊富な栄養塩類のためである。

第3・3表
日本河川の成分平均値(mg/l)

石灰	8.8
塩素	8.7
珪酸	6.6
硫酸	3.6
鐵	0.6
窒素	0.24
磷	0.007

わが國には火山活動のために、その地方から出る塩酸や硫酸塩などで強い酸性を示す河川がある。多くは須川・酢川・澁川などと呼ばれPH 1.3 から 4.0 ぐらゐである。このやうな水には魚類が棲まず、灌漑にも用ひられない。生物は河川の流に耐へられないときは下流へ流される。

魚類の體は流線型をしてゐる。流れの早い所に棲むものほどその様子がよくわかる。昆虫の幼虫は粘液や糸で巢をつくり、或は附着し、體が平たくなつてゐる。河床の石を取り上げて見るとその様子がよくわかる。

第4. 地下水と泉

1. 地下水

井戸を掘れば大抵の所に水が出ることから、地下には廣く地下水が存在することがわかる。雨が降り始めた時の地面を見てみると、暫くの間は降つた雨が皆吸ひ込まれてゆくであ

らう。

○土・砂・粘土・岩石によつてその様子がどう違ふか。

土や砂は集めても隙間が出来る。地下にある土・砂礫・岩石などにも小さい隙間があつて水を含むことができる。孔を掘つてゆくと地面に近い所では比較的乾いてゐるが、深く掘れば終りには水が滲み出てくるやうになる。この水面が地下水準面であつて、大體井戸水の表面に相當する。これよりも下の層は常に水が溜つてゐることになつて、そこから下の地下水の量はその地層のもつてゐる隙間の割合(空隙率)に比例する。粘土・頁岩・粘板岩などは水を通さず不透水性であつて、砂岩・砂礫・凝灰岩などは透水性のものである。地下水準面から下にある透水性の地層は、常に多くの水を含む帯水層となる。これに掘り当てれば地下水が得られる。

井戸の水は汲み出しても暫くすると又もとのやうに溜る。もとのやうになるまでの時間を計つてみると、井戸によつて違ふことから地下水の動きは帯水層の性質によつて變ることがわかる。帯水層が不透水性岩層にはさまつてゐる場合にはその動きが著しい。地形や地下の地質構造が傾斜してゐると、地下水面にも勾配が出来て地下水は低い方へ流れる。このやうな低い所にある帯水層の地下水は、常に壓力が加つてゐることになる。その壓力が大氣の壓力よりも大きい場合には、井戸を掘れば水が地下水面よりも高く上り、遂に地上に噴き出る。自噴井(掘抜井戸)は、このやうな帯水層まで掘り下げ、

た井戸である。砂礫層や砂岩層などを帯水層とし、それをほさんだ地層が緩やかに傾斜してゐるか、盆地の形をしてゐる所では自噴井を掘るに都合がよい。河川の扇狀地は主に砂礫から出来てゐるが、そのうちには粘土などの不透水性層がはさまつてゐる。この不透水性層を掘り抜くと浅い所からでも自噴水が出る。大垣市附近の纖維工業用水や天龍川、大井川尻などの養魚池用水、千葉縣常總臺地の谷間の水田などはこのやうな水を利用してゐる。

空隙率の少ない花崗岩や片麻岩などの地方では、井戸を掘つても水が出ないことが多い。しかしこれらの岩石にも大小の割目があつて、そこに水を溜めてゐる。鑛山の坑道や隧道を掘るうちに斷層に出會つて多量の水の出ることや、これらの地方の岩盤を掘つて、偶然に自噴井を得ることがあるのはこの地下水である。

石灰岩や石膏などは炭酸を含む水に溶かされて、その中が空洞になつてゐることが多い。そこに井戸を掘り当てると自噴井を得ることがあるが、多くは永く續かない。透水性の地層の間の地下水面に達しない上層に、局部的に粘土などの不透水性層があると、ここに帯水することがある。關東地方の平地に多い浅い井戸はこの水を利用したものであるから、雨が永く降らない場合には水が涸れる。深い井戸でも雨が降れば水面が高くなる。

○雨が降つてから井戸の水面が高くなるまでの時間は、浅

い井戸と深い井戸とではどのくらい差があるかツルベの網の様子から調べてみよ。

東京附近の6mぐらゐの井戸では、大體1日後に雨の影響が表れる。河川・湖沼・海洋の水面は地表に出てゐる一つの地下水面である。これらに近い井戸では、その水位の變化に応じて水面が變る。その變化するまでの時間や高さは河川・湖沼・海洋などからの距離によつて異なり、遠くなるほど遅れ、その高さの差も小さくなる。

近くにある自噴井は、大體同じ帯水層から出るのが一般である。一つの井戸を掘れば、地下水面はそれを中心にして附近からロウト状に下つて、その水圧が少し減る。随つて接近した場所に多くの自噴井を掘れば、帯水層の地下水の壓力が大氣の壓力よりも減つて自噴しなくなる。都會や工業地帯で多量の地下水を用ひる場合にも、これと同じやうなことが起る。地下水を用ひる度が多くなると、帯水層の水分が少くなり、更に動力などを用ひて汲み上げると帯水層の水分が失はれるほどになる。帯水層に水がなくなると、その上層の壓力が加つて地盤が沈下する。大阪市の淀川河口や東京の下町などの地盤が近年著しく沈下してゐるのは、このやうなことが一つの原因である。

2. 泉

地下水が自然に地表又は地表水の中に出てくると泉になる。

○泉はどのやうな所に湧き出るか。

地下水は種々な所に含まれてゐるから、その湧き出るのにもそれぞれ違つた場合がある。泉は谷間や河岸などの土地が凹んだ所に多くある。

谷間などが出来て、地表面が地下水面や適當な傾斜をした帯水層と交叉したときに現れる。透水性層と不透水性層が互ひに重なつてゐるとき、上又は下にある不透水性層に、地表まで達する斷層や割目があると、地下水はそれに沿つて湧き出る。かうして出来た泉には、特に多量に湧き出る泉は少い。石灰岩などが水に溶かされた通路や洞穴などから地下水が出る場合には、ときとして非常に大きな泉となる。醒ヶ井・秋吉臺の秋芳洞から出る曾和川などはわが國でも有名である。岩中から出る泉は比較的大きなものが多い。わが國では、富士山麓の湧泉は殆どこの熔岩の孔の多いものや、火山灰・砂礫による帯水層が空隙率の少い熔岩の上にあるために出るものである。

○泉の湧き出る状態はどんなか。

岩の割目や崖から勢ひよく出るのが迸出泉である。ときには瀧となる。その湧出した下は岩や礫から成つて、附近にあまり植物も生えてゐない盆状の窪んだ底から出て、小さい池状の水溜りが出来てゐるのが池状泉である。湖沼の底にも出来てゐることがある。池の周りには植物が生え、底は砂であることが多い。鹿島神社の御手洗池もこの例である。湧出した水が附近に溜り湿地状になつて挺水植物が繁り、底には泥

や腐植泥が多いのが湿地泉である。

温泉は種々な礦物成分を含む礦泉のうちの温いものである。温泉はその含む成分によつて單純温泉・アルカリ泉・食塩泉・硫黄泉などに分けられる。温泉は浴用又は飲用にするほか温室・炊事・養鶏・養蠶などにも用ひ、近頃鮎・鯉などの養魚にも利用すもことが試みられてゐる。この場合には魚類に適する温度を保つ以外に、温度が高いために酸素を含む量が少くなることと、水中の成分が有害でないことを注意する必要がある。その目的には單純温泉が適してゐる。

3. 地下水・泉の水質と生物

地下水や泉の水質は、その帯水層と地表に出るまで透過する地帯の土壤・地質や水の動く速度などで違ふ。流動が速く有機物の少いものが良質の水である。その水は一般に清澄で水温も低く、水量や水温の年變化が少いために飲用・工業用・養魚用に好都合である。養鱒場の大部分はこれらの水を利用してゐる。その水中には酸素がごく少いことがあるから、一度空気に曝すとよい。石灰岩や珊瑚礁を通つた水は硬度が高い。その他鐵・マンガン・炭酸石灰・塩素などを多く含むもの、アンモニアや細菌を多く含むものなどがあるから、飲用・工業用には淨化・精製して用ひるがよい。水温は帯水層の深さやその地方の気温などで異なるが、平均気温よりも1~2°C高いのが普通である。その年平均水温は大體東京は14°C、京都は16°C、山形は12°C、松本は11°C ぐらゐである。

泉の生物は湧き出る状態によつて違ふが、多くは山地溪流や風當りの強い湖岸の生物に似て水温の變化が少いために、冬も各種の動物が活動してゐる。地下水の生物は細菌を除いてはごく少い。洞穴の中の地下水には、光線や食物が缺けてゐるために體色が白くなつたものや、眼が著しく退化し或は全くなくなつたものがゐる。メクラトビムシや白化したヨコ蝦などがわが國の地下水や洞穴に棲む。

第5. 陸水と人生

1. わが國陸水の特性

わが國は四面海に圍まれた島國で南北に長いから、そのうちにある陸水も各種のものを含み、これを研究して比較對照するのに便利である。一般に雨量が多いために地表水も地下水も豊富であり、且つ硬度が低く醇良である。陸水中に含まれる成分は多様であるが、全般を通じて石灰が乏しく珪酸が多い。地勢の関係から山地が多く、地域が横に長いために廣大な陸水がなく、火山活動が盛んなため火山作用による特殊な陸水が多い。氷河の著しい影響を受けた陸水はない。

湖沼では、最大の琵琶湖は面積6.71 km²、最も深い田澤湖は425 m である。深さで田澤湖は世界で17番目である。このほかに水深100 m を超えるものは10 あつて、深い湖沼が比較的多いといへる。湖沼型では特に無機酸による強い酸性の酸榮養型があり、湯沼は世界中で最も強い酸性である。貧

栄養型には透明度の高いものも多く、摩周湖は世界で最も透明度が高い。貧栄養の度も甚だ低く生産の著しく少ないものがある。富栄養型では著しく富栄養化して他に見られないほどの生産の多いものがある。水中の成分では炭酸塩・石灰が少く、水素イオン濃度の變化に抵抗する能力(緩衝作用)に乏しく、随つてその變化が大きい。珪酸塩が多いため、植物性プランクトンの増殖を制限する成分となることが少い。ときに鹹水湖と稱する湖沼もあるが、大陸内地にあるやうな食塩・ソーダ・芒硝の多いものもアルカリ性の強い湖沼もない。

河川は地勢の関係と雨量が多いため流れが急であつて、洪水の起ることが多い。氣候が乾燥することがないから大陸内地にあるやうな末流の消えるものがなく、大部分の河川は海に注いでゐる。水力發電の利用は盛んであるが、水運の利用はごく小區域に限られてゐる。水運のよく開けてゐる利根川でも長さ 322 km のうち、支流を合はせて 275 km が利用されてゐるに過ぎない。生物も多くは湖沼や泉と似てプランクトンは全く眞の河川性といふものがない。水質は大體湖沼と同じ特性をもち、珪酸のほか塩素が多い。火山活動のために強い酸性を示す河川が多い。

地下水や泉に就いての研究はまだ十分とはいへない。

2. 陸水の利害

陸水は飲料水・家事用水としてわれわれの日常生活になくしてはならないものであるばかりでなく、水族の棲息の根源と

なる。

水を直接利用するものには灌漑用水・各種の工業用水・發電用水などがあつて、都會の發達や工業の發展に關係することが極めて大きい。間接には水中の水族を採捕して漁業を営み、それを助長する各種の増殖施設があり、水草や堆積泥をとつて肥料にする。湖沼で出來た鐵や沈澱した硫黄を採集し、鹹水湖からは食塩・ソーダ・芒硝・臭素・カリなどの重要資源が利用されてゐる。寒い地方では泥炭湖の湖底から泥炭を取つて燃料にする。特別な湖沼や地下水からはメタンガスが出て動力や燃料に用ひられる。地表水の少い地方では地下水を掘つて利用し、農業・牧畜・養魚などを盛んにすることができる。

○水運交通路として河川はどんなに役だつか。

これらの利用のほか陸水は海洋と同じく氣温を緩和し、下水を汚染した廢水を運搬し沈澱させるなど、われわれに與へる利益は極めて大きい。

その他天然氷の採取・漕舟・遊泳・スケート・觀光など厚生に役だつことも忘れることができない。

陸水はこのやうに多くの恩澤をわれわれに與へてゐるが、他の一面では洪水によつて非常に大きな損害を與へ、交通の障礙となることも少くない。

これら相互の關係を研究し、これらの害を少くして更に人類の福利を増すことに努力するやう心掛けよう。

結 言

水はわれわれにとつて衣食住よりも更に生活に必要なものといへる。人類の文化が発達したために水が必要になつたのではない。水があつて人類の文化が起つたのである。水は文化の父であり母である。陸水は特にそれに關係することが多い。それをうまく利用することができるかどうかは、個人の利害ばかりでなく、國民生活にも極めて大きな關係をもつ。水ををさめることが國の榮える所以であり、水ををさめるには水に對する正確な知識をもたなければならない。われわれの學んだのは陸水のあらましである。更に進んで、陸水の實際に就いて調べることが正確な知識を増すことになる。箇々の陸水を觀察し、研究し、これを綜合して、始めて適切な計畫がたてられるものであることを忘れてはならない。

陸 水 終



昭和21年3月2日印刷

昭和21年3月6日發行

陸 水

(定價2圓10錢)

不許複製

著作權者

財團
法人 實業教育振興中央會

實業教科書株式會社

發行者

代表者 取締役社長 倉橋藤治郎

東京都豊町區五番町五番地

大日本印刷株式會社(東京一)

印刷者

代表者 佐久間長吉郎

東京都牛込區市谷加賀町一丁目十二番地

發行所

實業教科書株式會社

東京都豊町區五番町五番地

(假事務所) 東京都日本橋區通三丁目八番地

振替東京183260番

特255

848

終