

## 停滯期に於ける富營養湖の

## 水素イオン濃度の垂直分布

宮 地 傳 三 郎

湖の水の水素イオン濃度に就ては、自然科学第三卷第三號に田中阿歌麿子爵が重要な論文を發表して、そのうちに、水素イオン濃度の垂直分布にも論及してをられる。

水素イオン濃度(pH)の垂直分布の型式として、Juday, Fred 及び Wilson 諸氏(一九二四)の Lake Mendota 及び Wisconsin の湖沼調査、Skadowsky 氏、田中子爵其の他によれば、春秋の湖水環流期には pH が各層を通じて略同値となり、夏冬の停滯期には表層附近の水は深層の水よりもアルカリ性傾向を有すること大である。上層水のアルカリ性を増加させる原因は藻類の同化作用であり(これについては多數の實驗的報告がある)、深層水のアルカリ性を減少せしむるものは有機物の腐敗分解による炭酸ガスの作用である。しかして、その pH 値の較差の最大は夏季に來る。

自分は本邦の湖底生物相を研究するに際して、併せて水溫、湖水の酸素含有量、pH 等の垂直分布にも考慮を拂つて來たが、そのうちに、右に述べたと同様の pH の垂直分布を示す多くの湖沼を経験したと共に、また更に異なる型式をもつた垂直分布が屢々見られることを確めたから、それについて述べてみやうと思ふ。

# 一、水素イオン濃度の逆變層

湖水中の $\text{CO}_2$ の垂直分布の普通型は、表層より深層に向ふに従つて酸性の度を増加するものであつて、本邦の主要なる湖は大部分この型式を示してゐる。ときに變態として、Skadowaky氏及び田中子爵も誌してをられるやうに、水溫躍層附近に至つて一旦高値を示し、それより急速に深層に向つて減退することがある。これは明かにその附近に饒産する植物性プランクトンの作用を語るものではあるが、水溫躍層そのものと直接には何等關係はないやうである(第六圖參照)。ところが、ある種の湖に於ては、一定の深さまでこの普通型の如き垂直分布を示すにかゝはらず、そこから急激に逆轉して酸性の度を減ずる現象が見られる(第一表、第一—三圖)。その原因については以前から疑問をいたして、この點に關して特に注意を拂つて觀察した結果、かなり多くの材料を蒐集することが出来た。

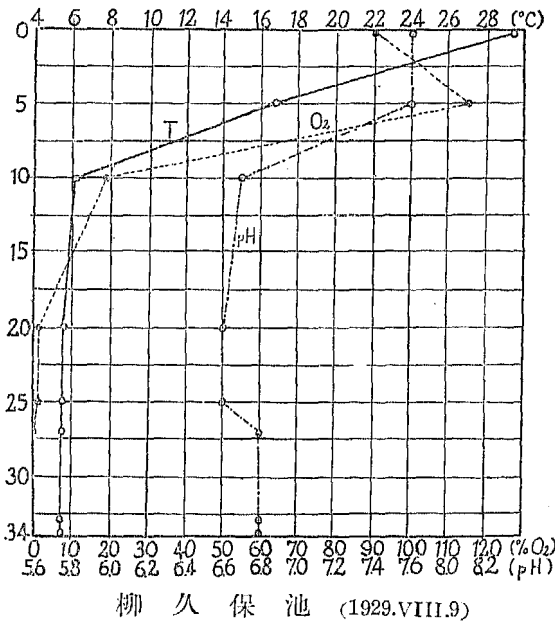
第一表

	深サ(m)	溫度( $^{\circ}\text{C}$ )	酸素飽和度(%)	pH
柳久保池 (一九二九、八、九)	0	29.3	90.0	7.6
	5	16.7	115.6	7.6
	10	6.2	18.8	6.7
	20	5.6	1.5	6.6
	25	5.6	1.0	6.6
	27	5.5	0	6.8
	33	5.5	0	6.8
精進湖 (一九二九、七、二五)	0	27.2	96.8	7.5
	3	27.3	93.9	7.6
	5	22.1	113.0	7.6
	7	16.6	105.2	7.6
	8.5	14.6	82.4	7.4
	9.5	13.0	5.4	6.8
	13	10.9	5.1	6.6
	14	10.4	0	6.8
吉次落堀 (一九二九、九、八)	0	22.6	96.1	6.9
	3	20.8	53.1	6.8
	5	20.0	10.4	6.7
	6	19.8	7.5	6.6
	6.5	18.2	0	6.9
	7	17.2	0	6.9

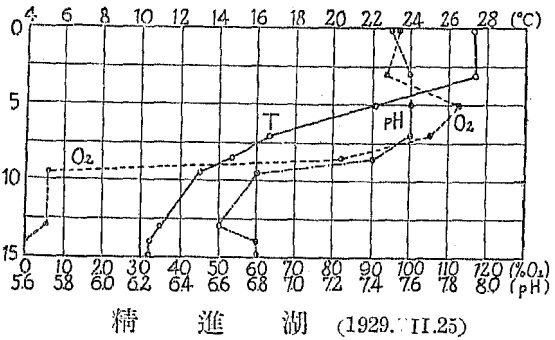
停滯期に於ける富營養湖の水素イオン濃度の垂直分布

まづ、かくの如き水素イオン濃度の成層に逆變を見られる湖沼を擧げてみると、鳥取市の東北方にある多<sup>タ</sup>鯉<sup>ネ</sup>ヶ池、若狭の水月湖、近江の余呉湖、信州の中綱湖、(田中子爵、吉村信吉氏も同様の

第一圖

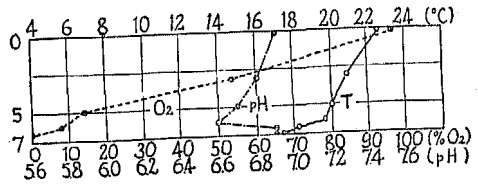


第二圖



の觀察) 等である。これらの湖は形態的には何れも面積比較的小さく、水月湖、柳久保池を除く他  
觀測をしてをられる) 及び柳久保池、富士五湖中の精進湖、關東平野では利根川の支流島川の堤防  
際にある高須賀沼(吉村信吉氏の觀測)、印幡沼の側にある吉次落堀、北海道の半月湖(吉村信吉氏

第三圖



吉次落堀 (1929.IX.18)

は淺くして、深さ數米乃至十數米にすぎない。觀測結果の一部は第一表及び第一—三圖に示してあるが、例へば柳久保池の二十乃至二十五米の水はそれ以深の水よりも酸性が強く、吉次落堀の深さ六米の水は五米及び六・五米の水よりもpH値が小さい。

これらの表及び圖には、pH及び水溫の他に水中の酸素飽和度も記入してあるが、それらと比較してみると直ちに氣のつくことは、この逆轉の起る場所が常に酸素含有量の極小から零へ移りゆく層と一致することである。

この兩者の關係は微妙であつて、しかも確然としてゐる。湖水中の酸素は直接に空氣中より、又水中の藻類の同化作用によつて供給され、生物の呼吸及び有機物の腐敗等によつて消耗せられる。一方水素イオン濃度は既述の如く、湖水中の無機物の性質及びその量にもよるが、表層水は藻類の同化作用によつてアルカリ性を増し、深層水は主として有機物の分解によつて酸性を加へる。即ちこの兩者は結局同一の原因によつて左右せられてゐるものに他ならない。しかれば、その間にかくの如き密接不離の關係あるは當然のことといはねばならない。有機物の腐敗分解は酸素の存在するところに於て行はれるものであるから、その全く缺乏せるところに於ては、その作用が停止するために、かゝる逆變層が形成せられると考へるときは、この現象も容易に解決つくやうに思はれる。しかし、これは餘りに輕易な解答であつて、その機構については他の種々なる化學成分を檢討吟味しなければならぬのであ

るが、その論議は將來の研究の後にゆづることとする。

## 二、逆變層の變態

この度の採集觀測旅行中、余吳湖、多鯰ヶ池等に於ても、同様な $\text{pH}$ の逆變を経験したが、不思議にもそのときの深層水は少量ながら酸素を含有してゐた(第二表、第四—五圖)。これは一見さきに述べたところと抵觸するやうに見えるが、その説明は簡單である。

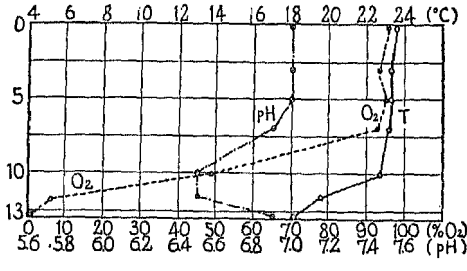
	深サ(m)	溫度(°C)	酸素飽和度(%)	pH
余吳湖 (一九二九、九、三)	0	23.5	96.3	7.0
	3	23.3	93.4	7.0
	5	23.3	95.2	7.0
	7	23.2	93.1	6.9
	10	22.7	49.0	6.5
	11.5	19.6	6.1	6.5
	13	18.2	0.7	6.9
多鯰ヶ池 (一九二九、九、三)	0	23.5	101.4	7.0
	3	23.0	102.1	7.0
	5	22.7	104.7	6.9
	7	22.5	103.4	6.9
	10	13.2	7.9	5.9
	12	11.1	0.6	6.4
	多鯰ヶ池 (一九二九、八、吉村氏)	0	31.1	97.3
5		24.1	109.3	6.7
6		19.2	114.8	6.8
7		14.3	105.0	6.8
8		12.5	103.9	6.7
9		10.7	84.1	6.2
10		9.7	22.9	5.6
11		9.1	1.1	5.6
12.5		8.4	0	6.2

あつて、これら湖の逆變層の存在は、それ以前の狀態の痕跡と考へられる。この説明の正しいこと

本年の夏は稀にみる干魃であつたが、九月上旬から十月始めにかけて、引きつゞき颯風の襲來を受けた。自分が余吳湖、多鯰ヶ池を訪れたのは、あたかもこの悪天候の終期であつたため、湖水の表層溫度は低下し、また一部に循環が行はれて、それ以前の湖水の狀態にかなりの變更を來したのである。しかもそれが、湖水の成層を完全に攪拌消失せしむる程度には至らなかつたため、かくの如き變態的現象を示したもので

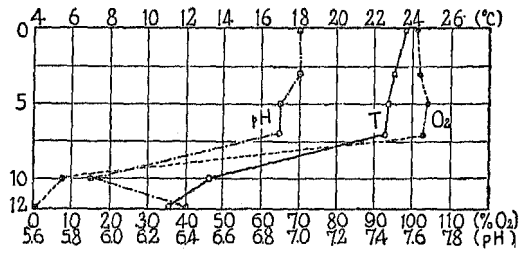
は、本年八月に吉村信吉氏のやられた多鯰ヶ池の観測(第二表、第六圖)と比較すれば自ら明かになる。即ち八月には多鯰池の水のpHと酸素含有量の垂直分布は完全に前述の型式を示してゐる。ま

第 四 圖



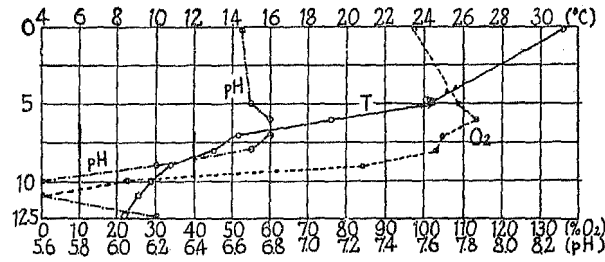
余 吳 湖 (1929.IX.23)

第 五 圖



多 鯰 ヶ 池 (1929.IX.25)

第 六 圖



多 鯰 ヶ 池 (1929.VIII.吉村氏ノ材料ニヨル)

た、余吳湖はこれまでの経験によると(彦根水産試験場、宮地)、九月から十月にかけて深層水の酸素含有量は零になるのであつて、特に本年の如き夏に於ては例年より早くから零となり、従つてpH

停滞期に於ける富營養湖の水素イオン濃度の垂直分布

の典型的な逆變層を形成したることは想像に難くない。水月湖(第三表、第七圖)に於ても、pHの逆變層がみられ、かつ、深層水中の酸素含有量は零であつたが、逆變層の位置が觀測時の酸素皆

第三表

	深サ(m)	溫度(°C)	酸素飽和度(%)	pH
水(〇五元、六二四)月湖	0	23.9	108.9	7.6
	3	22.5	106.3	7.6
	5	22.0	81.5	7.2
	6	19.2	13.2	6.4
	7.5	17.1	7.2	6.6
	10	16.9	6.9	6.8
	15	16.3	0	6.9
	20	12.9	0	7.0

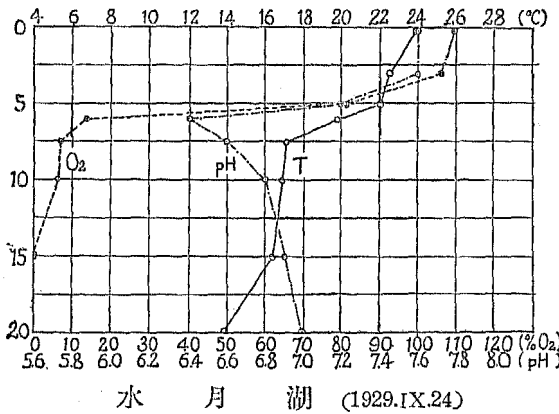
無となる層よりも數米淺く位置してゐた。この變態も同様に風による表層水の循環に歸するこゝどが出来る。

以上の結果から、もし湖の深層水中のpH値に酸性からアルカリ性の方向への逆變層がみられる場合には、それは、その層に深には酸素が完全に缺乏してゐるか、或は近き過去に於て完全

に缺乏してゐたことを想像せしめるものといつてよい。この例外として湖底湧泉による逆變層の形成を考へうるが、自分はまださういふ例を觀測しない。

Thienemann氏は湖の深層水中の酸素含有量の多寡によつて、湖を富營養湖、貧營養湖に分類したが、pHについても略これと併行した現象がみられる。即ち貧營養湖に於ては、酸素含有量並びに

第七圖



第 四 表

	深サ (m)	温度 (°C)	酸素飽和度 (%)	p H
本 栖 湖	0	25.3	91.8	7.4
	10	20.6	96.9	7.5
	20	11.3	106.6	7.5
	40	6.8	96.3	7.5
	63	6.0	91.6	7.4
	83	5.8	89.8	7.4
	113	5.8	88.4	7.4
住 吉 池	0	23.1	106.7	7.4
	4	18.8	146.5	7.6
	5	17.0	135.7	7.6
	6	14.1	99.1	7.0
	7	12.3	80.4	6.8
	10	10.2	20.6	6.4
	15	9.8	19.5	6.4
	20	9.4	24.9	6.4
	27	9.4	20.6	6.4
	29	9.4	5.6	6.4

pH曲線の傾度が少く、本栖湖(第四表)、富營養湖に至る程、また停滯期の終期に近づく程、その傾度が大で(住吉池、第四表)、特に深層水の酸素含有量零となる場合にはpH値の逆變がみられる。(一九二九、一〇、一三)

(昭和四年十月十九日受領)

主 要 文 獻

- 田中阿歌磨(1927) 本栖湖沼に就ての二、三の研究
- 日本學術協會報告 第三卷(265—270)
- (1928) 湖の水の酸素イオン濃度に就て
- 自然科學第三卷第三號(63—74)
- 吉村信吉(1928) 湖水の停滯及循環序論
- (1928) 第七號(23—48) 第八號(54—76)
- 地理學評論第四卷 第四號(63—70) 第五號(81—89)
- (1928) 羊駝山半月湖湖水の理化學的性質に就て
- 地理學評論 第四卷第十號(78—85)
- (1928) 落期(堤防決潰池沼)の理化學的研究(豫報)
- 水産研究誌 第二十三卷第十二號(1—16)
- (1929) 湖水中の酸素含有量及酸素イオン濃度の水平分布に就いて
- 地理學評論 第五卷第四號(1—20) 第五號(8—25) 第六號(55—75)
- 三木茂(1929) 深堀ヶ池内に浮島の生態研究 京都府史蹟天然記念物調査報告 10(61—74)
- 宮地傳三郎(1928—1929) 湖底生物研究豫報
- 水産研究誌 第二十三卷第三號(81—83) 第四號(132—140) 第五號(171—179) 第九號(277—286) 第二十四卷第三號

停滯期に於ける富營養湖の水素イオン濃度の垂直分布



(66—81)

- Juday, C., Fred, E. B., and Wilson, F. C. (1921) The Hydrogen Ion Concentration of certain Wisconsin Lake Waters  
Trans. of American Microscop. Soc. 1924(177—190)
- Naumann, E. (1925) Die pH-Standard des Süßwassers.  
Verh. I. V. L. 3. Stuttgart. (291—304)
- Bresslau, E., (1925) Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Hydrobiologie.  
Verh. I. V. L. 3. Stuttgart. (56—108)
- Skadowsky, S. N. (1923). Hydrophysiologische und Hydrobiologische Beobachtungen über die  
Bedeutung der Reaktion des Mediums für die Süßwasserorganismen. Taf IV—VII.  
Verh. I. V. L. 1. Stuttgart. (341—358)
- (1925). Über die aktuelle Reaktion der Süßwasserbecken und ihre biologische Bedeutung.  
Verh. I. V. L. 3. Stuttgart. (109—144)

## 曹 達 の 新 定 量 法

原 口 九 萬

### 一、 は し が き

曹達を直接に重量分析により精確に定量することが可能になり、最近 Barber, Kolthoff 及び Carey, Fouk は各獨立的に興味饒き所説を The Journal of the American Chemical Society (50, 1925, 1928) (51, 1929)紙上に公表した。