

(4) 礫土の堆積物の産狀は、偽氷河現象、地上又は構造的變動を受けたる證據なく、地形的・地質的にも偽氷河現象の形跡なき事。

(5) 地形は著しき侵蝕の結果現在に於ては必しも、標式的なる氷河地形と認め難しとするも、多少の *restitution* を加ふれば氷河地形と認め得可き事、殊に山地頂上に近く *Nische* 狀の圈谷地形を認め得る事。

擱筆するに當り、親しく現地に就き御指導と將來の研究方針を賜り、且つ本稿の御校閲を賜りたる小川琢治先生・高橋先生に對し、深謝の意を捧ぐる。

湖底堆積物の酸素吸收

宮地傳三郎

湖水中の酸素瓦斯減少は從來考へられてゐた如く、動物性プランクトンの呼吸や、緩慢に沈降するプランクトンの遺骸その他の腐敗物質の分解よりも、むしろ湖底堆積物の酸素消費に負ふ所が大きいやうに思れる。このことは湖底に於て酸素の著しく減少せる底成層 (*Microstratification*) の見られること、酸素の等量線が湖底に沿つて彎曲し、湖底に接した水は同深度の他の部分の水よりも

酸素の含有量が著しく少いこと、湖底の一部に深窪の存するとき、その深窪の縁に相當する深さの水層に於て酸素含有量の極小値の見られる現象が、廣い淺湖底の泥土によつて酸素を吸收せられた水の水平移動によつて説明せられること等にて證明せられ、湖底泥土の酸素消費は湖水の化學に頗る重大なる意義をもつと考へられるに至つた。一方湖底に直接する水中の酸素含有量は底棲動物の生態に最も密接なる關係があり、湖に於ける底棲動物の適應現象及び湖底動物相の組成は主として酸素瓦斯含有量の多寡に支配されることが明かにせられつゝある。

以上の如き現狀に鑑み、湖底堆積物の酸素瓦斯吸收力の大きいとその性狀を攻究して、それが湖沼標式・底棲動物の生産量等と如何なる關係にあるかを確めるのが著者の目的であるが、こゝに報告するのはその豫備的實驗の一部である。

湖底堆積物の酸素瓦斯吸收に就ては H. Hesselmann, G. Alsterberg, G. Lönerblad 等が注意してをるが、未だ不充分の點が多く、かつ、同氏等の研究した瑞典の湖沼の沈積物は泥炭泥(Dy又は Dysevija)にして、主として浮游生物の遺骸によつて生じた骸泥(Gyttja)よりなる本邦湖沼のそれと全くその性質を異にしてをる。實驗は二八〇乃至二九〇厘の内容を有する罎中に五瓦或は一〇瓦の泥土を入れ、酸素瓦斯含有量を定量した水道水をもつて満し、密栓してよく攪拌した後靜置し、その後も約三十分毎に攪拌を反復した。一定時間の後にその上澄液を一二九乃至一四三・五厘の小罎に移し、ウインクラ―氏法により定量した。滴定は指示薬注加後概ね一時間後に行つた。水素イオン濃度は比色法により B. T. B 液を使用した。

中禪寺湖及び清水沼の湖底泥土

酸素の吸収 日光の湖沼の深部湖底泥土が漆黒色を呈し、その部分に肉眼的生物を全く認め得ないことは著者の既に指摘して、その理由として、この漆黒色泥土の強き還元作用による酸素遮断部

第一表 中禪寺湖湖底堆積物の酸素吸収

Oxygen content (mg/l) and pH at the beginning of experiment	Hours	Oxygen remaining mg/l	Oxygen consumed mg	pH	Remarks
5.99	15 min.	0.92	1.41	6.3	Experiment with 10 gr. of mud. Water temperature about 25°C.
"	20	0.52	1.53	6.3	
"	30	0	1.67	6.2	
"	40	0	1.68	6.2	
"	1 h.	0	1.68	6.3	September 19-20.
"	2	0	1.66	6.35	
"	5	0	1.68	6.4	
"	23	0	1.69	6.4	
6.09	15 min.	2.73	0.95	6.5	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature about 25°C.
"	30	2.18	1.11	6.4	
"	1 h.	1.22	1.39	6.35	
"	2	0.61	1.53	6.3	
"	4	0.61	1.52	6.1	September 19.
"	6	0	1.74	6.2	
6.51	15 min.	3.16	0.96	6.45	
"	30	2.91	1.04	6.4	
"	1 h.	2.78	1.06	6.3	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature 22°C.
"	2	1.42	1.42	6.3	
"	4	0.21	1.75	6.2	
"	6	0.21	1.77	6.15	
"	8	0.09	1.83	6.1	September 22.
"	10	0	1.81	6.2	

(Sauerstoffspere) 形成を想像した。黑色を呈するものは硫化物で、泥土に酸を加へることによつて強き硫化水素臭を放つ。

第一表は中禪寺湖泥土(採泥深度一五六米)の酸素吸収試験の成績の一部であつて、一〇瓦の泥土を二七〇—二八〇厘の水で稀釋するときは三〇分以内でその溶在酸素瓦斯を全く吸収し、五瓦の泥土は一〇時間以内に無酸素状態を來すことが明かになつた。これを後に示す琵琶湖の泥土一〇瓦が同様の状態に於て九時間を要して始めて酸素を吸収し盡し、五瓦の場合には二四時間を経過するも尙酸素を殘存せしめてをると著しい差異がある。尙充分酸素を吸収せる中禪寺湖の泥土は全く黑色を失つて黃褐色を呈するに至る。

中禪寺湖の深層水は周年四度に近き溫度を示してをるがその深底水の酸素が夏季停滯期の終りに全然消失することが發見せられた(第二表)。

かくの如く深度大なる湖の深層水が酸素を失ふことは我國の如き溫帶のしかも山間の貧營養湖としては全く異例で

湖底堆積物の酸素吸収

第二表 中禪寺湖昭和六年十月二六日の觀測 (吉村氏による)

Depth m.	Temperature C.	pH	Oxygen cc/l	Free CO ₂ mg/l	Carbonate CO ₂ mg/l
0	13.7	7.2	6.32	1.1	11.5
10	13.6	7.2	6.45	—	—
20	12.8	7.2	6.46	—	—
25	8.0	7.3	7.85	0.7	11.5
30	6.2	7.15	7.75	—	—
50	4.9	7.1	7.34	1.5	10.5
75	4.5	7.1	7.41	2.0	11.5
100	4.4	7.1	6.86	1.5	10.5
125	4.3	7.1	6.86	1.9	12.0
139	4.3	7.0	5.58	—	—
150	4.25	6.8	4.71	3.6	11.5
155	4.25	6.75	1.32	—	—
156	4.2	6.8	0.00	—	—
156.5	4.2	6.95	0.00	16.2	25

Transparency 12. 7 m.

あつて、これは正しくこの特異なる黑色泥土の強き還元作用に歸せらるべきものと考へる。

少量の黑色硫化物は夏季酸素の消失せる湖底表層に認めうるが、これは湖水の循環とともに忽ち消失し去る。中禪寺湖は前述の觀測を除く從來の多くの觀測によれば湖水の停滯循環は正常で深層まで酸素を豊富に含有してゐる。それにもかゝはらず採集せられる限りの深湖底泥土がその表面に

第三表 清水沼湖底堆積物の酸素吸収

Oxygen content (mg/l) and pH at the beginning of experiment	Hours	Oxygen remaining mg/l	Oxygen consumed mg	pH	Remarks
6.24	6.6	1.24	1.39	6.35	Experiment with 10 gr. of mud. Water temperature about 22°C. September 25.
"	30	0.31	1.66	6.2	
"	1 h.	0.00	1.75	6.25	
"	2	0.00	1.72	6.25	
"	4	0.00	1.70	6.25	
"	6	0.00	1.73	6.35	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature about 22°C. September 26.
"	8	0.00	1.75	6.0 ?	
6.24	6.6	2.95	0.92	6.3	
"	30	1.95	1.20	6.3	
"	1 h.	1.83	1.21	6.25	
"	2	1.22	1.37	6.2	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature about 22°C. September 26.
"	4	0.40	1.66	6.05	
"	6	0.00	1.77	6.0	
"	8	0.00	1.74	6.0	
"	23	0.00	1.78	5.8	
"	24	0.00	1.74	5.8	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature about 26°C. September 15.
5.88	6.6	2.35	0.90	6.2*	
"	40 min.	2.21	1.03	6.1	
"	1 h.	1.03	1.37	6.1	
"	1.5	0.40	1.53	6.1	
"	2	0.00	1.62	6.1	
"	4	0.00	1.62	6.1	
"	6	0.00	1.64	6.0	

於ても酸化せられることなく黒色を保つてをるのは驚嘆に値する。かくの如く多量にして耐久的な硫化物泥土の起原について未だ明かにし得ないのは遺憾である。

日光清水沼（これは菅沼の最東端湖盆であるが目下主湖盆より獨立してをる）の泥土（採泥深度二一米）に就いても略同様の結果を得た（第三表）。

水素イオン濃度の變化 中禪寺湖沈積物の酸素吸收實驗に供した水道水の pH は第一表に示す如く中性乃至弱酸性であるが、酸素の吸收が進行すると共に水は漸次酸性に傾き pH 六・一位までになるが、酸素の消失後は再びその値を増して六・四まで回復した。この現象は第二表の酸素の消失せる深層水に於て觀測せられた pH 値の逆轉と平行的の現象で、著者がかつて本誌に於て、深層水の酸素が消失するとき pH 値が逆轉すると論じたのと全く一致し、湖で行はれることがそのまゝ、鱗の中で再現せられたのは興味が深い。

この事實はをそらく吉村理學士の説の如く泥土中の炭酸鹽類が溶解して水の緩衝能力を大にしたためであらう。

清水沼の泥土一〇瓦を用ひた實驗に於ても同様の逆轉が見られたが、五瓦をもつて實驗した際にはそれを認め得なかつた（第三表）。

水月湖の湖底堆積物

若狹の水月湖は深層に海水の停滯せるため、その約一五米以深は周年無酸素状態にあり、湖水及

第四表 水月湖三方湖湖底堆積物の酸素吸収

	Oxygen content (mg/l) and pH at the begin- ning of experiment	Hours	Oxygen remaining mg/l	Oxygen consumed mg	pH	Remarks	
Suigetu-ko	7.07	6.9	15 min.	6.32	0.21	7.2	Experiment with 10 gr of mud. Water temperature 21°-22°C. October 2-3.
	"	"	30	5.31	0.48	7.2	
	"	"	1 h.	5.02	0.57	7.2	
	"	"	2	4.73	0.64	7.2	
	"	"	4	4.26	0.77	7.2	
	"	"	6	3.41	1.00	7.2	
	"	"	26	1.70	1.49	7.1	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature 21°-22°C. October 2-3.
	7.07	6.9	15 min.	6.44	0.18	7.1	
	"	"	30	6.27	0.22	7.2	
	"	"	1 h.	6.20	0.24	7.2	
	"	"	2	5.30	0.33	7.2	
	"	"	4	5.42	0.46	7.2	
Mikata-ko	"	"	6	4.94	0.59	7.2	Experiment with 10 gr. of mud. Water temperature 21°-22°C. October 2-3.
	"	"	24	4.08	0.82	7.1	
	7.37	6.9	15 min.	1.57	1.61	6.6	Experiment with 10 gr. of mud. Water temperature 21°-22°C. October 6.
	"	"	30	1.40	1.68	6.5	
	"	"	1 h.	0.85	1.79	6.45	
	"	"	2	0.29	1.93	6.5	
	"	"	4	0.05	2.02	6.6	
	"	"	6	0.05	2.05	6.6	
	"	"	8	0	2.06	6.6	
	"	"	24	0	2.05	6.6	
	7.69	7.0	15 min.	3.86	1.09	6.7	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature 21°-22°C. October 6.
	"	"	30	3.56	1.17	6.7	
	"	"	1 h.	3.05	1.33	6.5	
	"	"	2	1.89	1.63	6.5	
	"	"	4	1.15	1.81	6.45	
	"	"	6	0.21	2.10	6.5	
	"	"	8	0.10	2.12	6.5	
	"	"	10	0.10	2.11	6.5	

び泥土は強き硫化水素臭を發し、生物の棲息を認めない。

この湖の泥土(採泥深度二五米)につきて、同様なる酸素吸收實驗を試みたるに、豫期に反して第四表に示す如く酸素の消費量は頗る小さい。本湖深層の無酸素狀態はこれによつて、湖底堆積物の酸素吸收力とは關係少く、主として停滯せる水中に於て酸素が消費せられるものと考へられる。

水月湖の泥土が pH 六・九の水道水を pH 七・二に變ずるのは、他の湖の泥土がそれを稀釋した水を酸性ならしめるのと全く反對の傾向である。これは、深層水が海水なるため、泥土は鹽分を多量に含み、それが溶出して水の緩衝能力を増大する結果として容易に説明出來さうである。

水月湖と相連續せる三方湖は *Pumilus-type* の淺い富營養湖であるが、その深さ二米の泥土は水月湖のものに比して遙かに酸素吸收力が大きい(第四表)。

琵琶湖と余呉湖の泥土

琵琶湖は周年全層に豊富なる酸素を含有し、その湖底泥土は表層褐色、下層はやゝ蒼みを帶びた灰色である。その底棲動物は雄松沖五七米の採泥地點で一平方米中の數量平均三六四個體、フォルマリン重量で三・八六瓦であつた。余呉湖は琵琶湖のすぐ北にあるが、その深層水は夏季停滯期には酸素を消失し、その部分の堆積物表層には薄い黑色層を生じ下層は灰色である。深底の生物は主として *Corethra* の幼蟲と少量の貧毛類よりなり、その數一平方米中に約三〇〇〇、その重量は約一〇瓦に達する。

第五表 琵琶湖・余呉湖湖底堆積物の酸素吸收

	Oxygen content(mg/l) and pH at the beginning of experiment	Hours	Oxygen remaining mg/l	Oxygen consumed mg	pH	Remarks
Biwa-ko	7.79	15 min.	3.27	1.26	6.4	Experiment with 10 gr. of mud. Water temperature 22°-22.5°C. October 9-10.
	"	30	3.15	1.31	6.4	
	"	1 h.	2.49	1.46	6.3	
	"	2	0.62	1.95	6.3	
	"	4	0.32	2.03	6.3	
	"	6	0.10	2.15	6.3	
	"	8	0.08	2.14	6.3	
	"	9	0.00	2.13	6.4	
	"	24	0.00	2.15	6.5	
	7.79	15 min.	5.61	0.61	6.5	
	"	30	5.22	0.74	6.5	
	"	1 h.	4.92	0.82	6.5	
	"	2	4.54	0.91	6.5	
	"	4	2.85	1.37	6.3	
Yogo-ko	"	6	1.88	1.62	6.3	Experiment with 10 gr. of mud. Water temperature 22°-22.5°C. October 9-10.
	"	8	1.97	1.63	6.3	
	"	9	1.05	1.90	6.3	
	"	24	0.72	2.00	6.2	
	7.37	15 min.	1.53	1.63	6.2	
	"	30	0.86	1.82	6.2	
	"	1 h.	0.48	1.86	6.2	
	"	2	0.15	1.99	6.2	
	"	4	0.00	2.02	6.3	
	"	6	0.00	2.02	6.3	
	"	8	0.00	2.04	6.3	
	"	23	0.00	2.04	6.3	
	7.69	15 min.	3.38	1.22	6.3	
	"	30	3.23	1.26	6.3	
	"	1 h.	2.96	1.34	6.3	
	"	2	1.66	1.72	6.1	Experiment with 5 gr. of mud. Water temperature 21°-22°C. October 6-7.
	"	4	0.21	2.08	6.1	
	"	6	0.10	2.10	6.1	
	"	8	0.10	2.12	6.2	
	"	22	0.05	2.13	6.3	
	"	24	0.05	2.13	6.3	

この二つの代表的富營養湖と貧營養湖との湖底泥土の酸素消費量を比較して第五表の如き結果が得られた。即ち、一〇瓦の泥土によつて、余呉湖の場合は四時間以内に二・〇二瓦の酸素を吸収して無酸素状態となるが、琵琶湖の場合は、八時間以上を要す。

湖の營養度と湖底堆積物の酸素吸収力との關係については更に適當なる材料により改めて論及してみるつもりである。

瑞典の湖沼との比較

G. Lönerblad は瑞典の湖底堆積物に就き、その二〇瓦をとり、容量一五〇瓩の罎に入れて實驗した結果によると、泥炭泥 (Dy) はその酸素を完全に吸収するに概ね一二—一八時間を要し、泥炭性骸泥 (Dygytja) は六〇時間或はそれ以上を要してをる。實驗の温度はあげてないが七月下旬から九月下旬に亘つて行つたものである。これを前述の本邦湖沼堆積物の一〇瓦が二八〇—二九〇瓩の罎中に於て酸素を吸収し盡すに要する時間が、日光湖沼の如き例外的に速かなるものを除くも、普通一〇時間以内にあるのと較べて著しい相異である。(一九三三・一〇・一七)

この研究は東照宮三百年祭記念會の補助に負ふ所大なり、記して感謝の意を表す。

文 献

Alsterberg, G., 1922. Die respiratorischen Mechanismen der Tubificiden. Lunds universitets årskrift, N. F. Avd. 2, Bd. 18.

Hesselman, H. 1910. Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt, H. 7.

Lönnherblad, G. 1930, Über die Sauerstoffabsorption des Bodensubstrates in einigen Seearten. Botaniska Notiser, 1930.

Thienemann, A. 1928. Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnengewässer, Bd. IV.

Yoshimura, S., 1932. On the dichotomous Stratification of Hydrogen Ion Concentration of some Japanese Lake Waters. Jap. Jour. Geol. Geogr. IX, No. 3-4.

宮地傳三郎 停滯期に於ける富營養湖の水素イオン濃度の垂直分布 地球 第一二卷 第六號 昭和四年。

吉村信吉 潮沼學 岩波講座 地理學 昭和七年。

加賀粟津溫泉附近の地質と溫泉試錐

近 藤 堅 二

は し が き

本篇は筆者が昨夏利根ボーリングに勤務中、粟津溫泉の山下旅館主山下氏の溫泉試錐を行ふに際し夫の依頼によつて出張した際に仕事の片手間に得た地表調査と掘進中の資料に基いた記録である。極めて粗雑、獨斷的で論旨も前後してゐるが聊かなりとも溫泉地質學の進展に資するところがあれば望外の幸である。

尙ほ出張中に資料を供された山下勇太郎氏には厚く謝意を表する次第である。

(昭和8年10月記)