余呉湖の湖底堆積物と高等水生植物^{1) 2)}

(挿図1~2)

山 口 久 直

Bottom Deposits and Higher Aquatic Plants of Lake Yogo,
north of Lake Biwa

By Hisanao YAMAGUTI

1951年の8月20日から24日にわたつて行われた、名古屋大学理学部化学教室と大津臨湖実験所との余呉湖協同研究で、筆者は湖底堆積物の組成分析と分布ならびにそれと高等水生植物の分布との関係をしらべることを担当した。本文はその結果の概要である。

筆者にこの研究の機会を与えられた菅原健教授、上野益三教授、並びに野外作業中種々の便宜を与えられた名古屋大学化学教室員各位、協力せられた大津臨湖実験所の所員の方々に厚く御礼を申し上げる。

1 調 査 地 域

余呉湖は滋賀県伊香郡余呉村にあり、その湖面海拔高度は134m、湖岸線の長さ5.4km、

Table 1 余呉湖の全表面積と各深度別による表面積
及びその100分率 (Areas of whole surface
and various depths in Lake Yogo)

Area of surface	Area (km ²)	Percentage
Whole surface	1.4954	100.0
From 0m to 4m	0.2020	13.4
From 4m to 6m	0.1641	10.9
From 6m to 8m	0.3671	24.4
From 8m to 10m	0.3459	23.6
From 10m to 13m	0.4163	27.7

1) 京都大学理学部附属大津臨湖実験所邦文業績。

2) 昭和26年度文部省科学研究費によつて行つた。

Fig. 1 余君湖の深度図及び採泥地点
(Bathymetrical map of Lake Yogo
indicating the stations at which the
mud samples were obtained.)

2 湖底堆積物の分析及び結果

採集はエックマン・バーズの採泥器を使用した。採集材料の処理は土壌学で行っている土壌の淘汰分析法の中、ピーカー法(三成農学博士考案)によつた。即ち供試泥土はそれぞれ一たん乾燥させた後、コルク杓でくんで細末となし、その中より各10gを取り、常法に従つて篩別した。その結果は表2の通りである。

面積約 1.5km^2 、長径(南北)約2km、短径(東西)約1km、最大深度13mのやや矩形の湖である。東、南、及び西の三方は低い山に囲まれ北のみ開け、南方の山は水平距離1.2kmを以て琵琶湖と距つている。

今、余呉湖の全表面積と各深度に於ける表面積及びその100分率を計算すると表1のようである。

すなわち4m以浅の区域は全表面積の13.4%に過ぎない。

湖底堆積物及び底棲生物の採集は同時に行われ、その箇所は63に及びその分布は全域にわたつている。機械的分析を行つた泥土の材料は、その中の35箇所である。その地点は図1の深度図上×印で示した。

Table 2 余呉湖の湖底堆積物の機械的分析の結果
(Results of mechanical analyses of the
bottom deposits of Lake Yogo)

St. No.	Depth (m)	Coarse gravel (%)	Fine gravel (%)	Coarse sand (%)			Silt and clay (%)			Aqua- tic plants
		9~4 mm	4~2 mm	2~1.5 mm	1.5~1 mm	1~0.5 mm	0.5~0.25 mm	0.25~ 0.01mm	<0.01 mm	
1	3.0				0.5	2.8	16.7	75.5	4.4	—
2	4.3				1.3	5.0	12.5	74.9	6.3	+
3	7.0					0.5	15.5	68.5	15.5	—
4	8.2					8.5	13.2	67.2	10.5	—
5	10.0				0.6	1.9	16.4	53.2	28.5	—
6	11.1					0.6	15.2	52.0	32.2	—
7	11.5					1.5	8.1	72.7	17.7	—
8	11.8					4.5	10.4	72.4	12.7	—
9	13.0					3.6	7.7	58.9	29.8	—
10	8.6					1.2	13.8	60.0	25.0	—
11	6.5					0.7	8.5	63.2	27.6	+
12	2.4					0.6	9.8	57.7	31.9	+
13	1.2					0.8	19.8	65.2	14.2	+
14	8.2					0.8	19.4	58.0	21.8	debris
15	9.5					1.2	13.1	64.3	21.4	—
16	7.8				0.1	0.6	25.8	59.6	13.9	—
17	6.5					1.2	17.4	53.5	27.9	—
18	4.7					0.7	17.1	60.5	21.7	—
19	6.8					0.9	20.9	59.4	18.8	—
20	2.2	2.2	3.6	0.7	0.7	3.8	16.9	57.4	14.7	+
21	2.0	17.4	16.3	10.4	8.9	17.7	13.4	11.6	2.1	+
22	6.5				1.2	10.7	14.3	50.0	23.8	—
23	3.0					2.5	25.6	45.1	26.8	+
24	6.5					2.4	25.0	47.6	25.0	—
25	6.0				4.4	8.8	20.2	61.3	5.3	+
26	8.4						29.6	50.6	19.8	—
27	5.2						21.1	64.2	14.7	+
28	6.1						24.6	60.5	14.9	—
29	9.6						25.6	50.0	24.4	—

St. No.	Depth (m)	Coarse gravel (%)	Fine gravel (%)	Coarse sand (%)			Silt and clay (%)			Aqua- tic plants
		9~4 mm	4~2 mm	2~1.5 mm	1.5~1 mm	1~0.5 mm	0.5~0.25 mm	0.25~ 0.01mm	<0.01 mm	
30	9.5						20.7	58.5	20.8	—
31	8.0					0.5	27.0	56.0	16.5	—
32	4.8		2.8	0.8	1.6	5.3	31.8	46.3	11.4	+
33	10.0						24.6	49.4	26.0	—
34	10.8						27.9	48.1	24.0	—
35	11.0						20.8	51.9	27.3	debris —

今直径 0.25mm の篩を通過するものと、そうでないものとに分けて分布状態を見ると表 3 及び図 2 のようになる。

Table 3 各地点の直径 0.25mm 篩を通過する材料の100分率
(Percentage of deposits of fine particles
smaller than 0.25mm in Lake Yogo)

St. No.	%	St. No.	%	St. No.	%	St. No.	%	St. No.	%
1	80.0	8	85.1	15	85.7	22	73.8	29	74.4
2	81.2	9	88.7	16	73.5	23	71.9	30	79.3
3	84.0	10	85.0	17	81.4	24	72.6	31	72.5
4	77.7	11	90.8	18	82.2	25	66.6	32	57.7
5	81.7	12	89.6	19	78.2	26	70.4	33	75.4
6	84.2	13	79.4	20	72.1	27	78.9	34	72.1
7	90.4	14	79.8	21	13.7	28	75.4	35	79.2

Average 76.7 ± 13.2

図 2 で明らかなように直径 0.25mm 以下のものが85%以上存在する区域は、西岸の中央部の新羅の森と東岸とを結ぶ線の南側の最深部地点附近、及びその北部の西岸より曲玉状をなす部分との2箇所に分かれている。85%以下の地域は上記2地域の外部に同心円状をなして存在する。図で見られる通り、湖岸の1部を除いては、直径 0.25mm 下の堆積物の含有量 70%以上の地域が湖底を占めている。北部地域で直径 0.25mm 以下の堆積物の分布がY字状になつているのは、調査1カ月前の引続いての豪雨のため、唯一の排水口の余呉川の逆流及びその後の排水等が原因をなしていると思われる。

以上余呉湖の湖底堆積物の機械的分析の結果から見て余呉湖の湖底堆積物と琵琶湖の堆積物とは相似た所が見出される。即ち昭和6年神戸海洋気象台が行つた第2回琵琶湖

Fig. 2 余呉湖の湖底堆積物の分布図(直径 0.25mm 以下)
(Distribution of bottom deposits in Lake Yogo)

調査によると、琵琶湖沖部の湖底堆積物の殆んど全部は直径 0.13mm の篩を通過する。これ等の結果から両湖とも、ほぼ相似た状況下において、しかも沈積が徐々に行われたものと推定する事が出来る。但し、その中に含まれる微生物遺骸(微化石)は琵琶湖とかなりのちがいがある。

又深度と堆積物との関係も、一般に考えられるように、深部に向う程湖底堆積物の粒子が細かくなっている。

3 水草の分布及び現存量

余呉湖の水草の種数は琵琶湖の水草にくらべると少く、湖岸に生育するヨシ、マコモ

を入れても10種に過ぎない。

ヨシは湖の北部及び余呉川附近に生育する。この北部湖岸は旧湖盆の一部と思われる水田地帯に続いていて、そのため水田としては悪条件の地点にのみヨシ帯が点在している。その他ヨシ帯は新羅の森附近に少数点在している。

マコモはヨシよりもなお少く、湖の最北部のヨシ帯附近に混つて存在する。

湖中の浮葉植物地帯もわずかに湖の最北部のヨシ、マコモ帯の沖部にドチカガミが存在するに過ぎない。

沈水植物の生育下限は余呉湖では深度 6.5m 附近である。深度 6.5m 附近で水草を採集し得た所は湖の西岸南岸及び東岸の沿岸帯の急斜面をなす部分に限られ、量的にも少い。水草が量的に豊富な湖の北部でも 6m 附近では全くなくなる。

この事実より見て、余呉湖内の水草の生育する部分は、6m 等深線以浅の区域と推定し得る。この部分は湖の全表面積の約25%で、その大部分は湖の北部に偏在している。

湖中の沈水植物はわずか7種で、その中優占種はセシニンモ及びクロモの2種である。他の4種はホザキノフサモ、イバラモ、セキシヨウモ、マツモ及びフラスコモで、その量は少い。この中ホザキノフサモは湖の北部及び南部の一部に生育し、イバラモは北部の川並村沖にわずかに見出される。セキシヨウモは東岸の大岩山山麓の湖岸が急傾斜をする砂礫地帯及び湖の排水口の余呉川に生育するが、その量は非常に少い。なお余呉湖のセキシヨウモは琵琶湖の各内湖と同じく普通のセキシヨウモで琵琶湖産なる変種のネジレモは産しない。

次に8月における水草の現存量を見ると、その最大量を示した場所は川並村船着場附近の水深 1m の所である。即ち表4に示すように、 1m^2 での湿潤重量は 6,450g を示した。この地点は簡単な防波堤で囲まれた池沼状態の場所で、余呉湖内では特殊の地点である。以上の結果によつて8月の余呉湖の水草の全現存量を推定する事は、各深度の採集点数の少い事によつて誤りを来たす基となるかも知れぬが、ある程度の現存量は推定される。

今上記の材料によつて琵琶湖及び諏訪湖の現存量と比較してみると、宝月 (1953) の諏訪湖の高等水生植物の研究では、深度の 0m~1m 最大乾燥重量 (1m^2) 1,027 g, 最少 152 g である。又、1~2m の所では最大 871 g, 最少 152 g, 2~2.5m の所で最大 60 g を示している。

琵琶湖南部では筆者の調査によると、深度 0m~2m 間で最大乾燥重量 (1m^2) (3箇所平均) 285 g, 最小 112 g (3箇所平均) を示し、深度 2~4m 間では最大 238 g, (3箇所平均) 最小 9 g (3箇所平均)、深度 4m 以深では最大 22 g を示した。

余呉湖では北部及び北西部の水草繁茂地帯の 2m~2.5m 附近では 1m^2 の乾燥重量最大 467 g, 最小 107 g, 3m~3.5m では 1m^2 の乾燥重量の最大 197 g, 最小 60 g を示し

Tble 4 余呉湖の水草の現存量 (1951年8月)
(Standing crop of water plants of Lake Yogo in August, 1951)

Species Number and weight *		Potamo- geton												Hydrilla				Ceratophyllum				Najas				Total				
		Station		Depth in m		N	Ww	N	Wd	N	Ww	N	Wd	N	Ww	N	Wd	N	Ww	N	Wd	N	Ww	N	Wd	N	Ww	N	Wd	
Northern part	Yogo River	0.5	134	223	31	445	1780	160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	St. no. 20	2.2	—	—	—	—	178	746	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Northernmost part	2.0	—	—	—	—	312	1335	120	45	223	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Littoral region near Kawanami village																													
	St. no. 12	1.0	89	445	62	1159	3338	310	979	2670	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Off shore, Kawanami village	2.4	935	1335	187	668	3115	280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
North-western part	Between st. nos. 13 and 14	3.0	134	387	54	89	445	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	St. no. 2	3.1	312	890	125	134	801	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Near st. no. 2 (A)	3.5	312	890	125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	St. no. 11	3.5	312	890	125	89	445	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Off shore, Mt. Oiwa	6.5	801	2225	312	89	801	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	St. no. 32	4.1	890	2225	312	45	223	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Eastern part	Between st. nos. 26 and 27	4.8	—	—	—	267	1600	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	St. no. 25	5.0	134	450	65	89	801	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	St. no. 27	6.0	45	223	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Southern part	St. no. 27	5.2	45	223	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* N, number per square meter; Ww, wet weight, g per square meter;

Wd, dry weight, g per square meter.

ている。又 4m 以深では Station 11, 深度 6.5m の地点, 即ち水草のよく繁茂している地点での 1m^2 の乾燥重量 384 g を除いて 1m^2 の乾燥重量は 332 g から 31 g と, 深度の増すにつれて次第に減少している。

以上の結果から前記 3 湖の現存量を比較して見ると, 0m~2m 深度の地点での現存量は琵琶湖南部と余呉湖では 1m^2 の乾燥重量はやや等しいが, 諏訪湖では前記両湖の約 2 倍の値を示す。3m 附近での乾燥重量 (1m^2) は余呉湖は琵琶湖南部よりやや大きい。諏訪湖では透明度の関係で現存量は非常に小さい。4m 以深では余呉湖が琵琶湖南部よりも非常に大きな値を示している。即ち 7 月~8 月の前記 3 湖の 1m^2 , 深度 0m~2m の乾燥重量は, 大凡諏訪湖>余呉湖>琵琶湖南部の関係が成立する。

4 湖底堆積物と水草との関係

高等水生植物の垂直分布は光, 底質等が重要な要因となる。今, 余呉湖の水生植物の水平ならびに垂直分布を見ると, clay 及び silt の多い地点には, センニンモとクロモが多い傾向があり, セキシウモは fine gravel や fine sand の量の多い地点に生育する。この点は琵琶湖南部でも同じ傾向を示している。

垂直的に観察すると, 特に沿岸帯の斜面の角度が鋭い時には, 斜面の傾斜のゆるい地点よりも深い所まで生育するが量的には少くなる。余呉湖ではセンニンモの方がクロモよりも深い所まで生育し得るが, 他の湖沼でも同傾向である。

水草の生育深度は水中光度が特に関係しており, 宝月 (1953) の諏訪湖の高等水生植物の研究によれば, 補償深度は透明度の約 2 倍と云う結果が出ている。余呉湖でも同様の結果が見られるようである。年間の透明度は明かではないが, この研究中, 沖部の透明度は 3.5m を示した。この透明度から当時の補償深度を推測すると約 7m 附近となり, 余呉湖の水草の最下限 6.5m とほぼ一致する。

余呉湖の水草目録

I CHAROPHYTA (Charales) 輪藻植物門

Characeae シャジクモ科

1. *Nitella* sp. フラスコモ

II MONOCOTYLEDONEAE 単子葉植物綱

Potamogetonaceae ヒルムシロ科

2. *Potamogeton maackianus* BENNET センニンモ

Najadaceae イバラモ科

3. *Najas major* ALLIONI イバラモ

Hydrocharitaceae ドチカガミ科

4. *Hydrilla verticillata* CASPARY クロモ
5. *Hydrocharis asiatica* MIQUEL ドチカガミ
6. *Vallisneria asiatica* MIKI セキシヨウモ

Poaceae イネ科

7. *Phragmites longivalvis* STEUDEL ヨシ
8. *Zizania latifolia* HANCE マコモ

III DICOTYLEDONEAE 雙子葉植物綱

Ceratophyllaceae, マツモ科

9. *Ceratophyllum demersum* LINNAEUS マツモ

主 要 文 献

1. 麻生慶次郎：土壤学（I）．東京，1937．
2. HOGETSU, K. : Studies on the biological production of Lake Suwa. V. The standing crop of rooted aquatic plants. Misc. Rep. Inst. Nat. Res., 30, 4—9, 1953.
3. 海洋気象台：第2回琵琶湖湖沼観測報告(昭和6年2月—3月施行)．海洋時報，7, 419—456, 1935.
4. MISRA, R. D. : Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English lakes. Journ. Ecol., 26, 2, 411—451, 1938.
5. RICKETT, H. W. : A quantitative study on the larger aquatic plants of Green Lake, Wisconsin. Wisc. Acad. Sci., Arts and Lett., 21, 381—400, 1924.
6. 内山修男：土壤調査法．東京，1950．
7. 上野益三：陸水生物学概論．東京，1935．
8. 山口久直：琵琶湖南部に於ける高等水生植物の生態分布．生態学研究，4, 17—26, 1938.
9. 山口久直：琵琶湖の水草（琵琶湖沿岸帯生物群聚の研究1）．陸水雑，13, 2/3, 92—104, 1943.
10. 吉村信吉：湖沼学．東京，1937．

R é s u m é

This paper deals with the results of investigations made in Lake Yogo in August, 1951, on the nature and distribution of bottom deposits in relation to the kinds and distribution of higher aquatic plants.

The number of stations at which the collections were made were 63 in total, and 35 of them were chosen in securing samples for the analyses of the bottom deposits (Map 1).

Almost the whole extent of the lake basin is covered with the bottom deposits of mainly soft grey ooze in which silt and clay are confined to the ratio of about 70 % in composition.

The lower limit of the vertical distribution of higher aquatic plants is met with at a depth of 6.5m. Their standing crop in a unit area of bottom varies widely with either depth or location (Table 2). The richest plant growths are observed in the northern part of the lake, at the strata between the depths from 2 to 2.5m, where the biomass in dry weight being estimated as 467 g/m² in maximum and 107 g/m² in minimum. The dominant species of plants are found in the genera *Hydrilla* and *Potamogeton*, both of which grow only on the muddy bottom.

(著者：山口久直，大津市観音寺町109，京都大学理学部附属大津臨湖実験所。
Hisanao YAMAGUTI, Otsu Hydrobiological Station, Otsu-shi, Shiga-ken).