

宍道湖・中海底質の化学組成について
(水成岩の化学組成の研究その2)

大森江い*

**On the Chemical Composition of Bottom Sediments from Lake
Shinji and Lake Naka-umi, West Japan**
(Studies on the chemical composition of sedimentary rocks, 2nd Report)

By

Ei OMORI

Abstract

As a part of the serial geochemical studies of sedimentary rocks, the author has carried out the chemical study of recent bottom sediments from the lakes filled with fresh and brackish waters.

The total number of the observation stations was six, as shown in Fig. 2, of which three stations were located in Lake Shinji and the other three stations were located in Lake Naka-umi.

Both Lake Shinji and Lake Naka-umi are located in the western part of Japan, and along the coast of Japan Sea. The water of River Hii flows into Lake Shinji from its western side. Lake Shinji and Lake Naka-umi are connected by River Ohashi, and Lake Naka-umi is connected through Sakai Channel to Japan Sea. Therefore, Lake Shinji is filled with fresh water and Lake Naka-umi is filled with brackish water. The areas of Lake Shinji and Lake Naka-umi are 80km² and 104km², and the maximum depths are 6.4m and 9m respectively. The surrounding area of these lakes consists mainly of sandstone, shale, tuff and volcanic rocks of Tertiary age and granitic rocks of Cretaceous age.

The chemical analyses have been done by the conventional chemical method and the contents of SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Total Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, MnO and P₂O₅ were determined.

Judging from the chemical compositions of the bottom sediments, the author reaches the conclusion that the SiO₂·Al₂O₃ contents are influenced by the topographic features of the surroundings and the MgO·MnO·Total Fe₂O₃ contents are influenced by the sea water.

要 旨

水成岩の化学組成の研究の一環として、堆積環境の相違(淡水・汽水)による化学組成の変化について調べた。

試料は宍道湖3測点、中海3測点の計6測点から採取し、SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Total Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, MnO, P₂O₅の10成分の化学分析を行なった。各試料の化学組成について比較検討した結果、地形的な影響があると考えられるものにSiO₂, Al₂O₃, 海水の影響と考えられるものにMgO, MnO, Total Fe₂O₃

があることがわかった。

1. 緒 言

この報告は水成岩の研究のうち、現世堆積物である湖沼の底質の化学組成による堆積環境の研究の一部として、筆者(1968)がさきに報告した、琵琶湖にひきつづき、宍道湖・中海の底質の化学組成について行なったものである。

宍道湖・中海の総合的現地調査研究は、昭和38年8月初旬から中旬にかけて行なわれた。当所からは地球化学課牧真一・比留川貴・米谷宏・地質第二課水野篤行・角靖夫・石油課鈴木尉元・特殊技術課青木市太郎・化学課

* 技術部

大森江いが、東大応用微生物研究所からは都留信也が、さらに名古屋大学地球科学教室からは中井信之が参加した。船上では測深・採泥・採水・水温測定・酸化還元電位差測定などを行なった。水質試験の一部は島根県水産試験場玉湯増殖実験室でこれを行なった。泥は調査所に持ち帰り大森江いが主成分(SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Total Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , MnO , P_2O_5)の化学分析を担当した。

本研究にさいし協力された島根県水産試験場玉湯増殖場の方々、および斐伊川の流域岩石について貴重な未発表資料をくださった、当所石原舜三氏に厚く感謝する。

2. 地形・地質

2.1 宍道湖

宍道湖は島根県の東部、日本海沿岸の東経 $132^{\circ}58'$ 、北緯 $35^{\circ}27'$ に位置し、島根半島と中国山脈とに挟まれた東西に細長い、第四紀層からなる宍道地溝帯の中部にある海跡湖で、標高 0.7m 、湖線 50km 、面積 80km^2 、最大深度 6.4m の湖である。西部の^{ひかわ}平野を流れる斐伊川および南北地帯からの小河川によって養成され、東岸の松江市を貫流する大橋川と、その西方約 3km を隔てて北流する佐陀川によって、それぞれ中海・日本海に通じている。湖の北岸部には西から船川・小境川・伊野川・秋鹿川・古曾志川などの小河川があり、南岸部には西から新建川・佐佐布川・来待川・玉湯川・忌部川などがあるが、斐伊川に較べていずれもその河川流域は狭い。

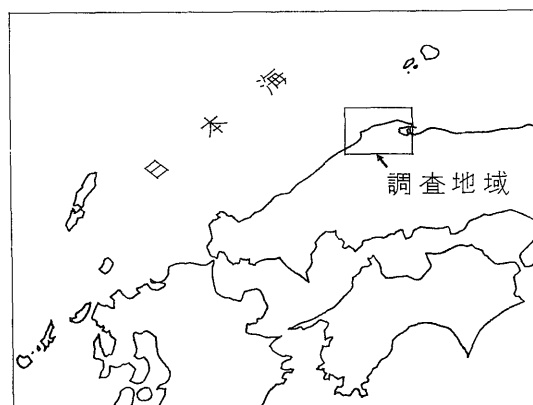
2.2 中海

中海は島根・鳥取両県の、東経 $133^{\circ}11'$ 、北緯 $35^{\circ}29'$ に位置し、宍道地溝帯の東部を占め、西は大橋川により宍道湖と連絡し、北は島根半島、東は砂洲の弓浜半島によって日本海と隔てられ、両半島の相接するところに中江瀬戸(境水道)があり、日本海と連絡している。標高 0m 、湖線 83.5km 、面積 104km^2 、最大深度 9m で、宍道湖と同じく富栄養湖である。中海の北部には^{だいこん}大根島・江島の2小島がある。湖の南岸には意宇川・飯梨川・伯太川・吉田川・加茂川などがあるが、宍道湖から流れ込む大橋川の他には三角洲を作る飯梨川が主な河川で、他の河川の流域は狭い。

2.3 湖の周辺

宍道湖・中海の南北湖岸から西方にかけて、海成積成物である布志名累層、火山砕屑岩を含む大森累層などが分布し、南部一帯には白堊紀に進入した黒雲母花崗岩・花崗閃緑岩などの基盤岩が広く分布している。宍道湖・中海に多量の水を注ぐ斐伊川は、島根・鳥取両県境にある船通山に源を発し、この古期花崗岩地帯を流れる各支流を合わせ、簸川の沖積平野を造成している流域面積

905km^2 の大河である。斐伊川は、大部分の流砂を河口から三刀屋川の合流点までの 22km の間に堆積し、 0.05mm 以下の微粒が流水とともに宍道湖に入り沈積する。出水時にはこれらの土砂を激しく宍道湖に流下し、大きな影響を与えている。



第1図 位置図
Index map

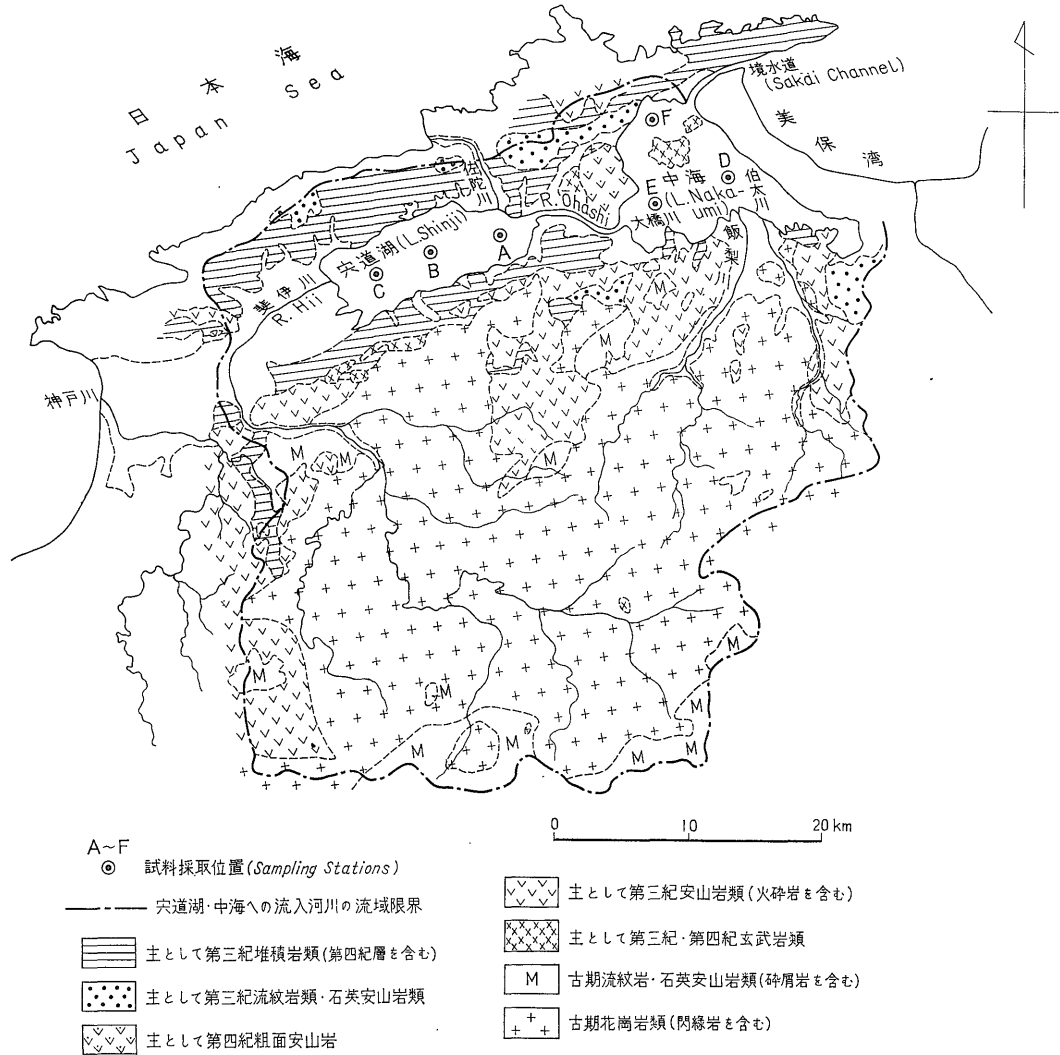
2.4 湖底地形

湖底地形については、水野篤行・角靖夫・鈴木尉元(1966)、水路部の10万部の1海図(1954)、干拓事業に関連して行なわれた島根県・鳥取県の調査報告(1958)によると、宍道湖は南北沿岸の傾斜が急で、深度約 5m のところで湖底平原に達し、湖底は $4\sim 5\text{m}$ の非常に平坦な部分が広く発達している。中海は淡、鹹水の合流地点で、平均水深は 4.6m である。大根島北東から南東に 7m 前後の細い深みがある。西岸は大橋川からの流砂によるものと思われるなだらかな傾斜面がある。

斐伊川は多量の水とともに浮遊泥砂を東部から宍道湖に注ぎ込み、これを沈積しながら東へ流れ、大橋川となって中海に流入する。宍道湖に沈積しきらなかった浮遊泥を沈積しながら、表層流となって南部を東流し、大根島の東に回って中江瀬戸から日本海に流出する。比重の大きな外海水は、中江瀬戸から底層流となって大根島の北から西に回り南の湖奥部に流入する。

したがって宍道湖の湖底平原に沈積された底質は斐伊川によってもたらされた浮遊泥砂であり、中海の底質は淡水・鹹水の合流地点のため、宍道湖に沈積しきらなかった浮遊泥と飯梨川の浮遊泥砂および海水により運ばれた浮遊細砂であろう。

明治17年(1885)、昭和10年(1935)、昭和28年(1943)の海図から宍道湖の容積変化を調べ、堆積土砂量を算定した島根県・鳥取県の宍道湖・中海水理調査報告(1958)がある。それによれば、前期51年間の平均堆積量は $70\text{万}\text{m}^3$ 、後期18年間は年平均 $50\text{万}\text{m}^3$ で、過去70年間には



第2図 地質図
 Geological map of Lake Shinji and Lake Naka-umi areas

年平均 65 万 m³ の土砂が主として斐伊川によって堆積された。

両湖とも水深が浅く、面積が広い為、風、河川の流水による影響が大きい。

3. 試料採取地点および試料作成

3.1 試料採取地点

第2図に試料採取地点の位置を示した。

- st. A 湯町鼻から N 24.0° E 2.34 km
- st. B きまち水準点 (4.76) から
N 17.5° E 3.42 km
- st. C 宍道町水準点 (2.87) から
N 4.5° E 3.2 km

- st. D 福井三角点 (1.3) から
S 23.5° W 3.16 km

- st. E 大海崎鼻三角点 (122.2) から
S 44.0° E 2.28 km

- st. F 宮ヶ鼻崎から E 0° 1.62 km

各試料採取地点における深度と表層水・底層水の水質 (Cl⁻, pH) の値を第1表に示した。

3.2 試料作成

各採取地点で採取したコアの本研究に使用した試料作成部分を第2表に示した。

試料の作成は、現地で採取した試料を3重のビニール袋に入れて、地質調査所に持ち帰り、風乾し、乳鉢で粉碎 (約 100 メッシュ) した。ただし微量成分の試料と兼

地質調査所月報(第20巻 第7号)

第1表 測点の水深と水質
Depth, Cl⁻ content and pH of lake water at each observation station

St. No.	A	B	C	D	E	F
採取深度 (m)	4.80	5.50	5.45	7.20	5.75	6.35
表層水 } Cl ⁻	153	154	229	5,990	9,090	10,700
底層水 } mg/l	4,360	2,770	271	16,350	15,600	17,200
表層水 } pH	7.4	7.4	7.1	8.1	8.4	8.4
底層水 }	7.0	6.8	7.1	8.0	8.2	8.2

* st. E, st. F は台風9号通過後に採取した。

第2表 分析試料作製部分
Sampling locality for chemical analysis of each core

St. No.	A	B	C	D	E	F
採取コア全長 (cm)	55	76	75	110	50	90
分析試料	表層	表層	0~15	0~5	0~15	表層
	12~30	33~48	36~46	60~75	15~30	40~65
	採取部分 (cm)	40~55	66~76	61~67	80~100	30~40

第3表 底質の分析表(風乾試料)

Chemical composition of bottom sediments from Lake Shinji (Natural dry samples)

宍道湖

St. No.	深度 (cm)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ig. loss (%)	Total	H ₂ O- (%)	H ₂ O+ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)
A		54.85	0.64	17.70	6.05	0.24	1.78	0.76	1.75	1.81	0.13	14.07	99.78	4.05	6.81	4.79	1.13
"	12~30	56.28	0.64	18.64	5.49	0.12	1.74	0.66	1.64	1.93	0.11	13.08	100.33	5.12	6.32	4.43	0.95
"	40~55	59.42	0.65	16.49	5.08	0.08	1.61	0.63	1.73	2.05	0.09	11.69	99.52	4.22	5.38	3.75	1.20
B		45.00	0.65	20.65	5.65	0.13	1.73	0.64	1.58	1.67	0.14	22.13	99.97	10.26	8.31	4.35	1.17
"	33~48	49.76	0.64	21.70	5.79	0.10	1.70	0.57	1.48	1.86	0.13	16.31	100.04	6.04	8.11	5.01	0.70
"	66~76	54.54	0.68	18.41	5.87	0.08	1.74	0.54	1.58	1.94	0.12	14.28	99.78	5.09	6.54	4.44	1.29
C		46.76	0.64	22.22	5.78	0.09	1.58	0.77	1.54	1.72	0.13	18.68	99.91	7.53	8.28	4.69	0.98
"	36~46	48.42	0.63	22.66	5.79	0.11	1.59	0.57	1.48	1.84	0.15	16.58	99.82	6.11	8.37	4.60	1.07
"	61~67	47.23	0.67	21.94	5.65	0.10	1.58	0.56	1.36	1.76	0.14	19.30	100.29	10.16	7.43	4.71	0.85

Chemical composition of bottom sediments from Lake Naka-umi (Natural dry samples)

中海

St. No.	深度 (cm)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ig. loss (%)	Total	H ₂ O- (%)	H ₂ O+ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)
D	0~15	41.82	0.47	19.32	4.77	0.36	2.56	1.24	4.03	1.75	0.12	23.48	99.92	9.76	9.91	3.56	1.09
"	60~75	43.83	0.52	20.30	4.77	0.26	2.34	0.98	3.17	1.76	0.11	21.94	99.98	8.72	9.44	3.17	1.44
"	80~100	43.58	0.53	19.43	5.25	0.21	2.39	0.79	3.05	1.76	0.12	22.67	99.78	9.11	9.16	3.87	1.24
E	0~15	43.64	0.55	18.56	5.08	0.36	2.46	2.09	3.01	1.76	0.11	22.00	99.62	8.10	8.15	3.71	1.23
"	15~30	44.40	0.53	19.23	5.11	0.30	2.38	2.15	2.75	1.71	0.09	21.10	99.75	8.26	8.12	4.03	0.97
"	30~40	45.47	0.53	20.64	5.01	0.27	2.49	1.59	2.99	1.84	0.09	19.40	100.32	7.34	8.29	3.79	1.10
F		44.22	0.50	17.27	4.86	0.50	2.68	2.37	4.42	1.78	0.13	20.94	99.67	6.38	7.53	3.56	1.17
"	40~65	46.00	0.62	19.51	4.88	0.18	2.34	2.65	3.06	1.78	0.09	18.58	99.69	6.67	7.83	3.71	1.05
"	70~80	48.02	0.53	19.26	4.88	0.15	2.33	3.71	3.09	1.78	0.10	15.76	99.61	4.42	6.74	3.85	0.93

宍道湖・中海底質の化学組成について (大森江い)

第4表 底質の分析表(乾燥試料)

Chemical composition of bottom sediments from Lake Shinji (Dry samples)

宍道湖

St. No.	深度 (cm)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ig. loss (%)	Total	H ₂ O+ (%)	Ig.loss- (H ₂ O+) (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)
A		57.30	0.67	18.49	6.32	0.25	1.86	0.79	1.83	1.89	0.13	10.47	100	7.11	3.36	5.00	1.18
"	12~30	59.11	0.67	19.58	5.77	0.12	1.83	0.69	1.72	2.03	0.12	8.36	100	6.64	1.72	4.65	1.00
"	40~55	62.35	0.68	17.30	5.33	0.08	1.69	0.66	1.82	2.15	0.10	7.84	100	5.65	2.19	3.93	1.26
B		50.16	0.73	23.02	6.30	0.14	1.93	0.71	1.76	1.86	0.16	13.23	100	9.26	3.97	4.85	1.30
"	33~48	52.94	0.68	23.08	6.16	0.11	1.81	0.61	1.57	1.98	0.14	10.92	100	8.62	2.30	5.33	0.74
"	66~76	57.60	0.72	19.44	6.20	0.08	1.84	0.57	1.67	2.05	0.13	9.70	100	6.90	2.80	4.69	1.36
C		50.62	0.69	24.05	6.26	0.10	1.71	0.83	1.67	1.86	0.14	12.07	100	8.96	3.11	5.08	1.06
"	36~46	51.67	0.67	24.18	6.18	0.12	1.70	0.61	1.58	1.96	0.16	11.17	100	8.93	2.24	4.91	1.14
"	61~67	52.41	0.74	24.34	6.27	0.11	1.75	0.62	1.51	1.95	0.16	10.14	100	8.24	1.90	5.23	0.94

Chemical composition of bottom sediments from Lake Naka-umi (Dry samples)

中海

St. No.	深度 (cm)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ig. loss (%)	Total	H ₂ O+ (%)	Ig.loss- (H ₂ O+) (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)
D		46.38	0.52	21.43	5.29	0.40	2.84	1.38	4.47	1.94	0.13	15.22	100	10.99	4.23	3.95	1.21
"	60~75	48.03	0.57	22.24	5.23	0.29	2.56	1.07	3.47	1.93	0.12	14.49	100	10.35	4.14	3.47	1.58
"	80~100	48.07	0.58	21.43	5.79	0.23	2.64	0.87	3.36	1.94	0.13	14.96	100	10.10	4.86	4.27	1.37
E		47.69	0.60	20.28	5.55	0.39	2.69	2.28	3.29	1.92	0.12	15.19	100	8.91	6.28	4.05	1.34
"	15~30	48.53	0.58	21.02	5.58	0.33	2.60	2.35	3.01	1.87	0.10	14.03	100	8.87	5.16	4.40	1.06
"	30~40	48.90	0.57	22.20	5.39	0.29	2.68	1.71	3.21	1.98	0.10	12.97	100	8.92	4.05	4.08	1.18
F		47.40	0.54	18.51	5.21	0.53	2.87	2.54	4.74	1.91	0.14	15.61	100	8.07	7.54	3.82	1.25
"	40~65	49.45	0.67	20.97	5.25	0.19	2.52	2.85	3.29	1.91	0.10	12.80	100	8.42	4.38	3.99	1.13
"	70~80	50.44	0.56	20.23	5.13	0.16	2.45	3.90	3.25	1.87	0.10	11.91	100	7.08	4.83	4.04	0.98

第5表 底質の分析表(補正再計算したもの)

Recalculated chemical composition of bottom sediments

宍道湖

St. No.	深度 (cm)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Total
A		64.49	0.75	20.81	7.11	0.28	1.99	0.89	1.45	2.08	0.15	100
"	12~30	64.84	0.74	21.47	6.32	0.14	1.94	0.76	1.47	2.19	0.13	100
"	40~55	68.05	0.74	18.89	5.82	0.09	1.76	0.72	1.53	2.30	0.10	100
B		58.45	0.82	26.82	7.34	0.17	2.08	0.83	1.12	2.17	0.18	100
"	33~48	59.87	0.77	26.11	6.97	0.12	1.94	0.69	1.17	2.20	0.16	100
"	66~76	64.28	0.80	21.70	6.92	0.09	1.94	0.64	1.25	2.24	0.14	100
C		57.99	0.79	27.56	7.17	0.11	1.86	0.95	1.34	2.07	0.16	100
"	36~46	58.56	0.76	27.41	7.00	0.13	1.83	0.69	1.25	2.19	0.18	100
"	61~67	58.68	0.83	27.26	7.02	0.12	1.88	0.70	1.19	2.15	0.17	100

中海

St. No.	深度 (cm)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	Total
D	0~15	57.42	0.65	26.53	6.55	0.49	2.83	1.70	1.50	2.17	0.16	100
	60~75	58.18	0.69	26.94	6.33	0.35	2.61	1.30	1.33	2.12	0.15	100
	80~100	58.58	0.71	26.12	7.06	0.28	2.72	1.06	1.17	2.14	0.16	100
E	0~15	58.41	0.74	24.84	6.80	0.48	2.76	2.80	0.86	2.17	0.14	100
	15~30	58.33	0.70	25.26	6.71	0.39	2.67	2.82	0.92	2.08	0.12	100
	30~40	58.07	0.68	26.36	6.40	0.35	2.72	2.03	1.11	2.17	0.11	100
F		58.88	0.67	23.00	6.47	0.66	2.90	3.16	1.93	2.16	0.17	100
	40~65	58.17	0.78	24.67	6.17	0.23	2.61	3.35	1.81	2.10	0.11	100
	70~80	58.54	0.65	23.48	5.95	0.18	2.54	4.52	1.97	2.05	0.12	100

第6表 抽出 Na と K
Extracted Na and K

宍道湖

St. No.	コア採取部分 (cm)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)
A	表層	0.52	0.05
	12~30	0.36	0.03
	40~55	0.39	0.04
B	表層	0.72	0.00
	23~48	0.51	0.03
C	66~76	0.52	0.04
	0~15	0.46	0.05
C	36~46	0.45	0.03
	61~67	0.40	0.03

第7表 抽出 Mg (計算値)
Extracted Mg (calculated value on the base of standard sea water)

St. No.	コア採取部分 (cm)	MgO (%)	St. No.	コア採取部分 (cm)	MgO (%)
A	表層	0.09	D	0~15	0.50
"	12~30	0.06	"	60~75	0.37
"	40~55	0.07	"	80~100	0.37
B	表層	0.12	E	0~15	0.40
	23~48	0.09	"	15~30	0.35
C	66~76	0.09	"	30~40	0.36
	0~15	0.08	F	表層	0.50
C	36~46	0.08	"	40~65	0.28
	61~67	0.07	"	70~80	0.25

中海

St. No.	コア採取部分 (cm)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)
D	0~15	2.94	0.17
	60~75	2.17	0.16
	80~100	2.18	0.17
E	0~15	2.37	0.14
	15~30	2.05	0.13
	30~40	2.12	0.14
F	表層	2.97	0.16
	40~65	1.63	0.12
	70~80	1.47	0.10

用のため篩は使用しなかった。中海の試料には貝の小片を多く含んでいる。

4. 湖底質の分析結果

化学分析法は筆者の“琵琶湖底質の化学組成について、(1968)”と同一方法で行なった。

化学組成を第3表、第4表、第5表に示す。

前述のように第3表は風乾試料を base にした値であ

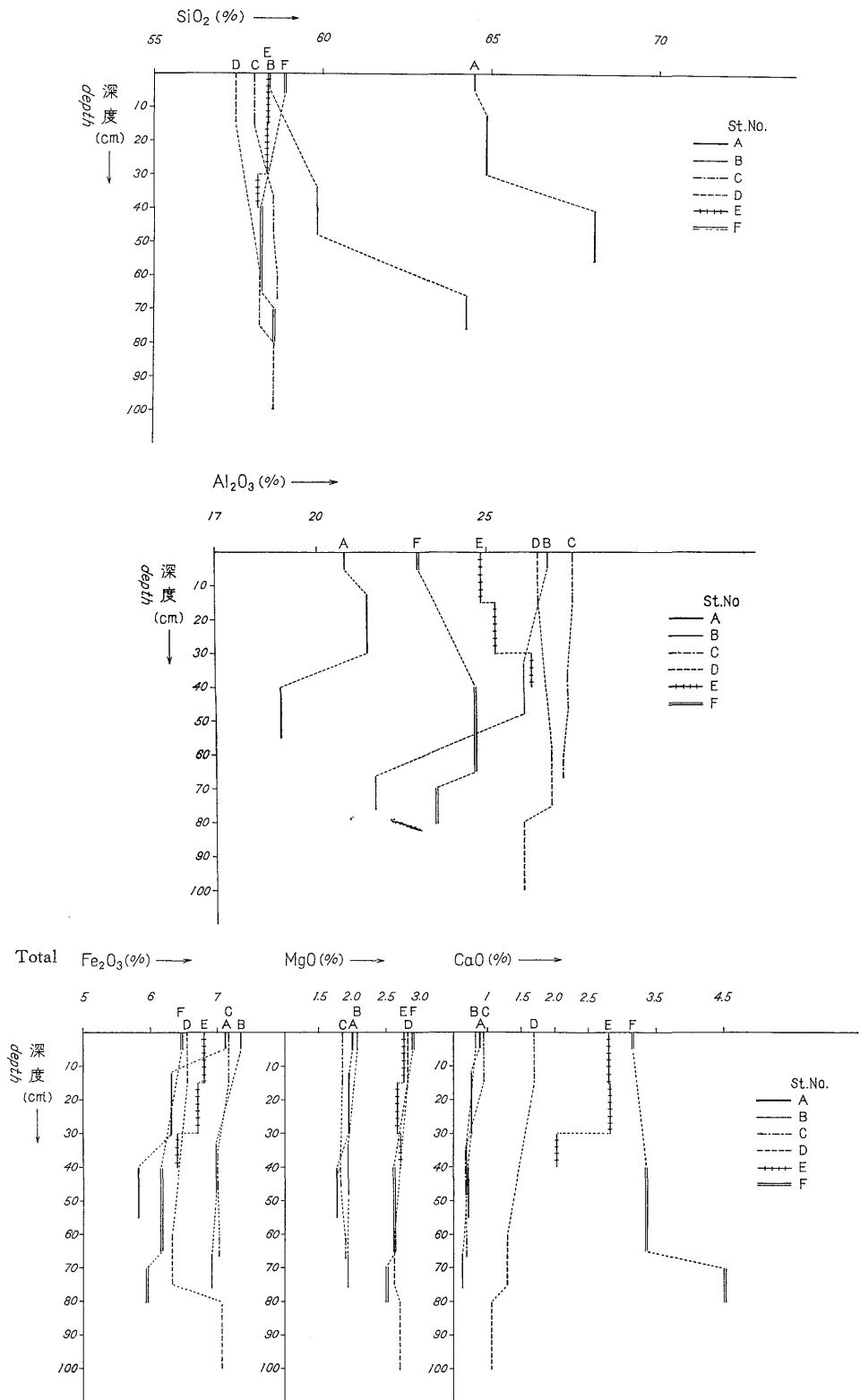
り、第4表は第3表の水分を除いたものを100%として計算したものである。これは“琵琶湖底質の化学組成について”の報文にのべた化学組成の値と同一形式のものである。中海では海水が底層水となって流入しているため、試料中に海水が含まれ、試料とともに乾燥されているおそれがある。第5表はこの影響を除くため、後に述べる抽出によって得られた Na₂O, K₂O, MgO の値を差引き、10成分の Total が100になるようにさらに計算し直したものである。

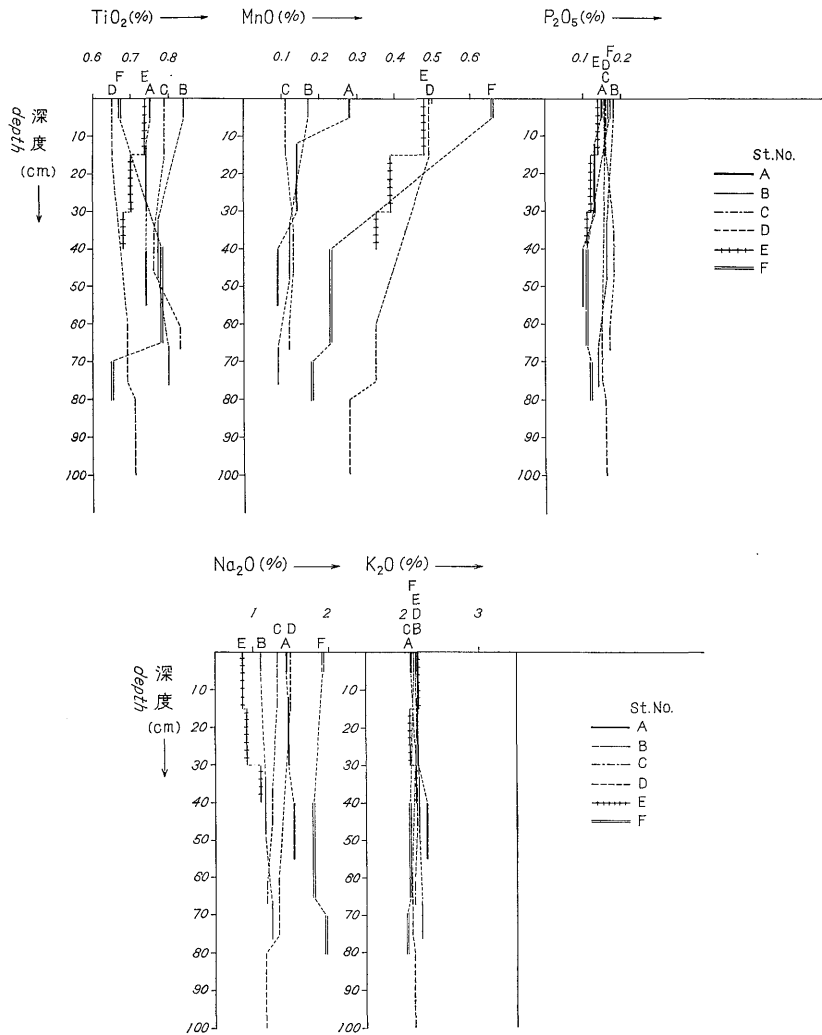
Na₂O, K₂O, MgO の補正はつぎの方法で行なった。

試料に付着している塩分を抽出するため、乾燥したビーカーに試料5gをはかり、蒸留水(煮沸、冷却したもの)100mlを加え、じゅうぶんかくはんし、2日間静置し(その間ときどきかくはん)上澄み液を遠心分離器にかけ、分離した溶液中の Na₂O, K₂O を蛍光法により求めた。これを第6表に示す。

MgO は標準海水の Na, Mg の組成比から、実測した Na₂O%に相当する MgO%を算出した。第7表に計算値を示す。

宍道湖・中海底質の化学組成について (大森江い)





第3図 底質の化学成分の垂直分布
Vertical distribution of chemical constituents in bottom sediments

5. 湖底質の化学組成

5.1 化学組成の変化

第5表の値を基として説明を行なう。

5.1.1 各成分の水平分布(表泥)

第3図は横軸に各成分の%を、縦軸に採取した試料の深度を示したものである。表泥の成分の変化はつぎのようになる。

SiO₂: st. D・C・E・B・F・Aの順に増加する。

st. Aは他のst.にくらべ特に多い。

他のst.間の変化量は少ない。

Al₂O₃: st. A・F・E・D・B・Cの順に増加する。

st. A・F・E間の変化量は比較的多い。

st. D・B・Cの変化量は少ない。

Total Fe₂O₃: st. F・D・E・A・C・Bの順に増加する。

MgO: st. C・A・B・E・D・Fの順に増加する。

st. C・A・B, st. E・D・Fと2つの群落のみられ、各群落間の変化量は少ない。

TiO₂: st. D・F・E・A・C・Bの順に増加する。

MnO: st. C・B・A・E・D・Fの順に増加する。変化量が多い。

P₂O₅: st. E・A・C・D・F・Bの順に増加する。変化量は少ない。

Na₂O: st. E・B・C・A・D・Fの順に増加する。

K₂O: st. C・A・F・E・D・Fの順に増加する。変

化量は少ない。

5.1.2 各成分の垂直分布 (第3図)

表泥と下位層との間の各成分の変化は

SiO₂: 下へ増加する測点. st. A・B・C・D; st. A・B
の変化量が多い。

下へ増加する測点. st. F・E

Al₂O₃: 下へ増加する. st. E・F

下へ減少する. st. C・B・D・A; st. B・A, 変化量が多い。

Total Fe₂O₃: 下へ増加する. st. D

下へ減少する. st. B・C・A・E・F; st. A の変化量が多い。

MgO: 下へ増加する. st. C

下へ減少する. st. F・D・E・B・A

CaO: 貝片を含むので論じるのにやや難があると思われるが,

下へ増加する. st. F

下へ減少する. st. E・D・C・A・B

TiO₂: 下へ増加する. st. C・D

下へ減少する. st. B・A・E

バラツクもの, st. F

MnO: 下へ減少する. st. F・D・E・A・B; st. F は変化量が多い。

変化が少ない, st. C

P₂O₅: 下へ増加する. st. C

下へ減少する. st. E・D・C・F・B; 変化量は少ない。

Na₂O: 下へ増加する. st. F・A・B・E

下へ減少する. st. D・C

K₂O: 下へ増加する. st. A 変化量は少ない。

下へ減少する. st. F 変化量は少ない。

変化が少ない. st. E・D・B・C

5.2 SiO₂ 量と他成分との関係

第4図は横軸に SiO₂ % を示し, 縦軸に各成分の % を示した。SiO₂ の量は 57~59% の間がもっとも多く, 65% を超えるものは st. A のみである。

SiO₂ % の増加に対する各成分の変化は

Al₂O₃: 減少する, 全 st.

TiO₂: 増加する, st. D・E

減少する, st. F

バラツクもの, st. B・C

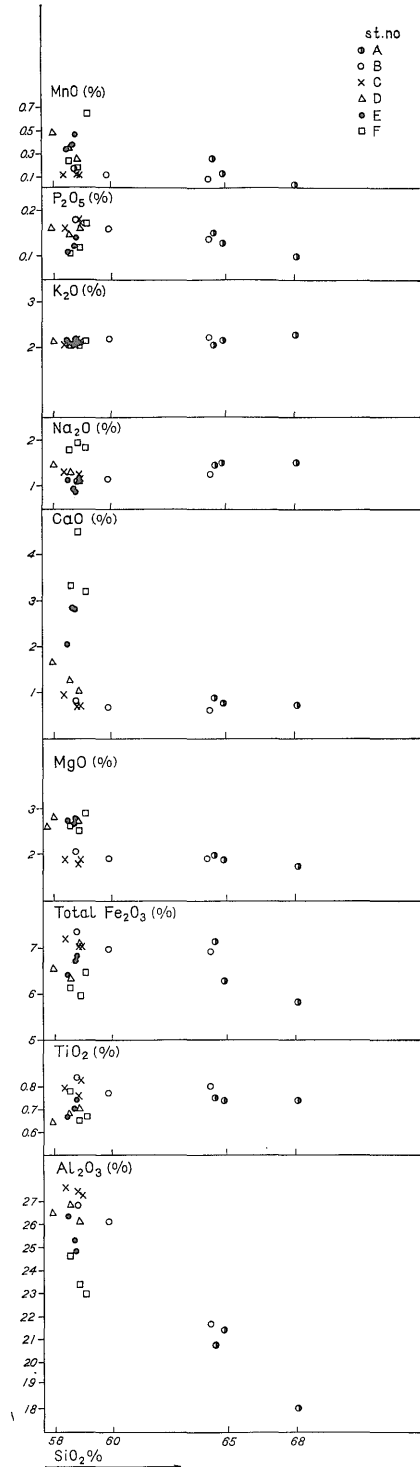
変化量の少ないもの, st. A

Total Fe₂O₃: 増加する, st. E

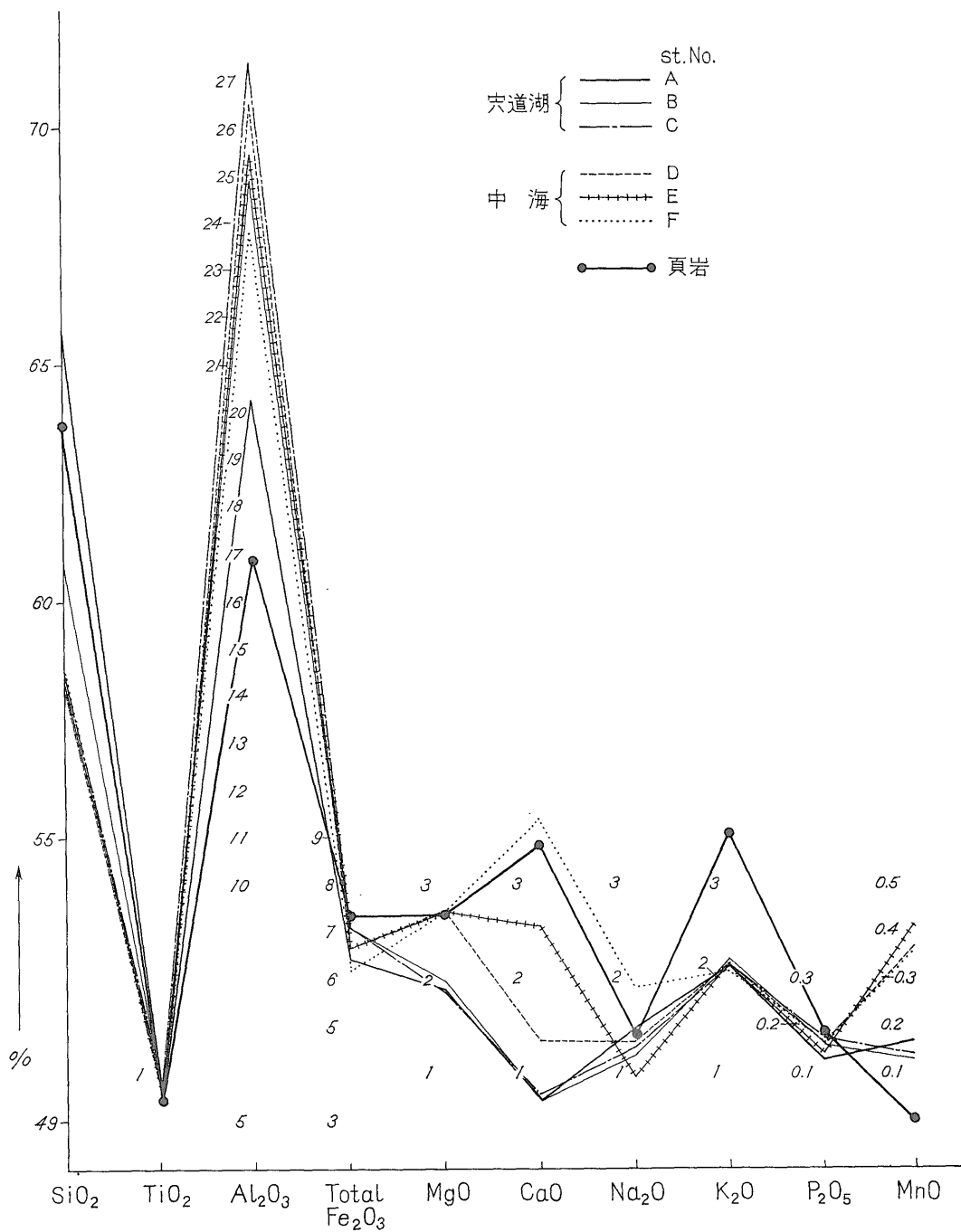
減少する, st. A・B・C

バラツクもの, st. F・D

MgO: 減少する, st. A・B



第4図 底質の SiO₂ 百分率と他の化学成分との関係図
Relationship between SiO₂ percentage and other chemical components



第5図 頁岩(平均)と穴道湖・中海底質の化学成分比較図
Variation of the chemical components of bottom sediments and typical shale

バラツクもの, st. D・E・F
 変化量の少ないもの, st. C
CaO: 増加する, st. E
 減少する, st. A・B・C・D

バラツクもの, st. F
Na₂O: 増加する, st. B
 減少する, st. C・D・E
 バラツクもの, st. F

- K₂O** : 増加する, st. A
変化量の少ないもの, st. B・C・D・E・F
- P₂O₅** : 増加する, st. C・E・F
減少する, st. A・B
バラツクもの, st. D
- MnO** : 増加する, st. E・F
減少する, st. A・B・D
変化のないもの, st. C

SiO₂ 量と各成分との関係を図上から読取ると、巨視的に下記の傾向がみられる。

- SiO₂ の増加につれて増加する : TiO₂
- 減少する : Al₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, P₂O₅, MnO
- 変化のないもの : K₂O, Total Fe₂O₃

5.3 化学組成変化の範囲

成分変化の範囲と変化量を第8表に示す。

第8表 各成分の変化範囲と量

Variation range and percentage of chemical components

成分	変化範囲 (%)	おもなる変化範囲 (%)	変化量 (%)
SiO ₂	57~68	57~59	2
Al ₂ O ₃	18~28	23~28	5
Total Fe ₂ O ₃	6~7		1
TiO ₂	0.6~0.8	0.7~0.8	0.1
MgO	2~3		1
CaO	1~4		3
Na ₂ O	1~2	1~1.5	0.5
K ₂ O	2		0.3
P ₂ O ₅	0.1~0.2		0.1
MnO	0.1~0.6	0.1~0.4	0.3

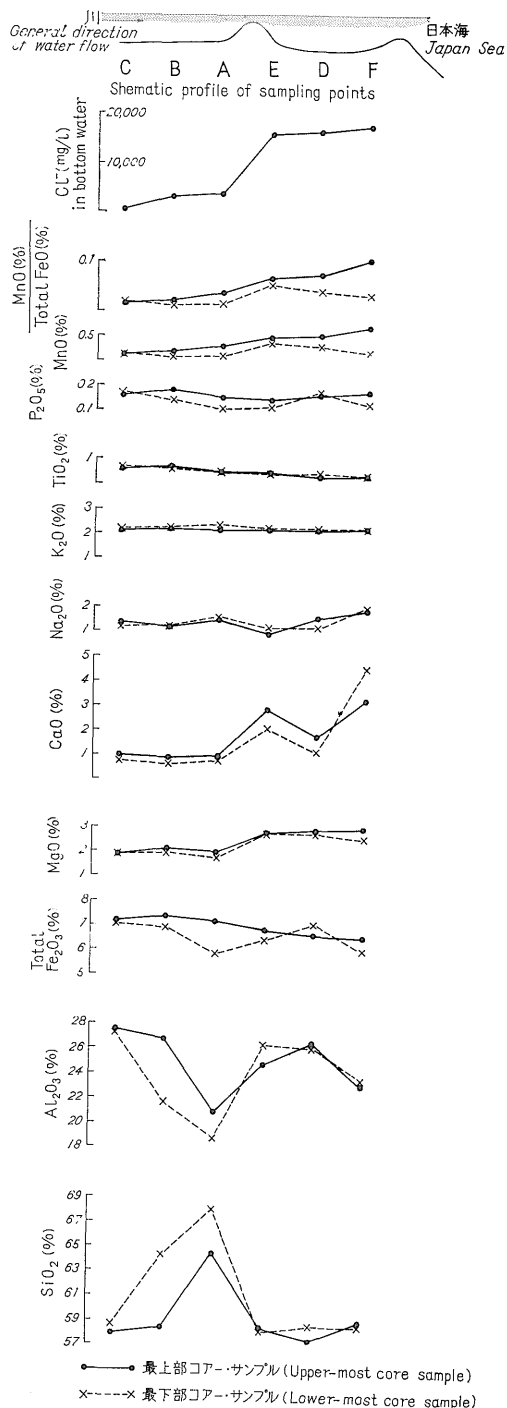
5.4 各測点の化学組成の比較

各測点の平均値を比較するため、横軸に各成分を現わし、縦軸に各成分の平均%を目盛って、各測点ごとの成分を結んだものを第5図に示した。参考のため CLARKE F. W., WASHINGTON H. S. (1924) による頁岩の平均値とも比較した。

st. A は他の st. に較べて、SiO₂ が多く、Al₂O₃ が少ない。MnO・MgO・CaO では宍道湖 (st. A・B・C) 中海 (st. D・E・F) と各湖別に分かれる傾向にある。

5.5 表層と下位層の比較

流水の順に st. をならべ、表層と下位層をそれぞれの成分ごとに結んだものを第6図に示した。模式的に湖底地形を示したが、st. A と st. E の間には大橋川があって湖底が浅くなり、運搬された土砂になんらかの影響を与えているのが読取れる。底層水の Cl⁻ は st. A と st. E の間で急激に増加している。流れの順に増減しているものは、表層、下位層とも st. C・B・A (宍道湖) であっ



第6図 底質の化学成分比較図
Variation of the chemical components of bottom sediments in the direction of water flow

て、中海の st. E・D・F は全く異なる動きを示しているように思われる。Cl⁻ 量は流れの方向に増加しているが

第9表 各測点の成分平均値
Average chemical composition of bottom sediments at each sampling station

St. No.	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Total Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)
A	65.79	0.74	20.39	6.42	0.17	1.90	0.79	1.48	2.19	0.13
B	60.86	0.80	24.88	7.08	0.13	1.99	0.72	1.18	2.20	0.16
C	58.41	0.79	27.41	7.06	0.12	1.86	0.78	1.26	2.14	0.17
D	58.07	0.68	26.53	6.65	0.37	2.72	1.35	1.33	2.14	0.16
E	58.27	0.71	25.49	6.64	0.41	2.72	2.55	0.96	2.14	0.12
F	58.53	0.70	23.72	6.20	0.36	2.68	3.68	1.90	2.10	0.13

第10表 岩石の化学組成
Chemical composition of rocks

Sample	Hornblende biotite hybrid	Leuco granitic rock	Granodiorite	Granite	Calculated Source rock	
areal ratio of exposure	7 %	10 %	26 %	57 %		
no. of samples	5	4	5	5	A*	B**
SiO ₂ (%)	66.78	76.80	66.79	75.48	72.74	73.05
TiO ₂ (%)	0.54	0.20	0.53	0.21	0.31	0.31
Al ₂ O ₃ (%)	15.71	13.12	17.16	13.64	14.65	14.72
Fe ₂ O ₃ (%)	2.01	0.57	1.62	0.75	1.05	} 2.20
FeO (%)	2.13	0.38	2.15	0.52	1.04	
MnO (%)	0.10	0.03	0.08	0.05	0.07	0.07
MgO (%)	1.70	0.29	1.65	0.31	0.75	0.75
CaO (%)	3.64	0.61	3.63	1.23	1.96	1.97
Na ₂ O (%)	3.65	3.08	3.10	3.46	3.34	3.35
K ₂ O (%)	2.69	4.19	2.59	3.88	3.49	3.51
P ₂ O ₅ (%)	0.11	0.02	0.14	0.05	0.07	0.07
H ₂ O+ (%)	0.66	0.35	0.25	0.19	0.26	
H ₂ O- (%)	0.28	0.36	0.31	0.23	0.27	
Q***	24.50	52.47	28.13	37.42	34.50	
C	0.42	1.92	2.97	1.62	1.96	
or	15.90	24.76	15.30	22.93	20.63	
ab	30.88	15.28	26.23	29.28	28.26	
an	17.41	2.92	17.16	5.81	9.33	
en	4.23	0.72	4.11	0.77	1.87	
fs	1.54	0	1.87	0.24	0.66	
mt	2.91	0.74	2.35	1.09	1.52	
hm		0.06				
il	1.03	0.38	1.01	0.31	0.59	
ap	0.24	0.04	0.31	0.11	0.15	

* 4種の岩石の各成分に areal ratio of exposure を乗じ合計したもの。

** AのH₂O±を除いたものを100%としたもの。

*** “ノルム計算の簡略法” による。

各成分では st. C・B・A のような増減の傾向はみられない。これは湖底地形の所で述べたように、中海は海水・淡水の流れが異なり、流水の方向が複雑であることが原因と考えられる。

6. 原岩と底質の化学組成の比較

両湖の底質の主たる供給源は、第2図に示されるように南部一帯に広がる古期花崗岩地帯である。この地帯を

流域に持つ斐伊川によって、おびたしい泥土が両湖に搬入される。

第9表に各測点の成分の平均値を示す。

この地帯を調査研究した石原舜三の資料から求めた岩石の化学組成を第10表に示した。いずれも1種4～5個の平均値である。4種類の岩石の露出比に従って、各成分を計算し直したものを、原岩として右端に記載した。

宍道湖の底質と原岩を比較すると、原岩より SiO_2 , CaO , Na_2O , K_2O が減少し、 Al_2O_3 , $\text{Total Fe}_2\text{O}_3$, MnO , MgO , P_2O_5 が増加している。

原岩を基とし、各成分の差を示したものが第7図である。変化量に差があるが、3測点のものは同一傾向にあることがわかる。

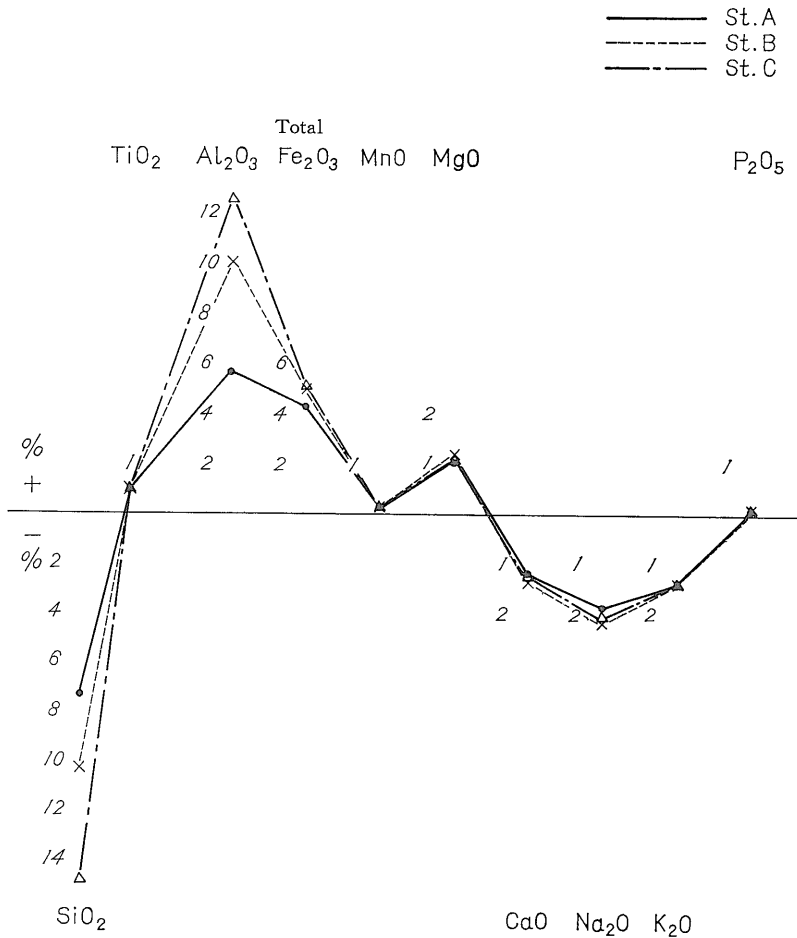
第8図は中海の底質と原岩との差を第7図と同じ方法

で現わしたものである。 CaO に大きなバラツキがあるが、これは試料中に貝の破片を含んでいたためと考えられる。 CaO を除けば全体としては同一傾向にあるといえる。

宍道湖の三測点の平均値と中海の三測点の平均値と原岩との比較を第7図、第8図と同様に現わしたのが第9図である。 CaO を除いては同じ傾向を示しているが、 MgO と MnO の変化量に差がある。

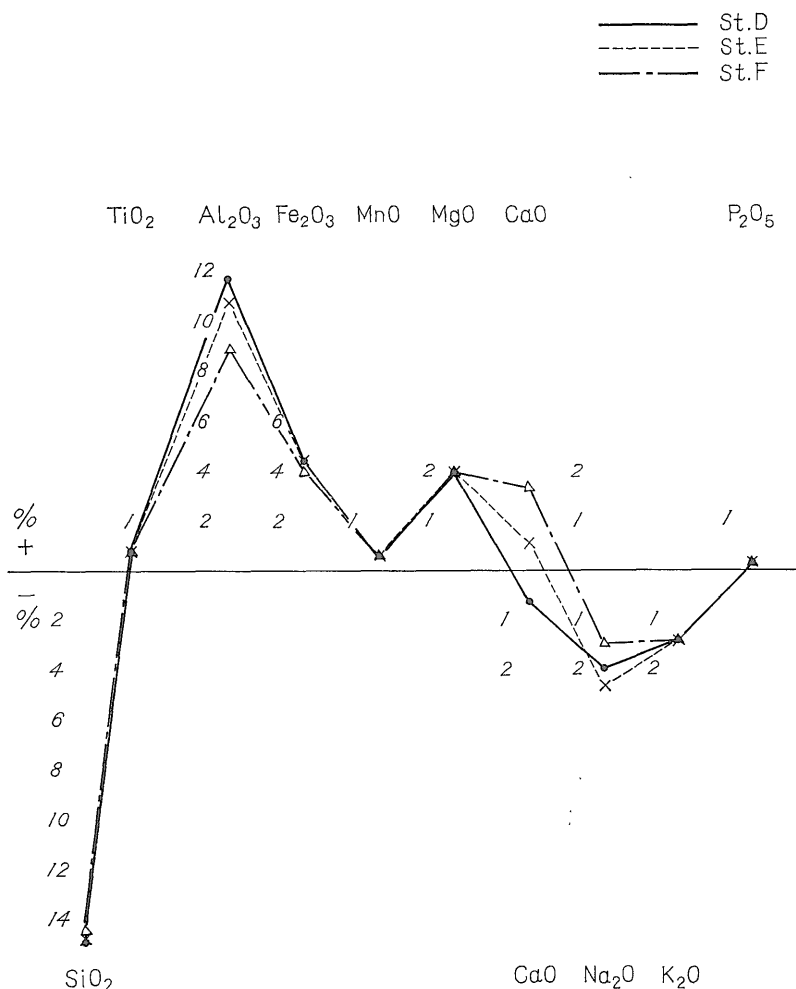
おのおのの変化量をよく知るため、増減した量が、原岩の含有量の幾パーセントにあたるかを第10図に示した。増減量の少ないものからならべると SiO_2 , K_2O , Na_2O , Al_2O_3 , P_2O_5 , TiO_2 , $\text{Total Fe}_2\text{O}_3$, 極端に多いものに MgO , MnO がある。 MgO , MnO に大きな変化を示すのはいずれも中海のものである。

両湖の SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , などに差がないこ



第7図 原岩と宍道湖底質の化学成分比較図
Deviation of the abundance of chemical components in the bottom sediments of Lake Shinji from that of the source rock

注1) 地質調査所未発表資料



第8図 原岩と中海底質の化学成分比較図
 Deviation of the abundance of chemical components in the bottom sediments of Lake Naka-umi from that of the source rock

とから、両湖に入る堆積物にあまり差がないといえる。したがって地中海で MgO と MnO が極端に増加している原因は、運ばれて来た浮遊泥が、地中海で海水と接触したために生じた現象と考えられる。これは第6図の Cl⁻量の増加とともに MgO, MnO が増加し、Fe₂O₃ が減少することなどから、これらの3成分は堆積する場合に、海水の影響を受けやすいといえよう。

MgO, MnO および Total Fe₂O₃ の変化は、究明すべき問題であるが、本研究は、本邦の代表的湖沼の化学組成による堆積環境の研究の一部であるため、この問題は、今後行なわれる研究結果を総合して一括考察する予定である。

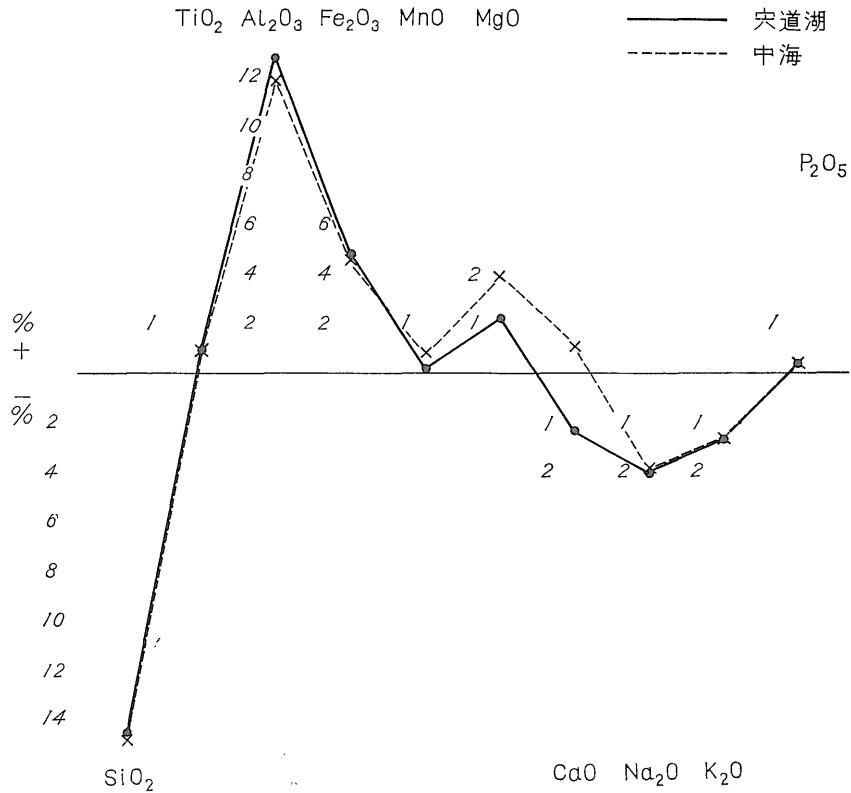
第11図に宍道湖、地中海の各平均値と琵琶湖の総平均

値との差を示した。両湖とも琵琶湖に比較して SiO₂ と K₂O が少なく、Al₂O₃ と MgO が多い。これは両湖とも琵琶湖より粘土分が多いことを示している。

7. ま と め

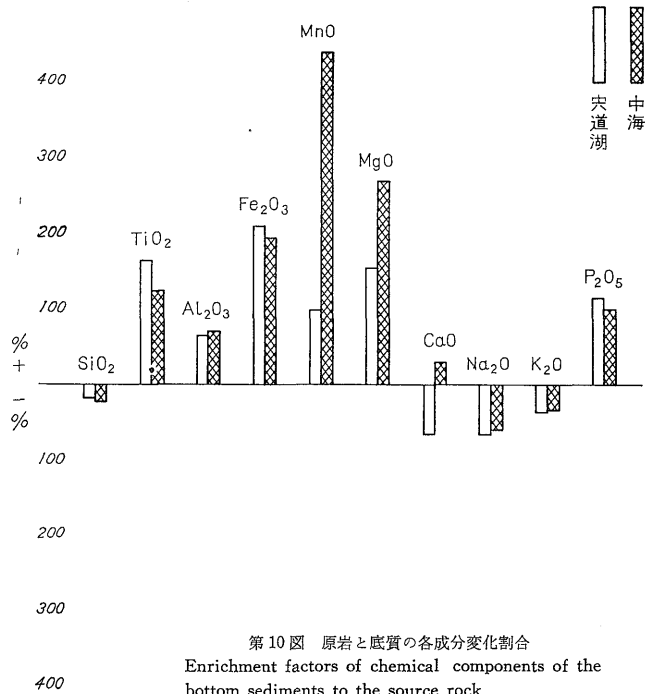
宍道湖3測点、地中海3測点、において底質を柱状に採取し、各測点、上・中・下の3カ所、合計18個の試料について SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Total Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅ を分析し、変化量、SiO₂ と各成分の関係および原岩と思われる岩石の化学組成との比較検討を行なった。その結果両湖の底質とも、湖南一帯に広がる花崗岩地帯を流域に持つ斐伊川によってもたらされた周辺の岩石を原岩とする土砂の影響を多大に受

宍道湖・中海底質の化学組成について (大森江い)

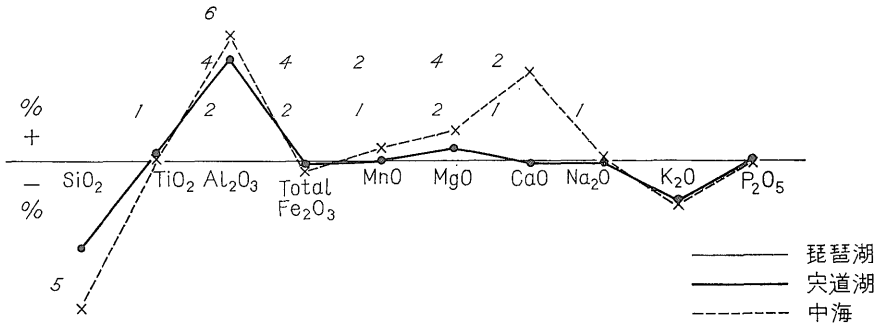


第9図 原岩と宍道湖・中海底質の平均化学成分比較図

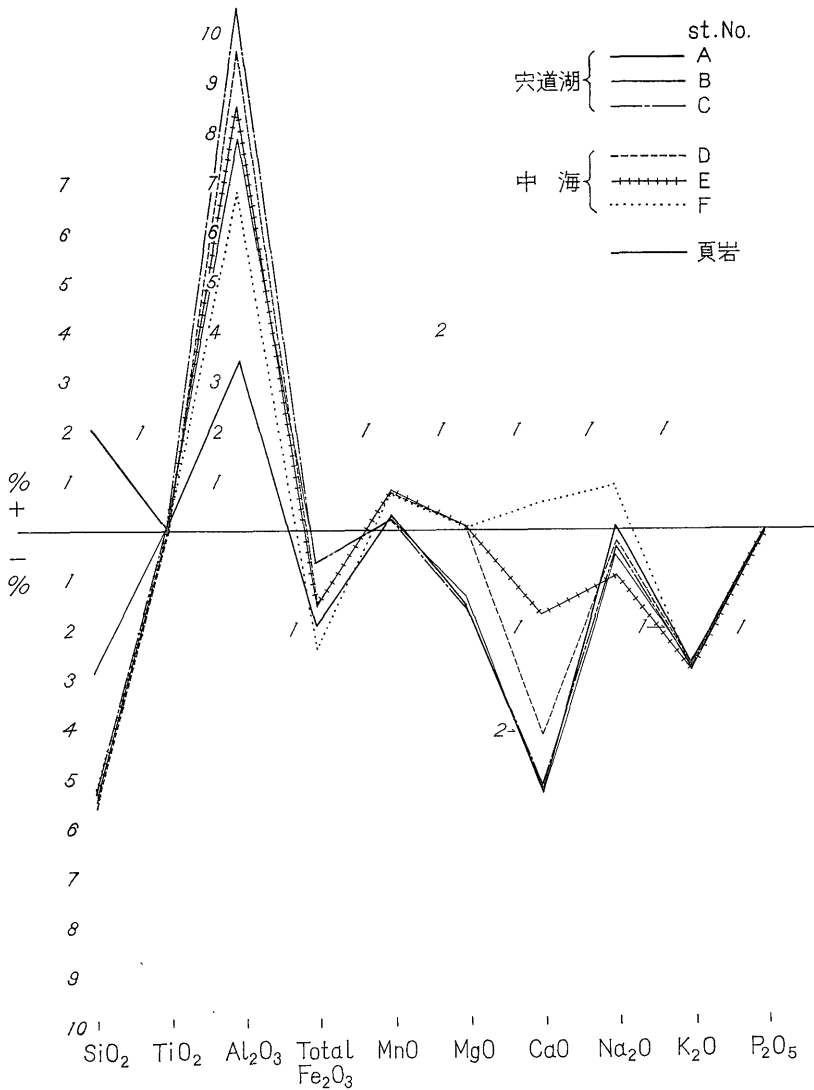
Deviation of the average abundance of chemical components in the bottom sediments of Lake Shinji and Lake Naka-umi from that of the source rock



第10図 原岩と底質の各成分変化割合
Enrichment factors of chemical components of the bottom sediments to the source rock



第11図 琵琶湖と穴道湖・中海底質の化学成分比較図
 Deviation of the abundance of chemical components in the bottom sediments of Lake Shinji and Lake Naka-umi from that of Lake Biwa



第12図 頁岩平均値と底質の化学成分比較図
 Deviation of the abundance of chemical components in the bottom sediments from that of typical shale

けていることがわかった。中海では底層水として海水が流入しているため、MnO, MgO, Total Fe₂O₃ の3成分に変化が与えられている。

琵琶湖に比較して、大体同じ傾向ではあるが、やや粘土分が多いのは、両湖に流入する土砂が、琵琶湖のものより風化陶汰が進んだものといえよう。

第12図は頁岩平均値を基準にして各測点の平均成分値との差を示した。

参考文献

- CLARKE, F. W. & WASHINGTON, H. S. (1924):
The composition of the earth's crust, U. S.
G. S. Professional Paper, 127.
- GOLDSCHMIDT, V. M. (1954): *Geochemistry*, Clarendon Press, Oxford.
- 堀江正治 (1956): 本邦主要湖沼の湖盆形態, 陸水学, vol. 18, p. 26~27
- KEITH, M. I. & DEGENS, E. T. (1959): Geochemical indicator of marine and freshwater sediments, *Researches in Geochemistry*, ABELSON, P. H. Ed., JOHN WILLY N. Y.
- 三宅泰雄 (1957): 地球化学, p. 180~181, 朝倉書房
- 水野篤行・角靖夫・鈴木尉元 (1966): 宍道湖と堆積環境と底棲動物群集についての予察的研究, 地質調査所本報告, no. 214
- 大森江い (1968): 琵琶湖底質の化学組成について, 水成岩の化学組成の研究その1, 地質調査所月報, vol. 19, no. 2, p. 35~46
- 島根県・鳥取県 (1958): 宍道湖・中海水理調査報告書
- 島根県水産商工部商工課 (1963): 島根県地質図
- 山田貞子・大森江い (1959): ノルム計算の簡略法, 地質調査所資料