

—水月湖の硫酸根の挙動について—

I 諸 言

II 方 法

- ### III 調査結果と考察

- 186 -

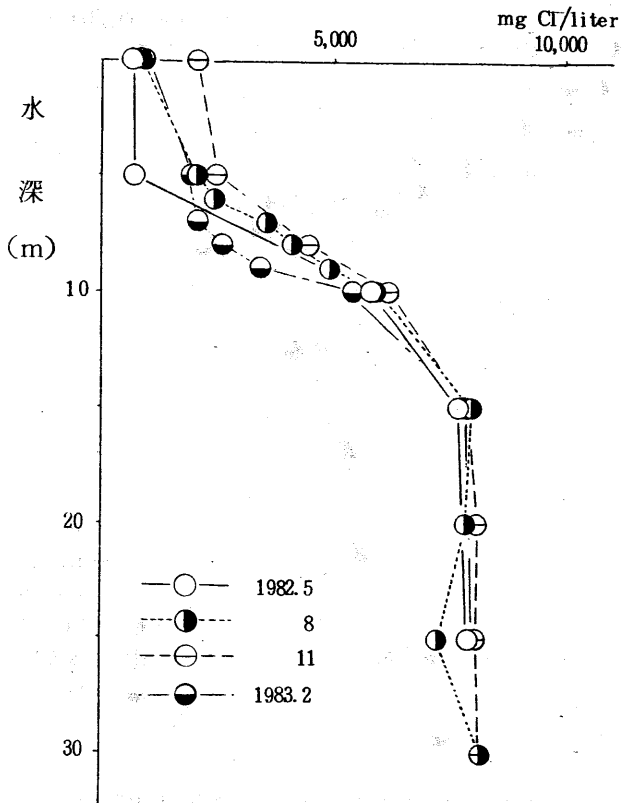


図-2 水月湖の Cl^- の季節変化

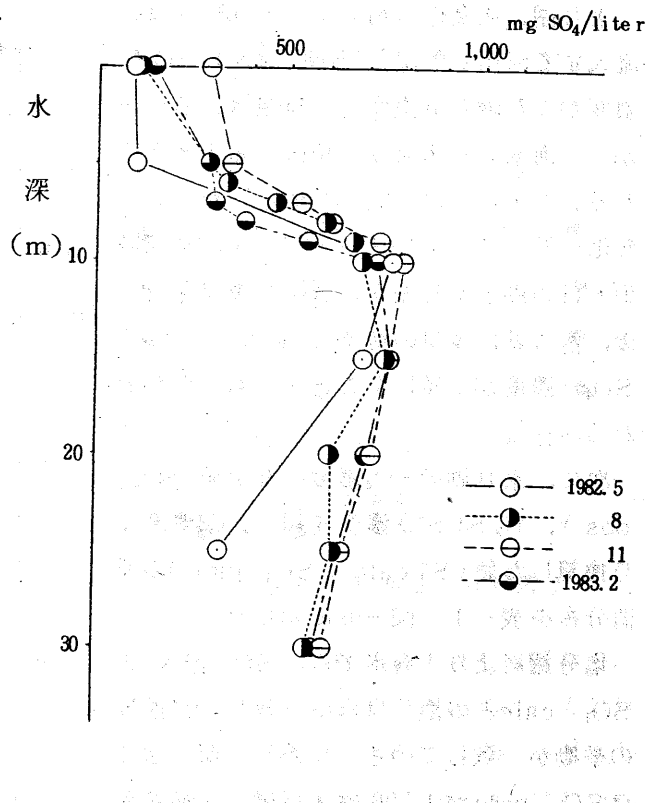


図-3 水月湖の SO_4^{2-} の季節変化

している。これは、日本海の潮位の変動とほぼ一致し、浦見川を通じてはいりこむ海水に支配されていると推測できる。しかし、躍層以下の深水層では、 Cl^- 濃度は約 8,000 ppm であり、垂直分布、季節変動はほとんど認められない。 SO_4^{2-} 濃度も上層水では 70~290 ppm と季節変動を示し Cl^- と同じ挙動を示しているが、下層では水深 10~15m で最大値を示し、それ以深では減少している。特に 5 月は SO_4 の減少傾向が大きく水深 25m で 320 ppm と低濃度となっていた。又、

8 月以降の SO_4 垂直分布は、ほぼ同じ傾向を示しており、最深部で 560 ppm となっていた。この様に 5 月と 8 月以降とでは SO_4^{2-} 濃度において不連続の現象を呈していることは何らかの水質変動があったことを示唆している。

その他の水質項目では、 SO_4^{2-} が躍層以深で減少するのとは逆に、 $\text{S}^{2-}(\text{H}_2\text{S})$ は増加がみられ、最下層では 180 ppm と極度の還元的環境となり、 NH_4-N 20 ppm、 PO_4-P 2.5 ppm と栄養塩の豊富な水塊を形成しており、一方、上層水は酸化的環境となっている。(図-4)

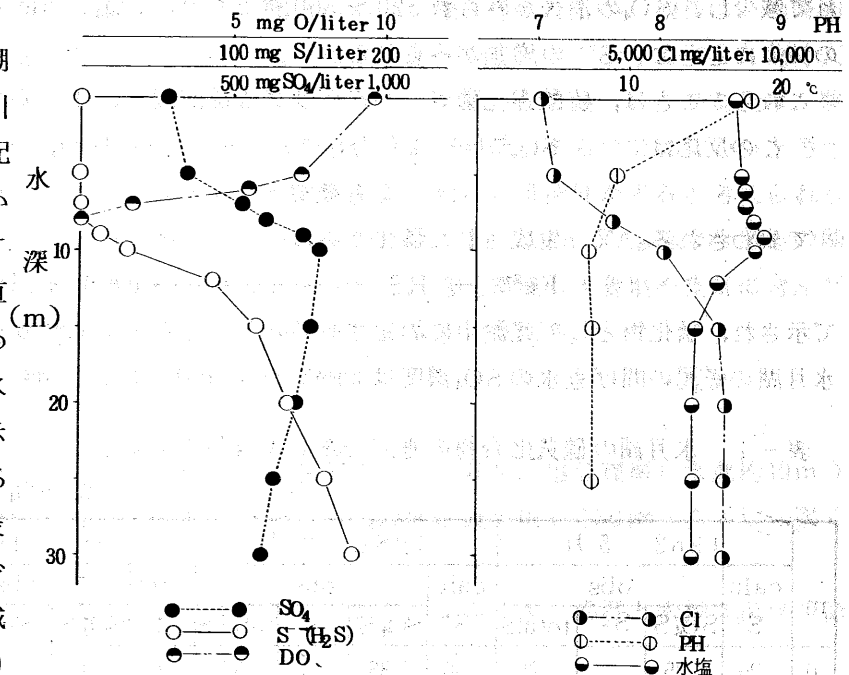


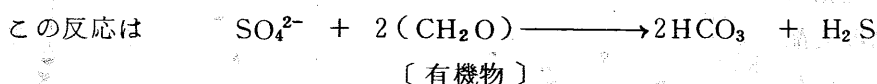
図-4 水月湖の水質の垂直分布(1982年11月)

水月湖の硫黄化合物 (S^{2-} , SO_4^{2-}) は、流入する河川 (鱒川 (三方湖へ流入) SO_4^{2-} 濃度が 7.7 ppm と低濃度で、無視されることから、海水 (日本海) に起因すると考えられる。このことは、図-5 に示した。経年変化に於いて、1933~1936 年に嵯峨隧道 (日向湖と水月湖) の改修 (浚渫・拡張) 後、水月湖に多量の海水が流入したため SO_4^{2-} 濃度が上昇したことからもうかがわれる。

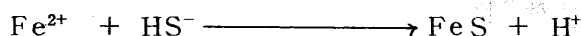
次に、水月湖の SO_4 濃度の測定値 (SO_4 , obs), H_2S (S^{2-}) 濃度を用い、Cl 濃度より換算した値 (S^{2-} calc, SO_4 calc) の垂直分布を表-1、図-6 に示した。

塩分躍層より上層水では、 SO_4 obs と SO_4 calc との濃度はほぼ一致し、Cl 濃度の挙動が一致している。しかし、深層水では SO_4 calc が 1,100 ppm とほぼ一定値を示すが、 SO_4 obs は水深が大きくなるにつれて減少し、 SO_4 の消失がみられ 320~560 ppm であり、 SO_4 calc の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ となっている。又、 SO_4 の減少にともない S^{2-} の増加がみられる。

これらのことは、硫酸還元菌等 バクテリアの硫酸還元によって説明される。



で表わされる。又、生成された硫化水素は



で示され、硫化物として底泥中に固定されと考えられる。この反応は、底泥表層において顕著で水月湖の底泥の間げき水の SO_4 濃度は 40 ppm (SO_4 calc は 1,157 ppm) と小さく、 SO_4 はほとんど S^{2-}

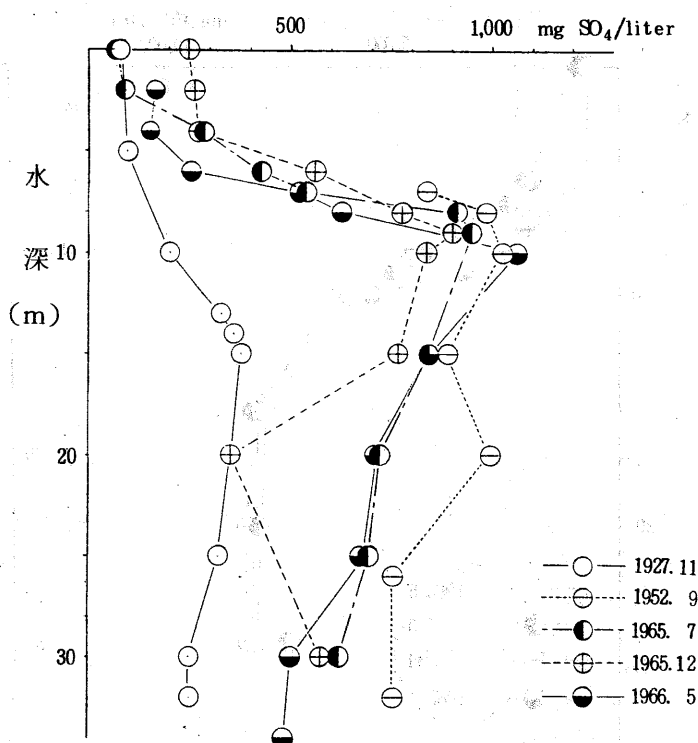


図-5 水月湖における SO_4^{2-} の経年変化⁴⁾

表-1 水月湖の硫黄化合物の垂直分布 (実測値と計算値)

(mg SO_4^{2-} S/Liter, mg S/Liter)

m	1982. 5月				1982. 8月				1982. 11月				1983. 2月			
	calc		obs		calc		obs		calc		obs		calc		obs	
	S^{2-}	SO_4 S	S^{2-}	total S	S^{2-}	SO_4 S	S^{2-}	total S	S^{2-}	SO_4 S	S^{2-}	total S	S^{2-}	SO_4 S	S^{2-}	total S
0	29	25		25	36	35		35	35	96		96	39	48		48
5	33	32		32	95	97		97	97	117		117	90	95		95
10	270	253	55	308	273	227	35	262	262	262	31	293	251	240	32	272
15	360	229	118	347	375	247	125	372	372	251	116	367	366	253	111	364
20					367	202	119	321	321	237	136	373		233	132	365
25	367	107	(177)	(284)	338	204	141	345	345	211	161	372	376	208	140	348
30					383	182	189	371	371	196	179	375		190	177	369

に還元されていることを示している。

水月湖の塩分躍層以下の深水層における、 $S^{--}/(S_{calc} - SO_4 - S_{obs})$ は平均0.9 ($n=16$)であることから、湖水中の SO_4 はかなりバクテリア等により還元され、その大部分が S^{--} として水中に存在していることが認められる。しかし、5月の深層水において、この比が0.68と小さく、 SO_4 から生成された S^{--} のかなりの部分が水中から消失していた。又、5月では25m層で SO_4

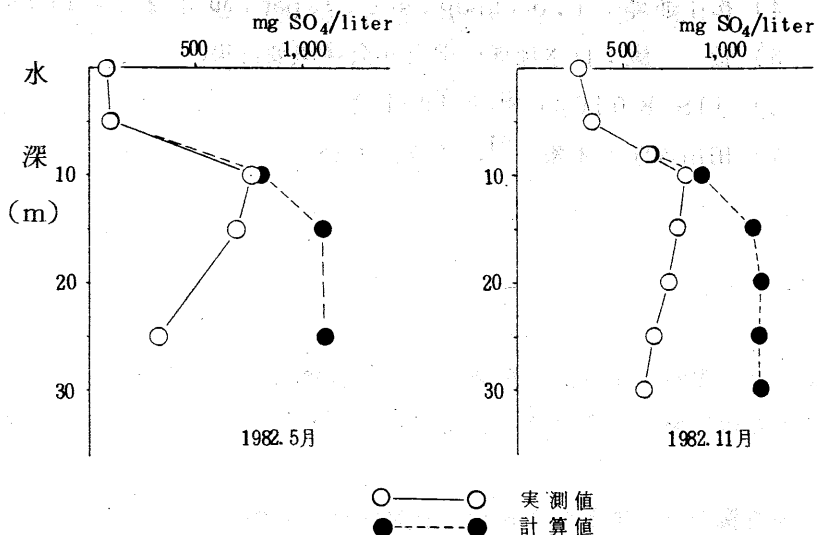


図-6 水月湖の SO_4 の垂直分布(実測値と計算値)

calcの約 $\frac{1}{3}$ でかなり還元が進んでいたが、8月以降では SO_4^{2-} は SO_4 calcの約 $\frac{1}{2}$ となっており、5月より還元率が低下している。このように、5月の水質の状況は8月以降の状況と異にしており、前述のように、何らかの水質変動が5月と8月との間に生じていたと推測できる。この間、8月上旬に台風10号の通過にともなう大雨による洪水が湖水の水質変動の一原因となっていたのではないかと考える。松山は、1965年7月～1966年5月に SO_4^{2-} の調査⁴⁾では、垂直分布においても季節変動がみられ、海水の流入により、深層水まで水の動きがあった様に思われるが、現在は、当時開いていた嵯峨隧道が、現在閉鎖されているので、海水の水月湖への流入量が少なくなった為、安定した成層を形成しており、 SO_4 の垂直分布の季節変化はほとんど認められない。このことは、数年前より深層水において S^{--} 濃度が、2～3倍増加していることと関係があるのではないかと考えられる。しかし、特異な気象変化により、深層水にも水質変動が起こる可能性があると考えられる。

今後、 SO_4^{2-} の消失、 H_2S の発生と他の酸化還元反応と密接な、Fe, Mn, As等の金属との関係、又、底質、水中での SO_4 の還元速度について検討し、更に、還元環境の栄養塩を豊富に含んだ深層水が、表層水へどのように影響しているかについて調査する予定である。

IV 結 語

水月湖の表層水の SO_4^{2-} 濃度は、60～260ppmと季節変動をしているが、塩分躍層(水深約10m)下の深層水では季節変動は認められず、水深10～15mで SO_4 濃度は最大値(750ppm)を示し、深くなるにつれて減少し水深30mで570ppmとなっている。

水月湖の SO_4 は陸水によるものでなく、海水に基因しており、塩素イオン濃度と密接な関係が認められる。

深層水では、バクテリアの還元により、海水に基因する SO_4 が約 $\frac{1}{2}$ 消失し、その逆に H_2S が増加し、ほぼ SO_4 の消失量の約9割に相当し溶存している。

参 考 文 献

- 1) 川名 武：水産研究誌，**38**，424(1936)
- 2) 菊地健三：陸水誌，**8**，297(1938)
- 3) 松山通郎：西条八東：陸水誌，**34**，165(1973)

- 4) 松山通郎: J. oceanog. soc. Japan, **30**, 209 (1974)
- 5) 辻 康: 日本地球化学会年会講演要旨集, 233, (1981)
- 6) JIS K 0102, 39, (1981)
- 7) 田川専昭: 本報, **11**, 167 (1981)

翻 譯

廣 文 義