

10. 三方五湖の富栄養化に関する研究(第9報)

湖の沈降量について

前川 勉, 山口慎一, 田川専照
 沢田稔之佑, 白崎健一, 白吉三郎
 宇都宮高栄, 青木啓子, 有賀 紀

I 緒 言

三方五湖は、福井県の観光、水産、農業および自然環境としての重要な資源である。しかし、周囲には、それほど大きな汚濁負荷源がないにもかかわらず、湖水の水質は環境基準を上回っており、湖の窒素、リンについての環境基準の類型設定のための調査を行っている¹⁾。

本年度は、湖の生産速度に関する調査と沈降量の調査を行ったが、本報告では湖の沈降量について報告する。

II 調査方法

1. 調査場所および調査時期

調査場所

三方湖(三方東) 水深2.2m ※測定位置1.5m

水月湖(水月南) 32m 25m

久々子湖(久々子南) 2.2m 1.5m

日向湖(日向北) 40m 30m

※測定位置とは、測定装置の沈降びんの上端から、水面までの深さである。水面の変動によって、湖底に接触しないように、湖底より少し離れるように設置した。

調査時期

春期 昭和60年5月10日～6月10日(31日間)

夏期 昭和60年7月19日～8月26日(38日間)

秋期 昭和60年10月21日～11月27日(27日間)

2. 沈降物捕集装置とその設置

アクリル製沈降びん(内径10.9cm, 深さ30cm, 厚さ4mm)

各2個を図-2に示すように、塩ビ製捕

集装置に固定し、これを2つのアンカー

で固定した浮子の下にロープでつり下げ

て設置した。約1ヶ月間放置後、捕集装

置全体を回収した。

3. 分析方法

3-1 試料の前処理

回収した沈降びんは、空気層が残らないようにゴム栓で密栓し、静かに持ちかえった。水月湖や日向湖では沈降

若狭湾

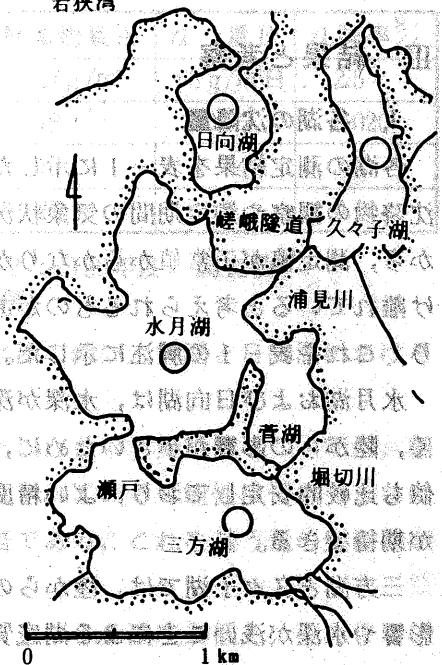


図-1 沈降量調査場所

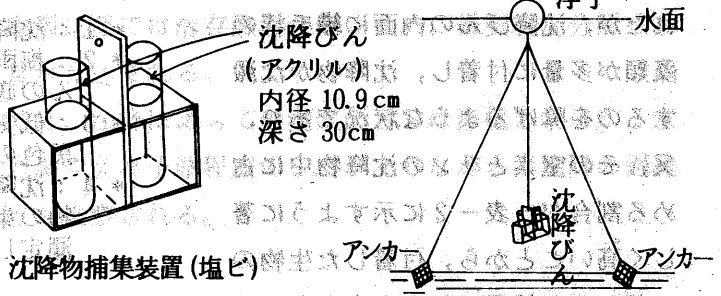


図-2 沈降物捕集装置とその設置

量が少なく、しかも、下層が嫌気性になり、水中（すなわち、沈降物中の間隙水）の窒素、リンの濃度が高いことが考えられたので、上澄水を交換して洗浄し、沈降物を蒸留水に均一に懸濁して、懸濁液として各項目の分析を行うこととした。

沈降物の洗浄は、上澄水をサイホンで除いたあと、蒸留水を加えて混合した後、冷蔵庫に1日放置し、翌日以降同様に4回以上くりかえした。最後に、メスフラスコに入れてメスアップし、テフロン攪拌子を入れて、スターラー上で攪拌しながら分析試料を採取した。

3-2 分析方法

各分析方法は、懸濁液として分析したため、従来の湖の水質の分析方法と同様であり、その概略を示す。

沈降物量：ガラス繊維ろ紙によるS.S測定法（環境庁告示）

COD：100℃過マンガン酸カリウム分解法（JIS K0102）

窒素：アルカリ性過硫酸カリウム分解法－銅カドミウム還元カラム法（環境庁告示）

リン：過硫酸カリウム分解・リンモリブデン青・アスコルビン酸法（環境庁告示）

各測定濃度から沈降量を求め、沈降びんの上端の面積と放置日数で単純に除して、1日あたり単位面積（1㎡）あたりの値として沈降量を表わした。各地点とも、2個の沈降びんの分析値の平均値である。沈降の上端が湖底面でないが、深さの補正は困難であるので、補正はしなかった。

III 結果と考察

1. 各湖の沈降量

各湖の測定結果を表-1に示した。沈降物の観察や測定期間の気象状況から、測定値が正常値からかなりかけ離れていると考えられるものがあり、これを表-1の脚注に示した。

水月湖および日向湖は、水深が深く、陸からの影響が小さいために、値も比較的安定しており、よい精度が期待できる。

三方湖と久々子湖では、陸からの影響や水深が浅いことによる湖底質の巻き上げの影響が考えられ、値も大きく変動している。

三方湖の春期は、小さい値が得られたが、沈降びんの内面に纖毛状の藻類が多量に付着し、沈降物が沈降するのを阻げるような状況であり、又、その窒素とリンの沈降物中に占める割合が、表-2に示すように著しく高いことから、付着した生物の一部のみが捕促されたと考えられる。夏期と秋期の窒素、リンの割合は堆

表-1 三方五湖の沈降量（g/㎡・日）

		沈 降 量 (g/㎡・日)			
		5月～ 6月	7月～ 8月	10月 11月	平 均
三 方 湖	窒 素	0.21	0.57	0.17	0.32
	リ ン	0.052	0.24	0.073	0.12
	固形物量	8.7 *1	147 *2	49	68
水 月 湖	窒 素	0.011	0.0059	0.0078	0.0083
	リ ン	0.0014	0.0007	0.0010	0.0010
	固形物量	0.50	0.18	0.40	0.36
久々子湖	窒 素	0.34	0.34	0.096	0.26
	リ ン	0.084	0.11	0.017	0.071
	固形物量	64 *3	21	5.0 *4	34
日 向 湖	窒 素	0.048	0.041	0.051	0.047
	リ ン	0.0046	0.0043	0.0084	0.0058
	固形物量	2.1	1.6	4.8	2.9

- * 1：沈降びんの内壁に藻類が大量付着していた。
- * 2：梅雨末期の降雨で、三方湖が混濁した。沈降びんの底部に湖底質状の灰黒色の沈降物が見られた。
- * 3：低気圧の通過により湖面が荒れた。底質状の灰黒色の沈降物が見られた。
- * 4：沈降物は少なく、多数のフジツボ類の付着や動物の巣様の石灰質の沈降物があり、これを除いて測定した。

積物の表層のそれに比較的類似している。

久々子湖の測定値も、春期の値は、湖底を巻き上げたためと考えられる。秋期には、通常の湖底の堆積物様の物はあまり見られず、フジツボ類が沈降びんの内外に多く付着し、また、水中をはふくする虫の殻様の白色の殻（内に生物が生棲していた）が多く沈殿しており、沈降した有機物などが摂食されて減少した可能性がある。

しかしながら、観察上、異常の見られなかった時期の測定値（三方湖－秋期、久々子湖－夏期）が平均値と結果的に大きな差が見られなかったことから、平均値をそのまま採用した。

各湖の沈降量は、三方湖が最も大きく、久々子湖がその半分程度である。日向湖は前2者の10分の1程度であるが、水月湖よりもかなり大きい。この日向湖の沈降物は海草の破片の分解したようなブヨブヨした有機物が多く、海洋性の藻類の寄与が考えられる。特に、日向湖では、湖面に多くのイカダが浮いており、湖面下にも多くのロープがはりめぐらされているので、これらに付着した海草等の沈降の寄与も考えられる。

2. 湖水の懸濁物質の沈降とその分解性

各湖の単位面積あたりの懸濁物量は、湖の生産層の深さとそのS.Sの値から求められ、この量と沈降量に対する比（沈降率）を表-3に示した。

表-3 三方五湖の湖水中の懸濁物質量とその沈降

	平均水深	SS	懸濁物量A	沈降量B	沈降率 $\frac{B}{A}$
三方湖	2.1m	13 ppm	27 g/m ³	68 g/m ² 日	2.5
水月湖	8 *1	2.3	18	0.36	0.020
久々子湖	2.2	4.6	10	34	3.4
日向湖	38	0.7 *2	27	2.9	0.11

湖水中の懸濁物量は10～27 g/m³で各湖間のちがいは

* 1 : 躍層までの水深 * 2 : S56年度の調査値¹⁾
S.Sの値は4～11月の平均濃度

2～3倍であるが、沈降量と沈降率は100倍以上の差があり、水深の深い水月湖と日向湖における沈降率が小さい値を示した。

三方湖と久々子湖では、水深が浅いため、湖底表面から再浮上したもの（異常値については、相殺されているが）については重複して測定されるので、過大評価されている可能性は否定できないが、これを考慮しなければ、沈降量が水中の懸濁物量の2～3倍であり、これを補う量の懸濁物が生産や流域から補給されていると見積られる。

水月湖と日向湖でも、同様な沈降のパターンが考えられるが、水のS.S濃度が低く、生存しているプランクトンの割合が大きいこと等により、沈降する割合は、三方湖や久々子湖より小さいことも考えられる。しかし、このことを考慮しても、両湖の沈降率は非常に小さく、沈降する過程および沈降して堆積している期間（本調査では約1ヶ月）内に、かなりの量が分解していることが推察される。特に、水月湖で値が小さいのは、躍層以深では溶存酸素がないため、嫌氣的な分解をうけて減少すると考えられ、この量もかなりの量が見込まれる。

したがって、水深の浅い三方湖と久々子湖では、沈降によっての湖水のS.Sは浄化されるが、水月湖と日向湖では、単位面積あたりでは、三方湖や久々子湖程度のS.Sがありながら、沈降の過程で大部分が分解して湖水中に回帰していることが推察される。

3. 湖の沈降物の窒素、リンの分解

湖底への沈降物は、更に微生物の分解をうけて減少するが、この分解を前述の初期的分解に対し、中期的分解と呼ぶ。この中期的分解は、堆積物として安定して、少しずつ分解する分解、すなわ

ち、堆積速度調査で把握される分解…これを長期的分解と呼ぶこととする。…との中間に位置するもので、期間は堆積速度調査の表層一層程度と考えると、1～2年程度である。

これらの分解について、堆積速度調査結果と比較して検討し、表-4に示した。表中の分解率1が中期的な分解、分解率2が長期的な分解に相当している。

表-4 三方五湖の沈降物の分解

		沈 降 量 Ag/m ² 日	堆 積 量 Bg/m ² 日	溶 出 量 Cg/m ² 日	分解率 1 %	分解率 2 %	全分解率 %
三 方 湖	窒 素	0.32	0.038	0.0020	88	5.3	89
	リ ン	0.12	0.014	0.00098	88	7.0	89
	固形物量	68	10.8	—	84	—	—
水 月 湖	窒 素	0.0083	—	—	—	—	—
	リ ン	0.0010	—	—	—	—	—
	固形物量	0.36	—	—	—	—	—
久々子湖	窒 素	0.26	0.024	0.0077	91	32	94
	リ ン	0.071	0.0066	0.0028	91	44	95
	固形物量	34	5.9	—	83	—	—
日 向 湖	窒 素	0.047	0.015	0.0053	68	35	79
	リ ン	0.0058	0.0038	0.0019	34	50	67
	固形物量	2.9	2.9	—	0	—	—
※ 北 潟 湖	窒 素	—	0.011	0.0026	94	24	95
	リ ン	—	0.0022	0.0011	94	50	97
	固形物量	—	2.7	—	—	—	—

※北潟湖の値は、昭和54年度の測定結果を用いた（本報9, 241, 1979）

分解率1 = $(1 - B/A) \times 100$: 分解率2 = $C/B \times 100$

全分解率 = $(1 - (B - C)/A) \times 100$

中期的な分解は、日向湖で窒素とリンは小さく、固形物量は殆んどないが、前述の初期の分解を沈降の過程ですでにうけていると考えられる。水月湖については測定できなかったが、初期の分解が大きいことから、同様な傾向があると考えられる。

長期的分解は、海水が流入している久々子湖と日向湖で大きく、値も類似している。同表に北潟湖の値（昭和54年度）を示したが、三方湖は北潟湖の湖央部付近と水質等が類似しているが、長期的分解率が大きく異なることから、北潟湖への海水の遡上の効果によると考えられる。

IV 結 語

湖の沈降量は、単位面積あたりの懸濁物量に比較して大きく異なり、深い湖では、沈降の過程での分解が見込まれ、又、堆積物の表層付近でも分解量が大きいことが認められた。

参 考 文 献

1) 田川ら：本報，11，1981—14，1984