

国立公害研究所 正員 福島武彦 村岡浩爾

## 1. はじめに

深い湖沼の栄養塩物質の循環においては、有光層で生産された懸濁態物質が沈降過程で分解され溶存態物質として水中へ回帰する現象が極めて重要と考えられる。ここでは中禅寺湖で得られた植物プランクトン、沈殿物等の懸濁物を試料にして分解実験を行った結果を報告するとともに、沈殿物量及びその組成の鉛直差のデータとの比較を行う<sup>1)</sup>。

## 2. 試料の採取と実験方法

中禅寺湖の湖心部（水深約160m）、2水深（30m, 110m）において円筒型セジメントトラップを用いて沈殿物を8、9月期に採取した。その回収間隔は約20日とした。また、同地点でプランクトンネット（上層30m、孔径72 $\mu$ m）の垂直引きを行い懸濁物を捕集した。これを金属フルイを用いて分別し、その内250 $\mu$ m以下（主に植物プランクトン、以降P. P.）と500 $\mu$ m以上（主に動物プランクトン、Z. P.）の部分で以降の分解実験の試料とした。これらの試料を水深50mの湖水のろ過水とともにビンにつめ、躍層下の状態を模して暗、4 $^{\circ}$ C、スターラー攪拌の条件のもとで放置し、数日～数十日の頻度で一部を引き抜き分析にあてた。実験数は表1に示す通りである。分析項目は乾燥重量、クロロフィルa（SCOR/UNESCO法）、懸濁態炭素、窒素（CHNコーダー）、全リン、全溶存態リン（オートアナライザー、この差を懸濁態リン）である。なお、分解実験中の溶存酸素の減少は顕著ではなかった。

## 3. 結果

表1には分解実験開始時での各試料の懸濁物濃度とその組成等をまとめる。P. P. は珪藻の*Flagilaria crotonensis*、Z. P. は*Daphnia longispina*を主体としたものであった。図1、2、4、5には沈殿物、プランクトンに分けて各種濃度の変化を示す。一次反応による減少を想定し、縦軸は各時間での濃度（C）を初期濃度（C<sub>0</sub>）で除したものの自然対数値を示している。図3には沈殿物の炭素含量の変化を横軸の時間を対数化して示す。表2には初期（10～30日間）を対象に一次反応として分解速度を算定した結果をまとめる。また、実験開始後100日における濃度と含量の初期値に対する比率を示す。これ以外の結果も含めて各試料、各物質の減少の様子は以下のである。

表1. 分解実験の初期状態での懸濁物の濃度と組成

|                  |   | SS    | Chla | POC  | PON  | PP   | Sym. |
|------------------|---|-------|------|------|------|------|------|
| Deposited matter | 1 | 38.3  | 1.98 | 17.7 | 2.10 | 0.26 | ○    |
|                  | 2 | 58.7  | 2.52 | 12.5 | 1.95 | 0.21 | △    |
|                  | 3 | 45.8  | 1.33 | 10.5 | 1.48 | 0.22 | ●    |
|                  | 4 | 247.4 | 1.02 | 10.9 | 1.19 | 0.15 | ●    |
|                  | 5 | 95.2  | 1.24 | 11.5 | 1.63 | 0.20 | ▲    |
|                  | 6 | 101.9 | 1.50 | 10.6 | 1.34 | 0.09 | ●    |
|                  | 7 | 155.6 | 1.11 | 10.3 | 1.27 | 0.12 | □    |
| Phytoplankton    | 1 | 116.5 | 1.43 | 34.9 | 7.21 | 1.24 | ○    |
|                  | 2 | 420.4 | 1.90 | 11.3 | 1.52 | 0.31 | △    |
|                  | 3 | 112.5 | 1.82 | 24.7 | 4.05 | 0.70 | □    |
| Zooplankton      | 1 | 46.0  | 0.18 | 48.0 | 9.26 | 1.23 | ●    |
|                  | 2 | 280.3 | 0.36 | 46.6 | 9.21 | 1.19 | ▲    |

mg/l 10<sup>-3</sup>

Time (day)

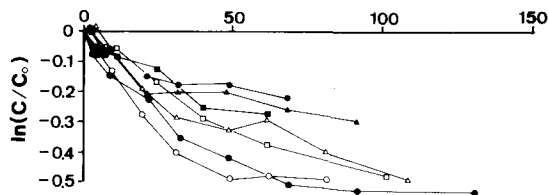


図1. 懸濁態炭素濃度の減少（沈殿物）

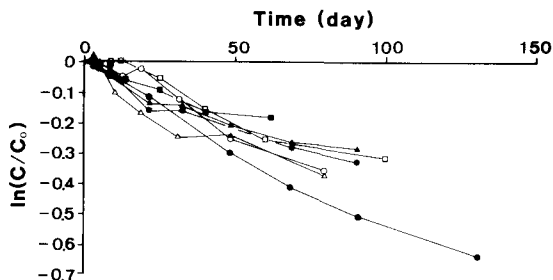


図2. 懸濁態窒素濃度の減少（沈殿物）

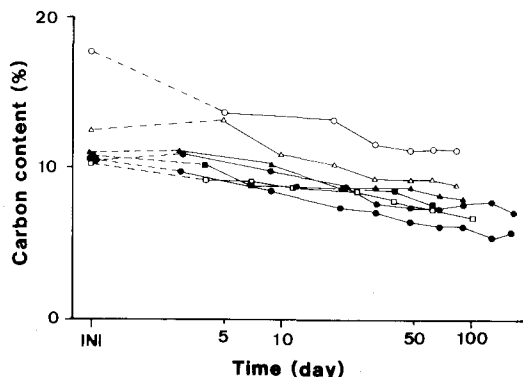


図3. 懸濁態炭素含量の減少（沈殿物）

(1) 減少速度はZ. P., P. P., 沈殿物の順に遅くなる。

(2) 乾燥重量の減少は沈殿物では明瞭に表れなく、P. P. では実験100日間で1-2割の減少となる。Z. P. では初期に急激に減少し、約40日間で1/2以下になる。このため、沈殿物では各含量の減少の様子は濃度のそれとほぼ等しい。P. P., Z. P. では濃度に比べ含量の減少の速度は緩やかである。

(3) 沈殿物、P. P. において窒素は10日程度、クロロフィルaは10-30日の初期遅れをもって減少し始める。炭素では初期遅れは存在しないように見える。

(4) 炭素、窒素では初期に早く減少し、30-50日以降ではその速度が減少する。クロロフィルaでは一次反応的な減少が長期にわたり継続する。前者では図3等の表示方法の方が、長期の減少を直線で表現しうると考えられる。

(5) 沈殿物では炭素、窒素の減少はほぼ同程度で、クロロフィルa、リンの順に遅くなる。P. P., Z. P. ではリンの減少も早く、炭素、窒素と同程度である。

#### 4. 考察

既往の藻類の分解実験、及び中禅寺湖における沈殿物の観測等と比較して次のようなことがわかった。

(1) 珪藻を対象とした分解実験によれば、その分解の一次減少係数は10-20℃の温度範囲で、分解初期に炭素で0.032-0.094, 窒素で0.038-0.074, 後期にそれぞれ0.012-0.045, 0.017-0.025 (d<sup>-1</sup>)と報告されている<sup>2)</sup>。今回の実験では4℃という実験条件のため、分解初期でも炭素、窒素とも0.01 (d<sup>-1</sup>)程度とかなり低い。また、分解初期とみなされる期間が30日程度と従来の報告値3-14日と比べ長いことも特徴といえる。

(2) 表3には中禅寺湖で得られた30, 110mmでの自生性の沈殿量とその組成を示す<sup>1)</sup> (一年間平均値)。110mmと30mmとの含量比は、炭素、窒素で0.65程度、クロロフィルaで0.74, リンで0.85となっている。沈降速度は1mm/d程度であるため<sup>1)</sup>、30mmから110mmまでに沈降に要する時間は100日程度と推定される。このため、表2の分解実験の含量変化と比較するとかなりよく一致していることがわかる。深い湖沼の栄養塩の循環においては、懸濁物の沈降過程での分解現象が重要な役割を有していることがわかる。

参考文献 1) 福島他 (1985) : 衛講 Vol.21, 2) K. Matsunaga(1981) : Jap.J.Limnol. Vol.42.

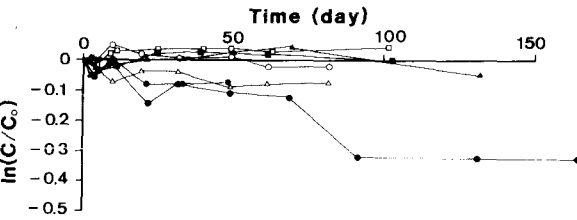


図4. 懸濁態リン濃度の減少 (沈殿物)

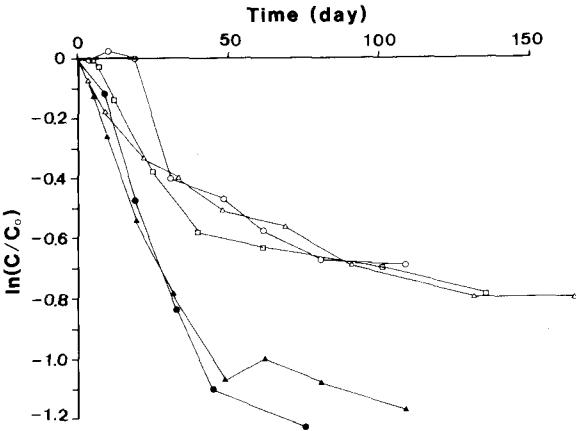


図5. 懸濁態炭素濃度の減少 (プランクトン)

表2. 分解速度係数と100日後の残存率

| Decomposition rate as a first-order reaction (d <sup>-1</sup> ) |                                          |                                            |                                        |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                 | Deposited                                | Phytoplankton                              | Zooplankton                            |
| SS                                                              | 0-7x10 <sup>-3</sup>                     | 1.5x10 <sup>-3</sup> -9x10 <sup>-3</sup>   | 2x10 <sup>-2</sup> -3x10 <sup>-2</sup> |
| Chla                                                            | 0-1.2x10 <sup>-2</sup>                   | 6x10 <sup>-3</sup> -1.1x10 <sup>-2</sup>   | -                                      |
| POC                                                             | 5x10 <sup>-3</sup> -1.3x10 <sup>-2</sup> | 1.3x10 <sup>-2</sup> -1.5x10 <sup>-2</sup> | 2.5x10 <sup>-2</sup>                   |
| PON                                                             | 4x10 <sup>-3</sup> -8x10 <sup>-3</sup>   | 9x10 <sup>-3</sup> -2.5x10 <sup>-2</sup>   | 2x10 <sup>-2</sup> -3x10 <sup>-2</sup> |
| PP                                                              | 0-3x10 <sup>-3</sup>                     | 0-2.3x10 <sup>-2</sup>                     | 2.7x10 <sup>-2</sup>                   |
| Concentration rate of residuals at 100 days                     |                                          |                                            |                                        |
| SS                                                              | 0.86-1.0                                 | 0.71-0.87                                  | ≤0.40                                  |
| Chla                                                            | 0.50-0.90                                | 0.46-0.79                                  | -                                      |
| POC                                                             | 0.59-0.74                                | 0.50                                       | ≤0.32                                  |
| PON                                                             | 0.58-0.73                                | 0.43-0.59                                  | ≤0.50                                  |
| PP                                                              | 0.73-1.0                                 | 0.26-0.42                                  | ≤0.32                                  |
| Content rate of residuals at 100 days                           |                                          |                                            |                                        |
| Chla                                                            | 0.50-1.0                                 | 0.52-1.0                                   | -                                      |
| POC                                                             | 0.55-0.79                                | 0.51-0.78                                  | 0.78                                   |
| PON                                                             | 0.64-0.80                                | 0.61-0.80                                  | 0.78                                   |
| PP                                                              | 0.83-1.0                                 | 0.30-0.56                                  | 0.69                                   |

表3. 30mmと110mmでの沈殿量とその組成

|        | Deposited flux (g/m <sup>2</sup> ·y) |      | Content (%) |      |
|--------|--------------------------------------|------|-------------|------|
|        | 30m                                  | 110m | 30m         | 110m |
| Seston | 189                                  | 254  |             |      |
| Chla   | 0.43                                 | 0.42 | 0.23        | 0.17 |
| POC    | 26.6                                 | 24.0 | 14.1        | 9.4  |
| PON    | 2.93                                 | 2.54 | 1.55        | 1.00 |
| PP     | 0.51                                 | 0.59 | 0.27        | 0.23 |