

## II-505

### 藻類の増殖に及ぼす藻類代謝産物の影響に関する研究（その2）

京都大学 学生員 李 義信

京都大学 正会員 宗宮 功

京都大学 正会員 藤井滋穂

1. はじめに： 筆者らは、藻類の代謝産物やバクテリアの分解副産物が藻類の増殖に抑制あるいは促進因子となり、藻類の遷移に影響していることを報告した<sup>1)</sup>。しかしながら、藻類の代謝産物の組成、生成時期やそれらの役割などに関してはいまだ不明な点が多く<sup>2)3)</sup>、報告例もきわめて少ない実状である。本報告では琵琶湖湖水から単離した藍藻類や緑藻類の培養を通して藻類の増殖特性、代謝産物の生成パターンやその組成特性を検討する。

2. 実験方法と測定項目： *Phormidium tenue*（以下P. tenue）は25℃、3000lux、30rpmのL字管において振とう条件で、*Anabaena macrospora*（以下A. macrospora）、*Chlamydomonas* sp. や*Scenedesmus* sp. は25℃、4000luxの静置条件で培養を行ない、その間の藻類代謝産物の生成特性を検討した。培養液は1/5C改変培地<sup>1)</sup>であり、測定項目は細胞数、Chl.a、SS、TOC、DOC、多糖類、単糖類、アミノ酸および蛋白質である。

#### 3. 実験結果および考察

3-1 藻類の増殖特性： 図1に示すように各藻類種とも遅滞期は見られず、対数増殖期、安定期や死滅期を形成しながら増殖した。P. tenue、A. macrospora、Chlamydomonas sp. およびScenedesmus sp. の比増殖速度は細胞数として各々0.56、0.28、1.08および0.58/day<sup>-1</sup>（底e）であり、従来の報告と大差はなかった。実験の結果を表1にまとめる。

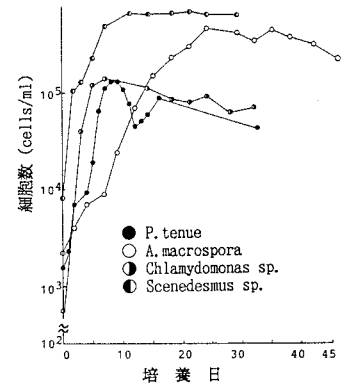


図1 藻類種の経時変化

3-2 代謝産物の排出速度： 代謝産物の生成特性を図2～5に示す。まず、DOCの変化では各種とも対数増殖期から安定期まで培養時間とともに増加し、死滅期に入って減少する傾向を示した。DOCの増加速度(mgC/l/day)は、Chlamydomonas sp. では安定期、対数増殖期とも約0.5mgDOC/l/dayと前後で大きな変化はなかったが、他の藻類では対数増殖期より安定期の方が2～3.5倍大きく、0.2～1.0mgDOC/l/day程度となった。測定した各成分に注目すると、多糖類が全般にもっと大きく、また藍藻類のP. tenueとA. macrosporaでは、安定期が対数増殖期に比べ、5倍程度と速い速度で排出している。単糖類では対数増殖期のChlamydomonas sp. を除けば、対数増殖期、安定期とも増加速度に大差はなく、0.01～0.08mgC/l/day程度であった。蛋白質では4藻類種とも安定期で対数増殖期より大きかったが、緑藻類では排出速度が約6倍となるのに対し、藍藻類では約2倍と藻類種によって異なった。アミノ酸も単糖類と類似な傾向を見せ、安定期で速度が減少する傾向を示した。以上の結果により、Chlamydomonas sp. では代謝産物は対数増殖期に排出されるのに対し、P. tenue、A. macrosporaおよびScenedesmus sp. は対数増殖期より安定期に排出され、DOCとしては約2～3倍、

表1 実験の結果

|                                |                                      | P. t.              | A. m. | C. s. | S. s. |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| 増殖相<br>(day)                   | 対数期                                  | 0~8                | 0~15  | 0~5   | 0~7   |
|                                | 安定期                                  | 8~18               | 15~42 | 5~18  | 7~18  |
|                                | 死滅期                                  | 18~33              | 42~58 | 18~28 | 18~28 |
|                                | 比増殖速度<br>(底e,<br>day <sup>-1</sup> ) | 細胞数 0.56           | 0.28  | 1.08  | 0.58  |
| 排出速度<br>mgC/l/day              | 対数期                                  | Chl.a              | 0.69  | 0.21  | 0.94  |
|                                |                                      | SS                 | 0.39  | 0.30  | 0.85  |
|                                |                                      | DOC                | 0.33  | 0.054 | 0.75  |
|                                |                                      | 多糖類                | 0.07  | 0.004 | 0.18  |
|                                |                                      | 単糖類                | 0.03  | 0     | 0.34  |
|                                | 安定期                                  | 蛋白質                | 0.03  | 0.019 | 0.05  |
|                                |                                      | γ/酸                | 0.008 | 0     | 0.03  |
|                                |                                      | DOC                | 1.16  | 0.19  | 0.48  |
|                                |                                      | 多糖類                | 0.36  | 0.021 | 0.03  |
|                                |                                      | 単糖類                | 0.01  | 0.007 | 0.07  |
| 排出率<br>mgDOC/<br>mgPOC/<br>day | 対数期                                  | 蛋白質                | 0.05  | 0.05  | 0.20  |
|                                |                                      | γ/酸                | 0.05  | 0.001 | 0.006 |
|                                |                                      | DOC                | 0.54  | 0.11  | 0.39  |
|                                |                                      | 多糖類                | 0.29  | 0.05  | 0.05  |
|                                |                                      | 単糖類                | 0.03  | 0.05  | 0.01  |
|                                | 安定期                                  | 多糖類                | 28.6  | 9.0   | 19.3  |
|                                |                                      | 単糖類                | 11.3  | 0     | 2.6   |
|                                |                                      | 蛋白質                | 9.2   | 35.0  | 5.0   |
|                                |                                      | γ/酸                | 2.6   | 0     | 0.6   |
|                                |                                      | DOC中<br>の割合<br>(%) | 27.7  | 8.0   | 10.4  |
| DOC中<br>の割合<br>(%)             | 安定期                                  | 多糖類                | 1.0   | 5.3   | 12.0  |
|                                |                                      | 単糖類                | 4.5   | 40.0  | 34.5  |
|                                |                                      | 蛋白質                | 4.0   | 0.3   | 1.3   |
|                                |                                      | γ/酸                | 4.0   | 0.3   | 1.3   |

\* P. t.: P. tenue  
A. m.: A. macrospora  
C. s.: Chlamydomonas sp.  
S. s.: Scenedesmus sp.

多糖類としては1～5倍、蛋白質としては2～6倍で排出速度が増加することが分かった。

### 3-3 代謝産物の排出率

： 各相におけるDOCの排出速度をその平均現存量（POC）で割ることにより排出率（mgDOC/mgPOC/day）を算出し、その特性を検討する。

*P. tenue*, *A. macrospora*,

*Chlamydomonas* sp. および *Scenedesmus* sp. について各々の排出率は、対数増殖期では0.54、0.11、0.39、0.13、安定期では0.29、0.05、0.05、0.01となり、各藻類種とも安定期より対数増殖期が約2～13倍多くなった。概して、対数増殖期におけるDOCの排出率是对数増殖期間が短い藻類種ほど高くなり、比増殖速度との関連が示唆される。

3-4 代謝産物の組成： 表1から各種の代謝産物の組成特性を検討する。DOC中の多糖類の割合はほぼ10～30%であり、藍藻類の*P. tenue*と*A. macrospora*は対数増殖期と安定期とで余り変化が見られず、各々約30%と10%程度であったが、*Scenedesmus* sp. ではその割合が安定期で対数増殖期より半分に低下した。蛋白質では緑藻類で変化が大きく、*Chlamydomonas* sp. が5%から35%に、*Scenedesmus* sp. で0%から16%となったが、*A. macrospora*と*P. tenue*は相による差は小さかったが、各々の割合は5～10%、35～40%と異なっている。単糖類では*P. tenue*と*Chlamydomonas* sp. は対数増殖期で、*A. macrospora*と*Scenedesmus* sp. は安定期で多くなった。アミノ酸は0～6%と割合は小さいが、各藻類種とも安定期がわずかに多かった。以上の結果により、DOC中の各成分の割合は藻類種と培養時間により異なるが、一般に糖類は対数増殖期で多く、アミノ酸や蛋白質は安定期中に多く排出されることが分かった。

4. おわりに： 本実験では、琵琶湖湖水から単離した*P. tenue*、*A. macrospora*、*Chlamydomonas* sp. 及び*Scenedesmus* sp. を用い、藻類代謝産物の生成パターンや組成特性を検討した。その結果を以下に要約する。①藻類の代謝産物の排出速度は安定期が対数増殖期より大きく、DOCでは2～3倍、多糖類と蛋白質では各々1～5倍、2～6倍大きい。

②排出率是对数増殖期で0.1～0.5mgDOC/mgPOC/day、安定期で0.01～0.3mgDOC/mgPOC/dayであり、前者が2～13倍程度高く、比増殖速度と関連が見られた。③代謝産物としては、*P. tenue*は主に糖類、*A. macrospora*は蛋白質、*Chlamydomonas* sp. と*Scenedesmus* sp. は主に糖類と蛋白質を排出し、藻類種や培養時間により排出される代謝産物の組成や含有率が異なる。

### 参考文献

- 1) 李義信、宗宮功、藤井滋穂ら：土木学会第45回年次学術講演会、pp932～933、1990
- 2) Hellebust, J.A.: Limnology and Oceanography, 10, pp192～206, 1965
- 3) Sharp, J.H.: Limnology and Oceanography, 22, pp381～399, 1977

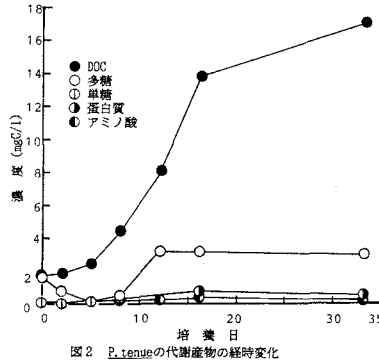


図2 *P. tenue*の代謝産物の経時変化

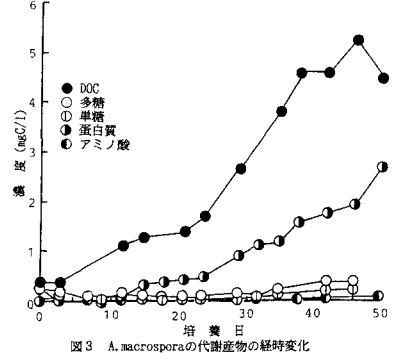


図3 *A. macrospora*の代謝産物の経時変化

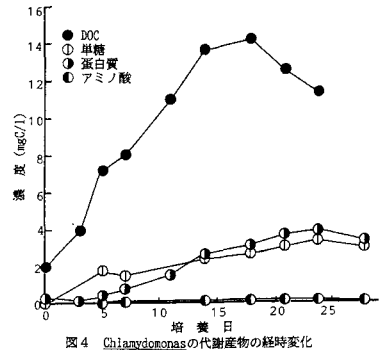


図4 *Chlamydomonas*の代謝産物の経時変化

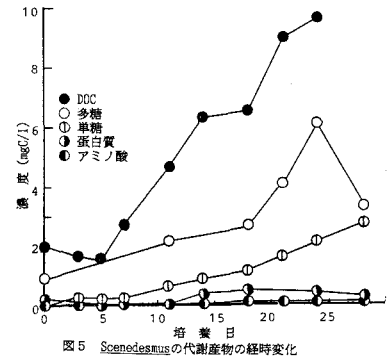


図5 *Scenedesmus*の代謝産物の経時変化