

II-465

藻類の増殖過程における代謝産物の排出特性に関する研究

○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 京都大学 学生員 山田正人
京都大学 壬生勝泰

1. はじめに: 湖沼や貯水池などの閉鎖的な水域における富栄養化の問題が顕著化しており、そこに流入する栄養塩の水域内への蓄積と淡水赤潮や水の華といった特定藻類種の異常発生に関して数多くの研究がなされてきた。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(他感作用)を報告した¹⁾。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^{2) 3)}、報告例もきわめて少ない実状である。本報告では琵琶湖疏水から単離した藍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し、知見が得られたので報告する。

2. 実験方法と測定項目: *Anabaena macrospora* (以下A. *macrospora*) は25℃、明条件(4000lux)の静置条件ではほぼ無菌的に培養を行ない、その間の藻類の基本的な増殖特性と各増殖過程における代謝産物の生成特性を検討した。培養液は1/5C改変培地である¹⁾。測定項目は細胞数、Chl.a、SS、TOC、DOC、溶解性全糖類および溶解性蛋白質である。さらに、自己分解(内生呼吸)過程中的代謝産物の排出特性を把握するため、明条件で11日まで培養した藻類懸濁液の一部を暗条件で培養し、その時の代謝産物の挙動を把握した。

3. 実験結果および考察

3-1 明条件下の藻類の増殖及び代謝産物の排出特性: 図1に示すようにA. *macrospora*は遅滞することなく培養11日目まで対数的に増殖し、細胞数、Chl.aが最大増殖量に達した後、緩やかに減少した。SSについては最大増殖量に達した後死滅期に入っても減少せず、ほぼ一定の値となり、藻類の細胞壁あるいはその破片が分解せずに培養液中に残存していることが分かる。

A. *macrospora*の比増殖速度は細胞数として 0.25day^{-1} (底:10)であり、従来の報告と大差はなかった。代謝産物の経時変化を図2に示す。まず、DOCの変化では対数増殖期中には著しい増加はなく、安定期に入ると培養時間とともに増加し、死滅期に入ると培養41日目になるとほぼ一定となる傾向を示した。DOCの増加速度(mgC/l/day)は、対数増殖期、安定期、死滅期についてそれぞれ0.145、0.551、0.073 mgDOC/l/day と安定期が最も高くなった。各増殖相における代謝産物の増加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)を求めると、対数増殖期、安定期、死滅期についてそれぞれ0.058、0.080、0.015 mgDOC/mgPOC/day となり、安定期に最も多く代謝産物が排出されることが分かる。測定した各成分に注目すると、全糖類の割合が全般に最も高く、安定期が対数増殖期に比べ、4倍程度排出速度が大きい。蛋白質では安定期における排出速度が対数増殖期より大きく、増殖相によって代謝産物の組成が異なることがわかる。

3-2 暗条件における藻類の分解及び代謝産物の排出特性:

図3に明条件で11日まで培養した藻類懸濁液の一部を25℃の暗条

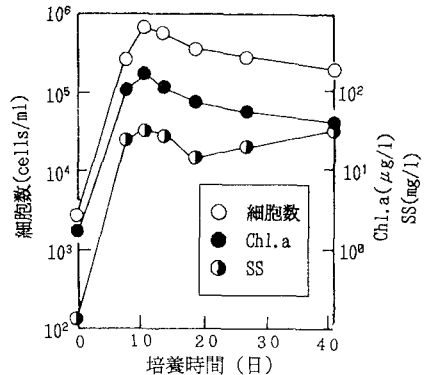


図1 明条件における藻類の経時変化

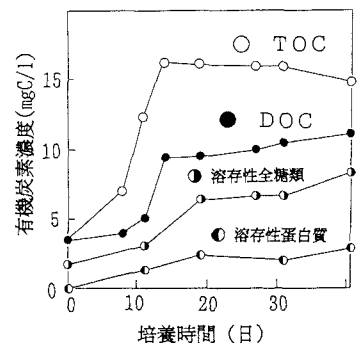


図2 明条件における代謝産物の経時変化

件で培養し、その時の藻類の経時変化を示す。*A. macrospora*は明条件から暗条件に移した後も約15日間、初期の細胞数を維持し、その間Chl.aは若干増加している。また、その後の細胞数の減少速度は 0.081day^{-1} (底:10)であり、他の藍藻類の*Phormidium tenue*を用いた実験結果⁴⁾と比べると約2倍程度低く、*A. macrospora*の方が*Phormidium tenue*より分解されにくいことが分かる。SSは藻体の変動によって変化した。暗条件下の代謝産物の経時変化を図4に示す。明条件から暗条件に移した直後DOCはわずかに減少するものの、10日以後からは培養時間とともに増加する。図から求めたDOCの排出速度は $0.058\text{ mgDOC/mgPOC/day}$ である。次にDOC中の全糖類や蛋白質の経時変化に注目すると、POC濃度の減少に伴うDOC濃度の増加とともに全糖類や蛋白質の増加が起り、藻体の自己分解過程では藻体を構成している物質は完全に分解されずに、ある程度全糖類、蛋白質のような生分解性の高い形の溶存性物質として放出されることが示唆される。表1に明条件、暗条件下の実験結果をまとめる。表1から光合成過程における代謝産物の排出速度を求めると $0.022\text{ mgDOC/mgPOC/day}$ となる。これは明条件下の排出速度より約4倍低いが、暗条件という自然界では見られない培養条件を考慮するとこの値はやや過小評価であると考えられる。

4. おわりに: 本実験では、琵琶湖疏水から単離した*A. macrospora*を無菌的に培養し、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明条件下での比増殖速度は細胞数として 0.25day^{-1} (底:10)であり、代謝産物の排出速度は安定期の方が対数増殖期より約1.5倍高く、代謝産物中の全糖類や蛋白質の組成が増殖相により異なることが分かった。

②暗条件下での減少速度は細胞数として 0.081day^{-1} (底:10)であり、藻類の自己分解による代謝産物の排出速度は $0.058\text{ mgDOC/mgPOC/day}$ と評価された。

③光合成による代謝産物の排出速度は $0.022\text{ mgDOC/mgPOC/day}$ であるが、実際の自然界ではその値が若干大きくなると考えられる。なお、*A. macrospora*は京都市水道局水質試験所から御厚意により譲り受けたとを記し、感謝の意を現わします。

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
- 4) 壬生勝泰: 京都大学卒業論文、1992

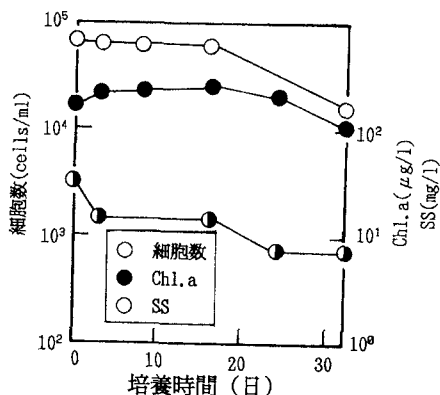


図3 暗条件における藻類の経時変化

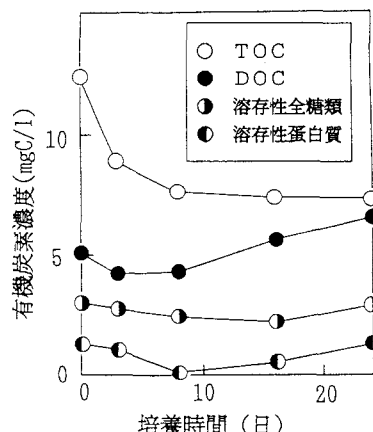


図4 暗条件における代謝産物の経時変化

表1 実験結果

条 件		明 条 件		暗 条 件	
		対数増殖期	安定期	死滅期	安定期
培 養 日 数 (day)		0~11	11~19	19~41	11~43
比増殖速度 (減少速度:-) (1/day 10底)	細胞数	0.25	—	—	-0.081
	Chl.a	0.22	—	—	—
	SS	—	—	—	-0.027
増加速度 (mgC/l/day)	DOC	0.145	0.551	0.073	0.063
	溶存性全糖類	0.123	0.420	0.024	0
	溶存性タンパク質	0.119	0.141	0.002	0.014
DOC排出速度	mgDOC/mgPOC/day	0.058	0.080	0.015	0.058
	mgDOC/mgChl.a/day	—	—	—	0.61