

日射量の変動が藻類増殖に及ぼす影響に関する基礎的研究

岡山大学 学生会員 ○永田賢志

岡山県庁 吉田隆太

岡山大学 正会員 河原長美

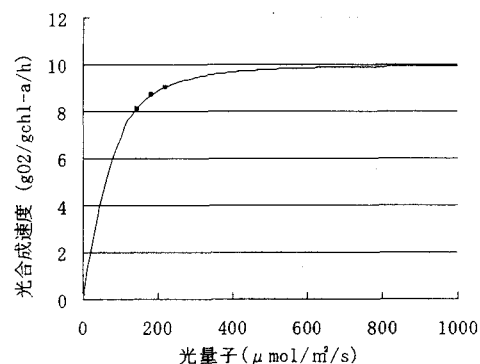
1. はじめに

従来の研究により、ダムの下流の比較的流れの速い区間において植物プランクトンの増殖が抑制される現象が確認されてきている¹⁾。しかしながらこの現象のメカニズムは明らかにされていない。藻類の増殖には光、栄養塩、水温などが関係するが、本研究では流動に伴う鉛直混合によって変化する光量子量を取り上げた。光量子と光合成速度の間には図-1に示すような関係があるとされている²⁾。流動によって生じる鉛直混合により藻類の受ける光量子が変動し、それに伴い光合成速度も変動し、藻類増殖に影響を与えているのではないかと考えられる。陸上植物の光合成については、断続光条件において断続光の変動周期が1秒付近では光合成速度が最大となり、10から100秒の間で速度が最小となり、変動周期が光合成に影響を与えると報告されている³⁾。本研究では光量子の変動幅と平均値は一定として変動周期のみを変化させ、変動周期が藻類増殖に影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的として、室内実験を行った。

2. 方法

2. 1 室内実験

実験は変動周期1.2、5.6、7.6秒の3種類で行い、変動周期による影響のみを明らかにするために、その他の実験環境については全ての実験で同条件とした。また、主として藻類濃度が実験ごとに異なってしまうため、光量子を変動させる実験と変動させない対照実験を同時に行い、対照実験を基準とすることで光量子量以外の条件の違いを除去した。光量子量については、図-1に示す光合成—光曲線において、変動する各光量子に対応する光合成速度の平均値と光量子の平均値に対応する光合成速度との差が大きくなる光量子であることと、装置で実現可能な変動幅の2つ理由から、最低値を $145 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、最高値を $220 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とし、変動させない場合には両者の平均値である $183 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした。

図-1 光合成—光曲線²⁾

実験には藍藻類の *Microcystis aeruginosa* を用いた。培養は300mlの三角フラスコ44本を用いて行った。このうち22本を変動させる場合の実験に用いて、残りの22本を対照実験に用いた。1回のサンプリングにつき2本の三角フラスコを水質測定に使った。フラスコごとのばらつきがどうしても出てしまうため、2本のフラスコの水質測定結果を平均化し、水質データとして用いた。

2. 2 透過光量子の観測

透過光量子の変動が、実際の河川ではどのような状況なのかを把握するために、観測を行った。日陰で大気中と水中の光量子を同時に測定して、雲による遮蔽等の影響を除去した。観測は藻類濃度がわかっている培養液において大気中と水中の光量子を同時に測定し、透過光量子と水深の関係および消散係数とクロロフィル濃度の関係を明らかにした。これにより、室内実験において採用した光量子が実際の河川ではどのような水深、クロロフィル濃度におけるものかを把握した。

3. 結果

3. 1 室内実験の結果

図-2、3に室内実験におけるクロロフィルの変化を表す。図より時間の経過に伴い増殖していることが確認できる。変動周期5.6秒においては2回実験を行ったが、再現性は低いことがわかる。次に基準である対

照実験との比の時間変化を図-4に示す。対照実験を基準として正規化することにより、藻類の初期濃度の違いなどによるケース間の増殖の差を除去し、変動周期のみが藻類増殖に与える影響を検討できる。図-4より、5日目までの範囲内において変動周期 1.2 秒の場合が他の変動周期の場合よりも値が大きく、増殖速度が速い傾向のあることが確認できる。5日目以降は変動周期 1.2 秒において増殖が制限されているために値が減少したと考える。また、図-4に5日目までの平均値も表す。これより変動周期 1.2 秒に比べ、5.6 秒、7.6 秒では藻類増殖が多少ながら抑制されている結果となった。

3. 2 透過光量子に関する観測の結果と検討

透過光量子の観測結果を用いて室内実験で用いた光量子の変動が実際の河川ではどのような状況なのかを検討した。透過光量子と水深の関係は次式のようになる。

$$I(z) = I_0 \exp(-kz)$$

ここで、 I_0 は水表面での照度(lx)、 k は光の消散係数($1/m$)、 z は水深(m)である。また、消散係数は次式のようになる。

$$k = gM + h$$

ここで、 M は植物プランクトン濃度(g/m^3)、 g [$1/m/(g/m^3)$] および h ($1/m$)は係数である⁴⁾。観測結果より消散係数 k とクロロフィル a 濃度の関係は図-5のような結果が得られた。これらの観測結果を用いて、室内実験における最高光量子 $220 \mu mol/m^2/s$ を水表面での光量子とし、透過光量子が最低光量子の $145 \mu mol/m^2/s$ となる水深を求めた。また、クロロフィル濃度は現地観測¹⁾において旭川下流で観測されている $10 \mu g/l$ までの5段階とした。その結果、この程度のクロロフィル濃度ではクロロフィル濃度による影響は小さく、水深による影響が強く現れ、室内実験は水面と水深 16cm から 17cm の間で鉛直混合が生じる河川を想定した実験であることがわかった。

4. おわりに

本研究により、変動周期が藻類増殖に多少ではあるが影響を与えることを明らかにできたといえる。また、透過光量子の観測結果から、水深 17cm 程度で鉛直混合するような河川でも変動周期の影響が多少ながらあるといえる。

今後は変動周期を長くした実験や、光量子の変動幅を大きくした実験を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 河原長美：基盤研究 (C) (2) 流動条件の管理による植物プランクトンの増殖抑制に関する研究 (課題番号 11650561)、2002.
- 2) 松岡譲：霞ヶ浦の富栄養化モデル、国立公害研究所報告、第 54 号、pp93-105、1984.
- 3) 大場真ら：農業気象、第 59 巻、第 4 号、pp259-267、2003.
- 4) 岩佐義朗：湖沼工学、pp307-316、山海堂、1990.

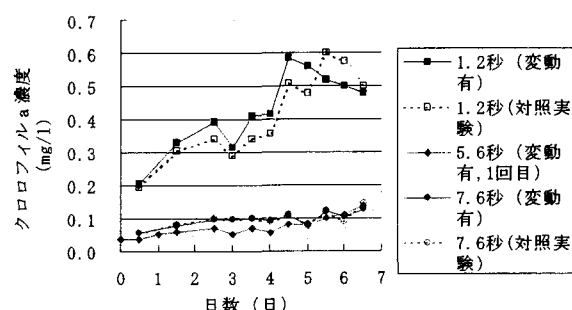


図-2 クロロフィルの変化

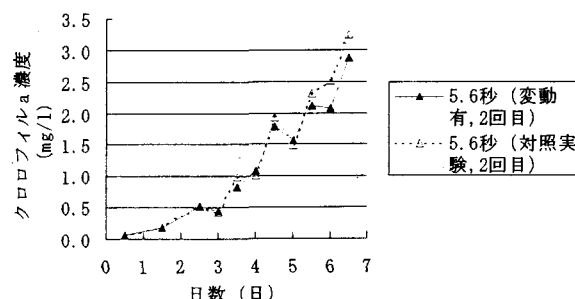


図-3 クロロフィルの変化

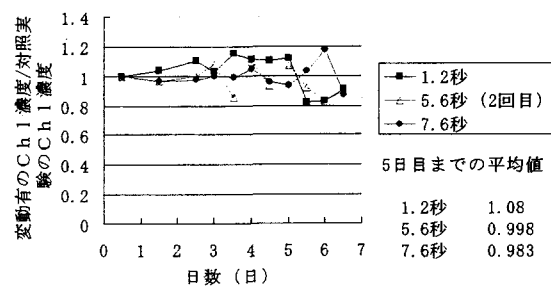


図-4 対照実験との比から見たクロロフィルの時間変化と5日目までの平均値

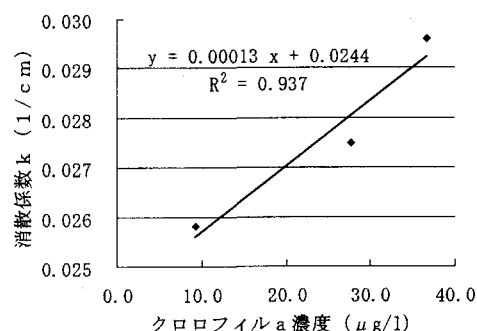


図-5 クロロフィル a 濃度と消散係数の関係