

流動に伴う混合状態が植物プランクトンの光合成に及ぼす影響に関する検討

岡山大学 学生会員 吉田 隆太
C&C コミュニケーション 上村 祐貴
岡山大学 正会員 河原 長美

1. はじめに

比較的流れの速い河道区間においては、藻類増殖が抑制されることが数多く報告されている^{1) 2)}。筆者らが観測対象としている旭川ダムとその下流部での観測においても、旭川ダム貯水池で増加したクロロフィル a 濃度が直下流の流速の速い河道区間で減少し、流速の緩やかな堰上流などの河道区間で、流下時間が長い場合には再度増加することが確認されている³⁾。しかしながら、このようなクロロフィル a 濃度の変化が生じる原因に関しては明らかにされていない。藻類の増殖には、水温、栄養塩、光等が関係するが、流動と関係が深いものとして光を取り上げ、藻類が光合成に利用できる光量子が流動に伴い変化することに着目して検討を加えた。光量子は光合成量と密接に関係し、図 - 1 に示すような関係が得られている。比較的流速の速い河川では、せん断流によって鉛直方向の混合が生じる。そのような流水中の藻類は、水の混合に伴い水面から水底までの水中を移動することになり、光量子量が大きく変動する条件下で生息することになる。そのため、光合成量の影響を受けるものと考えられる。流動に伴う藻類の増殖抑制には、光量子以外にも多くの要因が考えられるが、本研究では、光量子の水深方向の変化に着目し、その変化が光合成、ひいては藻類増殖に及ぼす影響に関して検討を加えるものである。

2. 観測方法

地表面に到達する光量子量は雲の関係で変動する。流動による水中への透過光量子量の変動特性を明らかにするためには、この雲による変動の影響を除去する必要があり、空気中と水中で同時に光量子量を測定した。光合成に活性のある光は 400-700nm の波長の範囲であるとされており、本研究ではこの範囲の光量子を測定するセンサーを用いた。水中での光量子量は、流速が速い場合に著しい水面変動と濁質などの水質の影響を受ける。水面変動によっては、透過光量の変動だけでなく平均値も変わる可能性がある。そこで、水中の濁質成分等の影響と水面変動の影響を分離するために、流れのある河川水中とその河川水をバケツにくみとり静止水中での水深方向変化を測定した。なお、観測は太陽の南中時を中心に行ったが、バケツの側面での反射等の影響を除くために、シートでバケツを日陰にして観測を行った。

3. 結果と考察

3.1 光合成と光量子の関係

植物プランクトンの光～光合成量の関係を図 - 1 に示す。この図は霞ヶ浦においてシアノバクテリアの観測より得られたものである⁴⁾。図より分かるように、光合成量は、光量子が $300 \mu\text{mol/s/m}^2$ 程度以上になると飽和状態に達するが、光量子が低い段階では直線的に増加する。このように、上に凸の形状をしているのが特徴である。またこのような形状の特性から、 $300 \mu\text{mol/s/m}^2$ 付近で変動する

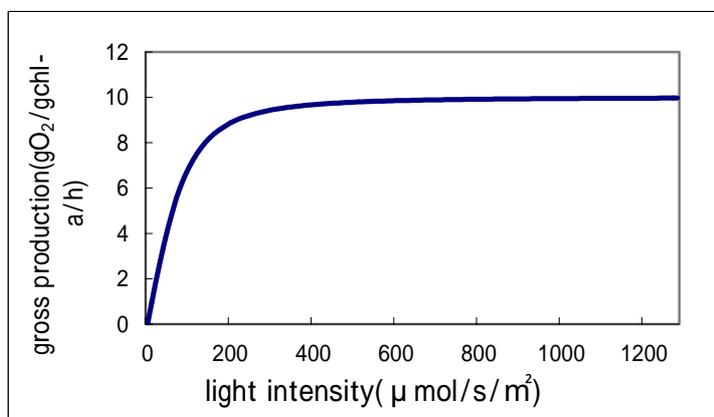


図 - 1 光量子と光合成との関係

キーワード 流動、光合成、藻類増殖、光量子、

連絡先 〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1 岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科

光量子では、この値前後で曲線が大きく形状を変えるので、時間平均光量子に対応する光合成量と瞬時の光量子に対応する光合成量の時間平均値との間の差が大きくなる特徴を持つ。

3.2 透過光量子の変化

静止水中で水深方向に光量子変化を測定した例を図-2に示す。透過光は Lambert - Beer の法則に従って減衰すると考えられるので、 $I = I_0 \exp(-kd)$ で回帰を行うと、減衰係数 k は 0.03 cm^{-1} 程度であった。なお、 k には水質が関係するが、濁度は5程度であった。10月から12月にかけて測定した結果では、0.02~0.08程度の値が得られた。0.08という比較的高い値は、藻類濃度がやや高いと考えられる水であり、0.02の値は12月の澄んだ水であり、このときの濁度は3程度であった。

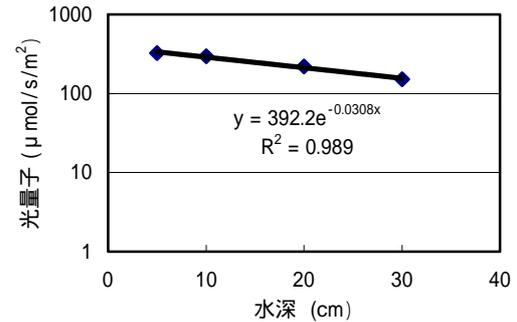


図-2 水深方向の光量子変化

3.3 水の混合と光合成量

水の鉛直混合によって、藻類が光合成に利用できる光量子量の低下が生じ、その結果、光合成量も低下すると考えられる。図-1に示した関係を用い、水面での光量子量と光量子量の鉛直方向への減衰係数を仮定して、光合成量を推定した。なお、透過光には水面での反射が関係するので、季節的のみならず時間的にも大きく変化する。

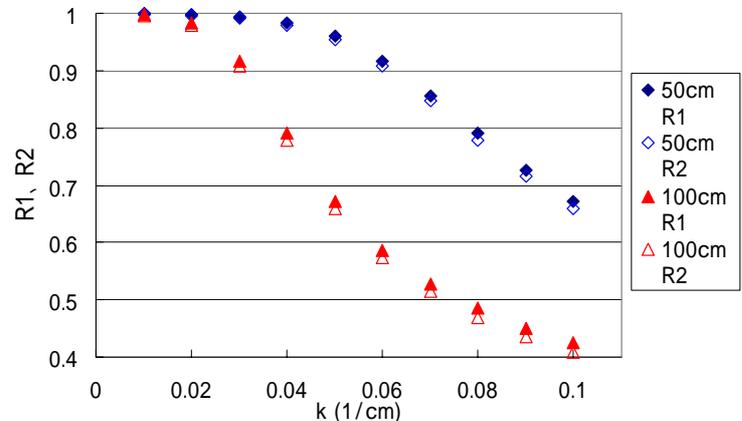


図-3 kと光合成量の関係

図-3は、水深50cmと100cmの水中で、シアノバクテリアがサインカーブに従って鉛直移動する場合に、各水深での瞬時の透過光量子に応じて光

合成をすると仮定した場合の平均的光合成量が、水面での光量子量に対応する光合成量、もしくは、平均光量子量に対応する光合成量に対してどの程度の値になるかを示したものである。すなわち、

$$R1 = \frac{\text{鉛直移動に伴う変動光量子下での光合成量}}{\text{平均光量子下での光合成量}} \quad R2 = \frac{\text{鉛直移動に伴う変動光量子下での光合成量}}{\text{水面における光量子下での光合成量}}$$

水の混合に伴う鉛直移動が、植物プランクトンの光合成に与える影響は、水深と k の値に大きく影響され、清浄な水でもかなり大きな影響があると推定される。なお、同一水深での水面変動による光合成への影響に関して同様な検討を加えたが、その影響は数%程度にとどまった。

4. おわりに

現地観測と理論計算により、流動による藻類増殖抑制の原因の一つとして、流動に伴う鉛直混合によって光量子量が減少し、その結果光合成量が減少することがあることが示された。計算結果は、幾つかの仮定に依存しており、今後実験によって確認を進める予定である。

参考文献 1) Christian, R. R. et al. (1986) The relationship between river flow and microcystis aeruginosa blooms in the Neuse River, North Carolina. PB86-222445, pp.1-100. 2) Skidmore, R. et al. (1998) Patterns of spatial and temporal variation in phytoplankton chlorophyll a in the River Trent and its tributaries, The Science of the total Environment 210/211, pp.357-365. 3) O. KAWARA et al. (1998) A STUDY ON THE ROLE OF HYDRAULIC RETENTION TIME IN EUTROPHICATION OF THE ASAHI RIVER DAM RESERVOIR, Water Science & Technology, Vol.37, No.2, pp.245-252. 4) 松岡 (1984) 霞ヶ浦の富栄養化モデル、国立公害研究所報告、第54号 pp.94-97.