

木曾川下流部の付着藻類の光合成量

八木明彦

Photosynthetic Rate of Sessile Algae in the Lower Kiso River

Akihiko YAGI

はじめに

河川の水質汚濁に関しては、生活環境基準等が制定されて以来、BOD等に示される有機汚濁は回復されつつあると考えられる。しかし、河川の富栄養化と深い関係にあるN・Pの関心は高まりつつはあるが、まだまだ研究し始められたばかりと言える。そのために、N・Pは河川等に毎日多量に排出されているのが現況である。河川の富栄養化の実態を把握する場合には、いくつかの研究方法があるが、一次生産を知ることが不可欠と考えられる。河川の一次生産に関しては、Odum, H.E.¹⁾ (1956), Duffer, W.R.ら²⁾ (1966)の研究を始め多数ある。日本ではTominagaら³⁾ (1966)が一次生産と光合成活性とを結びつけ報告し、また多摩川の付着生物群集の現存量と生産量を論じたAizaki, M.⁴⁾ (1978)の研究がある。しかしながら、一次生産や光合成活性等は各河川の特徴によって当然、大きく変わっていることが予想される。そこで、日本の代表的な河川である木曾川で観測を行なったので報告する。なを、本研究は主として木曾川の下流部及び新境川で採取した付着藻類の試料を元にして室内実験で光合成量を求めたものである。

観測点，方法

木曾川の観測地点は下流部の草井（愛知県，川島町），笠松（岐阜県，笠松町）及びこの2地点の間に流入する支流の新境川の米野（岐阜県，笠松町）の3か所である。

付着藻類の現存量及び現存量の経日変化の測定： 現存量は各調査地点の石面（2×5 cm²）をかき取り、現存量の経日変化は人工付着板（塩化ビニール製のプレート1.4×6.0 cm²）を河床に設置し、3日目、7日目、10日目及び15日目の経過した後、試料を剥がしクロロフィル量（Holm-Hansen⁵⁾の蛍光方法）で定量し、1 m²当りの量として求めた。

光合成量・光合成曲線・光合成活性： 3日目、7日目、10日目及び15日目をそれぞれ経過した人工付着板についた藻類をかき取り、酸素ビンに入れ、照度を3,000, 8,000, 13,000, 30,000, Lux.の間で変化させ、4時間照射して明暗ビン法で求めた。また得られた結果を作図し、最大光合成量（P.max.）及びその時の照度を算出した。8月には別に、14日間河床に設置した人工付着板を回収し、30,000 Lux.の光条件で2時間ごとに24時間、明暗ビン法で光合成量を求め単位時間当りの純生産量、総生産量及び呼吸量をそれぞれ算出した。⁶⁾

観測地点の長期水質変動： 建設省水質年表より求めた。

結果及び考察

1) 観測地点の水質汚濁の長期変動

木曾川、新境川の各調査地点における水質汚濁の状態を知るために過去10年間（1969～1980）の結果を、建設省水質年表より各年の四季別（春：3、4、5月、夏：6、7、8月、秋：9、10、11月、冬：12、1、2月）に平均値をそれぞれ算出し、まとめた結果を図1-1と図1-2に示す。木曾川（笠松、草井）のBODでは、昭和45年をピークに漸減の傾向にあ

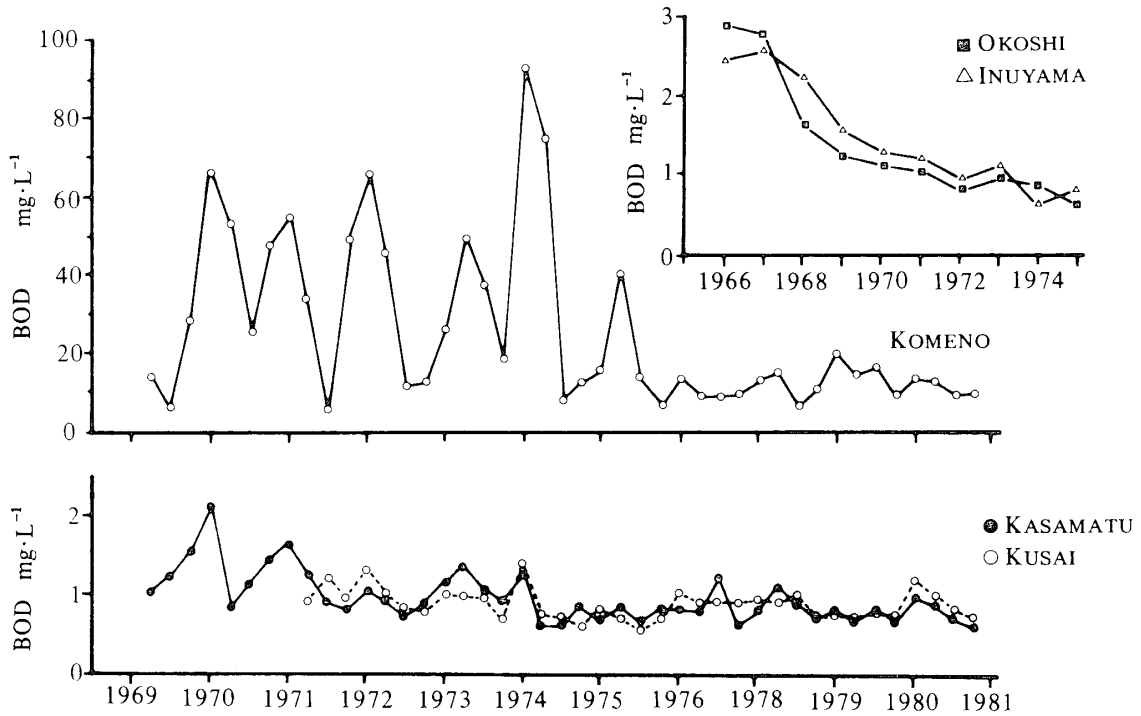


図1-1 木曾川、新境川のBOD長期変動

水質年表より各年の季節別に平均値を求め、算出した結果を示した。
 （なお、OKOSHI、INUYAMA は年平均値を示してある）

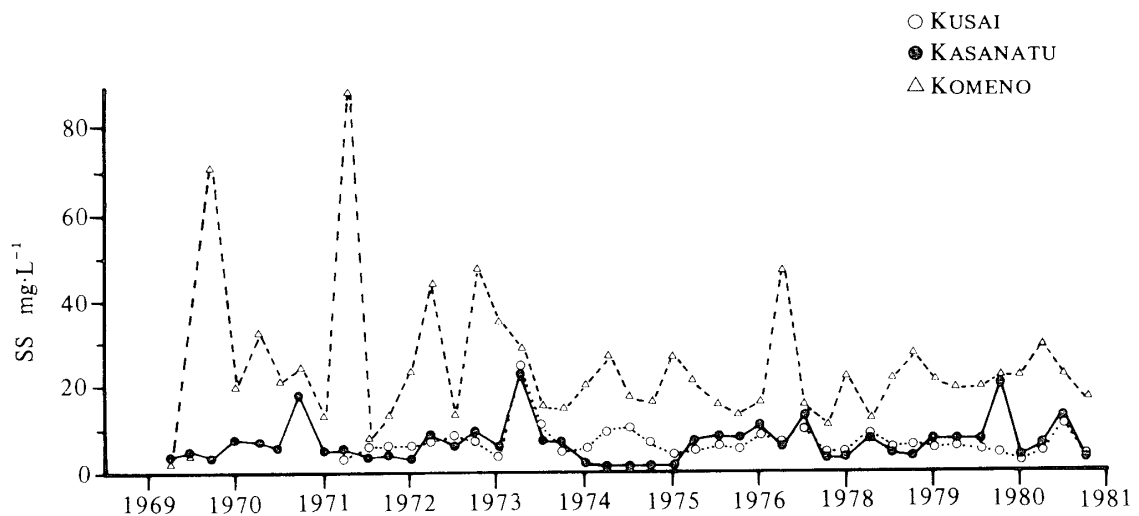


図1-2 木曾川、新境川のSS長期変動

水質年表より各季節別に、平均値を求め、算出結果を示した。

り、特に最近の5年間は $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 前後の横ばい状態である。新境川（米野）は昭和50年を境として各季節の値の変動巾が比較的に小さくはなっているが、約 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ の横ばいで非常に汚濁された状態が継続していることは注目される。なを、8月に溶存酸素の日周変化を測定した結果⁸⁾では夜間20%以下と著しく低く、昼間では逆に110%を越えている。このことから、新境川は富栄養化が非常に進行している河川であることが認められる。

次に一次生産と重要な関係がある光条件を左右する水中の懸濁物質（SS）は木曾川（草井、笠松）では比較的に小さく、新境川（米野）では高いことが判る。なを、木曾川のSSはシルトを中心とした無機状のものが多く、付着板を設置した時、かなりのシルトが付着藻類と共に付いていたのが認められた。新境川の場合はデトリータス状の有機物質が多く存在し、また大型の水草の残ガイ等の流下もかなり見受けられた。

2) 付着藻類の現存量と経日変化

河川における主な一次生産者は付着藻類であり、この現存量を知ることはその河川の生産力を予想するために重要な要因と考えられる。木曾川の草井でのクロロフィル-aとしての現存量は $880\text{ mgChl.a}\cdot\text{m}^{-2}$ 、笠松では $730\text{ mgChl.a}\cdot\text{m}^{-2}$ がそれぞれ測定された。また新境川の米野では $1,700\text{ mgChl.a}\cdot\text{m}^{-2}$ と最も大きな値が観測された。これらの値は、田中⁹⁾（1977）の庄内川で求めた $100\sim 300\text{ mgChl.a+b}\cdot\text{m}^{-2}$ の値より大きい

が、Tezuka, Y. ら¹⁰⁾（1964）の多摩川で得られた $400\sim 1,000\text{ mgChl.a+b}\cdot\text{m}^{-2}$ に比べて、草井と笠松ではかなり大きいことが判った。なを、米野の高い値はDOの日周変化と一致し、一次生産が非常に高いことが認められる。また、Tominaga, H. ら（1966）が山地河川（荒川上流）で求めた夏季の現存量 $100\sim 200\text{ mgChl.a}\cdot\text{m}^{-2}$ よりは木曾川の2地点でいずれもかなり大きいことが認められる。笠松の値がその上流の草井よりも現存量がやや低いのは、水深が大きく、かつ、シルトが沈積し易く、流速も小さいのに対して、草井では河床が小石で、水深が $50\sim 100\text{ cm}$ と比較的に浅瀬であるためと考えられる。

次に、笠松と米野の2地点で新たに付着板を水中に入れ、河床に設置した時、どのくらいの日数で付着藻類が発生して来るのかを求めたのが図2である。笠松では3日目に $36.7\text{ mgChl.a}\cdot\text{m}^{-2}$ の値が得られたが、この値は清流性の状態に近いと言える。しかし7日目からははだいに増加し $380\text{ mgChl.a}\cdot\text{m}^{-2}$ を示す。10日目で

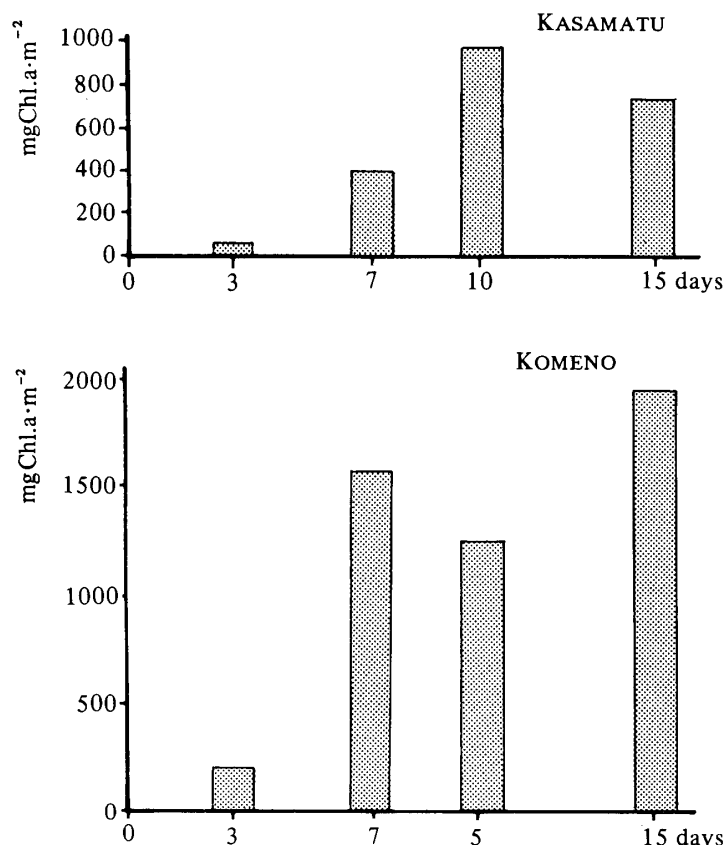


図2 笠松、米野における付着藻類（クロロフィル-a）の現存量の経日変化

人工付着板を河床に設置し、3、7、5、15日目に取り上げ、表面の藻類をかき取って、クロロフィル-a量として求めた。

は最高値である $950 \text{ mg Chl.a} \cdot \text{m}^{-2}$ に達し、その後は藻類の離脱のためか減少が認められた。米野では3日目ですでに $230 \text{ mg Chl.a} \cdot \text{m}^{-2}$ と大きく、7日目に一旦極大値 $1,600 \text{ mg Chl.a} \cdot \text{m}^{-2}$ に達した後、一度離脱し、再び15日目に最高値 $1,900 \text{ mg Chl.a} \cdot \text{m}^{-2}$ になっている。この様にいずれの2地においても、ある程度まで現存量が増加した後、一旦離脱が生じ、その後再び増加する傾向が認められた。さらに、今回の測定結果で、約2週間の値が、現場の現存量とほぼ同程度の値が認められ、一般にはもっと長い約3~4週間の期間が必要とされることから非常に早い成長であり興味深い。

3) 光合成量・光合成活性 (P.max.)

一次生産量(単位時間当りの光合成量)の結果を表1に示す。草井と笠松の純生産量(N.P.)

表1 一次生産量

	米野	草井	笠松
G. P.	4950	475	513
N. P.	3100	292	348
R. P.	1850	183	165

単位: $\text{mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$

G.P.: 総生産 N.P.: 純生産

R.P.: 呼吸量

は $292 \sim 348 \text{ mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ と2地点に特に大きな差異は認められず、これらの値は田中(1977)の庄内川中流部 $100 \sim 300 \text{ mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ よりやや大きく、桜井ら¹¹⁾(1975)の千曲川から引水した水路の $340 \text{ mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ にほぼ近い値と言える。しかしながら、米野の場合はN.P.が $3,100 \text{ mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ と高いために総生産量(G.P.)は $4,950 \text{ mg O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hr}^{-1}$ に達する。

次に光合成活性(P.max.)について述べる。8月の米野と草井の結果を図3に、9月の笠松と米野の結果を図

4にそれぞれの光合成曲線を示す。

8月の測定結果では、米野のP.max.が $3.7 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{a} \cdot \text{hr}^{-1}$ (30,000 Lux.)であり、草井では $1.8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{a} \cdot \text{hr}^{-1}$ (17,500 Lux.)である。これらの値は庄内川の $2 \sim 7 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{a} \cdot \text{hr}^{-1}$ の値と比較して、米野ではほぼ同程度であるが、草井ではやや低い傾向にあることが認められる。9月にはP.max.の経日変化を笠松と米野で測定を行なった。その結果、笠松では7日、15日に $2.1, 1.2 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{a} \cdot \text{hr}^{-1}$ をそれぞれ示し、10日目で $2.5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{a} \cdot \text{hr}^{-1}$ の最高値を取った。15日目には低下しているが、これは現存量や一次生産

量の変化から、10日目以後に付着物の離脱が生じ、その後新しい付着藻類が生じたための現象と考えられる。

米野では10日目に最高値の $8.8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{mg Chl}^{-1} \cdot \text{a} \cdot \text{hr}^{-1}$ が観測され、これは非常に高い値である。また、この値は現存量が一旦減少した時期と一致していることから、7日目で付着藻類の一部が離脱した後新たに活性の高い藻類が付着し、出現したものと考えられる。この様に木曾川の2地点における光合成曲線より求めたP.max.は低く、活性の弱いことが認められた。一方、新境川の方は活性が非

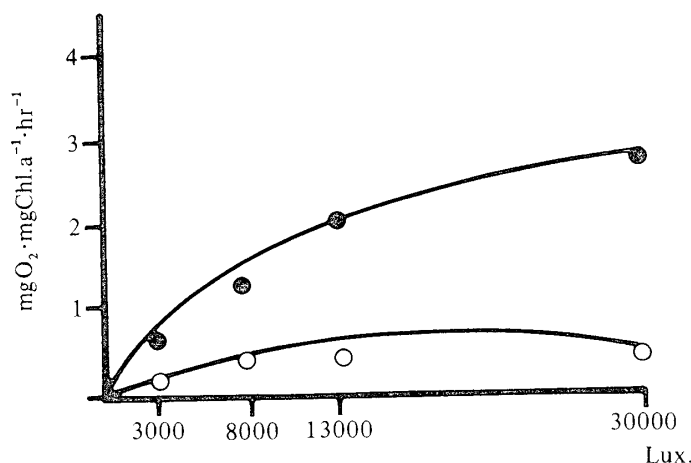


図3 米野(●印)、草井(○印)における光合成曲線
8月6日~20日までの14日間の経過した人工付着板の付着藻類について求めた。

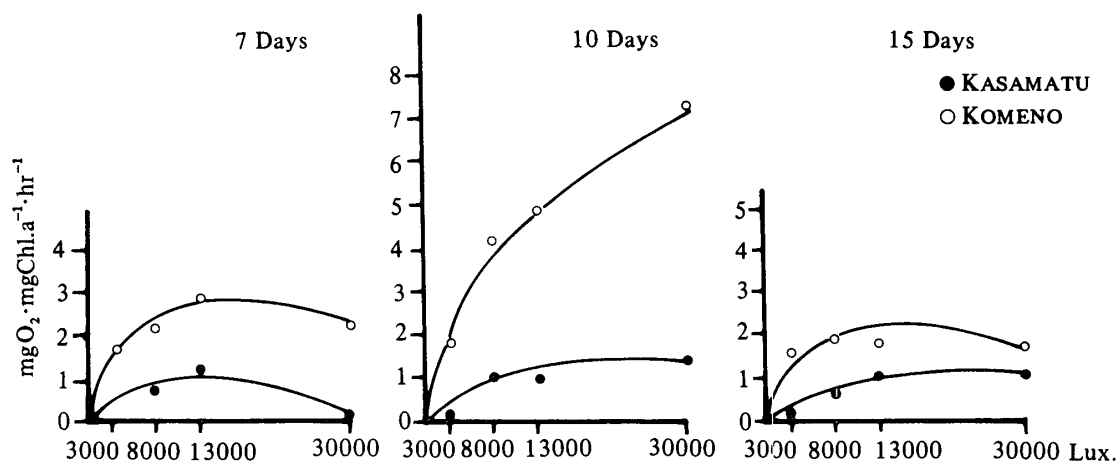


図4 光合成光曲線の経日変化

水中に設置した人工付着板について、その表面の付着藻類をかき取り、求めた。(1981年9月14日～9月28日)

常に強いことが明らかとなり、一次生産が高い河川であることが判った。なを、光合成—光曲線は著しい年変化を一般に示すとされ、特に水温が重要なファクターとなることから、今後現場での測定等により、厳密な論議がなされなければならないと考えられ、季節的变化を検討したい。

以上、木曾川下流の2地点と、支流の新境川において、付着藻類の現存量及びに光合成量、光合成活性 (P.max.) 等を求めた。現存量については、新境川の米野で特に大きく、1,700 mg Chl.a · m⁻² が得られた。笠松、草井ではそれぞれ730、880 mg Chl.a · m⁻² であった。純生産量は笠松、草井で348、292 mg O₂ · hr⁻¹ であるのに対し、米野のそれは3,100 mg O₂ · hr⁻¹ と異常に高い値が測定された。また米野の呼吸量も1,850 mg O₂ · m⁻² · hr⁻¹ と高いことが判った。P.max. は9月の結果では、笠松で2.5 mg O₂ · mg Chl.a · hr⁻¹ であったのに対して、米野は8.8 mg O₂ · mg Chl.a · hr⁻¹ と3.5倍も高い活性が認められたことから、新境川は富栄養化が非常に進行している河川であることが明らかとなった。(なお、本研究は日本気象協会東海本部と協同で観測を行ったもので、その内室内実験についてまとめたものである。)

参 考 文 献

- 1) Odum, H.E.: *Limnol. Oceanogr.* **1**, 102~117 (1956)
- 2) Duffer, W.R.: *Limnol. Oceanogr.* **11**, 143~151 (1966)
- 3) Tominaga, H.: *The Botanical Magazine, Tokyo*, **79**, 79 (1966)
- 4) Aizaki, M.: *Jap. J. Ecol.*, **28**, 123~134 (1978)
- 5) Holm-Hansen,.: *Intern. Explor. Mer.*, **30**., 3~15 (1965)
- 6) Ryther, J.H.: *Limnol. Oceanogr.* **1**, 61~70 (1956)
- 7) 建設省河川局: 水質年表 (1965~1980)
- 8) 日本気象協会東海支部: 木曾川一次生産量報告書 (1981)
- 9) 田中庸央他: 水処理技術, **18**, 8, 741~748 (1977)
- 10) Tezuka, Y.: *Jap. J. Ecol.*, **24**, 43~49 (1974)
- 11) 桜井善雄他: 日本陸水学会第40回大会講演要旨集, 128 (1975)