河川の光環境と濁度が付着藻類の増殖速度に与える影響に関する研究

三崎 貴弘¹・土屋 十朗²

¹学生会員 前橋工科大学大学院 工学研究科博士後期課程 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1)
E-mail:t-misaki_g@maebashi-it.ac.jp

²正会員 前橋工科大学教授 工学部社会環境工学専攻 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1)
E-mail:tsuchiya@maebashi-it.ac.jp

河川の一次生産者である付着藻類は、光合成により有機物を生産する生態系の基礎である。従来、付着藻類の増殖に関して、水温や栄養塩類が対象とされ、河川内の光の透過についてはあまり検討されて来なかった。著者らは、河川内の光環境と濁度が付着藻類の増殖に及ぼす影響について着目している。本研究では、アユの漁獲数が減少傾向にある群馬県内の利根川本川において、アユの定着した夏季に付着藻類の増殖について調査を行った。また、利根川の4地点において、光量子量と濁度の鉛直調査を行い、光の水透過率を算出した。さらに、観測期間中に台風による洪水攪乱前後の増殖速度の違いが観測された。この結果、付着藻類の増殖には、河床に到達する光量が重要であり、濁度による増殖の阻害が生じ、攪乱後に増殖速度は増加することが確認された。

Key Words : attached algae, growth rate, sun light, turbidity, extinction coefficient, flood

1. はじめに

河川生態系において、河床礫面上に付着する藻類は、光合成による生産によって有機物合成を行い、底生動物、魚類、鳥類などの生息を支える重要な一次生産者である。このため、付着藻類の増殖や剥離に関して、実河川やその特性を再現した人工水路や水理実験を行うなど多くの研究が行われている。

実河川において、西村ら¹⁾は、強熱減量を用いて付着藻類の増殖量を算出している。また、池田ら²⁾は瀬や淵に着目して、瀬の水理と河床礫上の一次生産を求めている。そして、阿部ら³⁾は、人工水路で流速を調節し、藻類の増殖についてロジスチックモデルを用いて解析している。さらに、戸田ら⁴⁾は実河川の観測と水理実験により水理特性の違いが藻類の一次生産性と剥離に与える影響について定量的に考察している。一方、藻類の剥離について、田代ら⁵⁾は異常に繁殖した藻類をサルテーション運動する掃流砂礫の衝撃により剥離させるメカニズムを解析し、その効果を算出している。

しかしながら、これらの研究において池田らを除いて実河川の河床に到達する光量を計測した研究は少ない。津田⁶⁾は濁水による光量不足が主として珪藻類の増殖に影響を及ぼし、砂泥と藻類が混じると底生動物や魚類な

どにとって良好な餌とはならないと指摘している。また、諸田・土屋ら⁷⁾は河川の光環境と生物環境の重要性を指摘し、早瀬、平瀬と淵において、光環境が底生動物や付着藻類に及ぼす影響を調査している。この結果として、淵よりも平瀬・早瀬の方が光量子量が河床の浮き石まで届き、生産性が高いことをフラッシュ効果として考察している。この効果について、沖野⁸⁾も同様な指摘をしている。このように、光環境は、付着藻類の光合成を左右する要因であり、他の生育要因である水温や栄養塩類等と共に重要な要素の一つである。

本研究では、濁度による光環境の悪化が、冬季における付着藻類の生産を阻害しているのではないかと推察される利根川本川について、光環境と濁度について検討する⁹⁾。対象河川として取り上げる群馬県内における利根川は、毎年6月から9月にアユ釣りが解禁される。しかし、ここ数年アユの放流高に比べて漁獲高が減少しており、アユ(学名: *Plecoglossus altivelis*)の生息にとって良好な環境が維持されているとは言えない状況にある⁹⁾。著者らは、利根川の現況について、冬季と同様に夏季においても濁度による光環境の悪化が藻類の増殖を制限し、アユの生息環境に影響を及ぼしているのではないかと推察した。このため、実際に遡上や放流したアユが成育する夏季に、河川の光環境と濁度が遡上したアユの主な餌で

ある付着藻類の増殖に与える影響について、水中の光環境と濁度の関係及び藻類の生産量を調査した。また併せて、河床礫とレンガの両方を用いて、付着藻類の強熱減量を調べて増殖速度を算出し比較検討を行ったので、これに関して考察する。

2. 研究の概要

(1) 利根川の河川生態系概念

沖野⁹⁾が河川生態系の水中の生物群集を指摘している通り、付着藻類や水生植物が日射量や窒素化合物などの栄養塩類を用いて、光合成を行い有機物を生産している。この有機物は、底生動物や魚類などに活用され、生態系の基礎を支えている。また、動植物や水生昆虫類の遺骸は、細菌類や水生昆虫類などにより分解されている。図-1に、主としてアユを中心に捉えた利根川の河川生態系概念図を示す。利根川において、生産者は付着藻類、一次消費者・分解者は水生動物、一次・二次消費者はアユが、高次消費者は鳥類（主としてカワウ 学名: *Phalacrocorax Carbo*）、人間が存在する。アユ漁獲高が減少している状況において、河川生態系の生産者としての付着藻類の生産量を、利根川において定量的に求めることは重要である。従って、本研究では藻類の生育する諸条件のうち光環境と濁度の影響を明らかにするため増殖速度に着目した検討を行う。

(2) 籠の設置と付着藻類調査

本研究に用いた付着藻類を採取するための籠（以下、籠という）を設置した利根川の各地点を図-2に、設置した籠の概要と光量子量と濁度の計測の模式図を図-3に、籠、河床礫とレンガの寸法を表-1に、各地点の水理特性を表-2に、久呂保橋の籠の写真を写真-1に、49日後の久呂保橋の河床礫とレンガの写真を写真-2と3に示す。

図-2より、籠を設置した場所は、利根川上流より久呂保橋下流、大渡橋上流、福島橋下流及び上武大橋下流の4箇所である。4地点を選定理由として、久呂保橋は濁度が低い所、大渡橋は釣り客が多い所、福島橋は濁度が高い所及び上武大橋は本調査中に利根大堰の夏季貯水によるバックウォーターの影響が少ない所であり、各地点は利根川において河道の特色が現れているためである。4地点における籠の水理特性は表-2の通りである。流速は、付着藻類の採取時に、各4つの籠で籠の上下流、左右と上部の5箇所流速計（KENEK社製、VP1000,10秒平均）を用いて、6割水深の流速を1点計測した。

図-3と表-1より、本研究では凹凸がなく平坦面で藻類を採取できる河床礫とレンガを選んだ。この理由として、

図-1 利根川の河川生態系概念図

図-2 利根川の調査地点

図-3 籠の設置と光子量と濁度の計測の様子

表-1 籠、河床礫とレンガの寸法 (単位: mm)

品名	寸法	奥行き	幅	高さ
籠	外寸	340	400	100
	内寸	315	375	87
杭	外形	-	30	700
礫	外形	100-150	100-120	30-40
レンガ	外形	110	220	40

表-2 4地点の水理特性

	久呂保橋	大渡橋	福島橋	上武大橋
河床勾配	1/226	1/419	1/525	1/874
平均水深(m)	0.38	0.42	0.31	0.27
平均流速(m/s)	0.34	0.22	0.37	0.43
平均フルード数	0.30	0.11	0.22	0.25
平均レイノルズ数 ($\times 10^5$)	2.11	0.94	1.45	1.32
平均底面剪断応力 ($\text{kg/m}\cdot\text{s}^2$)	16.41	9.76	5.81	3.05

既往研究¹¹⁾で付着藻類の採取する場合には流れの状態や河床礫の凹凸により増殖速度や種類構成などに違いが生じると報告されているためである。河床礫は、利根川で調査前に採取し、付着藻類などを除去し、乾燥させたものを用いる。河床礫、レンガ、籠の寸法については、表-1に示した通りである。籠と蓋は格子型であり、籠の中に入れた河床礫とレンガが外に流れないようにした。また、付着藻類採取用の河床礫とレンガを籠に入れて、周辺河床礫の衝突による付着藻類の剥離を防ぎ、その場の生産性を求めるためである。さらに図-3と写真-1に示すように、籠の設置時に設置箇所の河床礫を取り除いて、籠内の河床礫とレンガが周辺の河床礫と同じ高さになるように工夫した。また併せて、河川流量の増加によって流されないように、鋼鉄製の杭を籠に通して、河床に打ち固定した。写真-2と3より、籠設置49日後の籠内の礫に、コドラートの大きさに採取した付着藻類が増殖している様子が分かる。また、50×50mmのコドラート状に取った付着藻類には礫などの衝突による剥離や移動などないことから、籠内に入れたことによりその場の付着藻類の生産量を求めることが出来ていると言える。

4地点には、河床礫とレンガを入れた籠を2つずつ、同種の籠が隣り合わないよう交互に配置した。各地点の4つの籠は、籠の密集による他の籠への流速の影響を避けるためにほぼ同一の流れのポイントで1-2m程度離し、かつ河川流量の変化により水深の違いが生じないように、水深350-500mmに設置した。計測は一週間に1回行い、同時に水の採取を行った。付着藻類のサンプル数は、各地点の礫とレンガの籠より1つずつ採取し計4個である。藻類の採取は、50×50mmのコドラートを用い、藻類を採取した。藻類は、暗瓶に入れ、分析までは冷暗所で保存した。付着藻類量の分析は、600℃で30分間燃焼させ、前後の有機物の減少量差を強熱減量として算出している。

(3) 水質及び光量子量調査

採取した水の窒素濃度について、陽イオンは日本ダイオネクス社製 DX-100イオンクロマト、陰イオンは同社製DX-320イオンクロマト、全窒素はYANACO社製 TN-301P AUTOMATIC TOTAL NITROGEN ANALYZER、全リンはStandard Methodsにより Ascorbic Acid MethodでSHIMADZU社製の分光光度計(UVmini-1240)を用いて測定波長880nmで測定した。また、浮遊物質(SS)を測定し、水中の光の透過率を求めるために、同分光光度計を用いて測定波長650-675nmで吸光係数(静水)を計測した。測定波長650nmと675nmにおいて純水の吸光係数(静水)を測定すると0.288と0.367であり、純水と試水の透過率を求め、試水を純水に対する比で算出した¹²⁾。

一方、調査開始1週間後の8月8-9日にかけて、各地点

写真-1 河床礫の籠の設置の様子
(久呂保橋: 8月2日)

写真-2 49日後の礫に付着した藻類
(久呂保橋: 9月20日)

写真-3 49日後のレンガに付着した藻類
(久呂保橋: 9月20日)

の設置した籠の周辺において、流水中の光の透過率について計測した。本研究では光環境を水中を透過する光量子量として検討する。観測両日の天候は晴れであり、日射量は安定しており、各水深の光量子量を水面の光量子量に対する比で扱い、相対光量子量とした。また、光量子量の測定方法は水面から5cm間隔で水深(鉛直)方向に2-3回測定した。河川内で光量子量計を使用して、光の透過率を実測した値を吸光係数(実測)とする。光量子量の計測にはLI-COR社製のLI-190SA Quantum Sensorを使用し、濁度にはHANNA社製のHI93703を用いた。

3. 計測結果と考察

(1) 付着藻類の増殖速度

調査の期間は、2007年8月3日から9月27日の9週間分であり、このデータから考察を行う。この期間のデータは、久呂保橋の付着藻類の強熱減量の推移を図-4に、福島橋の同推移を図-5に、4地点の増殖速度を表-3にそれぞれ示す。図-4,5の縦棒グラフは、礫とレンガ2個ずつの平均値を、エラーバーは標準偏差値を示し、エラーバーのないグラフは標本1個の値である。

本研究では、台風直後以外の調査期間中において、籠周辺の流速は久呂保橋 0.34 ± 0.15 m/s(以下単位略)、大渡橋 0.22 ± 0.03 、福島橋 0.37 ± 0.08 又上武大橋 0.43 ± 0.05 であり、久呂保橋以外においてほぼ同一の流れであり、台風9号により付着藻類が完全に掃流された影響のみを考察する。

また、付着藻類の増殖速度は、藻類の強熱減量の一週間の増減より算出し、ほぼ同じ流速の掃流による剥離量や水生昆虫などによる捕食圧を含めて考察した。以下に、増殖速度($\text{g/m}^2 \cdot \text{day}$)の算出式(1)を示す。

$$\text{増殖速度} = \frac{IL_{t+n} - IL_t}{n} \quad (1)$$

ここで、 IL (Ignition Loss)は強熱減量(g/m^2)、 t は採取日時、 n は採取間隔である。

図-4より、久呂保橋の礫とレンガに付着した藻類は増殖を続け、9月5日に観測期間中の最大値を記録し、それぞれ 1.64g/m^2 と 8.40g/m^2 である。しかし、9月14日にはそれぞれ 1.24g/m^2 と 1.36g/m^2 に低下している。これは台風9号の影響により、沼田市の2日間総降水量87mm、前橋市120.5mm及び伊勢崎市149mmを観測し、河川流量の増加により設置した礫とレンガの付着藻類は剥離されたと考えられる。このため、台風前後の藻類の増殖速度を別々に算出している。この結果、台風通過前の34日間に、礫の増殖速度は $0.033 \text{g/m}^2 \cdot \text{day}$ (以下単位略)、レンガは0.190である。台風通過後20日間に、礫は0.252、レンガ

図-6 光量子量計測(実測)の減衰過程

図-7 SSと吸光係数(静水)の関係

図-8 濁度の鉛直分布

図-9 付着藻類の増殖速度と濁度の関係

河川名(国名・地域名)	調査者(発表年)	日総生産力($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$)	調査時期
千曲川(日本・長野)	辻本(2000)	3.25-4.15	
Hudson River(イギリス)	Swaney(1999)	1.50-3.44	
Mary River(オーストラリア)	Bunnら(1996)	2.04	
MERS(アメリカ)	Sheldonら(1984)	0.05-11	
Havelse River(デンマーク)	Siminsennら(1977)	4.5-9.71	
Itchen Rive r(イギリス)	Butcher(1964)	2.06-5.25	
Flint River(アメリカ)	Courchin(1960)	0.84-4.84	
駅館川(日本・大分)	西川ら(1991)	3.6	1985年7月24-25日
番匠川(日本・大分)		1.7-8.4	1985年6月10-11日, 8月5-6日
津江川(日本・大分)		1.1-4.6	1986-1987年(5回の平均)
利根川・久呂保橋(日本・群馬)	三崎, 土屋(2007)	0.3-0.42	2007年8-9月
利根川・大渡橋(日本・群馬)		0.16	2007年8-9月
利根川・福島橋(日本・群馬)		0.22-0.46	2007年8-9月
利根川・上武大橋(日本・群馬)		0.13-0.17	2007年8-9月

図-10 他の河川における付着藻類の増殖速度との比較(参考文献1), 8)より著者作成)

は0.420であり, 増殖速度に違いが生じている。

図-5より, 福島橋でも9月5日に最大値である $36.04 \text{ g}/\text{m}^2$ と $39.54 \text{ g}/\text{m}^2$ を記録している。その後, 9月20日には $1.34 \text{ g}/\text{m}^2$ と $9.8 \text{ g}/\text{m}^2$ に低下している。このため, 久呂保橋と同様に台風前後において別々に増殖速度を算出した。この結果, 台風通過前の34日間に, 礫の増殖速度は $0.255 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ (以下単位略), レンガは0.283である。台風通過後の20日間に, 礫は0.224, レンガは0.464である。

表-3より, 台風9号通過時の大規模な攪乱後に, 福島橋の礫以外の付着藻類の増殖速度は増加している。台風通過後には通過前と比べて, 久呂保橋の礫は7.6倍, レンガは22倍に増殖速度が上昇している。また福島橋のレンガは, 1.6倍に上昇している。さらに, 藻類の増殖速度は, 礫よりもレンガの方が高いことが判った。

付着藻類の増殖速度について, 有意水準5%(両側検定)により検定¹⁾を行い, 全調査期間における礫とレンガと台風前後の礫とレンガのそれぞれの増殖速度に有意な差があるか検討した。本研究では, 標本数が充分に多くないが, 標本は正規分布に従うという仮定の下に検定を行う。また, 検定の前に, 増殖速度が等分散かを調べるために, F検定を行った。この結果, 福島橋において全調査期間の礫とレンガ, 台風前後のレンガの2つに0.74と0.88に高い有意が認められたために等分散とし, その他は非等分散として取り扱っている。検定の結果として久呂保橋の全調査期間の礫とレンガの検定統計量はそれぞれ1.00(有意水準5%の値: 2.26), 通過前後の礫0.16(同4.30), レンガ0.26(同4.30), であり, 同様に福島橋の全調査期間は1.00(同2.14), 通過前後の礫1.00(同2.57), レンガ1.00(同2.45)であり, 調査期間中と台風通過前後の礫とレンガそれぞれの増殖速度には有意な差が生じた。

さらに, 写真-2と3で概観できるように河床礫よりもレンガの方が有機物の付着が多くなっている。河床礫に比べてレンガは, 同質な素材であり, 全体的に粗く平坦な表面を持っているために生じたと推察できる。

図-11 久呂保橋の日射到達率, 水深と吸光係数

図-12 福島橋の日射到達率, 水深と吸光係数

図-13 付着藻類の増殖速度と日射量の関係

(2) 光環境と濁度についての検討

データは、4地点の光量子量の減衰を図-6に、SSと吸光係数（静水）の関係を図-7に、4地点の濁度の鉛直分布を図-8に、1週間毎観測時の付着藻類の増殖速度と濁度の関係を図-9、他の河川における付着藻類の増殖速度と野比較を図-10にそれぞれ示す。

図-6より、水面から河床に鉛直に、光量子量が減衰していく過程が顕著に現れている。光の水中での減衰は、一般的にLambert-Beerの法則式(2)に従う¹⁴⁾。

$$I_z = I_0 \exp(-\alpha z) \quad (2)$$

ここで、 I_0 は水面の光量子量($E/m^2/s$ (E:Einstein)= $\mu mol/m^2/s$)、 I_z は水深 $z(m)$ における光量子量、 α は吸光係数(m^{-1})である。また、吸光係数は水中の浮遊物質濃度により影響される¹²⁾。

各地点において実測した光量子量より、吸光係数（実測）を算出すると、久呂保橋1.13、大渡橋2.85、福島橋2.44及び上武大橋0.91となる。これらの値を用い、8月8-9日の河床への光量子量の到達率を求めると、久呂保橋60.9%、大渡橋25.7%、福島橋41.8%及び上武大橋73.4%となる。

図-7より、久呂保橋と上武大橋においてSSが増加すると、既往研究¹²⁾と同様に吸光係数（静水）は比例的に増加することが確認された。また、8月8-9日にかけて、4地点で採取した試水の吸光係数（静水）は、久呂保橋0.32、大渡橋0.31、福島橋0.35及び上武大橋0.33である。この時、現地観測した値と比べて0.1-0.3倍の差が生じている。河川内で実測した値と静水を計測する場合には吸光係数に相違が生じ、流れによる影響と推察される。

図-8より、光量子量と同時に計測した各地点の濁度は、久呂保橋60FTU以下、大渡橋150-250FTU、福島橋350-450FTU及び上武大橋90-150FTUとなった。大渡橋を除いた3地点において、濁度は水面より5cm低下した所と河床より5cm上昇した所で、鉛直方向の濁度の中で高い値を示している。沖野⁹⁾は、流心部で水深方向の流速を測定すると、水深の八割程度の所に最大流速が得られ、それを頂点として上下で流速が減少する。これは、上部では大気との摩擦、底部では河床との摩擦により流速が減じると考察している。この考察より、濁度が高い前者は、流速が速く多くの浮遊物質が存在し、後者は河床より巻き上げられた浮遊物質によるためであると推察できる。

図-9より、久呂保橋と福島橋における付着藻類の増殖と籠の上流で観測した濁度には、負の関係が見られる。従って、濁度は、利根川における付着藻類の増殖にとって阻害要因となっていると推察される。また図-10より、他の河川と比べて、利根川における付着藻類は低い増殖速度となっている。具体的に、長野県千曲川と比べて、0.04-0.11倍であり、大分県を流れる3河川と比べても0.05-0.12倍と藻類の増殖速度は低い結果となった。

図-14 前橋気象台の日照時間と全日射量

図-15 付着藻類の増殖速度とN/P比の関係

(3) 台風9号通過前後増殖速度の相違

データは、久呂保橋の日射量の河床への到達率、N/P比、水深と吸光係数（静水）を図-11に、福島橋の推移を図-12に、久呂保橋と福島橋の台風通過前後の付着藻類の増殖速度と日射量の関係を図-13に、調査期間中の前橋気象台の日照時間と1日の総全日射量を図-14に、2地点の通過前後の増殖速度とN/P比の関係を図-15にそれぞれ示す。

図-11と12より、吸光係数（静水）は、台風通過時を除いて、久呂保橋0.32前後、福島橋0.39前後で推移しており、台風の前後では水中での光の透過率には大きな変化はない。また、河床に到達する光量について、8月8-9日の吸光係数（実測）を各地点の代表値とする。これは、諸田・土屋ら⁷⁾によって、早瀬、平瀬、淵という水深、流速、フルード数の異なる場で計測して現存量の違いが明らかにされているためである。このため、吸光係数（実測）を代表値として、8月2日-9月5日の河床への日射量の平均到達率を算出すると、久呂保橋62.1%、大渡橋30.6%、福島橋43.3%及び上武大橋78.3%となる。また、9月6-27日にかけては、久呂保橋72.8%、福島橋66.1%となる。9月20日以降において、久呂保橋と福島橋の水深低下により、台風通過前と比べて礫とレンガの表面には光量が多く到達し

ていた。

図-13より、台風通過前は、日射量が1,000LUXに集中して、通過後は、日射量は250-500LUXに集中している。一方、増殖速度には通過前後に、 $0.02-0.12\text{g/m}^2 \cdot \text{day}$ の間で推移し大きな違いはない。また図-14より、台風通過前の8月2日-9月5日にかけて、総日照時間222.8hr、1日平均日照時間7hr、総全日射量170,089,722LUX、1日平均日射量488,278LUX、台風通過後の9月6日-27日にかけて、総日照時間111.4hr、1日平均日照時間6hr、総全日射量8,452,663LUX、1日平均日射量384,212LUXとなっている。台風通過後の平均日照時間と総全日射量は低下している。

一方、栄養塩類について、橋¹⁵はN/P比から求められる植物プランクトン本体の構成比が16であると指摘している。

図-15より、台風通過前後において、付着藻類の増殖速度は $0.02-0.12\text{g/m}^2 \cdot \text{day}$ の間で推移し大きな違いはない。図-11と12より、台風通過前のN/P比は、久呂保橋4.0-34.3、福島橋3.7-134.0で推移し、大部分は窒素制限である。一方、通過後のN/P比は、久呂保橋80.0-90.3、福島橋20.4-75.2でリン制限となっている。このため、台風通過前後とも河川水の窒素・リンはN/P比16の状態が継続している期間にはばなく、台風通過前後の藻類の増殖速度の相違に影響を及ぼした可能性は少ないと考えられる。

これらの結果より、台風通過後に、水深の低下による河床に到達する光量の増大により増殖速度に違いを生じたと推察される。また、1日の平均日照時間や平均総全日射量だけでなく、河床に到達する光量が付着藻類の増殖には重要であると考えられる。

4. おわりに

2007年8月3日から9月27日の9週間に渡り、利根川本川の光環境と濁度が遡上したアユの主な餌である付着藻類の増殖に与える影響について、久呂保橋下流、大渡橋上流、福島橋下流及び上武大橋下流の4箇所において、水中の光環境と濁度の関係及び藻類を調査してきた。以下に、本研究で得られた知見を列挙する。

- (1) 台風9号通過後に、付着藻類の増殖速度は通過前と比べて、久呂保橋の礫は7.6倍、レンガは2.2倍及び福島橋のレンガは、1.6倍に上昇している。このため、今回の場合大規模攪乱後に増殖速度は増加する。
- (2) 久呂保橋と福島橋において礫よりもレンガの方が有機物の生産は高い値を得た。
- (3) 藻類の増殖と濁度には負の関係があり、阻害要因となっている。
- (4) SSの増加により、吸光係数（静水）は比例的に増加す

ることを追試した。

(5) 日照時間や日射量だけでなく、河床に到達する光量が付着藻類の増殖に影響を与える。

本研究では、光環境と濁度が付着藻類の増殖に与える影響について考察を行ってきた。台風9号通過後において、河川の一次生産者である付着藻類の増殖速度は、水深の低下に伴う河床に到達する光量の増大により増加した。これは、大規模攪乱後の生態系の回復を促進すると推測される。今後、河川の流れが流体と静水の吸光係数に与える影響や攪乱を生じさせる河川水量等との関係について、一般的に藻類の付着量の多い冬季と比較していく予定である。また、標本数を増やし統計的な解析を行っていく予定である。

謝辞：本調査を行うにあたり、群馬県漁業協同組合連合会、利根漁協、群馬漁協、東毛漁協の協力を得た。また、調査に助力してくれた当研究室大学院生の林丈男君、4年生の落合繁君、栗原大輔君、佐瀬勝亮君、武政真利子さん、森田知世さん、渡邊智人君に感謝を表し、ここに記す。

参考文献

- 1) 西村和紀、安東生雄：付着藻類の増殖量測定方法とアユによる摂食状況、日本水産学会誌、Vol. 57, No. 3, pp391-396, 1991.
- 2) 池田駿介、戸田祐嗣、佐野貴之：現地観測に基づく瀬の水理と生物一次生産に関する研究、土木学会論文集、No. 593, pp93-103, 1998. 5.
- 3) 阿部信一郎、南雲保、田中次郎：ロジスティックモデルによる河川付着藻類群落の量的動態の解析、陸水学雑誌、Vol. 63, pp209-213, 2002.
- 4) 戸田祐嗣、赤松良久、池田駿介：水理特性が付着藻類の一次生産特性に与える影響に関する研究、土木学会論文集、No. 705, pp161-174, 2002. 5.
- 5) 田代喬、渡邊慎多郎、辻本哲郎：掃流砂礫による付着藻類の剥離効果算定に基づいた河床攪乱作用の評価について、土木学会水工学論文集、Vol. 47, pp1063-1068, 2003. 2.
- 6) 津田松苗：汚水生物学、pp24-25、北隆館、1971. 3.
- 7) 諸田恵土、土屋十園、朝田聡：底生動物と光環境に基づく瀬-淵構造の検討、水工学論文集、No. 487, pp1555-1560, 2004. 2.
- 8) 沖野外輝夫：河川の生態学、pp13-39、共立出版、2005. 2.
- 9) 大伴舞、土屋十園：群馬県内の利根川本川におけるアユ減少の要因に関する研究、土木学会関東支部第34回技術研究発表会、II-34, 2007. 3.

- 10) 三崎貴弘, 土屋十圓: 河川の光環境と濁度が付着藻類の増殖に及ぼす影響, 土木学会関東支部第35回技術研究発表会, II-106, 2008. 3.
- 11) 例えば 石田典子: 河床の石の異なった面における付着藻類群集, 名古屋女子大学紀要. 家政・自然偏, Vol. 40, pp93-98, 1994. 3.
- 12) 土木学会編: 水理公式集 (第1編11章), 土木学会, 1987.
- 13) 河野光雄, 友知正樹: 統計学の基礎, 牧野書店, 2003. 12.
- 14) 岩佐義明編著: 湖沼工学, pp312-314., 山海堂, 1990.
- 15) 橋淳治: 環境安全に配慮した栄養塩類の分析 -窒素・リンの分析と廃液処理, 大阪府教育センター, 2006.

STUDIES ON GROWTH RATE OF ATTACHED ALGAE AFFECTED BY SUN LIGHT AND TURBIDITY IN A RIVER ECOSYSTEM

Takahiro MISAKI and Mitsukuni TSUCHIYA

In a river ecosystem, attached algae are the primary producers that compound an organic matter. A lot of studies, which lacks sun light in the river ecosystem, have regarded with water temperature and nutrient. We have studied sun light and turbidity that have an effect on attached algae growth in a river ecosystem. Sweetfish, which is one of the major river fish in Japan, have decreased the fishery figure in the TONE river. In this article, we have studied the growth rate of attached algae in four places of the river in summer when sweetfish take algae and grow. We show our success in attached algae affected by sun light and turbidity in the river.