

河川での付着藻類とアユの生息環境

SUITABLE CONDITIONS OF THE URBAN RIVER FOR ALGAE GROWTH AND "AYU" HABITAT

東野 誠¹・高見 徹¹・鬼束幸樹²・永矢貴之³・白石芳樹³・
秋山壽一郎⁴・的場眞二⁵

Makoto HIGASHINO, Tohru TAKAMI, Kouki ONITSUKA, Takayuki NAGAYA,
Yoshiki SHIRAISHI, Juichiro AKIYAMA and Shinji MATOBA

¹正会員 博(工) 大分工業高等専門学校准教授 都市システム工学科 (〒870-0152 大分市大字牧1666)

²正会員 博(工) 九州工業大学准教授 工学部建設社会工学科 (〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1)

³正会員 (株)建設技術研究所九州支社河川部 (〒810-0041 福岡市中央区大名2-4-12)

⁴フェロー Ph.D 九州工業大学教授 工学部建設社会工学科 (〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1)

⁵国土交通省九州地方整備局延岡河川国道事務所所長 (〒882-0803 延岡市大貫町1-2889)

We performed field measurements on an aquatic environment and "Ayu" habitat in the Gokase (Ose) river in Miyazaki. The water quality e.g. DO (Dissolved Oxygen), BOD, COD, SS, the temperature, and the discharge are all significant for the fish habitat. The abundance of algae attached to the surface of river bed is also significant because it is a food source for the fish. The water quality, the temperature, and the velocity of flow were measured at the several points in one of the artificial spawning beds "Ogura-shita rapid" in the Ose river. Material attached to the river bed was collected, and TR (Total Residue) and Chl.a (Chlorophyll.a) were measured to quantify the algae biomass. Measured values of both Chl.a and TR were smaller in summer, and larger in winter. This suggests that algae biomass was smaller in summer, and larger in winter, which is different from what is generally expected. The growth rate of algae in the Ose river was found to depend on the velocity of flow, i.e. the value of Chl.a was increased as the velocity was increased, became the largest at a velocity of 0.4 to 0.5m/s, and decreased with increasing velocity for velocity above 0.5m/s.

Key Words : algae, Ayu, environmental assessment, field survey, habitat, urban river, water quality.

1. まえがき

河川環境や生態系に関する"環境アセスメント"とは、水域に河川改修工事等の人為的インパクトが加わった場合の環境や生態系の変化を予測するものであるが、これに際しては、対象となる水域環境や生態系の現況を詳細に把握することが不可欠である。しかしながら、河川における魚1つを取り上げてみても、その生態には不明な点が多いのが現状である。そこで、本研究では比較的検討が行われている通し回遊魚"アユ"を取り上げ、都市河川におけるその生息環境について検討を行った。

河川におけるアユの生息環境に関する研究例は多く、とりわけ産卵床に着目したものが多い。これらは産卵場所として適切な水理・水質条件について検討したものであり、流速50cm/s、および水深10~20cm¹⁾、流速20~120cm/s、水深10~60cm、および水温18℃前後²⁾、また、

本研究で対象とする宮崎県延岡市五ヶ瀬川では流速50~160cm/s、水深15~70cm、水温15℃以下^{3), 4)}、等が報告されている。著者らは、上述の宮崎県延岡市五ヶ瀬川派川、大瀬川を対象として、現地観測データを基に多変量解析による検討を行い、当該水域では水深、流速、SS、水温の順にアユの産卵に影響を及ぼすことを示した⁵⁾。一方、アユの生息環境に関しても、生息に適した水質条件(水温、溶存酸素(DO)、BOD、COD、SS等)について多変量解析による検討が行われている⁶⁾。以上のように、アユの産卵、および生息環境に関する研究は、その殆どが水理・水質条件に着目したものである。本研究は河川でのアユの生息環境の検討に際して、アユの餌である河床材料(石、礫)に付着している藻類に着目して現地観測に基づく検討を行ったものである。アユの生息環境と河床材料付着藻類との関係については、出水等によって河床の擾乱が生じた後に藻類が増殖することに着目し、水深と流速に加えて河床擾乱頻度をパラメータとしたアユ

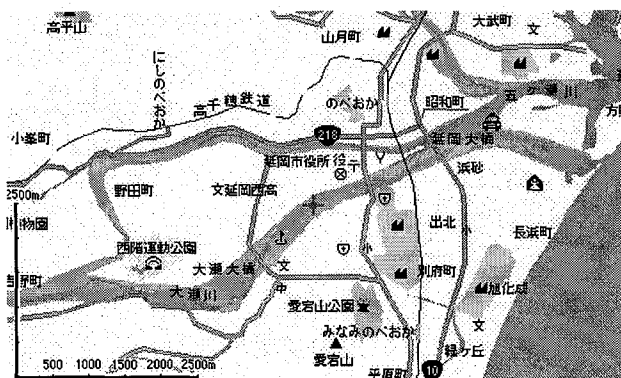


図-1 調査対象水域(宮崎県延岡市大瀬川)

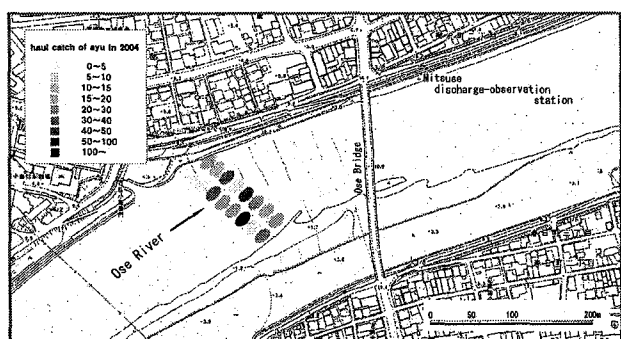


図-2 調査地点(大瀬橋)

とオイカワの生息場評価が行われている⁷⁾。

本研究では、宮崎県延岡市を流れる都市河川、五ヶ瀬川派川、大瀬川において現地観測を行い、河床材料単位面積あたりの付着物量、およびクロロフィルa量を分析した。得られた結果より、当該河川での付着藻類増殖と水温・水質や流速等の水理条件との関係を調べるとともに、アユの生息環境について考察した。

2. 調査対象水域

調査対象水域は宮崎県延岡市を流れる五ヶ瀬川の派川、大瀬川である。五ヶ瀬川は宮崎県西臼杵郡五ヶ瀬町向坂山を水源とし、流域面積1820km²、延長106kmの一級河川である。図-1に示すように、五ヶ瀬川は延岡市街地近郊で五ヶ瀬川と大瀬川とに分流する。現地調査は複数の人工産卵場を有し、アユ漁の盛んな大瀬川を対象とした。なお、大瀬川大瀬橋での1993～2002年におけるBOD、COD、T-N、T-PはそれぞれBOD、T-Nは0.5mg/l前後、CODは全期間を通して概ね1mg/l以下、T-Pは0.01mg/l以下、と各々低い値で推移しており、水質は良好である。

アユの人工産卵場(おぐら下の瀬)は大瀬橋より僅かに上流に位置し(図-2)、2004年度のアユの漁獲高は、場所によって異なるものの、100kg/年以上の産卵場もある。後述(4., 5.)の現地観測と検討は、このおぐら下の瀬周辺を対象とした。

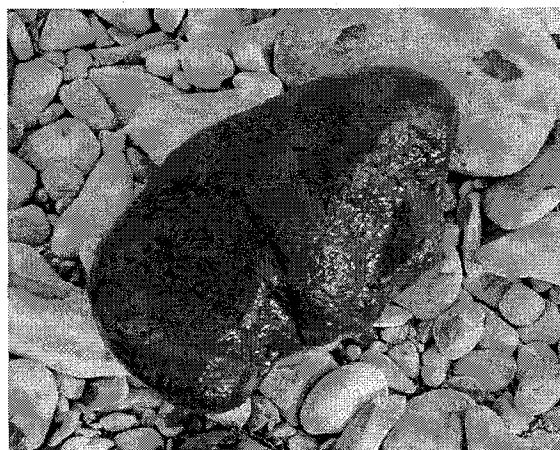


図-3 河床材料(付着物採取前)

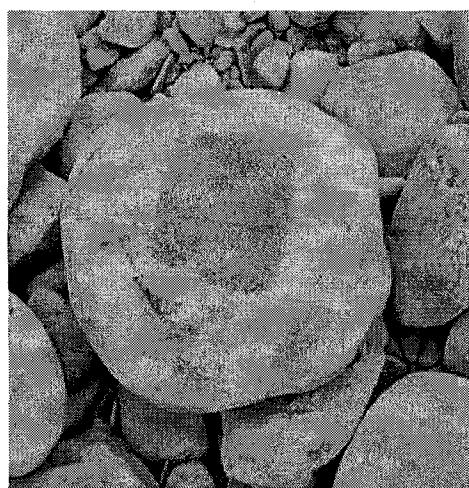


図-4 河床材料(付着物採取後)

3. 現地調査の概要

本研究では、既述(1.)のようにアユの餌である河床付着藻類に着目し、その季節変化を調べるために、前述(2.)の水域において現地調査を周年に亘って実施した。現地調査では、大瀬川、おぐら下の瀬(図-2)付近で、横断方向に複数の地点(左岸～右岸)において計器による水温・水質(pH、DO)、および流速測定を行った。並行して、河床材料(石、礫)の付着物を一回の計測につき4～5箇所で採取し、蒸発残留物(TR)とクロロフィルa(Chl.a)の分析を行った。河床材料付着物は、採取した河床材料の平面的な部分(上面)に5cm×5cmのコドラートをあて、枠内の付着物全量をナイロンブラシでこすり落として試料とする(図-3、4)。この試料を蒸発乾固し残る物質を蒸発残留物(TR)とした。また、Chl.aは上水試験方法(1993年度版)⁸⁾に準じて分析した。得られたTRとChl.aの分析結果より、当該地点の河床単位面積あたりの藻類量を推定した。

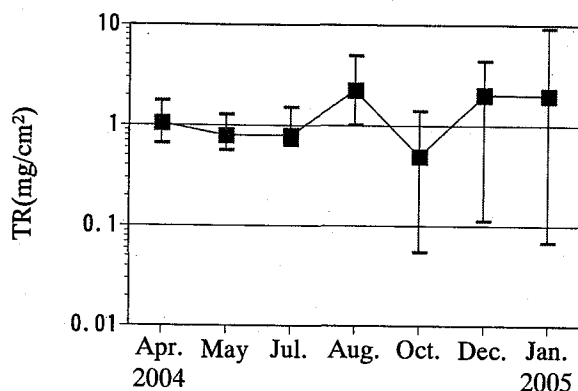


図-5 TRの季節変化

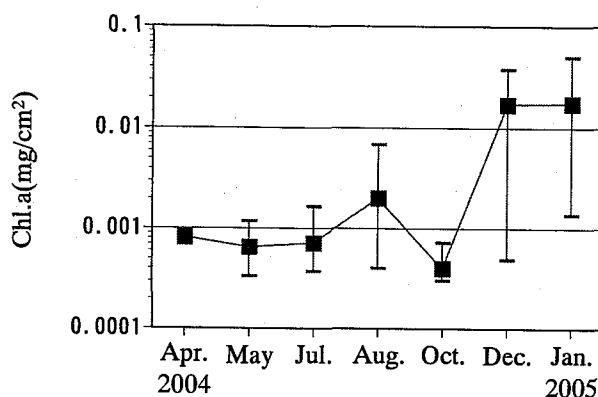


図-6 Chl.aの季節変化

計器観測結果より、全期間を通して水温は9～26℃、pHは7.0～7.9、DOは8.8～14.6mg/lであった。

4. 河床材料付着物中のChl.aの季節変化

図-5は各調査月の蒸発残留物質(TR)の測定結果(最大値(上), 平均値(中央のプロット), 最小値(下))を示したものである。この図より、河床材料付着物は春～夏期にかけて少なく、秋～冬期にかけて多くなる傾向が見られる。同様に、観測期間でのクロロフィルa(Chl.a)の変化を図-6に示す。この図より、Chl.aはTRと同様、春～夏期に少なく、秋～冬期に多くなるのが見て取れる。図-7はChl.aと水温との関係を示したものであるが、これより両者の間には負の相関があるのは明らかである(相関係数=-0.65)。

付着藻類を表す指標として、多くの場合Chl.aが用いられることを想起すれば、Chl.aの観測結果(図-6)より、当該水域では付着藻類は水温の高くなる春～夏期に少なく、比較的低水温の秋～冬期にかけて多くなるといえる。これは、付着藻類と水温の間には正の相関がある⁹⁾、とする研究事例とは異なり、このように当該水域において夏期に付着藻類が少なくなることに関してはアユによる高い摂食圧に起因すると考えられる。

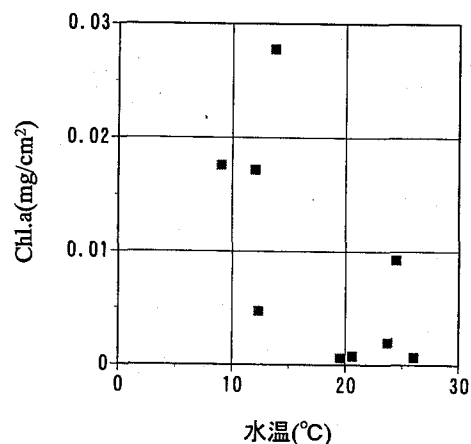


図-7 Chl.a～水温関係

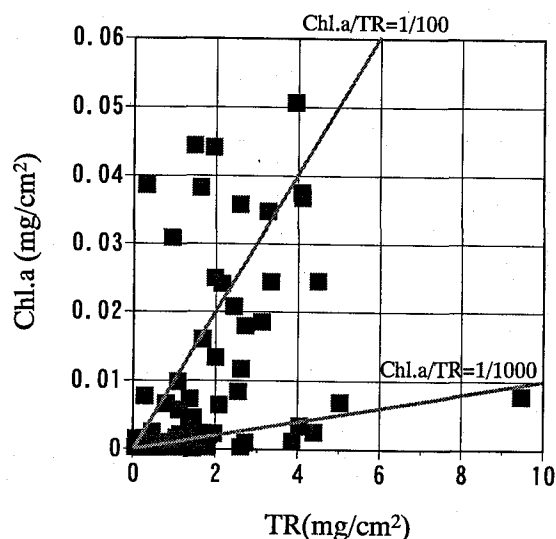


図-8 Chl.a～TR関係

図-8はChl.aとTRとの関係を示したものである。これより、Chl.aはTRの1/100～1/1000であり、TR1g中のChl.a含有量は0.000113g(0.011%)～0.0336g(3.36%)である。Chl.a/TRの季節変化(図-9)を見ると、2004年4月～8月はChl.a/TRはおおよそ1/1000で推移しているが、10月以降、Chl.a/TR値は上昇し、12月、および2005年1月には1/100となり、春～夏期と大きく異なる傾向を見せる。これより、当該水域では春～夏期と秋～冬期で優先となる藻類が異なる可能性がある。

5. 流速と付着藻類

現地観測では各調査月毎に複数(4～5)地点において流速と水質の計測を行った。このうち、水温と水質(pH、DO)に関しては測定地点間で明確な差異は見られず、横断面内ではほぼ一様であった。ここでは流速に着目し、各測定地点の流速とChl.aとの関係を調べた。

流速～Chl.a関係を図-10に示す。この図よりChl.aは流

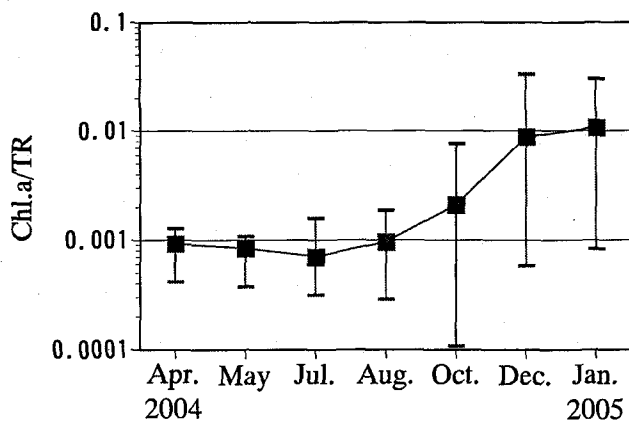


図-9 Chl.a/TRの季節変化

速とともに増大し、流速 $U=0.4\sim0.5\text{m/s}$ で最大となり、さらに流速を大きくすれば減少する傾向が見られる。既述(4.)のようにChl.aを藻類量の指標と考え以下に考察する。まず、流速が小さいときにChl.aが小さな値となることに関しては、小さい流速、すなわち、小さな乱れではこれによる河川水中から河床材料表面への栄養塩のフラックス(供給速度)が小さく、藻類の増殖が流速(乱れ)に律せられることによると考えられる。一方、流速が大きくなれば河床材料表面に作用するせん断応力も大きくなり、ある値以上のせん断応力では、藻類の河床材料への付着・増殖に影響を及ぼすと推察される。このような、藻類の増殖に及ぼす水理・水質条件の影響を明らかにし、河川での藻類量の収支の予測、ひいてはアユの生息環境を評価するためには、複数地点での調査観測とともにアユによる摂食速度の定量化が必要であり、今後の課題である。

6. むすび

本研究で得られた結果を要約すれば以下のようなものである。

- 1) Chl.aの観測結果より、当該水域では河床材料付着藻類は水温の高くなる春～夏期に少なく、比較的低温の秋～冬期にかけて多くなる。これは、当該水域での豊富なアユ漁獲量を想起すれば、高い摂食圧に起因すると考えられる。
- 2) クロロフィルa(Chl.a)と蒸発残留物(TR)の測定結果より、春～夏期はChl.aはTRのおよそ1/1000、秋～冬期は1/100である。また、TR1g中のChl.a含有量は0.00113g(0.011%)～0.0336g(3.36%)である。
- 3) 河床材料付着物中のChl.aの流速に対する依存性を調べた結果、Chl.aは流速とともに増大し、流速 $U=0.4\sim0.5\text{m/s}$ で最大となり、さらに流速を大きくすれば減少する傾向が見られた。

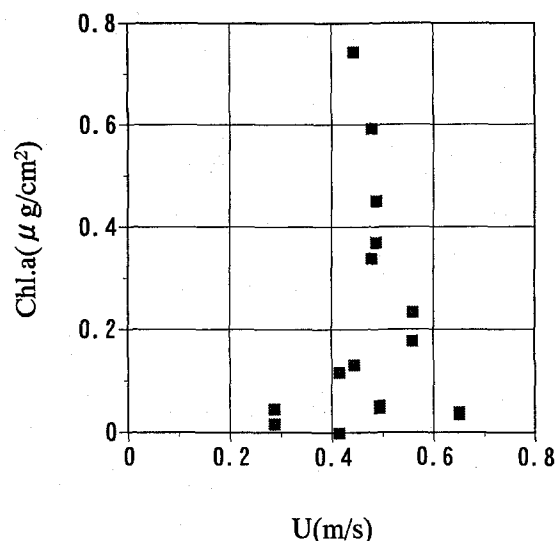


図-10 Chl.a～流速関係

ユの産卵床と物理環境に関する研究の一環として行われたものである。延岡五ヶ瀬川漁協の須田政道組合長、工藤平寿郎理事、甲斐 勝組合員、土田 栄組合員をはじめ、組合員の皆様には現地観測に際し、ご理解・ご協力頂いた。北川漁協の長瀬一己組合長、およびその他の組合員の皆様には貴重なご意見を頂いた。国土交通省九州地方整備局延岡河川国道事務所の高尾秀敏副所長、甲斐浩幸係長、川越邦俊専門員、青木繁枝官にはアユに関する現地観測資料を提供頂いた。また、現地観測では大分工業高等専門学校卒研生、および九州工業大学卒研生諸氏のご助力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Hara, N.: Artificial spawning channel for Ayu fish at Lake Biwa, *Proc. of the Int. Symp. on Fishways*, '90 in Gifu, Japan, pp.75-80, 1990.
- 2) 石田力三: 瀬付き、アユの産卵行動をさぐる、アニマ, No.43, pp.12-20, 1976.
- 3) 国土交通省延岡工事事務所, 五ヶ瀬川のアユ, 2001.
- 4) Akazaki, M.: Fishway in Miyazaki prefecture, *Proc. of the Int. Symposium of Fishways*, '90 in Gifu, Japan, pp.45-52, 1990.
- 5) 鬼束幸樹, 東野 誠, 高見 徹, 永矢貴之, 大塚法晴, 秋山壽一郎, 松本和也: アユの産卵に必要なパラメータの選定と産卵密度の予測, 水工学論文集, 第48巻, pp.1549-1555, 2004.
- 6) 喜多村雄一, 松本正喜, 勝山一朗: アユ漁獲量を用いた河川生態系の予測と評価, 河川技術論文集, 第8巻, pp.295-300, 2002.
- 7) 田代 喬, 辻本哲郎: 河床擾乱頻度を指標とした生息場評価による瀬・淵構造の変質に関する考察, 水工学論文集, 第46巻, pp.1151-1156, 2003.
- 8) 日本水道協会編: 上水試験方法, 1993.
- 9) 川那部浩哉, 森 主一, 水野信彦他: アユの成長と藻類量, 生理生態, 第8巻, pp.117-123, 2002.

(2007.4.5受付)

謝辞: 本研究は、土木学会水工学委員会河川懇談会「ア