

長良川河口堰上流域における植物プランクトンの増殖に環境要因が与える影響に関する研究

東京電機大学大学院	学生会員	丸山治朗
東京電機大学工学部	正会員	武村武
東京電機大学工学部	正会員	中井正則
東京電機大学工学部	正会員	有田正光

1. はじめに

長良川河口堰上流域では堰建設後の滞留化によって植物プランクトンの高濃度化が頻繁に発生しており、堰直上付近のみならず、東海大橋付近(堰より17.2km上流)においても観測されている。以上のことを踏まえて、本研究では河川の滞留化が植物プランクトンの増殖に与える影響を、増殖を可能とする環境要因を比較することによって検討した。

2. データ解析概要

長良川河口堰は河口より約5.4km上流に位置しており、河口堰上流域は湛水域となっている。データ解析には、建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社(現水資源機構)が観測した長良川河口堰モニタリング年報の自動測定・詳細測定データを使用した。自動測定データの取得地点(堰上流域)は、Ise(河口より6.4km)、Nagara(同13.6km)、Tokai(同22.6km)、Nanno(同28.6km)、Yabu(同31.2km)の計5地点である。測定項目は、水温、クロロフィル-a(Chl.-a)等、計10項目であり、1時間に1回の間隔で測定を行っている。また、詳細測定は自動測定地点から数100(m)以内で実施されている。測定項目は、水深、アンモニア態窒素(NH₄-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、リン酸態リン(PO₄-P)等、計24項目であり、1~2週間に1回のペースで測定している。さらに、気象項目として、日射量(一日積算値:1998, 1999年は気象庁名古屋気象台のデータを使用)、また、河川流量として堰放出流量(日平均値)を使用した。

本論文では、滞留が顕在化しているNagara地点からIse地点までの水域(以後堰直上区間と記す)、また、滞留の影響が少ないNanno地点からTokai地点までの水域(以後上流区間と記す)に注目した。データ解析では、表層(2割水深)の植物プランクトンの挙動に注目し、植物プランクトンの各個体が平均流にのって流下すると仮定したうえで、各区間の上流端地点にお

けるChl.-a値と、そこから流下時間だけずらした下流端地点におけるChl.-a値を用いて、Chl.-a増大率を求めた。なお、検討期間は河口堰建設後の1996~1999年の4年間であり、季節は植物プランクトンの増殖が活発となる4~9月に限定した。

3. 解析結果と考察

図-1に両区間における流下時間とChl.-a増大率の相関関係を示す(プロットは上流端Chl.-aの値で分類している)。同図では、両区間ともに流下時間の延長に伴って、Chl.-a増大率が大きくなっており、植物プランクトンの増殖にはある程度の増殖時間が必要であることがわかる。また、堰直上区間のChl.-a増大率の最大値が40であるのに対して、上流区間のChl.-a増大率の最大値は18である。これは、上流区間では河川としての特性が強く、堰直上区間ほど流下時間が長くないためである。つぎに、両区間においてChl.-a増大率が高い値(堰直上区間:Chl.-a増大率 \geq 20, 上流区間:Chl.-a増大率 \geq 10)に注目すると、両区間ともにほぼすべてのプロットが上流端Chl.-a $<$ 5となっている(特に上流端Chl.-a $<$ 2.5のプロットがもっとも多い)。この理由は、上流端Chl.-aが低い場合には、溶存無機態栄養塩が豊富に存在するため、植物プランクトン1個体に割り当てられる栄養塩量が十分であり、植物プランクトンはこれを活用して、流下中に大きく増殖できるためと考えられる¹⁾。このような流下中に大幅な増殖が起こる流下時間は堰直上区間では25~60(hour)であり、上流区間では13~25(hour)の範囲で顕著である。これを河川流量にそれぞれ換算すると、堰直上区間においては約75~180(m³/s)であり、上流区間においては約45~90(m³/s)となる。

ここで、それぞれの区間で上流端Chl.-a $<$ 2.5のプロットに注目すると、前述したChl.-a増大率が高いもの以外に増大率が低いプロットも多数あることに気付く。そこで水温、日射量について検討する。両区間ともに、

キーワード: 長良川河口堰, 植物プランクトン, 河川流量, 水温, 日射量

連絡先: 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 049-296-2911 (内線 2746) FAX 049-296-6501

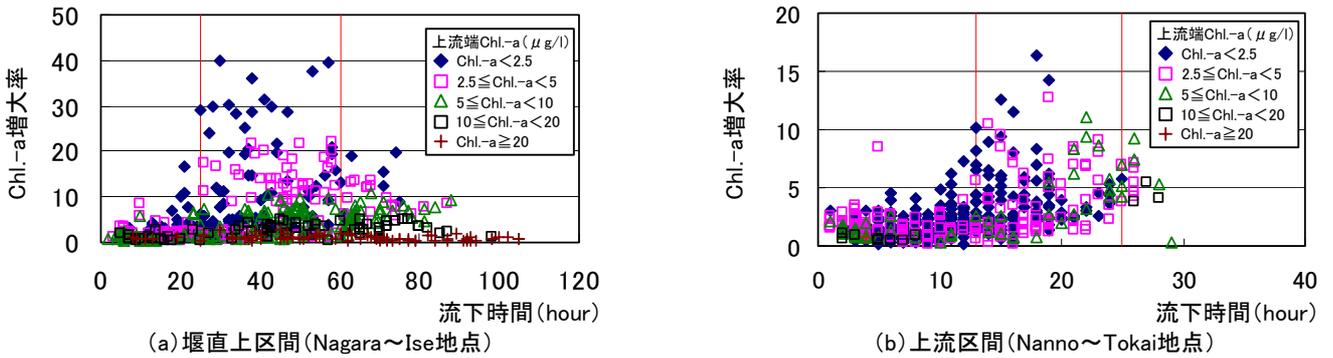


図-1 流下時間とChl.-a増大率の関係

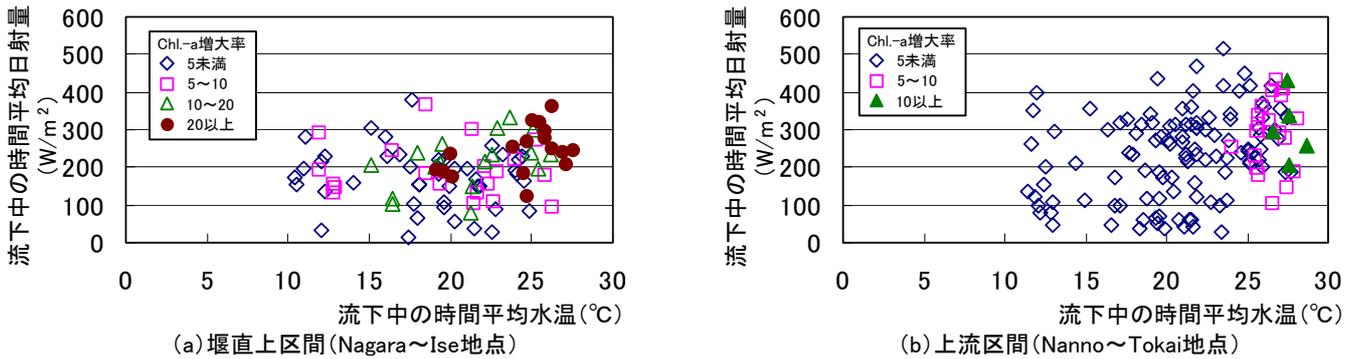


図-2 流下中の時間平均日射量と時間平均水温の関係

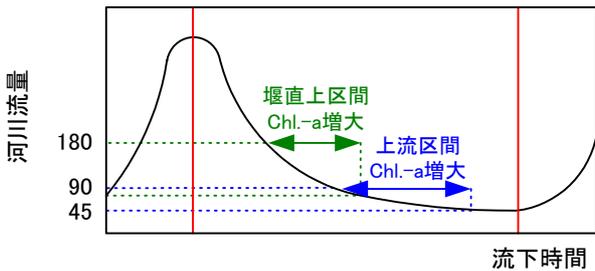


図-3 河川流量とChl.-a増大位置の関係(概念図)

上流端 $Chl.-a < 2.5$ ($\mu g/l$) であり、かつ、流下時間が堰直上区間においては 25~60 時間、上流区間においては 12.5~25 時間のプロットに限定して、植物プランクトンの流下中の時間平均表層水温と時間平均日射量の値を図-2 に示す(プロットは $Chl.-a$ 増大率の値で分類している)。ここで、堰直上区間では $Chl.-a$ 増大率 ≥ 20 、上流区間では $Chl.-a$ 増大率 ≥ 10 のプロットに注目する。堰直上区間については、すべてのプロットが時間平均水温 ≥ 19 ($^{\circ}C$)、かつ、時間平均日射量 ≥ 120 (W/m^2) の領域に、上流区間については、ほぼすべてのプロットが時間平均水温 ≥ 26 ($^{\circ}C$)、かつ、時間平均日射量 ≥ 200 (W/m^2) の領域に分布している。これは、上流区間において植物プランクトンが大幅に増殖するためには、堰直上区間よりも流下時間が短いために、良好な水温、日射量が必要となることを示している。

最後に河川流量と植物プランクトンの増大位置の関係について検討する。前述したように、上流区間では

堰直上区間より、河川流量が低流量であり、水温・日射環境が良好な時に大幅な増殖が起きる。このことを図-3 に示すようなハイドログラフをもとに考える。出水によって $Chl.-a$ が低濃度となり、その後、流量が減少し水温・日射量の条件がそろっていれば河川流量が 75~180 (m^3/s) になった時に堰直上区間で植物プランクトンの増殖が確認される。その後、さらに流量が減少することによって上流区間においても増殖に必要な時間が確保されるために増殖が起こる。このように、出水後に流量が減少すると植物プランクトンの増殖は上述した一連のプロセスで起こるものと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果として、長良川河口堰上流水域における植物プランクトンが大幅に増殖可能となる環境要因を示した。また、河川流量によって植物プランクトンの増大位置が変化することが明らかとなった。

謝辞：本研究は東京電機大学総合研究所研究 Q06E-04 として行ったものである。

参考文献

- 丸山治朗, 武村武, 中井正則, 有田正光: 長良川河口堰上流水域における植物プランクトンの増殖に関する研究~モニタリングデータを用いた解析~, 水工学論文集, 第 51 巻, pp.1207-1212, 2007.