

紀ノ川中流から下流域における環境変化が及ぼす水質と植物プランクトンへの影響

和歌山大学大学院 システム工学研究科 学生会員 ○河西正樹

和歌山大学 システム工学部 正会員 井伊博行

1. はじめに

水質汚染の一例として、富栄養化による問題がある。水中の栄養塩類の増加によって、植物プランクトンの繁殖は活発になる。そして、植物プランクトンの異常な増加は、浄水過程での濾過障害、景観障害、水が異臭を放つなど社会生活にも大きな影響を与える¹⁾。

そのため本研究では、水中の食物連鎖の基礎であり、水質変化の影響も受け易い植物プランクトンに注目している。そして、調査対象地として紀ノ川の中でも、人間活動による水質悪化が考えられる紀ノ川中流から下流域を選び、流下に伴う水質の変化を把握し、停滞水域や、生活排水の流入などが植物プランクトンにどのような影響を与えているのかを考察していく。

2. 調査地と調査方法の概要

奈良県から和歌山県にかけて流れる紀ノ川は、流域面積 1750km²、幹線流路延長 136km の 1 級河川である。河川には利水を目的としたダムや堰が設けられている。そのため、魚の溯上が阻害されることによる魚類の減少や、停滞水域における水中の栄養塩の蓄積による水質汚染など、河川環境の悪化が懸念されている²⁾。

調査対象地点は図-1 に示した通りである。採水は紀ノ川の河口から、紀ノ川大堰、加納取水口、川辺橋、岩出井堰、竹房橋、藤崎井堰、麻生津大橋、三谷橋、小田井堰、大川橋、栄山寺前、下瀬頭首工の 12 地点で行った。本研究では、2007 年 6 月～9 月、12 月と 2008 年 1 月、3 月、5 月、7 月、8 月、10 月に採水したサンプルのデータを使用している。

3. 解析方法の概要

(1) 水質の分析

水質分析に関しては、サンプルの採水後すぐに水素イオン濃度(pH)、電気伝導度(EC)を測定している。

また、Na⁺、Cl⁻などの溶存イオンはイオンクロマトグラフィーによって測定をした。

(2) 植物プランクトンの固定と観察

植物プランクトン観察用に採水したサンプルには、サンプルの 5% 量に値するピクロホルマリンを入れ、植物プランクトンを固定した。その後植物プランクトン

を沈殿させ、上澄み液を取り除き、最終的に 10ml まで濃縮した。濃縮したサンプルは計算盤の上に載せ、位相差顕微鏡を用いて、植物プランクトンの計数・同定を行った³⁾。

4. 結果と考察

(1) 水質と植物プランクトンの変化と特徴

紀ノ川中流から下流における水質の変化を見るために 図-2 を示す。図-2 は各地点のサンプルの EC の変化を、採水月単位で表したものである。EC は全溶存イオン濃度を示す値であるが、図-2 を見ると、どの月においても下瀬頭首工などの中流地点に比べ、紀ノ川大堰などの下流地点で EC の値が高いことがわかる。下流でイオン濃度が高くなった原因としては、下流地域の市街地化による生活排水の流入量の増加が考えられる。

そして、生活排水は植物プランクトンの必須栄養塩である K⁺ や NO₃⁻ を供給する。その影響を見るために、図-2 と同様に各地点のサンプルを用いて、植物プランクトンの数の変化を採水月単位で表したものを 図-3 に示す。図-3 より植物プランクトンの数は下流地点へ行くほど増加し、特に夏場は急激な増加をしている。そのため、栄養塩供給量の増加と水温の上昇という条件が伴った際に、植物プランクトンが増加するといえる。

また、2007 年の 7 月に植物プランクトンの数がどの地点でも極端に少ないのは、採水日前の 10 日間で降水量 165.3mm という、2008 年 7 月と比較すると 10 倍以上の大量の降水によって、溶存イオンの希釈、水温の低下、植物プランクトンの流出などが起こった結果だと考えられる⁴⁾。

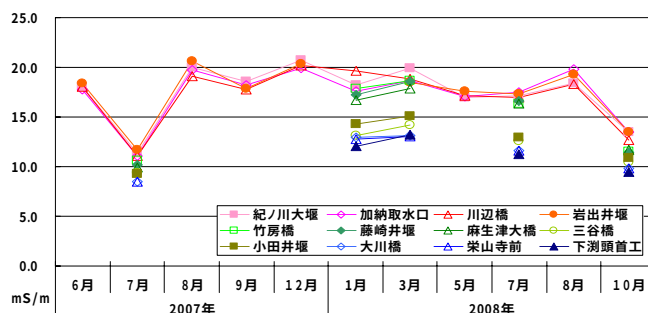


図-2 各採水地点における EC の変化

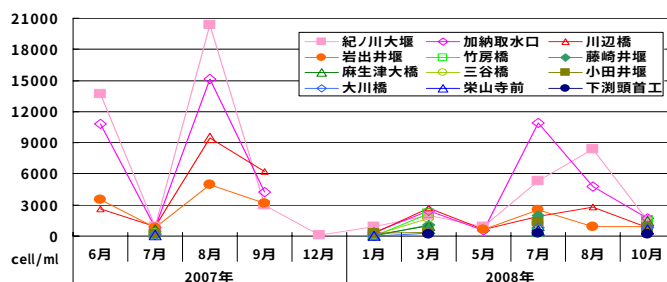


図-3 各採水地点における植物プランクトンの変化



図-1 調査対象地と採水地点

キーワード 植物プランクトン、停滞水域、光合成、栄養塩濃度、紀ノ川

連絡先 〒640-8510 和歌山市栄谷 930 和歌山大学 システム工学部 TEL 073-457-8005

(2) 停滞水域の影響

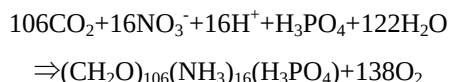
紀ノ川の中流から下流においての大きな特徴は、人口堰によって停滞水域が多く存在することであり、停滞水域による水質への影響を見るために図-4を示す。

図-4は全サンプルの主要溶存イオンとEC、水温、pHを地点ごとに停滞水域と流下水域に分け、比較したものである。その結果、どの項目も停滞水域で値が高くなることがわかった。イオン濃度の差は大きくはないが、水温に関しては1°C以上の差があり、停滞水域では、水が温められ、栄養塩などのイオンも溜まりやすい傾向があるといえる。

また、図-4と同様に、停滞水域と流下水域で各種植物プランクトンの数を比較した図-5を見ると、どの種も停滞水域でその数が増えることがわかるが、特に緑藻と藍藻は、停滞水域において流下水域の2倍近い数が存在していることから、停滞水域による影響が大きいことがうかがえる。

(3) 河川で起こる生物化学反応

停滞水域で植物プランクトンが多く観察できた理由として、光合成の活発化が考えられる。そこで、植物プランクトンが行う光合成の反応式を以下に示す。



ここで注目したいのは、光合成が起こると NO_3^- と H^+ が消費されることである。つまり、植物プランクトンが増加している地点では NO_3^- 濃度が下がり、pHが高くなるといえる。

しかしながら、図-4、図-5を見ると、停滞水域と流下水域で植物プランクトンの数に大きな差が出ているにも関わらず、 NO_3^- とpHには殆ど差がない。そのため、光合成以外の影響によって水質が変化したこと、見かけ上は差が出なかったと考えられる。河川で容易に起こり、 NO_3^- と H^+ に関係する現象として、従属栄養細菌による有機物分解と硝化菌による硝化の2つの生物化学反応を挙げることができる。

有機物分解は光合成の逆分解で表されるが、従属栄

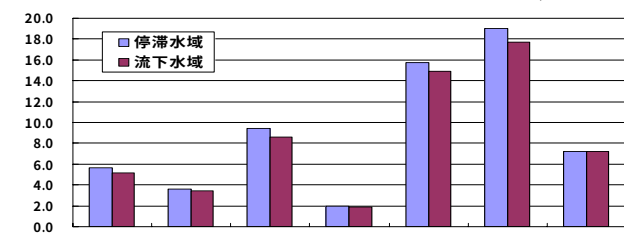


図-4 停滞水域と流下水域の水質平均比較

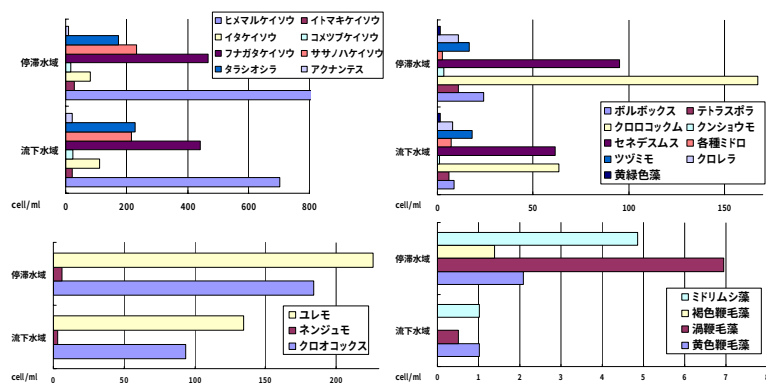
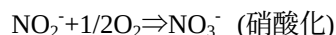
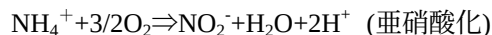


図-5 停滞水域と流下水域の各種植物プランクトン数比較

養細菌による生物化学分解では、有機物は NH_4^+ に分解される過程までしか進まず、 NO_3^- を生成しないため、 H^+ の生成によるpHの値の減少のみを考える¹⁾。

そして、硝化過程は以下のような式で表される。



光合成、分解、硝化の3つの生物化学反応による NO_3^- とpHの変化をまとめると、表-1のようになる。これにしたがって、各地点間での NO_3^- とpHの増減関係から、各地点で活発に起こった反応を求める。そして、停滞水域と流下水域、中流と下流で分け、活発に起こった反応の割合をまとめたものが表-2である。

表-2から停滞水域と流下水域を比較すると、流下水域で光合成が行われることが多く、中流と下流を比較すると、中流では分解、下流では光合成が活発に行われることがわかった。

5. まとめ

本研究では、紀ノ川中流から下流にかけての周辺地域の市街地化や、堰などの人工的停滞水域が、水質と植物プランクトンにどのような影響を与えるのかを考察してきた。その結果、流下にしたがって溶存イオン濃度が増え、植物プランクトンも増加していくこと。そして停滞水域では、イオン濃度が上がり、植物プランクトンが増加していることがわかった。

しかしながら、 NO_3^- とpHの増減から、河川の生物化学反応を見た場合、光合成が停滞水域で活発に行われているわけではなかった。したがって、植物プランクトンは停滞水域で増殖しやすいのではなく、蓄積しており、寒天質の膜に包まれていることの多い緑藻と藍藻は特に滞留しやすかったと考えられる。

また、結果的に停滞水域には植物プランクトンが多く存在することに変わりはなく、堰などの停滞水域は、水質の悪化を招くといえる。

参考文献・資料

- 1) 宗宮功・津野洋：水環境基礎科学，(株)コロナ社，pp.106-116，pp.144-153，1997.4.
- 2) 岩根良和・井伊博行・谷口正伸：紀ノ川流域のダム・堰における植物プランクトンと全窒素・カルシウムとの関係，土木学会水工学論文集，第52号，2008
- 3) 田中正明：日本淡水産動物植物プランクトン図鑑，(財)名古屋大学出版会，pp.254-539，2002.
- 4) 国土交通省 気象庁：<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

表-1 各反応におけるpHと NO_3^- の変化

光合成 = K	pH: 上がる	NO_3^- : 下がる
分解 = B	pH: 下がる	NO_3^- : 変わらない
硝化 = S	pH: 下がる	NO_3^- : 上がる

表-2 優先反応の割合

場所	該当地点数	割合(%) 光合成	割合(%) 分解	割合(%) 硝化
停滞水域	25	28.0	16.0	56.0
流下水域	46	34.8	17.4	47.8
中流	19	10.5	31.6	57.9
下流	52	40.4	11.5	48.1