

## 紀ノ川大堰上流におけるケイ素を含む栄養塩と植物プランクトンの変化に関する研究

香川大学工学部	正会員	石塚 正秀
和歌山大学大学院システム工学研究科	学生会員	寺本 健士
和歌山市役所	正会員	紺野 雅代
和歌山大学システム工学部	正会員	井伊 博行
和歌山大学システム工学部	正会員	平田 健正

### 1. はじめに

これまで、水質を評価する指標として、TN や TP, COD, BOD などの総合的な指標が使用されてきた。これらの指標は水質汚濁の進んだ水域の状況を把握するうえでは有効な指標となる。しかし、人為的影響の少ない山地上流におけるダム・貯水池の水質悪化の事実は、水質悪化が単に栄養塩の多い水域に限った現象ではないことを示している。また、シリカ欠損にみられるような、陸域での水質変化が海域の生態系バランスに与える影響を考えるためには、陸域での水質変化、とくに栄養塩の形態変化について知ることが重要である。そこで、本研究では、一時的停滞水域を形成する紀ノ川大堰において、植物プランクトンとケイ素を含む栄養塩の形態変化に着目した調査・分析を行った。

### 2. 調査・分析の概要

調査対象地域は紀ノ川下流域である。紀ノ川は大台ヶ原から始まり、181の支川を集めながら紀伊水道に注ぐ一級河川である。採水は紀ノ川大堰から約500m上流に位置する堰上流（淡水域）において（図-1参照）、2004年1月23日から12月10日の期間中に、1ヶ月に2回の頻度で実施した。現地ではpH、DO、水温、濁度（TB）、クロロフィルa（Chl.a）を測定し、室内では浮遊物質（SS）とそれに含まれる有機物量（VSS）、クロロフィルa（Chl.a）、フェオフィチンa（Pheo.a）、栄養塩として窒素（ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、TN）、リン（ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、TP）、溶解性ケイ素（DSi）を分析した。さらに、有機態窒素（ON）を粒子性有機態窒素（PON）と溶解性

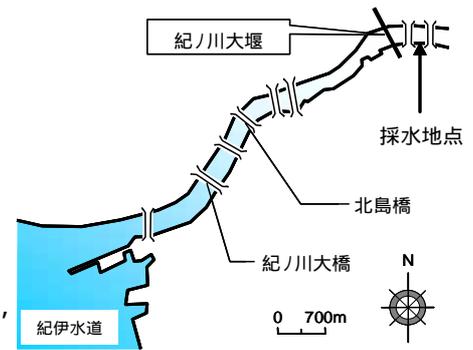


図-1 調査対象地域

有機態窒素（DON）に分類するため、 $0.45\ \mu\text{m}$ のメンブレンフィルター通過後のサンプル水についても、TNを分析し、その値を溶解性窒素（DN）とした（ $\text{PON} = \text{TN} - \text{DN}$ 、 $\text{DON} = \text{DN} - \text{DIN}$ ）。また、リンについても同様の室内分析を実施した。植物プランクトンはピクロホルマリンで固定し、位相差顕微鏡を用いて計数・種同定を行った。分析の詳細は、石塚ら<sup>1)</sup>を参照されたい。なお、以下には、表層水の分析結果を示す。

### 3. 結果と考察

図-2は基礎的な水質項目の時間変化を示す。TBは高い値が3回確認された。1回目は5月14日、2回目は8月10日、3回目は10月22日である。これらは、いずれも降雨後の洪水時の結果であり、同日に紀ノ川大堰のゲートが開放されている。また、pHとDO、水温に関しては、7月29日に最も高い値を記録した（pH: 9.6、DO: 200%以上、水温: 30.3）。SSと7月中を除くVSSはTBと同様の変化を示したが、7月中のVSSは、TB、SSと異なり高い値を示した。Chl.aは7月29日に最も高い値を示し、このとき、植物プランクトン個体数の急激な増加が観測された（図-3）。また、7月中のChl.aの上昇はpH、DO、VSSの増加と一致しており、光合成による植物プランクトンの増加といえる。ここで、8月10日のChl.aは急激に減少しており、同時に、水温も22まで低下している（図-2）。これは、8月5日の降雨にともなうゲートの開放により、堰上流に停滞していた水塊が下流に流出したためである。その結果、8月26日に実施した底泥の分析では、底泥中の有機物量が大きく減少する結果が得られ、水塊と一緒に底泥も下流に流出したことが確認された。

キーワード 栄養塩、植物プランクトン、形態別濃度、溶解性有機態窒素、紀ノ川大堰

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町2217番20 香川大学 TEL/FAX 087-864-2143

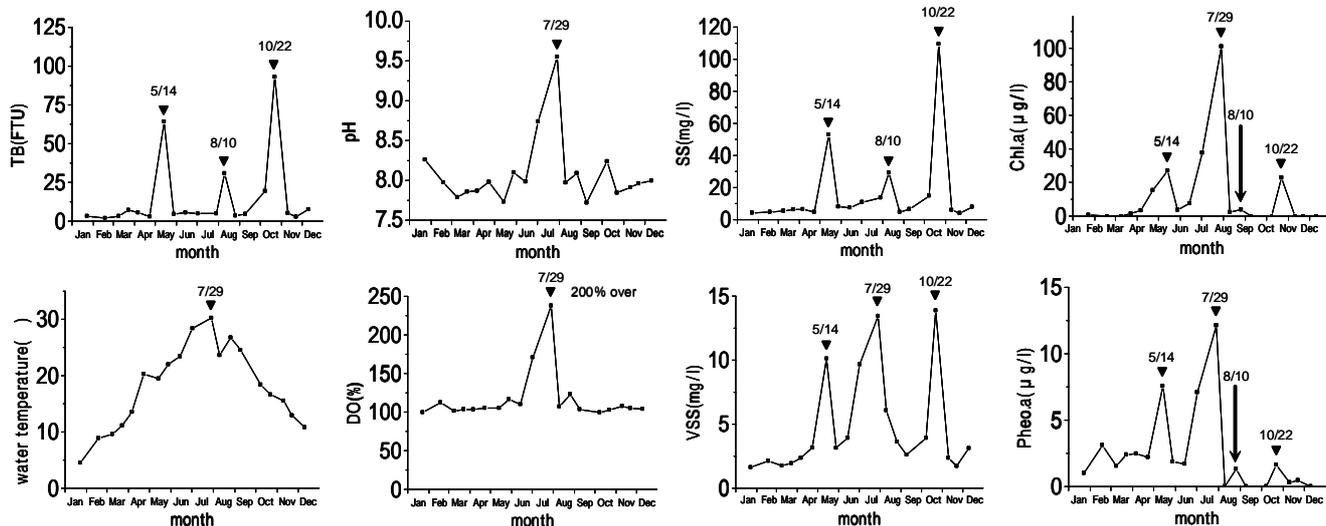


図 2 堰上流における基礎的な水質項目の時間変化

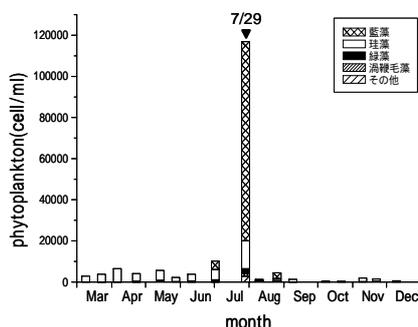
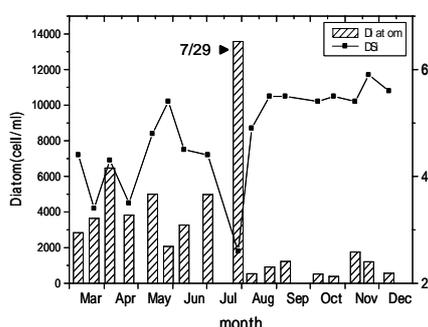
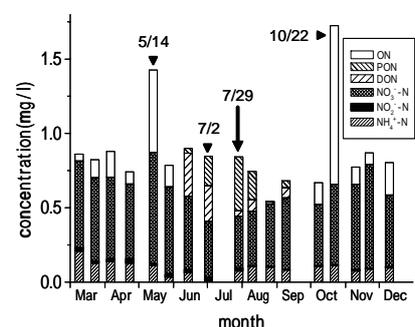
図-3 植物プランクトン個体数と  
種構成の変化図-4 珪藻プランクトン個体数と  
DSi 濃度の変化

図-5 窒素の形態別変化

図-4 は DSi 濃度と珪藻プランクトン個体数の時間変化を示す。珪藻プランクトンの個体数が最も多い7月29日に、DSi 濃度は最も低い値を示している。ここで、河口から約 20 km 上流の船戸地点における1年4ヶ月間(N=39)の河川水の DSi 濃度が約 4~5 mg/l であることから<sup>2)</sup>、7月29日の DSi 濃度は、非常に低い値であることがわかる。つまり、紀ノ川大堰において、DSi が珪藻プランクトンに吸収され、その形態が変化している結果がえられた。この結果は、下流へのケイ素輸送量が減少する「シリカシンク」を示すデータである。また、長期的にみると、珪藻プランクトン数の多い春から夏にかけて DSi 濃度はやや低く、8月以降の珪藻プランクトン数の少ない期間では比較的 DSi 濃度は高い値を示している。これも珪藻プランクトン・付着藻類による吸収との関係が考えられる。

図-5 は水中における窒素の形態別濃度の時間変化を示す。これより、出水時の5月14日と10月22日における TN 増加分のほとんどが ON によることがわかり、これは VSS の増加と一致する。また、植物プランクトンが急激に増殖した7月2日から29日への変化をみると、ON は変化していないが、DON が減り、PON が増加している。このことから、溶解性有機態窒素(DON)が植物プランクトンに取り込まれ、粒子性有機態窒素(PON)に変化したと考えられる。一方、リンに関して、窒素と同様に、出水時に OP が高い値を示した。

#### 4. おわりに

本研究では、紀ノ川大堰上流の停滞水域における水中の物質の形態変化について考察した。その結果、溶解性物質が粒子性物質(植物プランクトン)に変化する結果が観測された。また、ケイ素(DSi)も同様の変化を示しており、「シリカシンク」を示す結果が得られた。このことは、物質量は変化しないが、物質の形態が変化することを示す結果であり、今後はより詳細な物質の形態変化を捉える現地観測を行う予定である。

#### 参考文献

- 1)石塚正秀・寺本健士・紺野雅代・井伊博行・平田健正：紀ノ川下流の淡水域・汽水域における冬季から夏季の栄養塩・植物プランクトンの現地調査，水工学論文集，第49巻，2005。
- 2)石塚正秀・紺野雅代・井伊博行・平田健正：溶存ケイ素に着目した紀ノ川流域における水質特性，水工学論文集，第48巻，pp.1483-1488，2004。