

# 紀ノ川流域の人為的停滞水域における植物プランクトンと各種イオン濃度の関係

和田雅光<sup>1</sup>・井伊博行<sup>2</sup>・谷口正伸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>和歌山大学大学院 システム工学研究科 システム工学専攻 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

<sup>2</sup>和歌山大学教授 システム工学部 環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

<sup>3</sup>和歌山大学助教 システム工学部 環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

## 1. 背景・目的

停滞水域における水質の悪化は、その下流に位置する河川や海域の水質悪化にもつながるため問題視されている。近年人為的影響の少ない山地上流の停滞水域においても淡水赤潮が発生するなど、水質の悪化が進んでいることが重要な問題として注目を浴びてきている。紀ノ川上流部にある大滝ダムにおいても、2006年11月に淡水赤潮が発生した。そこで、本研究では人為的停滞水域が紀ノ川流域に与える影響を、植物プランクトンの個体数・種構成や各種イオン濃度の変化から明らかにすることを目的とする。

## 2. 現地調査の概要

調査対象地域を図-1に示す。大迫ダム直下、大滝ダム、大滝の水質調査日は、2007年4月～2008年3月まで毎月行った。猿谷ダムの水質調査日は、2007年4月～12月まで毎月行った。紀ノ川大堰の水質調査日は、2007年4～6月、8月、12月である。

## 3. 水質分析の概要

室内分析では、採水サンプルを孔径0.45 μmのメンブレンフィルターでろ過した後、主要溶存成分をイオンクロマトグラフィーで測定した。また、植物プランクトンは現地においてサンプル量の5%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<sup>1)</sup>、静置沈殿法により濃縮を行った後<sup>1)</sup>、日本淡水産動植物プランクトン図鑑を用いて<sup>2)</sup>、位相差顕微鏡により観察・同定した。

## 4. 水質変化の結果

### (1) 各地点におけるCa<sup>2+</sup>の季節変化について

各地点におけるCa<sup>2+</sup>の変化を図-2に示す。猿谷ダム以外ではほぼ似たような傾向を示しており、Ca<sup>2+</sup>濃度が8~24 mg/lと比較的高い濃度を示した。一方、猿谷ダムではCa<sup>2+</sup>濃度が5~10 mg/lと他の地点と比較すると低い濃度を示した。これには地質構造が関係していると考えられる。大迫ダム直下、大滝ダム、大滝では、地質に石灰岩(CaCO<sub>3</sub>)が見られる。この石灰岩が河川に溶出し濃度が高くなったと考えられる。一方、猿谷ダム、紀ノ川大堰では地質構造にこの石灰岩が見られないが、紀ノ川大堰では生活排水による影響が見られるため、猿谷ダムと紀ノ川大堰で濃度差が見られたと考えられる。

### (2) 各地点におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の季節変化

各地点におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の変化を図-3に示す。紀ノ川大堰以外の地点ではほぼ似たような傾向を示しており、0.5~4 mg/lと比較的低い濃度を示した。一方、紀ノ川大堰では3~7 mg/lと他の地点と比較すると高い濃度を示した。これは生活排水の流入が原因でこのような濃度差が生じたと考えられる。

## 5. 植物プランクトンの結果

### (1) 珪藻プランクトンの個体数・種構成の変化

珪藻プランクトンの個体数の変化を図-4に示す。この図を見ると、各地点で一定の珪藻プランクトンが存在しているのが分かる。中でも、紀ノ川大堰で4~6月にかけて珪藻プランクトンの急激な増殖が見られる。この原因として、同時期に見られた高濃度のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が珪藻プランクトンの増殖因子になったと考えられる。ここで、紀ノ川大堰における珪藻プランクトンの優先種上位7種とそれ以外の珪藻プランクトンの変化を図-5に示す。この図を見てみると、*Navicula sp.*と*Cyclotella sp.*が多く存在しているのが分かる。この2種は、流水域・停滞水域のどちらでも見られ、比較的年間を通して観察できる種である。次に、大滝における珪藻プランクトンの優先種上位5種とそれ以外珪藻プランクトンの変化を図-6に示す。大滝は、紀ノ川大堰には劣るが比較的多くの個体数が観察された。ここでも*Cyclotella sp.*が多量に観察された。*Navicula sp.*の写真を図-7、*Cyclotella sp.*の写真を図-8に示す。

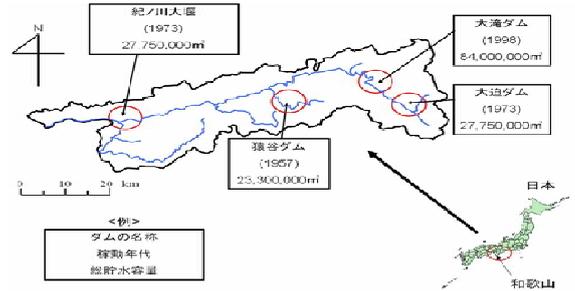


図-1 調査対象地域

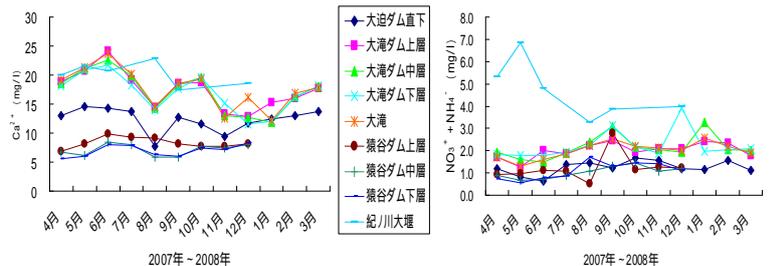


図-2 各地点におけるCa<sup>2+</sup>の変化

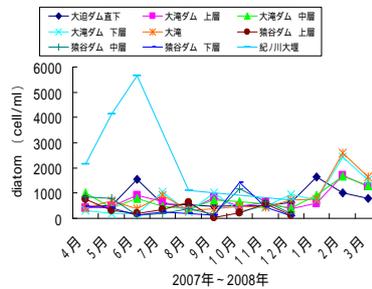


図-3 各地点におけるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の変化

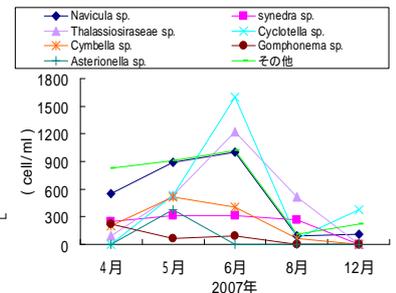


図-4 珪藻プランクトンの個体数の変化

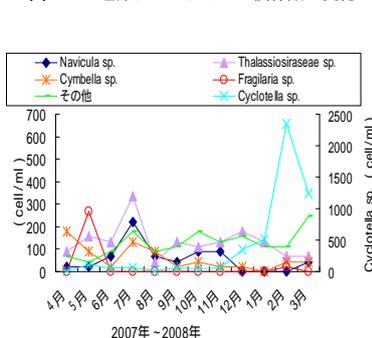


図-5 紀ノ川大堰における珪藻プランクトンの優先種上位7種とその他の変化

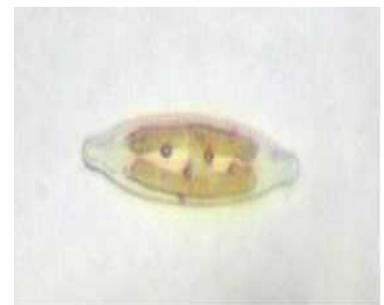


図-7 *Navicula sp.*の写真

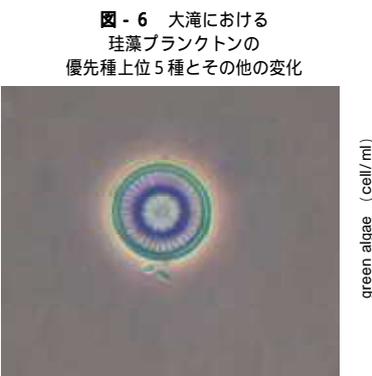


図-6 大滝における珪藻プランクトンの優先種上位5種とその他の変化

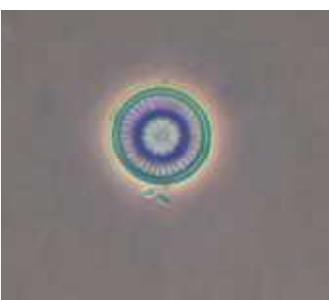


図-8 *Cyclotella sp.*の写真

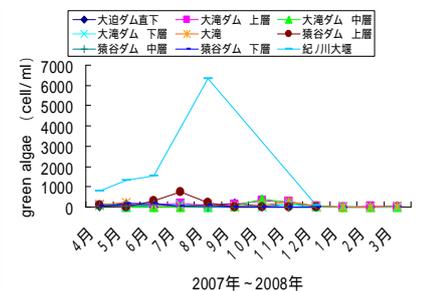


図-9 緑藻プランクトンの個体数の変化

## (2) 緑藻プランクトンの個体数・種構成の変化

緑藻プランクトンの個体数の変化を図-9に示す。この図を見ると、大迫ダム直下・大滝ダム・大滝・猿谷ダムではほとんど個体数は見られなかった。一方、紀ノ川大堰では8月に緑藻プランクトンが増殖しているのが分かる。これは、夏場における水温の上昇と  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  の濃度差によるものだと考えられる。ここで、紀ノ川大堰における緑藻プランクトンの優先種上位3種とそれ以外の緑藻プランクトンの変化を図-10に示す。この図を見てみると、*Scenedesmus sp.* が多く存在しているのが分かる。この種は年間を通して観察されやすく、池や湖沼で良く見られる種である。*Scenedesmus sp.* の写真を図-11に示す。

## (3) 藍藻プランクトンの個体数・種構成の変化

藍藻プランクトンの個体数の変化を図-12に示す。この図を見ると、大迫ダム直下・大滝ダム・大滝・猿谷ダムでは全く藍藻プランクトンは見られなかった。一方、紀ノ川大堰では8月に藍藻プランクトンが急激に増殖しているのが分かる。藍藻プランクトンは、他の種よりも高い水温<sup>3)</sup>、栄養塩を好み、水の流れに影響されやすい<sup>4)5)</sup>。そのため、水温や  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  の濃度の差によるものだと考えられる。ここで、紀ノ川大堰における藍藻プランクトンの優先種上位2種とそれ以外の藍藻プランクトンの変化を図-13に示す。この図を見てみると、*Chroococcus sp.* が多く存在しているのが分かる。この種は主に夏場に発生しやすい種である。そのため、8月に多量の藍藻プランクトンが観察されたと考えられる。*Chroococcus sp.* の写真を図-14に示す。

## (4) 渦鞭毛藻プランクトンの個体数・種構成の変化

渦鞭毛藻プランクトンの個体数の変化を図-15に示す。この図を見ると、珪藻、緑藻、藍藻プランクトンの変化と違い、大滝ダムで渦鞭毛藻プランクトンが増殖しているのが分かる。この原因として、渦鞭毛藻プランクトンの増殖因子である  $\text{Ca}^{2+}$  の濃度が関係していると考えられる<sup>6)</sup>。大滝ダムでは  $\text{Ca}^{2+}$  の濃度が高かったため、渦鞭毛藻プランクトンが増殖したと考えられる。ここで、特に個体数の多かった大滝ダム上層における渦鞭毛藻プランクトンの優先種とそれ以外の渦鞭毛藻プランクトンの変化を図-16に示す。この図を見てみると、発生している渦鞭毛藻プランクトンのほとんどが *Peridinium sp.* だというのが分かる。この種は、多くのダム湖や天然湖で発生する種で、大滝ダムではこの種の大量発生により淡水赤潮が発生した。*Peridinium sp.* の写真を図-17に示す。また、 $\text{Ca}^{2+}$  の濃度が同程度であった大迫ダム直下・大滝では流水域であるため大滝ダムに比べ増加しなかったと考えられる。同じく  $\text{Ca}^{2+}$  の濃度が高かった紀ノ川大堰では、大滝ダムに比べ  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  の濃度が高く、栄養塩を必要とする種がいたため、紀ノ川大堰では渦鞭毛藻プランクトンがあまり観察されなかったと考えられる。

## 6. 結論

得られた結果を表-1に示す。紀ノ川大堰における珪藻、緑藻、藍藻プランクトンの増加は、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  の増加が要因となっていると考えられる。大滝ダムにおける渦鞭毛藻プランクトンの増加は、増殖要因とされる  $\text{Ca}^{2+}$  の濃度が高いことが要因となっていると考えられる。種構成別に見てみると、流水域では年間を通して優先種は珪藻プランクトンで占められていたが、停滞水域では夏場に緑藻・藍藻・渦鞭毛藻プランクトンが優先種となっていた。夏場の水温上昇と日照時間の増加、停滞水域などの影響によって緑藻・藍藻・渦鞭毛藻プランクトンが増殖し、珪藻プランクトンの活動を抑制したのではないかと考えられる。よって、大迫ダム直下・大滝ダム・大滝・大迫ダム直下・猿谷ダム・紀ノ川大堰における植物プランクトンは、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  の濃度差や季節変化、水域環境により個体数や種構成を変化させるのではないかと考えられる。

## 参考文献

- 1) 気象庁 編：海洋観測指針（第1部），pp.109-111，（財）気象業務支援センター，1999 土木学会編：土木工学における数値解析，流体解析編，サイエンス社，1974。
- 2) 田中正明：日本淡水産動物プランクトン図鑑，（財）名古屋大学出版会，2002。
- 3) 有賀祐勝：水界植物群落の物質生産，生態学講座8，（株）共

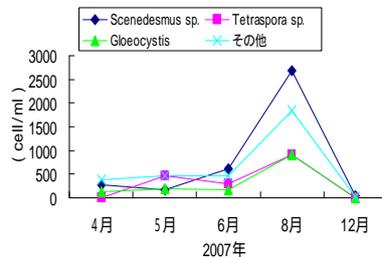


図-10 紀ノ川大堰における緑藻プランクトンの優先種上位3種とその他の変化

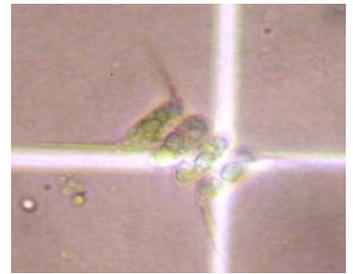


図-11 Scenedesmus sp. の写真

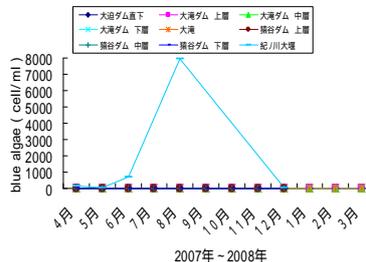


図-12 藍藻プランクトンの個体数の変化

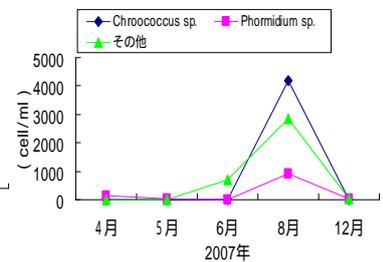


図-13 紀ノ川大堰における藍藻プランクトンの優先種上位2種とその他の変化

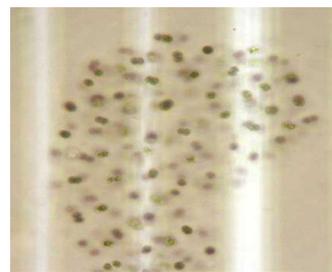


図-14 Chroococcus sp. の写真

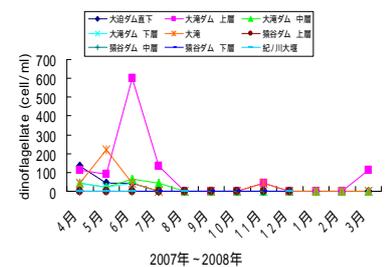


図-15 渦鞭毛藻プランクトンの個体数の変化

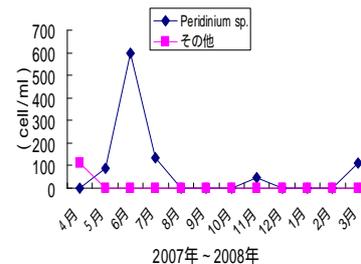


図-16 大滝ダム上層における渦鞭毛藻プランクトンの優先種とその他の変化

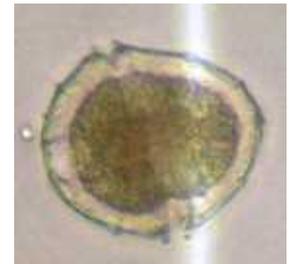


図-17 Peridinium sp. の写真

		大迫ダム直下	大滝ダム	大滝	猿谷ダム	紀ノ川大堰	
水域環境		流水域	停滞水域	流水域	停滞水域	停滞水域	
$\text{Ca}^{2+}$		高	高	高	低	高	
$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$		低	低	低	低	高	
優先種	春 (4・5月)	珪藻 <i>Cyclotella sp.</i>	珪藻 <i>Cymbella sp.</i>	珪藻 <i>Cymbella sp.</i>	珪藻 <i>Synedra sp.</i>	珪藻 <i>Navicula sp.</i>	
	夏 (7・8月)	珪藻 <i>Thalassiosiraseae sp.</i>	渦鞭毛藻 <i>Peridinium sp.</i>	珪藻 <i>Thalassiosiraseae sp.</i>	緑藻 <i>Tetraspora sp.</i>	藍藻 <i>Chroococcus sp.</i>	緑藻 <i>Scenedesmus sp.</i>
	秋 (10-11月)	珪藻 <i>Thalassiosiraseae sp.</i>	珪藻 <i>Thalassiosiraseae sp.</i>	珪藻 <i>Thalassiosiraseae sp.</i>	珪藻 <i>Asterionella sp.</i>		
	冬 (12・1月)	珪藻 <i>Cyclotella sp.</i>	珪藻 <i>Cyclotella sp.</i>	珪藻 <i>Cyclotella sp.</i>	珪藻 <i>Thalassiosiraseae sp.</i>	珪藻 <i>Cyclotella sp.</i>	

表-1 まとめ

立出版，p.51，1973。

- 4) 寺本健士・岩根良和・石塚正秀・井伊博行・平田健正：紀ノ川下流における植物プランクトンの個体数と種構成の春から夏にかけての変化，土木学会水工学論文集，第50号，pp.1111-1116，2006。
- 5) 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・カルシウムイオンとの関係，土木学会水工学論文集，第52号，2008。
- 6) 小島貞勇・須藤隆一・千原光雄編：環境微生物図鑑。講談社サイエンスエッセイ，p.352。