

## 固定堰が堰直上湛水域の水質環境に与える影響

香川大学大学院工学研究科  
香川大学工学部  
香川大学大学院工学研究科  
徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

学生会員 ○岩田圭佑  
正会員 石塚正秀  
学生会員 野口真央  
正会員 武藤裕則

### 1. はじめに

奈良県と和歌山県を流れる紀の川（流域面積 1,750km<sup>2</sup>）は、十津川紀の川開発総合事業（昭和 22 年策定）や紀の川工事実施基本計画（昭和 49 年修正）などを経て、現在も多様な水利用がなされている。古くから農業用水としての利用が進められ、平成 16 年 3 月時点で農業用水としての利用が 82% を占める。昭和 30 年代に本川に設置された固定堰である岩出井堰では、老朽化が進んでおり、また、土砂堆積や河床低下などの物理環境が変化していることから、堰の改築や撤去が検討されている。一方、水質環境・生物環境の点では、堰が設置されていることにより、人為的に一時的な湛水域が形成され、特有の環境が形成されると推察される。よって、堰の改築にあたっては、まず、物理や水質、生物の環境の現状を把握し、つぎに、堰の改築による環境変化を予測する必要がある。

本研究では、現在の固定堰の直上に形成される湛水域において実施した水質調査の結果を示し、つぎに、水質モデルによる観測結果の定性的変化を示す。

### 2. 水質調査の概要

水質調査は、2009 年 3 月～2011 年 1 月の間に、計 14 回実施した（非灌漑期：7 回、灌漑期：7 回）。2010 年 3 月～2011 年 1 月までは、堰による湛水の影響を受ける地点において調査を行った。分析項目は、窒素・リン・ケイ素などの栄養塩および DO、pH、電気伝導度、クロロフィル a などである。なお、堰のゲートを下ろして水を溜めている期間（5 月～9 月）を灌漑期、堰のゲートを上げて水の溜めていない期間（10 月～4 月）を非灌漑期とする。また、湛水域（瀬）とは、堰と直接に接する堰直上の場所であり、非灌漑期には瀬となる。湛水域（わんど）とは、堰直上のわんどである。

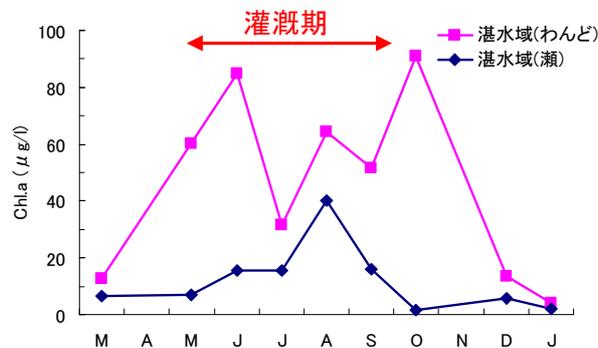


図1 クロロフィル a の季節変化（2010 年 3 月～2011 年 1 月）

### 3. 水質調査結果

クロロフィル a の季節変化を図 1 に示す。通常流れのある湛水域（瀬）では、灌漑期に水の流れが停滞することにより、クロロフィル a が増加する結果が得られた。この変化は、非灌漑期にはみられなかった。つまり、灌漑期に湛水域（瀬）は堰の影響を強く受けていることがわかった。この結果より、灌漑期の湛水域（瀬）は、植物プランクトンによる一次生産性の高い場所になると考えられる。

岩出井堰の湛水域では、図 2 に示すように植物プランクトンに消費される栄養塩（窒素、リン、ケイ素）の中で、灌漑期に硝酸態窒素が大きく減少する傾向がみられた。そこで、湛水域（わんど）におけるクロロフィル a と硝酸態窒素との関係を見ると（図 3）、両者には高い相関がみられた。

また、湛水域（瀬）と湛水域（わんど）の違いをみるために、多成分水質計（アレック電子社製、AAQ1183-H）と GPS（GARMIN 社製、GPSMS76）を用いて、曳航観測を行った。その結果、湛水域（瀬）と湛水域（わんど）の境界部において、水質の変化が大きいたことが分かった。このことから、湛水域（瀬）と湛水域（わんど）の水の交換は少ないと考えられる。

キーワード：クロロフィル a、硝酸態窒素、わんど、水質モデル

連絡先：〒761-0396 香川県高松市林町 2217 番 20 TEL:087-864-2143, FAX:087-864-2188

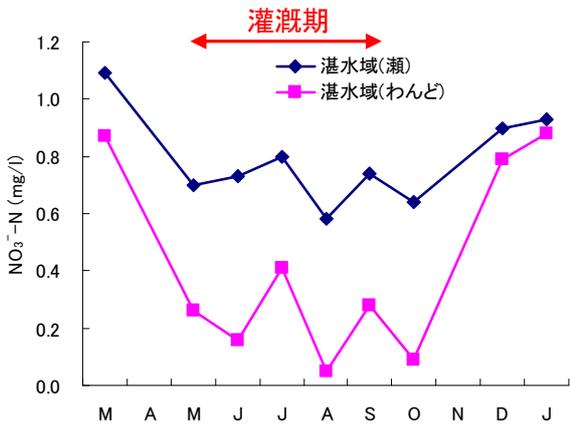


図2 硝酸態窒素の季節変化 (2010年3月~2011年1月)

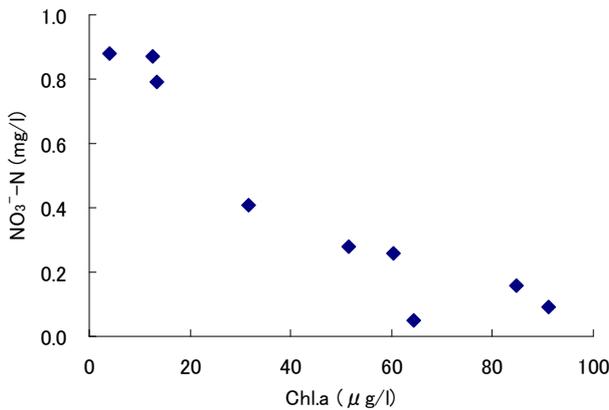


図3 湛水域(わんど)における硝酸態窒素とクロロフィル a の関係 (2010年3月~2011年1月)

4. 水質モデルの概要

図4に示すような、植物プランクトン(クロロフィル a)、無機態窒素・リン、デトリタス、溶存有機態窒素・リンで構成される水質モデルを用いて水質変化を推定した。水質調査結果から、湛水域(瀬)と湛水域(わんど)の水質は独立性が大きいと仮定して、湛水域(瀬)と湛水域(わんど)の2ボックスモデルを考えた。

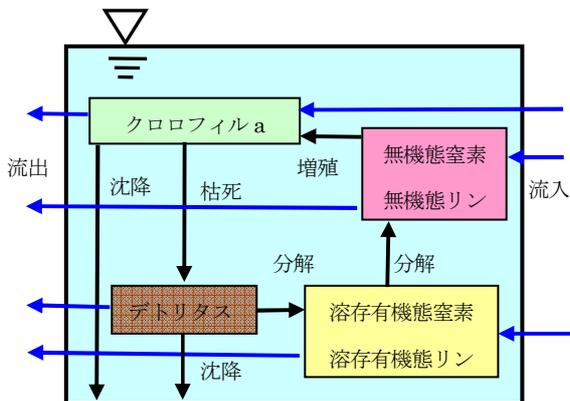


図4 水質モデルの物質循環模式図(湛水域(瀬))

5. 水質シミュレーション結果

湛水域(わんど)における水質シミュレーション結果を図5に示す。2010年7月31日の観測結果を初期値として、流入量は平水流量(30.92 m³/s)とした。はじめに、無機態窒素(DIN)の減少にあわせて、クロロフィル a もわずかに増加し、その後、緩やかにクロロフィル a の増加がみられた。これは、23日後(552hour)の2010年8月23日の観測結果(クロロフィル a : 64.4μg/l, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N : 0.05mg/l)と同程度の結果となった。その理由は、溶存有機態窒素の分解により無機態窒素が再び供給されること、また、この期間は降水量が45mmと少なく、湛水域への流入量の変動が少ないため、シミュレーションでの一定流量条件が実際の状況と合致しているためと考えられる。一方、湛水域(瀬)においては、流出項による影響が大きいため、クロロフィル a の増加が表現できなかった。

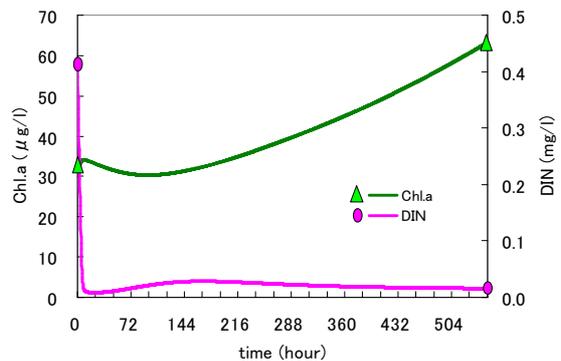


図5 湛水域(わんど)における水質シミュレーション結果 (2010年7月31日~2010年8月23日, シンボルは観測値)

6. おわりに

水質調査結果から、岩出井堰の湛水域のわんどと瀬では灌漑期にクロロフィル a が増加し、とくに、わんどでは硝酸態窒素が大きく減少する結果が得られた。水質シミュレーションにおいても、その傾向が再現されたが限定された条件による。今後は、非定常的な流入条件や堰の改築による物理的条件の変化を考慮した水質変化について検討していく予定である。

謝辞：本研究は、土木学会水工学委員会河川懇談会「固定堰の改築による河道応答特性の高精度推定ならびに水生動物の生息場構造に与える影響評価」(代表者：武藤裕則)および、平成22年度京都大学防災研究所共同研究(代表：石塚正秀)の補助を得ました。ここに謝意を表します。