

下水放流水の調整運転による影響に関する研究

香川大学大学院工学研究科	学生会員	○後藤健太
香川大学工学部	正会員	石塚正秀
香川大学工学部	非会員	宮下裕二
香川県水産試験場	非会員	宮川昌志

1. はじめに

瀬戸内海では、1970年代から総量規制などの負荷削減対策が実施され、陸域からの負荷が減少したことなどにより、赤潮などの漁業被害は減少した。しかし、一方で、栄養塩を利用するノリの色落ちなどの新たな漁業被害が発生している。ノリ養殖に必要な栄養塩不足の要因としては、1) 陸域からの負荷の減少、2) 大型珪藻の増殖による栄養塩の競合、3) 底質の変化、4) 外洋からの影響の変化などが考えられているが、それらの影響割合は明らかではない。

下水処理とノリの色落ちとの因果関係は定かではないが、県内のいくつかの下水処理場において、排水中の栄養塩を排水基準内で、より多く残せる調整運転を試行的に行っており、本研究は、調整運転における負荷量の変化を明らかにし、その影響を検討することを目的とする。

2. 研究対象域および下水処理場

本研究では、香川県下水道公社が管理・運営を行っている高松市の香東川浄化センター（図中表記は、KoutouSTP）とさぬき市の鴨部川浄化センター（図中表記は、Kabe STP）を対象とする（図1参照）。香東川浄化センターは高松市西部地域の下水を処理しており、備讃瀬戸東部海域の高松地先に放流されている。処理能力は47,600m³/日（平成20年度）である。鴨部川浄化センターは、さぬき市の旧志度町・長尾町の下水を処理しており、志度湾に放流されている。処理能力は6,750m³/日（平成20年度）である。

3. 研究手法

各処理場が実施している総量規制のための水質測定結果（COD, TN, TP）を使用して、データの整理を行った。使用データの期間は、2011年度～2012年度の2年間である。香川県は、2011年度より、下水処理場の運転を調整し、排水基準の範囲内において、季節を限定して、従前よりも栄養塩を多く残した処理水を放流する調整運転を試行的に行っている。調整運転は、ノリの漁期にあわせて冬季を対象としている。高松地先に位置する香東川浄化センターでは、2011年度は10月24日～4月2日、2012年度は10月22日

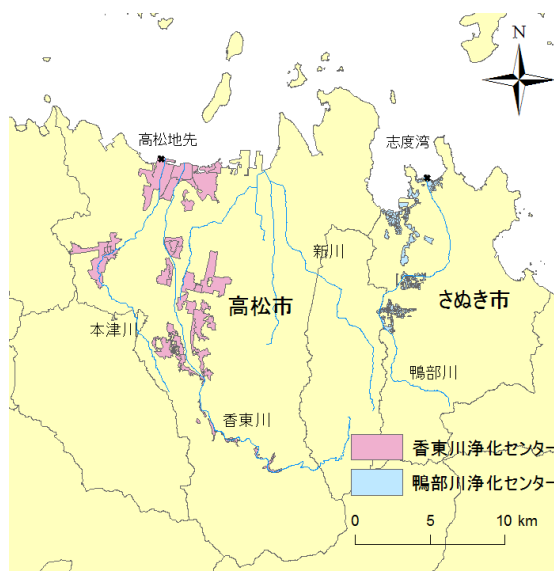


図1 対象地域と下水道整備範囲

（香東川浄化センター：2006年時点、鴨部川浄化センター：2011年時点）

～4月1日に調整運転を実施した。また、志度湾に位置する鴨部川浄化センターでは、2011年度は7月21日～9月16日と10月11日～3月30日、2012年度は9月28日～3月31日に実施した。

4. 負荷量の比較

(1) 窒素

通常運転と調整運転期間における窒素負荷量の比較結果を図2に示す。各処理場において、各年とも、調整運転時は、総窒素量が通常運転時の約2～3倍に増加する結果が得られた。また、図には示していないが、溶存態窒素の形態は、通常運転期間中には硝酸態窒素が多くを占めていたが、調整運転時はアンモニア態窒素が増加する傾向が見られた。

(2) リン

リンの結果を図3に示す。リンの負荷量は窒素とは異なり、各処理場において、いずれの年も調整運転時に約2割程度減少する結果となった。この理由としては、調整運転時には、下水処理中の攪拌が弱まるために、沈殿物が増加し、懸濁物の分解が弱まったことが原因の一つではないか

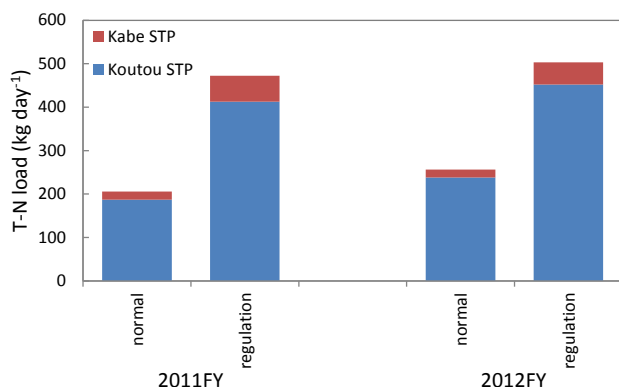


図 2 通常運転と調整運転における窒素負荷量の比較

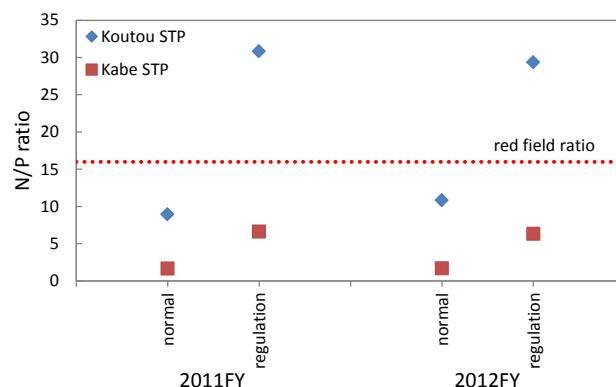


図 4 通常運転と調整運転における N/P の比較

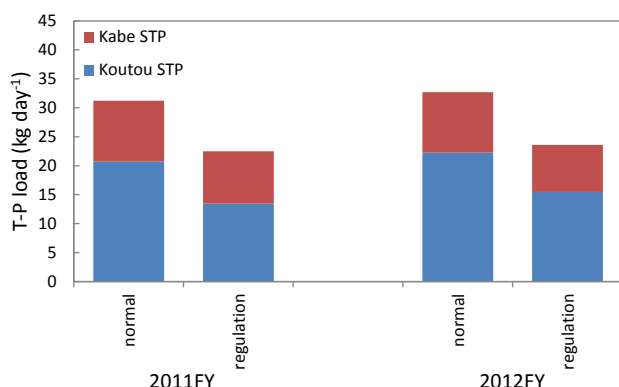


図 3 通常運転と調整運転におけるリン負荷量の比較

と推測される。また、鴨部川浄化センターと香東川浄化センターを比較すると、窒素に比べて、リンについて鴨部川浄化センターの占める割合が大きくなっている。

(3) 調整運転の影響割合

下水処理場の調整運転によって海域へどの程度影響があるのかを調べるために、環境省が算出した香川県全体の発生負荷量に対する調整運転による 2 ヶ所の下水処理場からの負荷量変化の割合 R を以下の式より算出した。

$$R = \frac{\Delta L_{\text{reg.}}}{L_{\text{Kagawa}}} \cdot 100$$

ただし、 R ：調整運転による負荷量変化の割合(%), $\Delta L_{\text{reg.}}$ ：各年度の調整運転による負荷量の変化量 (kg day^{-1}), L_{Kagawa} ：2008 年度の香川県における発生負荷量 (kg day^{-1}) とした。その結果、COD は $-0.1 \sim 0.3\%$ 、TN は 0.8% 増加、TP は $-0.2 \sim -0.5\%$ 減少であり、香川県全体の発生負荷量と比較して調整運転による負荷量の変化割合は小さいことが分かった。また、香川県のすべての下水処理場 (16 箇所) からの負荷量に対する割合についてみれば、TN は約 14% の増加となっている。

(4) 調整運転による窒素とリンのバランスの変化

通常運転時と調整運転時における N/P 比 (レッドフィールド比) を各年について比較した結果を図 4 に示す。ここで、窒素とリンのレッドフィールド比が 16 よりも大きい場合、光合成において、窒素はリンよりも十分に存在するといえる。香東川浄化センターでは通常運転時に N/P 比は約 10 であるが、調整運転時には約 30 まで上昇し、レッドフィールド比 (=16) よりも高い値となった。一方、鴨部川浄化センターでは通常運転時に N/P 比は約 1 だったが、調整運転時において約 6 に上昇しているものの、レッドフィールド比よりは小さい値であった。

5. まとめ

調整運転により、窒素負荷量は約 2 倍に増加することが分かった。一方、リン負荷量は約 2 割程度減少する結果が得られた。その結果、N/P 比が上昇した。調整運転における窒素負荷量は、2 つの処理場の調整運転によって、増加したが、増加量は、香川県全体の負荷量に対して 1% 以下と僅かであった。また、香川県の 16 箇所の下水処理場からの負荷量に対する増加量の割合は、約 14% であった。また、このことから、調整運転によって海域全体の栄養塩類の量が大きく変化するものではないものの、ノリの養殖場所との位置関係や潮流、拡散の状況などによっては、ノリ養殖への栄養塩類の供給を改善できる可能性もあり、また、ノリが摂取しやすい溶存態の形態であることから、海域における水質変化や河川からの負荷量の変動と合わせて、今後、より詳細な調査・解析を行う必要がある。

謝辞：データを提供していただいた香川県下水道課、さぬき市、香川県下水道公社の皆様には謝意を表す。また、本研究は水産庁の委託事業の一部として実施した。