

下水放流水の栄養塩形態別水質特性に関する研究

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
 香川大学大学院工学研究科 学生会員 野口真央
 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季節を限定して試行的に行っており、本研究はこの効果や栄養塩の形態を明らかに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、図1に示すように、高松市の五色台からさぬき市の大串埼までの備讃瀬戸東部に流入する範囲にある主な処理場（香東川浄化センター、東部下水処理場、鴨部川浄化センター）を対象とする。

3. 研究手法

採水数は、鴨部川浄化センターで1サンプル、香東川浄化センターでは合流式と分流式の2サンプル、東部下水処理場では次亜塩素酸ナトリウム注入前と後の2サンプル、計5個とした。採水回数は、通常運転期間では2012年8月6日と9月10日の2回、調整運転期間では11月26日と2013年1月28日の2回、それぞれ実施した。なお、調整運転とは、下水処理を調整し、栄養塩濃度を上げて処理水を放流することで、10月頃から香東川浄化センターと鴨部川浄化センターで実施された。

4. 分析方法

分析は、CHN コーダ(J-Science Co Ltd 社製、MICRO CORDER JM10)により PON（懸濁態有機窒素）を、イオン

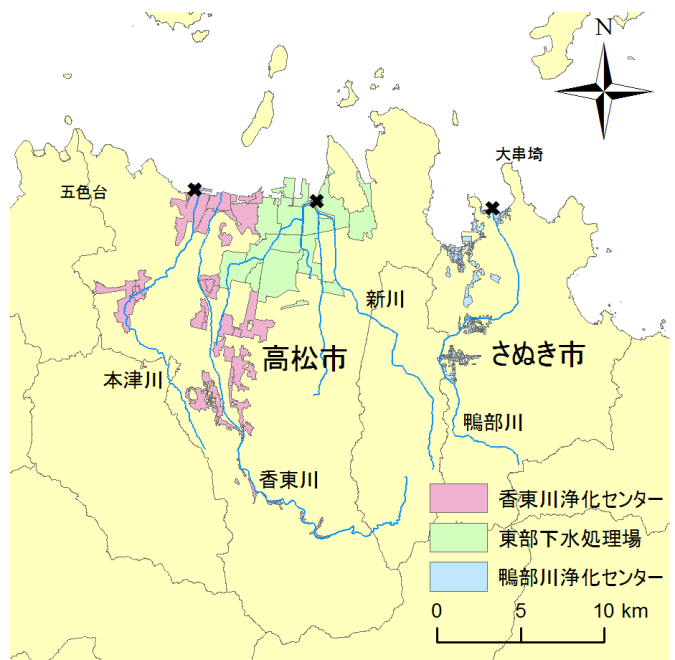


図1 対象地域と下水道整備範囲

(香東川浄化センター・東部下水処理場:2006年時点,
 鴨部川浄化センター:2011年時点)

クロマト(DIONEX 社製, ICS-900)により $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ を、T-N・T-P AutoAnalyzer (BRAN+LUEBBE 社製, AACS-III)により DTN（溶存態全窒素）と DTP（溶存態全リン）を、吸光度式多項目水質測定器(WTW 社製, PhotoLab®6100VIS 型)により $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ を、連続フロー分析法（ビーエルテック社製、オートアナライザー TRAACS-2000 型）により T-N と T-P を分析した。

5. 分析結果

(1) 窒素の形態別特徴

図2より、窒素の溶存態は処理場によって形態が異なる結果が得られた。鴨部川浄化センターではアンモニア性窒素、硝酸性窒素の順に多く、香東川浄化センターでは合流式と分流式ともに硝酸性窒素が多く、亜硝酸性窒素やアンモニア性窒素はほとんど含まれていない。東部下水処理場ではアンモニア性窒素が多く、次亜塩素酸ナトリウム注

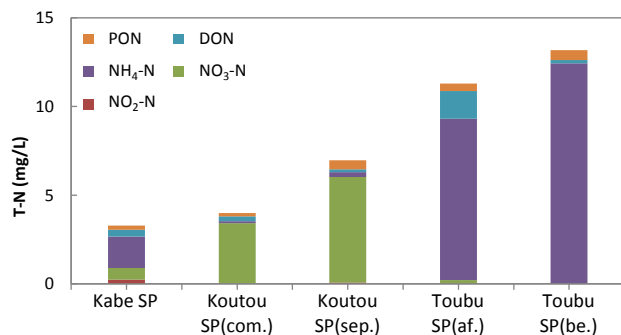


図 2 各処理水の窒素の形態(2012 年 8, 9 月)

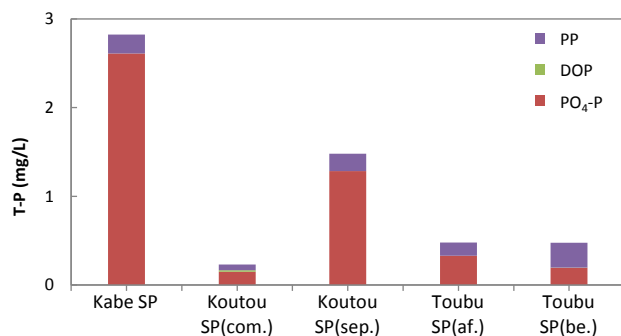


図 3 各処理水のリンの形態(2012 年 8, 9 月)

入前後の大きな違いはみられなかった。また、懸濁態では PON 濃度は処理場毎の差がほとんどみられず、窒素の総量と比較すると非常に低いことが分かった。

(2) リンの形態別特徴

図 3 より、リンの溶存態はどの処理場においてもリン酸態リンが多く含まれ、溶存態有機リンはほとんど含まれていないことがわかった。また、PP (懸濁態リン、T-P と DTP の差から算出) は、処理水による差はほとんどみられなかった。

(3) 通常運転と調整運転の比較

通常運転期間と調整運転期間における濃度変化を図 4 に示す。窒素では調整運転期間の濃度は通常運転期間の 2 倍以上に高くなることが分かった。通常運転では硝酸性窒素が香東川浄化センターでは多かったが、調整運転ではアンモニア性窒素が大きく増加する結果が得られた。一方、リンでは調整運転により処理能力を下げているにもかかわらず濃度は減少した。形態別にみると、リン酸態リンが減少したが、懸濁態リンではあまり変化はみられなかった。

図 5 に、DIN/DIP モル比を示す。鴨部川浄化センターでは、調整運転により、DIN/DIP 比はレッドフィールド比(=16)に近い値に増加した。香東川浄化センターでは調整運転により、DIN/DIP 比が大幅に増加した。結果として、調整運転では窒素に富みリンに乏しくなることが分かった。

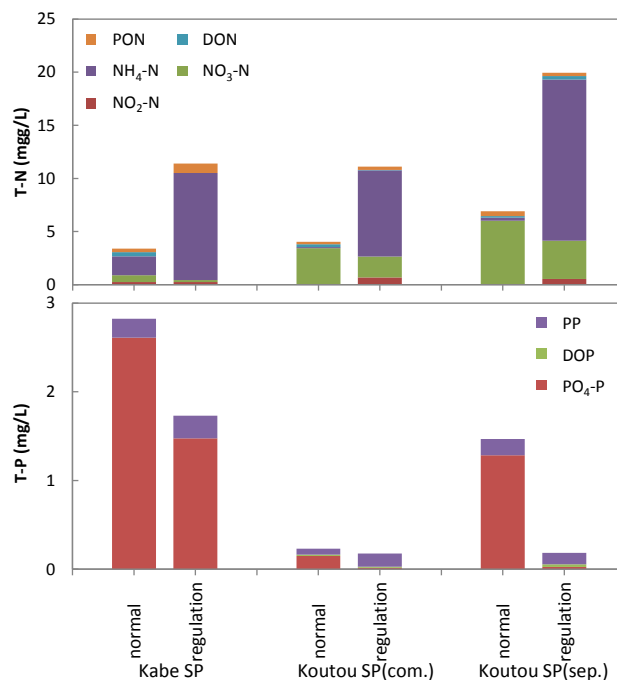


図 4 通常運転と調整運転における濃度の比較

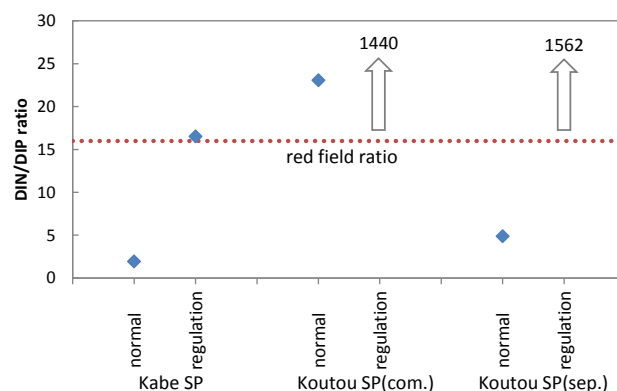


図 5 通常運転と調整運転における DIN/DIP 比の比較

6. まとめ

下水処理場毎に窒素とリンの濃度や溶存態窒素の形態が異なること、全体的に懸濁態は少ないことが分かった。調整運転は窒素に対しては増加していることから有効であると考えられるが、リン濃度が減少していた。レッドフィールド比から考えると、調整運転により、リンに対して窒素の割合が増加することから、海域にとって良好な結果と推察される。ただし、今回は、1 年だけのデータであり、今後、さらなるデータを追加して、考察を進める必要がある。

謝辞：下水処理水の採水には、香川県下水道課、香川県環境管理課、(財)香川県下水道公社、高松市上下水道局の協力を得ました。また、水質分析の一部は香川県環境保健研究センターの協力を得ました。ここに謝意を表します。