

原著

季別運転を行う下水処理場放流水が流れ込む水域にある底質からの栄養塩類の溶出傾向

柏原学・秦弘一郎・松木昌也・古賀敬興・古閑豊和・平川周作・志水信弘・松本源生・石橋融子
・宮脇崇*・山西博幸**

季別運転を実施している大牟田市北部浄化センターの放流水が流れ込む堂面川河口の底質及び有明海の底質を用いて、底質からの栄養塩類溶出傾向の把握を目的とした溶出試験を行った。その結果、好気的条件下では、全リン (T-P) 溶出量は硝化抑制期の有明海底質で横ばい、その他の時期及び地点で緩やかな増加傾向を示し、全窒素 (T-N) 溶出量は、試料採取時期、採取地点に関わらず減少傾向を示した。嫌気的条件下では、試料採取時期、採取地点に関わらず、T-P溶出量は増加傾向を示し、好気的条件下の結果と比較して増加が大きかった。一方、T-N溶出量は硝化促進期の有明海底質を除き、増加傾向を示した。底質からの溶出速度を用いて、ノリ小間あたりの栄養塩類溶出量を算出したところ、静的な条件下の直上水中の栄養塩量に対する割合は、T-Pで0.052~2.1%、T-Nで-1.2~0.34%であった。

[キーワード：下水処理場, 季別運転, 底質, 栄養塩類, 溶出試験]

1 はじめに

近年、豊かな海を取り戻すための施策の一つとして、瀬戸内海・有明海をはじめとする閉鎖性海域に面する一部の下水処理場にて、栄養塩類の能動的な管理運転が行われている¹⁻³⁾。この運転は、放流先水域の利用を鑑みて、必要な時期に栄養塩類を供給する運転を指し、季別運転と呼ばれている。季別運転の実施状況は、令和2年3月末時点で全国30箇所の下水処理場にて実施されている²⁾。国土交通省下水道部では、現在までに事例集^{1,2)}、手順書(案)³⁾等を公表し、季別運転を進めている。一方で、「栄養塩類の能動的な管理に関する事例集」では、「海域に対する能動的な運転管理の効果や下水処理水が海域に与える影響についても十分に明らかになっていない実情に留意する必要がある」ことが言及²⁾されており、季別運転に関する知見の集積は非常に重要である。この知見の集積は徐々に進んできており、有明海を放流先とする調査の報告もなされている。山西ら^{4,5)}は、季別運転を行う佐賀市下水浄化センターを対象として本庄江川及び有明海湾奥における栄養塩類の分布調査の結果、佐賀市下水浄化センター放流水が河口のノリ養殖場に到達していることを報告している。また、佐賀県⁶⁾では産学官連携共同研究にて、佐賀市下水浄化センターの季別運転管理における「ノリ養殖海域への窒素供給」及び

「処理水によるノリ養殖への影響」を報告している。

福岡県では有明海に面した大牟田市北部浄化センター(以下、浄化センター)において、平成16年度よりノリの非養殖期である夏季(硝化促進期)に硝化・脱窒を促進させることで放流水中の全窒素(T-N)濃度を低下させ、ノリの養殖期である冬季(硝化抑制期)に硝化・脱窒を抑制させることで放流水中のT-N濃度を硝化促進期と比較して高い状態に維持する季別運転を行っている。古賀⁷⁾、城戸ら⁸⁾は、季別運転を行う浄化センター及び大牟田市南部浄化センターを対象として、有明海東部における季別運転による水温、塩分への影響を調査し、水温の極端な上昇及び塩分の極端な低下が発生しないことを報告している。また、筆者らは浄化センターを対象とした調査研究を実施し、放流水が堂面川へ放流される直前の水質、塩素剤及びアンモニア性窒素(NH₄-N)を含む試料のT-N分析法の検討および浄化センター放流水の流れ込む水域における難分解性有機物量について報告した⁹⁻¹¹⁾。

栄養塩類は、陸域からの供給の他、底質からの溶出による供給が指摘されており¹²⁾、物質循環の観点から底質由来の栄養塩類溶出が水質に及ぼす影響を把握する必要がある。しかし、浄化センター放流水が流れ込む水域における底質からの栄養塩類の溶出傾向に関する調査事例はない。そこで、本調査では硝化促進期及び硝化抑制期に採取した堂面川河口付近及び有明海の底質を用いて溶出試験を実施し、栄養塩類の溶出傾向について調査したので報告する。

福岡県保健環境研究所(〒818-0135 太宰府市大字向佐野39)

* 北九州市立大学国際環境工学部(〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1番1号)

**佐賀大学理工学部(〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地)

2 調査方法

2・1 調査地点及び試料採取

調査地点は、図1のとおり浄化センター放流水が流れ込む堂面川の河口付近 (St-1、東経130度25分28秒、北緯33度3分9秒 ; WGS84) 及び有明海 (St-2、東経130度24分28秒、北緯33度2分18秒 ; WGS84) とした。St-2 は堂面川河口から約1.5 km 程度南西方向に離れた地点である。調査は、硝化促進運転を行っている平成30年6月11日の10時20分から11時10分及び硝化抑制運転を行っている平成31年3月1日の9時20分から12時10分に行った。溶出試験に用いる直上水は表層水を採取して用いた。底質はエクマンバージ採泥器を用いて採取した。平成30年6月11日及び平成31年3月1日の三池港 (福岡県大牟田市) の潮位図を図2及び図3に示す。

2・2 分析項目

直上水の分析項目は、T-N、硝酸性窒素 (NO₃-N)、亜硝酸性窒素 (NO₂-N)、NH₄-N、全リン (T-P)、リン酸態リン (PO₄-P)、化学的酸素要求量 (COD)、pH、電気伝導度 (EC)、酸化還元電位 (ORP)、溶存酸素量 (DO) とした。T-N については、既報¹⁰⁾に従って測定した。NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、COD、pH、ECについては JIS K0102¹³⁾ に準拠して測定した。底質の分析項目は、pH、COD、T-N、T-P、含水率、強熱減量とし、環境省の底質調査方法¹⁴⁾ に準拠して測定した。

2・3 溶出試験

溶出試験装置を図4に示す。試験及び解析は底質試験方法¹⁵⁾を参考にして行った。溶出試験は、20°Cの恒温室内で行い、試験期間中は暗室とした。採取した底質は底蓋で閉じたアクリルパイプ (直径=20 cm、高さ=150 cm) に高さが約30 cm (体積9.4 L) になるように充填した。直上水は底質が巻き上がらないように注意しながら底質面から高さ約70 cm (体積22 L) まで注ぎ入れた。試験期間内の水質状況は、直上水のORP、水温及びDOにて確認した。有明海は干満差が激しいことから水質は好氣的条件であると考えられる。一方で、有明海の底層の一部では貧酸素水塊の発生が報告されている^{16,17)} ことから、本調査では好氣的条件 (硝化促進期: 試験A及びB、硝化抑制期: 試験C及びD) 及び嫌氣的条件 (硝化促進期: 試験E及びF、硝化抑制期: 試験G及びH) の両方で検討することとした。好氣的条件下での溶出試験では、DOが 3 mg/L 以上となるように純空気 (G3) (大陽日酸 (株)) を一定流量でばっ気した。嫌氣的条件下での溶出試験では、DOが 1 mg/L 以下となるように一定流量の超高純度窒素ガス (大陽日酸 (株)) でばっ気した。溶出試験の条件 (A~H) 及び試験開始時の直上水と底質の理化学的性状を表1に示す。直上水は試験開始 0、1、3、5、7、10、14、21日目に200~300 mL 採取

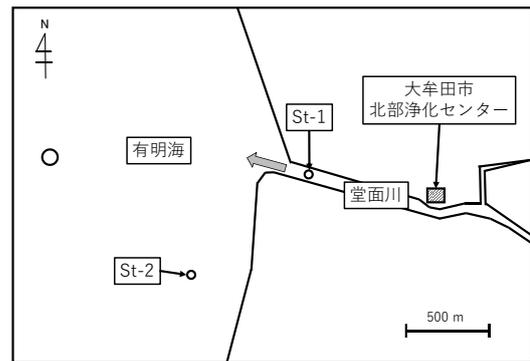


図1 調査地点

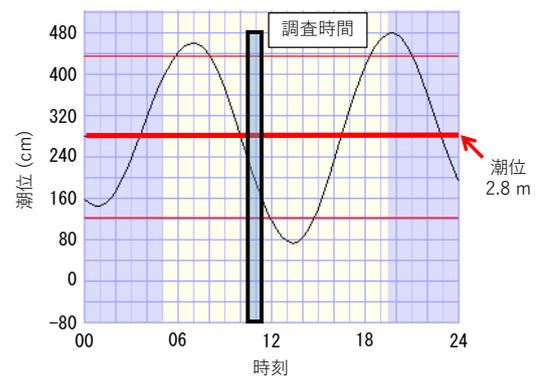


図2 三池港の潮位図 (平成30年6月11日)

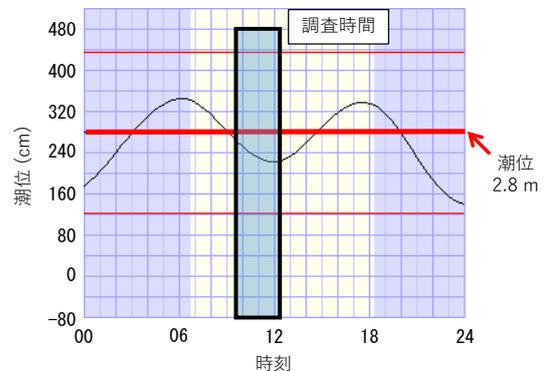


図3 三池港の潮位図 (平成31年3月1日)

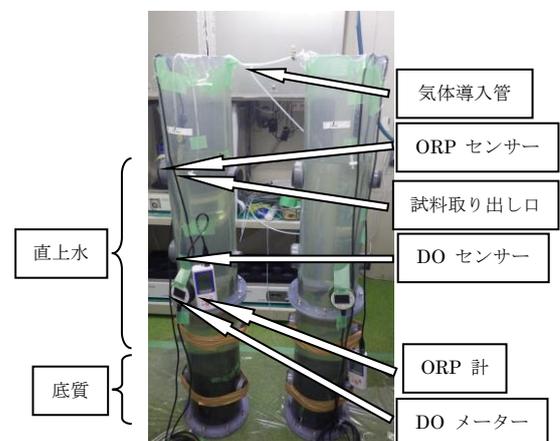


図4 溶出試験装置

した。NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P は0.45 μm メンブレンフィルターでろ過した水を用いて分析を行った。

栄養塩類溶出量は、底質試験方法¹⁵⁾を参考に安定した溶出曲線を示した7～21日目の結果を用いて求めた。溶出量は単位面積当たりで表すものとし、次式によって算出した。

$$R = \sum(V - \sum V_{n-1})(C_n - C_{n-1}) / A$$

ここで

R : 溶出量 (mg/m²)、V : 初期の直上水量 (L)

V_n : n 回目の採水量 (L)、C_n : n 回目の濃度 (mg/L)、

A : 底質断面積 (m²)、である。

3 結果と考察

3・1 好氣的条件下における溶出試験

好氣的条件下における栄養塩類の経日変化を図5に示す。試験A～CのT-P溶出量は増加傾向を示した。試験DのT-P溶出量は9 mg/m² 前後を推移した。試験A～DのPO₄-P溶出量は、いずれも増加傾向を示した。試験A～CにおけるPO₄-P溶出量の変化はT-P溶出量の変化とほぼ同様の推移を示した。リンは主にPO₄-Pとして溶出する¹⁸⁾ので、PO₄-Pの溶出に従い、T-P溶出量の増加が見られたと考えられた。

試験A～DのT-N溶出量は、何れも減少傾向を示し、溶存態無機窒素 (DIN) 溶出量も、T-N溶出量と同様に变化した。溶出量の減少は、水中の栄養塩類の底質への吸着または脱窒等による水中からの栄養塩類の消失を表している。次に、DIN溶出量の増減を、窒素の形態別に確認した。試験AのNO₃-N溶出量は、減少傾向を示し、試験B～DのNO₃-N溶出量は、増加傾向を示した。試験A及びBのNO₂-N溶出量は減少傾向を示した。試験CのNO₂-N溶出量は、増加傾向を示した。試験DのNO₂-N溶出量は、7～21日目までNO₂-Nが全く検出されなかった。試験AのNH₄-N溶出量は増加傾向を示し、試験B～DのNH₄-N溶出量は減少傾向を示した。

今回の実験結果から、好氣的条件下での窒素の溶出挙動は、NH₄-Nとして溶出した後、硝化によりNO₃-Nに変化したことが示唆された。また、DIN溶出量の減少の要因として、底質への吸着または硝化後の脱窒、完全な暗室ではなくアクリルパイプ内部で生物膜が観察されたことから植物プランクトンによるDINの取り込みなどが考えられた。

3・2 嫌氣的条件下における溶出試験

嫌氣的条件下における栄養塩類の経日変化を図6に示す。試験E～HのT-P溶出量は、何れも増加傾向を示し、PO₄-P溶出量もT-P溶出量と同様に变化した。一般にPO₄-Pは、好氣的条件下より嫌氣的条件下の方が溶出し

表 1 溶出試験開始時の理化学的性状

試験名	DO > 3 mg/L(好氣)		DO < 1 mg/L(嫌氣)	
	A	B	C	D
採水日	平成30年6月11日		平成31年3月1日	
	硝化促進期		硝化抑制期	
地点名	St-1	St-2	St-1	St-2
	河口	海域	河口	海域
水温	23.8	22.9	11.6	12.7
pH	7.9	8.0	8.0	8.4
ORP	155	171	149	203
EC	39000	46000	40000	45000
DO	4.9	6.0	11	13
COD	3.0	2.5	5.4	5.2
SS	40	52	15	33
T-P	0.17	0.039	0.13	0.053
PO ₄ -P	0.073	0.014	0.057	<0.005
T-N	1.3	0.3	1.5	0.4
NO ₃ -N	0.2	<0.1	0.6	<0.1
NO ₂ -N	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
NH ₄ -N	0.7	<0.1	0.3	<0.1
pH	7.5	7.4	7.5	7.5
COD	8.8	8.7	9.7	7.7
T-P	0.96	0.71	0.91	0.75
T-N	1.9	1.6	1.8	2.2
含水率	56	55	56	47
強熱減量	4.8	4.5	3.3	2.4

やすく¹⁶⁾、今回の結果もその内容を支持するものだった。試験E、G及びHのT-N溶出量は増加傾向を示し、試験Fは減少傾向を示した。試験E、G及びHのDIN溶出量は、増加傾向を示し、試験FのDIN溶出量は減少傾向を示した。次に、DIN溶出量の増減を窒素の形態別に確認した。試験GのNO₃-N溶出量は緩やかに増加し、14日目に0 mg/m² となった。一方、試験E、F及びHのNO₃-N溶出量は7～21日目まで0 mg/m² であった。試験GのNO₂-N溶出量は緩やかに増加し、21日目に0 mg/m² となった。試験E、F及びHのNO₂-N溶出量は7～21日目まで0 mg/m² であった。試験E、G及びHのNH₄-N溶出量は増加傾向を示し、試験FのNH₄-N溶出量は減少傾向を示した。

今回の実験結果から、嫌氣的条件下での窒素の溶出は、試験Fを除きNH₄-Nとして溶出したと考えられる。また、NO₃-N溶出量の増減が見られなかった原因として、還元的条件下での脱窒によるものと推測された。

3・3 底質からの溶出量が水塊に与える影響

3・3・1 溶出速度の算出

7～21日目の測定値から算出した栄養塩類溶出速度の結果を表2に示す。T-P及びPO₄-Pは全ての試験において正の溶出速度であった。T-Nは嫌氣的条件の試験E、G、Hが正の溶出速度、その他の試験が負の溶出速度であった。NO₃-Nは好氣的条件の試験B、C、D及び嫌氣的条件の試験Gが正の溶出速度、好氣的条件の試験Aが負の溶出速度であった。NO₂-Nは好氣的条件の試験C及び嫌氣的条件の試験Gが正の溶出速度、好氣的条件の試験A、Bが負の溶出速度であった。NH₄-Nは好氣的条件の試験A及び嫌氣的条件の試験E、G、Hが正の溶出速度、その他

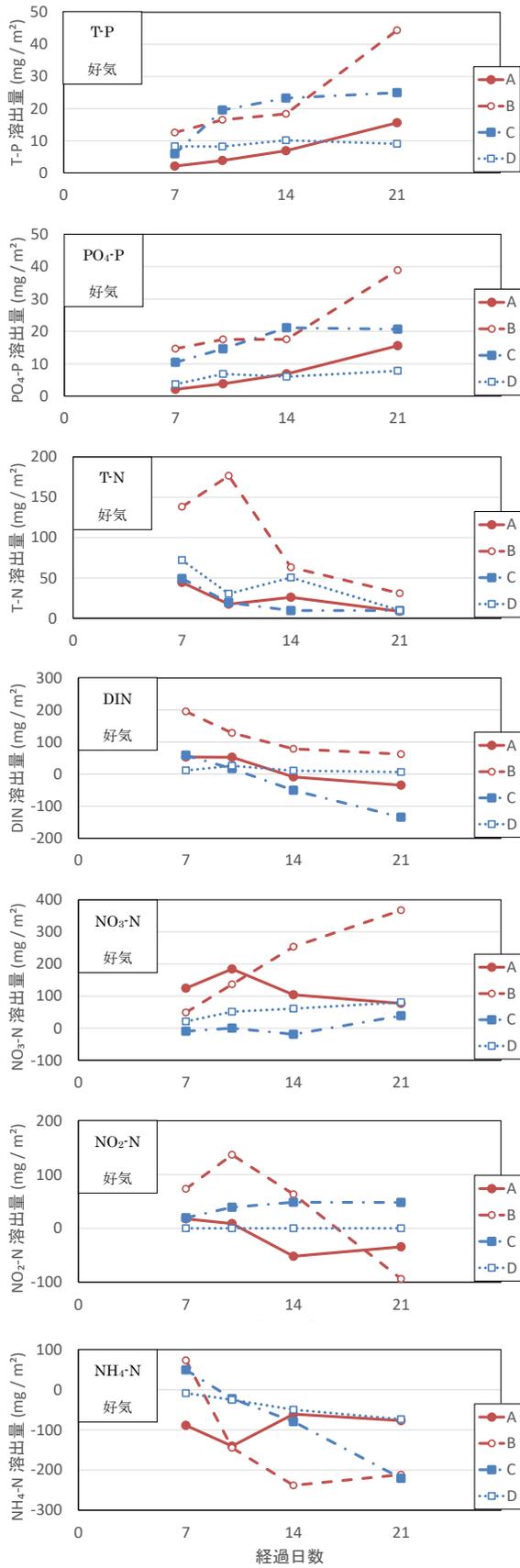


図5 溶出試験結果 (好気的条件下)
(硝化促進期: 試料A及びB、硝化抑制期: 試料C及びD)

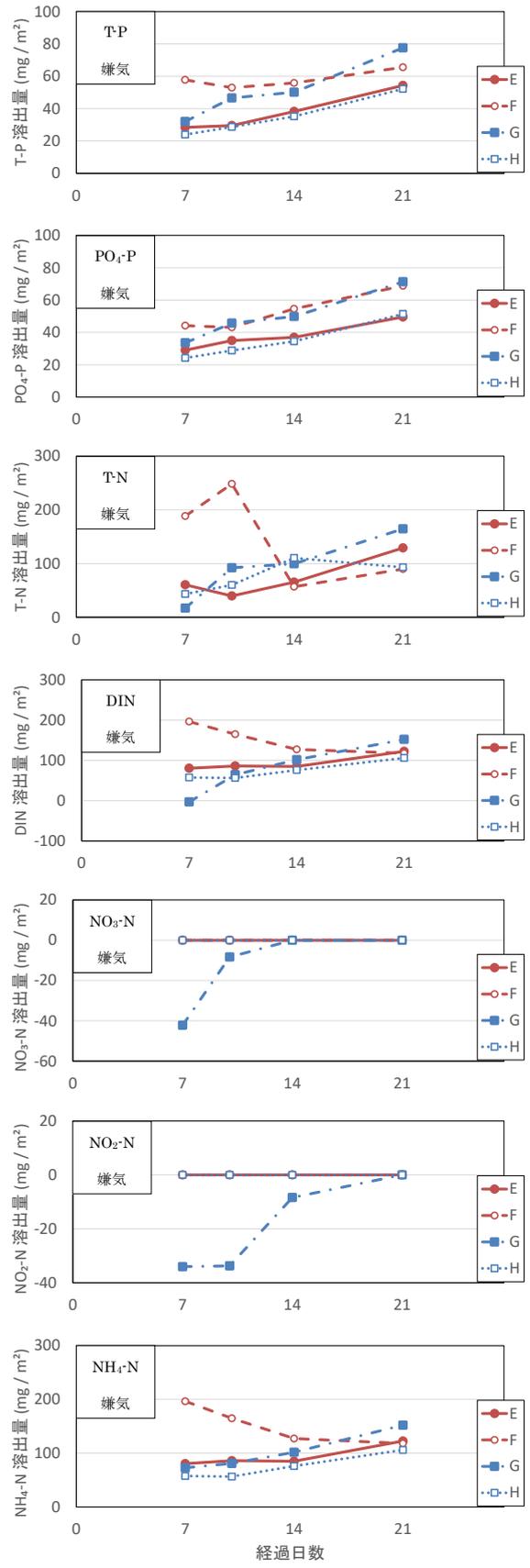


図6 溶出試験結果 (嫌気的条件下)
(硝化促進期: 試料E及びF、硝化抑制期: 試料G及びH)

の試験が負の溶出速度であった。

ここで、今回の結果と郡山ら¹⁹⁾の有明海奥部における底質溶出試験の結果を比較した。なお、郡山らの調査時期(平成22年5月～平成23年11月)は、佐賀市下水浄化センターで季別運転を開始した時期(平成19年度)以降であり、泥質と泥砂質の2地点において好氣的条件下で溶出試験を行っている。最初に、PO₄-Pの溶出速度を比較した。郡山らの結果は、各地点の調査期間の平均で6.8、1.8 mg/m²/dであったことに對し、今回の結果では溶出速度の速い嫌氣的条件下(試験E～H)でも1.4～2.6 mg/m²/dであり、有明海奥部と比較して溶出速度は遅かった。次にNO₃-Nの溶出速度を比較した。郡山らの結果は、夏季に各地点それぞれ-7.9～-4.7 mg/m²/d、-5.3～-1.5 mg/m²/d、それ以外の時期で-18～10 mg/m²/d、-4.3～22 mg/m²/dであった。今回の結果では-5.2～23 mg/m²/dであり、NO₃-Nの溶出速度は有明海奥部における年間変動の範囲内であった。最後に、NH₄-Nの溶出速度を比較した。郡山らの結果は、各地点それぞれの平均で12、75 mg/m²/dであったことに對し、今回の結果では-19～5.8 mg/m²/dであり、NH₄-Nの溶出速度は有明海奥部と比較して遅かった。

3・3・2 ノリ小間当たりの底質からの溶出量

浄化センターでは、ノリ養殖場への栄養塩類供給を目的として季別運転を行っている。一方で、栄養塩類の供給源の一つとして底質が考えられる。そこで、底質のT-N及びT-P溶出量が栄養塩類供給に与える影響について、ノリ小間当たりのT-N及びT-P溶出量を考察することとした。

ノリ養殖場所は、36 m × 18 m を基本単位とする区画で構成されており、この区画はノリ小間と呼ばれている。ノリ小間の面積は約650 m² であり、T-N及びT-Pの溶出速度にこの面積値を乗ずるとノリ小間1区画における1日当たりのT-N及びT-Pの溶出量が分かる。また、有明海の平均潮位は約2.8 m であるので、1日中ノリ小間内の水塊が移動することなく、潮位が2.8 m で変化しないと仮定すると、ノリ小間内の水塊の体積は約1,800 m³ となり、この水塊の体積に表1のT-N及びT-Pの濃度を乗ずると、試料採取時の水塊中に含まれるT-N及びT-Pの量を求めることができる。そこで、底質からの溶出の影響がどの程度か確認するため、試料採取時の水塊中のT-N及びT-P量に対するノリ小間・1日当たりの底質からのT-N及びT-Pの溶出量の割合を算出した(表3)。T-P溶出量の割合は0.052～2.1%であり、1%を超えた試験は海域(St-2)の試料であった。これは、試料採取時の水塊中に含まれるT-P濃度がSt-1(河口)に比べてSt-2(有明海)が低いので、割合が高くなったと考えられる。また、T-N溶出量の割合は-1.2～0.34%であった。本研究の結果では、水塊に含まれるT-N及びT-P量に対し、1日当たりの底質からの溶出による増加量は多くても2%

表2 底質からの各栄養塩類項目の溶出速度

試験	mg/m ² /d					
	T-P	PO ₄ -P	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N
A	1.0	1.0	-2.0	-5.2	-4.2	2.5
B	2.3	1.7	-9.5	23	-14	-18
C	1.2	0.7	-2.4	3.2	1.8	-19
D	0.077	0.24	-3.6	3.9	0.0	-4.6
E	1.9	1.4	5.6	0.0	0.0	2.9
F	0.68	1.9	-10	0.0	0.0	-5.5
G	3.1	2.6	9.4	2.5	2.1	5.8
H	2.0	1.9	3.8	0.0	0.0	3.7

表3 ノリ小間1区画当たり内の水塊に含まれるT-N・T-Pに対する底質からのT-N・T-P溶出量の割合(1日あたり)

調査日 条件	硝化促進期(平成30年6月11日)				硝化抑制期(平成31年3月1日)			
	好気		嫌気		好気		嫌気	
	河口 A	海域 B	河口 E	海域 F	河口 C	海域 D	河口 G	海域 H
T-P	0.21%	2.1%	0.41%	0.62%	0.32%	0.052%	0.85%	1.4%
T-N	-0.056%	-1.1%	0.15%	-1.2%	-0.058%	-0.32%	0.22%	0.34%

程度と算出された。今回の溶出試験の結果は静的条件のものであるが、環境中での底質からの栄養塩類の溶出は、気象・潮流による底泥の巻き上げ等の動的条件も含まれる。また、底質の直上水も気象・潮流により絶えず置換されることから、環境中では更に複雑な挙動を示す可能性がある。

4 まとめ

本調査では、長期間季別運転を行っている浄化センターの放流水が流れ込む堂面川河口付近の底質及び河口から離れた有明海の底質を試料として、溶出試験を実施した。その結果は以下のとおりである。

- ① 好氣的条件下での溶出試験では、T-P溶出量は硝化抑制期の海域底質で横ばい、その他の試料で増加傾向を示した。T-N溶出量は、試料採取時期、採取地点に関わらず、減少傾向を示した。また、形態別の窒素の溶出挙動は、NH₄-Nとして溶出した後、硝化によりNO₃-Nに変化したことが示唆された。
- ② 嫌氣的条件下での溶出試験では、試料採取時期、採取地点に関わらず、T-P溶出量は増加傾向を示し、好氣的条件下の結果と比較して増加が大きかった。T-N溶出量は硝化促進期の海域底質を除き、増加傾向を示した。また、形態別の窒素の溶出挙動は、NH₄-Nとして溶出した後、還元的条件下での脱窒によって減少したことが推測された。
- ③ 本研究で算出した溶出速度を有明海奥部における溶出速度と比較した結果、PO₄-P、NH₄-Nは遅く、NO₃-Nは年間変動の範囲内であった。
- ④ 底質からの溶出速度を用いて、海水中における栄養塩類溶出量の割合をノリ小間あたりで算出したところ、本研究における静的な条件下で直上水中の栄養

塩量に対する割合は、T-Pで0.052～2.1%、T-Nで1.2～0.34%であった。

謝辞

本研究実施にあたり、採水及び情報提供にご協力いただいた大牟田市企業局、大牟田市環境保全課、福岡県水産海洋技術センター有明海研究所のり養殖課の方々に感謝の意を表します。また、本研究は、平成29年度及び平成30年度「瀬戸内海的环境保全・創造に係る研究助成」から支援を受けました。ここに、感謝の意を表します。

文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局下水道部：栄養塩類の循環バランスに配慮した運転管理ナレッジに関する事例集，2014. <https://www.mlit.go.jp/common/001033458.pdf> (2021/7/20アクセス).
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局下水道部：栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集，2021. <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001397912.pdf> (2021/7/20アクセス)
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：下水放流水に含まれる栄養塩類の能動的管理のための運転方法に係る手順書（案），2015. <https://www.mlit.go.jp/common/001105123.pdf> (2021/7/20アクセス).
- 4) 山西博幸ら：水環境学会誌 41(2), 35-42, 2018.
- 5) 山西博幸ら：第 21 回日本水環境学会シンポジウム, 40-41, 2018.
- 6) 一般財団法人佐賀県環境科学検査協会，国立大学法人佐賀大学，佐賀市上下水道局：産学官連携共同研究 下水処理施設の季節別運転管理によるノリ養殖海域への効果 報告書，2020. [_files/file/産学官共同研究//kyoudou_kenkyu20201228.pdf](https://www.water.saga.saga.jp/site_files/file/産学官共同研究//kyoudou_kenkyu20201228.pdf) (2021/7/20アクセス).
- 7) 古賀みな子：下水道の真の役割とは，月刊下水道 35(5), 70-80, 2012.
- 8) 城戸知昭，古賀みな子，星良和：第 43 回下水道研究発表会講演集，482-484, 2006.
- 9) 柏原学ら：福岡県保健環境研究所年報，47, 67-71, 2020.
- 10) 柏原学ら：水環境学会誌，43(2), 35-41, 2020.
- 11) 柏原学ら：用水と廃水，63(5), 39-47, 2021.
- 12) 国土交通省河川局河川環境課：河川水質調査要領（案）第 II 章 調査対象水域の空間特性を踏まえた調査地点・調査項目・調査頻度の考え方，2005. https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/suishitsu/pdf2/2_dai2shou%20kangaekata.pdf (2021/10/13アクセス).
- 13) 日本産業標準調査会：工場排水試験方法（JIS K0102）. 日本規格協会，東京，2016.
- 14) 環境省 水・大気環境局：底質調査方法，2012. https://www.env.go.jp/water/teishitsu-chousa/00_full.pdf (2021/10/13アクセス).
- 15) 国土交通省河川局河川環境課：河川水質調査要領（案）参考資料（参考）底質試験方法，2005. https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/suishitsu/pdf2/20_sankou%20sikenhouhou.pdf (2021/10/13アクセス).
- 16) 堤裕昭ら：海の研究 12(3), 291-305, 2003.
- 17) 筑紫康弘，松井繁明：福岡県水産海洋技術センター研究報告，13, 103-110, 2003.
- 18) 小林節子，西村肇：水質汚濁研究，14(4), 253-260, 1991.
- 19) 郡山益実ら：土木学会論文集B2（海岸工学），68(2), I_1056-I_1060, 2012.

(英文要旨)

Nutrient desorption from sediment in water bodies that receive seasonal discharges from the Omuta City Northern Sewage Treatment Plant

Manabu KASHIWABARA, Koichiro HATA, Masaya MATSUKI, Takaoki KOGA, Toyokazu KOGA, Shusaku HIRAKAWA, Nobuhiro SHIMIZU, Gensei MATSUMOTO, Yuko ISHIBASHI, Takashi MIYAWAKI* and Hiroyuki YAMANISHI**

Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,

Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan

** Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu, Hibikino, Wakamatsu-ku, Kitakyushu, Fukuoka, 808-0135*

*** Department of Civil Engineering and Architecture, Faculty of Science and Engineering, Saga University,*

1 Honjo, Saga, Saga 840-8502

Nutrients may be released from sediment to water bodies under certain environmental conditions, thereby posing a potential threat to water quality. Sediments were collected from areas in the mouth of the Domen River and the Ariake Sea that received seasonal discharges of wastewater from the Omuta City Northern Sewage Treatment Plant and the patterns of nutrient release to water were examined under different conditions. Total phosphorus (T-P) was not released from the Ariake Sea sediment in aerobic conditions when nitrification was suppressed, but was released at other times and from sediment from other places. The amounts of total nitrogen (T-N) released tended to decrease, and the release did not show spatial or temporal variations. The amounts of T-P desorbed under anaerobic conditions tended to increase, and the increase in the amount desorbed under anaerobic conditions was large relative to the amount desorbed under aerobic conditions. Under anaerobic conditions, the amounts of T-N desorbed from all the sediments from all sampling events tended to increase, with the exception of the marine sediment that was collected during the period when nitrification was promoted. The amount of nutrient salts released from each seaweed booth was calculated from the release speed of release from sediments, and the results showed that the ratio of the amounts of T-P and T-N released to the amount of nutrients in the water directly above under static conditions ranged from 0.052% to 2.1% and from -1.2% to 0.34%, respectively.

[Key words; sewage treatment plant, seasonal operation, bottom mud, nutrient salts, elution test]