

工場・事業場における栄養塩類供給に係るガイドライン  
(ナレッジ集)

令和6年3月

兵庫県環境部水大気課

## 本ガイドライン（ナレッジ集）の策定経緯

かつて、瀕死の海と呼ばれた瀬戸内海は、厳しい排水規制のもと大きく水質が改善された。しかし、その反面、漁獲量は1995年以降急激に減少し、その要因の1つとして、窒素・りん濃度の低下が指摘されている。

兵庫県では、豊かで美しい瀬戸内海の再生に向けて、2019年10月に「環境の保全と創造に関する条例」を改正し、瀬戸内海の海域における良好な水質を保全し、かつ、豊かな生態系を確保する上で望ましい栄養塩類の海域濃度を定めた。

また、望ましい海域濃度の確保を目指し、2019年12月に「水質汚濁防止法第3条第3項の排水基準に関する条例」を改正し、播磨灘と大阪湾西部の沿岸域の下水道終末処理施設の規制緩和を行った。

この取組に加えて、民間の工場・事業場にも自主的な栄養塩類供給の推進に協力していただくため、2020年3月に「工場・事業場における栄養塩類供給に係るガイドライン」を策定した。

2021年3月の瀬戸内海環境保全特別措置法の改正を受け、2022年10月に「兵庫県栄養塩類管理計画」を策定し、栄養塩類増加措置実施者として、5箇所の工場・28箇所の下水処理場を位置づけた。

今回、2020年3月に策定したガイドライン（ナレッジ集）を改訂し、栄養塩類増加措置実施者による栄養塩類供給の実施方法等を追加した。

今後も、さらに多くの事例を収集し、手法の整理を行い、ガイドラインとして一層の充実を図っていく。

工場・事業場が、関係機関や地域住民等の理解のもと、本ガイドライン（ナレッジ集）を参考として、豊かで美しい瀬戸内海の再生に向けた取組に参画していただくことを期待する。

令和6年3月  
兵庫県環境部水大気課

## 目 次

第 1	瀬戸内海をとりまく状況	1
1	瀬戸内海の窒素及びりんに係る規制の状況	1
(1)	海域の窒素・りん濃度の環境基準の設定	1
(2)	水質総量規制制度の経緯	1
2	瀬戸内海の水質等	2
(1)	発生負荷量	2
(2)	水質	4
(3)	水産資源	5
3	豊かで美しい瀬戸内海に向けた取組	6
(1)	瀬戸内海環境保全特別措置法の改正	6
(2)	環境の保全と創造に関する条例の改正（全窒素・全りんの望ましい海域濃度設定）	7
(3)	下水道終末処理施設からの栄養塩類供給の推進	9
(4)	栄養塩類管理制度の創設	10
(5)	兵庫県栄養塩類管理計画の策定	10
第 2	兵庫県栄養塩類管理計画における栄養塩類供給に係る基本的考え方	11
(1)	対象海域	11
(2)	対象物質及び目標値	11
(3)	栄養塩類増加措置実施者の選定	12
(4)	栄養塩類増加措置実施者	13
(5)	事前評価	14
(6)	水質の目標値の達成状況の評価	14
第 3	栄養塩類供給の手法	15
1	工場・事業場での取組・検討事例	15
第 4	留意点・関係法令	32
1	留意点	32
(1)	窒素・りに係る総量規制基準の遵守	32
(2)	排水基準の遵守	32
(3)	地元との調整（協定を含む）	32
2	関係法令	33
(1)	港湾法	33
(2)	港則法	33
(3)	海岸法	33
(4)	河川法	33
参 考 資 料		37
1	下水道終末処理施設での栄養塩類管理運転実施状況	38
2	高濃度窒素処理技術の事例	67

## 第1 瀬戸内海をとりまく状況

### 1 瀬戸内海の窒素及びりんに係る規制の状況

瀬戸内海では、1965年頃から人口及び産業が集中し水質の汚濁が急速に進行し、「瀕死の海」と呼ばれるまでに至った。1971年及び1973年に、水質汚濁防止法及び瀬戸内海環境保全特別措置法がそれぞれ制定され、これらの法律に基づく水質保全対策等が進められてきた。

#### (1) 海域の窒素・りん濃度の環境基準の設定

海域の窒素・りん環境基準は1993年6月中央公害対策審議会答申を受け、同年8月に環境庁告示が改正され設定された。

同答申では、「窒素及びりんは一次生産者である植物プランクトンの栄養として海域の生態系の維持に必要であり、極端に濃度を低くする必要はない」という留意点もあげつつ、自然環境保全や水産等、海域の利用目的に応じた望ましい窒素及びりんのレベルを示した。

#### (2) 水質総量規制制度の経緯

水質総量規制制度は、人口及び産業が集中し汚濁が著しい広域的な閉鎖性海域の水質汚濁を防止するため、当該海域へ排出される汚濁負荷量の総量を目標量以下に削減する制度で、1978年から水質汚濁防止法及び瀬戸内海環境保全特別措置法の改正により導入された。

水質総量規制制度では、環境省が「総量削減基本方針」を定め、これに基づき都道府県知事が、削減目標量を達成するための総量削減計画を定めている。

総量削減基本方針は、最新の知見に基づき検討されており、以下のとおり変遷している。

##### ①CODの削減（第1次～）

第1次～4次水質総量規制（1979年～）はCODを対象に実施されてきた。

##### ②窒素及びりんの削減（第5次～）

第5次水質総量規制（2001年～）では、CODの一層の削減を図るとともに、窒素及びりんを併せた総合的な削減対策を推進することとされた。

##### ③大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海との区分（第6次～）

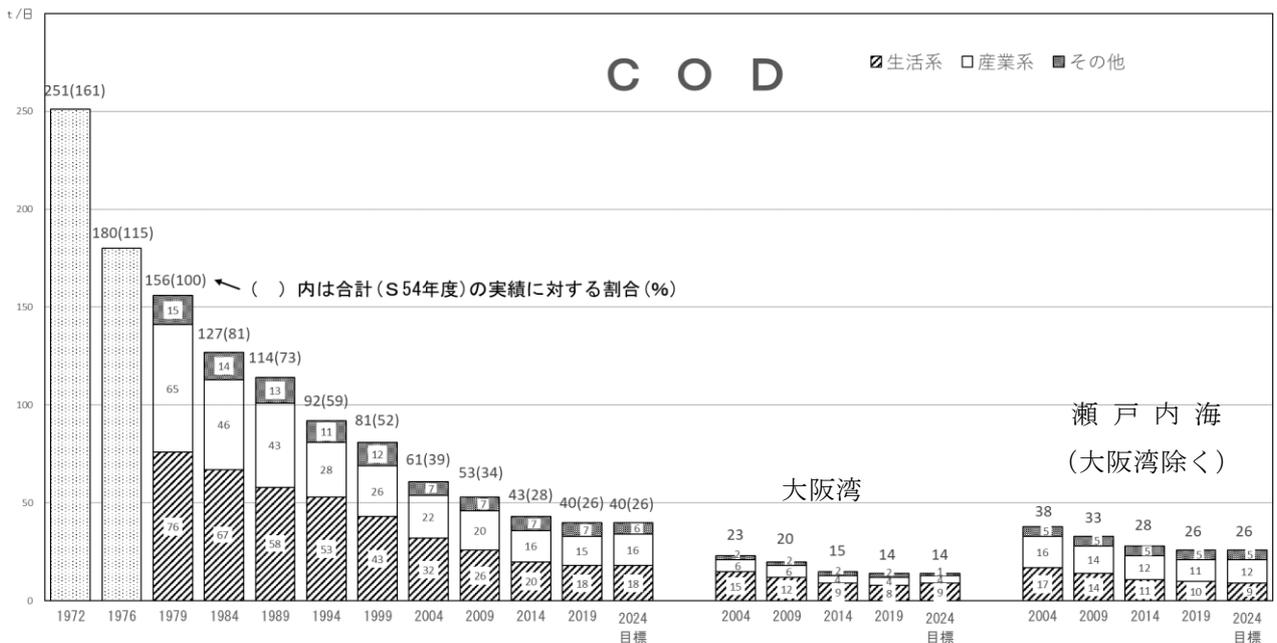
第6次以降（2006年～）の総量削減基本方針では、大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海とが区分され、削減の方途が定められた。

直近の第9次（2022年～）では、大阪湾においては、湾全体としては現在の水質を維持するための取組を継続しながら、湾奥部における赤潮や貧酸素水塊など、問題が発生している特定の海域において、局所ごとの課題に対応することを目途として、また、大阪湾を除く瀬戸内海においては、現在の水質から悪化させないことを目途とされた。

## 2 瀬戸内海の水質等

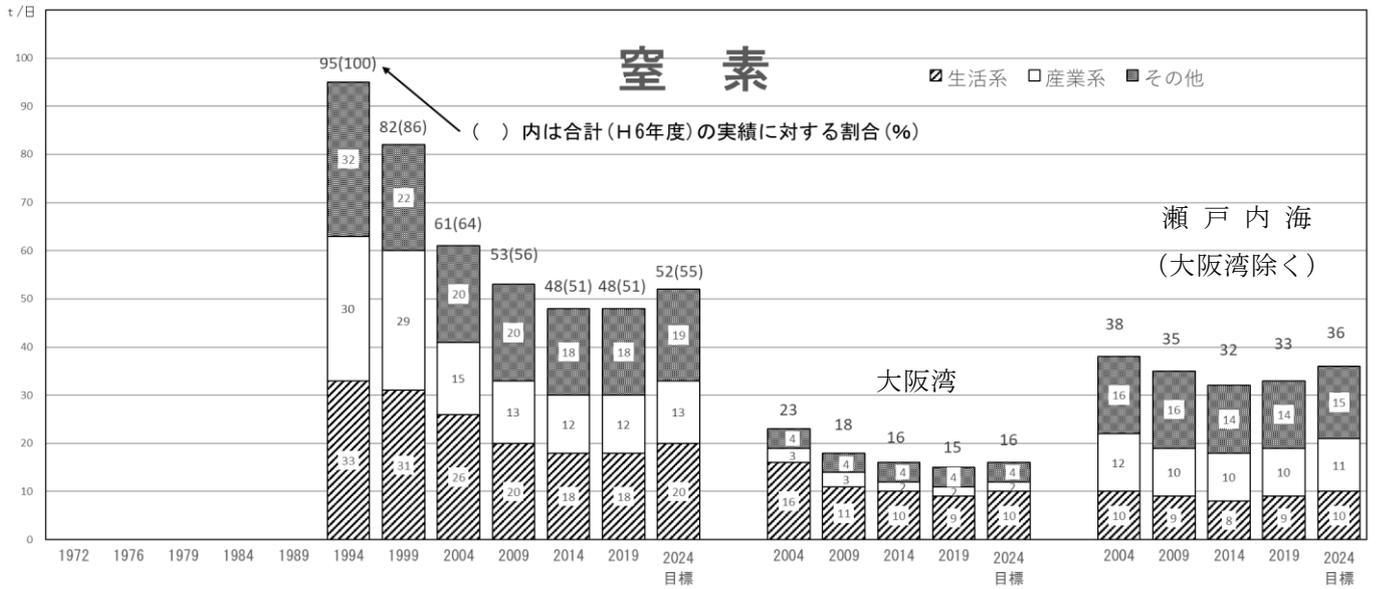
### (1) 発生負荷量

兵庫県域における陸域からの供給量（発生負荷量）は、これまでの水質総量削減等の取組によって、大幅に削減されており、各物質の規制開始時期と近年を比較すると、CODは1979年度から2019年度で約7割減、窒素は1994年度から2019年度で約5割減、りんは1979年度から2019年度で約8割減となっている。



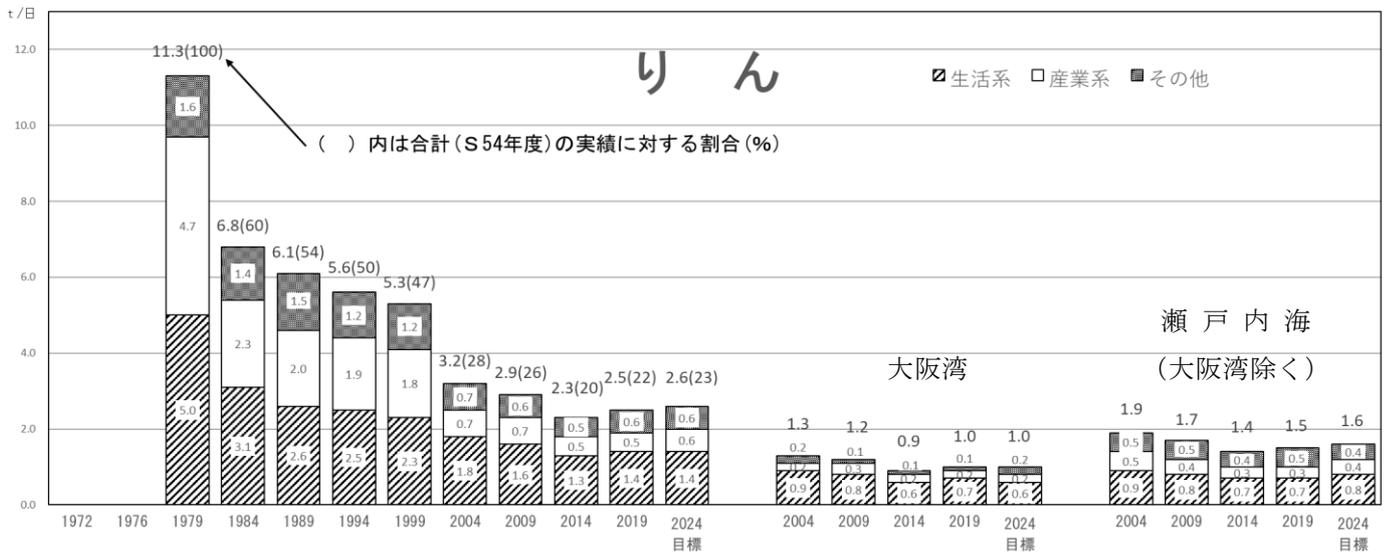
出典）発生負荷量管理等調査（環境省）

（年度）



出典) 発生負荷量管理等調査 (環境省)

(年度)



出典) 発生負荷量管理等調査 (環境省)

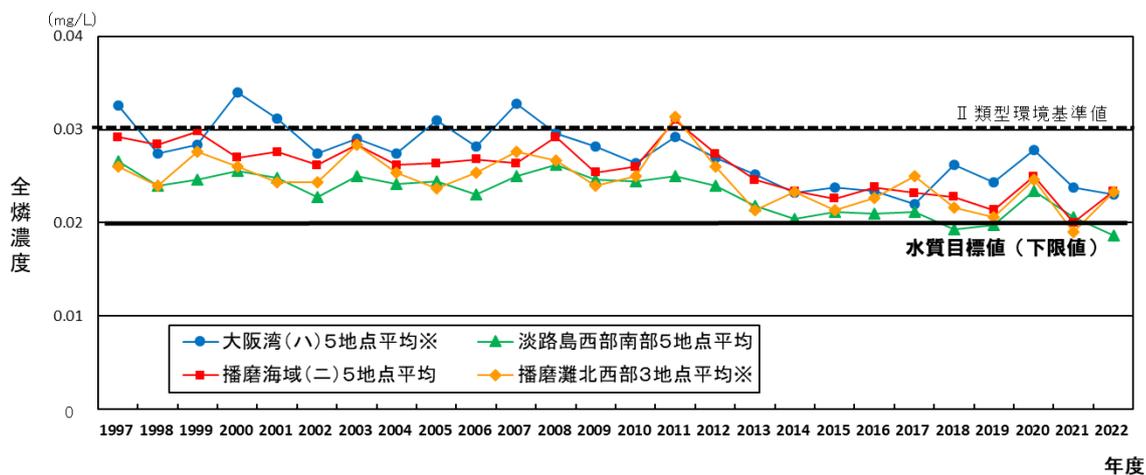
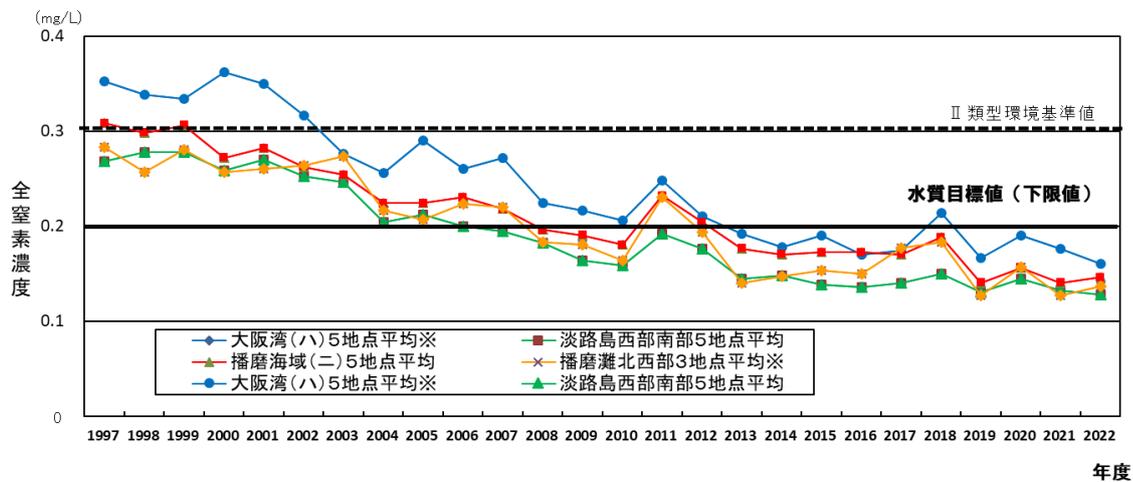
(年度)

※兵庫県内のCOD・全窒素・全りんの発生負荷量を示した。

## (2) 水質

全窒素及び全りん環境基準は、Ⅰ～Ⅳの類型ごとに基準値が定められており、兵庫県（瀬戸内海）の水域は、自然環境保全や水産等、海域の利用目的に応じてⅡ類型～Ⅳ類型に指定されている。

全窒素及び全りん濃度は、濃度規制や総量規制制度により高度成長期から大幅に改善し、全ての水域において環境基準達成率は100%となっている。中でもⅡ類型指定水域の県内4水域全てで、全窒素濃度は2003年度以降Ⅱ類型の環境基準値（0.3mg/L）を達成し、2013年度以降はⅠ類型の環境基準値（0.2mg/L）未達となっている。また、全りん濃度は1水域でⅠ類型の環境基準値（0.02mg/L）未達となっている。



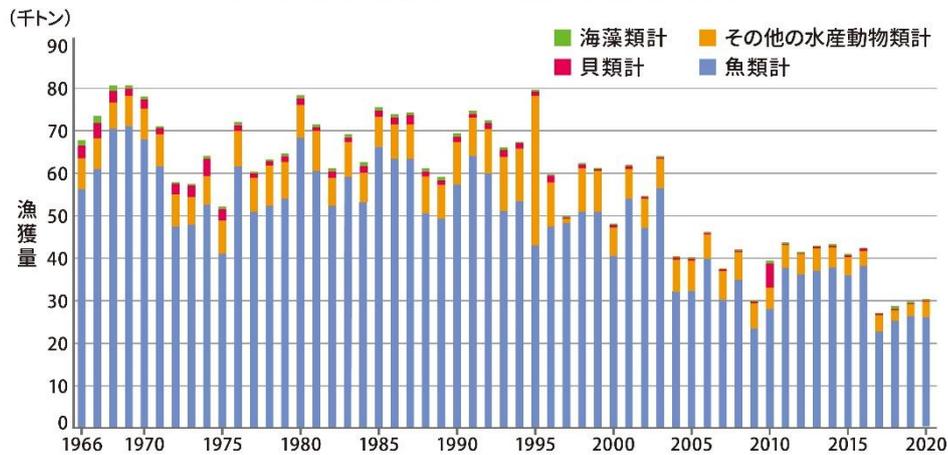
※兵庫県測定的全窒素・全りんの環境基準点のみの平均値を示した。

出典) 兵庫県公共用水域水質常時監視結果

### (3) 水産資源

総漁獲量は、1966～1995年までは50千～80千トン程度、1996～2003年までは50千～60千トン程度、2004～2020年までは30～45千トン程度で推移しており、1995年以降、急激に減少している。

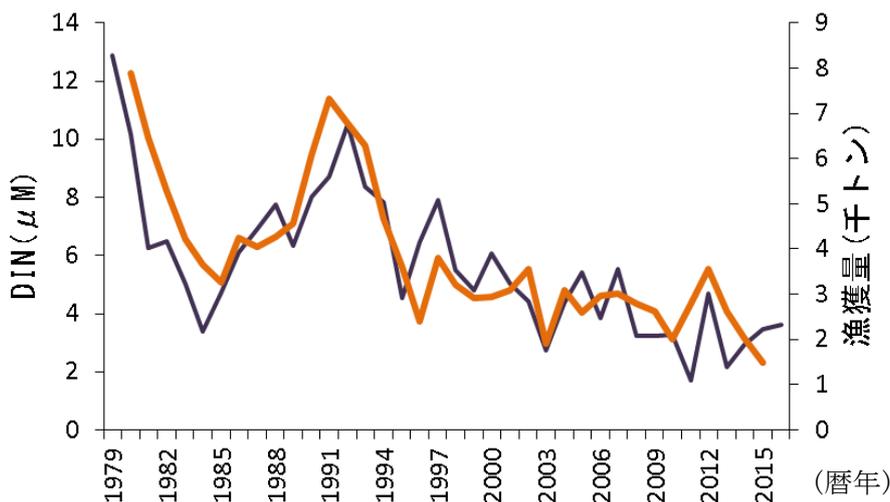
兵庫県(瀬戸内海)の漁獲量(養殖業を除く)



【出典】 漁業・養殖業生産統計(農林水産省)

漁獲量の急激な減少の要因として、窒素・りん濃度の低下、水温の変動等が指摘されている。中でも瀬戸内海の代表的な魚種であるイカナゴを対象にした兵庫県水産技術センターの調査研究によれば、イカナゴの漁獲量と栄養塩類濃度は同調して減少しているとされている。

栄養塩類(溶存無機態窒素(DIN))濃度とイカナゴ(シンコ)漁獲量との関係



※DIN

植物が直接利用できる形態である、溶存無機態(アンモニア態、亜硝酸態、硝酸態)の窒素のこと

— 冬季(前年11月-3月平均)の播磨灘のDIN濃度

— 播磨灘の標本組合のシンコ漁獲量(3年移動平均)

注

出典) 兵庫県水産技術センター

注: 一般的に、他の要因(例: 水温、気象等)の影響を大きく受ける自然現象を解析する際には、複数年度の移動平均を用いる

### 3 豊かで美しい瀬戸内海に向けた取組

#### (1) 瀬戸内海環境保全特別措置法の改正

瀬戸内海では、窒素・リンの環境基準達成率が大きく改善する等、水質は大きく改善している。

一方で、漁獲量の減少や藻場・干潟の減少等の対応しきれていない多くの課題があった。このため、兵庫県や関係機関等の働きかけにより、2015年10月に瀬戸内海環境保全特別措置法が改正され、新たに豊かな瀬戸内海を目指すという基本理念が設けられた。

#### (瀬戸内海環境保全特別措置法の基本理念)

##### 瀬戸内海の特徴

- 我が国のみならず世界においても比類のない美しさを誇り、かつ、その自然と人々の生活・生業及び地域のにぎわいとが調和した自然景観と文化的景観を併せ有する景勝の地
- 国民にとって貴重な漁業資源の宝庫  
⇒その恵沢を国民がひとしく享受し、後代の国民に継承すべきもの



人々の生活・生業



地域のにぎわい



自然景観



文化的景観

##### 瀬戸内海環境保全の方向性

- 人の活動が自然に対し適切に作用することを通じて、美しい景観が形成されていること
- 生物の多様性及び生産性が確保されていること 等  
⇒瀬戸内海の有する多面的価値及び機能が最大限に発揮された豊かな海（里海）とする

## (2) 環境の保全と創造に関する条例の改正（全窒素・全りん望ましい海域濃度設定）

兵庫県では、豊かで美しい瀬戸内海の再生に向けて「環境の保全と創造に関する条例」を2019年10月に改正し、事業者の責務や、瀬戸内海の海域における良好な水質を保全し、かつ、豊かな生態系を確保する上で望ましい栄養塩類の濃度（以下「望ましい海域濃度」という。）等を定めた。

### ①環境の保全と創造に関する条例の改正内容

次の内容を新たに追加した。

#### ○ 理念（第140条の2）

瀬戸内海を豊かで美しい「里海」として再生する。

#### ○ 施策（第140条の3）

瀬戸内海を再生するための施策（沿岸域の環境の保全、再生及び創出、水質の保全及び管理、自然景観及び文化的景観の保全、水産資源の持続的な利用の確保等）を実施する。

#### ○ 事業者・県民の責務（第140条の4）

事業者・県民は、瀬戸内海の再生に努める。

#### ○ 栄養塩類の適切な管理（第140条の5）

施策を実施するに当たり、栄養塩類の適切な管理を行う。

必要な調査及び研究を行い、施策に反映する。

### ② 窒素・りん望ましい海域濃度の設定（兵庫県域に限る）

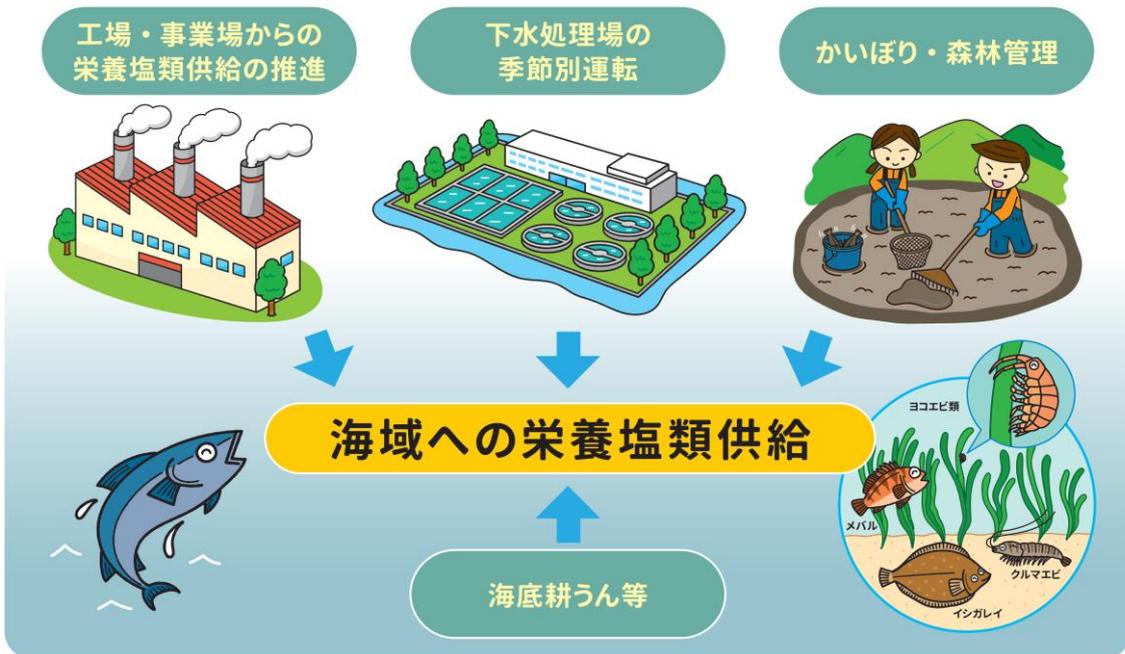
水域類型	望ましい濃度	
	全窒素	全りん
Ⅱ	0.2～0.3mg/L	0.02～0.03mg/L
Ⅲ	0.2～0.6mg/L	0.02～0.05mg/L
Ⅳ	0.2～1mg/L	0.02～0.09mg/L



※兵庫県域に限る

水域の類型指定概況図（全窒素・全りん）

■栄養塩類供給等の取組イメージ



### (3) 下水道終末処理施設からの栄養塩類供給の推進

2019年12月には、「水質汚濁防止法第3条第3項の排水基準に関する条例」を改正し、播磨灘と大阪湾西部の沿岸域の下水道終末処理施設についての排水基準を見直した。

#### 【下水道終末処理施設にかかるBOD上乗せ排水基準 改正の概要】

##### 1 趣旨

瀬戸内海における窒素やりん濃度の低下に対応するため、一部の下水処理場では、冬季に排水中の窒素濃度を上げる季節別運転に取り組んでいる。

しかしながら、季節別運転は通常とは異なる運転であるため、汚水を浄化する微生物の状態が不安定になり、生物化学的酸素要求量（BOD）が一時的に上昇する傾向にある。このため、兵庫県が定めた上乗せ排水基準が季節別運転の推進の支障となる懸念がある。

そこで、季節別運転の円滑な実施を図るため、下水道終末処理施設に関する上乗せ排水基準を撤廃する水域を定めた。

##### 2 BOD上乗せ排水基準の見直し

###### 【改正前】

県条例により、県独自の規定として、瀬戸内海側の下水道終末処理施設はBOD上乗せ排水基準（日間平均値：20mg/L、最大値：25mg/L）を適用

###### 【改正後】

瀬戸内海側の  
下水道終末  
処理施設

A 知事が定める水域※に放流する下水処理場

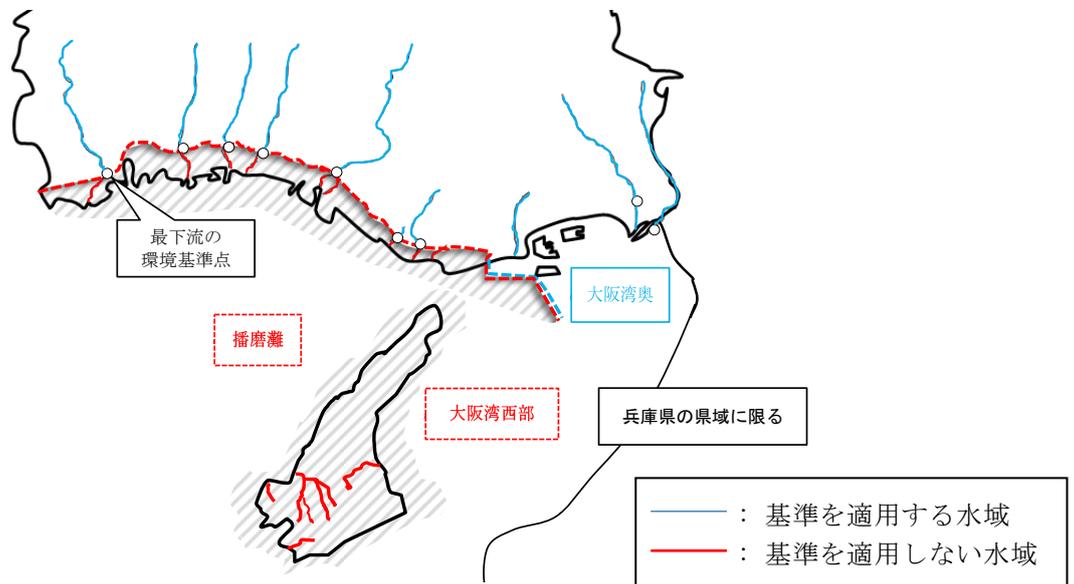
→ BOD上乗せ排水基準を適用しない

- ※ (1) 播磨灘及び大阪湾西部の海域  
(2) 播磨灘及び大阪湾西部へ流入する河川域について、  
ア 環境基準点を有する河川においては、その最も下流に位置する環境基準点より下流  
イ 環境基準点を有しない河川

B その他の水域に放流する下水処理場

→ BOD上乗せ排水基準を引き続き適用

(概念図)



#### (4) 栄養塩類管理制度の創設

兵庫県をはじめとした瀬戸内海の一部の水域で、栄養塩類の不足等により生物の多様性及び生産性の確保が困難となっていることから、2021年6月に瀬戸内海環境保全特別措置法が改正（2022年4月1日施行）され、「栄養塩類管理制度」が創設された。

関係府県知事は、特定の海域へ栄養塩類を適切に増加させるための措置（栄養塩類増加措置）の実施方法等を定めた栄養塩類管理計画を策定できることとなった。

栄養塩類管理制度により、これまでの栄養塩類の「排出規制」から、「きめ細かな管理」へ大きな転換が図られ、豊かで美しい里海の再生に向けて大きく前進させている。

府県知事が策定する「栄養塩類管理計画」に基づき、特定の海域への栄養塩類供給が可能

- ▶対象海域、水質の目標値、栄養塩類増加措置実施者、栄養塩類供給の実施方法、水質の測定方法等を計画に記載
- ▶計画策定時に栄養塩類供給が環境に及ぼす影響について調査・予測・評価
- ▶栄養塩類供給を実施する者に対する特例を新設（総量規制基準の適用除外等）

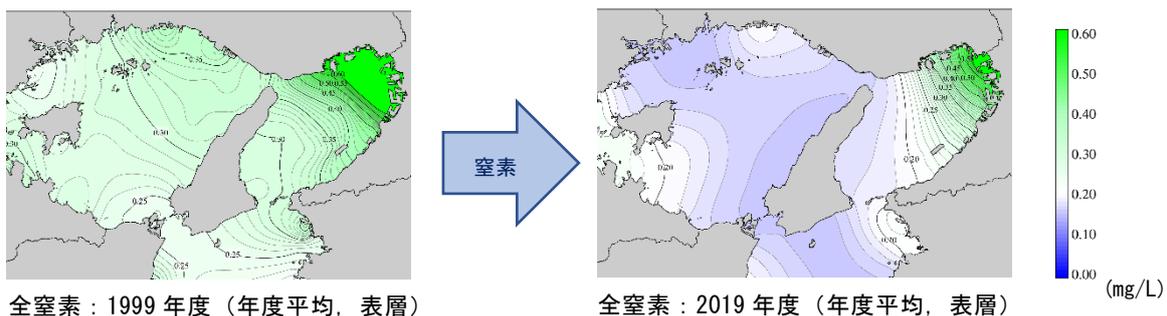
#### 栄養塩類管理制度の概要

#### (5) 兵庫県栄養塩類管理計画の策定

瀕死の海と呼ばれた瀬戸内海は、厳しい排水規制のもと、大きく水質が改善した反面、一部の海域で栄養塩類（全窒素及び全りん）の不足等によるのりの色落ち等が課題となっている。

兵庫県では改正瀬戸内海環境保全特別措置法に基づいて計画的な栄養塩類供給を行うため、瀬戸内海の関係府県に先駆け、2022年10月に「兵庫県栄養塩類管理計画」を策定した。

計画に基づく栄養塩類（特に全窒素）の供給により、これまでの栄養塩類の「排出規制」から、「きめ細やかな管理」へ大きく転換を図っている。



瀬戸内海（兵庫県域）の窒素濃度の変化

## 第2 兵庫県栄養塩類管理計画における栄養塩類供給に係る基本的考え方

### (1) 対象海域

漁業利用があり、全窒素濃度が県条例に基づく下限値を下回るおそれのある水域として、大阪湾(ハ)、播磨海域(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)、播磨灘北西部、淡路島西部・南部(水域類型はⅡ又はⅢ)の7水域を対象とする。



### (2) 対象物質及び目標値

対象物質は、生物の多様性及び生産性の確保に必要な物質である、「全窒素及び全りん」とする。

対象海域の水質の目標値は、県条例で定めた、瀬戸内海の海域における良好な水質を保全し、かつ、豊かな生態系を確保する上で望ましい栄養塩類濃度(県条例に基づく下限値以上、環境基準値以下)とする。

なお、全りんは全ての水域で水質の目標値を達成しているため、当面、全窒素のみを栄養塩類増加措置の対象とする。

類型	全窒素 (mg/L)	
	県条例下限値	環境基準値
Ⅱ	0.2	0.3
Ⅲ	0.2	0.6

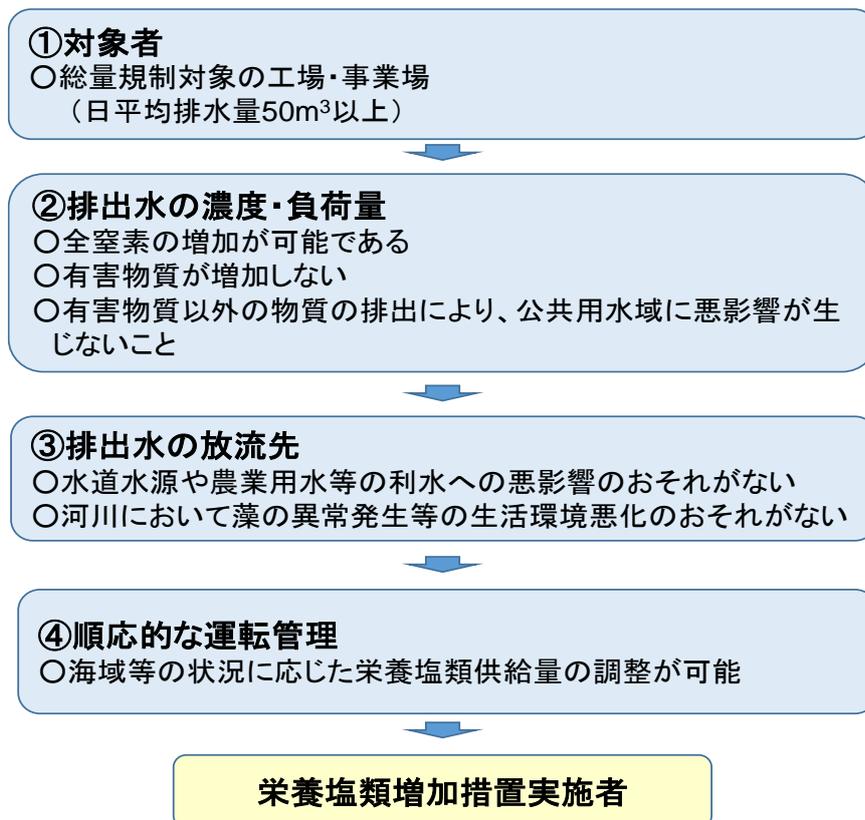
類型	全りん (mg/L)	
	県条例下限値	環境基準値
Ⅱ	0.02	0.03
Ⅲ	0.02	0.05

### (3) 栄養塩類増加措置実施者の選定

栄養塩類増加措置実施者に対しては、①水質汚濁防止法に基づく総量規制基準（栄養塩類増加措置の対象に限る。）の適用除外、②栄養塩類増加措置にかかる法の変更許可申請手続の一部緩和、といった特例が適用される。

このため、栄養塩類増加措置の実施による公共用水域への悪影響を生じさせないように、排出水の水質（有害物質等）や放流先の状況を考慮したうえで、海域の状況に応じた順応的な運転管理が可能な工場・事業場を栄養塩類増加措置実施者として選定することが求められる。

栄養塩類増加措置実施者を選定するための基本的な考え方を以下に示す。



栄養塩類増加措置実施者の選定の基本的な考え方

#### (4) 栄養塩類増加措置実施者

本計画に位置づける栄養塩類増加措置実施者は、5箇所の工場（1～5）及び28箇所の下水処理場（6～33）で合計33箇所の工場・事業場とする。

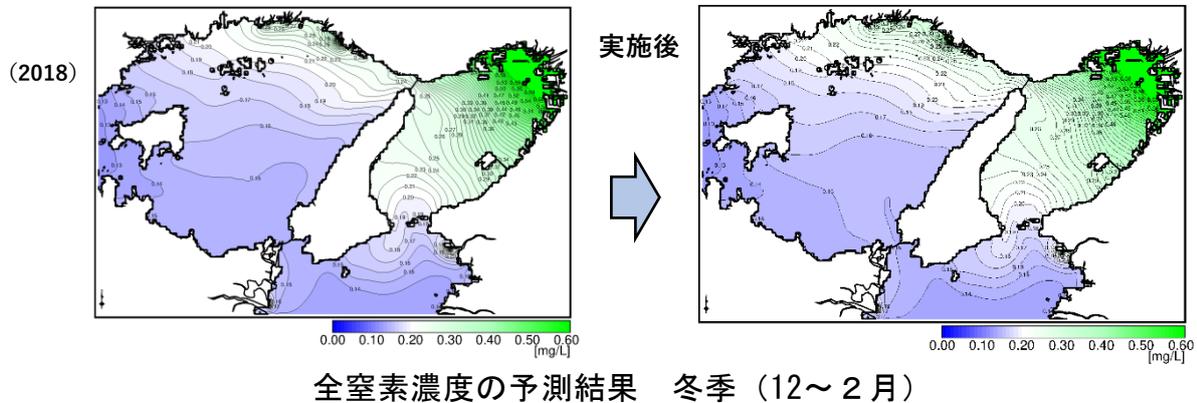
栄養塩類増加措置の実施期間については、5箇所の工場（1～5）は通年で実施し、28箇所の下水処理場（6～33）は、季節別運転（11月～4月）を基本とする。

#### 栄養塩類増加措置実施者

	実施者	事業場名	所在地	実施方法
1	株式会社神戸製鋼所	株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所	加古川市金沢町1	生産工程の一部変更 (還元剤の使用方法の変更)
2	関西熱化学株式会社	関西熱化学株式会社加古川工場	加古川市金沢町7	排水処理方法の変更 (高濃度窒素排水の分別回収停止等)
3	株式会社カネカ	株式会社カネカ高砂工業所	高砂市高砂町宮前町1-8	排水処理方法の変更 (脱窒工程におけるメタノールの使用停止)
4	サントリープロダクツ株式会社	サントリープロダクツ株式会社高砂工場	高砂市荒井町新浜2-2-1	排水処理方法の変更 (アンモニアストリッピング工程の迂回)
5	多木化学株式会社	多木化学株式会社本社工場	播磨町宮西346	排水処理方法の変更 (アンモニアストリッピング工程の迂回)
6	兵庫県	加古川下流浄化センター	加古川市尾上町養田1687-2	季節別運転 (硝化抑制、脱窒抑制)
7	兵庫県	揖保川浄化センター	姫路市網干区興浜字第一味岡2093	
8	神戸市	垂水処理場	神戸市垂水区平磯1-1-65	
9	姫路市	中部析水苑	姫路市飾磨区今在家1351-22	
10	姫路市	東部析水苑	姫路市白浜町丙585	
11	姫路市	大的析水苑	姫路市大塩町2018-27	
12	姫路市	家島浄化センター	姫路市家島町宮2144-85	
13	明石市	二見浄化センター	明石市二見町南二見3	
14	明石市	船上浄化センター	明石市船上町1-5	
15	明石市	朝霧浄化センター	明石市朝霧南町1-219	
16	明石市	大久保浄化センター	明石市大久保町八木742	
17	洲本市	洲本環境センター	洲本市塩屋1-1-4	
18	洲本市	五色浄化センター	洲本市五色町都志万歳才崎1357	
19	相生市	相生下水管理センター	相生市相生字小丸5327-12	
20	赤穂市	赤穂下水管理センター	赤穂市中広1862	
21	赤穂市	福浦下水処理場	赤穂市福浦3677-1	
22	高砂市	高砂浄化センター	高砂市高砂町東宮町1042-1	
23	高砂市	伊保浄化センター	高砂市梅井6-2-1	
24	南あわじ市	松帆・湊浄化センター	南あわじ市松帆江尻浜630	
25	南あわじ市	津井浄化センター	南あわじ市津井966-1	
26	南あわじ市	福良浄化センター	南あわじ市福良甲123	
27	南あわじ市	阿万浄化センター	南あわじ市阿万下町字湯ノ谷池内168-1	
28	南あわじ市	灘浄化センター	南あわじ市灘円実121-1	
29	淡路市	津名浄化センター	淡路市生穂新島6	
30	淡路市	北淡浄化センター	淡路市富島25-6	
31	淡路市	一宮浄化センター	淡路市多賀2878-1	
32	淡路市	淡路東浦浄化センター	淡路市夢舞台8-8	
33	たつの市	室津浄化センター	たつの市御津町室津二丁目145-5	

## (5) 事前評価

栄養塩類増加措置実施による海域での水質の変化を数値モデルで事前評価を実施した。全窒素及び全りんは全水域で環境基準を達成している。CODは環境基準達成状況に変化がなかった。



## (6) 水質の目標値の達成状況の評価

対象海域の対象物質の濃度について、水質汚濁防止法第15条に基づく常時監視調査により確認する。

- ① 測定地点：対象海域の全窒素及び全りんの環境基準点（24地点）
- ② 測定方法：水濁法第16条に定める測定計画の方法
- ③ 頻度：月1回、年12回実施

水質の目標値の達成状況は、常時監視調査結果（年平均値）と水質の目標値を比較し評価する。

- ① 水質の目標値に適合しているか年間平均値で達成状況の評価
- ② ①に加え、栄養塩類増加措置の実施状況を踏まえ、11月～4月と5月～10月で達成状況の評価

### 第3 栄養塩類供給の手法

#### 1 工場・事業場での取組・検討事例

工場・事業場における栄養塩類供給増の取組事例（検討事例を含む）は下表のとおりである。なお、栄養塩類供給に取り組んでいる（または、検討している）工場・事業場に情報提供を依頼し、提供を受けた情報（個票）は p. 17 以降に示すとおりである。

それぞれの取組・検討に際して確認した法令・基準等は、水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）、瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）、地域との協定（協定値）等であり、排水口の統合を行った事例 No. 1 では工場立地法（ピット新設による緑地面積減少への対応）もあげられている。

工場・事業場での取組・検討事例（概要）（その1）

No.	業種	排水処理方法	取組の概要	取組の効果	メリット（○）、デメリット（×）
1	化学工業	嫌気処理（精製工程）、好気性活性汚泥処理（後処理工程）	これまでの3箇所 の工場排水口を瀬戸内海に面する1箇所に統合	排出する栄養塩類の拡散（拡散予測シミュレーション）を行い確認	○：従来のプロセス排水路を雨水排水路に変更したことで、集中豪雨に対する工場敷地内の冠水緩和が期待できる／排水分析経費の削減（3箇所→1箇所） ×：特になし
			【検討中】 活性汚泥処理施設の後工程の第二脱窒施設の運転条件を緩和 凝集沈殿槽の凝集剤量を調整	排水中の窒素・りんを増加させることが可能	
2	化学工業	消石灰による中和凝集沈殿処理、脱窒素処理など	汚水の一部について、脱窒素処理（アンモニアストリッピング処理）工程を迂回	海域への窒素負荷量の増加	○：エネルギー（蒸気）、薬品（NaOH）量の削減、人件費の削減 ×：施設設置費用
3	無機化学工業	脱窒処理、中和処理、凝集沈殿処理、ろ過	【検討中】 脱窒処理（アンモニアストリッピング処理）の運転条件の変更（pH低下、蒸気吹き込み量の減少など）により脱窒効率を下げる	排出する窒素負荷量を排水規制の範囲内で増減させることが可能 アンモニアストリッピング装置の運転条件を変更することで窒素負荷量を管理するため、必要な時に変動させることが可能	○：アンモニアストリッピングの運転条件を緩和させる方向であるため、排水処理の維持管理経費が抑制できる ×：アンモニアストリッピング施設の設置費用が必要、濃度やpHがある程度安定した処理原液でなければ運転管理が困難

工場・事業場での取組・検討事例（概要） （その2）

No.	業種	排水処理方法	取組の概要	取組の効果	メリット（○）、デメリット（×）
4	化学工業	中和・酸化還元処理 ※精製過程などで発生するアンモニア廃ガスは硫酸吸収液として外部委託先で処理	【検討中】 アンモニア廃ガスの硫酸吸収液を適切に処理して排出	窒素排出量の増加につながる可能性あり	
5	無機化学工業、非鉄金属製錬	中和、凝集沈殿、精ろ過、pH調整	新規事業に合わせて排水中のりん濃度を見直し	排出するりん負荷量の増加	○:安定生産によるエネルギー等原単位改善、排水中りん負荷量申請値超過リスクの低減、操業資材費削減 ×:特になし
6	鉄鋼業	凝集沈殿処理	【検討中】 製品コーティング剤洗浄工程でのエアブロー工程を廃止	排出する窒素負荷量の増加	○:届出値等を変更することで T-N 値の管理に余裕ができる ×:環境影響調査等に相当の費用が発生する
7	鉄鋼業	沈降処理（薬注あり）、ろ過	・系内循環水量の増加による排水中への窒素溶解量の増加 ・水処理薬剤使用量の削減による COD 負荷量の抑制と窒素の選択的増加	排出する窒素負荷量の増加	
8	鉄鋼業	活性污泥処理法	循環利用していた低温ドレン水を排水	排出する窒素負荷量の増加	
9	清涼飲料製造業	加圧浮上装置、嫌気処理設備、好気処理設備（硝化・脱窒）、凝集沈殿槽、ろ過器（砂ろ過・活性炭ろ過）	【検討中】 脱窒工程におけるメタノールの使用削減もしくは停止	排出する窒素負荷量の増加	

個票

No.	1	取組状況	取組中
業種	●化学工業		
主要製品	●化成品、機能性樹脂、発泡樹脂、食品、機能性食品他		
窒素、りんが生じる工程等	<p>●培養系排水</p> <pre> graph LR     Raw[原料] --&gt; Cult[培養工程]     Ammonia[アンモニア] --&gt; Cult     Phosphate[りん酸] --&gt; Cult     Cult --&gt; Refine[精製工程]     Refine --&gt; Post[後処理工程]     Post --&gt; Product[製品]     Refine --&gt; Anaerobic[嫌気処理]     Post --&gt; Aerobic[好気性処理]     Anaerobic --&gt; Aerobic     Aerobic --&gt; WWT[総合排水]     </pre>		
排水処理方式	●嫌気処理、好気性活性汚泥処理		
具体的な取組	<p>●工場排水口は、これまで3か所（No. 1 排水口、No. 8 排水口、No. 9 排水口）あったが、令和元年8月に瀬戸内海に面する1か所（No. 1 排水口）に統合した。</p> <p>●その際に、外部機関を用いて栄養塩類の拡散予測シミュレーションを行った結果、排水路を統合した後は栄養塩類が港湾内で減少し、沿岸域で上昇することを確認した。</p> <p>変更前</p> <p>変更後</p> <p>①NO. 1 排水口 ⑧NO. 8 排水口 ⑨NO. 9 排水口</p>		
確認した法令・基準、実施した法令手続き	法令・基準等	対応	備考
	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○	
	瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○	変更許可申請、事前評価の実施
	地域との協定（協定値）	○	協定値の変更
	その他	○	工場立地法（排水路統合に伴うピット新設による緑地面積減少）

効果	●排出する栄養塩類（窒素、りん）の拡散 など
メリット	●従来のプロセス排水路を雨水排水路に変更したことで、集中豪雨に対し工場敷地内の冠水緩和が期待できる。 ●排水分析経費の削減（3か所→1か所）
デメリット	特になし
その他	<p>●工場内の一部排水処理施設で活性汚泥処理施設の後工程に第二脱窒施設を有しており、主に硝酸態Nを窒素に変え、排水中窒素を低減させる運転を行っている。今後、栄養塩類の供給量を増加させる手立てとして、第二脱窒施設の運転条件を緩和することで排水中窒素を増加させることが可能である。また、りんの調整は、凝集沈殿槽の凝集剤量にて調整、管理しており、凝集剤の調整により排水中りんを増加させることができる（但し、窒素、りんの増加量はいずれも実機施設でテストによる確認が必要である）。</p> <p>栄養塩類供給フロー図</p>

No.	2	取組状況	取組中
業種	●化学工業		
主要製品	●肥料、水処理剤、化学工業品		
窒素、りんが生じる工程等	<p>●化学製品の製造工程及び肥料工場の乾燥排ガス処理工程で発生する。</p> <p>①化学製品の工程排水の処理水</p> <p>②肥料工場の乾燥排ガス処理排水</p> <p>③化学製品の洗浄工程排水等</p>		
排水処理方式	<p>●前段：アンモニアストリッピングによる脱窒素処理</p> <p>後段：消石灰による中和凝集沈殿処理</p>		

<p>具体的な取組</p>	<p>●排水処理工程を見直し、前段の脱窒素処理を一部行わないことで、海域に放出する窒素量を増加する。</p> <p>第1期) 化学製品の工程排水の処理水 4 m<sup>3</sup>/日を脱窒素処理せずに排水処理施設出口に放流する (図中①)</p> <p>第2期) 肥料工場の乾燥排ガス処理排水及び化学製品の洗浄工程排水等の 23.4 m<sup>3</sup>/日を脱窒素処理せずに、後段の中和凝集沈殿処理工程に送る (図中②③)</p> <p>( ) は排水量 m<sup>3</sup>/日</p> <p>● 総量規制測定地点</p>															
<p>確認した法令・基準、実施した法令手続き</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>法令・基準等</th> <th>対応</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水質汚濁防止法 (排水基準・総量規制基準)</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>瀬戸内海環境保全特別措置法 (許可値)</td> <td>○</td> <td>許可済み</td> </tr> <tr> <td>地域との協定 (協定値)</td> <td>○</td> <td>COD, SS 負荷は現状維持</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	法令・基準等	対応	備考	水質汚濁防止法 (排水基準・総量規制基準)	○		瀬戸内海環境保全特別措置法 (許可値)	○	許可済み	地域との協定 (協定値)	○	COD, SS 負荷は現状維持	その他		
法令・基準等	対応	備考														
水質汚濁防止法 (排水基準・総量規制基準)	○															
瀬戸内海環境保全特別措置法 (許可値)	○	許可済み														
地域との協定 (協定値)	○	COD, SS 負荷は現状維持														
その他																
<p>効果</p>	<p>●海域に排出する窒素負荷量増 第1期: 35kg/日、第2期: 62kg/日 合計: 97kg/日</p>															
<p>メリット</p>	<p>●電力量、蒸気量、薬剤 (水酸化ナトリウム) 量等の削減</p>															
<p>デメリット</p>	<p>●設備改造コストが必要</p>															
<p>その他</p>																

No.	3	取組状況	検討中												
業種	●無機化学工業製品製造業（原料中に含まれるレアメタルを回収し、化成品として販売する）														
主要製品															
窒素、りんが生じる工程等	<p>●レアメタルを含む原料を焙焼して可溶性の塩として水に浸出させたのち、アンモニウム塩として析出させて回収する工程において、窒素含有排水が発生する。</p> <p>レアメタルが含まれる溶液に硫酸アンモニウムや塩化アンモニウムといったアンモニウム塩を過剰に添加する事で、当該レアメタルのアンモニウム塩を回収することができるが、最終的に余剰のアンモニアが溶液中に残留することになり、窒素濃度の高い排水が発生する。</p> <p>フロー図</p>														
排水処理方式	●アンモニアストリッピング														
具体的な取組	<p>●アンモニアストリッピング装置を用いて排水の脱窒処理を行う際、運転条件を変更することで脱窒効率を下げる。</p> <p>アンモニアストリッピング装置は、高温、高アルカリ下で液中のアンモニア態窒素をガス化させ、アンモニア水として窒素を回収したり、無害な窒素ガスとして大気に放出させて除去する装置である。一般に pH や水温が除去率に影響を及ぼすため、pH を少し下げたり、蒸気の吹き込み量を減らしたりすることで脱窒効率を下げるができる。</p> <p>排水処理フロー図</p> <p>変更箇所</p> <table border="1"> <tr> <td>(変更前)</td> <td>(変更後)</td> </tr> <tr> <td>流量 100m<sup>3</sup>/日</td> <td>流量 100m<sup>3</sup>/日</td> </tr> <tr> <td>窒素 20mg/L</td> <td>窒素 40mg/L</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>(変更前)</td> <td>(変更後)</td> </tr> <tr> <td>流量 1,000m<sup>3</sup>/日</td> <td>流量 1,000m<sup>3</sup>/日</td> </tr> <tr> <td>窒素 2mg/L</td> <td>窒素 4mg/L</td> </tr> </table>			(変更前)	(変更後)	流量 100m <sup>3</sup> /日	流量 100m <sup>3</sup> /日	窒素 20mg/L	窒素 40mg/L	(変更前)	(変更後)	流量 1,000m <sup>3</sup> /日	流量 1,000m <sup>3</sup> /日	窒素 2mg/L	窒素 4mg/L
(変更前)	(変更後)														
流量 100m <sup>3</sup> /日	流量 100m <sup>3</sup> /日														
窒素 20mg/L	窒素 40mg/L														
(変更前)	(変更後)														
流量 1,000m <sup>3</sup> /日	流量 1,000m <sup>3</sup> /日														
窒素 2mg/L	窒素 4mg/L														

確認した 法令・基 準、実施 した法令 手続き	法令・基準等	対応	備考
	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○	
	瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○	
	地域との協定（協定値）	○	
	その他		
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 排出する窒素負荷量を排水規制の範囲内で増減させることが可能である。</li> <li>● アンモニアストリッピング装置の運転条件を変更することで窒素負荷量を管理するので必要な時に変動させることが可能である。</li> </ul>		
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アンモニアストリッピングの運転条件を緩和させる方向であるため、変更前に比べると排水処理の維持管理経費が抑えられる。</li> </ul>		
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アンモニアストリッピング施設の設置費用が必要である。</li> <li>● 濃度や pH がある程度安定した処理原液でないと運転管理が困難である。</li> </ul>		
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 総量規制基準値の範囲内で窒素濃度をコントロールする必要があるが、その範囲は狭いため、アンモニアストリッピングの運転条件の緩和の余地は狭く運転管理は比較的難しいと思われる。</li> </ul>		

No.	4	取組状況	検討中
業種	●化学製造製品の製造および販売		
主要製品	●ガス製品、ガス関連機器、機能化学製品、工業薬品		
窒素、りんが生じる工程等	<p>●高純度アンモニア製造工程におけるアンモニア廃ガスの硫酸吸収処理</p>		
排水処理方式	<p>●中和・酸化還元処理（汚濁負荷の低い排水）</p> <p>●産廃処理（汚濁負荷の高い汚水：例えば、強酸であるアンモニア廃ガスの硫酸吸収液は、アルカリで中和するとアンモニアガスが発生するため自社処理は困難）</p>		
具体的な取組	<p>●工場内には専用設備と汎用設備がある。</p> <p>[専用設備]</p> <p>排出できる窒素分は以前から排出している（硝酸アンモニウムを含む廃水を一時的に排出）。なお、アンモニア廃ガスの硫酸吸収液は、中和処理する場合に多量のアルカリ調達が必要になる。また、中和の際に有害で可燃性のアンモニアガスが発生し、排水中の窒素分は減少する。アンモニア、アンモニウム化合物は、水質汚濁防止法の有害物質に該当するため排水基準の規制がある。</p> <p>排出ガス処理フロー図</p> <p>排出量 4,800kg/月 成分 硫酸アンモニウム 硫酸 水分 (pH=2)</p> <p>排出量 200kg/月 成分 硫酸アンモニウム 硫酸 水分 (pH=3)</p> <p>[汎用設備]</p> <p>含まれる窒素分は、有機化合物に含む窒素分であり排出すると窒素だけでなくCOD、油分などの排出につながる。また、製品が数ヶ月で切り替わるうえ年によって予定が変わるため、計画的な排出はできない。</p>		

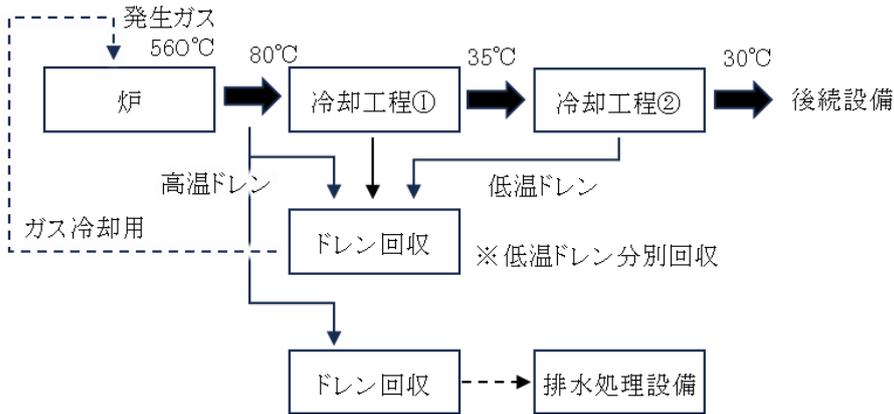
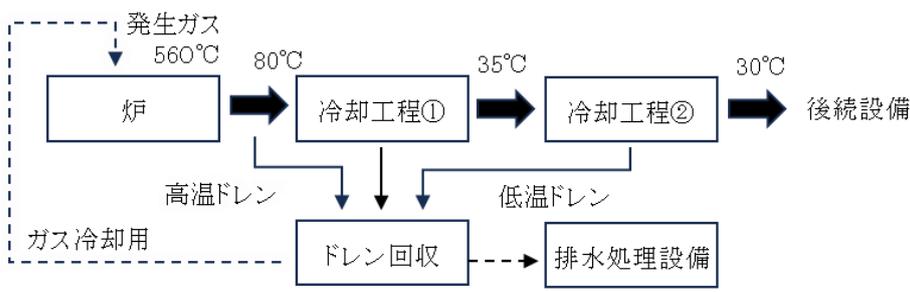
確認した法令・基準、実施した法令手続き	法令・基準等	対応	備考
	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○	
	瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○	
	地域との協定（協定値）	○	
	その他		
効果	●アンモニア廃ガスの硫酸吸収液を適切に処理して排出できる方法が見つかれば、窒素排出量の増加につながる可能性が出てくる。		
メリット	—		
デメリット	—		
その他	<p>（課題）</p> <p>●沖合への排出は難しい 当工場から放流する海域周辺は大きな工場が多く湾が入り込んでいるため、沖合へ栄養塩類を排出することは困難である。</p> <p>●現状の管理範囲で排出するのは難しい 工場排水中の窒素濃度は変動があるため許可値に対して余裕を持った排出をしているが、新たな排出分が上乘せされた場合には窒素濃度が管理値を超過する可能性が出てくる。増加分を管理するために、他の排水とは別に放流用の排水設備を設置しないと難しいかもしれない。また、24時間稼働のため、夜間・休日に異常が発生するようになると安定操業に影響が出る恐れもある。</p> <p>●排水管理体制の見直し費用が必要になる 工場排水中の管理方法を変更して放流する場合、排水処理設備、測定計器、排水管理基準、排水監視者の見直しなどが必要になり、費用をかけて対応したが栄養塩類の改善にあまり効果がなかったという結果は避けたい。</p>		

No.	5	取組状況	取組中
業種	●無機化学工業、非鉄金属製錬		
主要製品	●無機化学工業品、化成品		
窒素、りんが生じる工程等	<p>●製品Aの溶媒抽出工程に P 含有有機溶媒を用いるため、廃水①、②に P が含まれる。</p> <p>工程 1</p> <p>工程 2</p>		
排水処理方式	●凝集沈殿等		
具体的な取組	<p>●栄養塩類（りん）の具体的な取組図</p> <p>【変更前】濃度：0.1mg/L 【変更後】濃度：0.3mg/L</p> <p>【変更前】濃度：0.3mg/L 【変更後】濃度：0.6mg/L</p> <p>※廃水①は、油水分離－活性炭吸着処理しているものの P、COD の完全除去が困難、廃水②には、P 除去工程が無い。新規事業に合わせて排水中 P 濃度の見直しを行った。</p>		
確認した法令・基準、実施した法令手続き	法令・基準等	対応	備考
	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○	
	瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○	
	地域との協定（協定値）	○	事前協議
	その他		

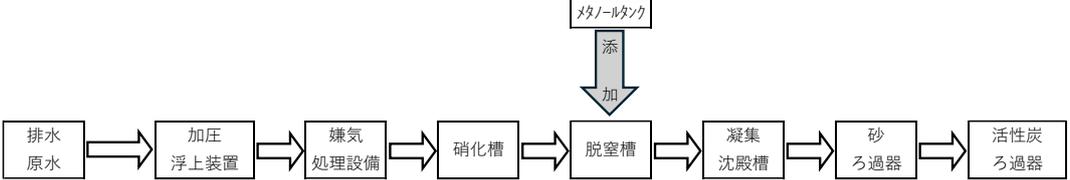
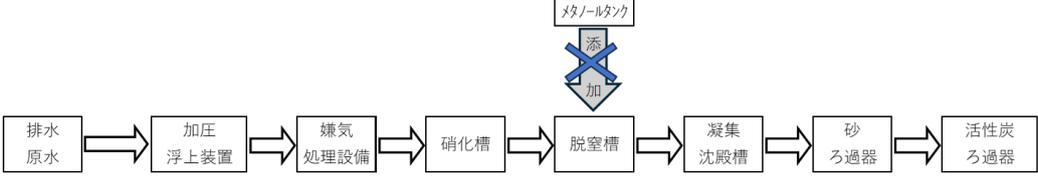
効果	●排出する栄養塩類負荷量の増加
メリット	●安定生産によるエネルギー等原単位改善 ●排水中P負荷量申請値超過リスクの低減 ●操業資材費削減
デメリット	特になし
その他	●総量規制基準内でCOD負荷量を見直しすることで、更に栄養塩類(りん)供給増を検討。 ●増産起業時には、水バランス、更なる負荷量の見直し(P、N、COD)を検討。

No.	6	取組状況	検討中															
業種	●鉄鋼業																	
主要製品																		
窒素、りんが生じる工程等	<p>●製品コーティング剤の洗浄工程</p> <p>(窒素含有水をリターン)</p>																	
排水処理方式	●凝集沈殿法																	
具体的な取組	<p>●製品コーティング剤洗浄工程への窒素持ち込み量を増加させる。具体的には、持ち込み量抑制工程であるエアブロー工程の廃止。</p>																	
確認した法令・基準、実施した法令手続き	<table border="1"> <thead> <tr> <th>法令・基準等</th> <th>対応</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地域との協定（協定値）</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			法令・基準等	対応	備考	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○		瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○		地域との協定（協定値）	○		その他		
法令・基準等	対応	備考																
水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○																	
瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○																	
地域との協定（協定値）	○																	
その他																		
効果	<p>●排出する栄養塩類負荷量の増加量：約 1～3mg/L (T-N) (約 0.9kg/日)</p> <p>●季節変動量、年変動量：特になし</p>																	
メリット	●届出値等を変更することで T-N 値の管理に余裕ができる。																	
デメリット	●環境影響調査等かなりの費用が発生する。																	
その他	<p>●工程廃止に伴う製品への影響調査が必要</p> <p>●T-N の増加量については検証が必要</p>																	

No.	7	取組状況	取組中															
業種	鉄鋼業																	
主要製品	鉄鋼製品（厚板鋼板・薄板鋼板・線材）																	
窒素、りんが生じる工程等	<p>●微粉炭を高炉に直接吹込む（PCI） 操業により、微粉炭由来の窒素分を含む高炉ガスが発生する。高炉ガス中の窒素分はガス冷却設備（湿式ガス清浄設備）で循環水に捕集され、一部がろ過処理を経て所外に排出される。</p>																	
排水処理方式	●沈降処理（薬注あり）、ろ過																	
具体的な取組	<p>●系内循環させる水量を増加させることにより、排水中への窒素溶解量を増加させた。</p> <p>●排水量増によってSS濃度が低下することに伴いCOD源となる水処理薬剤の使用量を削減でき、COD負荷量増を最小限としつつ、窒素のみを選択的に増加させた。</p>																	
確認した法令・基準、実施した法令手続き	<table border="1"> <thead> <tr> <th>法令・基準等</th> <th>対応</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地域との協定（協定値）</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			法令・基準等	対応	備考	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○		瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○		地域との協定（協定値）	○		その他		
法令・基準等	対応	備考																
水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○																	
瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○																	
地域との協定（協定値）	○																	
その他																		
効果	●排出する栄養塩類の増加量：270kg/日																	
メリット	—																	
デメリット	—																	
その他	—																	

No.	8	取組状況	取組中
業種	●鉄鋼業		
主要製品	●コークス・化成品・ガス製品		
窒素、りんが生じる工程等	<p>●ガス精製の冷却工程</p> <p>※炉から発生するガス中にはアンモニアが含まれる。</p> <p>※ガスを冷却した際には水分が凝縮しドレンとなり、ドレンにガス中のアンモニアが溶解する。</p> 		
排水処理方式	●活性汚泥処理法		
具体的な取組	<p>●炉から発生したガスを冷却する工程としては（１）炉、（２）冷却工程①、（３）冷却工程②があり、それぞれ異なる温度のドレンが発生する。（１）は約 80℃の高温ドレン、（２）（３）は 30～35℃の低温ドレンが発生する。</p> <p>●水とアンモニアの気液平衡により高温ドレン中のアンモニア濃度は低く、低温ドレン中のアンモニア濃度は高い。これまではこの性質を利用して、低温ドレンを分別回収し、ガス冷却用として循環使用していた。高温のドレンのみを排水処理設備に送水していた。</p> <p>●今回、栄養塩類増加措置として、高温ドレンと低温ドレンを混合したドレンを排水処理設備に送水することにした。</p> <p>※対策後のフロー</p>  <p>※アンモニアを多く含む低温ドレンと混合したドレンを排水処理設備に送水</p>		

確認した 法令・基 準、実施 した法令 手続き	法令・基準等	対応	備考
	水質汚濁防止法（排水基準・総量規制基準）	○	
	瀬戸内海環境保全特別措置法（許可値）	○	
	地域との協定（協定値）	○	
	その他		
効果	●排出する栄養塩類の増加量：約 500kg/日		
メリット	—		
デメリット	—		
その他	●対策による実施効果を引き続き確認・検証していく。		

No.	9	取組状況	検討中															
業種	●清涼飲料製造業																	
主要製品	●お茶、コーヒー、清涼飲料、他製品製造																	
窒素、りんが生じる工程等	<p>●清涼飲料製造工程より排出される排水(排水原水)を下記の工程で処理するなかで発生</p> 																	
排水処理方式	●加圧浮上装置 → 嫌気処理設備 → 好気処理設備(硝化・脱窒) → 凝集沈殿槽 → ろ過器(砂ろ過・活性炭ろ過)																	
具体的な取組	<p>●窒素処理を行う脱窒工程におけるメタノールの使用削減もしくは停止</p> 																	
確認した法令・基準、実施した法令手続き	<table border="1"> <thead> <tr> <th>法令・基準等</th> <th>対応</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水質汚濁防止法(排水基準・総量規制基準)</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>瀬戸内海環境保全特別措置法(許可値)</td> <td>○</td> <td>変更許可申請</td> </tr> <tr> <td>地域との協定(協定値)</td> <td>○</td> <td>協定値変更(窒素のみ)</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			法令・基準等	対応	備考	水質汚濁防止法(排水基準・総量規制基準)	○		瀬戸内海環境保全特別措置法(許可値)	○	変更許可申請	地域との協定(協定値)	○	協定値変更(窒素のみ)	その他		
法令・基準等	対応	備考																
水質汚濁防止法(排水基準・総量規制基準)	○																	
瀬戸内海環境保全特別措置法(許可値)	○	変更許可申請																
地域との協定(協定値)	○	協定値変更(窒素のみ)																
その他																		
効果	●排出する栄養塩類の増加量：47kg/日																	
メリット	●メタノール購入量の削減																	
デメリット	●なし																	
その他	—																	

## 第4 留意点・関係法令

### 1 留意点

#### (1) 窒素・りんに係る総量規制基準の遵守

栄養塩類供給取組にあたっては、総量規制基準の超過に留意する必要がある。

なお、総量規制基準のうち今後のC値の取り扱いは、県が県環境審議会の審議も踏まえ検討する。国が示す県の削減目標量の達成を図りつつ、県が定めた窒素・りんの望ましい海域濃度の実現に向け、工場・事業場が円滑に取組を行えるよう設定する予定である。

#### (2) 排水基準の遵守

特定事業場においては、排水基準（全国一律排水基準及び兵庫県が定める上乘せ排水基準の両方）を遵守する必要があることから、栄養塩類供給取組にあたっては、排水基準の超過に留意する必要がある。

#### (3) 地元との調整（協定を含む）

上記(1)、(2)以外に、例えば、地域と「環境保全に関する協定」などを締結している場合には、栄養塩類供給取組に伴う協定値の超過にも留意する必要がある。

## 2 関係法令

栄養塩類の供給にあたっては、瀬戸内海環境保全特別措置法、水質汚濁防止法に関する手続きが必要であるが、排水口の位置変更、工作物の設置等の工事が伴う場合は、以下の法令の適用について関係機関に確認する必要がある。

### (1) 港湾法

港湾区域内の水域等の占用等を行う場合、港湾法第 37 条第 1 項に基づく港湾管理者の許可が必要である。

### (2) 港則法

特定港（東播磨港、姫路港）内又は特定港の境界附近で工事又は作業をしようとする場合、港則法第 31 条第 1 項に基づき、港長の工事等の許可が必要である。

### (3) 海岸法

海岸保全区域（公共海岸の土地に限る。）内において、海岸保全施設以外の施設又は工作物を設けて当該海岸保全区域を占用しようとする場合、海岸法第 7 条第 1 項に基づく海岸管理者の許可が必要である。

ただし、港湾法第 37 条第 1 項の許可を受けた場合は、海岸法第 7 条第 1 項の許可を受けることを要しない。

### (4) 河川法

河川保全区域内において、土地の形状変更、工作物の設置等をしようとする場合、河川法第 55 条第 1 項に基づく河川管理者の許可が必要である。

## 【関係法令（抜粋）】

### 港湾法（昭和二十五年法律第二百二十八号）

（目的）

第一条 この法律は、交通の発達及び国土の適正な利用と均衡ある発展に資するため、環境の保全に配慮しつつ、港湾の秩序ある整備と適正な運営を図るとともに、航路を開発し、及び保全することを目的とする。

（港湾区域内の工事等の許可）

第三十七条 港湾区域内において又は港湾区域に隣接する地域であつて港湾管理者が指定する区域（以下「港湾隣接地域」という。）内において、次の各号のいずれかに該当する行為をしようとする者は、港湾管理者の許可を受けなければならない。ただし、公有水面埋立法（大正十年法律第五十七号）第二条第一項の規定による免許を受けた者が免許に係る水域についてこれらの行為をする場合は、この限りでない。

- 一 港湾区域内の水域（政令で定めるその上空及び水底の区域を含む。以下同じ。）又は公共空地（以下「港湾区域内水域等」という。）の占用
- 二 港湾区域内水域等における土砂の採取

- 三 水域施設、外郭施設、係留施設、運河、用水渠又は排水渠の建設又は改良  
(第一号の占用を伴うものを除く。)
- 四 前各号に掲げるものを除き、港湾の開発、利用又は保全に著しく支障を与えるおそれのある政令で定める行為
- 2 港湾管理者は、前項の行為が、港湾の利用若しくは保全に著しく支障を与え、又は第三条の三第九項若しくは第十項の規定により公示された港湾計画の遂行を著しく阻害し、その他港湾の開発発展に著しく支障を与えるものであるときは、許可をすることはならず、また、政令で定める場合を除き、港湾管理者の管理する水域施設について前項第一号の水域の占用又は同項第四号の行為の許可をすることはしない。

### 港則法（昭和二十三年法律第百七十四号）

(法律の目的)

第一条 この法律は、港内における船舶交通の安全及び港内の整とんを図ることを目的とする。

(工事等の許可及び進水等の届出)

第三十一条 特定港内又は特定港の境界附近で工事又は作業をしようとする者は、港長の許可を受けなければならない。

### 海岸法（昭和三十年法律第百一号）

(目的)

第一条 この法律は、津波、高潮、波浪その他海水又は地盤の変動による被害から海岸を防護するとともに、海岸環境の整備と保全及び公衆の海岸の適正な利用を図り、もつて国土の保全に資することを目的とする。

(定義)

第二条 この法律において「海岸保全施設」とは、第三条の規定により指定される海岸保全区域内にある堤防、突堤、護岸、胸壁、離岸堤、砂浜（海岸管理者が、消波等の海岸を防護する機能を維持するために設けたもので、主務省令で定めるところにより指定したものに限る。）その他海水の侵入又は海水による侵食を防止するための施設（堤防又は胸壁にあつては、津波、高潮等により海水が当該施設を越えて侵入した場合にこれによる被害を軽減するため、当該施設と一体的に設置された根固工又は樹林（樹林にあつては、海岸管理者が設けたもので、主務省令で定めるところにより指定したものに限る。）を含む。）をいう。

(海岸保全区域の占用)

第七条 海岸管理者以外の者が海岸保全区域（公共海岸の土地に限る。）内において、海岸保全施設以外の施設又は工作物（以下次条、第九条及び第十二条において「他の施設等」という。）を設けて当該海岸保全区域を占用しようとするときは、主務省令で定めるところにより、海岸管理者の許可を受けなければならない。

2 海岸管理者は、前項の規定による許可の申請があつた場合において、その申請に係る事項が海岸の防護に著しい支障を及ぼすおそれがあると認めるときは、これを許可してはならない。

(海岸保全区域における行為の制限)

第八条 海岸保全区域内において、次に掲げる行為をしようとする者は、主務省令で定めるところにより、海岸管理者の許可を受けなければならない。ただし、政令で定める行為については、この限りでない。

一 土石（砂を含む。以下同じ。）を採取すること。

二 水面又は公共海岸の土地以外の土地において、他の施設等を新設し、又は改築すること。

三 土地の掘削、盛土、切土その他政令で定める行為をすること。

2 前条第二項の規定は、前項の許可について準用する。

(許可の特例)

第十条 港湾法第三十七条第一項若しくは第五十六条第一項又は排他的経済水域及び大陸棚の保全及び利用の促進のための低潮線の保全及び拠点施設の整備等に関する法律第九条第一項の規定による許可を受けた者は、当該許可に係る事項については、第七条第一項又は第八条第一項の規定による許可を受けることを要しない。

## 河川法（昭和三十九年法律第百六十七号）

(目的)

第一条 この法律は、河川について、洪水、津波、高潮等による災害の発生が防止され、河川が適正に利用され、流水の正常な機能が維持され、及び河川環境の整備と保全がされるようにこれを総合的に管理することにより、国土の保全と開発に寄与し、もつて公共の安全を保持し、かつ、公共の福祉を増進することを目的とする。

(河川保全区域)

第五十四条 河川管理者は、河岸又は河川管理施設（樹林帯を除く。第三項において同じ。）を保全するため必要があると認めるときは、河川区域（第五十八条の二第一項の規定により指定したものを除く。第三項において同じ。）に隣接する一定の区域を河川保全区域として指定することができる。

2 国土交通大臣は、河川保全区域を指定しようとするときは、あらかじめ、関係都道府県知事の意見をきかなければならない。これを変更し、又は廃止しようとするときも、同様とする。

3 河川保全区域の指定は、当該河岸又は河川管理施設を保全するため必要な最小限度の区域に限つてするものとし、かつ、河川区域（樹林帯区域を除く。）の境界から五十メートルをこえてしてはならない。ただし、地形、地質等の状況により必要やむを得ないと認められる場合においては、五十メートルをこえて指定することができる。

- 4 河川管理者は、河川保全区域を指定するときは、国土交通省令で定めるところにより、その旨を公示しなければならない。これを変更し、又は廃止するときも、同様とする。

(河川保全区域における行為の制限)

第五十五条 河川保全区域内において、次の各号の一に掲げる行為をしようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。ただし、政令で定める行為については、この限りでない。

- 一 土地の掘さく、盛土又は切土その他土地の形状を変更する行為
- 二 工作物の新築又は改築

- 2 第三十三条の規定は、相続人、合併又は分割により設立される法人その他の前項の許可を受けた者の一般承継人（分割による承継の場合にあつては、その許可に係る土地若しくは工作物又は当該許可に係る工作物の新築等をすべき土地（以下この項において「許可に係る土地等」という。）を承継する法人に限る。）、同項の許可を受けた者からその許可に係る土地等を譲り受けた者及び同項の許可を受けた者から賃貸借その他により当該許可に係る土地等を使用する権利を取得した者について準用する。

# 参 考 资 料

## 1 下水道終末処理施設での栄養塩類管理運転実施状況

下水道終末処理施設における栄養塩類管理運転の事例については、「オキシデーショ  
ンディッチ法」、「標準活性汚泥法」、「ステップ流入式多段硝化脱窒法」等の窒素処理に  
おいて、硝化抑制や脱窒抑制により窒素の放流量を増加させる運転を実施している。

それぞれの施設別に、窒素処理方法、栄養塩類増加運転方法、ならびに、その効果や  
デメリット等の概要を下表に整理した。また、各事例の個票について、p. 42 以降に示  
す。

なお、放流水の窒素濃度の増加量を明示している事例は少ないが、以下の3つの事例  
では約20～67%の増加とされている。

- ・ 事例 No. 4（二見浄化センター [試行中]）：ノリ養殖時期に 25mg/L（約 67%増）
- ・ 事例 No. 13（中津終末処理場）：ノリの漁期に 15～18mg/L（0～20%増加）
- ・ 事例 No. 14（加古川下流浄化センター）：ノリの漁期に 7.6mg/L（約 19%増）  
※排出量では約 0.8tN/day（約 60%増）

出典：

- ・ 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（平成 26 年 3  
月、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）  
（平成 27 年 9 月、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（令和 3 年 3 月、国土交通省水管理・国土  
保全局下水道部）
- ・ 中央環境審議会 水環境部会瀬戸内海環境保全小委員会（第 10 回）資料 9 「栄養塩類  
の管理に係る順応的な取組の検討」（平成 30 年 3 月、環境省）

栄養塩類管理運転の実施事例（概要） （その1）

事例 No.	施設	窒素処理方法	増加運転方法	効果	デメリット
1	東予・丹原浄化センター(愛媛県)	オキシデーションディッチ法(OD法)	硝化抑制	・栄養塩類増加運転を実施したことにより漁業組合との関係が良好となった	・汚泥の脱水効率低下
2	北淡浄化センター	高度処理オキシデーションディッチ法	硝化抑制	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理水量が多くなく、濃度が急激に上昇してしまう。できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> <li>・PAC 使用量は増加傾向である(りん除去のため)。</li> </ul>
3	一宮浄化センター		硝化抑制	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理水量が多くなく、濃度が急激に上昇してしまう。できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> </ul>
4	二見浄化センター		標準活性汚泥法	硝化抑制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放流場所に近い漁場において、ノリの若芽の色落ちが改善したとの報告があり、漁業者から良い評価を得ている。しかし、その効果と増加運転の因果関係については明確にはなっていない。</li> </ul>
5	津名浄化センター	硝化抑制		—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理水量が多くなく、濃度が急激に上昇してしまう。できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> </ul>

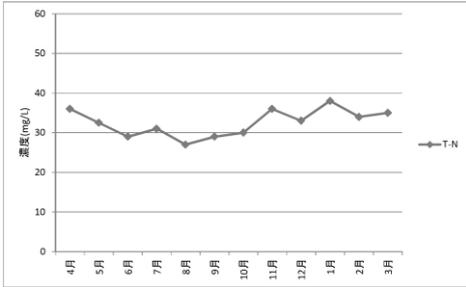
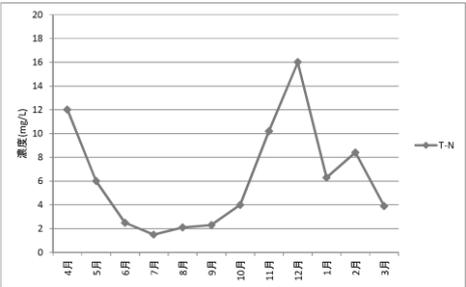
栄養塩管理運転の実施事例（概要） （その2）

No.	施設	窒素処理方法	増加運転方法	効果	デメリット
6	西条浄化センター (愛媛県)	標準活性汚泥法	硝化抑制	・栄養塩類増加運転を実施したことにより漁業組合との関係が良好となった。	・汚泥の脱水効率低下
7	荒尾市大島浄化センター (熊本県)		硝化抑制	・毎年、ノリのシーズンに合わせて定期的に放流先の栄養塩を測定している。放流から離れた海域では処理水が拡散していると考えられ、放流水がノリ漁場へ与える影響は不明である。	・通常の放流水の栄養塩量に戻すまでに時間を要す。 ・硝化促進してアンモニア態窒素を下げているものを、再度硝化促進すると曝気強度が極端に上がり、電気代の上昇につながる。 ・実際の想定より、MLSSの低減で硝化抑制に繋がらなかった。
8	北部浄化センター (福岡県)	標準活性汚泥法 (疑似嫌気好気活性汚泥法)	硝化抑制	・栄養塩の到達範囲をモニタリングにより確認している。 ・栄養塩増加運転時に吐口付近の環境変化がないことを職員が現場で直接確認しており、苦情も寄せられていない。	・移行期間の水処理が不安定化する傾向があり、BOD上昇を抑制するため、消毒を強化する場合がある。なお、処理水質はCOD測定により間接的に確認している。
9	南部浄化センター (福岡県)				
10	淡路・東浦浄化センター	標準活性汚泥法 (急速濾過)	硝化抑制	—	・処理水量が多くなく、濃度が急激に上昇してしまう。できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。 ・可能な限り窒素濃度を高くして排水を行うことを目標としているため、PAC使用量は増加傾向である(りん除去のため)。
11	佐賀市下水浄化センター (佐賀県)	標準活性汚泥法(4池) 担体投入標準活性汚泥法(3池)	硝化抑制	・浄化センター放流水の海域への栄養塩影響調査では、満潮から2hr引き潮には、浄化センターから供給されるアンモニア態窒素が、表層水において、ノリ養殖場まで到達しているのを確認した。更に、干潮に近づくほど、滞筋を通して下流域に到達すると考えられる。	・通常期から栄養塩増加運転期への移行期間では、硝化細菌とアンモニア態窒素が共存し、N-BODが発現することがあるため、N-BODにより放流水のBODが高く測定されないように、消毒を強化する必要がある。 ・毎日測定しているCOD、SS、透視度の変動傾向から、BODが10mg/Lを超過すると判断した際は、塩素剤の投入量を増やして対応する。

栄養塩類管理運転の実施事例（概要） （その3）

No.	施設	窒素処理方法	増加運転方法	効果	デメリット
12	香東川浄化センター (香川県)	標準活性汚泥法 (ステップ流入)	硝化抑制、脱窒抑制	—	・曝気量を抑制しているため排水処理が不安定となり、放流水にやや水質低下が認められる(BOD、COD、SS等)。
13	中津終末処理場 (大分県)	ステップ流入式多段硝化脱窒法		—	—
14	加古川下流浄化センター			・放流水による栄養塩類供給の影響を強く受ける地点では、ノリの色調は安定的に良好であることが確認されているが、範囲は限定的である。ただし、運転方法の変更との関係は明確ではない。 ・漁業組合からは栄養塩類の放流に対し、一定の評価が得られている。	・試行運転当初は、最終沈殿池でスカムが大量に発生することがあった。反応タンクで脱窒が抑制されることで、硝酸態窒素濃度が上昇し、最終沈殿池で脱窒が進行することにより、活性汚泥が気体の窒素とともに浮上したものと推察された。反応タンクのDOを監視しつつ、全体の風量を調整して運転した結果、スカムの発生については、現在は改善された。
15	伊保浄化センター	標準活性汚泥法 (擬似嫌気好気活性汚泥法)	硝化抑制	・送気量の抑制により、電気使用量を多少抑えることができたためコスト削減につながった。	・硝化抑制を行うと活性汚泥の沈降性が低下する。特に放流水の全窒素の大部分をアンモニア性窒素が占めるようになると、高負荷の流入水があったときに処理が悪化し、運転の見極めが必要になる。
16	鴨部川浄化センター (香川県)	オキシデーシオンディッチ法	硝化抑制	・栄養塩の到達範囲をモニタリングにより確認しているが、放流水による栄養塩類供給の影響を強く受ける地点では、効果が無い可能性が高い。 ・栄養塩増加運転時に吐口付近の環境変化がないことを職員が現場で直接確認しており、苦情も寄せられていない。	・活性汚泥の沈降性が悪化し、処理水質が悪化しやすい。 ・曝気機の停止による電力削減効果よりも、汚泥性状の変化による脱水ケーキ処分費の増加や薬品費、電力量の増加ならびに効果検証にかかる水質分析費等の諸費用が上回り、導入前に比べてコストが増加した。 ・維持管理要員の増員が必要となった。

個票

事例 No.	1	窒素処理方法	高度処理オキシデーションディッチ法
施設	東予・丹原浄化センター[試行中]		
所在地	愛媛県西条市	放流先	燧灘
増加運転方法	<p>[硝化抑制]</p> <p>エアレーション装置を間欠運転及び回転数制御することにより酸素供給量を調整し、窒素濃度を上昇させている。</p> <p>日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施。</p>		
増加開始年月	平成 23 年 3 月		
増加運転期間	<p>ノリの漁期を勘案して設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 移行期間：9 月上旬～9 月下旬</li> <li>・ 増加運転期間：10 月上旬～12 月下旬</li> <li>・ 回復期間：1 月上旬～2 月下旬</li> </ul>		
実施後の窒素濃度	<p>法定基準値を遵守できる範囲で可能な限り高い栄養塩類濃度で放流。 [平成 24 年度水質（全窒素）]</p> <p>・ 流入水質</p> <p style="text-align: right;">・ 放流水質</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
効果	栄養塩類増加運転を実施したことにより漁業組合との関係が良好となった		
デメリット	汚泥の脱水効率低下		
増加運転イメージ図	—		
備考	—		
出典	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（平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）		

事例 No.	2	窒素処理方法	高度処理オキシデーショ ン ディッチ法																										
施設	北淡浄化センター[試行 中]																												
所在地	兵庫県淡路市	放流先	播磨灘																										
増加運転方法	[通年硝化抑制] エアレーション装置を間欠運転することにより酸素供給量を調整し、 窒素濃度を上昇させている。 日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常 業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施。																												
増加開始年月	平成 21 年 10 月																												
増加運転期間	通年																												
実施後の 窒素濃度	<p>増加運転開始直近の年における全窒素の年平均値（2.8mg/L）を目標値 として設定している。 [平成 24 年度水質（全窒素）]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放流水質</li> </ul> <table border="1"> <caption>放流水質（全窒素）の月別濃度（mg/L）</caption> <thead> <tr> <th>月</th> <th>濃度 (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4月</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>5月</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>6月</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>7月</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>8月</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>9月</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>10月</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>11月</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>12月</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>1月</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>2月</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>3月</td><td>5.5</td></tr> </tbody> </table>			月	濃度 (mg/L)	4月	5.5	5月	4.5	6月	4.0	7月	4.5	8月	4.0	9月	2.0	10月	3.0	11月	1.5	12月	3.0	1月	3.5	2月	5.5	3月	5.5
月	濃度 (mg/L)																												
4月	5.5																												
5月	4.5																												
6月	4.0																												
7月	4.5																												
8月	4.0																												
9月	2.0																												
10月	3.0																												
11月	1.5																												
12月	3.0																												
1月	3.5																												
2月	5.5																												
3月	5.5																												
効果	導入による効果は確認できていない。																												
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理水量が多くなく、濃度が急激に上昇してしまう。できる限り高 い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> <li>・可能な限り窒素濃度を高くして排水を行うことを目標としているた め、PAC 使用量は増加傾向である（りん除去のため）。</li> </ul>																												
増加運転 イメージ図	—																												
備考	水質が悪化し始めると急激に悪化し始めることから、基準値の 6, 7 割 を目安に運転調整を行っている。																												
出典	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 (平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部)																												

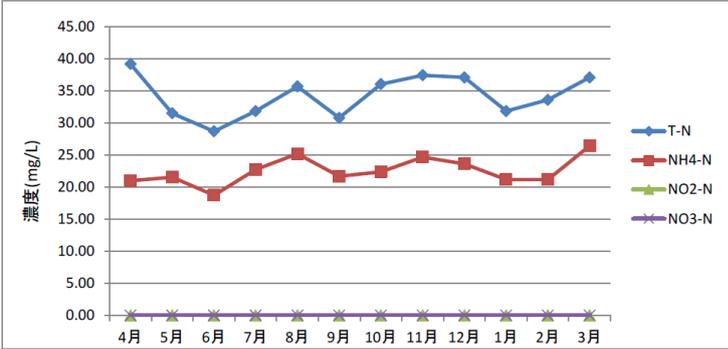
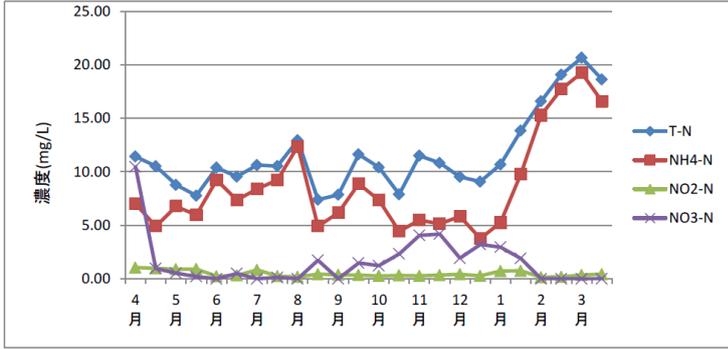
事例 No.	3	窒素処理方法	高度処理オキシデーショ ン ディッチ法																										
施設	一宮浄化センター[試行 中]																												
所在地	兵庫県淡路市	放流先	播磨灘																										
増加運転方法	<p>[硝化抑制]</p> <p>エアレーション装置を間欠運転することにより酸素供給量を調整し、窒素濃度を上昇させている。</p> <p>日々の運転管理において実施での硝化抑制運転の実施のため、通常業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施。</p>																												
増加開始年月	平成 21 年 10 月																												
増加運転期間	通年																												
実施後の窒素濃度	<p>増加運転開始直近の年における全窒素の年平均値（2.6mg/L）を目標値として設定している。</p> <p>[平成 24 年度水質（全窒素）]</p> <p>・放流水質</p> <table border="1"> <caption>放流水質 (T-N) 濃度 (mg/L)</caption> <thead> <tr> <th>月</th> <th>濃度 (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4月</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>5月</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>6月</td><td>4.8</td></tr> <tr><td>7月</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>8月</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>9月</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>10月</td><td>2.8</td></tr> <tr><td>11月</td><td>5.8</td></tr> <tr><td>12月</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>1月</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>2月</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>3月</td><td>3.2</td></tr> </tbody> </table>			月	濃度 (mg/L)	4月	5.5	5月	6.8	6月	4.8	7月	2.2	8月	3.5	9月	3.2	10月	2.8	11月	5.8	12月	5.2	1月	6.2	2月	3.8	3月	3.2
月	濃度 (mg/L)																												
4月	5.5																												
5月	6.8																												
6月	4.8																												
7月	2.2																												
8月	3.5																												
9月	3.2																												
10月	2.8																												
11月	5.8																												
12月	5.2																												
1月	6.2																												
2月	3.8																												
3月	3.2																												
効果	導入による効果は確認できていない。																												
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理水量が多くなく、濃度が急激に上昇してしまう。できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> </ul>																												
増加運転イメージ図	—																												
備考	水質が悪化し始めると急激に悪化し始めることから、基準値の 6, 7 割を目安に運転調整を行っている。																												
出典	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（平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）																												

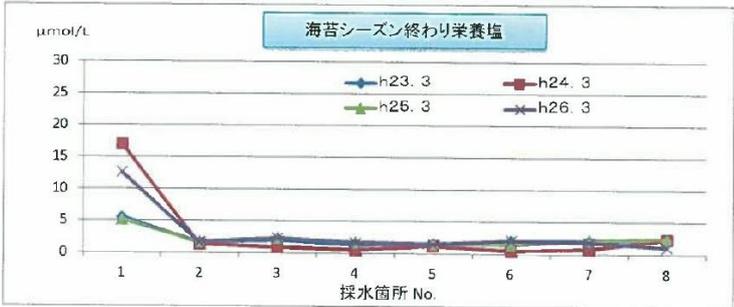
事例 No.	4	窒素処理方法	標準活性汚泥法
施設	二見浄化センター[試行中]		
所在地	兵庫県明石市	放流先	播磨灘
増加運転方法	<p>[硝化抑制] 「ステップ流入」を採用することとした。 検討に係る費用は、水質分析費や先行事例の現地視察に係る費用程度である。</p>		
増加開始年月	平成 20 年 10 月		
増加運転期間	<p>ノリの漁期を勘案して設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 移行期間：9月中旬～10月上旬</li> <li>・ 増加運転期間：10月中旬～4月下旬</li> <li>・ 回復期間：5月上旬～5月下旬</li> </ul>		
実施後の窒素濃度	<p>窒素の目標値は、環境法令による規制値や計画値などを遵守することを前提として、また、現状の窒素濃度や運転状況を考慮にいれ、年間平均で20mg/Lを基準としてノリ養殖時期は日平均値25mg/L、それ以外の期間は平均値15mg/Lとして設定している。</p> <p>[管理運転前後の窒素] 移行期間前8月のDIN濃度は13.6mg/L、移行後のノリ漁期の1月は約20.9mg/Lとなっており、排出濃度は7.3mg/L程度増加している。また、DINの排出量は8月が約0.5tN/day、1月が約0.7tN/dayとなっており、約0.2tN/day増加している。</p> <p>図 3 放流水中の窒素濃度の月別変化</p>		
効果	<p>[管理運転前後の水質]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転施行前(平成 15 年～19 年)</li> <li>・ 運転施行後(平成 24 年～28 年)</li> </ul> <p>・ 地先関係者からの評価 放流場所に近い漁場において、ノリの若芽の色落ちが改善したとの報告があり、漁業者から良い評価を得ている。しかし、その効果と増加運転の因果関係については明確にはなっていない。</p>		

デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 増加運転期間中は、塩素注入率がそれ以外の期間と比較して平均で 0.05mg/L 程度少なくなるように配慮している。</li> <li>・ 放流水を焼却炉冷却水に再利用しており、増加運転時には SS 成分が出てくるため、ストレーナーの目詰りにより注意を払わなければならなかった。</li> </ul>																		
増加運転イメージ図	<p>[処理フローの切り替えイメージ]</p> <table border="1" data-bbox="400 405 1161 636"> <tr> <td data-bbox="400 405 485 495">通常時</td> <td data-bbox="489 405 572 495">嫌気</td> <td data-bbox="577 405 660 495">嫌気</td> <td data-bbox="665 405 748 495">好気</td> <td data-bbox="753 405 836 495">好気</td> <td data-bbox="841 405 924 495">好気</td> <td data-bbox="928 405 1011 495">好気</td> <td data-bbox="1016 405 1099 495">好気</td> <td data-bbox="1104 405 1161 495">好気</td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 501 485 636">増加運転時</td> <td data-bbox="489 501 572 636">嫌気</td> <td data-bbox="577 501 660 636">嫌気</td> <td data-bbox="665 501 748 636">嫌気</td> <td data-bbox="753 501 836 636">嫌気</td> <td data-bbox="841 501 924 636">好気</td> <td data-bbox="928 501 1011 636">好気</td> <td data-bbox="1016 501 1099 636">好気</td> <td data-bbox="1104 501 1161 636">好気</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; color: red; border: 1px dashed red; padding: 2px;">2 段嫌気から 4 段嫌気に変更 ※返送汚泥率の変化なし</p>	通常時	嫌気	嫌気	好気	好気	好気	好気	好気	好気	増加運転時	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	好気	好気	好気	好気
通常時	嫌気	嫌気	好気	好気	好気	好気	好気	好気											
増加運転時	嫌気	嫌気	嫌気	嫌気	好気	好気	好気	好気											
備考	—																		
出典	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 (平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部)																		

事例 No.	5																												
施設	津名浄化センター[試行中]	窒素処理方法	標準活性汚泥法																										
所在地	兵庫県淡路市	放流先	大阪湾																										
増加運転方法	<p>[通年硝化抑制]</p> <p>送風量を調整（通常運転時より送風量を下げる）することで窒素濃度を上昇させている。</p> <p>日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施。</p>																												
増加開始年月	平成 21 年 10 月																												
増加運転期間	通年																												
実施後の窒素濃度	<p>増加運転開始直近の年における全窒素の年平均値（6.0mg/L）を目標値として設定している。</p> <p>[平成 24 年度水質（全窒素）]</p> <p>・放流水質</p> <table border="1"> <caption>平成 24 年度水質（全窒素）放流水質</caption> <thead> <tr> <th>月</th> <th>濃度 (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4月</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>5月</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>6月</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>7月</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>8月</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>9月</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>10月</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>11月</td><td>10.5</td></tr> <tr><td>12月</td><td>10.0</td></tr> <tr><td>1月</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>2月</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>3月</td><td>10.5</td></tr> </tbody> </table>			月	濃度 (mg/L)	4月	16.5	5月	16.0	6月	15.0	7月	16.0	8月	18.5	9月	13.0	10月	8.0	11月	10.5	12月	10.0	1月	8.0	2月	8.0	3月	10.5
月	濃度 (mg/L)																												
4月	16.5																												
5月	16.0																												
6月	15.0																												
7月	16.0																												
8月	18.5																												
9月	13.0																												
10月	8.0																												
11月	10.5																												
12月	10.0																												
1月	8.0																												
2月	8.0																												
3月	10.5																												
効果	導入による効果は確認できていない。																												
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>処理水量が多いわけではないため、濃度が上昇し始めると急激に上昇してしまうため、できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> </ul>																												
増加運転イメージ図	<p>通常時 好気</p> <p>送風量の調整</p> <p>増加運転時 好気</p> <p>増加運転方法イメージ図</p>																												
備考	水質が悪化し始めると急激に悪化し始めることから、基準値の 6, 7 割を目安に運転調整を行っている。																												
出典	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（平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）																												

事例 No.	6	窒素処理方法	標準活性汚泥法
施設	西条浄化センター[試行中]		
所在地	愛媛県西条市	放流先	燧灘
増加運転方法	<p>[硝化抑制]</p> <p>送風量を調整することで窒素濃度を上昇させている。</p> <p>日々の運転管理において実施での硝化抑制運転の実施のため、通常業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施</p>		
増加開始年月	平成 23 年 10 月		
増加運転期間	<p>ノリの漁期を勘案して設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移行期間：9月上旬～9月下旬</li> <li>増加運転期間：10月上旬～12月下旬</li> <li>回復期間：1月上旬～2月下旬</li> </ul>		
実施後の窒素濃度	<p>法定基準値を遵守できる範囲で可能な限り高い栄養塩類濃度で放流。</p> <p>[平成 24 年度水質（全窒素）]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>流入水質</li> <li>放流水質</li> </ul>		
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>栄養塩類増加運転を実施したことにより漁業組合との関係が良好となった。</li> </ul>		
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の脱水効率低下</li> </ul>		
増加運転イメージ図	<p>通常時</p> <p>好気</p> <p>送風量の調整</p> <p>増加運転時</p> <p>好気</p>		
備考	—		
出典	<p>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（平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）</p>		

事例 No.	7	窒素処理方法	標準活性汚泥法
施設	荒尾市大島浄化センター		
所在地	熊本県荒尾市	放流先	本庄江川→有明海
増加運転方法	<p>[硝化抑制]</p> <p>増加運転時は各反応槽の状態を切り替え  日比の運転管理において施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施。</p>		
増加開始年月	平成 26 年 1 月		
増加運転期間	<p>ノリの漁期を勘案して設定、海洋の栄養塩の状況により、漁業組合から期別運転の開始等の指示を受けている</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 移行期間：1月下旬～2月上旬</li> <li>・ 増加運転期間：2月上旬～3月上旬</li> <li>・ 回復期間：3月上旬～4月上旬</li> </ul>		
実施後の窒素濃度	<p>法定基準値を遵守できる範囲で可能な限り高い栄養塩類濃度で放流</p> <p>[平成 25 年度水質（全窒素、無機態窒素）]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流入水質</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放流水質</li> </ul> 		

<p>効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ノリの生息状況への影響 効果を確認できるまでには至っていない。</li> <li>・放流先への影響把握調査 毎年、ノリのシーズンに合わせて定期的に放流先の栄養塩を測定している。放流から離れた海域では処理水が拡散していると考えられ、放流水がノリ漁場へ与える影響は不明である。</li> </ul> <p>[ノリ養殖シーズン終わりの栄養塩濃度]</p>  <p>浄化センター※放流先採水箇所 ※：図作成当時は「浄水センター」で、その後、大島浄化センターに名称変更</p>  <p>海苔シーズン終り栄養塩 ノリ養殖シーズン終わりの測定結果 ※増加運転はH26.1より開始</p>										
<p>デメリット</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通常の放流水の栄養塩量に戻すまでに時間を要す。</li> <li>・硝化促進してアンモニア態窒素を下げていたものを、再度硝化促進すると曝気強度が極端に上がり、電気代の上昇につながる。</li> <li>・実際の想定より、MLSSの低減で硝化抑制に繋がらなかった。</li> </ul>										
<p>増加運転イメージ図</p>	<p><b>【処理フローの切り替えイメージ図】</b></p> <table border="1" data-bbox="399 1500 1252 1736"> <tr> <td>通常時</td> <td>嫌気</td> <td>嫌気</td> <td>好気</td> <td>好気</td> </tr> <tr> <td>増加運転時</td> <td>嫌気</td> <td>好気</td> <td>好気</td> <td>好気</td> </tr> </table>	通常時	嫌気	嫌気	好気	好気	増加運転時	嫌気	好気	好気	好気
通常時	嫌気	嫌気	好気	好気							
増加運転時	嫌気	好気	好気	好気							
<p>備考</p>	<p>反応槽の pH 及びアンモニア態窒素を毎日測定し、判断基準としている。</p>										
<p>出典</p>	<p>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）（平成 27 年 9 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）</p>										

事例 No.	8	窒素処理方法	準活性汚泥法 (擬似嫌気好気活性汚泥法)
施設	北部浄化センター		放流先
所在地	福岡県大牟田市		
増加運転方法	<p>[硝化抑制]</p> <p>送風量を調整(通常運転時より送風量を下げる)及び3槽の好気槽の一つを嫌気槽として運転し、硝化反応を抑制するとともに、MLSS 発生量を抑制することで窒素濃度を上昇させる。</p>		
増加開始年月	平成 16 年 12 月		
増加運転期間	<p>ノリの漁期を勘案して設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 移行期間：10 月</li> <li>・ 増加運転期間：11 月～4 月</li> <li>・ 回復期間：5 月</li> </ul>		
実施後の窒素濃度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成 30 年度は 11 月が実質の硝化抑制の開始に相当し、以後は速やかに NH<sub>4</sub>-N が上昇した。</li> <li>・ 硝化促進期間には汚泥返送率の増加操作等の脱窒量増加目的の運転は行っていないが、年間の最小 T-N は 10mg/L を下回っている。</li> </ul> <p>[平成 30 年度水質]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流入水質</li> <li>・ 放流水質</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>H30年度 流入水質</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>H30年度 放流水質</p> </div> </div>		
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放流先の効果が見込まれる漁場等における栄養塩類の水質モニタリング調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>土木研究所、県や市の水産部局、大学と連携して実施</li> <li>測定項目：pH・全窒素・無機態窒素・アンモニア態窒素・亜硝酸態窒素・硝酸態窒素・全リン・リン酸態リン・塩化物イオン</li> </ul> </li> <li>・ 調査で得られた効果や成果 <ul style="list-style-type: none"> <li>栄養塩類の水質測定結果</li> <li>栄養塩の到達範囲をモニタリングにより確認している。</li> </ul> </li> <li>・ 吐口付近の環境変化 <ul style="list-style-type: none"> <li>職員による現場確認や維持管理受託業者の管理業務の一環として環境変化が無いことを目視確認しており、苦情も寄せられていない。</li> </ul> </li> <li>・ 栄養塩増加運転によるコスト削減状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>送風量の削減に伴い、栄養塩増加運転の導入後は年間の電力費が軽減され、また、薬品費等のコストも削減できた。</li> </ul> </li> </ul>		
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 移行期間の水処理が不安定化する傾向があり、BOD 上昇を抑制するため、消毒を強化する場合がある。なお、処理水質は COD 測定により間接的に確認している。</li> </ul>		

増加運転 イメージ図	【水処理施設の運用】		栄養塩類増加期間は第2槽を嫌気槽に切り替え硝化抑制を行う。	
	運転期	系列		
		第1系列（4池）		第2系列（4池）
	通常運転期	▼a000		▼a000
	増加運転期	▼aa00	▼aa00	
	記号凡例：▼流入 A：嫌気タンク A'：無酸素タンク a：嫌気タンク（擬似） a'：無酸素タンク（擬似） O：好気タンク			
備考	—			
出典	栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集（令和3年3月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）			

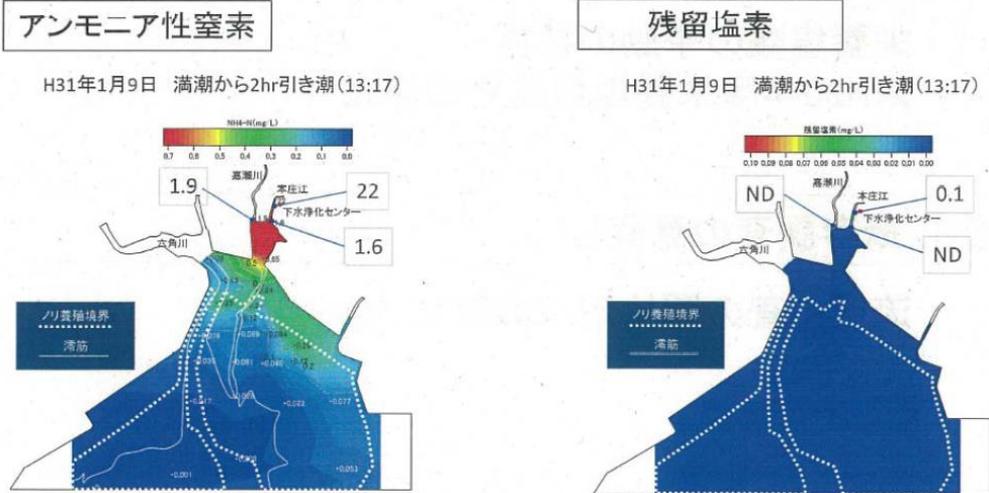
事例 No.	9	窒素処理方法	標準活性汚泥法 (擬似嫌気好気活性汚泥法)
施設	南部浄化センター		放流先
所在地	福岡県大牟田市		
増加運転方法	〔硝化抑制〕 送風量を調整(通常運転時より送風量を下げる)及び3槽の好気槽の一つを嫌気槽として運転し、硝化反応を抑制するとともに、MLSS 発生量を抑制することで窒素濃度を上昇させる。		
増加開始年月	平成 16 年 12 月		
増加運転期間	ノリの漁期を勘案して設定 ・移行期間：10 月 ・増加運転期間：11 月～4 月 ・回復期間：5 月		
実施後の窒素濃度	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 30 年度は 11 月が実質の硝化抑制の開始に相当し、以後は速やかに NH<sub>4</sub>-N が上昇した。</li> <li>硝化促進期間には汚泥返送率の増加操作等の脱窒量増加目的の運転は行っていないため、年間の最小 T-N が 10mg/L を下回っていない。</li> </ul> <p>〔平成 30 年度水質〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>流入水質</li> <li>放流水質</li> </ul>		
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>放流先の効果が見込まれる漁場等における栄養塩類の水質モニタリング調査 土木研究所、県や市の水産部局、大学と連携して実施 測定項目：pH・全窒素・無機態窒素・アンモニア態窒素・亜硝酸態窒素・硝酸態窒素・全リン・リン酸態リン・塩化物イオン</li> <li>調査で得られた効果や成果 栄養塩類の水質測定結果 栄養塩の到達範囲をモニタリングにより確認している。</li> <li>吐口付近の環境変化 職員による現場確認や維持管理受託業者の管理業務の一環として環境変化が無いことを目視確認しており、苦情も寄せられていない。</li> <li>栄養塩増加運転によるコスト削減状況 送風量の削減に伴い、栄養塩増加運転の導入後は年間の電力費が軽減され、また、薬品費等のコストも削減できた。</li> </ul>		
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>移行期間の水処理が不安定化する傾向があり、BOD 上昇を抑制するため、消毒を強化する場合がある。なお、処理水質は COD 測定により間接的に確認している。</li> </ul>		

増加運転 イメージ図	【水処理施設の運用】		栄養塩類増加期間は第 2 槽を嫌気槽に切り替え硝化抑制を行う。
	運転期	系列	
		第 1 (4 池)      第 2 (4 池)	
	通常運転期	▼a000      ▼a000	
	増加運転期	▼aa00      ▼aa00	
	記号凡例：▼流入 A：嫌気タンク A'：無酸素タンク a：嫌気タンク（擬似） a'：無酸素タンク（擬似） O：好気タンク		
備考	—		
出典	栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集（令和 3 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）		

事例 No.	10	窒素処理方法	標準活性汚泥法 +急速濾過
施設	淡路・東浦浄化センター〔試行 中〕		
所在地	兵庫県淡路市	放流先	大阪湾
増加運転方法	<p>[通年硝化抑制] 送風量を調整（通常運転時より送風量を下げる）することで窒素濃度を上昇させている。 日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務（水質測定業務）の範疇での監視を実施。</p>		
増加開始年月	平成 21 年 10 月		
増加運転期間	通年		
実施後の窒素濃度	<p>増加運転開始直近の年における全窒素の年平均値（8.0mg/L）を目標値として設定している。 [平成 24 年度水質（全窒素）] ・放流水質</p>		
効果	導入による効果は確認できていない。		
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理水量が多いわけではないため、濃度が上昇し始めると急激に上昇してしまうため、できる限り高い濃度で放流しようとする、基準値の遵守に苦慮する。</li> <li>・可能な限り窒素濃度を高くして排水を行うことを目標としているため、PAC 使用量は増加傾向である（りん除去のため）。</li> </ul>		
増加運転イメージ図	<p>増加運転方法イメージ図</p>		
備考	水質が悪化し始めると急激に悪化することから、基準値の 6, 7 割を目安に運転調整を行っている		
出典	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（平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）		

事例 No.	11	窒素処理方法	標準活性汚泥法（4池）																		
施設	佐賀市下水浄化センター		担体投入標準活性汚泥法（3池）																		
所在地	佐賀県佐賀市	放流先	本庄江川→有明海																		
増加運転方法	[硝化抑制] 好気槽の一部を嫌気槽として運転し、硝化反応を抑制するとともに、MLSS 発生量を抑制することで窒素濃度を上昇させる。																				
増加開始年月	平成 19 年 10 月																				
増加運転期間	ノリの漁期を勘案して設定 ・ 移行期間：10 月 ・ 増加運転期間：11 月～3 月 ・ 回復期間：4 月～5 月																				
実施後の窒素濃度	<ul style="list-style-type: none"> <li>送風機更新後は曝気風量の増加が可能となり、過年度よりも通常期の硝化を促進しやすくなったが、流入水の T-N が比較的高いこともあって、完全硝化には至らなかった。</li> <li>移行期（10 月）の NH<sub>4</sub>-N 濃度は前月に比べて 10mg/L 以上高まるなど切り替えが速やかで、T-N を高い濃度で排出できる期間を長く維持できた。</li> </ul> <p>[平成 30 年度水質]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>流入水質</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>放流水質</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">計画放流水質</th> <th colspan="3">計画処理水質</th> </tr> <tr> <th>BOD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> <th>COD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>15</td> <td>12.5</td> </tr> </tbody> </table>			計画放流水質			計画処理水質			BOD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P	15	-	-	-	15	12.5
計画放流水質			計画処理水質																		
BOD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P																
15	-	-	-	15	12.5																
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理施設の能動的管理が下流域へ及ぼす影響を調査</li> </ul> <p>①本庄江・嘉瀬川河口付近の定点塩分調査</p> <p>浄化センター放流水を含む河川水(嘉瀬川・本庄江)は、ノリ漁場に到達するまでには海水と十分に混合していると考えられる。</p>																				

②浄化センター放流水の海域への栄養塩影響調査結果のまとめ  
満潮から 2hr 引き潮には、浄化センターから供給されるアンモニア性窒素が、表層水において、ノリ養殖場まで到達しているのを確認した。更に、干潮に近づくほど、滞筋を通して下流域に到達すると考えられる。



出典：第13回『宝の海を守り続けるために』研修会 下水処理施設の能動的管理が下流海域へ及ぼす影響

- ・ 栄養塩増加運転によるコスト削減状況
- ・ 季節別運転導入前後で処理コストは変わらない。

デメリット

- ・ 通常期から栄養塩増加運転期への移行期間では、硝化細菌とアンモニア性窒素が共存し、N-BOD が発現することがあるため、N-BOD により放流水の BOD が高く測定されないように、消毒を強化する場合がある。
- ・ 毎日測定している COD、SS、透視度の変動傾向から、BOD が 10mg/L を超過すると判断した際は、塩素剤の投入量を増やして対応する。

増加運転イメージ図

【水処理施設の運用】

運転期	系列		
	1系(3池) ※No1,2池担体	2系(3池)	3系(1池) ※No7池担体
通常運転期	▼a'000	▼A0000	▼a'000
増加運転期	▼aa00	▼Aaa00	▼aa00

記号凡例：▼流入 A：嫌気タンク A'：無酸素タンク a：嫌気タンク（擬似） a'：無酸素タンク（擬似） 0：好気タンク

備考

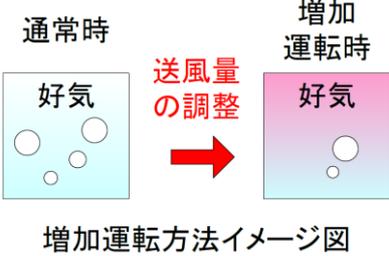
—

出典

栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集（令和3年3月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）

事例 No.	12	窒素処理方法	標準活性汚泥法（ステップ流入）										
施設	香東川浄化センター〔試行中〕												
所在地	香川県高松市	放流先	備讃瀬戸										
増加運転方法	〔硝化抑制、脱窒抑制〕 送風量を調整（通常運転より送風量を下げる）することで窒素濃度を上昇させている（水質基準を超えないよう放流水質を厳重に監視しながら、処理パターンを変化させ、慎重に試行）。												
増加開始年月	平成 23 年 10 月												
増加運転期間	ノリの漁期を勘案して設定 ・移行期間：10 月上旬～10 月下旬 ・増加運転期間：11 月上旬～3 月下旬 ・回復期間：4 月上旬～4 月下旬												
実施後の窒素濃度	〔平成 24 年度水質（全窒素、無機態窒素）〕 ・流入水質 ・放流水質												
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ノリの生息状況への影響 データ等の蓄積が十分でないことから、効果については定かではない。</li> <li>・放流先への影響把握調査 水産部局、環境部局、下水道部局及び大学等が連携して、継続的に観察やデータ蓄積等を行っている。</li> </ul>												
デメリット	曝気量を抑制しているため排水処理が不安定となり、放流水の BOD、COD、SS 等にやや水質低下が認められる。												
増加運転イメージ図	<p>【処理フローの切り替えイメージ図】</p> <table border="1"> <tr> <td>通常時</td> <td colspan="4"> </td> </tr> <tr> <td>増加運転時</td> <td colspan="4"> </td> </tr> </table> <p>①ステップ流入位置を変更 ②第 2、第 3 槽の水質状態を入れ替える（硝化抑制） ※返送汚泥率の変化なし</p>			通常時					増加運転時				
通常時													
増加運転時													
備考	—												
出典	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（平成 26 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）												

事例 No.	13	窒素処理方法	ステップ流入式多段硝化脱窒法						
施設	中津終末処理場								
所在地	大分県中津市	放流先	蛸瀬川→豊前地先						
増加運転方法	<p>[硝化抑制、脱窒抑制]</p> <p>送風量を調整（通常運転時より送風量を下げる）することで窒素濃度を上昇させている。また、平成 26 年度より高度処理施設（ステップ流入式多段脱窒法）を供用開始しており、標準法と高度処理の処理配分を期別に分配槽で調整して管理している。</p>								
増加開始年月	平成 22 年 4 月								
増加運転期間	<p>ノリの漁期を勘案して設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 移行期間：9 月下旬～10 月下旬</li> <li>・ 増加運転期間：10 月下旬～2 月下旬</li> <li>・ 回復期間：3 月上旬～3 月下旬</li> </ul>								
実施後の窒素濃度	<p>法定基準値を遵守できる範きる範囲で、総量規制も勘案して可能な限り高い栄養塩類濃度で放流</p> <p>[管理目標値]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排水基準 T-N：20mg/L（100%）、T-P：2mg/L（100%）</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>運転期間</th> <th>目標値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>通常運転期</td> <td>T-N 15mg/L 以下（75%以下） T-P 1mg/L 以下（50%以下）</td> </tr> <tr> <td>栄養塩類増加運転期</td> <td>T-N 15～18mg/L（75～90%） T-P 1～1.8mg/L（50～90%）</td> </tr> </tbody> </table>			運転期間	目標値	通常運転期	T-N 15mg/L 以下（75%以下） T-P 1mg/L 以下（50%以下）	栄養塩類増加運転期	T-N 15～18mg/L（75～90%） T-P 1～1.8mg/L（50～90%）
	運転期間	目標値							
	通常運転期	T-N 15mg/L 以下（75%以下） T-P 1mg/L 以下（50%以下）							
	栄養塩類増加運転期	T-N 15～18mg/L（75～90%） T-P 1～1.8mg/L（50～90%）							
	<p>[平成 23 年度流入水質]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流入水質（全窒素）</li> <li>・ 放流水質（全窒素、無機態窒素）</li> </ul>								
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ノリの生息状況への影響 年によって漁獲量に変動があること、また海域に占める放流水の割合が微小なため、影響については明らかになっていない。</li> <li>・ 地先関係者からの評価 取組を理解して頂き、努力を認めて頂いている。</li> <li>・ 放流先への影響把握調査 学識経験者、水産試験場研究員、漁協関係者等との情報交換を実施している。</li> </ul>								
デメリット	—								

<p>増加運転 イメージ図</p>	<p>通常時 好気</p>  <p>増加運転時 好気</p> <p>送風量の調整</p> <p>増加運転方法イメージ図</p>
<p>備考</p>	<p>活性汚泥の検鏡と処理水の水質測定により処理状況を判断する。</p>
<p>出典</p>	<p>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）（平成27年9月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）</p>

事例 No.	14	窒素処理方法	ステップ流入式多段硝化脱窒法
施設	加古川下流浄化センター[試行中]		
所在地	兵庫県	放流先	泊川→播磨灘
増加運転方法	<p>[脱窒抑制]  「ステップ段数を減らす」ことにより、栄養塩類濃度を増加させることとした。  また、実施設において、運転変更による実際の窒素排出量の増加、電力原単位等の増加、人工の増加、放流水質の確認を行った。</p>		
増加開始年月	平成 21 年 2 月		
増加運転期間	ノリの漁期を勘案して設定 ・移行期間：12 月中旬～12 月下旬 ・増加運転期間：1 月上旬～2 月下旬 ・回復期間：3 月上旬～3 月下旬		
実施後の窒素濃度	<p>法定基準値を遵守できる範囲で可能な限り高い栄養塩類濃度で放流</p> <p>[管理運転施行前後の窒素]  ・運転施行前(平成 15 年～19 年)      ・運転施行後(平成 23 年～27 年)</p> <p>・ノリ生産のピーク時(1 月)の DIN 濃度は、<u>運転試行前は約 6.4mg/L</u>、<u>運転試行後は約 7.6mg/L</u> となっており、運転試行後の窒素濃度は 1.2mg/L 程度増加している。</p> <p>・DIN の排出量は、<u>運転試行前が約 0.5tN/day</u>、<u>運転試行後が約 0.8tN/day</u> となっており、0.3tN/day 増加している。</p> <p>図 2 運転試行前後の 1 日あたりの DIN 排出量の月別変化</p>		
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ノリの生育状況への影響  範囲は限定的であるが、放流水による栄養塩類供給の影響を強く受ける地点では、ノリの色調は安定的に良好であることが確認されている。ただし、管理運転との明確な検証は行われていない。</li> <li>・地先関係者からの評価  漁業組合からは栄養塩類の放流に対し一定の評価が得られた。</li> </ul>		

デメリット	<p>・ 試行運転当初は、最終沈殿池でスカムが大量に発生することがあった。反応タンクで脱窒が抑制されることで、硝酸態窒素濃度が上昇し、最終沈殿池で脱窒が進行することにより、活性汚泥が気体の窒素とともに浮上したことが発生原因と推察された。反応タンクの DO を監視し、全体の風量を調整した結果、現在は改善されており、問題となるレベルではない。</p>
増加運転イメージ図	<p>【処理フローの切り替えイメージ図】</p> <p>通常時</p> <p>無酸素 好気 無酸素 無酸素 好気 好気</p> <p>増加運転時</p> <p>無酸素 好気 好気 好気 好気 好気</p> <p>①ステップ流入を単段に変更 ②第3、第4槽を無酸素槽から好気槽に変更（脱窒抑制） ※返送汚泥率の変化なし</p>
備考	—
出典	<p>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（平成 26 年 6 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部） 中央環境審議会 水環境部会瀬戸内海環境保全小委員会（第 10 回）資料 9 「栄養塩類の管理に係る順応的な取組の検討」（平成 30 年 3 月、環境省）</p>

事例 No.	15	窒素処理方法	標準活性汚泥法 (擬似嫌気好気活性汚泥法)																														
施設	伊保浄化センター〔試行中〕		放流先	播磨灘																													
所在地	兵庫県高砂市																																
増加運転方法	〔硝化抑制〕 第1系列は送風量を調整(通常運転時より送風量を下げる)し、MLSS 発生量を抑制することで窒素濃度を上昇させた。これに加え、第2系列は、2槽の好気槽の一つを嫌気槽として運転し、硝化反応を抑制した。																																
増加開始年月	平成29年11月から平成31年3月																																
増加運転期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移行期間：9月～10月</li> <li>・増加運転期間：11月～3月</li> <li>・回復期間：4月～5月</li> </ul> 季節別運転の対象とする水質項目を検討することを目的としており、現時点では試運転の位置づけである。																																
実施後の窒素濃度	<p>総量規制基準C値(40mg/L)を遵守できる範囲で可能な限り高い栄養塩類濃度で放流した。通常期には、NH<sub>4</sub>-Nがほぼ検出されず完全硝化に至っているが、栄養塩類増加運転には16～29mg/Lの範囲に上昇しており、明確な硝化抑制効果が認められた。</p> <p>〔平成30年度水質〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流入水質</li> <li>・放流水質</li> </ul> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">計画放流水質</th> <th colspan="3">計画処理水質</th> </tr> <tr> <th>BOD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> <th>BOD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			計画放流水質			計画処理水質			BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	15	-	-	40	40	4				15	20	30						3
計画放流水質			計画処理水質																														
BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P																												
15	-	-	40	40	4																												
			15	20	30																												
					3																												
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放流先のモニタリング調査 これまでモニタリング調査を実施したことはない。 栄養塩増加運転時に吐口付近の環境変化がないことを職員が現場で直接確認しており、苦情も寄せられていない。</li> <li>・栄養塩増加運転によるコスト削減状況 栄養塩増加運転期間の送気量抑制に伴い、多少は電気量が少なくなるためコスト削減につながっている。</li> </ul>																																
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・硝化抑制を行うと活性汚泥の沈降性が低下する。特に放流水の全窒素の大部分をアンモニア性窒素が占めるようになると、高負荷の流入水があったときに処理が悪化し、運転の見極めが必要になる。</li> </ul>																																

増加運転 イメージ図	【水処理施設の運用】		前部 2 槽は嫌気槽、後部 2 槽は好気槽である。第 2 系列では第 3 槽を嫌気槽に切り替え硝化抑制を行う。	
	運転期	系列		
		第 1 系列 (2 池)		第 2 系列 (2 池)
	通常運転期	▼aa00		▼AA00
増加運転期	▼aa00	▼AAA0		
	記号凡例：▼流入 A：嫌気タンク A'：無酸素タンク a：嫌気タンク（擬似） a'：無酸素タンク（擬似） O：好気タンク			
備考	・第 1 系列と第 2 系列は反応槽設備が異なるため、増加運転で異なる運転管理を採用しており、十分な窒素濃度管理を行うことでリスク分散も可能である。			
出典	栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集（令和 3 年 3 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）			

事例 No.	16	窒素処理方法	オキシレーションディ ッチ法																		
施設	鴨部川浄化センター																				
所在地	香川県さぬき市	放流先	播磨灘																		
増加運転 方法	<p>[硝化抑制] エアレーション装置を間欠運転することにより酸素供給量を調整するとともに、返送汚泥量を減少させ、窒素濃度を上昇させている。 水温により放流水の窒素濃度が変動する特性に合わせて曝気時間を管理し、目標水質 (T-N:20mg/L) を超過しないよう調整している。維持管理従事者を増員し対応。T-N、NH<sub>4</sub> 分析回数を倍以上実施。</p>																				
増加開始 年月	平成 23 年 10 月																				
増加運転期 間	<p>ノリの漁期を勘案して設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移行期間：9月～10月</li> <li>・増加運転期間：10月～3月</li> <li>・回復期間：4月～5月</li> </ul>																				
実施後の 窒素濃度	<p>通常運転期 (6～8月)の放流水の NH<sub>4</sub>-N は 2mg/L 未満であり、硝化が進行していた。栄養塩増加運転期に入ると次第に NH<sub>4</sub>-N が増加し、これに伴い T-N も増加するが、管理目標値：20mg/L 以下の範囲内で制御できていた。</p> <p>[平成 30 年度水質]</p> <p>・ 流入水質</p> <p>・ 放流水質</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">計画放流水質</th> <th colspan="3">計画処理水質</th> </tr> <tr> <th>BOD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> <th>BOD</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>			計画放流水質			計画処理水質			BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	15	-	-	20	20	2
計画放流水質			計画処理水質																		
BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P																
15	-	-	20	20	2																
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放流先の効果が見込まれる漁場等における栄養塩類の水質モニタリング調査 農林水産部局と連携して実施 測定項目：栄養塩濃度</li> <li>・ 調査で得られた効果や成果 効果が無い可能性が高い 栄養塩の到達範囲をモニタリングにより確認している。</li> <li>・ 吐口付近の環境変化 栄養塩増加運転時に吐口付近の環境変化がないことを職員が現場で直接確認しており、苦情も寄せられていない。</li> <li>・ 栄養塩増加運転によるコスト削減状況 曝気機の停止による電力削減効果よりも、汚泥性状の変化による脱水ケーキ処分費の増加や薬品費、電力量の増加ならびに効果検証にかかる水質分析費等の諸費用が上回り、導入前に比べてコストが増加した。</li> </ul>																				

デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 活性汚泥の沈降性が悪化し、処理水質が悪化しやすい。</li> <li>・ 曝気機の停止による電力削減効果よりも、汚泥性状の変化による脱水ケーキ処分費の増加や薬品費、電力量の増加ならびに効果検証にかかる水質分析費等の諸費用が上回り、導入前に比べてコストが増加した。</li> <li>・ 維持管理要員の増員が必要となった。</li> </ul>
増加運転イメージ図	—
備考	—
出典	栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集（令和3年3月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部）

## 2 高濃度窒素処理技術の事例

高濃度窒素処理技術を導入している工場・事業場においては、適切な管理運転を行うことによる窒素の供給増の可能性を検討していくことが望まれる。

栄養塩類管理運転を検討する際の参考情報として、工場、事業場で利用されている高濃度窒素処理技術について、下表のとおり整理した。また、導入事例について p. 69 以降に示す。

高濃度窒素処理技術の概要(その1)

高濃度窒素処理技術	技術の概要	主な分野 <sup>1)</sup>	工場・事業場の導入事例	事例 No.
アナモックス法	アナモックスとは anaerobic ammonium oxidation (嫌気性アンモニア酸化) のことであり、排水中のアンモニア態窒素と亜硝酸態窒素をアナモックス細菌の働きによって直接窒素ガスに変換する方法	下水処理場	熊本市東部浄化センター	1
			平野下水処理場	2
		化学工場	(事業場名・場所等は不明)	3
		半導体工場	販売・受注実績あり (場所不明)	4
		廃棄物処理場	事例なし <sup>2)</sup>	-
アンモニアストリッピング法	排水の pH を上げることでアンモニウムイオンをアンモニアとし、これを気液接触塔で大量の空気と接触させ、放散する方法	機械器具製造業	事例なし <sup>2)</sup>	-
		鉄鋼業		
		電子部品	納入実績あり (場所不明)	5
		金属加工		
		電子素材		
		化学工場		
		畜産廃水	運転事例あり (場所不明)	6
		樹脂工場廃水		
アルミニウム製造業				
触媒製造業				
不連続点塩素添加法	アンモニア態窒素を含む排水に塩素や次亜塩素酸を注入してアンモニウムを分解処理する方法	表面加工業(めっき)	事例なし <sup>2)</sup>	-
逆浸透法	排水中の溶解性塩類によって生じる浸透圧より高い圧力をかけることにより、半透膜を通して、水を分離する方法	最終処分場	クリーンパークきぬ	7
		堆肥化施設	事例なし <sup>2)</sup>	-
電気透析法(硝酸除去)	陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を交互に配置した電気透析槽で直流電位をかけ、脱塩・濃縮により硝酸態窒素を除去する方法	最終処分場	事業者：ダイユウ技研土木(株) (場所不明)	8
		し尿処理施設	運転事例あり (場所不明)	9
拡散透析法(硝酸除去)	イオン交換膜を介して接触する溶液中の酸の濃度差を利用し、酸は透過するが金属塩は透過しないと膜の性質を応用して分離する方法	ステンレス鋼材用酸洗設備	日本ステンレス(株) 鹿島製造所	10

## 高濃度窒素処理技術の概要(その2)

高濃度窒素 処理技術	技術の概要	分野	工場・事業場の導入事例	事例 No.
触媒脱窒技術	アンモニア排水に亜硝酸塩などの酸化剤を添加し高温高圧下で触媒によって窒素を分解する方法。亜硝酸塩塩化制御が必要。	金属加工工場	事例なし <sup>2)</sup>	-
触媒湿式 酸化法	高温・高圧下、液相の状態 で空気を送り込み高濃度有機汚濁物やアンモニアを触媒を用いて酸化分解する方法。硝酸アンモニウムは硝酸もアンモニアと反応分解する。	化学工場	事例なし <sup>2)</sup>	-

注： 1)各技術に関する文献・資料の記載内容に基づき、主な適用分野を抽出した。

2)公表資料から導入事例が確認できない場合は「事例なし」とした。

個票

①-1 アナモックス法

事例 No.	1	工場・事業場名	熊本市東部浄化センター
所在地	熊本県熊本市東区秋津町秋田 536 番地	放流先	木山川
事業種類	下水処理場	導入年月日	平成 24 年 6 月～ 平成 26 年 3 月(実証実験)

[窒素負荷低減の試算例]  
 試算条件 流入下水量:50,000 m<sup>3</sup>/日、流入下水水質 T-N:30mgN/L  
 水処理方式 高度処理(嫌気無酸素好気法)、窒素除去率:70%

導入対象の下水処理場の状況	①返流水窒素負荷量 (kgN/日)	②反応タンク流入水窒素負荷量 (kgN/日)	③放流水T-N濃度 (mgN/L)
現状 ・消化槽なし ・バイオマス受入なし ・返流水個別処理なし	123	1,453	8.7
将来(導入前) ・消化槽導入 ・バイオマス受入あり ・返流水個別処理なし	870	2,122	12.2
将来(導入後) ・消化槽導入 ・バイオマス受入あり ・返流水個別処理導入	292	1,602	9.2

※CODの除去率に関する情報なし

処理フロー図

◆ 亜硝酸化(反応)とアナモックス(反応)を組合せた窒素除去技術  
 ◆ 窒素除去率 80%程度(安定した窒素除去性能)  
 ◆ 従来技術に比べ、省エネルギー、かつ低コスト

バイパス方式による窒素濃度比率制御  
 亜硝酸化された処理水(NO<sub>2</sub>-N)と亜硝酸化設備をバイパスした原水(NH<sub>4</sub>-N)を混合して窒素濃度比率(NO<sub>2</sub>-N/NH<sub>4</sub>-N)を制御

前処理設備 (必要に応じて) BOD・SSを低減

2槽式アナモックスプロセス

固定床担体を利用

硝化細菌が付着した担体

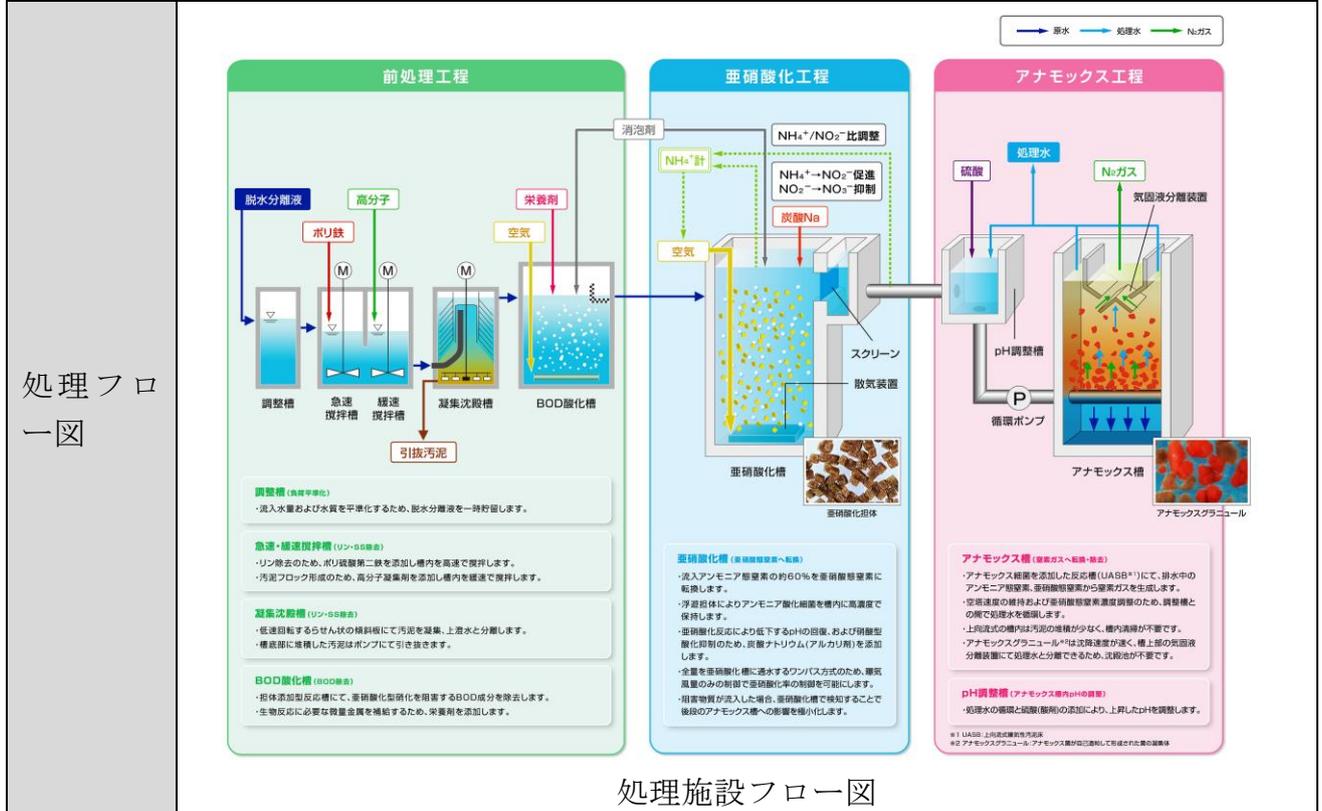
アナモックス細菌が付着した担体

処理フローと技術の概要

備考	<p>[技術の適用範囲]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適用条件（対象排水） <ul style="list-style-type: none"> <li>嫌気性消化汚泥脱水ろ液（アンモニア態窒素濃度 300mg-N/L 以上）</li> </ul> </li> <li>・適用条件 <ul style="list-style-type: none"> <li>①嫌気性消化は導入されているが、返流水個別処理施設がない</li> <li>②汚泥処理に嫌気性消化を新たに導入したい</li> <li>③外部からバイオマス等を受け入れたい</li> </ul> </li> <li>・推奨条件 <ul style="list-style-type: none"> <li>対象排水の C/N 比が小さいほど導入効果は大きい</li> </ul> </li> </ul>
出典	<p>国土交通省:B-DASH PROJECT 技術情報資料（固定床型アナモックスプロセスによる高効率窒素除去技術）</p>

①-2 アナモックス法

事例 No.	2	工場・事業場名	大阪市平野下水処理場
所在地	大阪府大阪市平野区加美北 2-6-69	放流先	平野川分水路
事業種類	下水処理場	導入年月日	平成 31 年 4 月
導入効果	窒素除去能力 80%以上 全窒素 (mg/L) 1,000 → 200 ※COD の除去率に関する情報なし		



アナモックス法導入によるコスト削減効果（硝化脱窒法との比較）

- 必要な酸素量が小さくブローなどの設備や使用するエネルギーが少ない
- 反応に有機物を必要としないため有機物の薬剤添加が不要
- 余剰汚泥（発生汚泥量）が少ない

・施設面積 従来硝化脱窒法の約1/2  
・コスト削減効果

**電力費の削減**

空気量 40% 削減 (理論値)

**薬品費の削減**

薬品費 60% 削減

**汚泥処分費の削減**

余剰汚泥の発生量 45% 削減

※流入水量 3,000 m<sup>3</sup>/日、流入水質 T-N1,000mg/L、水温 30 度とした場合

出典 大阪市平野下水処理場脱水分離液処理施設～アナモックス反応を利用した窒素除去法～：大阪市 HP  
<https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000397358.html>

①-3 アナモックス法

事例 No.	3	工場・事業場名	不明
所在地	不明	放流先	不明
事業種類	化学工場	導入年月日	平成 25 年末
導入効果	<p>流入排水の平均全窒素濃度：676mg/L                  アナモックス槽処理後の平均全窒素濃度：110mg/L                  全窒素除去量：3.0kg-N/ (m<sup>3</sup>・d)</p> <p style="text-align: center;">各処理工程の平均窒素濃度</p> <p>※COD の除去率に関する情報なし</p>		
処理フロー図	<p style="text-align: center;">包括固定化技術を用いた排水処理装置の処理フロー</p>		
備考	<p>[包括固定化技術]                  ①アナモックス細菌などを含む汚泥を、②ポリエチレングリコール (PEG) 系のプレポリマーと混合した後、③重合反応により寒天状にゲル化させ、細菌を高分子ゲル内に固定化する。④このゲルを適当な形に成形し、⑤反応槽へ投入し利用する。</p> <p style="text-align: center;">包括固定化技術を用いた排水処理の概要</p>		
出典	木村 裕哉：包括固定化技術を用いたアナモックス反応による窒素除去システム，環境バイオテクノロジー学会誌 Vo. 15 No. 1 53-55		

※アナモックス法を利用した窒素排水処理設備の導入事例としては、三井化学(株)大阪工場があげられる。

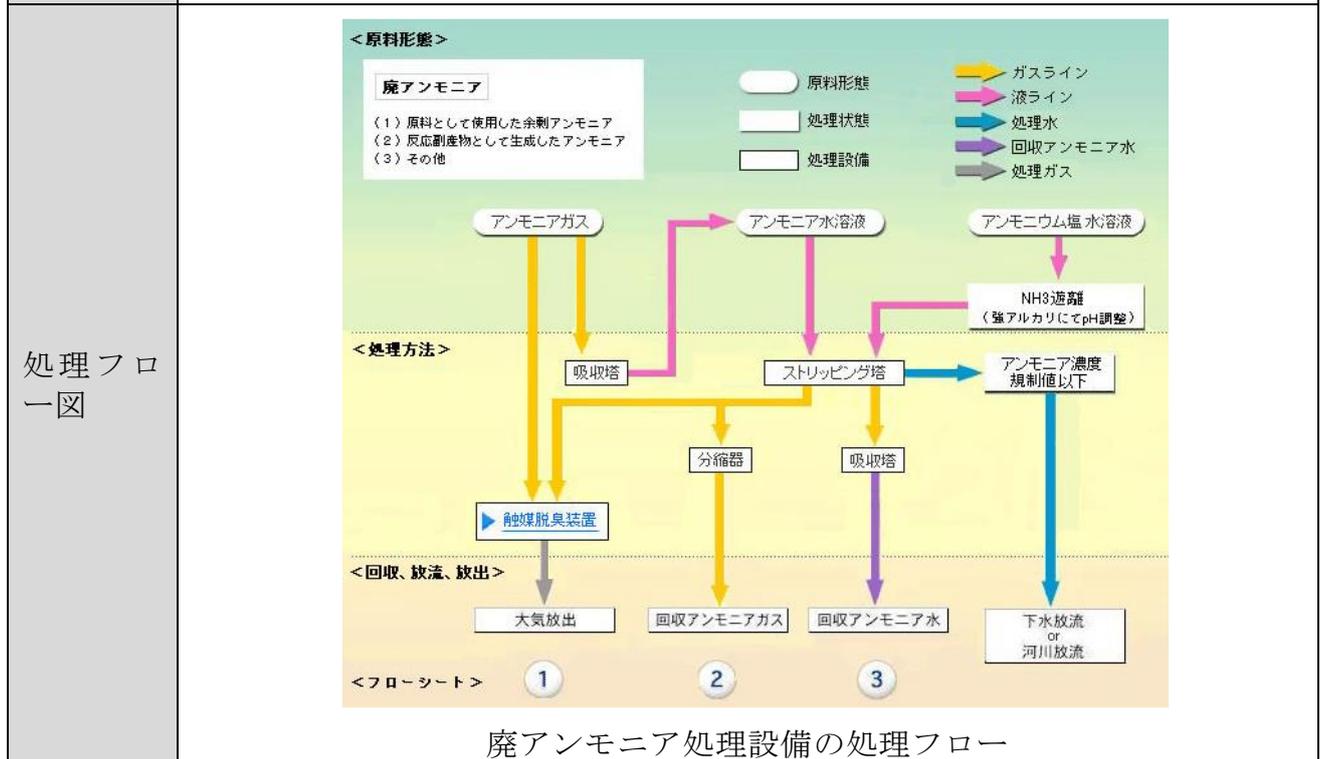
①-4 アナモックス法

事例 No.	4	工場・事業場名	不明																									
所在地	不明	放流先	不明																									
事業種類	半導体工場	導入年月日	平成 18 年 4 月																									
導入効果	<p>Anammox 槽での処理 (mg/L)                  (硝化槽出口→Anammox 槽出口)                  NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N:164 → 5 以下                  NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N:238 → 9.7                  NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N :31 → 68                  合計 :433 → 79.7</p> <p style="text-align: right;">各反応槽での水質の変化</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N</th> <th>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</th> <th>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原水</td> <td>410</td> <td>6</td> <td>38</td> <td>454</td> </tr> <tr> <td>硝化槽出口</td> <td>164</td> <td>238</td> <td>31</td> <td>433</td> </tr> <tr> <td>Anammox 槽出口</td> <td>5 以下</td> <td>9.7</td> <td>68</td> <td>79.7</td> </tr> <tr> <td>脱窒槽出口</td> <td>5 以下</td> <td>5 以下</td> <td>5 以下</td> <td>8 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">単位(mg/L)</p> <p>※COD の除去率に関する情報なし</p>				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	合計	原水	410	6	38	454	硝化槽出口	164	238	31	433	Anammox 槽出口	5 以下	9.7	68	79.7	脱窒槽出口	5 以下	5 以下	5 以下	8 以下
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	合計																								
原水	410	6	38	454																								
硝化槽出口	164	238	31	433																								
Anammox 槽出口	5 以下	9.7	68	79.7																								
脱窒槽出口	5 以下	5 以下	5 以下	8 以下																								
処理フロー一図	<p style="text-align: center;">設備の改造のイメージ</p>																											
備考	<p>アナモックス反応を利用した窒素除去</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Figure 1 硝化・脱窒法での反応経路</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Figure 2 アナモックス反応を利用した反応経路</p> </div> </div>																											
出典	徳富 孝明：[依頼講演]アナモックス反応による半導体工場廃水からの窒素除去, 化学工学会 研究発表要旨集 2008(0), 922-923, 2008 年																											

②-1 アンモニアストリッピング法

事例 No.	5	工場・事業場名	不明
所在地	不明	放流先	不明
事業種類	電子部品、電子素材、リサイクル、金属加工、化学工業	導入年月日	不明

導入効果	[N社導入事例] 処理量：0.5 m <sup>3</sup> /hr アンモニア濃度：1.0wt%																																																				
	納入実績（近年）																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>方式</th> <th>業種</th> <th>原液NH<sub>3</sub>濃度</th> <th>処理量</th> <th>主要機器構成</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アンモニア除害装置</td> <td>電子部品</td> <td>1wt%</td> <td>0.5m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・触媒脱臭装置</td> </tr> <tr> <td>アンモニアストリッピング装置</td> <td>電子部品</td> <td>1.27wt%</td> <td>2.5m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・触媒脱臭</td> </tr> <tr> <td>アンモニア回収装置</td> <td>リサイクル</td> <td>3.96wt%</td> <td>1.5m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・吸収塔</td> </tr> <tr> <td>アンモニア回収装置</td> <td>電子部品</td> <td>4wt%</td> <td>30m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・吸収塔</td> </tr> <tr> <td>アンモニア回収装置</td> <td>電子部品</td> <td>1.5wt%</td> <td>6~15m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・吸収塔</td> </tr> <tr> <td>アンモニア回収装置</td> <td>金属加工</td> <td>1.93wt%</td> <td>1.5m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・吸収塔</td> </tr> <tr> <td>アンモニア回収装置</td> <td>電子素材</td> <td>0.94wt%</td> <td>12~18m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・吸収塔</td> </tr> <tr> <td>アンモニア分解装置</td> <td>電子部品</td> <td>0.9wt%</td> <td>2.1m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・触媒脱臭装置</td> </tr> <tr> <td>アンモニア処理装置</td> <td>化学工業</td> <td>0.7wt%</td> <td>8.3m<sup>3</sup>/hr</td> <td>ストリッピング・吸収塔</td> </tr> </tbody> </table>	方式	業種	原液NH <sub>3</sub> 濃度	処理量	主要機器構成	アンモニア除害装置	電子部品	1wt%	0.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・触媒脱臭装置	アンモニアストリッピング装置	電子部品	1.27wt%	2.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・触媒脱臭	アンモニア回収装置	リサイクル	3.96wt%	1.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔	アンモニア回収装置	電子部品	4wt%	30m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔	アンモニア回収装置	電子部品	1.5wt%	6~15m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔	アンモニア回収装置	金属加工	1.93wt%	1.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔	アンモニア回収装置	電子素材	0.94wt%	12~18m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔	アンモニア分解装置	電子部品	0.9wt%	2.1m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・触媒脱臭装置	アンモニア処理装置	化学工業	0.7wt%	8.3m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔		
方式	業種	原液NH <sub>3</sub> 濃度	処理量	主要機器構成																																																	
アンモニア除害装置	電子部品	1wt%	0.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・触媒脱臭装置																																																	
アンモニアストリッピング装置	電子部品	1.27wt%	2.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・触媒脱臭																																																	
アンモニア回収装置	リサイクル	3.96wt%	1.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
アンモニア回収装置	電子部品	4wt%	30m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
アンモニア回収装置	電子部品	1.5wt%	6~15m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
アンモニア回収装置	金属加工	1.93wt%	1.5m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
アンモニア回収装置	電子素材	0.94wt%	12~18m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
アンモニア分解装置	電子部品	0.9wt%	2.1m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・触媒脱臭装置																																																	
アンモニア処理装置	化学工業	0.7wt%	8.3m <sup>3</sup> /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
	※CODの除去率に関する情報なし																																																				



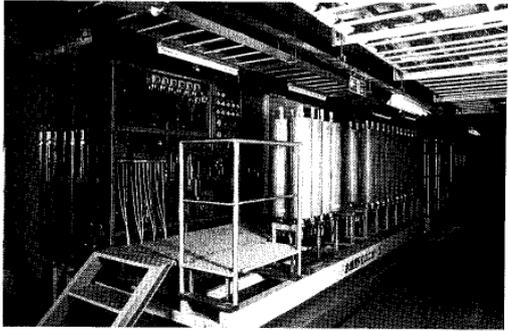
備考	(プラントメーカー資料より引用)
出典	アンモニア処理システム：日本化学機械製造株式会社 HP < <a href="https://www.nikkaki.co.jp/seihin/kankyo9.html">https://www.nikkaki.co.jp/seihin/kankyo9.html</a> >

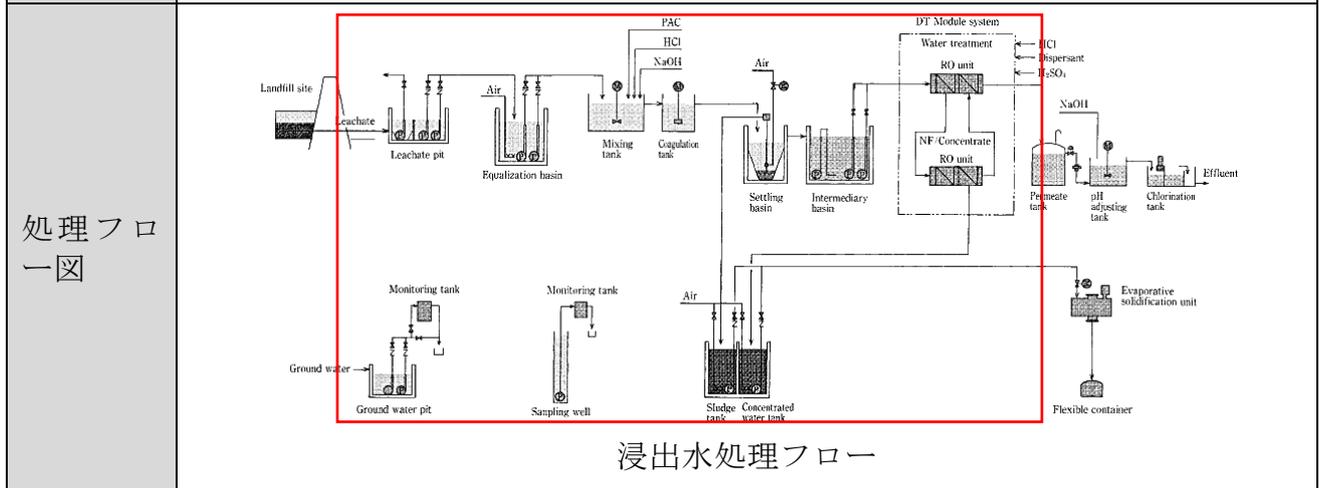
②-2 アンモニアストリッピング法

事例 No.	6	工場・事業場名	不明																																								
所在地	不明	放流先	不明																																								
事業種類	生ごみ処理プラント廃水、畜産廃水、樹脂工場廃水、アルミニウム製造業、触媒製造業廃水	導入年月日	不明																																								
導入効果	<p>[処理事例 (ppm)]</p> <p>生ごみ処理プラント廃水 蒸留法によるアンモニア処理量 5,000 → 100</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>処理事例</th> <th>初期アンモニア濃度 [ppm]</th> <th>処理後のアンモニア濃度 [ppm]</th> <th>除去率 (%)</th> <th>回収アンモニア濃度 [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生ごみ処理プラント廃水</td> <td>5000</td> <td>100</td> <td>98</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> <p>畜産廃水 10,000 → 300</p> <p>樹脂工場廃水 低温燃焼のアンモニアストッピングによる処理量 10,000 → 110~120</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>初期アンモニア濃度 [ppm]</th> <th>処理 pH</th> <th>処理後のアンモニア濃度 [ppm]</th> <th>除去率 (%)</th> <th>発生アンモニアガス [ppm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>畜産廃水</td> <td>10000</td> <td>12.1</td> <td>300</td> <td>97</td> <td>12000</td> </tr> <tr> <td>樹脂工場廃水</td> <td>10000</td> <td>12.2</td> <td>110~120</td> <td>99~98.8</td> <td>13600</td> </tr> <tr> <td>アルミニウム製造業</td> <td>21000</td> <td>12.7</td> <td>150~230</td> <td>99.3~99</td> <td>12000</td> </tr> <tr> <td>触媒製造業排水</td> <td>16400</td> <td>12.9</td> <td>40~30</td> <td>98.9~99.8</td> <td>12000</td> </tr> </tbody> </table> <p>アルミニウム製造業 21,000 → 150~230</p> <p>触媒製造業排水 16,400 → 40~30</p> <p>※COD の除去率に関する情報なし</p>			処理事例	初期アンモニア濃度 [ppm]	処理後のアンモニア濃度 [ppm]	除去率 (%)	回収アンモニア濃度 [%]	生ごみ処理プラント廃水	5000	100	98	18		初期アンモニア濃度 [ppm]	処理 pH	処理後のアンモニア濃度 [ppm]	除去率 (%)	発生アンモニアガス [ppm]	畜産廃水	10000	12.1	300	97	12000	樹脂工場廃水	10000	12.2	110~120	99~98.8	13600	アルミニウム製造業	21000	12.7	150~230	99.3~99	12000	触媒製造業排水	16400	12.9	40~30	98.9~99.8	12000
処理事例	初期アンモニア濃度 [ppm]	処理後のアンモニア濃度 [ppm]	除去率 (%)	回収アンモニア濃度 [%]																																							
生ごみ処理プラント廃水	5000	100	98	18																																							
	初期アンモニア濃度 [ppm]	処理 pH	処理後のアンモニア濃度 [ppm]	除去率 (%)	発生アンモニアガス [ppm]																																						
畜産廃水	10000	12.1	300	97	12000																																						
樹脂工場廃水	10000	12.2	110~120	99~98.8	13600																																						
アルミニウム製造業	21000	12.7	150~230	99.3~99	12000																																						
触媒製造業排水	16400	12.9	40~30	98.9~99.8	12000																																						
処理フロー図	<p>スーパーstripping法のアンモニア回収フローシート</p> <p>酸化触媒による低温燃焼のアンモニアストリッピングとの併用フロー</p>																																										
備考	(プラントメーカー資料より引用)																																										
出典	高濃度アンモニア廃液より高効率アンモニア除去方法 スーパーstriッピングシステム, 共栄技研工業株式会社																																										

③-1 逆浸透法

事例 No.	7	工場・事業場名	クリーンパーク・きぬ
所在地	茨城県結城市八千代町大字瀬戸 390 番地	放流先	不明
事業種類	管理型最終処分場	導入年月日	平成 11 年 4 月

導入効果	[計画水質]																																																																																																																
	COD Mn (mg/L) 原水 100 処理水 : 10 以下																																																																																																																
	T-N (mg/L) 原水 100 処理水 : 10 以下																																																																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>原水</th> <th>処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH (-)</td> <td>5 ~ 9</td> <td>5.8 ~ 8.6</td> </tr> <tr> <td>BOD (mg/l)</td> <td>250</td> <td>10以下</td> </tr> <tr> <td>COD (mg/l)</td> <td>100</td> <td>10以下</td> </tr> <tr> <td>SS (mg/l)</td> <td>300</td> <td>10以下</td> </tr> <tr> <td>T-N (mg/l)</td> <td>100</td> <td>10以下</td> </tr> <tr> <td>Cl (mg/l)</td> <td>1600</td> <td>500以下</td> </tr> <tr> <td>Ca<sup>2+</sup> (mg/l)</td> <td>500</td> <td>100以下</td> </tr> </tbody> </table>			項目	原水	処理水	pH (-)	5 ~ 9	5.8 ~ 8.6	BOD (mg/l)	250	10以下	COD (mg/l)	100	10以下	SS (mg/l)	300	10以下	T-N (mg/l)	100	10以下	Cl (mg/l)	1600	500以下	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	500	100以下																																																																																						
項目	原水	処理水																																																																																																															
pH (-)	5 ~ 9	5.8 ~ 8.6																																																																																																															
BOD (mg/l)	250	10以下																																																																																																															
COD (mg/l)	100	10以下																																																																																																															
SS (mg/l)	300	10以下																																																																																																															
T-N (mg/l)	100	10以下																																																																																																															
Cl (mg/l)	1600	500以下																																																																																																															
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	500	100以下																																																																																																															
[全処理工程後の水質の変化]																																																																																																																	
COD Mn (mg/L) 浸出水 : 60.8 処理水 : 1.1 (除去率 98.2%)																																																																																																																	
T-N (mg/L) 浸出水 : 9.7 処理水 : ND (計画水質をクリア)																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Units</th> <th>Leachate</th> <th>Permeate</th> <th>Rejection (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td>-</td> <td>7.2</td> <td>7.2</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>BOD<sub>5</sub></td> <td>mg/l</td> <td>6.5</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>COD Mn</td> <td>mg/l</td> <td>60.8</td> <td>1.1</td> <td>98.2</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>mg/l</td> <td>24</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>T-N</td> <td>mg/l</td> <td>9.7</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cl</td> <td>mg/l</td> <td>3480</td> <td>13.6</td> <td>99.6</td> </tr> <tr> <td>Turbidity</td> <td>Turb. unit</td> <td>11.1</td> <td>0.1</td> <td>99.1</td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td>Color. unit</td> <td>28</td> <td>1</td> <td>96.4</td> </tr> <tr> <td>Conductivity</td> <td>mS/cm</td> <td>10.1</td> <td>0.075</td> <td>99.3</td> </tr> <tr> <td>M-alkalinity</td> <td>mg/l as CaCO<sub>3</sub></td> <td>53.3</td> <td>9.7</td> <td>81.8</td> </tr> <tr> <td>Total hardness</td> <td>mg/l as CaCO<sub>3</sub></td> <td>2610</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ca hardness</td> <td>mg/l as CaCO<sub>3</sub></td> <td>2530</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Mg hardness</td> <td>mg/l as CaCO<sub>3</sub></td> <td>80.0</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></td> <td>mg/l</td> <td>6.7</td> <td>1.2</td> <td>82.1</td> </tr> <tr> <td>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></td> <td>mg/l</td> <td>148</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>mg/l</td> <td>30.5</td> <td>0.014</td> <td>99.9</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> <td>mg/l</td> <td>1.30</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>mg/l</td> <td>0.15</td> <td>ND</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Na<sup>+</sup></td> <td>mg/l</td> <td>891</td> <td>8.83</td> <td>99.0</td> </tr> <tr> <td>K<sup>+</sup></td> <td>mg/l</td> <td>646</td> <td>8.62</td> <td>98.7</td> </tr> <tr> <td>TS</td> <td>mg/l</td> <td>8460</td> <td>14</td> <td>99.8</td> </tr> </tbody> </table>				Parameter	Units	Leachate	Permeate	Rejection (%)	pH	-	7.2	7.2	-	BOD <sub>5</sub>	mg/l	6.5	ND	-	COD Mn	mg/l	60.8	1.1	98.2	SS	mg/l	24	ND	-	T-N	mg/l	9.7	ND	-	Cl	mg/l	3480	13.6	99.6	Turbidity	Turb. unit	11.1	0.1	99.1	Color	Color. unit	28	1	96.4	Conductivity	mS/cm	10.1	0.075	99.3	M-alkalinity	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	53.3	9.7	81.8	Total hardness	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	2610	ND	-	Ca hardness	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	2530	ND	-	Mg hardness	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	80.0	ND	-	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	6.7	1.2	82.1	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	148	ND	-	SiO <sub>2</sub>	mg/l	30.5	0.014	99.9	Mn	mg/l	1.30	ND	-	Fe	mg/l	0.15	ND	-	Na <sup>+</sup>	mg/l	891	8.83	99.0	K <sup>+</sup>	mg/l	646	8.62	98.7	TS	mg/l	8460	14	99.8
Parameter	Units	Leachate	Permeate	Rejection (%)																																																																																																													
pH	-	7.2	7.2	-																																																																																																													
BOD <sub>5</sub>	mg/l	6.5	ND	-																																																																																																													
COD Mn	mg/l	60.8	1.1	98.2																																																																																																													
SS	mg/l	24	ND	-																																																																																																													
T-N	mg/l	9.7	ND	-																																																																																																													
Cl	mg/l	3480	13.6	99.6																																																																																																													
Turbidity	Turb. unit	11.1	0.1	99.1																																																																																																													
Color	Color. unit	28	1	96.4																																																																																																													
Conductivity	mS/cm	10.1	0.075	99.3																																																																																																													
M-alkalinity	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	53.3	9.7	81.8																																																																																																													
Total hardness	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	2610	ND	-																																																																																																													
Ca hardness	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	2530	ND	-																																																																																																													
Mg hardness	mg/l as CaCO <sub>3</sub>	80.0	ND	-																																																																																																													
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	6.7	1.2	82.1																																																																																																													
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	148	ND	-																																																																																																													
SiO <sub>2</sub>	mg/l	30.5	0.014	99.9																																																																																																													
Mn	mg/l	1.30	ND	-																																																																																																													
Fe	mg/l	0.15	ND	-																																																																																																													
Na <sup>+</sup>	mg/l	891	8.83	99.0																																																																																																													
K <sup>+</sup>	mg/l	646	8.62	98.7																																																																																																													
TS	mg/l	8460	14	99.8																																																																																																													
																																																																																																																	
		<p>水処理 RO ユニット RO (reverse osmosis) : 逆浸透膜処理</p>																																																																																																															



備考 逆浸透法「DT モジュールシステム」  
生物処理を必要とせず、簡単な前処理のみで、BOD、COD、T-N、SS を除去する。また、難分解性有機物質、無機塩類、ダイオキシン類も除去できる。

出典 DT モジュールシステムによる浸出水処理実績紹介：神鋼パンテック技法 Vo. 43 No. 1 1999 年 9 月

④-1 電気透析法

事例 No.	8	工場・事業場名	管理型処分場 (事業者: ダイユウ技研土木株式会社)
所在地	不明	放流先	不明
事業種類	管理型最終処分場	導入年月日	平成 23 年 (実証実験)
導入効果	<p>NH<sub>4</sub>-N の初期濃度 : 70~190mg/L                  浸出水 : 190mg/L                  調整池水 : 90mg/L                  脱カル水 : 70mg/L                  消費電力 (NH<sub>4</sub>-N の残留濃度がゼロ)                  浸出水 : 8kwh/m<sup>3</sup>                  調整水・脱カル水 : 4kwh/m<sup>3</sup></p> <p>COD の除去も期待したが、COD は電圧を上げて 50%前後の分解にとどまった。</p>	<p>消費電力と NH<sub>4</sub>-N の関係</p> <p>消費電力と COD の関係</p>	
処理フロー図	<p>電解処理装置フロー</p>		
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電解脱室処理装置 : 日立パワーソリューションズ(株)製</li> <li>・同システムでは電解による NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> 濃度が上昇する傾向は認められなかった。</li> <li>・浸出水中の T-N の 90~95%が NH<sub>4</sub>-N であることから、NH<sub>4</sub>-N の分解状況=T-N の分解状況であると判断</li> </ul>		
出典	桧垣 光次, 柳瀬 龍二 : 電気分解処理による管理型最終処分場の浸出水中の窒素処理について, 第 25 回廃棄物資源循環学会研究発表会, D3-4, pp. 415-416, 2014 年 9 月		

④-2 電気透析法

事例 No.	9	工場・事業場名	不明
所在地	不明	放流先	不明
事業種類	し尿施設	導入年月日	平成 16 年 10 月

導入効果

運転結果（電解脱窒素システム）  
 アンモニア  $\text{NH}_4\text{-N}$  は直線的に減少  
 亜硝酸  $\text{NO}_2\text{-N}$ 、硝酸  $\text{NO}_3\text{-N}$  はほぼ横ばい

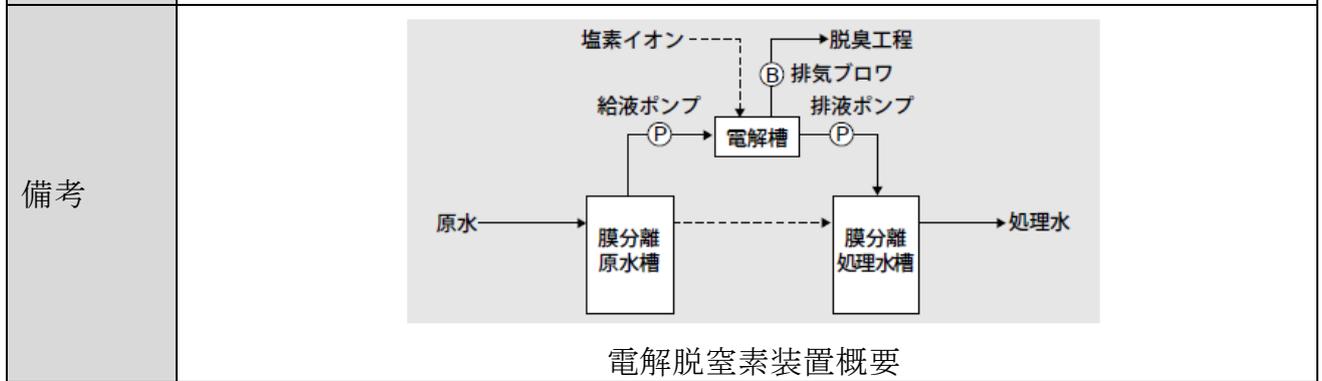
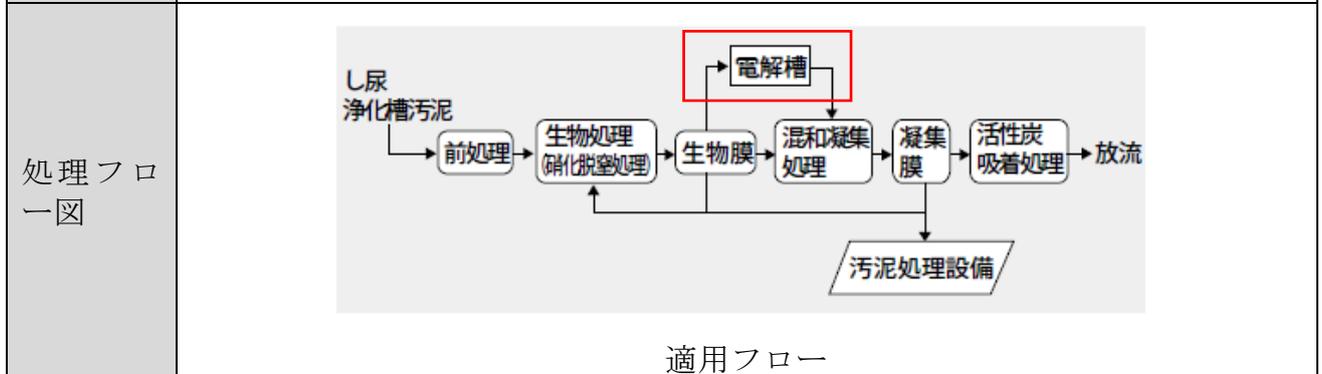
電解による処理  
 （装置入口→装置出口）  
 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ : 84.0 → <0.5  
 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ : 0.9 → <0.1  
 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ : 1.9 → 5.9  
 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ : 129 → 93

運転データの一例

項目	装置入口	装置出口
$\text{NH}_4\text{-N}$	84.0	<0.5
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.9	<0.1
$\text{NO}_3\text{-N}$	1.9	5.9
$\text{COD}_{\text{Mn}}$	129	93

電解処理における窒素（アンモニア態窒素）濃度と pH の相関

電解脱窒素システム



出典 浅野 昌道, 水谷 洋, 中村 謙治, 池 卓, 加藤 雄大: 電解による廃水中窒素分解システム, 三菱重工技報 Vol. 42 No. 4 pp. 180-183, 2005 年 11 月

⑤-1 拡散透析法

事例 No.	10	工場・事業場名	日本ステンレス(株)鹿島製造所
所在地	茨城県鹿嶋市光 2-1	放流先	不明
事業種類	ステンレス鋼	導入年月日	昭和 59 年 4 月

硝フッ酸回収装置の運転結果 (1年間)  
 硝酸回収率: 99%  
 フッ酸回収率: 50.8%

硝フッ酸回収装置の運転結果 (1年間)

項 目		実績値	目標値	
酸回収率	HNO <sub>3</sub> (%)	平均 99.0	平均 87.0 以上	
	HF (%)	" 50.8	" 60.0 "	
	Fe 除去率 (%)	" 94.1	" 90.0 "	
各液組成	酸洗廃酸	液量 (m <sup>3</sup> /H)	0.94	0.94
		HNO <sub>3</sub> (g/l)	平均 60.6	40.0~100.0
		HF (g/l)	" 12.6	8.0~ 25.0
	回 收 酸	Fe (g/l)	" 22.0	20.8~ 40.0
		SS (ppm)	" 30.0	200.0
		液量 (m <sup>3</sup> /H)	0.94	0.94
	廃 液	HNO <sub>3</sub> (g/l)	平均 60.0	34.8~ 87.0
		HF (g/l)	" 6.4	4.8~ 15.0
		Fe (g/l)	" 1.3	2.0~ 4.0
		液量 (m <sup>3</sup> /H)	0.94	0.94
廃 液	HNO <sub>3</sub> (g/l)	平均 0.6	5.2~ 13.0	
	HF (g/l)	" 6.8	3.2~ 10.0	
	Fe (g/l)	" 21.0	18.2~ 36.0	

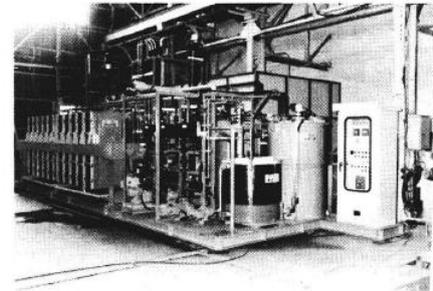


写真1 硝フッ酸回収装置

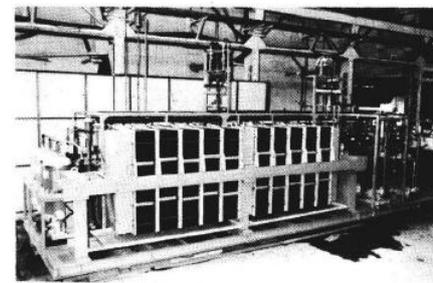
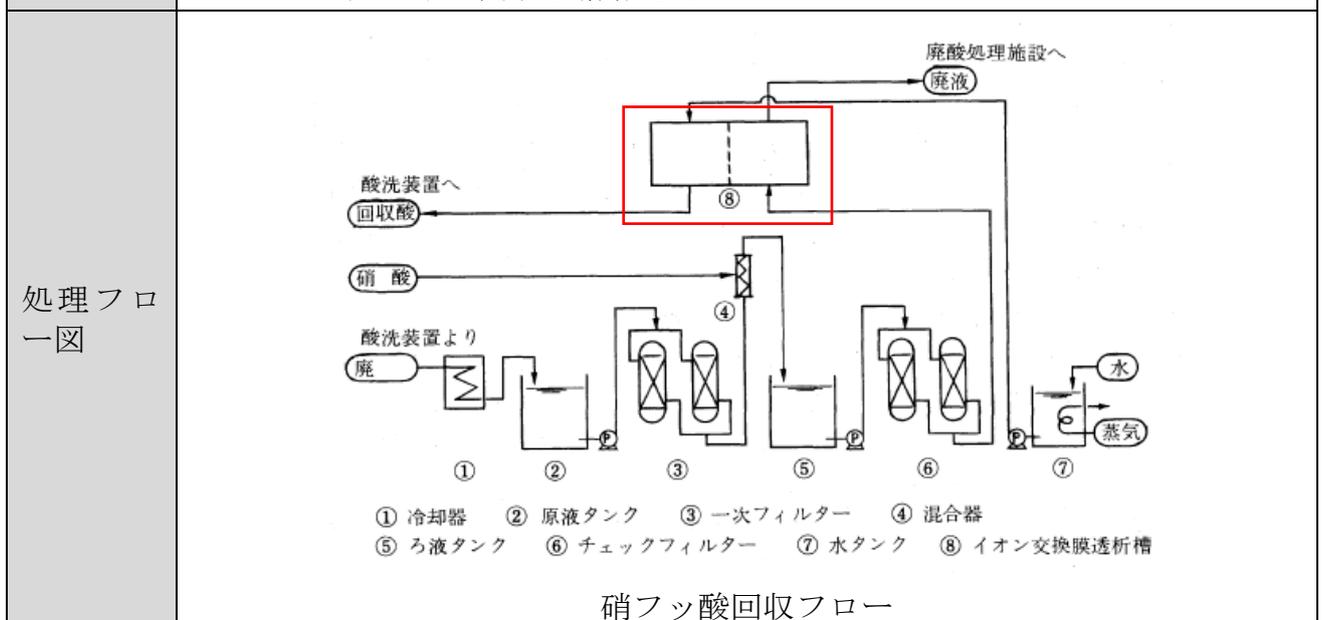


写真2 チェックフィルター及び拡散透析槽

酸回収装置

※COD の除去率に関する情報なし



備考

出典 佐藤 潤次郎, 小沼 政夫, 本村 浩次, 野間 義昭: 拡散透析法による硝フッ酸の回収, 実務表面技術 32 巻 5 号 220-226 1985 年