

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2年3月

兵庫県農政環境部環境管理局水大気課

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、「工場・事業場における栄養塩類供給に係るガイドライン」を策定することとした。

今回は、その第一歩として栄養塩類供給のための基本的な考え方やその実施手法、事例、留意点を、「ナレッジ集」としてまとめた。

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2年3月

兵庫県農政環境部環境管理局水大気課

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) 望ましい海域濃度達成を目指した取組	9
第2 工場・事業場における栄養塩類供給に係る基本的考え方	11
1 対象工場等	11
2 実施時期	12
3 窒素・りん以外の項目の負荷量等の増加	12
(1) 有害物質	12
(2) 有害物質以外の項目	12
4 その他	12
第3 栄養塩類供給の手法	13
1 工場・事業場での取組・検討事例	13

第4 留意点・関係法令	26
1 留意点	26
(1) 窒素・りんに係る総量規制基準の順守	26
(2) 排水基準の遵守	26
(3) 地元との調整(協定を含む)	26
2 関係法令	27
(1) 港湾法	27
(2) 港則法	27
(3) 海岸法	27
(4) 河川法	27
参考資料	31
1 下水道終末処理施設での栄養塩類管理運転実施状況	33
2 高濃度窒素処理技術の事例	55

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、「瀬死の海」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。

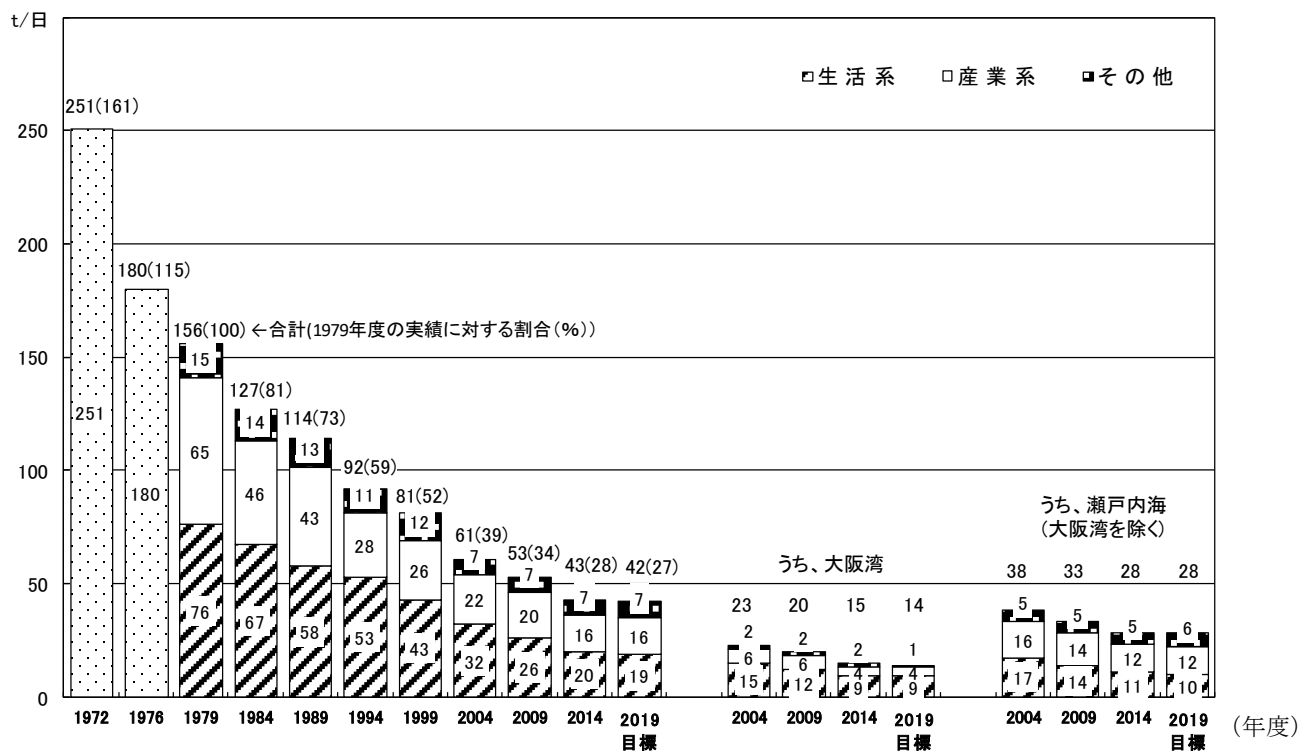
直近の第8次(2016 年～)では、大阪湾においては、窒素及びりんの環境基準の達成状況を勘案しつつ、特に有機汚濁を解消することを目途とし、また、大阪湾を除く瀬戸内海においては、現在の水質から悪化させないことを目途とされた。

2 瀬戸内海の水質等

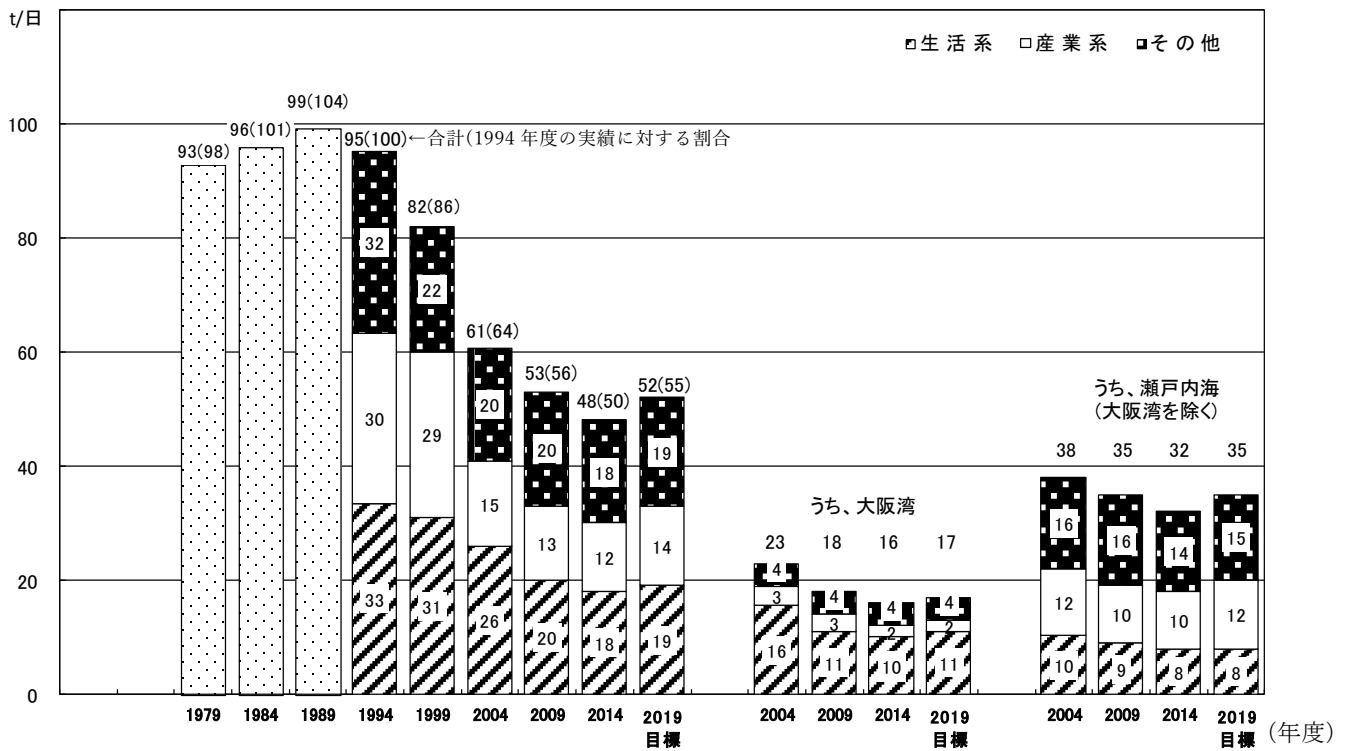
(1) 発生負荷量

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 2014 年度で約7割減、窒素は 1994 年度から 2014 年度で約5割減、りんは 1979 年度から 2014 年度で約8割減となっている。

COD

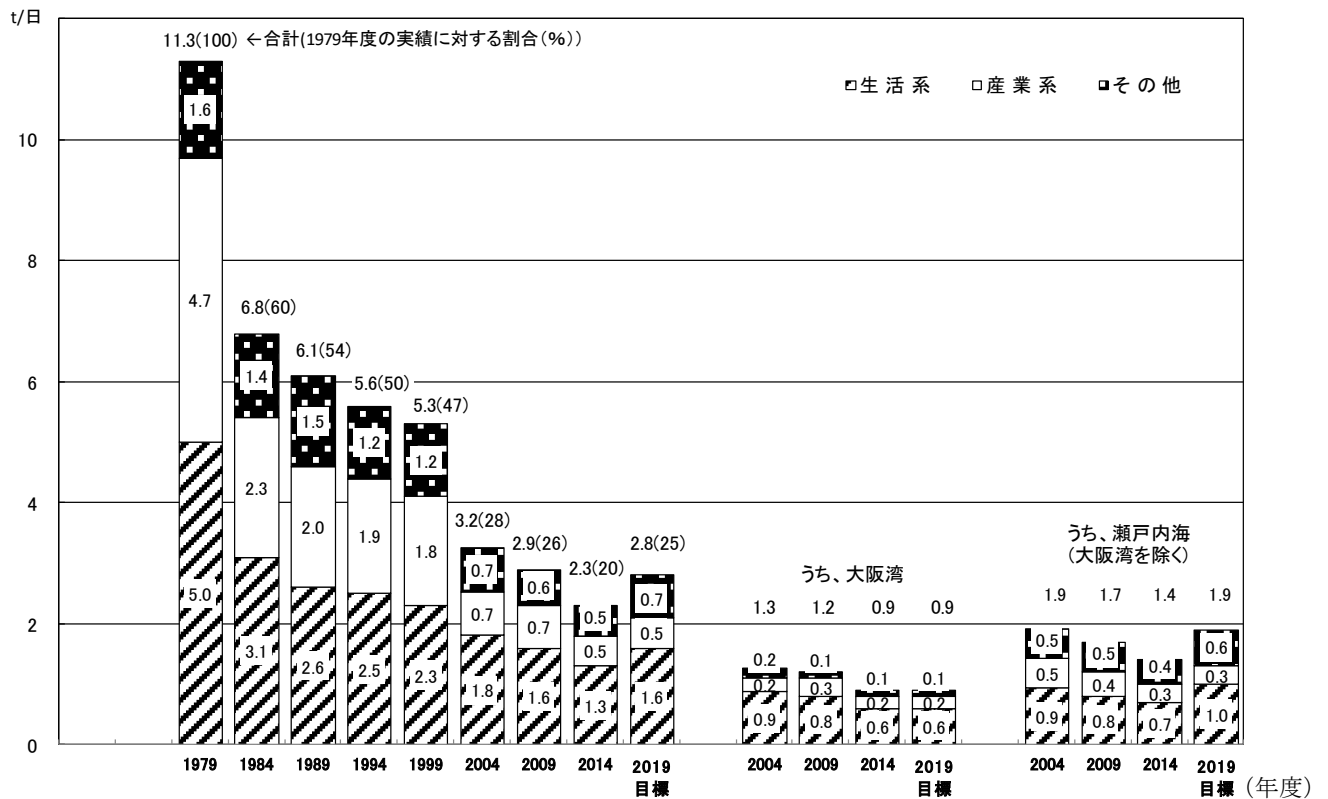


窒素



出典) 発生負荷量管理等調査(環境省)

りん

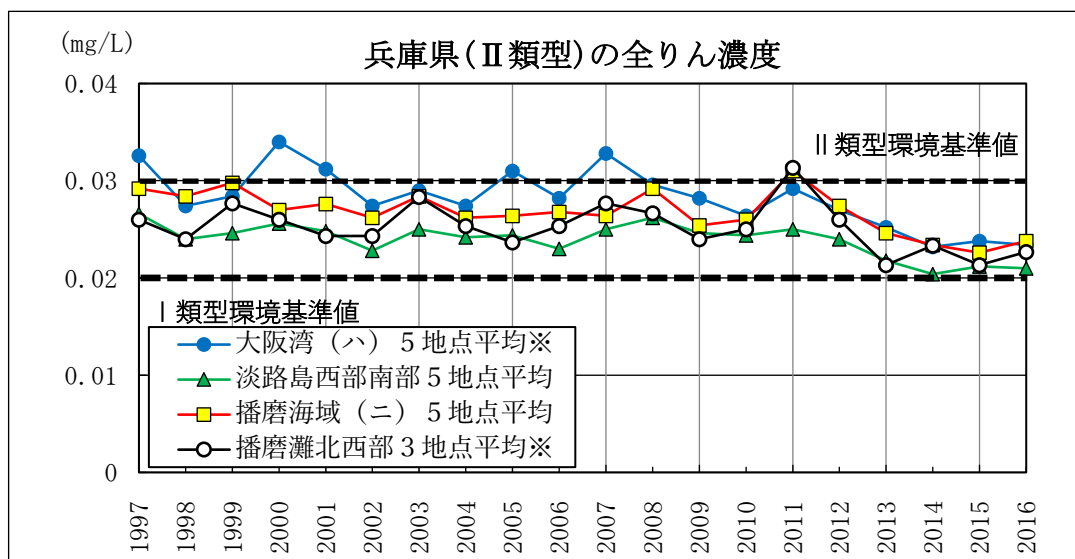
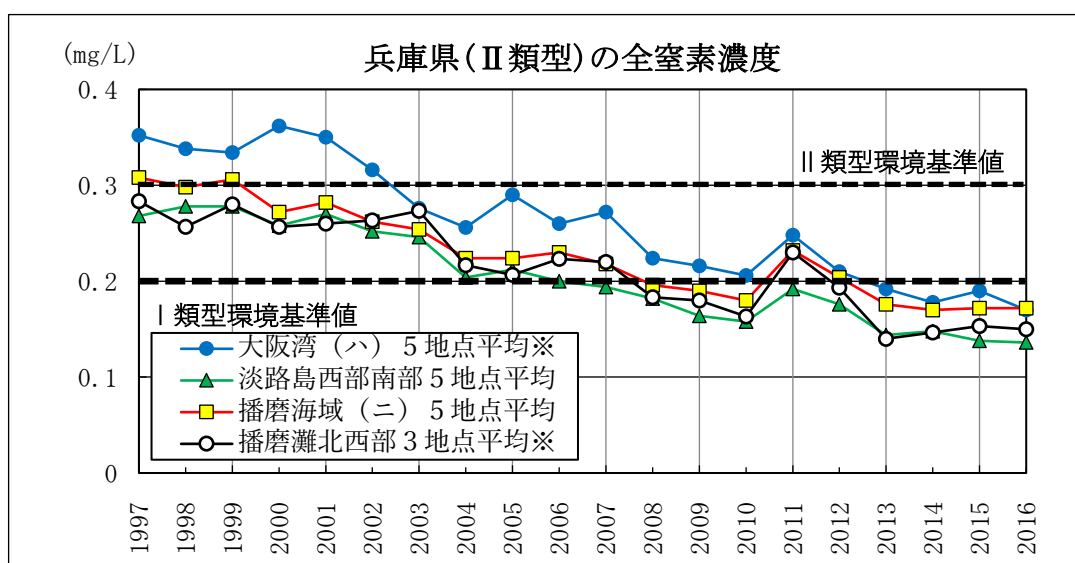


出典) 発生負荷量管理等調査(環境省)

(2) 水質

全窒素及び全りん的环境基準は、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Ⅰ類型の環境基準値(0.02mg/L)にせまっている。

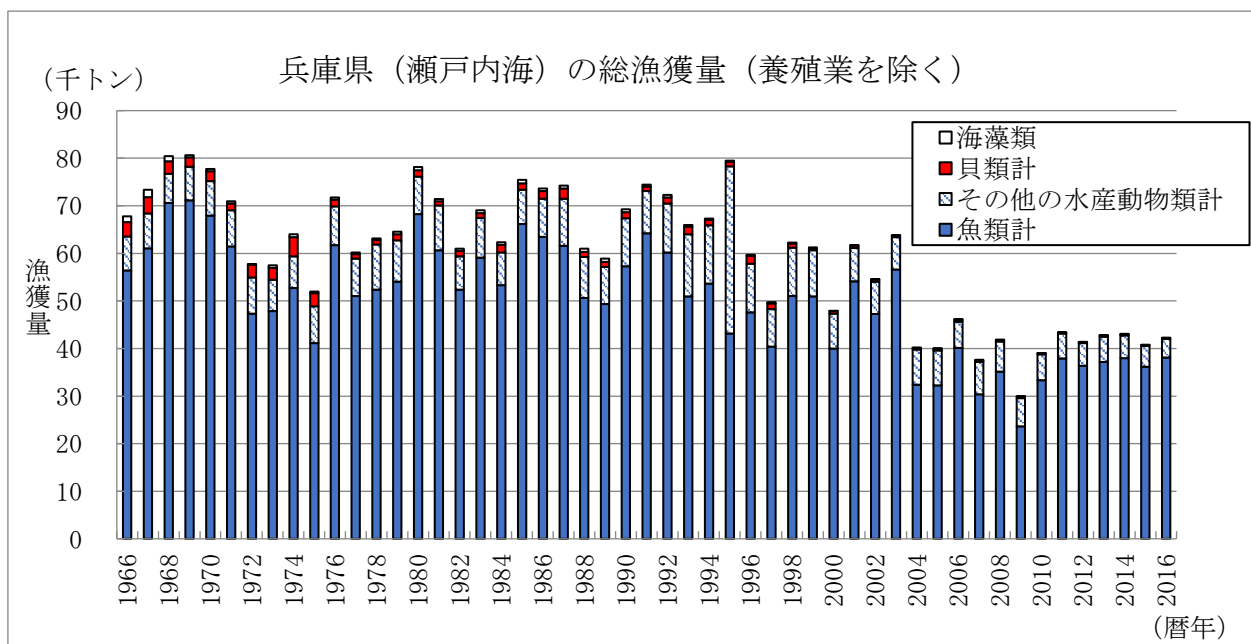


※兵庫県測定 of 全窒素・全りんの環境基準点のみの平均値を示した。

出典) 兵庫県公共用水域水質常時監視結果

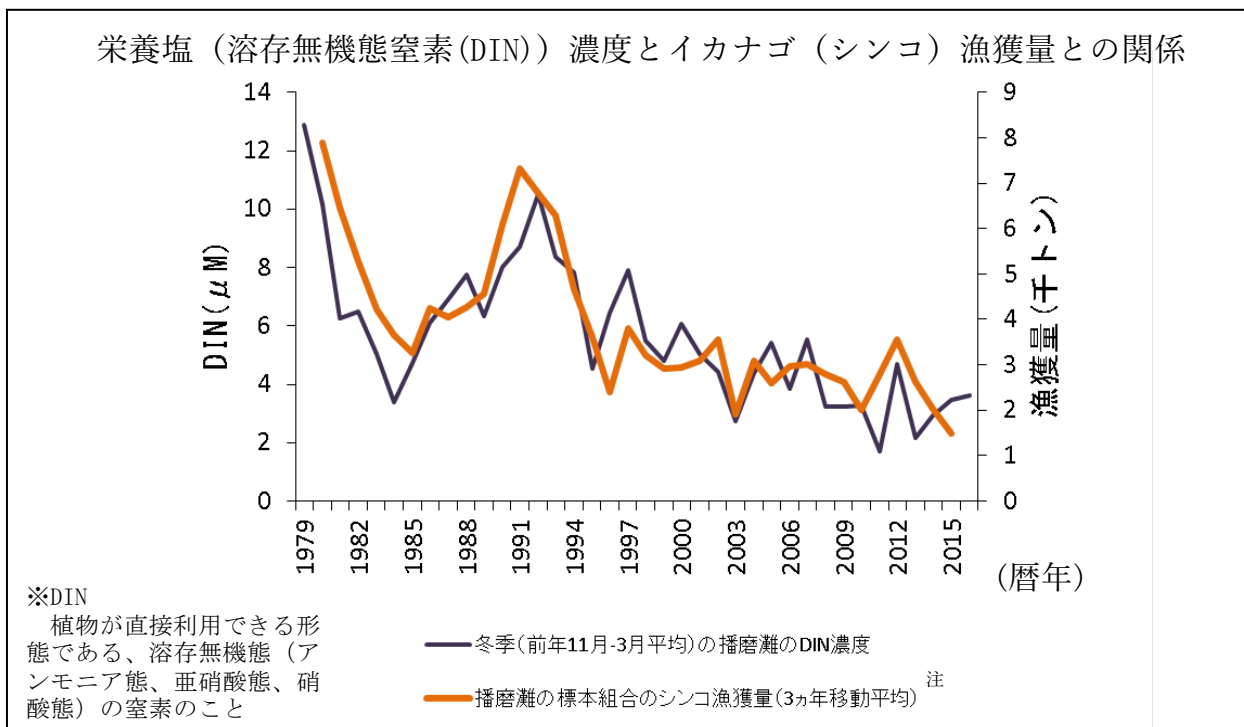
(3) 水産資源

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、2004～2014 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。



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濃度は同調して減少しているとされている。



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

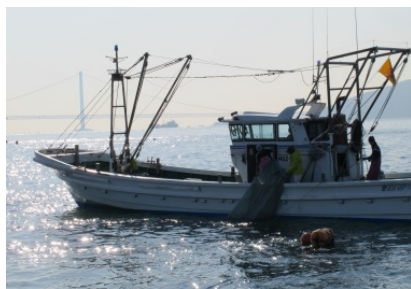
瀬戸内海では、窒素・リンの環境基準達成率が大きく改善する等、水質は大きく改善している。

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

瀬戸内海的环境保全の方向性

- 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。

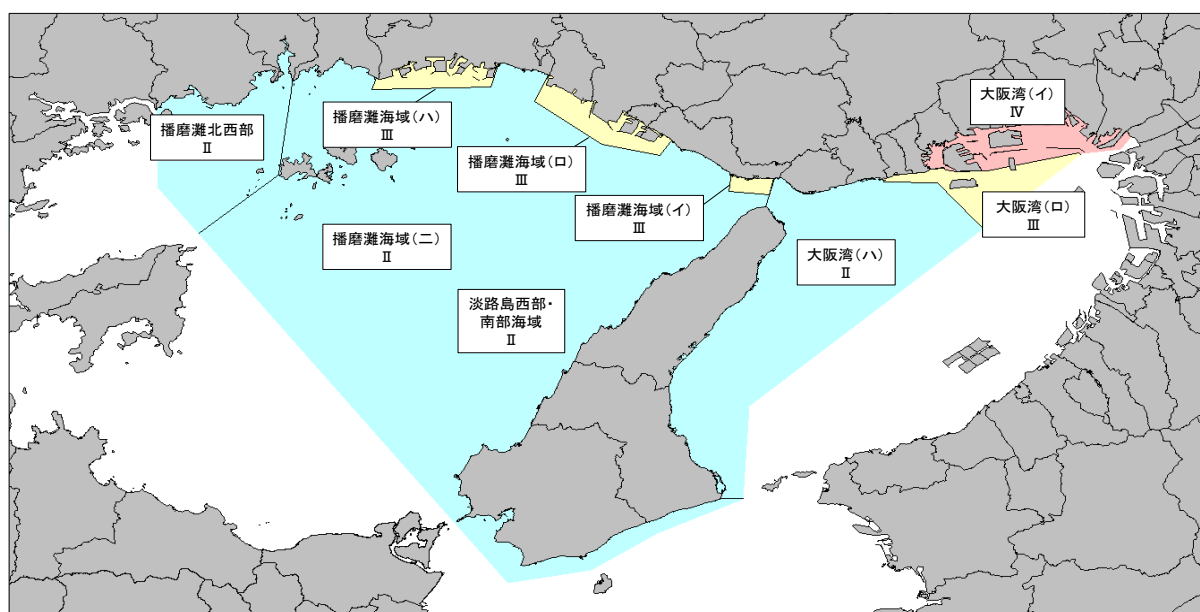
○ 栄養塩類の適切な管理(第140条の5)

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。

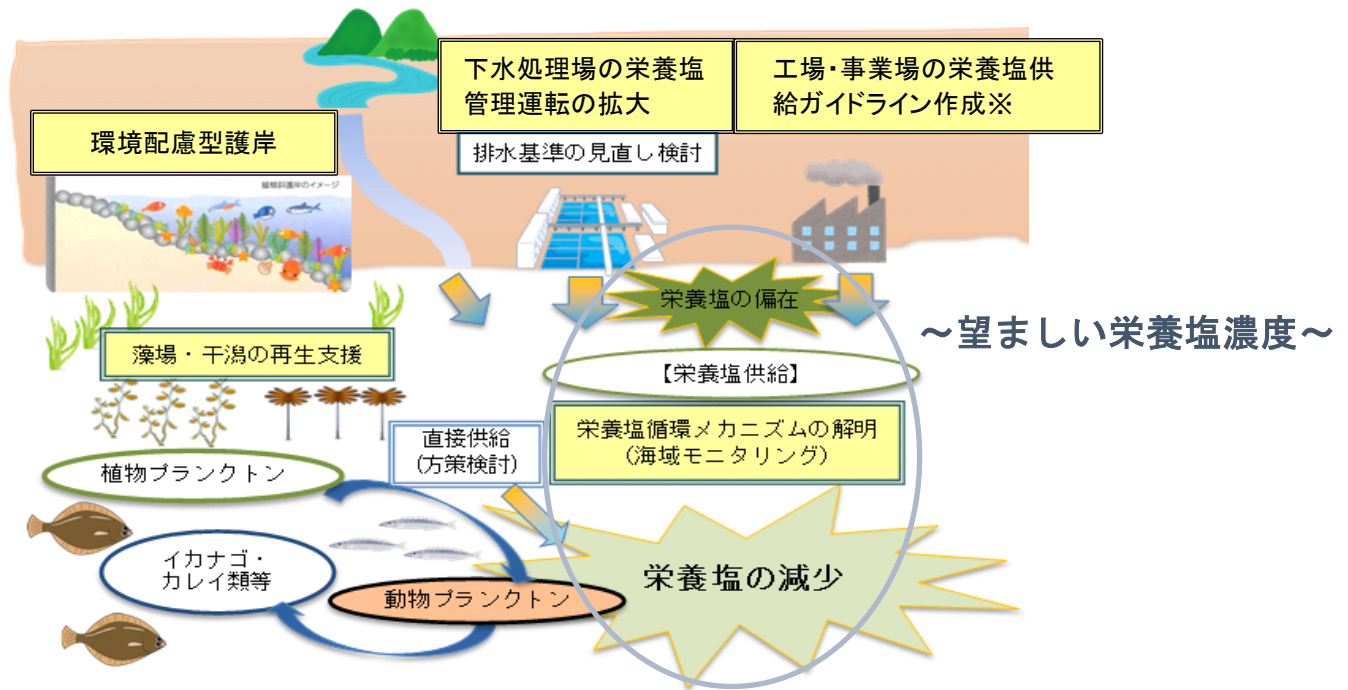
② 窒素・りん望ましい海域濃度の設定(兵庫県域に限る)

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



水域の類型指定概況図(全窒素・全りん)

※兵庫県域に限る



※工場・事業場の栄養塩供給ガイドラインは、当面、ナレッジ集として作成

「豊かで美しい海の再生」のための施策イメージ

(3) 望ましい海域濃度達成を目指した取組

兵庫県では、全窒素及び全りん海域濃度と陸域からの供給量（発生負荷量）には一定の傾向があることから、次のとおり目標達成に向けた取組を行うこととしている。

① 下水道終末処理施設からの栄養塩供給の推進

下水道終末処理施設では、瀬戸内海への栄養塩供給を図り、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おり、その取組を推進する。

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。

② 工場・事業場からの栄養塩供給の推進

工場・事業場において、新たに栄養塩供給の取組の推進を図る。

③ 土地等からの栄養塩供給の推進

栄養塩涵養機能を有する森林等の適正な管理、豊かな森づくりを引き続き行う。

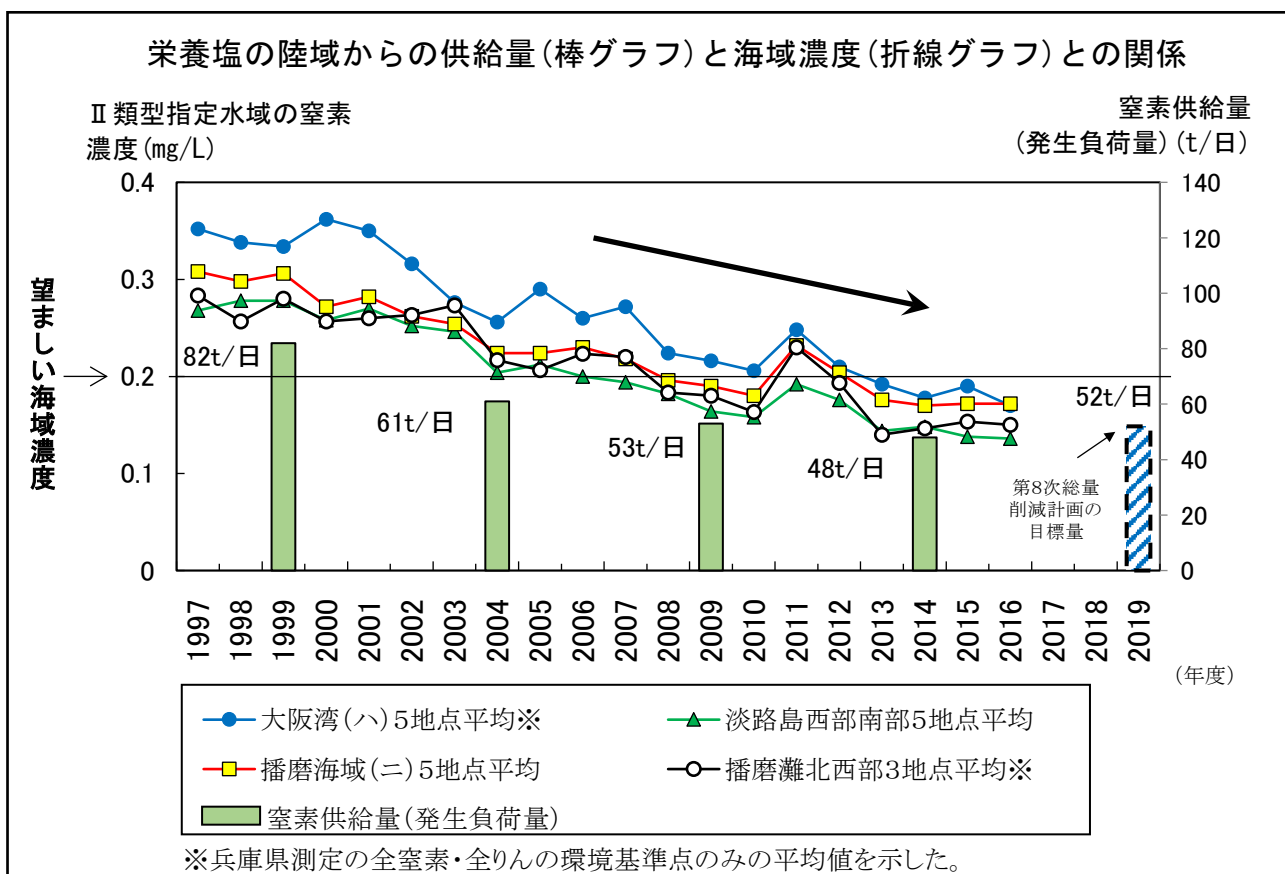
また、農林漁業者に対し、それぞれの事業活動が豊かで美しい瀬戸内海の再生につながることを認識してもらうよう、普及啓発を行う。

④ モニタリング

物質循環・生態系管理に関するモニタリングを継続的に行うとともに、科学的・技術的な知見を収集し、蓄積を進める。

⑤ 普及啓発

海域への栄養塩供給について県民の理解を求めるため、広く普及啓発を行う。



出典) 公共用水域水質常時監視結果(兵庫県)及び発生負荷量管理等調査(環境省)

【下水道終末処理施設にかかる BOD 上乘せ排水基準 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、兵庫県が定めた上乘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乘せ排水基準を撤廃する水域を定めた。

2 BOD 上乘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 上乘せ排水基準（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

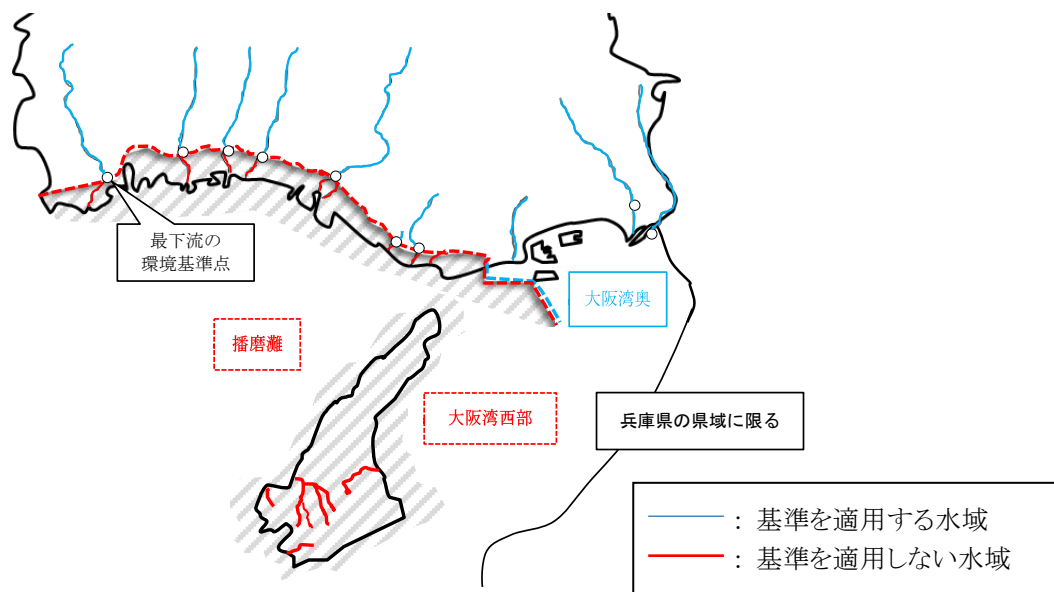
→ BOD 上乘せ排水基準を
適用しない

- ※ (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 上乘せ排水基準を
引き続き適用

(概念図)



第2 工場・事業場における栄養塩類供給に係る基本的考え方

工場等から瀬戸内海に窒素・りんを供給する取組(以下「栄養塩類供給取組」という。)は、その目的が窒素・りんの望ましい海域濃度の実現に資すること、そして、その実施には県民の理解が必要不可欠であることに鑑み、原則、以下によるものとする。

ただし、りんについては望ましい海域濃度の範囲内にあることから、当面の間は窒素について取組みを優先する。

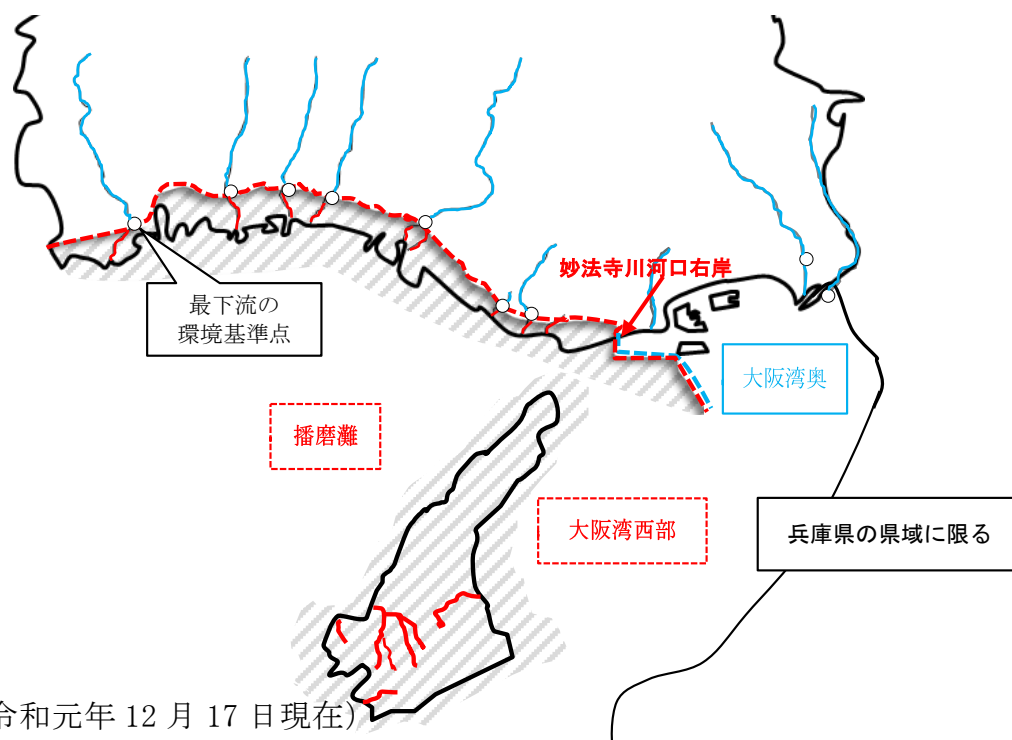
なお、栄養塩類供給取組については、県が実施する海域のモニタリング調査結果に応じて慎重に行うものとする。

1 対象工場等

栄養塩類供給取組の実施対象となる工場等は、下水道終末処理施設にかかる BOD 上乗せ排水基準を見直した範囲に排水を排出する工場等を原則とし、海域の窒素・りん濃度、沿岸域の利用状況や河川の利水状況等を勘案し問題ない場合に限り、当該工場等を対象とする。

【概念図】

参考：下水道終末処理施設にかかる BOD 上乗せ排水基準の見直し範囲



○最下流環境基準点（令和元年12月17日現在）

- | | |
|-------------|------------|
| ・千種川 坂越橋 | ・喜瀬川 野添橋 |
| ・揖保川 王子橋 | ・谷八木川 谷八木橋 |
| ・夢前川 京見橋 | ・明石川 嘉永橋 |
| ・船場川 加茂橋 | ・福田川 福田橋 |
| ・市川 工業用水取水点 | |
| ・加古川 加古川橋 | |
| ・別府川 十五社橋 | |

2 実施時期

栄養塩類供給の取組みにあたっては、赤潮や海水浴場などへの環境影響に配慮する。

このため、実施時期は、11月～4月※が望ましいが、操業状況から通年実施でなければ取組めない事業場等については、環境影響に配慮しながら慎重に実施する。

※播磨灘流域別下水道整備総合計画に位置づけられた下水道終末処理施設で、窒素濃度を引き上げる時期と同様

3 窒素・りん以外の項目の負荷量等の増加

栄養塩類供給取組を実施すると、窒素・りん以外の項目の負荷量の増加が想定されることがある。その場合、栄養塩類供給取組の実施は、以下に該当すると想定される場合に限る。

(1) 有害物質

濃度・負荷量が増加しないこととする。

なお、有害物質のうち、栄養塩類である「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」については、濃度・負荷量の増加は差し支えない。

(2) 有害物質以外の項目

有害物質以外の項目とは、窒素・りんを除く BOD、COD、SS、銅、亜鉛、溶解性鉄、溶解性マンガンなどの項目をいう。

これらの項目についても、濃度・負荷量が増加しないよう努める。

なお、次の3つ全てを満たす場合は、濃度・負荷量を増加させることが可能である。ただし、検討段階から関係行政庁と協議を行う必要がある。

＜濃度・負荷量の増加が可能な条件＞

①濃度・負荷量が増加する合理的な理由がある。

合理的な理由とは、以下のとおりである。

- ・ 工程水の循環利用、処理水の再利用その他の節水対策を講ずることにより、排出水量の減少に努めていること。
- ・ 濃度・負荷量が増加する項目について、可能な限り高度な排水処理方法等を導入し、排出水の汚染状態の減少を図っていること。

(例：窒素を○kg/日増加させるため、××工程を変更すると、これに伴い COD が△kg/日増加する。増加した COD を処理するため高度排水処理の導入や他工程で節水対策を行うが、最終的に COD が□kg/日増加する。)

②事前評価において環境(排出先の状況や海水浴場等)に悪影響を与えないことが確認される。

③関係府県知事、関係市町長、利害関係者の意見においても問題がない。

4 その他

排水基準の定めがない項目(例：臭い、色等)についても、栄養塩類供給取組の実施により悪化することのないよう、十分に配慮すべきである。

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.15 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。

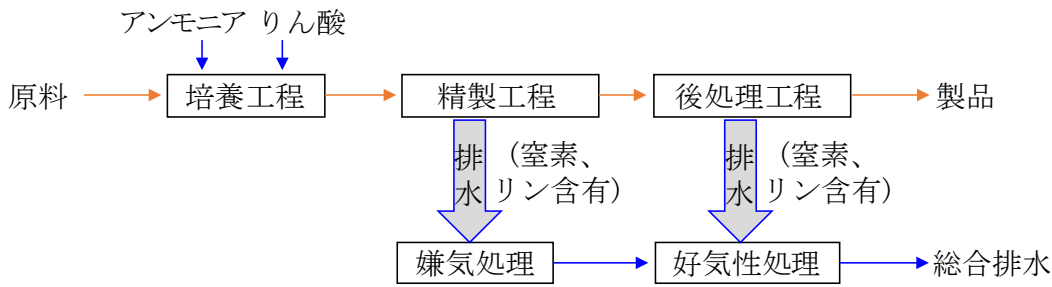
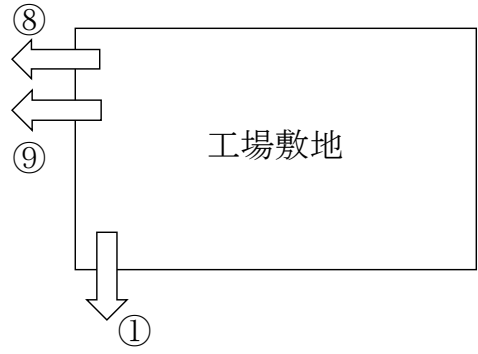
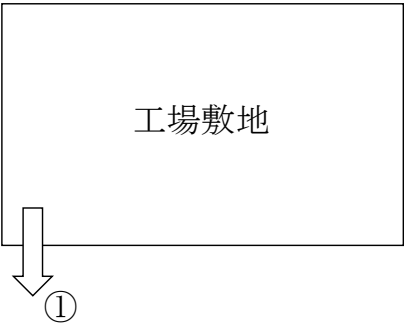
工場・事業場での取組・検討事例(概要) (その1)

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	【検討中】 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(35kg/日)	○: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

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	●培養系排水 		
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	●工場排水口は、これまで3か所(⑧ NO.1 排水口、⑧ NO.8 排水口、⑧ 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(① NO.1 排水口)に統合した。 ●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。 変更前  ① NO.1 排水口 ⑧ NO.8 排水口 ⑧ NO.9 排水口 変更後  ① NO.1 排水口		
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	●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)。 栄養塩類供給フロー図 The diagram illustrates the nutrient supply flow. Raw water (原水) enters the system, passing through anaerobic treatment (嫌気処理) and then to the active sludge treatment facility (活性汚泥処理施設). This facility includes a cyclic nitrification-denitrification stage (活性汚泥(循環式硝化脱窒)), a second denitrification stage (第二脱窒), and a sedimentation tank (沈降槽). The active sludge treatment facility is controlled by T-N (Total Nitrogen). The effluent from the sedimentation tank goes to a sludge concentration tank (濃縮槽). The sludge concentration tank is controlled by T-P (Total Phosphorus). The effluent from the sludge concentration tank is then treated by a flocculation sedimentation tank (凝集沈殿), which is also controlled by T-P. The effluent from the flocculation sedimentation tank goes to a sedimentation tank (沈降槽), then to a neutralization tank (中和), and finally to the No. 1 drainage port (【NO. 1排水口へ】). The effluent from the neutralization tank is also treated by a dehydration machine (脱水機) to produce sludge (汚泥). The effluent from the dehydration machine is also treated by a sedimentation tank (沈降槽) before being discharged to the No. 1 drainage port. The diagram also shows the addition of nutrients (窒素 and りん) to the system, with a note indicating that the current discharge volume can be increased by up to 10 times for nitrogen and 5 times for phosphorus.

No.	2	取組状況	検討中
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	●肥料製品乾燥時に生じるNH₃ガス(廃ガス処理污水)、各種工程洗浄污水、特定製品由来		
排水処理方式	●消石灰による中和凝集沈殿処理(フッ素、リン含有原料を多く使用するため)		
具体的な取組	●アンモニアストリッピング処理工程の見直し:アンモニアストリッピング処理している污水の一部を、アンモニアストリッピング処理せず、排水処理後段に送液 窒素放流量増取組内容 概略図		

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)	○	・基準確認と増加量試算
	瀬戸内海環境保全特別措置法(許可値)	○	・変更許可申請手続き ・許可値(COD)の確認 ・CODを増加させず、窒素のみ増加させる申請内容の検討
	地域との協定(協定値)	○	・許可値と協定値の調整
	その他	○	・処理施設出口において、窒素負荷量を増加させた場合の総量規制基準、瀬戸内海環境保全特別措置法許可値を超えないための管理方法、管理手順の検討
効果	●海域に排出する窒素負荷量増 35kg/日		
メリット	●蒸気・NaOH量の削減、人件費の削減		
デメリット	●施設設置費用		
その他	●排水口位置については変更不可能		

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	●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。 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。 フロー図																										
排水処理方式	●アンモニアストリッピング																										
具体的な取組	●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。 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。 排水処理フロー図 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>(変更前)</th><th></th><th>(変更後)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流量</td><td>100m³/日</td><td>流量</td><td>100m³/日</td></tr> <tr> <td>窒素</td><td>20mg/L</td><td>窒素</td><td>40mg/L</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>(変更前)</th><th></th><th>(変更後)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流量</td><td>1,000m³/日</td><td>流量</td><td>1,000m³/日</td></tr> <tr> <td>窒素</td><td>2mg/L</td><td>窒素</td><td>4mg/L</td></tr> </tbody> </table>				(変更前)		(変更後)	流量	100m ³ /日	流量	100m ³ /日	窒素	20mg/L	窒素	40mg/L		(変更前)		(変更後)	流量	1,000m ³ /日	流量	1,000m ³ /日	窒素	2mg/L	窒素	4mg/L
	(変更前)		(変更後)																								
流量	100m ³ /日	流量	100m ³ /日																								
窒素	20mg/L	窒素	40mg/L																								
	(変更前)		(変更後)																								
流量	1,000m ³ /日	流量	1,000m ³ /日																								
窒素	2mg/L	窒素	4mg/L																								

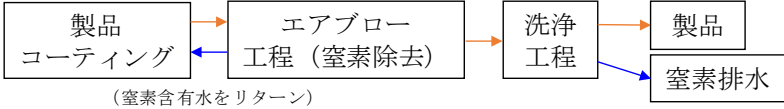
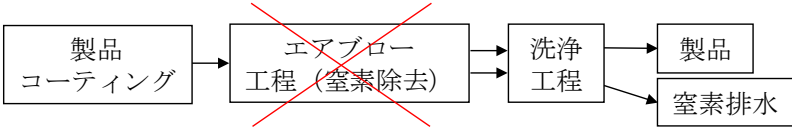
確認した 法令・基 準、実施 した法令 手続き	法令・基準等	対応	備考
	水質汚濁防止法(排水基準・総量規制基準)	○	
	瀬戸内海環境保全特別措置法(許可値)	○	
	地域との協定(協定値)	○	
	その他		
効果	●排出する窒素負荷量を排水規制の範囲内で増減させることが可能である。 ●アンモニアストリッピング装置の運転条件を変更することで窒素負荷量を管理するので必要な時に変動させることが可能である。		
メリット	●アンモニアストリッピングの運転条件を緩和させる方向であるため、変更前に比べると排水処理の維持管理経費が抑えられる。		
デメリット	●アンモニアストリッピング施設の設置費用が必要である。 ●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。		
その他	●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。		

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	●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		
排水処理方式	●中和・酸化還元処理(汚濁負荷の低い排水) ●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)		
具体的な取組	●工場内には専用設備と汎用設備がある。 [専用設備] 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。 排出ガス処理フロー図 排出量 成分 4,800kg/月 硫酸アンモニウム 硫酸 水分 (pH=2) 排出量 成分 200kg/月 硫酸アンモニウム 硫酸 水分 (pH=3) [汎用設備] 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。		

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	(課題) ●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。 ●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、新たな排出分が上乗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。 ●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の改善にあまり効果がなかったという結果は避けたい。		

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	●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。 工程 1 <pre> graph LR subgraph Eng1 [工程 1] direction LR R1[原料] --> L1[レパルプ] L1 --> L2[加圧浸出] L2 --> L3[脱鉄] L3 --> L4[溶媒抽出] L4 --> L5[＜製品＞純液・結晶] L5 --> L6[製品A] L4 --> W1[廃水①] W1 --> L7[調合] L7 --> L8[中和] L8 --> L9[ろ過] L9 --> L10[ケーキ] L10 --> L11[仮焼] L11 --> L12[製品B] L9 --> W2[廃水②] end subgraph Eng2 [工程 2] direction LR R2[原料] --> L13[溶解] L13 --> L14[ろ過] L14 --> L15[ろ液] L15 --> L16[セメンテーション] L16 --> L17[スポンジメタル] L17 --> L18[製品C] L16 --> W3[廃水③] end </pre> 工程 2 <pre> graph LR subgraph Eng2 [工程 2] direction LR R2[原料] --> L13[溶解] L13 --> L14[ろ過] L14 --> L15[ろ液] L15 --> L16[セメンテーション] L16 --> L17[スポンジメタル] L17 --> L18[製品C] L16 --> W3[廃水③] end </pre>		
排水処理方式	●凝集沈殿等		
具体的な取組	●栄養塩類(りん)の具体的な取組図 <pre> graph LR W1[廃水①] --> S1[油水分離] S1 --> A1[活性炭吸着] A1 --> F1[中和ろ過] F1 --> P1[pH調整] W3[廃水③] --> F2[中和] F2 --> S2[凝集沈殿] W2[廃水②] --> F3[中和ろ過] P1 --> S3[精ろ過] S2 --> S3 F3 --> S3 S3 --> P2[pH調整] P2 --> D[排水口処理水] </pre> 【変更前】濃度：0.1mg/L 【変更後】濃度：0.3mg/L 【変更前】濃度：0.3mg/L 【変更後】濃度：0.6mg/L ※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。		
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	●製品コーティング剤の洗浄工程 		
排水処理方式	●凝集沈殿法		
具体的な取組	●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。 		
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	●排出する栄養塩類負荷量の増加量:約 1~3mg/L (T-N) (約 0.9kg/日) ●季節変動量、年変動量:特になし		
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	●工程廃止に伴う製品への影響調査が必要 ●T-N の増加量については検証が必要		

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。

【参考：第9次水質総量規制に向けた今後の予定】

(令和2年度予定)

- ①環境省は、中央環境審議会で水質総量削減の在り方を検討し、水域毎に方向性(負荷量の現状維持、削減等)を定める。

(令和2年度～令和3年度予定)

- ②環境省は、①の内容を踏まえて、業種毎に設定可能なC値の範囲(上限値と下限値)及び各都府県の窒素等の削減目標量を定めた基本方針を示す。
 - ③県は、C値の範囲の設定等のため事業者が必要に応じてヒアリングを行う。
- (令和3年度～令和4年度予定)
- ④県は、示された削減目標量を踏まえて県環境審議会で検討を行い、区域内事業場の実態を勘案しつつ、業種毎にC値を設定する。

(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乗せ排水基準の両方)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、許可をしてはならず、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してはならない。

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 資 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.36 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)

栄養塩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	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	—	・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。 ・PAC 使用量は増加傾向である(りん除去のため)。
3	一宮浄化センター		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。
4	二見浄化センター	標準活性汚泥法	硝化抑制	・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。	・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。 ・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。
5	津名浄化センター		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。

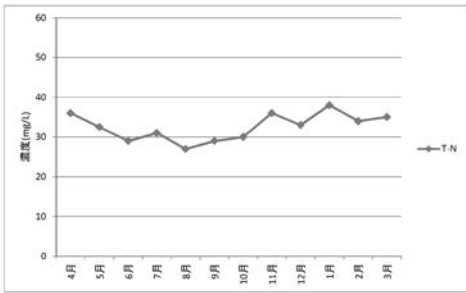
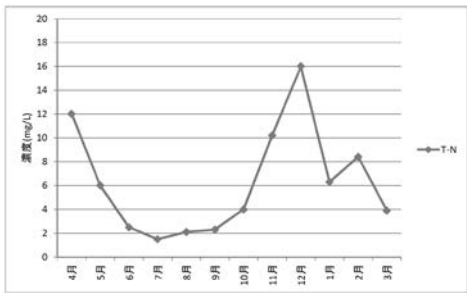
栄養塩管理運転の実施事例(概要) (その2)

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	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		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。 ・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	標準活性汚泥法 (疑似嫌気好気活性汚泥法)	硝化抑制	・潮流調査の結果、処理場の放流先河川からの流れは、ほぼ、ノリ養殖漁場付近に循環滞留し、ノリ養殖漁場で栄養塩類が有効に利用されることが推測されるという結果が得られている。	・良好な污水处理を行った上での増加運転なので、污水处理能力の低下時や糸状性細菌の増殖時等の際は運転管理に苦慮する。
9	南部浄化センター			・北部浄化センター(大牟田市)と併せて潮流調査を実施。	・糸状性細菌の増殖が起き易く、5～6月の硝化促進への切り替えがスムーズにできないことがある。
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と、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	標準活性汚泥法 (担体投入標準活性汚泥法)	硝化抑制	・増加運転開始以降においてノリの質や生産量は安定(増加運転との因果関係不明)。 ・ノリの質や生産量が安定、漁業者による硝安等の肥料の散布不要となった。 ・放流水がノリ漁場まで到達していることを確認。	・増加運転時は一度、反応槽の微生物の状態が悪くなると、透視度の悪化やBODの上昇がみられ、処理が不安定な時期が続くことがある。

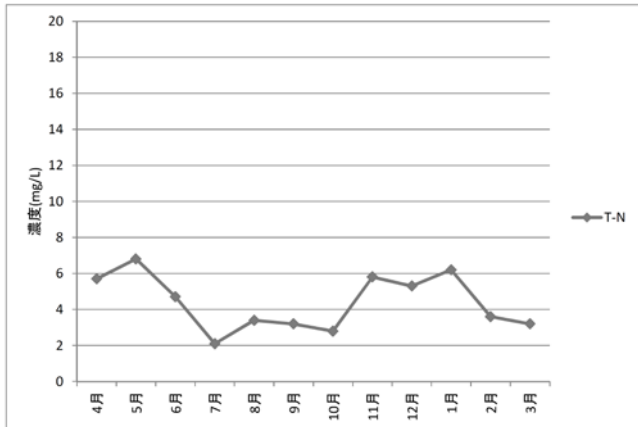
栄養塩管理運転の実施事例(概要) (その3)

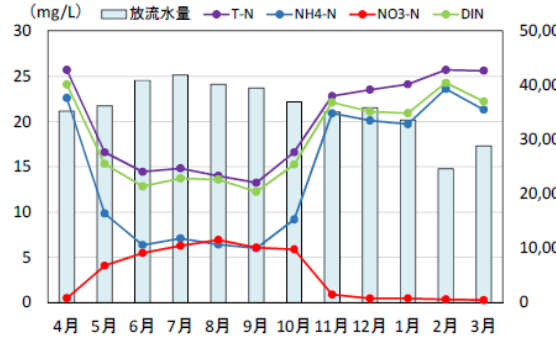
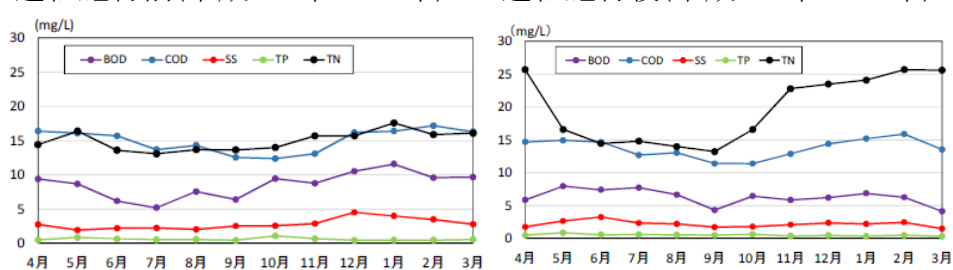
No.	施設	窒素処理方法	増加運転方法	効果	デメリット
12	香東川浄化センター	標準活性汚泥法 (ステップ流入)	硝化抑制、脱窒抑制	—	・曝気量を抑制しているため排水処理が不安定となり、放流水にやや水質低下が認められる(BOD、COD、SS等)。
13	中津終末処理場	ステップ流入式多段硝化脱窒法		—	—
14	加古川下流浄化センター			・放流水による栄養塩類供給の影響を強く受ける地点では、ノリの色調は安定的に良好であることが確認されているが、範囲は限定的である。ただし、運転方法の変更との関係は明確ではない。 ・漁業組合からは栄養塩類の放流に対し、一定の評価が得られている。	・試行運転当初は、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。

個票

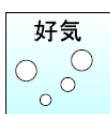
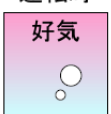
事例 No.	1	窒素処理方法	高度処理オキシデーションディッチ法
施設	東予・丹原浄化センター[試行中]		
所在地	愛媛県西条市	放流先	燐灘
増加運転方法	[硝化抑制] エアレーション装置を間欠運転及び回転数制御することにより酸素供給量を調整し、窒素濃度を上昇させている。 日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務(水質測定業務)の範疇での監視を実施。		
増加開始年月	平成 23 年 3 月		
増加運転期間	ノリの漁期を勘案して設定 ・移行期間:9 月上旬～9 月下旬 ・増加運転期間:10 月上旬～12 月下旬 ・回復期間:1 月上旬～2 月下旬		
実施後の窒素濃度	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)] ・流入水質  ・放流水質 		
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)		

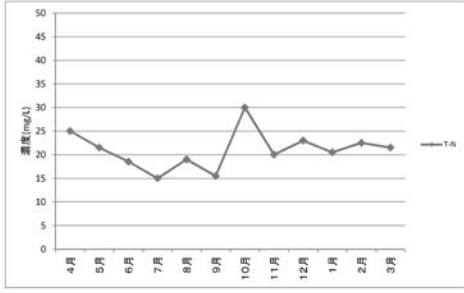
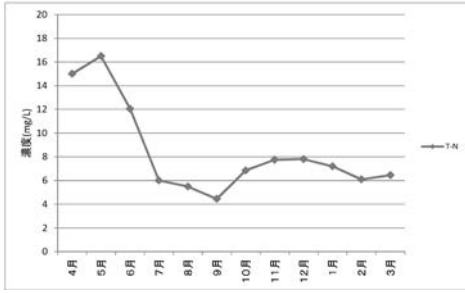
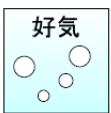
事例 No.	2	窒素処理方法	高度処理オキシデーションディッチ法																										
施設	北淡浄化センター[試行中]																												
所在地	兵庫県淡路市	放流先	播磨灘																										
増加運転方法	[通年硝化抑制] エアレーション装置を間欠運転することにより酸素供給量を調整し、窒素濃度を上昇させている。 日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務(水質測定業務)の範疇での監視を実施。																												
増加開始年月	平成 21 年 10 月																												
増加運転期間	通年																												
実施後の窒素濃度	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)] ・放流水質 <table><caption>実施後の窒素濃度 (T-N) (mg/L)</caption><thead><tr><th>月</th><th>4月</th><th>5月</th><th>6月</th><th>7月</th><th>8月</th><th>9月</th><th>10月</th><th>11月</th><th>12月</th><th>1月</th><th>2月</th><th>3月</th></tr></thead><tbody><tr><td>濃度 (mg/L)</td><td>5.5</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>2.0</td><td>3.0</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>3.5</td><td>5.5</td><td>5.5</td></tr></tbody></table>			月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	濃度 (mg/L)	5.5	4.5	4.0	4.5	4.0	2.0	3.0	1.5	3.0	3.5	5.5	5.5
月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月																	
濃度 (mg/L)	5.5	4.5	4.0	4.5	4.0	2.0	3.0	1.5	3.0	3.5	5.5	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	・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)。																												
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)																												

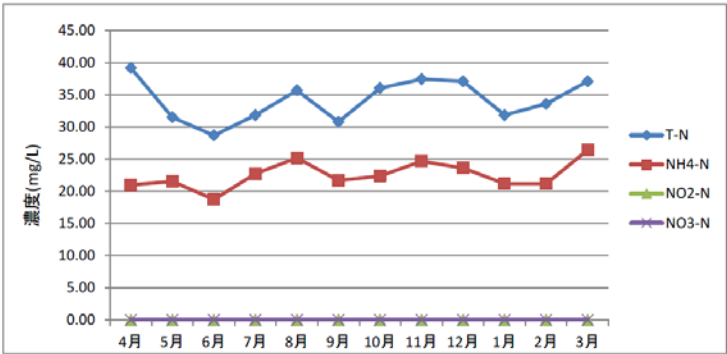
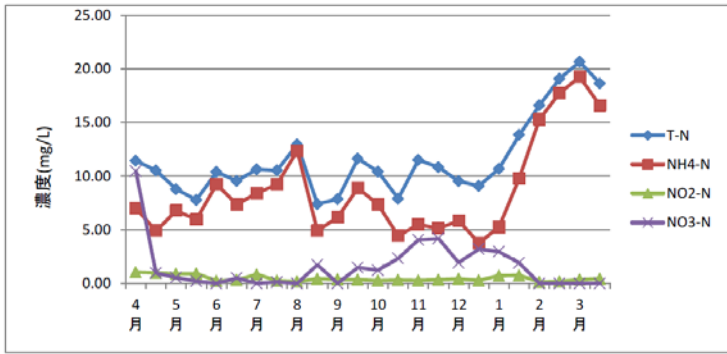
事例 No.	3	窒素処理方法	高度処理オキシデーション ディッチ法																										
施設	一宮浄化センター[試行中]																												
所在地	兵庫県淡路市	放流先	播磨灘																										
増加運転方法	[硝化抑制] エアレーション装置を間欠運転することにより酸素供給量を調整し、窒素濃度を上昇させている。 日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務(水質測定業務)の範疇での監視を実施。																												
増加開始年月	平成 21 年 10 月																												
増加運転期間	通年																												
実施後の 窒素濃度	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。 [平成 24 年度水質(全窒素)] ・放流水質 <table><caption>平成 24 年度水質(全窒素) 放流水質 (T-N 濃度 mg/L)</caption><thead><tr><th>月</th><th>4月</th><th>5月</th><th>6月</th><th>7月</th><th>8月</th><th>9月</th><th>10月</th><th>11月</th><th>12月</th><th>1月</th><th>2月</th><th>3月</th></tr></thead><tbody><tr><td>濃度 (mg/L)</td><td>5.5</td><td>6.5</td><td>4.5</td><td>2.0</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>5.5</td><td>5.0</td><td>6.0</td><td>3.5</td><td>3.0</td></tr></tbody></table>			月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	濃度 (mg/L)	5.5	6.5	4.5	2.0	3.5	3.0	2.5	5.5	5.0	6.0	3.5	3.0
月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月																	
濃度 (mg/L)	5.5	6.5	4.5	2.0	3.5	3.0	2.5	5.5	5.0	6.0	3.5	3.0																	
効果	導入による効果は確認できていない。																												
デメリット	・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。																												
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	[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。		
増加開始年月	平成 20 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:9 月中旬～10 月上旬 ・増加運転期間:10 月中旬～4 月下旬 ・回復期間:5 月上旬～5 月下旬		
実施後の窒素濃度	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 <u>ノリ</u> 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。 [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。  図 3 放流水中の窒素濃度の月別変化 [管理運転前後の水質] ・運転施行前(平成 15 年～19 年) ・運転施行後(平成 24 年～28 年) 		
効果	・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。		
デメリット	・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。 ・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くなった。							
増加運転 イメージ図	[処理フローの切り替えイメージ]							
	通常時	嫌気	嫌気	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
		2 段嫌気から 4 段嫌気に変更 ※返送汚泥率の変化なし						
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	窒素処理方法	標準活性汚泥法
施設	津名浄化センター[試行中]		
所在地	兵庫県淡路市		
	兵庫県淡路市	放流先	大阪湾
増加運転方法	[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。		
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	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。 [平成 24 年度水質(全窒素)] ・放流水質 		
効果	導入による効果は確認できていない。		
デメリット	・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。		
増加運転イメージ図	通常時 好気  送風量の調整 増加運転時 好気  増加運転方法イメージ図		
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.	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	[硝化抑制] 送風量を調整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		
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:9 月上旬～9 月下旬 ・増加運転期間:10 月上旬～12 月下旬 ・回復期間:1 月上旬～2 月下旬		
実施後の窒素濃度	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)] ・流入水質  ・放流水質 		
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	通常時  送風量の調整  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.	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	[硝化抑制] 増加運転時は各反応槽の状態を切り替え 日々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。		
増加開始年月	平成 26 年 1 月		
増加運転期間	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 ・移行期間:1 月下旬～2 月上旬 ・増加運転期間:2 月上旬～3 月上旬 ・回復期間:3 月上旬～4 月上旬		
実施後の窒素濃度	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 25 年度水質(全窒素、無機態窒素)] ・流入水質  ・放流水質 		

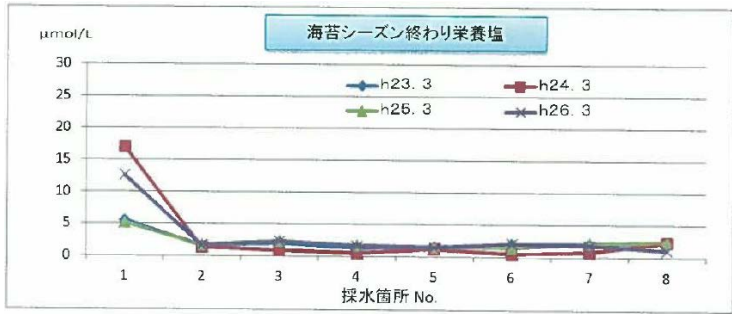
- ・ノリの生息状況への影響
効果を確認できるまでには至っていない。
- ・放流先への影響把握調査
毎年、ノリのシーズンに合わせて定期的に放流先の栄養塩を測定している。放流から離れた海域では処理水が拡散していると考えられ、放流水がノリ漁場へ与える影響は不明である。

[ノリ養殖シーズン終わりの栄養塩濃度]



浄化センター放流先採水箇所

※：図作成当時は「浄化センター」で、その後、大島浄化センターに名称変更



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

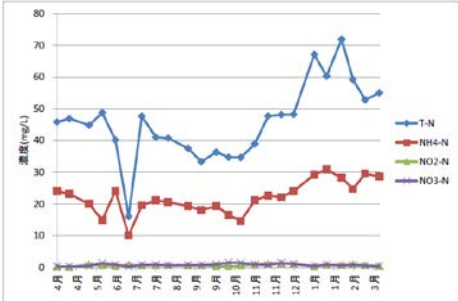
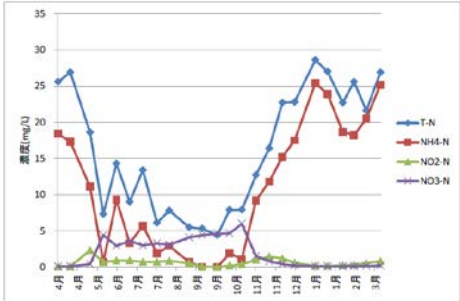
- ・通常の放流水の栄養塩量に戻すまでに時間を要す。
- ・硝化促進してアンモニア態窒素を下げていたものを、再度硝化促進すると曝気強度が極端に上がり、電気代の上昇につながる。
- ・実際の想定より、MLSSの低減で硝化抑制に繋がらなかった。

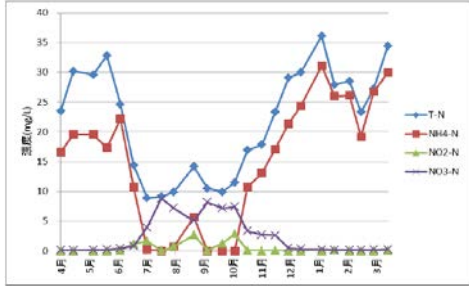
【処理フローの切り替えイメージ図】

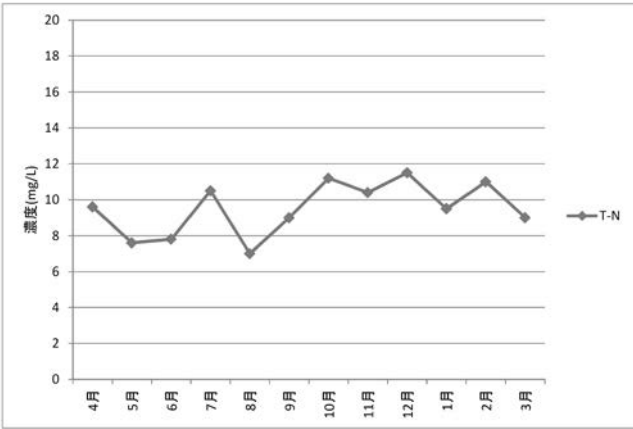
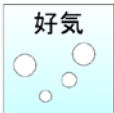
通常時	嫌気	嫌気	好気	好気
増加運転時	嫌気	好気	好気	好気

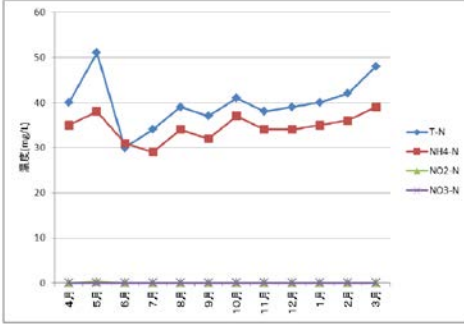
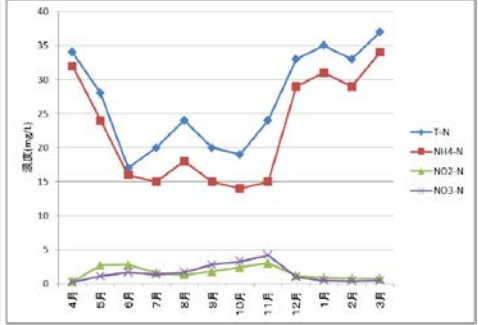
備考 反応槽の pH 及びアンモニア態窒素を毎日測定し、判断基準としている。

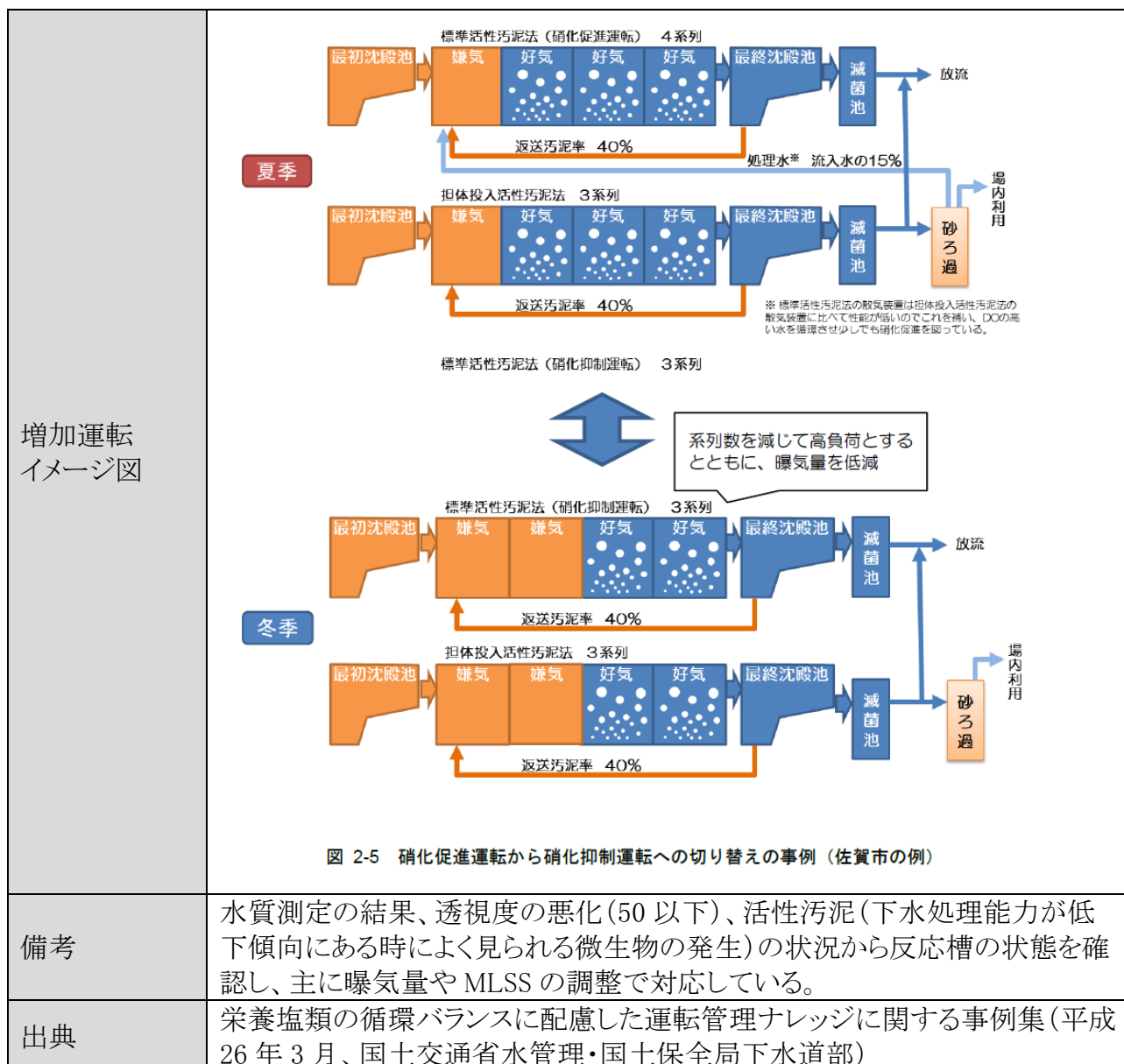
出典 下水放流水に含まれる栄養塩類の能動的管理のための運転方法に係る手順書(案)(平成 27 年 9 月、国土交通省水管理・国土保全局下水道部)

事例 No.	8	窒素処理方法	標準活性汚泥法(疑似嫌気好気活性汚泥法)
施設	北部浄化センター		
所在地	福岡県大牟田市	放流先	堂面川→有明海
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)することで窒素濃度を上昇させている。 従来からの運転経験を踏まえ、実施設での硝化抑制運転を実施するため、日々の水質測定業務を通した検討を行った。		
増加開始年月	平成 16 年 12 月		
増加運転期間	ノリの漁期等を勘案して設定している。 ・移行期間:10 月中旬～10 月下旬 ・増加運転期間:11 月上旬～4 月下旬 ・回復期間:5 月上旬～5 月下旬		
実施後の窒素濃度	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、無機態窒素)] ・流入水質 ・放流水質  		
効果	・地先関係者からの評価 漁業関係者から栄養塩類増加運転の取組についての理解や努力を認めて頂いている。 ・放流先への影響把握調査 潮流調査(潮流板追跡調査)で、大潮、中潮、小潮の3潮について諏訪川、大牟田川、堂面川及び隈川河口の4コースから船を出し、満潮から引き潮になる潮が動き出す時点を開始点として干潟から満潮に向かうまでの潮流を追跡。調査の結果、処理場の放流先河川からの流れは、ほぼ、ノリ養殖漁場付近に循環滞留し、ノリ養殖漁場で栄養塩類が有効に利用されることが推測されるという結果が得られている。		
デメリット	・良好な汚水処理を行った上での増加運転であるので、汚水処理能力の低下時や糸状性細菌の増殖時等は運転管理に苦慮する。		
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)		

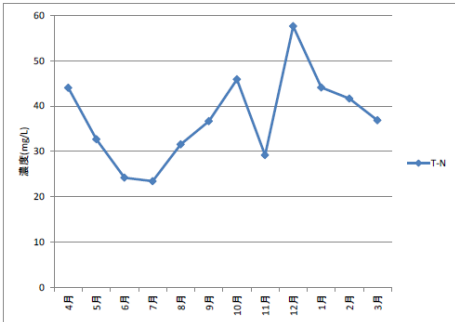
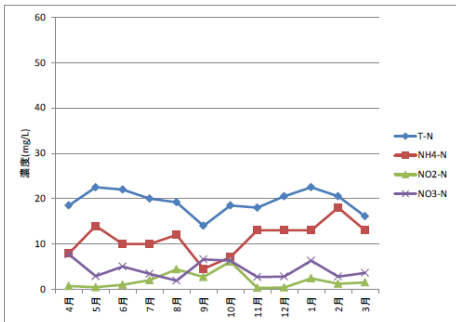
事例 No.	9	窒素処理方法	標準活性汚泥法(疑似嫌気好気活性汚泥法)																																		
施設	南部浄化センター																																				
所在地	福岡県大牟田市																																				
		放流先	大牟田川・諏訪川→有明海																																		
増加運転方法	[硝化抑制] 送風量を調整(通常運転時より送風量を下げる)することで窒素濃度を上昇させている。 従来からの運転経験を踏まえ、実施設での硝化抑制運転を実施するため、日々の水質測定業務を通した検討を行った。																																				
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 月中旬～10 月下旬 ・増加運転期間:11 月上旬～4 月下旬 ・回復期間:5 月上旬～5 月下旬																																				
実施後の窒素濃度	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、無機態窒素)] ・流入水質  ・放流水質 																																				
効果	・地先関係者からの評価 栄養塩類の増加運転開始後、漁業関係者から取組についての理解や努力を認めて頂いている。 ・放流先への影響把握調査 北部浄化センター(大牟田市)と併せて潮流調査を実施。																																				
デメリット	・良好な汚水処理を行った上での増加運転であるので、汚水処理能力の低下時や糸状性細菌の増殖時等は運転管理に苦慮する。特に南部浄化センターは糸状性細菌の増殖が起き易く、5～6 月の硝化促進への切り替えがスムーズにできないことがある。																																				
増加運転イメージ図	【処理フロー】 <table><tr><th rowspan="2">期間</th><th colspan="4">反応タンク</th><th rowspan="2">備考</th></tr><tr><th>1 槽目</th><th>2 槽目</th><th>3 槽目</th><th>4 槽目</th></tr><tr><td>通常時</td><td>嫌気</td><td>好気</td><td>好気</td><td>好気</td><td></td></tr><tr><td>移行期間</td><td>嫌気</td><td>嫌気</td><td>好気</td><td>好気</td><td>余剰汚泥量を増やし、MLSS を下げるとともに SRT の短縮により硝化抑制を図る。</td></tr><tr><td>増加運転期間 1</td><td>嫌気</td><td>嫌気</td><td>好気</td><td>好気</td><td></td></tr><tr><td>増加運転期間 2</td><td>嫌気</td><td>嫌気 又は 好気</td><td>好気</td><td>好気</td><td>硝化抑制状態を保持できるようになったら、活性汚泥(微生物種)や終沈水の BOD、大腸菌群等を考慮しながら、反応槽 2 槽目を好気に変更したり、MLSS 濃度を上げたりするなど、状況の変化に対応した運転を行う。</td></tr></table>			期間	反応タンク				備考	1 槽目	2 槽目	3 槽目	4 槽目	通常時	嫌気	好気	好気	好気		移行期間	嫌気	嫌気	好気	好気	余剰汚泥量を増やし、MLSS を下げるとともに SRT の短縮により硝化抑制を図る。	増加運転期間 1	嫌気	嫌気	好気	好気		増加運転期間 2	嫌気	嫌気 又は 好気	好気	好気	硝化抑制状態を保持できるようになったら、活性汚泥(微生物種)や終沈水の BOD、大腸菌群等を考慮しながら、反応槽 2 槽目を好気に変更したり、MLSS 濃度を上げたりするなど、状況の変化に対応した運転を行う。
期間	反応タンク				備考																																
	1 槽目	2 槽目	3 槽目	4 槽目																																	
通常時	嫌気	好気	好気	好気																																	
移行期間	嫌気	嫌気	好気	好気	余剰汚泥量を増やし、MLSS を下げるとともに SRT の短縮により硝化抑制を図る。																																
増加運転期間 1	嫌気	嫌気	好気	好気																																	
増加運転期間 2	嫌気	嫌気 又は 好気	好気	好気	硝化抑制状態を保持できるようになったら、活性汚泥(微生物種)や終沈水の BOD、大腸菌群等を考慮しながら、反応槽 2 槽目を好気に変更したり、MLSS 濃度を上げたりするなど、状況の変化に対応した運転を行う。																																
備考	活性汚泥(微生物種)の検鏡と処理水の水質測定により処理状況を判断する。																																				
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)																																				

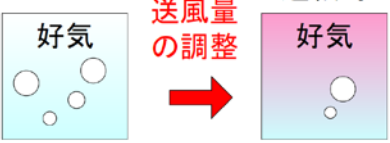
事例 No.	10	窒素処理方法	標準活性汚泥法 +急速濾過
施設	淡路・東浦浄化センター[試行中]		
所在地	兵庫県淡路市	放流先	大阪湾
増加運転方法	[通年硝化抑制] 送風量を調整(通常運転時より送風量を下げる)することで窒素濃度を上昇させている。 日々の運転管理において実施設での硝化抑制運転の実施のため、通常業務(水質測定業務)の範疇での監視を実施。		
増加開始年月	平成 21 年 10 月		
増加運転期間	通年		
実施後の窒素濃度	増加運転開始直近の年における全窒素の年平均値 (8.0mg/L) を目標値として設定している。 [平成 24 年度水質(全窒素)] ・放流水質 		
効果	導入による効果は確認できていない。		
デメリット	・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。 ・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)。		
増加運転イメージ図	通常時 好気  送風量の調整 増加運転時 好気  増加運転方法イメージ図		
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、担体投入標準活性汚泥法
施設	佐賀市下水浄化センター		
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] 増加運転時は各反応槽の状態を切り替えつつ、流入水質の負荷を増加させるために、通常運転時よりも1系列減らして処理を行っている。 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。市職員が1年間、同様の下水処理の実績があった他市で研修(出向)を実施した。		
増加開始年月	平成 19 年 4 月		
増加運転期間	ノリの漁期及び総量規制の基準値を勘案して設定 - 移行期間:11 月上旬～11 月中旬 - 増加運転期間:11 月中旬～3 月中旬 - 回復期間:3 月下旬～4 月中旬		
実施後の窒素濃度	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、無機態窒素)] - 流入水質 - 放流水質  		
効果	- ノリの生息状況への影響 増加運転との因果関係は明確ではないが、増加運転開始以降においてノリの質や生産量は安定した。 - 地先関係者からの評価 ノリの質や生産量が安定したことに加え、漁業者が栄養塩類不足対策として行っていた硫安や硝安等の肥料の散布も不要となったため、漁協との関係は良好である。 - 放流先への影響把握調査 放流先への影響を把握するために放流水の流況調査を行っている。満潮時に放流口に浮かべたブイの動き(位置)を1時間毎に記録し、放流水がノリ漁場まで到達していることを確認している。		
デメリット	増加運転時は一度、反応槽の微生物の状態が悪くなると、透視度の悪化やBODの上昇がみられ、処理が不安定な時期が続くことがある。		



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	・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。 ・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。		
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	【処理フローの切り替えイメージ図】 		
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.	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	[硝化抑制、脱窒抑制] 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。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。		
増加開始年月	平成 22 年 4 月		
増加運転期間	ノリの漁期を勘案して設定 ・移行期間:9 月下旬～10 月下旬 ・増加運転期間:10 月下旬～2 月下旬 ・回復期間:3 月上旬～3 月下旬		
実施後の窒素濃度	法定基準値を遵守できる範疇で、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		
	[管理目標値] ・排水基準 T-N:20mg/L(100%)、T-P:2mg/L(100%)		
	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%)	
	[平成 23 年度流入水質]		
	・流入水質(全窒素)	・放流水質(全窒素、無機態窒素)	
			
効果	・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。 ・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。 ・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。		
デメリット			

増加運転 イメージ図	通常時 増加 運転時  増加運転方法イメージ図
備考	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。
出典	下水放流水に含まれる栄養塩類の能動的な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)

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	[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。		
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	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 [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) 運転施行前(平成 15 年～19 年) 運転施行後(平成 23 年～27 年) ・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、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。 ・DIN の排出量は、<u>運転試行前が約 0.5tN/day、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。 図 2 運転試行前後の 1 日あたりの DIN 排出量の月別変化		
効果	・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。 ・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。		

デメリット	・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。
増加運転イメージ図	【処理フローの切り替えイメージ図】 通常時 増加運転時 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
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)

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.57 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 ¹⁾	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 ²⁾	-
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 ²⁾	-
		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	運転事例あり(場所不明)	6
		畜産廃水		
		樹脂工場廃水		
		アルミニウム製造業		
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 ²⁾	-
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 ²⁾	-
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いった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 ²⁾	-
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 ²⁾	-

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。

①-1 アナモックス法

処理フロー

ー図

水処理施設の流入窒素負荷量を低減

流入水 → 沈砂池 → 最初沈殿池 → 反応タンク → 最終沈殿池 → 処理水

処理水の窒素濃度を低減

生汚泥 → 重力濃縮 → 機械濃縮 → 嫌気性消化 → 汚泥脱水 → 脱水汚泥

余剰汚泥 → 嫌気性消化

返流水の窒素負荷量を低減

返流水(汚泥濃縮脱離液) → 嫌気性消化

返流水(消化汚泥脱水ろ液) → 嫌気性消化

嫌気性消化 → 消化ガス

汚泥脱水 → 脱水汚泥

返流水個別処理 (アナモックス)

汚泥処理施設

◆ 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 ($\text{NO}_2\text{-N}$) と亜硝酸化設備をバイパスした原水 ($\text{NH}_4\text{-N}$) を混合して窒素濃度比率 ($\text{NO}_2\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N}$) を制御

原水 (脱水流等) → $\text{NH}_4\text{-N}$ → 前処理設備 (必要に応じて BOD・SS を低減) → 亜硝酸化設備 → $\text{NO}_2\text{-N}$ → アナモックス設備 → $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ を N_2 ガスに変換 → 処理水 (水処理施設へ返送)

亜硝酸化設備とアナモックス設備を個別に設置し運転

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

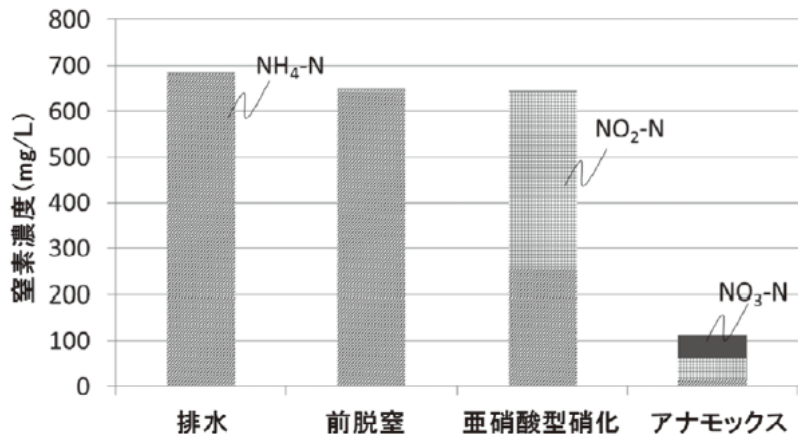
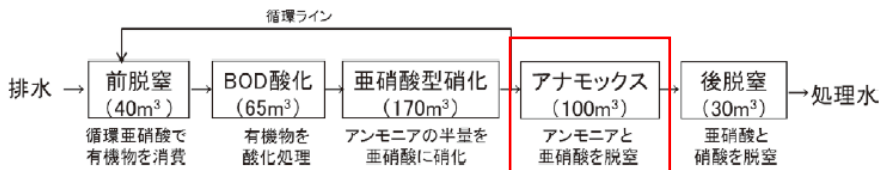
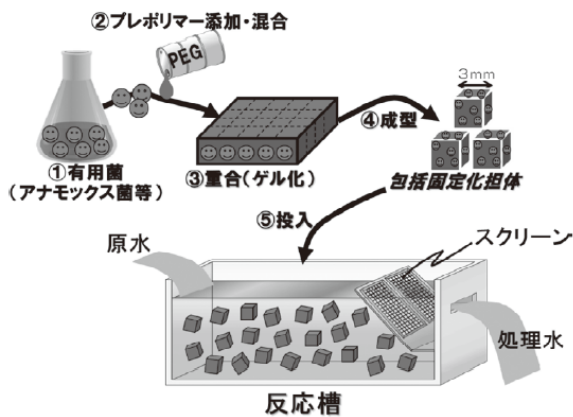
処理フローと技術の概要

備考	[技術の適用範囲] ・適用条件(対象排水) 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) ・適用条件 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 ②汚泥処理に嫌気性消化を新たに導入したい ③外部からバイオマス等を受け入れたい ・推奨条件 対象排水の C/N 比が小さいほど導入効果は大きい
出典	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)

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		
処理フロー図	処理施設フロー図		
備考	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） (1) 必要な酸素量が小さくブロワなどの設備や使用するエネルギーが少ない (2) 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 (3) 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 m³/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	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/ (m³・d)  各処理工程の平均窒素濃度 ※COD の除去率に関する情報なし		
処理フロー図	 包括固定化技術を用いた排水処理装置の処理フロー		
備考	[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。  包括固定化技術を用いた排水処理の概要		
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㈱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	Anammox 槽での処理 (mg/L) (硝化槽出口→Anammox 槽出口) NH₄⁺-N:164 → 5 以下 NO₂⁻-N:238 → 9.7 NO₃⁻-N :31 → 68 合計 :433 → 79.7 各反応槽での水質の変化 <table><thead><tr><th></th><th>NH₄⁺-N</th><th>NO₂⁻-N</th><th>NO₃⁻-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> 単位(mg/L) ※COD の除去率に関する情報なし				NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -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 ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -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																								
処理フロー図	設備の改造のイメージ																											
備考	アナモックス反応を利用した窒素除去 Figure 1 硝化・脱窒法での反応経路 Figure 2 アナモックス反応を利用した反応経路																											
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																											

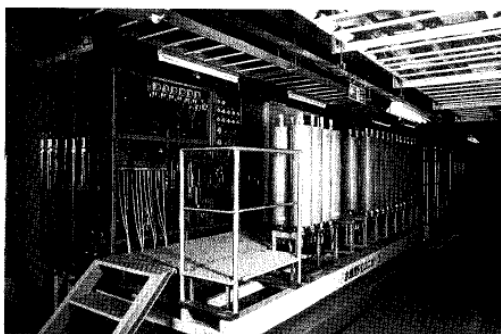
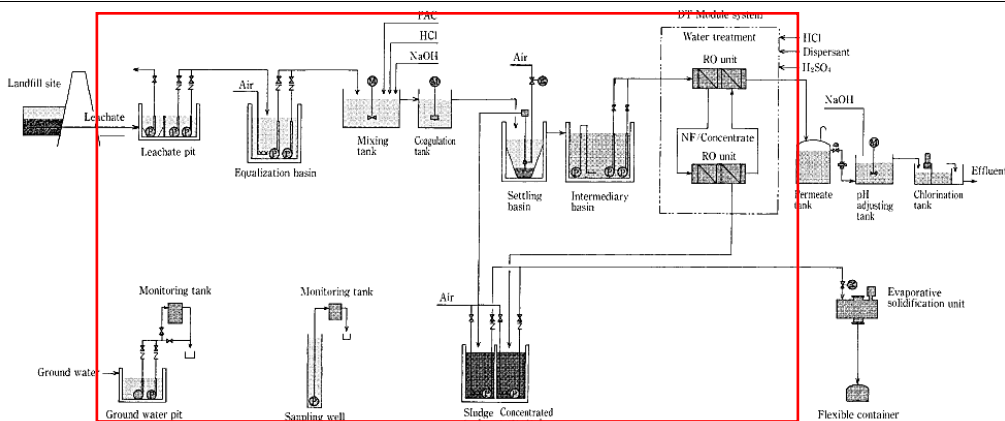
②-1 アンモニアストリッピング法

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 ³ /hr アンモニア濃度：1.0wt%																																																				
	納入実績（近年）																																																				
	<table><thead><tr><th>方式</th><th>業種</th><th>原液NH₃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>0.5m³/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>2.5m³/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>3.86wt%</td><td>1.5m³/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>30m³/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>6～15m³/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>1.5m³/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>12～18m³/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>2.1m³/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>8.3m³/hr</td><td>ストリッピング・吸収塔</td></tr></tbody></table>			方式	業種	原液NH ₃ 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 ³ /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 ³ /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	3.86wt%	1.5m ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /hr	ストリッピング・吸収塔
	方式	業種	原液NH ₃ 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 ³ /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 ³ /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	3.86wt%	1.5m ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /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 ³ /hr	ストリッピング・吸収塔																																																	
※COD の除去率に関する情報なし																																																					
処理フロー図	廃アンモニア (1) 原料として使用した余剰アンモニア (2) 反応副産物として生成したアンモニア (3) その他 原料形態 処理状態 処理設備 ガスライン 液ライン 処理水 回収アンモニア水 処理ガス アンモニアガス アンモニア水溶液 アンモニウム塩水溶液 吸収塔 ストリッピング塔 分縮器 吸収塔 触媒脱臭装置 NH₃遊離 (強アルカリにてpH調整) アンモニア濃度 規制値以下 大気放出 回収アンモニアガス 回収アンモニア水 下水放流 or 河川放流 フローシート 1 2 3																																																				
	廃アンモニア処理設備の処理フロー																																																				
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 < https://www.nikkaki.co.jp/seihin/kankyo9.html >																																																				

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	[処理事例 (ppm)] 生ごみ処理プラント廃水 5,000 → 100 畜産廃水 10,000 → 300 樹脂工場廃水 10,000 → 110~120 アルミニウム製造業 21,000 → 150~230 触媒製造業排水 16,400 → 40~30 ※COD の除去率に関する情報なし 蒸留法によるアンモニア処理量 <table><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><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></table> 低温燃焼のアンモニアストッピングによる処 <table><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><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></table>			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	スーパーストリッピング法のアンモニア回収フローシート																																										
備考	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 (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 スーパーストリッピングシステム, 共栄技研工業株式会社																																										

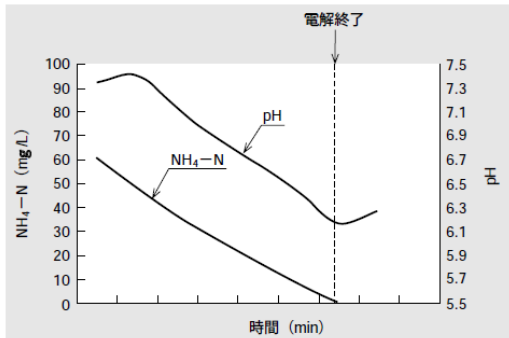
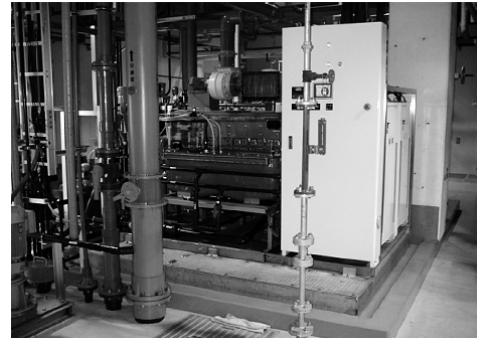
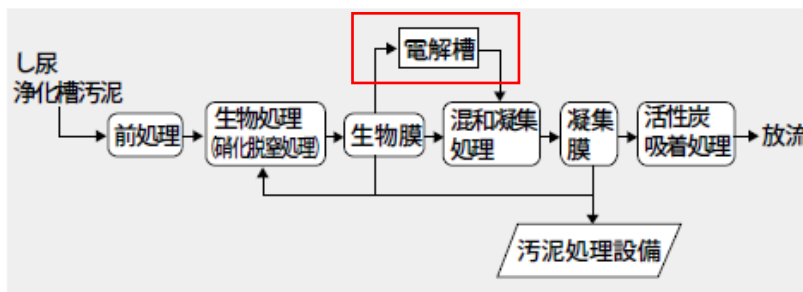
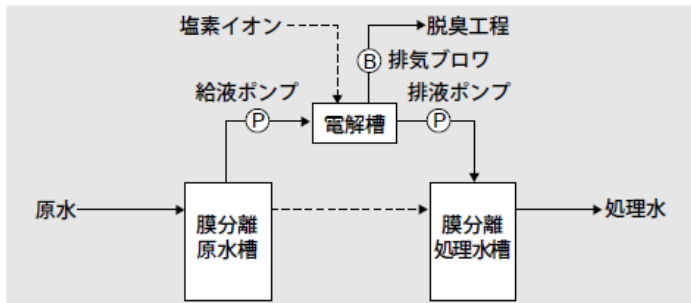
③-1 逆浸透法

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><tr><th>項 目</th><th>原 水</th><th>処 理 水</th></tr><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>1 600</td><td>500以下</td></tr><tr><td>Ca²⁺ (mg/l)</td><td>500</td><td>100以下</td></tr></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)	1 600	500以下	Ca ²⁺ (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)	1 600	500以下																																																																																																															
Ca ²⁺ (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><tr><th>Parameter</th><th>Units</th><th>Leachate</th><th>Permeate</th><th>Rejection (%)</th></tr><tr><td>pH</td><td>－</td><td>7.2</td><td>7.2</td><td>－</td></tr><tr><td>BOD₅</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>3 480</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 CaCO₃</td><td>53.3</td><td>9.7</td><td>81.8</td></tr><tr><td>Total hardness</td><td>mg/l as CaCO₃</td><td>2 610</td><td>ND</td><td>－</td></tr><tr><td>Ca hardness</td><td>mg/l as CaCO₃</td><td>2 530</td><td>ND</td><td>－</td></tr><tr><td>Mg hardness</td><td>mg/l as CaCO₃</td><td>80.0</td><td>ND</td><td>－</td></tr><tr><td>HCO₃⁻</td><td>mg/l</td><td>6.7</td><td>1.2</td><td>82.1</td></tr><tr><td>SO₄²⁻</td><td>mg/l</td><td>148</td><td>ND</td><td>－</td></tr><tr><td>SiO₂</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⁺</td><td>mg/l</td><td>891</td><td>8.83</td><td>99.0</td></tr><tr><td>K⁺</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>8 460</td><td>14</td><td>99.8</td></tr></table>		Parameter	Units	Leachate	Permeate	Rejection (%)	pH	－	7.2	7.2	－	BOD ₅	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	3 480	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 ₃	53.3	9.7	81.8	Total hardness	mg/l as CaCO ₃	2 610	ND	－	Ca hardness	mg/l as CaCO ₃	2 530	ND	－	Mg hardness	mg/l as CaCO ₃	80.0	ND	－	HCO ₃ ⁻	mg/l	6.7	1.2	82.1	SO ₄ ²⁻	mg/l	148	ND	－	SiO ₂	mg/l	30.5	0.014	99.9	Mn	mg/l	1.30	ND	－	Fe	mg/l	0.15	ND	－	Na ⁺	mg/l	891	8.83	99.0	K ⁺	mg/l	646	8.62	98.7	TS	mg/l	8 460	14	99.8	 水処理 RO ユニット RO (reverse osmosis)：逆浸透膜処理	
Parameter	Units	Leachate	Permeate	Rejection (%)																																																																																																													
pH	－	7.2	7.2	－																																																																																																													
BOD ₅	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	3 480	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 ₃	53.3	9.7	81.8																																																																																																													
Total hardness	mg/l as CaCO ₃	2 610	ND	－																																																																																																													
Ca hardness	mg/l as CaCO ₃	2 530	ND	－																																																																																																													
Mg hardness	mg/l as CaCO ₃	80.0	ND	－																																																																																																													
HCO ₃ ⁻	mg/l	6.7	1.2	82.1																																																																																																													
SO ₄ ²⁻	mg/l	148	ND	－																																																																																																													
SiO ₂	mg/l	30.5	0.014	99.9																																																																																																													
Mn	mg/l	1.30	ND	－																																																																																																													
Fe	mg/l	0.15	ND	－																																																																																																													
Na ⁺	mg/l	891	8.83	99.0																																																																																																													
K ⁺	mg/l	646	8.62	98.7																																																																																																													
TS	mg/l	8 460	14	99.8																																																																																																													
処理フロー図	 浸出水処理フロー																																																																																																																
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：神鋼パナテクト技法 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	NH₄-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（NH₄-N の残留濃度がゼロ） 浸出水：8kwh/m³ 調整水・脱カル水：4kwh/m³ COD の除去も期待したが、COD は電力を上げて 50%前後の分解にとどまった。 消費電力と NH₄-N の関係 消費電力と COD の関係		
処理フロー図	電解処理装置フロー		
備考	・電解脱窒処理装置：日立パワーソリューションズ(株)製 ・同システムでは電解による NO₂, NO₃ 濃度が上昇する傾向は認められなかった。 ・浸出水中の T-N の 90～95% が NH₄-N であることから、NH₄-N の分解状況＝T-N の分解状況であると判断		
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 COD_{Mn} : 129 → 93																	
	運転データの一例																	
	<table><tr><th>項 目</th><th>装置入口</th><th>装置出口</th></tr><tr><td>$\text{NH}_4\text{-N}$</td><td>84.0</td><td><0.5</td></tr><tr><td>$\text{NO}_2\text{-N}$</td><td>0.9</td><td><0.1</td></tr><tr><td>$\text{NO}_3\text{-N}$</td><td>1.9</td><td>5.9</td></tr><tr><td>COD_{Mn}</td><td>129</td><td>93</td></tr></table>	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	COD_{Mn}	129	93		
	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																
COD_{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																	
処理フロー図																		
	適用フロー																	
備考																		
	電解脱窒素装置概要																	
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

導入効果

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）

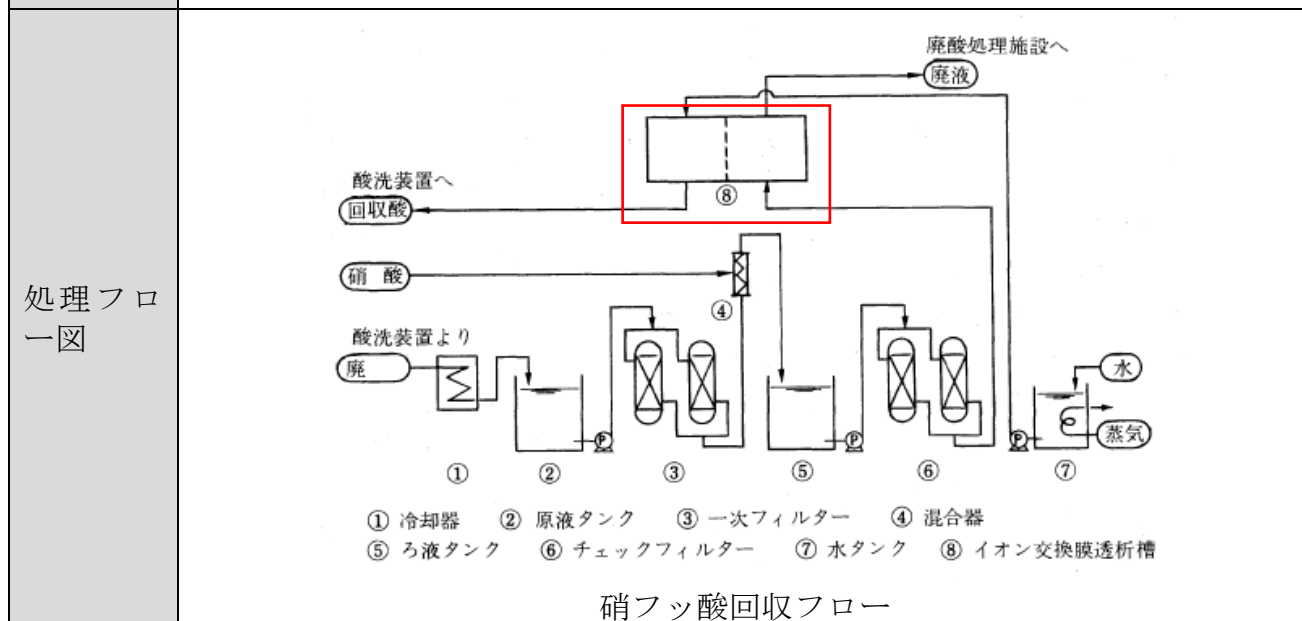
項 目		実績値	目標値
酸回収率	HNO ₃ (%)	平均 99.0	平均 87.0 以上
	HF (%)	" 50.8	" 60.0 "
	Fe 除去率 (%)	" 94.1	" 90.0 "
各液組成	酸洗廃酸	液量 (m ³ /H)	0.94 0.94
		HNO ₃ (g/l)	平均 60.6 40.0～100.0
		HF (g/l)	" 12.6 8.0～ 25.0
		Fe (g/l)	" 22.0 20.8～ 40.0
		SS (ppm)	" 30.0 200.0
	回 収 酸	液量 (m ³ /H)	0.94 0.94
		HNO ₃ (g/l)	平均 60.0 34.8～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