



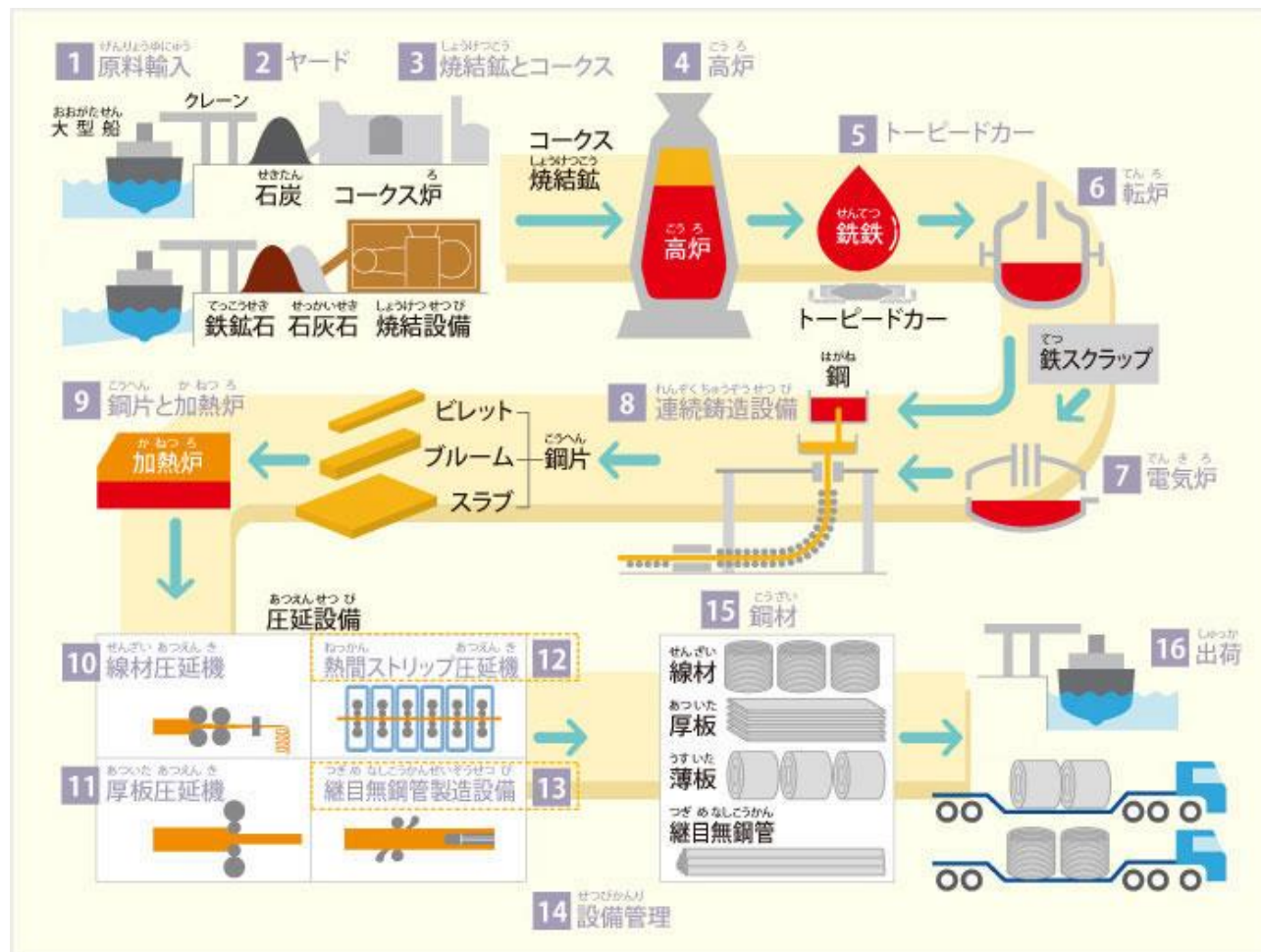
中央環境審議会水環境部会  
総量削減専門委員会(第4回)資料

# 鉄鋼業における総量削減への取組み

2025年4月24日

一般社団法人 日本鉄鋼連盟  
土壌・水質分科会

# 鉄鋼の生産工程



鉄鉱石輸入量:  
10,221万t/年

石炭輸入量:  
6,157万t/年

淡水使用量:  
約115t  
(粗鋼t当たり)

淡水の循環  
使用率  
約80%

スクラップ消費量  
3,702万t/年

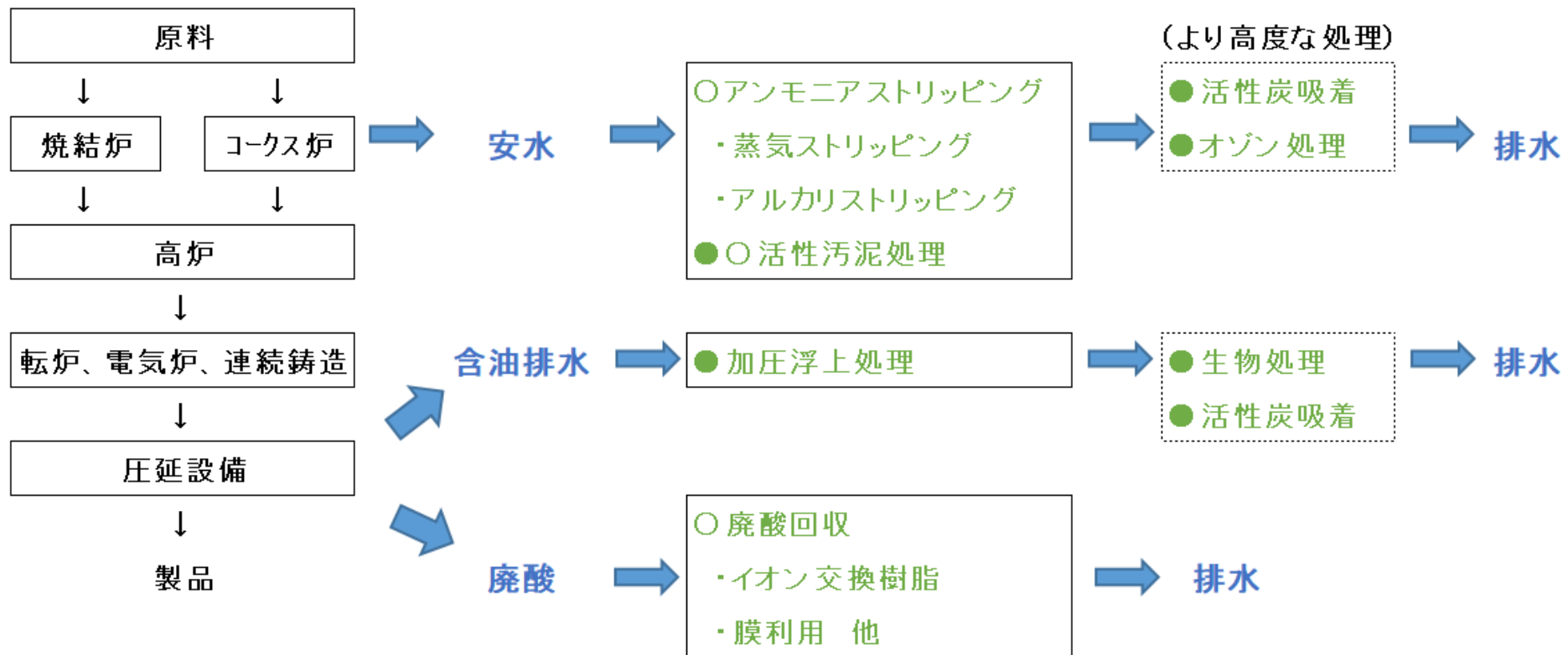
粗鋼生産量  
8,700万t/年

出所: 経済産業省、財務省、日本鉄鋼連盟

※鉄鉱石・石炭輸入量、スクラップ消費量、粗鋼生産量は2023年実績。淡水使用量、循環使用率は2022年実績を基に鉄連事務局にて推計。  
鉄鉱石・石炭輸入量は日本への総輸入量。

# 鉄鋼業におけるCOD、窒素低減対策概要

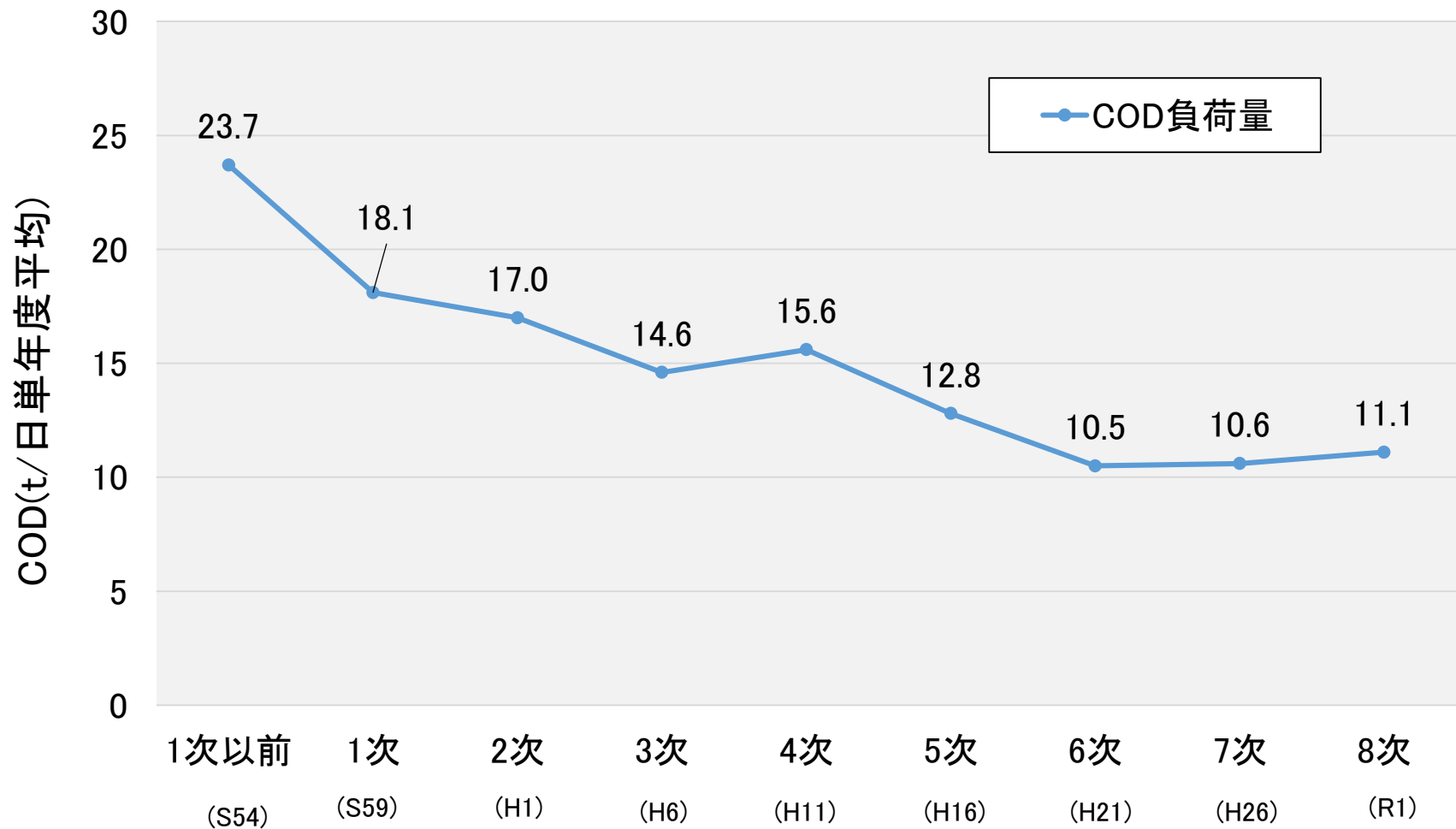
(●:COD対策、○:窒素対策)



# COD負荷量削減の取り組み事例

| 時期          | COD 排水処理規制対応内容                                           |
|-------------|----------------------------------------------------------|
| S54以前       | 凝集沈殿処理、含油排水処理増強 等                                        |
| 第1次(S55～59) | 含油排水活性炭処理設備設置、COD連続分析装置設置 等                              |
| 第2次(S60～H1) | 含油排水処理安定化 等                                              |
| 第3次(H2～6)   | 次亜塩素酸ソーダ注入装置、オゾン酸化設備、シックナー増設 等                           |
| 第4次(H7～11)  | 処理水循環使用による排水量削減、排水活性汚泥処理化推進 等                            |
| 第5次(H12～16) | 合併浄化槽への更新推進、COD連続分析計設置、排水処理設備更新 等                        |
| 第6次(H17～21) | <u>含油排水2次処理設備導入</u> 、液酸蒸発用温水排水の再使用配管の設置、連続測定器設置、安水処理増強 等 |
| 第7次(H22～26) | <u>活性炭吸着装置の設置</u> 、COD自動測定器新設・更新、高度処理化浄化槽の設置等            |
| 第8次(H27～R1) | 含油処理加圧浮上槽増強、凝集沈殿槽増設、単独浄化槽→合併浄化槽(バイオトイレ設置)                |
| 第9次(R2～R6)  |                                                          |

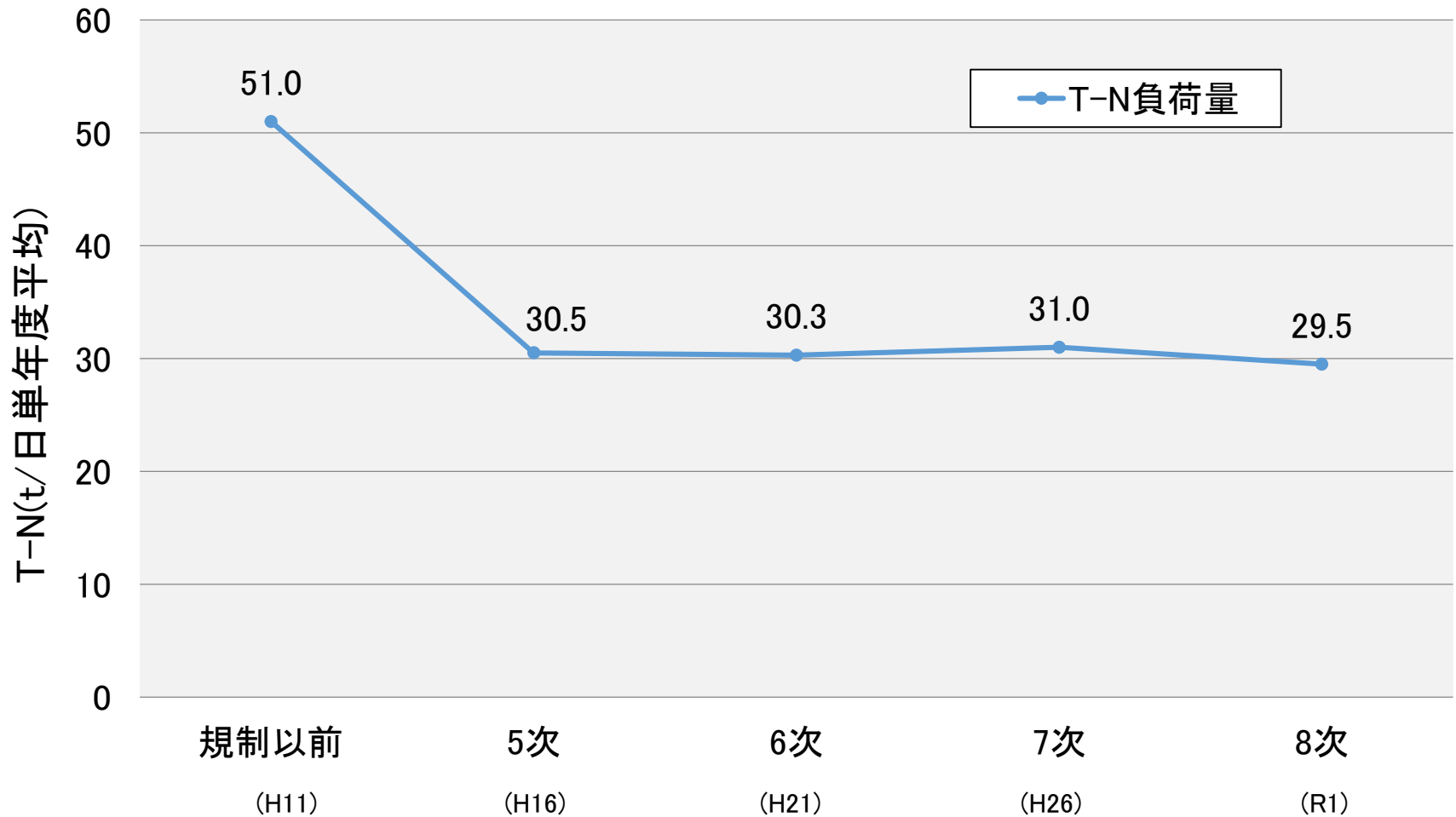
## 鉄鋼業3海域のCOD汚濁負荷量推移



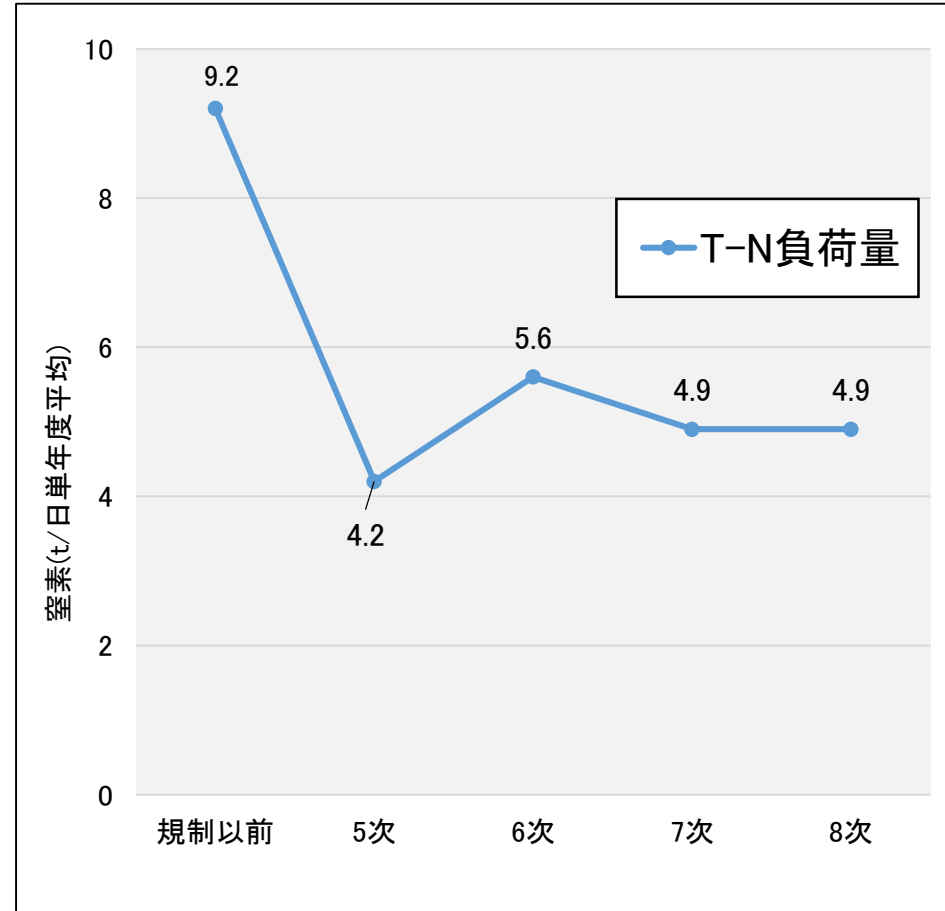
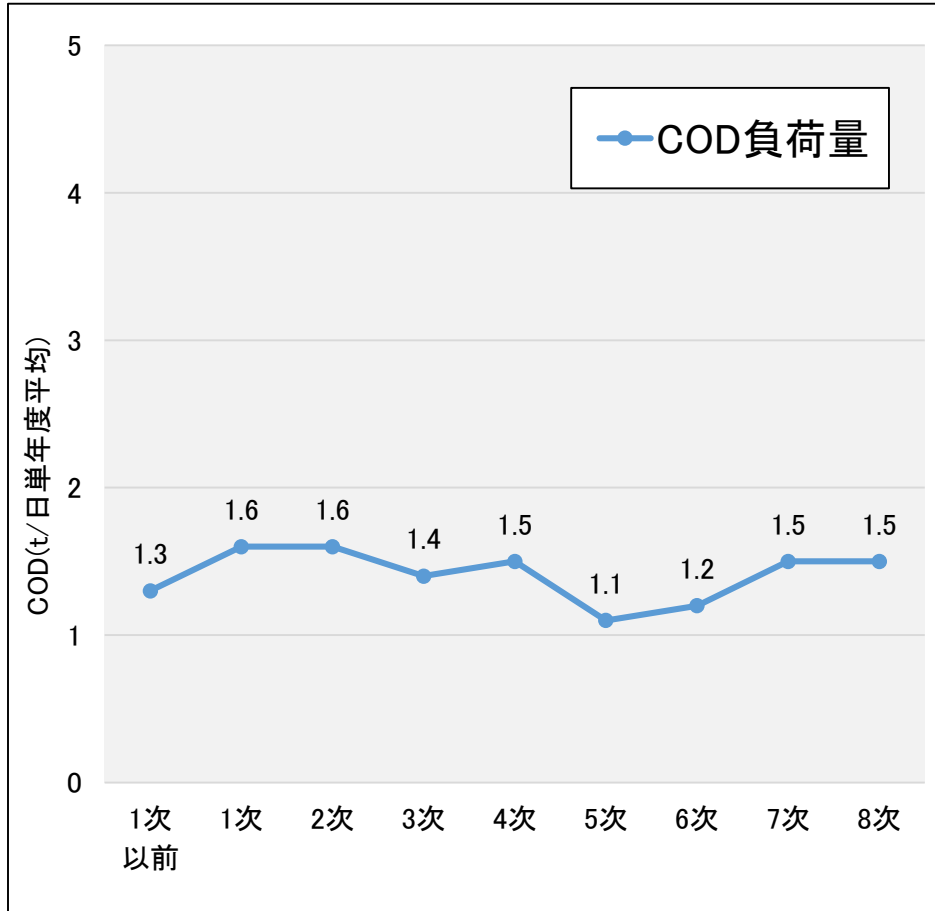
# 全窒素負荷量削減・管理の取り組み事例

| 時期           | T-N 排水処理規制・管理対応内容                                                                                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 規制導入以前(H11年) | 廃酸回収装置導入、生物脱窒処理設備設置 等                                                                                    |
| 第5次(H12～16)  | アルカリストリッピング導入、減圧蒸留装置設置、N, P連続分析装置設置 等                                                                    |
| 第6次(H17～21)  | <u>アルカリストリッピング設備増強</u> 、 <u>コークス安水窒素除去対策</u> 、 <u>高効率脱窒素除去装置</u> 、 <u>硝酸還元抑制設備</u> 、 <u>活性汚泥処理設備増強</u> 等 |
| 第7次(H22～26)  | <u>嫌気性微生物処理の安定化</u> 、 <u>酸(硝酸・フッ酸)回収装置の設置</u> 、 <u>高濃度コークス安水の分別・再利用による排出低減化</u> 等                        |
| 第8次(H27～R1)  | 自動分析計増設 等                                                                                                |
| 第9次(R2～R6)   | 自治体の管理計画に基づく海域への計画的な窒素供給 等                                                                               |

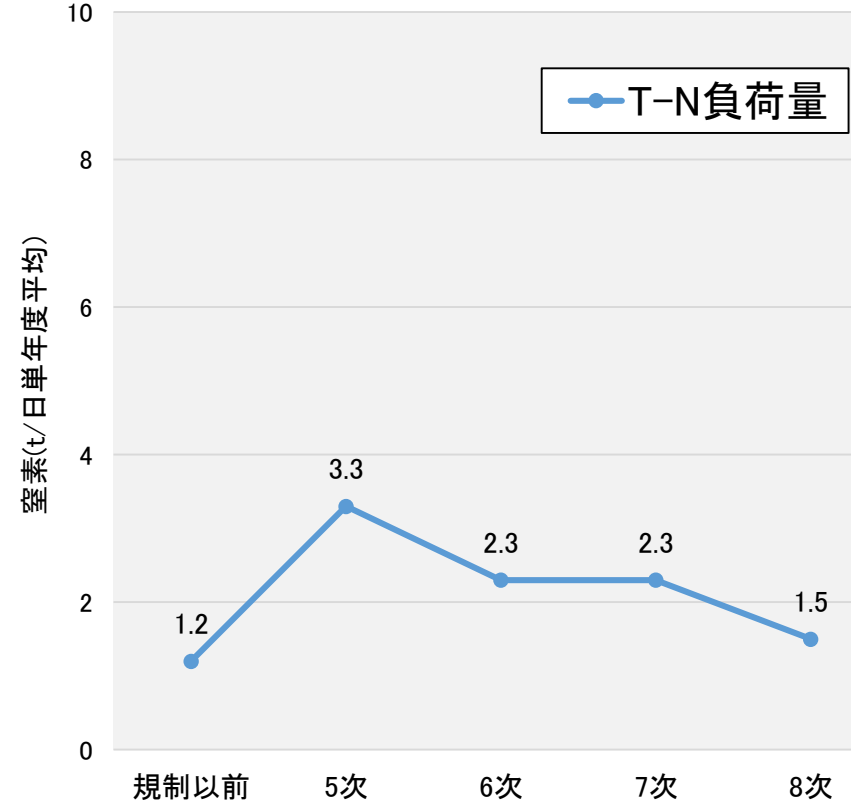
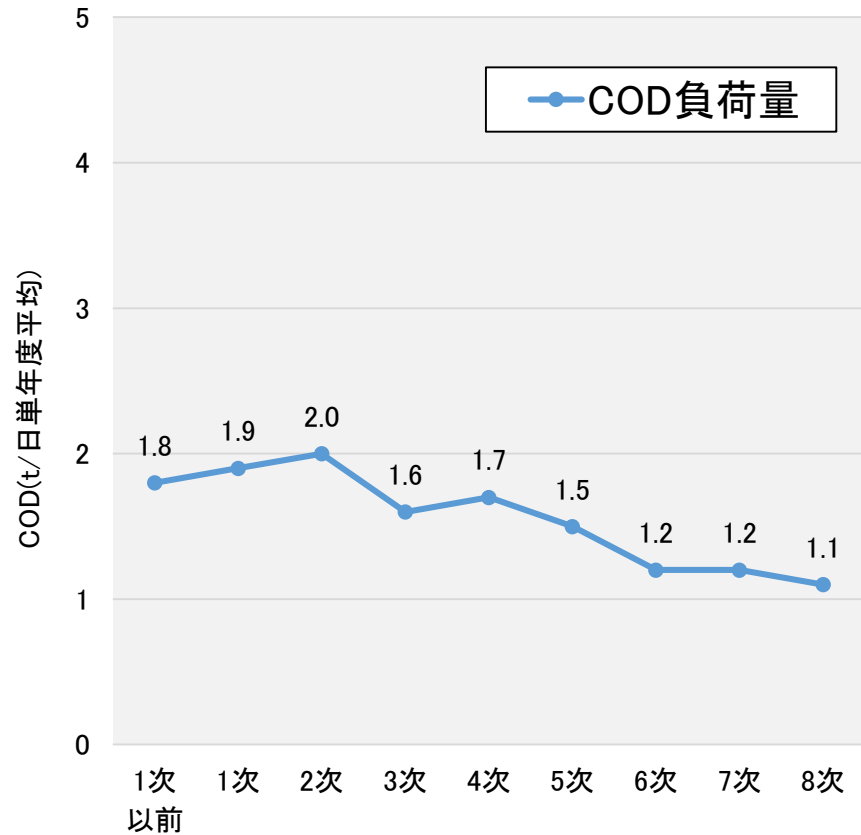
# 鉄鋼業3海域の窒素汚濁負荷量推移



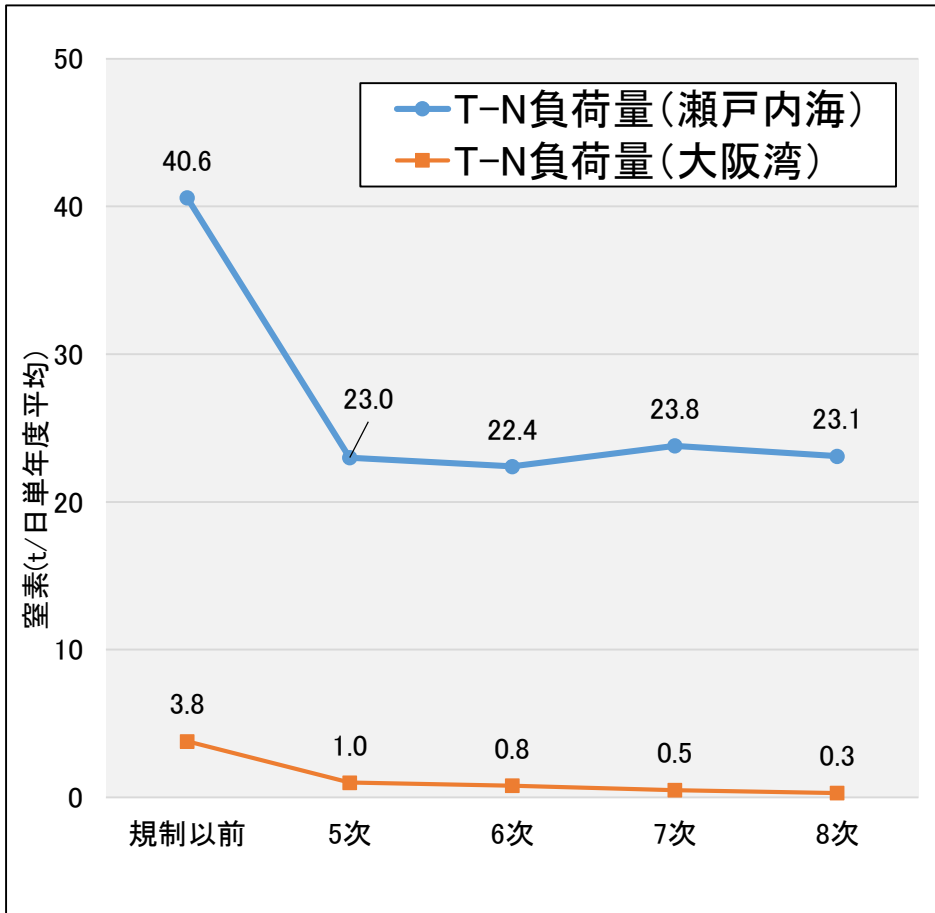
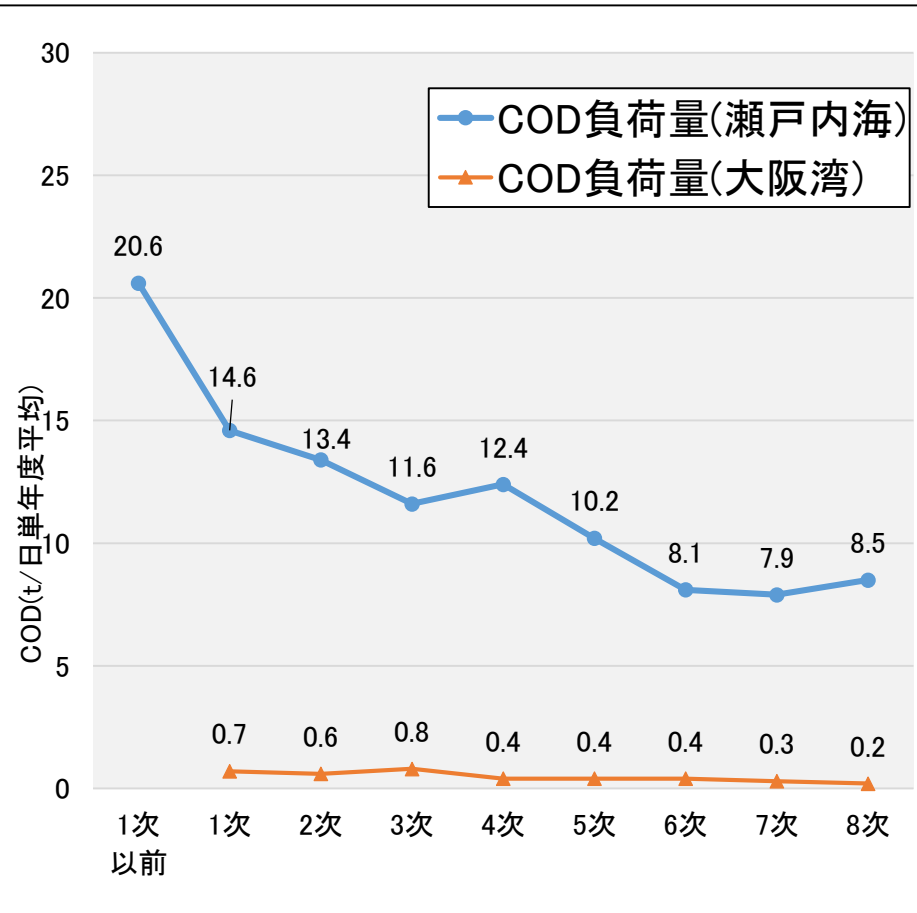
## 鉄鋼業の排出実績(東京湾)



## 鉄鋼業の排出実績(伊勢湾)



# 鉄鋼業の排出実績(瀬戸内海)



出所:環境省  
 ※瀬戸内海には大阪湾を含む。

## 総量規制に対する鉄鋼業の意見

- 鉄鋼業は、8次までの総量規制への対応として設備投資、管理強化を進め、9次でも引き続き汚濁負荷物質の排出抑制に努めてきた。
- また、鉄鋼スラグの活用により、港湾・藻場の環境改善にも貢献している。

➤ 第10次総量規制を検討するにあたっては、「藻場・干潟・深堀修復や栄養塩類の適切な管理」等も含めた閉鎖性海域の水質改善をより効率的に実施する方策について、科学的知見を充実した上で、陸域からの汚濁負荷量の低減に偏重することなく、総合的・継続的な対策・支援を検討して頂きたい。



# 鉄鋼スラグ製品を活用した 藻場造成とブルーカーボンへの取組み

2025年4月24日

# 沿岸域における藻場の重要性

## 海藻藻場とは

- 1～複数種の海藻によって構成される群落
- 海食物連鎖の底辺、沿岸の一次生産の場
- 快適な景観や環境学習を提供する場  
(生態系サービスの提供)

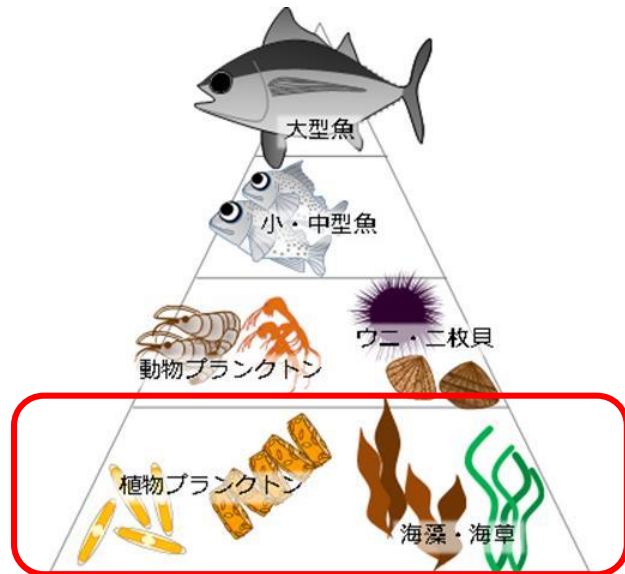


表 2-3 魚介類・人間による藻場の利用(藤田, 2001)

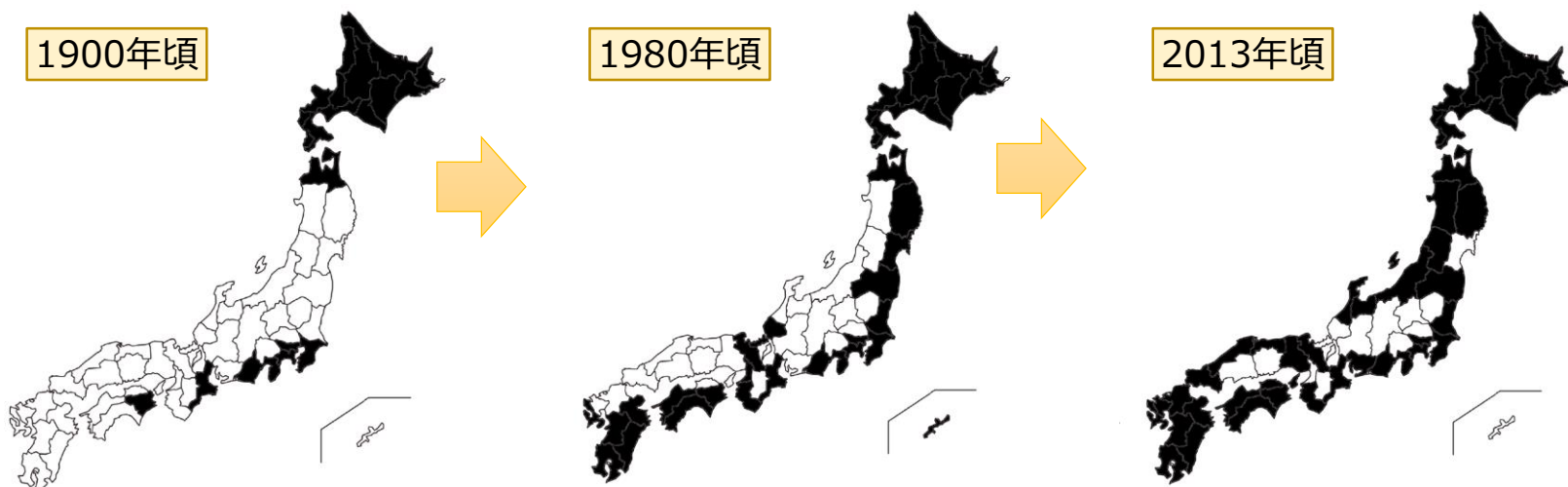
| 利 用     | 主 体    | 説 明            |
|---------|--------|----------------|
| ①生活     | 魚介類    | 周年定住, 季節定住     |
| ②再生産    | 魚介類    | 産卵場, 幼稚保育場     |
| ③食物供給   | 魚介類・人間 | 索餌場, 海藻や魚介類の漁場 |
| ④アメニティ  | 魚介類・人間 | 彩り・磯の香り        |
| ⑤原料供給   | 人間     | 寒天・医薬原料など      |
| ⑥環境指標   | 人間     | 貧栄養-富栄養, 自然度など |
| ⑦富栄養化防止 | 人間     | 過剰の栄養の吸収       |
| ⑧増殖場    | 人間     | 増殖用種苗の放流スポット   |
| ⑨レジャー空間 | 人間     | ダイビング・遊覧船・遊漁   |

出展: 水産庁「磯焼け対策ガイドライン」(2015)

# 海藻藻場の現状（「磯焼け」進行）

## 海藻藻場が全国的に拡大中

- 明治時代中期(1855年ころ)から認識、20世紀から拡大
- 1978年から2007年までに8.3万ha消失したと報告（水産庁 2015）
- ほぼすべての都道府県で発生を確認



藻場の衰退域を抱える都道府県の推移（藤田、2006を改変）

出展：水産庁「磯焼け対策ガイドライン」（2015）

# 「磯焼け」の原因と対策

水産庁「磯焼け対策ガイドライン」、「藻場・干潟ビジョン」を参考に、  
藻場の衰退の原因を整理

## 一次要因 (環境変化)

- ・ 栄養塩不足  
(N、P、Fe)
- ・ 海水温上昇
- ・ 海洋工事による  
流れ場の変化  
(砂の流入、静穏化)
- ・ 台風、降水量増加



## 二次要因 (海域での変化)

- ・ 海藻の生理障害
- ・ 食害  
(植食動物の摂餌が  
活発化)
- ・ 小型海藻との競合
- ・ 海藻の着生阻害
- ・ 濁度の上昇



## 直接原因

- ・ 枯れる
- ・ 芽生えなくなる
- ・ 流出する
- ・ 植食動物に  
食べられる



## 対策

- ・ 栄養塩の供給(施肥)
- ・ 対象生物の駆除
- ・ 植食動物フェンス
- ・ 母藻保護かご
- ・ 母藻、種苗の移植
- ・ 岩礁域の創出  
(基盤、基質の投入)  
など



↑ 魚に捕食された海藻



\* 水産庁「磯焼け対策ガイドライン」、「藻場・干潟ビジョン」を参考に編集

# 「磯焼け」の原因と対策

水産庁「磯焼け対策ガイドライン」、「藻場・干潟ビジョン」を参考に、  
藻場の衰退の原因を整理

## 一次要因 (環境変化)

- ・ 栄養塩不足  
(N、P、Fe)
- ・ 海水温上昇
- ・ 海洋工事による  
流れ場の変化  
(砂の流入、静穏化)
- ・ 台風、降水量増加



## 二次要因 (海域での変化)

- ・ 海藻の生理障害
- ・ 食害  
(植食動物の摂餌が  
活発化)
- ・ 小型海藻との競合
- ・ 海藻の着生阻害
- ・ 濁度の上昇



## 直接原因

- ・ 枯れる
- ・ 芽生えなくなる
- ・ 流出する
- ・ 植食動物に  
食べられる



## 対策

- ・ 栄養塩の供給(施肥)
- ・ 対象生物の駆除
- ・ 植食動物フェンス
- ・ 母藻保護かご
- ・ 母藻、種苗の移植
- ・ 岩礁域の創出  
(基盤、基質の投入)  
など



↑ 魚に捕食された海藻



\* 水産庁「磯焼け対策ガイドライン」、「藻場・干潟ビジョン」を参考に編集

# 藻場造成資材 鉄分供給ユニット

## 磯焼け（藻場の衰退・消失）海域の拡大



### 原因

- ・海水温上昇
- ・植食動物（ウニ、アイゴ）による食圧の増加（食害）
- ・海水中の栄養塩濃度の減少（リン、窒素、鉄等）



森から供給されていた鉄分を人工的に海域へ施肥

## ビバリー®ユニット

鉄分含有

製鋼スラグ

腐植土(腐植酸)



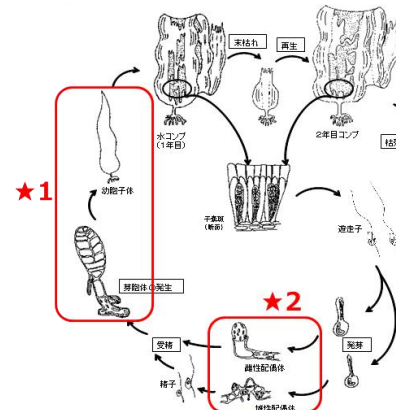
## 『森は海の恋人』

森の地中にあった鉄分が、川を流れて海の海藻に供給

※森の鉄分は、落ち葉でできる腐植土中の腐植酸と共に供給



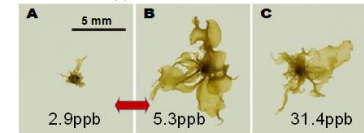
## ●海藻の鉄イオンの要求性（マコンブの場合）



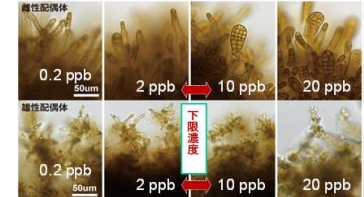
コンブ目植物のライフサイクル

### ●マコンブへの鉄イオン添加実験

★1 胞子体の成長にFeは必須



★2 配偶体の成熟にFeは必須



# ブルーカーボンの認証事例

プロジェクト名：北海道増毛町地先における鉄鋼スラグ施肥材による海藻藻場造成（日本製鉄株式会社、増毛漁業協同組合）

## ◆プロジェクト概要

- ・日本製鉄と増毛漁組は共同で2014年10月より日本製鉄社製の鉄鋼スラグ施肥材（ヒバリ®エイト）45tを海岸線270mに埋設し、藻場造成に取り組み。
- ・取組当初0.6haであった海藻藻場（主にホソメコンブ）は、7年後の2022年には3.3haまで拡大し、直近過去5年間（2018-2022年）のCO<sub>2</sub>吸収量は49.5t-CO<sub>2</sub>。

**(Jブルークレジット®認証取得)**

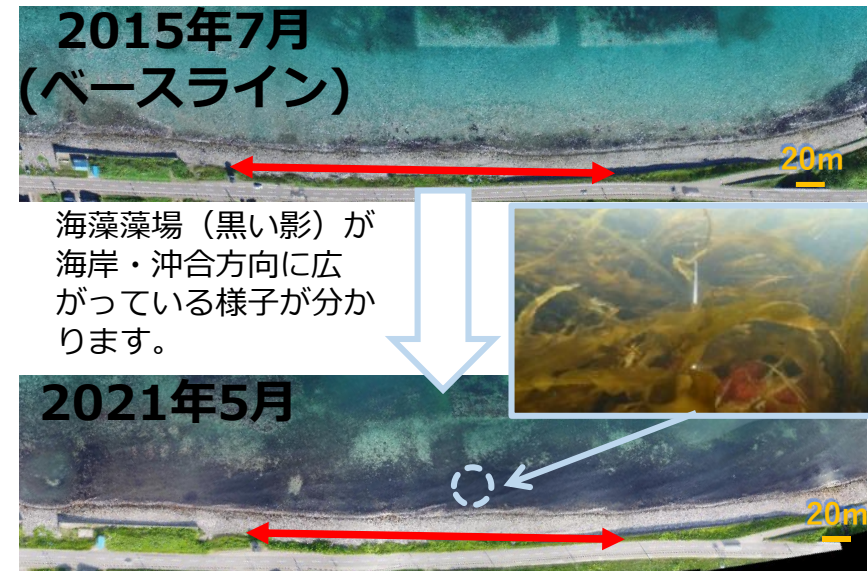
## ◆プロジェクトの特徴

- ・日本製鉄と増毛漁組は協働体制を構築し、藻場の維持・管理、藻場調査を実施。
- ・今後もウニをはじめとした水産生物の漁獲高の向上とブルーカーボンの活性化に向け藻場造成を継続。

※ジャパンブルーエコノミー技術研究組合（JBE）が管理する独自のクレジット。  
JBEから独立した第三者委員会による審査・認証意見を経て発行される



図：施工の様子（2014年10月）



図：藻場の拡大の様子（ドローン画像）

# 「磯焼け」の原因と対策

水産庁「磯焼け対策ガイドライン」、「藻場・干潟ビジョン」を参考に、  
藻場の衰退の原因を整理

## 一次要因 (環境変化)

- ・ 栄養塩不足 (N、P、Fe)
- ・ 海水温上昇
- ・ 海洋工事による流れ場の変化 (砂の流入、静穏化)
- ・ 台風、降水量増加



## 二次要因 (海域での変化)

- ・ 海藻の生理障害
- ・ 食害 (植食動物の摂餌が活発化)
- ・ 小型海藻との競合
- ・ 海藻の着生阻害
- ・ 濁度の上昇



## 直接原因

- ・ 枯れる
- ・ 芽生えなくなる
- ・ 流出する
- ・ 植食動物に食べられる



## 対策

- ・ 栄養塩の供給(施肥)
- ・ 対象生物の駆除
- ・ 植食動物フェンス
- ・ 母藻保護かご
- ・ 母藻、種苗の移植
- ・ 岩礁域の創出 (基盤、基質の投入) など



↑ 魚に捕食された海藻

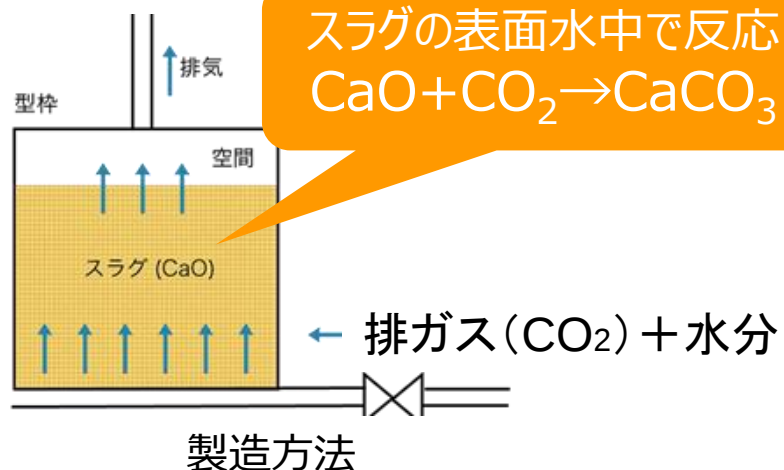


\* 水産庁「磯焼け対策ガイドライン」、「藻場・干潟ビジョン」を参考に編集

# 藻場造成資材 藻場礁

## 藻場礁としてのマリンブロック

マリンブロックとは製鋼スラグと排ガス(CO<sub>2</sub>)とを原料として製造した鉄鋼スラグ炭酸固化体



## 優れた環境改善能力

藻場礁としての要件を備えた海洋機能材料

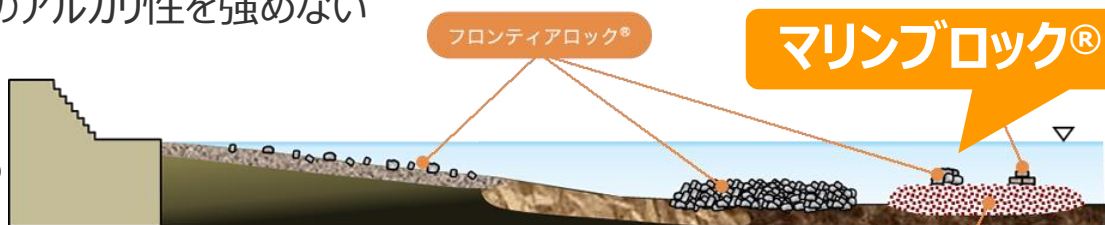
内部に無数の連続した細孔を持つ多孔質体であるため生物親和性にすぐれ、海藻が容易に着床

## 優れた安定性

海中でも安定し、膨張による崩壊や水中のアルカリ性を強めない

## 環境改善資材の活用事例

横浜市の山下公園前海域での生物による浄化能力向上に関する実証実験



マリンストーン®: 粒度を調整した砂利状の製鋼スラグから作られた製品で、覆砂材や、浅場や藻場の基盤材に適した環境改善資材

# ブルーカーボンの認証事例

**プロジェクト名：山口県岩国市におけるマリンストーンによる海藻藻場造成（JFEスチール、神代漁業協同組合、宇部工業高等専門学校）**

**(Jブルークレジット®認証取得)**

認証された吸収量  $79.6\text{t-CO}_2$  （2018～2022年に吸収・固定化された $\text{CO}_2$ 量として）

## ◆プロジェクト概要

- ・プロジェクト実施場所は山口県岩国市神東地先であり、2013年～2018年にマリンストーンを用いて約3.6ヘクタールの岩礁性藻場生育基盤の造成
- ・創出した海藻藻場の岸側は、流動場の抑制に伴う海草生育環境条件の向上により、海草藻場の分布が拡大

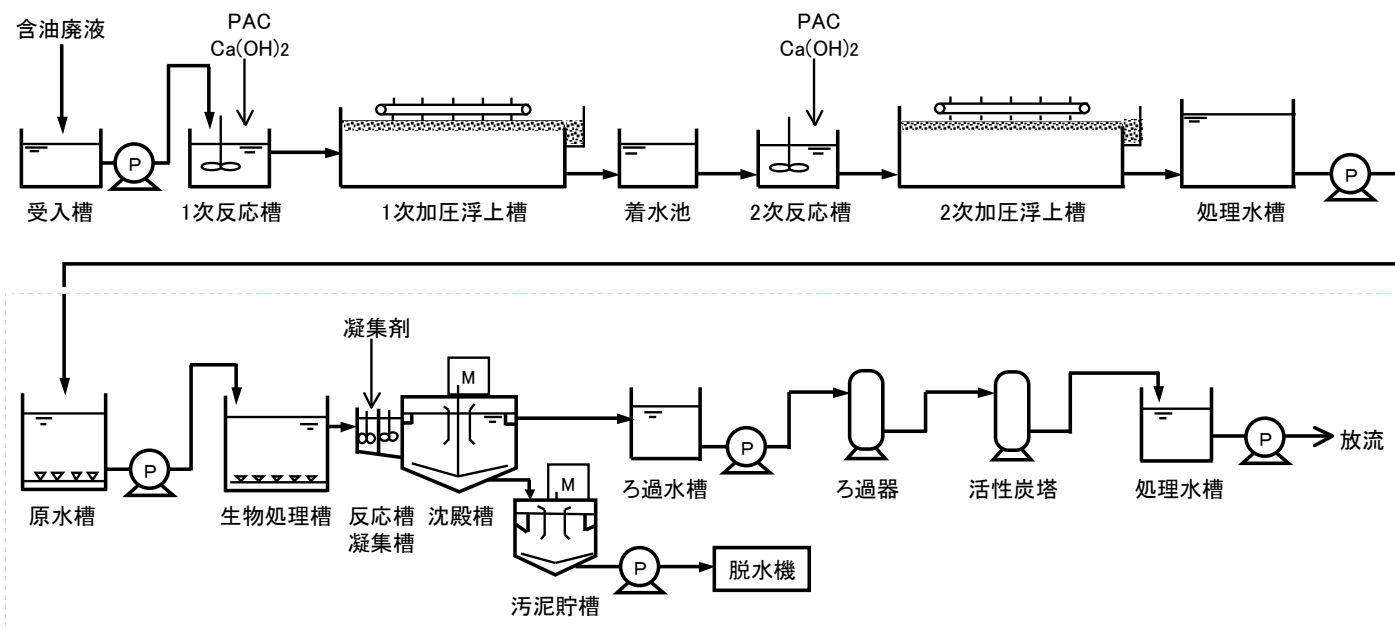
## ◆プロジェクトの特徴

- ・海藻藻場の創出及びそれによる海草藻場の拡大によって $\text{CO}_2$ の吸収量が増加
- ・藻場の形成によって有用魚類が蟄集
- ・教育・研究の場として活用
- ・プロジェクト実施場所において、リサイクル資材を用いた海藻・海草藻場の更なる創出が期待可能



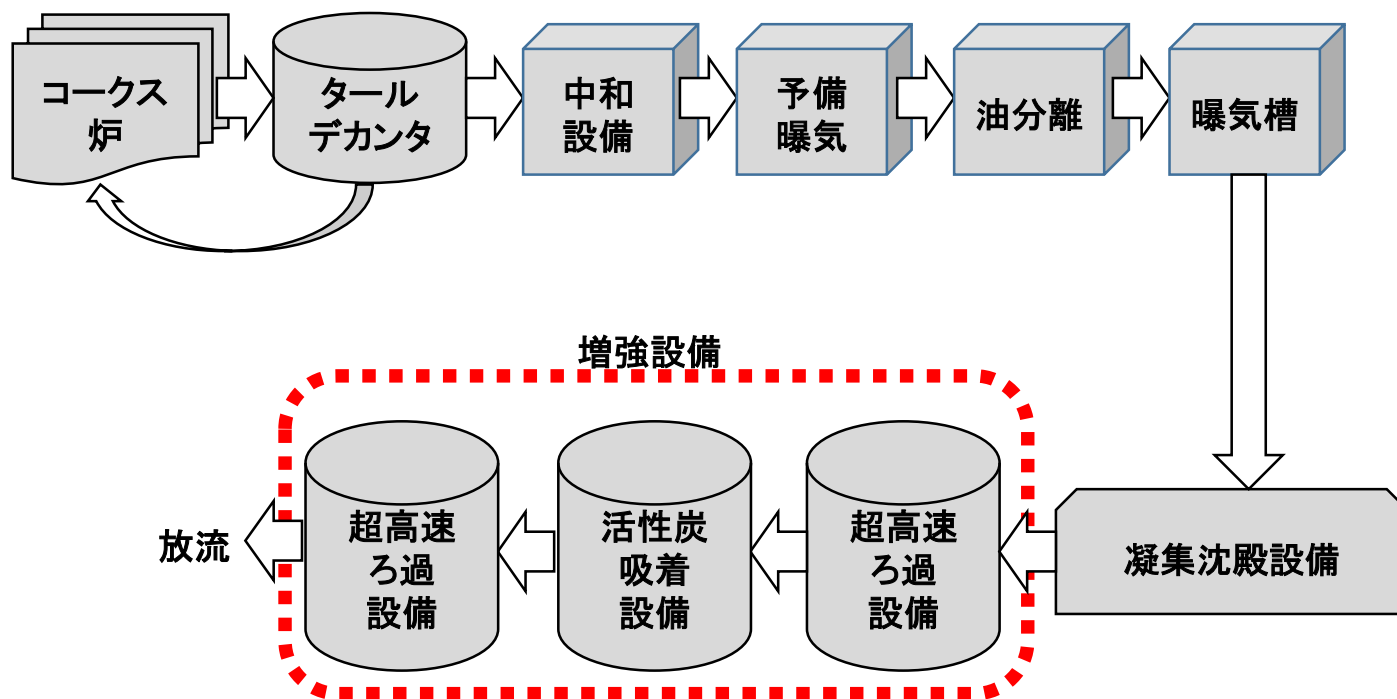
〈ご参考〉COD・全窒素負荷量削減の取組事例

## 〈COD削減取組〉含油排水2次処理設備の事例(第6次)

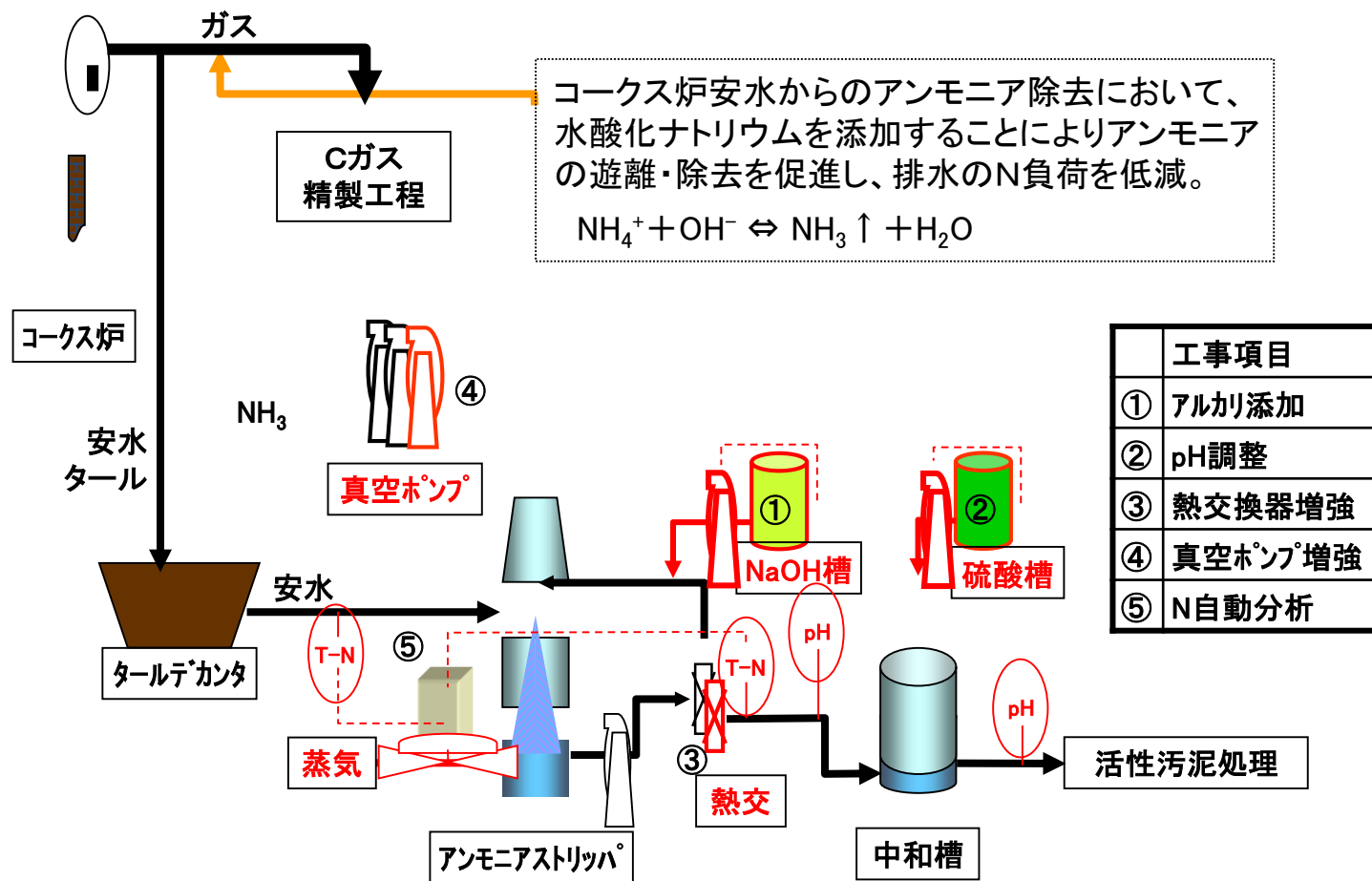


従来からの加圧浮上処理後の排水を、更に生物処理を行うことでCOD負荷を低減。

## 〈COD削減取組〉活性炭設備設置の事例(第7次)

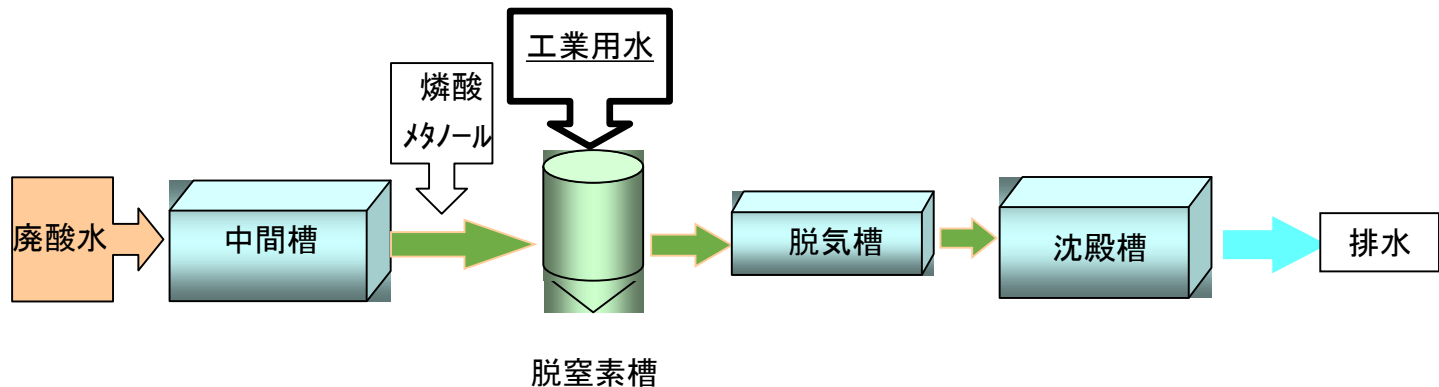


## 〈全窒素削減取組〉アルカリストリッピング設備増強の事例(第6次)



## 〈全窒素削減取組〉高効率脱窒素除去装置、 嫌気性微生物処理の安定化事例(第6・7次)

高効率脱窒素設備では微生物に水素供与体としてメタノールを与え硝酸性窒素を窒素ガスまで還元し脱硝している。  
夏の気温上昇に伴い脱窒菌の活性が低下し、窒素除去能力が低下する。  
→脱窒素槽へ工業用水を投入することで温度管理を行い、窒素除去能力を高位に安定させる。



## 〈全室素削減取組〉酸回収設備の事例(第7次)

