

# 鉄鋼スラグで海の森づくり



写真撮影 (株)渋谷潜水工業

新日本製鐵株式会社

# 鉄鋼スラグとは

# 鉄鋼生産工程と鉄鋼スラグ

## 鉄鋼生産工程

### 製銑工程



|     |             |
|-----|-------------|
| 主原料 | 鉄鉱石         |
| 副原料 | 石灰石<br>コークス |

鉄鉱石とコークスを高炉に投入し「銑鉄」をつくる工程

### 製鋼工程

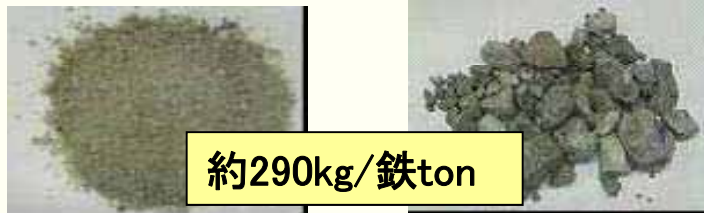


|     |     |
|-----|-----|
| 副原料 | 生石灰 |
|-----|-----|

転炉で銑鉄から不要分を取り除き「鋼」を製造する工程

## 鉄鋼スラグの副生

各工程にて、鉄鉱石等の原料に含まれる鉄以外の成分を熔融状態で分別し冷却



約290kg/鉄ton

高炉スラグ(左:水砕スラグ、右:徐冷スラグ)



約110kg/鉄ton

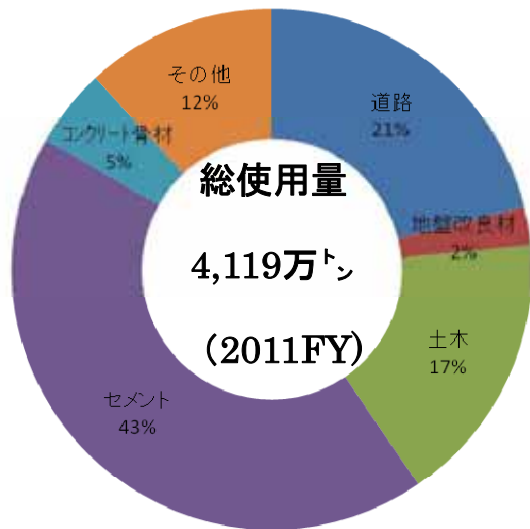
転炉系製鋼スラグ

# 鉄鋼スラグの利用・処分の現状

| 発生炉別     | 生産量<br>(2011FY) |
|----------|-----------------|
| 高炉スラグ    | 2,416万トン        |
| 転炉系製鋼スラグ | 1,135万トン        |
| 電気炉製鋼スラグ | 286万トン          |
| 合計       | 3,837万トン        |



| 分類  | 販売・処理形態                 | 比率  | 分類      |
|-----|-------------------------|-----|---------|
| 製品  | 鉄鋼会社が<br>製品として直接販売      | 97% | 鉄鋼スラグ製品 |
|     | 中間処理業者が加工<br>処理し製品として販売 | 2%  | 再生利用製品  |
| 廃棄物 | 最終処分                    | 1%  |         |



- ① JIS規格比率 : 68%
- ② グリーン購入特定調達品目比率 : 70%
- ③ 国交省・農水省工事仕様書登録 : 15件
- ④ 団体規格「土工用製鋼スラグ砕石」制定

従来用途の市場動向を踏まえると  
新たな市場の創出が必要

# 転炉系製鋼スラグの藻場造成への活用

転炉系製鋼スラグの成分構成（単位：％）

|          | SiO <sub>2</sub> | CaO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | MnO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----------|------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|------|-------------------------------|
| 転炉系製鋼スラグ | 20.8             | 41.2 | 2.09                           | 21.9 | 4.32                           | 2.26 | 2.84 | 3.08                          |
| 安山岩（参考）  | 59.6             | 5.8  | 17.3                           | 3.1  | —                              | 2.8  | 0.2  | —                             |



特長：

自然の鉱物と比べ、生物が吸収可能と言われる**二価鉄を豊富に含有する**

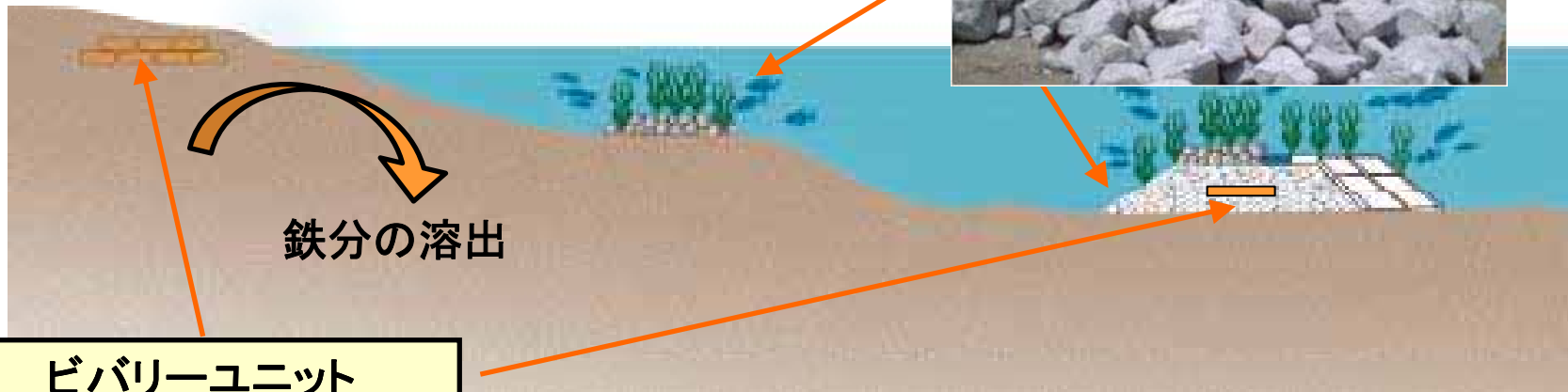
藻場造成材料として有効？

# 藻場造成用の転炉系製鋼スラグ製品

【固結特性・鉄分含有を活用】

鉄鋼スラグから製造した藻類の付着に優れる人工石・ブロック

鉄鋼スラグ水和固化体



ビバリーユニット



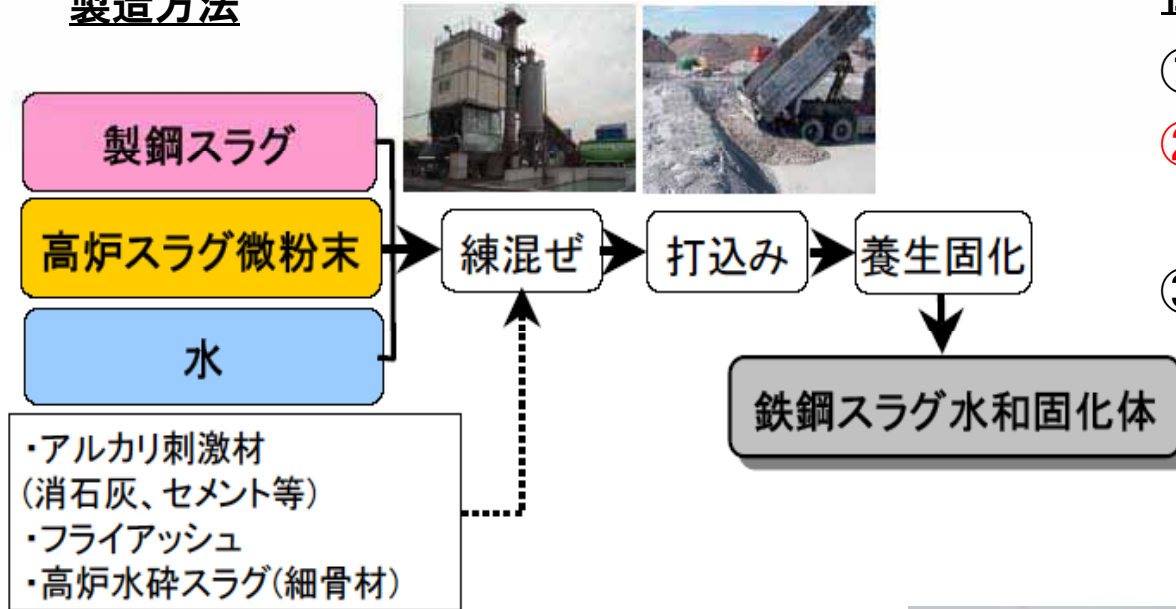
【鉄分含有を活用】  
海藻類の生育に必要な  
「鉄イオン」を海に供給  
する海藻用サプリメント

# 鉄鋼スラグ水和固化体



# 鉄鋼スラグ水和固化体の概要

## 製造方法



## 性能

- ①準硬石の割ぐり石の規格を満足
- ②低アルカで海域へのpH影響なし  
(pH:11~12 ⇒ 9以下)
- ③生物着生性能に優れている

## 用途



人工石材  
(羽田再拡張Proj)



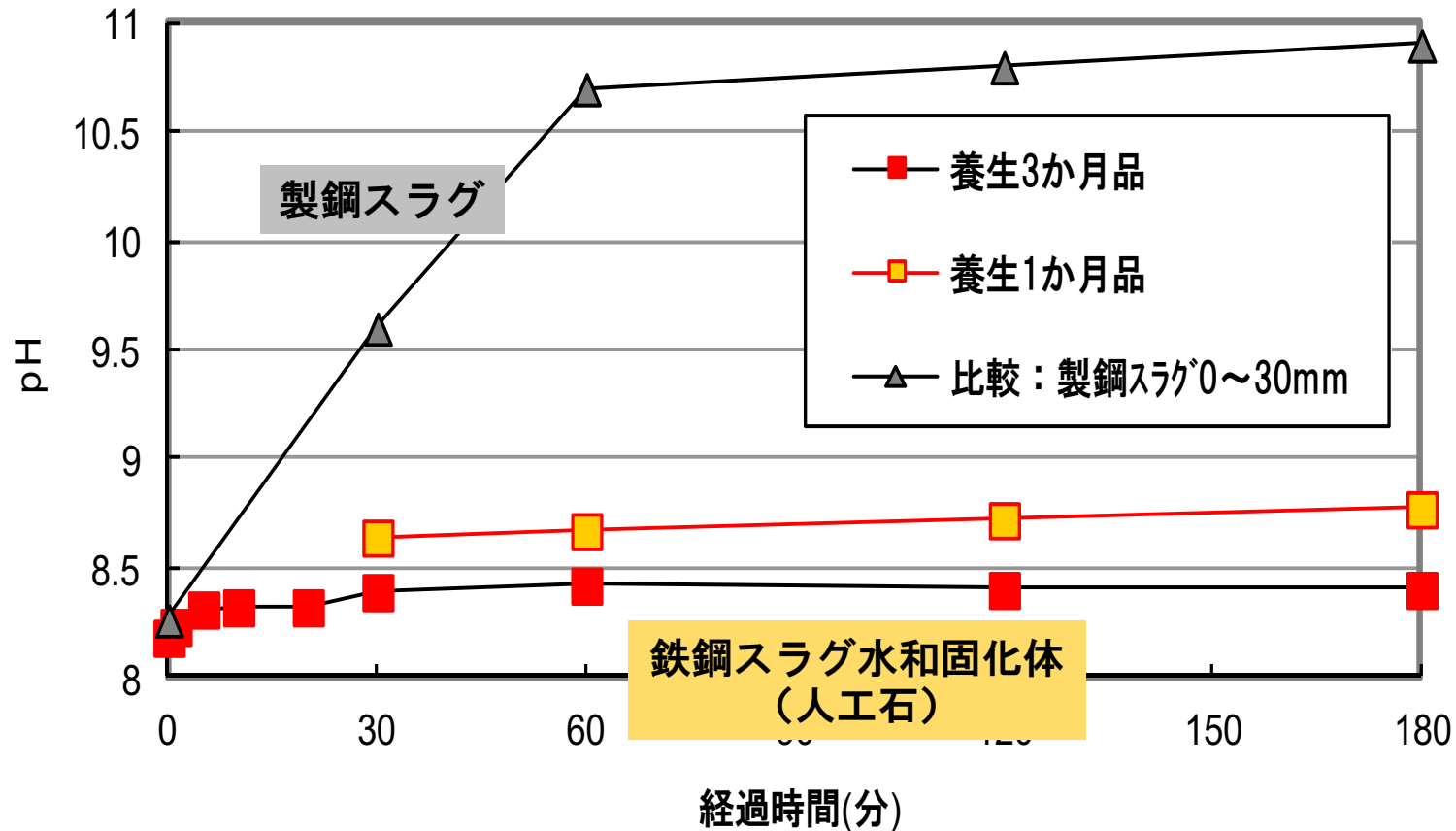
無筋コンクリート代替ブロック

## 【公認化】

- ★港湾関連民間技術確認審査 第07001号
- ★沿岸技術ライブラリーNo.16 (沿岸技術研究センター)
- ★NETIS登録
- ★グリーン購入法特別調達品目指定(2010年)
- ★漁場造成・再生用資器材の技術認定(全水技協)
- ★鉄鋼スラグ製品安全確認認証(全漁連)

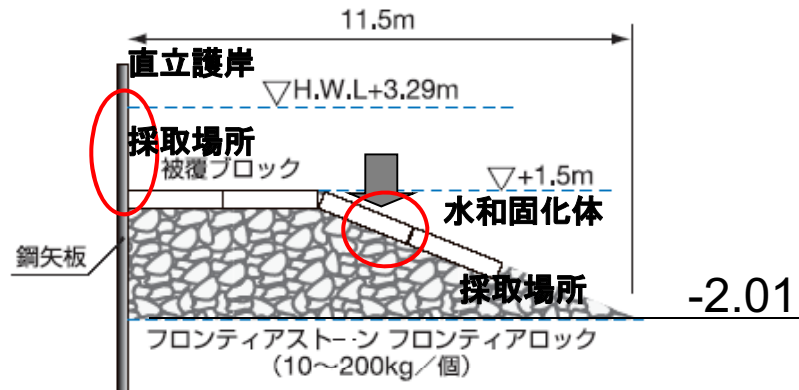
2009年度 国土技術開発賞 優秀賞を受賞

## 地盤工学会基準修正法 海水溶媒 固液比1:5

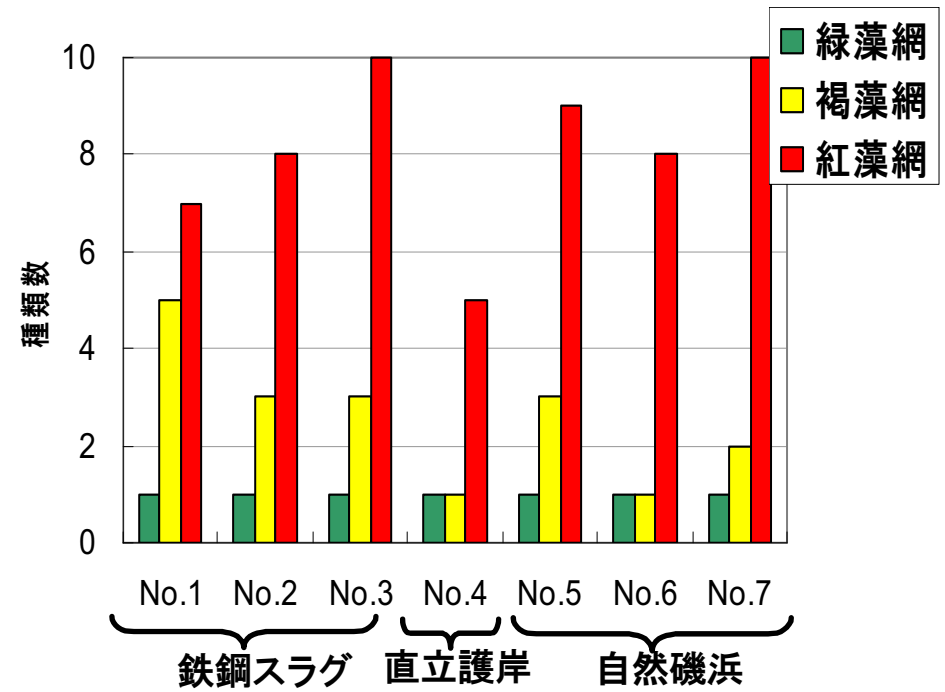
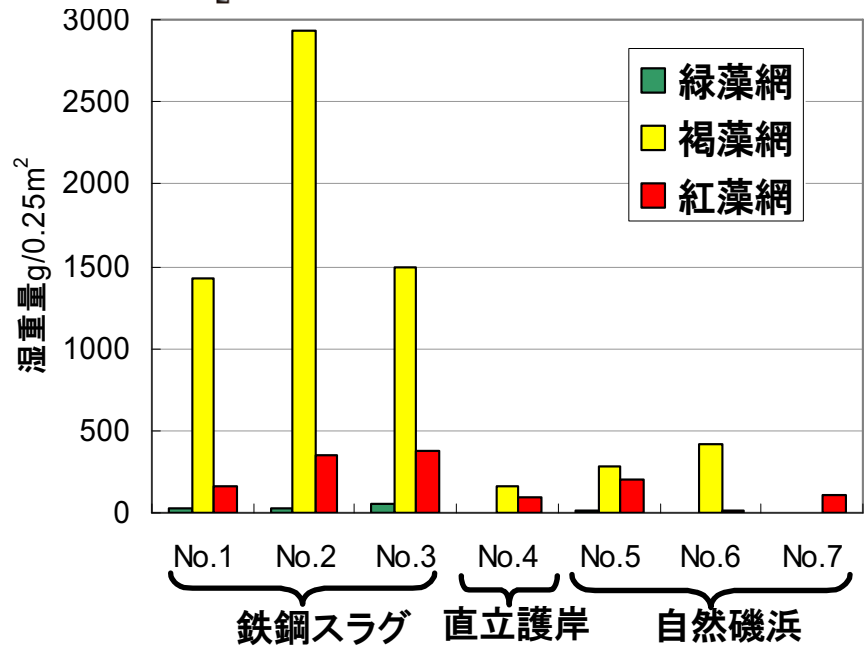


固化体化により海水投入時のpHは、9以下を満足

# 生物付着性の調査例(海藻類)



注釈) 自然磯浜 1km離れた海岸



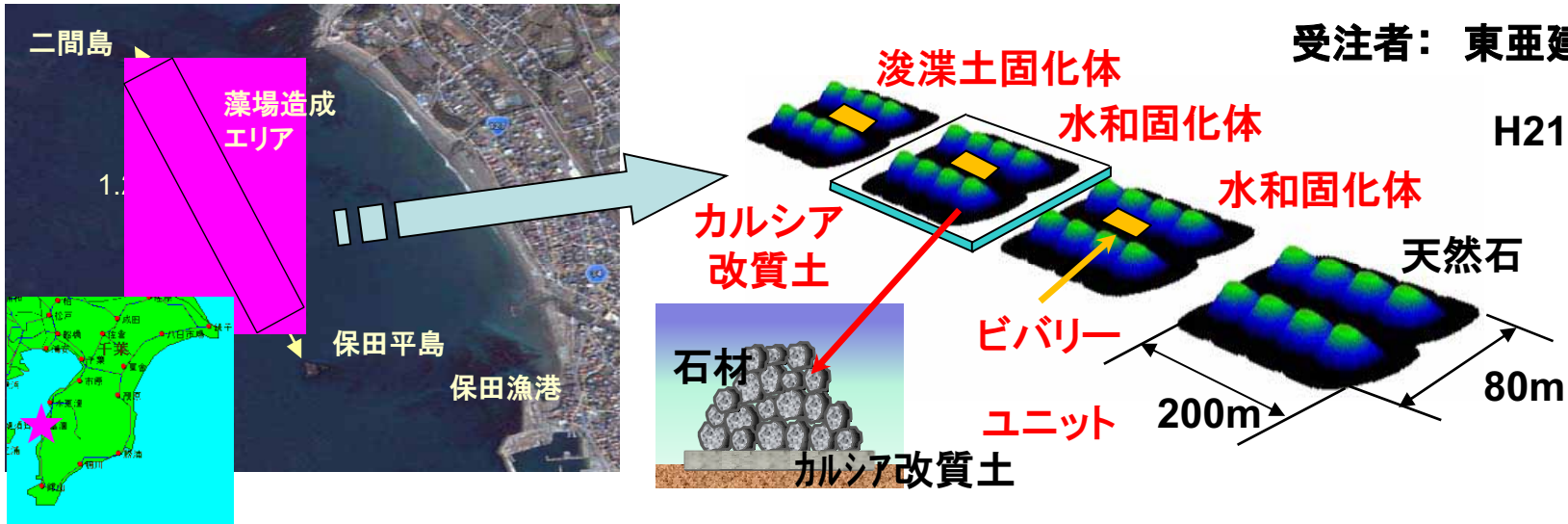
水和固化体  
**生物付着性は天然石材と同等以上**  
水和固化体

# 適用事例：東京湾藻礁石材設置工事

発注者： 国交省関東地整局

受注者： 東亜建設工業(株)

H21.11～H22.3



## 水和固化体



20,800m<sup>3</sup>

## 浚渫土固化体



10,400m<sup>3</sup>

## カルシア改質土



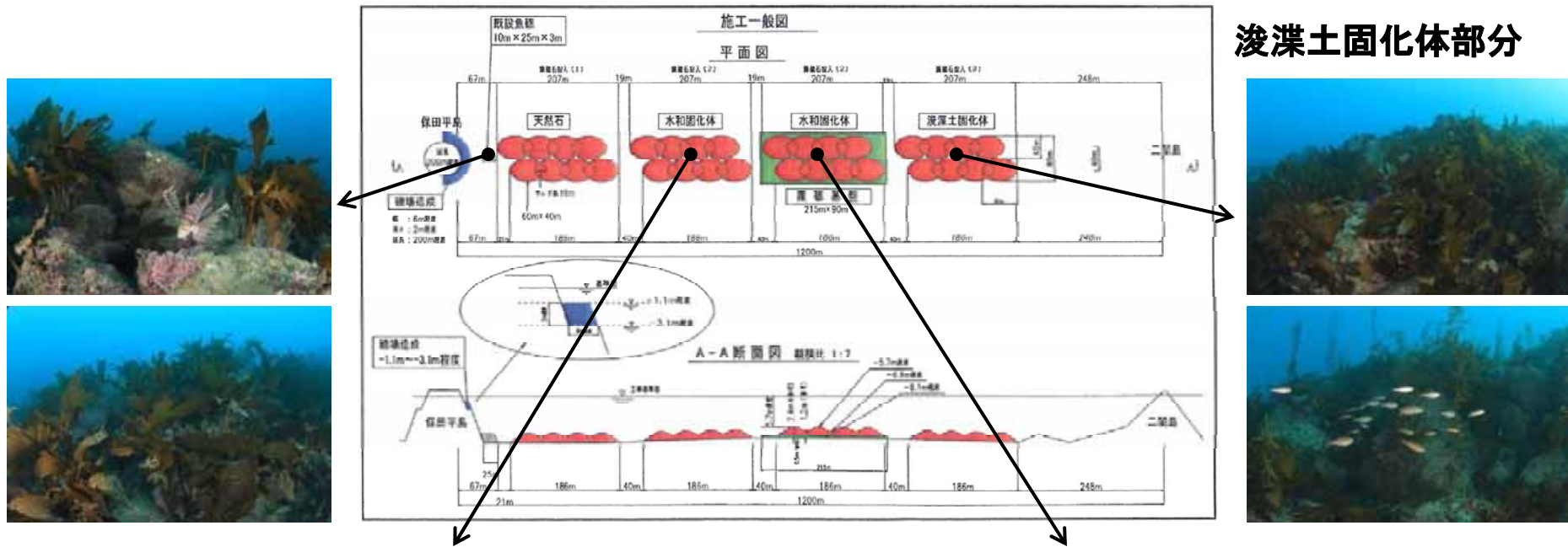
9,700m<sup>3</sup>

## ビバリーボックス



3基

# 藻礁石材付近の海藻生育状況（設置1年後）



浚渫土固化体部分

水和固化体製人工石

カルシア改質土(Bed材)+ 水和固化体人工石



基質の違いによる生育の違いは評価できないが、総じて良好な藻場が造成

## 1. 港湾・空港等整備におけるリサイクル技術指針改定版(H24.4)

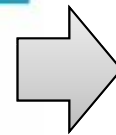
- 鉄鋼スラグ2次製品としてリサイクル材料としての折り込み、規定

### 技術指針の主な改訂内容 (抜粋)

別紙1

①対象材料の増加(14項目 → 17項目)  
※追加された材料を赤字下線で記載しております。

建設発生土、浚渫土砂、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材、建設汚泥、鉄鋼スラグ(高炉スラグ、製鋼スラグ、二次産品)、石炭灰(フライアッシュ、クリンカーアッシュ、二次産品)、非鉄金属スラグ(銅スラグ、フェロニッケルスラグ、亜鉛スラグ)、貝殻、エコスラグ



### <利用状況(表-1.2.1)>

- 基礎工(捨石):○+
- 被覆・根固・消波ブロック:◎
- 土工(盛土材・覆土材・載荷盛土材):○+
- その他(藻場・浅場:◎, 藻場:○+)

- ◎ : すでに当該用途を想定した品質基準が設けられる等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル案等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2. 港湾工事共通仕様書改定版(H24.4)

- 石材、置換工(基礎雑石)等への材料としての折り込み、規定

港湾工事共通仕様書

平成24年4月

国土交通省 港湾局

## ●藻場造成用途

| 工事名称                      | 工事場所                 | 発注者                        | 施工時期    | 数量      | 形状等          |
|---------------------------|----------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|
| 平成18年度三浦湾環境調査業務委託(投石)     | 三重県北宴紀北町<br>紀伊長島区三浦  | 三重県企業庁                     | 2007.2  | 530t    | 300~1000kg/個 |
| 東京湾内房地区藻場再生工事             | 東京湾内房地区(富<br>崎港相浜地区) | 国交省関東地方整備局千葉<br>港湾事務所      | 2008.3  | 1,580t  | 8t型ブロック      |
| 東京湾藻礁石材設置工事               | 千葉県安房郡鋸南<br>町保田      | 国交省関東地方整備局千葉<br>港湾事務所      | 2010.2  | 31,200t | 300~500kg/個  |
| 新海面処分場Cブロック海浜(磯浜)整<br>備工事 | 東京都江東区青海3<br>丁目地先    | 東京都港湾局東京港建設事<br>務所         | 2010.3  | 180t    | 3t/個         |
| 須崎港湾口地区藻場造成検討調査           | 高知県須崎市角谷<br>岬地先      | 国交省四国地方整備局高知<br>港湾・空港整備事務所 | 2010.7  | 1t      | プレート22枚      |
| 石田地区藻場回復工事                | 長崎県壱岐市石田<br>町地先      | 長崎県壱岐市石田町                  | 2010.12 | 1,200t  | 1,000kg/個    |

## ○藻場造成以外(港湾工事等)

|            |  |       |                     |       |         |
|------------|--|-------|---------------------|-------|---------|
| 羽田D滑走路拡張工事 |  | 国土交通省 | 2008.10<br>~2009.12 | 100万t | 0~300mm |
|------------|--|-------|---------------------|-------|---------|

H24.3時点で、約80万m<sup>3</sup>を販売

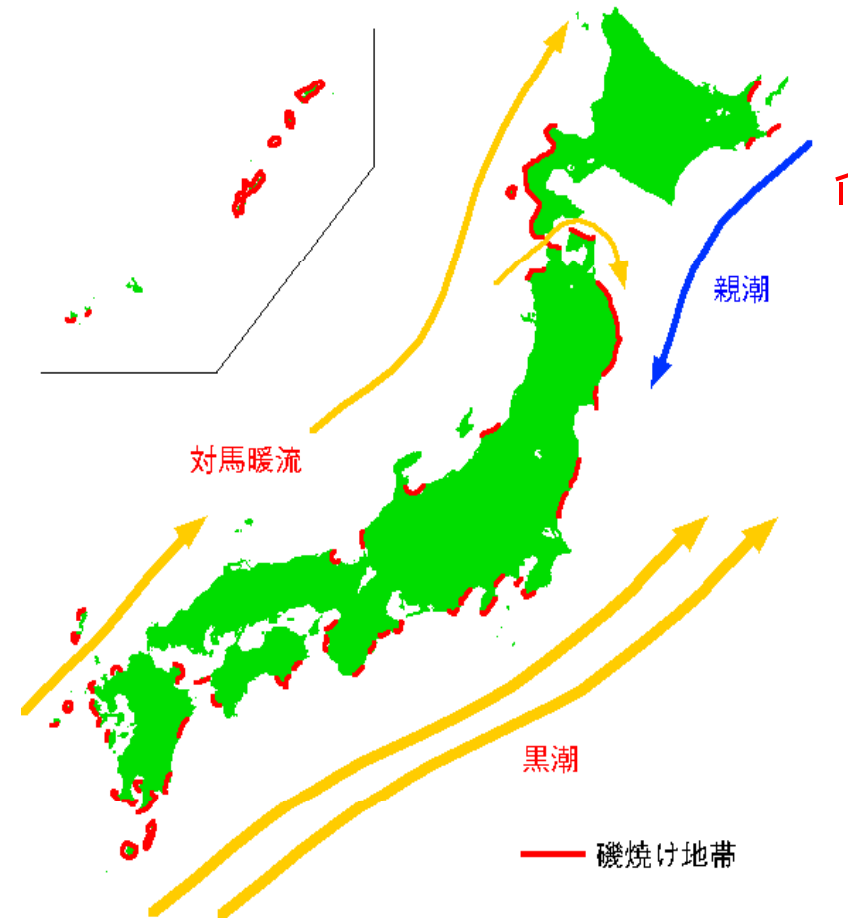
# ビバリーユニット





## 【推定原因】

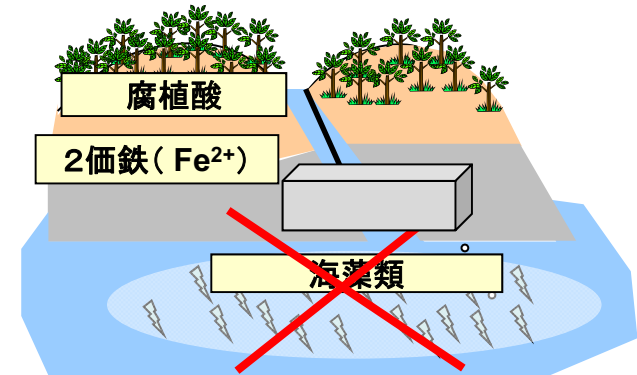
- 温暖化による海水温の上昇
- 水質の悪化(濁り等)
- ウニ等の藻食動物の増加
- 森林からの鉄等供給の減少



# 製鋼スラグと腐植土を用いた鉄分供給製品

海藻は二価鉄を摂取。しかし、二価鉄は海水中では速やかに酸化され、錆として沈殿

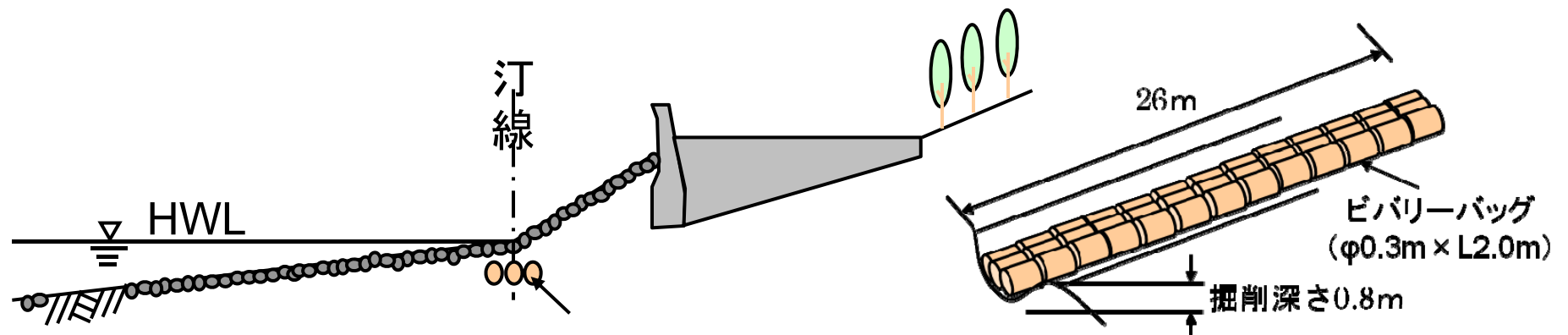
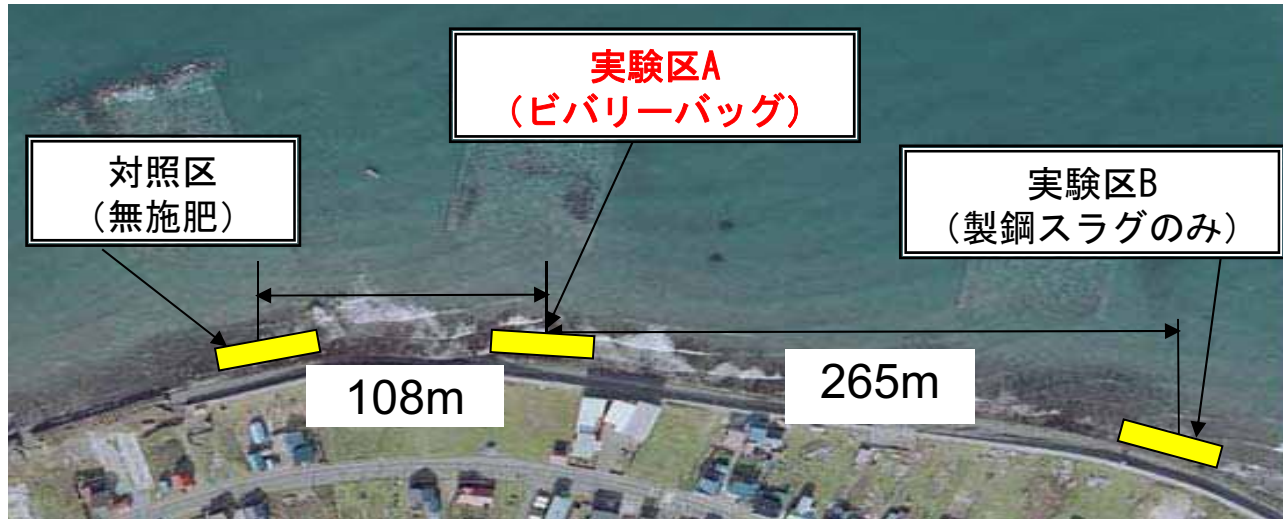
ダム等により、海域への供給が  
困難になっている



- 実海位置(北海道増毛町舎熊海岸)



## ビバリーバッグ(約6t)を汀線部に埋設(平成16年10月)

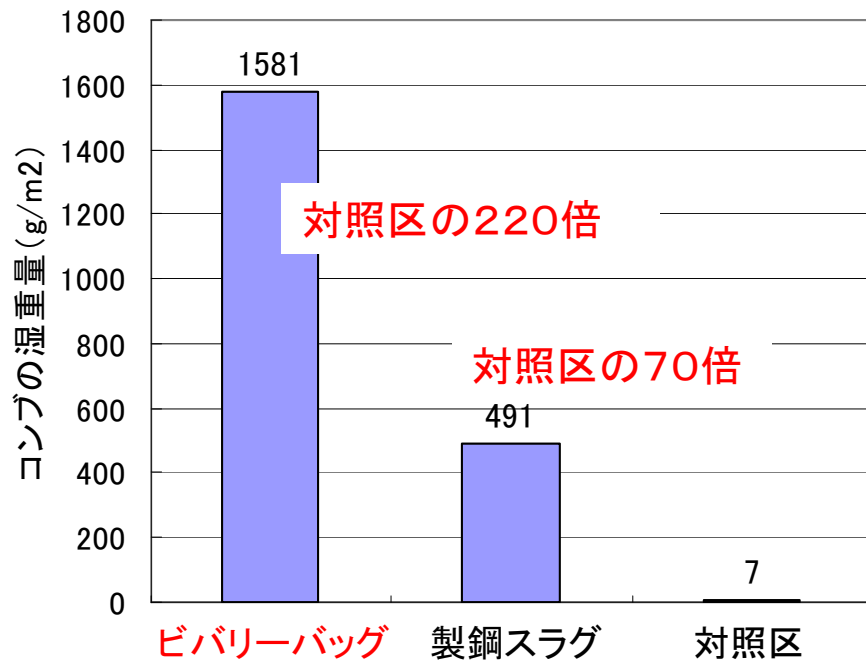




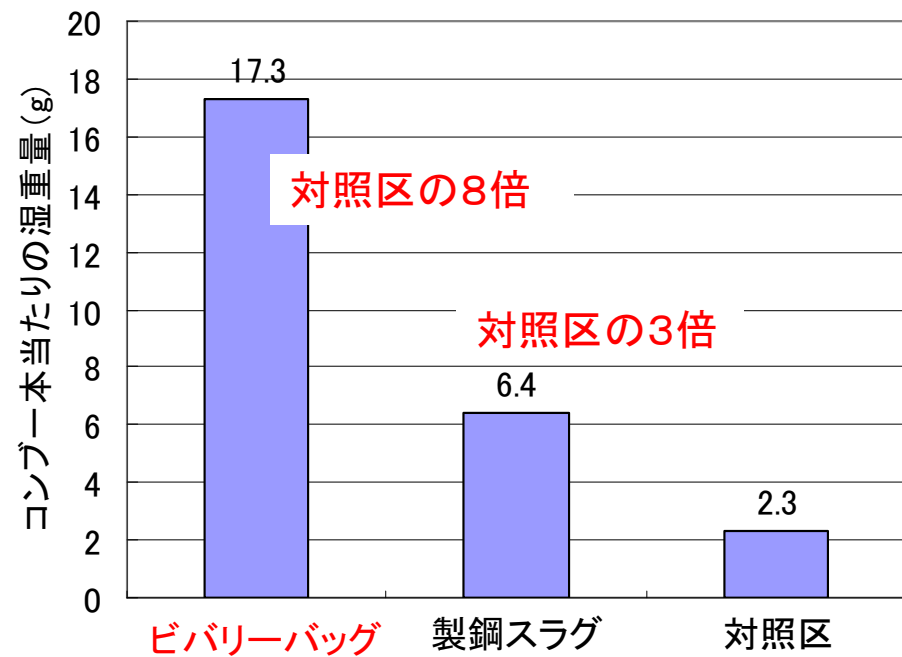
# 1年目モニタリング結果(H17/6)



1m×1mの方形枠内のコンブを採取し、  
湿重量、本数を測定

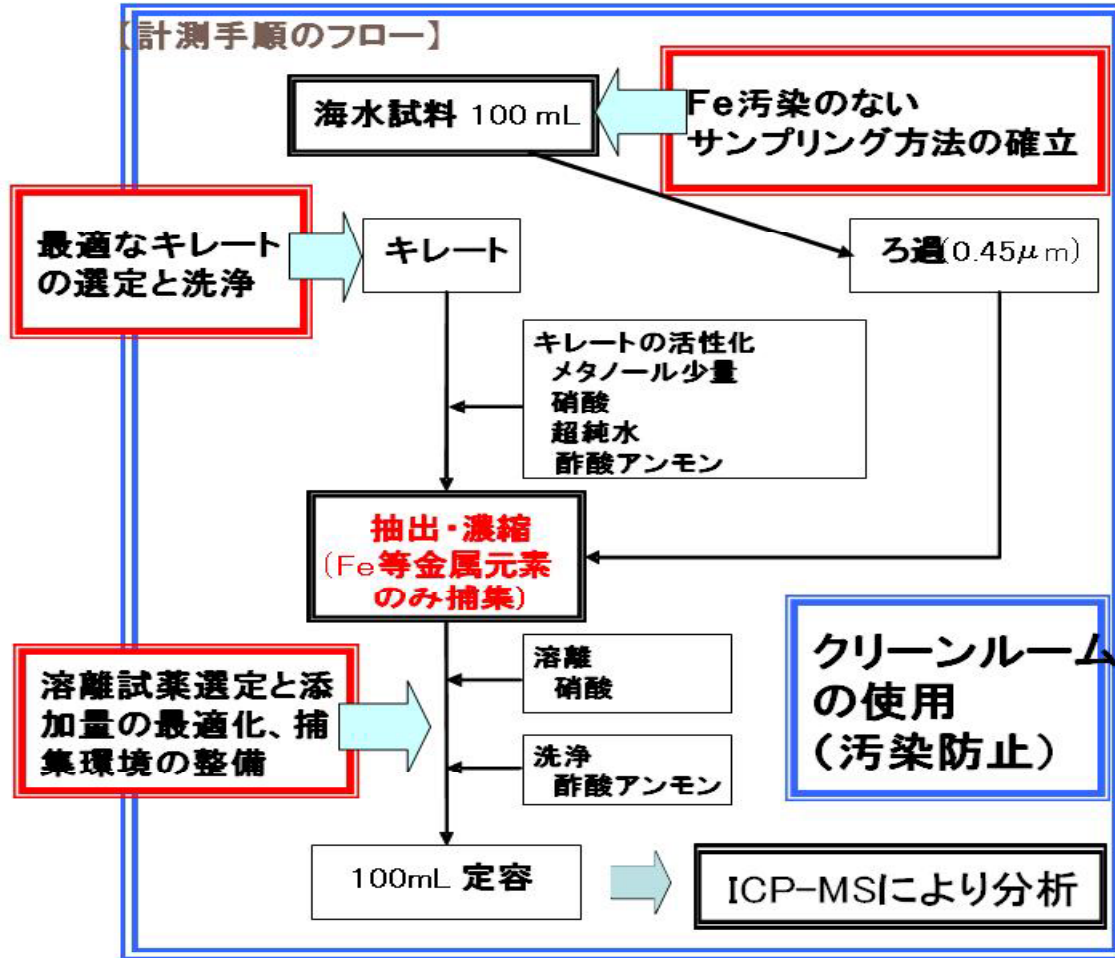


単位面積あたり湿重量(平均)



コンブ一本あたり湿重量

- 鉄供給がなされたことの確認(鉄濃度分布調査 平成19年)

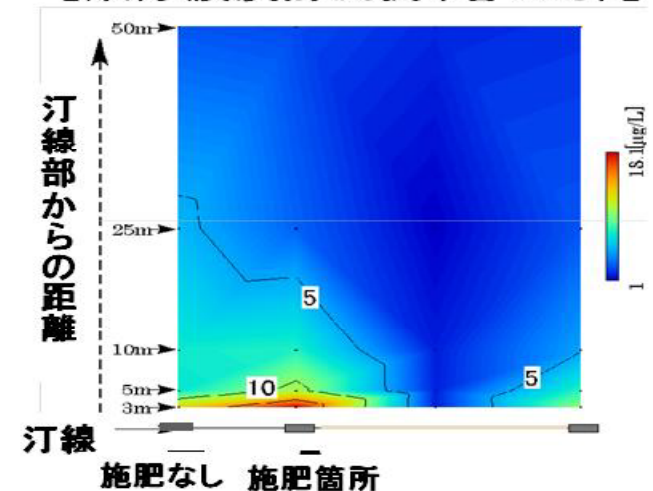


## 「海水中溶存超微量Fe計測手法」

・キレート化した海水中溶存Feを選択分離後、ICP-MSでFe濃度を分析  
(キレート化により高濃度NaClを除去)

**極微量Feの定量を実現**  
(ppb( $\mu\text{g/L}$ )オーダー)

## 【鉄分濃度計測例(増毛町)】







●ビバリーユニット(ビバリーバッグ、ビバリーボックス)

| 工事名称            | 工事場所        | 発注者                    | 施工時期    | 数量   | 形状等             |
|-----------------|-------------|------------------------|---------|------|-----------------|
| 北海道寿都町藻場礁設置     | 北海道寿都町      | 北海道寿都町                 | 2007.1  | 2基   | 鋼製箱1.7×1.7×0.5m |
| 志摩市船越前浜海岸藻場造成   | 三重県志摩市      | 志摩の国漁業協同組合             | 2008.1  | 100袋 | 30kg/袋          |
| 東京湾藻礁石材設置工事     | 千葉県安房郡鋸南町保田 | 国交省関東地方整備局千葉港湾事務所      | 2010.2  | 3基   | 鋼製箱1.7×1.7×0.5m |
| 須崎港湾口地区藻場造成検討調査 | 高知県須崎市角谷岬地先 | 国交省四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所 | 2010.7  | 1基   | 鋼製箱1.7×1.7×0.5m |
| 室津港室津地区防波堤(I)工事 | 高知県室戸市浮津三番町 | 国交省四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所 | 2010.10 | 3基   | 鋼製箱1.7×1.7×0.5m |
| 石田地区藻場回復工事      | 長崎県壱岐市石田町地先 | 長崎県壱岐市石田町              | 2010.12 | 5基   | 鋼製箱1.7×1.7×0.5m |



### 鉄鋼スラグ製品安全確認認証状

JF全漁連漁発第80号  
認証番号3番

全国漁業協同組合連合会は、(社)全国水産技術者協会の「漁場造成・再生用資器材の技術評価(平成22年2月19日)」の結果を踏まえ、製品の魚介類に対する安全性、および食品安全性について確認したのでこれを認証する。

2010年2月26日

全国漁業協同組合連合会  
代表理事会長 服部郁弘



1. 申請者の商号又は名称：新日本製鐵株式会社
2. 製品名：ピバリーロック
3. 販売ロット番号：君-2009-02
4. 販売予定数量：200立方メートル
5. 製造年月日：2010年1月19日～3月8日

END

本日はご清聴ありがとうございました。