

平成 21 年度

「海の森づくり」シンポジウム VI

海洋施肥と海の森づくり

於

東京海洋大学鈴木善幸記念ホール

2009 年 5 月 29 日（金）13：00-19：30

要旨集

主催：特定非営利活動法人「海の森づくり推進協会」

共催：日本大学理工学部海洋建築工学科

共催：(社) 国際海洋科学技術協会

後援：鐵鋼スラグ協会

第6回海の森づくりシンポジウム

目 次

司会 高知大学名誉教授 大野 正夫

司会・講師プロフィール	・・・・・・・・・・	4
1. 開会の辞と趣旨説明		
海の森づくり推進協会代表理事 松田 恵明	・・・・・・・・	7
2. 基調講演 海洋施肥と海の森づくり		
日本大学理工学部海洋建築工学科教授 堀田 健治	・・	8
3. 話題提供 1. 鉄鋼スラグを利用した藻場再生試験		
新日本製鐵株式会社スラグ・セメント事業推進部長 中川 雅夫		9
4. 話題提供 2. 硫酸鉄を主体とした藻場再生試験		
1) 韓国の事例		
東成海洋開発株式会社社長 金 榮 燾	・・・・・・・・	10
2) 長崎県壱岐東部漁協の事例		
壱岐東部漁業協同組合代表理事組合長 浦田 俊信	・・	11
3) 愛媛県遊子漁協の事例		
愛媛県遊子漁業協同組合代表理事組合長 廣瀬 佐代治		12
4) 鹿児島県東町漁協の事例		
鹿児島大学水産学部教授 門脇 秀策	・・・・・・・・	13
15:30-15:40 休憩		
5. 話題提供 3. 施肥の海—7年間の記録—		
(株) 澁谷潜水工業・		
(株) オーシャングリーン代表取締役 澁谷 正信	・・・・	14
6. 総合討論：海洋施肥と海の森づくり		
コーディネーター 高知大学名誉教授 大野 正夫	・・・・・・・・	15
閉会の辞		
海の森づくり推進協会代表幹事 藤野修二郎		

第6回海の森づくりシンポジウム
スケジュール

- 12:30 受付
- 13:00-13:05 開会の辞と趣旨説明
海の森づくり推進協会代表理事 松田 恵明
- 13:05-13:45 基調講演 海洋施肥と海の森づくり—海洋施肥剤の課題と方策—
日本大学理工学部海洋建築工学科教授 堀田 健治
- 13:45-14:15 話題提供 1. 鉄鋼スラグを利用した藻場再生試験
新日本製鐵株式会社スラグ・セメント事業推進部長 中川 雅夫
- 14:15-15:30 話題提供 2. 硫酸鉄を主体とした藻場再生試験
1) 韓国の事例
東成海洋開発株式会社社会長 金 榮 燉
- 2) 長崎県壱岐東部漁協の事例
壱岐東部漁業協同組合代表理事組合長 浦田 俊信
- 3) 愛媛県遊子漁協の事例
愛媛県遊子漁業協同組合代表理事組合長 廣瀬 佐代治
- 4) 鹿児島県東町漁協の事例
鹿児島大学水産学部教授 門脇 秀策
- 15:30-15:40 休憩
- 15:40-16:10 話題提供 3. 施肥の海—7年間の記録—
(株)澁谷潜水工業・(株)オーシャングリーン代表取締役 澁谷 正信
- 16:10-17:25 総合討論：海洋施肥と海の森づくり
コーディネーター
高知大学名誉教授 大野 正夫
- 17:30 閉会の辞
海の森づくり推進協会代表幹事 藤野修二郎
- 17:30-17:45 プレスリリース
- 17:45-19:30 懇親会

1. 司会・講師プロフィール

松田 恵明 「海の森づくり推進協会」代表理事

1939年、神戸市生まれ。北海道大学水産学部・同大学院修士課程終了後、1968年に米国ジョージア大学大学院農学研究科へ留学、1973年に農業改良普及学分野で修士号、1976年に農業経済学分野でPh.Dを取得。その後、米国ウズホール海洋研究所海洋政策研究員並びに東西センター環境政策研究員を経て、1980年に帰国。鹿児島大学水産学部・同大学院水産学研究科並びに連合農学研究科博士課程で国際海洋政策学を担当し、2005年3月定年退職。退職後、世界銀行水産コンサルタントを経て、現在、IC ネットコンサルタント、JICA 横浜国際センター非常勤講師、国際漁業研究会会長、国際漁業経済学会（IIFET）理事。

堀田 健治 日本大学理工学部教授

1970年に米国ハワイ大学大学院海洋工学科修了、工学修士。1980年3月に日本大学大学院理工学研究科博士後期課程を修了し、工学博士号を取得。その間1976年6月から1年間Hawaii Environmental Simulation Laboratoryに勤務。1981年2月、日本大学理工学部よりクエート大学客員研究員として派遣。1982年4月から日本大学専任講師、助教授を経て、1991年より教授として現在に至る。2001年には、ミャンマー国立海事大学名誉客員教授、2008年には、ベトナム天然資源環境省顧問を経験。

活動実績としては、1998-2004年：UNESCO 政府海洋委員会（IOC）諮問機関国際海洋資源開発委員会委員長；2000-2006年：海洋科学技術に関する太平洋学会（PACOM International）会長；2000年～現在：（財）海外貿易開発協会（JODC）派遣専門家；2001年～現在：国連 World Fish Center 運営委員；2001年～現在：JICA 水産・環境計画専門家；2003～現在：JICA 派遣技術者研修会講師。この間、国内、東アジア、東南アジアを研究領域とし、藻場造成を中心とした生物生息環境修復事業に従事。

中川 雅夫 新日本製鐵株式会社スラグ・セメント事業推進部部长

1982年3月に京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修士課程修了後、同年4月に新日本製鐵株式会社に入社、設備技術本部、技術開発本部を経て1997年7月より土木建築技術部の土木技術グループリーダーを歴任。2002年4月に環境。プロセス研究開発センターのスラグ利用技術グループリーダーを歴任後、2005年11月から、本社スラグ・セメント事業推進部 部長。所属学会は土木学会、地盤工学会、水産学会、水産工学会。発表論文は2001年の第56回土木学会での「ケーソン中詰め材へのスラグ利用検討（第2報）以降10報。特許は、特許第3829140号 磯焼け修復方法 等。

金 榮 燉 韓国東成海洋開発株式会社会長

前韓国海藻学会副会長。東成海洋開発株式会社は、日本大学堀田健治教授が開発した施肥材の企業化試験を担当し、2005年に「磯焼け」の著しい韓国東海岸7箇所で海域に施肥材を散布した結果海藻の生育が顕著となったことを確認。韓国で政府を巻き込んだ磯焼け対策を昨年から実施中。当NPO法人「海の森づくり推進協会」で2004年から始まった漁協との共同試験の材料は全て東成海洋開発株式会社の施肥材を使用している。

浦田 俊信 長崎県壱岐東部漁業協同組合代表理事組合長

1972年田河中学校を卒業後、漁業に従事。1992年に壱岐東部漁業協同組合の理事となり、2001年9月に同代表理事組合長・長崎県漁船保険組合理事に就任。2008年長崎県僕部海区漁業調整委員に就任して、現在に至る。「こんぶは地球を救う」に著者、故郷一郎博士に自ら直接に指導を受け、現在、組合が一丸となって、コンブ栽培に取り組んでいる。同漁協のコンブ増殖への挑戦は、今年で7年目。宝の海を取り戻すため、懸命な努力を重ねている。2005年に開催された「第1回こんぶサミット in おおむら」では、実行委員長、2007年の「第2回こんぶサミット in 壱岐・東京」、2009年の「第3回こんぶサミット in 壱岐・東京・重茂一青森・宇和島」では、海の森づくり運動のモデル現場、壱岐パートを担当。

廣瀬 佐代治（ひろせ さよじ） 愛媛県遊子漁業協同組合代表理事組合長

1952年生まれ。遊子中学校卒業後、半農半漁手伝い（農業：みかん、じゃがいも、さつまいも；漁業：真珠母貝養殖）に従事。1977年に真珠養殖業に転業し、宇和島市青年漁業者協議会会長を歴任し、2007年6月28日に遊子漁業協同組合代表理事組合長に選任され現在に至る。

これまでに、愛媛県真珠品評会では、農林水産大臣賞（最高賞）2回、入賞8回を経験している。

門脇 秀策 鹿児島大学水産学部教授

1951年大分市生。鹿児島大大学院修了。北海道大水産学博士。1999年教授。専門は水産増養殖学、水族生産環境学。これまでに養殖漁民自らが実行可能な技術として、養魚場の酸素量をベースにした「養殖天気図の作成技法」やパソコンによる「適正給餌の管理技法」を開発。現在、持続生産可能な環境保全型養殖をめざして「海藻類と魚介類の複合エコ養殖」を研究中。水産庁の「環境保全型養殖普及対策検討委員」など。

澁谷 正信 株式会社澁谷潜水工業・株式会社オーシャン・グリーン代表取締役

水中構造物の建設における潜水士として35年余り、世界各地の水中を潜水、潜水時間は3万5千時間をこえる。テクノ・オーシャン98'にて「海洋構造物の魚礁としての可能性」と題して発表、また、月刊土木施工第48巻11号に「自然を再生する技術・北海道増毛町・舎熊海域における藻場の復活」を発表。潜水という資源を活かして、実際の海の中、海藻、生物がどうなっているのか臨床を重ね、水中映像データを蓄積する一方、全国の漁師さん、海女さんと一緒に、「海の中の森づくりと地域活性化」をテーマに「本当に実のある海づくり」を展開している。

大野 正夫 高知大学名誉教授

1968年に東京大学大学院農学系研究科博士課程修了農学博士。その後、高知大学に助手として赴任し、1985年に高知大学海洋生物教育研究センター教授、2003年3月に定年退職、以後名誉教授。研究分野は、藻場の生態学と藻場造成、海藻類の養殖技術に関する研究、熱帯産海藻類の生態学。主要著書は、海藻資源養殖学（共著、1987年、緑書房）、図鑑、海藻の生態と藻礁（編著、1991年、緑書房）、21世紀の海藻資源（編著、1996年、緑書房）、有用海藻誌（編著、2005年、内田老鶴圃）

藤野修二郎 「海の森づくり推進協会」代表幹事

1937年横浜生まれ。東京商船大学卒業後、三井商船（現大坂商船三井商船）株式会社に就職し、外航船航海士として世界一週航路など海運に従事し、その後中東・アジアの海洋開発産業に従事し、1986年帰国後日本病院給食会の事務局長、神奈川大豆精粉（株）代表取締役、1990年（株）東京久栄の国際部長、2003年（株）久栄インターナショナル代表取締役、JIFAS国際養殖産業会国際渉外部長、JICA等の海事コンサルタントを経て、2006年国際海事鑑定社の海事鑑定人となる。現在、国際養殖産業会国際事業担当理事、（株）JIFASコーポレーション専務取締役、（株）久栄インターナショナル代表取締役を経て、現在（株）テイエムインターナショナル執行役員。

2. 趣旨説明：海洋施肥と海の森づくり

海の森づくり推進協会代表理事

松田 恵明

私たち日本人は、太古の昔から海の恩恵を受け発展してきました。特に、かつて水産王国を自負した日本は、南北3千キロメートルという固有の国土の広がりを持ち、四方海に囲まれ、3万5千キロメートルという地球円周の85%に相当する海岸線を持ち、暖流と寒流がぶつかる世界3大漁場の一つを含み国土面積の十数倍に相当する447万平方キロメートルという排他的経済水域を有する正に世界有数の海洋国です。21世紀は「海の時代」といわれるように、賢い海の利用に対する期待は世界的に高まり、国民生活の安全保障に貢献する多面的機能をもつ水産分野では、日本のリーダーシップが問われています。

しかし、人間本位の利用の結果、海は病み、沿岸資源は枯渇し、6,000余の漁村では過疎化が進み、水産は起死回生を迫られています。このような状態から脱皮するために、私達は、確立した養殖技術を駆使して、全国津々浦々に散在する漁業協同組合と連携して大型海藻を毎年栽培したり、施肥技術を駆使して、藻場の改善を進めようとしています。この私どもの「海の森づくり方式」は富栄養化した沿岸域の栄養塩とCO₂を吸収し、酸素を出し、海水を浄化するのみならず、現地の生態系を生かし、不特定多数の魚介類の産卵場や揺籃場をつくり、生物多様性を育む栽培漁業革命技術です。既存の藻場造成事業や栽培漁業を補完し、その効果を倍増します。この運動は1994年に鹿児島で始まり、今では熊本県、長崎県、愛媛県、富山県、千葉県等へと広がりを見せております。

また、「海の森づくり」は生産活動だけでは完結しません。CO₂削減やバイオエネルギー源としても注目されている生産物を収穫して、経済的に利活用し、其の運用益でさらに「海の森づくり」活動を継続・することや21世紀型循環型社会創生の第一歩として都市と農漁村とのコミュニケーションチャンネルを拓き、環境と食育に特に興味をもつ都会の人々と環境改善と食育改善に貢献できる農漁村の人たちが、環境改善、農漁業振興、健康増進を同時に考えることが重要です。

私達は、このような観点から、以下の3つのスローガンのもとに、総合的に「海の森づくり運動」を展開しております。

1. 山・川・海の健康を取り戻そう！
2. 海の森づくり運動を全国に広めよう！
3. “海藻・海草”は地球と人を救うお医者さん！

最近、地球温暖化や「磯やけ」の顕著化とも関連して、「海の森づくり」の中に新しい動きが注目されます。それは海洋施肥材を使って藻場造成を促進しようという動きです。そこで、今回は、当協会と新日本製鐵株式会社が取り組んできた経験を披露し、この問題を深く掘り下げます。海中の生物生産のための成長抑制要因としては窒素・磷・ケイ素・鉄の4元素がありますが、これらは鉄分を主体としたものです。効果は施肥箇所によって多様です。前浜の状況は、ケース・バイ・ケースで違い、これに対応した適切な取り組みが必要ですので、事業主体としての漁業協同組合の役割は非常に大きい。さらに、最近では、ノリの色落ちと内湾域の栄養塩動態のような、内湾域でも溶存無機窒素や磷の貧栄養が指摘されております。従って、豊かな海を取り戻すためには、施肥技術を駆使する必要があります。施肥材の適正な活用が水産資源基盤の拡充方策の一助として広く認知されればと期待しております。

海洋施肥と海の森づくり

—施肥剤使用による課題と方策—

日本大学理工学部海洋建築工学科教授

堀田 健治

hotta@ocean.cst.nihon-u.ac.jp

1. はじめに

近年、海洋の基礎生産力の向上を目指し、海の肥沃化に対する多くの実験が行われつつある。これら手法としては、昔から用いられている方法として、貧栄養海域に窒素やリンを散布し、不足している養分を補おうとするもの。また、海底の栄養塩を人工構造物により湧昇流を発生させ肥沃化させようとする方法、その他、深層水を海面付近にまでリフトアップし利用しようとするものなどが試みられているが、いずれも表層における栄養バランスを補おうとするものである。窒素やリンを施肥剤として散布する方法を除き、これらは本来海にあるものを利用しようとする方法であるが、一方において、微量元素である鉄分を散布することにより効果を挙げようとする方法も試みられている。しかしながら、これら施肥の方法については、海にあるもの、また、新たに加えるものも含めて、使うことの是非について議論が分かれている現状にある。すなわち、広範囲に適用することに対する、海洋環境の変化及びこれによる他の生物への影響が不明であるということによるものである。

これらを整理すると、1)材料そのものに関するもの と2) その使用方法（アプリケーション）の 2 つであると考え、筆者らはこれまで鉄分を中心とした施肥について検討を行ってきたことから、本稿では鉄分を中心とした施肥剤について上記議論を進めたいと考える。

微小藻類は光合成を行い成長するために、様々な無機元素を海水から吸収する。有機物の合成に使われる窒素 (NO_3^- として存在) とリン(HPO_4^{2-})及び珪素(Si(OH)_4)を主な栄養塩として摂取しているが、微小藻類は普通、これら栄養塩を使い尽くすまで増殖するので、表面海水では常に栄養塩がゼロか不足する事態が生じている。鉄は多くの酵素やたんぱく質にふくまれ、光合成系や呼吸系における電子伝達、クロロフィルの生合成、硝酸と亜硝酸の還元、窒素固定、活性酸素種の分解に使われる。鉄は地殻中で 6 番目に豊富な元素で、酸素濃度が低かった太古では、2 価鉄イオンとして大量に存在したが、光合成による酸素濃度増加により鉄は Fe(III) に酸化され、ほとんどが水酸化沈殿として除かれてしまったため、生物にとっては鉄を効果的に摂取することが難しくなったとされている。海水中の鉄濃度はきわめて微量で ($10^{-9} \text{ mol/l} = 56\text{ppt}$)、その計測もきわめて困難なのが現状にある。

海洋の微小藻類は栄養塩元素をほぼ一定の比率で取り込むとされているが、Redfield ratio による計算法によると、リン1に対して、鉄は 10^{-3} から 10^{-4} の鉄が必要と推定されており、このことは鉄は窒素やリンより先に枯渇すると言うことで、特に表層では常に鉄不足が起きている可能性があることを示すものである。一般に鉄分は河川等を通じ海に供給されるが、外洋までは運ばれない状況にある。

これまで世界各地で鉄散布による微小藻類の増加に関する実験、あるいは大型藻類に施肥剤として投与する実験が行われてきたがいずれも効果があったことが報告されている。

次にこれら鉄散布による、海洋環境そのもの、あるいはまた他の生物に対する影響(生態系)への影響についてであるが、現在のところ温暖化に伴う海水中のCO₂の増加による酸性化方向などの問題と共に、鉄の影響に対する調査は限られているが、実験で確かめるには時間がかかり現状では不可能に近いのではないかと考える。これまで鉄分投与に関して微小藻類、及び大型藻類については調査もされてきたが、大型藻類以外を対象とした鉄分施肥による調査で動物プランクトン、甲殻類等底生生物を対象に実海域で調査された結果がある。講演でその結果について紹介するが、結果によると藻類のみならず底生生物も増加の傾向を示す結果などきわめて興味深いものとなっている。

鉄散布のみばかりでなく、深層水や人工湧昇流の発生による肥沃化に関する海全体や間接的な影響も含めて、資料が少ない現状に合っては慎重に行わなくてはいけないのは当然のことである。だからといって、何もしないまま調査が進むのを待つ時間的余裕がないのも事実であろう。

筆者はこれまで環境アセスメントに携わってきたが、環境影響評価で何も問題ないとされても、あくまでも予測であり、将来何が起こるは問えない状況にある。しかし事が起こってからでは遅いため、モニタリングを義務付けたり、不測の事態が起こったときの対応について記述している。

施肥についても、早急にアセスメントを含めたマニュアル化が必要であると感じている。

すなわち、

- ・場所および規模の選定方法
- ・使用する施肥材の物性、種類、量
- ・拡散範囲の予測手法
- ・モニタリング手法
- ・経済・社会影響
- ・法、条例
- ・その他

の中で、検証しつつ、進めることが必要であると考える。

海洋基本法が制定されたが、今後、流域管理を含めた沿岸域管理プログラムの準備もなされようが、これら施肥対象地区を流域の一部とするのではなく流域全体の中に位置づけながら失われた環境を取り戻すよう努めることが重要である。

話題提供 1. 鉄鋼スラグを利用した藻場再生試験

新日本製鐵株式会社スラグ・セメント事業推進部部长 中川 雅夫

1. 緒言

従来森林から河川を通じて供給されてきた海藻類が吸収しやすい腐植酸鉄を、製鋼スラグ(鉄分を多く含有)と腐植土(腐植酸含有)を混ぜ合わせることで人工的に作り出し、それを袋に詰め汀線部に埋設、あるいは袋に詰めたユニットを鋼製ボックスに入れ海中に沈設して栄養分を海へ直接供給することで、その効果を短時間で発現させる藻場造成技術の開発に取り組んできた。

ここでは、鉄分・栄養塩等の海藻に及ぼす影響についてのメカニズム解明研究の成果と、微量鉄の計測技術開発の成果、及び各地の実海域におけるビバリーシリーズ実験の鉄分濃度計測結果と海藻育成効果について報告する。

2. 実験方法

【鉄分・栄養塩の有無によるコンブ生育への影響調査実験】

- ・配偶体成熟における鉄分の影響調査のための培養実験 1)
- ・胞子体育成における鉄分・栄養塩の影響調査のための培養実験

【ビバリーシリーズの海藻育成効果実証実験】

- ・海藻育成効果の検証のための施肥(腐植物質+製鋼スラグ設置)、無施肥の条件下における水槽実験
- ・ビバリーシリーズの設置に伴う鉄分濃度の上昇及び海藻育成効果の確認のための実海域実験

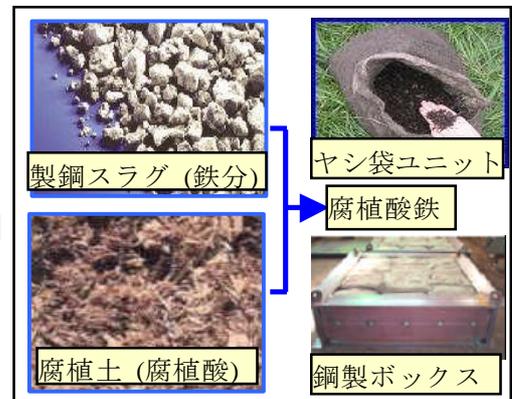
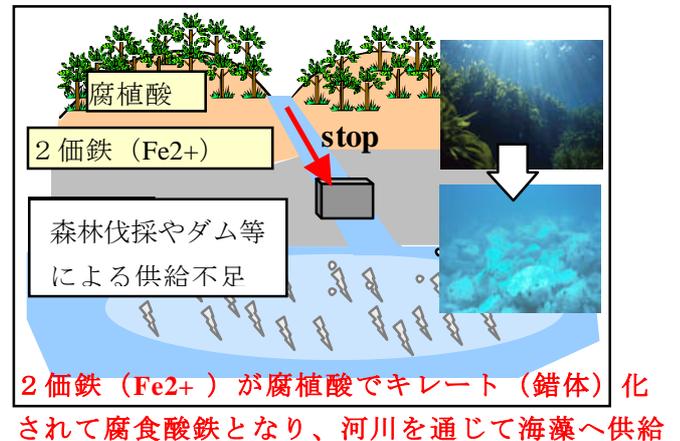
(北海道寿都町、北海道函館市、和歌山県田辺市)

3. 結果と考察

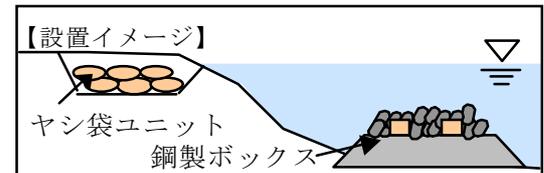
鉄分・栄養塩のコンブへの影響調査実験では、配偶体の成熟及び胞子体の成長における鉄分の重要性が判明した。水槽実験、実海域実験においてはビバリーシリーズの設置による海藻育成効果を確認し、実海域における鉄分濃度の上昇も確認できた。今後は様々な海洋条件、海藻に対してビバリーシリーズを適用した実験を行うことで、効果の有無と効果の持続性を検討していくこととしたい。

参考文献： 堤 直人等,海城施肥時のコンブ等の生育に及ぼす施肥原料成分の影響に関する水槽実験結果,第20回海洋工学シンポジウム,平成20年3月18,19日,日本海洋工学会・日本船舶海洋工学会

Masao Nakagawa (Marketing & Sales Dept. Slag & Cement Div. NIPPON STEEL CORPORATION, Tel: 03-3275-6929, Fax: 03-3275-5609, E-mail: nakagawa.masao@nsc.co.jp)



○実海域実験
全国10箇所以上の海域にヤシ袋ユニット又は鋼製ボックスを設置



【効果の例：設置前】 【効果の例：設置後】



話題提供 2. 硫酸鉄を主体とした藻場再生試験

1) 韓国の事例

東成海洋開発株式会社社長 金 榮 燉

「磯焼け」の原因については、諸説があるが、「様々な要因」の複合と考える。大きな原因の一つと見られるものに、陸の森と川の荒廃から、本来なら陸から海へ流れるはずの微量元素が途絶え、海中が“微量元素不足”になっていることがある。海洋調査によると海中の鉄分の激減が観察される。1966年に海水1キログラム当たり10マイクログラムあった鉄分が、75年には5分の1の2マイクログラム、85年には0.04マイクログラムと実に250分の1。そこで考案されたのが、硫酸第一鉄とケイ素を主体とした海底への「施肥材（海洋滋養材）」である。

2006年に壱岐の内海湾の青島・赤島で施肥試験を行った。施肥は10kg・20kgサイズの南京袋に詰め、口を開けて沈め、少しずつ肥料分が流れる仕組みである。成分は蛙鉍石（3%）、硫酸第一鉄（20%）、珪藻土（5%）、砂利（72%）計100%。遅効性で、有効期間は3-5年。2005年4月に開催された「第2回こんぶサミット」の時に、壱岐を訪れ、肥料袋周辺の海藻の成長の良さに感動した。韓国でも同様の試験を行っており、その結果、施肥後、植物性プランクトンが1.5倍に増え、様々な付着生物は、2倍から3倍に増えた。

壱岐東部漁協の状況は、2008年も2009年も良好であったと聞いている。しかし、韓国では、2008年に国を挙げて施肥を行ったが、地球温暖化等の影響もあり、藻場の生育状況が非常に悪くなった。

2) 長崎県壱岐東部漁協の事例

壱岐東部漁業協同組合代表理事組合長 浦田 俊信

県による幡鉾川流域の圃場整備工事で内海湾が深刻な汚濁被害を受けて、ワカメも育たず、真珠のアカヤ貝も2万個が全滅するなど悲惨な状態にあった“汚濁の海”を本来の“宝の海”に戻そうと壱岐東部漁協は必死に努力しています。2003年にコンブの栽培試験を始めて、その前途に希望を持っています。コンブの種糸を太いロープに固定し、海面から少し下に沈めるとすくすく伸びます。12月に沖出したコンブは4-5月には4mまで伸び、食用にもウニやアワビの餌としても素晴らしい。かつて内海湾には、「スゲ」と呼ばれるアマモが一面に生えていたが、今はない。その内海湾を人間の知恵で“天国”にしたい。「コンブだけでなく、アマモ、ホンダワラ、カジメなどの養殖も可能なはず。育てる漁業」はまず“海の森づくり”からと海女さんも組み込んで取り組んでいます。

大村市内のシーハット大村で2005年4月22日に「第1回全国大会・こんぶサミット in おおむら」が開催され、漁業関係者や学者、環境団体など約1000人が全国から集まりました。壱岐東部漁協から実行委員長も出、壱岐からは、約50人が参加し、このサミットを盛り立てました。「夏には32度まで上昇する大村湾でコンブが3.6mに成長。これを餌にした赤ウニの昨年5月の赤ウニが既に4.3cm大となった。」「コンブの森の下にメバルが群れている。」「高知ではこんぶはスーパーで全部はける。」「富山の新湊では、「こんぶふりかけを無償で小中学校の給食に提供し、海の環境に子供達の目を向けた。」「愛媛県のNPO 宇和海に緑を広げ環境を守る会は、真珠組合などと協力して宇和海全域にこんぶを広げたいと頑張っている。」などいろんな事実が報告された。対馬からは「売れるものを作ろう」とコンブジャムやゼリーなど加工品が紹介され、コンブを使った試食会やお土産も大好評であった。最後に、提言として3つのスローガン：

1. 山・川・海の健康を取り戻そう！
2. 海の森づくり運動を全国に広げよう！
3. “こんぶ”は地球と人を救うお医者さん！

に全員が賛同しました。そして、2年後には、このような催しを再度開きたいと幕を閉じました。

2007年4月22-27日に「第2回こんぶサミット in 壱岐・東京」が開催され、2009年には「第3回こんぶサミット」が開催中ですが、予算とマンパワーの関係上、九州開催は見送られました。しかし、壱岐東部漁協は、現地のモデル地見学を目的とした壱岐ツアーを担当し、毎回50名以上の参加もあり、非常に好評でした。第2回こんぶサミットでは、(株) ホーシャングリーン社長の澁谷さんの「日本中の海を潜っているから、藻場の規模や”生き生き度”は直ぐわかる。その立場からいって『壱岐の内海は凄い！』の一言。森ですよ。コンブの養殖とホンダワラの関係もよく分かる。」内海で真珠養殖をしていた山本真珠の山本社長も「平成9年に幡鉾川河口の汚濁防止フェンスが決壊して以来、この当りのホンダワラは全滅したままだった。今年の復活は10年ぶりです。」と感無量。「ホンダワラの上の天然モズクは、採っても採ってもまたでてくるけんね。」と喜んで収穫する海女さん達。この復活した藻場は、養殖こんぶの森の下流にある。湾の潮流は南側の石田寄りから入ってきて、一巡して八幡半島の方に出てゆく。コンブの養殖場から400m位潮の流れの先の辺りが、ホンダワラとモズクの“森”となった。2006年末に入れた海洋施肥材の効果も考えられるが、施肥材散布以前の2006年春にも同様の森が見られていたことから、コンブ養殖の効果は確かです。現在、施肥の効果は何時まで続くかを見えています。

2009年春はこんぶ栽培開始から6年目、施肥開始から3年目です。コンブ栽培には、自信を持っています。藻場は順調に育ち、ウニやアワビにも肉が入り海女さんたちは大喜びです。現在、コンブの養殖では、新しい手法として、無機質培養された種を使い、海底に栽培網を這わせる方法を実施成功。生産物の利活用として、サンサン昆原料や乾燥コンブを出荷。乞う ご期待！

3) 愛媛県遊子漁協の事例

遊子漁業協同組合代表理事組合長 廣瀬 佐代治

遊子地区は、四国の西南、宇和島市の三浦半島中間部、北側の位置にあります。リアス式海岸と段々畑の風光明媚な所です。遊子漁協は、養殖が盛んで、マダイ240万尾、ハマチ60万尾、ヒラメ、メバル、スズキ、その他、127万尾、真珠785Kg、生産しています。最近、魚類、真珠など価格低迷、販売不振でピーク時の半分の生産量になっています。好況時には組合員の大半が、養殖に携わっていましたが、今は3割の組合員が漁船漁業や採貝藻漁業に、携わっています。その中でも3月～5月ひじき取りの時はすごい活気を感じます。漁船漁業が増えれば、水産資源を増やさなければいけません。その為には、藻場を増やして、魚の棲みかを造って行かなければいけないと思います。30年前は岩場の海岸線は藻が茂り、櫓やスクリューに絡みついて走行できない状態でした。15年前くらいから、藻場が少なくなる磯焼け現象が進んでいました。2～3年後真珠貝の大量斃死が、数年続きました。原因の一つに冬場の水温が下がらなくなった。11度まで下がっていた水温が13度までしか下がらなくなった。海藻も伸びが悪い状態でした。遊子漁協でも養殖が始まって40年以上になります、その間、海の汚染が進み、赤潮被害や魚病などで大量斃死が起きました。組合員は海の浄化に取り組みました。まず海の清掃、浮遊物の除去、合成洗剤の使用を止め、石鹸を使う運動をはじめました。それでも、赤潮が出るので、もっと積極的に海の浄化するため、平成9年鹿児島県で成功した昆布養殖を、遊子でも始め、今も続けてます。今回、古谷（元）組合長の紹介があり、硫酸第一鉄を主成分とした磯やけ対策海洋施肥剤の効用試験を実施いたしました。実施場所は①明越鼻と②仮又浦に平成19年12月5日に各500kgづつ施肥いたしました。施肥と経過調査は澁谷潜水工業の社長様にお願いしました。澁谷さんと経過調査した私の考えを述べたいと思います。平成20年3月20日に調査して頂きました。20年はひじきの伸びの悪い年でした、その中で明越鼻の施肥した場所は非常に伸びが良くて、施肥した事を知らない人から明越鼻と仮又浦だけ、なぜひじきの伸びが良いのか不思議がられました。21年3月10日の調査は澁谷さんが、遊子に来るといつも大しけになっていましたが、この日はめずらしく大変よい天気、澁谷さんも楽しく潜っていました。明越鼻は2月末に1m以上ひじきが伸びておりました、当日楽しみにしていたら、解禁前に盗難があって刈り取られていました。澁谷さんは残ったものは、よく伸びている。施肥した所としてない所では海藻の伸びがぜんぜん違うと言っていました。仮又浦は、磯やけの中、古い放置された鉄材にはほんだわらが10m以上伸びていました。岩や石には海藻が付いてないのに、古鉄には海藻が多く付いている。海底にはなまこなどが多く見られ漁場が少しづつ良くなってきているように思います。4～5年冬場の水温が低めに推移しており、藻場が少し復活した場所もあります。今年度できれば別漁場（ひじきが自生している場所）に施肥して海の浄化と漁民の利益に貢献したいとおもいます。

4) 鹿児島県東町漁協の事例

鹿児島大学水産学部教授 門脇 秀策

ここでは、平成 21 年度鹿児島県長島町田尻地区における施肥剤散布による藻場拡大に関する鹿児島大学水産学部と東町漁業協同組合の共同研究実験調査について報告します。共同研究者は、東町漁協の上窪 正志、林 高光、瀬戸 繁盛、未代 勇樹と鹿児島大学水産学部の松岡 萌美、徳永 夢希です。

1. 概要

海の森づくりおよび沿岸魚介類資源の増大を目的として、平成 17 年度から鹿児島県長島町田尻地区において藻場造成を行ってきた。今回は、藻場拡大を目的として、大韓民国の元海藻学会副会長金榮燉先生からご提供いただいた海藻用施肥剤の散布について実証評価を行う。

目的：2,007 年度にホンダワラ母藻投入を行った藻場の生長促進および藻場拡大
東町漁協の長島町田尻地区では 2005 年以来、「海の森づくりおよび沿岸魚介類の資源増大を目的として藻場造成を実施してきた。2009 年度は、東町漁協と鹿児島大学との共同研究の一環として、藻場拡大を目的として、海藻用施肥剤を投入した藻場に観察を行い、「施肥剤」散布効果の実証試験を実施している。

日時：平成 20 年 11 月 28 日に散布

場所：鹿児島県長島町田尻地区今度ヶ浦

内容：2005 年度に「漁業環境保全創造事業」で設置した藻場造成用ブロックに海藻用施肥剤を行い、毎月 1 回、散布区と非散布区のモニタリング調査を行う。

2. 材料及び方法

定 点：施肥箇所 6 点（実験区）、非施肥箇所 6 点（対象区）

施肥方法：正六角形形状の藻場造成ブロックの斜面 4 面（6 箇所/面）に、麻袋入り施肥剤（10kg）を潜水して設置

調査機関：2008 年 11 月～2009 年 11 月（1 年間）

調査方法：2 ヶ月に 1 回の頻度で、施肥および対象区の状況をデジタルカメラおよびビデオカメラによって記録観察を行う。毎月 1 回、造成用ブロックに繁茂した海藻類を採集・同定し、海藻の出現種数等で施肥効果を評価する。草食性魚介類による捕食圧を目視観察する。水温・海藻種類、捕食魚介類、施肥剤の減少を記録する。

施肥量：4 面 x 6 箇所 x 10kg = 240kg 計 24 袋

機 材：水中デジタルカメラ・ビデオカメラ、小型漁船、ロープ、フロート、錘

3. 経過観察

2008 年 11 月 28 日 田尻公民館で事前打ち合わせ（東町漁協理事 1 名を含む藻場造成有志 3 名、東町漁協営漁指導課未代、鹿大水産学部門脇参加）

2008 年 11 月 29 日 施肥剤散布

2009 年 5 月 16 日 散布 5 ヶ月後、緑藻、褐藻類、紅藻類の 16 種同定（鹿大水野呂忠秀教授同定）。

アカモク、アナアオサ、アマモ、アントクメ、ウミトラノオ、オゴノリ、クビレオゴノリ、ミゾオゴノリ、ミル、クロミル、トサカノリ、ヒジキ、ヒジリメン、ベニスナゴ、ホンダワラ

話題提供 3. 施肥の海—7年間の記録—

(株) 澁谷潜水工業・(株) オーシャングリーン代表取締役 澁谷 正信

海の施肥事業に携わるキッカケ

平成14年、東京大学大学院の故.定方正毅教授に鉄分不足による磯焼けの研究に協力してもらえないかとの相談を受ける。長年、潜水土として水中工事に携わっていた私は、水中に、より強く、より早く、より安く構造物を造ることを良しとして、技術・知識を磨いてきた。平成元年より、水中工事が海洋・海中の環境を悪化させているのではないかと疑問を抱き、以来、自然環境との共生をする水中工事・潜水のあり方を研究するようになった。自主研究活動ではあったがテクノ・オーシャン'98にて「海洋構造物の魚礁としての可能性」と題して、発表する機会があり、その後、旧.東京水産大学の故.糸淵長敬教授のお誘いを受けて、日本水産工学会に入会、水中構造物と海中生態について学ぶ機会を持つことができた。磯焼けについては、静岡、神奈川の海で度々目にしてきた。また、水中工事後の海中状況—海藻が消失することも何度か目撃していたので、故.定方教授の磯焼け回復研究には快諾、以後、研究の水中施工・管理・調査・報告の部門を受け持つことになった。7年前である。

施肥の海中を観る

平成14年11月、北海道・日本海側の磯焼け海域で研究室レベルの研究を実海域で実施したい旨の相談を受け、北海道増毛町・漁業協同組合を紹介、折しも増毛漁業協同組合と(独)土木研究所 寒地土木研究所にて、発酵魚カスプレート設置試験を行うことになっていて、その試験区の一部に鉄分供給用の試験プレートを根固めブロックに取り付けることができた。以後、施肥実験には協力企業も参入して様々な海域施肥実験を増毛町はじめ、北海道各地、そして全国各地で行うことになった。それが、スラグと腐植物質のブレンドによるフルボ酸鉄発生ユニットによる海域実験である。

一方、増毛漁業協同組合では、平成10年より発酵魚カスを自前製造して海域に施肥事業を展開していた。コンブが減少したのは、海への栄養分が少なくなったからではないかとの考えから、魚貝類の加工で発生する残渣物の処理も兼ねて、施肥事業に取り組んでいたのである。ただ、残念なことに施肥事業の具体的な事前調査や効果調査を実施しておらず、施肥した海域には海藻が生育してはいたが、施肥の効果が有効であるかどうかの判断できる材料には乏しかった。そういう中で、魚カスによる施肥の海域も、施工調査する機会があった。また、海の施肥活動に携わると、他の施肥にも興味が湧いてきた。

日本水産工学会で知己を得た韓国藻類学会の副会長をやっておられた金榮燾さんが硫酸第一鉄による海域施肥をやっておられ、平成19年 長崎県壱岐東部漁業協同組合、そして、四国宇和島の愛媛県遊子漁業協同組合でその施肥を行うということを知り、海の森づくり推進協会の松田代表理事にお願いして、施肥の海を観察調査することになった。振り返ってみると、この7年間、施肥の海を中心に、海の中を観、また様々な学会に出席することができた。その施肥の海で観てきたこと、感じたことを次の世代につないでいければと思う。



総合討論 海洋施肥と海の森づくり

コーディネーター 高知大学名誉教授 大野 正夫

これまで、海洋施肥については、あまり議論がされてこなかった。理由は、これまでの伝統的な垂れ流し文化の中で、長い間、施肥の必要性がなかったことや、し尿排水のように局所的に悪影響に及ぼす場合が強調されすぎたことがある。さらに、し尿や滓等の有機物等の海上投棄も、世界的傾向として、産業廃棄物の海上投棄の一種として、ロンドン・ダンプング条約に触れる可能性も出てきたので、慎重に対応せざるを得なくなってきたという現実がある。さらに、70年代に赤潮などが多かった瀬戸内海などのように排水規制が極端に強化されたケースもある。しかしながら、戦後、水力ダム等の建設の影響で、河川からの栄養塩の取り込みが、極端に減ったことにより、沿岸海域の栄養塩動態も大きく変わってきた。

このままでは、「豊かな海づくり」は机上の空論になりかねないところまで来ている。今、まさに海洋施肥技術を活用するメリットは大きい。「海の時代」をリードするためには、世界に通用する海洋施肥技術を日本が開発し、世界に普及し、「豊かな海づくり」を率先することこそが、日本に期待されている国際貢献に繋がる。

叡智を結集しよう！

09.05.29 海の森づくり第6回シンポジウム「アンケート」

氏名 連絡先 住所 Tel & Fax e-mail	
本シンポジウムを 何で知りましたか	
何が最も印象に残りましたか	
良い印象	
悪い印象	
「海の森づくり推進協会」に 何を望みますか	
次回のシンポジウムテーマ に何を望みますか？	
当協会の HP http://www.kaichuurinn.com を開いたことがありますか？	
通信欄	

ご協力有難う御座いました。

NPO 法人 海の森づくり推進協会