土木とさかな

近年、地球温暖化現象が大きな問題としてクローズアップされている。特に海水温度の上昇に伴い魚の種類によってはこれまでの漁場への影響も懸念される。これに伴い、海水魚の安定的な陸上養殖・藻場の造成といった実証実験を行った。

約20年前から非吸収性は軽量盛土工法の骨材として、吸収性は岩盤斜面、モルタル吹付斜面の緑化、屋上緑化、透保水性舗装工法の保水材（WD材）、河川・湖沼・ダム湖の水質浄化のろ過材として、また2000年からは、水産養殖のろ過材（WD）としてガラス廃材の再資源化を目的として開発したミラクルソル（発泡廃ガラス・FWG・Foamed Wasted Glass）を、淡水・海水魚のろ過材（クリスタルバイオ）として用いることにした。これにより養殖魚の養殖場や生簀の水質浄化、とくにアンモニアと窒素の低減が可能となった。広い比表面積を持たせ、廃資源を有効利用した河川・湖沼・ダム湖の濁水や大腸菌群、アオコ発生の低減などの水質浄化と、水産養殖のろ過材などとして活用している。

1. FWG水質浄化工法施工事例

ミラクルソル水質浄化システムは、浄水場の前処理工程（濁水処理）のろ過材、生簀の浄化システムのろ過材等に利用されてきた。最近は河川の直接浄化システムへの採用もありその用途が増えてきている。紹介する事例は、ダム流入水の水質改善を目的として設置された幅26m×長さ43m×深さ2.5mの浄化施設である。この浄化施設の当初目的は、ダム流入河川水のリン除去を目的としたものであったが、流入河川水の水質が改善され、浄化施設用途としても役目を終えていた。しかし、下流にはせせらぎ水路があり、親水利用としての水質改善のために施設改修が必要となった。改善水質項目はBOD、SS、透視度、糞便性大腸菌である。自社の実験データから大腸菌の除去が十分可能なことら試験施設に発泡廃ガラスが採用された。そのときの施工写真を写真1-1～写真1-3に示す。

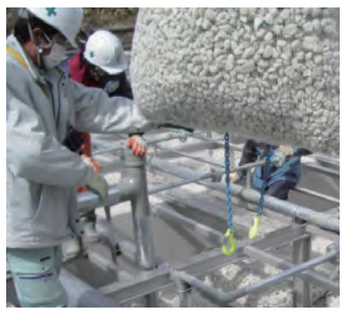


写真1-1
施工状況

写真1-2
施工完了

写真1-3
植生状況

流入水の槽内滞留時間を変化させ、そのときの各水質項目の除去率を確認した。自社水質測定結果から、糞便性大腸菌の除去が効果的におこなわれ、平成18年の夏の測定結果から糞便性大腸菌の除去率91%と高い結果が得られた。

佐賀県佐賀市での事例として、親水公園の施工写真を写真1-4、1-5に示す。

写真1-4
比重が1.2の連続間隙構造のミラクルソルによる浄化

写真1-5
佐賀市の親水公園の水辺で遊ぶ子供たち

土木的な水質浄化は、令和3年11月5日に公益社団法人発明協会から「ガラス廃材を再資源化した水質浄化材」として発明奨励賞を受賞した。

2. 機能性材料の開発

生物系特定産業技術研究支援センターからの委託研究開発の成果の一部として比重調整可能な磁器廃材を混合した多孔質発泡廃ガラスと水中のリンを吸着するマグネシウム系発泡廃ガラスを開発した。さらに、九州経済産業局と、科学技術振興機構からの委託研究開発の重金属や陽イオンを吸着可能なゼオライト化発泡廃ガラス（写真2-1～写真2-3）の開発。これらの開発された技術は、従来の発泡廃ガラスにない高機能性と高付加価値を生み出す新素材・新技術となりうる。

これらの新素材の用途開発としては、全国的に水質や底泥の悪化が見られる海域や河川域の底棲生物の回復（実証実験済み）や河川・湖沼での水質浄化などが上げられる。このように、ガラス廃材を基盤素材として廃資源を再資源化・再利用することにより廃棄物の有効利用に関するトータルシステムを構築する必要がある。

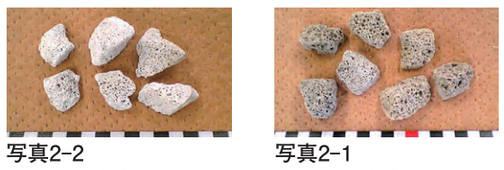


写真2-1
未処理発泡廃ガラスのミラクルソル

写真2-2
処理後発泡廃ガラスのゼオライト化ミラクルソル

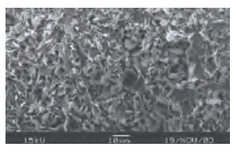


写真2-3
ゼオライト化ミラクルソルの表面電子顕微鏡写真

3. 水産養殖用ろ過材『クリスタルバイオ』

当社では、原料にガラス質基材を使用し、これを微粒子に粉砕して発泡剤を混合したのち、900℃焼成炉で軽量セラミック化した吸水タイプの「クリスタルバイオ」を開発している。

連続間隙構造で非常に広い比表面積を持つため、硝化作用のある好気性バクテリアが繁殖しやすく、『ろ過材』として大きな硝化能力が期待できる（図3-1）。

これにより、生物にとって猛毒となるアンモニアを亜硝酸に、更には無毒の硝酸へと変えることができる。また、クリスタルバイオは、①取り扱いが容易（軽い、洗浄しやすい）、②形状が変化しにくいので長期間使用できる、③比較的安価、④工業製品なので安定して入手できるといったメリットがある。飼育水槽を温度コントロール（加温・冷却）する場合や取水海域の赤潮発生時などに循環型飼育が必要な場合等に是非ともご活用ください。

当社で製作・販売している、この『クリスタルバイオ』は「ガラス廃材を再資源化した水産養殖用ろ過材」として、令和4年3月14日に（公財）日本発明振興協会から、令和3年度発明大賞「考案功労賞」を受賞した。

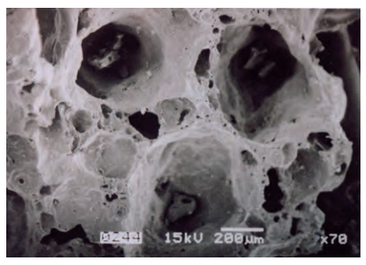


写真3-1　クリスタルバイオ（浮上タイプCB）の顕微鏡写真
撮影：佐賀大学（FE-SEM）×70

3-1. 硝化能力

市販の60㎝水槽（水量50L）と上部ろ過装置（2L）を組み合わせた1日250回転の装置で、ろ過材としてそれぞれ長径10～20㎜のサンゴ、クリスタルバイオ（浮遊タイプ、沈降タイプ）、市販プラスチックろ過材とで硝化速度を比較しました（人工海水28psu）。そのうち水温24℃での一例を図2に示す。

アンモニアの減衰速度は、サンゴが最も速く、次いでクリスタルバイオの沈降タイプ（CB）、浮上タイプ（CBS）、市販ろ過材の順でした。入手が困難となっているサンゴに代わるろ過材として、クリスタルバイオを活用していただけるものと期待している。

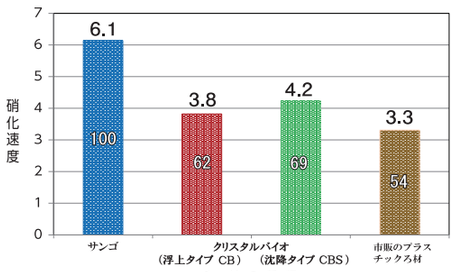


図3-1　アンモニア硝化速度の比較
（水温：23.8～24.0℃）
（白抜き数値はサンゴを100とした場合の相対値）

3-2. ろ過材の主な納入実績（主な公的機関）

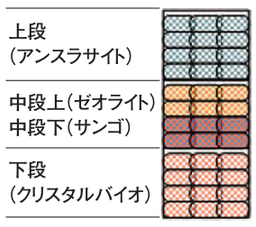
親魚飼育施設：クロマグロ（西海区水研長崎庁舎）、ニホンウナギ（増養殖研志布志庁舎、南伊豆庁舎）、チョウザメ（宮崎県水試内水面支場）、スジアラ・カンパチ（鹿児島県水技開セ）、アワビ類（佐賀県玄海栽培漁業協会）、中間育成施設：アユ（福岡県水海技セ内水面研究所）　など

3-3. メンテナンス方法

担当の方からの聞き取りでは、ろ過槽に鉄枠の中に袋詰めで設置されている施設では、6年間使用後も目減りしておらず機能も落ちていないため補充は不要とのこと。

袋詰めで設置し定期的に高圧洗浄機で洗浄されている施設では、サンゴと同様に若干の崩れがあるためサンゴと同程度に補充されているとのこと。

写真3-2
マグロ親魚飼育施設ー生物ろ過棟全景
（西海区水産研究所長崎庁舎）



ろ過材構成図

写真3-3　マグロ親魚飼育施設ー生物ろ過内のクリスタルバイオ（下段）

3-4. 商品の種類

ラインナップとしては、沈降タイプCBSと浮上タイプCBとがあり、CBはサイズも長径が概ね10～20㎜のS、20～30㎜のM、30～50㎜のLがありますので、用途等に応じて商品を選ぶことができます。

お問い合わせ先　日本建設技術㈱
〒847-1201
唐津市北波多徳須恵1417-1
☎0955-64-2525
ホームページ
http://www.nkg-net.co.jp
メールアドレス
info@nkg-net.co.jp

身近に広がるミラクルソル工法

水産養殖用ろ過材 “クリスタルバイオ”
国内はもとより、海外15カ国に輸出
（公財）日本発明振興協会 発明大賞「考案功労賞」受賞

MBSS工法　他5工法
岩盤斜面を緑化する
（公財）日本発明振興協会 発明大賞「考案功労賞」受賞

水質浄化工法
河川・湖沼の大腸菌群・アオコ低減
（公社）発明協会 九州地方発明表彰「発明奨励賞」受賞

（公社）土木学会「新技術・プロジェクト賞」受賞
（一社）全国建設業協会「地球と人にやさしい施工事例」受賞
FWG屋上緑化工法
無機（FWG）だけで軽量な緑化が可能

FWG 軽量盛土工法
従来の2.5倍の強度を開発

FWG透保水性舗装工法
歩道や駐車場を7～17℃低下させる
（公財）日本発明振興協会 発明大賞「考案功労賞」受賞
（公社）発明協会 九州地方発明表彰「佐賀県発明協会 会長賞」受賞

グリーンインフラ・緑のプロムナードに最適
歩道、駐車場の路面温度を 最大で7～17℃下げる技術 !!
FWG透保水性舗装工法®

環境緑化工法
・ミラクルボール緑化工法
・ミラクルボードソイルストップ工法
・ウッドグリーン工法
・FWGウッドチップ工法
・サークルボード緑化工法
・FWG屋上緑化工法
・ミラクルバーソイルストップ工法

日本建設技術株式会社
NIHON KENSETSU GIJUTSU Co.,Ltd.
〒847-1201 佐賀県唐津市北波多徳須恵1417番地1
TEL: 0955-64-2525 FAX: 0955-64-4255
https://www.nkg-net.co.jp/ info@nkg-net.co.jp
関東支店，沖縄支店，佐賀支店，他