

水環境修復を目的とした各種機能性材料の開発の基本

Basic concept on development of various functioned materials for restoring the water environments.

○兵頭 正浩*, 桑原 智之**, 佐藤 周之***, 野中 資博**

HYODO Masahiro*, KUWABARA Tomoyuki**, SATO Shushi*** and NONAKA Tsuguhiro**

1. はじめに

停滞・閉鎖性水域における富栄養化の急速な進行は、健全な水資源の確保を困難とするだけでなく、水産業や周辺環境へも悪影響を及ぼす。この問題は、我が国のみならず世界各国で生じており、早急な対策が求められている。

悪化した水環境を修復するには、水域内へ流入する栄養塩類の抑制・削減や水域内に蓄積・堆積した栄養塩類を系外排出するための修復技術を導入する必要がある。しかし、水環境という自然が対象であるため、水域全体を完全に管理することは困難であり、具体的な成果を得るためには、かなりの時間を要することが問題となっている。また、広域を対象として集約的な技術を導入するにはコストの観点からも有益とはいえない。そこで、近年注目されているのが、生態工学的手法による水環境修復技術の導入である。工学的技術と生態学的技術を融合することで、水環境悪化に伴い破壊された自然生態系を復元し、生態系により水質浄化を図る技術である。

本報では、これまでに水環境の悪化した停滞・閉鎖性水域において、生態系を復元する機能性材料として開発を進めてきた藻礁ブロック、植栽基盤材を例に挙げながら、機能性材料開発の基本について整理する。また、機能性材料には産業副産物を複合しており、その利用方法の基本についても併せて整理する。

2. 産業副産物の循環利用

環境省は、平成 16 年度における産業廃棄物の総排出量は約 4 億 1700 万トンであり、電気・ガス・熱供給・水道業（下水道業を含

む）、農業、建設業、鉄鋼業で全体の 71.4%（約 3 億トン）を占めると報告している。産業廃棄物最終処分場の逼迫や天然資源枯渇問題などの背景のもとで、関係省庁は産業廃棄物のリサイクルに関する法体系を整備した。その結果、産業廃棄物の再生利用や減量化が促進され、全体の 6%のみが最終処分されていると報告している。しかし、全体の 6%といっても重量換算した場合には、約 2600 万トンと膨大な処分量であり、更なる再利用・再資源化技術について検討することが必須の課題であることに変わりはない。

産業廃棄物（産業副産物）を有効的に利用するためには、材料の特性を十分に把握することは当然ながら供用後の利用方法についても考慮しなければならない。つまり、再利用・再資源化された材料が、供用後に廃棄物として扱われては単なる延命措置となってしまふ。そのため、再供用後の材料の利用用途も予め検討しておく必要がある。それが為されて初めて本当の循環利用と言える。

3. 機能性材料の開発

藻場は、生態系における一次生産の場であり、多くの海洋生物にとって重要である。さらに人間にとっての食糧生産の場であるとともに CO₂ 固定という地球規模で環境浄化の役割も担っている。しかし、磯焼けなどの自然現象や埋立てなどの人為的環境破壊の影響を受けて我が国のみならず世界各国で急速に藻場が衰退している。そのため、佐藤ら（2004）は、海域を対象として、産業副産物を利用した藻礁ブロック(写真—1)の検討を行った。鋳物廃砂やゼオライトを複合した

*鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Science, Tottori University, **島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, ***高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, キーワード：水環境修復, 機能性材料, 産業副産物



写真—1 藻礁ブロック
Seaweed-bed made of concrete-block

藻礁ブロックは、鋳物廃砂中に含有する鉄分が溶出すること、およびゼオライトによる有機物吸着効果により大型藻類の着生・生長に有効であることを明らかにしており¹⁾、産業副産物の特性を活かした水環境修復技術の一例といえる。

また、湖沼におけるヨシ原も藻場と同様に水生生物の生育生態系に重要な役割を果たすことや、水域内に過剰に存在する窒素やリンなどの栄養塩類を吸収するため富栄養化の防止に貢献してきたといわれている。しかし、急傾斜型湖岸が整備された湖沼では波浪の影響が強く、湖岸域に繁茂していたヨシ原が衰退し、水域の水質浄化機能が低下している要因の一つといわれている。そこで、産業副産物である解体コンクリート（コンクリート塊）の循環利用を視野に入れた一例として、ポーラスコンクリートを用いた植栽基盤材（写真—2）の基礎的性能評価を進めている。その結果、植栽基盤材に植栽したヨシは波浪の影響に耐えつつ良好に生長し、さらには植栽基盤材の空隙部が魚介類の棲み処となるため、稚貝や稚魚が外敵から身を守るという役割も確認した²⁾。

4. 機能性材料の開発におけるコンセプト

植物の復元に優位性を持つ機能性材料を開発しても、いずれは産業廃棄物として処分される可能性が高い。そのため、既述した様に機能性材料の供用後の利用方法について常



写真—2 植栽基盤材
Vegetation base made of porous concrete

に考慮しておかなければならない。例えば今回紹介した植栽基盤材は、供用後には生物膜などの有機物が付着しているため、海藻や海草を対象とした藻場造成の材料として転用、再利用することにより、藻場の早期回復に役立つ可能性がある。

また、機能性材料を実環境で供用する際には、周辺環境の調査も十分に行わなければならない。生息種に拘わらず単純に植生の量だけを問題にしてしまうと、従来の生態系を大きく改変してしまい、貴重種・絶滅危惧種などが水域から排除される危険性も伴っている。そのため、復元対象とする植生を予め選定しておき、機能性材料を開発すべきであると考えられる。

最後に、機能性材料を開発・施工するにあたり、「資源の循環利用」と「生物多様性空間の創出」という概念は欠かせないが、地球規模の危機として懸念されている温暖化現象による気候変動を無視することはできず、工学的な視点から災害に対する安全性の確保も同時に追い求めなければならない。

参考文献

- 1)佐藤ら (2004) : 廃棄物利用藻礁コンクリートブロックの実証実験-大型藻類現存量の経年変化と生物蝸集性-, 日本海水学会誌, 第 58 巻, 第 4 号, pp. 393-403, 2)野中ら (2007) : 停滞・閉鎖性水域における生物多様性空間の創出技術, 汽水域国際シンポジウム要旨集 2007, pp.181-187