

# 機能性材料としてのリン吸着コンクリートのコンセプトと今後の展望

Development concept of phosphorous adsorption concrete as a functioned material and its future scope

○ 佐藤 周之\*, 桑原 智之\*\*, 兵頭 正浩\*\*\*, 野中 資博\*\*

SATO Shushi\*, KUWABARA Tomoyuki\*\*, HYODO Masahiro\*\*\* and NONAKA Tsuguhiko\*\*

## 1. 水環境改善の必要性

21世紀は水の世紀とも言われるように、有限の水（淡水）資源の保全及び有効利用は我が国のみならず世界的に解決すべき課題である。また、単なる資源的な観点だけでなく、健全な水資源がもたらしてきた人と生物の共存あるいは生物多様性の保全のためにも、良好な水環境の確保は必須となる。

結果論として生じる水環境汚染に対して、発生要因の特定に始まり各種法整備や対策技術の開発が順次進められてきている。水質汚染源としては、都市や工場といった特定汚染源（点源）と、山林や農地といった非特定汚染源（面源）に大別されるが、特に前者については下水（污水）処理施設の普及・性能の向上という対策が講じられてきている。後者の面源に対しては未だ有効な対策技術の確立がなされたとは言い難い。

一方、点源対策の充実により水環境が改善されたとは一概には言えず、特に河川等の流末に位置する停滞・閉鎖性水域の水質に劇的な改善効果は見られない場所が多い。その原因としては、山林の荒廃、営農や土地利用形態の変化に起因する栄養塩類溶出量の増加といった面源負荷の増加が挙げられる。つまり、水環境改善には点源対策の促進もさることながら、今後より重要となるのは面源対策技術の確立および促進と考えられる。

特に現在では、農業・農村空間あるいは農業水利施設の多面的機能として、従来からの農業用水としての利水という観点のみでなく、レクリエーションや景観保全、生物多様性の保全が求められている。さらに、都市と農村の境界が不明瞭となった結果、農業用水が地域の生活用水や親水空間として利用されることも増えてきている。したがって、農業土木においても水質浄化や水環境の保全・修復を目的とした材料や施工方法の研究開発に積極的に取り組む

必要がある。

## 2. リン吸着コンクリートのコンセプト

リン吸着コンクリートは、特に面源対策技術・材料を開発の目標として研究が進められてきている。リン吸着コンクリートの定義としては、無機層状構造を持つイオン交換体である Mg-Al-Cl 型ハイドロタルサイト化合物をコンクリート用材料の一部として取り入れた材料であり、その直接的な目的は水中にイオン態で存在するリンの吸着・除去である。リンは植物体においても必須元素であるが、水環境中に多量に存在すると植物プランクトンの大量繁殖によるアオコの発生要因となる。つまり、水環境の本質的な改善には、リンの系外排出が不可欠であるが、リン吸着コンクリートのイオン交換によるリン酸イオン吸着能には当然限界がある。

ここで考えなければならないのが資源としてのリンの有限性である。日本ではリン鉱石が採掘できず、100%輸入に頼っている。用途は主に営農上の肥料と医薬品関連である。先述した面源負荷と併せて考えると、有価物として輸入した貴重なリン資源を無駄にしているばかりか、更に水環境悪化を引き起こして自身の首を絞めるという皮肉な結果になっているとも言える。そこでリン吸着コンクリートの間接的な目的を、吸着したリンの水域からの容易な系外排出と、資源循環型のリン吸着コンクリートの利用システムの構築と設定している。

## 3. 現在までの取り組み

現在までに、リン吸着コンクリートのリン除去性能の確認<sup>1)</sup>、リン吸着特性の評価<sup>2)</sup>を順次実施した。その結果、強度とリン吸着性能の両者の向上を図る製法を明らかにした。続いて、写真-1に示すように、比較的汚濁の進んだ都市河川に大型のリン吸着コンクリート供試体を沈設し、実際の除去性能評価と<sup>3)</sup>、最適な製法に向けた材料設計および製造

\*高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, \*\*島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane

University, \*\*\*鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, キーワード: リン吸着コンクリート, 水質浄化材, 資源循環



写真-1 実河川に浸漬したリン吸着コンクリート  
Phosphorous adsorption concrete soaked in actual river



写真-2 浮島型リン吸着コンクリート  
Floatable phosphorous adsorption concrete

技術を検証した<sup>4)</sup>。更に、停滞・閉鎖性水域への適用性を考慮し、写真-2に示すような浮島型リン吸着コンクリートの研究開発を進めている<sup>5)</sup>。

一方、間接的な目的の一つとして挙げたリン資源の循環に関する研究も鋭意進めてきており、水環境中でリンを吸着したリン吸着コンクリートの再利用方法について検討を進めている。例えば磯焼けの生じている海域への藻礁ブロックとしての沈設効果も一定の成果を挙げており<sup>6)</sup>、また植生基盤材や緑農資材としての植物の成長促進効果についても現在研究を進めている段階である<sup>7)</sup>。

#### 4. 今後の展望

上記成果として挙げたリン吸着コンクリートの研究開発は、あくまでもバリエーションの一つに過ぎず、今後発展させていくべき重要なコンセプトは以下の三点に集約できる。それは、①面源負荷対策を念頭に置いた水質浄化材の開発であること、②新たな機能性をコンクリート系材料に付与する材料設計が可能であること、そして、①と②を備えた③資源循環型の材料開発が可能であること、である。①

については、今後使用環境や目的に応じて定まる要求性能に対して、任意の吸着・除去性能を持つ水質浄化材の提供を可能にするという、いわば水質浄化材としての性能設計システムの構築を目指している。②については、例えば生物易付着機能や温暖化ガス固定機能といった新たな機能性材料の開発を、問題の生じている現場（社会）に注目しながら進める必要がある。そして、③に関係することであるが、上記のニーズ対応型の研究開発もさることながら、資源として法的にも取り扱わなければならない各種産業副産物の機能・性能を利用した新機能性材料の開発というシーズ対応型の研究開発も不可欠である。コンクリートという名称からはマスとしての施設・構造物の印象を強く受けがちだが、その本質はセメントというバインダーを用いて様々な材料を一体化することで要求性能を満たす「材料」である。近年、この材料そのものも資源的に枯渇傾向にあることから、より一層強力に完全資源循環型の材料開発を進めなければならない。また、水環境に改めて目を向けてみても、その保全はもとより破壊された水環境や生態系の修復といった課題は山積している。ここに「任意の形状を作ることができる」という長所を生かしたセメント系材料でしか為し得ない材料・技術の研究を進める方針である。

#### 参考文献

- 1) 佐藤ら(2004)：リン吸着コンクリートのリン酸イオン除去性能に関する基礎的研究，JCI 年次論文報告集，Vol26(1)，pp.1419-1424.
- 2) 桑原ら(2003)：ハイドロタルサイト化合物を配合したコンクリートブロックによるリン除去，水環境学会誌，26(7)，pp.423-429.
- 3) 桑原ら(2004)：ハイドロタルサイト化合物を配合したコンクリートブロックによる都市河川からのリン除去，水環境学会誌，27(2)，pp.109-115.
- 4) 佐藤ら(2005)：リン吸着コンクリートの諸特性に関する実用化研究，JCI 年次論文報告集，Vol27(1)，pp.1303-1308.
- 5) 阿部ら(2006)：浮島型リン吸着コンクリートの水環境修復資材としての利用性に関する研究，農業土木学会論文集，No.244，pp.59-64.
- 6) 桑原ら(2005)：水質浄化に利用したリン吸着コンクリートの藻礁への再利用—アンモニウムイオン・リン酸イオンを保持したモルタルの海水における生物膜成長状況—，日本海水学会誌，59(1)，pp.49-56.
- 7) 阿部ら（投稿中）：リン吸着コンクリートの循環利用技術に関する研究，農業土木学会論文集