

立命館大学 環境システム工学科 学生員 ○谷川 有紀  
立命館大学 学生員 市丸 園子

立命館大学 フェロー会員 岡本 享久  
立命館大学 客員研究員 中川 隆一

1. はじめに

本研究は、琵琶湖の水質浄化に注目し、従来の空隙を利用したポーラスコンクリート(PoC)の浄化材としての機能に有機分子などを吸着する効果のあるゼオライトを組み合わせるにより、バクテリアや植物の住処を確保し、水辺の生態系を保全する水質浄化材の開発を目的とする。

2. 実験概要

表1に使用材料を、表2にPoCの示方配合を示す。

表1 使用材料

材料(略記)	物性
水(W)	水道水
セメント(C)	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/cm <sup>3</sup>
ゼオライト(Ze)	クリノプチロール系天然ゼオライト
粗骨材(G)	硬質砂岩碎石 表乾密: 2.68g/cm <sup>3</sup>
	粒径: 5~13mm 吸水率: 0.99%
混和剤(AD)	高性能AE減水剤 密度: 1.065g/cm <sup>3</sup>

表2 示方配合

配合表(kg/m <sup>3</sup> )					
W(kg/m <sup>3</sup> )	C(kg/m <sup>3</sup> )	G(kg/m <sup>3</sup> )	AD(kg/m <sup>3</sup> )	W/C(%)	空隙率(%)
72	343	1526	3.65	21	25
6号砕石 10kgの場合					
2.25	0.47	10	0.024	21	25

研究の流れとして、(1)琵琶湖水の浄化実験、(2)空隙構造解析および(3)東寺境内池の浄化実験を実施した。

(1)琵琶湖水の浄化実験

写真1に球形PoCの断面図を、写真2に試験体設置状況を示す。実験に使用した試験体は、直径20cmの球状とし、中心にゼオライトを粒状のまま混入した。学



写真1 球形PoC断面図

内の560×80×375cmの大水槽に、計30個の試験体を

吊るした状態で設置した。その水槽内に琵琶湖南湖より取水した試験水を注水し、滞留状態とした。実験は2012年6月27日より7週間実施し、1週間ごとに水質分析を行った。測定項目は、全リン、全窒素である。(2)空隙構造解析1)



写真2 試験体設置状況

PoCの空隙構造を明らかにし、水質浄化実験で用いた球形PoC内部に占める空隙の比表面積を求めることにより、水質浄化効果を定量的に評価した。まず、画像解析により円柱型PoC硬化体の断面における連続空隙の空隙周長および空隙数を求め、空隙構造の定量化を試みた。その結果から単位体積あたりの空隙比表面積を求め、それを球状として換算することで、球形PoCの比表面積を算出した。

(3)東寺境内池の浄化実験

写真3に試験体設置状況を示す。球形PoC試験体を実用化すべく、世界遺産・東寺(京都市内)における池の水質浄化実験を実施した。



写真3 試験体設置状況

琵琶湖水の浄化実験では球形PoC試験体の閉鎖水域内の全リン、全窒素の除去効果を確認した。続く空隙構造解析では、試験体内部の空隙構造解析から内部比表面積を求めた。この2つの結果を踏まえて、池の水容積及び池の水質状況から、球形PoCの必要個数を求め、3か月実験を行い、水質分析を行う事で実用化した際の効果を評価した。

### 3. 実験結果

#### (1)琵琶湖水の浄化実験

図1に全リンの水質分析結果を、図2に全窒素の水質分析結果を示す。49日間実験を行った結果、全窒素、全リンともに早期での除去効果が確認できた。全リンの初期濃度は0.1mg/Lであったが、実験開始1週間で0.023mg/Lまで減少した。全窒素についても、初期濃度は0.74mg/Lであったが、1週間で0.25mg/Lまで減少した。また、1週間目以降の減少幅は小さく、停滞していたことから、試験体は1週間で飽和状態となったと言える。

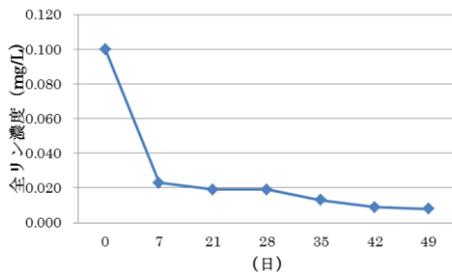


図1 全リン水質分析結果

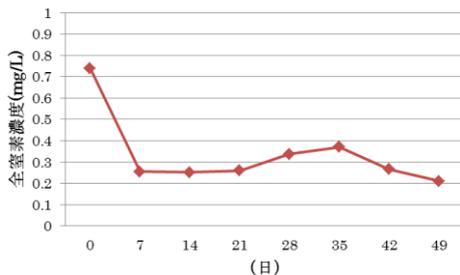


図2 全窒素水質分析結果

#### (2)空隙構造解析

表3に球形PoCにおける比表面積及び吸着量を示す。比表面積は画像解析により算出した。単位面積あたりの吸着量は、(1)で得られた試験水における全リン、全窒素濃度の1週間後の減少量に対し、球形PoCの比表面積を除することで求めた。この結果より、本研究で用いた球形PoC1個あたりの各吸着量が算出でき、浄化対象地の全リン、全窒素濃度と水量が分かれば、必要PoC個数を算出できることが示された。

表3 球形PoCにおける比表面積及び吸着量

球形PoC比表面積(m2)		
0.26		
	球形ポーラスコンクリート1個あたりの吸着量(mg)	単位面積あたり吸着量(mg/m2)
全リン	43	166
全窒素	272	1048

#### (3)東寺境内池の浄化実験

図3に全リン、全窒素の水質分析結果を示す。全リン、全窒素ともに濃度の減少がみられなかった。原因としては、降雨が原因で周囲からの流入水が多くなり、水の状態が不安定になることが考えられた。その証拠に雨が降った翌日には、池が乳白色の濁りが確認できた。

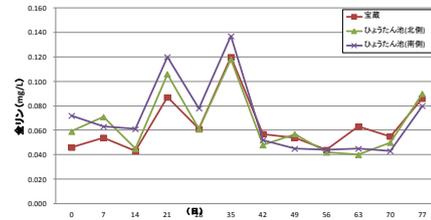


図3 全リン水質分析結果

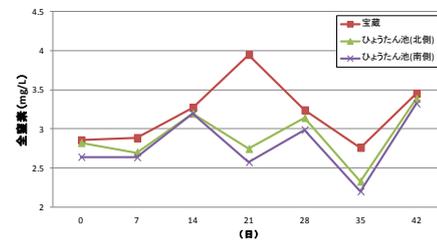


図4 全窒素水質分析結果

### 4. 結論

本研究の範囲内で得られた結果をまとめると以下のようになる。

- (1)ゼオライト入り球形PoC浄化材を水中に設置した場合、全リン、全窒素濃度が短期間で除去できることが確認できた。
- (2)PoCの空隙構造解析によって求めた単位比表面積あたりの全リン、全窒素吸着量により、水質と水量が分かれば、必要浄化材個数が推定できることを示した。
- (3)東寺境内の池のような、周囲からの流入水がある水域で水質浄化を行う場合、球形ポーラスコンクリートを設置するだけでは浄化効果がみられなかった。球形ポーラスコンクリートの配置の仕方や個数を再検討する必要があると言える。

#### <参考文献>

- 1) 梶尾聡：ポーラスコンクリートの配合設計法と空隙性能に関する研究：首都大学東京・学位論文、pp126-132,2008