

# 市街面源負荷削減のためのリン吸着材に関する基礎的検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻  
 東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻  
 元千葉県環境研究センター  
 東京理科大学理工学部土木工学科

学生員 ○ 佐藤 健志  
 学生員 大友 絵尋  
 非会員 小倉 久子  
 正会員 二瓶 泰雄

## 1. 序論

内湾や湖沼等の閉鎖性水域は、汚濁物質の流入・蓄積・滞留による水質悪化を招きやすいため、水質改善を目的として様々な対策が打たれてきた。しかし類型指定水域における環境基準達成率は、平成26年度においてCODは55.6%(前年度55.1%)、全窒素及び全リンについては50.4%(前年度50.4%)と近年はあまり成果が見られず<sup>1)</sup>、特に全リンは湖沼の多くがリン制限状態にあるため効果的な除去方法が求められている。図1は長年富栄養化による水質悪化が問題となっている印旛沼におけるリン排出負荷の割合を示す<sup>2)</sup>。これより、市街地由来は24%、浄化槽由来は約30%と合わせて50%超と大きな割合を占めているが、下水道の着実な整備以外に有効な手立てが無いのが現状である。このうち、市街地面源負荷の削減手法としては、著者ら<sup>3)</sup>は雨水調整池を活用した方法が提案され、現地調整池における実証試験が長年行われている。ここでは、調整池内にかごマットを設置し、流入雨水の滞留時間を増加させて市街地面源負荷の懸濁態成分を沈降・除去するものである。しかしながら、上記対策では、面源負荷中の溶存態成分の対策にはならないことが課題であった。本研究では、リン排出負荷の溶存態成分除去のために、同じく雨水調整池内に“リン吸着材”を設置し、リン除去を行うことを目的とする。本論文では、その第一歩として、2つの吸着材によるリン除去効果を室内実験で検討する。なお、用いる吸着材には、市販品及び牡蠣殻等の未活用資源を活用し、後者はリン吸着後に農地還元することでリンを流域内において循環させる「リンの地産地消」を達成することを最終目的とする。

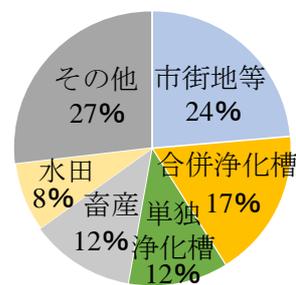


図1 印旛沼流域におけるリン排出負荷の割合(平成23年度)<sup>2)</sup>

## 2. 研究方法

### (1) 室内実験の概要

前述したように、リン吸着材としての未活用資源の比較用として、市販品リン吸着材であるP-CATCH(株式会社クレアテラ製)を用いた。この吸着剤を粒径2-4.75[mm]にふるい分けした後に透水シートに入れ、これを図2に示すようにリン溶液(PO<sub>4</sub>-P:1000mg/L)120[ml]にリン濃度変化が止まるまで浸し、最大リン吸着能を評価した。また、吸着試験で用いた吸着材を、図3に示すように、硫酸溶液(0.5mol/L)に漬け脱着を行うことで、実地試験時において設置されたリン吸着材の吸着性能を評価するべく、脱着能試験も行った。

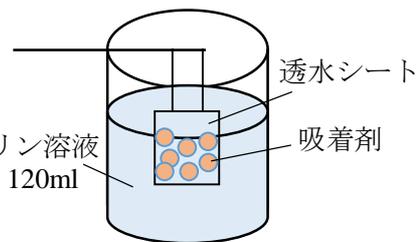


図2 バッチ試験(吸着工程)

未活用資源として用いた牡蠣殻としては、焼成することでリン吸着能力が高くなることが報告されているため<sup>4)</sup>、焼成と未焼成の2パターンで吸着試験を行った。ここでの吸着能評価は市販品と同じバッチ試験で行い、リン濃度500[mg/L]の溶液に漬け、最大リン吸着能を求めた。

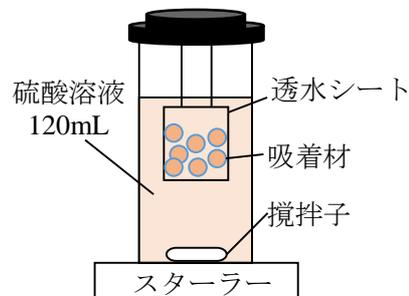


図3 バッチ試験(脱着工程)

### (2) 雨水調整池におけるリン吸着材設置量の試算

上記のリン吸着剤を実際の雨水調整池に設置する際に必要な吸着材の質量を、吸着材の性能評価の結果より算出した。そこで設置箇所としては、雨水調整池改良が行われている千葉県佐倉市加賀清水調整池を例とする。この集水面積は2.96[ha]、溶存態の割合が全体の20%と仮定すると、溶存態リンの原単位は0.34[gP/ha/日]となり、溶存態リン負荷は0.367[kgP/年]となった。

キーワード：リン，印旛沼，市街地面源負荷，雨水調整池，浄化槽

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市市崎 2641 TEL：04-7124-1501 (内線 4069) FAX：04-7123-9766

### 3. 結果と考察

#### (1) 市販品のリン吸着・脱着性能

市販品リン吸着材における吸着性能を見るために、バッチ試験により得られたリン吸着量の時間変化を図4に示す。ここでのリン吸着量は溶液中におけるリン濃度の初期値から日々の値を差し引きして求めたものである。これより、リン吸着量は実験開始3日後まで大きく増加し、5日後にはほぼ一定となった。この5日目の結果から市販品のリン最大吸着量は18.2[mgP/g]であった(計三回の試験結果の平均)。この結果は市販品のカタログスペック(=8.1~22.3[mgP/g])内の結果となった。また、脱着試験結果として、リン脱着量を経日変化を図5に示す。ここでは、各実験日の吸着リン量のうち、脱着したリン量とその残りに分けて表示している。これより、脱着量は日々増減して変化している。この結果から脱着率(=脱着量/吸着量)を求めた結果を表1に示す。これより、市販品のリン脱着率は70~89%と大きく変化しているが、その平均値は77.2[%]となった。

#### (2) 牡蠣殻のリン吸着能

同様に牡蠣殻の吸着量の時間変化を図6に示す。ここでは、未焼成と焼成のケースを表示している。これより、未焼成の牡蠣殻ではリン吸着量が実験開始144時間経過後でも増加しているが、その絶対値は非常に小さい(=0.124mgP/g)。一方、焼成した牡蠣殻のケースでは、実験開始6時間後には概ね定常状態に達し、リン吸着量は143.6mgP/gであった。この結果は、市販品よりも1オーダーも大きく、焼成した牡蠣殻が非常に高いリン吸着能を有しているといえる。なお、この実験時には、リン酸カルシウムと思われる結晶が生成されていた。リン吸着にはこの結晶がキートとなるため、現地設置時には結晶拡散防止が必要である。

#### (3) 雨水調整池におけるリン吸着材の必要量

上記の吸着能試験結果より、リン吸着剤として市販品と牡蠣殻を雨水調整池に設置する場合の必要量を試算した。その結果、年間の必要量としては、市販品は20.2kg、牡蠣殻は2.6kgとなった。今後は、実際に現地実証試験を行い、リン吸着・除去性能を検証する。

### 4. まとめ

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- 1) 市販品リン吸着材と牡蠣殻の最大吸着能はそれぞれ18.2[mgP/g], 143.6[mgP/g]となり、牡蠣殻のリン吸着能が極めて高いことが示された。
- 2) 脱着試験結果より、市販品のリン脱着率はおよそ70%であった。今後は牡蠣殻の脱着性能を調べる予定である。

**参考文献:** 1) 環境省:平成26年度公共用水域水質測定結果, 2p., 2015. 2) (財) 印旛沼環境基金:平成21・22年版いんば沼白書, pp.1-205, 2010, 3) 佐藤ら, 水工学論文集, Vol.55, pp.S\_1291-S\_1296, 2011, 4) 大友ら, 第50回日本水環境学会年会講演集, 78p, 2016.

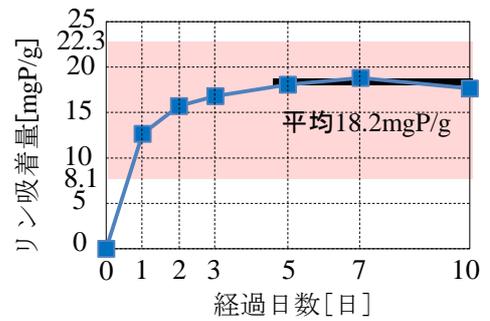


図4 市販品のリン吸着量の時間変化

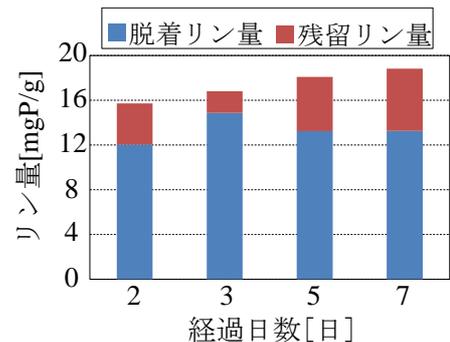


図5 リン脱着量の経日変化

表1 脱着率 (n=3)

経過日数	脱着率[%]
2	76.7
3	88.5
5	73.2
7	70.4
Ave.	77.2

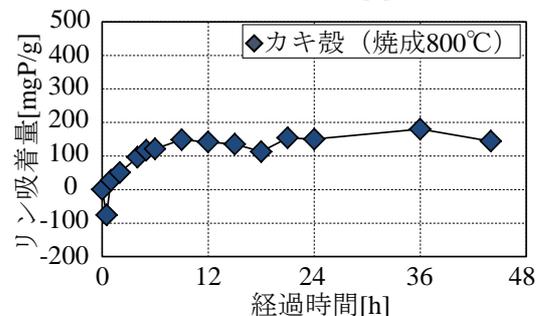
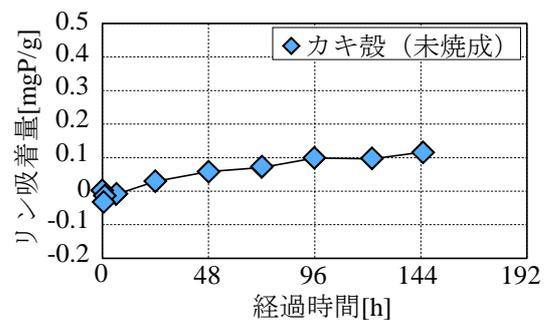


図6 牡蠣殻のリン最大吸着量 (上:未焼成, 下:焼成800°C, n=3)