

ノート

多自然型河川作りに関する研究 第3報 鹿沼土を用いた同時脱リン・脱窒法

加藤進, 国分秀樹, 岩崎誠二, 高橋正昭

Fundamental studies on Nature Oriented River Work Simultaneous Removal of Phosphate and Nitrate by Kanumatuchi(II)

Susumu KATO, Hideki KOKUBU, Seiji IWASAKI and Masaaki TAKAHASHI

環境に優しい吸着担体として鹿沼土を利用し、河川水からの同時脱リン・脱窒法を開発した。今回は、実用化を念頭に置いて、吸着材の製造速度のスピードアップ、形状、製法および固/液比と脱リン率の関係を連続および回分法(24時間)で実施した。その結果、方形担体を採用すると、製造速度が3倍となり、おおむね満足すべき脱リン率が得られた。連続式(SV=0.48h⁻¹)の脱リン率は30%であり、回分式では100%近い脱リン率が得られた。また、脱窒の初期濃度依存性は、50mg/L程度のNO₃が排水に含まれる程度ならば、ほぼ100%の脱窒率が得られた。

キーワード：鹿沼土, 脱リン, 脱窒, 微生物分解, 固/液比

はじめに

筆者らは、すでに鹿沼土を利用したリンの吸着除去法について前報^{1,2)}で明らかにした。生活排水を含む中小河川水には、リンはもとより高濃度の窒素も含まれている。従って、富栄養化防止対策上これらの栄養塩類の除去は、きわめて重要である。これまでに、脱リンおよび脱窒の基礎的な条件について検討したので、本報では、実用化を念頭に置いて、スケールアップに伴う問題点

- 1) 担体の形状
- 2) 回分処理における脱リンに及ぼす固/液比
- 3) 脱窒の初濃度依存性

等について検討した結果について述べる。

実験方法

1. 担体の製造

従来からの円柱形の担体にかわって、図1に示す立方体のプレス形状とすることにした。また、表面積を増加させるために、階段状の担体も作成した。プレスには東邦プレス製作所(T-1)を利用した。さらに、大幅な担体製造時間の短縮を可能とするため、ミルで微粉末とした鹿沼土に50%の水を含水させて十分に練り上げ、射出成型した。

2. 分析方法

処理前後の溶液中のリン濃度はモリブテンプール法で分析した。また、溶液中のNO₃濃度はイオンクロマトグ

ラフ(IC-7000P)で定法により分析した。

3. 脱窒菌の培養方法

前報^{3,4)}にも示したように、表1に示した基本培地を用いた。

表1. 脱窒菌用基本培地組成

成分	濃度
ポリペプトン	5 g/L
酵母エキス	2 g/L
KNO ₃	1 g/L
pH	7.0

4. リン・脱窒実験法

連続方法では、前法¹⁾と同様の装置(15cm × 50cm)に成形した鹿沼土担体を充填した。試料溶液の供給速度は100mL/Hであり、空間速度(SV)は0.48h⁻¹、実験温度は室温である。また、回分試験においては、500mLのビーカーで実施した(反応時間は24時間)。また、脱窒菌は表1の培地で培養したものをを用いた。

実験結果及び考察

1. 担体の形状

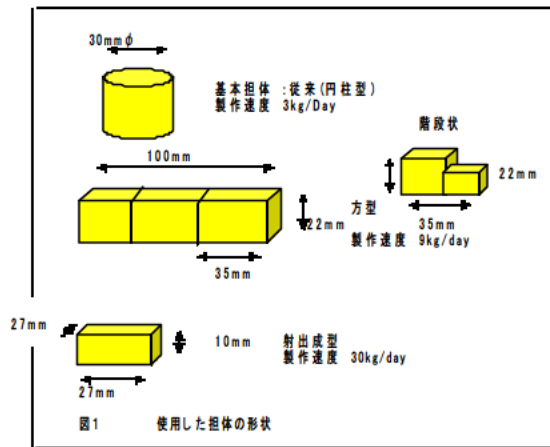
担体の製造速度を上げるために形状をより簡単な形に変更した。その結果、図1と表2に示すように、製造に

係る大幅な時間短縮が可能となった。

表2 担体製造時間

形状	製造速度 (kg / 6時間)
円柱形	3
方形	9
方形 (階段状)	8
射出成型	30

この結果、十分な担体製造速度が得られたと考えた。



このようにして製造した担体を600℃で1時間熱処理し、実験に利用した。

2. 担体の形状とリン吸着能

図2に実験結果を示した。この場合の固/液比は1.0、リン濃度 (KH₂PO₄ でスパイク) は1.0mg/L (河川水使用) である。従来からの円柱形に比較すると、方形<射出成型<方形 (階段状) の順で脱リン能が低下しているが、けれども、方形の担体を利用すれば、24時間の回分反応で、おおむね96%の脱リン能が得られた。また、一番能率が悪い担体 (射出型) でも、90%程度のリン除去能が得られた。射出成型品のリン除去率の低下は、構造が緻密となり、鹿沼土のもつ多孔性が失われたためと思われる。

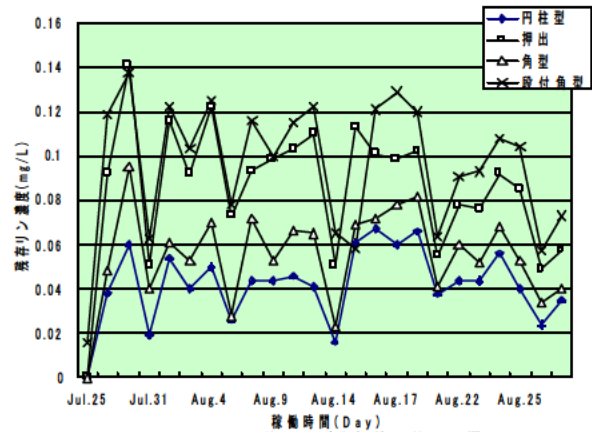
なお、方形 (階段状) は、面積が通常の方角よりも大きく、充填した場合、重なり部分が少なくなるので脱リン率が増加すると思われたが、担体を階段状にするために、成型時に不均一の圧力がかかった部分が緻密な構造となり、逆に脱リン率が低下したと思われる。

3. 連続法による脱リン能

上記の結果を考慮し、方形の担体を充填したカラムで、連続法で脱リン実験を実施した。平均的な大人の水使用量が200L/dayといわれているので、この量を考慮した1/10スケールの24L/dayの処理を考えた。結果を図3に示した。SV=0.48h⁻¹と小さくなるので、平均30%以上の脱リン率が得られた。また、SVを0.3とすれば、50%近い脱リンが可能であった。また、1ヶ月間その効果は継続した。

4. 脱リンに及ぼす固/液比

回分操作では、空間速度 (SV) の代わりに固/液比 (S/L) が重要なパラメーターとなる。ここでは、従来の円柱形に対して方形と射出成型の脱リン率を調べた。結果を図4に示した。いずれの担体を使用しても、S/Lが増加すると、24時間後の脱リン率が増加することがわかる。これらの結果から、鹿沼土を現実的に利用するためには、最低でもS/L=0.7以上の値とする必要があるように思われた。



5. 脱窒の初濃度依存性

脱窒もはじめの脱窒菌の菌数や処理液のNO₃-濃度に依存すると考えられる。ここでは、初期濃度 (処理液量: 300ml, S/L=0.8) を変えて、脱窒率を調べた。結果を図5に示した。NO₃濃度が、100mg/Lを越えると、この条件では脱窒率が低下するが、実用的には、家庭からの排水中のTN濃度は数十mg/L程度であることを考慮すれば、24時間の回分操作で十分な脱窒率が得られるものと考えられる。また、数百mg/LのNO₃を含む試料においては、S/L=1以上とすることあるいは、反応時間を長くすることによって可能と思われる。

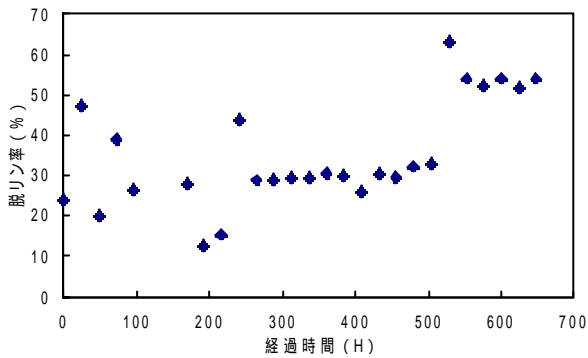


図3 連続式による除去率 (%)

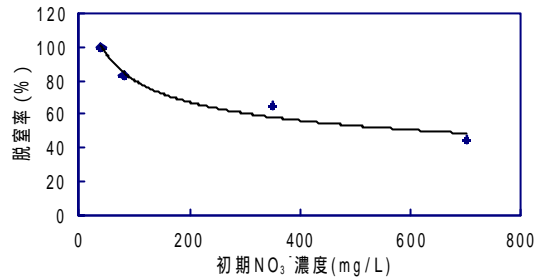


図5 脱窒菌の脱窒の初期濃度依存性 (容積300ml)

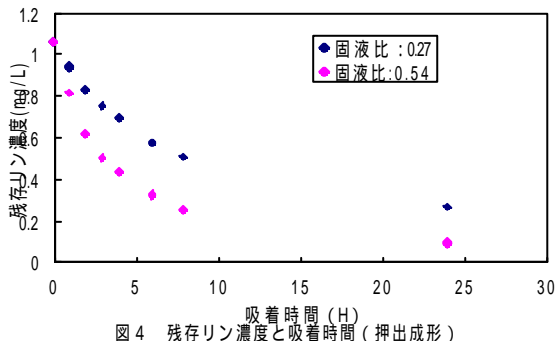
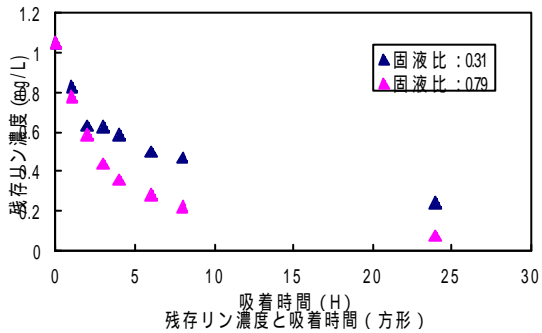
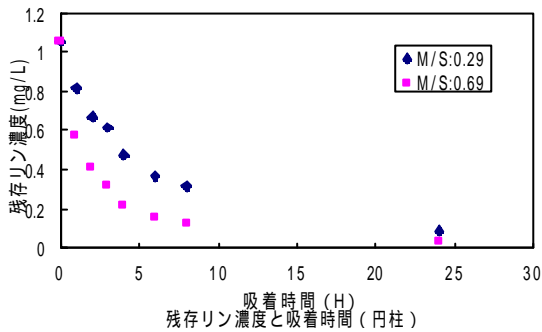


図4 残存リン濃度と吸着時間 (押し成形)

まとめ

鹿沼土を原料とした担体によって、排水中に含まれるリンおよび窒素の除去法を検討した。本報では、吸着材の製造速度、吸着材の形状と脱リン率および脱窒に及ぼす NO_3^- 初期濃度依存性について検討した。その結果、

- 1) 吸着材の形状や製造方法を変えることによってより短時間で吸着材が製造可能となった。
- 2) 方形の担体の脱リン率は回分操作で 96% (固/液比=1)、連続操作で 30% (SV=0.48) であった。
- 3) 初期濃度が 50mg/L 以内ならば、脱窒率はほぼ 100% であった。

謝辞

本研究の遂行に関し、脱窒菌を供与していただき、さらに、始終懇切丁寧なご指導を賜った三重大学生物資源学部菅原庸教授に厚くお礼申し上げます。

文献

- 1) 加藤進, 山下晃, 岩崎誠二, 高橋正昭: 他自然型河川作りに関する研究 - 環境に優しい吸着材を用いた脱リン法, 三重県保健環境研究所報, 1, 7-18 (1999)。
- 2) 加藤進, 山下晃, 岩崎誠二, 高橋正昭: 多自然型河川作りに関する研究 (第2報), 鹿沼土を用いた同時脱リン・脱窒法, 三重県保健環境研究所年報, 2, 64-68 (2000)
- 3) 市岡高男, 佐来栄治, 加藤進, 澤智恵, 木村俊夫, 菅原庸: 微生物の機能を利用した水質浄化 - 担体付着微生物群集による有機物分解および窒素除去 -, 三重県環境科学センター研究報告, 19, 71-82 (1999)
- 4) Sugahara I, K. Hayashi, and T. Kimura: Distribution and genetic composition of denitrifying bacteria in coastal and oceanic bottom sediments, 日本水産学会誌, 54, 1005-1010 (1988).

