

[成果情報名]陰イオン交換能を持つ炭化物を用いた高施設排水中の硝酸性窒素の除去

[要約]陰イオン交換能を持つ炭化物を充填した浄化槽を設け高施設からの排水を通過させることで、高施設から排出される硝酸性窒素量を 0.2mg/L 以下に低減できる。

[キーワード]硝酸性窒素、機能炭、窒素除去、高施設、養液栽培

[担当]静岡農林研・生産環境部

[代表連絡先]電話 0538-36-1556

[区分]関東東海北陸農業・関東東海・土壌肥料

[分類]技術・参考

-----  
[背景・ねらい]

近年開発された陰イオン交換能を持つ炭化物（以下、機能炭）は 1.3mol(-)/kg（硝酸性窒素で 18gN/kg）を超える高い交換容量を持つ。さらに機能炭は、食品残渣等の未利用有機物資源から安価に製造でき、固定された硝酸は植物が利用可能である。

機能炭をイチゴの高施設に活用すると、イチゴの栽培様式を変更することなく硝酸負荷が低減でき、さらに機能炭の回収・再利用が容易となることが期待できる。冬期の施設栽培においては、設置面積が小さいことや、脱窒に比べて浄化能力の温度依存性が極めて点も長所である。

養液栽培からの廃液のように多成分を含む溶液中での機能炭の硝酸吸着能に関する知見はない。ここでは高施設からの廃液が接した際の機能炭の化学的性質を実証的に検討し、イチゴの高施設から排出される排水中の硝酸性窒素の低減効果を示す。

[成果の内容・特徴]

1. 実証に用いたシステムは、高施設の排水が浄化槽を通過する構造を持つ。浄化槽内部には機能炭が充填されており、仕切り板に沿って水が上下に移動することで排水がむらなく機能炭と接触するように設計されている（図 1）。滞留時間は約 1 日である。
2. 図 1 のシステムを用いて排水が十分な量の機能炭を通過するように設定すると、通常管理したイチゴの高施設において栽培期間中の排水中の硝酸性窒素濃度を大幅に低減できる。図 2 の例では栽培期間を通し、排水中の硝酸性窒素濃度は 0.2mgN/L 以下、排水中の硝酸積算量に対する処理水の硝酸積算量の割合は 2% である。
3. 機能炭は一価の陰イオンを特異的に交換し硝酸との親和性が高い。未使用の状態では塩化物イオンで飽和しているが、浄化に用いると最終的に硝酸飽和となる（データ省略）。
4. 機能炭充填量を小さくし、硝酸吸着容量と飽和後の挙動をみたものが図 3 である。浄化期間中に陰イオン交換容量が徐々に低下し、これにより機能炭に吸着していた硝酸が脱着するために廃液に比べ処理水の硝酸性窒素濃度が高まる。また、実際の最大硝酸吸着量は陰イオン交換容量から計算される量より小さい。
5. 陰イオン交換容量が減少する要因の一つは炭酸水素イオンである。排水中には 0.4 ~ 1.3mM の炭酸が溶存しているが、機能炭懸濁液にこれと同等の濃度の重炭酸カリウムを加えると陰イオン交換容量が減少する（図 4）。

[成果の活用面・留意点]

1. 硝酸性窒素による環境負荷低減技術に機能炭を用いる際の基礎資料として活用できる。
2. 機能炭の最大吸着量は栽培条件、地域水質などによって大きく異なるので、設計時に必要量を見積もることは難しい。実用化にあたっては、濃度を随時チェックし途中で機能炭を交換する等の工夫が必要である。
3. 硝酸が吸着した機能炭を土壌に施用すると、硝酸が作物に吸収されることが確認されている。

[具体的データ]

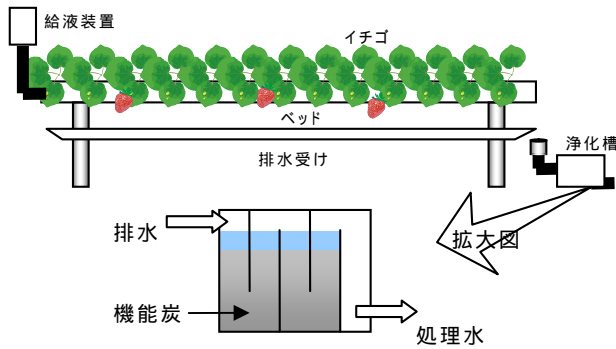


図1 高施設の排水浄化システムの模式図

機能炭はコーヒークスを原料とし、硝酸性窒素の陰イオン交換容量が 18 ~ 20gN/kg のものを用いた。浄化槽の容積は 0.095m<sup>3</sup>、設置面積は 0.27m<sup>2</sup>。ベッド長、充填した機能炭量、排水中の窒素量等は各グラフの脚注を参照。

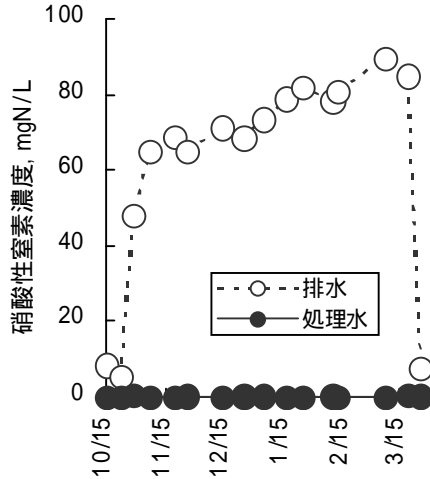


図2 機能炭による高設イチゴ施設排水中の硝酸性窒素の浄化例

ベッド長は 9m。ベッドあたりの機能炭の硝酸交換容量および測定期間中の浄化槽通過前の排水中の硝酸性窒素量はそれぞれ 240gN、78gN。充填量は 1.3kg/m。培地はロックウール。平均廃液率は 40%。

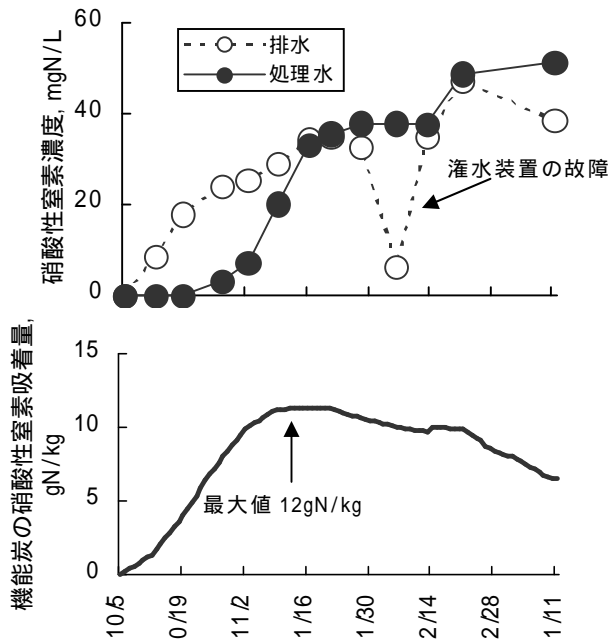


図3 機能炭の硝酸吸着容量と飽和後の挙動

ベッド長は 14m、18gN/kg の硝酸が吸着する機能炭を添加したが、11/10 付近の 12gN/kg を極大値とし硝酸交換容量が低下し続けた。ベッドあたりの機能炭の硝酸交換容量および測定期間中の浄化槽通過前の排水中の硝酸性窒素量はそれぞれ 49gN、86gN。充填量は 0.2kg/m。培地はヤシがら培地。平均廃液率は 50%。

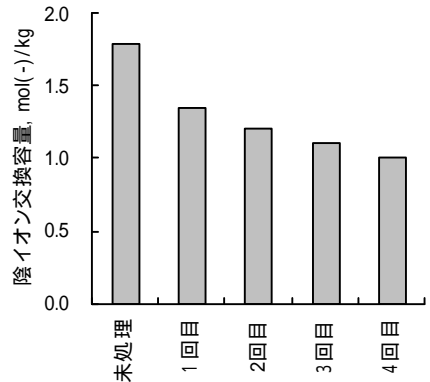


図4 機能炭の陰イオン交換容量に対する炭酸塩溶液添加の影響

塩化物イオンで飽和した機能炭 200mg を 30 mL の 1mM の重炭酸カリウム溶液で 30 分振とうした後の陰イオン容量。

陰イオン容量は、重炭酸カリウム交換後の機能炭を 30mL の 100mMKBr で 6 回繰り返し交換し Br 飽和とし、吸着した Br を 100mMKCl で上述と同様に交換・抽出することで求めた。

[その他]

研究課題名：砂地野菜畑における畜産由来有機性資源の循環利用に伴う環境負荷物質の動態解明と環境負荷低減技術の開発

予算区分：指定試験

研究期間：2006 ~ 2008 年度

研究担当者：福島務、高橋智紀、林聡（日本植生株式会社）、横山理英（日本植生株式会社）