

硝酸性窒素吸着能をもつハイブリッド型発泡ウレタンの開発

(材料設計) 岡本 みずき

1. 緒言

発泡ウレタンに粒子をハイブリッド化すると、吸水力や保水力が増加する。この効果を利用してハイブリッド発泡ウレタンを「人工土」として使用することができる。使用する粒子に吸着能を持たせると、吸着したい物質を選択的に吸着する人工土となる。その対象が硝酸であれば、吸着した硝酸由来の窒素を植物が肥料として利用できるのではないかと考えた。河川水等に含まれる硝酸性窒素は主に農業由来であることが多く、アオコや赤潮の原因となる水質汚染物質の一つである。この窒素を吸着し、再び栄養として利用するリサイクルの確立を目指している。

本研究では、従来の人工土に硝酸吸着能を持つ物質をハイブリッド化した人工土が硝酸イオンを吸着するかを調べた。また、吸着した硝酸イオンを植物が肥料として利用することができるかどうかを確認するために、実際に植物を育て、経過を観察した。

2. 実験

発泡ウレタンは、市販のウレタンキット（日新レジン株式会社製 **Craft Resin** 発泡ウレタンソフト F）で作製した。ポリオール、硝酸吸着能をもつ機能炭、粒子、水をかくはんし、そこへ開始剤であるジイソシアネートを加え発泡することで、機能炭ハイブリッド人工土を作製した。機能炭は、日本植生株式会社から「アニオクリン」という商品名で販売されている機能材であり、一価のアニオンを選択的に吸着する機能を持つ。

機能炭ハイブリッド人工土を硝酸カリウム水溶液に所定時間浸漬し、それをシリンジに詰めて圧縮した。この圧縮溶液の硝酸イオン濃度をペアードイオンクロマトグラフィーで測定した。予め作成した検量線をもとに、前後の濃度から吸着量および吸着率を算出した。

また、作製した機能炭ハイブリッド人工土に絹さやを播種し、成長の観察を行った。

3. 結果・考察

3.1 浸漬時間と吸着率の関係

機能炭および機能炭ハイブリッド人工土の時間経過による吸着率の変化を Figure 1 に示す。この図から、機能炭ハイブリッド人工土は機能炭そのものに比べ吸着率は減少するが、減少率は 20% 程度であり、十分に硝酸性窒素を吸着することが明らかとなった。減少した原因として、機能炭の表面変化が挙げられる。発泡により、Figure 2 のように本来の機能炭の表面積がわずかに減少したため、吸着率が減少したと考えられる。

また、機能炭ハイブリッド人工土は機能炭の約 1/3 の速さで吸着が進むことがわかった。これは、

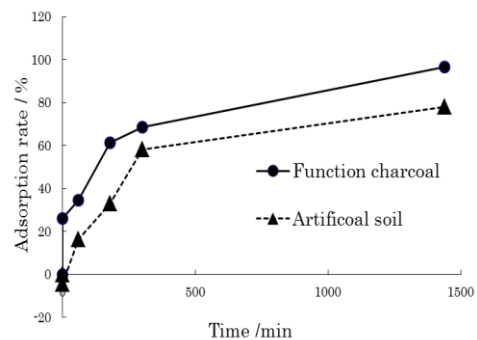


Figure 1. Adsorption rate of function charcoal and artificial soil

機能炭の表面積の減少によりイオン交換が行われる速度が遅くなったことが理由に挙げられる。しかし一方では時間をかけて徐々にイオン交換が進むことにより、人工土中の急激な窒素増加を防ぐことができる可能性がある。特に成長初期の肥料過多は枯れる原因の一つであるため、この効果に期待できる。

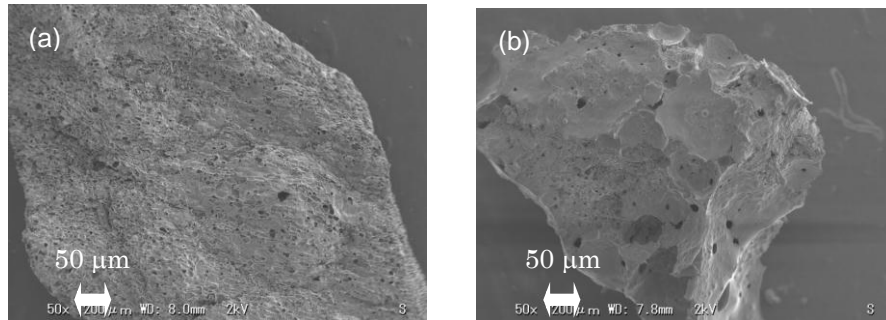


Figure 2. SEM images of function charcoal (a)before forming (b)after forming

3.2 人工土中の機能炭含有量と吸着率の関係

ハイブリッド人工土中の機能炭含有量に対する吸着率の変化を Figure 3 に示す。人工土の機能炭含有量が増加するほど吸着率は増加している。しかし、機能炭がほぼ一定割合の増加率を示すのに対し、ハイブリッド機能炭人工土の増加率は含有量が多くなるにつれ頭打ちになっている。機能炭は約 1.5 mm と大きいためウレタン骨格内に入りにくい、加える機能炭量が増えることにより骨格内に入る機能炭が増えたため、イオン交換能が落ちたことが原因ではないかと考えられる。

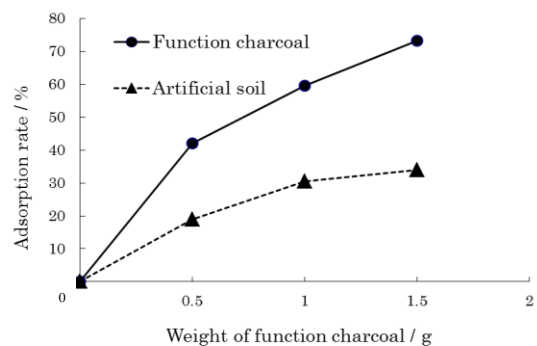


Figure 3. Adsorption rate versus weight of function charcoal in artificial soil

体積あたりの吸着濃度は、含有量が 0.5 g のものから順に 0.018, 0.030, 0.033 mg/cm³であった。この値は一般の施肥の 1/100 程度であるが、浸漬時間や最初の濃度、機能炭の量を変更することで調節することができる。

3.3 植物栽培

Figure 4 は人工土および機能炭ハイブリッド人工土に絹さやを播種し、約 3 か月経過したときの様子である。(c)は粉碎した機能炭を含んだ人工土であるが、かなりの成長が確認できる。この結果から、吸着した窒素を植物が栄養分として利用できる可能性を見出すことができた。

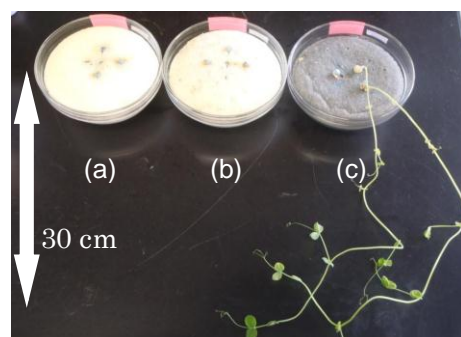


Figure 4. Picture of growing plants by artificial soil (a)normal (b)prototype functional charcoal (c)crush functional charcoal