

炭化物の施用深度の違いは窒素溶脱量と水収支を左右する

炭化物の施用量が同量であっても施用深度が異なると、硝酸態窒素溶脱量と水収支に差が生じる。表層および作土層全体の土壤に炭化物を施用すると、硝酸態窒素溶脱量が減少する傾向が認められる。一方、下層に施用する場合、硝酸態窒素溶脱の軽減効果は認められない。炭化物を適切な深度に施用することで、環境負荷の軽減が期待できる。

キーワード：バガス炭、硝酸態窒素、パイプ試験、窒素溶脱、水収支

背景・ねらい

ハーバー・ボッシュ法の発明により大量生産が可能となった窒素肥料は食料増産を支える重要な農業資材であるが、化学肥料の大量投入による過剰な窒素溶脱が水圏の環境負荷等の問題を引き起している。特に地下水を飲料用水源としている開発途上地域や地下ダムの活用が広がっている島嶼地域では、地下水の硝酸汚染や生態系への影響などが懸念されており、窒素溶脱の軽減は喫緊の課題となっている。

農地への炭化物施用は炭素隔離に有効であるだけでなく、窒素溶脱を軽減する手法としても知られており、最適な施用量に関する研究がこれまでに多く行われている。しかし、最適な施用深度に関する研究は極めて少ない。

本研究では、土壤を充填した室内でのパイプ試験において、炭化物の施用深度の違いが窒素溶脱量に与える影響を明らかにする。

成果の内容・特徴

1. 施用量を 10 t ha^{-1} としてバガス炭を表層（深さ 0–5 cm）、作土層（深さ 0–30 cm）、下層（深さ 25–30 cm）の土壤に混合する。各炭化物層のバガス炭重量比は表層施用と下層施用で 1.57%、作土層施用で 0.26% である。定期的に表面灌漑を行い、窒素肥料として粉体で硫酸アンモニウムを施用する。試験期間中のパイプからの排水量や硝酸態窒素溶脱量をバガス炭無施用条件と比較する（図 1）。
2. パイプ下端からの排水量および硝酸態窒素溶脱量は、各条件で異なる（図 2）。表層施用により硝酸態窒素溶脱量は減少する傾向にある。作土層に炭化物を施用することにより排水量と硝酸態溶脱量は有意に減少する。下層施用では排水量および硝酸態窒素溶脱量のいずれにも有意な変化は認められない。
3. 炭化物施用深度ごとの試験期間中の水収支の変化傾向を、灌水量、排水量およびパイプ内の土壤水分状態から求める（表 1）。無施用に比べ、表層施

用では蒸発量が減少する傾向があるのに対し、作土層施用では蒸発量が増加する傾向が見られる。

4. 炭化物を表層および作土層の土壤に施用する場合、硝酸態窒素溶脱量が軽減する傾向にある。これは炭化物施用深度の差異が引き起こす土壤水分挙動変化に起因するものと推定される。

成果の活用面・留意点

1. 炭化物を適切な深度に施用することで、硝酸態窒素の溶脱軽減が期待できる。また溶脱軽減に伴い、化学肥料使用量削減にも貢献できる可能性がある。
2. 本試験の使用土壤・炭化物は国頭マージ、バガス炭であり、他の土壤・炭化物によっては、異なる結果になる可能性がある。
3. 炭化物を表層、作土層に施用することで生じる硝酸態窒素溶脱量の変化のメカニズムについては、今後シミュレーションなどにより詳しく検証する必要がある。また、作物がある場合の炭化物の施用深度の影響評価も今後必要である。

その他

予算区分：交付金プロ [A5 熱帯島嶼環境保全（第5期）]
研究実施期間：2021 年度
研究担当者：濱田耕佑、神田隆志（熱帯・島嶼研究拠点）、中村智史（生産環境・畜産領域）
発表論文等：Hamada K, Nakamura S, Kanda T, Takahashi M. (2023) Effects of biochar application depth on nitrate leaching and soil water conditions. *Environmental Technology*.
<https://doi.org/10.1080/09593330.2023.2283403>

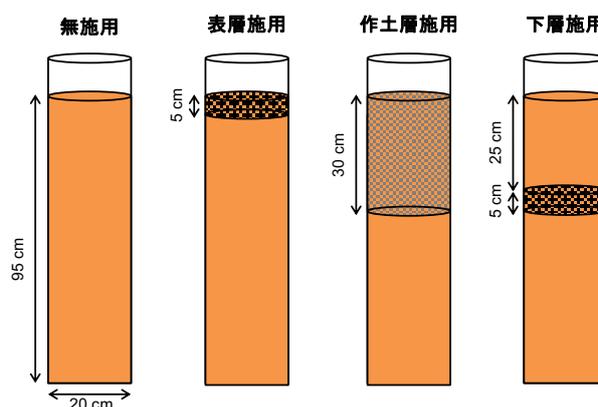


図1 パイプ試験の様子

2021年8-11月に熱帯・島嶼研究拠点のガラス室内で4条件（無施用、表層施用、作土層施用、下層施用）の試験を5反復で実施。土壌の乾燥密度は1.25 g cm⁻³。

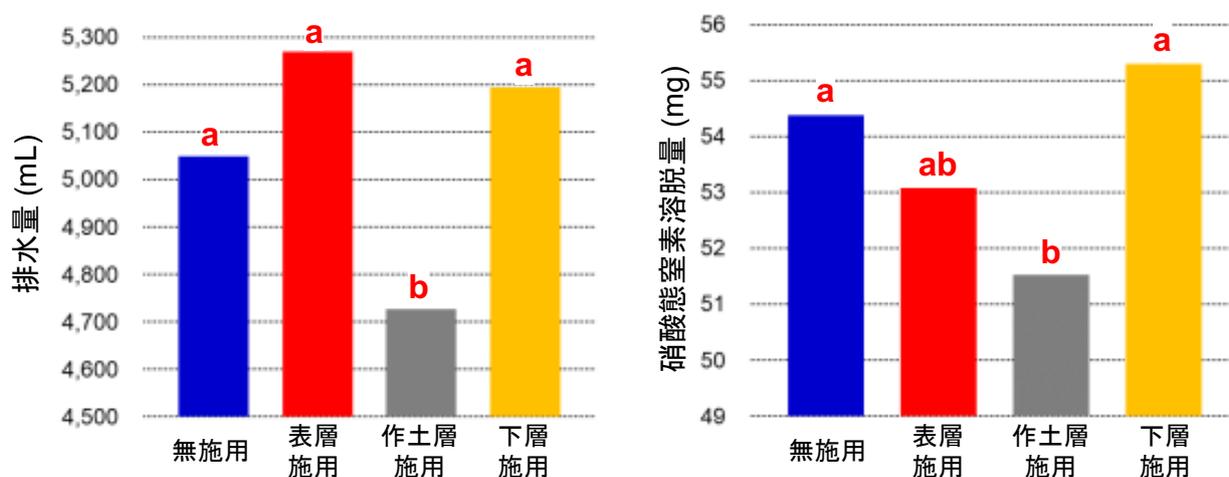


図2 パイプ下端からの排水量（左）および硝酸態窒素溶脱量（右）

各グラフのアルファベットは有意差(p<0.05)を示す。

表1 試験期間中の各条件の水収支

	無施用	表層施用	作土層施用	下層施用
灌水量 (mL)	14,850			
蒸発量 (mL)	8,960	8,754	9,389	9,149
パイプ内水分量 (mL)	6,977	7,175	6,860	6,964
排水量 (mL)	5,049 ^a	5,269 ^a	4,726 ^b	5,194 ^a

灌水量は全てのパイプで同量であり、排水量は最大最小を除いた3反復分の平均値を示す。パイプ内水分量はパイプ内4深度（10、20、35および80 cm）に設置した土壌水分センサー(n=2)から推定。蒸発量は灌水量からパイプ内水分量および排水量を差し引くことで算出。排水量のアルファベットは有意差(p<0.05)を示す。