

クリーニングクロープ栽培時の pF が窒素溶脱および亜酸化窒素放出に及ぼす影響 Effect of pF during cleaning crop cultivation on nitrate leaching and N₂O emission

○井上 賢大*, 近藤 圭介*, 藤原 拓* ****, 前田 守弘** ****
大年 邦雄* ****, 山根 信三* ****, 永禮 英明*** ****, 赤尾 聡史**** ****

Kenta Inoue, Keisuke Kondo, Taku Fujiwara, Morihiko Maeda,
Kunio Ohtoshi, Shinzo Yamane, Hideaki Nagare, Satoshi Akao

1. はじめに

施設栽培では塩類集積による植物生育阻害を防ぐ目的で休耕期に湛水を行うが、その結果、窒素溶脱による地下水汚染や温室効果ガスである亜酸化窒素(N₂O)放出が生じる。この対策として、いわゆるクリーニングクロープと呼ばれる吸肥能力の高い植物を湛水前に栽培し、土壤中の過剰肥料を吸収させる研究がなされている。しかし、窒素溶脱と N₂O 放出を同時に抑制する観点でクリーニングクロープの栽培条件を検討した事例は少ない。そこで本研究では、クリーニングクロープ栽培時の pF の違いが硝酸性窒素(NO₃⁻-N)溶脱, N₂O 放出, 植物生育に及ぼす影響を明らかにし、上記の観点から最適な pF の検討を行うことを目的とする。

2. 実験方法

高知大学農学部内のスイカ栽培後土壌を用いたクリーニングクロープ栽培を 1/2000a ワグネルポット(藤原製作所)を使用して行った。実験は 2009 年 8 月 23 日から 11 月 10 日まで行った。ポットには砂利 3kg, 防根透水シート(東洋紡績), 土壌の順で投入した。土壌は 4.75mm 以下にふるい分け後、攪拌したものを風乾重で 10kg 量り、水 1.6ℓ と混ぜて充填した。栽培する草種はトウモロコシ(KD730)とし、ポット内の 3 箇所各 3 個体を播種し、1 箇所につき 1 個体を残して残りは間引いた。土壌水分条件を系列 1(pF1.5±0.2), 系列 2(2.0±0.4), 系列 3(2.3±0.6)の 3 段階に設定し、栽培日数 20, 40, 60 日の 3 段階、3 反復で実験を行った。なお、系列 1(60 日)については間引き時に根を傷つけたと考えられるポットがあったため 2 反復として解析を行った。また、ガスフラックス測定はチャンバー法により、2 反復で行った。土壌水分はテンシオメーターを各系列内の 1 ポットの深さ 15cm に挿入し測定した。湛水は、テンシオメーターを挿入したポットの pF 値が指定した値より高くなると、同じ系列内のポット全体に湛水され、指定した値より低くなると湛水が止まる自動湛水制御システム(クリマテック)で行った。栽培終了後、実施設と同様に湛水を行った。加えて、湛水のみを行う実験も 3 反復で行った。実験前後の土壌、供給水および浸出水、N₂O ガスフラックス、植物体について測定を行い、各系列の窒素収支を求めた。

3. 結果および考察

(1)初期土壌 : 今回栽培に使用した土壌の無機態窒素量は 34.2mgN/kg 乾土であり、実施設 (146~209mgN/kg 乾土) と比較して、窒素集積はあまり進行していなかった。

(2)窒素溶脱 : Fig.1 に NO₃⁻-N 濃度の流量荷重平均の経時変化を、Fig.2 に累積浸出水量平均値と単位面積当たりの累積 NO₃⁻-N 溶脱量平均値の関係をそれぞれ示す。Fig.1, 2 の白抜きの点は湛水期間中の溶脱量を表わしている。栽培初期で NO₃⁻-N 濃度が高かったため、この期間の窒素溶脱抑制を考える必要がある。湛水期間中の NO₃⁻-N 溶脱量はクリーニングクロープ栽培の各系列では 0.005gN/m² 以下であり、これは湛水のみを行ったポットの 2.78gN/m² と比較するとはるかに少な

*高知大学農学部(Faculty of Agriculture, Kochi Univ.), **岡山大学環境理工学部(Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama Univ.), ***北見工業大学工学部(Faculty of Engineering, Kitami Institute of Technology), ****鳥取大学工学部(Faculty of Engineering, Tottori Univ.), *****JST,CREST

キーワード : 水質, pF, クリーニングクロープ, 窒素溶脱, 亜酸化窒素

く、全系列でクリーニングクロープによる NO₃⁻-N 溶脱抑制効果が実証された。

(3) 亜酸化窒素放出量: Fig.3 に累積 N₂O 放出量を示す。NO₃⁻-N 溶脱抑制効果が実証されたクリーニングクロープを栽培した系列において、実験期間中の N₂O 放出量は各々 228 ± 18.9, 340 ± 4.48, 247 ± 57.1 mgN/m² となり、系列 2 で N₂O が多く発生した。

(4) 植物生育: 植物乾物重は各系列 3.04 ± 0.28, 2.58 ± 0.52, 1.81 ± 0.18 kg/m² となり、系列 3 で生育が悪かった。

(5) 窒素収支: Table1 に各測定項目の平均値および次式により算出した無機態窒素溶脱率、無機態窒素吸収率を示す。

$$\text{無機態窒素溶脱率(\%)} = \frac{w}{w + x + y + z} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{無機態窒素吸収率(\%)} = \frac{x}{w + x + y + z} \times 100 \quad (2)$$

ここで、w: 浸出水中無機態窒素量(mgN), x: 植物窒素吸収量(mgN), y: 亜酸化窒素放出量(mgN), z: 実験終了時土壌無機態窒素量(mgN)である。

溶脱率は湛水のみを行ったポットと比較すると、各系列で大幅に減少した。植物吸収率においても各系列 100%に近い値となり、クリーニングクロープは NO₃⁻-N 溶脱抑制に極めて効果的であることが示された。ここで、植物窒素吸収量が初期土壌無機態窒素量を超えたのは、栽培中に土壌中の有機態窒素が無機化したためと考えられる。また、湛水のみを行ったポットでの N₂O 発生量が低かったのは本実験では栽培期間中にそれらのポットへの湛水を全く行わなかったためと考えられる。

Table1 窒素収支
Nitrogen balance

	無機態窒素(mgN)			x:植物窒素 吸収(mgN)	y:N ₂ O放出 (mgN)	z:終了時土壌無機 態窒素(mgN)	溶脱率(%)	無機態窒素 吸収率(%)
	初期土壌	供給水	w:浸出水					
系列1	335	48.9	15.6	918	11.3	36.1	1.59	93.6
系列2		56.6	6.22	975	16.9	37.8	0.60	94.1
系列3		44.1	21.7	666	12.3	24.5	3.00	91.9
湛水のみ		9.03	140	-	2.16	70.2	65.9	-

5. おわりに

NO₃⁻-N 溶脱量はクリーニングクロープを栽培した各系列で湛水のみを行ったポットより減少し、その中で、系列 2 において N₂O 発生量が多かった。また、植物生育は系列 3 で悪かった。したがって、本研究の栽培条件下では窒素溶脱、N₂O 放出抑制および植物生育の観点から最適な pF は系列 1 の pF1.5 ± 0.2 であると考えられる。

参考文献: 1)相馬暁: 日本土壤肥科学雑誌, Vol.59, No.3, pp.320-324, 1988

謝辞: 本研究は、JST, CREST および科学研究費補助金基盤研究 (B) (21310054) の補助により行われた。

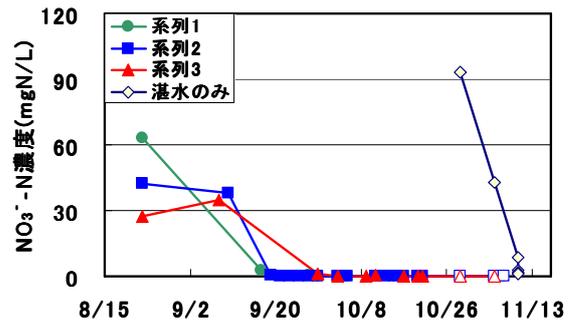


Fig.1 NO₃⁻-N 濃度の経時変化(流量荷重平均)
Time courses of NO₃⁻-N

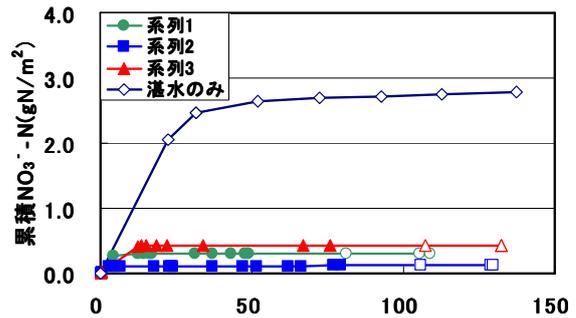


Fig.2 累積浸出水量と累積 NO₃⁻-N 溶脱量の関係
Relationship between cumulative amounts of infiltrated water and leached NO₃⁻-N

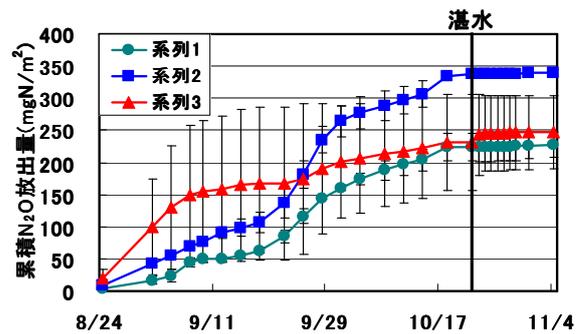


Fig.3 累積 N₂O 放出量(平均±標準偏差)
Cumulative amounts of N₂O emission