

汚泥再生リン「MAP」を活用したミニトマト栽培におけるN₂O抑制施用技術の確立と普及活動による国内資源への転換

京都府立桂高等学校 TAFS第2研究群芝研究班

八重尾鞠涅 魚谷悠人 栃木美空 吉田逢花 北川寧菜 藤井拓実 宮下絢凪 山本涼



目的

農耕地土壤は、速効性の窒素肥料の利用によって温室効果ガスである一酸化二窒素(N₂O)の放出量が多いと報告されており(伊藤ら、2015)、放出削減は世界的に急務である。本研究班の先行研究(2023)において、ノシバ生産にMAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)を使用したところ、N₂Oの発生が抑制されたことからMAPの継続研究を行っている。MAPとは、下水処理で発生する汚泥から「MAP法」で回収した循環資源である。MAPは窒素と多量のリンを含む国内生産可能な速効性肥料であり、昨年度はMAPを定植2か月前に散布した土壤でミニトマト栽培を行い、市販緩効性肥料と比べて果実品質に問題なく、収量が増加することを明らかにし、地域農家への普及を行った。今年度は、みどり戦略の(2)イノベーション等による持続的生産体制の構築の実現のため、ミニトマト栽培でMAP散布土壤からのN₂Oの放出量を抑制できるのか調査し、さらなる普及拡大を目指した。

取組内容

実験：ミニトマト栽培におけるMAP散布が土壤から発生するN₂O濃度に及ぼす影響

供試肥料：MAP (N-P-K : 4.5-23.1-0) 窒素：アンモニア性窒素4.5%

くみあい尿素入りIB化成S I号 (N-P-K : 10-10-10) 窒素：IB態窒素8%、尿素態窒素2%

低度化成8号 (N-P-K : 8-8-8) 窒素：アンモニア性窒素8%

【実験方法】

供試品種：ミニトマト ‘千果’

播種日：2025年2月11日 定植日：2025年4月12日

栽培方法：Newスーパーソイル(秋本天産物)を培養土とし、土を入れた22Lのプランターに1株ずつ定植した。

栽培条件：追肥は行わず、第4果房までの低段栽培とした。

【処理区】

肥料は窒素を10aあたり20kgとし、以下の処理区を設けた。

- MAP2か月前区：定植2か月前にMAPを88.88g散布。
- MAP区：定植当日にMAPを88.88g散布。
- 化成肥料2か月前区：定植2か月前にIB化成S I号を40g散布。
- 化成肥料区：定植当日にIB化成S I号を40g散布。
- 化成肥料追肥区：2か月前にIB化成S I号を20g、定植当日に低度化成8号を25g散布。

【測定項目】N₂O放出速度、定植0日目の土壤化学性

測定方法：N₂O放出速度は、栽培土壤から直接気体を採取し、ガスクロマトグラフィーで分析を行った。

土壤化学性は、土壤分析装置(EW-THA1J)を用いて測定を行った。



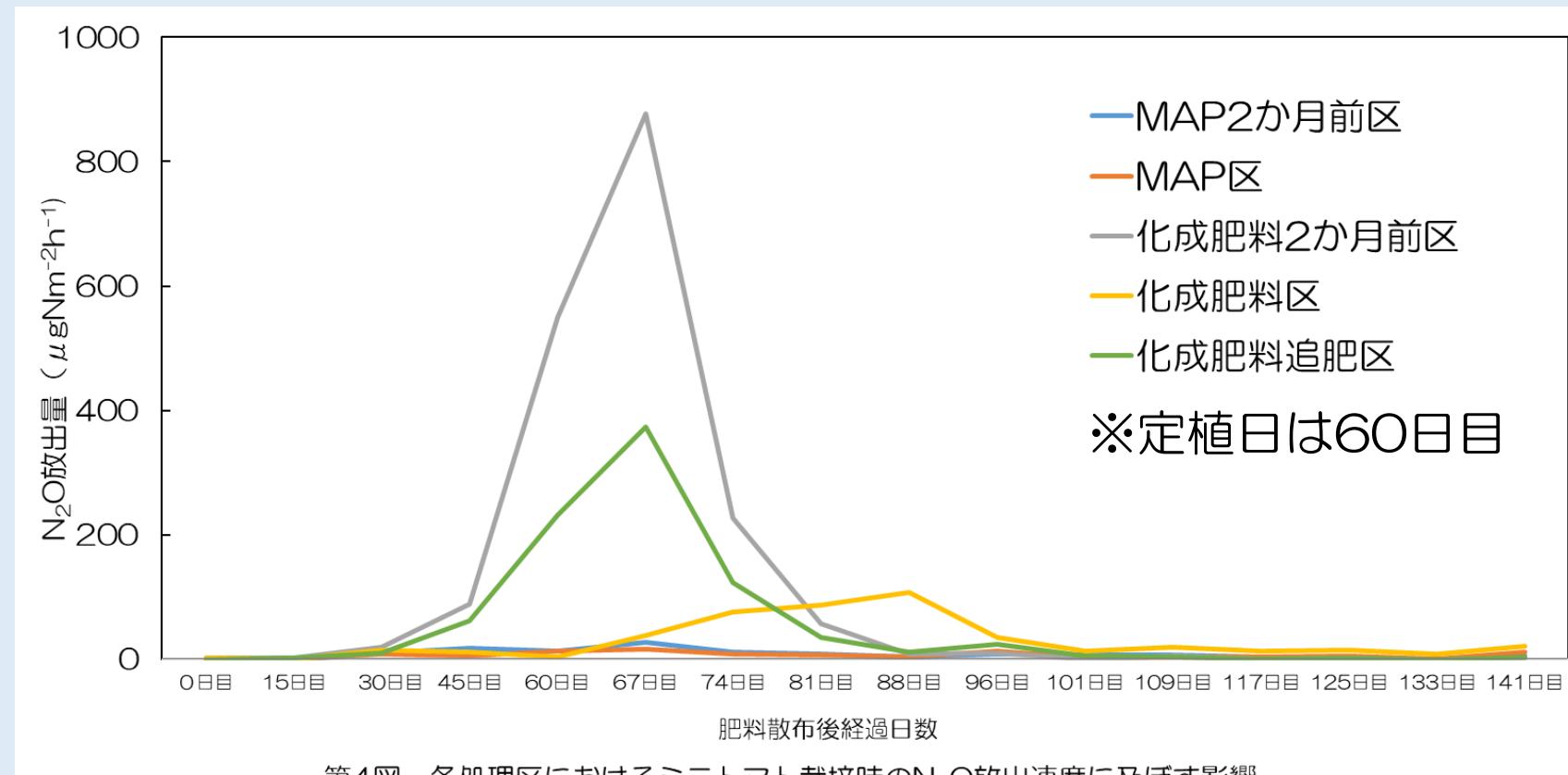
第1図 N₂O測定時の様子



第2図 ガスクロマトグラフィー分析の様子

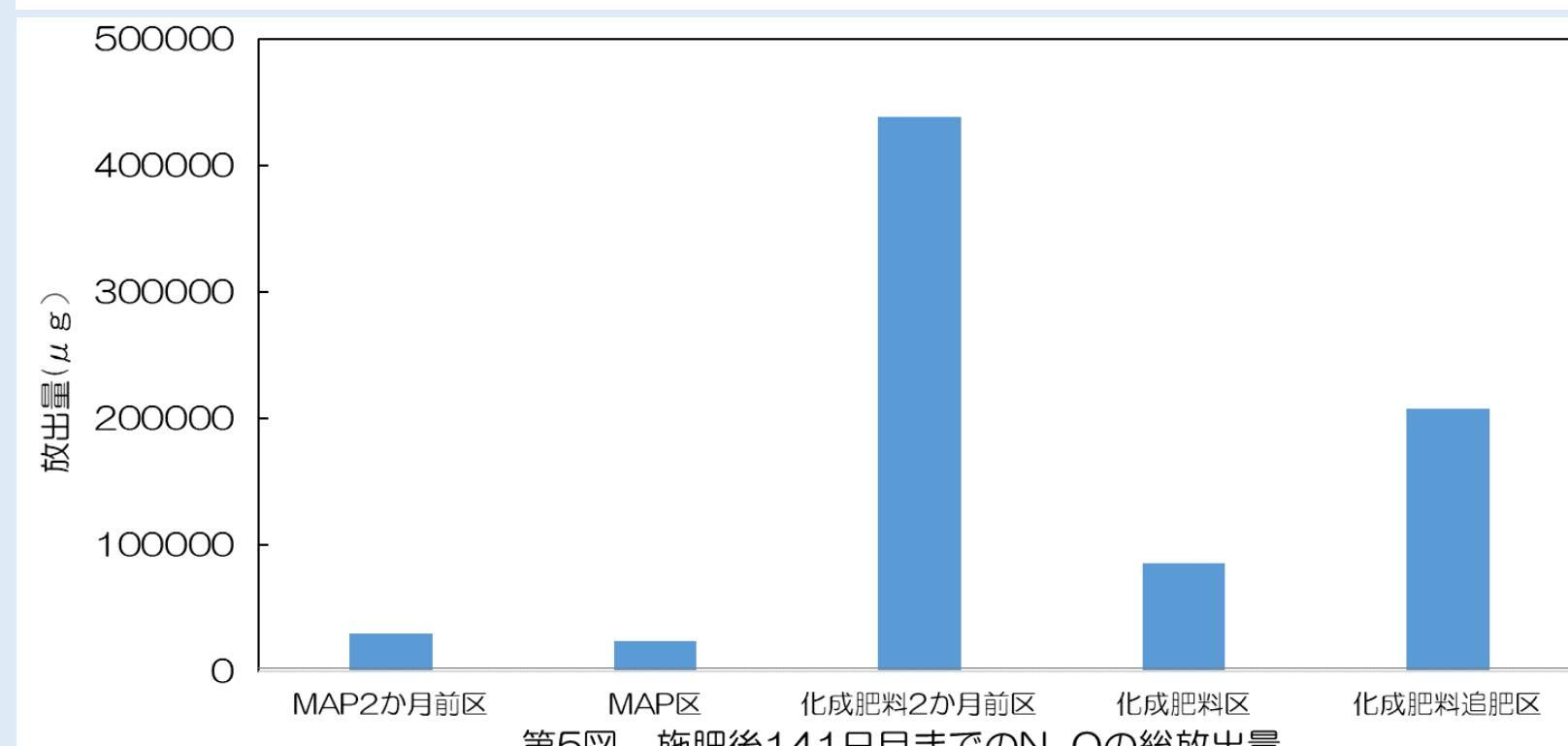


第3図 土壤分析の様子



第4図 各処理区におけるミニトマト栽培時のN₂O放出速度に及ぼす影響

(平均、n=5)



第5図 施肥後141日目までのN₂Oの総放出量

(平均、n=5)

処理区	pH	EC (mS/cm)	硝酸態窒素 (mg/100g)	アンモニア態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性カリウム (mg/100g)
MAP2か月前区	5.30 ¹ ±0.28 b ²	0.50±0.05	34.7±9.42 a	0.4±0.47 a	276.7±63.04 a	55.6±23.77 ab
化成肥料2か月前区	5.34±0.21 b	0.22±0.03 c	20.1±7.82 a	0.1±0.00	61.5±11.03 b	90.5±18.21 a
MAP区	6.80±0.15 a	0.37±0.04 b	0.4±0.34 b	0.7±0.54 a	24.6±7.61 b	42.9±13.76 b
化成肥料区	6.78±0.07 a	0.23±0.05 c	0.4±0.33 b	0.7±0.63 a	28.2±7.38 b	41.8±7.88 b
化成肥料追肥区	5.36±0.59 b	0.35±0.04 b	14.0±2.39 a	0.1±0.00 a	48.8±24.17 b	72.8±15.79 ab

¹平均±標準偏差 (n=5) ²tukeyのHSDより異なる文字間に5%レベルで有意差あり

【結果】定植日(60日目)のN₂O放出速度において、MAP2か月前区が化成肥料2か月前区よりも約40倍抑制されていた。また、定植後はすべての処理区で減少傾向にあった(第4図)。施肥後141日目までの総放出量においては、化成肥料2か月前区が最も放出されており、MAP2か月前区は約15倍抑制されていた(第5図)。土壤化学性ではMAP2か月前区が硝酸態窒素、可給態リン酸とともに化成肥料2か月前区よりも多い傾向が見られた(第1表)。

【考察】第1表において、MAP2か月前区の硝酸態窒素の含有量が化成肥料2か月前区よりも比較的多かったことから、MAPのアンモニア態窒素が硝酸態窒素に変化する過程で発生するN₂Oよりも土壤中に存在する硝酸態窒素が微生物に利用されることで多くのN₂Oが発生したのではないかと考えられる。また、被覆肥料の利用がN₂O削減に有効である(白鳥ら、2019)と報告されていることから、MAPでN₂O放出を低減できたのは2か月間でMAPの肥料成分が緩やかに溶出し、N₂Oが発生する前に植物が肥料成分を吸収したからだと考えられた。

普及活動

【地域生産農家への普及】

森田農園や青山農園でMAPを使用したトマト栽培をしていただいたところ、「トマトが昨年より大きくなつた。」と効果を実感していただいた。



第6図 青山農園訪問時の様子

【一般消費者への普及】

各種販売会やイベントにてMAPを散布した矮性ミニトマト‘ふちっ娘レッド’の販売を行い、幅広い層の方にMAPについて知ってもらうことができた。



第7図 MAP普及の様子

まとめ

MAPは定植の2か月前に散布することで、収量が増加するだけでなく、N₂Oを抑制する効果も見られた。これらの結果を、農家から一般消費者へ普及を行うことができたことから、MAPによる安定した栽培とN₂O排出を抑制した持続可能な農業が期待できる。

今後の展望

ミニトマトだけでなく、他の作物でもMAPを用いて実験を行い、利用方法とN₂O削減方法の確立を研究していく。現在は共同研究を行っている東北大学と連携し、土壤からN₂Oを削減する力をもつ根粒菌資材をつけたダイズの栽培実験を、MAPを散布した校内圃場で始めている。既にN₂O抑制効果が確認されつつあるため、このまま研究を続けていき、持続可能な農業を実現していく。

参考文献：伊藤ら、2015, 窒素形態の異なる肥効調節型肥料の亜酸化窒素放出への影響(日本土壤肥料学会講義要旨集)

白鳥ら、2019, 肥効調節型肥料の種類の違いが畑地からの一酸化二窒素発生に及ぼす影響(日本土壤肥料学会講義要旨集)

謝辞：本研究は東北大学教授佐藤修正様、水ing株式会社様のご指導、ご支援を受け活動を行っています。ここに感謝いたします。