

## 水田土壌中でのマイクロナノバブルの動き Movement of Micro-nano Bubbles in Paddy Soil

○笹本涼太\*, 関航太郎\*, 後藤優治\*, 小平俊介\*, 玉置雅彦\*\*, 甲斐貴光\*\*\*, 登尾浩助\*\*\*\*  
SASAMOTO Ryota\*, SEKI Kotaro\*, GOTO Yuji\*, KODAIRA Syunsuke\*, TAMAKI Masahiko\*\*, KAI  
Takamitsu\*\*\*, and NOBORIO Kosuke\*\*\*\*

### 1. はじめに

産業革命以降、世界の平均気温は上昇し続けており、その要因とされる温室効果ガスの排出も増加し続けている (IPCC, 2021)。温室効果ガスの一つであるメタンは二酸化炭素の約 27 倍の温室効果を持っており (IPCC, 2021)、日本におけるメタン排出量の約 42% を稲作が占めている (GIO, 2022)。稲作由来のメタン排出を低減させる手法として、水田の水位を下げることで土壌に空気を送り込む中干しや間断灌漑が存在する。しかし中干しや間断灌漑は高い灌漑排水能力が求められる (飯嶋, 2022)。そこで水田土壌を好氣的にする別の手法としてマイクロナノバブル (MNB) が挙げられる (Minamikawa et al., 2015)。MNB は気泡の径が数百 nm から  $10\mu\text{m}$  と小さく浮力も小さいため長く水中に存在し、発生後は徐々に浮上して溶解する気泡である (大成ら, 2006)。そのため水田土壌に MNB を施与し空気供給が増えることでメタン排出の低減の可能性がある一方で、水田土壌に MNB を施与した研究や土壌中における MNB の移動を評価した研究は少ない。本研究では水田土壌への MNB の施与が空気供給の効果を示すか、また水田土壌中での移動を明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

本実験は明治大学生田キャンパス (神奈川県川崎市) のライシメーターを用いた。MNB を施与する MNB 施与区と施与しない常時湛水の対照区の 2 区画で実験を行った。イネはコシヒカリを用いた。MNB を土壌中に行きわたらせるため塩ビ管を地表面から深さ 30cm に水平に埋設し、MNB 発生装置 (ウォーターナビ社, スピノール) を塩ビ管内に設置し MNB を施与した。MNB 発生装置は 6 月 15 日から 10 月 5 日まで稼働させた。MNB の水平方向への移動の評価は酸化還元電位 (ORP) を用いた。データロガーを用いて ORP は計 12 点 (Fig. 1) に設置し 1 分間隔で測定した。

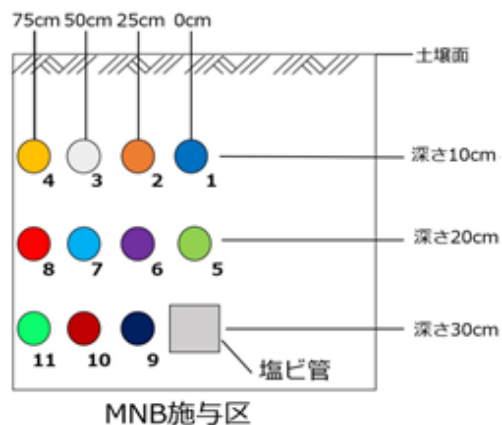


Fig. 1 MNB 施与区に設置した ORP 電極位置  
Redox electrodes installed in MNB application area

\*明治大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Meiji University

\*\*摂南大学農学部 School of Agriculture, Setsunan University

\*\*\*明治大学黒川農場 Kurokawa Farm, Meiji University

\*\*\*\*明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

キーワード：水田灌漑, 灌漑施設, 水質制御

### 3. 結果と考察

ORP が $-200\text{mV}$  以下のとき水田土壌が還元状態となり水田からのメタン排出が増加する (大石ら, 1994) ことが報告されている。深さ  $30\text{cm}$  (Fig. 2a) では9、11番が全期間を通して $-200\text{mV}$  を下回り、施与部と同じ高さでは水平方向への移動は無かったと考えられた。一方で10番のORPが酸化を示す高いORPを示したが、電極の汚れなど十分な測定が出来ていなかったことが原因として考えられた。深さ  $20\text{cm}$  (Fig. 2b) では施与部直上の5番がほぼ全期間を通して $-200\text{mV}$  以上の値を示しておりMNBにより土壌が酸化されていたと考えられる。また6、7番も7月において $-200\text{mV}$  以上の値を示し土壌が酸化されていたと考えられ深さ  $20\text{cm}$  においてMNBは水平方向に $50\text{cm}$  移動していた可能性がある。しかし7月以降の期間では $-200\text{mV}$  を下回った還元状態の期間が長かった。深さ  $10\text{cm}$  (Fig. 2c) は $-200\text{mV}$  を上回る期間も見られたが除草による影響も考えられ、深さ  $10\text{cm}$  で施与部直上の1番では $-200\text{mV}$  を下回る期間が多く、除草の影響も考えられることから深さ  $20\text{cm}$  とは異なり深さ  $10\text{cm}$  へMNBが届いていなかったと考えられた。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 2121K19182 (研究代表者：玉置雅彦) の助成を受けました。

引用文献

飯島盛雄 (2022) : 栽培技術の改変による気候変動への取り組み. 作物研究, 67: 67-73

IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change (2021) : Climate Change 2021 The Physical Science Basis [https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf) (2022/6/5 確認)

国立環境研究所地球環境研究センター, 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO) (2022) : 日本国温室効果ガスインベントリ報告書, p.2-7.

Minamikawa, K., Takahashi, M., Makino, T., Tago, K. and Hayatsu, M. (2015) : Irrigation with oxygen-nanobubble water can reduce methane emission and arsenic dissolution in a flooded rice paddy. Environmental Research Letters, 10: 1-11

大石興弘, 浜村研吾, 宇都宮彬, 村野健太郎, 坂東博 (1994) : 水田におけるメタンフラックス. 大気汚染学会誌, 29: 145-150

大成博文, 都並結依, 大成博音, 山本孝子 (2006) : マイクロバブルの発生機構と収縮特性. 水工学論文集, 50: 1345-1350

Wu, Y., Lyu, T., Yue, B., Tonoli, E., Verderio, A.M.E., Ma, Y. and Pan, G. (2019) : Enhancement of Tomato Plant Growth and Productivity in Organic Farming by Agri-Nanotechnology Using Nanobubble Oxygenation. Journal of agricultural and food chemistry, 67: 10823-10831

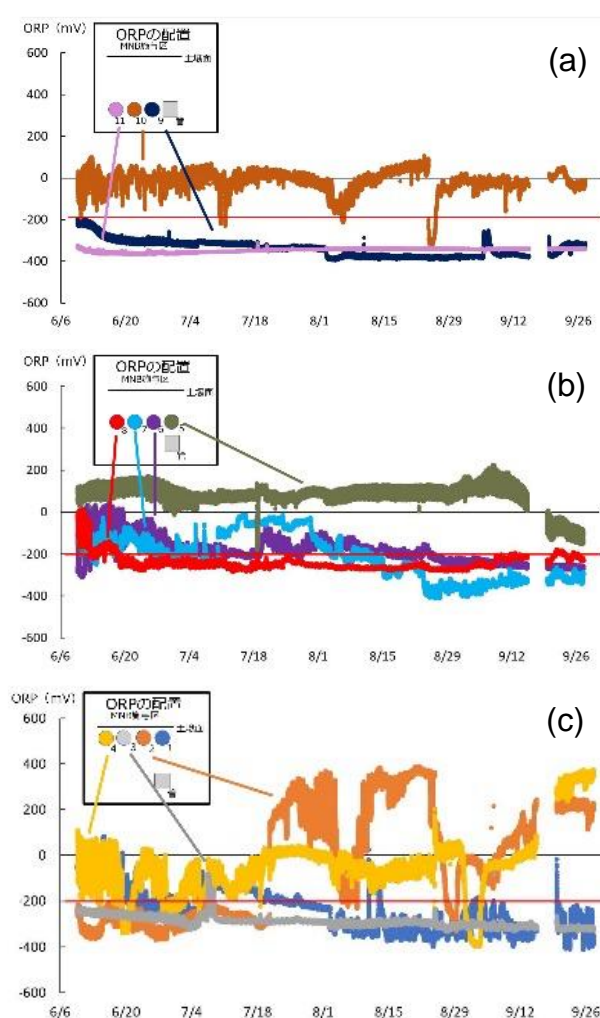


Fig. 2 酸化還元電位の経時変化 : (a)深さ  $30\text{cm}$ , (b)  $20\text{cm}$ , (c)  $10\text{cm}$ .