

令和元年6月15日現在

機関番号：82104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18829

研究課題名(和文) ナノバブル水の灌漑による湛水水田土壌の還元抑制に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Basic study on the suppression of soil reductive conditions in a flooded rice paddy by the irrigation with water containing nanobubbles

研究代表者

南川 和則 (Minamikawa, Kazunori)

国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・生産環境・畜産領域・主任研究員

研究者番号：60601151

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、水田湛水土壌の還元抑制に対するバルク酸素ナノバブル(NB)水の灌漑の影響範囲を解明することを目的に、一連の基礎土壌実験を実施した。始めに、イネ未栽培の土壌カラム実験から、酸素NB水の灌漑によって、イネ植物体の影響を介さずとも、湛水土壌中でのメタン生成・排出を削減できることが明らかになった。次に、同カラム実験での田面水・土壌境界面の酸素濃度プロファイル測定から、酸素NB水の灌漑によって、湛水状態であっても浅層土壌で酸化が起きることを確認できた。最後に、重金属を比較的多く含む土壌を用いた実験から、出穂期とその前後の時期に酸素NB水の効果が顕著にみられることを確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、バルク酸素ナノバブルが持つ還元環境に対する改善効果を、水田土壌を事例として定量的に示したものである。このような還元改善の研究事例は農学分野にとどまらず、多分野で試行錯誤が続けられており、本研究成果はそこに科学的エビデンスを提供した。バルク酸素ナノバブルは、全球的には絶対嫌気性の古細菌によるメタン生成・排出(地球温暖化)、地域的には水田土壌からのヒ素の溶出・イネへの移行(重金属汚染)という環境問題に対して、農作物の生産性を維持しつつ、水田還元環境の改善による緩和策を提供する。

研究成果の概要(英文)：This study carried out a series of basic soil experiments to elucidate the ability of the irrigation with water containing bulk nanobubbles made of pure oxygen (hereafter, oxygen NB water) for suppressing the development of the reductive conditions in a flooded paddy soil. The results of soil column experiments indicate that oxygen NB water can reduce the production and emission of methane, a potent greenhouse gas, in a flooded soil under rice unplanted conditions. The result of measuring soil oxygen profile shows that oxygen NB water shift oxidatively the redox conditions in a shallow soil layer under flooded conditions. The results of pot rice cultivation with a soil containing relatively high heavy metals suggest that the effect of oxygen NB water is remarkable during and around rice heading stage.

研究分野：環境農学

キーワード：ナノバブル 水田 ウルトラファインバブル マイクロセンサー 重金属汚染 地球温暖化

CH<sub>4</sub> < c 9.1 % Su & Prather et al., 2012, Geophys. Res. Lett. >  
 4/ 4 AC2M & Shindell et al., 2012, Science >  
 CH<sub>4</sub> ; & m CH<sub>4</sub> < PM >  
 2000 2009 8Z 11% 0b } Z 8 & IPCC, 2013 >  
 / # c 55%(u & IIRI, 1993 > Q c CH<sub>4</sub> b Pw

CH<sub>4</sub> < c 4 JE Pr S BC - 6p  
 CH<sub>4</sub> P >

CH<sub>4</sub> < P 8? > 8: % T 8 K Z  
 NB > b K S C 5 b NB % 2 f u Z H S @  
 Liu et al., 2013, Chem. Eng. Sci. > i c P N M 2 ) 9  
 NB b X 6 7, b 1 b P O D.  
 Takahashi et al., 2005, J. Phys. Chem. B > T % K S  
 NB b l CH<sub>4</sub> P b e a Z K & Mi nami kawa  
 et al., 2015, Environ. Res. Lett. > u 9 Z 2 A B M Z

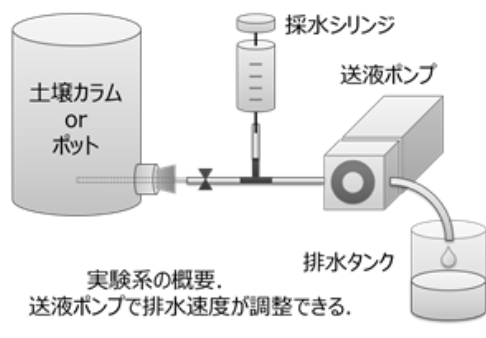
CH<sub>4</sub> < 5 21% P S K Z @  
 40 PM 5 r a p p 0 7 w k 0 5 5 p  
 NB b / S u p 4 S ) 1 E S  
 Gr [ 2 [ c 4 0 NB b l p 8 b M Z  
 0 > 5 cm p k Z 4 S G O E S & Mi nami kawa et al.,  
 201 K 40 PM 4 0 NB b 8 j ( V 4 B S 6 ) q  
 O k S b M f e u p 8 b 4 8 f i b

0 > 2 % \$  
 i c NB % 2 M K 6 8  
 NB 8 B M G M g \_ NB ) % S  
 NB 2 I G 0 0 0 8  
 NB < 0 ,

CH<sub>4</sub> < P M 4 0 NB b 0 & Mi nami kawa et al.,  
 2015 2 0 % 0 1 0 0 0 1  
 2 E 40 PM 4 0 NB b 8 j ( V 0 ' M G % \$ K S

1 > 2 B  
 % 2 E 2 X B K S u B K 8 u p 0 Z q B  
 ( o NB l up 4 R 6 p b I y 0 0 M v r 4 0 NB b @ #  
 up l p M s 8 j b ( V I K S & 1 > \_ 5 5 3 0 u p 8 Z  
 up 0 g p 9 K S & 2 > M m 0 C S G  
 ' 2 0 j 0 > 8 Z 4 ( \ ( 4 0 B K S NB D K  
 S 8 B K S 4 0 NB 0 ( ° 185 nm ( X 7.0 10<sup>7</sup> mL<sup>-1</sup> & A 3 2 S  
 2 NanoSi ght LM10 Mal vern 0 > b 4 0 NB b / c M m 0 8 Z 7 b  
 a e K 7 4 8 i 7 T S

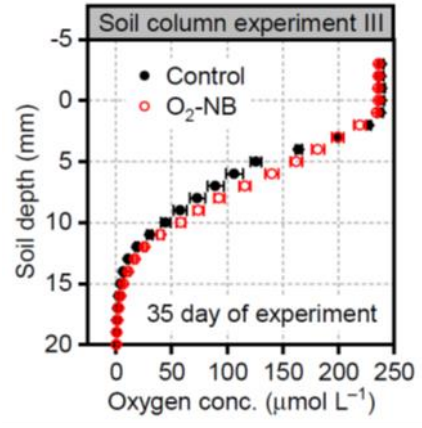
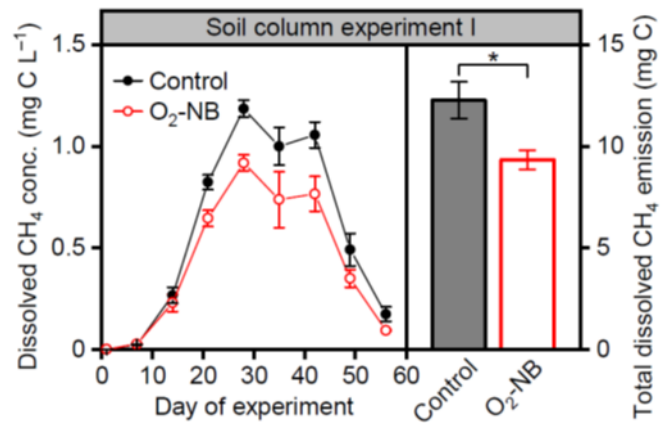
(1) 9 18 up 4 PM 4 0 NB b  
 B b, 0 b 8 0  
 8 Z 3 G K S r N M 5 K % } 0 W / >  
 c K 6 8 8 S V / / B f i \  
 K Z Z. 4 ( & P f 4 0 NB b Q  
 R 3 o 0 K S # X X 0 W  
 30 8 4 6 P  
 8 S - p l b P N 3 CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> M  
 4 B ( o N<sub>2</sub> O > 0 5 5 3 G % b  
 9 8 Z P K S  
 0 8 Z p 8 Y 30 mm r p 4 0  
 0 5 % 1 mm ) [ K S



(2) 9 28 55 30up E400 NB 4  
 & 6 mg kg<sup>-1</sup> & 4 mg kg<sup>-1</sup> 30up  
 up 80 4 400 NB 400 & 4 > Q  
 R 3 oDKS #XX 0 W 13EK 30P  
 8 468KS<pi bPÑ 400 NB 400  
 4 o 1 400 NB 400  
 B63KZ CH<sub>4</sub><50  
 KS rS 55 P4KS

2>%2BÝ  
 (1) 9 18 400 NB 400  
 3 Gb86 cupGv?  
 & 7 vKCC 13 9 @  
 MmZ L9  
 vb PÑ CH<sub>4</sub><  
 & 1 G% N 3 G  
 PÑ CH<sub>4</sub><5PK  
 (S(0)  
 p < 0.05  
 1 G% 24% 28%  
 20% 28%  
 55 X8Z  
 CH<sub>4</sub><  
 3 G% 1 3 5 7 4%  
 5 4% 8zuZ0 NB 4  
 up8Ý 4  
 7 4% v400 NB 4  
 9 1 b ) 400 NB 4 CH<sub>4</sub><  
 up8Ý 400 NB 4 CH<sub>4</sub><

CH<sub>4</sub><Pö



(3) 9 28 5 5 30upE400 NB 4  
 #p86 PÑ CH<sub>4</sub><5 400 NB 4  
 (ò NB 4 CH<sub>4</sub>PÝ 400 NB 4  
 #E CH<sub>4</sub><5 400 NB 4  
 8 468KS<pi bPÑ 400 NB 4  
 PM / B63KZ 2 4  
 6A CH<sub>4</sub> 400 NB 4  
 400 NB 4  
 0b 9% 1 83B8 CH<sub>4</sub>  
 <5c 5% 55 P5X8Z(88B CH<sub>4</sub>  
 400 NB 400 S



40 NB b Y @r6G@  
Mi nami kawa et al. (2015)MKZ  
S rSupB#40

40 NB b 0B  
NB 0v

3 >#e ...  
2 6  
q | 1 0 5 %9x G0(A) | #p40  
2017 "  
r | 1 0 5 %4(A) | #pb405E  
2018 "

4> %2))°  
(2)%2 \*  
%2 # 5 %-  
& MAKINO, Tomoyuki >  
%2 # 9x G0  
& TAKAHASHI, Masayoshi >