

農耕地からの一酸化二窒素ガス発生を削減し作物の増収・減農薬を実現する  
革新的微生物資材の開発

分野

適応地域

〔研究グループ〕

東京大学、新潟県農業総合研究所、(株)ロム  
東北大、十勝農業協同組合連合会

〔研究統括者〕

東京大学 妹尾 啓史

〔研究期間〕

平成30年～令和2年(3年間)

30012B

農業－生産資材

全国

キーワード: N<sub>2</sub>O削減技術、作物生産性向上、微生物資材、土壌病害対策、ダイズ根粒菌

## 1 研究の目的・終了時の達成目標

農耕地から発生する一酸化二窒素ガス(N<sub>2</sub>O)は削減が求められている温室効果ガス・オゾン層破壊物質であるが利用可能な削減技術は少ない。本研究は土壌から発生するN<sub>2</sub>Oガスを削減する機能に加えて作物生産性を向上させる資材として、植物系繊維と微生物を利用した土壌病害にも効果的な「植物系繊維資材」と圃場を利用したダイズ根粒菌の育種技術から得られた「根粒菌資材」の開発を目指した。それぞれの資材の学術的研究を行い、圃場試験で一定の効果をえられる資材とすることを達成目標とした。

## 2 研究の主要な成果

- ① 土壌に植物系繊維を施用することで起こるN<sub>2</sub>Oガス発生削減の機構を明らかにした(植物系繊維資材)。植物系繊維は土壌において菌食性土壌動物を増加させ、N<sub>2</sub>Oガスを生成する糸状菌を減少させた。
- ② 植物系繊維による土壌病害抑止効果とその機構を明らかにした(植物系繊維資材)。菌食性土壌動物は植物病原糸状菌も摂食し、トマト褐色根腐病発病圃場で土壌病害を低減させることが可能であった。
- ③ 植物成長促進効果と植物病原糸状菌に対する拮抗能を所持したバチルス株と植物系繊維を組み合わせた資材を開発し、ハウレンソウ萎凋病、立枯病、ナス半身萎凋病で発病抑制効果が見られた(ポット試験)。
- ④ 圃場でのダイズ根粒菌選抜技術(圃場ループ育種)の原理を解明し、各地の圃場で根粒菌育種が可能となる技術マニュアル作成した(ダイズ根粒菌資材)。
- ⑤ 圃場ループ育種した根粒菌集団により圃場試験で増収およびN<sub>2</sub>O削減効果を確認した。圃場試験で20%以上の増収率、約50%のN<sub>2</sub>O削減率を示す根粒菌集団を取得した(ダイズ根粒菌資材)。

## 公表した主な特許・論文

- ① Sánchez, C. *et al.* Nitrogen cycling in soybean rhizosphere: Sources and sinks of N<sub>2</sub>O. *Front. Microbiol.* **10**, 1943 (2019). doi: 10.3389/fmicb.2019.01943.
- ② Shen, H. *et al.* Mitigating N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils with fungivorous mites. *ISME J* (2021). <https://doi.org/10.1038/s41396-021-00948-4>

## 3 今後の展開方向

- ① 安定した効果を得るための処理方法を検討し、実用化を目指す(植物系繊維資材)。
- ② 根粒菌集団の大量生産方法を確立し、既存の根粒菌資材に置き換えて販売する(ダイズ根粒菌資材)。

## 【今後の開発・普及目標】

- ① 植物系繊維資材は2025年度と想定し、開発を進める。
- ② ダイズ根粒菌資材は実用化を2022年度と想定し、開発を進める。
- ③ 最終的には、10,700ha(植物系繊維資材)と12,000ha(ダイズ根粒菌資材)での普及を図る予定。

## 4 開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 農薬が使用しにくい有機農業分野等における植物系繊維資材の活用で約10億円の経済効果、国内のダイズ生産者への利用を図り、ダイズ生産量の増加を図る(約10億円の経済効果)。
- ② 政府が進める温室効果ガスの削減への取り組みにおいて、農業分野での重要なN<sub>2</sub>Oガス削減技術の基盤となり得る(両資材)。また、有機農業を推進するにあたり対策が難しい土壌病害が起こりにくい土壌環境の形成により農業分野での持続的な開発目標(SDGs)への貢献が可能となる(植物系繊維資材)。ダイズ根粒菌資材の活用により、食料自給率の低い国産ダイズ(自給率7%、平成29年)の生産量増加が見込まれる。

# (30012B) 農耕地からの一酸化二窒素ガス発生を削減し 作物の増収・減農薬を実現する革新的微生物資材の開発

## 研究終了時の達成目標

農耕地から発生するN<sub>2</sub>Oガスを削減し、作物の増収を実現する微生物資材を開発する。  
土壌病害対策も可能な植物系繊維資材および育種により選抜したダイズ根粒菌を開発する。

## 研究の主要な成果

### 植物系繊維資材



土壌中の植物系繊維は菌食性土壌動物の住処

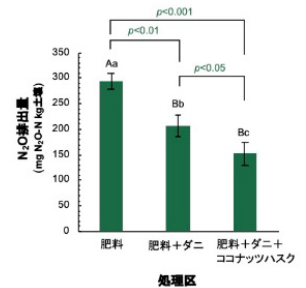


ダニ (萎凋病菌) トビムシ (半身萎凋病菌) ヒラタムシ (褐色根腐病菌)

植物系繊維に集まる菌食性土壌動物と摂食される植物病原糸状菌

#### 植物系繊維の効果

- ・菌食性土壌動物を集めて増やす
- ・土壌中の植物病原糸状菌の減少
- ・N<sub>2</sub>Oガスを生成する糸状菌の減少



土壌動物(ダニ)が多い土壌ではN<sub>2</sub>O排出量が減少

### 植物系繊維資材の病害抑止効果

検討資材	植物病原糸状菌	病害抑止効果	試験規模
植物系繊維	ホウレンソウ萎凋病	○	ポット/コンテナ
	ホウレンソウ立枯病	○	ポット
	ナス半身萎凋病	○	ワグネルポット
	トマト褐色根腐病	○	ワグネルポット/圃場
パチルス付繊維資材*	ホウレンソウ萎凋病	○	ポット
	ホウレンソウ立枯病	○	ポット
	ナス半身萎凋病	○	ワグネルポット

パチルス付繊維資材\*

インドール酢酸生産性を保有することで植物成長促進効果を示し、植物病原糸状菌への拮抗能を所持したパチルス株を植物系繊維に吸着させた資材。

### ダイズ根粒菌資材

土着菌との競争的根粒形成能が高いN<sub>2</sub>O削減・収量増加型の根粒菌を圃場で選抜する技術を開発し、マニュアル化した。

これにより各地の圃場に適した根粒菌育種が可能となった。

圃場ルーブ育種技術マニュアル  
第1版 2021年2月

0. 概要	1
1. 圃場ルーブ	2
1.1 成分分析	2
1.2 圃場ルーブの入手と保管方法	2
2. 選抜方法	3
2.1 圃場選抜	3
2.2 選抜方法	4
2.3 圃場選抜圃場の設置方法	5
3. 圃場	6
3.1 生育	6
3.2 根粒形成	6
3.3 収量	6
4. 分析・評価	7
4.1 根粒採取	7
4.2 根粒形成率の測定	7
5. 分析(1): Bradyrhizobium diazoefficiens の選抜	10
5.1 PCRによる nosZ 分析	10
5.2 PCRによる ITS-RFLP 分析	11
6. 分析(2): Multiplex PCRによるグループ分け	16
7. 優良根粒菌株の選定と分離・保存	19

### 根粒菌資材による増収効果

	R2				3圃場 平均増収率
	大正圃場		音更圃場		
	kg/10a 無接種 対比%	kg/10a 無接種 対比%	kg/10a 無接種 対比%	kg/10a 無接種 対比%	
無接種	250.2	405.4	272.8		
nosZ-接種	295.1 (118)	383.3 (95)	322.0 (118)		110
X110接種	331.5 (132)	431.8 (107)	300.8 (110)		116
Z110接種	335.1 (134)	423.6 (104)	284.2 (104)		114

根粒菌資材 (X110, Z110)は無接種区に対して3圃場平均14%から16%の増収率を達成 (低収圃場では増収効果が高まる傾向にあり、30%超の増収率を確認)

### 根粒菌資材によるN<sub>2</sub>O削減効果

	R2				R2 処理平均	
	大正圃場		上土幌圃場		無接種対比	nosZ-接種対比
	積算量 mgN <sub>2</sub> O- N/m <sup>2</sup>	削減量% 無接種対比 nosZ-接種対比	積算量 mgN <sub>2</sub> O- N/m <sup>2</sup>	削減量% 無接種対比 nosZ-接種対比		
無接種	56.3	-	40.0	-	-	-
nosZ-接種	62.4	-	30.2	-	-	-
X110接種	31.7	44	11.1	72	58	56
Z110接種	37.3	34	23.6	41	37	31

根粒菌資材 (X110, Z110)は無接種区に対して2圃場平均37%から58%のN<sub>2</sub>O削減率を達成

## 今後の展開方向

**植物系繊維資材:** 安定的で効果的な使用方法を検討し、実用化を目指す (資材化は2案想定)。

- ・パチルス付繊維資材 (パチルスによる植物成長促進も示す健全な土壌環境の形成資材)
- ・植物系繊維含有堆肥 (植物系繊維を堆肥と混合した健全な土壌形成を図る機能性堆肥)

**ダイズ根粒菌資材:** 根粒菌の大量生産方法を確立し、既存の根粒菌資材に置き換えて販売する。

## 見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ・温室効果ガス削減への取り組みにおいて、農業分野における重要な技術基盤となる。
- ・健全な土壌環境を形成させ持続的な開発目標(SDGs)に寄与できる (植物系繊維資材)。
- ・食料自給率の低い国産ダイズの増産につながる (ダイズ根粒菌資材)。