

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本－中国共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「窒素利用効率の向上と温室効果ガス N_2O の排出量低減を目指した 1.9-デカンジオール等の土壌窒素代謝を制御するイネの根浸出物の放出制御を通じた水田土壌微生物叢の制御」
2. 研究期間：平成 29 年 11 月～令和 3 年 3 月
3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	藤原 徹	教授	東京大学大学院農学生命科学研究科	WP1
主たる共同研究者	妹尾 啓史	教授	東京大学大学院農学生命科学研究科	WP4
研究参加者	神谷 岳洋	准教授	東京大学大学院農学生命科学研究科	WP1
研究参加者	増田 曜子	特任研究員	東京大学大学院農学生命科学研究科	WP4
研究参加者	Feng Zihang	特任助教	東京大学大学院農学生命科学研究科	WP1
研究参加者	Wang Yunshu	大学院生	東京大学大学院農学生命科学研究科	WP1
研究期間中の全参加研究者数				7名

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Shi Weiming	教授	中国科学院 南京土壌研究所	WP 1, 2, 3, 4
主たる共同研究者	Yilin Li	准教授	中国科学院 南京土壌研究所	WP 1, 2, 3, 4
研究参加者	Yufang Lu	研究員	中国科学院 南京土壌研究所	WP 1, 2, 3, 4
研究参加者	Meng Wang	研究員	中国科学院 南京土壌研究所	WP 1, 2, 3, 4
研究参加者	Xiaonan Zhang	大学院生	中国科学院 南京土壌研究所	WP 1, 2, 3, 4
研究参加者	Jingjing Wu	大学院生	中国科学院 南京土壌研究所	WP 1, 2, 3, 4
研究期間中の全参加研究者数				9名

4. 国際共同研究の概要

農業由来の温室効果ガスの発生は地球の温暖化に影響を与えていると懸念されている。 N_2O は農業由来の温室効果ガスの中でも温室効果が高く、その発生は施用された窒素肥料から土壌微生物の働きによって起こることが知られている。本研究の開始時点で中国側研究者はイネの根から分泌され N_2O の発生を抑制する効果のある化合物 1.9 デカンジオールを同定していた。本国際共同研究では日本側の持つイネを用いたゲノムワイド関連解析や

土壌の微生物相解析を相互利用することを通じて、 N_2O の発生を抑制するイネの育種に結びつく遺伝子同定や栽培管理に結びつく知見を得ること目的として実施した。全体としてイネの育種や栽培条件を調節することを通じて土壌由来の温室効果ガス発生の抑制技術の開発につながる知見を得た。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

日本側の持つ多系統のイネを水耕栽培し、根からの分泌物を収集、中国側での硝化抑制活性測定を行い、その結果を用いたゲノムワイド関連解析によって、硝化抑制活性を持つ **1.9** デカンジオールの分泌に関わるイネの遺伝子を推定した。当該遺伝子の **1.9** デカンジオール輸送活性を酵母で検定した。また、**1.9** デカンジオールの分泌がアンモニアや酸素供給により増加することが見出された。**1.9** デカンジオール以外の硝化抑制能を持つ新規化合物の同定や、新規化合物と **1.9** デカンジオールの相互作用の検討を行い両者が相乗的に効果を示すことが明らかにされた。また、**1.9** デカンジオールの土壌微生物に及ぼす影響について解析を行ない、土壌微生物相への影響が示されたが、中国での中国の土壌を用いた結果と日本での日本の土壌を用いた結果には違いも見られた。

5-2 国際共同研究による相乗効果

本研究では日本側の持つイネのリソースと土壌微生物の分析技術と、中国側の持つ硝化抑制物質の知見や分析技術を共同研究として組み合わせることにより、イネの **1.9** デカンジオール分泌に関わる遺伝子などが見出された。これらは共同研究なくしては実現できず相乗効果は高かったと考えている。研究開始1年目、2年目には相互に人的交流も行い、情報や実験技術の共有を進めた。学生の交流も行ったが、**2020** 年度からは新型コロナの影響でオンラインでのやり取りに限定された。全体としては相乗効果を利用した成果を得られたと考えている

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

農業由来の温室効果ガスの発生は地球の温暖化に影響を与えている。 N_2O は農業由来の温室効果ガスの中でも温室効果が高く、その発生は施用された窒素肥料から土壌微生物の働きによって起こる。本研究によって N_2O の発生を抑制する **1.9** デカンジオールの根からの分泌に関与するイネ遺伝子を見出し、**1.9** デカンジオールの分泌量に影響を及ぼす環境条件を明らかにすることができた。これらの知見は持続可能な農業を実現するための基礎となる知見である。

本共同研究については今後も中国側の Shi 教授のグループと共同研究を継続することで合意している。新型コロナの影響は今後も一定期間続くと想定されるものの、オンラインツールを用いた交流などを進めていく予定である。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan – China Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Regulation of rice rhizosphere soil microbial flora through enhancing release of 1,9-decanediol and other specific root exudate compounds for higher nitrogen use efficiency and lower N₂O emission」
2. Research period : November 2017 ~ March 2021
3. Main participants :
Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	FUJIWARA Toru	Professor	Graduate School of Agricultural and Life Science, the University of Tokyo.	WP1
Co-PI	SENOO Keishi	Professor	Graduate School of Agricultural and Life Science, the University of Tokyo.	WP4
Collaborator	KAMIYA Takehiro	Associate Professor	Graduate School of Agricultural and Life Science, the University of Tokyo.	WP1
Collaborator	MASUDA Yoko	Researcher	Graduate School of Agricultural and Life Science, the University of Tokyo.	WP4
Collaborator	FENG Zihang	Researcher	Graduate School of Agricultural and Life Science, the University of Tokyo.	WP1
Collaborator	WANG Yunshu	Graduate Student	Graduate School of Agricultural and Life Science, the University of Tokyo.	WP1
Total number of participants throughout the research period:				Number 7

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Weiming Shi	Professor	Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences	WP 1,2,3,4
Co-PI	Yilin Li	Associate Professor	Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences	WP 1,2,3,4
Collaborator	Yufang Lu	Researcher	Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences	WP 1,2,3,4
Collaborator	Meng Wang	Researcher	Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences	WP 1,2,3,4
Collaborator	Xiaonan	Graduate	Institute of Soil Science,	WP 1,2,3,4

	Zhang	Student	Chinese Academy of Sciences	
Collaborator	Jingjing Wu	Graduate Student	Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences	WP 1,2,3,4
Total number of participants throughout the research period:				Number 9

4. Summary of the international joint research

N₂O is one of the most potent agricultural greenhouse gases and is known to be produced by soil microorganisms from applied nitrogen fertilizers. At the beginning of this study, Chinese researchers had identified a compound, 1.9-decanediol, which is secreted by rice roots and is effective in inhibiting N₂O production. In this international collaborative research, we aimed to obtain knowledge for breeding of rice plants to suppress N₂O and cultivation management through mutual use of genome-wide association analysis using rice plants and soil microbiota analysis of the Japanese side. Overall, we obtained knowledge that will lead to the development of technology to control soil-derived greenhouse gas emissions through rice breeding and adjustment of cultivation conditions.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

Genome-wide association analysis using the results of hydroponic cultivation of multiple rice strains from Japan, collection of root secretions, and measurement of nitrification inhibitory activity in China was used to estimate the rice genes involved in the secretion of 1.9-decanediol with nitrification inhibitory activity. The 1.9-decanediol transport activity of the gene was tested in yeast. We identified new compounds other than 1.9-decanediol that inhibit nitrification and investigated the interaction between the new compounds and 1.9-decanediol, and it was found that both compounds have synergistic effects. We also analyzed the effects of 1.9-decanediol on soil microorganisms and it was found that there were some differences between the results obtained in China using Chinese soil and those in Japan using Japanese soil.

5-2 Synergistic effects of the joint research

In this study, genes involved in the secretion of 1.9-decanediol in rice were found by combining Japanese rice resources and analytical technology for soil microorganisms with Chinese knowledge and analytical technology for nitrification inhibitors as joint research. These findings could not have been realized without the joint research, and we believe that the synergistic effect was high. In the first and second years of our research, we exchanged personnel to share information and experimental techniques. Student exchanges were also conducted but were limited to online exchanges from FY2020 due to the new corona. Overall, we believe that we have achieved results by taking advantage of synergies.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

N₂O is one of the most potent agricultural greenhouse gases and is produced by the action of soil microorganisms from applied nitrogen fertilizer. This study identified rice genes involved in root secretion of 1.9-decanediol, which inhibits N₂O production, and clarified the environmental conditions that affect the secretion of 1.9-decanediol. These findings provide the basis for the realization of sustainable agriculture.

We have agreed to continue this joint research with Prof. Shi's group in China. Although the impact of the new corona is expected to continue in the future. We will continue to promote exchanges using online tools.

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

- *原著論文（相手側研究チームとの共著論文）発表件数：計 0 件
- *原著論文（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文）：発表件数：計 0 件
- *その他の著作物（相手側研究チームとの共著総説、書籍など）：発表件数：計 0 件
該当なし
- *その他の著作物（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など）：発表件数：計 0 件
該当なし

2. 学会発表

- *口頭発表（相手側研究チームとの連名発表）
発表件数：計 0 件（うち招待講演：0 件）
- *口頭発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）
発表件数：計 3 件（うち招待講演：0 件）
- *ポスター発表（相手側研究チームとの連名発表）
発表件数：計 1 件
- *ポスター発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）
発表件数：計 2 件

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1. JST SICORP 国際合同シンポジウム China-Japan Symposium on Rhizosphere Cross-talk 主催者：WeiMing Shi, Toru Fujiwara、Nanjing China、2018 年 1 月 13 日、参加人数 15 名程
2. JST SICORP 日中共同研究ワークショップ 主催者：Toru Fujiwara 2019 年 1 月 18 日、参加人数 27

4. 研究交流の実績（主要な実績）

【合同ミーティング】

- ・2018 年 1 月 14 日：キックオフミーティング、南京土壌研究所、中国
- ・2019 年 1 月 19 日：研究打ち合わせ、東京大学、日本
- ・2019 年 11 月 24 日：研究打ち合わせ、南京土壌研究所、中国

【学生・研究者の派遣、受入】

- ・2018 年 7 月：日本から研究者 1 名が、相手研究機関を訪問し、サンプルの提供と分析予定の打ち合わせを行った。
- ・2018 年 12 月：日本から研究者 1 名が、相手研究機関を訪問し、サンプルの提供と分析予定の打ち合わせを行った。
- ・2019 年 3 月：日本から研究者 1 名が、相手研究機関を訪問し、サンプルの提供と分析予定の打ち合わせを行った。

・2019年1月：相手国側研究員、大学院生3名を日本側研究機関に受け入れ、共同研究の打ち合わせを行った。

5. 特許出願

研究期間累積出願件数：0 件

6. 受賞・新聞報道等

該当なし

7. その他