

未来社会創造事業（探索加速型）
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書（探索研究）

令和 2 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:妹尾 啓史]

[所属:国立大学法人 東京大学 大学院農学生命科学研究科・教授]

[研究開発課題名:鉄還元菌窒素固定の増強による低肥料バイオマス生産]

実施期間:令和 5 年 4 月 1 日～令和 6 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

【研究開発代表者グループ・共同研究グループ】

(1)「東大農学系」グループ(東京大学大学院農学生命科学研究科)

①研究開発代表者:妹尾 啓史 (東京大学大学院農学生命科学研究科、教授)

②研究項目:鉄還元菌窒素固定菌の増強要因解析

(2)「東大理学系」グループ(東京大学理学系研究科)

①主たる共同研究者:高橋 嘉夫 (東京大学大学院理学系研究科、教授)

②研究項目:土壌中の鉄の性状解析

(3)「産総研」グループ(産業技術総合研究所)

①主たる共同研究者:伊藤 英臣 (産業技術総合研究所生命工学領域、主任研究員)

②研究項目:鉄還元窒素固定菌の性状解析

(4)「新潟農総研」グループ(新潟県農業総合研究所)

①主たる共同研究者:大峽 広智 (新潟県農業総合研究所基盤研究部、主任研究員)

②研究項目:低肥料バイオマス生産の圃場での実証

【その他の研究参画機関】

(1)「JFEスチール」グループ(JFEスチール株式会社)

§2. 研究開発成果の概要

本課題の目的は、我々が近年発見した「鉄還元菌による窒素固定」という新規な土壌微生物機能に基づく土壌窒素供給力向上を考案し、低肥料バイオマス生産技術の開発を行うことであり、「Ⅰ. 水田土壌の鉄還元菌窒素固定を増強する技術の基盤研究」および「Ⅱ. 鉄資材を利用した低肥料バイオマス生産技術の圃場での実証」を軸としている。Ⅰでは、鉄還元窒素固定菌が利用し、高い窒素固定活性を示す電子供与体としての低分子炭素化合物ならびに稲わら構成成分を明らかにし、同じく電子受容体としての低結晶性鉄鉱物の種類を特定した。全国各地域から採取した水田土壌を解析して土壌中の鉄還元菌量と正の相関を示す土壌理化学性を明らかにし、鉄散布による鉄還元菌窒素固定活性の増強効果には普遍性がある可能性を示した。土壌における鉄の形態を解析し、(i)土壌に元来形成されている鉄凝集部に存在する低結晶性鉄鉱物の種類と存在量の変化、(ii)土壌に散布した鉄資材が酸化されて生成した鉄鉱物の種類、(iii)土壌中の鉄還元菌窒素固定活性を高める鉄鉱物ならびに鉄含有粘土鉱物の種類、を明らかにした。土壌中の鉄還元菌窒素固定活性を高める各種の稲わら由来炭素化合物と低結晶性鉄鉱物の組合せを明らかにした。一方、土壌の鉄還元窒素固定菌の割合を増加させるイネの作出を進めるとともに、土壌中の窒素循環微生物の変動に関わるイネのゲノム領域を検出した。Ⅱでは、長岡市及び十日町市の

圃場において、窒素慣行施用区と無窒素施用区を設置し、それぞれに鉄資材施用区と無施用区を設けたイネの栽培試験を継続している。施用した鉄資材の一部は次表層に流亡していることが示唆されたが、鉄資材による増収効果は施用6年目も継続していることが認められた。また、鉄資材施用効果を高めるためには、稲わらは収穫直後の秋にすき込むことが有効であると示唆された。

【代表的な原著論文情報】

1. Yoko Masuda, Sakura Satoh, Ryota Miyamoto, Ryo Takano, Katsuhiko Ishii, Hirotomo Ohba, Yutaka Shiratori, and Keishi Senoo (2023). Biological nitrogen fixation in the long-term nitrogen-fertilized and unfertilized paddy fields, with special reference to diazotrophic iron-reducing bacteria. *Archives of Microbiology* 205, Article number: 291. doi: 10.1007/s00203-023-03631-8
2. Zhengcheng Zhang, Yoko Masuda, Zhenxing Xu, Yutaka Shiratori, Hirotomo Ohba and Keishi Senoo (2023). Active nitrogen fixation by iron-reducing bacteria in rice paddy soil and its further enhancement by iron application. *Applied Sciences*, 13(14): 8156. doi: 10.3390/app13148156