

氏名	藤田 一輝
学位の種類	博士 (理学)
学位記番号	甲 第129号
学位授与の日付	平成31年 3月 20日
学位授与の要件	信州大学学位規程 第5条第1項該当
学位論文題目	土壌中の養分利用性と微生物化学量論との関係
論文審査委員	主査 教授 國頭 恭 教授 朴 虎東 教授 宮原 裕一 助教 牧田 直樹 准教授 大塚 重人 (東京大学)

## 論文内容の要旨

微生物は養分利用性の変動に対して酵素生産や微生物バイオマスの化学量論を変化させることが示唆されている。しかしながら、養分利用性と微生物化学量論の関係を調査した研究例は極めて少なく、その妥当性は明らかにされていない。本研究では、これらの関係性を調査することで、養分利用性の変動に対する微生物化学量論の変化を介した微生物の応答を明らかにした。

先行研究により、リン獲得酵素生産は資源配分モデルに一致することが示唆された。しかしながら、多様な土壌でのリン獲得酵素生産における資源配分モデルの妥当性を検証した研究例は皆無であった。第2章では、先行研究を発展させ、多様な土壌でのリン獲得酵素生産における資源配分モデルの一般性を検証した。畑土壌の  $\beta$ -D-グルコシダーゼ活性に対するアルカリホスファターゼ活性の比と森林土壌の  $\beta$ -D-グルコシダーゼに対する酸性ホスファターゼ活性の比は、土壌中の可給態リン濃度と有意な負の相関を示した。畑土壌と森林土壌を組み合わせた重回帰解析では、 $\beta$ -D-グルコシダーゼに対する酸性ホスファターゼとアルカリホスファターゼ活性の比が土壌中のリン濃度だけでなく、土壌 pH や土壌型、土壌の利用形態による影響も受けることを示した。しかしながら微生物のホスファターゼ生産は、土壌型や土壌の利用形態よりも土壌中のリン利用性や土壌 pH によって規定されたため、リン獲得酵素生産における資源配分モデルは多様な土壌においても成り立つことが示唆された。

資源配分モデルはリン獲得酵素だけでなく窒素獲得酵素においても成り立つことが予測されたが、その妥当性を検証した研究例は皆無であった。そこで、第3章では、新たに窒素獲得酵素における資源配分モデルの妥当性を検証した。 $\beta$ -D-グルコシダーゼ活性に対するウレアーゼと L-アスパラギナーゼ活性の比は、土壌中の潜在的に無機化可能な窒素濃度と有意な強い負の相関を示した。これらの結果より、微生物の窒素獲得酵素の生産もまた資源配分モデルに従うことが明らかとなった。また従来、微生物の酵素生産は土壌中の利用性の高い無機態養分に依存すると

考えられてきたが、本研究の結果により、微生物の酵素生産は無機態養分よりも土壤中の養分供給速度に依存することも示唆された。

第2・3章において窒素やリン獲得酵素生産における資源配分モデルの妥当性が明らかとなり、また微生物は環境変化に対する応答性が高いことから、微生物の酵素生産やバイオマス元素比は短期的な養分利用性の変化を反映すると仮説を立てた。この仮説を検証するため、第4章では、作物栽培期間中の養分利用性の変化と微生物化学量論の関係を調査した。酵素活性の比は施肥や土壤採取時期により変化し、かつ土壤中の養分利用性と有意な負の相関を示した。これらの結果により、酵素活性の化学量論は長期的・短期的な養分利用性を反映することが明らかになり、仮説を支持した。

これまでの研究により、酵素活性の化学量論は土壤中の長期的および短期的な養分利用性を反映することが明らかにできた。しかし自然環境下では、養分利用性だけでなく土壤環境の急激な変化も見られる。仮に急激に土壤環境が変化する条件においても酵素活性の化学量論が養分利用性を反映するならば、酵素活性の化学量論は自然環境下の土壤においても養分利用性を反映する指標となりうる。そこで第5章では、土壤還元消毒に伴う土壤環境の急激な変化において酵素活性の化学量論が養分利用性を反映するのか否かを検証した。土壤還元消毒下では、時間経過とともに可給態リン濃度が速やかに増加することが観察された。これと同時に、ホスファターゼ生産の抑制が見られ、土壤還元消毒に伴う劇的な環境変化においても微生物の酵素生産は養分利用性に依存することが明らかとなった。