

## 学位論文の審査結果の要旨

土壌微生物の生産する酵素によって植物リターや土壌有機物は分解されるため、土壌酵素は、陸域生態系の物質循環において中心的な役割を果たしている。現在まで、土壌酵素生産には様々な要因が影響することは分かっていたが、一般的な法則は見出されていなかった。本学位論文では、土壌中での養分利用性と、土壌酵素活性と微生物バイオマスの化学量論との関係に焦点を当てて研究を展開している。

土壌中のリン供給に重要な有機態リン化合物を分解する酵素であるホスファターゼの活性を規定する要因として、これまで、有機態リン濃度や、無機態リン濃度、炭素濃度などが提案されてきたが、明瞭な結論は得られていなかった。そこで第2章では、林地と畑地から採取した多様な土壌を供試し、リンの利用性を様々な抽出法で評価するとともに、ホスファターゼ生産との関連を調べている。畑土壌のアルカリホスファターゼの生産と森林土壌の酸性ホスファターゼの生産が、利用性の高い無機態リン濃度と負の相関を示すことを明らかにした。この研究から、土壌微生物によるホスファターゼの生産は、利用性の高い無機態リンの濃度によって主に規定されているという、新たな知見が得られている。

第3章では、4種の窒素獲得酵素の生産を規定する要因を調べている。林地と畑地から採取した多様な土壌を供試し、様々な手法で評価した窒素の利用性と、窒素獲得酵素生産との関連を調査したところ、窒素獲得酵素は利用性の高い無機態窒素濃度ではなく、易分解性の有機態窒素濃度によりその生産が調節されていることを明らかにした。また同じ窒素獲得酵素でも、L-アスパラギナーゼとウレアーゼは主に窒素を獲得するために生産されているが、プロテアーゼとN-アセチル- $\beta$ -グルコサミニダーゼの生産は窒素利用性以外の要因に大きく影響されることを示唆した。また窒素獲得酵素とリン獲得酵素を規定する養分形態の差異が、土壌中の窒素とリンの動態の違いに起因することを提案しており、有用な情報が得られている。

第2章と第3章では、土壌中の養分利用性がほぼ一定の状態での酵素生産を規定する要因を調べていたため、養分利用性が変動する場合において、酵素生産がどのように応答するのかについては不明であった。そこで第4章では、いくつかの肥培管理のもとで作物を栽培し、同一土壌で養分利用性と酵素活性の経時変化を調べている。また微生物バイオマス炭素・窒素・リンの変動も同時に測定している。その結果、とくにL-アスパラギナーゼは、易分解性有機態窒素濃度の変動に応じ、その生産が変化することを明らかにした。また微生物バイオマス炭素とバイオマスリンの比が、利用性の高い無機態リン濃度の変動に応じて変化することも明らかにした。本研究により、微生物バイオマスと微生物が生産する酵素の化学量論が、短期的な養分利用性の変化に応じて変動することを明らかにしており、新規な知見が得られている。

第5章では、畑土壌を湛水することで、リン利用性だけでなく、土壌の物理化学性を劇的に変動させ、それにともないホスファターゼ活性がどのように変動するのかを調べている。畑土壌を湛水することで土壌の酸化還元電位は大幅に低下し、無機態リンが溶出された。それに応答し、ホスファターゼの生産が低下することを明らかにした。この研究では、湛水処理により微生物相や土壌の物理化学性が短期間に劇的に変化する状況下でも、微生物によるホスファターゼ生産はリン利用性の変化に対応していることを明らかにし、急激な養分利用性の変化に対する微生物群集の適応について新規な基礎的情報を提供している。

本学位論文では、微生物群集の養分獲得に関して新規な知見が得られており、その成果は新規性に富み、学術上、応用上貢献するところが多く、博士（理学）の学位論文として価値あるものと判断した。

### 公表主要論文名

- [Kazuki Fujita](#), Takashi Kunito, Hitoshi Moro, Hideshige Toda, Shigeto Otsuka, Kazunari Nagaoka (2017) Microbial resource allocation for phosphatase synthesis reflects the availability of inorganic phosphorus across various soils. *Biogeochemistry*, 136(3), 325-339.
- [Kazuki Fujita](#), Takashi Kunito, Junko Matsushita, Kaoru Nakamura, Hitoshi Moro, Seishi Yoshida, Hideshige Toda, Shigeto Otsuka, Kazunari Nagaoka (2018) Nitrogen supply rate regulates microbial resource allocation for synthesis of nitrogen-acquiring enzymes. *PLoS ONE*, 13(8), e0202086.
- [Kazuki Fujita](#), Yuichi Miyabara, Takashi Kunito (2019) Microbial biomass and coenzymatic stoichiometries vary in response to nutrient availability in an arable soil. *Eur. J. Soil Biol.*, 91, 1-8.