



XAFS 法を用いた土壤中リン等の測定

山本拓¹, 糟谷真宏¹, 中村嘉孝¹, 安藤薫¹, 山口紀子²

¹愛知県農業総合試験場, ²農研機構・農業環境変動研究センター

キーワード：形態別リン, 化学肥料, 牛ふん堆肥, 過リン酸石灰, キャベツ

1. 背景と研究目的

化学肥料価格の高騰が続く中、家畜ふん堆肥等の肥料成分を有する有機質資材は化学肥料の代替として利用が期待される。しかし、堆肥由来リンの作物への寄与度や、土壤中での蓄積形態については、不明な点が多い。また、過リン酸石灰等の化学肥料についても、施用後の土壤中での形態変化については不明な点が多い。このため本研究は、牛ふん堆肥連用キャベツ畑における土壤及びリンを添加して培養した土壤を XAFS 分析することにより、土壤中リンの形態変化を明らかにすることを目的とした。

2. 実験内容

実験 1： 2010 から 2015 年にキャベツを年 2 作栽培した野菜畑(細粒質台地黄色土)の土壤を供試した。試験区は化学肥料由来の NPK のみでキャベツを栽培する「化学肥料区」、牛ふん堆肥を施用し化学肥料由来の P を無施用(NK は施用)とする「堆肥-P 区」を設けた。それぞれの試験区について、2010 年の栽培開始前と 2015 年のキャベツ栽培後の土壤を XAFS 分析した。また、標準物質のスペクトルを用いて XANES スペクトル最小二乗法フィッティング(LCF)を行い、リンの化学形態の存在割合を計算した。
実験 2： 培養土壤は東三河農業研究所内にある細粒質台地黄色土を用いた。土壤 20g に過リン酸石灰、牛ふん堆肥をそれぞれ 15mg-P₂O₅/100g ずつ混合し、30°C の恒温器に入れ培養した。培養期間は 0、2、6、10 週間とし、培養後は土壤を凍結乾燥し、乳鉢で粉碎後 XAFS 分析を行った。

3. 結果および考察

実験 1： 化学肥料区、堆肥-P 区土壤中リンの XANES スペクトルをそれぞれ Fig.1, 2 に示した。化学肥料区における 5 年目のスペクトルは 0 年目のものよりも吸収端ピークが低く、土壤中でのリンの形態が変化したと考えられた。堆肥-P 区においては、0 年目と 5 年目のスペクトルはほぼ一致した。このため、堆肥-P 区では土壤中リンの形態は変化しなかったと考えられた。この結果は、リンの逐次抽出法による結果と一致しており、化学肥料区は施肥リンが形態変化し、難溶性リンの蓄積を引き起こしたと考えられた。LCF を用いて、化学肥料区の土壤中リンの化学形態の割合を計算した結果、0 年目は Ca₃(PO₄)₂ が 13.3%、FePO₄ が 86.7% であった。しかし、5 年目の結果については、今回供試した標準物質では化学形態の割合を計算することはできなかった。今後、標準物質のデータベースを増強することで、化学形態の同定を期待できる。

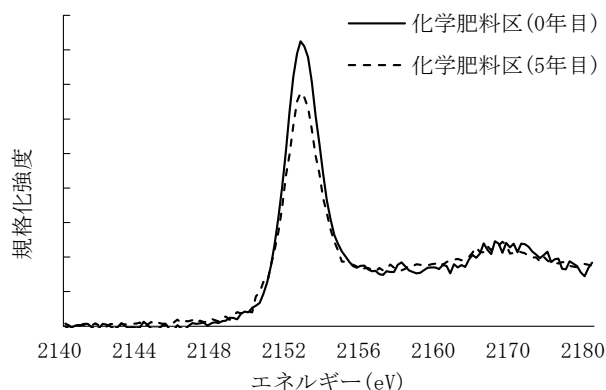


Fig.1 化学肥料区土壤中リンのXANESスペクトル

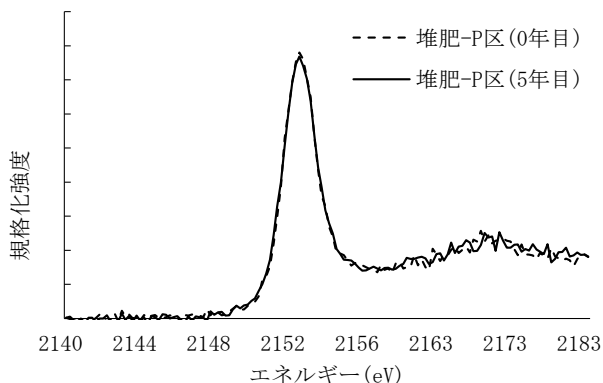


Fig.2 堆肥-P区土壤中リンのXANESスペクトル

実験2： 過リン酸石灰培養0から10週間の結果を Fig.3 に示した。過リン酸石灰添加後2週間では、0週間よりも吸収端ピークが低かった。しかし、6週間以降は再び0週間と類似したスペクトルとなった。Fig.4 に示した過リン酸石灰培養2週間と過リン酸石灰（肥料）を比較すると、そのスペクトルは類似していた。このため、過リン酸石灰は培養2週間では、肥料の状態を維持しているが、それ以降に土壤に吸着され、形態変化が起こったと推察された。牛ふん堆肥培養0から10週間の結果を Fig.5 に示した。牛ふん堆肥は培養6週間目に吸収端ピークがやや低くなったものの、その他の期間はスペクトルが類似していた。このため、牛ふん堆肥は過リン酸石灰と比べ施用後のリンの形態変化が少ないと推察された。

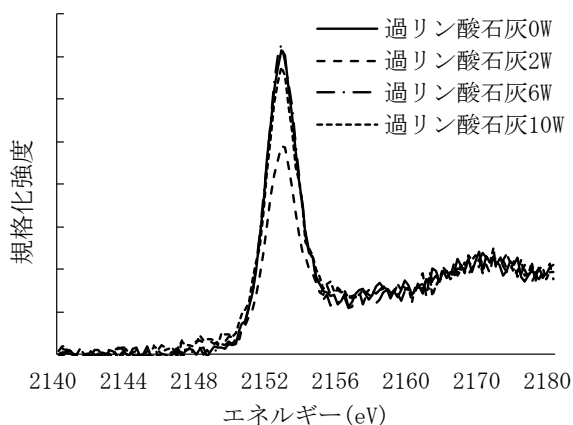


Fig. 3 過リン酸石灰培養土壤中リンのXANESスペクトル

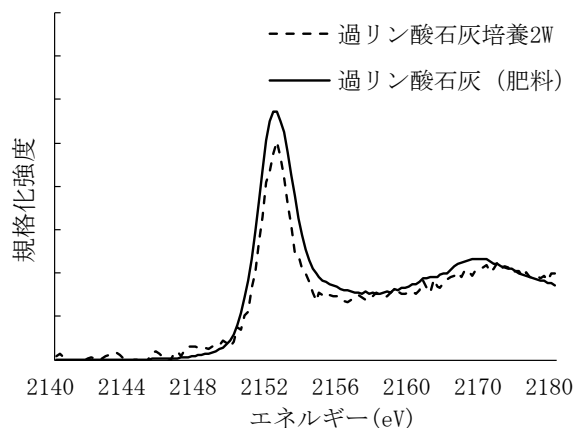


Fig. 4 培養土壤リンと過リン酸石灰のXANESスペクトル

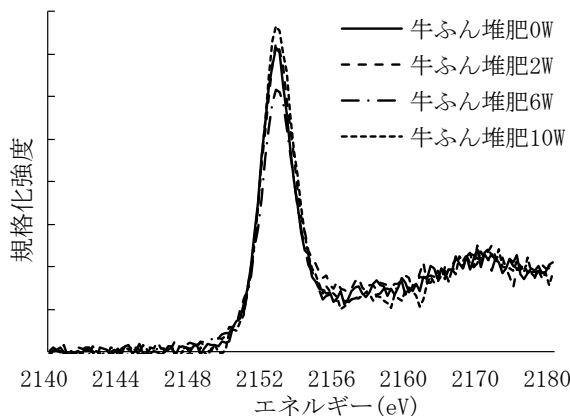


Fig. 5 牛ふん堆肥培養土壤中リンのXANESスペクトル