

# XANES 法による堆肥発酵過程における リン化学形態の解明

## XANES speciation of phosphorus in poultry litter through composting processes

橋本洋平<sup>1</sup>, 吉川廉<sup>1</sup>, 山口紀子<sup>2</sup>, 北島義典<sup>3</sup>, 村上圭一<sup>4</sup>

1 三重大学, 2 農業環境技術研究所,

3 高エネルギー加速器研究機構, 4 三重県農業研究所

堆肥には窒素, リン, カリウムなど植物の必須栄養元素が豊富に含まれている. これらの元素が植物に吸収されるためには, 元素の溶解性を支配する化学形態の理解が重要である. 本研究では, これまで事例の少ない鶏糞堆肥中のリンに着目し, その発酵過程においてリンの化学形態の変化を明らかにすることを目的とした.

発酵過程 1 日目から 7 日目までの鶏糞堆肥を供試試料として用いた. 堆肥中におけるリンの溶解性と化学形態を, 逐次抽出法ならびに XANES 法によって分析した. 逐次抽出法は, イオン強度や酸化還元特性の異なる試薬を試料に段階的に添加してリン形態を分画する方法であり, 本研究では  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$  の 4 段階によってリンを抽出・定量した. ここでは, 特に  $\text{H}_2\text{O}$  ならびに  $\text{NaHCO}_3$  抽出態リンの合計を易溶態,  $\text{HCl}$  抽出態を難溶態 (hydroxyapatite/phytate) とした. 試料はビームライン BL11B において電子収量法を用いて K-edge P XANES を測定した. 標準試料として,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  などのリン化合物を 10 種類測定し, 鶏糞試料の P-XANES スペクトルとの形状を比較することによって, 支配的なリン化学種を同定した.

逐次抽出法の結果, 発酵 1 日目の堆肥中のリンは, 全体の 42% が水溶態, 67% が易溶態, 29% が難溶態であることが確認された. これらの分画が堆肥発酵の進行に伴って変化した. 最も顕著な変化は, 7 日目において水溶態の割合が全体の 20% まで減少した点である. 一方, 7 日目の難溶態のリンは全体の 44% を占めており, 水溶態リンの一部が堆肥発酵過程で難溶態に移行していることが分かった. 発酵の進行に伴う水溶態リンの減少と難溶態リンの増加は, XANES 分析によっても示された. 鶏糞に含まれる難溶性リンの代表的形態であるフィチン酸塩 (Phytate) が, 1 日目の 12% から 7 日目には 28% に増加していたことが, P-XANES の linear combination fitting によって明らかになった. 同様に堆肥発酵過程においてもリン酸カルシウム ( $\beta$ -tricalcium phosphate) の増加も確認された. これらの結果は, 堆肥発酵過程でリンの結晶化が進行し, 全体として溶解度積の低いリン化合物態に移行していることを示唆している.