

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Zahoor Ahmad
審査委員	主査 本名 俊正 印
	副査 山本 定博 印
	副査 増永 二之 印
	副査 進藤 晴夫 印
	副査 藤山 英保 印
題目	Effect of Saline Irrigation on Phosphorus Leaching and Bioavailability (塩水灌漑がリンの溶脱と生物利用特性に及ぼす影響)
審査結果の要旨 (2,000 字以内)	
<p>21 世紀、世界の食料生産に大きく貢献している乾燥～半乾燥地域の灌漑農地には、爆発的に増加する人口をまかなうために、更なる生産性の向上という要求が課せられている。しかし、その背景には深刻な問題が山積している。農地の塩類化に加え、土壌肥沃度改善のために利用される有機物資材が、その不適切な管理によって、環境汚染（窒素やリンなどの栄養塩類による水質悪化）の原因となり、貴重な淡水資源の劣化が進行している。さらに、灌漑水の塩類濃度の上昇も相まって、農業生産に必須な良質の灌漑水の確保という点で、状況は深刻化している。</p> <p>Zahoor 氏は、この困難な課題・状況に対処するために、塩分濃度の高い水を灌漑せざるをえない乾燥地の農地における環境の保全と土壌肥沃度改善を両立できる有機物利用法について、とくに塩性環境下における「リン」の動態に着目し、研究を行った。</p> <p>土壌へのリンの吸脱／脱着は、植物への養分供給や水質への影響という観点から重要な現象であるが、リンは土壌中での移動性が同じ陰イオンである硝酸と比べてはるかに低いため、土壌中でのリンの移動性に対する注目度が低かった。また、土壌溶液のイオン種の濃度・組成がリンの吸脱／脱着に影響を与えることが知られているが、土壌や灌漑水中の塩類の濃度や組成は多様であるにも関わらず、多くの研究は、陰イオンについて塩化物イオンのみが対象にされてきた。実際、乾燥地では硫酸ナトリウムが高濃度に存在する場合も多く、塩化物イオンのみを対象にした研究では不十分である。さらに、リンは有機態リン、バイオマスリン、無機態リンなど多様な形態で土壌中に存在し、植物に利用され環境負荷源にもなる無機態リンは種々の化学的形態をとり、その形態はリンの動態に密接に関係する。塩性環境下でのリンの土壌中での動態を明確にするためには、種々の塩性条件下におけるリンの存在形態とリンの土壌への吸脱／脱着現象、そしてリンの植物への利用特性を明確にしておかなければならない。</p>	

そこで、本研究では、異なる陰イオン組成(塩化物イオンと硫酸イオン)の塩水を用いて作り出した塩性条件において種々の検討を行い以下の点を明らかにした。

①土壌リンの存在形態と動態：土壌に加えたリン源とは関係なく、塩性条件下ではリンの脱着が促され、とくにナトリウムイオンと硫酸イオンの共存下で相乗的に促進された。結果として、硫酸イオン存在下で土壌中の可給態リン酸は溶脱によって大きく減少した。

②施与するリンの形態が植物生育に及ぼす影響：塩化ナトリウム、硫酸ナトリウム溶液を添加して作成した塩性土壌に異なるリン源（各種有機物資材，化学肥料）を施用し、小麦を栽培した結果、有機物資材単独，化学肥料単独よりも有機物に化学肥料を併用したほうがリンの利用効率を高め、環境への負荷を大きく軽減させた。また、塩による作物への障害性は、硫酸イオンによって軽減された。

③有機物施与条件下でのリンの溶脱と植物への利用特性：種々の有機物を施与した砂質土壌において塩水灌漑で作物栽培したところ、硫酸イオン塩性の灌漑水においてリンの溶脱が促進されたが、作物の生育は良好に維持された。

つまり、土壌のリンは存在形態によって植物の利用特性が異なること、その利用効率は、塩性度、塩の陰イオン組成に影響され、硫酸イオンが主体の場合、リンは他の陰イオン（たとえば硝酸）とともにその溶脱が促進されて低下するが、有機物と化学肥料の併用でその利用効率が大きく改善されること、そして硫酸イオンの作物に対する塩性害は塩化物イオンよりも小さいことが明らかにされた。

窒素量を基準にした有機物施与は、土壌へのリンの過剰集積を促し、その溶脱ポテンシャルを高めるため、リンの量を基準にした施与が推奨されてきたが、本研究によって、環境への負荷軽減のためには、リンの形態を考慮に入れた利用が重要であることが明らかになった。また、灌漑水の塩組成、とくに陰イオン組成も重要であり、硫酸イオンに富む水の場合、養分溶脱軽減のために管理（例えば有機物の分施）が必要であることが示された。

以上の結果から、乾燥地において、灌漑の水質、土壌肥沃度の維持、環境保全の問題を関連づけて有機質資材の適切な管理法を提言した本研究は、独創性の高さとともに、乾燥地の灌漑農地の生産性と持続可能性を高めるうえできわめて価値の高い成果を有していると評価でき、学位論文に値する研究であると判断した。