

(様式第3号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: DARMAWAN

題目: インドネシア・ジャワ島の水田土壌特性における1970年から2003年までの
「緑の革命」の効果

(Effect of Green Revolution Technology during the Period of 1970 to 2003 on
Sawah Soil Properties in Java, Indonesia)

水田土壌特性の変化における「緑の革命」技術の長期的効果に関する研究をインドネシアの稲作の先進地であるジャワ島で行った。1970年に川口・久馬によって採取された土壌を参照とし、2003年に同地点ないしその付近から採取した土壌の比較を行った。

土壌特性の変化パターンにおける土地利用管理方法の違いの効果調べるために、供試土壌を、継続して稲の単一栽培が行われてきたseedfarmと、稲と穀類の輪作が行われてきたnon-seedfarmにグループ分けした。そして、可給態ケイ素の変化率における地形面の違いの効果調べるため、採取場所を高地（海拔100m以上）と低地（海拔100m以下）に分けた。

1970年から2003年の間、seedfarmとnon-seedfarmでの水田としての土地利用は変化していないが、耕作強度は増加した。全炭素と全窒素はそれぞれ31.90 Mg ha⁻¹から 40.42 Mg ha⁻¹、3.04 Mg ha⁻¹から3.97 Mg ha⁻¹ に増加し、主に表層に集積していた。Seedfarmとnon-seedfarm間の土地管理方法の違いは、1970年から2003年の期間で0-20cm層の全炭素と全窒素含量の変化に影響していた。稲作のみが行われてきたSeedfarmの0-20cm層で、全炭素含量は34.50 Mg ha⁻¹ から 39.24 Mg ha⁻¹、全窒素含量は3.16 Mg ha⁻¹ から 3.95 Mg ha⁻¹に増加した。Non-seedfarmでは、全炭素は29.77 Mg ha⁻¹から 41.37 Mg ha⁻¹に、全窒素は2.94 Mg ha⁻¹ から 3.98 Mg ha⁻¹へとseedfarmよりも多く増加した。0-100cm層においては、全炭素と全窒素はseedfarmで、それぞれ92.68 Mg ha⁻¹ から 112.83 Mg ha⁻¹、9.34 Mg ha⁻¹から 12.03 Mg ha⁻¹ に増加し、non-seedfarmでそれぞれ 79.60 Mg ha⁻¹ から 114.86 Mg ha⁻¹、8.93 Mg ha⁻¹ から 11.44 Mg ha⁻¹に増加した。ジャワ島の主要な土壌種であるInceptisolsとVertisolsの間での明確な違いは見られなかった。長期間の水田の集約的利用は、これら2つの土壌固有の特性の違いを消去したのかもしれない。

平均pHは 6.90 0.77 から5.84 0.90 に、交換性Naは3.28 2.76 kmolc ha⁻¹ から 1.67 2.06 kmolc ha⁻¹にそれぞれ減少した。一方、交換酸度と可給態リン酸はそれぞれ、32 3.09 kmolc ha⁻¹ から 13.23 3.72 kmolc ha⁻¹に、136.62 154.72 kg P₂O₅ ha⁻¹ から 255.75 292.41 kg

P₂O₅ ha⁻¹に増加した。交換性Ca、Mg、Kと有効陽イオン交換容量（eCEC）にはこの期間での有意な違いは認められなかった。土地利用管理方法の違いは、多量の化学肥料を投入し継続的に稲作が行われてきたseedfarmと、肥料は低投入で輪作体系を用いるnon-seedfarmにおける土壌化学性の変化の傾向に影響を与えてきたと推察された。0-20cm層では、seedfarmでpH、交換酸度、交換性Na、可給態リン酸の平均値は-1.25、4.11 kmolc ha⁻¹、-1.42 kmolc ha⁻¹、194 kg P₂O₅ ha⁻¹変化した。一方、non-seedfarmでは、これらの土壌特性は-0.90、3.26 kmolc ha⁻¹、-1.77 kmolc ha⁻¹、57 kg P₂O₅ ha⁻¹変化した。Seedfarmの交換性Kの平均値は1970年と同じレベルであり、これは、この期間のK肥料としてのKClの十分な供給によるものと考えられた。一方、K肥料が頻繁には施用されなかったnon-seedfarmでは、交換性Kは-0.30 kmolc ha⁻¹減少した。ほぼ同期間でのバングラデシュにおける調査結果と比較すると、バングラデシュではジャワ島よりも交換性陽イオンが減少していた。可給態リン酸に関しては、バングラデシュでは約10%減少したが、ジャワ島では対照的に約2倍に増加した。

1970年に川口・久馬によって採取された土壌と、2003年に同地点ないしその付近から採取した土壌を供試土壌として分析し比較を行った。1970年から2003年の間の可給態ケイ素の平均含有量は0-20cmと0-100cmの土壌層でそれぞれ1512±634 kgSiO₂ ha⁻¹ から1230±556 kgSiO₂ ha⁻¹、6676±3569 kgSiO₂ ha⁻¹から5894±3372 kgSiO₂ ha⁻¹に減少した。3期作を行うseedfarmと、稲と穀類の輪作を行うnon-seedfarmの間における耕作頻度の違いは、研究期間における可給態ケイ素の減少率に影響したと見られた。0-20cmの土壌層では可給態ケイ素の平均含有量はseedfarmとnon-seedfarmそれぞれで1646±581kgSiO₂ ha⁻¹から1283±533kgSiO₂ ha⁻¹ (-22%)、1440±645kgSiO₂ ha⁻¹から1202±563 kg SiO₂ ha⁻¹ (-17%)に減少した。本研究では、地形面の違いについても可給態ケイ素の減少率への影響が認められた。同様の肥培管理や耕作頻度では、低地に比べ高地の調査地点のほうがより多くのケイ素が失われていた。特にnon-seedfarmでは、降雨からのケイ素の供給がない天水栽培地での稲作が、ケイ素の損失の高い理由であると推察された。ジャワ島の水田土壌において、灌漑水からのケイ素の供給が可給態ケイ素の減少率の低下に貢献してきたのかも知れない。