

学位論文審査の結果の要旨

氏名	HUSNAIN
審査委員	主査 増 永 二 之 ⑩ 副査 相 崎 守 弘 ⑩ 副査 進 藤 晴 夫 ⑩ 副査 藤 山 英 保 ⑩ 副査 山 本 定 博 ⑩
題目	Nutrient dynamics in watersheds and lowland sawah in Java island in relation to the sustainability of sawah farming systems in Indonesia (ジャワ島の集水域および低地水田における養分動態とインドネシアの水田農業システムの持続可能性)
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>インドネシアでは 1960 年代に始まった緑の革命以降、米の生産量は年々増加を続けてきた。しかし近年、生産量は頭打ちとなり年変動が大きい状態であり、地域社会は持続可能な米生産への関心を高めている。一般的に米収量の減少は土壤劣化、特に養分の減少に強く関係しており、人為による施肥と自然の施肥作用による養分回復が不十分なことが原因である。本論文は以上の背景をふまえ、インドネシアの米生産の中心であるジャワ島において、水田の養分管理の視点から、現在の稲作システムにおける米生産の持続性の評価と、より良い水田土壌管理方法の検討を行ったものであり、次のような結果を得ている。</p> <p>(1) Citarum 集水域での土壌の地質学的特性の調査において、化学組成変化(CIA)に基づく岩石風化程度と主要・微量元素の移動を調べた。土壌の CIA 値は 65.7 から 104.4 の範囲であり、中から強度の風化程度を示していた。このような風化状態では、移動性の元素は容易に低地に運ばれ低地水田での持続的な米生産に寄与しうると考えられた。加えて、Citarum 集水域の母材は、火山噴火で生成した塩基性方解石のような塩基を多く含む鉱物に富んでいた。その母材がジャワ島の水田土壌の主要な土地固有の(自然の)養分源である。高地の母岩および低地の土壌の微量元素および主要元素に対する微量元素の比は同じ傾向にあり、低地の土壌は 200km 離れた高地の母材由来であることを示していた。</p>	

(2) 稲の連作システムでは、多量の N, P, K, Si が収穫により収奪されている。インドネシアの水田では Si 肥料は NPK のように施用されない。その結果、Citarum 集水域で調べた水田土壌中の可給態 Si 含有量は、16 地点のうち 2 地点は稲植物生育には欠乏するレベルで、10 地点は低い事が分かった。Kaligarang 集水域では、15 地点中 9 地点が低いと判断された。そして、土壌中の可給態 Si および、河川と灌漑水中の Si 濃度は概して、母材の種類に影響されていることが示された。さらに、Citarum 集水域ではダムにおける Si の減少が下流の河川と灌漑水中の Si 濃度に影響していた。

(3) Citarum 集水域のダムでの Si 減少について調査を行った結果、溶存 Si (DSi) 濃度は最も上手にある Sagling ダムを含む上流域で高く、下手のダムで 49-58% の DSi が減少していた。この DSi の減少は Si を骨格形成に用いるケイ藻密度の増加に伴って起こっていた。高濃度の NO₃-N と PO₄-P がダムで検出され、上流域の工場や家からの排水、ダム湖面での養魚のエサ由来の NP の負荷による富栄養化現象はケイ藻を含む植物プランクトンの成長を促し、より多くの DSi をケイ藻の細胞壁に貯留させ灌漑水を通じた低地水田への Si の供給を減少させると考えられた。

(4) インドネシアで一般的に行われている水田での稲ワラ燃焼による養分損失は、TC と TN は 99%, Si は 35%, K は 47 %, P は 59 %, Ca は 44 %, Mg は 48 %, Na は 61 %, Fe は 32 %, Mn は 60 %, Zn は 59 %, Cu は 29 % に達し、これら大幅な養分損失は、エアロゾルのような微粒子やガス状の化合物による損失と、稲ワラ燃焼時に生じる粒子状物質 (灰など) の散乱によるものと予想された。

(5) Citarum 集水域の 4 農家の低地水田において養分収支の推定を行った。養分投入は施肥、灌漑水、窒素固定、稲ワラの還元を、養分持ち出しは収穫、排水と脱窒を想定した。推定の結果、N, P, Ca, Mg, Na はプラス収支、一方 K と Si はマイナス収支であった。継続的な K と Si の減少、あるいは N, P, Ca の増加は、養分欠乏や過剰を引き起こし、インドネシアの水田土壌における稲成長の制限要因となる可能性がある。

以上のように本研究はジャワの水田土壌における地質学的な特性調査により、塩基に富む母材からの低地水田への養分供給は米生産の持続性を維持する可能性が示した。しかし、現在の集約的な稲作システムでは、収穫による多量の養分、特に K と Si が収奪され、これらの養分の管理・補完の必要性と、さらに、年々増加し過剰蓄積が懸念される N, P, Ca, Mg レベルを適正な範囲に維持することも米生産性の改善および維持のためには重要であることを示した。これらの知見は、インドネシアだけでなく東南アジアの稲作に関して重要な基礎的知見であり、学位論文として十分な価値を有するものと判定した。