

論文審査結果の要旨

脂肪肝は肝細胞内に脂肪が異常に蓄積した状態で、その原因としてアルコールの過剰摂取、多飲、肥満、糖尿病などが挙げられる。しかし近年、飲酒歴がない人でもアルコール性肝炎に類似した肝病変を示す場合があることがわかり、NASH という新しい疾患概念が提唱された。NASH は肝の繊維化、肝臓癌へ至る可能性のある進行性の肝疾患で、その多くは肥満や糖尿病患者にみられる。欧米や本邦では過剰な栄養摂取や運動不足などによる肥満や糖尿病の増加が問題となっているが、それにともない NASH の増加も重要な健康問題の1つとなってきている。

本論文では脂肪肝および肝腫瘍を自然発症する Fatty Liver Shionogi (FLS) マウスが発見されたのを機にこのマウス系統がヒト NASH と類似した肝障害を持っているのではないかと考え、その病態把握を行った。さらにヒト NASH はその発症基盤に肥満や糖尿病があることから、FLS マウスに肥満遺伝子を入力した新規コンジュニック系統 (FLS-ob/ob) を作製して FLS マウスの肝病態がどのように修飾されるかも調べ、この2つのマウス系統がヒト NASH モデルとしての有用性を検討した。

その結果、FLS マウスは肥満を示すことなく肝臓にトリグリセライドを主とした脂肪沈着を生じ、加齢にともない脂肪肝の程度は重症化した。組織学的には大滴性の脂肪滴沈着が中心静脈周囲に出現し、それが肝小葉全体に広がっていくという経過が観察された。これはヒトの単純性脂肪肝および NASH 患者でみられる脂肪沈着像と類似していた。FLS マウスの初代培養肝細胞を用いた実験から、中性脂肪の分泌が減少していることがわかり、このマウスの脂肪肝の成因の少なくとも1つは肝臓からの中性脂肪の分泌障害にある可能性が示唆された。FLS マウスは脂肪肝の進展と同時に単核球の浸潤や泡沫化細胞の集簇といった脂肪性肝炎像も示し、老齢になると肝細胞腺腫や肝細胞癌が発生した。この進行性の肝障害はヒト NASH の肝臓組織像に酷似していることを確認した。しかし、ヒト NASH は肥満や糖尿病患者にみられることが多く、FLS マウスはこの点で異なっていた。FLS マウスの脂肪肝は肝炎や肝臓癌へ進展し、これはヒトの NASH に類似した所見であることが明らかとなった。そこで、FLS マウスの脂肪肝やそれに続く NASH 様病変に肥満がどのような影響を及ぼすのか検討した。FLS-ob/ob マウスは肥満とII型糖尿病、高脂血症の症状を呈し、脂肪肝の程度は FLS や肥満 C57BL/6J/Shi-ob/ob マウスより重度であった。著しいインスリン抵抗による末梢から肝臓への脂質流入の増加と肝からの中性脂肪分泌障害が FLS-ob/ob マウスの重症脂肪肝の原因である可能性が示唆された。また、肝臓の炎症性障害の程度も強く、肝腫瘍の発生率も高値であった。FLS および FLS-ob/ob マウスのもつ肝臓病変と生理学的な特徴はヒト NASH モデルに酷似しており、これらのマウスは NASH モデル動物として有用であると考えられる。NASH は今後注目すべき進行性の肝疾患であり、本マウスは既にそのメカニズム解析や治療研究に利用されはじめている。また、NASH の確定診断は未だバイオプシーに頼らざるを得ない状況であり、患者の負担も大きい。今後、FLS や FLS-ob/ob マウスが NASH の診断や治療研究に貢献することが期待される。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。なお、審査にあたっては、論文に関する専攻内審査および公聴会など所定の手続きを経たうえ、平成22年2月9日、農学研究科教授会において、論文の価値ならびに博士の学位を授与される学力が十分であると認められた。

氏名	あどみるい いえんか せくん Ademiluyi, Yinka Segun
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	農第145号
学位授与の日付	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規程第4条第2項該当
学位論文題目	Application of Power Tiller in Sawah Technology for Rice Production in Sub Saharan Africa:Nigeria and Ghana as Case Studies (サブサハラアフリカにおける水田稲作への耕耘機の実用性：ナイジェリアとガーナにおける事例研究)
論文審査委員(主査)	教授 若月利之
(副主査)	教授 八丁信正
(副主査)	教授 松野裕

## 論文内容の要旨

米の国内需要に生産が追いつかないナイジェリアとガーナでは米の生産量と生産性の向上のために、適地適田開発と水田稲作技術(Sawah technology、以下サワ技術と略称)の導入に期待が高まっている。しかし、サワ技術における耕耘機の重要性についてはあまり研究報告がない。本研究はナイジェリア中部のビダ市地域とガーナのクマシ市付近の種々の内陸小低地で、これまでサワプロジェクトが継続されてきたベンチマークサイトで実施した。

耕耘機を稲作に応用する場合の経済性を維持管理やランニングコストも含めて5年間にわたって調査し、評価した。その結果、耕耘機利用はアフリカの小農にとって、大きな利点を有するものであることが分かった。

サワ技術への耕耘機のパフォーマンスは、土壌の物理性への影響に基づいて評価された。研究に使用した耕耘機の機械的な特徴、走行スピード、時間当たりの実耕耘面積、耕耘効率(実耕耘面積の理論値との比)、ギヤの滑り損失%、牽引力、燃料消費効率等も同時に調査した。Kubota社製とShakti社製の2種の耕耘機の性能と土壌の物理性への影響と籾収量への影響も比較調査した。サワ技術への耕耘機の利用において、最大の経済性を得るための最適な管理のありかたについても検討した。又、農民へのアンケート調査も実施し、耕耘機利用に影響を与える社会経済的諸因子についても調査した。

耕耘機の土壌の物理性に与える影響の評価の調査研究はナイジェリアのビダ市付近のシャバマリキとエジツ村のアクションリサーチサイトで行われた。試験にはインド製だが三菱農機の技術供与に基づき生産されたVST-Shakti 130DIモデルの10Kwの出力の耕耘機を使用した。土壌の諸特性のうちで調査した項目は、水分含量、容積重、孔隙率、貫入抵抗性を示すコーン指数、せん断強度等である。以下のような結果が得られた。即ち、耕耘機の使用前後ともに、容積重は土壌深度とともに増加した。しかし、耕耘機の使用によりせん断強度、特に表土のせん断強度は減少し、より柔らかい土壌となった。このことは乾季における乾燥が厳しく、土壌の固化が大きいアフリカ土壌では耕耘機による代掻きの効果が重要であることを示す。

インド製VST SHAKTI耕耘機の圃場での性能評価は、ナイジェリアではエジツ村とシャバマリキ村の水田(サワ)プロットで、ガーナではアドギヤマ村の旧及び新規開田プロットで行った。性能評価に用いたパラメーターは単位面積当たりの平均必要稼働時間、平均走行速度、平均車輪横滑り度、車輪空回り度、平均牽引力、そして燃費である。圃場耕耘効率はナイジェリアのエジツ及びシャバマリキ村のサワプロットでは、それぞれ理論値の93%及び92%であったが、ガーナのアドギヤマ村の新旧のサワプロットではそれぞれ81%及び82%であった。有効圃場面積効率(時間当たりの耕耘面積)はエジツ村では0.047ha/hr、シャバマリキ村では0.089ha/hr、ガーナの新規サ

ワプロットでは0.157ha/ha、旧サイトでは0.111ha/hrであった。二種の耕耘機、インド製VST-Shakti 130DIと日本製Kubota K120、の性能も比較した。

結果は以下の通り。時間当たりの平均耕耘面積はクボタが0.0418ha/hr、Shaktiが0.0504ha/hrで理論値との比率(圃場耕耘効率)はそれぞれ86.87%及び93.37%であり、Shakti型がすぐれていた。土壌の物理性への効果に関しても同様であり、耕耘機使用後の土壌のせん断抵抗、コーン貫入抵抗、容積重ともクボタ製の耕耘機の方がShakti社製より高い値となった。この結果はShakti社製耕耘機のほうが土壌をより細かく粉碎し水田の稲の生育により好適な条件を作り出すことを示す。しかしながら、両者の耕耘機ともすべての土壌物理的パラメーターで、深度0-14cm層は他の層よりも有意に良好な値を示した。農家がこれらの耕耘機モデルを選ぶさいには、値段のみに焦点を当てるのではなくて、目的の高収量を得るために、総合的な視点から評価することが重要である。

この比較研究に関連してこれらのパラメーターが最終的に籾収量にどのような影響があるかも調査した。その結果は、クボタK120を使用したサワプロットの収量は3.0-4.0t/haでShakti 130DIモデル使用サワプロットの収量は4.0-4.5t/haの範囲にあった。しかしながら両者の耕耘機とも、耕耘機未使用のサワプロットに比べ有意に収量が高くなった( $t=2.82$ ,  $p<0.05$ )。この研究は耕耘機がけは土壌の物理性に顕著なインパクトを与え、稲の生産性を向上させるものであることを、明確に示した。

耕耘機利用と水田(サワ)稲作技術の普及に影響を与える社会経済的因子について、ナイジェリアのビダサイトの水田稲作技術の普及プロジェクトが実施されている地域で2064農家を対象にヒヤリング調査を実施した。耕耘機の利用可能性はサワ稲作技術の普及の前提ともいえるほど重要であった。単純なランダムサンプリング法により200ヶの農家を選らび、耕耘機利用に関わる社会経済的因子のデータを収集した。この結果得られた重要な社会経済的因子は年齢、教育レベル、農民グループの質、圃場の面積、土地制度、サワ技術の実践的スキルレベル、サワプロットの位置と距離、耕耘機にかかるコストであった。農民の社会経済的特長については記述統計的な解析を行ったが、稲作農民の間における耕耘機利用に影響を与える社会経済的因子を把握するためにはプロビットモデルによる解析を実施した。しかしながら現時点での耕耘機の利用はアクションリサーチによるプロジェクト側からの提供が大部分を占めるので、耕耘機利用によるサワ稲作技術の普及を持続可能にするためには、アクションリサーチの範囲を拡大しながら、今後さらに真剣な検討を加える必要がある。

## 論文審査結果の要旨

本論文は若月等が科研基盤S「西アフリカの食糧増産と劣化環境修復のための集水域生態工学、2003-2007年度」と特別推進研究「水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命の実現と里山集水域創造、West African Rice Green Revolution by Sawah Eco-technology and the Creation of African SATOYAMA systems, 2007-2011年度」のガーナとナイジェリアにおけるアクションリサーチの実施において、2005年以来海外研究協力者として共同研究を実施して部分のうち、サブサハラのアフリカにおける水田稲作の振興プログラムにおいて耕耘機の実用性に焦点を絞り、ナイジェリアとガーナのベンチマーチサイトにおいて実施した成果をまとめたのである。

本アクションリサーチのポイントは、(1) アジアとは異なる生態環境、即ち、水文・気候・土壌・地形・植生等の生態環境条件が異なる、にあるアフリカ型の小低地に(2) 水田適地を見出して、その適地に見合う(3) 適切な水田システムを設計し、ヤブ状態におある小低地に(4) 質の良い水田をアフリカ農民の自助努力により低コストで作出し、新しく作りだした水田で農民が(5) 初収量4t/ha以上の持続可能な水田稲作を行うために必要な、技術と社会経済的条件を実践的に明らかにすることである。

ヤブから水田を開墾する場合の大変ハードな労働を軽減しながら、効率的に低コストで水田を造成する時に強力な武器になるのは、我々のチームが開発した小型耕耘機をブルドーザー代わりに使う、アフリカの低地に適した「農民の自力による適地適田開発と稲作方式（現地ではサワ方式Sawah Ecotechnologyと呼んでいます）」です。小型耕耘機の性能評価と効果的な使用法は重要なポイントになります。彼の今回の論文博士としての研究業績はこの耕耘機に関わる部分である。

上記の研究活動に関連して本論文著者は2007年から現在までに、Journal of Food, Agriculture & Environmentに筆頭著者として2報、2番目の著者として1報公表しました（業績1-3）。この雑誌はISI Web of Knowledgeに採用されています。又、2009年にInternational Agro-physicsに筆頭著者として1報公表しています（業績4）。これも上記ISIに採録されている査読誌です。さらに、米国のDavid publisherより発行されている商業誌Journal of Agricultural Science and Technologyにも筆頭著者として1報公表した（業績5）。

本論文著者のこれまでの成果は2008年7月北海道大学で開催されたInternational Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, ICSEA 2008においてPowertiller operations for land preparations for sawah developmentとして講演した。同月に実施された、本科研の特別推進研究の現地評価においても同じ講演を行い、評価委員より高い評価を得ました。2009年2月には国際機関であるIWMIがJIRCAS/JICA等とガーナのアクラで主催したInternational Workshop on Sustainable Development and Dissemination of lowland Rice and Paddy Fields in inland valleys of West Africaにおいて、Application of Power Tiller In Sawah Technology for Rice Production in Sub-saharan Africa:Nigeria and Ghana as Case Studiesとして講演した。

よって本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認められる。なお、審査にあたっては、論文に関する専攻内審査および公聴会など所定の手続きを経たうえ、平成22年2月9日、農学研究科教授会において、論文の価値並びに博士の学位を授与される学力が充分であると認められた。