

## 平成22年度科学研究費補助金（特別推進研究）研究進捗状況報告書

◆記入に当たっては、「平成22年度科学研究費補助金（特別推進研究）研究進捗状況報告書等記入要領」を参照してください。

平成22年4月21日現在

ローマ字	WAKATSUKI TOSHIYUKI						
1. 研究代表者氏名	若月 利之 印		2. 所属研究機関・部局・職		近畿大学・農学部・教授		
3. 研究課題名	和文	水田エコテクノロジーによる西アフリカの革命実現とアフリカ型里山集水域の創造					
	英文	Materialization of West African Green Revolution through Sawah Based Eco-technology and Creation of African Adaptive Satoyama Watershed Systems					
4. 研究経費 (千円未満四捨五入)	年度	研究経費(千円) ＜平成22年度以降は内約額及び支出予定額＞		使用内訳(千円)＜平成22年度以降は支出予定額＞			
		交付額	支出額	物品費	旅費	謝金等	その他
	平成19年度	84,000	84,000	40,211	7,576	19,840	16,372
	平成20年度	40,400	40,400	6,573	7,730	17,203	8,894
	平成21年度	36,000	36,000	4,319	8,776	14,749	8,155
	平成22年度	51,400	51,400	14,600	8,700	19,300	8,800
	平成23年度	44,700	44,700	6,700	8,700	17,800	11,500
	総計	256,500	256,500				
5. 研究組織(研究代表者、研究分担者及び連携研究者)							
氏名	所属研究機関・部局・職		現在の専門		役割分担		
若月利之	近畿大学・農学部・教授		生態工学・土壌学・アフリカ水田開発		研究総括・ベンチマーク集水域の水田適地低地の評価と生態学および社会経済学的評価とサワ方式のアクションリサーチの実施		
奥村博司	近畿大学・農学部・准教授		水文水資源学		ベンチマーク集水域の水分・水質評価		
増永 二之	島根大学・生物資源学部・教授		土壌学・植物栄養生態学・土壌圏生態工学		集水域生態工学的な基礎研究、特に土壌肥科学・植物栄養学的な解析		
増田 美砂	筑波大学大学院・生命環境管理学科・教授		農林政策学		土地制度とアフリカ型里山創造		
					課題番号	19002001	



## 6. 当初の背景と研究目的

研究計画調書に記載した研究目的（何をどこまで明らかにするのか等）を簡潔に記述してください。

- 1、**モデルとなるアフリカ型里山集水域の創造**：過去 15-20 年、サブサハラアフリカにおける緑の革命の実現と劣化環境の修復を目標として、ナイジェリアのギニアサバンナ帯とガーナの人為的サバンナ帯（森林移行帯）地域の 100-50,000ha 規模の複数の集水域を集中的ベンチマークサイトとして、長期のアクションリサーチを継続してきた。CDM 事業の将来の展開も含めて劣化環境を修復しながら持続可能な集約的食料増産を実現するための基本戦略は、西アフリカ特有の生態環境と社会経済条件に適する低地水田生態工学技術（エコテクノロジー）と、低地水田の集約的持続性の高さを背景に、アップランドにおける持続可能な森林再生技術を融合させる、集水域アグロフォレストリーシステム（アフリカ型里山システム）の創造である。本研究は、西アフリカ全域にアフリカ型里山システムの研究と開発と普及を一体的に促進するための、モデル集水域（モデル里山）を創造することを目的とする。
- 2、**多様な生態環境と土地システムの評価を通じた自力展開可能な水田開発戦略の提示**：申請者等は、アフリカ集水域の土壌生成速度や養分供給速度は日本やアジアに比べて 5 から 10 分の 1 程度であることを示した。又、土地所有や利用権が重層的かつ多様な共有型であり、個々の農民圃場の環境を改良するためのインセンティブが乏しい。本研究の中心的な課題は、アジアとは極めて異なる生態環境と社会システムにある西アフリカで、持続可能な水田システムの自力展開の道を明らかにすることにある。サブサハラのアフリカを特徴づける「多様な低地の生態環境システム」、「多様な混作農業システム」、「共有的な土地管理所有システム」を、水田と森という持続可能な生態環境の管理システム（アフリカ型の里山システム）として統合する。これまでの現地実証的研究によれば、数 ha—数 10ha 規模の水田や植林地の開発は生態環境から見ても、社会経済的視点からみても持続可能である。問題の焦点は極めて多様な集水域低地のどの部分が、生態工学的に持続可能な水田の範囲であり、どの部分のアップランドにどのような森林をどの程度回復させる必要があるのかの「明確な土地区画＝線引きのための情報を得る」とことと、「アフリカ型里山集水域の創造を促進させるための土地所有・利用システムのあり方」を、現地研究協力者と数百人の参加農民との共同作業により見出すことである。我々が現地で実証した水田システムの飛躍的な持続的多収性が、新しい土地管理・所有システムを可能にしつつある。
- 3、**集水域生態工学的基礎研究**：以上の実践的課題をバックアップする基礎的研究課題として以下の 3 つを目標として挙げる。（1）「アフリカの緑の革命に関する水田仮説 (I)」の証明と拡張：サブサハラアフリカの農民の圃場には緑の革命の 3 要素技術を受け入れる前提条件が欠けている事と、前提を満足させる農民圃場の整備案。（2）集約的持続性に関する水田仮説 (II) の証明と応用：即ち、「低地における水田の単位面積当たりの持続的生産性は畑作地の 10 倍以上である」を、「地質学的施肥プロセス」（即ち、集水域における岩石の風化と土壌生成、アップランドから低地への肥沃な表土と養分のフローを意味する）の強化技術、多機能性湿地としての水田システムの N, P, K, Ca, Mg 等養分供給力の生態工学的強化技術の開発。（3）機能性腐植化有機物による畑土壌の修復：熱帯圏集水域の修復は土壌への安定な有機物の蓄積（腐植物質）、団粒の発達による保水能の向上、水循環の回復と農業生産増、それを背景とした森林植生の回復によって実現する。さらに、有機物の腐植化技術を開発し、腐植物質の施用による熱帯の畑土壌への有機物の蓄積技術を完成させることも目標とする。

### 本研究の背景

熱帯アジアで 1970 年代までに実現した緑の革命は、同様の研究を継続してきたにもかかわらず、40 年後の今日のサブサハラアフリカで実現していない。それにもかかわらず、CG センターの AfricaRice（アフリカ稲作センター）や IITA（国際熱帯農業研究）、あるいは JIRCAS（日本の国際農林水産業研究センター）等の国際農業機関、さらには 2007 年発足の AGRA（アフリカの緑の革命のための同盟）等、世界の主流は依然として、育種＝バイオテクノロジーが、アフリカにおいても緑の革命の中心技術であるとの仮定に立っている。一方、本研究では、アフリカに緑の革命を実現する中核技術は、アジアやラテンアメリカと異なり、生態環境の改良を行うエコテクノロジー、とりわけ低地の水田エコテクノロジーであるという仮説を、十分な規模のアクションリサーチにより実証しようとしている。又、過去に行われた農業研究所での成果がアフリカ農民の現場で通用しないことに鑑み、研究と普及を一体のものとしてアクションリサーチを行う。

本研究はアジアに遅れること 50 年にして、悲願の緑の革命を実現することに貢献できる。バイオテクノロジーと先端技術偏重の現在のトップダウン型の科学研究を是正して（これはアフリカで弊害が特に大きいように思える）、環境と生物研究、アフリカ農民の圃場の現場からの技術開発というボトムアップ型の農業技術の創造を目指す。本研究による文理融合型の伝統的里山技術（温故知新のローテクノロジー）の再評価により、トップダウンとボトムアップ、バイテクとエコテック等、バランスの取れた研究方向に導きたい。特にアフリカでは農民圃場の現場で結果を出す実践的な研究が必要である。

本研究で提案する水田生態工学や集水域生態工学、アフリカ型里山集水域の創造概念は、欧米産の科学技術に存在しないもので、アフリカのみならず地球環境問題解決の基本コンセプトになる。

## 7. 研究組織、研究方法、役割分担

研究代表者、研究分担者及び連携研究者等の役割分担と研究の進捗状況、本研究課題への貢献等について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記述してください。

### I、研究組織：

研究代表者：若月利之(近畿大学農学部教授)：生態工学：総括及び農民の自力による適地適田開発、即ち、〈パーソナル灌漑水田開発方式=サワ sawah 方式〉を十分な規模のアクションリサーチにより完成させ、緑の革命実現への道筋を示す。

このアクションリサーチは同時に水田仮説1と2の実証として実施する。集水域生態工学的基礎研究も分担者と実施。

研究分担者：奥村博司(近畿大学農学部准教授)：水資源学：生態工学的基礎研究のうち、ベンチマーク集水域の水文水質評価

研究分担者：増永二之(島根大生物資源学部教授)：土壌圏生態工学：基礎研究のうち、土壌・植物栄養学的な解析

研究分担者：増田美砂(筑波大院生命環境科学研究科教授)：地域研究・林政学：土地制度とアフリカ型里山創造

### 海外研究協力者

(1) ガーナ：国立土壌研究所：Dr. K. Fening(所長)、Dr. M. M. Buri(土壌学とサワ方式)、Dr. B. Antwi(灌漑排水)、Dr. R. Issaka(土壌肥料)、Dr. K. Asubonteng(農村開発)、M. J. Opong(水文水質学、アフリカにおける代掻きの意義)、Mr. E. Boateng(水田の養分動態)。国立作物研究所：Dr. H. Adu-Dapaah(所長)、Dr. R. Bam(作物学とサワ方式)、Dr. E. Annan(水田農業システム)、Mrs. M. Bando(土地制度と適地適田開発)、Mr. G. Acheampong(雑草学とサワ方式)、国立林業研究所：Dr. E. Owusu(アフリカ型里山)、Nutakor(森林の社会経済調査)、IWMI(国際水管理研)：藤井秀人(水田開発のための水資源評価)

(2) ナイジェリア：国立穀物研究所：Dr. A. Ochigbo(所長)、Dr. A. Usman(作物学)、Dr. Philips(土壌学)、Mr. J. Wayas(農業経済学)、Mr. J. Aliyu(アフリカ型里山創造)、IITA(国際熱帯農業研究所)：Mr. A. Agboola(灌漑排水学)、ンツカ大学：C. Igwe教授(土壌学)、Mr. J. Nwite(水田開発)、国立農業機械化センター：Mr. Ilechukwu Azogu(所長)、Dr. A. Segun(耕運機利用と適地適田開発)、Mr. Dada-Joel(灌漑排水)、近畿大農：Dr. 渡邊芳倫、国費留学生 Mr. Obalum(D1、代掻きの効果)、鳥取大 国費留学生：Mr. Alarima(D1、土地制度と水田開発)

(3) ベナン：AfricaRice(アフリカ稲センター)：阿部進(SMARTサワProject コーディネーター、水田生態工学)、Dr. P. Kiepe(アフリカ型小低地の持続可能な開発)、Dr. S. Oikeh(土壌肥料学)

(4) インドネシア：アンダラス大学：Dr. Darmawan(インドネシアの緑の革命による土壌肥沃度の変化)、Dr. Azwar(集水域方程式)、Dr. Hermansah(農村開発)：ボゴール土壌研究所 Dr. Husnain(水田集水域の養分動態)

(5) タイ：カセツアート大学：Prof. T. Attanandana(水田土壌の肥沃度)、Mr. Piboon(タイの緑の革命による土壌肥沃度の変化)、農業省：Dr. L. Suphakarn(作物学)

(6) 南アフリカ：南アフリカ大学：Prof. Oladele Idowu(農業普及学、土地制度と水田開発)

### II、研究実施分担

**(1)、サワ sawah 方式<農民の自力による持続可能な水田開発とパーソナル灌漑水田開発技術>完成のためのアクションリサーチ**：ガーナ、ナイジェリアで計100サイト、300haの実験的適地適田開発：若月が海外研究協力者と実施

1-1 ガーナにおける既存モデルサイトとその周辺、さらには範囲を拡大して新規デモサイトでも実施。さらに、農民から農民への水田稲作の普及と展開を篤農達がリーダーになり新規農民グループの組織化と新規水田開発と稲作を競争的に実施。

1-2 ガーナ土壌研究所と作物研究所の海外共同研究者はサワ方式の研究と技術のノウハウをガーナ農業省の技術者、JIRCAS(国際農林水産業研究センター)やAfricaRiceの研究者、JICA/CARDの天水稲作プロジェクトの技術者に訓練。米国Columbia大学のJ. Sachs及びPedro Sanchez教授の指揮下にある国連Millennium Villages ProjectのBonsaaso Clusterで、チームリーダーMr. A. Aframと連携し、アクションリサーチを実施。

1-3 ナイジェリアでもガーナと同様に、既存サイトと周辺に範囲を拡大して農民から農民への水田稲作の普及と展開。

1-4 ナイジェリアFadamaIIIプロジェクト及び国連Millennium Villagesと連携：(Niger, Ondo, Kaduna, Abuja, Kwara, Enugu, Ebonyi, Lagos, Delta及びKebbi州)において、ガーナと同様、海外共同研究者が実施。

**(2)、上記アクションに対する学術的基礎研究とアジアの緑の革命前後の水田システムの劣化/持続性調査**：(1)のアクションリサーチから、水田立地の生態工学的条件、社会的条件、緑の革命を先行したアジアとの比較などの研究を行う。また、サワ方式の現場技術と学術研究の両方ができる人材養成のために、博士プログラムも同時並行で行う。

2-1 水田システムを促進する土地システムの調査研究：各国サイトにおける水田システムを促進する土地システムの調査研究をI. Oladele、増田美砂(研究分担者)、志賀薫(筑波大大学院)、Mrs. M. Bando、Mrs. Owusu、Mr. J. Wayas、Mr. Alarima(鳥取大連合農学博士課程)等が実施する。

2-2 多様な内陸小低地の適地適田開発のための調査研究：若月利之(研究代表者)が土壌、水質、地形、水文の調査研究をM. J. Opongと藤井秀人(IWMI-アクラ)、Mr. E. Boateng、Mr. J. Nwite、Mr. S. Obalumと共同で行う。

2-3 アジアにおける緑の革命前後の水田システムの劣化と持続性調査：緑の革命が先行したアジアとの比較研究を若月の指導の下で、奥村博司(研究分担者)、増永二之(研究分担者)が、Ms. Husnain(ボゴール土壌研)、Mr. Aflizar(島根大院)、Dr. Darmawan、Mr. Piboon等と共同で行う。

2-4 集水域生態工学的基礎研究：土壌生成と侵食のバランス及び水文・水質調査を若月の指導の下で、Dr. B. Antwi、Dr. Azwar、Dr. Hermansahが実施。養分供給と有機炭素蓄積量の強化技術の開発を、Dr. Morizuka(京大)、Dr. Hayashi(JIRCAS)、Ms. Matsuoka(農工大)、Mr. G. Acheampong、Dr. R. Issaka、Dr. E. Annan、Dr. A. Usman、Dr. L. Suphakarn、阿部進(AfricaRice)。

2-5 アグロフォレストリーとアフリカ型里山創造の研究開発：中長期的課題であるが、基礎調査と予備的トライアルを増田美砂(研究分担者)と若月利之が、Dr. E. Owusu & Mr. Nutakor、Mr. J. Aliyu、志賀薫(筑波大大学院)、渡邊芳倫(近大ポストドク) 岩島範子(島根大大学院)達と実施。

8. これまでの研究経過

研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、以下の点を含めて具体的かつ明確に記述してください。なお、(2)を記述する場合は、(1)と区別が付くよう、実線を引いて記述してください。

- (1) 本研究において得られた新たな知見、学術的なインパクト、または独創性・新規性において格段の発展をもたらす可能性。
- (2) 当初に提案した研究計画を変更した場合はその理由。(研究計画の大幅な変更等により研究計画調査(継続)を提出した場合は必須)

(1) 本研究の新たな知見と学術的インパクト。独創性・新規性において格段の発展をもたらす可能性

(a) これまでの ODA 依存の水田開発とは全く異なる、個々のアフリカ農民の自力によるパーソナル灌漑水田開発方式<サワ Sawah 方式のエコテクノロジー>の要素技術と土地制度及び経済条件を以下の表のように総括した。又、以下の①から⑥までアフリカの緑の革命実現へのロードマップを初めて提示できるようになった。本アクションリサーチの多数の実験的小規模開発の実践は水田仮説 1 と 2 の実証であると同時に、サワ方式の完成のプロセスであり、このサワ方式はそのままスケールアップして西アフリカ及びサブサハラアフリカ全体に展開することが可能になる。これは我々のアクションリサーチの出発点が研究所ではなくて農民圃場の現場であるからである。これまで、アフリカでは各種の農業技術が研究開発されてきたが、国際機関を含めた研究所での成果をアフリカ全体(農民圃場)にスケールアップすることに、ことごとく失敗してきた。

**表: アフリカで農民が自力で適地適田開発し、水田農業を持続的に実施するために必要な技術の内容と農村社会の経済及び土地制度等の条件**

(1) 適地選定・適田システムの設計

- 取水源と取水法
  - 小河川の堰と水路
  - 中河川の堰と水路
  - 泉
  - インターセプト水路
  - ため池・養魚
  - ポンプ
  - 氾濫取水
- 洪水対策
- 干ばつ対策
- 分水システムと方法
- 水消費量の管理(t/作)
- 減水深管理(mm/day)
- 水質
- 土壌肥沃度
- 土性
- 地形と水田のレイアウト
- 水田の均平度
- 畦の質と管理

**適地適田開発と持続可能な管理法のアクションリサーチ。**

**農民と研究者・技術者との共同作業が重要。**

**農民は現場の水文を熟知しているが水田は未知、技術者は現場を知らない。**

(2) 新規開田のコスト(\$/ha)と技能・技術

- 耕運機費用(10ha以上/1台,5000\$)
- 同スペアパーツ代(20%程度)
- 燃料代・故障修理代
- ヤブの開墾
- 畦作り,水路切削,均平化
- 補助的雇用労働
- 農具と資材費(耕運機代の10%程度)
- 研究・技術者の謝金日当宿泊費
- 普及員・農民訓練の日当宿泊費
- 勾配%
- 表面の凸凹
- 平均の1筆水田面積(ha)
- 土壌移動量(t/ha)
- 合計費用 **2000-4000ドル/ha**

(3) 農民グループの質と量

- リーダーの資質
- グループの結束度
- 耕運機の運転技能(耕作,代掻き,土壌移動,均平化)
- 耕運機の維持管理技能
- 水田作りの技能
- 水田稲作の技能
- 参加農民数
- 民族

**自力開田から新規開田を指導できる人材育成**

(4) 水田稲作技術

- 水田の水管理技術(総合)
- 水源取水施設管理
- 水の分配や水路管理
- 植え付け時の均平化
- 畦の管理
- 代掻き
- 雑草管理
- 施肥(N-P2O5-K2Okg/ha)
- 品種選択
- 収量(ton/ha)

(5) 開発水田の持続性と土地制度

- 水田開発を促進する土地制度
- 私有
- 借地条件
  - 1-2年
  - 5-6年
  - 10年以上
  - 99年
- 分益小作
- 伝統的首長
- 村落の共有
- 家族の共有
- 土地の購入と登記システム

**4t/haの収量を実現すること。3t/haでは不十分。5t/haなら農民は確信する。8t/haを目指す研究が必要**

**水田作りは国づくりと人創り。富を増加させた人に報いる土地制度が重要**

<アフリカの緑の革命実現へのロードマップ>

- 1986年—2002年: 6サイト6haの開田: 17年の試行錯誤と基礎的調査研究。西と中央アフリカ全域の稲作生態と土壌肥沃度の基礎調査及び灌漑水田ポテンシャルの調査。ナイジェリアビダとガーナクマシのベンチマークサイトで農民の自助努力による適地適田開発と水田稲作の基礎研究とオンファーム実証研究。サワ方式の基礎研究とプロトタイプ技術の完成と研究者と篤農の育成。
- 2003年—2007年: 30サイト50haの予備的適地適田開発のアクションリサーチ: ガーナは森林移行帯、ナイジェリアはギニヤサバンナ帯の多様な小低地環境に適する水田システムのオプションを、試行錯誤で参加農民の自力により開田するアクションリサーチを開始し、各15サイト、約25haを適地適田開発した。
- 2007年—2009年: 本特別推進研究を開始し、60サイト150haの適地適田開発のアクションリサーチ: サワ方式の質的改良と全アフリカへの普及を目指しアクションリサーチを当初のベンチマークサイト以外に拡大。国際機関のAfrica Rice, JIRCAS, MillenniumVillage, JICA等との連携と訓練を開始。土地制度のデータ収集とサワ方式の研究・訓練システムを整備し、当初目標の60サイト、150haの適地適田開発アクションリサーチをほぼ完了し、サワ方式のマニュアルをガーナで出版し、2010年3月22-25日、第2回Africa Rice CongressでSawah to realize a green revolution in Africaを10人のサワチームで発表。
- 2010年—2012年: 緑の革命実現の直前のステップとなる、サブサハラアフリカ全体での大規模アクションリサーチの実施を準備するため、100サイト・300ha以上のアクションリサーチを実施する予定。これによりサワ方式の本格的な普及にむけたマニュアルや研究・訓練・技術移転のシステムを完成させる。ガーナとナイジェリアの稲作振興政策にサワ方式が採用されるべくガーナはCSIR-SRI,CRI,MOFAとの連携と訓練、ナイジェリアでは連邦政府の低地開発プロジェクトFadamaIIIとの連携と訓練を実施する。さらに、国際機関であるAfricaRiceのSMARTサワプロジェクト、JIRCASのサワプロジェクト、JICA-CARDの天水湿地稲作プロジェクトに技術とノウハウを訓練し、全サブサハラアフリカへの展開の基盤を作る。100サイト・300ha以上が本特別推進研究にかかわる直接のターゲットであ

## 8. これまでの研究経過（続き）

るが、別途実施される以上の諸機関のアクションリサーチ分を含めるとこの2倍以上の規模で実施されると予想される。

- ⑤ 2013年—2020年：サブサハラアフリカ全域で2000サイト・10,000ha以上のサワ方式の適地適田開発と水田稲作の大規模アクションリサーチを実施予定。
- ⑥ 2020年—2050年：サブサハラアフリカ全域で農民の自力による適地適田開発と水田稲作の普及が自力展開し緑の革命が実現する期待が大きくなった。

### (b). これまでの研究経過

- ① 本研究はアフリカ現地ではサワ (Sawah) プロジェクトとして実施されており、ガーナやナイジェリアの稲作研究関係者のみならず、AfricaRice(アフリカ稲作センター)やJIRCAS(国際農林水産業研究センター)等の国際研究機関との連携が大きく進展した。
- ② アクションリサーチを実施した地域の低地の土地制度は大別して(a) 伝統的な首長の所有・村落社会の共有的所有権にある場合、(b) 都市近郊で、すでに私有中心の土地所有となっている場合、(c) 共有と私的所有が共存する場合等がある。水田開発前はヤブ状態であり、区画がない土地であるため、土地所有権や利用権をめぐる争いは発生しにくい。しかし、水田化により畔と水路の明確な区画ができるので、適地選定時に関係者による話し合いがないと、土地所有権をめぐる摩擦が発生する場合がある。しかし、水田化した低地の生産性は極めて高いので、増加した経済力により、水田開発を阻害しないで、関係者を満足させる調整は可能である。
- ③ 成果の一部は2009年3月、Buri, Issaka & Wakatsuki eds ” The Sawah system of rice production” としてガーナで出版した (ISBN978-9988-1-1877-7)。不備はあるがアフリカで出版された最初のマニュアルである。今後2年以内に抜本的に改定する予定。

### (2) 当初に提案した研究計画を変更した理由

一番大きな変更点は、当初は、これまで長期間継続してきたナイジェリアのギニアサバンナ帯とガーナの人為的サバンナ帯(森林移行帯)のベンチマーク集水域という、限定した地域でのアクションリサーチに重点をおき、(1)「モデルとなるアフリカ型里山集水域を創造する」、ことに力点を置き、アップランドから低地までを含む全集水域のエコテクノロジー技術の完成にも力点を置いていた。しかし、本研究における最優先の目標は、アフリカの緑の革命の実現であり、西アフリカ特有の生態環境と社会経済条件に適する低地水田生態工学技術(エコテクノロジー)の完成と、自力展開が可能な普及プロセスを現地で実証的に明らかにし、より汎用性のあるアフリカの緑の革命の実現に向けた道筋を明確にすることであるのは明らかである。

従い、当初の目標としては第2番目に挙げていた(2)多様な生態環境と土地システムの評価を通じた自力展開可能な水田開発戦略の提示により明確な焦点を絞ったアクションリサーチとして展開している。これは平成20年度の研究進捗状況現地調査評価コメントで第一番目に指摘された留意点に沿ったものである。即ち「その実践の場が増加すること自身が研究の進展に不可欠であるため、実践を受容してくれる地域や行政機関を増やすことが肝要である」。もう一つの理由は、当初は西アフリカ全体を射程に入れた水田開発戦略<普及の道>を描くことは本研究期間ではかなり困難なことを考え、基礎研究に重点を置いた計画であったが、予想以上にサワ方式がアフリカ農民に受け入れられることが分かり、基礎的学術研究の成果を多少犠牲にしても、より社会的要請の大きい「アフリカの緑の革命の実現」に焦点を絞ることとした。

このため、当初はガーナではクマシ市北西50km付近の、ナイジェリアではニジェール州のビダ市付近の、各ベンチマークサイトの集水域に集中したアクションリサーチを想定していた。しかし、これでは広大な西アフリカ、なにかんずく、サブサハラのアフリカ全体への成果の汎用性という点で、極めて限界があることが明白であり、より多様な生態環境と社会経済条件下での、十分な規模のアクションリサーチが望まれていることは明白である。幸い、すでにガーナでもナイジェリアでも本研究のアクションリサーチが格段に展開し、又、国際機関であるAfricaRiceもサワプロジェクトを開始したことから分かるようにアフリカ全体にスケールアップする展望も大きく開けた。

#### 主な変更点

(1)モデルとなるアフリカ型里山集水域の創造と適地適田水田(sawah)開発研究：現段階で、当初の目標のガーナ、ナイジェリア各50-100haのアクションリサーチの高いほうの目標をクリアするレベルにあるので、上記で述べたように、本研究の目標をアフリカの緑の革命実現の道筋の確立に焦点を絞り実施することとする。このため、アクションリサーチのレベルを当初目標以上の「2ヶ国で質の良い水田稲作を、計100ヶ所300ha」で実施し、(2)以下の目標を達成するに十分な規模と質の良いアクションリサーチを行う。

(2)農民の自力水田(sawah)開発と水田稲作による緑の革命実現のプロセスの確立と人材養成：研究計画の項で述べたように、先行しているガーナで稲作振興政策の中心と採用されるようになるレベルのインパクトあるアクションリサーチを実施する。ナイジェリアではまず州政府をターゲットとする。ついで、我々の適地適田水田(sawah)開発研究・水田稲作普及システムのアクションをAfricaRiceCenter, JIRCAS, CARD/JICA, UN-Millennium Villageスタッフと共有することにより、我々の経験とノウハウを技術移転してアフリカ全体に展開する。

(3)以上のアクションリサーチを継続しながらデータと技術の最終確認を行う。これにより、上述したように、現在の研究終了後の2013年—2020年ころにサブサハラアフリカ全域で2000サイト・10,000ha以上のサワ方式の適地適田開発と水田稲作の大規模アクションリサーチを実施し、2020年—2050年：サブサハラアフリカ全域で農民の自力による適地適田開発と水田稲作の普及が自力展開し緑の革命を実現させたい。

## 9. 研究遂行上の問題点等

研究遂行上に生じた問題点及びその解決方法、見通し、要望等について記述してください。

### 1. アフリカの農業に必要な研究とは何か？：インパクトファクターと研究目的とのズレ

本研究では3つの成果指標を掲げてアフリカの海外共同研究者とアクションリサーチを取り組んでいる。

- ① 一つはサワチームの研究者はアフリカ **農民の圃場の現場で農民を惹きつけるインパクトある実践**ができること。具体的には各アクションリサーチサイトで2ha以上の適地適田開発を農民の自力を中心に実現し、8t/ha以上の籾生産を上げるとのことである。このサワ方式を耕耘機代も含めて2000-4000ドル/ha以内のコストで実現すること。
- ② 二つ目はサワ方式には(1)適地選択と適田システムのデザイン、(2)耕耘機を使い経済的にペイする適地適田開発のい実施のノウハウ、(3)実施主体となる農民グループの組織化と共同作業、(4)農学的水田稲作の持続的な実施、(5)サワ方式を持続可能にする農村社会の経済及び土地制度の条件整備と調整等、幅広い分野の研究が必要であるので、各 **アフリカ人研究者は査読付きの Citation Journal に学術論文を公表**することである。
- ③ 三つ目は、我々のサワ方式が **ガーナやナイジェリアの稲作振興政策に組み込まれ、社会的な貢献を行う**こと。

いわゆるインパクトファクターという点では、我々のチームの引用は現在大変低い。その理由は3つあり、(1)本研究では農民の現場からのボトムアップを優先し現場での実践と実証を最優先の課題としている。サワ方式のような農民の現場でインパクトある技術と技能を有する研究者の育成を最優先している。(2)アフリカの現場での仕事でアフリカ人研究者が学術的な成果を出すことを最優先しており、いわゆるインパクトファクターの高い学術雑誌への投稿は2次的なものとしている。(3)我々が実施しているアフリカにおける水田エコテクノロジー研究は、今のところ我々のグループしかしていない。

ともあれ、我々の研究目的はアフリカの緑の革命の実現に貢献することであり、インパクトファクターを上げることが目的ではない。高いインパクトファクターの論文がアフリカの緑の革命の実現に貢献するのか、我々のように、農民の現場からの積み重ねが貢献するのかは、今後10-20年でははっきりするものと思われる。

### 2. 研究とは何か？研究の成果とは何か？

本研究の水田仮説Iは、緑の革命を実現する3要素技術（品種改良、施肥改良、灌漑排水改良）を利用可能にするための前提条件に関する研究である。科学が拠って立つ前提条件をアフリカにおいて満足させるための研究であり、実践である。国際機関であるアフリカ稲作センターや国際農林水産業研究センター(JIRCAS)との連携を進める中で明らかになったことは、学術的な研究とは何か？という問いである。農民の自助努力で行う適地適田開発アクションリサーチは「単なる開発」であり、研究ではない、と理解されがちである。研究機関である、アフリカ稲作センターやJIRCASが「本来」実施すべき研究活動の枠内に入らない「研究活動」である。一方、適地適田開発が行われ、数haの適地水田が完成すると、その完成した水田で行う、品種改良、施肥改良、灌漑排水改良等の試験は「従来型研究」となる。これにより、学術論文数を増やすことは容易である。

一方、我々がアクションリサーチとして実施している、農民の自助努力による適地適田開発と持続可能な水田稲作の実施のためには、範囲の広い自然環境と社会経済的実証調査が必要で、総合的な技術開発が必要とされる。多様な生態と社会環境因子を一つ一つ検証し、技術開発を行うことが王道となる。今後膨大な人と時間と研究費を使って、多数の学術論文が生まれることになる。しかし、本研究では、以下の事実から、この方法は全面的には採用していない。

### 3. 「ものづくり」は研究か、従来型の研究の積み重ねて適地適田開発に到達するか？

適地選定と農民グループの組織化、地形や降雨や水文条件に見合った適切な水田システムの設計、農民を訓練しながら小型耕耘機をブルドーザー代わりに使って、1-10人程度の農民が、雨季の開始に合わせて開墾を始めると1-3ヶ月で0.5-5haの水田を開拓できる。これにより1ha当たり4t/haの籾収量が実現できる。質の良い水田ができれば6t/haの収量も可能となる。我々の適地適田開発という「もの作り」の実践経験によれば、「(1)畔をきちんと作り、(2)均平化をきちんとし、(3)代掻きを丁寧にして、(4)灌漑と(5)排水ができる(6)質の良い水田を作り、標準的な(7)施肥と(8)稲作の管理と水田の(9)水管理と(10)雑草・(11)病害虫管理をすれば、(12)西アフリカの大部分の地域で、(13)たいていの高収量品種で、5t/haの収量が得られ」、周辺農民にインパクトを与えることができる。アフリカの緑の革命を早期に実現するためには、大きな迂回になっても、上の(1)-(13)の各因子について従来型の研究を積み重ね、それらの因子を総合化する試験を行い、多数の論文を書き、適地適田開発技術に到達すべきなのか、それとも、我々が現在実施しているような、ある程度論文数は犠牲にしても、試行錯誤を伴う多数の実践的アクションリサーチの積み重ねを優先すべきか？

### 4. その他の問題点

当初の予定以上にアクションリサーチサイトが拡大し、人材育成の規模も拡大したため、「もの作りとしての水田の質」にはバラツキがあり、水田の質の改良が必要である。アクションリサーチと訓練費用の拡充が必要。現在のアクションリサーチから今後の普及のステップでは耕耘機のコストが問題となる。現在はインド製のShakti（三菱農機）、タイ製のクボタ、インドネシア製のヤンマーを使用しているが、いずれも生産国の販売価格は1台3000ドル程度であるのに、ガーナやナイジェリアでの価格は6000-9000ドルになる。アフリカ稲作民がアジアの米との市場競争で不利になる点である。

### 5. 海外が主要な研究の場である場合の科研費の特徴

サブサハラのアフリカでの現地アクションリサーチ、とりわけナイジェリアは恐らくこの種の調査研究が最も困難な国と思われる。JICAをはじめ農林水産省チームもあまり調査研究活動を行っていない。農業は季節に合わせて活動する必要があり、会計年度に縛られてしまうと1年のロスが生じることが多々ある。ただ、本特別推進研究は近畿大学の立て替えによる支援もあり（4月から科研費が送金される7月までの間）あまり不便を感じずに研究ができていると思う。又、本研究代表者は現チームの海外共同研究者との共同研究がすでに15-25年という長期間の継続の実績があり、日本で博士号を取得したガーナ人とナイジェリア人が多数参加していることも寄与している。本特別推進研究の過去3年ではガーナ一人、ナイジェリア一人の新規博士取得者が誕生し、すでに述べたようにガーナでは5人、ナイジェリアでも5人の博士プログラムが進行している。

**10. 研究進捗評価（現地調査）で指摘を受けた事項への対応状況**

指摘事項を記載するとともに、それへの対応状況を具体的かつ明確に記述してください。

**指摘事項 1：本研究課題は極めて高い実践性を有しており、その実践の場が増加すること自身が研究の進展に不可欠であるため、実践を受容してくれる地域や行政機関を増やすことが肝要である。**

**（対応状況）：**

当初はガーナではクマシ市北西 50km 付近の、ナイジェリアではニジェール州のビダ市付近の、各ベンチマークサイトの集水域に集中したアクションリサーチを想定していた。しかし、これでは広大な西アフリカ、なかんずく、サブサハラのアフリカ全体への成果の汎用性という点で、極めて限界があることが明白であり、より多様な生態環境と社会経済条件下での、充分な規模のアクションリサーチが望まれていることは明白である。幸い、ガーナでは作物研究所と土壌研究所等の海外研究協力者に努力により、クマシ近郊のベンチマークサイト以外にも、アクラからクマシにかけての範囲でアクションリサーチサイトが拡大した。

ナイジェリアではオンド州の稲作振興政策として採用された。さらに NCAM(国立農業機械化センター、クワラ州イローリン)が sawah チームを正式に発足させた。北のスーダンサバンナ帯のザリア市付近の国連ミレニアムビレッジ、東南部のアナンブラ州アバカリキ付近、さらに 2010 年 4 月から連邦政府の低地開発 FadamaIII プロジェクトにサワ方式の技術を組み込むために、ナイジェリア全土の 8 州でアクションリサーチが開始される。

2008 年の第 4 回東京アフリカ開発会議を受けて、アフリカの稲作振興が日本の科学技術外交の柱の一つとなった。CARD (アフリカ稲作振興のための共同体)が発足し、その基本文書に本研究が引用され水田開発戦略が採用された。これにより、以下のような連携が始まった。まず JIRCAS が 2009 年 5 月より、ガーナの我々のサイトとその周辺で、又、AfricaRice も 2009 年 10 月より SMART (Sawah, Market Access, and Rice Technology) プロジェクトを、周辺諸国で、各 5 年計画でサワ方式のアクションリサーチを開始した。JICA/CARD もガーナで類似方式で水田稲作プロジェクトを開始した。

以上のようにガーナとナイジェリアの政府や州の農業省、国際機関である AfricaRice, JIRCAS, CARD/JICA あるいは国連のミレニアムビレッジ等、本アクションリサーチを受容する地域や行政機関が飛躍的に拡大した。

**指摘事項 2：土地制度を含めて総合的な取り組みが必要**

**（対応状況）：**

筑波大の増田教授とその指導下の博士及び修士課程の大学院生がガーナでアクションリサーチを実施するとともに、ガーナでは Oladele 教授、CRI の Mrs. Bandoh、ナイジェリアでは同じく Oladele 教授と Mr. Alarima (増永教授の下で博士留学)、Mr. Kolawole 達が拡大したアクションリサーチサイトで土地制度やサワ方式の水田開発の経済性について調査を実施している。

アクションリサーチを実施した地域の低地の土地制度は大別して (a) 伝統的な首長の所有・村落社会の共有的所有権にある場合、(b) 都市近郊で、すでに私有中心の土地所有となっている場合、(c) 共有と私的所有が共存する場合等がある。拡大したアクションサイトを対象として調査し、その詳細を明らかにする予定。水田稲作の実施による飛躍的な生産力と経済力の向上により、(a) と (c) から (b) への土地登記を伴う私有地化の例も出てきた。水田開発前はヤブ状態であり、区画がない土地であるため、土地所有権や利用権をめぐる争いは発生しにくい。しかし、水田化により畔と水路の明確な区画ができるので、適地選定時に関係者による十分な話し合いがないと、土地所有権をめぐる摩擦が発生する場合がある。しかし、伝統的なヤブ状低地に比べ、水田化した低地の生産性は極めて高いので、増加した経済力により、水田開発を阻害しないで、関係者を満足させる調整は可能である。しかし、持続可能な土地制度や利用法について、さらに調査を継続する必要がある。

**指摘事項 3：人材育成システムの構築とマニュアル化**

**（対応状況）：**

ガーナ及びナイジェリアとも稲作振興政策の中心と採用されるようになるレベルのインパクトあるアクションリサーチを実施しており、農民の自力による適地適田開発のサワ方式は本研究グループの成果であり、我々のサワ方式の研究開発と経験のノウハウをアフリカ全体に展開するために、これまでの経験やノウハウを、国際機関である AfricaRiceCenter, JIRCAS, CARD/JICA, UN-Millennium Village 等の国際機関の研究者や技術者を現場で訓練し始めた。今後、AfricaRiceCenter は SMART プログラムにより、アフリカ各国の研究者の、JIRCAS は普及員の、JICA は一般農民や農民リーダーの訓練を始めた、始めようとしている。

このためには、博士レベルの研究者、技術者、普及員、さらには篤農の実地訓練がカギとなる。現在、ナイジェリアとガーナ海外研究協力者の博士プログラムを兼ねた研究を各 4-6 人、計 10 人が並行して実施している。この他に本研究に関連する博士プログラムは、アフリカ人以外に、アジアと日本人を含めると、現在合計 14 名になる。又、本アクションリサーチの成果は書籍や論文あるいは訓練用ビデオ等の作製のみでは、技術移転は不可能で、現場における実施訓練が不可欠である。本研究成果の拡大と汎用性を高めるために、適地適田開発と水田稲作実施のノウハウの実地訓練を、ガーナとナイジェリアのサイトを使って実施しており、過去 3 年で 8-9 月の間に計 20 名を 1 ヶ月間実地研修を実施した。なお、ビデオ等による農民への訓練は、研究よりは普及に軸足が移ることになるので、我々と連携しているアフリカ稲センター、JIRCAS, JICA 等が中心になって行う予定である。

これまでの成果の一部は 2009 年 3 月、Buri, Issaka & Wakatsuki eds "The Sawah systems of rice production" としてガーナで出版した (ISBN978-9988-1-1877-7)。不備はあるがアフリカで出版された最初のマニュアルとなった。今後 2 年でさらに改良する予定である。

## 11. 研究成果の発表状況

以下の点を踏まえて記述してください。

- (1) 本研究費による代表的な成果発表に限って、これまでに発表した論文、著書（教科書、学会抄録、講演要旨は除く）、産業財産権等、招待講演、国際会議、学会等における発表状況について、現在から順に発表年次をさかのぼり記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限ります。  
例えば論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）を記入してください。
- (2) 特に重要な論文等5編以内に「○」を付してコピーを添付してください。
- (3) 著者が多数に渡る場合は、主な著者を数名記入し、以下を省略しても可。（省略する場合は、その員数と、掲載されている順番を○番号と記入。）また、研究代表者は二重下線とし、研究分担者には一重下線を、連携研究者には点線の下線を付してください。
- (4) 本研究費による成果である旨の記載があるものには「#」を付けてください。（科研費による研究成果を発表する場合は、その旨を記載していただくことになっています。）
- (5) 必要に応じてページを追加し、右上「特推進抄—7—( )」の( )内に連番で数字を記入してください。

[雑誌論文] (計 44 件)

- 1, Oladele, O.I. and Wakatsuki T., Missing perquisites for Green revolution in Africa: lessons and challenges of Sawah rice eco-technology development and dissemination in Nigeria and Ghana, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.8(1),132-136,2010, 査読有
- 2, Oladele, O.I. and Wakatsuki T., Effect of Land tenure on the adoption of sawah rice production technology in Nigeria and Ghana, *J. Agric. Sci. & Technology*, Volume 3(10), 47-53, 2010, 査読有
- #3, Hayashi, K. Abdoulaye, T. and Wakatsuki T., Evaluation of the utilization of headted sewage sludge for peri-urban horticulture production in the Sahel of West Africa, *Agricultural Systems*, Elsevier, 103,36-40, 2010, 査読有
- 4, Buri, MM, Issaka, RN, Fujii, H. and, Wakatsuki, T., Comparison of soil nutrient status of some rice growing environments in the major agro-ecological zones of Ghana, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(1),384-388,2010, 査読有
- #5, Watanabe, Y., and Wakatsuki T. et al, Teak (*Tectona grandis*) growth and influenced by soil physicochemical properties and other site conditions in Ashanti region, Ghana, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2),132-137, 2010, 査読有
- 6, Owus-Sekyere E, Nakashima K and Wakatsuki T., Extending Cocoa Agroforestry into Sawah Ecosystemsin Ghanaian Inland Valleys, *Ghana Journal of Forestry*, 査読有, 印刷中
- 7, Abe, SS, Yamamoto, S, and Wakatsuki, T., Soil-particle selection by the mound-building termite *Macrotermes bellicosus* on a sandy loam soil catena in a Nigerian tropical savanna, *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge Univ. Press, :1-5, 2009, 査読有
- #8, Abe, SS, Yamamoto, S, and Wakatsuki, T., Physicochemical and morphological properties of termite (*Macrotermes bellicosus*) mounds and surrounding pedons on a topsequence of an inland valley in the southern Guinea savanna zone of Nigeria, *Soil Science & Plant Nutrition.*, 査読有, 55: 514-522, 2009
- #9, Watanabe, Y, T, Owusu-Sekyere, and Wakatsuki, T. et al., Evaluation of growth and carbon storage as influenced by soil chemical properties and moisture on teak (*Tectonia grandis*) in Ashanti region, Ghana, *J. Food, Agriculture & Environment*, 査読有, Vol.7(2):640-645, 2009
- 10, Nwite, J.C, Igwe, C.A. and Wakatsuki, T., Evaluation of sawah rice management system in an inland valley in southeastern Nigeria. II: Changes in Soil Physical properties, *Paddy, Water and Environment*, 査読有, Pedoshere, 印刷中, 2009
- 11, Fu, Regina H.Y., Maruyama, M., and Wakatsuki, T., Traditional Farmer-Managed Irrigation System in Central Nigeria, *Japan Agriculture Research Quarterly*,44(1), 53-60,2010, 査読有
- #12, 若月利之, 水田農業の普及によるアフリカの緑の革命実現と土壌物理学的問題点、土壌の物理性、112号、13-25, 2009、査読有
- 13, 若月利之、アフリカ発谷地田農法で新・緑の革命、現代農業、11月号：346-350, 2009、査読無
- 14, Owus-Sekyere, E and Wakatsuki, T. et al, Soil Nutrient Flow in a Tropical Semi Deciduous Forest Ecosystems in Ghana, *Ghana Journal of Forestry*, Vol 21/22, 28-38, 2009、査読有
- 15, Fu, Regina HY, Maruyama, M, Oladele OI, and Wakatsuki, T., Farmers adoption and propensity to abandoned adoption of sawah-based rice farming in the inland valley of central Nigeria, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.7(2), 379-392, 2009, 査読有
- #16, Watanabe, Y, Masunaga, T, Fashala, OO, Agboola, A, Oviasuyu, PK, and Wakatsuki, T., Eucalyptus camaldulensis and Pinus Carbaea growth in relation to soil physic-chemical properties in plantation forests in Northern Nigeria, *Soil Science & Plant Nutrition.*55, 132-141, 2009, 査読有
- #17, Husnain, Wakatsuki T. and Masunaga T., Dissolved silica dynamics and phytoplankton population in Citarum watershed, Indonesia, *J. Food, Agriculture & Environment*, Vol 7(3&4), 132-139, 2009, 査読有
- 18, Ademiluyi, SY, Oladele, OI, and Wakatsuki, T., Field performance and effect of SHAKTI and KUBOTA power tillers on physical prosperties of soil under Sawah rice production in Nigeria. *International Agrophysics*, 23, 189-194, 2009, 査読有
- 19, Ademiluyi, SY, Oladele, OI, and Wakatsuki, T., Effect of power tiller operation on physical properties of soil under sawah rice production system in Bida, Nigeria, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.7(1), 147-149, 2009, 査読有
- 20, Ademiluyi, SY, Oladele, OI, and Wakatsuki, T., Effect of SHAKTI and KUBVOTA power tillers on physical properties

- of soil and rice yield under Sawah production system in Nigeria, *J. Agric. Sci. & Technology*, Volume 3(8), 43-48, 2009, 査読有
- 21, Issaka, RN, Buri, MM, Wakatsuki T., Effect of soil and water management practices on the growth and yield of rice in the forest agro-ecology of Ghana, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.7(1), 214-218, 2009, 査読有
- 22, Abe,S.S, Oyediran, G.O., Masunaga, T., Yamamoto,S., Honna,T., and Wakatsuki T., Soil development and fertility characteristics of inland valleys in the rain forest zone of Nigeria: Mineralogical composition and particle-size distribution, *Pedosphere*, 19(4), 505-514, 2009, 査読有
- 23, Chen, X.,Luo, AC.,Sato,K. and Wakatsuki T., et al. An introduction of a multi-soil-layering system: a novel green technology for wastewater treatment in rural areas, *Water and Environment Journal*,23(4), 255-262. 2009
- 24, Abe, SS., Oyediran, GO.,Masunaga T. and Wakatsuki T., et al. Soil Development and Fertility Characteristics of Inland Valley in the Rain Forest Zone of Nigeria: Mineralogical Composition and Particle-Size Distribution, *Pedosphere*, 19(4),505-514, 2009
- 25, Oladele, O.I. and Wakatsuki T., Social factors affecting wetland utilization for Agriculture in Nigeria, A case study of sawah rice production, *Rice Science*, 15(2), 150-152, 2008, 査読有
- 26, Nwite, J.C, Igwe,C.A. and Wakatsuki T., Evaluation of sawah rice management system in an inland valley in southeastern Nigeria. I: I:Soil chemical properties and rice yield, *Paddy and Water Environment*, Vol.6,299-307, 2008, 査読有
- #27, Husnain, Wakatsuki T., Setyorini, D., Hermansah, Sato K.,and Masunaga T., Silica availability in soils and river water in two watersheds on Java Island, Indonesia, *Soil Science and Plant Nutrition*, 54(6), 916-927, 2008, 査読有
- #28, 若月利之、炭素貯留能を強化する水田管理農業と経済、74(4),131-137、2008、査読無
- #29, 若月利之、アフリカで求められる「緑の革命」農業と経済、74(14),77-86, 2008、査読無
- 30, Ademiluyi S.Y., Oladele O.I. and Wakatsuki T.: Socio-economic factors influencing power tiller use among sawah farmers in Bida, Nigeria *Journal of Food and Agriculture & Environment*, 6(3-4), 387-390, 2008, 査読有
- 31, Buri, MM, Issaka RN and Wakatsuki T. Determining Optimum Rates of Mineral Fertilizers For Economic Rice Grain Yields under the “Sawah” System in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 12, 19-31, 2008, 査読有
- 32, 中島邦公・若月利之・モロ M ブリ：ガーナの持続的自立の水田開発にむけてーサワ（水田）実証研究プロジェクトに対する農民の反応、アフリカ研究、69巻、59-73、2007年、査読有
- 33, Abe SS, Oyediran GO, Masunaga T., Yamamoto S, Honna T, Wakatsuki T. :Primary mineral characteristics of topsoil samples from lowlands in seven West African countries., *Jpn. J. Trop. Agric.*, 51巻, 35-39、2007年、査読有
- 34, Abe SS, Oyediran GO, Yamamoto S, Masunaga T., Honna T, Wakatsuki T. : Soil development and fertility characteristics of inland valleys in the rain forest zone of Nigeria: Physicochemical properties and morphological features. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53巻, 141-149. 2007年、査読有
- 35, Fashola O.O., Oladele O.I., Alabi M.O., Tologbone D. and Wakatsuki T. : Socio-economic factors influencing the adoption of sawah rice production technology in Nigeria, *J. Food, Agriculture & Environment*, 5巻, 239-242, 2007年、査読有
- 36, Fashola O.O., Y.Ademiluyi S., Faleye T., James D., and Wakatsuki T.: Machinery systems management of walking tractor (power tillers) for rice production (Sawah) in Nigeria, *J. Food, Agriculture & Environment*, 5巻, 284-287、2007年、査読有
- 37, Nakashima, N. and Wakatsuki T. Determinants of farmers participation in Sawah project in Ashanti region, Ghana, *China Agriculture Economic Review*, vol5(4), 488-497, 2007, 査読有
- 38, Darmawan and Wakatsuki T., The changes of available phosphorus during the period of 1970-2003 in sawah soil: A case study in Java, Indonesia, *Wetland Ecology and Management*
- 39, Masunaga T. Sato K., Senga Y., Seike Y., Inaishi T., Kudo H., and Wakatsuki T., Characteristics of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from a multi-soil-layering system during wastewater treatment. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53巻, 173-180. 2007年、査読有
- 40, Chen X, Sato K., Wakatsuki T. and Masunaga T., Comparative study of soils and other adsorbents for decolorizing sewage and livestock wastewater, , *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53巻, 189-197. 2007年、査読有
- 41, Chen X, Sato K., Wakatsuki T. and Masunaga T., Effect of structural difference on wastewater treatment efficiency in multi-soil-layering systems: Relationship between soil mixture block size and removal efficiency of selected contaminants, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53巻, 206-214. 2007年、査読有
- 42, Masunaga T., Sato K., Mori J., Shirahama M. and Wakatsuki T., Characteristics of wastewater treatment using a multi-soil-layering system in relation to wastewater contamination levels and hydraulic loading rates. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53巻, 215-223. 2007年、査読有
- 43, Chen X., Sato K., Wakatsuki T. and Masunaga T., Effect of aeration and material composition in soil mixture block on the removal of colored substances and chemical oxygen demand in livestock wastewater using multi-soil-layering systems, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53巻, 509-516. 2007年、査読有
- 44, Owusu-Sekyere, Cobbina E., J. and Wakatsuki T.: Distribution Characteristics of Mineral Elements in Tree Species from Two Contrasting Secondary Forests in Ghana, *West African J. Applied Ecology*, 10巻(12), 1-12 (on line Journal), 2007, 査読有

〔図書〕(計4件)

- #1, Buri, MM, Issaka RN and Wakatsuki T.: The “Sawah” System of Rice Production, pp147, University Press, KNUST, Kumasi, Ghana、プロジェクトマニュアルをガーナで出版, ISBN978-9988-1-1877-7, 2009
- #2, Wakatsuki T., Buri, MM, and Oladele, OI., West African Rice Green Revolution by Sawah Eco-technology and the Creation of African SATOYAMA Systems, Kyoto Working Papers in Area Studies No.63, Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, ISBN978-4-901668-63-7, pp1-30, 2009
- 3, Wakatsuki T., Buri, MM, and Oladele, OI., Potential of rice green revolution using Sawah Eco-technology, In: Proceedings of 1<sup>st</sup> African Rice Congress. Narteh LT, Tenywa JS, Nampala P, and Kawube G, eds., Dar es Salaam, Tanzania, 31 July-4 August 2006, pp.267-284.(ISSN:2070-3678), 査読有、WARDA, Cotonou, Benin, 2009
- #4, 若月利之、第4章、西アフリカにおける水田エコテクノロジーによる緑の革命の実現を目指してーナイジェリア、ヌペ、ガーナ、アシャンティにおける経験から、松園・縄田・石田編「アフリカの間開発、実践と文化人類学」みんぱく実践人類学シリーズ所収、明石書店、p173-219、2008

〔国際学会発表〕(計35件)

- 1, Wakatsuki T., Buri.M.M. Bam. R, Oladele, I.O. and Imolehin E., Site specific sawah development and management by farmer’s self-propelling efforts: large scale action research in Ghana and Nigeria for demonstration of Sawah hypothesis (1) and (2), Africa Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 2, Issaka, R.N. and Wakatsuki T., Improving the adaptive capacity of smallholder rice farmers to climate change variability: The important of the 'Sawah technology, African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 3, Buri,M.M. and Wakatsuki T., Sustaining rice production under changing climatic conditions in southern Ghana: A case study in the Ahafo Ano South District, African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 4, Oppong, J. and Wakatsuki T., Performance of Jasmine 85 and Tox 3108 rice varieties under three hydrological regimes on sawah and traditional lowland rice cultivation systems in Ghana, African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 5, Ademiluyi, Y.S. and Wakatsuki T., Use of power tiller in sawah-based technology for rice production in sub-Saharan Africa (Nigeria and Ghana as case studies), African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 6, Annan-Afful, E., Productivity of sawah eco-technology: the role of sustainable rice-based cropping systems, African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 7, George,K.A. and Wakatsuki T., Enhancing rice productivity in the Sawah system: The influence of genotype and weeding regime, African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 8, Bandoh, M.N. and Wakatsuki T., Land tenure and its effect on Sawah Development and Sustainability: The case of smallholder rice farmers in the Ashanti and eastern regions of Ghana, African Rice Congress 2010, 22-26 March,2010, Bamako, Mali
- 9, Darmawan, Asnita Y., Masunaga T., Wakatsuki T. Effects of cascade irrigation system on phosphorous movement characteristic in terrace sawah in West Sumatra, Indonesia. 9th Conference of the East and Southeast Asian Federation of Soil Science, Seoul, Korea., 2009 October 27-28, 2009
- 10, Afizar, Husnain, Wakatsuki T., Masunaga T. Distribution of available Si in soils in relation with land use types and soil erosion status in Sumani watershed, west Sumatra, Indonesia, 同上, 2009年
- 11, Masunaga T., Husnain, and Wakatsuki T. Geochemical properties and degradation of lowland sawah soils in West Java, Indonesia. 同上、2009年
- 12, Hermansah, Masunaga T., Wakatsuki T. Nutrient management of Sawah in relation to soil characteristics and rice production in West Sumatra, Indonesia. 同上、2009年
- 13, Bam, R.K. and Wakatsuki T., Performance of rice genotypes in different rice (*Oryza sativa*) growing environment in Ghana, 9<sup>th</sup> Conference, African Crops Science Society Conference, 27 Sep-1<sup>st</sup> Oct, 2009, Cape Town, South Africa
- 14, Oladele O.I. and Wakatsuki T., Innovative land and water use in Nigeria and Ghana for sustainable Agriculture, Commission Internationale de l’Organization Scientifique du Travail en Agriculture, CIOSTA, 17-19 June, 2009, University of Reggio Calabria, Italy
- 15, Wakatsuki T., Sawah hypothesis (1) for African rice green revolution, Sawah hypothesis (2) for intensive sustainability, and SOTOYAMA concept for restoration of degraded environment’, AfricaRiceCenter(WARDA) Special seminar, 2 March, 2009, Cotonou, Benin
- 16, Wakatsuki T., Sawah hypothesis (1) and (2) for African rice green revolution: experiences and examination in Ghana and Nigeria, International Workshop on Sustainable Development and Dissemination of lowland Rice and Paddy Fields in inland valleys of West Africa, 24 February, 2009, Accra, Ghana
- 17-19, Oppong, J., Effect of inadvertent deficit irrigation on lowland rice in Ghana, International Workshop on Sustainable Development and Dissemination of lowland Rice and Paddy Fields in inland valleys of West Africa, 同上、他2報
- 20, Ademiluyi, Y. Segun, Application of power tiller in Sawah technology for rice production in sub-sahara Africa: Nigeria and Ghana as case studies, International Workshop on Sustainable Development and Dissemination of lowland Rice and Paddy Fields in inland valleys of West Africa, 25 March, 2009, Accra, Ghana
- 21, Buri,M.M. and Wakatsuki T., Reducing rural poverty through improved and sustainable rice production technologies: a case study of the “sawah “ system in the Ahafo Ano south district in Ghana, International

- Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry(ICSA),5 July,2008, Sapporo
- 22, Nwite, J.C., Rice yield and changes in some soil properties following sawah rice management systems in an inland valley in southeastern Nigeria, 同上, 2008年
  - 23, Oladele, O.I.and Wakatsuki T , Sawah rice production system as eco-technology for sustainable management of resources and land in Nigeria and Ghana, 同上, 2008年
  - 24, Ademiluyi, Y.S., Oladele,O,I and Wakatsuki T, Powertiller operation for land preparation for sawah development, 同上, 2008年
  25. M.M. Buri , R.N. Issaka and Wakatsuki T : Selected lowland soils in Ghana: Nutrient levels and distribution as influenced by agro-ecology, in Proceedings of International Conf. and 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> General Meetings of the Soil Sci. Soci. Ghana 2006 :p149-162、2007年
  - 26-28, M.M.Buri, Issaka, R., and Wakatsuki T: The “Sawah” technology of rice production for the lowlands: An effective tool for poverty alleviation in southern Ghana, 4<sup>th</sup> International Conf. African Soil Sci. Society, at Accra, Ghana, 7<sup>th</sup> –13<sup>th</sup>, January. 2007, 他2報
  - 29, Wakatsuki T , O.O. Fashola and M.M. Buri, Possible ESAFS Contribution for West African Green Revolution based on Sawah Ecotechnology in African Satoyama Watersheds, Eight Conf. East and Southeast Asian Federation of Soil Sci., ESAFS8, 22-23 October, 2007, Tsukuba, Japan
  - 30, K. Iwamoto, H. Okumura, T. Masunaga, and Wakatsuki T et al, Near Infrared Analyses of the Changes of Lowland Sawah Soils in Java, Indonesia and Bangladesh during the Green Revolution Period 1967-2003: Carbon and Nitrogen, Eight Conf. East and Southeast Asian Federation of Soil Sci., 同上, 2007年
  - 31, H. Okumura, Masunaga, and Wakatsuki T , et al, Near Infrared Analyses of the Changes of Lowland Sawah Soils in Java, Indonesia and Bangladesh during the Green Revolution Period 1967-2003: pH & Exchangeable Bases, Eight Conf. East and Southeast Asian Federation of Soil Sci., 同上、2007年
  - 32, Darmawan, T. Masunaga, Wakatsuki T and K. Kyuma, Multifunctionality of Sawah Based Intensive Rice Farming in Java, Indonesia, in Special Reference to Carbon Sequestration, Eight Conf. East and Southeast Asian Federation of Soil Sci., 同上、2007年
  - 33, Y. Watanabe, T. Masunaga, and Wakatsuki T et al, Eucalyptus and Pinus Growth in relation to the Hardening of Subsoil Plinthite Layers and Soil Physico-chemical Characteristics in Sudan Savanna Zone of Nigeria, Eight Conf. East and Southeast Asian Federation of Soil Sci., 同上、2007年
  - 34, Husnain, T. Masunaga, and Wakatsuki T et al, Characteristics of nutrient availability and their dynamics in relation to sustainable agriculture in Citarum and Kaligarang watersheds, Indonesia, Eight Conf. East and Southeast Asian Federation of Soil Sci., 同上、2007年
  - 35, Nakashima K, Buri,M.M and Wakatsuki T, Improving of farmer-level lowland utilization on Ghana- The case of three phased Sawah rice field development in inland valley in Ashanti region, 9<sup>th</sup> Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis, 18-23 November,2007, Matsushima, Sendai, Japan

[国内学会発表] : 省略

## 12. 本研究費による研究成果の社会・国民への発信

Web、マスメディア、公開行事（ひらめき☆ときめきサイエンス等）等による情報発信について記入してください。

(1) Webを利用したものはURL、(2) 新聞掲載は新聞名、掲載年月日等（切抜き等を添付）、(3) パンフレットは題名、発行年月、発行数等、(4) 公開行事は、行事名、実施日、テーマ、参加者数等。

- (1) 2010年3月22-26日、マリ国バマコ市で開催の第2回アフリカ稲作会議の公式ホームページで、Sawah to realize a green revolution in Africa と Brenda Zulu 記者の署名入りの記事が掲載された。
- (2) 2010年2月5日、ナイジェリアの Vangurd 紙に NCAM（国立農業機械化センター）と連邦政府の FadamaIII 低地開発プロジェクトの MOU に基づき我々のサワ方式の技術(Sawah technology)を FadamaIII プロジェクトに取り入れるための共同研究を2010年より実施することが報道された。
- (3) 2008年12月8日、ガーナの Times 紙に Sawah Technology がガーナの稲作生産を向上させるとの記事が掲載された。
- (4) 2008年6月5日、ナイジェリアイバダンに本部を置く国際熱帯農業研究所(IITA)が我々との共同研究である Sawah system の技術開発の成果がアフリカの稲作増産に貢献するとの記事をプレスリリースを行い、同6月12日のナイジェリアの Guardian 紙、同シエラレオネ国の Concord Times 紙等に掲載された。
- (5) 2008年3月20日、ナイジェリアの The Guardian 紙の Agrocare に適正技術としての Sawah(Suiden)技術が米生産を増加させるとの記事が掲載された。
- (6) 2008年1月9日、Nigeria Tribune 紙に Sawah based rice technology が米生産を向上させるとの記事が掲載された。
- (7) 2008年ガーナの国立土壌研究所 CSIR-Soil Research Institute(SRI)は Sawah Technology のパンフレットを作成した。
- (8) ガーナの CSIR, Council for Scientific and Industrial research は傘下の国立研究所の成果を宣伝するための2008年と2009年のカレンダーの中で各研究所の貢献した推奨技術として2008年は Water Research Institute(WRI)が、2009年は SRI がいずれも Sawah Technology の写真を使用した。
- (9) 2008年と2009年10-12月、ナイジェリアとガーナの本研究のベンチマークサイトで Farmers'day が5ヶ所で開催され合計で500人以上の農家、研究者、技術者、普及員、行政組織の長が参加し、テレビ報道され、新聞にも掲載された（上の3の記事等）。

## 13. 現時点で得られている研究成果の学術的価値、関連分野への波及性について自己評価してください。世界、日本における位置づけ、インパクトなどを記述してください。

### (1) アフリカに緑の革命を実現するボトムアップ型の研究：

持続可能な農業生産性の向上（緑の革命の実現）は品種の改良と生態環境の改良の両者が相まって実現する。アフリカの農業生産の関しては過去40年バイオテクノロジーによる品種改良に研究資源の殆どが投下され、なお投下され続けようとしている。バイオテクノロジーは研究所や試験場発の技術でトップダウンの技術であるが、エコテクノロジーは農民圃場から生まれる技術で、ボトムアップの技術である。アフリカ農業の問題点は研究機関では6t/haの収量が得られるのに農民は1t/haしか収量がないという、研究と農民のギャップが埋まらない状況が過去40年継続してきた。この状況をくサワ方式の水田エコテクノロジー>が変える可能性が高い。

農民の自力による適地適田開発は、外部の技術者やコンサルタントや建設会社が造成した灌漑水田とは根本的に異なる。個々のアフリカ農民の自力開発が主体となるが故、サワ方式はそのままスケールアップして西アフリカ全体、サブサハラアフリカ全体の緑の革命実現につなげるためのロードマップとして描くことができるようになった。本方式で1ヶ所10ha程度の適地適田開発がアフリカ稲作センター周辺諸国で2000ヶ所程度に拡大すれば、後は燎原の野火の拡大のように自力展開することが期待できる。

### (2) 文理融合的な視点から科学技術の前提条件への挑戦：

アフリカの緑の革命の実現は、世界の主流流が過去40年間やってきたような従来型の品種・土壌肥料・灌漑排水改良の研究の単純な延長線上にはなく、それらの技術を受け入れるための前提条件を満足させることにあり、という水田仮説IとIIが本研究の独創である。アフリカの緑の革命を、AGRA(アフリカ緑の革命のための同盟)や国際農業研究機関等、世界の主流流が目指す戦略とは別の新しい視点から実現する。水田(sawah)生態工学により生態環境を改良し、緑の革命に関する3種の神器(品種、肥料、灌漑技術)が使えるための前提条件を満足させ、緑の革命を実現する。科学者は、通常科学の拠って立つ前提は問題にしないが、本研究はその前提こそを対象とする。そのため、土地制度から生態工学まで、真に文理融合的なアクションリサーチを、充分な規模で、開発と普及と一体化して実施する。

### (3) 達成される成果の具体的内容：レベル、規模、これらの国際的な比較：

近未来の地球社会は食糧危機や南北格差からくるテロや暴動等の社会不安の時代に突入する危険があり、アフリカ開発の緊急性は明らかである。本研究はこのような課題に対する、日本からのオリジナルな貢献になる。本研究はもともと、技術それ自身の極限的な最先端性を指すというよりは、アフリカ人の研究者、技術者、普及員、篤農、そして無数の一般の農民達を「ゼロから始まる水田稲作の展開という、幅広い分野の実践的アクションリサーチへの参加を通じて」訓練して、人間の有する能力を極限まで引き出すことにより、国創りの土台を築くことに主目標がある。国創りのもととは人づくり、アフリカの国創りはアフリカの農民が担う。

アフリカ農民の自力による、適地適田開発と持続可能な水田稲作の展開による、緑の革命の実現が最終目標である。この大目標に関しては、目標と現実のギャップは大きい。アフリカの全水田ポテンシャル2000万haの半分の1000万haを目標にしても、現実と目標のギャップは極めて大きい。このギャップを埋めるため、アフリカ稲センター、国際農林水産業研究センター(JIRCAS)、JICA、国連ミレニアムビレッジプロジェクト、ガーナ及びナイジェリア政府等を巻き込んで、我々の方式のアクションのサイトを広げる必要があるが、幸いなことに、現在その方向に進展しつつある。

## 14. 当初の研究目的の達成度を自己評価してください。

該当する  を塗りつぶすとともに、理由を記述してください。

- 当初の目標を超える研究の進展があり、予定以上の成果が見込まれる
- 当初の目標に向けて順調に研究が進展しており、予定どおりの成果が見込まれる
- 当初の目標に対して研究が遅れているが、今後の努力により成果が見込まれる
- 当初の目標に対して研究が遅れており、研究成果も期待できない

(理由)

以下の①～③に示すように現在の段階で当初の計画をほぼ満足しているので当初の計画以上に進展していると言える。又、本研究の過去と将来を総括して以下の①～⑥に示すようなアフリカの緑の革命実現にいたるロードマップを描くことができた。

<アフリカの緑の革命実現へのロードマップ>

- ① 1986年—2002年：17年の試行錯誤と基礎的調査研究の実施。10サイト、6ha：実施済み。
- ② 2003年—2007年：アクションリサーチ開始。ガーナとナイジェリアの多様な小低地環境に適する水田システムのオプションを、試行錯誤で参加農民の自力により開田するアクションリサーチを開始し、各10-20サイト、20-30haを適地適田開発：実施済み。
- ③ 2007年—2009年：本特別推進研究開始。サワ方式の質的改良と全アフリカへの普及を目指しアクションリサーチを当初のベンチマークサイト以外に拡大。国際機関のAfrica Rice, JIRCAS, MillenniumVillage, JICA等との連携と訓練を開始。土地制度のデータ収集とサワ方式の研究・訓練システムを整備し、当初目標の60サイト、150haの適地適田開発アクションリサーチをほぼ完了し、サワ方式のマニュアルをガーナで出版し、第2回Africa Rice Congress (マリ国バマコ市)でSawah to realize a green revolution in Africaを12人のサワチームで発表した
- ④ 2010年—2012年：本特別推進研究の当面の最重要ステップ。緑の革命実現の直前のステップとなるサブサハラアフリカ全体での大規模アクションリサーチの実施を準備するため、100サイトで300ha以上の適地適田開発アクションリサーチを実施し、本格的な普及にむけたマニュアルや研究、訓練システムを完成させる。本研究のサワ方式をAfricaRice (SMART-IV), JIRCAS, JICA-CARD等に技術とノウハウを訓練する。ガーナとナイジェリアの稲作振興政策の我々のサワ方式が採用されるべくガーナはCSIR-SRI, CRI, MOFAとの連携と訓練、ナイジェリアでは連邦政府の低地開発プロジェクトFadamaIIIにより主要な稲作州の農業開発公社との連携と訓練を実施。100サイト・300ha以上が本特別推進研究にかかわる直接のターゲットであるが、別途実施される上の諸機関のアクションリサーチ分を含めるとこの2倍以上の規模で実施されると予想される。
- ⑤ 2013年—2020年：大規模アクションリサーチの実施 (計画)。サブサハラアフリカ全域で2000サイト、10,000ha以上の適地適田開発に関する大規模アクションリサーチと普及活動を実施。
- ⑥ 2020年—2050年：緑の革命がマクロデータで裏付け。サブサハラアフリカ全土で農民の自力による適地適田開発と水田稲作の普及が1万サイト、10万ha以上で自力展開し緑の革命が実現。

農民の自力による適地適田開発<サワ方式によるパーソナル灌漑水田開発と、それによる水田稲作の実施>は、外部の技術者やコンサルタントや建設会社が造成した灌漑水田とは根本的に異なる。個々のアフリカ農民の自力開発が主体となるが故、サワ方式はそのままスケールアップして西アフリカ全体、サブサハラアフリカ全体の緑の革命実現につなげるためのロードマップとして描くことができる。本方式で1ヶ所10ha程度の適地適田開発がアフリカ稲作センター周辺諸国で2000ヶ所程度に拡大すれば、後は燎原の野火の拡大のように西アフリカ全体、サブサハラアフリカに自力展開することが期待できる。

## 15. 物品費の支出明細

「4. 研究経費」の使用内訳のうち、物品費の主たる支出について、(1) ~ (3) の区分ごとに記述してください（必要に応じ仕切り線の移動可）。

なお、物品は額の大きい順に記述してください。

## (1) 単価50万円以上の物品

年度	品名	仕様・性能等	数量	単価（円）	金額（円）	設置（使用）研究機関
19	偏向ゼーマン原子吸光光度計	日立・Z-2300	一式	5,775,000	5,775,000	近畿大学
19	スミグラフ（NCコーダー）	住化分析センター・NC220	一式	7,500,000	7,500,000	近畿大学
19	近赤外分析装置	日本ビュッヒ・N-500	一式	7,980,000	7,980,000	近畿大学
19	イオンクロマトグラフ	日本ダイオネクス・ICS-90	一式	3,277,000	3,277,000	近畿大学
19	マイクロウェーブ分解装置	アクタック・NWS2/DAP60K	一式	2,672,000	2,672,000	近畿大学
19	理化学用高圧蒸気滅菌機	SANYO・MLS-3780	一式	604,000	604,000	近畿大学
19	微量高速冷却遠心機	日立工機/CF16RX II	一式	1,023,000	1,023,000	近畿大学
19	紫外可視分光光度計	日本分光・V630iRM	一式	603,000	603,000	近畿大学
19	ミキサーミル	RETSCH・NM200	一式	1,260,000	1,260,000	近畿大学
19	デジタルマイクロスコープ	キーエンス・VHS-600	一式	5,953,000	5,953,000	近畿大学
19	水位計	SEBA・Surfloat-Sensor2	一式	537,508	537,508	近畿大学
20	自動採水器	ISCO・3700	一式	548,300	548,300	近畿大学

## (2) 単価50万円未満であっても、同じ物品を多数・多量に購入した場合の物品及びその理由

年度	品名	仕様・性能等	数量	単価（円）	金額（円）	設置（使用）研究機関
20	耕うん機	KUBOTA K120	10台	318,990	3,189,900	ガーナ、ナイジェリア
21	耕うん機	Shakti 130DI	6台	260,554	1,563,324	ガーナ、ナイジェリア

## 【多数・多量に購入した理由】

アクションリサーチサイトはガーナ、ナイジェリア国内の広域に多数のサイトで分布しているため、各サイトで農民が自力水田開発を実施するには各サイトに耕うん機を配置する必要があったため。

## (3) 主たる物品の活用状況

- ① (1) 及び (2) の物品を研究遂行上どのような実験等で、どの程度（稼働時間等）使用しているか具体的に記述してください。
- ② 初購入予定の物品を変更した場合は、当初の研究目的の達成に支障が生じないかを含めた変更理由を記述してください。

## ① (1) の機器類

偏向ゼーマン原子吸光光度計：土、水、植物中の Ca, K, Mg, Na, Fe, Zn 等を化学実験室で定量分析。年間稼働時間は 500 時間程度

スミグラフ（NC コーダー）：土、水、植物中の C と N を化学実験室で定量分析。年間稼働時間は 600 時間程度

近赤外分析装置：土の肥沃度の迅速簡易分析（試薬類とその他の機器不要）。Africa Rice Center で使用。年間稼働時間 100 時間

イオンクロマトグラフ：水中の硝酸、塩素、硫酸、リン酸、等の陰イオン類を化学実験室で定量分析。年間稼働時間 600 時間程度

マイクロウェーブ分解装置：偏向ゼーマン原子吸光光度計で分析するための前処理で使用。年間稼働時間は 500 時間程度

理化学用高圧蒸気滅菌機：輸入禁止品であるアフリカや熱帯アジア等の土壌の殺菌。年間稼働時間 100 時間

微量高速冷却遠心機：各種化学分析の前処理に使用。年間稼働時間は 500 時間程度

紫外可視分光光度計：微量のリン酸、アンモニア等の化学実験室での定量分析。年間稼働時間 800 時間程度

ミキサーミル：土、水、植物の分析のための前処理装置。年間稼働時間 600 時間程度

デジタルマイクロスコープ：土壌構造や土壌動物の観察。年間稼働時間は 500 時間程度

水位計：渓流水の水量の調査。年間稼働時間 2000 時間程度

自動採水器：渓流水の採水。年間稼働時間 200 時間程度

## (2) 耕耘機 16 台

当初は借用していたが、ガーナ、ナイジェリアともにアクションリサーチサイトは広域分散しているので、購入の方が経済的であるため。又、農民の自力開田の持続性を確認するためにも、ガーナの共同研究機関である土壌研(SRI)と作物研(CRI)、ナイジェリアの共同研究機関である穀物研(NCRI)と農業機械化センター(NCAM)の指導の下に耕耘機類の一部は各サイトの篤農を中心に維持管理を任せている。年間時間は耕耘機一台当たり 200 時間程度。

- ② 初購入予定の物品を変更した場合は、当初の研究目的の達成に支障が生じないかを含めた変更理由。

高周波プラズマ質量分析装置：より安価なで代用できた。

有機物腐植化装置：腐植化有機物は市販品が安価で購入可能であり、ガーナやタイ等に数 100 キログラムの単位で輸送して現地のアクションリサーチに使用可能であったため。又、当面の課題である低地水田による緑の革命に直接かわらず、中長期的なアップランドの持続可能な農業生産や温暖化防止策としてのアフリカ型里山創造に関わる機器であるので購入を見送った。

全有機炭素計：使用頻度は高くなく、同じ学部で借用が可能になったので、購入を取りやめた。

蛍光 X 線分析装置：多少手間暇はかかるが、偏向ゼーマン原子吸光光度計で代用できたので、購入を取りやめた。

## 16. 研究費の使用状況

次の(1)～(3)の区分ごとに研究費の使用状況等を記述してください(必要に応じ仕切り線の移動可)。

(1)「4. 研究経費」の使用内訳のうち、旅費、謝金等、その他の主たる支出について、年度毎、費目別に、額の大きい順に使途、金額、研究上必要な理由等を具体的に記述してください。

## 【平成21年度】

## ・旅費：8,775,927円

海外旅費；8,008,807円《研究代表者の現地調査で2回の渡航における費用：2,420,367円、現地調査補助者の旅費：1,356,898円)、研究分担金分の外国旅費：(筑波大学)1,250,000円、(島根大学)265,780円、ナイジェリアの海外研究協力者招へい費用：2回で890,790円、ベナンの海外研究協力者(Dr. Abe)招へい費用：2回で544,000円、韓国国際学会への派遣費用3名：447,258円、東大大学院生のナイジェリア調査派遣費：404,560円、インドネシアへの調査出張費：244,810円、国際学会へガーナの海外研究協力者派遣費用：184,344円》

国内旅費；767,120円(研究成果発表のための国内学会旅費や外国出張における日本国内移動費)

## ・謝金：8,155,454円

ガーナ・ナイジェリア・インドネシア現地の研究協力者への謝金：6,304,792円、国内での研究補助者雇用：7,771,252円、発表論文のための英文校正料：119,595円、外国招へい者の講演謝金：117,500円、研究分担金分の謝金：(筑波大学)36,158円、(島根大学)400,000円。

本研究はガーナとナイジェリアのベンチマークサイトにおける年間を通じた、多岐分野にまたがるアフリカ現地におけるアクションリサーチであり、研究協力者に措置する謝金が重要である。

## ・その他：8,155,454円

本研究PROJECTにおける海外での事務所借料・車両借料・実験分析依頼費など：6,825,307円

研究課題に関する論文の投稿料、研究成果発表の学会参加費、外国送金手数料、調査で使用する国内でのレンタカー・ガソリン代を支出した。

## 【平成20年度】

## ・旅費：7,729,776円

海外旅費；7,308,423円(研究代表者の現地調査で3回の渡航における費用：3,128,796円、ナイジェリアの海外研究協力者3名(Mr. Segun, Mr. Buri, Mr. John)の招へい費用：1,176,445円、研究分担金の外国旅費：(筑波大学)1,745,580円、(島根大学)1,257,602円

国内旅費：421,353円(研究成果のための国内学会旅費や出張・海外研究協力者の招聘における日本国内移動費)

## ・謝金：17,203,147円

ガーナ・ナイジェリア・インドネシア現地の研究協力者への謝金：7,246,363円、国内での研究補助者雇用：6,210,816円、近大大学院生(M1、柴田)のガーナ調査謝金：480,150円、研究分担金分の謝金：(筑波大学)59,229円、(島根大学)1,021,523円、インドネシアの研究協力者(Dr. Hermanshah)の講演謝金50,000円。

## ・その他：8,894,409円

本研究PROJECTにおける海外での車両借料；3,281,908円・事務所借料；863,032円・分析依頼費；716,380円・耕うん機借料；363,528円、および現地移動のガソリン代、車両整備代、通信費など。

また、研究分担金からの支出：(筑波大学)63,381円、(島根大学)657,227円、その他研究課題に関する論文の投稿料、研究成果発表の学会参加費、外国送金手数料などを支出した。

## 【平成19年度】

## ・旅費：7,575,829円

海外旅費；7,196,229円《研究代表者の現地調査で3回の渡航における費用：2,814,660円、大学院生2名派遣費用1,394,720円、研究分担金分の外国旅費：(島根大学)1,342,987円、ナイジェリアの海外研究協力者の招へい費用：572,731円、タイの海外研究協力者の招へい費用：550,000円、日本人研究者のタイ調査派遣費：444,760円、現地調査補助者の旅費：76,371円》

国内旅費：379,600円《研究成果発表のための国内学会旅費や外国出張における日本国内移動費》

## ・謝金等：19,840,480円

ガーナ・ナイジェリア・インドネシア現地の研究協力者への謝金：14,901,577円、研究分担金分の謝金：(島根大学)1,870,458円、国内での研究補助者雇用：3,068,445円

## ・その他：16,372,436円

本研究PROJECTにおける海外での事務所借料；1,483,628円・車両借料；6,038,218円・実験分析依頼費；1,167,585円・耕うん機借料；3,412,590円・衛星画像費；718,440円、その他送金手数料などを支出した。

(2) 研究費の繰越を申請した場合は、その内容を記述してください。

繰り越しなし。

(3) 当初の研究計画調書に記載した研究費の使用内訳について大幅な変更があった場合は、主な変更点及び変更により当初の研究目的の達成に支障が生じないかを含めた変更理由を記述してください。

## 17. 平成22年度及びそれ以降の研究計画・方法、研究目的の達成見込み

- (1) 「9. 研究遂行上の問題点等」及び「10. 研究進捗評価（現地調査）で指摘を受けた事項への対応状況」の問題点と解決方法を踏まえて、今後の研究計画・方法を、当初計画から変更があればその理由を含めて、具体的かつ明確に記述してください。  
 (2) 研究期間が終了するまでの間に、研究目的を達成する見込みについて記述してください。

### (1) 今後の研究計画・方法

(平成22年度)

- 1, モデルとなるアフリカ型里山集水域の創造と適地適田水田(sawah)開発のアクションリサーチの展開: ガーナ及びナイジェリアとも研究代表者の指揮のもと技術のブラッシュアップを実施しながら、海外共同研究者ガーナ約15名、ナイジェリア約20名が中心になって実施する。4t/haの実現、将来は8t/haの収量を目標に、質の良い水田稲作を、計100ヶ所300ha規模で実施し、以下の目標を達成するに十分なアクションリサーチを行う。ポイントは農民と研究者・技術者の協同作業が重要であること。農民は現場の水文は熟知しているが水田は未知。一方、技術者は現場の季節及び年間変動は未知であるからである。中長期的目標となる、アフリカ型里山創造については、これまでのベンチマークサイトを中心にガーナ林業研究所グループと筑波大増田美砂教授グループが実施。研究代表者も参加する。
- 2, 多様な生態環境と土地システムの評価を通じた自力展開可能な水田開発戦略の提示: これは緑の革命実現のロードマップとして提示したが、上記の拡大したアクションや連携しているAfricaRice, JIRCAS, JICA/CARDサイトも含めて土地制度及び経済評価を行いさらに精度を上げたロードマップとする。
- 3, 農民の自力水田(sawah)開発と水田稲作による緑の革命実現のプロセスの確立と人材養成: ガーナ及びナイジェリアの稲作振興政策の中心として採用されるべくこれまでの海外共同研究者とともに食糧農業省との連携とその傘下のスタッフの訓練システムを構築する。ついで、アクションをAfricaRiceCenter, JIRCAS, CARD/JICA, スタッフと共有することにより、我々の経験とノウハウを技術移転してアフリカ全体に展開する。
- 4, 集水域生態学的基礎研究: ベンチマーク集水域における地質学的施肥量の測定と水田仮説2の実証、特に、水田システムの集約的多収性の定性的定量的機構をベンチマーク集水域において明らかにして、農民の収量レベル1.5t/haを実践的目標の4t/haだけでなく、超高収量レベル8t/haを目指す研究の基礎データとする。

(平成23年度):

以上のアクションリサーチの継続。これにより、「今後5-10年程度で、本研究成果を政策決定者のレベルまで認知させ、大規模なアクションリサーチをアフリカ全土で2000ヶ所以上、10,000ha規模に拡大し、そこを拠点として緑の革命を実現する研究、技術開発、訓練と普及のための野外大学とする」。これが本研究で描く緑の革命の実現に至る道筋である。Sawah方式で適地適田開発がアフリカ稲作センター周辺諸国で2000ヶ所くらいまで拡大すれば、後は燎原の野火のように自力展開し、緑の革命が実現できることが期待される。

### (2) 研究目的を達成する見込み

本研究では、その直前となる、上記の大規模アクションリサーチの実施が準備できれば成功。

本研究の当面の課題は以下の④を実施して、アフリカの緑の革命のロードマップで最も重要なステップとなる以下の⑤の全サブサハラアフリカにおける大規模アクションリサーチの準備を完了することにある()。

- ④2010年—2012年: 緑の革命実現の直前のステップとなるサブサハラアフリカ全体での大規模アクションリサーチの実施を準備するため、100サイト以上で300haの適地適田開発アクションリサーチを実施し、本格的な普及にむけたマニュアルや研究、訓練システムを完成させる。これにより本研究の成果であるサワ方式を国際機関であるAfricaRiceのSMARTプロジェクト、JIRCASのサワプロジェクト、JICA-CARDの天水湿地稲作プロジェクトに技術とノウハウを訓練する。ガーナとナイジェリアの稲作振興政策の我々のサワ方式が採用されるべくガーナはCSIR-SRI, CRI, MOFAとの連携と訓練、ナイジェリアでは連邦政府の低地開発プロジェクトFadamaIIIにより主要な稲作州の農業開発公社との連携と訓練を実施。
- ⑤2013年—2020年: アフリカ全域で2000サイト、10,000ha以上の適地適田開発に関する大規模アクションリサーチを実施
- ⑥2020年—2050年: サブサハラアフリカ全土で農民の自力による適地適田開発と水田稲作の普及が自力展開し緑の革命が実現。

18. 研究費の応募・受入等の状況・エフォート

本欄は、研究課題が十分に遂行し得るかどうかを判断する際に参照するところであり、研究代表者及び研究分担者の、現時点における受入中・受入予定の研究費、応募中の研究費、教育活動等について、次の点に留意して記入してください。なお、複数の研究費を記入する場合は、点線を引いて区別してください。また、必要に応じてページを追加し、右上「特推進抄-13-( )」の( )内に連番で数字を記入してください。

- (1) 研究代表者及び研究分担者ごとに実線を引いて分けて記入してください。
- (2) 先頭には本研究課題を記入してください。
- (3) 科学研究費補助金の「特定領域研究」及び「新学術領域研究（研究領域提案型）」にあつては、「計画研究」「公募研究」の別を記入してください。
- (4) 所属研究機関内で競争的に配分される研究費についても記入してください。
- (5) 「平成22年度研究経費」欄には「平成22年度に本人が受け入れ自ら使用する研究費の直接経費の額（応募中のものは応募額）」を記入してください。（研究代表者については分担金を差し引いた実使用額、研究分担者については受け取る分担金の額となります）  
また、下段には( )書きで「研究期間全体で自ら使用する総額（予定額）」を記入してください。
- (6) 応募中の研究費についても、採択を前提としてエフォートを計算し、全体で100%となるように記入してください。

【注】エフォートとは、総合科学技術会議の定義である「研究者の年間の全仕事時間を100%とした場合、そのうち当該研究の実施に必要な時間の配分率(%)」のことです。

研究者ごとに「上記以外の研究活動」（記入した研究費以外で職務として行う研究活動）、「教育活動」及び「その他の活動」のエフォートを記入してください。「上記以外の研究活動」、「教育活動」及び「その他の活動」と合わせ、エフォートは100%になります。

氏名	資金制度・研究費名（研究期間・配分機関等名）	研究課題名（研究代表者氏名）	役割（代表・分担の別）	平成22年度研究経費（期間全体の額）（千円）	受入中、受入予定、応募中の別	エフォート（%）	活動の概要
若月利之	特別推進研究（H19～H23）	水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造（若月利之）	代表	47,100 (256,500)	受入中	49	研究総括・ベンチマーク集水域の水田適地低地の評価と生態学のおよび社会経済学的評価と水田開発アクションリサーチの実施
		( )					
	上記以外の研究活動					0	
	教育活動					51	
	その他の活動					0	
上記エフォートの合計						100	
奥村博司	特別推進研究（H19～H23）	水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造（若月利之）	分担	1,000 (5,000)	受入中	10	ベンチマーク集水域の水文水質評価を行う。
		( )					
	上記以外の研究活動					0	
	教育活動					90	
	その他の活動					0	
上記エフォートの合計						100	

18. 研究費の応募・受入等の状況・エフォート（続き）

氏名	資金制度・研究費名（研究期間・配分機関等名）	研究課題名（研究代表者氏名）	役割（代表・分担の別）	平成22年度研究経費（期間全体の額）（千円）	受入中、受入予定、応募中の別	エフォート（%）	活動の概要
増永二之	特別推進研究（H19～H23）	水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造（若月利之）	分担	2,000 (15,000)	受入中	20	当該研究において分担する研究内容は、アジアと西アフリカの水田システムの劣化と持続性の比較評価であり、他の研究者により得られた試料の分析と解析が主な研究となる。アジア、アフリカでの研究を比較し、世界の熱帯地域の農業生産活動について総合的な考察を行う。
	基盤研究(A)（一般）(H21～H23)	持続可能な土地利用のための農林地土壌の生物多様性指標（金子信博）	分担	1,000 (2,500)	受入中	7	国内農林地を対象に、土壌の生産性・攪乱に対する回復力を総合的に表す指標を探索するために、植物生産性と土壌理科学性および生物相の関係を解析評価する。
	共同研究（H22.2～H23.9）	高機能不織布による海岸緑化技術の開発（増永二之）	代表	600 (840)	受入中	5	海岸植生を用いた飛砂防止技術の開発研究を行う。
	上記以外の研究活動					0	
	教育活動					68	
	その他の活動						
上記エフォートの合計						100	
増田美砂	特別推進研究（H19～H23）	水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造（若月利之）	分担	1,300 (5,900)	受入中	10	水田システムを支える基盤としての土地制度に関する基礎調査を実施する
	基礎基盤研究(B) 海外学術（H21-H23）	参加型森林管理の普及条件と資源動態：森林インフラストラクチャーを手がかりに	代表	4,200 (4,500)	受入中	20	インドネシアにおけるコミュニティ林業の現状調査と研究総括
	基礎基盤研究(B) 海外学術（H22-H24）	地域主体環境ガバナンスのための伝統知データベース構築（松井健一）	分担	600 (3,200)	受入中	15	森林管理フィールド・文献調査、研究成果発表、研究連携
	上記以外の研究活動					0	
	教育活動					55	
	その他の活動	100				0	
						100	