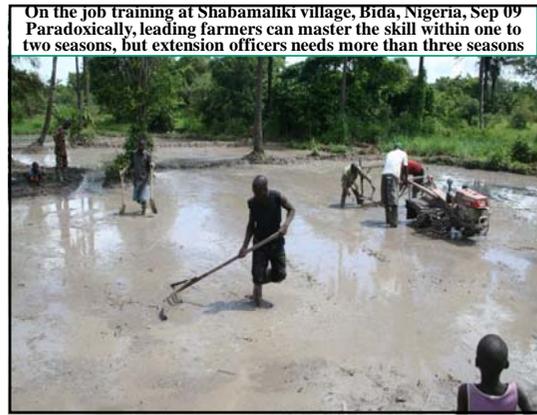


表、アフリカで農民が自力で適地適田開発し、水田農業を持続的に実施するために必要な技術の内容と農村社会の経済及び土地制度等の条件

<p>(1) 適地適田-適田システムの設計</p> <p>取水調と取水法</p> <p>小河川の堰と水路 中河川の堰と水路 インターセプト水路 ため池・灌漑 ポンプ 貯蓄取水 洪水対策 干ばつ対策 分水システムと方法 水質管理の管理 (L/作) 減水管理 (mm/day) 水質 土壌肥沃度 土性 地形と水田のレイアウト 水田の地平度 堰の質と管理</p>	<p>(2) 新規開田のためのコスト (€/ha)</p> <p>標準費用 (10ha以上/1台, 5000€) 開スベーパーーツ代 (20%程度) 燃料代・故障修理代 ヤブの開墾 陸揚り、水陸切削、均平化 補助的雇用労働 研究・技術者の助金/日当開始費 普及員・農民訓練の日当開始費 勾配 表面の凸凹 平均の1畧水田面積(0ha) 土壌移動量(t/ha) 合計費用 [2000-4000ドル/ha]</p> <p>(3) 農民グループの質と量</p> <p>リーダーの質 グループの結束度 集落内の運搬技能 (操作・代掻き 土壌移動、均平化) 集落内の維持管理技能 水田作りの技能 水田操作の技能 必知農民数 調査</p> <p>自力開田から新規開田を目指す農村民衆育成</p>	<p>(4) 水田開発効果</p> <p>水田の水管理技能(総合) 水田取水管理 水の分配や水質管理 植込付時の均平化 堰の管理 代掻き 除草管理 肥料(N+P2O5+K2O)kg/ha 収量(t/ha) 収量(t/ha)</p> <p>(5) 開田後の持続性/土地制度</p> <p>水田開田を促進する土地制度 所有者 耕作条件 1-2年 5-8年 10年以上 99年 早所有 分譲小作 開田面積の30%の分譲 開田面積の60%の分譲 開田面積の90%の分譲</p>	<p>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</p> <p>水田作りは開づくりと人割り。富を増加させた人に頼る土地制度が重要</p>
--	--	--	--

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。



J.ザックス氏のUNミレニアムビレッジ(ナイジェリア、ザリア、Pampaída、スーダンサンパナ帯)の水田アクションリサーチサイト。海外共同研究者と農民



ナイジェリア、Ilorin, NCAM(国立農業機械化センター)のアクションリサーチサイトでの研究者、技術者、普及員、農民の通地灌田開発と水田稲作On the Job訓練, Sep. 2009

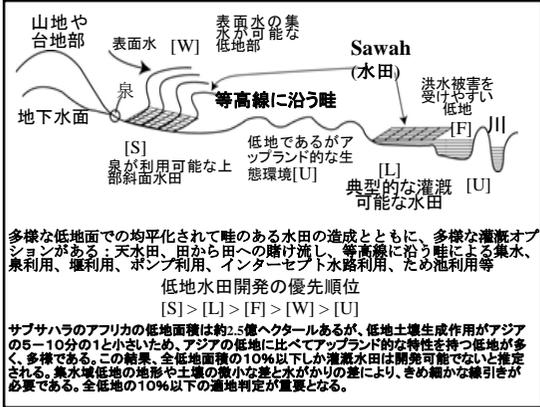


On the job field training on sawah ecotechnology to researchers, extension officers & leading farmers are the most important



Ejiti Sawah village, Bida, Nigeria, Sep 09

洪水被害を受けたヌベの稲作地。当面はこのレベルの洪水被害の予想される低地は、農民レベルの対応力を超えるのでアクションリサーチのサイトとはしない。Sep 09



雑草に埋もれた、ガーナの低地稲作地。緑の革命の3要素技術である高収量品種、施肥、灌漑技術の利用はこのままでは不可能(水田仮説1)

農民開墾の所有権は重層的で多様な人々
とコミュニティによる共有型である。
農民の開墾は極めて不均等で多様な生
態環境が混在し、区画がない。開墾済
地の改良は困難である。市場価値のあるポストハ
ーベスト技術は運用不可

水田生態工学：個々の水田は多様であるが、似た地形面
の集積毎に区画されている。地形面に応じて区画された
開墾面は、比較的均質で、水管理が可能である。このよ
うに集積が区画されれば、各集積は毎年の努力の継続で
改良が可能となり、持続可能な管理ができる。
区画されることにより、土地の測量と登記も可能になり、
私的な所有権と管理権が促進される

改良種子の増
産も困難

標準化された親生
が可能になる。

ポストハー
ベスト技術
種子増産
も容易

APCDEFAFIZPCN
GMDUGHGKCDLMBN
NPQTBBAAACIGHOLKIDBY
IRNJUAHGDNVAPCDEFAFI
GMDUGHGKCDLMBGHLNH
NPQTBBAAACIGHXIKJDHGLP
IRNJUAHGDNVGHOLKNPFD
TBBAAACIGHYKJDIRNHG
UAHGDNVAPCDEFKLG
A B GHGKCDMB

多様な遺伝子系である：生態系多様性
多様な作物が作付けされる：種多様性
多様な品種が混在 (A B C D)：遺伝的多様性

肥料や地方維持技術、灌漑技術、高収量品
種等の緑の革命技術は適用できない：緑の
革命は不可能

pure variety A
pure variety B
pure variety C
pure variety D

前提条件が満たされ
緑の革命の3要素技術
の適用が可能になる

水田仮説(1):水田的な区画された開墾が必要

緑の革命の3要素技術を適用するた
めの前提条件は、生態環境が区画され分類され、品種改良のように、生態環境も改良
できる水田的な開墾が存在することである。道路やダムや灌漑水路等、線としての
インフラ整備以前に、農民開墾の整備が必要。国作りの基盤は農民の開墾作りにある。
サブサハラのアフリカ独特の生態環境と社会経済条件及び歴史的経過に由来する。



後ろで耕耘機をかけているのが篤農のSulyman氏、前方の9人は若手の新規水田開発農家グループ(ガーナサイト)



アフリカ農民の自力による、手作り可能な堰の設置



Farmers' to farmers sawah technology transfer, SRI site, Ghana, Jan 2010



篤農のテウヤさんが指導した別の農家は100%自力で3haの水田を開墾。外部の技術者にはこのように小さな水源を発見することは困難。



2009年8月、篤農のTewaih氏とJIRCASの日本人チーム。それ以外はSRI,CRIの海外共同研究者。Tewaihは1999年時点のJICAプロジェクト時の0.5haから4haに拡大



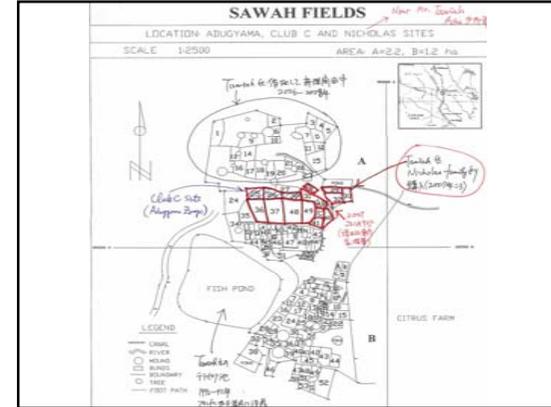
Mr. Tawiah developed about 4ha sawah by Sep. 07 surrounding his 1.5ha of fish pond. Total paddy production was more than 20ton annually, which gave gross revenue about \$10,000. Power tiller loan is \$1500 per year for four years



耕耘機を利用して新規開田したサワ(Sawah、水田) の経済性の評価 (2006-7年: 300ドル/ 籾1ton、カッコ内は2009年時点で500ドル/ 籾1トン)

水田農家グループ (1-5人/グループ)	籾収量 (kg/ha)	総売上 (US\$/ha)	生産費* (US\$/ha)	純利益 (US\$/ha)
Adugyama村	5.0ton/ha	1500	450	1050
水田篤農Tewiah氏	(5ha稲作)	(12500)	(3000)	(9500ドル)
Biemsso 村- A	4.5	1350	450	900
水田農家グループ	(2ha開田)	(4500)	(1200)	(3300ドル)
Biemsso 村- B	4.8	1440	400	1040
水田農家グループ	(6ha稲作)	(14400)	(3300)	(11100ドル)
Biemsso 村- C	4.7	1410	450	960
水田農家グループ	(3ha開田)	(7050)	(1800)	(5250ドル)
Traditional	1.0	300	150	150
	(1.5haの稲作)	(750)	(250)	(500)

* インフラ作りとなる新規開田のための土壌移動を行う耕耘機費用は除く。
新規開田のための耕耘機費用は600ドル/ha程度(1台で3-5年で5-10ha開田する)。
開田後の通常の水田稲作の耕耘機費用は150ドル/ha(1台で3-10年で50-100ha耕耘)



高解像度生成画像で適地適田開発のモニタリングが可能。Ejiti (水田Sawah) village, 10ha, Jan 08

若手研究者の博士プログラムと技術者と篤農のOnTheJob訓練の強化 (水田稲作の自力展開には知識だけでは不十分。技能を持つ人材育成が重要)

ガーナ: 我々の研究成果がCSIR(産業科学研究評議会)の公認推奨技術となり、食糧農畜省の稲作振興政策として採用されて、研究と普及体制を確立することが目標。

(1) 土壌研究所(SRI): Dr. Issaka, Dr. Buri, Dr. Asubonteng, Dr. Antwi, **Mr. Ompong(水文)**, **Mr. Boateng(水田仮説2の検証)**

(2) 作物研究所(CRI): Dr. Ofori, Dr. Annan, Dr. Bam, D. Narteh, **Mr. Accampong(雑草制御)**, **Mrs. M. Bando(土地制度と普及)**

(3) 篤農グループ: Mr. Tewaih, Kwabena, Suleyman & his group

(4) 林業研究所(FoRIG): **Dr. E. Owusu-Sekyere, Mr. Nutakor(アフリカ型黒山創設)**

注: ガーナ食糧農畜省: JIRCASチームがSRI/CRIの上記メンバーの力を借りて普及員の訓練を開始。JICAチームはこれまでのODA方式から離れられず試行錯誤の段階。

ナイジェリア: 我々のサワ技術がFadamaIIIと連邦政府の稲作振興政策の中核技術として採用され、研究と普及体制を確立することが目標。

(1) 農業機械化センター(NCAM): **Dr. Adymluyi, Mr. Dada-Joel**と**FadamaIIIのスタッフ15名(適地適田開発技術のOn The Job訓練と研究)**

(2) Nsukka大学: **Mr. Nwite, Mr. Ozoemena, Mr. Ohalum**(近大園芸留学、適地適田開発)、

(3) Abeokuta農業大学: **Mr. Alarima**(土地制度、鳥大留学)、ABU大: **Mr. Kolawole**(社会経済)、ラゴス州政府: **Dr. Fashola**、南アフリカ大学教授**Dr. Oladele**等

日本とアフリカ稲作センター: 今回の増額申請と直接関係ないので省略

注: 本研究実施前に日本の博士号既取得者と新規博士取得or 進行中(今回の増額申請の理由)

土地制度と水田開発についての予備調査結果

(1) ガーナ及びナイジェリアのアクションリサーチサイトで各約200人(水田農家と周辺の非水田農家各100人)、総計400人の農家にアンケート調査を実施。
水田の適地適田アクションリサーチサイトは、ガーナ、ナイジェリア合計で、現在150ha前後であり、農家当たりでは1ha弱であり、さらにアクションリサーチを拡大しながら、土地制度についても調査を拡大する必要がある。

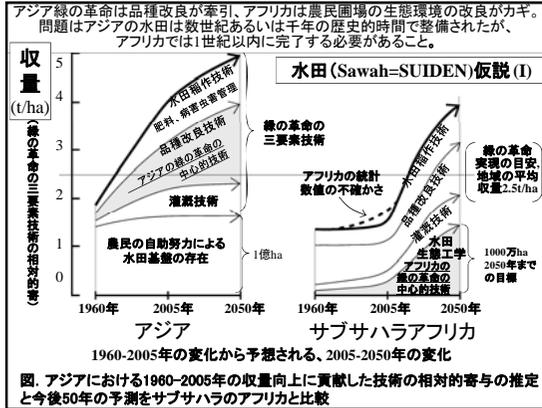
(2) これまでの主な結果は以下の通り

ガーナサイト: 主要な土地所有制度は低地に関してはCommunal/Customary所有者が大部分でIndividual or privateやPublic land tenureは少なかった。移住民も地元民もレンタルにより水田開発地を手入する場合が大部分であった。レンタル契約は1年から99年までであるが、今のところ水田稲作の高収益と高い技術で誰でもができる稲作ではないため、開発者の利益が損なわれるようなレンタル契約になっていない。レンタル契約も当初は1-2で短期であったものが、5-10年以上の長期化する傾向がある。又、Communal/Customaryの関係者委員の同意の下で個人的に土地を購入し、測量と土地登記もすることも可能になっている。

ナイジェリアサイトではこれまでの中心サイトがすべてであったため、伝統的に低地利用が進んでいるため、事実上Individual or private所有が多い。従い、土地制度が水田開発を阻害しているケースは少なかった。今後はFadamaIIIとの連携により、ナイジェリア全土にサワプロジェクトを拡大するためCommunal/Customary所有の割合が増加するものと考えられる。アクションサイトの拡大と土地制度の調査データをさらに拡充する必要がある。

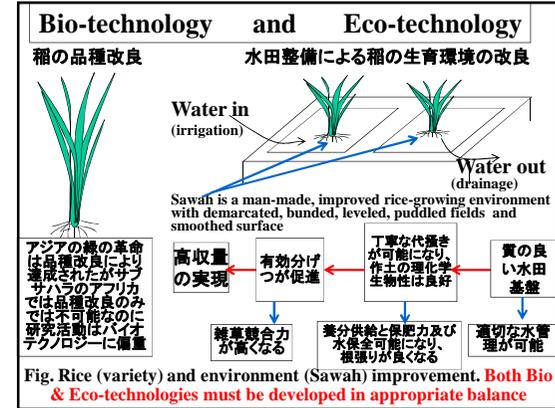
(3) 今後の見通し

フリアカの低地はこれまであまり利用されてこなかった故にCommunal/Customary所有が多く、低いレンタルコストで借用地に有利なレンタルが伝統であったと言える。従い、今の段階では土地制度が水田開発を阻害する要因とはなっていない。又、水田稲作の実施には高い技術とコストが必要のため、又、その収益性が高いために、Communal/Customaryな土地所有者が能力を行使しにくい面がある。ただし、水田稲作技術の普及に伴い、土地争いや水争いは増加するものと思われるが、現段階では大きな阻害要因ではない。



水田エコテクノロジー<サワ方式のパーソナル灌漑水田開発>による西及びサブサハラアフリカの稲作の緑の革命実現へのロードマップ

- 1986-2002: (10 sites, 6ha, 17年の試行錯誤と基礎研究): **実施済み**
西と中央アフリカ全域の稲作生態の基礎調査、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農民の育成。
- 2003-2007: (30 sites, 50ha 適地適田開発アクションリサーチ): **実施済み**
サワ方式の汎用性と持続可能性を高めるために研究者と農民を育成しながら、ベンチマークサイト周辺で、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。
- 2007-2009: (60 sites, 150ha の適地適田開発アクションリサーチ): **実施済み**
サワ方式の質的改良と全アフリカへの普及を目指したアクションリサーチをベンチマークサイト以外に拡大。国際機関のAfricaRice, IIRCAS, 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・訓練システムの整備開始
- 2010-2012: (100sites, 300ha の適地適田開発アクションリサーチ): **当面の目標**
緑の革命実現の直前のステップとなる大規模アクションリサーチの実施を準備
- 2013-2020: (>2000sites, >10,000ha of Sawah): **大規模アクションリサーチの実施**
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進行
- 2020-2050: **サブサハラアフリカ全域でパーソナル灌漑水田開発<サワ方式>が自力展開し、緑の革命の実現**



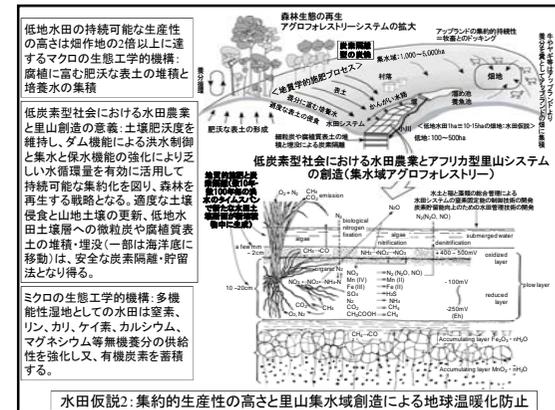
持続可能なコメ増産のためのバイオテクノロジーとエコテクノロジー戦略の比較

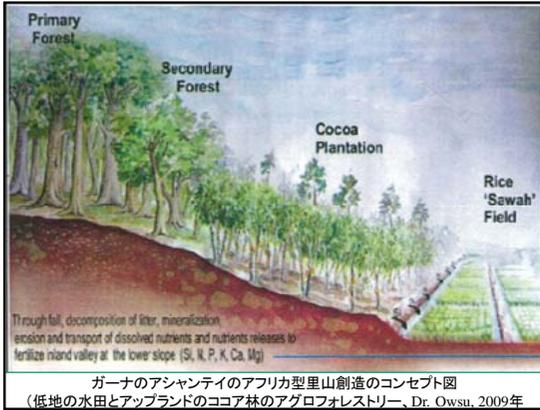
- 干ばつや洪水への対処
バイオテック: 深根性遺伝子、冠水耐性遺伝子、C4性遺伝子群、浸透圧調節遺伝子
エコテック: 適地適田開発と管理、低地でのwater harvest、畦、均平化、代掻き、井戸、堰・溜池、排水、洪水調節堤防、集水域の森林再生による水源確保や孔隙の多い堆積物の小さい土壌によるダム機能の増大、節水栽培
- 貧栄養や耐酸性、耐アルカリ性への対処
バイオテック: 硝酸や微量元素トランスポーター遺伝子、窒素固定品種の作出
エコテック: 低地での適地適田による地質学的施肥の利用、集水域アグロフォレストリー、水田における窒素固定や硝酸や微量元素の可給化を促進する管理技術、高機能有機物の利用、冬季湛水による鳥の誘引(リン肥料)
- 雑草制御
バイオテック: 初期成育を促進する遺伝子、光り競争力の高い葉を持つ遺伝子
エコテック: 容積量の低下による分けつ促進、均平化水田による移種法、合鴨農法
- 病害虫管理
バイオテック: 耐病性遺伝子、エコテック: 水田によりケイ素、カルシウム、カリウム等植物の免疫力を高める管理技術、混作によるイモチ病制御
- 温暖化防止対策
バイオテック: 生産性の高い品種の育成
エコテック: 土壌有機物を蓄積する適地適田開発と管理、生物炭の利用、有機農業の実施
- 冷害対策、高温対策
バイオテック: 耐冷害性遺伝子、高温耐性遺伝子
エコテック: 窒素とケイ素の養分バランス、水管理による水温管理、腐植や有機物、多様性農業や栄養強化、バイオテック: ビタミン含有種、エコテック: 養魚水田、合鴨水田、冬水田

エコテクノロジーとバイオテクノロジー

- 場の理論と素粒子論
- 場の設定と登場人物あるいは舞台設定と役者
- 生態環境(変化)と生物(進化)
- 低湿地生態環境と稲の栽培化
- 低湿地の改良と稲の栽培種の選抜
- 低湿地の水田化と稲の品種改良
- 水田改良と稲品種の改良

<アフリカ以外の地域では数世紀以上の歴史的時間をかけて農地の生態環境は改良が継続されてきたが、アフリカでは恐らくは1500年以降の奴隷貿易と植民地支配により、このような国土基盤の整備ができない状態のまま、1960年以降の独立、その後のライフサイエンス全盛の時代に入ってしまったというミスマッチという不幸が重なった?>





SLAVE TRADE

III. ORIGINS (by H. Thomas, 1997)

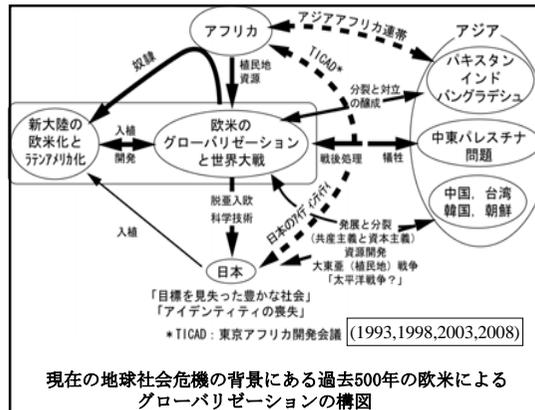
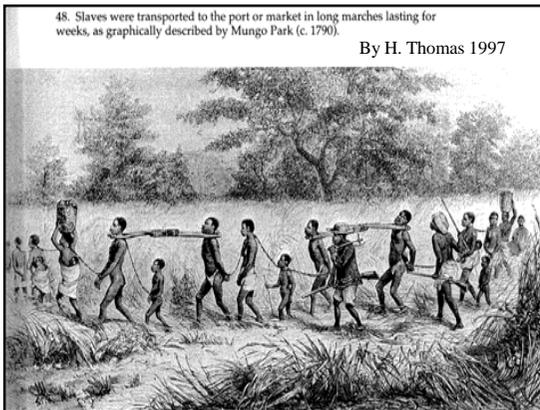
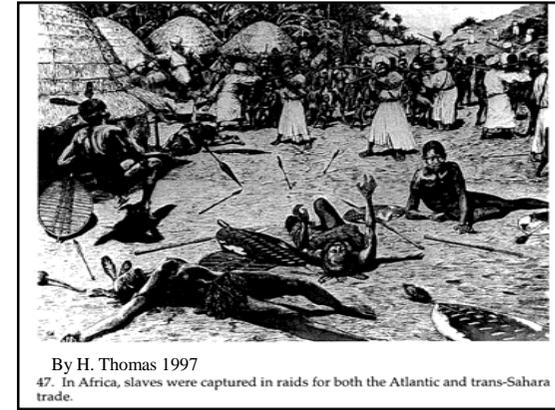
Senegambia (in Arguin), Sierra Leone	2,000,000
Windward Coast	250,000
Ivory Coast	250,000
Gold Coast (Ashanti)	1,500,000
Slave Coast (Dahomey, Adra, Oyo)	2,000,000
Benin to Calabar	2,000,000
Cameroon/Cabon	250,000
Loango	750,000
Congo/Angola	2,000,000
Mozambique/Madagascar	1,000,000
TOTAL LEAVING AFRICAN PORTS	13,000,000

II. SLAVES DELIVERED TO (by H. Thomas, 1997)

Brazil	4,000,000
Spanish empire (including Cuba)	2,500,000
British West Indies	2,000,000
French West Indies (including Cayenne)	1,600,000
British North America & U.S.	500,000
Dutch West Indies (including Surinam)	500,000
Danish West Indies	28,000
Europe (including Portugal, Canary Islands, Madeira, Azores, etc.)	300,000
TOTAL	11,328,000

HUGH THOMAS

No great historical subject is so laden with contemporary controversy or so obscured by myth and legend as the Atlantic slave trade. Who were the slaves? How profitable was the business? Why did many African rulers and peoples collaborate? Here is a balanced historical account...



CARD(Coalition for African Rice Development/アフリカ稲作振興のための共同体 JICA/AGRA, 2008年, TICAD-VI<第4回東京アフリカ開発会議>)の基本戦略

<10年間でサブサハラアフリカにおけるコメの生産量を、現在の1400万トンから2800万トンに倍増することを目標とする>

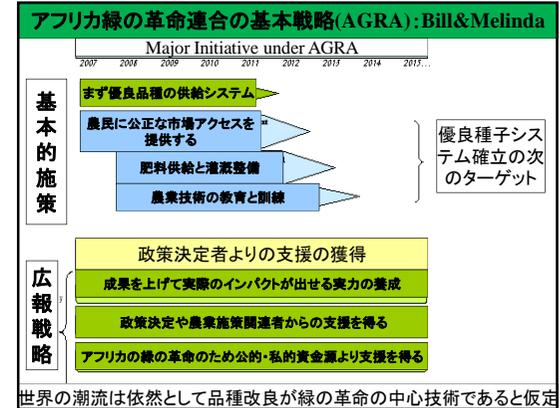
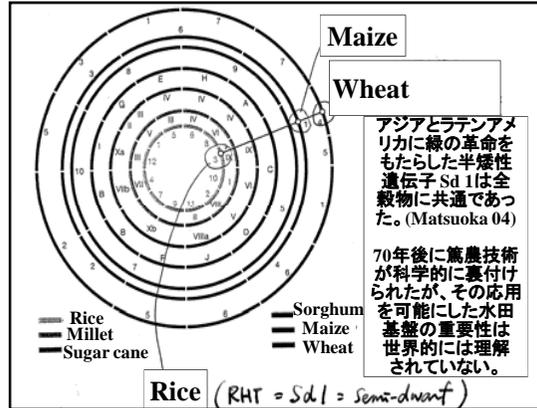
1. 各国特有の栽培環境に応じた改良品種の種子、肥培管理といった生産性向上のための技術パッケージ
2. 新しい生産技術を農家に導入するための展示園場の多数設置
3. 小・中規模の水管理技術・施設の導入
4. アフリカにおける稲作の栽培環境別耕作面積の割合は、およそ天水畑地38%、灌漑水田20%、天水低湿地42%である。
 - (1) 天水畑地については、休耕期間の短期化による土地の肥沃度低下が見られる。
 - (2) 大規模灌漑水田については、投資コストの大きさ、灌漑施設の維持の問題、水利組合の運営の難しさ等があることから、開発の優先順位は低い。
 - (3) **低湿地に関しては、アフリカ全体で2億4千万ha存在し、その約10%、約2000万haが水田適地といわれている(若月, 2007)。低湿地において高い収量を得るためには、農民自身で実施可能な簡易な手法でできる水管理手法を向上していくことが重要である。また、小規模な農業機械が土地整備のために必要となる。**

1960-70年代の緑の革命の起源は日本の篤農技術を発展させた稲塚権次郎氏の研究による農林10号



Right: Turkey Red Center: Fruit DARUMA
Left: 農林10号 1935(昭和10年育成)

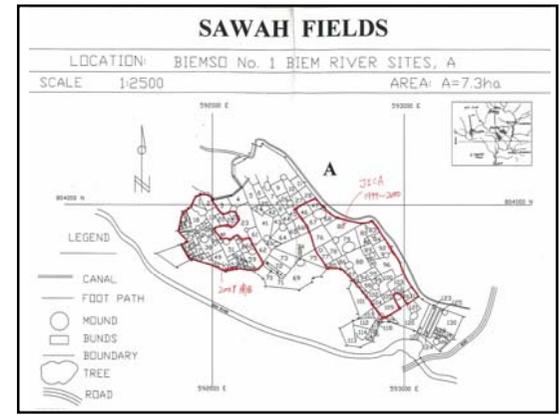
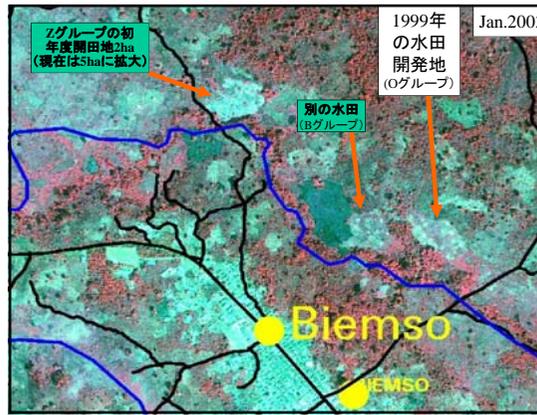
1935年稲塚権次郎氏育成の矮性遺伝を持つ農林10号は戦後すぐ米国占領軍の科学者を経てN.ボローグ氏の手に入り、これが母種となり1957年には14種類の高収量品種(HYV)が育成された。



耕耘機を利用して新規開田したサワ(Sawah、水田) の経済性の評価 (2007年のレートで換算、2009年時点では利益は30%程度アップを予想)

水田農家グループ (1-5人/グループ)	収量 (kg/ha)	総売上 (US\$/ha)	生産費* (US\$/ha) 除自家労働費	利益 (US\$/ha) (総利益)
Adugyama村	4334	1712	428	1284
水田農民グループ (4ha開田)				(5136ドル)
Biemso 村 - A	4675	1847	350	1497
水田農家グループ (2ha開田)				(2994ドル)
Biemso 村 - B	4736	1871	324	1547
水田農家グループ (4ha開田)				(6188ドル)
Biemso 村 - C	4675	1847	349	1498
水田農家グループ (2ha開田)				(2996ドル)

* インフラ作りとなる新規開田のための土壌移動を行う耕耘機費用は除く。新規開田のための耕耘機費用は500-1000ドル/ha(1台、3-5年で5-10ha開田する)。開田後の通常の水田稲作の耕耘機費用は100ドル/ha(1台で3-10年で50-100ha耕耘する)



表、水田(Suiden)概念は存在しないので、水田を適切に表す言葉が、
 アフリカの現地語はもとより英語や仏語に存在しない

水田 (suiden) =SAWAH(インドネシア語)

	English/ French	Indonesian	Chinese(漢字)
Plant	Rice Paddy	Nasi Padi	米, 飯, 稻 稻, 粳
Environment	(Paddy Paddi)?	Sawah	水田

2004年12月末の巨大津波ではTsunamiという概念と言葉の不在が被害を拡大した。
 アフリカではSuidenという概念と言葉の不在が、生態環境としては適地は広いのだが、食糧増産、環境保全、景観と文化創造を含む、持続可能な水田稲作の展開を妨げている。
 英単語のPaddyは水田を適切に表現する言葉ではない。稲植物や榎を意味するのが本来の意味。
 Paddyはインドネシア語起源なので水田としては同じくインドネシア語のSawahを使うことを提案。

