

第2部

発展途上国で
何が起こっているのか

4

アフリカで求められる「緑の革命」

若月利之

(近畿大学農学部教授)

食料危機や政治不安が続くなか、アフリカの「緑の革命」実現が求められている。アジアの緑の革命に何を学ぶのか、そしてアフリカの水田概念をどう確立するか。さらなる研究と支援が期待される。

キーワード

◎緑の革命／◎水田仮説I／◎水田仮説II／◎アフリカ型の里山システム

1
はじめに

アジアやラテンアメリカの緑の革命は岩手農試の技師稻塚権次郎が1935年に育種した小麦農林10号により実現した。小麦以外にも、米、トウモロコシの高収量品種に共通の矮性遺伝子 $s\ d\ 1$ の形質が最初に見出されたのが農林10号であった。これはマッカーサー

農林10号を親とする14系統以上の高収量品種が育成され、国際農業研究の協議グループ（CGセンター）のCIMMYT（国際小麦・トウモロコシセンター）やIRRI（国際稲研究所）の発足につながり、アジアとラテンアメリカの緑の革命が実現し、戦後の食料危機が回避された。ボーログ氏は1970年のノーベル平和賞を受賞した。

この成果を受けて設立されたCGセンターのIIT（国際熱帯農業研究所・ナイジェリア）やWARDA（アフリカ稻作センター・ベナン）は過去40年、アフリ

A（国際熱帯農業研究所・ナイジェリア）やWARDA（アフリカ稻作センター・ベナン）は過去40年、アフリ

力の緑の革命実現をめざして品種改良を中心的努力を継続し、1990年代初頭にはアジア稻とアフリカ稻の雑種系統、ネリカ稻の開発に成功した。しかし、ネリカ稻等の品種改良のみでは緑の革命は実現しないことがはつきりしてきた（図1）。サブサハラアフリカでは、食料生産が人口増に追いつかず（図2）、食料・環境危機が経済発展を阻害し、恒常的な社会・政治不安の中にある。

一方、近年の食料の高騰は農民への大きなインセンティブとなっている。また、インターネットは普及員や研究者への、また、農民への携帯電話の普及は、緑の革命実現に向けての行動に必要な情報を与えつつある。さらにアフリカ自身のイニシアティブによる貧困撲滅や持続可能な開発戦略（NEPAD）、AGRA（2006年、アフリカ緑の革命のための同盟）、JICAのCARD（2008年、アフリカ稻作振興のための共同体）等は、緑の革命実現への大枠を提供している。中でも、CGセンターの貢献の最後をかざり、サブサハラにおける緑の革命を実現する原動力となるであろうWARDA（アフリカ稻作センター）への期待は大きい。

2 水田仮説（I）

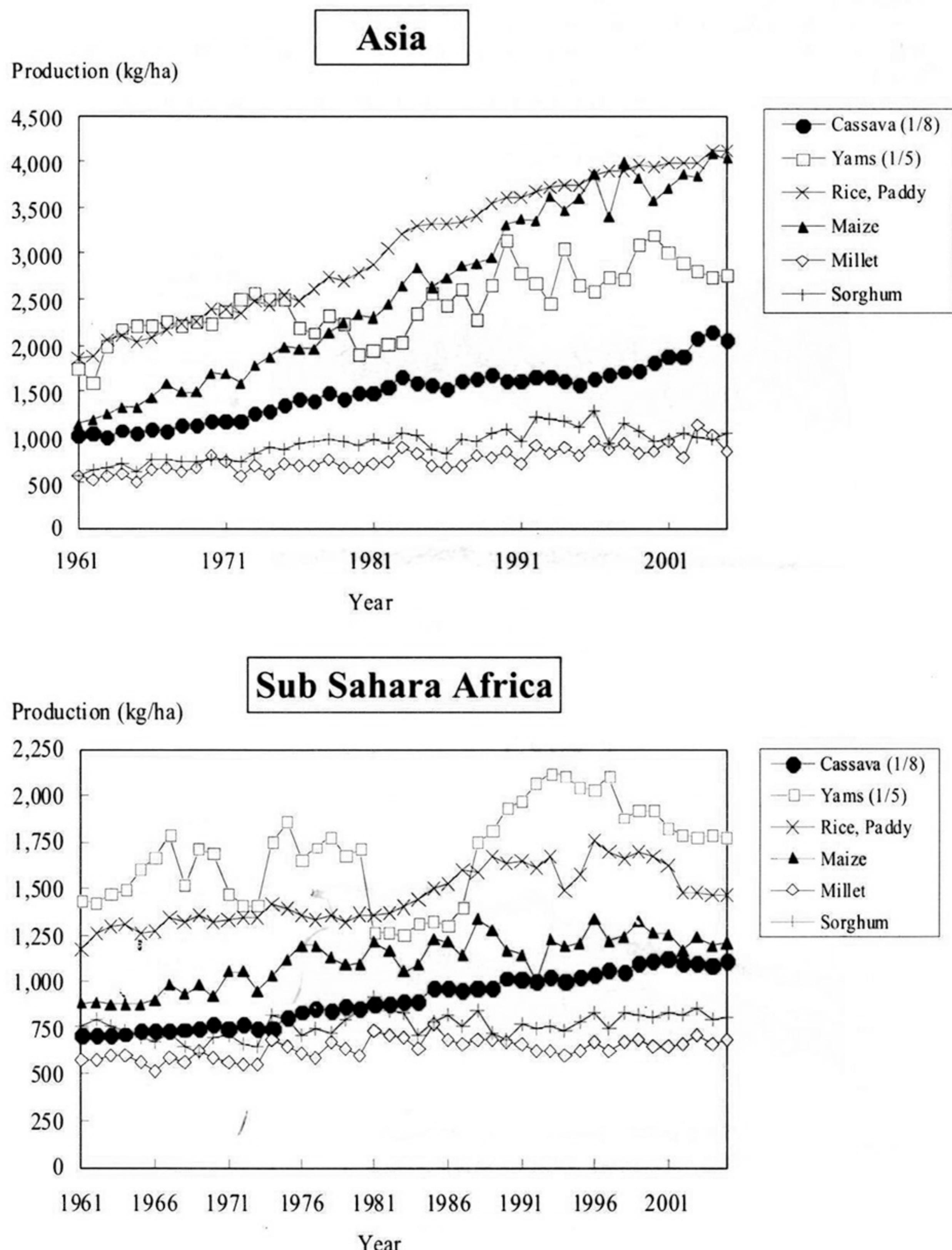
sawah hypothesis I … 緑の革命の前提条件

1986年以来、水田農業の普及による緑の革命の実現をめざして、西と中央アフリカ全域の調査を実施するとともに、ガーナのアシャンテ、ナイジエリアのヌペの稻作民の村を含む5000～10000^{ヘクタール}規模の集水域で、アクションリサーチを継続してきた（図3、廣瀬・若月 1997、Hirose and Wakatsuki 2002、若月 2008a）。

図4はサブサハラアフリカの稻作における緑の革命についての水田仮説Iを示した。アジアの緑の革命は主として品種改良技術が牽引し、土壤肥料や病害虫管理や灌漑技術という緑の革命の3要素技術が組み合わさって成功した。アジアには水田基盤が存在していたからである。一方、アフリカにはこのような水田基盤（sawah）は存在していない。CGセンターの品種改良を中心とする緑の革命戦略は、40年前のアジアと同じく品種改良＝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。しかし、この仮定が正しくないことは、



図1 Asia and Sub-Saharan Africa. cereals production in kg per ha (FAOSTAT 2006)



IITA、IRRI、WARDA、ICRISAT、IWMI等、長期にわたる多数のCGセンターの努力はサブサハラアフリカでは成果が上がらず

図2 アジア・アフリカの一人当たり全穀物生産量は40年前はともに200kg弱。40年後の今日、アジアは300kg弱まで増加し、アフリカは減少した。
 アフリカの栽培穀物は多様。伝統作物のミレット（唐人ビエ）とソルガム（高粱／モロコシ）の生産量は近年減少し、メイズ、米の生産量は増加。また、米と麦の輸入が急増。麦の生産ポテンシャルは小さいが、米の生産ポテンシャルは大きい。とくに、西アフリカで大きい。
 (FAOSTATのヤムとキヤッサバの生産量を水分と蛋白含量で補正し、穀物当量で表示)

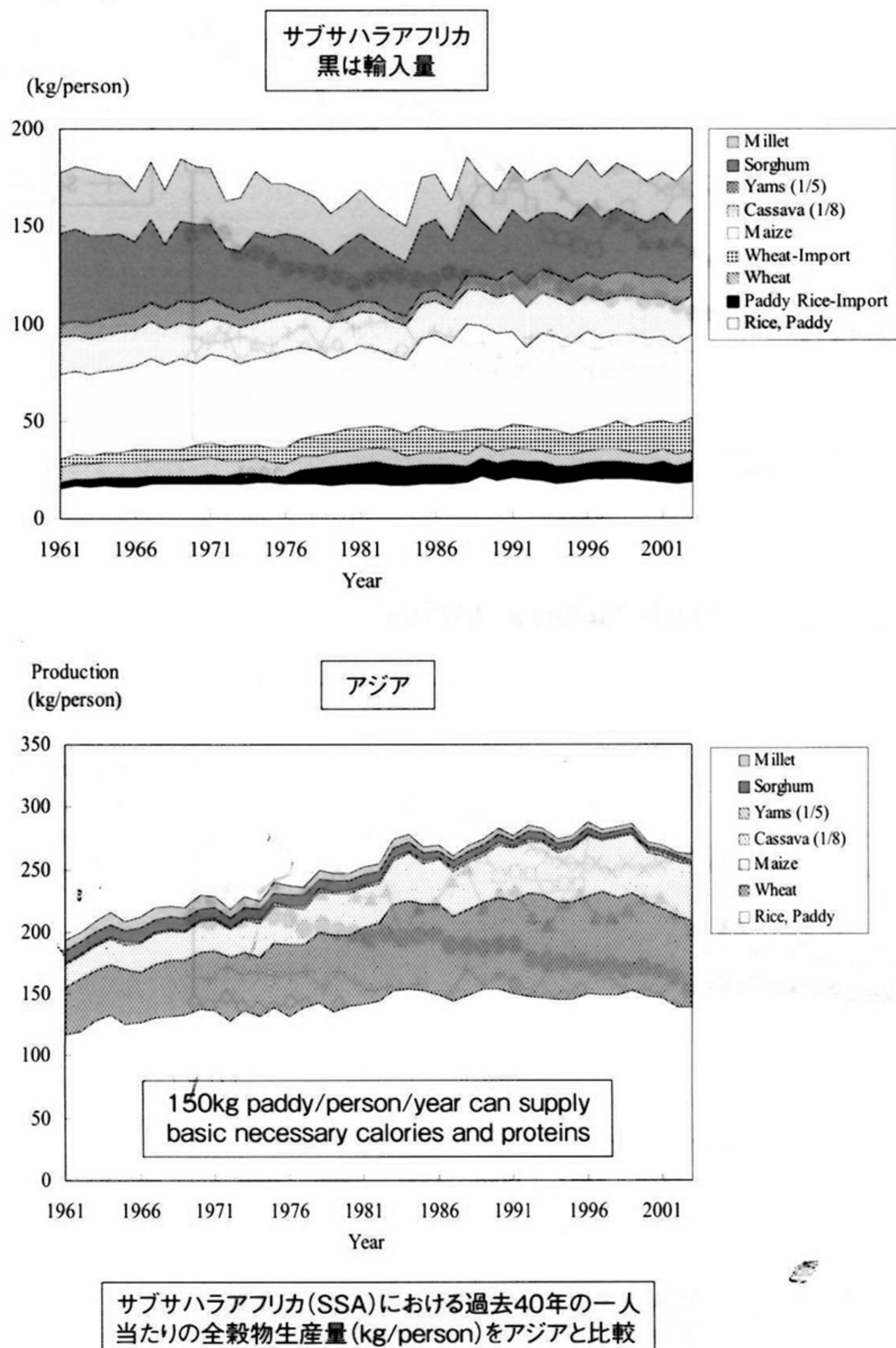


図3 科研、特別推進研究（2007-2011年度）の基本コンセプト：
「水田エコテクノロジーによる西アフリカ緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造」

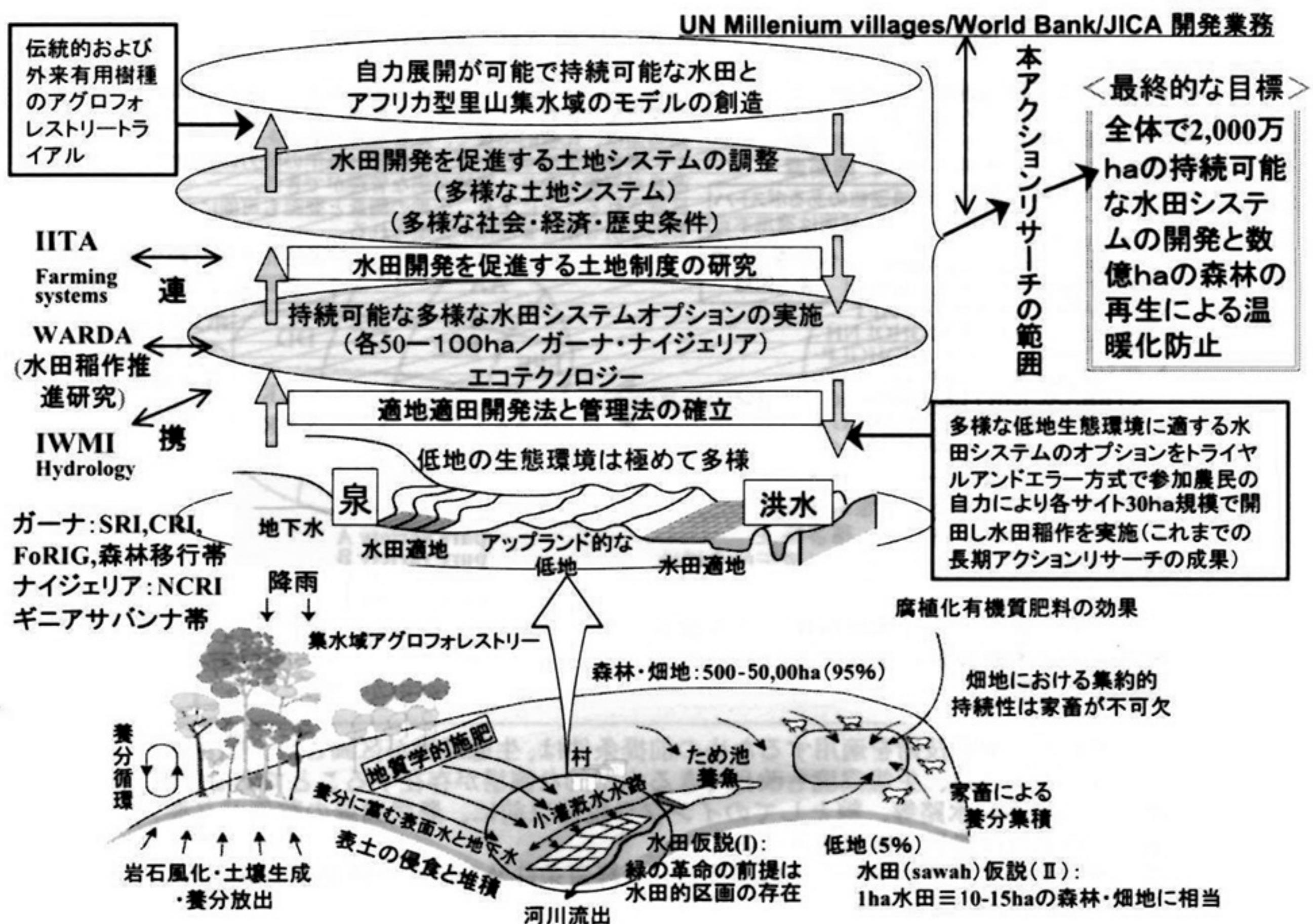


図4 アジアにおける1960-2005年の収量向上に貢献した技術の相対的寄与の推定と
今後50年の予測をサブサハラのアフリカと比較

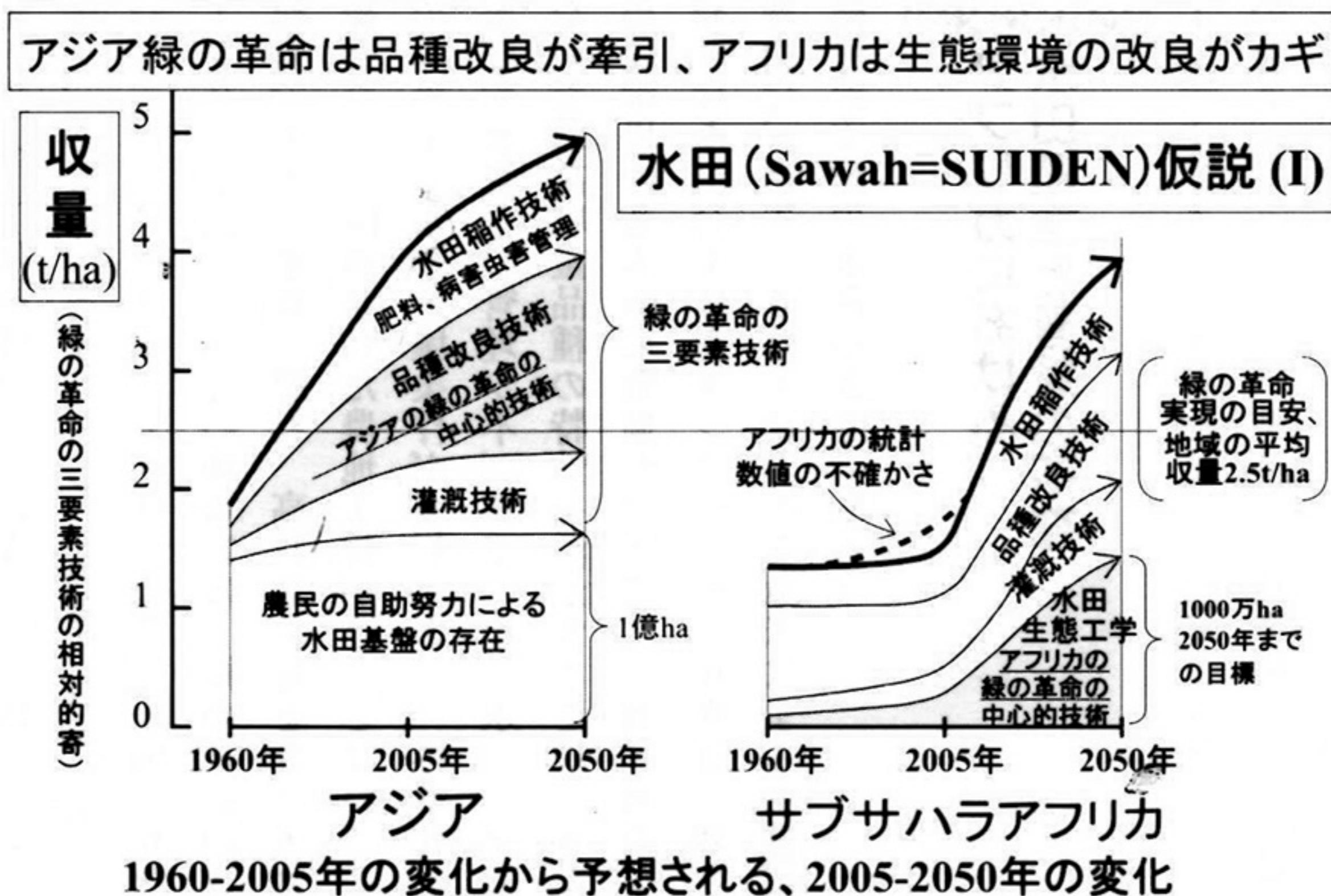


図5 水田仮説（I）：水田的な区画された圃場が必要

農民圃場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。農民の圃場は極めて不均質で多様な生態環境が混在し、区画がない。圃場環境の改良は困難である。

市場価値のあるポストハイベスト技術は適用不可



多様な混作体系である：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

肥料や地力維持技術、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

水田生態工学：個々の水田は多様であるが、似た地形面の環境毎に区画されている。地形面に応じて区画された圃場面は、比較的均質で、水管理が可能である。このように環境が区画されれば、各圃場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、私的所有権と管理権が促進される

規格化された耕生産が可能になる。

ポストハイベスト技術種子増産も容易



**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**

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圃場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、農民圃場の整備が必要。国作りの基盤は農民の圃場作りにある。

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。

過去40年の活動経験で明らかではなかろうか。

水田仮説（I）は稻作のみではなくて、図5のよう

に拡張し、小麦やトウモロコシにも適応可能である。すなわち、アジアやラテンアメリカの農民圃場と異なり、アフリカ農民の大部分の圃場には、緑の革命の3要素技術である、灌漑、肥料、高収量品種を受け入れる前提となる、区画された農地基盤が存在しない。このため圃場面の水や土壤条件が多様すぎて、標準化された施肥や灌漑水の管理が不可能で、土と水の保全もできないため高収量品種の特性を活かすことができない。農民圃場の基本的な整備ができず、土地区画のない多種多様な混合混作農業システムが、現在まで残された理由は、過去500年にわたる欧米による奴隸貿易と植民地支配の傷跡の深さであろう。

3 アフリカにおける 水田概念と言葉の不在

表1に示すように、英語や仏語ではインドネシア語由來のPaddyやPaddiで粉や稻という意味に使われたり、Paddy fieldで水田を示すように使われており、粉や稻植物そのものと、人為



表1 水田 (Suiden) 概念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、粉
Environment	? (Paddy Paddi)	Sawah	水田

Paddy soil science = 稲土壤学 ≠ 水田土壤学

Paddy yield : 粉収量

的に改良された稻の生産基盤である水田が一つの言葉、Paddy、で済まされている。英、仏語には稻作と水田文化が存在しないからである。これまでのODA等による大小規模の灌漑水田の持続可能性が低いのも、水田コンセプトの不在がかかわっている。農民に水田概念と技術がなければ、灌漑水田システムの持続可能な管理はできない。

アジアの稻作国ではそれぞれ固有の水田を示す言葉と概念が存在するので、実際上の問題はない。しかし、サブサハラのアフリカではPaddy fieldsで陸稲畠も灌漑水田も意味するので、Paddyという言葉を使う限り、稻作における水田の重要性を理解してもらうことは不可能となる。同様にPaddyという言葉で説明する限り、日本や韓国が水田の多面的機能を欧米諸国に理解してもらうことは不可能であろう。Tsunami (津波) のように日本語のSuiden (水田) でも良いが、表1に示すように英語や仏語にはすでにインドネシア語由来のPaddy (粉) が使われているので、同じく水田を意味するSawah (サワ) という言葉を使うことを提案したい。ガーナやナイジェリアの稻作関係者の中では普及はじめている。WARADでも2008年9月より農水省と

表2 1984-2018年の西アフリカのコメ生産の動向と今後の予測。陸稻ネリカを誕生させたWARDAの1988年の研究戦略策定時の予想（仮説）とは異なり、1984-1999/03の西アフリカにおけるコメ生産は陸稻から低地水田的稻作への転換が牽引した。今後10年の稻作生産の予想は若月による（WARDA 1988, ARI 2002, Sakurai 2003, WARDA strategic plan 2004, FAOSTAT 2005）。

	面積(百万ha)			生産量(百万トン/年間)			収量(t/ha)		
	1984	1999/03	2018	1984	1999/03	2018	1984	1999/03	2018
陸稻栽培	1.5	1.8	2.0	1.5	1.8	2.0	1	1	1
WARDAの予想		2.2			2.8			1.3	
内陸小低地天水田	0.5	1.8	4.0	0.75	3.4	11.0	1.4	2.0	2.7
WARDAの予想		0.8			1.5			2.5	
灌漑水稻	0.2	0.6	1.2	0.6	1.9	5.0	2.8	3.4	4.2
WARDAの予想		0.3			1.2			3.5	
全 体	2.6	4.7	7.0	3.4	7.7	18.0	1.3	1.6	2.6
WARDAの予想		3.6			6.5			1.8	

注：研究者は陸稻研究を実施したが、生産現場の農民は低地稻作にシフトしたという、研究と生産現場のミスマッチであった過去15年でも稻生産は倍増した。今後は研究開発が生産現場の需要とかみ合えば、CARDの目標の2倍を超えて、2018年までで3倍増も可能。

の協力による農民の自力によるSawah（水田）開発と水田稻作普及プロジェクト（SMART）がスタートした。

表2は陸稻ネリカの科学的ブレークスルーの原動力となつたWARDAの研究戦略設定時（1988年）の高位予想と1999／2003年時点の実際の結果を示した。明らかなことはWARDAの予想以上にコメ生産は増加したこと、予想とはまったく異なり陸稻生産の割合は44%から20%程度まで減少したこと、内陸小低地における天水田的な稻作が顕著に増加したことである。表からわかるように、過去15年のWARDAの陸稻研究は実際の稻作へのインパクトは無視できるものにすぎない。本著者による草の根レベルの観察によると、たとえばWARDA本部のあつたコートジボワールのBouake周辺の農家は1987～90年くらいまでは陸稻を栽培していたが、現在はほとんどすべて内陸小低地稻作にシフトしており、多少なりとも水管理をおこなう稻の栽培法が拡大している。

4 過去15年の稻作生産の動向から 今後15年を予測する



研究者は陸稻研究を推進したが、農民は低湿地稻作にシフトしたという、研究と生産現場のミスマッチがあつた過去15年でも稻生産は倍増したことからわかるように、農民の稻作への意欲は大きいし、消費者の米嗜好は急速に高まっている。今年のTICAD・IV（東京アフリカ開発会議）以降、品種改良と農民の生産基盤改良（水田基盤の創造）への支援と、バランスのとれた稻作支援になるので、今後は研究開発と生産現場とかみ合うことが期待できる。

5 集約的持続性に関する 水田仮説(Ⅱ)とアフリカ型里山創造

熱帯アジア10億ヘクの10%の低地には、すでに約1・3億ヘクの水田が開発され、緑の革命（4トン／ヘクの収量）が実現している。一方、熱帯アフリカの全面積25億ヘクの10%が低地であるが、水循環量の少なさと地形的制約、強風化の貧栄養の砂質土壤ゆえ、全低地2・5億ヘクの10%弱、約2000万ヘクが水田適地と推定される。低地土壤生成速度がアジアの5~10分の1程度であるためである。アフリカ低地の多様な生態環境システムは以上のような自然環境を背景としている。このため、

【農業と経済 2008.7 臨時増刊号】

低炭素社会と農林業

—地球温暖化にどう立ち向かうのか—

【目次から】

- 第I部○ 地球温暖化対策をめぐる世界の潮流と国内対策
 - 第II部○ / 低炭素社会に貢献する農林業を目指して
 - コラム○ 族生する低炭素社会への胎動

昭和堂

定価 1700 円
(本体価格 1619 円 + 税 5%)

適地適田開発が重要になる（図3）。Site Specificな水田開発を農民の自力により推進するためには、農民と普及員の大規模なOn The Job訓練が必要になり、日本の支援でWARDAを中心にこのための努力も開始された。

集水域における低地への水循環にともなう地質学的施肥や湛水栽培による各種の養分供給性の高さ（若月2008a,b）、アフリカ低地の適地（適地適田）に開発した水田稻作の、持続可能で集約的な生産性は焼畑地の10倍以上ある（水田仮説II）。緑の革命により国や地域レベルでも収量増が実現すれば、集水域のアップランドに森林を再生することが可能となり（アフリカ型里山創造）、植生や土壤への炭素隔離と貯留をおこなうことにより、地球温暖化防止に貢献できる。広大なアフリカは、むしろ地球社会を救う大きなボテンシャルを有している。

アフリカに特徴的な、重層的で共有的な土地管理所有制の下で、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）を拡大するためには、水田稻作による飛躍的な収量の向上（1・5トン／ヘクタールが4トン／ヘクタール）により参加農民に経済力をつけることがカギとなる。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千人規模の参加農民との共同作業（アクションリサーチ）により見出しながら、今後は普及活動に重点を移すことになる（図3）。

文献

FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/>

廣瀬昌平・若月利之「西アフリカサバンナの生態環境の修復と農村の再生」農林統計協会、1997年。

Hirose S and Wakatsuki T, Restoration of Inland Valley Ecosystems in West Africa, 農林統計協会、1572頁、2001年。

若月利之a <http://www.kinki-ecotech.jp/> 2008年

若月利之b 「炭素貯留能を強化する水田管理」『農業と経済』2008年7月臨時増刊号、131～137頁。

わかつき としゆき 1947年生まれ。1986-88年、JICA専門家としてIITAに派遣、以来農民の自力による水田開発のアクションリサーチをガーナとナイジェリアで継続。1995年島根大教授、2004年より現職、2007年より科研特別推進研究「水田エコテクノロジーによる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」を実施中（2011年度まで）。