

(アフリカ水田農法の補足写真と図表)

ギニヤ高原の森林破壊による焼畑地と
陸稻栽培(2003)

ヤブ状態のガーナの低地稲作地(2008年)

何故、アフリカでは農業研究の成果
が農民に受け入れられなかったか？



中国雲南の棚田(大塚, 2004), 数百年以上の歴
史的時間をかけて農民が自力整備

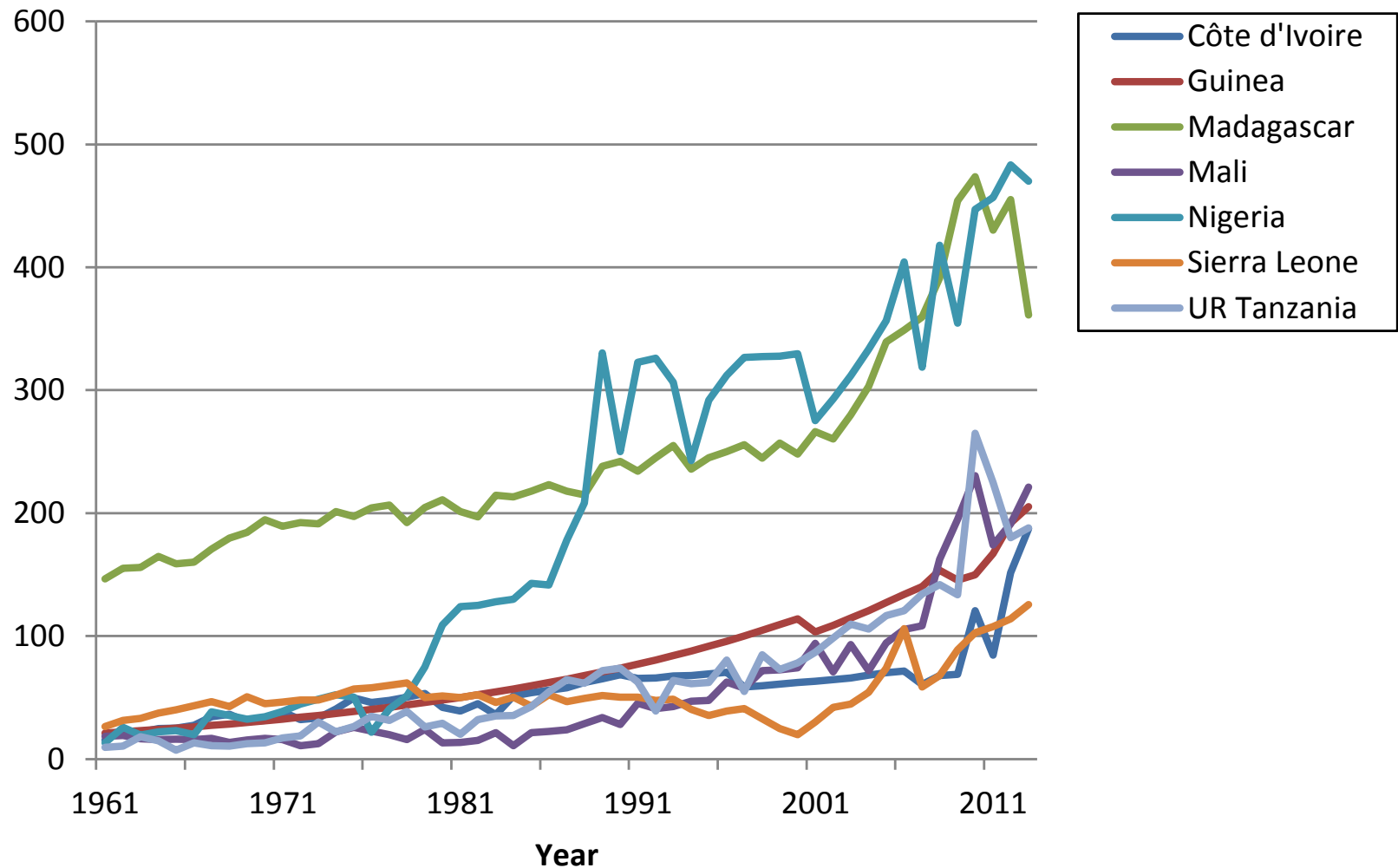


上の写真の道路を挟んだ反対側で農民が我々の
Sawah Ecotechnologyで水田を自力で開発。水田は
籾収量4t/ha以上を可能にし、**10t/haの超高収量技
術の開発研究も意味を持つようになる。(2008年)**

アフリカの水田稲作の進化による緑の革命の実現は近い(以下の4つのFAOSTATによる過去50年の稲作の進展の統計データ)

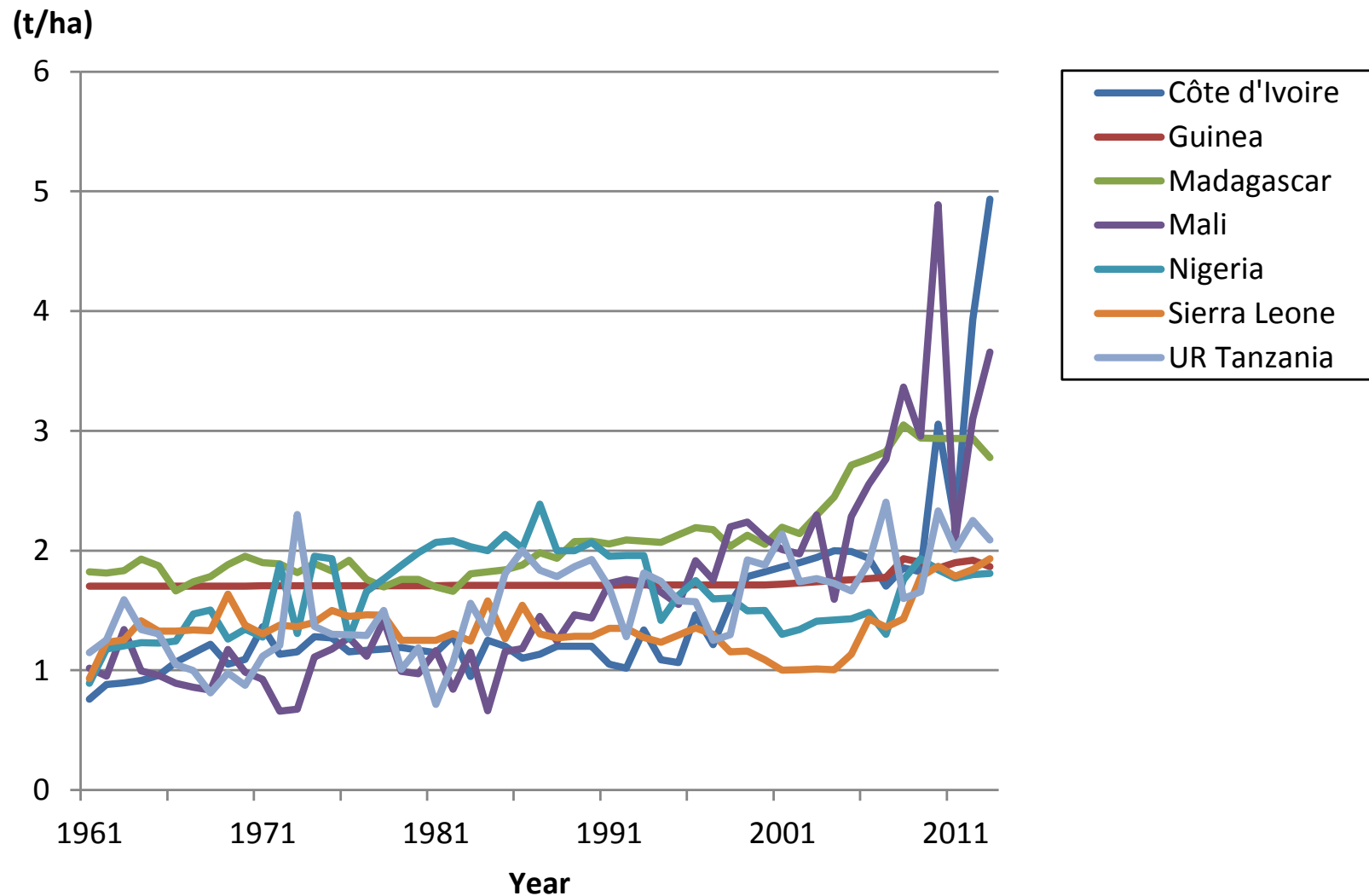
- (1) 水田概念と技術の伝統がないので1990年代までは、基本的には水田のない稲作が90%以上。
- (2) その後ODA等外国援助、とりわけ1960－80年代(国連における投票で、大陸中国との正統性競争に敗れるまで)の台湾による、アフリカ全域への水田農業導入の先駆的だが大規模な活動、それに引き続いて、日本等による、お金をかけた各種のモデル灌漑水田が開発された。しかし、広大なアフリカでは灌漑水田稲作技術の定着と拡大は長期停滞。
- (3) このため水田進化を系統づけることを可能にする、各種形態の水田が見られる。陸稲栽培に加えて、自然に水が湛水する「非水田低地稲作」、日本の縄文から弥生期にかけての稲作と類似の、「小区画水田や準水田」が大規模灌漑開発地でも、小低地でも見られる。この10-15m²サイズのオアシス型灌漑農地が水田の起源につらなるという説(古川久雄: オアシス農耕起源論、2011年3月)を証拠づけるように見える。
- (4) 一筆のサイズ、均平化度、畔の質、灌漑排水の水利等から見て「標準的なレベルまで進化した水田」が普及している、マダガスカル、セネガル、象牙海岸、マリでは2013年までで緑の革命が実現したと言える。

(x 10,000ton)



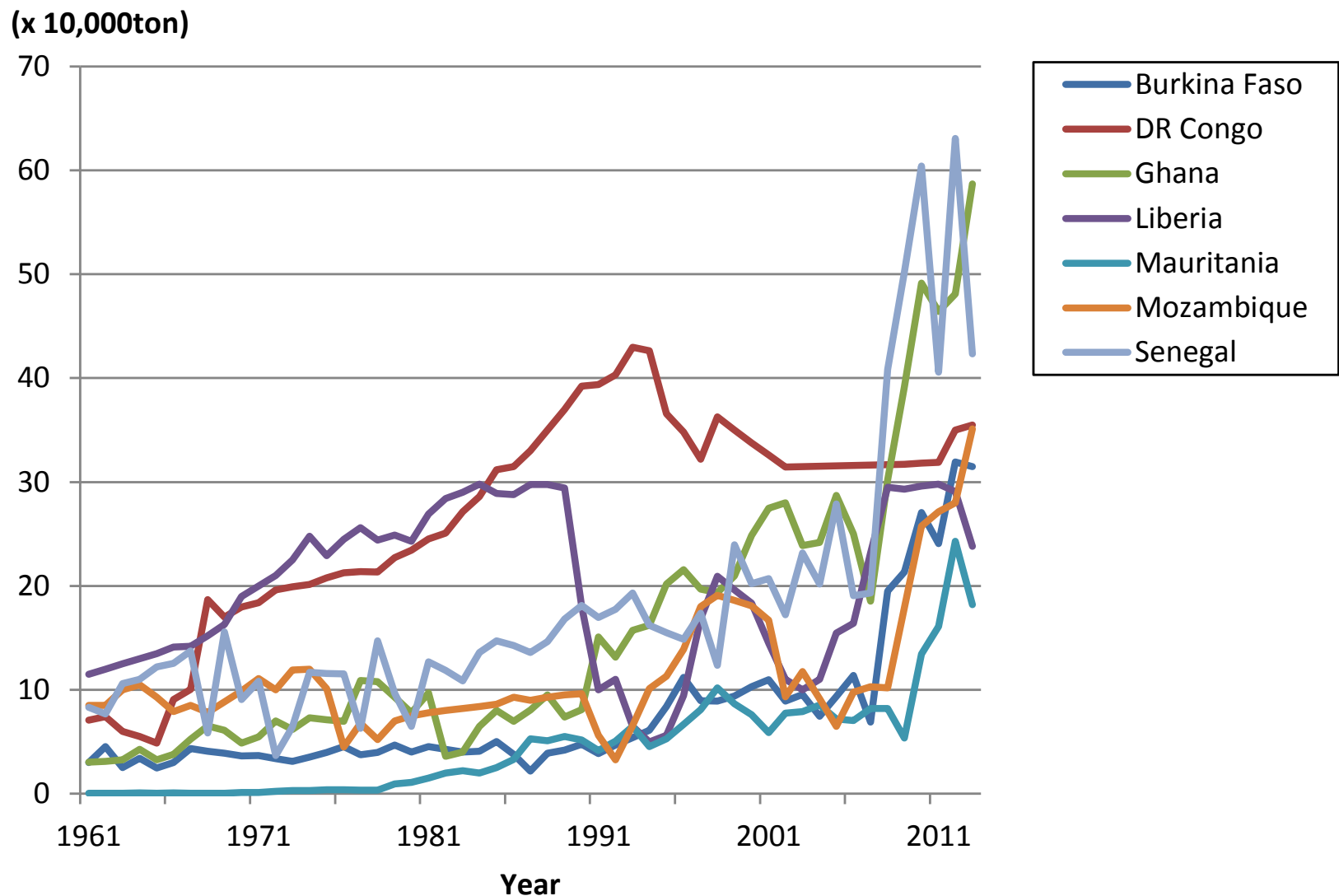
Paddy Production during 1961-2013 (Africa Top 1-7 rice production countries)

Data source: FAOSTAT 2014



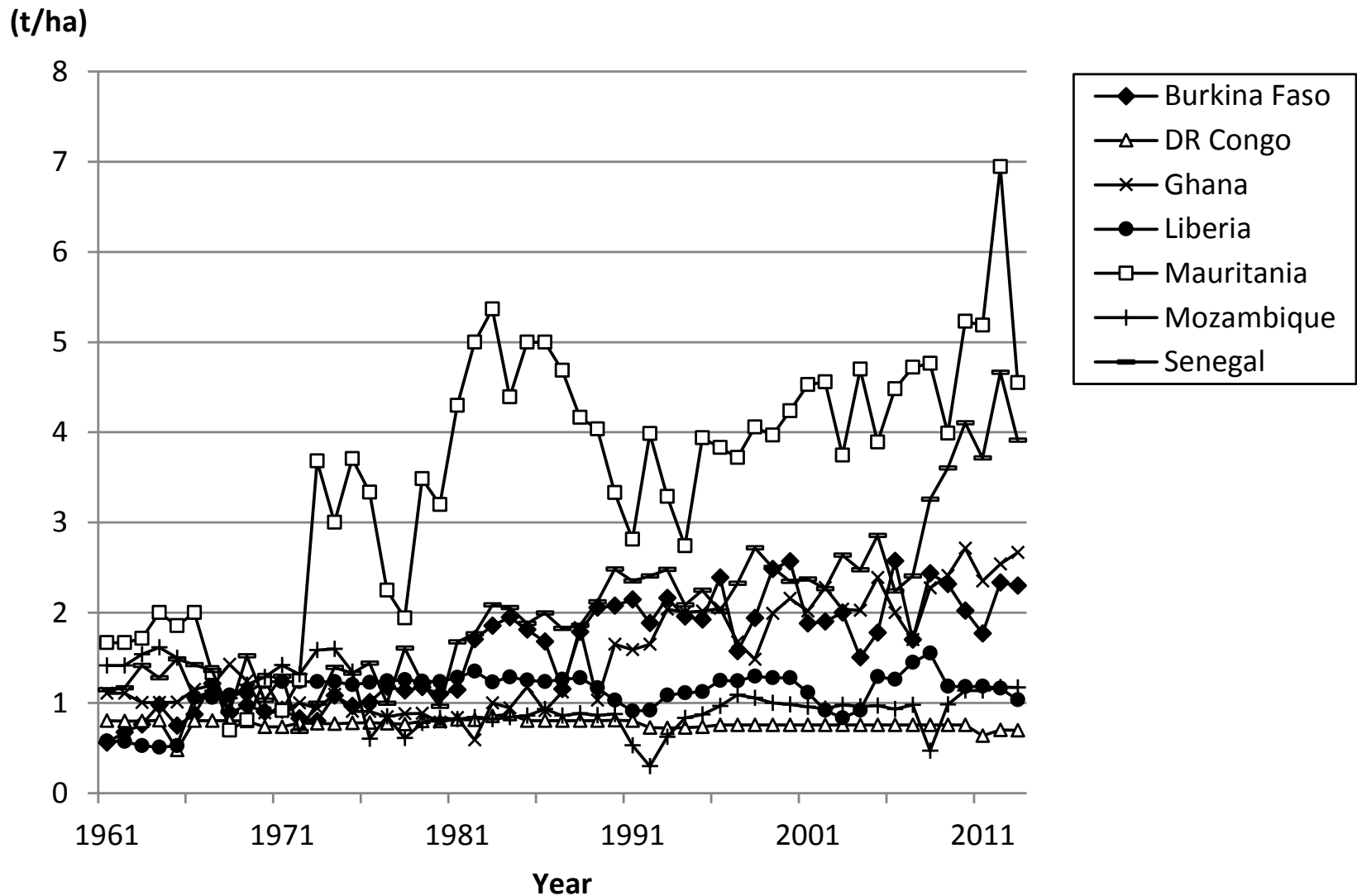
Paddy Yield during 1961-2013 (Africa Top 1-7 rice production countries)

Data source: FAOSTAT 2014



Paddy Production during 1961-2013 (Africa Top 8-14 countries)

Data source: FAOSTAT 2014



Paddy Yield during 1961-2013 (Africa Top 8-14 countries)

Data source: FAOSTAT 2014

何故アフリカ？ 緑の革命今だけでなく人口増加：食料・社会危機、脆弱な経済 発展の基盤：ナイジェリア：世界3～5位の人口大国、そしてアフリカ（2050年）

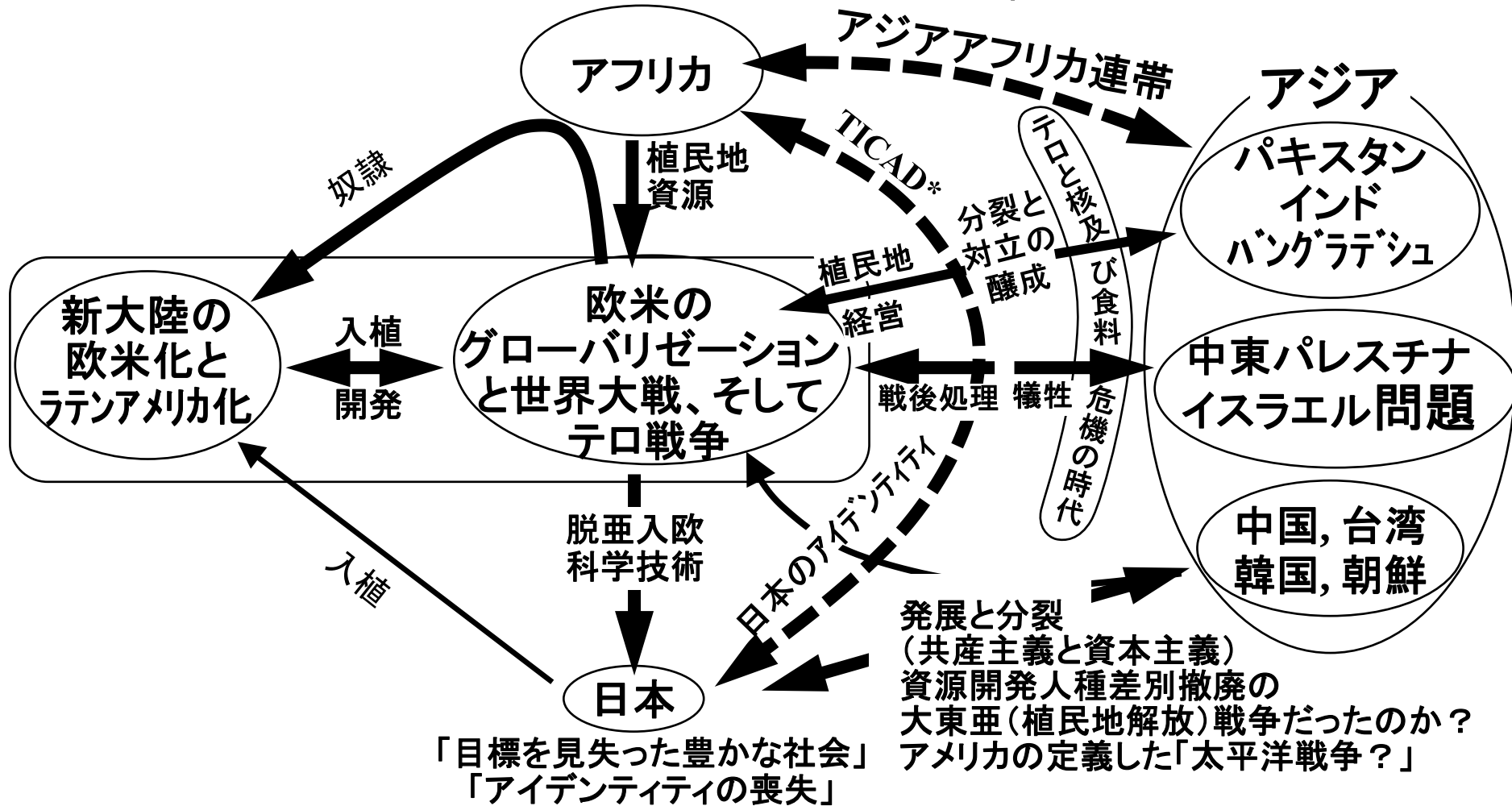
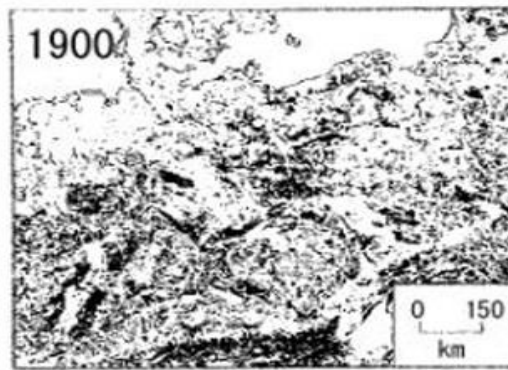
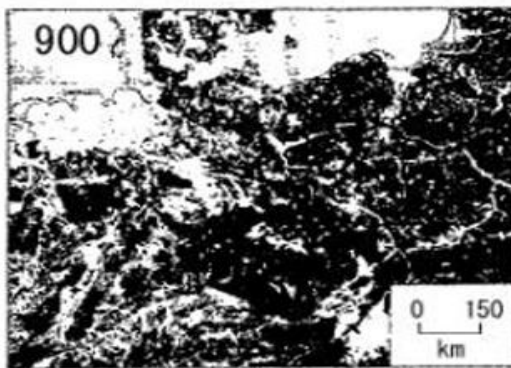
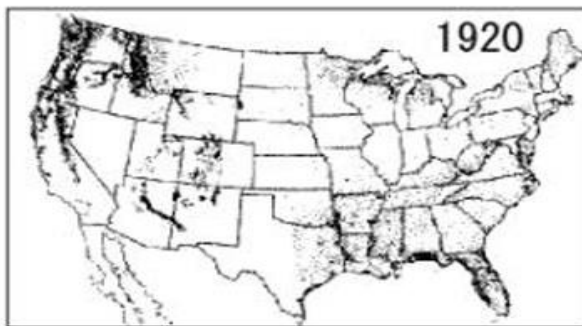
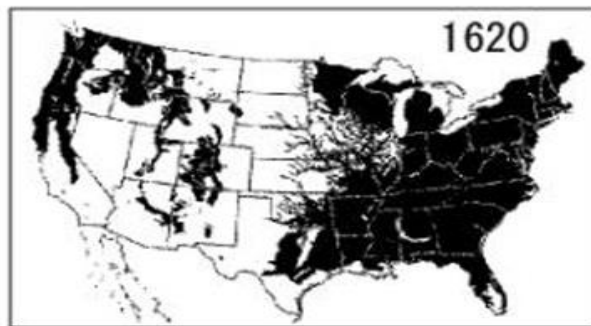


図 1. 1500年以來の、欧米グローバリゼーションの犠牲になったアフリカ。欧米の科学技術を吸収したが、21世紀に入って立ちすくむ日本。強大となった中国。過去500年を清算するための欧米型ODAでなく、今後500年の地球社会創造に貢献する（例えば1955年のバンドン、アジアアフリカ会議の精神を実現する）ような日本型ODAが必要。



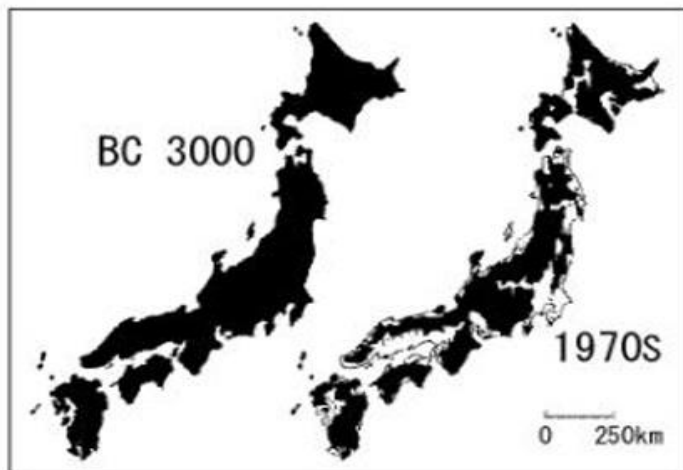
Forest coverage was 25 % in 1995.

(Darby 1956)



Forest coverage was 23 % in 1995.

(Goudie 1981)



Forest coverage was 67 % in 1995.

(Y.Yasuda 1996)

Historical change of forest cover in Europe, USA and Japan

欧米の畑作文明は森を破壊して成立する。人口増は外部拡大、グローバリゼーションによって解決した。
(左の左端3図は黒塗り部分は当初からの森林を、白色部は破壊された森林を示す)

欧米は「岩の文明で外に進出する力の文明」、
イスラムは「砂の文明でネットワークする力の文明」、
アジアは「泥の文明で内に蓄積する力の文明」(松本健一、2003)

日本の水田文明
は森を守った
(水田仮説2)

表3、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	Nasi	米, 飯, 稻
Biology	Paddy	..Padi	稻, 粳
Environment Ecology	(Paddy Paddi)?	Sawah	水田



①アフリカでは水田(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。

②英単語のPaddyは水田を適切に表現する言葉ではない。稲植物や粳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。

③インドネシアは1955年第1回アジア・アフリカ会議を主催(Bandung Sprit)。2005年に2回目、2015年に60周年記念会議を開催予定。アジアアフリカ連帯のシンボル。

インドネシア: バンドンでアジア・アフリカ(AA)会議を主催し、戦後の植民地独立とアジア・アフリカ連帯をリードした歴史的貢献国

インドのネルー、インドネシア、スカルノ、中華人民共和国の周恩来、エジプトのナセルが中心。

日本も招待され参加は29ヶ国。
アフガニスタン、イエメン王国、イラク、イラン、インド、インドネシア、英領ゴールドコースト(ガーナ)、エジプト、カンボジア、サウジアラビア、シリア、スーダン、セイロン、タイ王国、中華人民共和国、トルコ、日本、ネパール、パキスタン、ビルマ、ベトナム民主共和国、フィリッピン、ベトナム国、ヨルダン、ラオス、リビア、リベリア、レバノン



Map was cited from
Wikipedia

AA会議は第2次大戦10年後の1955年開催(2015年は60周年記念):**インドネシア独立戦争**は1945年8月17日から49年12月27日まで、数十万人の犠牲を払って戦われた。元日本軍も義勇兵として数千人規模で独立戦争に参加。日本降伏後インドネシアに再侵入したオランダとイギリス軍との4年半の戦い。このようにして、戦後すぐから1955年までに大部分のアジア諸国は独立を達成し、AA会議以後の10年でアフリカ諸国の大部分も独立を達成した。

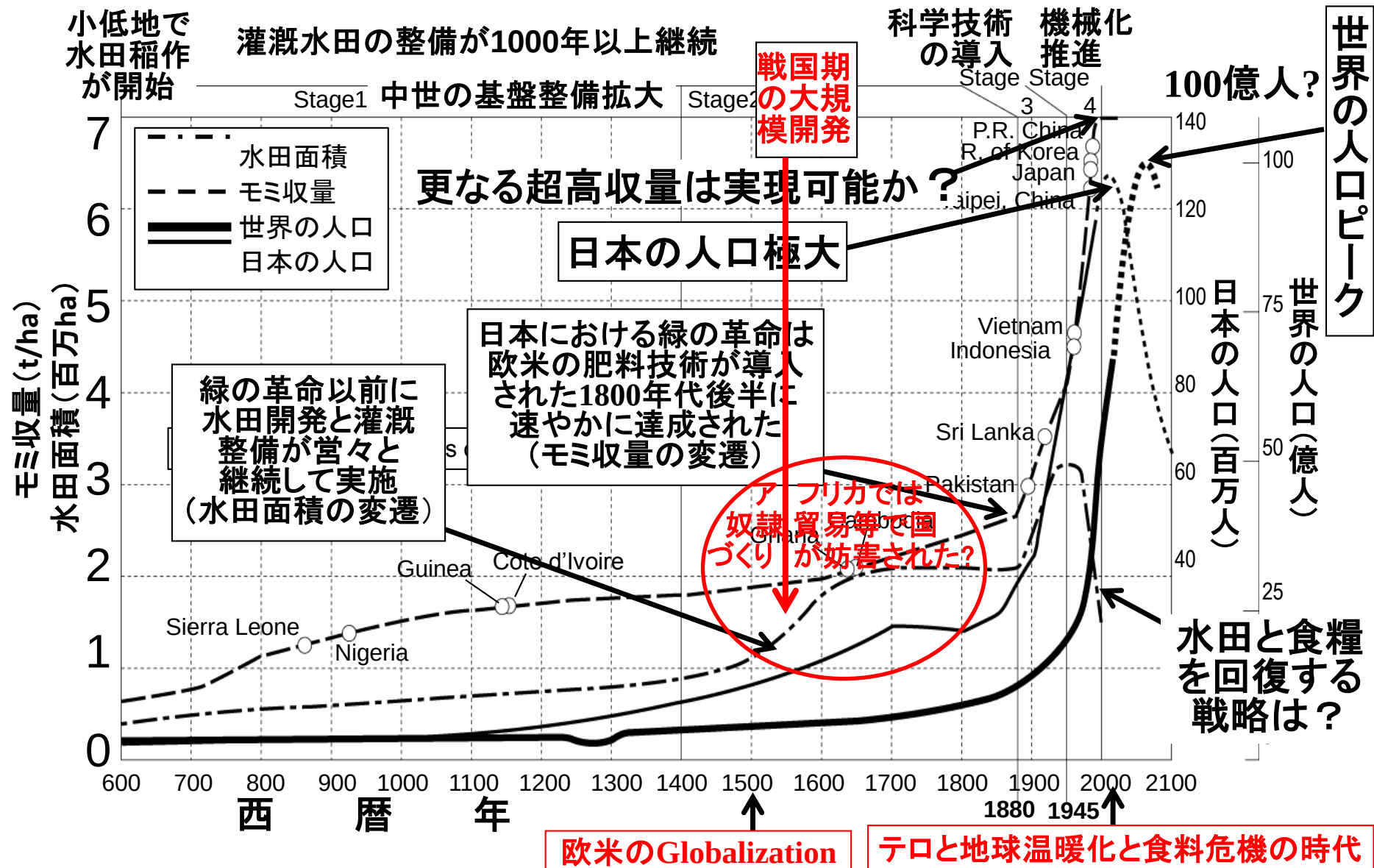


図. 大化の改新以来の日本の水田面積と籾収量及び人口の変遷(高瀬2003, Wakatsuki 2008, 鬼頭2007, 本間1998)。日本の人口は2007年がピーク。今後は減少。その前に水田が減少。1900-2000年は日本や欧米の人口ピークの100年、2000-2100年の100年が途上国を含む世界の人口ピークの時代。地球環境問題と南北問題のピークもこれから。今後の50年は世界的な大変動が予想される。世界の動態を50-60年先取りしている日本社会は今後50年の世界の危機を救う貢献が可能。

混沌とした農家圃場:不均質で多様な生態環境が混在し、区画がない。多様な作物の作付、多様な品種、多様な混作体系で多種の雑草も存在。

- 1. 圃場環境の改良は困難。
- 2. 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。
- 3. **市場価値のあるポストハーベスト技術は適用不可能。**

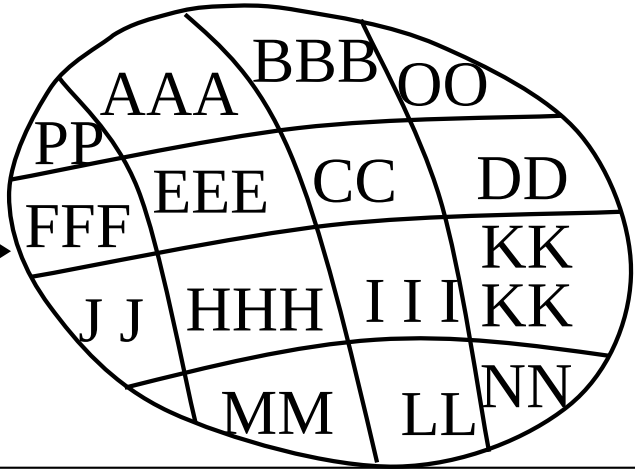
緑の革命は不可能



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。

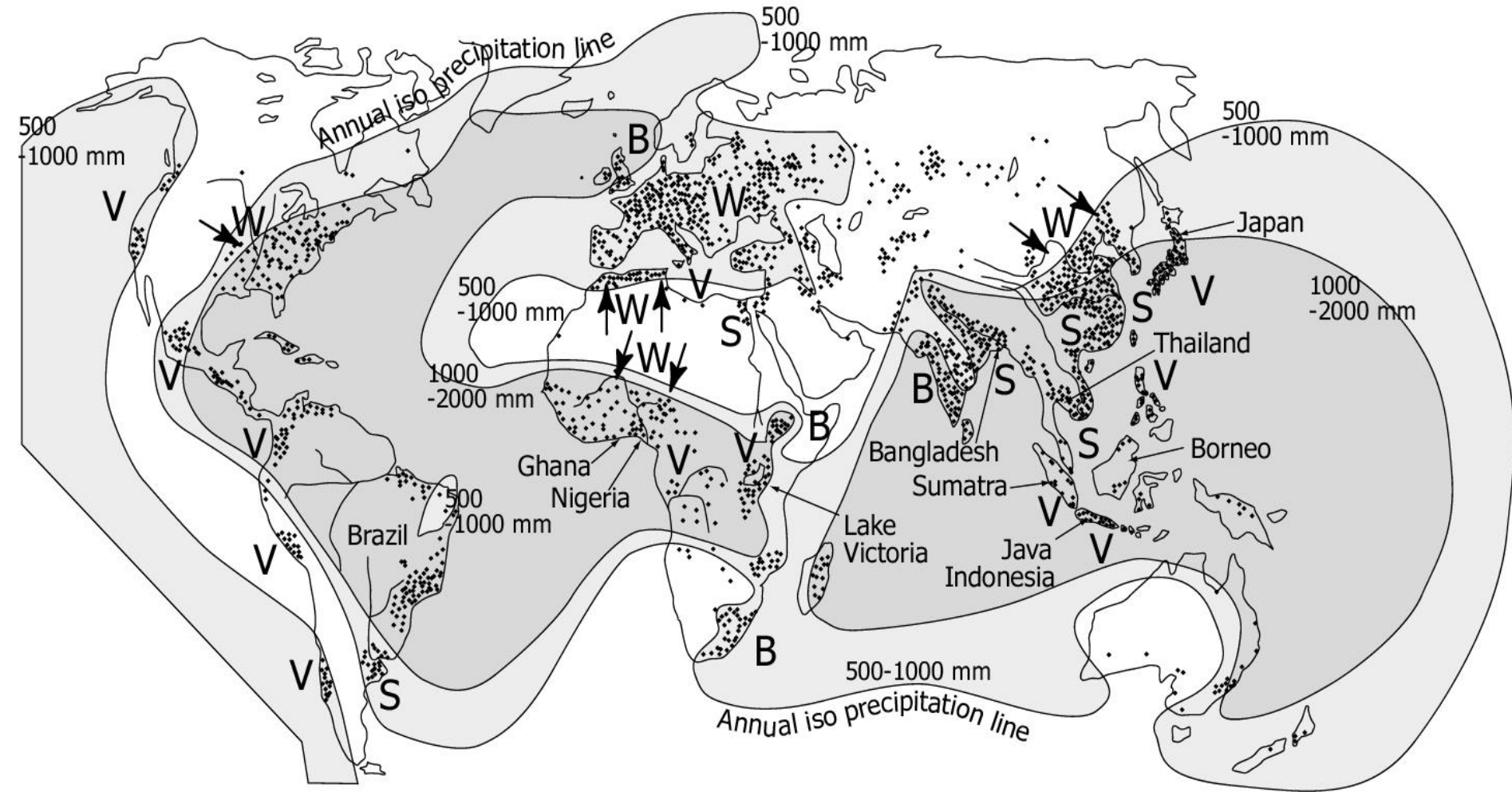
生態工学的に整備した水田区画:個々の水田は多様であるが、似た地形面の環境毎に区画されている。地形面に応じて区画された圃場面は比較的均質で、水文条件も似ており、水管理が可能である。

- 1. 各圃場は毎年の改善の継続で改良が可能。
- 2. 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。
- 3. **規格化された籾生産が可能、種子増産も容易。**



科学技術の共通基盤(プラットフォーム)としての水田:農地基盤が整備分類区画(エンクロージャー)され科学技術の適用が可能になる。

図2.水田仮説 I:水田的な地形と水及び土壌という生態環境で区画された圃場が必要: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圃場が存在すること。アフリカ独特の生態環境と社会経済条件及び**過去500年の歴史的経過(奴隷・植民地)**に由来すると考えられる。



地球上における人口密度の地理的分布。黒点の集中域は高人口密度地域。高人口密度地域には降雨等による単位面積当たりの水の供給量が多い。それに加えて、土よりの無機養分の供給量が多いことも必要。この無機養分の供給は地球の営みとしての地質学的施肥量の多寡による。**地質学的施肥プロセスは以下の4つがある。**① S: 降雨は土を作り、侵食土は河川が運び、肥沃な沖積平野を形成, ② V: 養分に富む火山灰の供給, ③ W: 乾燥地帯よりの肥沃な黄砂〔レス, 風成塵〕の供給, ④ B: 安山岩や玄武岩等の中性・塩基性岩の風化と適度の侵食による地質母材の更新による土壌の若さの維持

アジアの緑の革命は品種改良が牽引、アフリカは農民圃場の基盤整備がカギ。アジアの水田基盤は数世紀一千年の歴史的時間で農民により整備されたが、爆発的に増加する人口を考えると、今後、半世紀以内に完了する必要がある(研究、技術開発、イノベーションが必要)。

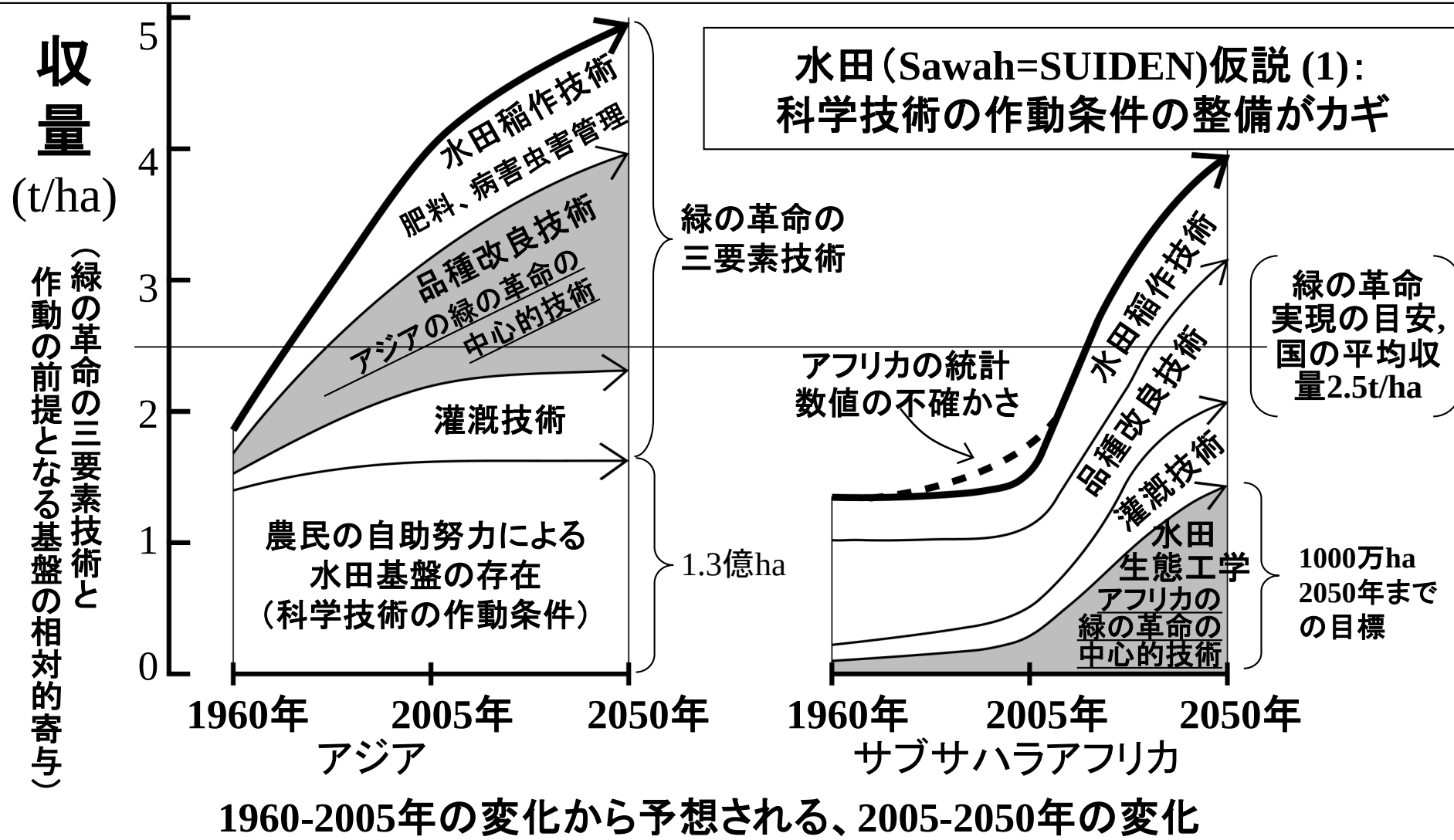


図2、アジアにおける1960-2005年の収量向上に貢献した技術の相対的寄与の推定と今後50年の予測をサブサハラのアフリカと比較

何故水田か;もう一つの理由。

低地水田の集約的持続的生産性に関する水田仮説(II)

畑作地の10倍程度の持続的生産性がある。1haの水田開発により10haの森林地を確保でき、アフリカ型里山創造が可能

1ha の水田 (sawah) = 10-15ha of 陸稲 (upland) 栽培地

	焼畑の陸稲	水稲(Sawah)
面積比 (%)	95 %	5 %
収量 (t/ha)	1-3 1以下	3-6 2程度
生産の持続性*	1	5

(**丸囲みの数値**は無肥料の場合)

* 生産の持続性は、水稲は連作可能であるが、焼畑の陸稲栽培は2年の稲作後8年の休閑が必要であると仮定して計算した

低地水田の持続可能な生産性の高さは畑作地の2倍以上に達するマクロの生態工学的機構：腐植に富む肥沃な表土の堆積と培養水の集積：地質学的施肥

低炭素型社会における水田農業と里山創造の意義：土壌肥沃度を維持し、ダム機能による洪水制御と集水と保水機能の強化により乏しい水循環量を有効に活用して持続可能な集約化を図り、森林を再生する戦略となる。適度な土壌侵食と山地土壌の更新、林地と畑地及び低地水田土壌層への微粒炭や腐植質表土の堆積・埋没（一部は海洋底に移動）は、安全な炭素隔離・貯留法となり得る。

ミクロの生態工学的機構：代掻きによる多種微生物の共同作用の促進は、多機能性湿地としての水田エコテクノロジーの中心技術。窒素、リン、カリ、ケイ素、カルシウム、マグネシウム等無機養分の供給性を強化し、有機炭素を蓄積。

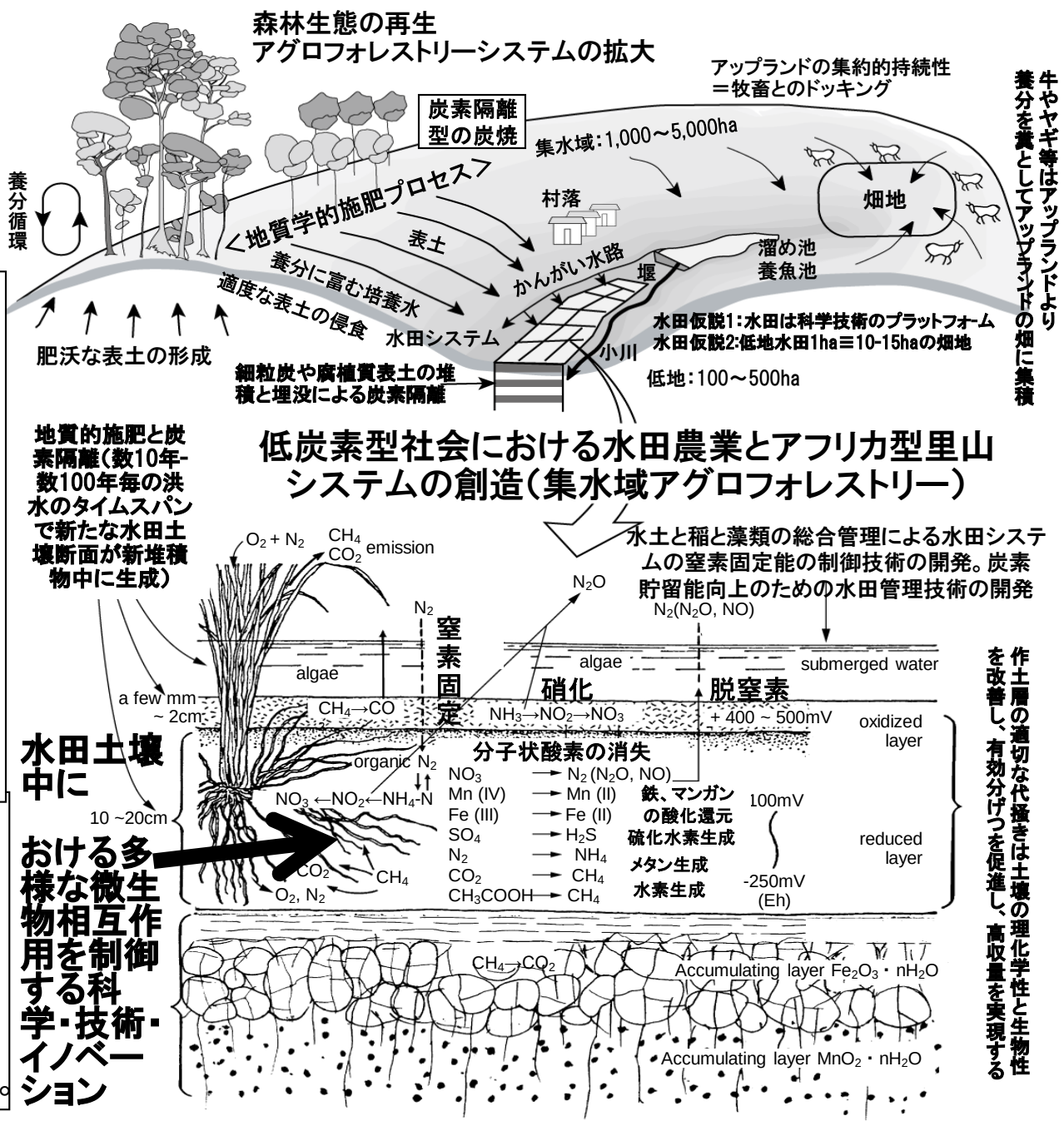


図3 水田仮説2: 集約的持続的な生産性の高さを背景にアフリカ型里山集水域を創造して地球温暖化防止



Mopti, Mali, 1998

Floodplain
Kebbi, Nigeria
Jan. 1987

Sokoto,
Nigeria
Jan. 1987



スーダンサバンナ帯氾濫原の非水田アフリカ稲(*Oryza Glaberrima*)の栽培(1987年)。2011年までに、非氾濫期に小型ポンプでオアシス型灌漑畑を開発し、野菜と米栽培が10万ha以上に拡大(Kebbi州)



写真 2-1 弥生時代前期水田全景 地点 5：中西遺跡第 18 次調査区（南西から）



Bida, Nigeria.
Nupe's rudimentary
Sawah system

日本の弥生前期の小区画
水田に類似(2008年9月)



非水田(左)と小区画準水田(右), Bida

100人力の耕運機がブルドーザー代わり。
代掻き、土壌移動、均平化、を同時にやり
その直後に苗を移植して水田稲作を開始





スーダンサバンナ帯小低地水田稲作 アップランドはミレット栽培地帯

下左端は水田、右下は非水田稲作(ナイジェリア北部、ザリア市付近のミレニアムビレッジ)



畑作的な稲作では分けつが少なく、雑草が繁茂しやすい

ナイジェリア水田農法(自力適地適田開発と水田稲作)の進行

Sawah, Sep10

Traditional, Bida, Sep10

ギニアサバンナ帯小低地及び氾濫原 での水田稲作

ヌペ人の村, Sheshi Bikum、ではSawah Projectの耕運機1台を使い技術指導を受けながら、1ヶ月で約3haの灌漑水田を整備し、粳を80kg入りバッグで160ヶ(約13トン、約6000ドル相当)収穫。2014年までで農民は自費で耕運機を2台追加購入(6000ドル)し、灌漑水田を40haに拡大。2014年11月以降は18m深度の浅井戸切削技術を習得し、乾季ポンプ灌漑稲作も開始した。

KuraKanoIrrigation10Oct2012

一辺
50m

灌漑システムはあるが一筆面積10-20m²の小区画準水田で鍬による稲作
(上はソコト州、下はチャド湖付近、いずれもナイジェリア、Google earth Pro)

一辺
50m

19Jan2013SouthLakeChadIrrigationProejct

**Irrigated Rudimentary
Sawah system at Kano,
Nigeria Google earth Pro**

KadawaKanoIrrigation100ct2012

50m
square

凡例

Niono 17.Jan2013

**Standard sawah
System at Mali**



Sokoto, Kebbi, Borno, Nigeria, May-Sep, 2011. Pump irrigated rice & vegetable fields of **Rudimentary Sawah** with a square of side 3-8 m. Weedy rice field before Sawah technology, because of poor water use efficiency by poor bund, leveling & puddling



Sawah Ecotechnology: Farmers' personal irrigated Sawah development and sawah based rice farming technology



Kebbi Rice Revolution, Sawah fields: 3 September 2011



Improved sawah, paddy yield 5-7 t/ha

Oct. 2013 Arugungu Kebbi,
Nigeria

Upper: **improved Sawah**,
20x20m size, 5-7 t /ha

Right: **Rudimentary
Sawah**
5x6m size, 2-3t/ha in 2009

100x100m: bund area 2%
50x50m 4%, 25x25m 8%,
12.5x12.5m 16%, 6.3x6.3m
32%, 3x3m 64%

Left : **micro Sawah with
small pump irrigation
for onion and rice double
cropping (Maiduguri)**

20m
square

Rudimentary Sawah,
before improving,
Nov. 2009, the same site
Above (Google earth Pro)

Kebbi Rice Revolution: ① 2011-12: 20ha Sawah produced 120 tons of paddy, ② 2013/14, 22 sets of powertillers were bought by farmers to develop 326ha sawah and 2100 tons paddy, ③ Kebbi state Governor bought 1000 set of power tillers in 2014 to supply farmers to develop >10,000ha of sawah and produce >100,000 tons of paddy



15 ha of sawah developed by Mr. Abdullahi Maigandu Arugungu

June 2014



35 ha of sawah developed by Alh. Bello Baidu at Bagudo, Niger river floodplain



表2 アフリカ水田農法(SawahTechnology:農民の自力灌漑水田開発と稲作)の4つの要素技術

(1) 適地・適期選定と適田システム設計のポイント

- | | |
|------|---|
| (a) | 農民が15ha以上の低湿地で稲を栽培しており、自立心旺盛で、稲作技術とビジネス向上に強い意欲を持つ |
| (b) | 水文と水資源及び氾濫洪水強度と期間 |
| i) | 内陸小低地の重力水灌漑：→流量30リットル/秒、流水継続期間5ヶ月以上、氾濫等最大水量<10トン/秒 |
| ii) | 氾濫原の重力水灌漑：→流量30リットル/秒、流水継続期間5ヶ月以上、氾濫等最大水量<10トン/秒 |
| iii) | 氾濫原の浅管井戸ポンプ灌漑：地下水位<10m、氾濫時期を避けて個人ベースで経済的に乾季作が可能 |
| (c) | 地形と土壌：勾配<3%、<1%なら均平化が容易、砂+シルト含量<90%、内陸小低地では<95% |
| (d) | 持続可能な土地利用権：個人所有がベストだが、5-10年以上の借地契約でも本農法は持続可能 |
| (e) | 適田システムのデザイン：地形と土壌と水源の観察に基づく個々の水田と水田集団の中小の畔のレイアウト、
水田の標準的均平化度(1筆±5cm)の実現、耕運機使用稲作、干ばつ、氾濫対策も考慮してデザイン |
| (f) | 取水、分水、貯水、排水システム：簡便な土のう堰、小中河川の堰、いづみや浸出水の集水と分水路、ため
池や養魚池、小中のポンプ利用と<20m深度(将来的には<50-100m)の管井戸切削、小中の排水路 |
| (g) | 荷物運搬や耕耘機用、あるいは洪水対策用の作業路兼堤防等の位置とサイズ構造等のデザイン |

注1): 農民と技術者・普及員が連携して、適地適田開発と館いrの試行錯誤が必要。農民はサイトの水文を熟知しているが、水田は道。技術者は現場の水文の動態を知らない。

注2)：重力灌漑は燃料が不要なので経済的だが、水田面積>50ha以上になると、堰や水路の維持管理にコミュニティーの共同作業が必要となるが、現状では困難な場合が多い。ポンプ灌漑はこの共同作業が不要。

注3): パラドックスであるが、適地選定とシステムデザインが適切ならアフリカの水田開発はアジアより大変容易

(2) 効率的で経済的な開発: 開発速度>3-5ha/年/耕耘機1台と開発コスト<1000-3000ドル/haを実現

- | | |
|--|--|
| (a) ヤブの開墾、抜根、畔作り、水路作り、耕運機用地表面の凸凹処理：自力労働＋補助的な雇用労賃 | |
| (b) 農具と資機材の購入費用：\$1000/10ha、2期作用のポンプと浅管井戸切削費用：\$1500-2000/10ha | |
| (c) 耕運機購入費用：\$3000-4000/1台/10ha、維持管理费用：\$2000-3000/10ha(>10ha開田/3年が目標) | |
| (d) On-the-Job訓練費用：日当として技術者\$1000/ha、普及員\$500/ha、篤農\$250/ha | |

注1): 耕耘機の価格(アジア並なら1台\$2000)、耕運機利用の開田技術と維持管理技能の熟練度がポイント

(表2続き)

(3) 水田稲作技術: 基準目標は1台の耕運機で >20t/年の粃生産と >4t/haの収量の達成

- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| (a) 取水、分水、貯水、排水等、水田の水管理システムの維持管理 | | | | |
| (b) 水田の水管理技術: 湛水深管理、間断灌漑、好気・嫌気性管理、排水管理 | | | | |
| (c) 畔の管理。耕運機を利用する田面の均平度管理と代掻き技術。 | | | | |
| (d) 施肥と養分及び土壌有機物管理技術 | | | | |
| (e) 育苗と移植あるいは直播技術 | | | | |
| (f) 雑草、病虫害、鳥獣害対策技術 | | | | |
| (g) 目標収量を実現する品種選択と生育管理技術 | | | | |
| (h) 市場性の高いポストハーベスト技術 | | | | |

注1): 1台の耕運機で3年以内に年間粃生産>50tonを実現すると水田開発は加速する。

過去の成功例: ①スーダンサバンナ帯の大氾濫原のオアシス型ポンプ灌漑、②泉灌漑は全気候帯で成功、③ギニヤサバンナ、森林移行帯、赤道森林帯の小河川の堰灌漑。

注2): 基準目標を達成すれば、収量 >10t/haを目指す研究も、農民の現場で意味を持つ。

(4) 稲作農民をエンパワーメントする社会経済技術

- | | | | | |
|---|--|--|--|--|
| (a) 水田農民グループの組織化。自力開田から一般農民の新規開田を指導できる篤農の養成 | | | | |
| (b) 持続的な内発的発展性は、農民間技術移転>普及員>研究者>ODA方式、の順になる。 | | | | |
| (c) 耕運機利用の開田と稲作技術の訓練とイノベーションの誘発システムの整備 | | | | |
| (d) 水田造りは国造りと人創り。国富を増加させた人に報いる土地制度/借地制度は極めて重要。 | | | | |
| (e) 農業機械や水田適地及び灌漑水田の、ローン等による農民の土地購入システムの整備 | | | | |
| (f) 25ha以上の灌漑水田は5万ドル以上の年間粃生産となり、1万ドル規模の小型ハーベスターが経済的に利用可能になる。これにより市場性高い粃が出荷できさらに付加価値がつく。 | | | | |

注: 4つの要素技術にイノベーションを蓄積して、ODA依存を脱却する内発的な技術として成熟可能

農民の自力による適地適田開発と水田稲作技術(Sawah Ecotechnology)を政府開発援助方式(ODA)による大規模、小規模、及び在来の焼畑稲作と造成費、経済性、維持管理、農民の参加意欲、持続性等比較（2013年時点の推定）。過去のODA方式は持続的発展性は低い

	大規模灌漑方式 (ODA方式)	小規模灌漑方式 (ODA方式)	アフリカ水田農法 (sawah technology)	在来の稲作技術
ヘクタール当たりの 開発費	10,000－30,000 US\$/ha	10,000－30,000 US\$/ha	1,000－3,000(10年前は 3000－6000) US\$/ha	30－60 US\$/ha
ヘクタール当たりの 売上 (収量t/ha)	2,000－3,000 US\$/ha (4－6t/ha)	2,000－3,000 US\$/ha (4－6t/ha)	2,000－3,000 US\$/ha (4－6t/ha)	500－1000 US\$/ha (1－2t/ha)
運営費(含む機械と 人件費)	中～高 (1000－1100 US\$/ha)	中～高 (1000－1100 US\$/ha)	中 (1000－1100 US\$/ha)	低 (400－500 US\$/ha)
農民の主体性	低	低一中	高	高
開田のオーナーシップ	政府	政府	農民	農民
技術の適応性	長期間を要す	短～中期間	短期間	若干の技術移転のみ
技術移転の難易度	困難	困難	OJT(実地訓練)により技術移転は容易。イノベーションによりコスト低下、スピード化	
開発の持続可能性	困難(重機利用、専門技術者に依存)	困難(理由は同左)	高い(農民の自力水田開発、耕運機のような適正機械化)	中
管理の持続可能性	困難	困難	高い(自力開発管理が前提)	容易
環境への影響	高	中	低	中

表. ガーナとナイジェリアのアクションリサーチから得られた農民の自力適地適田灌
 漑水田の開発コストと水田稲作(sawah technology)の収支の例 (2013年時点)

活動内容	費用や売上の内訳 (耕運機やポンプの 性能や耐久性や維 持管理費も含む)	泉取水 水田 (勾配 1.5%)	氾濫原的 (勾配 1%)	堰取水 (勾配 1%)	ため池 取水 (勾配 1%)	氾濫原 ポンプ 取水(勾 配 <1%)	非水田の 現地稲作 (勾配 2%)
A. 開田・開墾・灌漑システム開発費用(1ha当たりのドル換算額、初年度のみ)							
ヤブ開墾, 畦作り	30–50 work-days†	200	150	150	150	150	75
耕耘, 代掻き, 均平化	14–21 days power tiller operation	300	200	250	250	250	NA
ポンプ代	3 ha/year‡	NA	150	NA	100	250	NA
耕運機代 \$	2–3 ha/year, 6–15 ha/life	700	600	600	600	600	NA
水路切削	\$1000 for 100 m per ha	100	50	200	200	100	NA
堰	\$400 for 20 m×5 m×3 m per 3 ha / 3	NA	NA	150	NA	NA	NA
洪水対策	\$700 for 150 m×2 m× 2 m per 3 ha / 3	NA	300	100	NA	NA	NA
ため池工事	\$1500 for 20 m×20 m ×2 m per 3 ha / 3	NA	NA	NA	500	NA	NA
OnTheJob訓練や適応・改善研究謝金		研究者・技術者(\$1000/ha)、普及員(\$500/ha)、篤農(\$250/ha)					
開田費用合計 (訓練者へのha当たりの謝 金 \$ 1000 – \$250を含む)		2,300- 1,550	2,350- 1600	2,450- 1700	2,800- 2050	2,500- 1650	75

†労働者雇用賃 1 work-day = \$8.

‡ポンプ代: 2セットの値段\$500-1000/ha、スペア—パーツなどの維持管理費\$150-300/ha, 5年使用

\$ 耕運機代: \$5,000 (耐用年数3-5年), 原価償却(15%), 10–20% 部品(原価の10-20%)

耕運機をブルドーザーの代用として使うので, 耕耘機コストが訓練コストを除く開発費用の半分を占る。

表. ガーナとナイジェリアのアクションリサーチから得られた農民の自力適地適田灌漑水田開発と水田稲作(Sawah Technology)の収支の例 (2013年時点)

活動内容	費用や売上の内訳 (耕運機やポンプの性能や耐久性や維持管理費も含む)	泉取水 水田 (勾配 1.5%)	氾濫原 (勾配 0.5%)	堰取水 (勾配 1%)	ため池 取水 (勾配 1%)	ポンプ 取水 (勾配 1%)	非水田の 現地稲作 (勾配2%)
B 水田稲作のコスト (初年度の開発直後に並行して稲作を実施, 1ha当たり)							
苗床	3work-day, 60-90kg	90	90	90	90	90	130*
水管理	20-50 work-days†	50	50	50	50	150	NA
移植	30 work-days	100	100	100	100	100	NA
雑草管理	10-14 work-days	100	100	100	100	100	100
施肥	6 work-days	200	200	200	200	200	NA
収穫、鳥追い	30-40 work-days	275	275	275	275	275	150
脱穀	20-25 work-days†	100	100	100	100	100	50
水田稲作のコスト		915	915	915	915	1015	430
C 開田初年度全コスト(除訓練費用)		2,215	2,415	2,365	2,715	2,365	505
収量	4-5 t/ha	4.0	4.5	4.5	4.5	5.0	1.5
全体の売上	\$500/t of paddy	2,000	2,250	2,250	2,250	2,500	750
純益		-200	-165	-115	-465	135	245

† 労働者雇用賃、\$9

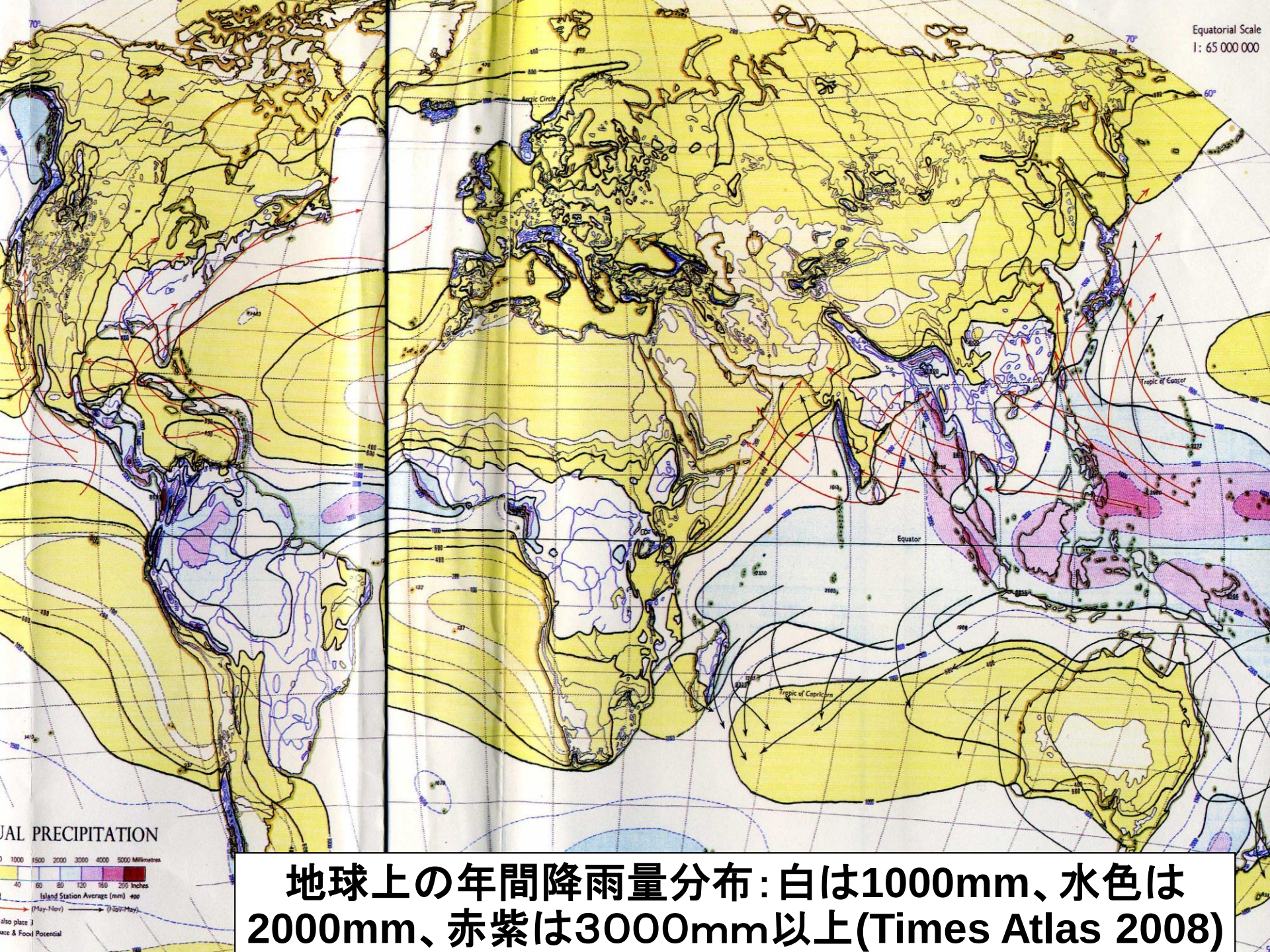
*直播きおよびまたは穴播き

Sawah EcotechnologyはODAによる灌漑水田開発費用の10分の1以下、10%程度以下なので、低コストの農民の自力による適地適田開発が可能であるが、**開発費用に限っては農民による水田開発を促進するために特別な助成が望ましい。あるいは開田コストを3-5年間に分散させる施策が必要。**

表(続き). ガーナとナイジェリアのアクションリサーチから得られた農民の自力適地適田灌漑水田開発と水田稲作(Sawah Technology)の収支例(2013年時点)

活動内容	費用や売上の内訳 (耕運機やポンプの性能や耐久性や維持管理費も含む)	泉取水 水田 (勾配 1.5%)	氾濫原的 (勾配1%)	堰取水 (勾配 1%)	ため池 取水 (勾配 1%)	氾濫原 ポンプ 取水 (勾配 <1%)	非水田の 現地稲作 (勾配 2%)
C. 開田が終了し、次年度以降の水田稲作実施費用(1 ha当たりのドル換算額)							
ポンプ揚水費	2-10days (\$15/day)	NA	75	NA	50	200	NA
耕運機, 耕耘, 代掻き	10 ha/year, life 5-7 years	150	150	150	150	150	NA
維持, 水路, 堰	15% of new construction	50	100	100	150	50	NA
水田保守水管理	20-50 work-days (\$3/work-day)	50	50	50	50	25	NA
移植, 種子, 苗床	30-40 work-days	150	150	150	150	150	200*
除草, 農薬, 労賃	10-14work-days	100	100	100	100	50	50
肥料, 労賃	6 work-days	200	200	200	200	200	NA
鳥追い, 収穫脱穀	30-40 work-days	375	375	375	375	375	115
ハーバスター†	10 work-days	275	275	275	275	275	利用不可
水田稲作の全コスト		1075	1200	1125	1225	1200	490
収量	4-7 t/ha	4.5	5	4.5	4.5	6	1.5
全体の売上	\$500/t paddy	2,250	2,500	2,250	2,250	3000	750
純益		1,175	1,300	1,125	1,025	1,800	260

† 合計水田面積が25ha以上あれば、経済的に利用可能。*直播きおよびまたは穴播き
収量が上がれば上がるほど、純益は大きくなるので、収量向上へのインセンティブは大きい。5ha以上の開田が完了すれば、水田稲作用の耕運機費用は大きな問題ではなくなる。農民は開発の間に、様々な水田開発技能のトレーニングも行うので、以後の水田システムの維持管理は容易であり、これまでのODA方式よりもはるかに持続的発展性がある。

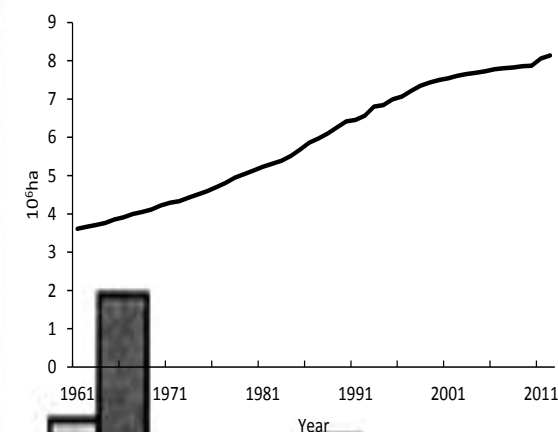


地球上の年間降雨量分布：白は1000mm、水色は2000mm、赤紫は3000mm以上(Times Atlas 2008)

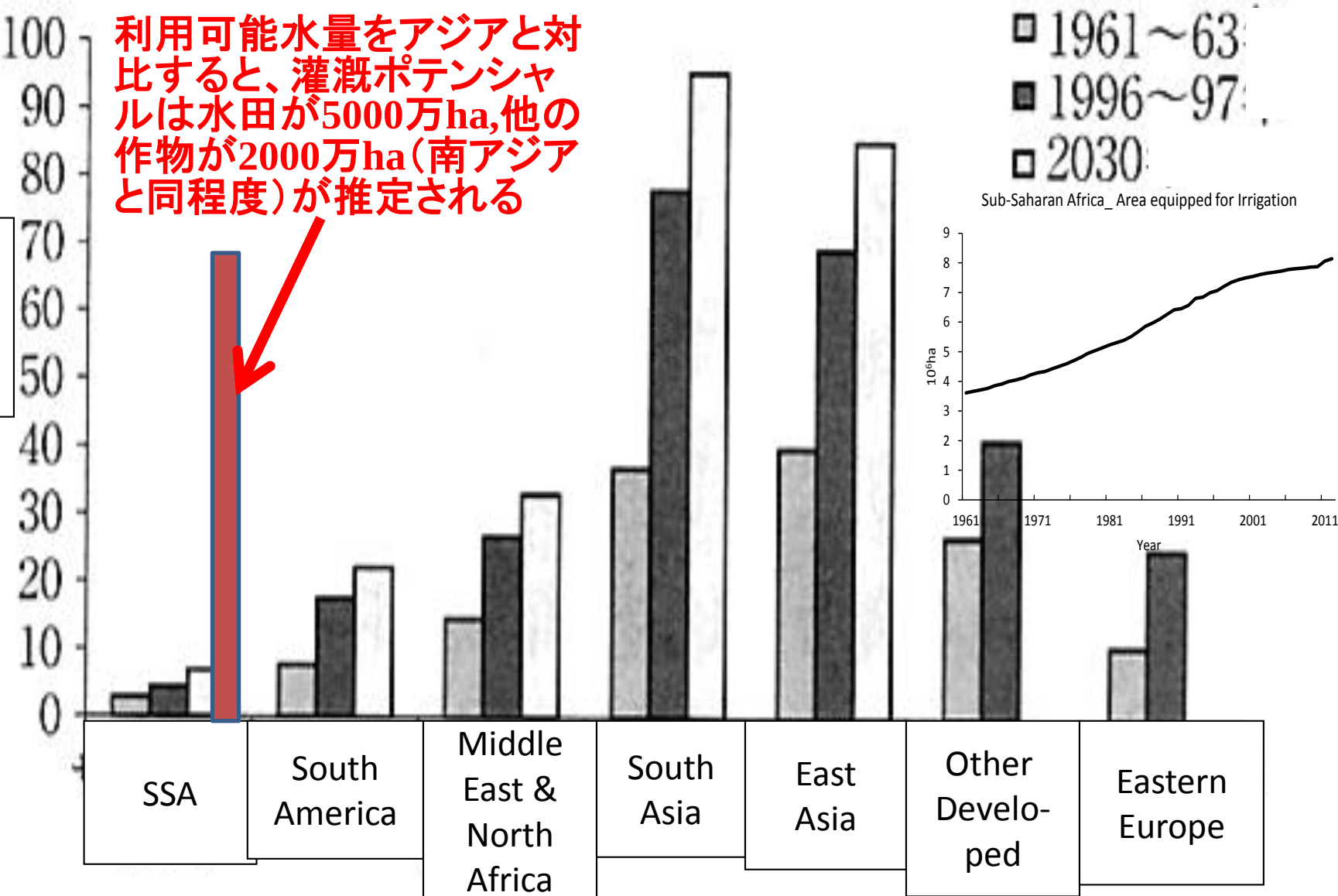
利用可能水量をアジアと対比すると、灌漑ポテンシャルは水田が5000万ha,他の作物が2000万ha(南アジアと同程度)が推定される

□ 1961~63
■ 1996~97
□ 2030

Sub-Saharan Africa_ Area equipped for Irrigation



10⁶
ha



World Irrigated Area in 10⁶ha (Yoshinaga et al FAO 2003). Asia has 170x10⁶ ha of irrigated land in 2000 (70%, 123 x 10⁶ ha for rice) with 9485 km⁻³ of annual available water, whereas Africa has 3617 km⁻³ 40%, i.e. 170 x 0.4 = 68 x 10⁶ ha of Asia's (Oki et al 2009).

**表2. サブサハラアフリカの各種低地の分布面積。全低地2.4億ha
(Windmeijer & Andriess 1993) のうちの灌漑水田面積の
推定は著者による(Wakatsuki 2002, Wakatsuki et al. 2012)**

低湿地の種類	面積	灌漑水田ポテンシャル推定値
沿海低地 Coastal swamps	1700万ha	4-13 百万 ha (25-75%)
内陸大低地 Inland basins	1.1億ha	1-5 百万 ha (1-5%)
氾濫原 Flood plains	3000万ha	8-23 百万 ha(25-75%)
内陸小低地 Inland valleys	8500万ha	9-20 百万 ha(10-25%)

Sawah技術のターゲットは当初、農民の自力による水制御が容易な内陸小低地で「**谷地田農法**」として確立した。しかし2011年以降、ナイジェリア北部ギニアサバンナ帯のKebbiからBorno州の大規模氾濫原でも氾濫時期の数ヶ月を除けば、簡易なポンプ灌漑により数100万ha規模の水田開発が可能であることが判明し「**アフリカ水田農法**」に進化した。アジアと異なりアフリカの氾濫の破壊力は小さいからである。サブサハラアフリカ全体で利用可能な水量はアジアの40%(Oki et al 2009)なので、アジア(1.3億haの灌漑水田)との比較から約5000万haのポテンシャルが推定される。