



ZERO マラリア 2030

キャンペーン実行委員会主催 ラウンドテーブル



ウェビナー
「稲作とマラリア～農業から見る『蚊』」

malaria
NO MORE
japan

認定NPO法人 Malaria No More Japan

- 02 ラウンドテーブル要旨
- 02 イベント概要
- 03 第1回セッション：アジア・アフリカの稲作とマラリアを考える
- 04 第1回議事録
 - 04 開会挨拶
 - 07 発題「稲作開発からみたアジアとアフリカ：『マラリアと稲作』の課題に向けて」
 - 09 「Overview on the progress of rice production and Sawah (SUIDEN 水田、Paddy) based rice farming in Sub-Saharan Africa (SSA) in 1961-2018」
 - 27 「稲作開発と水系感染症」
 - 34 ディスカッション
- 39 第2回セッション：稲作における保健対策 マラリアを事例に考える
- 40 第2回議事録
 - 40 開会挨拶
 - 42 発題「農業・農村開発とマラリア予防の基盤整備」
 - 44 「Possible pathways to reducing malaria transmission through endogenous development of sustainable sawah based rice farming in Sub-Saharan Africa (SSA)」
 - 59 「Re-thinking Malaria Control in Rural Villages」
 - 68 「稲作開発における住民参加と保健システムへの視座」
 - 72 ディスカッション
- 75 付録1：発話者略歴
- 78 付録2：5月15日 開催事前勉強会概要
- 79 付録3：5月15日 勉強会での発表資料
- 83 付録4：ZEROマラリア2030キャンペーンとは

ZERO マラリア 2030

キャンペーン実行委員会主催ラウンドテーブル

ウェビナー「稲作とマラリア～農業から見る『蚊』」

ラウンドテーブル要旨

水田に植えられた稲。風に吹かれて稲穂が揺れる姿は、日本やアジアでは農村の原風景ともいべき景色です。かつて日本ではコメの収穫高で地域の豊かさを示したように、稲作は日本、そしてアジアでは生活と密接にかかわり、文化として成立していました。

他方、第二次世界大戦後、独立行政法人国際協力機構（JICA）など国際的な援助機関や政府による単一栽培政策として稲作が導入されたアフリカでは、稲作は生活に根差した農業というよりは食糧確保及び商品として捉えられており、経済的文脈で位置付けることができます。

アフリカでは水稲栽培が導入され、豊かになることで衛生状態の管理及び住民の健康管理といった知識の普及も進みました。経済的効率が求められるのと同時に、住民の健康と水稲栽培による環境変化の影響を考える必要も認識されるようになってきています。

ZERO マラリア 2030 キャンペーンではこれまで「アフリカにおけるマラリア対策」「民間企業によるマラリア対策投資の可能性」「気候変動と蚊媒介性感染症」のテーマで各専門家を招き、幅広い議論と知の集積を行ってきました。

第4回となる今回は2回に分けてアジアとアフリカにおける稲作栽培がマラリアを含む蚊媒介感染症、そして現地の住民の生活環境をいかに変容させているのか、そしてその変容に対して必要な対策や既に実施されている取り組みがあるのか、知と経験の共有を行います。

本セッションで稲作農村の生活の質、経済、食糧事情の全体像を議論する中で、水稲の管理や品種に係る蚊種のシフトと発生量の再評価を行うとともに、稲作栽培とマラリア対策がいかに併存できるか、その場合のあり方について一定の結論を導き出したい。

イベント概要

日時：第1回 2020年8月25日（火）17:00 - 19:00

第2回 2020年9月10日（木）17:00 - 19:00

視聴方法：ZOOMを使用した会合とします。

主催：ZERO マラリア2030 キャンペーン実行委員会（認定NPO法人 Malaria No More Japan 内）

使用言語：日本語・英語（同時通訳あり）

進行：高木 正洋（Malaria No More Japan 理事、長崎大学名誉教授）

モデレーター：田中 耕司（京都大学名誉教授）

発話者：若月 利之（島根大学名誉教授）

白鳥 清志（アフリカ理解プロジェクト／京都大学アフリカ地域研究資料センター 特任教授）

小林 潤（琉球大学医学部国際地域保健学 教授）（9月10日のみ）

第2回セッション

稲作における保健対策 マラリアを事例に考える

<概要>

稲作を通じた農村開発では、マラリア発生件数が伸びるというデータがある※。本来途上国における開発事業として、生計向上、自立支援を行う稲作が、マラリア件数を増やすことは経済損失につながりかねない。本議論では第1回の議論で出された論点を元に、稲作推進による経済発展と住民の生活向上のありかたを、マラリアを事例に議論する。

16:45 ZOOM 開設

17:00 開会挨拶 神余 隆博 (ZERO マラリア 2030 キャンペーン実行委員会運営委員長)

17:10 発題「農業・農村開発とマラリア予防の基盤整備」

モデレーター：田中 耕司

17:25 発話者

① 若月 利之

SSA諸国の稲作プラットフォームの多様性を整理したうえで、水管理が進むことでマラリアコントロールが進むという流れを整理。特に水管理を行うのは地域住民なので、彼らがどう内発的に取り組むかが課題。

② 小林 潤

コミュニティの特性に応じたマラリア対策において、変動する環境・経済要因をどう評価し、対策を行うべきか、課題提起を行う。

18:10 コメント

白鳥 清志：稲作栽培の進展における住民の参加プロセスと参加過程における保健システムへの視座

18:50 まとめと議論から生まれた課題の提起

19:00 終了

※：Chan, Kallista; Djouaka, Rousseau; Saito, Kazuki; Lines, Jo “Rice and Malaria in Africa: A Growing Problem”

Possible pathways to reducing malaria transmission through endogenous development of sustainable sawah based rice farming in Sub-Saharan Africa (SSA)

T. Wakatsuki (Shimane University), 10th of September 2020

1. Endogenous sawah system platform development by sawah technology

- (1). Definition of *Sawah (SUIDEN)*, Paddy, Irrigation and Eco-technology
- (2). 6 evolutionary stages and possible future sawah system platforms
- (3). Sawah Hypothesis 1 for Scientific and 2 for Sustainable platform of rice cultivation
- (4). Practices on Sawah Technology (アフリカ水田農法) for endogenous development of irrigated sawah system platform
- (5). Nigeria Kebbi rice revolution, Ghana sawah project, AfricaRice-Smart inland valley, IOM Chad sawah project

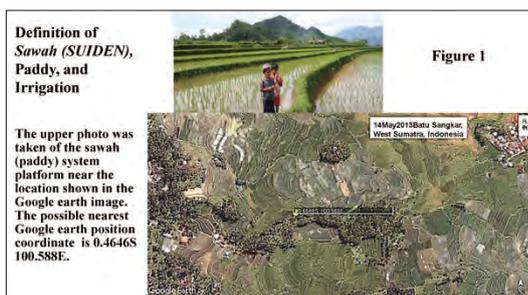
2. Possible pathways to reducing malaria transmission through endogenous sawah system platform development

「Possible pathways to reducing malaria transmission through endogenous development of sustainable sawah based rice farming in Sub-Saharan Africa (SSA)」

若月 利之 (島根大学名誉教授)

若月: よろしくお願ひします。前回少し長過ぎたので、なるべく20分以内に終わりたいと思いますが、25分ぐらいになるかもしれません。

今回はもう少し具体的にどのような方法で、アフリカで水田開発をやったかということをお話しします。結論的に言えることは、過去50~100年のアジアの水田整備の進展と緑の革命とマラリア制御の経験は、SSAの水田稲作の進展と稲作の緑の革命に適用できるのではないかと、ということです。国土基盤となる水管理システムである水田整備ができれば、それがマラリア制御等の保健衛生にも役立つということです。食糧増産だけでなく環境保全にも有効と思われる、水田稲作を促進するために、私がこれまで取り組んできたSSAの百姓さん主体の水田開発についてお話ししたいと思います。



まずは定義です。図1はインドネシア西スマトラの

Sawah (SUIDEN) です。この写真はその下のGoogle earth 画像の中央部付近で撮影されました。少し慣れれば、このようなGoogle earth画像を観察することで、SSAのほとんどの場所でどのような水田が開発されているかが分かります。水田は英語では paddy といっているのですが、この paddy という言葉がアフリカでは非常に混乱を招いていて、paddy paradox というのも多分このことから来ていると思うのです。私はインドネシア語の sawah という言葉で水田を定義するのが良いと思います。というのは、英語の paddy というのはもともとインドネシア語起源です。

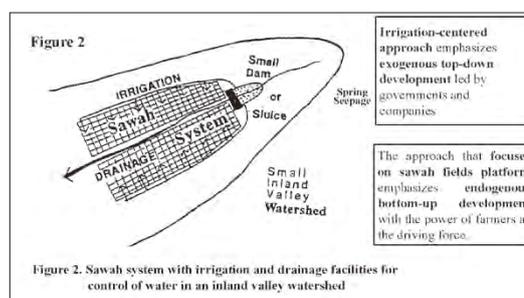


図2は、灌漑と排水と水田の区別です。アジアですと灌漑稲作地には灌漑水田が整備されますが、SSAでは灌漑稲作地に水田が整備されないことがしばしばおこります。基本的には、灌漑システムは政府や

コミュニティベースで作るプラットフォームです。一方、歴史的に個々の水田は農民自身が作り、管理し、改良するのが基本です。アフリカでは「水田」という言葉がないし、概念もないということで、いろいろな混乱が起きています。そこで、農民が主体となり、内発的な水田稲作の発展を促進するために、トップダウン型の灌漑開発のみを強調するのではなくて、灌漑水田開発を基本にするボトムアップ型のアプローチが望ましいと考えています。

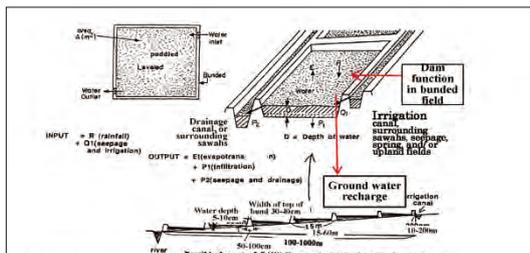


Figure 3 Sawah plot: A leveled, leveled, and paddled rice field with inlet of irrigation and outlet to drainage, thus control water and weeds as well as manage nutrients

水田というのは非常に単純です。皆さんご存じのように水田というのは畔で囲まれ、その内部の地面は均平化している。基本的には、1筆の均平差が10cm以内であると全面に苗がちゃんと移植ができる。一区画の水田は完全に畔で囲まれている。水の入り口（イン）と出口（アウト）がある。その他の水の出入りは畔からの漏水、降雨、蒸発、縦と横の地下浸透、さらに突発的な氾濫水や表面流去水があり得ます。水田はある意味では生物の細胞と同じです。それぞれの地域ごとに、気候や地形や土壌が多様ですので、水田の在り方は多様です。これは生物が多様であるのと同じことです。水田プラットフォームの進化は水田の水の出入りを人為的に管理する容易さの質で定義できると思います。

	English	Malay-Indonesian	Chinese (漢字, Japanese)
Grain and Plant	Rice	Nasi	米, 飯, 稻
Biotechnology	Paddy	Padi	稻, 粳
Environment	(Paddy)?	Sawah	水田(Suiden)
Ecotechnology			

Note: Asian countries like China, Japan, Malay-Indonesia and others have diverse own words to describe diverse rice culture. But there are no proper concept and technical term such as *Sawah* or *Suiden* (水田 in Japanese) in English/French and local languages in West Africa and SSA. The English term of paddy originates padi in Malay-Indonesian, which means just rice plant and/or unhusked rice grain.

専門用語としては、我々は英語でコミュニケーションするしかないのですが、英語は水田文化を背景としていないので、paddyという言葉で水田と粳、即ち生物と環境をごちゃごちゃに使っています。特にアフ

リカではごっちゃになっています。paddy paradoxもこの混乱の産物ではないかと思います。アジアは、英語を使っても各国固有の言葉がありますので、混乱することはない。これは、アフリカで水田開発や稲作の技術開発や移転をやるときの障害になります。結局、英語で既にpaddyという言葉がインドネシア語由来で入っていますので、環境を意味するsawahという言葉を使ったらどうかということが私の提案です。

Evolution (improvement) of rice "varieties" by breeding	Evolution (improvement) of rice field "sawah platform" by sawah technology
(1) Domestication, >10,000 years ago of Asian rice, <i>Oryza Sativa</i> (Japanica, Indica, Aus / Boro) in the vicinity of China, India, Myanmar border was confirmed by Genetic studies. (2) After that, Asian rice spread its distribution all over the world co-evolving with sawah system platform (3) Although African rice, <i>Oryza Glaberrima</i> , was domesticated in the Niger basin thousands of years ago, Sawah platform was not born. (4) An interspecific hybrid variety (NERICA) was born, but co-evolution with the growing environment (Sawah platform) has not been promoted.	(1) Archaeological studies show the Sawah system platform was invented about 5000-7000 years ago in the middle reaches of the Yangtze River and has been evolved. It technology was transferred to Japan 3000 years ago and has been evolved. It was similarly transferred to Asian countries and then to the world. (2) In SSA, its technology was transferred to Madagascar about 1000 years ago and to Sukuma land of Tanzania at least 100 years ago. In West Africa, the French government had promoted the irrigation technology through the Office du Niger program since 1920s. During 1960s-70s Taiwan team had been transferred the technology in Cote d'Ivoire, Senegal, Burkina Faso, and other SSA countries. (3) Since 2010, especially since 2017, Google Earth has released images in chronological order, the accelerated evolution of sawah platform in all over the SSA can observe.

表2で説明しましたが、稲作というのは稲植物の「栽培化domesticationと改良技術」、「灌漑水田と言う人為的栽培環境の創出と改良技術」が共進化しながら発展してきました。バイオテクノロジーによる品種改良とエコテクノロジーによる水田基盤整備が車の両輪です。最近のGenetic studyによれば、アジアイネ *Oryza Sativa* は約1万年前、中国南部珠江流域で、アフリカイネ *Oryza Glaberrima* は数1000年前にニジェール川流域で栽培化されました。一方、畔で囲われ水制御が可能な水田システムの原型となるシステムは揚子江中流域で5,000～7,000年前に発明されたことは、最近の考古学的調査により明らかにされました。

栽培種の伝播と改良と灌漑水田システムの伝播と改良は共進化しながら世界中に伝播しました。日本には3,000年前、アフリカにはマダガスカルに1,000年前、タンザニアは200年ころ、西アフリカには100年に伝播したと推定されています。多少の時差はあったとしても、栽培種の伝播とともに、それを栽培する水制御が可能な水田システムが伝播した。農業は環境と生物の両方で成り立ちます。緑の革命における品種改良のインパクトが過大に評価されたため、アフリカにおいては品種改良研究に偏重してきたと思われま。例えばネリカ (NERICA) という品種がありますけれども、栽培環境の整備改良はあまり考えなかった、ということに問題があります。

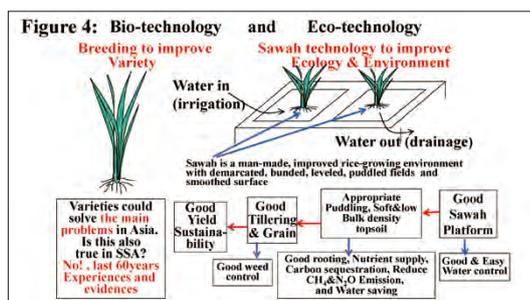
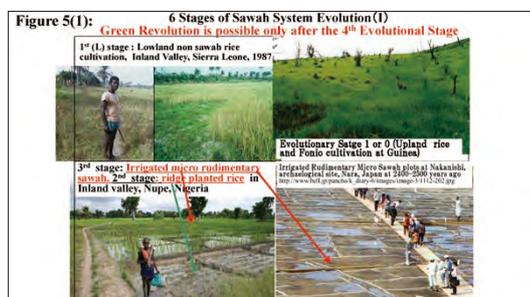


図4はBiotechnologyとEco-technologyを対比しました。日本では1970～2018年の減反政策以降、品種改良に焦点が当たったため、水田研究はこの50年事実上ストップしました。

バイオテクノロジー（育種技術）は品種改良で、エコテクノロジーは生育環境の改良、その中心となるのが農地の水管理プラットフォームの改良になります。水のインとアウトをどう人為的にコントロールするか。持続可能な人為的なコントロールのレベルをどのように改良するかがエコテクノロジーの目的です。その基盤的装置が水田システムであり、イネの生育するプラットフォームです。農地というのは元々、国の基盤となる資源です。バイオテクノロジーとエコテクノロジーの両方が必要です。



前回紹介しましたアフリカで見られる各種の稲作基盤プラットフォームを図5(1)と(2)のように総括しました。稲作農地の水管理レベルの視点から各種の稲作基盤の進化レベルを区分しました。図5(1)の右上はギニア高地の焼き畑の稲作地です。大部分の稲作地では湛水することはないので進化レベルは0です。しかし、地形の起伏によっては湛水しますので進化レベル1の部分も混じります。左上はシエラレオネの内陸小低地稲作地です。低地ですので、水があるときにはもちろん全部、湛水します。しかし、人為的な水制御は全くしませんので、進化レベルは1です。左下の写真はナイジェリア中部のビダにある小区画（準）水田です（進化段階3とします）。クワを

肩にかけた子どもの立っている小区画の中に畝があります。その区画では稲は畝立て栽培されています（進化段階2とします）。両者とも田越し灌漑をしています。水源は泉のことも堰を作って水路を作ったりします。右下の写真は、日本の奈良の2,500年ぐらい前の、発掘調査により見つかった小区画水田です。両者の小区画のサイズは約5×5m=25m²で、ほとんど一緒です。農地の管理は農民たちがどのような武器、即ち、農機具を持つかで決まります。左下の少年が肩に掛けているアフリカ鍬が主要な武器である場合は、このような小区画水田が畝立て栽培しかできません。



図5(1) Supplement)の左側の上下の写真はナイジェリアのEdozhigi灌漑地における畝立て稲作栽培です。右側はギニア湾岸のギニアビサウとシエラレオネの潮汐灌漑稲作地です。両者とも大区画の田んぼのようにみえますが、均平化されておらず、その大区画の中にさらに小区画を作ったり、畝立てして栽培します。潮の満ち引きによる灌漑はしていますが、農地の水の管理が実際上できないシステムです。従って、この状態であると、いわゆる近代農業技術は適用できないので、緑の革命はできないということになります（水田進化レベルの1～3が混在）。



図5(2)の左上はインドネシアの西スマトラの水牛耕作水田です（水田進化段階4）。プラウ耕により移植前の代かきと均平化をしています。牛や馬が使えるようになると、あぜで囲んだ均平化した水田で代かきをして移植する稲作ができます。1950年以降は、

耕運機利用の水田（水田進化段階5）やレーザーレベラーが付属するトラクター耕作（進化段階6）となっています。進化段階4と5では一筆の水田の均平化度は±5cmで草丈15cmくらいの苗が前面に移植可能です。進化段階6ではレーザーレベラーで均平化度は±2.5cmに達し、草丈15cm以下の若苗の移植や直播栽培も可能になります。このような農業機械と農地の管理システム、農地のプラットフォームは共進化します。アフリカのお百姓さんには、この4段階まで達するのが難しかった。いろいろな理由があると思います。ツエツエハ工等の感染症も原因ですが、奴隷貿易と植民地支配が主因ではないかと思えます。

Paddy paradoxですが、SSAではいろんな稲作プラットフォームがpaddyとしてごっちゃになって調査されることにも原因があると思います。写真ではライスフィールドと記載されていますが、これを見てお分かりのように、これは標準的な水田ではない。たんに、イネが植わっている湿地です。写真でみるような状態にある稲作地はどこでもある。いろいろな水田稲作地の一部でもこのような環境はある。先ほどお見せしました全くあぜのないシエラレオネの低地とギニアの焼畑稲作地等でもある。水田でなくてもやぶの中にもあるし、村落や町の中の道路や排水溝でもこういうものがある。これをすべてごっちゃにして、paddyとして調査してしまうと、paddy paradoxが発生する。要するにどういう水管理システムで蚊が発生したかということが分からなくなってしまいます。

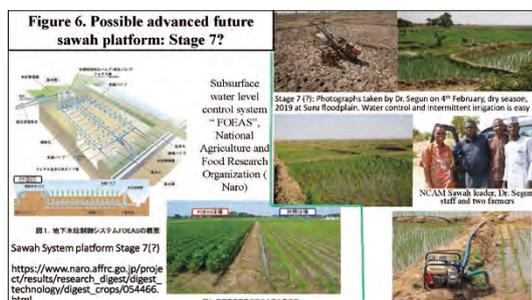
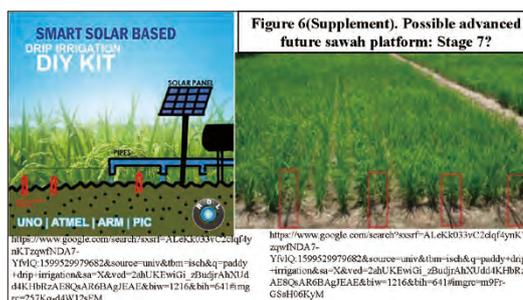


図6(Supplement)は未来の水田プラットフォーム(進化段階7)を考えてみたものです。日本は1970年の減反以来水田プラットフォームの進化は止まっています。2018年に減反政策は廃止されたので、将来の水管理システムはどんなものかということを考えてみました。図6の左は、地下水を制御して水管

理をするFOEASと呼ばれるシステムです。最近京大の高槻研究農場にも設置されました。畑作と水田稲作を自由に同一圃場で実施するためのプラットフォームです。

図6の右側は、ナイジェリアのNCAM(国立農業機械化センター)のDr. SegunがリードするSawah teamとKebbi州農業当局指導の下で百姓さんが自主開発した氾濫原の水田です。この氾濫原には、乾季でも5m以浅に地下水があります。図右上の耕耘機の写っている写真に見られるように、乾季には地表面には水がないのですが、携帯ポンプで簡単に灌漑できます(横の写真)。水路も要りません。このシステムですと、地下水がいつでもありますので、ポンプをオンにすればいつでも水が入る。不要になればオフにする。ですから水管理が非常に簡単で、間断灌漑はいつでもできます。この氾濫原ではオニオンやトマト等の野菜栽培と稲作が過去30年以上輪作されてきました。絶妙の水文条件という自然の恵みでの故ですが、水管理のレベルは、ステージ7に近いと思えます。8月25日の報告の図1に示したように、これと類似の水文と土壌と気候下(高日射量)にある大湿地が、エジプトのナイルデルタの10ヵ分くらいが、セネガルからスーダンのサヘル帯に沿って分布している。図6(Supplement)は、イスラエルの会社が最近、ドリップ灌漑稲作システムを発売しました。電力は太陽光も使えます。アフリカの乾燥地は太陽光発電のポテンシャルは高い。図6のKebbiシステムでも太陽光発電とポンプの組み合わせも可能です。電気を使えば水中圧送ポンプが使えますので地下水は10mより深くても100mでも汲み上げ可能です。ただ、コストは吸引ポンプの3倍以上かかる。



ドリップ灌漑稲作はナイジェリアでも最近試みられています。今後の技術開発によりコストが下がれば普及するかもしれません。

以上、いかに水管理をしやすいかという視点で農地のプラットフォームの進化レベルを概観しました。当然、水管理システムの違いはマラリア感染対策も異なってくるはずですが。従い、稲作農地プラットフォームのエコロジーや水管理システムはきちんと観察して、それに基づいて調査をする必要があると思います。

Sawah Hypothesis 1:
Sawah is the Platform for Research, Development,
and Application of Scientific Technology

- British Enclosure for the platform of Agricultural Revolution, Modern Science, Industrial Revolution and Capitalism
- Sawah system platform and Enclosure land platform are equivalent

次はアフリカの緑の革命に関する水田仮説1 (Sawah Hypothesis1) を中心にお話しします。15世紀から19世紀の英国の農業革命の基盤を作ったエンクロージャーと水田仮説1を対比しながら、考察します。この英国の農業革命が、科学革命、産業革命と資本主義の発展の基盤を作ったと言われています。



図7はイギリスの農業革命の発端となったエンクロージャー農地以前の様子を説明しています。イギリスにおいてエンクロージャー（農地の囲い込み）が起こる前の農地というのは、いわば現在シエラレオネやギニアで見たような農地、あるいはナイジェリアのKanoの大規模灌漑農地（8月25日報告の図17等）とよく似た状態にあったと思われます。農地の区画や区分は明確でなく、所有権や利用権も明確でなく、いろいろな人たちが、いろいろなところで、いろいろなやり方で、ばらばらに農地を使っているという状態でした。図8はエンクロージャーされた後の英国の農地の写真です。水田システムプラットフォームと同様、エンクロージャーにより農地は区画化され、分類整備されます。農地を区画化することは分断区別され貧富の差を高める等の悪い面もあるのですが、農業生産性・

農地の管理効率を高めます。農地の分類整理や生態環境の差による区分は科学的な農業技術を研究する前提になります。

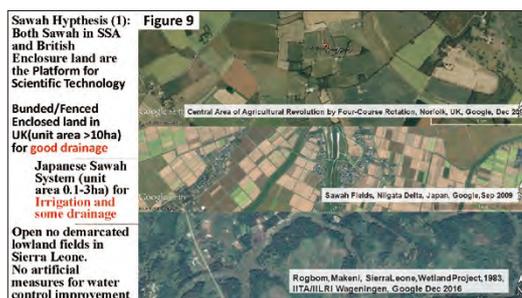


図9の上がイギリスの現在のノーフォーク州、真ん中は新潟平野、下はシエラレオネのRogbom村付近のGoogle画像です。私の実家は新潟平野の水田酪農家です。Rogbom村は、私がIITA（国際熱帯農業研究所）にJICA専門家として派遣され、最初に水田稲作研究を始めたサイトのひとつです。一目瞭然ですが、Rogbom村付近を除けば、大地に明瞭な線引きが認められます。農地は分類、区画、整理されています。分類区画整理されていなければ、何が問題かを見つけることもできない。いろいろな水管理技術はもちろん適用できないし、いろいろな科学技術も使えない。イギリスの農地では、排水が主要問題になります。新潟平野では、第二次大戦前までは、私の8月25日の報告の図45や46（マリ国の湿地）と似たような状態でした。首まで浸かり船に乗りながらの稲作という状況にあった新潟平野では、灌漑とともに排水が大問題でした。一方、シエラレオネのRogbom村では問題を発見することも、見つかった問題を解決するためのプラットフォームも存在していません。

図10は英国農業革命の発祥の地であるノーフォークを、私が去年の夏に調査した時の写真です。かつてのエンクロージャー農地の名残を留める、土手と生け垣で囲われた農地が写っています。上の2枚の写真はかつてのノーフォーク州立農業試験場の圃場で

す。現在は財団法人 Morley 農場の試験圃場です。1 区画が10～20haくらいあります。Norfolk州は英国 No.1の農業州です。英国の農地では排水不良で水が表面に出て湛水状態になるのが最大の問題です。農地表面を水が流れ土壌侵食で表土を流してしまうからです。畑作ですので根が酸欠になる、その2つの害をなくするのが英国の基本的農地改良の目的になります。



図11に示すように、英国では営々として、膨大な時間と労力をかけて土地改良を継続してきました。所有権が明確でない、土手や生け垣で囲われていない土地区分のない農地では不可能なことでした。最初のエンクロージャーのときは1450～1850年までの400年の時間をかけて実施しました。土地を囲うエンクロージャー農地プラットフォームの誕生により、四圃式という輪作システムも可能になり、土地改良が進みました。その後100年かけて、ほぼ10m置きに1m下ぐらいに暗渠排水管を設置して、表面に水が出てこないというようなシステムを造りました。現在では、地下水灌漑をする農地も増加しつつあります。

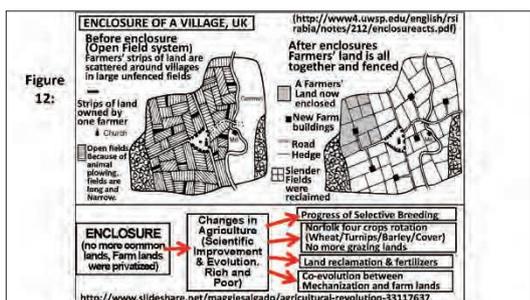


図 12 はエンクロージャーの前と後の農地プラットフォーム

フォームの違いを示します。エンクロージャー前の様子を示す左の図では、全ての農地がごちゃごちゃ入り混じっています。個々の農地が細長い区画で描かれているのは、馬耕作が基本だったからです。右の図では拡大された個々の農地は区画されて、整然と分類整理されている。分類は科学技術開発のスタートです。それぞれの区画の環境に適する品種の選択と改良も可能になる。新しい輪作農法の開発、肥料技術の開発、農業機械の開発など、近代農業技術は全部、分類整理された農地プラットフォームの存在が前提となります。



図 13 はガーナのクマシ近郊のBiemso村の内陸小低地の、アフリカ水田農法Sawah Technologyによる、水田整備前(左)と整備後(右)の写真です。このサイトのGoogle earthの位置情報は6.8816N 1.847Wです。左の稲作地は自然のままの低湿地、それを水田区画にし、灌漑と排水がコントロールできるようにしました。この作業は農民が中心になって実施しました。これによって、農民グループは灌漑水田を自力開発し、修復と管理ができる技能を身に付けました。この水田区画の整備によりいろいろな品種でどれがいいか悪いか、お百姓さんが実施したり、研究者がやれるようになりました。左の写真で示したような、生態環境がごちゃごちゃしたところで調査しても、科学的なデータはえることはできません。

このサイトにはアフリカ開発銀行とODA担当の食糧農業省が水田技術を有しない契約土木業者を入れてブルドーザーで灌漑水田を作ろうとしたが失敗しました(2010～16年)。これにより低地生態系が破壊されました。現在はSawah Technologyを有する農民グループが再度、水田を修復中です。この過程がGoogle earth画像(2001～20年の位置情報6.8816N 1.847W)で観察可能です。

図14は、図13に示したような、当初のターゲットで

あった内陸小低地から、大河川の氾濫原（や内陸デルタ）にアフリカ水田農法 Sawah Technology の適用生態系を拡大した例を示します。左上はナイジェリア Kebbi 州の Arungunu 付近の、1987 年 12 月の氾濫原の様子です。当時は水田なしでアフリカ稲が栽培されていました。下の左側は 1987 年の写真とほぼ同じ場所で、2011 年に近畿大学と NCAM（農業機械化センター）チームが、Sawah Technology（農民の自力水田造成と水田稲作）の訓練を実施したサイトです。その右の写真は 2015 年に、ほぼ同じサイトで、クボタ社のエンジンを使用したインドネシア KHS 社製 Quick 型耕耘機を使った水田稲作の改良訓練時の写真です。



この氾濫原では、右上の写真のような灌漑小区画準水田稲作と野菜栽培が過去数十年行われてきました。世界銀行支援の Fadama プロジェクトによるものです。これに 2011 年以降 Sawah Technology が加わった結果、お百姓さんが自力で水田整備と改良を継続することができるようになりました。Google earth 位置情報は 12.756N 4.512E です。2007～20年の水田整備の進行や雨期作や乾季作進展が観察可能です。

Sawah Hypothesis 2

- Intensive Sustainability through both Macro and micro scale ecological and eco-technological mechanisms
- Watershed Agroforestry as Africa SATOYAMA System against global warming, bio-diversity loss and hydrological cycling problems
- Multi-functionality of Sawah System

水田仮説 2 (Sawah Hypothesis 2) は、低地の水田稲作はアップランドの畑作の持続的な生産性の 10 倍以上あるとします。集水域の低地における水田稲作は、水循環の特性から考えて、集水域上部の森や畑地に比べ集約的で持続性の高い農業プラットフォーム

ムとなることを説明します。低地の水田稲作の集約的持続性の高さを実現することにより、持続性の低い畑作の開発圧力を低下させて、SSA の森林保全や修復を図る基本戦略になることを説明します。

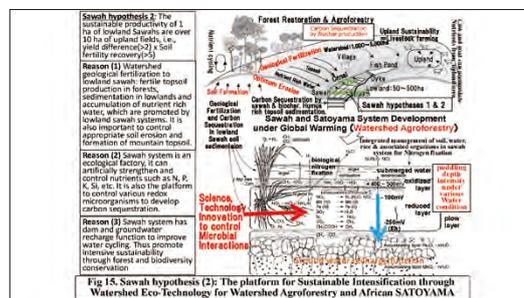


図 15 は水田仮説 2 を 3 つのメカニズムから説明します。又、集水域の森、畑、低地水田を一体のものとして統合的に管理することの重要性を説明します。その 1 は水循環に伴う自然の地質学的・地理学的施肥作用というマクロの機構です。森林で肥沃な表土が形成される。森林や畑の肥沃な土が侵食され低地にたまる。雨水もこの過程でミネラルが豊富な川水となり低地に流れ落ちる。低地に開発された水田はこの侵食された表土とミネラル水を有効に使うプラットフォームとなります。

その 2 は、水管理可能な水田と土壌中における、酸化還元反応に伴う、植物養分のダイナミズムの管理と強化を可能にする科学技術のプラットフォームになることです。肥料成分である窒素、リン、カリ等の天然供給量は森林や畑に比べ、格段に高い。温暖化防止に関しては炭素隔離や亜窒素ガス発生制御に有効です。メタン発生という点では水田はマイナスです。水管理のレベルの高い水田プラットフォームの進化段階 6 や 7 のレベルに達すれば、メタン発生制御等の温暖化対策技術開発も可能です。マラリア蚊の制御技術の研究も可能になります。

その 3 は水田システムにはダム機能と地下水涵養機能があり、水循環の管理プラットフォームになります。このことは、大きな地下水利用ポテンシャルのある SSA では、特に重要です。

図 16 の左上の写真はガーナのクマシ付近の小低地の非水田稲作地とその上部のカカオ園と森林を示します。右下の写真はカカオ園のすぐ下に水田が開発されて、樹木と稲がコラボレーションして集約的で持続性の高い土地利用になっている例を示します。水

田システムはアップランドと低地を総合的に管理するプラットフォームになります。これは1997～2001年に実施したJICAの研究プロジェクトのときにやった仕事です。水田仮説2については、これまでのところ科学的で定量的なデータは殆ど取られていません。次の表3のように経験的で直感的なレベルに留まっています。今後の研究の進展が期待されます。

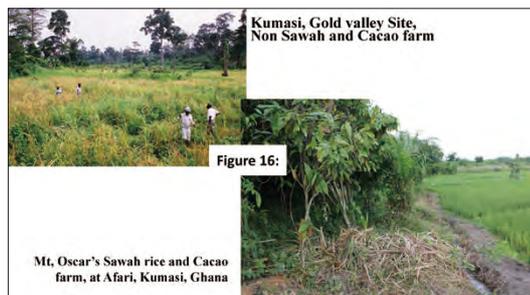


Table 3. Sawah hypothesis (2) : Sustainable Productivity of high quality lowland Sawah is more than 10 times than Upland Field

	1ha sawah is equivalent to 10-15ha of upland	
	Upland	Lowland(Sawah)
Area (%)	95 %	5 %
Productivity (t/ha)	1-3 (1 [*])	3-6 (2 ^{**})
Required area for sustainable 1 ha cropping*	5 ha	1 ha

* Assuming 2 years cultivation and 8 years fallow in sustainable upland cultivation, while no fallow in sawah
 **In Case of No fertilization

表3は水田仮説2の判定的な経験的なデータを示します。表では、SSAの平均的な水田化可能な低地面積は5%程度と仮定しています。沙漠を除くアフリカ大陸の面積は約20億haで水田化可能な面積を5,000万haとすると2.5%です。赤道森林帯では10%以上、サバン帯では5%以下です。サヘル帯の氾濫原や内陸デルタも5%以下です。アップランドの陸稲栽培では収量は無施肥では1t/ha以下、施肥しても1～3t/ha程度です。しかし水管理のできる水田プラットフォームを作れば無施肥でも2t/ha、施肥をすれば3～6t/haと2倍以上の収量が得られる(図31と図32)。さらに水田は図15で述べたような3つのメカニズムが働くので休閑をする必要がない。一方、陸稲では2年作付すれば、8年程度の休閑が必要で、地力を回復する必要がある。陸稲と低地水田の収量差が2倍以上、休閑に必要な面積が5倍程度必要になります。従い、持続可能な生産性は陸稲と水稲では10倍以上の差となる。以上は日本やアジア諸国、あるいはSSAにおける経験的なデータを総括したものです。それぞれの集水域でそれぞれの数値は異なる

ことは言うまでもありません。水田仮説2の科学的な証明には、今後膨大な研究データの蓄積が必要です。



以下灌漑水田稲作は、SSAにおいても集約的で持続性の高いプラットフォームとなる(水田仮説1と2)ことを前提として、アフリカ水田農法Sawah Technologyを説明します。Sawah Technologyの要点は、SSAのお百姓さんが自力で灌漑水田を開発して水田稲作をやる技術です。これまでの灌漑水田開発は、JICAのような外国人の技術者が実施しました。他力で開発された灌漑水田プラットフォームで稲作を教えることが一般的でした。Sawah TechnologyはSSAのお百姓さんが自力でやる技術です。自力で水田システムをデザインして、重機に頼らずに、耕運機ぐらいの適正規模の機械で、迅速に開発する。それをオン・ザ・ジョブで訓練して、農民間で技術移転できるようにする。外国人頼みよりもむしろスムーズに、水田プラットフォームが整備できる、という内発的發展を重視しています。何百万、何千万人と無数にいるSSAのお百姓さんのエンパワーメントに資する技術が鍵になるのではないかと、いうところがポイントです。



図17はSawah Technologyの出発点の畔作りの写真です。適地と適期を見つけ、適切な田んぼのデザインにもとづいて畔をつくる。ガーナ Sawah Teamの国立土壌研究所SRI(Soil Research Institute)の技術者とお百姓さんたち(彼らが開発主体となります)が現場で相談しながらOn-the-Job訓練もしながら、

実施しています。



図18は耕耘機を使った畔作りや水路掘り、代掻きの様子です。労力を要するのは畔作り、田んぼの均平化、水路掘り、洪水制御の大きな土手作り等です。耕耘機が1台利用できますと、40～50人分ぐらいのパワーの仕事ができます。アフリカのお百姓さんは非常に強いのですが、適正規模の機械力が加わると、さらにみんな元気が出ます。実はアフリカは低平な地形面が多いので、重機は必ずしも必要ではない。又、氾濫原でも小低地でも、水路や溝や穴等が至る所にあり、当初は、重機は使えないところが多い。

図1は図19のミスです。均平化している様子です。適切な泥状化と液状化によりブルドーザーなしでも十分、均平化できます。



図20はアフリカ大陸の中央部、アクセスの点で一番困難な場所でのSawah Technologyの実施例です。国際移住機関(IOM)チャド支部の難民定住化プロジェクト(リーダーは藤村陽子)として実施しました。チャドのスーダンのダルフルと中央アフリカの3国の国境のTissi、中央アフリカ国境のHaraze、チャド湖の

あるナイジェリア国境のBagasolaで実施しました。インドネシア製の耕耘機16台分を分解して、10%のスペアパーツとともに、一つのコンテナに収納して、これらの難民キャンプに輸送しました。耕耘機は、お百姓さんの修理の実習も兼ねて、村で組み立てました。アフリカのどこでも、耕耘機1台3,000ドル(インドネシア現地価格2,000ドル、輸送賃1,000ドル)以下で調達可能です。JIRCAS(国際農林業研究センター)が2009～12年に、ガーナのクマシでSawah Technologyの実証研究を実施した時には、同一性能の耕耘機はODA関連業者を通じたため、1台9,000ドルと高価になりました。井戸掘り訓練はナイジェリア人の篤農を派遣して、実施しました。手掘りでも10mの深度、2,000ドル程度のインド製井戸掘り機で20mの深度まで2～3日以内で掘れます。

図21はTissiサイトとHarazeサイトの水路掘、移植、耕耘機による代かき、出穂期の水稻の様子です。女性難民のパワーが目立ちました。

2015年5月～17年4月の2年間、ナイジェリアのSawah Technologyに習熟した篤農7名、NCAMスタッフ9名、それに若月と山本主税(JICA海外青年協力隊OB)が夫々年に1～3回、延べ各々1～8ヵ月程度現地に滞在し難民の、On-the-job訓練を実施しました。上記3地区で各々2～3haの水田を開田し、籾を収穫するところまで訓練し、その後は難民の自力継続と拡大を期待しました。その後、難民たちの定住に効果があるとしてIOMの藤村陽子さんに南スーダンのスッド湿地でも、このような実証訓練をやってみないかと誘われています。



このような厳しい環境での活動で分かったのは、Sawah Technologyに習熟した個々の篤農の多様な専門分野でのパワーのすばらしさです。難民と同等の生活環境を苦しめず活動できる。耕耘機の組み立て修理、水田システムのレイアウトとアゼ造り、水路切

削、井戸掘り、ポンプ管理や均平化、育苗、移植、水管理、稲の生育管理、施肥、除草、害虫防除すべて訓練可能でした。JICA等の専門家の分野では農業機械、農業土木、灌漑排水、作物、土壌肥料、ポストハーベスト、農村開発等の多様な分野を一人でカバーできる文字どりの百姓であることを認識しました。



これはYouTubeです。3分ぐらいです。2015年に16年ぶりに政権交代したナイジェリアAPC党のBuhari政権の広報用のYouTubeです。Kebbi州での我々のSawah Technologyの訓練と普及活動は前政権PDP党のJonathan政権時代の2011～14年頃に主として行われました。2015年4月にはKebbi州知事も交代しました。動画中で出てくるBuhari政権になって稲作振興等のためにはじめたAnchor Borrowers' Pro-grammeは政府による農民への低利の融資システムです。

<動画上映>

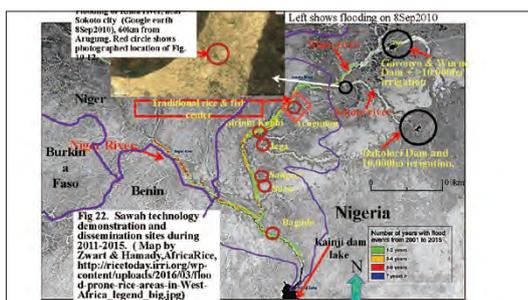


図22はKebbi州の主要河川(Rima川、Zamfara川、Niger本流)の氾濫原を示します。赤マルで示したKebbi州のArungunguからBagudomaでの6カ所の主要稲作地域で、Sawah Technologyを実装する活動を、2010～2012年に集中して、行いました。近畿大学の科研(特別推進2007～11年度)を使用し、NCAMとともに世銀とMOUを締結してKebbi州の低地開発プログラムのFadamallと農民グループにOn-the-job訓練をし、デモンストレーションプロットを展示しました。稲作可能な氾濫原はケブビ州全体で50万haぐらいあり

ます。氾濫原で赤く塗られた地域は、2001年から2015年の15年間に7～10月の雨期の間に1ヶ月程度の氾濫が5～6回あった地域です。従い、雨期作には氾濫被害の危険があります。但し、2013年以降急速に拡大した乾期作(11月～6月)では氾濫被害は回避可能です。しかも2期作も可能です。

世銀とのMOUの下で、2010～12年に、集中的に実施した同様のSawah technologyの訓練とデモンストレーションはKebbi州以外にも、Lagos、Benue、Ebony、Delta、首都特別州(FCT)、及びNiger州でも実施しました。しかし、Niger州のBida地域以外では、Kebbi州のような顕著な内発的発展は今のところ見られていません。

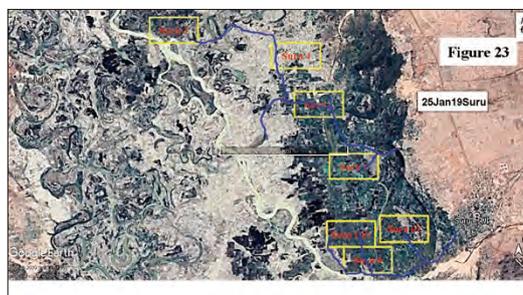


図23は先ほどの3分のYouTubeで稲作の様子を報告したSuru付近の氾濫原を示します。褐色部分はアップランドで、白、灰色、黒緑色の部分が氾濫原です。この写真の範囲で6,000haあります。黒や緑色の部分は乾季ですが、灌漑水田に稲が植え付けられていることを示します。Googleの写真は1月末撮影ですので、2～3月まで乾季稲作面積は拡大します。黄色の四角部分はNCAMチームが2020年2～3月に現地調査を行った地域です。2019年9月の雨季にも調査を行いました。8月25日の報告の図13に示すように、氾濫原全体に広がる氾濫水のため、調査は断念しました。

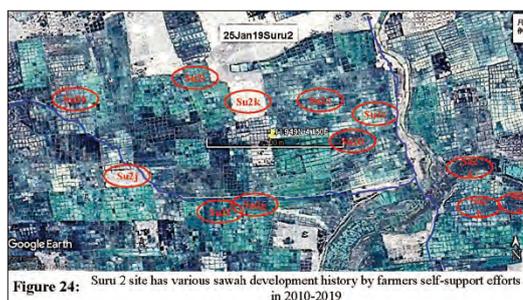


図24は図23の黄色四角の一つSuru2部分の拡大図です。この図の中央部の位置情報(11.949N、4.150E)

を Google earth に入力すると、2010 年から 2019 年まで、農民の自助努力による水田開発が、急拡大したことが観察できます。図の約70haの範囲内の Su2a～Su2kの農地は、1～5haの面積を有する、個々の農民圃場を示す。農民の自助努力による水田開発が急拡大しました。これらは2010～19年にかけて個々の農民が自力開発した。周辺との比較や過去10年の土地利用の変化も確認できる。雨期作と乾季作も含めて、どんなふうの水田稲作が展開したかが分かります。

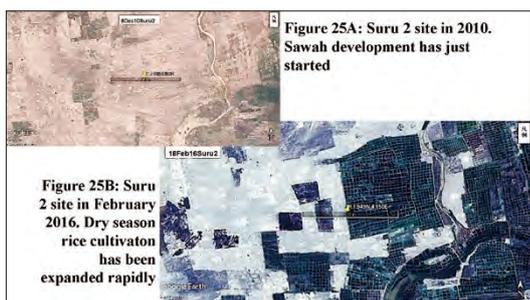


図25AはSuru2の2010年の氾濫原です。水田は殆どなかった。図25Bは同一地の2016年2月(乾季)の Google imageです。2016年2月には40%ぐらいの田んぼに稲が植え付けられている。まだ、植えつけられていない田んぼもある。これらは全部農民の自力開発水田です。ほぼ全域に広がっています。



図26はSawah Technology導入以前の世銀とFadamallプロジェクトが過去30年推進してきた携帯ポンプ灌漑小区画準水田稲作(水田プラットフォームの進化段階は3)を示します。場所は図22に示したJega町付

近のZamfara川の氾濫原です。

図27はSawah TechnologyのOn-the-job訓練を兼ねて開発されたモデル水田(進化段階5)です。このZamfara川氾濫原の水田進化の様子も Google earth の位置情報12.199N 4.373E付近の2003～19年の時系列画像で観察可能です。



図29は、2011年5月に、Sawah Technologyのデモンストレーションと訓練の成果の確認をするために、Kebbi州のFadama III(低地開発プロジェクト phase 3)当局とNCAM Sawah Teamの、共同調査時の写真です。場所は州都Birinin Kebbiの北の氾濫原の政府灌漑地です(位置情報は12.478N 4.202E)。Sawah Technology導入以前は進化段階3の小区画水田でした。

5月は乾季末で日射量の多い時期です。品種が混ざっていますが、非常に高収量です。このSawah Technologyの実装の成果は、世界銀行の以下の報告書の10頁目に「これまでの収量1.5～2.5t/haがSawah(Eco-)Technologyにより6.5～7.2t/haに増収した」と記載されています。次の表3の1のBirinin Kebbiのデータがとられた場所です。

Document of the World bank, 10頁 (<http://documents1.worldbank.org/curated/en/956751479735474649/text/FA-DAMA-III-ICR-P096572-Nov-2-2016-11162016.txt>)

Table 3. Training, Demonstration and Extension of Sawah Technology in 6 Rice Centers, Kebbi State during March 2011 to May 2014

1. Kinki University/NCAM/Fadama III Demonstration and Training, March 2011-April 2012					
Local Government	Farmers	Power/area developed (ha)	Total Sawah area (ha)	No. of 400kg Paddy bags	Paddy yield (t/ha)
Angwanke	Shared	2 shared	4.5	487.5	7.5
Birinin	Shared	2 shared	3.5	227.5	6.5
Jega	Shared	2 shared	8	596	7.5
Total			16	1311	7.2**

* The six villages are shown in Figure 3. ** Through we measured the six villages together, the yield data were obtained in 11 months.

2. Endogenous Extension, April 2012-October 2013							
Farmers	Power/area developed (ha)	No. of 400kg Paddy bags	Paddy yield (t/ha)	3. Dry season, Nov. 2013-May 2014			
				No. of power/area developed (ha)	No. of Paddy bags (t/ha)		
Angwanke	MGO farm*	2	15	275	6.5		
	Abba farm	1	10	850	6.5		
	Abba farm	1	4	200	6.5		
	AK farm	1	3	180	6		
	AKM farm	1	4	240	6		
	Dr. 10 farm	1	4	240	6		
	Abba farm	1	3	150	6		
	AKM farm	1	6	390	6		
	AKM farm	1	5	300	6		
	AKM farm	1	4	260	6.5		
Birinin	AKM farm*	1	4	260	6.5		
	AKM farm	1	3	180	6		
Kebbi**	AKM farm	1	3	180	6		
	AKM farm	1	3	180	6		
	AKM farm	5	35	2850	7		
Jega**	AKM farm*	1	7	405	6.5		
	AKM farm	1	20	1200	6		
	AKM farm	1	5	300	6		
Suru*	AKM farm	21	131	840	6.4**		
Total				22	195	1255	6.3**

表3は2010～14年までのKebbi州におけるSawah Technologyの社会実装のまとめです。近畿大学の科研で2011年に2台の耕運機を供与し、On-the-job訓

練をしながら 1ha のデモンストレーションプロットを 18カ所造りました。1年以内に 1台で 9ha を開田(小区画水田の改良)し、平均 7.1t/ha の粗収量を得た。ここまでが 1 の結果です。2012～14年にはお百姓さんは 22 台の耕耘機を自費購入し、2013年までに自力で 131ha の水田稲作を実施し、2014年の乾季作は 199ha に拡大して、平均収量は 6.3t/ha を実現しました。これが 2 の成果です。その後、州政府が耕耘機を 1,000 台購入し、農民に低価格 (3,000 ドル程度) で販売した、というのが 2014 年から 2015 年までです。その後、政権交代になりました。それ以降の状況は不明でしたが、2017～18年に Google Earth が観察可能になり、Kebbi 州の氾濫原全域で水田が 10 万 ha 規模で広がり、USDA、IFPRI、ミシガン大、ナイジェリア連邦農業省による、年間 180 万トンの粗生産の報告 (次のスライド図 29) が出た。水田稲作面積の測定 (推定) は、科研「農民の自力水田開発によるナイジェリアケッビ州の稲作革命に関する学術調査 2018～2021 年」で実施中です。

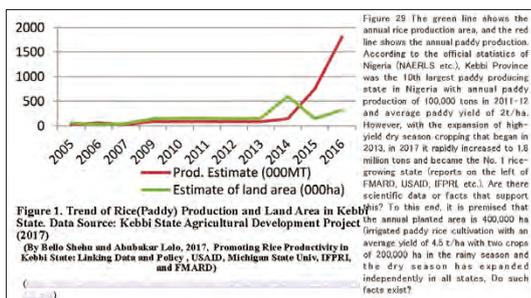
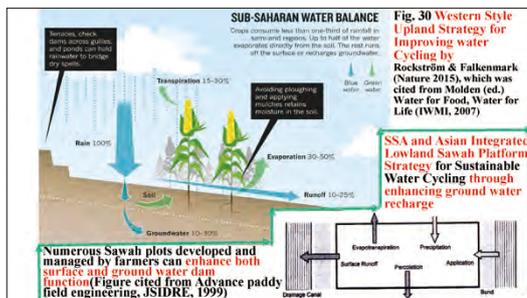


図 29 (Figure 1 の 1 は 29 の間違い) は USAID (米国農務省)、ミシガン大学、IFPRI (国際食糧政策研究所)、FMARD (ナイジェリア農業農村開発省) 共同で調べたという怪しげなデータです。グリーンの色が稲作面積の推定値で 2012 年までは 5 万 ha レベルで、赤線は年間粗生産量で 10 万トン、平均収量 2t/ha レベルでした。2014 年には作付面積 25～50 万 ha で 2016 年には 180 万トンの粗生産と言う、急増ぶりです。ナイジェリア北部州では乾季作は 2013 年に本格的に開始されました。元 AfricaRice の農業経済学者で、当時農業大臣 (2015 年まで) であった Dr. Adesina Akinwumi (現在アフリカ開発銀行総裁) の政策的サポートにより本格的に開始されました。図 30 はアフリカにおける水循環の特徴を、Rockstrom が総括したものです。SSA では雨の 15～30% は生

物生産に直接使われ、30～50% は生物循環系に入らず蒸発する。これらの緑色で示した水は、水資源の開発対象にはなりません。河川よりの流出は 10～25% と少なく、地下水の割合が 10～30% と多い。これらの青色で示した水資源が開発対象になります。アジアでは河川流出は地下水流入より多いので、河川水の灌漑利用は多い。アジアの地下水利用は塩害の危険が多いことになります。日本ですと 60% ぐらいの表面流去で、むしろ洪水が問題になります。アフリカの場合は地下に行ってしまう未利用の水が多い。地下水をどう使うかが重要であることが分かります。私は、ケッビ州やチャドでの水田稲作の実証試験をするまで分かりませんでした。多分、Africa Rice もこれに気づいていないのではないかと思います。SSA における低地の地下水利用ポテンシャルは非常に高いです。



SSA におけるこのような水循環の特徴を踏まえて、Rockstrom などの欧米系畑作重視派? は、表面流去水管理と土壌侵食防止を中心戦略としています。アップランドでの不耕起栽培やテラス化やチェックダム開発を推進しようとしています。私は低地水田稲作の集約的持続性 (水田仮説 2) を重視するアジア SSA 総合型戦略? を推進するほうが良いと思います。

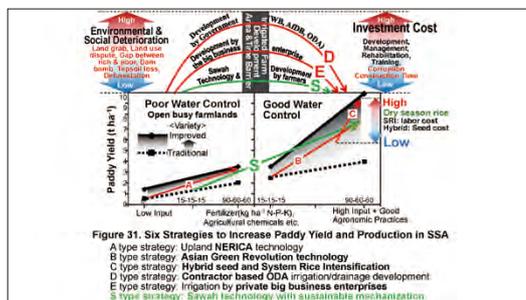


図 31 は SSA における稲作の緑の革命を実現するため、現在実施されているいろいろな戦略的技術開発を比較総括したものです。A 戦略は陸稲ネリカ等、未整備農地を前提としたバイオテクノロジー重視戦略です。B 戦略はアジアの緑の革命の 3 要素技術である

灌漑、高収量品種、肥料・農業技術をそのままSSAに適用する試みです。しかしアジアの成功の背景には、農民による数世紀以上の労働を積み重ねた内発的な水田開拓と整備の歴史がありました。この基盤の上に近代科学技術が有効になったのではないかと(水田仮説1)?

C戦略はさらに高機能の水田プラットフォームを前提とした、SRI (System Rice Intensification) 農法やハイブリッド種子を使う超高収量栽培技術です。D戦略はアフリカ諸国政府がODA等で実施する灌漑水田開発です。SSAでの灌漑水田開発や整備、維持管理、修復コストは高く、環境や低地の破壊も頻発する。ODA依存は自主性を破壊し自助努力を妨げないか? E戦略は民間企業による灌漑水田開発である。無数の農民が排除される(Land Grab) ことにならないか? S戦略はアフリカ水田農法Sawah(Eco-Technology)による内発的な水田開発と適正機械化稲作による緑の革命イノベーションの実現戦略です。稲作革命の前提となる水田基盤整備の時間と面積の障壁を突破するには、農人大衆をエンパワーする技術が望ましいのではないかと? そうすれば、農民間技術移転によりスケールアップが容易であり、内発的な開発が可能ではないのか?

内発的な水田稲作の発展というのは西アフリカではほとんど見られませんでした。しかし、先に紹介したケツビ州では2010年からの10年くらいで10万ha以上の水田稲作により年間100万トン以上の籾生産が実現しました。これはマリのOffice du Nigerの籾生産量を超えます。Office du Nigerは100年ぐらいかけて10万haに水田稲作を1000億円以上の費用をかけて実現した。ケツビ州の場合ですと恐らく数十億円のレベルの投資額で実現したと思います。

Country	Mean paddy production (million tons)		Paddy yield (t/ha)		Milled rice consumption per capita (kg/year)		Malaria death rate (person/100,000 person/year)	
	1961-1970	1981-1990	1961-1970	1981-1990	1961-1970	1981-1990	1961-1970	1981-1990
China	8612.9	17152.2	68	101	152	158	0.0006	0.0006
India	2019.6	2012.2	73	72	150	151	0.0018	0.0018
Indonesia	14116.8	35140.1	68	57	147	155	0.0012	0.0012
Bangladesh	16119.1	23222.1	107	102	149	148	0.0012	0.0012
Vietnam	9218.1	16126.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	12118.1	22122.1	107	107	148	148	0.0012	0.0012
Japan	7718.1	14122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Philippines	4414.1	8122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Malaysia	2112.1	4122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Sri Lanka	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Myanmar	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Laos	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Timor-Leste	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
North Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
China	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
India	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Indonesia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Bangladesh	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Philippines	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Malaysia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Sri Lanka	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Myanmar	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Laos	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Timor-Leste	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
North Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
China	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
India	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Indonesia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Bangladesh	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Philippines	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Malaysia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Sri Lanka	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Myanmar	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Laos	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Timor-Leste	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
North Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
China	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
India	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Indonesia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Bangladesh	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Philippines	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Malaysia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Sri Lanka	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Myanmar	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Laos	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Timor-Leste	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
North Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
China	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
India	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Indonesia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Bangladesh	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Philippines	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Malaysia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Sri Lanka	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Myanmar	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Laos	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Timor-Leste	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
North Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
China	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
India	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Indonesia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Bangladesh	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Philippines	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Malaysia	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Sri Lanka	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Myanmar	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Laos	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Timor-Leste	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
North Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
South Korea	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Japan	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Thailand	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
Vietnam	1112.1	2122.1	101	101	148	148	0.0012	0.0012
China	1112.1	2122.1	101	10				

的が高い。マリ、ガーナ、マラウイ、ウガンダ、ブルンジ、チャド、南スーダン等である。

2、SSAにおいてもアジアで見られたような、水田稲作の進展による、マラリア撲滅の過程に入った兆候は認められるかどうか？これは 2010 年以降で、水田稲作の進歩、即ち生産性、即ち収量の向上が見られ始めた国と、そうではない国を対比することから検討することが可能と思われます。

(1) 生産性が低いまま (2t/ha 以下) の主要稲作国 (15kg以上精米消費 /年/人) はギニアとシエラレオネ、リベリヤ、ギニアビサウ、ガンビア等である。マラリア感染死の改善は認められない。

(2) 生産性がもともと高いか、近年向上した主要稲作国 (15kg 以上/年/人) はナイジェリア、マダガスカル、タンザニア、マリ、象牙海岸、セネガル、ガーナ、ベニン、モーリタニア等である。これらの国では近年改善の傾向がある。

(3) 生産性が低いまま (2t/ha 以下) の非稲作国 (15kg 以上 /年/人) の国は DR コンゴ、ブルキナファッソ、チャド、カメルーン、モザンビーク、トーゴ、マラウイ、ブルンジ、ザンビアである。マラリア感染死の改善傾向は不明瞭

(4) 生産性がもともと高いか、近年向上した非稲作国 (15kg 以上 /年/人) はウガンダ、ケニア、ウガンダ、エチオピア、ニジェール、スーダンである。マラリア感染死の改善傾向は不明瞭

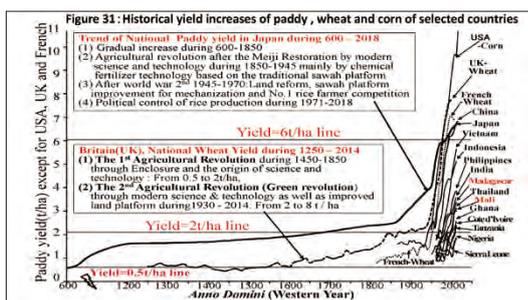


図 31 は農業生産性をイギリスと日本、アジア、アフリカの主要国を比較したものです。農業生産性は国土整備率と平行であろう、従い、マラリア感染死と対応しているであろう、という仮説を補強するためのデータとして出しました。基本的には日本や中国に追い付く形でアジアの生産性が伸びて、サブハラ・アフリカもマダガスカルやガーナは追い付く形で、いわゆる雁行飛行型の稲作発展をしているというこ

とが分かります。

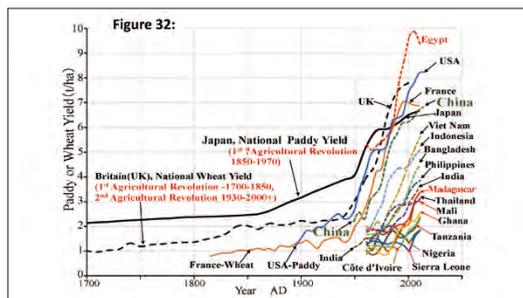


図 32 傾向の解像度をさらに拡大したものです。イギリスは非常に面白い傾向が見られます。イギリスは 1450 年のペスト期が最低の生産性で 0.5t/ha 以下でした。それが 1800 年ぐらいまで 400 年をかけて、麦の収量が 0.5t/ha から 2t/ha に増加しました。所謂英国の農業革命です。その後、戦前から現在にかけて、2t/ha が今 10t/ha ぐらいまで上がりました。この間には排水改良と、馬耕からトラクター耕作のために、農地整備を進めました。並行して品種改良と作物生産技術が向上したことは言うまでもありません。日本は 1970 年代で水田基盤整備をやめてしまいました。現在まで 50 年のブランクがあって、その間にイギリスに抜かれてしまいました。歴史的には過去 1000 年以上の期間、日本の水田の籾収量は畑作の麦の 2 倍の収量がありました。これは水田仮説 2 に関連する事実です。

Possible pathways to Reducing Malaria Transmission Through the Promotion of Rice Cultivation by Endogenous Sustainable Sawah System Platform Development

Possible Central Dogma (Hypothesis):
 Endogenous Water Controllable Land Platform Development>Agricultural Revolution>Scientific Revolution>Economic Development>Medical Platform Development

- (1) Malaria death ratio in Asia and SSA in 1900-2000: During the colonial era, death rates were high in both Asia and Africa. However, Asia, which fought the revolutionary war and became independent by 1950, almost eradicated malaria through the green revolution after the 1960s and the subsequent economic development. Minor malaria death still remain in some areas such as Cambodia, Myanmar, India and Indonesia, which countries still remains undeveloped bush-shaped lands. On the other hand, although SSA became independent 10 years later in 1960, the agricultural revolution has not been realized and the malaria mortality rate remains high as of 2000.
- (2) Country Characteristics of Malaria mortality of SSA in 1990-2018: Countries along the Central Dogma, where malaria mortality is declining or have not improved at all =Cote d'Ivoire, Senegal, Ghana, Nigeria, Tanzania, Guinea, DR Congo Sierra Leone
- (3) Poor Statistical reliability of WHO and FAO data: Mali, Guinea, DR Congo, Niger, Burundi, Madagascar, Nigeria
- (4) Rice cultivation is still minor for majority of eastern African Countries, which have domestic rice consumption 10 kg/person or less
- (5) Possible effects of environment: Large water body (Mali, Ghana, Malawi, Uganda, Burundi, Chad, South Sudan), Highland countries in Eastern Africa, Dryland countries, mangrove area countries

最後はマラリア感染撲滅の中心的仮説を Central Dogma として総括しました。農民が主体的に実施する水管理可能な農地整備、水田プラットフォームがあれば、農業革命が可能になり、それは科学技術の発展につながり、経済発展につながり、マラリア撲滅のプラットフォームができるというシナリオです。現在の SSA では農地や国土の水管理、人間の管理するためのインフラ、プラットフォームが未整備であることと、自然の生態環境の両方が相まって、マラリア撲滅ができないのではないかと思います。

最初の分類区画整備された農地が出発点になります。しかし、並行して、信頼に足るデータも必要です。WHOやFAO、国際機関のデータには怪しいのがかなりあります。マリでは米の生産量も収量も近年大変高くなっています。しかし、よくよく調べてみると、マリは1人当たりの穀物生産量は近年400kg以上です(8月25日報告の図35)。穀物等量で200kg/年/人は十分な食糧生産があることを示します。400kg/年/人を実現した国は、外国に穀物を輸出できるレベルです。それはあり得ないということです。それともこのデータは外国企業によるLand-grabの収奪の現れでしょうか？

高木：若月先生、ありがとうございました。それでは小林先生からお話を頂きたいと思います。お願いします。

Sawah hypothesis 2: The sustainable productivity of 1 ha of lowland Sawahs are over 10 ha of upland fields, i.e., yield difference(>2) x Soil fertility recovery(>5)

Reason (1) Watershed geological fertilization to lowland sawah: fertile topsoil production in forests, sedimentation in lowlands and accumulation of nutrient rich water, which are promoted by lowland sawah systems. It is also important to control appropriate soil erosion and formation of mountain topsoil.

Reason (2) Sawah system is an ecological factory, it can artificially strengthen and control nutrients such as N, P, K, Si, etc. It is also the platform to control various redox microorganisms to develop carbon sequestration.

Reason (3) Sawah system has dam and groundwater recharge function to improve water cycling. Thus promote intensive sustainability through forest and biodiversity conservation

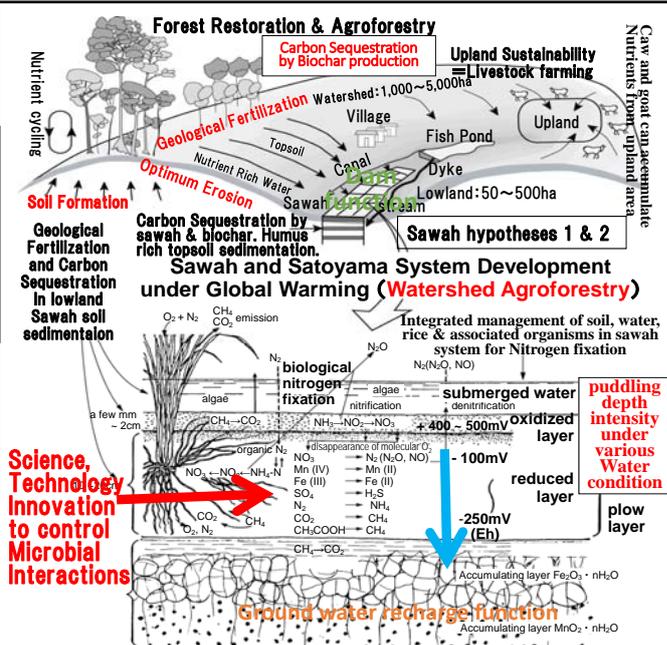


Fig 15. Sawah hypothesis (2): The platform for Sustainable Intensification through Watershed Eco-Technology for Watershed Agroforestry and African SATOYAMA

Table 3. Training, Demonstration and Extension of Sawah Technology in 6 Rice Centers, Kebbi State during March 2011 to May 2014

1. Kinki University/NCAM/Fadama III Demonstration and Training, March 2011-April 2012

Local Government	Farmers	Powertillers No. supplied	Total Sawah developed (ha)	No. of 100kg Paddy bag	Paddy yield (ton/ha)
Arungu*	Shared	2 shared	6.5	487.5	7.5
Birinin Kebbi*	Shared	2 shared	3.5	227.5	6.5
Jega*	Shared	2 shared	8	560	7
Total	shared		18	1275	7.1**

*The six sites are shown in Figure 3. Although we monitored the extension progress, no yield data were obtained

**Mean

2. Endogenous Extension, April 2012-October 2013

3. Dry season, Nov. 2013-May 2014

	Farmers	No. of powertiller bought	Sawah area developed (ha)	No. of 100kg paddy bag	Paddy yield (ton/ha)	No. of powertiller bought	sawah area developed (ha)	No. of 100kg Paddy bags	Paddy yield (ton/ha)
Arungu*	MGD farm*	2	15	975	6.5	2	20	1400	7
	JUM farm	1	10	650	6.5	1	10	650	6.5
	ABK farm	1	4	260	6.5	1	8	480	6
	AK farm	1	3	180	6	1	6	360	6
	AMB farm	1	4	240	6	1	5	300	6
	Dr YA farm	1	4	240	6	1	5	300	6
	ANL farm	1	3	180	6	1	5	325	6.5
	AMI farm	1	6	390	6	1	10	650	6.5
Birinin Kebbi*	ASD farm	1	5	300	6	1	5	300	6
	ABA farm*	1	4	260	6.5	1	4	—	—
	BB farm	1	3	180	6	1	6	360	6
Bagudo*	AS farm	1	3	180	6	1	6	360	6
	ABB farm*	5	35	2450	7	5	50	3500	7
Jega*	HHJ farm*	1	7	455	6.5	1	14	910	6.5
	AUA farm	1	20	1200	6	1	40	2400	6
Suru*	Dr.UD farm	1	5	300	6	1	5	300	6
	Total		22	131	8440	6.4**	22	12595	6.3**

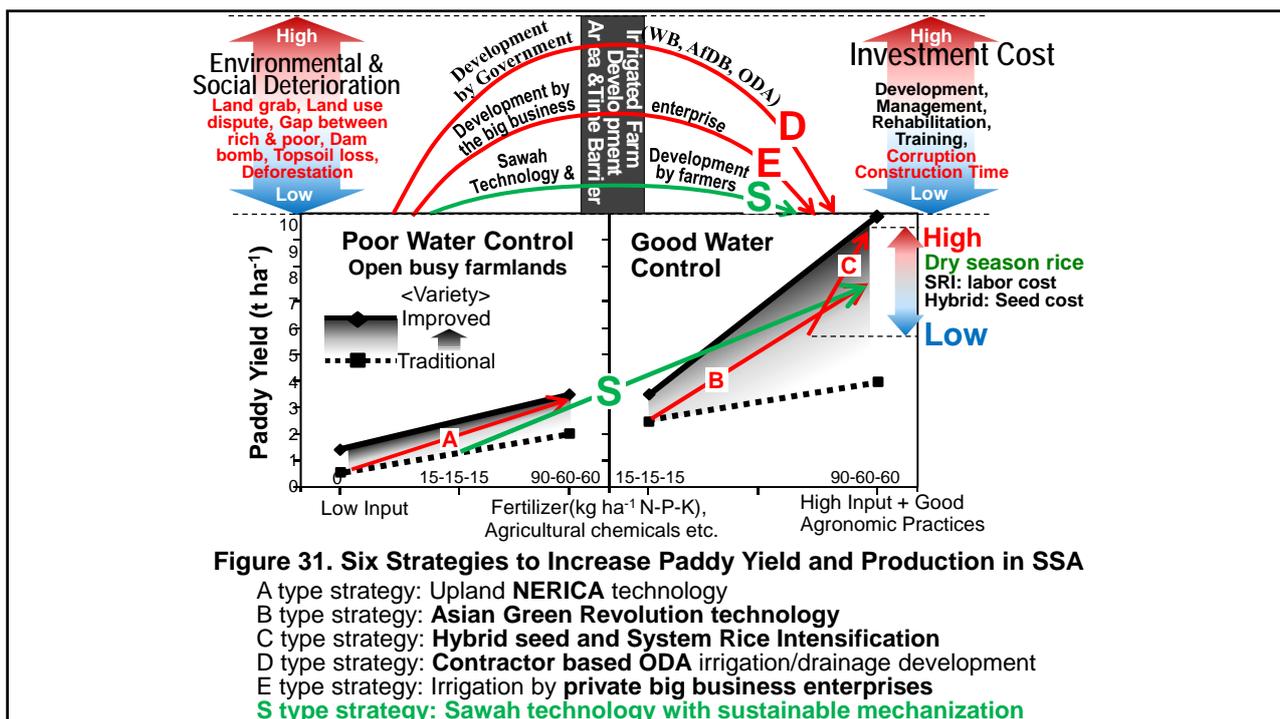


Table 4. Paddy production, paddy yield (t/ha), home produced milled rice consumption kg/year/ person and Malaria death ratio(person/100,000person/year) of Asian top 20 countries during 1961-2018. FAOSTAT 2020; UNDESA 2019; USDA 2020; Global Burden of Disease (GBD), IHME2017, Nominal GDP in 2018 and Inflation Adjusted GDP(world bank) (Compiled by Wakatsuki & Iwashima on 3rd September 2020)

Rank	Countries	Mean paddy production [million ton] (Paddy yield [t/ha], Milled rice consumption per capita [kg/person]) Death rate from malaria [deaths per 100 000 population]					SawahPlatformEvolutionLevel	GDP(2018Nominal)\$	GDPInflationAdjusted2019	
		1961-1970	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2015				2016-2018
1	China	85 (2.9, 71)	171 (5.2, 98)	189 (6.1, 95)	0.0 182 (6.3, 85)	0.0 205 (6.8, 92)	0.0	4,5,6	9580 15309	
2	India	55 (1.5, 68)	93 (2.3, 73)	122 (2.8, 78)	7.2 135 (3.1, 73)	5.9 158 (3.6, 77)	4.2	2,3,4, 5	2039 6427	
3	Indonesia	14 (1.9, 87)	39 (4.0, 146)	49 (4.3, 155)	5.8 57 (4.7, 155)	4.3 70 (5.1, 175)	3.4	81 (5.2, 192)	3.1 1,2,3,4,5,6 3871 11189	
4	Bangladesh	16 (1.7, 175)	23 (2.2, 157)	29 (2.8, 156)	9.3 42 (3.8, 186)	4.1 51 (4.5, 210)	2.7	54 (4.7, 210)	2.3 3,4,5,6 1749 3524	
5	Viet Nam	9.2 (1.9, 151)	16 (2.8, 161)	26 (3.7, 215)	1.6 36 (4.9, 269)	1.7 44 (5.7, 303)	1.6	43 (5.6, 286)	1.6 4, 5, 6 2551 6172	
6	Thailand	12 (1.8, 233)	19 (2.0, 227)	22 (2.3, 230)	1.1 31 (3.0, 295)	0.2 35 (3.1, 318)	0.0	30 (3.0, 271)	0.0 1,2,3,4,5,6 7448 16278	
7	Myanmar	7.7 (1.6, 197)	14 (3.0, 230)	17 (3.0, 241)	13.8 28 (3.7, 350)	13.5 27 (3.8, 323)	9.1	26 (3.8, 299)	7.4 1,2,3,4,5 1300 5592	
8	Philippines	4.4 (1.4, 87)	8.6 (2.6, 98)	10 (2.9, 93)	0.9 15 (3.5, 107)	0.2 18 (3.9, 114)	0.1	19 (3.9, 111)	0.1 1,2,3,4,5 3104 7599	
9	Japan	17 (5.3, 108)	13 (6.1, 69)	12 (6.2, 61)	0.0 11 (6.5, 53)	0.0 10 (6.7, 51)	0.0	9.9 (6.7, 48)	0.0 5 & 6 39304 43236	
10	Pakistan	2.3 (1.6, 28)	4.9 (2.5, 33)	6.2 (2.7, 30)	3.5 8.0 (3.2, 31)	3.4 9.7 (3.7, 32)	2.7	11 (3.8, 32)	2.6 3,4, 5 1565 5035	
11	Cambodia	2.7 (1.2, 257)	2.0 (1.3, 160)	3.1 (1.7, 178)	14.3 5.9 (2.4, 272)	12.4 9.2 (3.2, 384)	9.5	10 (3.5, 403)	8.4 1,2,3,4,5 1504 3645	
12	South Korea	5.0 (4.2, 107)	7.7 (6.3, 118)	7.0 (6.4, 96)	0.0 6.4 (6.6, 83)	0.0 5.6 (6.8, 70)	0.0	5.4 (7.1, 66)	0.0 5 & 6 33320 43029	
13	Nepal	2.2 (1.9, 122)	2.8 (2.0, 103)	3.5 (2.4, 100)	4.7 4.2 (2.7, 102)	3.6 4.8 (3.2, 111)	2.7	4.9 (3.3, 110)	2.6 1,2,3,4,5 1034 2443	
14	Sri Lanka	1.1 (2.1, 62)	2.4 (3.0, 91)	2.6 (3.2, 87)	2.3 3.3 (3.7, 104)	0.4 3.9 (3.7, 118)	0.0	3.6 (3.6, 106)	0.0 2,3,4, 5 4099 11669	
15	Lao PDR	0.7 (1.0, 184)	1.3 (2.0, 210)	1.6 (2.6, 204)	0.4 2.7 (3.5, 287)	0.3 3.6 (3.9, 345)	0.3	3.9 (4.2, 353)	0.2 1,2,3,4, 5 2566 6397	
16	DPR Korea	2.1 (4.3, 100)	2.2 (3.4, 73)	2.8 (4.8, 81)	0.0 2.3 (4.1, 61)	0.0 2.8 (5.2, 69)	0.0	2.3 (5.0, 57)	0.0 4, 5 1298 1667	
17	Malaysia	1.3 (2.2, 83)	1.8 (2.6, 70)	2.1 (3.0, 63)	0.1 2.3 (3.4, 55)	0.1 2.5 (3.7, 52)	0.0	2.8 (4.1, 56)	0.0 3, 4, 5 11072 26808	
18	Iran	0.9 (2.7, 23)	1.7 (3.4, 21)	2.4 (4.1, 24)	0.0 2.5 (4.3, 22)	0.0 2.3 (4.2, 19)	0.0	2.3 (4.0, 18)	0.0 3, 4, 5 5417 19082	
19	Taiwan	2.9 (3.7, 138)	2.7 (4.8, 87)	2.0 (5.5, 60)	0.0 1.5 (5.8, 43)	0.0 1.7 (6.3, 44)	0.0	1.8 (6.5, 47)	0.0 5, 6 25008 57095	
20	Turkey	0.2 (4.0, 5)	0.3 (4.8, 4)	0.3 (5.2, 3)	0.0 0.6 (7.0, 5)	0.0 0.9 (8.0, 7)	0.0	0.9 (8.0, 7)	0.0 5, 6 9405 25129	
		Annual Malaria Death per 100,000	1900	1930	1950	1970	1990	1997		
		Middle East,South Asia&WesternPacific	453	376	66	4	5	3		
		China and North East Asia	77	108	49	20	0	0		
		Sub Saharan Africa	223	216	184	107	148	164		

(Charter R&Mendis KN, 2002, Clinical Microbiology Reviews, Oct, p564-594)

Table 5. Paddy production, paddy yield (t/ha), home produced milled rice consumption kg/year/ person and Malaria death ratio(person/100,000person/year) of SSA 30 countries during 1961-2018. FAOSTAT 2020; UNDESA 2019; USDA 2020; Global Burden of Disease(GBD), IHME2017; WHO2018&2019, Nominal GDP in 2018 and Inflation Adjusted GDP(world bank) (Compiled by Wakatsuki & Iwashima on 10th of September 2020)

Rank	Countries	Mean paddy production [10,000 ton] (Paddy yield [t/ha], Milled rice consumption per capita [kg/person]) Death rate from malaria [deaths per 100 000 population]												SawahPlatformEvolutionLevel	GDP2018Nominal\$	GDPInflationAdjusted2019	
		1961-1970		1981-1990		1991-2000		2001-2010		2011-2015		2016-2018					
1	Egypt	209 (5.2, 42)	245 (6.0, 31)	476 (8.2, 47)	0	607 (9.7, 50)	0	0	552 (9.5, 39)	0	0	506 (9.1, 33)	0	0	4, 5, 6	2573	12251
1	Nigeria	26 (1.3, 3.2)	176 (2.1, 13)	311 (1.7, 18)	129	351 (1.5, 15)	126	131	543 (1.9, 20)	94	107	699 (2.0, 23)	70	61	1, 2, 3, 4, 5, 6	2033	5348
2	Madagascar	167 (1.8, 178)	218 (1.9, 133)	247 (2.1, 113)	31	348 (2.8, 115)	47	16	403 (3.9, 110)	29	27	382 (4.5, 93)	27	17	4, 5, 6	459	1714
3	Tanzania	12 (1.1, 6.4)	49 (1.6, 14)	66 (1.6, 14)	81	131 (1.9, 21)	56	34	237 (2.4, 30)	29	44	297 (2.5, 34)	29	40	2, 3, 4, 5, 6	1040	2711
4	Mali	16 (1.0, 18)	22 (1.2, 17)	56 (1.9, 36)	129	109 (2.5, 52)	138	138	206 (3.1, 78)	134	88	291 (3.4, 98)	98	121	1, 2, 3, 4, 5, 6	927	2424
5	Guinea	26 (1.7, 42)	61 (1.7, 68)	95 (1.7, 80)	87	131 (1.7, 88)	132	144	196 (1.2, 112)	114	105	222 (1.2, 115)	96	74	1, 2, 3	910	2670
6	Côte d'Ivoire	27 (1.0, 39)	54 (1.2, 33)	65 (1.3, 28)	144	72 (2.0, 24)	166	116	172 (2.4, 48)	104	71	209 (2.7, 54)	76	30	1, 2, 3, 4, 5	1681	5455
7	Sierra Leone	40 (1.3, 97)	49 (1.3, 80)	38 (1.3, 55)	176	67 (1.3, 72)	219	177	112 (1.7, 102)	147	109	90 (1.1, 75)	135	95	1, 2, 3	539	1790
8	DR Congo	10 (0.8, 3.6)	31 (0.8, 6.4)	37 (0.7, 5.7)	156	32 (0.8, 3.6)	161	119	76 (0.8, 6.6)	108	105	98 (0.8, 7.5)	98	78	1, 2, 3	496	1143
9	Senegal	11 (1.3, 18)	14 (2.0, 13)	19 (2.4, 13)	88	30 (2.8, 16)	60	44	56 (3.9, 25)	27	58	70 (4.2, 28)	19	26	4, 5, 6	1441	3536
10	Ghana	4.3 (1.1, 3.4)	7.2 (1.1, 3.4)	19 (1.9, 6.7)	115	29 (2.2, 8.2)	151	52	55 (2.6, 13)	110	67	73 (2.8, 16)	77	46	1, 2, 3, 4, 5	2217	5637
11	Burkina Faso	3.5 (0.9, 4.2)	4.1 (1.7, 3.3)	7.7 (2.1, 4.6)	161	13 (2.0, 5.9)	195	191	31 (2.2, 11)	167	103	29 (1.7, 10)	132	114	1, 2, 3, 4, 5	716	2280
12	Liberia	14 (0.8, 70)	28 (1.2, 84)	12 (1.1, 33)	100	19 (1.2, 35)	133	86	27 (1.2, 41)	85	69	28 (1.1, 37)	75	41	1, 2, 3	728	1487
13	Chad	3.2 (1.1, 6.0)	3.9 (1.2, 4.5)	9.8 (1.5, 8.5)	61	13 (1.2, 8.0)	75	172	26 (1.5, 12)	63	137	26 (1.4, 11)	52	58	1, 2, 3, 4	885	1645
14	Benin	0.2 (0.7, 0.4)	0.8 (1.2, 1.2)	2.3 (1.7, 2.3)	83	8.4 (2.7, 6.3)	110	104	25 (3.4, 15)	90	80	34 (3.4, 19)	87	55	1, 2, 3, 4, 5	1242	3424
15	Uganda	0.5 (1.1, 0.4)	2.6 (1.3, 1.1)	8.1 (1.4, 2.4)	184	16 (1.6, 3.4)	138	52	23 (2.4, 4.0)	54	55	26 (2.7, 3.9)	56	29	1, 2, 3, 4, 5	724	2272
16	Mauritania	0.1 (1.5, 0.4)	3.5 (4.5, 12)	6.7 (3.7, 18)	11	8.0 (4.5, 16)	14	22	21 (5.1, 35)	9	50	24 (5.3, 34)	9	34	4, 5, 6	1319	5412
17	Cameroon	1.3 (1.0, 1.4)	7.1 (4.2, 4.4)	4.4 (3.3, 2.0)	104	7.5 (1.5, 2.6)	142	?	20 (1.3, 5.5)	105	?	35 (1.3, 8.9)	92	?	1, 2, 3, 4, 5	1556	3804
18	Guinea-Bissau	4.4 (1.0, 4.2)	10 (1.5, 7.2)	11 (1.7, 6.5)	89	12 (1.6, 5.5)	46	108	18 (1.7, 6.7)	25	96	18 (1.4, 6.2)	18	33	1, 2, 3, 4	822	2072
19	Mozambique	9.0 (1.3, 6.9)	8.8 (0.9, 4.3)	12 (0.8, 4.8)	165	13 (0.6, 3.8)	129	125	17 (0.6, 4.3)	96	71	12 (0.6, 2.7)	73	50	1, 2, 3, 4, 5	475	1334
20	Togo	2.0 (0.8, 7.0)	2.0 (1.0, 3.7)	5.9 (1.7, 8.4)	104	8.0 (2.3, 8.7)	124	63	16 (2.1, 15)	114	83	14 (1.7, 11)	110	53	1, 2, 3, 4	670	1662
21	Kenya	1.7 (4.2, 1.1)	4.5 (3.5, 1.4)	4.7 (4.0, 1.1)	58	5.0 (3.1, 0.8)	41	?	12 (4.1, 1.7)	12	28	10 (3.8, 1.3)	13	26	4, 5, 6	1831	4509
22	Malawi	1.0 (0.9, 1.4)	3.6 (1.6, 2.9)	6.2 (1.7, 3.8)	161	9.3 (1.7, 4.5)	93	51	12 (1.9, 4.7)	51	63	11 (1.7, 3.7)	48	39	2, 3, 4	350	1104
23	Ethiopia	- (- , -)	- (- , -)	1.2 (1.8, 0.1)	33	3.5 (2.0, 0.3)	20	4	11 (2.9, 0.7)	2	16	14 (2.9, 0.8)	3	10	1, 2, 3, 4, 5	854	2312
24	Rwanda	0.0 (2.1, 0.1)	0.7 (2.5, 0.7)	1.0 (2.7, 0.9)	113	5.3 (4.2, 3.6)	44	?	8.6 (4.6, 4.9)	24	33	11 (3.4, 5.9)	30	34	2, 3, 4, 5	787	2318
25	Niger	2.2 (1.8, 3.4)	5.7 (2.6, 5.0)	6.3 (2.8, 4.1)	119	7.0 (3.4, 3.2)	144	100	8.5 (4.0, 2.9)	167	111	11 (4.2, 3.1)	136	86	1, 2, 3, 4, 5	414	1270
26	Burundi	0.3 (2.2, 0.6)	2.3 (3.0, 2.9)	4.4 (3.0, 4.6)	212	6.9 (3.2, 5.7)	142	?	6.1 (2.1, 4.0)	79	32	8.6 (1.6, 5.0)	84	48	1, 2, 3, 4, 5	307	787
27	Gambia	3.4 (1.3, 5.1)	2.7 (1.6, 2.2)	2.1 (1.5, 1.1)	63	3.8 (1.5, 1.5)	36	83	5.5 (0.9, 1.7)	17	84	5.4 (0.8, 1.5)	9	29	1, 2, 3	713	2298
28	Zambia	0.0 (0.4, 0.1)	0.9 (1.0, 0.8)	1.2 (1.0, 0.8)	59	2.2 (1.4, 1.1)	46	67	4.3 (1.5, 1.8)	31	78	3.6 (1.3, 1.3)	30	42	1, 2, 3	1503	3624
32	South Sudan				52		53	-	- (- , -)	34	55	- (- , -)	37	49	1, 2, 3	353	1570
	Sudan	0.2 (1.0, 0.1)	0.3 (1.0, 0.1)	0.3 (0.9, 0.1)	13	2.2 (3.3, 0.3)	10	-	2.4 (2.9, 0.4)	6	-	3.0 (3.6, 0.5)	6	-	4, 5	817	4123