



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えるべき景色です。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。

アフリカでは水稻栽培が導入され、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、住民の健康と水稻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、水稻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

<概要>

水稻栽培が一般的に行われ、食生活でも主食としてコメが欠かせないアジアでは、水稻栽培は広く一般的であり、生活に根差したものとなっている。他方、経済政策として稲作が導入されたアフリカではコメは商品であり、生活に根差すものとは言い難い。そうしたアジアとアフリカにおける農業における「コメ」の位置づけを比較しながら、アフリカにおける水稻

栽培は地元住民、地域環境、経済にどのような影響を及ぼすのか、より幅広い視点で議論する。

特に議論では地域の農業比較論ではなく、地域住民の視点を入れることを重視する。特にアフリカにおける住民のコメへの意識の変容、コメの栽培を導入することでの地域社会の変化を考える。

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 趣旨説明 高木 正洋

17:15 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」

モデレーター：田中 耕司

17:30 発話者

① 若月 利之「2018 年のサブサハラアフリカ諸国の水田稲作の発展」

サブサハラアフリカ諸国における稲作経済と水田農法の可能性を米および関連する統計データを用いて紹介。
同地域における水田農法と水田農法ではない多様な米作の可能性

② 白鳥 清志「稲作開発と水系感染症」

多様な稲作の生態系とタンザニアのローアモシで 1970 年代より展開された稲作の推進と水系感染症対策の紹介の後に検討すべき論点として稲作開発とマラリアの包括的な検討の必要性および開発プロセスにおける効果的・効率的な対策のありかたを提起した。

18:30 質疑応答、参加者のディスカッション

18:50 まとめと議論から生まれた課題の提起

19:00 終了

Overview on the progress of rice production and Sawah (SUIDEN 水田, Paddy) based rice farming in Sub Saharan Africa (SSA) in 1961-2018

T. Wakatsuki (Shimane University), 25th of August 2020

(25th of August 2020)

1. Rice ecology and potential of Sawah based rice farming in SSA
2. Rice and related statistics
3. Various rice cultivation platforms of non- Sawah and Sawah system in SSA

(10th of September 2020)

4. Definition of Sawah (Suiden), Paddy, Irrigation, Eco-technology
5. Sawah Hypothesis (1) for Scientific and (2) for Sustainable platform of rice cultivation
6. Practices on Sawah Technology (アフリカ水田農法) for endogenous development of irrigated sawah system platform
7. Nigeria Kebbi rice revolution, IOM Chad, Ghana sawah project, AfricaRice-Smart valley (SMART-IV)

「Overview on the progress of rice production and Sawah (SUIDEN 水田, Paddy) based rice farming in Sub Saharan Africa (SSA) in 1961-2018」

若月 利之（島根大学名誉教授）

若月：ありがとうございます。2 回のチャンスがあるということで、今回、私はマラリアというよりはサブサハラ・アフリカ（以下 SSA）における稲作の全体像についてお話させていただきます。パワーポイントをよろしくお願いします。

今回はアフリカ全体の稲作生態と稲作の発展についてお話ししたいと思います。次回は少し理論と実践、アジア諸国とアフリカ諸国の稲作の発展とマラリアの感染の関係について一般化にトライしてみたいと思います。基本的に僕は今、直感的に思っているのは、田中さんが最後に言いましたけれども、水田稲作はマラリアを制圧するのに最終的には役立つだろうと、そういう視点でまとめられたらと思っています。

我々が日本語でコミュニケーションする場合は問題ないのですが、国際的なコミュニケーションで使う英語は水田稲作技術や文化を議論するには適切でないかもしれないという、問題があります。英語に翻訳する場合に生じる誤解を少なくするために、以下の様な注意を付記したいと思います。「水田 Suiden」を paddy あるいは paddy field という英単語と概念を

SSA で使うことは適切ではないため、インドネシア語で水田を意味する「Sawah」と言う言葉と概念を使用します。「Suiden」と「Sawah」は同じ概念と意味を示す単語ですが、「paddy」は「suiden」と「sawah」と同じ意味も含みますが、SSA ではしばしば異なる意味と概念で使用されますので混乱が生じます。この問題については、次回の 9 月 10 日に説明します。今日のレクチャーでは、水田は「Sawah」という用語を使って英訳しますが、「Paddy」という英単語は「籾や籾米」を表すときにのみ使用します。「籾生産」は paddy production、「籾収量」は paddy yield と翻訳します。

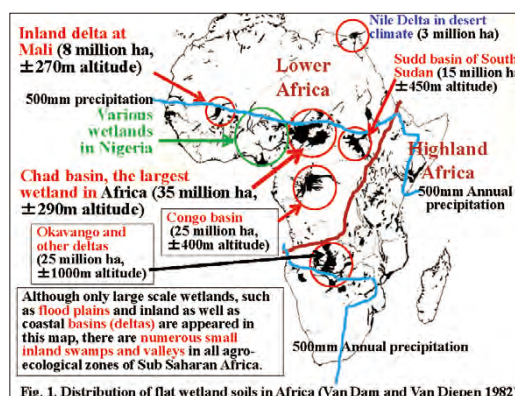


Fig. 1. Distribution of flat wetland soils in Africa (Van Dam and Van Diepen 1982)

図 1 はアフリカ全体の低地の分布を示しています。非常に面白いのは、500mmの降雨ラインがサハラ砂漠の南縁に沿って、これはいわゆるサヘル帯なのですが、そこに非常に広大な湿地が広がっています。雨が少ないのになぜ湿地が存在するには理由があります。図の西側、左の方からセネガル川、マリの内陸デルタ、ナイジェリア北部の湿地帯、それからチャド湖、スッド湿地が分布します。最終的にはナイルにつながる、広大な湿地が広がっています。面白いことにいろいろな標高のところに湿地があります。アジアと違い内陸部にデルタのような湿地の広がりが大きい。これらの湿地には、その下の、南のサバンナ帯や赤道森林帯から川が流れ込んでいます。沙漠気候下にあるナイルデルタと同じなのですが、雨が降らないけれど実は水がある、そういうところに低湿地が形成されます。

もう一つのアフリカ大陸の特徴は、西アフリカは標高の低いアフリカであり、東アフリカは高い、大体1,000m以上の高原になっています。これが水田適地の生態系の分布に非常に大きな違いをもたらし、基本的には稲作の適地のポテンシャルの 80%は西アフリカにあり、20%が東アフリカという感じになります。

SSA の伝統的な稲作地はギニア湾岸の、日本でいうと里山的な湿地、内陸小低地があります。当初、私はその小低地での水田稲作開発からスタートしました。水量は小さいので、お百姓さんが自力で水コントロールがしやすいからです。この生態系は内発的な水田開発のポテンシャルが大きい。これに加えて、最近10年くらいは、このサヘル帯周辺の大湿地のポテンシャルに気づきました。非常に広大な湿地ですので、その全湿地面積の10~20%の適地を精選して持続可能な開発をすれば、今後予想されるSSAの食糧危機対策としては、大丈夫だと思います。そういう大きなポテンシャルがある。

図2に示すように、1986年にナイジェリアのイバダンのIITA (国際熱帯農業研究所) にJICAの専門家として赴任したときに、4 輪駆動車を 1 台買っていたいて、2年間かけてほぼ全域を見て回りました。土壌が専門だったので、土を採って、既にデータの有るアジアの水田土壌の肥沃土と比較したというのが私の最初の仕事です。

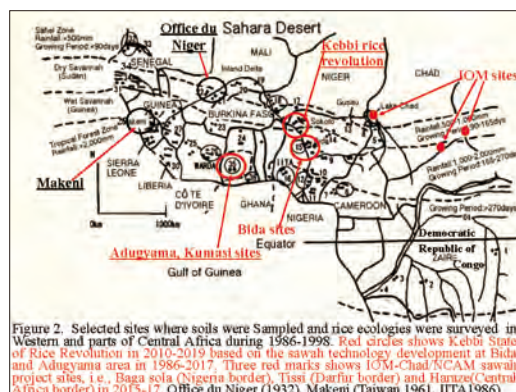


図2の真ん中に赤丸でBida siteと表示したところがありますが、ここで老百姓さんの稲作圃場を借りて、アジア式の水田を1ha 殆ど手作業のみで水田を作りました。移植のために多少の均平化と代かきに当時フィリッピンで開発した超小型の亀の子turtle耕耘機 (当時の値段で 1 台 1,000ドル程度) を使って1haの灌漑水田を作りました。この水田と周辺のお百姓さんの稲作地で、いくつかの種類の高収量品種の収量を比較しました。この結果、水田さえちゃんと作ればたいていの高収量品種は5~6t/haの収量を上げることは簡単だということ、一方、周辺の御百姓さんの農地では、標準的な施肥をしても3t/ha以上取ることは難しいことがわかりました。

この結果、水田さえあれば緑の革命の実現は簡単だと思ったのですが、IITA という国際機関、CGIAR センターの研究管理をする人には、理解してもらえませんでした。水田開発を伴うような仕事というのは、これは研究ではないという評価でした。水田文化を背景にもたない欧米系の研究管理者はPaddyは知っているが、水田を理解することができなかったのです。このため、この水田稲作トライアルに関して全く理解されませんでした。

もう一つ、アフリカのお百姓さんもそのまま自分で水田を作って稲作をやることはなかったということです。基礎的な土壌肥沃度評価の仕事をしたのは最初の3年間だけでした。それ以降、現在にいたるまで中心的にやったことは、アフリカのお百姓さんが田んぼを自立的 (内発的) に造るにはどうしたらいいか、ということです。ほとんどは試行錯誤のアクションリサーチで30年ほどやってきましたが、2017~19年になってようやく老百姓さんの内発的水田開発によるKebbi Rice Revolutionを確認するまでは、インパク

トはあまりなかったと思います。それは次回にお話ししたいと思います。

Table 1. Comparison of top soil (0-30cm) fertility properties of Inland Valleys (IVS) and Flood plains (FLP) in West Africa, Tropical Asia(T.Asia) and Japan

Location	No. of sites	T-N (%)	Bray P1 (ppm)	Bray P2 (ppm)	pH	Exchangeable Cations (Cmol/kg)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	eCEC (%)					
IVS	185	1.28	0.11	3.3	8.7	5.3	1.89	0.25	0.88	0.19	4.2	89	19	12	29.2
FLP	62	1.1	0.1	3.2	7.7	5.4	5.81	0.49	2.69	0.77	10.4	40	14	46	24.2
IVS/FLP															
Sahel	5	0.62	0.066	2.7	6	4.82	0.63	1.81	0.48	8.24	56	24	20	41.2	
Sudan	3	0.55	0.068	2.6	5.8	5.9	4.62	0.52	1.85	0.48	7.66	55	25	20	38.3
Guinea	96	0.73	0.07	2.9	6.5	5.3	1.33	0.2	0.51	0.11	2.66	67	20	13	20.5
Forest	79	2.04	0.196	5.3	11.8	5.3	2.28	0.27	1.24	0.25	5.72	65	15	20	28.6
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1.44	0.096	4.2	9.8	5.2	4.11	0.14	1.47	0.35	7.03	34	26	38	15
T.Asia	410	1.41	0.13	nd	16.9	6	10.4	0.4	5.5	1.5	17.8	33.9	27.7	38.4	46.4
Thailand	80	1.05	0.09	nd	6.2	5.2	7.2	0.3	4.3	1.4	13.2	38.2	25.2	36.7	36
Japan	84	3.33	0.29	nd	57.3	5.4	9.3	0.4	2.6	0.4	12.9	49.2	29.6	21.2	60.8
IVS/FLP															
Sahel	12	0.62	0.071	2.9	7.3	5.7	5.86	0.56	3.81	1.58	12.12	50	13	37	33
Sudan	24	0.83	0.088	2.3	7.3	5.4	7.26	0.57	3.08	0.55	12.38	34	12	54	23
Guinea	19	1.63	1.32	4.1	6	5.5	3.92	0.47	1.93	0.75	7.8	40	28	35	23
Forest	7	1													

上の方の濃い赤色グラフは畑作灌漑の推定ポテンシャルです。ざっと見ると、灌漑ポテンシャルは、South Asia (インド、パキスタン、バングラデシュ) のトータルにほぼ匹敵する。ただ、2016年ではSSA全体で灌漑水田稲作面積は200万haくらいです。そういう状態です。

表2がサブサハラのそれぞれの低地の類型毎の面積で、Coastal swampsが1,700万ha、Inland deltas、サヘル帯の大湿地は1億haあります。氾濫原が3,000万ha、それから内陸小低地Inland Valleysが1.08億haあります。それぞれの類型毎の灌漑水田ポテンシャルはこれまでの実証試験や各地の開発面積などから推定した数値の範囲を記載しました。積算は2,600～7,300万(平均5,000万)haの灌漑水田開発ポテンシャルになります。ただ、それでもアフリカ全体の湿地は2.4億haあって、最大でも水田を5,000万haくらい開拓したとして、20%くらいです。80%ぐらいは自然の湿地が残る。現状は200万haですので1%以下です。この自然のままの湿地というのは人間の管理が行き届かないというわけです。それがどの程度まで人間の開発対象となるか、ということ来判断するのは今後の課題だと思います。

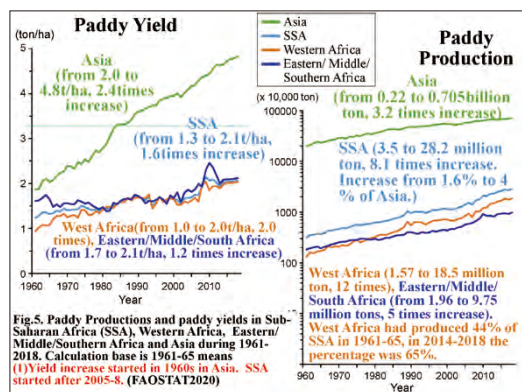


図5左側は過去50年の籾収量の推移をアジア、SSA、西アフリカ、東アフリカと比較したものです。アジアは大体60年前に2t弱から今は5tぐらまで収量が伸びています。サブサハラのアフリカは1tぐらから、やっと今、2tぐらいのところまでいって、ここ10年で収量が伸びています。ちょうどアジアの緑の革命が始まったときと同じ状態に今、たどりついているというような感じになっています。

図5の右側は籾生産量の推移です。SSAは60年前、アジアの1.6%の生産量350万トンだったのですけれど

ども、急速に生産量が伸びて、2018年時点では4%の生産量2,820万トンという状態になっています。その中でも西アフリカでは1960年代はSSAの籾生産量の40%、157万トンだったのですが、2018年現在は65%、1,850万トンまで急増し、将来的には80%ぐらになるだろうと予測されます。

Rank by 2014-18 data	Countries	Mean paddy Production in 1961-65 (x1000 tons)	Mean paddy Production in 2014-18 (x1000 tons)	Average growth rate for 2014-18 and 1961-65	Paddy yield in 1961-65 (tha)	Rank by 1961-65 data	Countries	Mean paddy Production in 1961-65 (x1000 tons)	Mean paddy Production in 2014-18 (x1000 tons)	Average growth rate for 2014-18 and 1961-65	Paddy yield in 2014-18 (tha)	Rank by 2014-18 data	
1	Nigeria	207	6648	32	2.00	5	17	Mauritania	0.6	244	414	5.22	29
2	Madagascar	1563	3829	2.4	4.32	1	18	Ghana	48	169	3.5	1.47	12
3	URT Tanzania	120	2901	24	2.55	8	19	Togo	21	142	6.9	1.70	18
4	Mali	172	2645	15	3.29	6	20	Ethiopia	-	137	>100	2.92	31
5	Guinea	230	2138	9.3	1.22	3	21	Mozambique	94	130	1.4	0.52	10
6	Côte d'Ivoire	220	2088	9.5	2.62	4	22	Malawi	5.8	112	19	1.77	23
7	DR Congo	62	696	11	0.78	11	23	Kenya	14	108	7.7	3.86	19
8	Sierra Leone	336	954	2.8	1.30	2	24	Niger	11	103	9.5	4.19	20
9	Senegal	100	715	7.2	4.10	9	25	Rwanda	0.01	102	1686	3.31	30
10	Ghana	34	685	20	2.78	13	26	Burundi	2.7	73	27	1.77	26
11	Burkina Faso	32	309	9.7	1.97	15	27	Angola	27	54	2.0	1.08	17
12	Cameroon	10	257	25	1.24	22	28	Gambia	33	52	1.6	0.79	14
13	Benin	1.0	262	300	3.32	28	29	Zambia	-	37	<0.1	1.37	32
14	Liberia	125	273	2.2	1.11	7	30	Comoros	10	31	3.0	1.27	21
15	Chad	29	266	9.2	1.43	16	31	Sudan (former)	1.2	26	23	3.23	27
16	Uganda	3.2	249	78	2.60	25	32	Central African R.	4.6	11	2.3	1.54	28

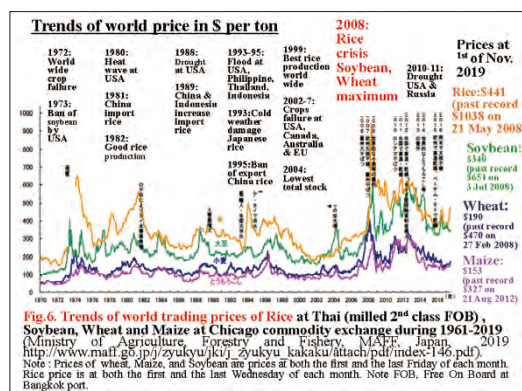
表3は過去60年で、もみ生産がどのくらい増加したかを国別に見たものです。ナイジェリアは60年前、SSAの国別では第5位でしたが、2018年では断トツ1位です。マダガスカル、URタンザニアは東アフリカの中心的稲作国です。マダガスカルは実はアジア的な稲作がずっと前から行われているのですが、意外なことにここ50年では人口増に見合うほど生産量が伸びていません。タンザニアは急速に生産を伸ばしています。過去50年で24倍で。ナイジェリアは32倍。その他は15位ぐらまではすべて西アフリカ諸国です。どの国も10倍以上増産しています。赤く染めたシエラレオネ、リベリア等は、内乱等、国内危機があったところです。ただ、ほとんどのアフリカ諸国は稲作生産を急速に伸ばしています。

Table 4. Increases of annual paddy production over the past 10 years in the top 32 SSA countries. Overall difference was 11.9, i.e., 27.5-15.5 million tons between 2007/8 and 2017-18 averages. The relative % contribution of the top 32 SSA are shown, too. FAOSTAT 2020. *Note 780 of Nigeria and 40 in DR Congo by USDA2020

Rank by 2014-18 mean paddy production	Countries	Mean annual paddy Production in 2007/8 (x1000 tons)	Mean annual paddy Production in 2017-18 (x1000 tons)	Difference between 2007/8 and 2017-18 (x1000 tons)	Percentage increase in SSA	Rank by 2014-18 mean paddy production	Countries	Mean annual paddy Production in 2007/8 (x1000 tons)	Mean annual paddy Production in 2017-18 (x1000 tons)	Difference between 2007/8 and 2017-18 (x1000 tons)	Percentage increase in SSA
1	Nigeria	368	671(780)*	303(412)*	25(33)	17	Mauritania	6	24	16	1.3
2	Madagascar	375	382	7	0.51	18	Ghana	14	18	4	0.3
3	UR Tanzania	136	294	156	13.1	19	Togo	8	14	6	0.5
4	Mali	135	297	162	13.0	20	Ethiopia	4	14	10	0.8
5	Guinea	147	227	80	6.7	21	Mozambique	10	12	2	0.2
6	Côte d'Ivoire	64	211	147	12.2	22	Malawi	11	12	0	0.02
7	DR Congo	32	99(40)*	67(12)*	6.7(1)*	23	Kenya	3	11	7	0.6
8	Sierra Leone	83	91	8	0.3	24	Niger	6	11	5	0.3
9	Senegal	30	74	44	3.7	25	Rwanda	7	11	4	0.4
10	Ghana	24	75	50	4.2	26	Burundi	7	6	-2	decreased
11	Burkina Faso	13	24	11	0.9	27	Angola	1	6	5	0.4
12	Cameroon	7	35	28	2.8	28	Gambia	2	5	3	0.2
13	Benin	9	37	28	2.3	29	Zambia	2	4	2	0.2
14	Liberia	26	25	-1	decreased	30	Comoros	2	3	1	0.1
15	Chad	14	26	12	1.0	31	Sudan (form)	3	3	0	0.04
16	Uganda	17	26	9	0.8	32	Central African	4	1	-3	decreased

表4は最近10年の国別の籾生産の増加を示しています。JICAのCARD (Coalition for African Rice Development) が10年前に始まったわけですが、

その過去 10 年、ほとんどの国で増産しているのですが、特にナイジェリアが際立っています。ただし、データの信頼性に注意は必要です。表のデータは FAOSTAT (Statistics Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations) を使いましたが、USDA (United States Department of Agriculture) のデータとかなり違うところがあります。ナイジェリアは 2019 年の FAOSTAT では 2017 年の粗生産量は 1,000 万トンを超えるデータでしたが、表 4 では 600 万トン台に修正されてました。一方 USDA は 800 万トン近いデータでした。国際機関ですが、データの信頼性には注意が必要です。それにもかかわらず、西アフリカを中心に、東アフリカではタンザニアを中心に、その他、エチオピアのようにほとんど昔はコメを作っていなかったけれども最近急速に増産している、そういう国が SSA 全体で増えています。



このような粗生産の急増の要因の一つが、図 6 に示すように、過去 50 年のコメ、マメとトウモロコシ、ムギのトン当たりの国際市場価格の推移から分かります。平均するとコメはムギやトウモロコシの約 3 倍で推移しています。1t のコメを作ると 3 倍の収入が得られます。ところが、必要なインプットというのは、いったん水田さえ造ってしまえば肥料の量はむしろ少なくてより高い収量が得られます (水田仮説 2)。米生産にはメリットがあります。おコメというのは特別の価値 (調理、栄養価、保存、輸送、換金性等) がある、これはアジアだけでなく世界的にもそうなっています。

大豆の価格よりちょっと高いぐらいです。ただ、大豆というのは、収量はコメのようにいきませんので、コメはそういう意味では 3 大作物、トウモロコシ、コムギ、

コメの中では、特別の価値のある農産物になります。次回に少し述べますが、水田稲作には SDGs の実現目標に関連する環境保全やマラリア感染防止等の、特別の付加価値があります。

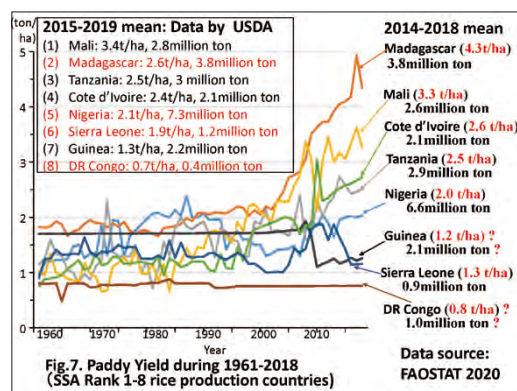
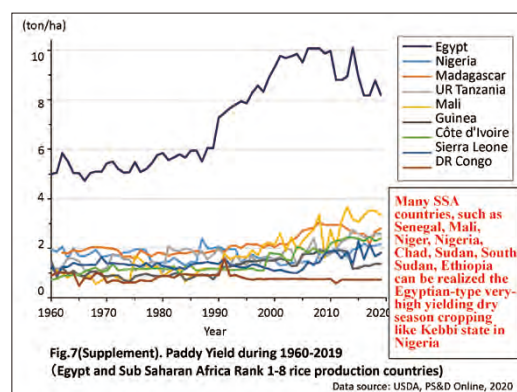


図 7 は過去 50 年、アフリカのトップ 8 力国の生産性の伸び、収量の変化を示します。2005 年くらいから急速にどこも伸びている。DR コンゴ、ギニアのデータを見て分かりますように、これらの FAO のデータは実際の測定データではない。信頼性のないデータで、卓上で書いたデータであるということが分かります。このようなデータに注意が必要です。図 7 の上の方に挿入したデータは USDA の 2015 ~ 19 年の平均ですが、FAO の 2014 ~ 18 年の平均とかなり差はある。特にマダガスカルなどは、FAO のデータで 4.3t/ha になっていますが、USDA では 2.6t/ha になっている。生産量はあまり差がないが、ナイジェリアは 730 万 t に対して FAO は 660 万 t、2019 年公表の FAO のデータで 1,000 万 t 以上でした。このようなデータのばらつきはありますが、どこの国も生産性を伸ばしています。



もう一つ大事なポイントは、図 7 (付録) に示すエジプトの粗収量の変遷と比較することです。先ほど図 1 で示したように、サブサハラのアフリカのサヘル帯の

地域というのはエジプト型のエコロジー（高日射量、肥沃な土、流入河川水）を持っています。エジプトは図7（付録）に示すように、収量は今、世界一なのです。SSA の大部分はこのようにポテンシャルが非常に高いのです。南スーダンのように稲作経験のない国もあるし、米の生産量は多くなく、生産性も非常に低迷しています。しかし、ナイルデルタ 10 ケ分くらい価値がある。

図8aはSSAの典型的な国、Black is beautifulの国であるナイジェリアの一人当たりの年間穀物生産と消費量の過去 60 年の推移を示したものです。SSA 諸国は実に多様な穀物・食物を食べています。黒い線が国全体の人口の推移、下の方は、白いのが籾ベースの米生産量、赤がコメの輸入量（これも籾ベースで表示、精米と籾の換算率は0.625x 籾=精米）です。全て1人当たりの消費量です。このような統一基準で図化したデータにより、人口増加に適切に対処している国かどうか分かります。米の上はムギ、その上はトウモロコシ、その上はキャッサバ、その次はヤム、その次はソルガム、ミレット。ナイジェリアをSSAの代表とすると、基本的には伝統的なソルガムとミレットが減って、コメの生産と消費が急増している。2018年にはコメは、ナイジェリアでは、輸入量も含めたらナンバーワンの食べ物になっています。トウモロコシも増えていますが、コメ消費量は籾換算ではNo. 1の食物になっています。今後もますます増えそうです。図8aの紫の横矢印の示す線の穀物等量は200kg/personです。この図はFAOの各種の食物（水分量の多いキャッサバやヤム等のデータ）を同一の基準で比較するために穀物に換算した穀物等量を示しています。国全体の一人当たりの穀物生産量と輸入量とその内訳を同じ基準で示します。日本人だと精米一石、150kg（籾換算で240kg、籾と精米の換算率は0.625で計算）あると1人の食糧として十分ということなので、おおよそ200kgの穀物総量を生産すれば飢えない。水分量やポストハーベストロス等勘案して、ジャガイモとヤムはFAOのデータの5分の1、プランテインとキャッサバは8分の1を籾、トウモロコシ、麦等の穀物量の換算係数として図化しています。これにより多様なSSA諸国の多様な食物の重要性を統一的に比較することが可能になります。

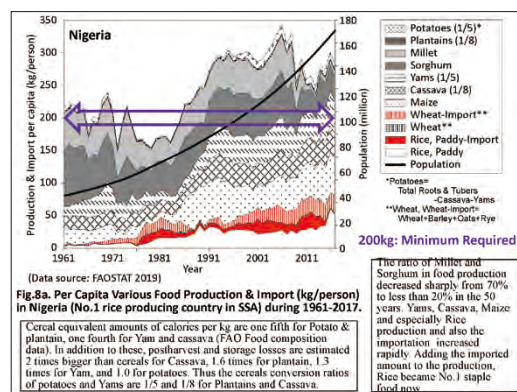
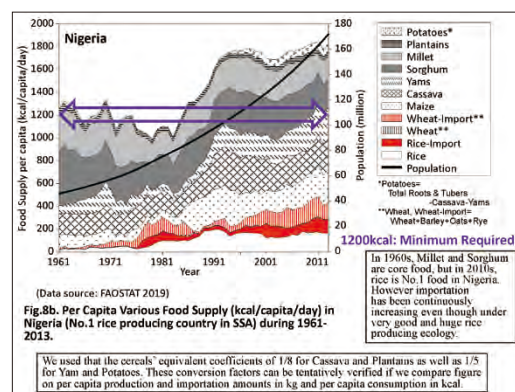


図8bは図8aの穀物等量係数の妥当性をチェックするために、FAOの公表データに基づいてカロリー計算してみました。この図の1,200kcal/人/一日の線は図8aの穀物等量200kg/人/年の線に相当する線になります。人口構成により国ごとに一人当たりの生存に必要な食糧生産量（基礎代謝量）は異なりますが、図8aと図8bの各食物の生産・消費の推移がほぼ平行であることから図8aと図8bの表示法は科学的に見て妥当であることが分かります。



逆に、各食物のカロリー消費量からイモ類やプランテイン等の、科学的に見てより妥当な穀物等量が計算できることが分かります。

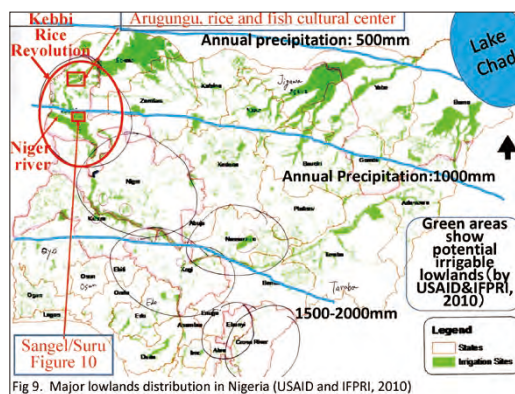
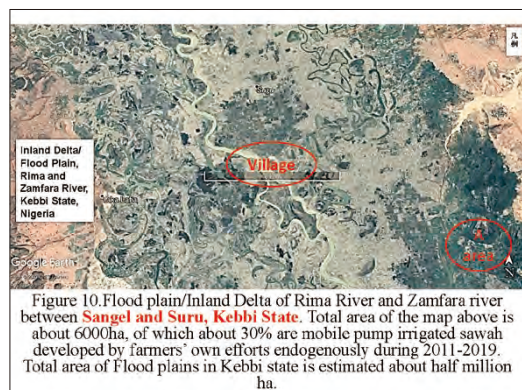


図9は緑色の部分はナイジェリアの灌漑可能な低地の分布図です。ニジェールとの国境線付近のサヘル帯の

500mmのラインの北方にはサハラ砂漠があります。年降雨量1,000mmと500mmの間にチャド湖周辺も含めて広大な湿地が分布する。今のところアフリカ水田農法Sawah Technologyの普及活動をやったところで、無数の農民の自力による内発的な水田開発が10万haぐらいの規模に達したのは図9のナイジェリア北西部ケッビ州だけです。10万haはSSAの最大規模の灌漑プロジェクトであるマリのOffice du Nigerの規模を超えます。無数の農民の内発的なパワーの大きさを示しています。以下の図10～14で簡単に説明します。普及については次回に説明します。500mmの等降雨量線が伸びています。

図10はケッビ州のSangelとSuru付近の氾濫原です。この付近の氾濫原の幅は9kmぐらいあります。この画面の中の氾濫原の面積は約6,000haあります。Kebbi州全体の氾濫原や内陸デルタの総面積は50万haあります。



黒く写っている部分は乾季の水田稲作が進行中の部分です。水田は、過去10年でお百姓さんが自発的に開墾しました。氾濫原の面積の20～30%が水田として開発されており、現在も進行中です。

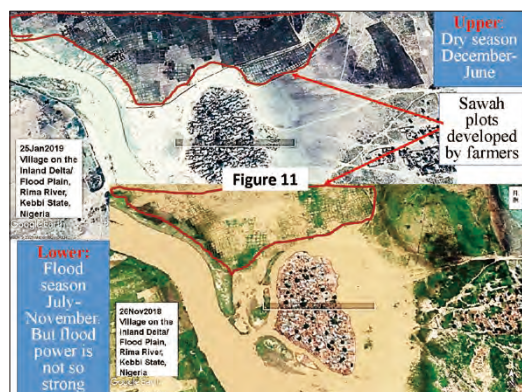


図11は図10の中央に赤丸でVillageと示した氾濫原の部分の拡大図です。中央の300mのマーカ線が村

の中央を横切っています。写真の上半分は乾期(2019年1月25日撮影)、下は雨期です。ただ、氾濫しても田んぼが氾濫の激流で流されることはなく、村も輪中のように守られて残っています。村の直ぐ北に、2016～19年に開発された、無数の四角形を描く無数の水田アゼが写っています。

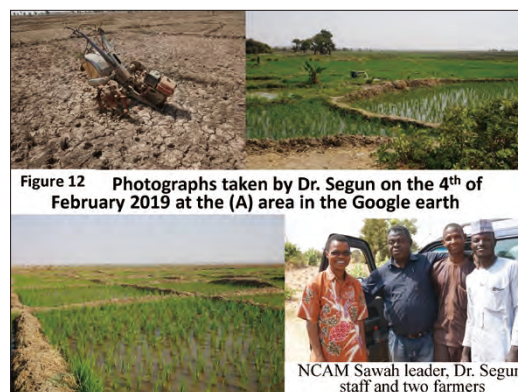


図12は図10のA area付近で、2019年2月に撮影した水田と耕耘機と小型ポンプ灌漑の様子です。4人の真ん中に写っているのがDr.Segunでナイジェリア農業機械化センター National Centre for Agricultural Mechanization (NCAM) の副所長で Nigeria における Sawah Technologyの普及活動のリーダーです。NCAM はナイジェリアの農業農村開発省傘下の機関です。田んぼがきちんとできていて、これはみんな手づくりです。上の方は耕耘機を使っています。乾期は基本的には氾濫原の地表面には水は無く乾燥しています。

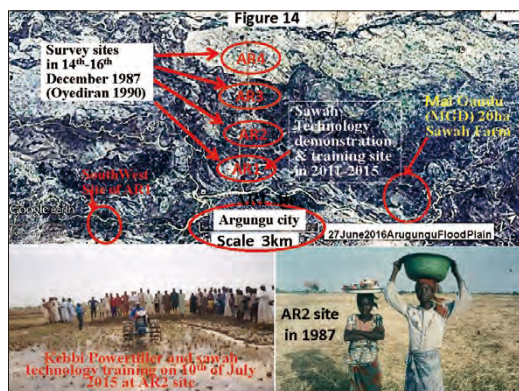
右上写真の真ん中に写っているポンプが見えます。地下水は5mより浅いので、2台あれば1haの灌漑ができます。1週間で2回程度の間断灌漑になります。2台500ドルの小型携帯ポンプがあれば3haの灌漑ができます。ポンプとガソリン代の追加灌漑費用は1ha当たり150～200ドルです。乾期作は、非常に収量が上がります。1トンの増産でこのポンプ灌漑費用はまかなえます。まだエジプトレベルまではいかないのですが、これまでの収量は2t/ha程度でしたが6～7t/ha、3倍程度の増産になります。

図13は図12とほぼ同じところです。2019年9月、雨期の氾濫原です。イネは作られているのですが、ポンプ灌漑費用は安いのですが、排水は困難で水管理と雑草管理が難しく、収量は雨期より低い。そのため、最近では乾期作にシフトしています。氾濫原では雨期と乾期で、このように水の変動が大きい。二

ジェール川の本流氾濫原では雨期の氾濫の破壊力が大きいところでは、このような内発的な水田開発は困難です。



図14はアルグングArugungu付近の氾濫原です。この付近の氾濫原はほぼ全域水田となっています。Arugunguはケツビ州の稲作と漁猟の中心地です。



上の方が氾濫原で、右下が33年前のAR2付近で取った写真です。Oyediran氏（現在LAUTECH大教授）の1990年の博士論文に記載が残っています。アフリカ稲が非水田で栽培されていました。左下はほぼ同じAR2地点で2015年NCAM sawahチーム（田んぼに入っている左側の青シャツが Dr. Segun、中央の白シャツは若月）が耕運機を使ったアフリカ水田農法の訓練とデモンストレーション実施した時の写真。使ったのはクボタ社のエンジンを使ったインドネシア製耕運機です。すでに農民は2011年以来、自力で水田開発をしていましたので、氾濫原の全面に水田の畔が見えています。この時は、重機を使わなくてもかなり効率的に水田開発ができることをデモンストレーションしています。

図15はナイジェリア中部Bida市付近のEdozhigi堰灌漑水田です。上の写真は畑作物のように畝の上で稲を栽培しています。ナイジェリアの政府灌漑地で

は灌漑水路と道路のみを作り、農地は農民が整備する場合があります。従い、このように畝で栽培したり、未整備の農地で陸稲のように栽培したり、下の写真のようにミニチュアの水田を作って、灌漑稲作を行っている場合もあります。このミニチュアの水田（小区画水田）というのは、アフリカ鋤（少年が肩に担いでいる）しかない。牛耕もできないときには、このような水田耕作しかできません。これは、日本の弥生期の小区画水田とほとんど同じです。



図16は2010年以降アフリカ水田農法が普及する前の携帯ポンプ灌漑小区画準水田を示しています。この付近でこのような灌漑稲作と野菜栽培を過去30年アフリカ開発銀行が推進してきました。下の右の写真は携帯ポンプとそのホースを示します。下の左の写真に地下に埋設した地下水汲み上げ用の塩化ビニールパイプが見えます。このパイプに吸入ホースを挿入して携帯ポンプでくみ上げて、稲やタマネギ等に灌漑します。

図17はナイジェリアで現在稼働している中で最大規模（1万5,000ha）のKano州の灌漑水田システムです。ダムがあり灌漑排水路や道路はあるのですが、耕作地の中身は全部、小区画水田です。一辺3～5mぐらいでしょうか、そのくらいの小区画水田です。

図18の写真に長さ約3mの耕運機とともに、1辺3～5mの小区画水田が写っています。耕運機を使って標準的な水田作りの作業をしているのは、われわれのパートナーのNCAM Sawahチームです。

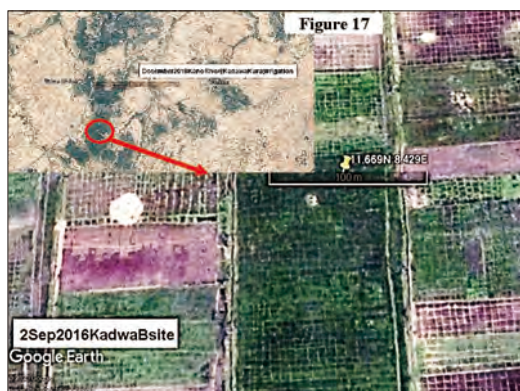


図19は日本の奈良の、2,500年前の小区画水田の考古学的発掘の様子です。図15～17に示す現在のナイジェリアの灌漑プロジェクトサイトの水田とほとんど同じ水田進化の初期段階にあることを示します。

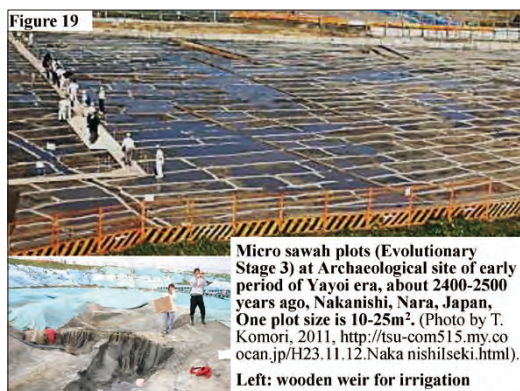


図20はチャド湖の南の大規模（5万ha）の灌漑プロジェクトサイトです。青色で示した30km以上の導水路と大型ポンプで灌漑します。ナイジェリアにオイルマネーがあった1970年代に1,000億円ぐらゐの費用で、パキスタンの技術指導により開発したところです。当初より灌漑システムは機能せず、現在は、ボコ・

ハラムによる被災地帯です。

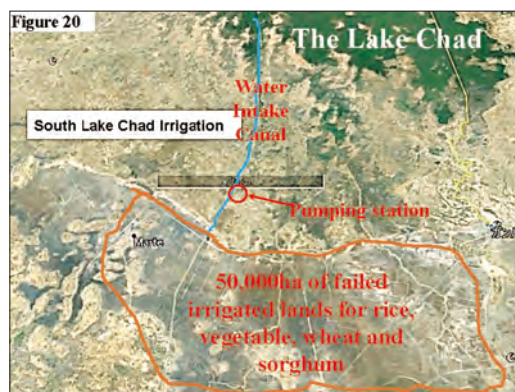


図21は、導水路から灌漑地に水を汲み上げる大型ポンプ場です。図20の中央部Pumping stationと書かれた位置で取った写真です。チャド湖の水位が低いので、水が来ないので揚水できない。



図22は図20の灌漑対象地付近の稲作と玉ネギ栽培地の写真です。これは2011年5月、ちょうどボコ・ハラムの乱が深刻になる直前にこの地帯に行ったときの写真です。この地域一帯は小型携帯ポンプで灌漑可能です。雨期には1～2m氾濫する。乾季でも地下水は5m以浅にあります。チャド湖に続く湿地帯の一部です。

図23の左上はニジェール、右上がチャド、南がカメルーン、西がナイジェリアです。図20～22に示した

ボコハラム地帯の灌漑地が写っています。ボコハラム問題が解決すればこの地域はKebbi 州のような小型携帯ポンプ灌漑稲作と野菜栽培が100万haの規模で可能と思われます。右側のチャド側にはチャド湖から砂丘列がつながっていることが分かります。一部はナイジェリア側から繋がっている。この砂丘列は過去数万年～数百万年間継続している大チャド湖の縮小の過程を示すものと言われています。

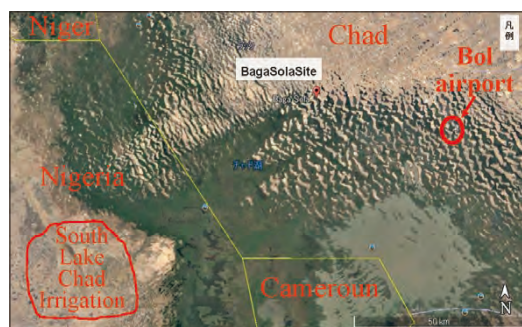


Figure 23 IOM project for the Reintegration Support for the Chadian Returnees (Refugees) from Nigerian Boko Haram

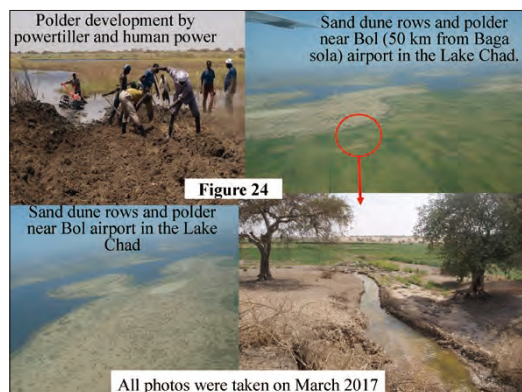
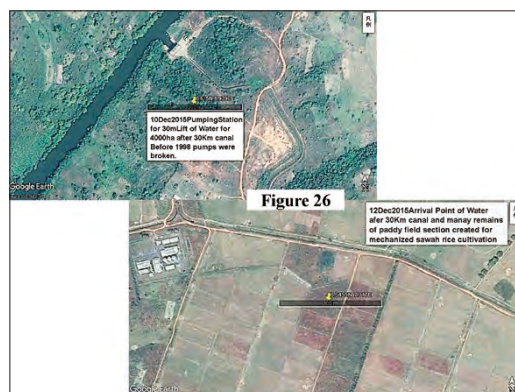
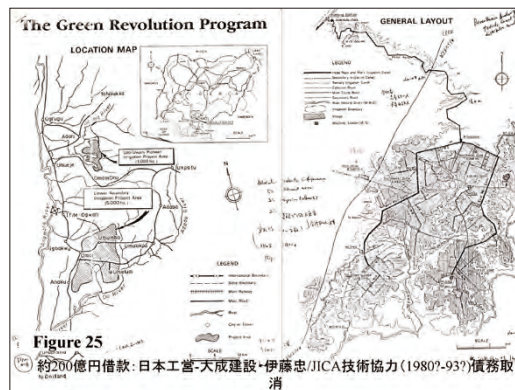


Figure 24

図24は、IOMが手配したセスナ機から写した、チャド湖の砂丘（右上と左下）と砂丘列（右下）の間の干拓地を示しています。2015～17年、BidaとKebbiの農家を含む NCAM Sawah チームと協力して、インドネシアのジャワ島から1つのコンテナに16セットのインドネシアのパワーティラーを持ち込みました。私たちは、国際移住機関(IOM)の難民居住プロジェクトのためのサワ技術に関するトレーニングを実施しました。これは、難民が自分の灌漑システムプラットフォームフィールドを開発するための実地研修です。NCAMによって訓練された10人のナイジェリアの sawah technology をマスターした農民達が、訓練の中核ユニットとして積極的な役割を果たしました。図 25 はナイジェリアの Lower Anambra Irrigation Project サイトの計画図です。これは日本工営、

大成建設、伊藤忠が実施した約200億円の円借款プロジェクトです。ナイジェリアにオイルマネーがあった1980年代のプロジェクトです。4,000haの灌漑水田を開発しました。1980年代に始まり、1990年代の初めにはJICAの技術協力も実施されました。



アナンブラ川は図26の上を流れており、白い四角はポンプ場です。そこでは水頭差30mで大量の灌漑用水が巨大なポンプで主灌漑用水路に汲み上げられます。大電力が必要です。維持費は非常に高い。ナイジェリア政府は維持管理ができませんでした。そのためポンプ機能は約10年で停止しました。この円借款の債務は取消となりました。

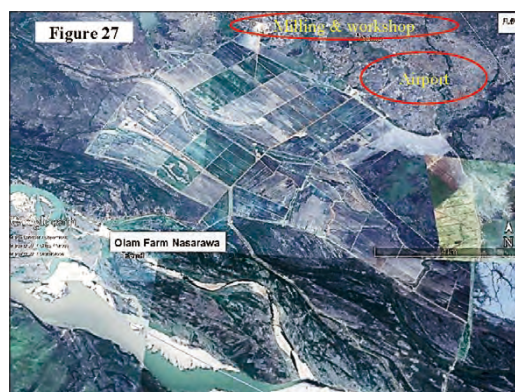


図27は2020年現在稼働中の、民間のOlam社による、ベヌエ川氾濫原の灌漑プロジェクト地です。水田

面積は5,000～6,000haくらいある。空港Airportも併設されている。巨大な精米所があります。これは大きな資本を持つ民間企業が実施している灌漑プロジェクトです。



図28には大きな精米所と、多数の重機類が写っています。

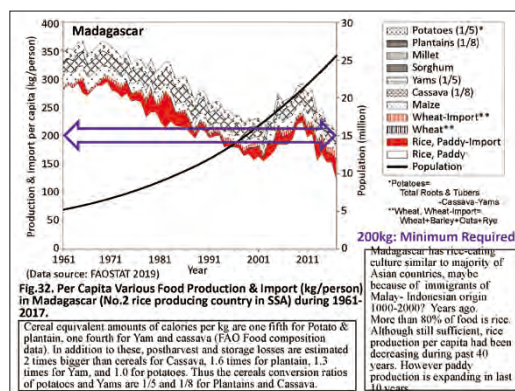


図29は10～20haサイズの巨大水田です。種まきは飛行機でやる。農薬散布も飛行機です。ただ直播栽培では、雑草管理が大変困難なのでお百姓さんを多数雇って、手作業で除草しています。



図30はポンプ場です。ベヌエ川より取水しています。ベヌエ川はカメルーンの森林帯が源流です。図31は整備中の水路と水田です。この付近はベヌエ川の下流に位置するので、氾濫の破壊力が大きい。従い、Olam社は水田開発と維持管理に苦労している。

Olam社は精米業者でもあり、周辺の百姓さんの稲作のトレーニングもして、精米用の籾を確保しています。ナイジェリアでは、このような民間の企業が老百姓さんに委託する等して、タイ国型の精米業者を頂点とする稲作のバリューチェーンを形成しつつあるようにも見える。



以上のように、ナイジェリアにはSSAのほぼ全ての稲作類型が見られます。以下ではSSAの代表的な稲作国を概観します。まず図32はSSAの第二番目の稲作国であるマダガスカル食糧生産の過去60年の推移です。マダガスカル人は米食民であり稲作はアジアとよく似ています。ただ、1人当たりの生産量は伸びていない。近年は年間200kg/人のラインより下になる年も多く、食糧事情には余裕がなくなっています。

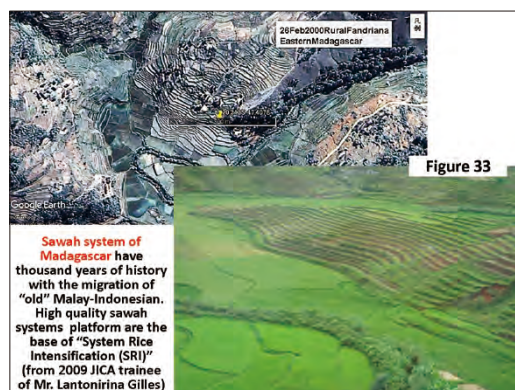


図33に示すようにマダガスカルの水田システムのレベルはほとんどインドネシアと同じです。上の方はGoogle Earth、下の方は写真です。この写真は2009年のJICAの研修員から頂いたものです。

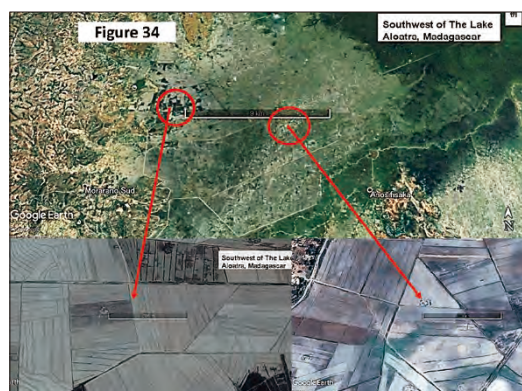


図34は首都のアンタナナリボ周辺の湿地帯の干拓地の水田です。等高線の沿う畔、細長い長方形の水田等、牛耕作に適した水田に加え、恐らくフランスの影響かと思うのですが、フランス型の水田?になっています。農作業効率を無視?した幾何学的畔の配置が見られます。

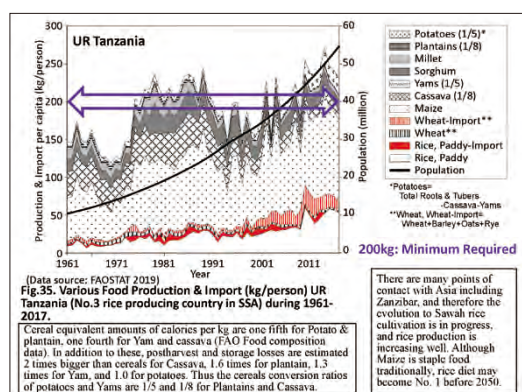


図35は稲生産No.3のタンザニアの過去60年の一人当たりの穀物生産と輸入食物の推移です。タンザニアの第一番の主食はメイズですが、コメの生産量は急速に伸びています。過去60年の増加率はメイズを遥かに凌駕しています。近年200kg/人・年のラインをようやく超えるようになり、食糧事情は改善したことが分かります。

図36や37に示すように、タンザニアは、マダガスカル、ザンジバル、あるいはその他のアジア系の人々の影響で、内発的な水田開発が広範にみられます。図36はヴィクトリア湖畔の沖積低地や内陸小低地に開発された水田です。水田稲作をマスターした牧畜民であるスクマ人が内発的に水田を開発しています。

これらの内発的な水田開発はODAによる水田開発面積を遥かに凌駕していると思います。スクマ人は牛耕もできるトラクターも使うということで、彼らが中心になってタンザニアの水田開拓を進めています。

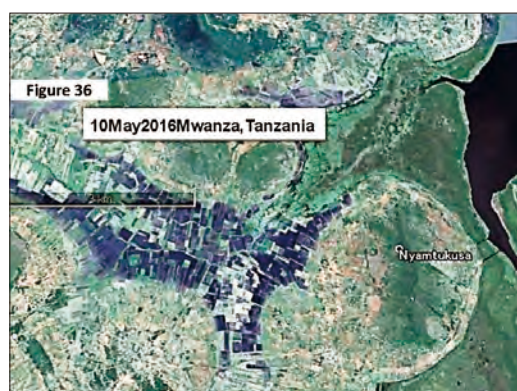


図37は、図36の紫色に見える比較的大きな河川沿いの低地の下流部です。山地や台地の下部斜面に開発された細長の長方形の水田です。比較的傾斜のある斜面にある水田で、鋤を牛で引いて、水田が耕作されています。

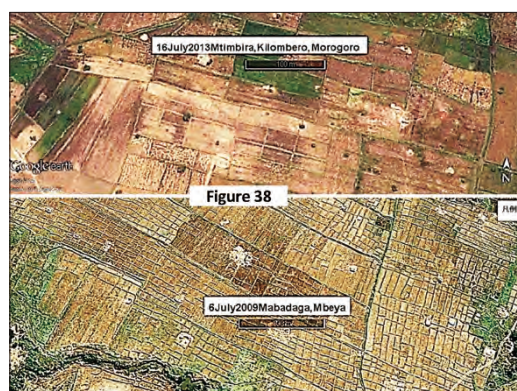


図36や37はタンザニア北部ヴィクトリア湖周辺ですが、タンザニア南部のモロゴロ地域では図38の上の方はまだ田んぼではなくて陸稲ですが、下の方は田んぼを造っている様子がよく分かります。これらはスクマ人による内発的な開発と思われます。

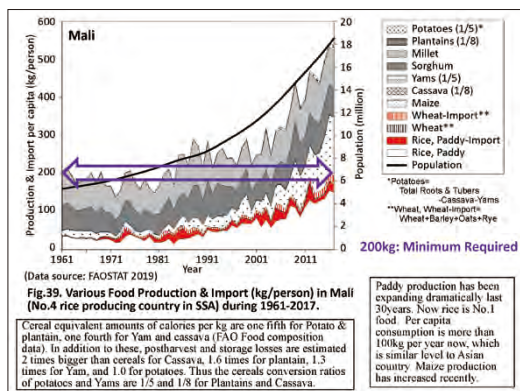


図39はマリの一人当たりの穀物生産の推移です。図39のFAOのデータによると、マリはコメの生産が急速に伸びている。2011年以降、200kg/人・年のラインより遥かに超えて550kg/人・年になっていますが、恐らくfake dataと思われます。人口あたりの食糧生産が必要量の2倍(400kg/人・年)を超えると、食糧輸出国になります。しかし、近年のマリの深刻な社会不安から考えて、信じがたい統計データです。

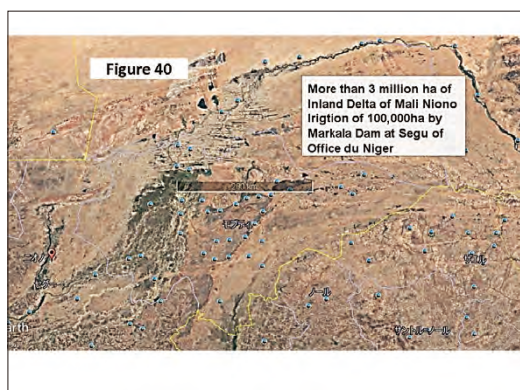


図40の中央やや左側にマリ国内陸デルタの核心部、約800万haを示します。図の左端の細長い部分がニオノ灌漑プロジェクトサイトで約10万haあります。1930年代のフランスの植民地時代から開発が始まりました。SSAとしては最大規模です。

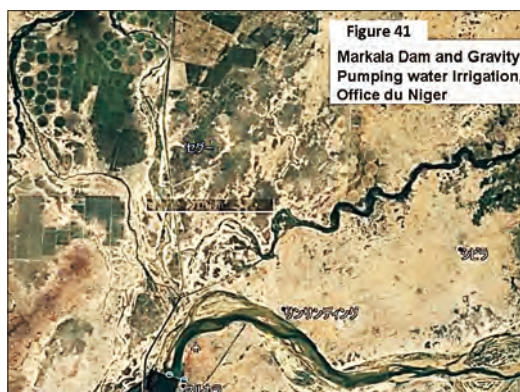


図41の左下端のマルカラ付近にニジェール川に堰が

作られています。これによりニジェール川の水位を3～10メートル程度?(堰あげ水位は未確認)堰あげて、堰の左側から取水し、灌漑水路が北方に伸びています。取水量はNiger川の利用可能水量の約10%です。ここは、10万haぐらいの稲作と砂糖キビ栽培をやっています。

図42はニオノプロジェクトサイトの中心部を示します。整然とした水田区画がみえます。水田区画の畔と灌漑排水路と道路です。



図43の下2枚の写真は1989年の1月に撮影した写真です。当時は田んぼも水路も管理は貧弱で、籾収量は2t/haくらいでした。図43の上2枚の写真は1998年8月に撮影しました。水田は整備され、写真の2名の農民は畔切をして漏水箇所を管理しています。お百姓さんは水田稲作にかなり習熟しているように見えました。

表5は1973～98年までの稲作技能の向上を示すデータです。1990～95年の間に収量は2t/haから5t/haまで向上しました。プロジェクトは1932年開始ですからここまで到達するのに、非常に長い時間がかかりました。このような大規模プロジェクトでは、お百姓さんと、灌漑水田関係の政府技術者が灌漑水田稲作をマスターするのに必要な時間は大変長いと

言えると思います。

Table 5. Office du Niger, 50,000ha irrigated sawah project, after long stagnation during 1960-1990, finally Green Revolution has come true since 1990.

Year	Cultivated Area (ha)	Paddy production (t)	Yield (t/ha)	Number of Farmers	Rehabilitated Area (ha)	Number of Female Farmers	Cultivated Area per Farmer (ha)	Amount fertilizer (kg)	Urea	Ammonia Phos.
73/74	40,139	83,128	2.1	3,672			10.93			
74/75	40,774	86,000	2.1	4,105			9.82			
75/76	39,916	90,000	2.3	4,367			9.11			
76/77	39,367	91,100	2.4	4,542			8.71			
77/78	37,448	101,000	2.7	4,754			7.90			
78/79	36,557	95,000	2.6	4,863			7.52			
79/80	35,104	92,314	1.8	4,595			7.04			
80/81	35,589	109,220	1.9	5,107			6.97			
81/82	36,896	97,392	1.8	5,206			7.05			
82/83	35,181	56,024	1.6	5,484	450		6.42			
83/84	36,920	61,663	1.8	5,741	1,773	13	6.43			
84/85	38,154	64,086	1.7	6,065	3,778	15	5.72			
85/86	39,453	82,957	2.1	6,100	5,886	17	4.61			
86/87	39,910	88,911	2.2	6,282	7,868	16	4.3			
87/88	42,125	98,194	2.3	6,672	9,617	20	4.22			
88/89	43,752	97,796	2.3	9,159	9,880	23	4.58			
89/90	44,251	106,693	2.4	9,621	10,872	31	4.6			
90/91	43,672	113,698	3.0	9,975	12,152	44	4.1			
91/92	44,435	180,309	4.1	10,465	14,637	53	4.25			
92/93	44,815	208,541	4.7	10,964	16,810	66	4.19	50,933	50,933	
93/94	45,442	222,634	4.9	11,159	18,455	84	4.07	54,992	54,992	
94/95	44,569	239,078	5.4	11,842	19,199	106	3.8	59,640	40,553	
95/96	46,407	232,206	5.0	13,255	20,790	168	3.51	70,711	39,831	
96/97	47,984	216,112	5.3	13,767	22,170	209	3.49	85,008	43,729	
97/98	49,314	267,186	5.5	15,411	29,100	236	3.19	75,911	40,814	

Reproduction of C.P.A. (Office du Niger, 1998)

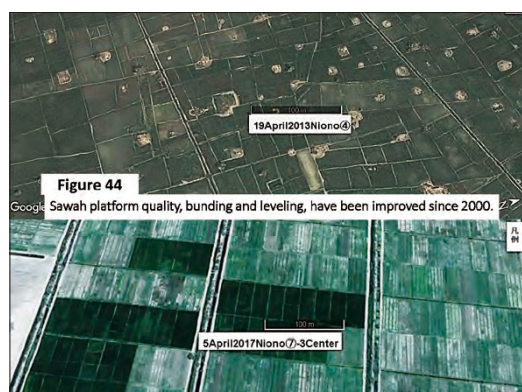


図44に示すように水田も良く整備されているように見えます。だから収量は向上し1997/98年には表6に示すように収量は5.5t/haに達しました。



図45や46に示すように、マリ国の低湿地帯の大部分

はこのような人的水管理のできない自然の湿地帯です。水管理ができる水田として整備されているのはほんの数%、800万haのうちの10万haぐらいです。図45は河北新報社の記者のMr. S.Takedaが1996年撮影し、図46は1989年にニジェール川沿いの湿地帯におけるアフリカ稲の栽培地及びナマズ等の淡水魚の写真です。

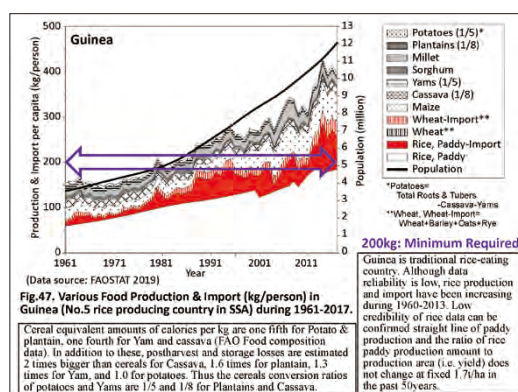


図47はギニアの食物生産統計です。ギニア人はアジア人と同様の米食民族です。しかし、稲作システムは大変異なる。赤色の輸入量の下部の生産量のデータは真っすぐになっています。又、お米を大量に輸入しているのに一人当たりの穀物生産量は近年総計400kg/ha/年を超えていますので食糧輸出国並みです。FAOのデータですが、信頼性の低いデータであると思います。

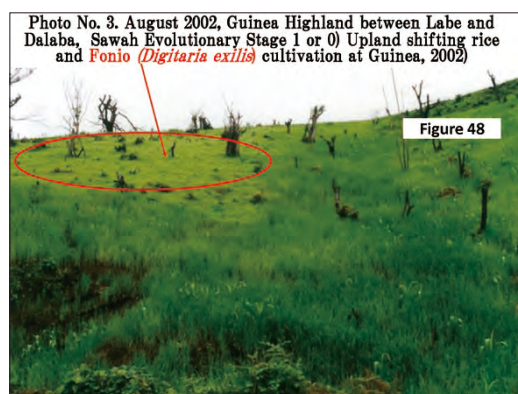


図48はギニア高原の焼畑の陸稲栽培です。森林破壊の主要な原因となっています。劣化した土壌で栽培されることが多いfonioという穀物も栽培されていました。図49はギニア中央部 Kissidougou 付近の里山的な低地の稲作地です。シエラレオーネとリベリアとの3国国境付近にあり、2015年のエボラ熱感染の中心地域でした。西アフリカの典型的な Inland Valley です。ギニアではニジェール川上流の氾濫原や内陸

小低地でも田んぼは造らないで稲を栽培するのが一般的です。コナクリ周辺にはマングローブ帯の潮汐灌漑地もありますが、人為的な水管理が可能な稲作地は殆ど存在しません。



Photo No. 6, January 1989, Kissidougou, Guinea. Non sawah rice cultivation, Inland Valley, Evolutionary stage 1

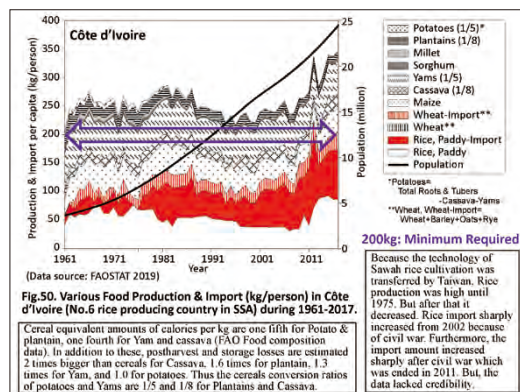


図50はコートジボワールの食物生産統計データです。自給生産米量は一人当たり50kgを超えています。近年、自給率は50%以下です。人口は過去60年で4倍増ですので、生産量も4倍以上に増加していますが、消費量はさらに急増しています。赤で示す輸入米が多く、国内生産量は需要を満たしていません。

図51に示すようにコートジボワールの水田稲作の振興に関しては、台湾が非常に大きな貢献をしました。1962～73年に全国の20カ所以上の地域に、技術者を180人派遣しました。彼らは10人くらいのチームで開発現場に2～3年滞在し、小型ダムを100カ所以上、灌漑水田を合計1万ha規模で開発し、3,000人以上の農民を訓練しました(表6)。象牙国の自立的な灌漑水田開発能力を養成しました。このような台湾の遺産があるので、次の図52に示すような内陸小低地に、現在では整備された田んぼが全国にあります。図52の水田はアフリカ稲作センターの試験圃場のあるMbe谷に繋がるInland Valleyです。

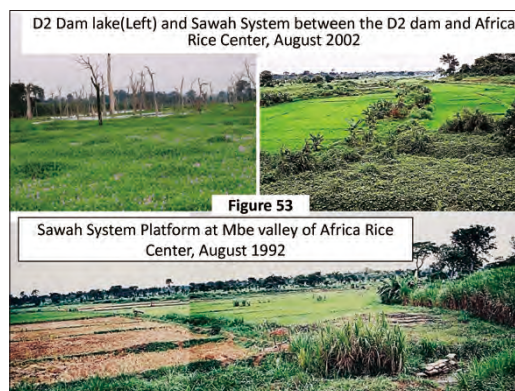
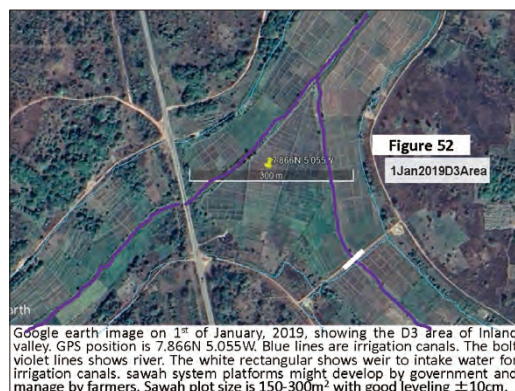
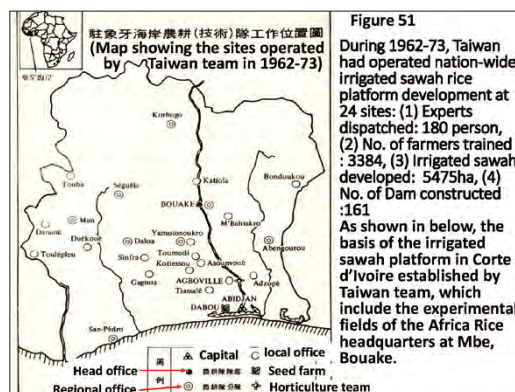


図53は田んぼの様子です。ダムも造っています。左上の写真にはダム湖に繁殖したホテイアオイと枯れた木が写っています。右上はダムの下流の灌漑水田です。下の写真はおなじくダムの下流にあるAfrica Rice Centerの圃場のあるMbe inland valleyです。これらのSawah platformは元々、1962～73年の台湾の水田開発活動が基盤となって整備されました。図54は日本の農林水産省の国際協力課が、WFP (World Food Programme)と1999～2004年に共同実施した Food for Work 方式の、住民参加型の水田開発のサイトの一つです。2009～19年にAfricaRiceが実施した SMART-IV(Sawah, Market Access and Rice Technology in Inland Valley) プログラムの前段となったプロジェクトです。私たちの Sawah プログ

ラムの構想をベースに作られ実施されました。現在 JIRCAS (The Japan International Research Center for Agricultural Sciences) スタッフの南雲さんがコーディネーターで実施しました。南雲さんによるとカウンターパートのコートジボワールの技術者は台湾チームが訓練したため、農民達の訓練もスムーズであったようです。Food for Work 方式は外部技術者に依存する開発と農民が自力で実施する内発的開発の中間に位置する参加型開発の一種です。

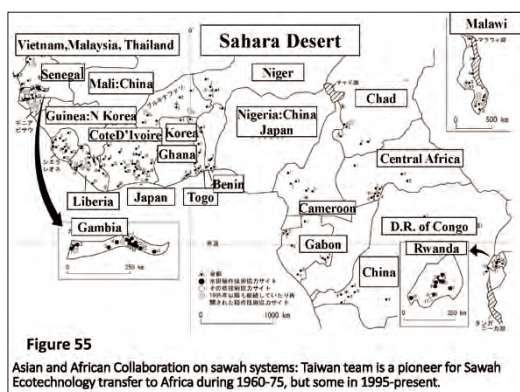


Table 6 Acreage of reclaimed and cultured land and number of farmers trained by the Taiwan-Agricultural Technical Missions in the African countries (1961-2000).

Country	Acreage of reclaimed land (ha)	Acreage of cultured land (ha)	No. of farmers trained
Botswana	158.57	95.01	252
Burkina Faso	2,617.23	3,475.00	5,660
Cameroon	329.53	1,637.39	772
Central African Republic	368.98	1,056.11	775
Chad	411.32	904.53	1,756
Dahomey (Benin)	780.90	1,267.90	1,621
Gabon	832.33	1,240.92	571
Gambia	470.00	1,683.00	8643
Ghana	216.32	161.35	374
Guinea-Bissau	3,707.50	3,707.50	3,681
Ivory Coast	9,669.95	50,958.33	3,384
Lesotho	0	180.14	3,314
Liberia	1,325.32	9,801.22	2,790
Libya	12.00	12.00	102
Malawi	523.40	476.47	97
Malawi	1,474.96	5,418.26	1,295
Mauritania	3.00	68.58	291
Niger	1,590.50	1,123.75	8,670
Rwanda	1,188.65	994.22	4,246
Senegal	100.48	1,929.36	3,870
Sierra Leone	430.31	1,443.93	1,307
Swaziland	112.65	160.62	0
Togo	801.85	2,122.15	3,124
Zaire	1,206.38	9,861.62	5,482
Total	28,831.33	99,577.36	63,827

図55とTable6は1961～2000年の台湾チームのSSAにおける水田稲作振興活動の全貌です。表6のSenegalのAcreage of reclaimed landは100.48haでなくて2,400haの誤記です。若月が原典を調べてこの誤記を確認し、修正しました。24カ国で2.9万

haの灌漑水田を開発し、6万人のSSA農民を訓練しました。この活動は現在のSSAの至る所で進展している水田稲作の基盤を形成したと思われます。台湾は中国との国連における覇権争いで実施しました。その後の外交権を獲得した中国との合意により、当該のSSA諸国が台湾の活動を評価することはできなくなっています。このため、台湾の活動は当該のSSA諸国の歴史の中に埋もれています。台湾はナイジェリアでは活動しなかったのですが、ルワンダやマラウイ等東アフリカでも水田稲作振興を中心に、年間総計1,000～1,200人ぐらい派遣しました。この当時に開発された水田やダムは、表6の24カ国の至る所に残っています。現在Google earthで確認することができます。

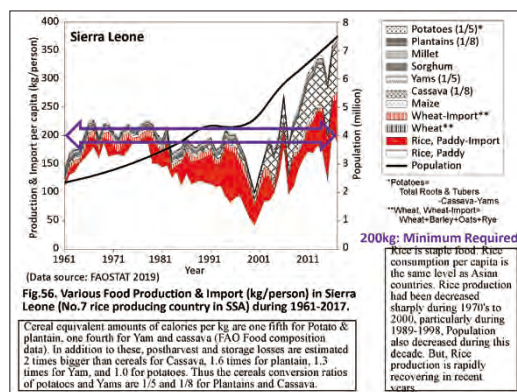


図56はシエラレオネの食物生産と輸入データです。米食民族であることがわかります。内乱時の米輸入が多い。人口曲線の真ん中の1991～2001年のところが凹んでいます。これはこのころの内戦で人口が減りました。人口曲線のこのような異常は、人口当たりで見れば、日本の第二次大戦時の300万人の人的被害の記録に匹敵する大きい死亡率になっています。

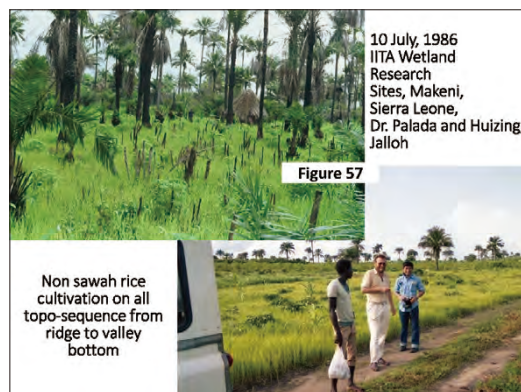


図57と58はシエラレオネの典型的な稲作景観です。水田は見られません。里山的地形面の山地から低地

にかけて焼畑の陸稲畑です。1986年にIITAで私が最初に稲作研究を始めたのはSierra LeoneのMakeniとNigeriaのBida付近の内陸小低地でした。図58は図57から繋がる地形連鎖のうちの低地部ですが、稲はあるが非水田稲作です。畔がないため土壌侵食により粘土が流され、大変砂質で貧栄養土壌となっています。



Figure 58
Photo No. 11 February 1988, Rogbom valley, Makeni, Sierra Leone.
Degradation of Inland Valley soil by Non-Sawah Paddy cultivation)



次のスライドには図の番号の記載はありませんが図59です。Photo No.14-16は1986～88年にIITAのOn-farm研究サイトのあったRogbom村の雨季と乾季の土地利用を示します。下の左方は1辺3mくらいのmicro準水田になっています。下の右の写真は乾季に撮影した写真です。非水田の稲作が終わった後、マウンドを作り、落花生、キャッサバ等を栽培します。上のGoogle imageはこれらのマウンドを示します。図60はフリータウン北方のギニア湾沿岸の湿地を示します。マングローブ帯の潮汐灌漑稲作地です。1986～88年には当時WARDA、現在はAfricaRiceのRokuprマングローブ稲作研究所がありました。2000年ころに閉鎖されました。図61はtidal irrigationを示します。上の方の陸地側から淡水が流下し、海側の赤の方向から海水が川の流の下に流入して、表面の淡水を押し上げます。この

淡水を稲作地に取り込みます。図1に示したようにSSAには沿海低地は大変少なく、このようなマングローブ湿地は全体で100万ha程度です。1988年にはGuinea Bissau 9万ha、Guinea 6.4万ha、Sierra Leone 3.5万ha、Gambia 1万ha、Senegal 1万ha、Nigeria 5,000ha栽培されていました。

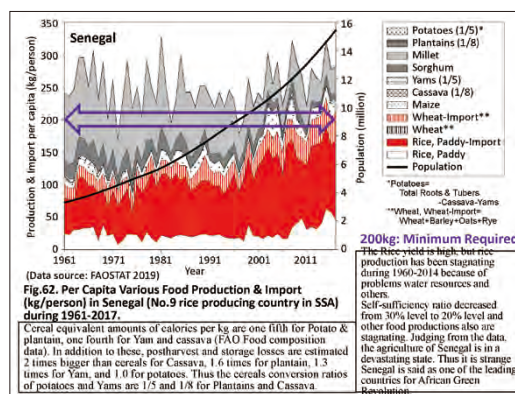
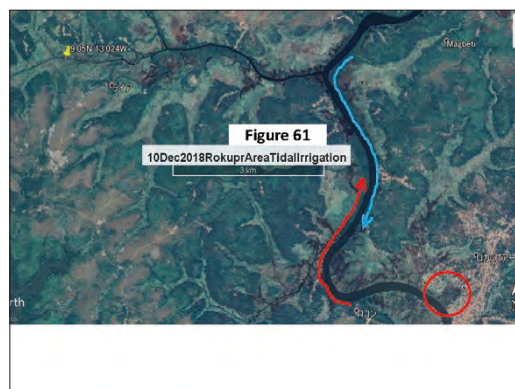
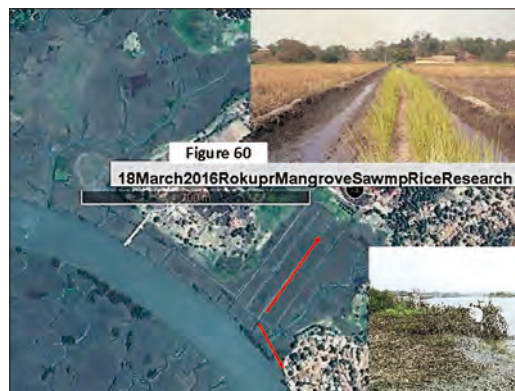


図62はセネガルは食物生産統計の推移です。米食民ですが60%以上、輸入に頼っています。これでは、国家破産のはずですので、やはりFAO統計に問題ありと思います。過去60年で人口は4倍、白抜きでしめす一人当たりの自給米生産は2倍になりましたので（特に2005年以降に急増）国全体としては8倍の増産になりました。セネガルは非常に生産性が高いのですが、残念ながらセネガルは南部にマングローブ帯の

潮汐灌漑地のカサマンズ地域がありますが、主要な稲作可能な低地はセネガル川の氾濫原しかありません。図63は砂漠地帯を流れるセネガル川と緑の氾濫原の遠景です。下の2枚の写真は川から氾濫原にfloating water pump でくみ上げてイネやタマネギなどの灌漑栽培を示す。これは1986年の写真です。

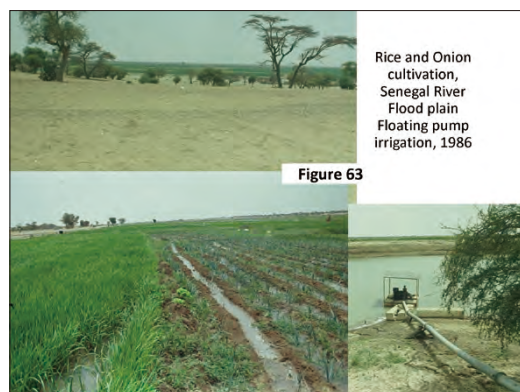


Figure 63



Figure 64

Senegal river sawah system platforms. Above two photos are the French style(?) direct seeding cultivation platform using large farm machines in large sawah plots. Below is an irrigated Japanese style sawah platform.

図64は1998年のセネガル川氾濫原の灌漑水田を示します。上は世銀やUSDAあるいはフランス支援による欧米型大規模直播水田、下は、日本や台湾の支援によるアジア型水田です。セネガルは1960～2000年の台湾の水田稲作支援がベースになって水田が整備されました。このため水田稲作の生産性は、SSAとしてはトップレベルです。

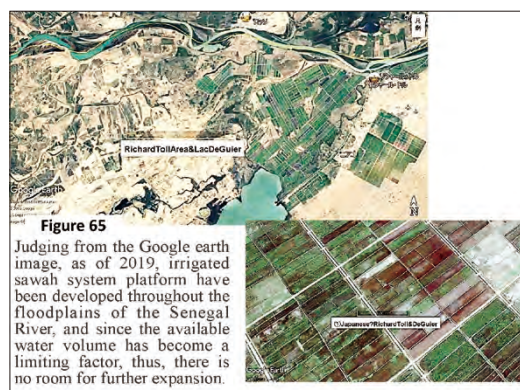


Figure 65

Judging from the Google earth image, as of 2019, irrigated sawah system platform have been developed throughout the floodplains of the Senegal River, and since the available water volume has become a limiting factor, thus, there is no room for further expansion.

図65に示すように稲作可能地の大部分には整備され

た水田が存在します。ただ、残念ながら、国土の大部分が乾燥地で灌漑に使える水量も低地面積もSSAの国としては小さい。

以上でSSAのrice farming systemのoverviewは終わりです。大変多様な水田プラットフォームがあって、灌漑水田開発が可能な湿地の面積は非常に広い。現在200万haの灌漑水田で稲作が行なわれています。将来今後50年でポテンシャル面積5,000万haを全部灌漑水田に開発したとしたら、SSAの全湿地帯面積2.4億haの約20%です。5t/haの籾収量としたら2.5億トンの籾生産となり、2.5億トン割る200kgで12.5億人分(インドの人口に相当)の食糧生産が可能です。エジプト型の高収量稲作10t/haが可能なら10%の湿地面積で可能です。

これで私の今回のオーバービューは終わりにします。

高木：若月さん、どうもありがとうございました。僕は現役のときは蚊をやっていたのですが、そういう意味でいろいろな水域を見せてもらったので大変参考になりました。水の管理がどうなっているのかというのは非常に興味があるのですが、また次の機会にでも教えてください。白鳥さん、お待たせしました。早速、白鳥さんの講義を聴きたいと思うのですが、よろしく願いいたします。