

サブサハラアフリカ諸国(SSA)は 500 年の欧米のくびきを離れ、2050 年までにアジア・アフリカ (AA) 水田稲作圏を形成する

○若月利之 傅凱儀

島根大学 専修大学

E-mail: wakatuki@life.shimane-u.ac.jp

アジア・アフリカ水田稲作圏、内発的水田開発、アフリカ水田農法 (Sawah technology)、浅層地下水利用、オンサイトポンプ灌漑水田稲作

1. 独立以降 60 年の SSA 諸国全体の各種食用作物の一人当たりの生産量の推移

図 1 は FAOSTAT (2024) による 1961-2020 年の SSA 諸国の人口増加と主食 9 作物の一人当たりの年間生産量と輸入麦と輸入米の推移を kg 単位で示した。SSA の多様な作物を重量単位 (kg やトン) で表示すると、作物毎の水分含量とポストハーベストロスに大差があるため、誤解が生じやすい。図のデータは Cassava と Plantain の穀物相当係数として 8 分の 1、Yam と Potato は 5 分の 1 を第一次近似値として採用して、FAOSTAT の元データを調整して図化した。穀物と Cassava 等根塊類作物の水分含量の差異 (穀類は 10%前後、その他は 60-80%なので 6-8 倍の差がある) が主要要因であるが、ポストハーベストラスの差異 (35-65%) も考慮して穀物等量係数の近似値とした (詳細は Sawah technology ホームページ 2024)。

図 1 に示したように独立後 60 年で 1961-70 年平均人口は 2.6 億人から 2011-20 年平均人口は 10.1 億人、3.88 倍に増加した。独立直後の 1961-70 年の平均食物生産 (消費量) は No.1 は Maize で 61.0 kg/年・人、以下順に No.2 は Sorghum 34.1、No.3 は Millet 27.3、No.4 は米 (粳換算) 17.5 (生産量 14.9、輸入量 2.6)、No.5 は Cassava (穀物換算量: 生産量の 8 分の 1) 16.7、No.6 は麦 11.1 (生産量 8.1、輸入量 3.0)、No.7 は Yam 8.4、No.8 は Potato、No.9 は Plantain で 5.1 kg/年・人で極めて多様な主食物構成であった。合計は 188.2kg/年・人であった。輸入麦と米の割合は 5.6 kg/年・人で食糧自給率は 97%であった。

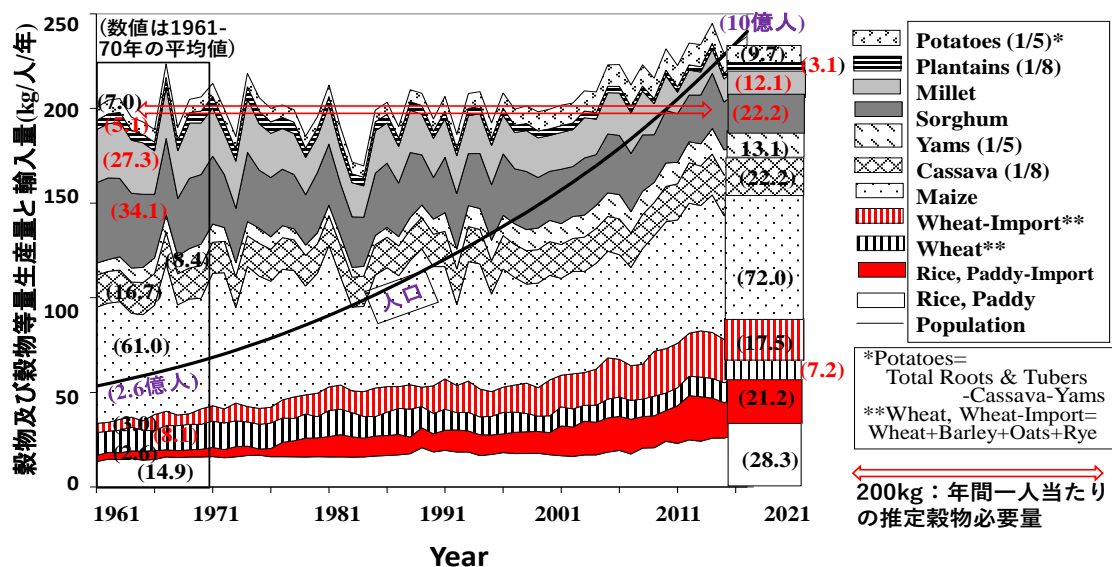


図 1. 1961-2020 年の主要 9 食用作物の年間一人当たりの生産量の推移

2011-2020年の10年の平均食物生産量(消費量)はNo.1はMaizeで72.0kg/人・年、No.2は米(粳換算)で49.5kg/年・人(生産量28.3、輸入量21.2)となった。No.3は麦で24.7kg/人・年(生産量7.2、輸入量17.5)、No.4はSorghumとCassavaがともに22.2kg/人・年、No.6はYam13.1、No.7はMillet12.1、No.8はPotatoes9.7、No.9はPlantain3.1kg/人・年、合計は228.6kg/人・年であった。輸入麦と米の合計は38.7kg/年・人で食糧自給率は83.1%であった。過去60年SSAの食料生産レベルは悪化している。

1961-70と2011-2020の10年平均の一人当たりの生産増加率のNo.1は米で1.90倍(人口増加率3.88倍を考慮した増産倍率は7.4倍)であった。No.2はYamで1.56倍(同6.1倍)、No.3はイモ類で1.39倍(同5.4倍)、No.4はCassavaで1.32倍(5.1倍)、No.5はMaizeで1.18倍(同4.6倍)であった。麦、ソルガム、ミレット、プランテインは減少した。麦と米は輸入量も増加していることは注意点であるが、後述するように、麦に比べSSAの生態環境(土、地形、水文、気温)は水田稲作拡大に極めて適しているため、自給生産量も2030-35年ころにはメイズを抜いてNo.1になる可能性が高く輸入量も減少、あるいは輸出に転じ、アジア・アフリカ稲作圏を形成する可能性が高い。

以上の9主食作物の中で米と麦の輸入量はそれぞれ5.8倍と8.2倍と急増した。麦はSSAの生態環境からみて増産の余地は小さい。実際、過去60年でも人口増以下の増産しかできなかった。一方、米は気候、地形、土壌(低湿地)及び水文からみて、持続可能な米生産余地は極めて大きい(図2)。灌漑水田稲作ポテンシャル面積は少なくとも5000万ha/年が推定され2020年現在の年間粳生産量2800万トンの10倍以上あることがわかる(Sawah Technology home page, 2024, Sawah technology(4) Principles and TheoryとSawah technology(5))。SSAのコメ生産量は、1961年から70年の平均で3.9Mt、1981年から90年の平均で7.8Mt、2001年から2010年の平均で14.8Mtであった。これは20年間で約2倍の増加率である。直近の2011-2020年の平均27.0百万トン、2001-10年平均と2011-20年の直近10年間で1.8倍に急増した(FAOSTAT 2024年)。最直近の2007-2011年と2017-2021年の5年間平均では、18.4Mtから31.9Mtへと1.7倍に増加し、SSAの米生産は加速度がついた。

2. アジア・アフリカ連帯による欧米のくびきから解放されたSSAにおける水田稲作の発展

SSAでは、過去500年にわたる西洋諸国による奴隷貿易と植民地化が、SSA諸国の自立的・内発的な発展の機会を奪っただけでなく、非西洋諸国、例えばアジア諸国との協力の機会も奪ってきた。SSAの生態環境に適合した農業の発展が阻害されただけでなく、欧米の利益になる農業だけが500年間推進されてきた。又、欧米による南北アメリカ移住と開発のために、人的資源が奴隷として収奪され、内発的なSSA農業発展の可能性を奪われた。そのため、アフリカ独自の稲作農業の発展も、又、マダガスカルやタンザニアの一部(ザンジバル島?)にまで伝播した水田稲作も内発的に発展する機会が失われた。さらに、水田稲作の基本的な概念(言葉)や技術に混乱をもたらした。即ち、(1)稲rice粳paddy、水稻paddy、水田基盤paddy、灌漑水田プラットフォームpaddy等、専門用語の混同、(2)灌漑はダム、灌漑、排水路などの水利施設だけという狭隘な理解、(3)灌漑稲作における水田プラットフォームは、持続可能な稲作のための基本インフラ(基盤)であることについての無理解などがある。(4)畑作農業と灌漑水田農業は根本的に異なることを欧米人は理解しようとしないうに見える。そこで私たちは、少なくとも稲(粳:paddy)と灌漑水田基盤(paddy)を区別するために、マレー・インドネシア語起源のsawah(水田)を使うことを提案した(Wakatsuki 1998)。

アジアでは、2013年時点で9,400万haの灌漑水田稲作が行われている(稲作付面積全体の60%、

AQUASTAT 2016)。SSAには2億4,000万haの低湿地土壌があり(図2:FAO-unesco 1977, van Dam and van Diepen 1982, Andriessie 1986)、灌漑稲作に利用可能な年間水量は3617km³、アジアの約40%(Oki et al 2009)である。アフリカの灌漑稲作可能面積は、おおよそ、9400×0.4=5600万haと推定され、これはSSAの全湿地面積の約20%である。

地形と水文は水田稲作にとって重要な生態環境因子である。アジアの低湿地の大部分は沿海に分布する。アフリカの低湿地は沿海部にも多少分布するが、図2に示すように内陸部に主として分布する。地質的に若い大陸であるアジアでは急峻な川の流れが土壌を浸食し沿海に広大なデルタを形成し、洪水被害対策が課題であり、ダム等による表面水の利用が重要である。一方、アフリカではマリの内陸デルタ、チャド低地、南スーダンやスーダンのように降雨量の少ない大陸中央部に広大な低湿地が分布している。緩やかな川の流れが広大な低湿地を形成し、表面水とともに浅層地下水の利用が重要となる。本稿で述べるナイジェリア Kebbi 州の稲作革命の原動力となったオンサイトポンプ灌漑水田稲作のポテンシャルは極めて大きい。アジアと異なる、これまで考慮されてこなかった今後のSSA型の灌漑水田稲作発展のキーポイントである。

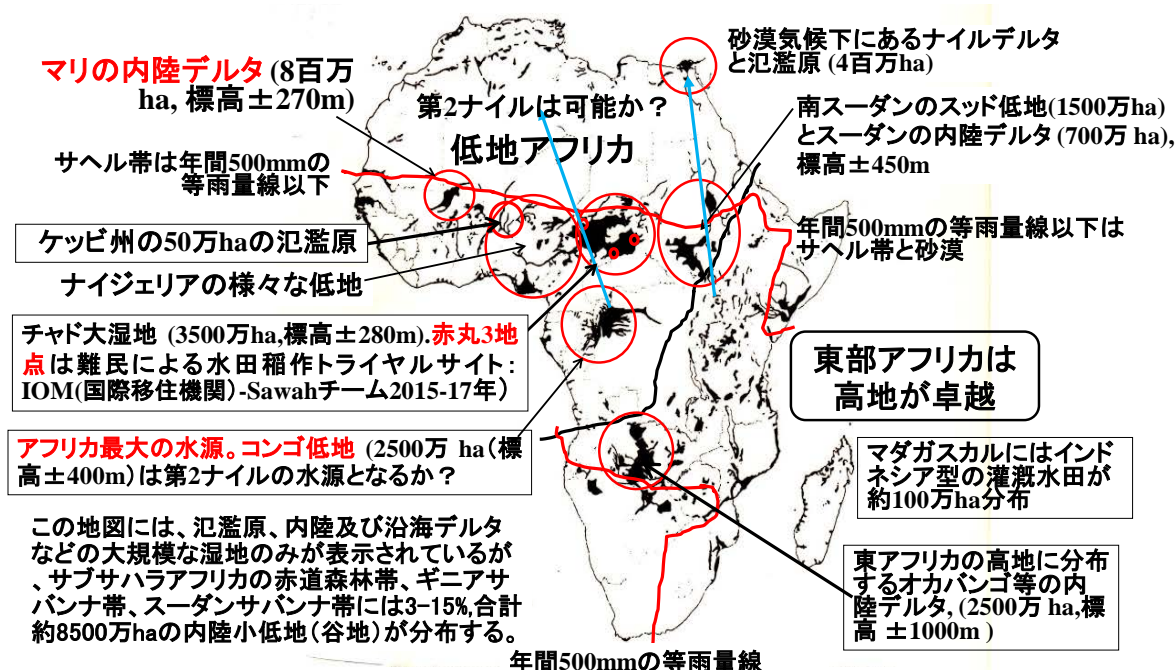


図2.アフリカ大陸の低湿地の分布、高地と低地アフリカの境界、500mm雨量線及び将来の第二ナイルの可能性(Van Dam and van Diepen 1982の原図に高地・低地アフリカと500mm雨量線境界線を追加)。Kebbi稲作革命方式がチャド大湿地で可能なことを図の3つの赤丸地点(ナイジェリア国境 Bagasola, 中央アフリカ国境 Harze, スーダン国境 TissiでIOMと確認(IOM 2017)

2013年現在、SSAの灌漑水田稲作面積は200万haで、潜在面積の30分の1に過ぎない(AQUASTAT 2016)。しかし、図1のように、SSAでは過去60年間、人口増加をはるかに上回る米生産の持続的拡大が続いている。これは、第二次世界大戦後、アジア・アフリカ諸国が1950-60年代に欧米の植民地支配から独立したことが重要である。その結果、欧米のくびきから離れたアジアとアフリカの国々の協力関係が拡大・進化した。現在も依然として進行中の欧米型の力(ウクライナ・パレスチナ戦争)をベースにした地球社会から脱却し、水田稲作社会は協調を基本とした、新しいグローバル社会形成の基盤となる。

この協力の基盤は、アジアとアフリカ諸国が独立のピークを迎えた 1955 年に、インドネシアのバンドンで開催されたアジア・アフリカ会議（バンドン会議 1955、Wikipedia 2024）にある。1955 年の第 1 回バンドン会議の参加国は、中国、エジプト、エチオピア、ガーナ、インド、イラン、日本、リベリア、パキスタン、フィリピン、スーダン、タイ等 29 ヶ国であった。植民地支配から解放されたばかりのアジア・アフリカの諸国が、反帝国主義、反植民地主義、民族自決の精神を高らかに歌い上げたこの会議に、第二次世界大戦の主要交戦国の中で唯一、日本が招待されたことは重要だった。しかしこの事実は日本でも AA 諸国でも忘れ去られつつあるように見えるのは残念なことである。

まず、1961 年から 1975 年にかけて、台湾が先駆的に SSA22 カ国を中心に灌漑水田稲作技術を大規模に移転した（図 3）。1970 年以降、AfricaRice、IITA、IRRI などの国際農業研究機関（CG センター）、世界銀行、アフリカ開発銀行等に加え、日本、中国、韓国、インド、パキスタン、北朝鮮などが灌漑水田稲作の研究開発、技術移転が開始され、2000 年以降は、タイ、ベトナム、インドネシア等も含めてアジア・アフリカ協力が幅広く展開されるようになった。

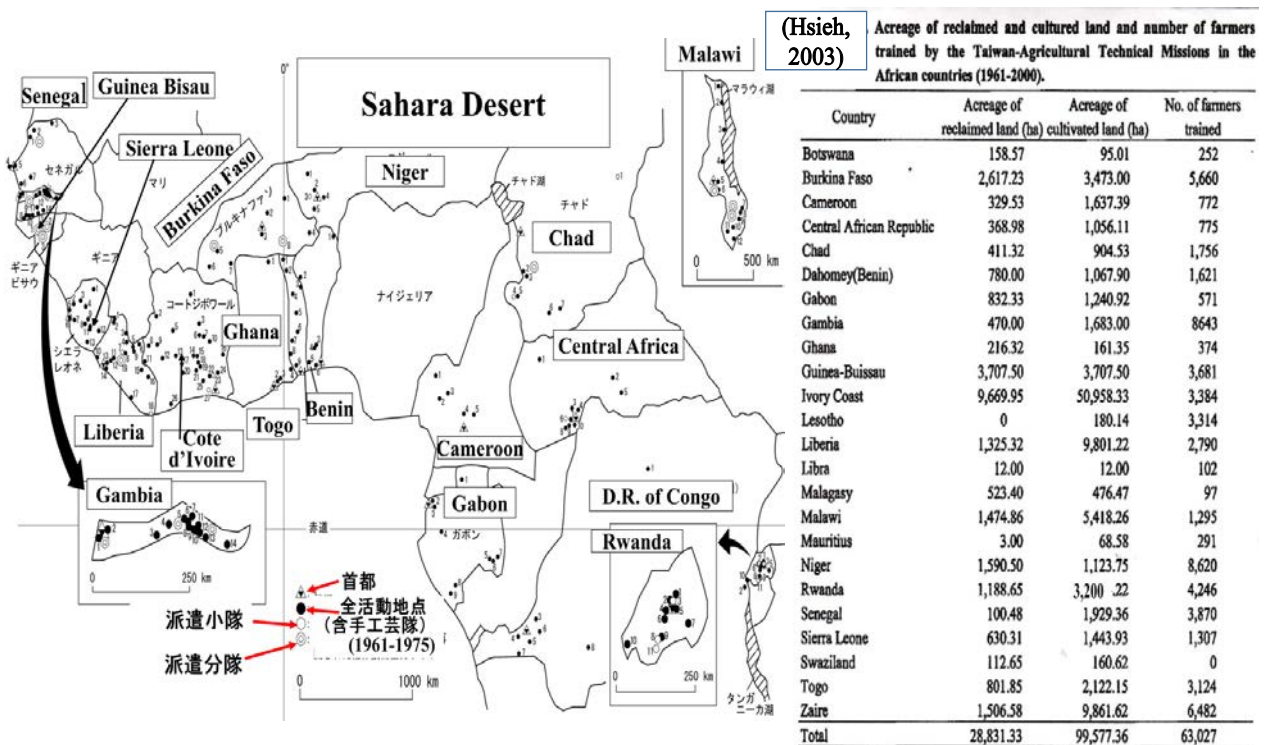


図 3.1961-75 年に台湾が実施したアフリカ水田稲作技術移転協力の実績 (Hsieh 2001, 2003)

2007 年以降は AGRA などの国際 NGO の活動も活発化している。しかし、欧米の農業観、特に灌漑水田稲作についての無理解、地球温暖化対策やアフリカの食糧危機対策に関して、アジアとアフリカの円滑な協力の障害となっている場面は依然として多く「欧米のくびき」の残渣があるように見える。

3. SSA は独立以降現在まで稲作が発展中である。特に、ナイジェリアが目覚ましい。JICA が推進した CARD（アフリカ稲作振興のための共同体、2007-2021+）構想に参加したサブサハラアフリカ（SSA）23 カ国の全穀生産増加量 1,300 万トンの 40%、500 万トンの増加に貢献した（表 1）

表 1 に示すように、SSA 諸国は独立時の 1961-65 年の平均穀生産は 350 万トンにすぎなかったが、2007-11 の平均穀生産は 1840 万トンと 5.3 倍に急増した。平均 20 年で倍増のペースで発展し続けた。

その延長線上に CARD プロジェクトがあり、CARD 参加主要稲作 23 カ国の籾生産量は、2007-2011 年平均 1,752 万トン (SSA 全体の 95%) が 2017-2021 年平均 3,078 万トン (SSA 全体の 97%) の 10 年間で 1.8 倍に増加した。JICA が CARDA の最終評価で使用した 2008 年 (1,628 万トン) と 2018 年 (3,253 万トン) の単年度比較では 2 倍であった (JICA 2018, 202FAOSTAT 2024)。

表 1. SSA 諸国とエジプトの 1961-65 年、2007 年から 2021 年の籾生産量の変化。JICA の CARD (Coalition of Africa Rice Development) 期間(2007-2018) 中の各国の籾生産量の増減と相対的寄与(%) も示した

	Production (Million ton)					Increase(1) Δ(2018-2008)	Increase(2) Δ(2017-21)-(2007-11)	Contribution % of Paddy Increase**	Cultivated area(Mha)		Yield (t/ha)	
	Mean of 1961-1965	2008	Mean of 2007-2011	2018	Mean of 2017-2021				Mean of 2007-2011	Mean of 2017-2021	Mean of 2007-	Mean of 2017-
Egypt	1.8	7.25	5.93	3.12	4.51	-4.13	-1.42	NA	0.62	0.49	9.62	10.20
Nigeria	0.21	4.18	4.00	10.86	9.34	6.68	5.34	40.27	2.27	4.23	1.77	2.21
Madagascar	1.6	3.91	4.22	4.03	4.03	0.12	-0.19	-1.43	1.27	1.52	3.33	2.66
UR Tanzania	0.12	1.42	1.80	3.42	3.01	2.00	1.21	9.13	0.90	1.04	2.00	2.92
Mali	0.17	1.62	1.46	3.17	2.90	1.55	1.44	10.86	0.52	0.89	2.86	3.27
Guinea	0.23	1.53	1.56	2.34	2.37	0.81	0.81	6.11	1.09	1.75	1.53	1.36
Côte d'Ivoire	0.22	0.68	0.81	2.01	1.83	1.33	1.02	7.69	0.38	0.66	2.15	2.77
DR Congo	0.06	0.32	0.48	1.29	1.39	0.97	0.91	6.68	0.64	1.41	0.76	0.986
Senegal	0.10	0.41	0.42	1.21	1.22	0.80	0.80	6.03	0.12	0.35	3.42	3.49
Sierra Leone	0.34	0.68	0.86	0.92	1.16	0.24	0.30	2.26	0.51	0.82	1.66	1.47
Ghana	0.034	0.30	0.37	0.77	0.93	0.47	0.56	4.22	0.16	0.32	2.29	2.87
Benin	0.001	0.109	0.136	0.459	0.415	0.350	0.279	2.11	0.041	0.110	3.26	3.79
BurkinaFaso	0.032	0.195	0.198	0.350	0.391	0.155	0.193	1.43	0.097	0.183	2.05	2.13
Cameroon	0.010	0.073	0.120	0.334	0.326	0.261	0.206	1.58	0.092	0.268	1.44	1.22
Mauritania*	0.006	0.082	0.102	0.323	0.320	NA	0.218	NA	0.021	0.068	4.76	4.73
Chad*	0.029	0.174	0.154	0.260	0.267	NA	0.113	NA	0.116	0.188	1.33	1.42
Liberia	0.13	0.295	0.281	0.258	0.263	-0.037	-0.018	-0.15	0.219	0.239	1.31	1.10
Uganda	0.003	0.178	0.199	0.199	0.246	0.021	0.047	0.38	0.102	0.086	2.05	2.83
GuineaBissau*	0.048	0.149	0.168	0.176	0.188	NA	0.020	NA	0.087	0.117	1.92	1.60
Ethiopia	0	0.001	0.057	0.172	0.177	0.171	0.120	0.90	0.022	0.059	2.19	2.98
Mozambique	0.094	0.088	0.180	0.170	0.163	0.082	-0.017	-0.15	0.260	0.303	0.765	0.545
Togo	0.021	0.086	0.101	0.145	0.149	0.059	0.048	0.38	0.041	0.089	2.42	1.67
Kenya	0.014	0.022	0.062	0.113	0.144	0.091	0.082	0.60	0.021	0.027	2.86	5.42
Malawi*	0.058	0.115	0.118	0.112	0.132	NA	0.014	NA	0.061	0.070	1.93	1.88
Rwanda	0	0.082	0.075	0.114	0.121	0.032	0.046	0.38	0.015	0.032	4.98	3.80
Niger*	0.011	0.061	0.075	0.102	0.108	NA	0.033	NA	0.021	0.026	3.63	3.84
Burundi*	0.0027	0.071	0.079	0.089	0.138	NA	0.059	NA	0.026	0.052	3.07	2.61
CentralAfrica	0.0046	0.038	0.039	0.120	0.125	0.082	0.086	0.68	0.024	0.085	1.69	1.47
Zambia	0	0.024	0.037	0.043	0.042	0.019	0.005	0.08	0.023	0.031	1.60	1.36
Gambia	0.033	0.038	0.056	0.028	0.034	-0.010	-0.022	-0.15	0.050	0.055	1.054	0.555
Comoros*	0.01	0.020	0.022	0.031	0.031	NA	0.009	NA	0.018	0.024	1.23	1.31
Sudan*	0.012	NA	NA	0.030	0.034	NA	NA	NA	NA	0.011	NA	2.80
SouthSudan*	NA	NA	NA	0.013	0.021	NA	NA	NA	NA	0.024	NA	0.870
Total***	2.1	16.28	17.52	32.53	30.78	16.25	13.26	99.89	NA	NA	NA	NA
SSA Total	3.5	16.99	18.40	33.52	31.86	16.53	13.46	100.00%	9.25	15.07	1.99	2.11
WesternAfrica	1.6	10.40	10.58	23.11	21.61	12.71	11.03	81.90%	5.63	9.92	1.88	2.18
East&Others	2.0	6.60	7.83	10.41	10.24	3.81	2.41	17.90%	3.62	5.15	2.16	1.99

*CARD プログラムに含まれない国、**CARD 参加 23 ケ国の期間中の合計増加籾生産量 (13.26 百万トン) に対する寄与%、***CARD 23 ケ国の合計

CARD 期間の国別の成果を表 1 に基づいて検証した。1 位はナイジェリアで約 534 万トン (寄与率 40%) と断トツであった。不可解なことに JICA の CARD プロジェクトの全体評価では、この間のナイジェリアの稲作の目覚ましい発展について、全く記載がない (JICA 2018, 2021)。2 位はマリで 144 万トンの増加 (寄与率 10.9%)、3 位 UR タンザニアで 121 万トン (9.1%)、4 位コートジボワールで 102

万トン (7.7%)、5 位コンゴ民主共和国で 91 万トン (6.8%)、6 位ギニアで 81 万トン (6.1%)、7 位セネガルで 80 万トン (6.0%)、8 位ガーナで 56 万トン (3.8%)、9 位シエラレオネで 30 万トン (2.3%)、10 位ベナンで 28 万トン (2.1%)、11 位カメルーンで 21 万トン (1.6%)、12 位ブルキナファソで 19 万トン (1.4%) であった。これら 12 カ国は、過去 10 年間の SSA の 23 の CARD 諸国全体の粗生産増加量の 98.4%、1,310 万トンの増加に貢献した。西アフリカ諸国の貢献は 81.9%、東・中央アフリカ諸国の貢献は 17.9% であった。1966-1970 年の 5 年間平均では、西アフリカの粗生産量は 204 万トン (160 万 ha、収量 1.27 トン/ha) だったのに対し、東部及び中央アフリカの粗生産量は 230 万トン (151 万 ha、収量 1.52 トン/ha) であった。。

4. 2008 年から 2021 年におけるナイジェリアのコメ生産量の急激な増加に貢献した州と地域はどこか

表 2 はナイジェリア全国農業普及研究連絡サービス (NAERLS, National Agricultural Extension and Research Liaison Services) による 2008-2021 年の主要稲作州の雨期稲作付面積と粗生産量の推移を示す。この業務は連邦農業農村開発省 (FMARD) との共同作業による政府の公式統計である。表には 2000 年のナイジェリア政府の公式統計データ (Project Synergy of Nigeria Government 2004) と 2013-2014 年の乾季作推定値 (Adesina 2014) 及び英国国際開発省と世銀支援の GEMS4 (Aminu 他、2017) による 2016 年の乾期と雨期作のデータも含まれている。ただし、表 2 の NAERLS の雨季の稲作データには、サンプリング調査方法から見て問題がある。NAERLS の調査方法は概略以下である。ナイジェリア 37 州には約 800 (各州平均 20) の Local government (LGA) があり、調査の基本単位とした。毎年 9 月初めの 1 週間をかけて約 60 人の現地調査者が 3 名一組で 19 チームを構成し、各州 4 つの LGA (全国で 148) をサンプリングし、その LGA から一つのコミュニティを選び、コミュニティ毎に 5 名の回答者を選び、ナイジェリア全土で 725 名の農民からヒヤリングを行ったが、少なすぎる。問題は各州 4 つの LGA のサンプリングにある。図 5 に示した Kebbi 州の場合は 21 の LGA のうち稲作は半分の 12 の LGA しかない。サンプリング数と地域特性を考慮したサンプリング法が重要になるが、十分とは言えないため、誤差は大きいと思われる。

GEMS4 (Aminu 他、2017) の調査法の要点は (1) ナイジェリア全 37 州のうち全国のコメ生産の 80% をカバーする主要稲作州 18 を選定した。(2)各州の ADP と Fadama III の既存データから合計 96 の主要稲作地方自治体 (LGA) と 165 の稲作クラスターを選定した。(3) 選定したクラスターから乾季作稲作農家 410,210 人、雨期作農家 1,426,505 人を抽出し基礎データとした。

表 2 の最下部 Zamfara 州の下に示されている全国粗生産量データを見ると、2016~2018 年の FAOSTAT の粗生産量は NAEALS のそれを 29~52% (平均 40%) 上回っている。この大きな差の理由は NAERLS 調査では主要な稲作地の調査をカバーしていないためと 2013 年からは始まった乾季稲作のデータが含まれていないからと思われる。2016 年の GEMS4 の乾期 (258 万トン) と雨期 (995 万トン) の合計粗生産量 (1253 万トン) は、FAOSTAT の 1052 万トンに近い。2016 年から 2018 年の 3 年間とも、FAOSTAT による粗生産量は 1000 万トンを超えている。この時期の FAOSTAT のデータには、表 2 に示すように、ケッピ州や他の北部州の乾期作の推定生産量のデータが含まれている可能性がある。しかし、奇妙なことに 2019-2021 年、NAEARL と FAOSTAT のデータは完全に一致しており、FAOSTAT はこの期間 GEMS4 の雨期作データを参考にしたことを示している。いずれにせよ、NAEARL、FAOSTAT、USDA、GEMS4 のコメ統計の信頼性は、それぞれ、あまり高くないことがわかる。統計データの信頼性を向上させることは、適切な稲作振興政策を実施する上で重要である。

表 2. 2000 年から 2021 年におけるナイジェリアの主要稲作州の稲作付面積と籾生産量の変化。(注：合計は表以外の他州全部を含む。雨期(wet)のデータは NAERLS (2024), 2016 年雨期は NAERLS と青色数値の GEMS4 (2017) のデータが混在。2013-14 年の乾季(dry)のデータはナ国農業農村開発省(Adesina 2014)の推定値。GEMS4 の源データは FAO, USDA の収量と籾精米率を統一するため全て 0.606 掛けした。

Major rice state	Growing	x(1000ton) x(1000ha)	2000 dry	2000 wet	2013 dry	2013 wet	2014 dry	2014 wet	2015 wet	2016 dry**	2016 wet**	2016 wet	2017 wet	2018 wet	2019 wet	2020 wet	2021 wet
Adamawa	North	Production	0.5	128	0	60	24	268	354		266	266	279	281	281	275	276
	East	Area	0.2	65	0	39	5.9	99	99		156	156	159	162	163	164	172
Bauchi	North	Production	0	41	23	82	29	88	298		238	203	216	247	246	232	250
	East	Area	0	22	5.8	38	7.2	41	96		111	119	122	137	141	146	153
Benue	Central	Production	1.5	275	0	346	10	390	456		283	426	489	559	507	507	518
		Area	0	138	0	102	2.5	109	116		95	207	228	278	275	272	272
Borno	North	Production	2.4	125	0	144	0	144	48		178	178	181	187	190	186	190
	East	Area	0.7	92	0	138	0	125	47		112	112	113	115	116	117	120
Ebonyi	South	Production	1.8	115	0	302	0	326	90		181	95	110	127	134	138	146
	East	Area	0.7	45	0	116	0	36	34		54	47	50	60	60	61	66
FCT	Central	Production	0	14	0	173	2.4	287	384		32	353	408	417	415	404	415
		Area	0	6.4	0	126	0.6	130	133		10	189	196	201	201	291	207
Gombe	North	Production	0	69	0	120	26	236	284		166	166	174	209	211	210	215
	East	Area	0	38	0	56	6.6	84	89		100	100	102	125	136	147	157
Jigawa	North	Production	0	19	300	121	393	210	235	64	758	187	212	246	203	203	215
	West	Area	0	21	75	105	98	59	67	21	310	97	100	109	113	118	122
Kaduna	North	Production	0	598	0	342	0	449	499	124	549	296	339	349	349	347	360
	West	Area	0	230	0	173	0	155	166	43	285	144	158	159	159	160	164
Kano	North	Production	0	120	126	275	184	348	398	583	1126	366	418	423	422	412	439
	West	Area	0	82	31	112	46	127	132	225	500	171	125	125	125	125	132
Katsina	North	Production	0	29	13	96	136	145	188		284	175	200	225	235	231	220
	West	Area	0	30	3	64	34	62	64		116	103	108	121	127	133	137
Kebbi	North	Production	0.3	68	222	179	422	287	319	916	1245	353	411	413	412	343	349
	West	Area	0.2	32	56	106	105	117	119	196	416	207	217	218	218	218	224
Kogi	Central	Production	0	103	29	513	39	510	525	57	262	447	513	564	548	522	535
		Area	0	37	7	187	9.8	169	193	19	147	216	236	275	272	269	292
Kwara	Central	Production	0	36	0	517	11	349	394		333	353	408	439	433	419	432
		Area	0	29	0	187	2.8	130	168		205	170	187	201	202	202	208
Nasarawa	Central	Production	0	106	0	196	12	399	497	83	502	355	411	414	413	404	417
		Area	0	45	0	102	3	135	143	36	241	170	178	181	181	181	190
Niger	Central	Production	0	473	4	263	127	295	325	232	623	471	545	617	626	623	630
		Area	0	206	1	107	32	128	138	59	191	208	229	262	260	258	256
Plateau	Central	Production	0	64	0	210	0	324	330		213	213	245	253	252	246	250
		Area	0	30	0	81	0	98	109		120	120	129	131	132	132	135
Sokoto	North	Production	0	14	18	91	233	103	123	157	436	145	162	165	165	162	163
	West	Area	0	20	4.6	59	58	58	60	39	129	79	80	81	82	83	84
Taraba	North	Production	0.7	200	0	309	2	328	390	173	665	324	366	417	407	387	388
	East	Area	0	200	0	161	0.5	122	127	67	260	161	174	189	191	192	201
Zamfara	North	Production	0	19	222	130	499	139	277	192	404	219	250	252	252	247	221
	West	Area	0	22	56	118	125	110	95	52	128	124	119	122	123	124	113
Total*	NAERLS	Production	10	2936	1124	4823	2201	6690	7573	2581	9948	6916	7835	8403	8436	8172	8342
	(GEMS4)	Area	5	1587	291	2982	550	2580	2626	757	4356	3651	3765	4065	4127	4195	4320
Total**	FAOSTAT	Production		3277		4823		6618	7187			10517	10890	10859	8436	8172	8342
		Area		2199		2931		3082	3122			4101	4447	4066	4127	4195	4320
Total***	USDA	Production				4400		4500	4300			5800	7400	7600	8000	8341	7937
	USDA	Milled rice				2772		2772	2709			3654	4662	4788	5040	5255	5500
JICA total (CARD)	FAOSTAT	Production				4823		6003	6256			6071		8403			
	USDA	Production				4400		4500	4300			4286	4400				0

表2の最下部2行のデータは、2008～2018年実施のJICAのCARDプログラムの最終評価報告書（JICA 2018, 2021）で使用されたFAOSTATとUSDAのデータである。この最終評価報告書は、ナイジェリア、特にケッビ州における2014年から2018年以降の乾季作の拡大による劇的な粍生産増加を見逃している。

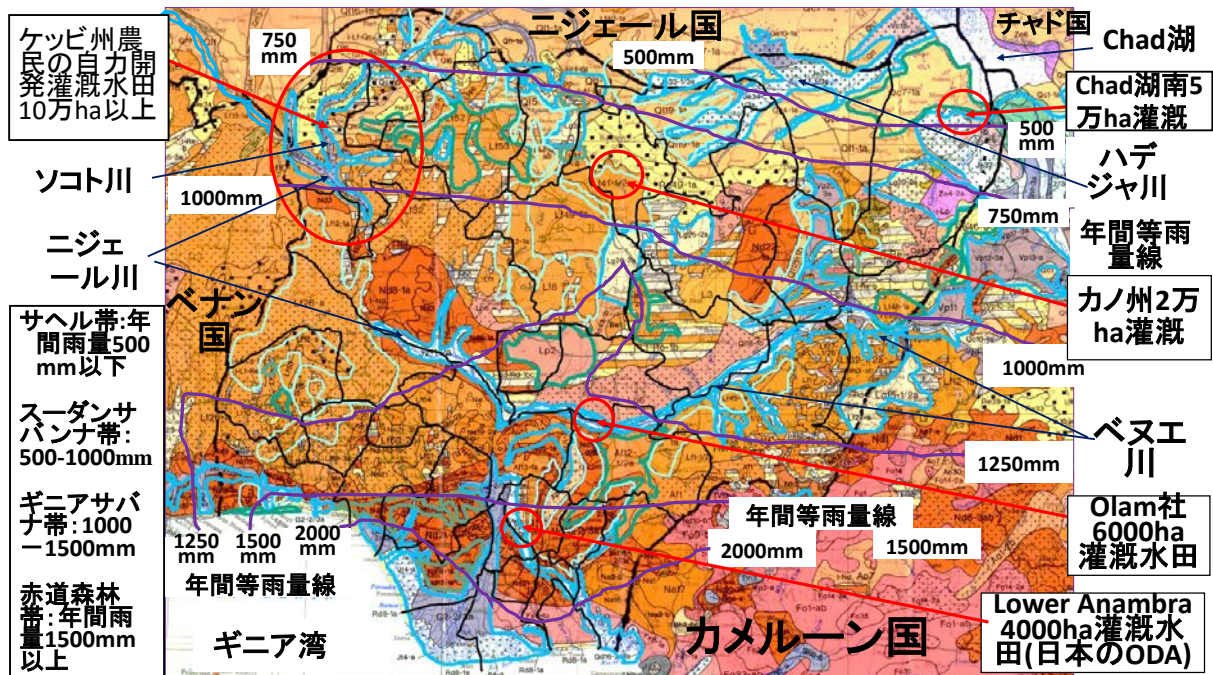


図4. ナイジェリアの土壤図（FAO—Unesco 1977）に水田開発適地土壤の分布を著者が書き入れた（水色線で囲まれた地域は50%以上の土壤が適地、緑色線は25-50%、緑色線は5-20%、その他の地域は谷地田小低地が3-15%、合計2800万haの低湿地が分布し、そのうちの約20%は灌漑水田適地と推定した（Wakatsuki et al 2024）。

5. Kebbi州の粍生産量は、2008年以前は年間10万トンにも満たなかったが、2015年から2017年にかけて年間185万トンを達成し、ナイジェリアNo.1になったというのは事実か？

乾期作米の生産動向に関する上の表2は、ナイジェリアの米生産が2014年以降急速に拡大したことを示している。表2のGEMS4調査データによると、これを牽引したのは主にKebbi(21%)、Kano(17%)、Niger(8.3%)、Taraba(8.2%)、Jigawa(8.0%)の北部5州である。特にKebbi州は、2014年以降急速に拡大した。雨季と、とりわけ、乾季の稲作により、大きな貢献をした。このような近年のNigeriaの稲作を牽引しているKebbi州の稲作の発展が、表2のNAERLSの公式データに全く反映されていない。表2に示すようにWARDAがまとめた乾季作の粍生産量は、どの州でも2000年当時はほとんど無かった(Project Synergy of Nigerian Government, 2004年)。

ナイジェリア全体に占めるケッビ州の粍生産量の割合は、2011年1.3%(6万トン)、2013年8.1%(19万トン)、2014年6.7%(52万トン)、2016年20.3%(200万トン)と急増した。驚異的増産である。表3はGEMS4(Aminu等2017)によるKebbi州の主要稲作地方自治体LGA毎の雨季乾季稲作の詳細調査結果である。乾季作92万トン、雨期作125万トン、合計216万トンとなり、ナイジェリアNo.1の粍生産州となった(Shehu and Lolo 2017, Aminu等2017)。

図5はケッビ州全景である(OCHA 2018)。ケッビ州を流れる4つの主要河川、ニジェール川本流とニジェール川に合流する支流河川のSokoto川(Kebbi州ではRima川と呼ぶ)、Zamfara川、及びKa川は筆者らが書き加えた。Kebbi州知事の2013年の報告(Dakingari 2013)によると、

灌漑水田開発に適した Fadama 低湿地（内陸小低地、氾濫原、内陸デルタの総称）は Rima 川沿いに 50%、Nigeri 川沿いに 35%、Zamfara 川沿いに 4%、Ka 川やその他の小河川沿いに 11%分布する。Fadama 湿地の分布は Rima 川沿いで 24.5 万 ha、Niger 川沿いで 17.2 万 ha、Zamafara 川沿いで 2 万 ha、Ka 川他で 5.4 万 ha で、Kebbi 州の総計 49.1 万 ha となる。

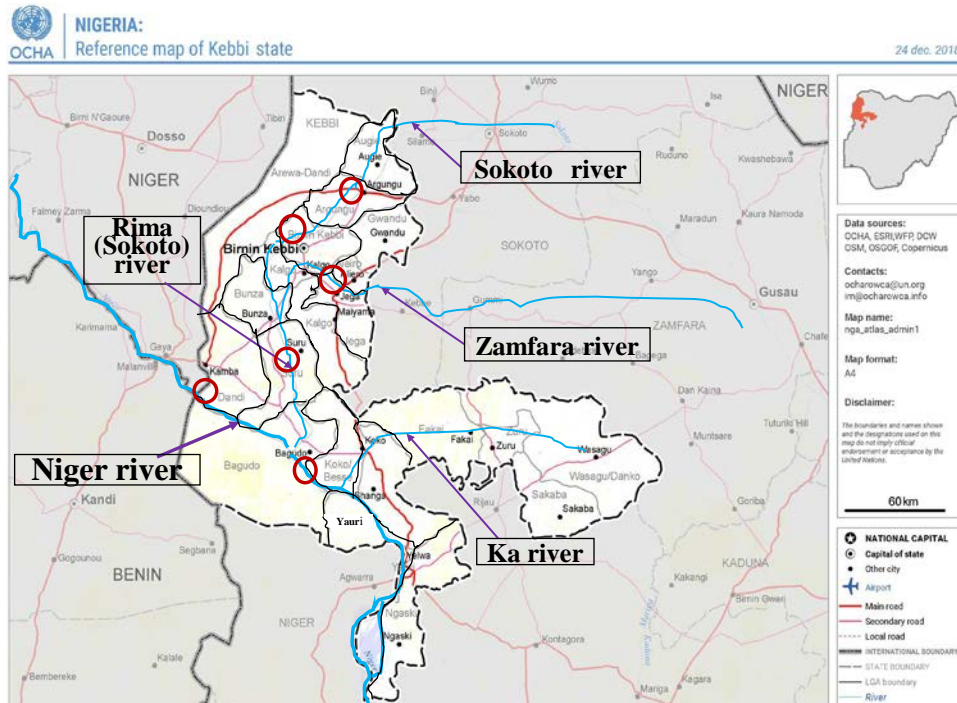


図 5. Kebbi 州全景：主要 4 河川と 21 の地方行政区(Local government area: LGA)。北から主要 4 河川の氾濫原を含む 12 の LGA が主要稲作実施自治体である。このうち赤丸で示す Arungungu, Birnin Kebbi, Jega, Suru, Dandi (Kamba), Bagudo 自治体でアフリカ水田農法 (SawahTechnology) の普及活動を世銀の FadamaIII プロジェクト、農民グループ、州政府と 2010-2017 年に実施した (Sawah Technology (6-1)Kebbi Rice Revolution 2024)。

Sokoto, Rima 川流域では Sokoto 州の Goronyo と Zamfara 州の Bakalori という 2 つの大規模灌漑スキームが稼働している。どちらの灌漑施設も、主に稲作のために合計約 2 万 ha の農地を灌漑している。Kebbi 州にはこのような大規模灌漑スキームはないが、世界銀行が支援するファダマ・プロジェクト (Fadama I, II, III) では、小型携帯ポンプ (1ha 当たり 1~2 台、2010 年の時点で、数万人以上の稲作農家が合計約 3 万 ha の灌漑稲作地に灌漑を行ったが、個々の灌漑稲作圃場の面積は 0.5ha 未満から十数 ha までと小さいが無数にあった。アフリカ水田農法の技術移転前は、このスキームの灌漑農地は、畦と均平化により水管理ができる水田基盤 (プラットフォーム) の基本的な機能である雑草制御機能を持たない「水田」基盤であった。すなわち、進化段階 1 (畦なし)、2 (畝立て栽培)、3 (貧弱な畦と均平化もしない 1 筆 20-50m² 以下の小区画準水田) であった。そのため収量は低く、1.5~2.5 トン/ha であった (第 8 節参照)。

2016 年の Kebbi 州全体の雨季稲作の作付面積は 41.6 万 ha で籾生産量は 125 万トン、平均収量 3.0t/ha であった。乾季の作付面積は 19.2 万 ha で、籾生産量は 91.7 万トン、平均収量は 4.8t/ha であった。21 の地域自治体 (Local government area: LGA) のうち 12 の LGA が図 5 に示す主要 4 河川沿いの氾濫原を有し、雨季と乾季の主要稲作実施自治体であった。No.1 は Suru LGA で 2016 年 5-10 月の雨季作 10.9 万 ha の作付で 36.5 万トン、収量は 3.3t/ha、2016 年 12 月-2017 年 5 月の乾季作は 3.5 万 ha の作付 16.1 万トン、収量は 4.5t/ha、雨季乾季合計は 14.4 万 ha の作

付で、52.6 万トン、収量 3.6 t/ha であった。以下、乾季雨季の合計籾生産量で No.4 は Birinin Kebbi で 21.7 万トン、No.6 は Arungungu で 16.6 万トン、。No.7 は Dandi で 16.6 万トン No.8 は Jega で 11.7 万トン、No.9 は Bagudo で 10.3 万トン等であった。

表 3. Kebbi 州の 12 の主要稲作自治体の雨期(2016 年 5 月-10 月)と雨期(12 月—2017 年 5 月)の籾生産、栽培面積、及び収量 (Aminu 等による GEMS4 の報告 2017 を引用。ただし以下の注に記載したように、収量で 2 倍の違いと籾精米比を FAOSTAT/NAERLS/USDA と整合するように源データの 61%とした(籾/精米比率が GEMS4 では 50%, FAOSTAT は 65%)。又、LGA 名の誤記や数値データの誤記は修正した。雨季作の農家戸数は 22.1 万戸、乾季作は 13.5 万戸であった)

LGAs	Clusters No	Subclusters No	Wet(ton)	Wet(ha)	t/ha	Dry(ton)	Dry(ha)	t/ha	Total(ton)	Total (ha)	Tota(t/ha)
Arungungu	1	26	115030	36500	3.2	50967	10046	5.1	165997	46546	3.6
Augie	1	31	52053	20722	2.5	20070	6376	3.1	72123	27098	2.7
BirninKebbi	1	51	159744	50688	3.2	57600	15840	3.6	217344	66528	3.3
Dandi	1	25	82841	30375	2.7	82909	19440	4.3	165750	49815	3.3
Bunza	1	35	37727	15563	2.4	15091	4150	3.6	52818	19714	2.7
Bagudo	1	65	69333	22880	3.0	33280	8580	3.9	102613	31460	3.3
KokoBesse	1	32	106773	33880	3.2	161280	27720	5.8	268053	61600	4.4
Suru	2	75	365059	108985	3.3	160964	35412	4.5	526023	144397	3.6
Jega	1	28	39273	14400	2.7	78196	13440	5.8	117469	27840	4.2
Shanga	1	45	96137	35250	2.7	123054	21150	5.8	219191	56400	3.9
Yauri	1	40	26909	12000	2.2	35455	13000	2.7	62364	25000	2.5
Ngaski	1	47	95891	35160	2.7	98193	16825	5.8	194084	51885	3.7
TOTAL	13	500	1246772	416403	3.0	917059	191879	4.8	2163831	608283	3.6

6. 2013 年 9 月、首都 Abuja で開催された Nigeria 経済サミットで、Kebbi 州 Dakingari 知事は「Kebbi 稲作革命」を宣言した。

ケッピ州のニジェール川とその支流氾濫原では、洪水はあるが、大きな洪水被害はない。しかし、管理が不十分な他州上流部のダムの破壊や放水による洪水被害も発生している。さらに近年では、地球温暖化の影響により洪水被害頻度が増加している。しかし、アジアの多くの国で見られるような、破壊的な洪水で灌漑水田システムが全滅する危険性は少ない。エジプトのナイル川デルタ地帯と同様に浸水は緩やかであるため、水田プラットフォームの畦畔の破壊や土砂の堆積により大規模な復旧工事が必要になるケースは多くない。むしろ細粒の粘土の堆積による肥沃度更新に資することも多い。又、個々の水田付近に設置されている塩化ビニール製パイプから浅層地下水を直接ポンプで汲み上げ周辺の 0.1-1ha の水田に 10-50m 長のホースでオンサイト灌漑する方式が多く、灌漑排水路は不要か、数 10m 以内と短い。しかし、雨季の比較的深い湛水により、近年は稲の洪水被害が頻発しているため、2013 年以降、FMARD は表 2 に示すように乾季作付け (12 月～5 月) を推進している。又、乾期栽培は雑草病害虫管理が容易というメリットがあり、又、日射量が多くエジプト型稲作の高収量を可能にしている (表 3、GEMS4 2017)。

Kebbi 州はスーダンサバンナ帯にあり (図 4)、年間雨量は 750-1000mm(雨期は 6-10 月)で、天水に依存する陸稲栽培は不可能であり、稲作は河川の氾濫原や内陸デルタに開発された灌漑水田稲作に限られる。氾濫原における稲作は洪水による氾濫リスクにどう対処するかが重要である。ケッピ州全域の総計約 50 万 ha の氾濫原の約半分は洪水リスクが比較的低い。洪水リスクの低い氾濫原では、雨季と乾季に稲は 2～3 期作が可能である。

図 5 に示すように、2010 年 6 月、ナイジェリア低地農業開発プロジェクト (Fadama III) は、

Sawah technology(アフリカ水田農法)を組み込むための実証とトレーニングを正式な MOU にもとづいて承認した。世界銀行の承認の下、2011年3月から2012年12月にかけて、ナイジェリア FMARD 傘下の農業機械化センター (NCAM) と近畿大学・島根大学の科研特別推進研究チームが、世界銀行が支援するファダマ(Fadama) III・ADP (州農業開発計画) と共同で、アフリカ水田農法の実証デモンストレーションと実地研修(On-the-job 訓練)を実施した。このアクションリサーチに必要な初期経費のうち、耕うん機3台と実地研修のためのSawah技術専門家費用は、科研「水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造、2007-11(代表若月)」、によった。その他の費用は世界銀行と農業農村開発省が支援するFadama III/ADPプロジェクトが支出した。ナイジェリア農業機械化センター (NCAM) /近畿大学と島根大学 Sawah・チームによる Sawah 技術の実証と実地研修は、Kebbi 州の主要稲作地域である Augungu、Birinin Kebbi、Jega、Suru、Bagudo の5つの自治体で実施した(図5)。その後のフォローアップとして科研「Sawah 技術の ODA 破壊的イノベーションによる内発的なアフリカの緑の革命実現、2013-16(代表若月)」と NCAM は農業農村開発省(FMARD)の ESTRASERIF (Expansion Strategy for Sawah Eco-technology and Rice Farming, 2014-2024 現在) が開始された。Kebbi 州では Dandi(Kamba) LGA で実施した。

表4. Kebbi州の中心的稲作地方自治体 (LGA)におけるアフリカ水田農法の実証と展示圃場と普及活動の成果 (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 1st Demonstration and Training, 2nd Extension and 3rd Dry season areas are shown in Figure 6.
Yield data by Fadama III
**Mean

2. Endogenous Extension, April 2012-October 2013

3. Dry season, Nov. 2012-May 2014

Local Governm. Area (LGA)	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
	ASD farm	1	5	300	6	1	5	300	6
Birnin Kebbi*	ABA farm*	1	4	260	6.5	1	4	—	—
	BB farm	1	3	180	6	1	6	360	6
	AS farm	1	3	180	6	1	6	360	6
Bagudo*	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	199	12595	6.3**

ケッビ州におけるアフリカ水田農法の初期普及活動は期待以上であった(表4)。当初2台の耕運機の供与で農民グループは18ヶ所(18ha)の展示圃場を開発し128トンの平均収量を得た。これを見た州内の篤農16名は自費で耕運機を22台購入し、2014年5月までで199haの水田を開拓し、雨期と乾季作合計330haで合計2100トンの籾生産(収量6.4トン/ha)を得た。Kebbi州知事は2013年9月、首都Abujaの経済サミットで、これらの結果を「Kebbi稲作革命」

と呼んだ (Dakingari 2013)。世界銀行報告書(2016)は以下のように総括している。即ち、Sawah Ecotechnology for Rice Farming (SERIF) が革新的であり、従来の籾収量 1.5~2.5t/ha に対して、Ebonyi 州と Kebbi 州の実証サイトでそれぞれ 6.5t/ha と 7.2t/ha の籾収量増が実現し、それを目撃した農家が Sawah Technology 導入し、各州、とりわけ Kebbi 州の籾生産が増大した。

ケッビ州政府は 2014 年から 1000 台の耕運機を補助金付きで全州に配布し、さらに農民も耕運機を追加購入して 2014 年からケッビ州の内発的灌漑水田は爆発的に拡大した。現アフリカ開銀総裁の Adesina 氏が農業大臣であった 2013-14 年に Sawah 技術と乾季稲作を推進したことは追い風となった。ケッビ州における 2011-24 年までの水田の進化拡大する様子や氾濫原の中に点在する輪中様の村落の洪水時の様子は Google earth で確認できる (12.767N 4.527E, 12.198N 4.371E, 11.949N 4.149E, 11.96N 4.119E, 11.329N 4.2E)。

かくしてケッビ州では 10 万戸以上の農民が 50 万ヘクタールの氾濫原の浅層地下水を 10 万台以上の携帯ポンプ (1 台 500 ドル程度) で灌漑する水田が 2020 年ころまでで 10 万ヘクタール以上に拡大し、雨季乾季 1-3 期作で籾生産 200 万トンを実現したという (Aminu 等 2017)。しかし、ケッビ州以外にニジェール、ベヌエ、ナサラワ、エボニ、デルタ、オンド州等でも同様の普及活動を行ったが、内発的発展は Niger 州の一部を除いてケッビ州にはるかに及ばない。

7. ケッビ州、その周辺州及び西アフリカの低湿地 (Fadama:ハウサ語) における各種の進化段階の水田 (農民による稲作時の水管理の容易さの程度による水田プラットフォームの定性的分類)



写真 1, 水田進化段階 1: 非水田湿地稲作 (左, Birinin Kebbi、右 Arugungu、1987 年 12 月撮影)

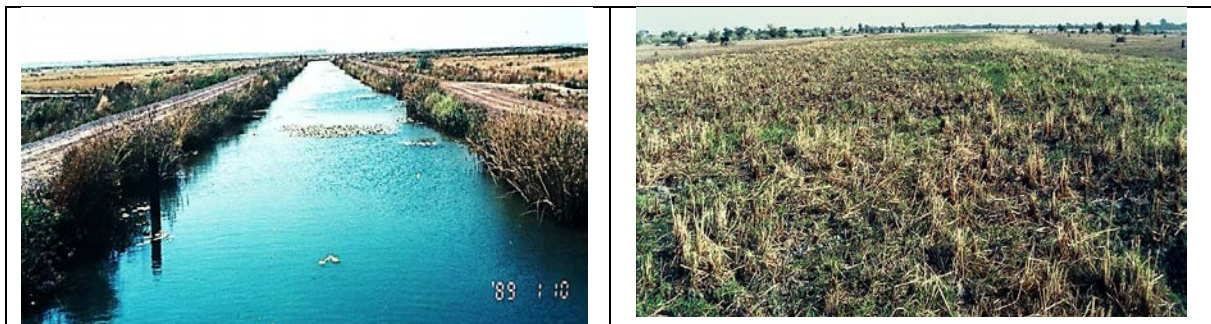


写真 2, 水田進化段階 1: 灌漑非水田湿地稲作 (マリ国 Niono 灌漑地 10 万 ha、1989 年 1 月)。進化段階 1 の水田プラットフォームは灌漑設備の有無にかかわらず、低地の稲作地で、畦がなく均平化もされていない稲作地を進化段階 1 と定義する。稲の栽培されている農地における人為的な水制御や養分管理がほとんどできないプラットフォームである。1930 年代、フランスが開始した SSA 最大の灌漑プロジェクトであるが、水田のない典型的な欧米型の灌漑プロジェクトであった。写真 5 の台湾のモデルが浸透して 2000 年ころからは進化段階 4-5 の水田整備が行われた。



写真3、水田進化段階2：灌漑畝立て栽培（Niger州、左2005年8月、右1987年9月撮影）畑作物のように畝立て稲作が行われている低地水田は進化段階2と定義する。灌漑はされているが、稲の栽培されている農地の人為的な水制御は困難で、雑草制御も養分管理も困難である。



写真4、水田進化3：灌漑小区画（準）水田（左はNiger州2005年9月、右はKebbi州2011年5月撮影）。灌漑システムの有無に関わらず、20～50㎡サイズの畦畔を持つ水田。各々の水田の水田表面は均平化されておらず、畦は小さくて弱いため人間がその上を歩くことは不可能である。人為的な水制御により雑草制御や養分管理が困難である。



写真5、水田進化段階4：灌漑移植水田（牛馬耕作：均平化度±5cm）。ブルキナファッソ、台湾チームが1969年に開田。



写真6、水田進化段階5：灌漑移植水田（耕運機耕作：均平化度±5cm）（左右ともKebbi州、左は2011年5月撮影、右は2019年2月撮影）。進化段階4は人力による鋤耕作または鋤を使う家畜耕作と対応している標準的な水田プラットフォームであり、緑の革命技術が有効に作動するプラットフォームである。標準的な低地灌漑水田プラットフォームで、1区画の面積が約100㎡よ

り大きく、畦は丈夫で歩行可能で水漏れがない。1 筆水田土壌表面の均平化度が±5cm 以内の高低差である。人為的な水制御により雑草制御や養分管理が可能であり、メタン等の温暖化ガスの発生制御も可能である。進化段階 5 の水田は耕運機耕作等の、農業機械化と共進化している灌漑水田プラットフォームで、圃場面積が約 1000 m²より大きく、水田は漏水のない丈夫な畦があり、水の取水口と排水口の開閉管理により水制御が容易である。均平度が±5cm 以内の高低差である。SSA では動力耕運機および/または小型トラクターによる耕作が効率よくできる。10 馬力の動力耕運機 1 台で年間 15ha の水田稲作が可能である。



Google earth image による Kebbi 州 No.1 稲作 LGA である Suru 付近の Rima 川氾濫原（右は三日月湖）における農民の自力開発オンサイト・ポンプ灌漑水田の拡大（上は 2010 年撮影で水田区画なし、下は 2020 年撮影で全面 400ha が水田区画となっている）。マーカー線長は 500m

8. アフリカ水田農法（SawahTechnology）のイノベーションとしての技術の特徴

個々の農民レベルで実施可能な、小規模の堰灌漑あるいはオンサイト小型ポンプ灌漑水田開発に小型耕運機等の適正機械をブルドーザー代わりに使うことを特徴とする。進化段階 4-5 水田（均平化度±5cm の移植稲作栽培が可能）を新規に開田し、同時に水田稲作を農民の自力で行う技術がアフリカ水田農法（Sawah Technology）の基本的技術である。SSA の大部分は緩やかな勾配と破壊力の小さい水文条件にあるため、1 台、2000-3000 ドルの小型耕耘機があれば 1 年で 5-10ha の水田が新規開田できて、10-20ha の水田稲作が可能である。重機類は下の写真 7 のような初期

開発段階の低湿地のように、無数の水路や三日月湖が錯綜する氾濫原では使用が不可能である。

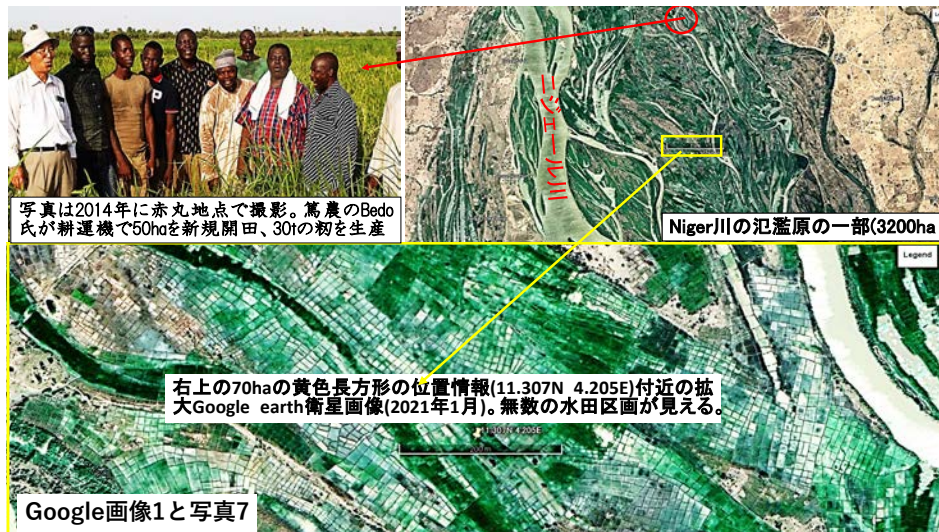


写真7. Kebbi州のBagudo LGAはニジェール川本流氾濫原で、氾濫の危険度は比較的高いが、破壊力はあまり大きくないので、乾期を中心にオンサイトポンプ灌漑水田稲作が拡大中である。

下の写真8①と④は動力耕うん機にプラウと湿地用ケージホエールを装着し、農民の鋤作業と連動させることで、氾濫防止用の大型の畦（堤防）の造成や水路の開削作業を効率化できる。農民はバックホウの代用として使える。写真8②は耕運機にスチール製均平柵、回転代掻器とプラウを装着し、土を流動化（いわゆるチキソトロピー）し、均平化できる。又、写真8③のように効率よく排水路を切削できる。これによりブルドーザーなしでも土を20~50m移動できる。写真はNiger州Bida市のKaduna川氾濫原のEdozhigi灌漑プロジェクトサイトのGnajigi村付近で撮影（2015-17年に撮影）。



9. 文献

Aminu A, Adnan A, Abdullahi ZA, and Halliru M, 2017, Identification and Mapping of Rice Production Clusters in Nigeria: Production Estimations and Cross-cutting, 1-261 pages, GEMS4/Coffey International Development LTD, Abuja-Nigeria

- https://scholar.google.co.jp/scholar?hl=ja&as_sdt=0%2C5&q=Identification+and+Mapping+of+Rice+Production+Clusters+in+Nigeria%3A+Production+Estimations+and+Cross-cutting+Issues&btnG=
- Andriess W. 1986. Wetlands in SubSaharan Africa, Area and Distribution, *In Juo ASR and Low JA edited "The Wetlands and Rice in SubSaharan Africa"*, pp15-30, Proceedings of an international conference on wetland utilization for rice production in sub-Saharan Africa, p1-318, 4-8 November 1985, Ibadan Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture.
- AQUASTAT 2016. <http://www.fao.org/nr/aquastat>
- FAOSTAT, 2024. <http://www.fao.org/statistics/en/>
- FAO-Unesco 1977. FAO-Unesco Soil map of the world Volume VI Africa, Printed in Rome , Italy, 1-299pages with color and black/white maps. The digital version: <http://www.fao.org/3/as357f/as357f.pdf>, Africamap3:http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils/docs/Soil_map_FAOUNESCO/new_maps/VI_3_petit.jpg
- Hsieh Sung-Ching 2001. Agricultural Reform in Africa, With Special Focus on Taiwan Assisted Rice Production in Africa, Past, Present and the Future Perspective, *Tropics*, Vol.11(1):33-58, https://www.jstage.jst.go.jp/article/tropics/11/1/11_1_33/pdf/-char/en
- JICA 2018. Coalition for African Rice Development (CARD) Final Review Assessment Africa Region, Final Report, <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12305744.pdf>
- JICA 2021. JICA Technical manual for rice cultivation in Africa, CARD Implementation review 2008-2018, 1-253pages, https://riceforafrica.net/wp-content/uploads/2022/05/jica_manual_1apr2021_jp.pdf
- JICA 2018. Coalition for African Rice Development (CARD) Final Review Assessment Africa Region Final Report, <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12305744.pdf>
- JICA 2021. JICA Technical manual for rice cultivation in Africa, CARD Implementation review 2008-2018, 1-253pages, https://riceforafrica.net/wp-content/uploads/2022/05/jica_manual_1apr2021_jp.pdf
- OCHA 2018. Nigeria: Reference Map of Kebbi state (As of 24 December 2018), <https://www.unocha.org/publications/map/nigeria/nigeria-reference-map-kebbi-state-24-december-2018>
- Oki T, Agata Y, Kanae S, Saruhashi T, Yang D, and Musiaka K. 2009. Global assessment of current water resources using total runoff integrating pathways, *Hydrological Sciences Journal*, 46(6) 983-995, DOI:10.1080/02626660109492890
- Project Synergy of Nigeria Government, 2004. The Nigeria Rice Memorabilia, Published in the Federal Republic of Nigeria, The Reagent Printing and Publishing Ltd, Abuja, pp.1-1145.
- Sawah technology home page, 2024. Sawah Technology(1) Rice Green Revolution Statistics of Sub Saharan Africa (SSA) and Asia during 1961-2021, http://www.kinki-ecotech.jp/download/sawahtech/sawahtech_1_10Jul24.pdf, Sawah Technology (2) Background, http://www.kinki-ecotech.jp/download/sawahtech/sawahtech_2_6jul24.pdf, Sawah Technology(4)Principle and theory, http://www.kinki-ecotech.jp/download/sawahtech/sawahtech_4_10jul24.pdf, Sawah Technology(5)Practice and Potential, http://www.kinki-ecotech.jp/download/sawahtech/sawahtech_5_18sep22.pdf
- The third national Fadama project, 2017. <http://projects.worldbank.org/P096572/third-national-fadama-development-project-fadama-iii?lang=en>
- Van Dam AJ and Van Diepen CA. 1982. The soils of the flat wetlands of the world, their distribution and their agricultural potential. Technical paper 5 for Polders of the world, pp1-50. Wageningen, International Soil Muesum, http://www.isric.org/isric/webdocs/docs/ISRIC_TechPap05.pdf
- Wakatsuki T, Shinmura Y, Otoo E and Olaniyan GO. 1998. African based sawah systems for the integrated watershed management of small inland valleys in West Africa. In FAO Water Report No. 17. Institutional and Technical Options in the Development and Management of Small Scale Irrigation. Rome, pp 45-60. http://www.kinki-ecotech.jp/download/FAO_WaterReport17_1998.pdf
- World Bank, 2016. Implementation Completion and Results Report on a Credit to The Federal Republic of Nigeria for a 3rd National FADAMA Development (FADAMA III) Project, Report No:ICR00003895, <http://documents.worldbank.org/curated/en/956751479735474649/pdf/FADAMA-III-ICR-P096572-Nov-2-2016-11162016.pdf>, Page 10: Partnership for Innovative activities