

更新(2018年6月18日)

アフリカ水田農法(Sawah Technology) (II-1):ナイジェリア、ケッビ州稲作革命 Kebbi Rice Revolution により谷地田農法からアフリカ水田農法へ進化

若月利之(島根大学名誉教授)

目次

- 1、Kebbi 州は 2016 年に年間籾生産 185 万トンを達成し、ナイジェリア No.1 の稲作州となったか？
- 2、Kebbi 州 Dakingari 知事は 2013 年 9 月首都の経済サミットで Kebbi Rice Revolution を宣言
- 3、Kebbi 州の氾濫原低地におけるアフリカ水田農法導入以前の稲作:1987 年と 2011 年の調査
 - 3-1、現在から 30 年前、1987 年頃の Arugungu 氾濫原の稲作
 - 3-2、2011 年、アフリカ水田農法の訓練直前の Kebbi 州の稲作
- 4、2011-2015 年のアフリカ水田農法 Sawah Technology のデモンストレーションと訓練
- 5、Arugungu 付近の Rima 川氾濫原での 2011-2015 年の訓練とデモンストレーション
 - 5-1、Arugungu 市街に近い Rima 川を横切る幹線道路の AR1 付近における訓練
 - 5-2、Madigandu 農場
- 6、Jega 市の南の Zamfara 川氾濫原における訓練
- 7、Birinin Kebbi 地域における訓練とデモンストレーション
- 8、Bagudo 地域における 2014 年までのアフリカ水田農法の普及状況
- 9、参考文献

1、Kebbi 州は 2016 年に年間籾生産 185 万トンを達成しナイジェリア No.1 の稲作州となったか？

年間籾生産 185 万トンのデータ (Shehu and Lolo 2017) が事実とすると、2011-14 年の FAOSTAT のデータで比較した場合、ナイジェリア 37 州の 1 州に過ぎない Kebbi 州だけで、マダガスカルの半分、タンザニア、マリ、ギニア等のアフリカの主要稲作国の米生産量と同等の生産を実現したことになる。ガーナ国全体の籾生産は 2011-14 年平均で 50 万トンなので、実に 3 倍以上になる。にわかに信じがたいデータであるが、ナイジェリアのかつての籾生産 No.1 の Niger 州の稲作民ヌペ人の中心地、Bida 市内の米マーケットで、Kebbi 州産のコメが大量に出回るようになったこと(2017 年 1 月の観察)や、2015 年以降ナイジェリアの各種の新聞やインターネットで Kebbi Rice Revolution の報告が多数あることから、全くの事実無根でもなさそうである。

2017 年 8 月末に Kebbi 州中央部、Birinin Kebbi 市の南 50km の Rima 川氾濫原の Sangelu や Suru 付近で、2012-2016 年の 5 年間で、農民のポンプ灌漑自力水田開発が 2000ha 規模で実現したことを、偶然 Google Earth 画像で確認できた。Sokoto 州から Niger 州までの Rima 川と Niger 川の氾濫原の合計の長さは、Kebbi 州全体で 450km に達し、その幅は 3-15km あり、平均 10km とすると約 45 万 ha ある。後述する Sangelu と Suru 氾濫原はそのうちの約 2 万 ha を占めるだけであるので、単純な外挿で 4.5 万 ha の灌漑水田開発が 2012-2016 年の 5 年間で無数の農民による自力で実現したことが推定される。

アフリカ水田農法(I)の過去半世紀の稲作統計(FAOSTAT 2017)の項で説明したが、過去 50 年でサブサハラアフリカの年間籾生産は 1961-65 年平均で 353 万トン、2011-14 年平均で 2273 万トンと急増した。アフリカ諸国の基礎統計データの信頼性に不安があることは事実であるが、この 1920 万トンの増産の 68%、1300 万トンは西アフリカ諸国の貢献であった。そのうちの 520 万トン、27%はナイジェリアの貢献であった。ナイジェリアでは 2010 年以前の 400 万トンのレベルから 2014 年の 670 万トンと著しい増産であるが、2015-16 年以降の増産がさらに著しいことが明らかになりつつある。ナイジェリアの政府の公式農業統計 (NAERLS and FDAE 2014) は今のところ雨期作の籾生産データしか公表されていないが、2013 年は 611 万トン、2014 年は 673 万トンの籾生産が推定されている。FAOSAT は基本的に NAERLS and FDAE のデータに依拠しており、2013 年から本格的に始まった乾季作の籾生産データは含まれていない。ナイジェリア連邦農業省の報告によれば(表 1、Johnson and Masias 2017)、乾季稲作(雨期が終了する 11 月ころから雨期の始まる 5 月

ころにかけて実施)が本格的かつ政策的な支援を受けた 2013 年の初年度で、約 100 万トンの乾季籾生産が上積みされたと推定された。北部の Jigawa、Kebbi、Katsina、Sokoto、Zamfara、Kano 等の諸州を中心に、2016 年以降 Niger、Kogi、Bauchi、Gombe 等の諸州でも乾季作が拡大しつつある。この乾季作は Kebbi 州では個々の農民圃場での小型ポンプ浅井戸灌漑(1ha 当たり 2 台程度を使用し 8m 以浅の浅層地下水を利用)が中心であるが、その他の州では州政府や連邦政府による大規模灌漑スキームを中心に実施された。

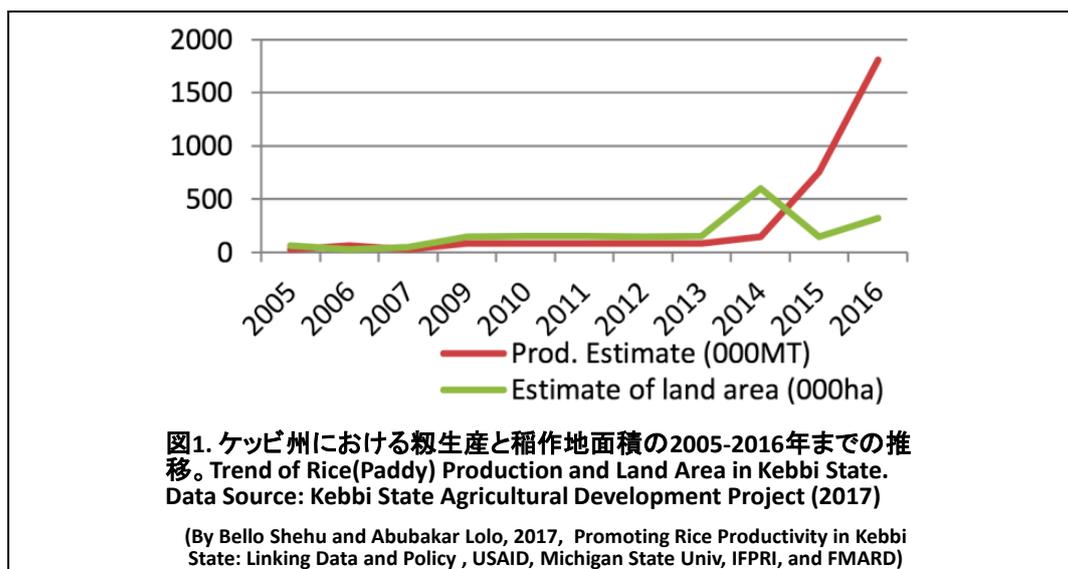
2017 年の Kebbi 州 ADP の報告 (Shehu and Lolo 2017) と NAERLS and FDAE (2014) によると、乾季作が一般的でなかった 2011-2012 年までの年間籾生産量は約 6 万トンであった。しかし 2013 年以降、信じがたいような大增産が始まった。即ち、2013 年の雨期作 19 万トン、乾季作 22 万トン、合計 39 万トン、2014 年は乾季作 33 万トン、雨期作 19 万トン、合計 52 万トン、2015 年は乾季雨期の合計で 75 万トン、そして、図 1 に示すように、2016 年では乾季雨期の合計で 185 万トン(雨期作 107 万トン、乾季作 78 万トン)となり、ナイジェリア No.1 の米作州となった (Shehu and Lolo 2017、Tene 2017、Essiet 2016、Yombe 2016)。2012 年から 2016 年までの 4 年間で 6 万、39 万、52 万、75 万、185 万トンと 30 倍以上の増産である。Kebbi 州のナイジェリア全体の籾生産割合は 2011 年 1.3%、2012 年 1.2%、2013 年 8.1%、2014 年 6.7%、2016 年 20.3%となった。驚くべき増産と言える。下図の統計データの信頼性は今後検証の必要はあるが、Kebbi 州方式による米生産革命の実現は隣接の Niger 州でも合言葉となっている(2017 年 10 月 16 日、Niger 州での Sawah Technology の普及計画の説明に訪問した NCAM Sawah Team 代表の Segun 氏への副知事の発言)。

表1. ナイジェリア連邦農業農村開発省(FMARD)は、2013年の乾季稲作振興のために以下の10州で農民一人当たり50kgの種籾と100kgの15-15-15NPK化成肥料と50kgの尿素肥料を計267491人の農家に配分した。この結果、これまでの雨期作に加えて、約107万トンの籾生産を増加することができた(と報告)。

- In 2013, for first time ever, we launched Dry Season farming of rice to take advantage of irrigation capacity in the North of Nigeria
- For first time ever, Federal Government provided massive support for dry season rice cultivation in 10 states;
- 267,491 farmers received 50kg seeds, two bags of 15-15 NPK and one bag Urea
- This has added an additional **1,070,364 MT** of food in 2013. This is one-third of total paddy needed to be self-sufficient by 2015

State	Number of farmers	Estimated paddy production (MT)
Bauchi	5,822	23,288
Gombe	9,664	38,656
Jigawa	74,972	299,888
Kano	31,491	125,964
Kastina	3,334	13,336
Kogi	7,355	29,420
Niger	1,002	4,008
Sokoto	46,087	184,348
Zamfara	32,391	129,564
Kebbi	55,473	221,892
TOTAL	267,591	1,070,364

Johnson M and Masias I (2017): Agricultural Policy Project, Assessing the state of the rice milling sector in Nigeria: The role of policy for growth and modernization, IFPRI Research the Future Innovation Lab for Food Security Policy, Research Paper 59, 1-35pp, Feed The Future, USAID, Michigan State University, FMARD. Data source: FMARD (2014)



この最近の大増産で特筆すべきは上述のように灌漑稲作地の乾季作の推進が図られたことである。このうち Kebbi 州のみは他の諸州のように政府主導の大規模灌漑プロジェクトは存在せず、以下に述べるように1 ha に 2 台程度の小型ポンプを使い、氾濫原の 8m 以浅の地下水をくみ上げて灌漑する方式で、農民の自力による灌漑システムの整備が行われてきた。この農民の自力整備を支えてきたのが過去 30 年世界銀行/アフリカ開発銀行の支援する Fadama Project (2017) で Fadama I(1993-1999)、II(2004-2009)、III(2008-2019)と続く長期プロジェクトで、10 万台以上のポンプが 10 万人以上の農民に実装され、タマネギ等の野菜栽培と小区画準水田による灌漑稲作が行われてきた。2011 年以降、アフリカ水田農法と結びついたことが効果的であった。2013 年以降、氾濫を回避できる乾季作の推進が農民の自力水田開発に加速度を付けた。

一方、Kebbi 州以外の Jigawa、Sokoto、Zamfara、Kano 等の諸州では、10 数年以上前から政府の開発プロジェクトにより、それぞれの州で数千～数万 ha の大規模ダム灌漑システムが整備されていた。例えば図 5 に示す Sokoto 州の Wurno、Zamfara 州の Bakolori 灌漑プロジェクト等である。表 1 に示すように 2013 年 11 月-2014 年 6 月の乾季作で Jigawa、Kebbi、Sokoto、Zamfara、Kano の北部州を中心に約 100 万トンの追加生産があった (Johnson and Masias 2017)。ということはナイジェリアの 2014 年の全籾生産は FAOSTAT のデータ 673.4 万トン (原データは NAERLS and FDAE 2014 を使用) に乾季作分の 107 万トンを加えた 780 万トンになる。2015 年以降の公式データは得られていないが、非公式調査 (イギリスの UKAID が支援する国際 NGO である GEMS4 が 2017 年 5 月に報告した Mapping of rice production clusters in Nigeria) によれば、2016 年の乾季・雨期作合計の籾生産量は 912 万トンに達したと推定される (Tene 2017)。GEMS4 によれば 2016 年の州別籾生産ランキング No.1 の Kebbi 州の 185 万トンに続くのは、Kano 州の 144 万トン (雨期 95 万トン、乾季 49 万トン)、以下、Jigawa、Taraba、Sokoto、Zamfara 州と北部諸州が上位を占めた。

但し後述するように、ナイジェリア政府の公的大規模灌漑システムである Kano 州の Kadawa、Jigawa 州の Hadejia、Zamfara 州の Bakalori、Sokoto 州の Wurno 等の水田進化の段階は非水田の細長地条 (段階 1)、畝立て栽培 (段階 2)、小区画水田 (段階 3) であり、籾収量は 3t/ha 以下と推定され、進化段階 4 に達した Kebbi 州とは異なり、表 1 の政府の推定の半分程度の生産に留まると思われる。

2004 年発刊のナイジェリア政府発刊の稲作総覧 (Federal Republic of Nigeria 2004) によれば、2001 年時点での籾生産 No.1 は Kaduna 州の 60 万トン、No.2 は Niger 州 47 万トン、No.3 は Benue 州 29 万トン、No.4 は Taraba 州 20 万トン、No.5 は Adamawa 州 12.9 万トン、No.6 は Borno 州 12.7 万トン、No.7 は Kano 州 12 万トン、No.8 は Ebonyi 州 11.7 万トン、No.9 は Nasarawa 州 10.6 万トン、No.10 は Kogi 州 10.3 万トン、No.11 は Bayelsa 州 8.7 万トン、No.12 は Gombe 州 6.9 万トンで、No.13 にようやく Kebbi 州が顔を出し 6.8 万トンであった。2001-2011 年までは Kebbi 州では米生産に注目すべき変化はなかった。

2、Kebbi 州 Dakingari 知事は 2013 年 9 月首都の経済サミットで Kebbi Rice Revolution を宣言

図 2 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 はアフリカ水田農法 Sawah Technology をプロジェクト技術として取り込むためのデモンストレーションと訓練の実施を承認した。

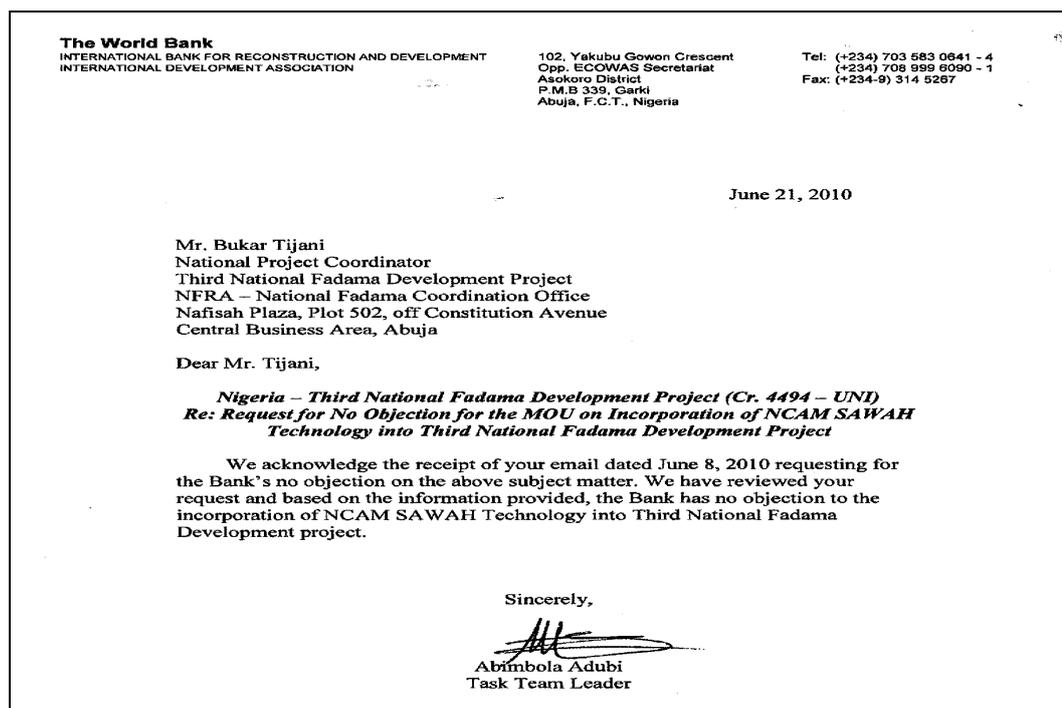


図 2. 世界銀行は 2010 年 6 月、ナイジェリア農業機械化センター (NCAM) と近畿大学、科研特別推進研究のアフリカ水田農法 Sawah Tehnology をナイジェリア Fadama III プロジェクトに組み込んで実施することを承認。

世界銀行の承認を受けて、2011 年 3 月-2012 年 12 月にナイジェリアの農業機械化センター (NCAM) と近畿大学/島根大学チームは世界銀行支援の Fadama III/ADP (州農業開発公社) と連携して、州内の主要河川の氾濫原に分布する主要稲作地を網羅する Arugungu, Birinin Kebbi, Jega, Sangel, Suru, Bagudo の 6 地域で、アフリカ水田農法 Sawah Technology のデモンストレーションと訓練を実施した (図 3、これら 6 地域の位置は図 5 に示す)。Kebbi 州以外でも Lagos, Delta, Ebonyi, Benue, FCT (首都特別州) でも同様のデモンストレーションと訓練を各州 Fadama III/ADP と連携して、NCAM/近畿大学/島根大学の Sawah チームメンバーが実施した。世界銀行は図 4 に示すように 2016 年に Sawah Technology の技術評価を Fadama III プロジェクトの実施完了報告書で「ナイジェリアの 6 地政区分を代表する 6 州でのデモンストレーションと訓練の結果を評価し、Sawah Eco-Technology によって農民レベルでこれまでの 1.5-2.5t/ha の籾収量を 6.6-7.2/ha まで増加させることができた」と述べている。実施した我々の観察によれば、6 州のうちこの技術が農民レベルにまで普及できたのは Kebbi 州のみであった。Lagos 州と FCT は稲作農民の絶対数が少ない、Delta 州と Benue 州ではデモンストレーションサイトが氾濫で破壊された、Ebonyi 州では訓練とデモンストレーションは比較的順調に進行したが、連邦政府や州政府及び稲作農民組織との連携がスムーズでなく、今のところ見るべき成果は得られていない。

Kebbi 州における技術移転と普及の成果は表 2 (Yeldu 2014) に示した。2012 年 4 月までで、科研の特別推進研究で供与した 2 台の耕耘機を使い、農民グループが Arugungu, Birinin Kebbi, Jega, Suru, Bagudo の 5 地域で 18 ケ所、各々 1ha、計 18ha の自力水田開発 (小区画準水田を標準的な水田に改良) を行い、合計 128 トン (平均籾収量 7.1t/ha) を実現した。Kebbi 州知事は、2013 年 9 月、首都 Abuja の経済サミットで、この成果を Kebbi Rice Revolution と呼んだ (図 3, Dakingari 2013)。Kebbi 州知事の Abuja での経済サミット (Dakingari 2013) では 2013-14 年の稲栽培面積 38 万 ha で雨期作 (時期は年によって多少異なるが雨期の始まる 6 月ころから氾濫が収まる 11 月ころ) 70 万トン、乾季作 (雨期が終わり氾濫の収まる 10 月頃から、雨期の始まる 6-7 月ころ) 17 万トンの推定値を公表した。年をまたぐので図 1 のデータと多少異なり、又、政治家であるため多少 (かなり?) の誇張が混じっている可能性はあるが、2013-2015 年に Kebbi 州における稲作に革命的な技術革新と農民への普及があったことが推定される。表 2 の 1 の 2011 年から 2012 年 4 月までの 18ha のデモンストレーションと訓練が、ナイジェリア Sawah チームの貢献であるが、それ以降の表 2 の 2 と 3 に示す耕耘機 22 台を購入しての 2012 年 4 月-2013 年 10 月と 2013 年 11 月以降 2014 年の乾季作は、ほとんどすべてが農民グループと Kebbi 州 Fadama III/ADP の自助努力である。その後農民は 20 台の耕耘機を自費購入し 2014 年 5 月末までの乾季水田稲作面積を 199ha に拡大し、1260 トン (6.3t/ha) の籾生産を実現した。

以上の成果を受け州政府は 1000 台の耕耘機を購入し、2015 年 5 月から 1 万 ha 規模の農民の自力水

田整備プロジェクトを開始した。州政府購入の中国製耕耘機の性能が悪かったこともあり、補助金付きの州政府購入の耕耘機ではなくて、その後も州政府とは別に、農民の自力による耕耘機の購入と水田開発と整備も拡大した。ナイジェリア Sawah チームは 2012 年 11 月と 2014 年 6 月には現地における水田開発の進行の調査、又、2015 年 7 月にはインドネシア(クボタ)KHS 社のモールドボードプラウ(Mould board Plough)、パドラー(Puddler)、レベラー(Leveler)を装着して泥湿地対応のケージホイール(Cage Wheel)付きの耕耘機訓練を供与しながら、農民の自力水田開発を促進する技術指導も実施した(後述の図 12 と図 14-17)。

図 5 の上に張り付けた図は Sokoto 市付近の Rima 川の氾濫の様子を示す Google Earth の 2010 年 9 月 8 日の写真である。氾濫は幅 2-3km の氾濫原全体に広がっている。通常氾濫時期は 7-9 月で、かつては数ヶ月の氾濫が続くこともあり、後述の図 7-8 に示すように、今から 30 年前の 1987 年の本著者による調査時の Birinin Kebbi 付近の写真に示すように浮稲栽培も行われていたが、現在はほとんど見られなくなった。上流の Sokoto、Zamfara、Katsina 州に作られている多数のダムにより通常数週間以内で氾濫は収まる。ただし管理の悪いダムの破壊や放水による氾濫も発生する。氾濫堤防はないが、氾濫原の範囲を超える氾濫はめった発生しない。図 5 に示すように 2001-2015 年の 15 年間で氾濫が問題になった地域は Birinin Kebbi 周辺と Bagudo からベニンにかけてのニジェール川氾濫原であるが、氾濫原全体の 60%以上は 10 年に 1 回程度の冠水被害に留まる(Zwart et al. 2016)。又、アジアと異なり、氾濫の破壊力は大きくないので、氾濫原に開発した水田が大きなダメージを受けることは少なく、氾濫時期の 7-9 月を避ければ、浅い地下水(通常 8m 以浅)を簡易ポンプ(1 台 250ドル程度、1ha に 2 台)で揚水して、9-10 月から 7-8 月で 2 期作が可能である。

RICE REVOLUTION

GROWING AGRICULTURE IN KEBBI STATE:

A PAPER PRESENTED BY THE EXECUTIVE GOVERNOR OF KEBBI STATE, HIS EXCELLENCY, ALH. SA' IDU USMAN NASAMU DAKINGARI AT THE 19TH NATIONAL ECONOMIC SUMMIT GROU (NESG) HELD IN ABUJA ON THE 4TH SEPTEMBER, 2013.

- Three hundred and eighty thousand (380,000) hectares of land has been brought under rice cultivation during the wet season.
- sixty thousand hectares under irrigation.
- 150,000 farmers participating .
- Target for 2013/2014 - 500,000 farmers
- The State has a large number of vibrant registered cooperative rice farming associations
- The State was able to obtain the highest national yield of 7.6tonnes per hectare in the year 2010 under the SAWAH/FADAMA programme using power tillers and proper agricultural practices.

図3. Kebbi州Dakingari知事の2013年9月4日のAbujaの経済サミットにおける稲作革命の宣言

FADAMA III PROJECT:

- Kebbi State Government in collaboration with the World Bank implemented the Fadama I & II and is presently implementing the third National Fadama Development Project.
- The Programmes provided wash bores, tube wells, water pumps; small earth dams, Fadama access roads, rural market infrastructures, and other needs as required by the communities,
- 45,000 farmers benefited
- disbursement - N1.7bn

CONCLUSION

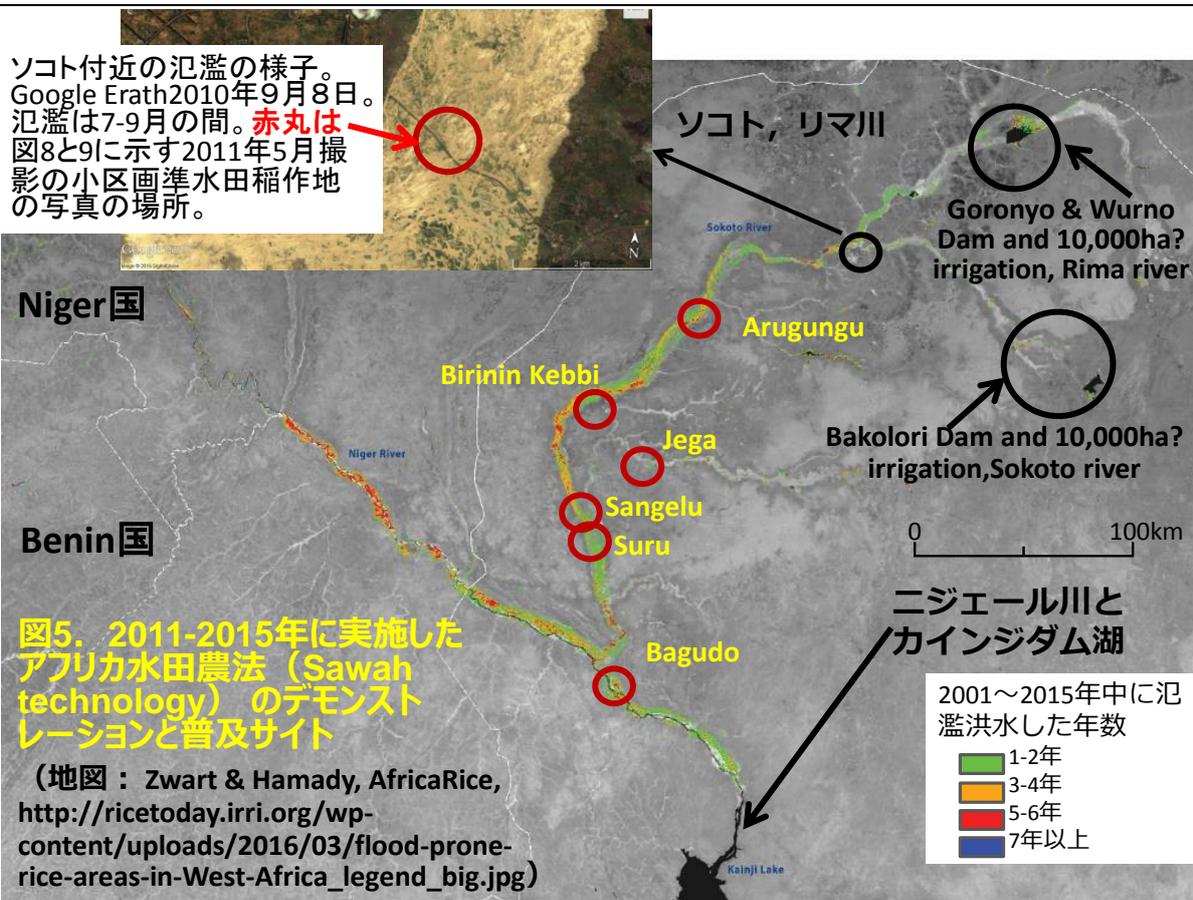
- In conclusion our collective effort to date has resulted in;
- Making agriculture more attractive to the youth,
 - Reducing unemployment and restiveness among the youth,
 - increasing food production, providing food security, wealth creation and reducing poverty
 - Increase in hecterage under cultivation to 45% from 35% during the wet season and 35% from 20% in the dry season.
 - Dry season rice production increased to about 170,000 metric tons
 - Wet season rice production is estimated at about 760,000 metric tons.

i Partnership for Innovative activities: About thirty identified innovative activities were introduced into the project implementation across the States through partnerships. These activities increase the level of benefits to FCAs/FUGs, enhance the achievement of the PDO and also ensure sustainability of sub-projects. These innovative activities can be categorized as collaboration/partnership and sole initiatives. Such collaborations are with research institutes, donors, regional bodies, agro firms, and other units within the World Bank, etc. The sole efforts include bio-gas production, improved use of ICT services, ...

図4. Fadama III 終了時のアフリカ水田農法の評価。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, Page10 の以下の8行に記載) : Fadama IIIは2010年、国立農業機械化センター (NCAM) と近畿大学のアフリカ水田農法Sawah Eco-technology技術を取り入れることに合意し、ナイジェリアの6つの地域区分のそれぞれのデモンストレーションサイトで大変良い結果を示した。EbonyiとKebbi州ではこの技術を採用した農民達は、従来の収量1.5-2.5t/haのレベルを6.5-7.2t/ha増加させた。

... Region VPU Award in 2013. The project also collaborated with National Center for Agricultural Mechanization (NCAM)/Kinki University, Japan in 2010, on Sawah Ecotechnology for Rice Farming (SERIF) in five pilot States of Benue (North Central), Delta (South South), Ebonyi (South East), Kebbi (North West), Lagos (South West) as well as FCT. Results obtained from the demonstration sites was very positive and it indicated that it is possible to have paddy yield increase of 6.5t/ha and 7.2t/ha as witnessed in the demonstration sites in Ebonyi and Kebbi States respectively, against traditional paddy yield of 1.5-2.5t/ha. The adoption by farmers increased yield of rice in states.

10



Kebbi 州では過去 20 数年、世銀支援の Fadama(低地) 開発プロジェクト I(1993-2002 年)、II(2003-2010 年)、III(2010-2019 年)により、大型ダムでなくて、氾濫原や内陸デルタの 8m 以浅の浅層地下水を 10 数万

台の小型ポンプ(1ha 当たり 1-2 台、250-500ドル)で、数万人の農民個々人が灌漑する方式で、稲作とタマネギ栽培等を実施してきた。この農法とアフリカ水田農法 **Sawah Technology** がタイミングよくドッキングできた (World Bank 2016、図 4)と言える。これまで内陸小低地をターゲットとしてきた **Sawah Technology** は、Kebbi 州での実践により、氾濫原や内陸デルタも展開できるようになり、谷地田農法(若月 2009)からアフリカ水田農法に進化した。

1986年に IITA 派遣の JICA 専門化として農民の自力による灌漑水田開発技術に関する最初のオンファーム実証研究を始めたのは、Niger 州の Bida であった (IITA 1986、1987、若月 1989、1997)が、全州的な展開という点では Kebbi 州にはるかに遅れた。ただ、Kebbi 州での 2011-2015 年のアフリカ水田農法のデモンストレーションと訓練の実施では Bida の我々のサイト(Ejeti 村等)の農民が、Bida 駐在の **Sawah** スタッフに同行して農民間技術移転を行った。逆に、Kebbi 州の篤農からは Bida で井戸掘り技術の指導をもらった。これにより Bida でも 2014 年の乾季稲作が始まったが、一部の農村に留まり、ようやく展開が始まったが、大変遅々としている。

このような差の原因は、稲作農民から見れば、Kebbi 州では農耕民ハウサと遊牧民フラニの融合が進んでいるが、Niger 州では稲作民ヌペとフラニの分断は依然として大きい。又、Kebbi 州では王族、州政府傘下の **Fadama**(低地農業開発機構)や **ADP**(農業開発プロジェクト)、農民組合の連携が素晴らしいが、Niger 州内では政治権力はフラニ、グワリ等が握っているが、稲作民のヌペ人はそのような政治権力(資金)へのアクセスはあまりない。このため、ヌペ州としての独立を目指す動きなどもあり、ヌペの稲作農民と州政府の連携は悪い。Kebbi 州で特筆すべきは農民グループだけでなく、**Fadama III** と **ADP**、州農業省、そして伝統的首長すべてが大変熱心であったこと。それを裏付ける事実として、このようなデモンストレーションや訓練を実施した日本人や **NCAM** の **Sawah** スタッフの滞在費等は Kebbi 州が支出した。Bida から同行した耕耘機オペレーターのサラリーと滞在費もすべて Kebbi 州が支出した。ホテルに電気がなかったこと、接待(?)されたお昼の食事が出てきたヨーグルトで、トレーニングとデモンストレーションを指導した 4 人(若月、Segun、Joshua、Agboola)全員が、重度の下痢に苦しんだこと等は問題ではなかった。Kebbi 州は一丸となつての自助努力の意志は明確であった。同時期に同様の訓練を実施した他の 5 州、**FCT**、**Benue**、**Kwara**、**Ebonyi**、**Delta**、**Lagos** 州では、Kebbi 州のような自立へ向けての積極的な意思は、行動ではあまり明瞭に示されず、内発的な行動は見られなかった。

以上のアフリカ水田農法 **Sawah Technology** のデモンストレーションと普及訓練の経過が 2014-2016 年の爆発的な増産とどのように結びついているのかは、今のところ科学的な調査検証はなされていない。しかし、農法や技術の内容とは別に、爆発的な増産の事実の検証については、前述したように **USAID**、**IFPRI**、**Michigan State University**、**GEMS4** 等により調査が最近行われ始めた (Shehu and Lolo 2017、Tene 2017、Essiet 2016、Yombe 2016)。

3、Kebbi 州の氾濫原低地におけるアフリカ水田農法導入以前の稲作:1987 年と 2011 年の調査

図 5 の左上の Google Earth の 2010 年 9 月 8 日撮影の挿入写真は Sokoto 市付近の Rima 川の氾濫の様子を示す。褐色の泥水が幅 2-3km の氾濫原全体に薄く広がっている。通常氾濫時期は 7-9 月の間で、かつては数ヶ月の氾濫が続き、1987 年の調査時の Birinin Kebbi 市付近の写真に示すように(図 7b の③)アフリカ稲 (*O. Glaberrima*) の浮稲栽培も広範に行われていたが、現在ではほとんど見られなくなった。図 5 に示すように、上流の Sokoto や Zamfara 州に作られた大小のダム群により、氾濫は通常数週間以内で収まる。但し、管理の悪いダムの破壊や放水により氾濫は発生する。氾濫堤防はないが、氾濫原の範囲を超える氾濫は数 10 年に 1 回程度しか発生しない。図 5 に示すように 2001-2015 年の 15 年間で氾濫が原因で稲栽培ができなくなる地域は Birinin Kebbi 周辺と Bagudo の上流部の Benin や Niger 国に至る氾濫原であるが、氾濫原全体の 60%以上は 10 年に 1 回程度の冠水被害に留まる (Zwart et al. 2016)。又、アジアと異なり、氾濫水の破壊力は大きくないので、氾濫原に開発した灌漑水田が大きなダメージを受けることは少ないので、氾濫時期 7-9 月を避ければ、浅い地下水(通常 8m 以深)を簡易ポンプ(1台 250ドル程度で 1ha の灌漑稲作に 2 台)で揚水して、氾濫の収まる 9-10 月以降、次の氾濫の危険のある 7-8 月までで、乾季 2 期作も可能となる。さらに我々がアフリカ水田農法の訓練を実施した 2011 年以降、ポンプ灌漑の水利用効率と収量の上昇の相乗効果により、ポンプ費用が十分カバーできることが分かり、乾季作が急速に普及した。

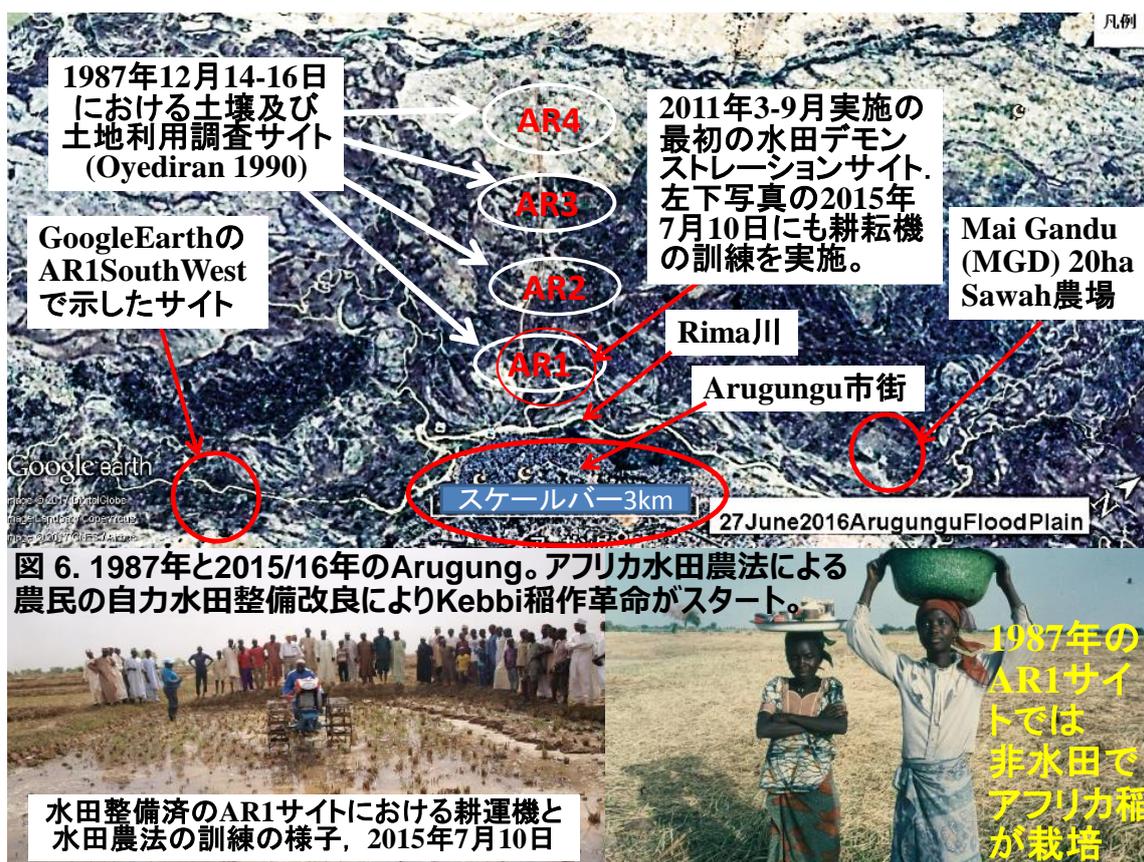


図 6. 1987年と2015/16年のArugungu。アフリカ水田農法による農民の自力水田整備改良によりKebbi稲作革命がスタート。

図 6 は図 5 の Arugungu 市付近の氾濫原を横断する幹線道路付近を拡大したものである。1987 年 12 月 14-16 日に若月が実施した氾濫原土壌と当時の稲作農法の現地調査ルートである。IITA の博士研究の指導の一貫としても実施した (Oyediran 1990)。Arugungu 市周辺は当時も現在も Kebbi 州の稲作の中心地である。Fishing Festival もこの付近の氾濫原で実施される。当時は図 6 の右下の写真に示すようにアフリカ稲が非水田的に栽培されていた。2011 年 3-10 月に AR1 とほぼ同じ地点で中国製の耕耘機 (日本製は入手できなかった) を使い、アフリカ水田農法の訓練とデモンストレーションを実施し、さらに図 6 左下のように 2015 年 7 月 10 日に、日本のクボタ社の技術支援を受けたインドネシアの KHS 社の耕耘機を供与して、アフリカ農民による自力灌漑水田開発を促進するため、アフリカ水田農法を改良して訓練した。

3-1、現在から 30 年前、1987 年頃の Arugungu 氾濫原の稲作

図 7a と b は 1987 年 12 月の調査時の写真で、乾季の Arugungu 氾濫原の稲作と灌漑タマネギ栽培の様子を示す。図 7a の①は図 6 の 1987 年 12 月の調査時の Arugungu 市から AR1-AR4 に向かう橋から氾濫原を望む。当時の道路は図 6 の現在の道路とほぼ同じ位置にある。右手に乾季の Rima 川が見える。調査車内から撮影した。②と③は AR3 付近の氾濫原の低湿地であり、アフリカ稲 (*O. Glaberrima*) の栽培と野生稲の生育地が見られた。調査しているのは Oyediran 氏 (現 Ladoko Akintola University of Technology、LAUTEC 大、教授、Nigeria)。図 7b は 1987 年の写真続き。①は AR1 東方の Rima 川沿いの素掘り井戸ポンプ灌漑されていた小区画灌漑タマネギ畑。これが小区画水田の起源と推定される。遠方はアフリカ稲の非水田稲作地。②はタマネギ灌漑地の表土の塩の析出。③は Birinin Kebbi 付近の浮稲・深水稲栽培。④は AR1 付近の土壌断面と非水田稲作。

以上は 1987 年時点での Rima 川と Sokoto 川氾濫原での稲作の様子である。それ以降、両河川の上流部では図 5 の右上に示すように、大型のダムが作られた。上述のように、Sokoto 市から下流部の氾濫原では過去 30 年世界銀行/アフリカ開発銀行の支援する Fadama Project (1993-2017 年現在) で、10 万台以上のポンプが 10 万人以上の農民に実装されて、タマネギなどの野菜栽培と小区画準水田による灌漑稲作栽培が拡大してきた。



図7a. 図6の1987年12月 Arugungu市からAR1-AR4に向かう道路周辺の土地利用



図7a. 図6の1987年12月の調査時の Arugungu 市から AR1-AR4(図6参照)に向かう橋から氾濫原を望む。氾濫原を縦断する道路は図6の現在の道路とほぼ同じ位置にあった。右手に乾季の Rima川が見える。調査車内から撮影。下2枚は AR3 付近の氾濫原の低湿地。アフリカ稲と野生稲が生育。調査しているのは Oyediran 氏(現 LAUTEC 大教授)。



図7b. 1987年の写真続き。



図7b. 1987年の写真続き。

上左①は AR1 東方の Rima 川沿いのタマネギの素掘り井戸ポンプ灌漑小区画畑。これが小区画水田の起源と思われる。遠方はアフリカ稲の非水田稲作地。

下左②はタマネギ灌漑地の表土の塩の析出。

右上④は AR1 付近の土壌断面とアフリカ稲の非水田稲作。

下右③は Birinin Kebbi 付近の浮稲・深水稲栽培。

3-2、2011年、アフリカ水田農法の訓練直前の Kebbi 州の稲作

それから24年後、2011年5月、訓練直前に若月が再調査した時点の状況を以下に示す。アフリカ水田農法 Sawah Technology のデモンストレーションと訓練を開始した(Nigeria Sawah Team による活動は2011年の3月に開始)ころの2011年5月に、若月が再調査した時点では、図8と9に示すように、8m以深の浅井戸ポンプ灌漑により稲とタマネギが小区画準水田で栽培されていた。

Arugungu-Birinin Kebbi 間の Rima(Sokoto)川氾濫原で合計面積は数万 ha 以上と推定された。図8と9はこの Sokoto 付近の氾濫原を横切る道路と橋の中央部の赤丸付近(図5の上の貼り付け写真の赤丸で示す地点)で、2011年の5月はじめに撮影した。浅管井戸から小型ポンプで地下水を吸い上げ小区画水田に

灌漑して稲やトマト・タマネギを栽培している。畑地灌漑の延長であるため、畔も水路も貧弱であり、代掻きも

図8. Sokot-Rima川氾濫原の浅管井戸(地下水8m以下)ポンプ灌漑小区画準水田稲作。畔も水路も貧弱。右下はポンプ取水。左下は取水口となる管。2011年5月撮影。



図9. 左図8の道路の反対側の小区画準水田で育つ稲。右上に屈む人間(赤丸)に注目。一筆の小区画水田のサイズは 15-30m² 程度。日本の弥生前期の小区画水田に類似。右下の写真は西アフリカで一般的な灌漑野菜畑の小区画。小区画水田稲作はこのような畑作灌漑の延長線上にあり、家畜の犁耕がなく、手鋤農法に規定されていると思われる。



図10a. 小区画水田の稲作とタマネギ栽培。①と②は Jega 付近の Zamfara 川氾濫原。浅井戸ポンプ灌漑されている区画のサイズは 30m² 以下が大部分。③の除草中の農民の足元の様子から、雑草の成長が早く稲の生長が貧弱なことが分かる。③と④は Arugungu 付近の Rima 川氾濫原で図6の AR3 サイト付近。④のように細長い区画でタマネギが灌漑栽培されるが、ほとんどその区画のまま、あるいは簡単な横畔を作って、均平化なしで、稲が栽培される。いずれも 2011年5月はじめに撮影。

図10a. 2011年3-10月のアフリカ水田農法訓練以前のKebbi州の稲作の特徴。

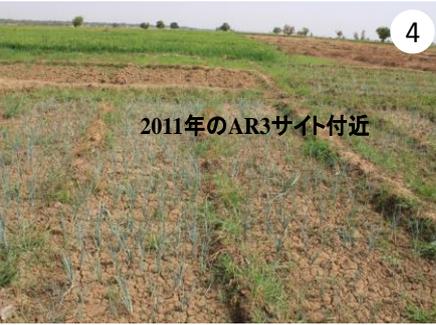


図22aの2007年撮影の Google earthでも畔や区画は明瞭に見える。



図10b. アフリカ水田農法以前のKebbi州の稲作の特徴 (続き)

図 10b. Kebbi 州の稲作の特徴 (続き)。①2015 年 7 月撮影、Jega 南の国道沿い。②と③は同じ圃場。小区画準水田に灌漑中のポンプとホースが見える。2011 年 5 月撮影。Jega 南 Zamfara 川南のアフリカ水田農法 Sawah Tech のデモンストレーションサイトの南。④2011 年 9 月撮影。Birinin Kebbi の政府開発灌漑稲作地。畔の保水機能が貧弱、代かき、均平化が不十分であるため、水と雑草管理が困難。図 22a の 2007 年撮影の Google earth でも畔や区画は明瞭に見える。

均平化も不十分であるため、水利用効率は大変小さい。この小区画水田段階では平均収量は 2.5t/ha 以下 (図 4、世銀報告)と推定された。図 8 や図 10a と b の①-④に示すように、畔が小さく、かつ、締め固められていないこと、均平化されていないこと、代掻きがされないこと等により、漏水が多く、適切な湛水深で管理ができず、雑草制御と養分管理が困難であるため、収量を 3-4t/ha 以上にできず、水利用効率は低い。

(注) 小区画準水田と小区画水田の便宜的な区別: 本稿で、小区画水田を小区画準水田と記載するケースが多いが、その理由は以下の写真に示すように、小区画水田の畔は十分な大きさと締固め、あるいは畔塗りなどの漏水防止が施されていないケースが大部分であるためである。通常、人間は小区画準水田の畔の上を歩くことはできない。区画サイズも特に明確な基準はないが、1筆の大きさは通常 50m²以下である。又、サイズはこれより大きくても人間の歩行が不可能な貧弱な畔であるため、十分な水コントロールが不可能な水田も、限りなく非水田に近いという意味では「準水田」と言える。



図11a. ナイジェリア中部のニジェール州のBida市付近のヌベ人のミニ堰/分流灌漑水路と小区画準水田 (右側の水路の畔に立つ人の足元の後方に4筆写っている)

図11b. アップランドからの泉水を利用する、ヌベの灌漑小区画準水田。直播と移植を併用。遠方に写っているのはフラニの放牧牛。この放牧牛は灌漑水路や水田の畔をしばしば破壊して、紛争の種になる。写真は1995年8月撮影。ヌベでは牛耕は2017年時点でも一般的でない。

4、2011-2015 年のアフリカ水田農法 Sawah Technology のデモンストレーションと訓練

2010 年 6 月の Fadama III とナイジェリア Sawah Team (農業省傘下の農業機械化センター NCAM と近畿大科研チーム) の合意に基づいて、Kebbi、Ebonyi、及び Benue 州では 2011 年 2-3 月から活動を開始した。他の 3 州、FCT (首都特別州)、Lagos、Delta 州は 2010 年に活動を開始した。ナイジェリア Sawah Team は 4

班に分けて、訓練とデモンストレーションを担当した。

Kebbi 州は Nupe 人でハウサ語も堪能な Mr. Aliyu Joshua 氏(下の図 12 の写真の若月の右から 2 人目の右手にココヨの野帳を持っている)が Bida の Ejeti 村(2002 年頃に成立した Nigeria 最初の Sawah 村)の耕耘機オペレーターの Sleiman 氏等とともに担当した。耕耘機オペレーターは水田造成の畔のレイアウト等も指導するので、アフリカ水田農法では重要なキーマンとなる。ちなみにこの Suleiman 氏は 2011 年以来 2018 年 2 月に至るまで、Kebbi 州の農民組合で雇用され、Kebbi 州全域の村に住み込み水田作りを農民に直接現場で指導している。

Sawah チームのオンザジョブ訓練の概要は、以下の図 12-17 に示した。詳細は英文版 Sawah





Advance Sawah Technology training using Mould Board Plough, Leveler, and Puddler attached powertiller for ①Bunding, ②③Soil Movement, ③④Canal cutting

図 14. 2015-17 年に実施した耕耘機に付属するプラウとレベラーを使うアフリカ水田農法の新しい訓練内容。①と④はプラウを使う畔作りの補助作業と水路の切削。いずれも人力と組み合わせる。①と③は同じくレベラーを使う均平化のための土移動(②)と水路の切削と低地部への土移動。②の一筆水田内では 10-20m に土移動が可能。③の水路の場合は土の液状化(Thixotropy)と水路を使うと 50-100m の液状化した土を移動することができる。

これらの作業で比較的大きくて長い畔と水路の造成が可能。ブルドーザーやバックホー等の重機の代用になり、農民の自力灌漑水田開発を促進する。

Technology (I) - (IV) に示した (<http://www.kinki-ecotech.jp/>)。

図 12 は 2011-15 年に実施した Kebbi 州におけるアフリカ水田農法の訓練の概要である。まず最初 2011-12 年には Kebbi 州の主要稲作地域の Arungungu, Birinin Kebbi, Jega の 3 ケ所で 100x100m のデモンストレーションサイトを各々 2 ケ計 12ha を設定。Sawah Team が州の ADP と FadamaIII スタッフ及び稲作農民組合メンバーにオンザジョブ方式で、標準的な質の水田を作り、水田稲作を実施し訓練した。図の上の写真は 2011 年 5 月 Jega で、図の下の 2 枚は Arungungu の AR1 サイトで 2015 年 7 月撮影した。

図 13 の①は Jega 氾濫原におけるレーキによる代かきと移植作業(写真は 2011 年 5 月デモンストレーションサイトの B で撮影)。以下の②-④は Arungungu や Jega で撮影したものではないが、アフリカ水田農法の訓練としては Kebbi 州の各サイトで同様に実施した。②耕耘機と木製板を使用する水田の均平化作業(ただしこの写真はガーナの Biemso No.1 村で 2002 年撮影)、③均平板を使う手作業の均平化作業(写真は Bida の Edozhigi 氾濫原で 2015 年撮影)。手作業と②耕耘機を利用する水田の代かきと均平化を比較すると、耕耘機は人力 30-40 人分の作業効率がある。一日の人件費は約 3 ドル相当なので 30-40 の人件費は 100 ドル程度になり、耕耘機の賃料は 50 ドル/日程度なので、耕耘機のような機械化は現在のナイジェリアの状況でも経済的に有利である。

図 14 は 2015-17 年に実施した耕耘機に付属するプラウとレベラーを使うアフリカ水田農法の新しい訓練内容を示す。これにより水田均平化、畔と水路造成が効率化できアフリカ水田農法がレベルアップした。①と④はプラウを使う畔作りの補助作業と水路の切削。いずれも人力のアフリカ鍬やカッタス(雑草とブッシュの枝切り用のカタナ)の作業と組み合わせることで効率がアップする。①と③は同じくレベラーを使う均平化のための土移動(②)と水路の切削と低地部への土移動。②の一筆水田内では 10-20m 程度の距離でも土移動が可能。③の水路の場合は土の液状化(Thixotropy)と水路を滑り台として使うことで 50-100m の液状化した土を移動することができる。これらの作業で比較的大きくて長い畔と水路の造成が可能。ブルドーザーやバックホー等の重機の代用になり、農民の自力灌漑水田開発を促進する。

図 15 は 2015 年 6 月に Arungungu の AR1 サイト付近で実施したプラウ、レベラー、パドラー付属のインドネシア製(エンジンはクボタ社)耕耘機の利用による水田整備の効率化法の訓練とデモンストレーションの場所。Google Earth の 2016 年の写真の T 付近で実施。下の写真の白服の 3 人の見える付近(P に向かう矢印方向で撮影)。上の左の写真は同じく幹線道路に向かう矢印付近で撮影。この AR1 サイトの位置は図 6 に示した。Arungungu 市街から Rima 川を渡る橋(1987 撮影の橋は図 7a の①参照、位置は現在とほぼ同じ)から 1km 付近。

図 16 は Arungungu 氾濫原の AR1 サイト付近における 2015 年のアフリカ水田農法の新技能の訓練時の写真を示す。①標準的なケージホイール付き耕耘機。これまでは中国の Dong Feng 社製の畑地用の

AntiSkid ホイール(図 23 の①の写真)。②手前の浅管井戸よりポンプ灌漑。③代かき後のレベラーによる作業。AR1 付近は 1987 年には水田は無かったが 2015 年時点では全域が農民により標準的な水田開発が完了。④記念撮影。

図 17 は 2015 年の訓練時の写真続き。①ピックアップトラックの荷台で耕耘機を運送中。荷台の櫛の歯状の機材はレベラー、回転歯のついている機材は代かき用のパドラー。この耕耘機はクボタ社製のエンジンをを使いインドネシアの KHS 社が完成させて販売。②中国の DongFeng 社製の耕耘機をバイクと荷車で搬送。③Dong Feng 耕耘機のロータベーター。④AR1 でのプラウにより土塊が列状に掘り起こされている。アフリカ鍬の人力作業と組み合わせて水路掘りと畔の造成を効率化できる。

以上 2015 年以前は、図 17 の③のようなロータベーターを使用していた。ロータベーターは開田済の水田稲作作用であったが、ヤブ状湿地の新規開田にはモルドプラウ(図 12 参照)が適していることが分かった。又、開田時では重い中国製の公称 15 馬力の耕耘機よりこう重湿地でも沈まないケージホイール付きのインドネ



図 15. 2015 年 6 月に Arugungu の AR1 サイト付近で実施したプラウ、レベラー、パドラー付属のインドネシア製(エンジンはクボタ社)耕耘機の利用による水田整備の効率化法の訓練とデモンストラーションの場所。Google Earth の 2016 年の写真の T 付近で実施。下の写真の白服の 3 人の見える付近(P に向かう矢印方向で撮影)。上の左の写真は同じく幹線道路に向かう矢印付近で撮影。この AR1 サイトの位置は図 6 に示した。Arugungu 市街から Rima 川を渡る橋(1987 撮影の橋は図 7a の①参照、位置は現在とほぼ同じ)から 1km 付近。



図 16. Arugungu 氾濫原の AR1 サイト付近における 2015 年のアフリカ水田農法の訓練。
① 標準的なケージホイール付き耕耘機。これまでは中国の Dong Feng 社製の畑地用の AntiSkid ホイール(図 23 の①の写真)。
② 手前の浅管井戸よりポンプ灌漑。
③ 代かき後のレベラーによる作業。AR1 付近は 1987 年には水田は無かったが 2015 年時点では全域が農民により標準的な水田開発が完了。
④ 記念撮影。



図 17. 2015 年の訓練時の写真続き。①ピックアップトラックの荷台で耕耘機を運送中。荷台の櫛の歯状の機材はレベラー、回転歯のついている機材は代かき用のパドラー。この耕耘機はクボタ社製のエンジンを使いインドネシアの KHS 社が完成させて販売。②中国の DongFeng 社製の耕耘機をバイクと荷車で搬送。③ Dong Feng 耕耘機のロータベーター。④AR1 でのプラウにより土塊が列状に掘り起こされている。アフリカ鍬の人力作業と組み合わせて水路掘りと畔の造成を効率化できる。

シア製の 8.5 馬力の耕耘機の稼働性能は高かった。プラウによる耕うん・畔作り・水路切削法、パドラーによる代かき、レベラーによる均平化と土壤移動法等を実演し、訓練した。プラウによる畔作りと水路切削、レベラーによる土壤移動による水田の均平化度の改良がアフリカ水田農法としては重要な技能となる。

5、Arugungu 付近の Rima 川氾濫原での 2011-2015 年の訓練とデモンストレーション

すでに述べたように、2011 年までに、この地域の氾濫原ではタマネギおよび稲の栽培のための浅管井戸小型ポンプ灌漑の小区画準水田が個々の農民達によって無数に開発されていた(図 10a の④や図 8 と 9 と同様)。この灌漑システムは、世界銀行、ナイジェリア、Kebbi 州政府(Dakingari 2013)の支援を受けて、Fadama プロジェクトの下でナイジェリアでは最も成功した灌漑システムとして評価されていた。Kebbi 州全体では約 3 万 ha と推定された。しかしながらアフリカ水田農法が普及するまでは収量は 1.5-2.5t/ha の水準に留まっていた(図 4 の世銀報告)。

5-1、Arugungu 市街に近い Rima 川を横切る幹線道路の AR1 付近における訓練

図 18 の①の写真に示すように、ボートで図 19a、b、c の A 付近に設定したサイトにアクセスした。この写真には赤丸下部の幹線道路と橋とそれに続く道路が見えている。湛水した湿地部分は図 19a、b、c の B 付近である。デモンストレーションサイトでは図 18 の②と③に示すように、畔の強化と耕耘機を使った代かきと均平化を行い、健全苗を移植した。図 18 の④の写真に写る人の足元に浅層地下水を塩ビ管より汲み上げるポンプが見える。この 4 枚の写真は 2011 年 9 月末撮影。図 19a はアフリカ水田農法 Sawah Technology の訓練以前の 2009 年の Google Earth 写真 A の位置がデモンストレーションサイトを示す。2011 年以前は図 6 の右下のような非水田、あるいは図 9 と図 10 に示すような小区画準水田でポンプ灌漑稲作あるいはタマネギなどの野菜栽培を行っていた。



図 18. Arugungu の AR1 付近のデモンストレーションサイト。①氾濫原が一部湛水したのでボートでサイトにアクセス。以下の図 19 の A 付近。②③畔の強化と均平化、健全苗の移植、④足元に浅層地下水を塩ビ管より汲み上げるポンプが見える。写真は 2011 年 9 月末撮影。これらの写真の位置は図 6 と図 19a、b、c に示した。①の写真の後方に見える橋は図 19 の D である。



図 19a. 赤丸の位置がデモンストレーションサイトを示す。この Google Earth は 2009 年撮影。訓練開始以前では小区画準水田、あるいは非水田稲作が大部分。右下 N の下のマーカーの長さは 300m。写真の範囲は 53ha。



図 19b. 赤丸の A デモンストレーション水田。B は湿地部、C は 2015 年の新型耕耘機での訓練実施場所 (図 6 の下の左の写真)。D は橋。乾季作が水田整備とともに拡大していることが分かる。

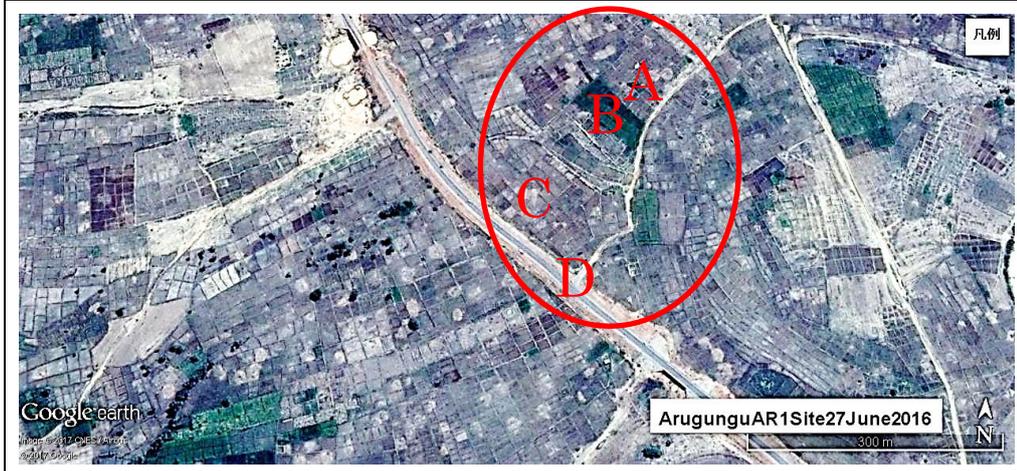


図 19c. 2016 年 6 月段階では水田整備が全域に広がっていることが分かる。C は図 15 の下の写真に示した、2015 年 7 月に実施したケージホイールとプラウ、レベラー装着耕耘機による水田整備の訓練実施場所。

図 19b の A がデモンストレーション水田。図 6 の右下の 2015 年 7 月のプラウとケージホイール型の耕耘機を利用したアフリカ水田農法の訓練はこの赤丸の乾季作が水田整備とともに拡大していることが分かる。図 19c の Google Earth の撮影の 2016 年 6 月段階では水田整備が全域に広がっていることが分かる。

5-2、Madigandu 農場

Arugungu 氾濫原における Maigandu 氏の水田圃場の位置は図 6 に示した。この圃場は耕耘機などの適正レベルの機械化と水田開発面積拡大と水田改良が共進化し、収量向上と作付面積拡大の相乗効果がもたらした Kebbi Rice Revolution の典型的な場所と思われる。



図 20 は 2014 年 5 月の写真。①は Maigandu 氏の豪邸の広い応接間。氏は Kebbi 州の農業省の役人を退職後稲作を始めた。遺産として受け継いだ氾濫原における農地が 150ha ある。現在は Kebbi 州の稲作農民協会のリーダーの一人で州知事に稲作振興について提言することもできる立場にある。この圃場へは AR1 の主要道路から氾濫原の農道に入り約 4km の地点にあるが、図 20②の写真に示すように車両はすぐに泥道で立ち往生してしまった。仕方がないので、写真③と④に示すように Arugungu の町からすぐ近い Rima 川をボートで渡りアクセスした。Rima 川を渡れば圃場は近いので耕耘機も分解してボートで圃場まで運搬した。

図 21a は技術訓練の前、2009 年 11 月撮影の Google Earth 画像。赤丸は Maigandu 氏の農場を示しており、その位置は図 6 に示されている。次の図 22 に示すように篤農の Maigandu 氏の圃場は正方形に整備されているがそれでも一筆平均面積は 55m² 程度であり、周辺の農地はさらに小さい小区画準水田や非水田稲作が一般的である。白色のスケールマーカー線は 500m、この写真の全面積は 140ha。図 21b は図 21a と同一箇所の 2016 年 6 月撮影の Google Earth 画像。2011-2012 年に行われたアフリカ水田農法の訓練による水田 Sawah システムの開発と改良は明確である。Maigandu 農場だけでなくこの写真の範囲のほとんどの場所で、明確な水田区画が認められ水田整備が進行したことが分かる。

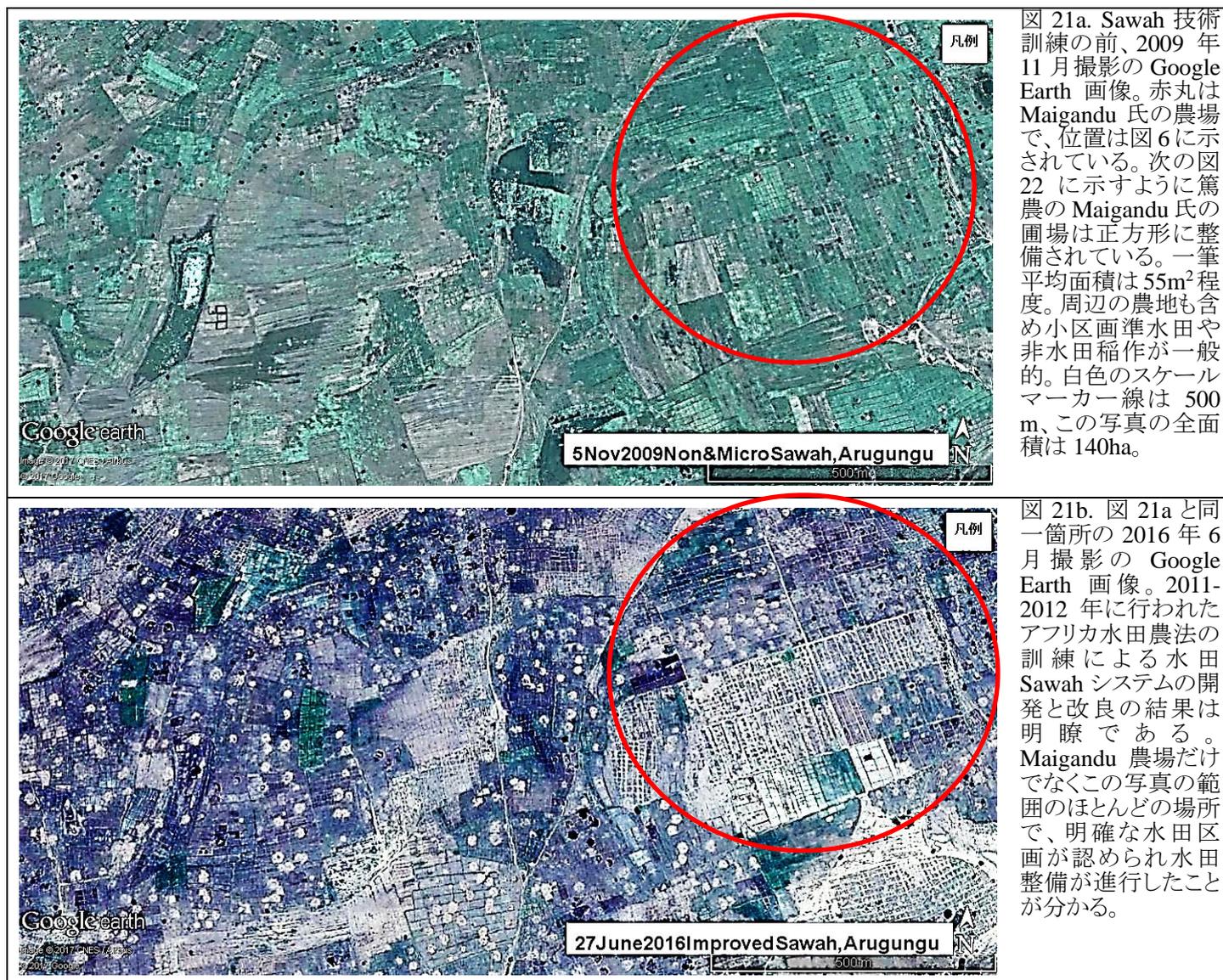


図 21a. Sawah 技術訓練の前、2009 年 11 月撮影の Google Earth 画像。赤丸は Maigandu 氏の農場で、位置は図 6 に示されている。次の図 22 に示すように篤農の Maigandu 氏の圃場は正方形に整備されている。一筆平均面積は 55m^2 程度。周辺の農地も含め小区画準水田や非水田稲作が一般的。白色のスケールマーカー線は 500 m、この写真の全面積は 140ha。

図 21b. 図 21a と同一箇所の 2016 年 6 月撮影の Google Earth 画像。2011-2012 年に行われたアフリカ水田農法の訓練による水田 Sawah システムの開発と改良の結果は明瞭である。Maigandu 農場だけでなくこの写真の範囲のほとんどの場所で、明確な水田区画が認められ水田整備が進行したことが分かる。

図 22 は Maigandu 農場を例として Arugungu 付近の氾濫原の水田システムの改良の様子を定量的に評価するために示した。四角形の赤線内の面積は約 12ha。下段の 2009 年時点の水田プロット数は約 2200、平均面積は 55m^2 である。2016 年の上段は約 450 プロット、平均面積は 270m^2 となる。赤丸は作業小屋を示す(図 23 の①と②の 2 枚の写真はこの位置で撮影)。耕耘機を使用する Sawah 技術によって、水田一筆の平均面積は 5 倍に拡大され、畔の改良、均平化の改良、適切な代かきにより、ポンプ取水された水の利用効率が向上する。ポンプ灌漑は必然的に適切な間断灌漑となり、SRI (System Rice Intensification) と似た機構により窒素供給能等の養分供給性も改善する。これにより、Sawah 技術導入以前の籾収量 $1.5\text{-}2.5\text{t/ha}$ は 6t/ha 以上に倍増した(図 4 と表 2)。

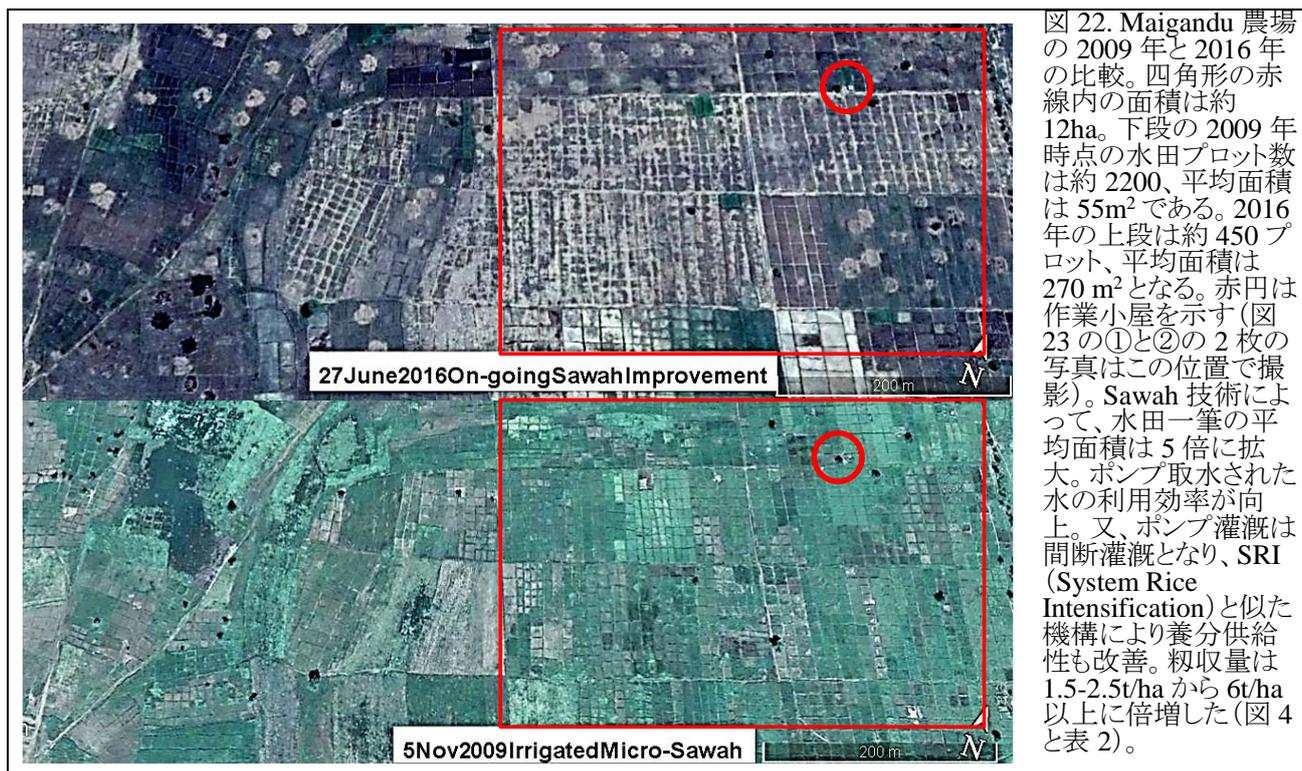


図 22. Maigandu 農場の 2009 年と 2016 年の比較。四角形の赤線内の面積は約 12ha。下段の 2009 年時点の水田プロット数は約 2200、平均面積は 55m²である。2016 年の上段は約 450 プロット、平均面積は 270 m²となる。赤丸は作業小屋を示す(図 23 の①と②の 2 枚の写真はこの位置で撮影)。Sawah 技術によって、水田一筆の平均面積は 5 倍に拡大。ポンプ取水された水の利用効率が向上。又、ポンプ灌漑は間断灌漑となり、SRI (System Rice Intensification) と似た機構により養分供給性も改善。収量は 1.5-2.5t/ha から 6t/ha 以上に倍増した(図 4 と表 2)。



図 23. Kebbi 稲作革命の引き金となったデモンストラーションサイト。Arugungu の Maigandu Farm(図 6 にこの写真の位置を示す。2014 年 6 月撮影)。①は中国製 DongFeng、15 馬力でケーシングホイールでなくて Anti Skid(畑作兼用)ホイール。撮影位置は図 22 の赤丸の農機具小屋の前。②に浅管井戸と小型ポンプと収穫前の稲。③は Maigandu 農場の全景。

Kebbi 州における技術移転と普及の成果は表 2(Yeldu 2014)に示した。2012 年 4 月までで、科研の特別推進研究で供与した 2 台の耕耘機を使い、農民グループが Arugungu、Birin Kebbi、Jega、Suru、Bagudo の 5 地域で 18 ケ所、各々 1ha、計 18ha の自力水田開発(小区画準水田を標準的な水田に改良)を行い、合計 128 トン(平均収量 7.1t/ha)を実現した。その後農民は 20 台の耕耘機を自費購入し 2014 年 5 月末までの乾季水田稲作面積を 199ha に拡大し、1260 トン(6.3t/ha)の籾生産を実現した。以上の成果を受け州政府は 1000 台の耕耘機を購入し、2015 年 5 月から 1 万 ha 規模の農民の自力水田整備プロジェクトを開始した。州政府購入の中国製耕耘機の性能が悪かったこともあり、補助金付きの州政府購入の耕耘機ではなく、その後も州政府とは別に、農民の自力による耕耘機の購入と水田開発と整備も拡大した。ナイジェリア Sawah チームは 2012 年 11 月と 2014 年 6 月には現地における水田開発の進行の調査、又、2015 年 7

月にはインドネシア(クボタ)KHS社のモールドボードプラウ(Mould board Plough)、パドラー(Puddler)、レベラー(Leveler)を装着して泥湿地対応のケージホイール(Cage Wheel)付きの耕耘機訓練を供与しながら、農民の自力水田開発を促進する技術指導も実施した(前述の図12と図14-17)。

表2. 2011年3月-2014年4月のKebbi州でのアフリカ水田農法Sawah Technologyの普及

1. 近畿大学/ナイジェリア国立農業機械化センター(NCAM) によデモンストレーションと訓練 (2011年3月-2012年4月に実施)

地方自治体	農場	耕耘機(台)	総開田面積(ha)	生産量(100kg袋)	収量(t/ha)
Arungungu*	共用	2(共用)	6.5	487.5	7.5
Birinin Kebbi*	共用	2(共用)	3.5	227.5	6.5
Jega*	共用	2(共用)	8	560	7
合計	共用		18	1275	7.1**

* デモンストレーションと普及活動は州内の中核稲作6地域で実施した。位置は図5参照。Sangeluでの収量調査はしていないが普及活動はKebbi当局が実施した。
**平均値

		2. アフリカ水田農法の拡大、 2012年4月-2013年10月				3. 2014年乾期の米生産、 2013年11月-2014年5月			
州内の地方自治体	農場	耕耘機(台)	総開田面積(ha)	生産量(100kg袋)	収量(t/ha)	耕耘機(台)	総開田面積(ha)	生産量(100kg袋)	収量(t/ha)
Arungungu*	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
Birinin 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
合計		22	131	8440	6.4**	22	199	12595	6.3**

6、Jega 市の南の Zamfara 川氾濫原における訓練

Arungung 地域の MGD (Maigandu) farm におけるアフリカ水田農法 Sawah Technology の普及の様子は前項の 5-2 で示した。表 2 に MGD Farm 以外の Arungungu 地域のその他の農場のデータに加え、他の 4 地域も含めて、Kebbi 州における 2011-2014 年までの Sawah 技術の普及の概要を総括して示した。表 2 には Snagelu 地域における普及成果の定量的データ得られなかったため記載されていないが、水田整備の進行については我々の Sawah Team の Kebbi 州担当の Mr. Joshua 氏が 2012 年 12 月に現地評価を行った。

以下は Zamfara 川氾濫原の Jega 市付近における Sawah Technology のデモンストレーションと訓練の概要である。図 24 は 2011 年 3-10 月 Jega における Sawah 技術の訓練と普及の様子を示す。②文科省科研費(近畿大/島根大)/NCAM と世銀/Fadama III/ADP との覚書に基づく打ち合せ。③耕耘機の供与と訓練、①耕耘機の使用による小区画準水田面積の拡大、代掻きと均平化の向上、畔の強化、健全苗の正常植え。氾濫原の 8m 以浅の浅層地下水を利用するポンプ灌漑の水利用効率の改善。表 3 にデータを示す。単純な水利用効率(ポンプの必要稼働時間)は 50%程度の向上であるが、収量は 2-3t/ha 程度から 6-7t/ha と倍増するので、全体としての水利用効率は 3 倍以上になる。これが Kebbi Rice Revolution をもたらしたと言える。小区画準水田を標準的な水田に整備する効果は極めて大きいことが分かる。耕耘機を含むアフリカ水田農法の経済評価データの詳細は英文の Sawah Technology(4) Practices of Sawah system development and Sawah based rice farming by farmers' self-support efforts (2017 年 5 月 18 日更新)に記載した。



図 24. 2011 年 3-10 月 Jega における Sawah 技術の訓練と普及。②文科省科研費(近畿大/島根大)/ NCAM と世銀/Fadama III/ADP との覚書に基づく打ち合せ。③耕耘機の供与と訓練、①耕耘機の使用による小区画準水田面積の拡大、代掻きと均平化の向上、畔の強化、健全苗の正常植え。氾濫原の 8m 以浅の浅層地下水を利用するポンプ灌漑の水利用効率の改善(表 3 にデータを示す)。

③に示す中国製耕耘機は公称 15 馬力であるが、自重が 500kg くらいあり重いため湿地用のケージホイールが装着できないため、写真のような Anti-Skid ホイールであり。このような乾田環境では使用可能だが、地耐力の小さい湿地では沈み込み、作業性能は悪化する。2015 年以降ナイジェリアに導入したインドネシア製(クボタエンジン)のケージホイール装着耕耘機(図 14-17)は自重 300kg 程度で 8-10 馬力程度であっても、水田開発や水田稲作のためにはこの作業能率は高い。あまり適切でないこのような耕耘機を使用したのは、当時はこれ以外の耕耘機がナイジェリアでは入手できなかったからである。

表 3. 標準的な水田整備によるポンプ灌漑の水利用効率の向上

Water Pump Usage Data for 1ha Sawah Plot at Kebbi under Sawah Technology
(2011-2012 Demonstration Operation)

	Cost (\$)
1. No. of Pump per 1 ha, 3 inch discharge pipe 600 liter/min	\$200-250/set
2. Time period per day: 8 am to 4 pm	
3. No. of times used per week: 2 times*	
4. Fuel consumption 5 liters per pump, i.e., 10 liters per 2 pumps*	\$50/month
5. Fuel need per 3 months for Faro 44*	\$150/3months
6. Fuel need per 4 months for Wita 4(Faro 52)*	\$200/4months
7. Pump management per season, engine oil, service*	\$50-70/3season

* 畔を強化して均平化し代掻きをして、区画を拡大した水田に比べ、小区画準水田は漏水が大きいため1週間当たりのポンプの使用時間が1回程度余分に必要となり、必然的に灌漑コストが50%程度高くなる。又、収量が倍増するのでメリットは大きい。

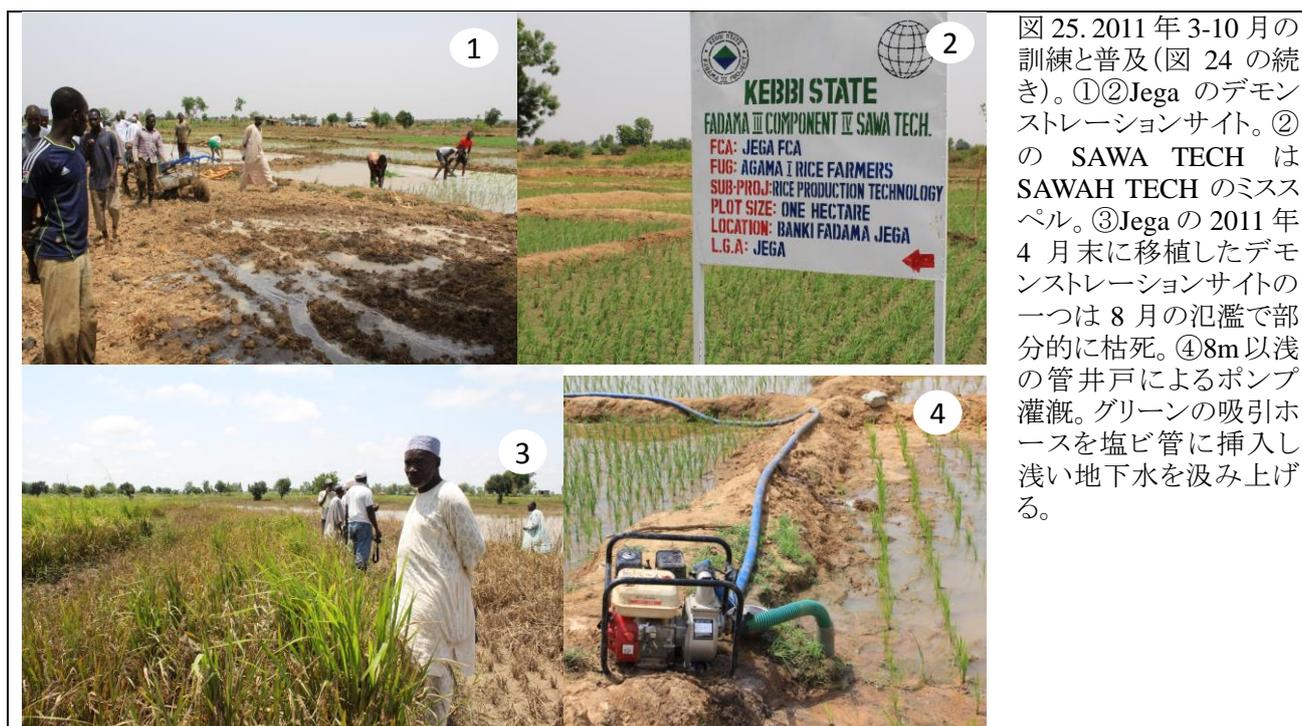


図 25. 2011 年 3-10 月の訓練と普及(図 24 の続き)。①②Jega のデモンストレーションサイト。②の SAWA TECH は SAWAH TECH のミススペル。③Jega の 2011 年 4 月末に移植したデモンストレーションサイトの一つは 8 月の氾濫で部分的に枯死。④8m 以浅の管井戸によるポンプ灌漑。グリーンの吸引ホースを塩ビ管に挿入し浅い地下水を汲み上げる。

図 25 は図 24 に示した 2011 年 3-10 月の訓練と普及活動の続きである。①②Jega のデモンストレーションサイト。②の SAWA TECH は SAWAH TECH のミススペル。③Jega の 2011 年 4 月末に移植したデモンストレーションサイトの一つは 8 月の氾濫で部分的に枯死。④8m 以浅の管井戸によるポンプ灌漑。グリーンの吸引ホースを塩ビ管に挿入。地下水水位が 8m 以浅の浅層地下水水位であるので、このような吸引型のポンプで十分な灌漑水田稲作が可能である。又、必然的に間断灌漑になり、SRI(System Rice Intensification)や 1950-70 年までのかつての日本の米作日本一農家の水管理法に近い水管理ができるので、窒素利用効率も高まり収量が倍増以上したと考えられる。Kebbi 州ではハウサの稲作民とフルベの牧畜民の融合が進んでおり、牛糞もタマネギ栽培とともに稲作にも十分量使用する農法も一般的になっており、化学肥料との併用で、ナイジェリアとしては特別の高収量を実現できたものと思われる。このことから Kebbi 州の普及員も農民も、我々の訓練時点では、水田の質の重要性以外の、作物学的な理解や技能は十分高かったことが分かる。

図 26a-d は Jega 市付近におけるアフリカ水田農法による小区画準水田の標準的な水田への改良整備のデモンストレーションサイトとその周辺の状況や、この地域 Zamfara 川氾濫原における氾濫の様子を、2011 年以前と 2016 年までの Google Earth 画像と 2011 年の訓練時に現地撮影した Ground Truth のための写真(図 10a の①-②及び図 10b の①-③の小区画準水田と図 12 の展示水田)と比較したものである。

図 26a は水田整備以前の Jega 市の南の Zamfara 川氾濫原の Google Earth 画像。大きな赤丸 2 つはモデル水田展示サイトで各々 1ha ある。小さい赤丸 2 つの部分で 2011 年 5 と 9 月に小区画準水田の撮影をした(図 10a の①と②、図 10b の①-③の写真)。畔は作られているが、締固めや漏水防止は不十分で、又、代掻きや均平化は行われず、水管理は不十分であるため、雑草管理も必然的に不十分であることが分かる。図 26b は訓練とデモンストレーション直後の 2011 年 12 月撮影の Google Earth 画像。図 24 の①と③と図 25 の①、②と④の水田展示と整備活動の写真はこの図 26b の大きな赤丸内の矢印付近で 2011 年 5 月に撮影した。図 25 の③は同年 9 月に撮影した。この場所は同年 7 月に氾濫被害を受けた。図 26c は 2014 年 1 月撮影の Google Earth 画像。赤丸の水田展示圃場の水田整備の進行が分かる。但し、図 10a や b の小区画準水田と図 24 や 25 に示した標準水田の展示圃場水田との差異は Google Earth 写真だけでは区別が困難であり、現場の現地観察による Ground Truth による確認が必要である。我々の現地調査は 2015 年 7 月が最後である。図 26d は 2016 年 7 月の氾濫の様子。氾濫原の旧三日月湖部分の窪地に氾濫が発生。全体として水田整備による稲作の進展が進行中であることが見て取れる。この程度の氾濫では水田の畔などが完全には破壊されず、修復は困難ではない。



凡例

図 26a. 水田整備以前の Jega 市付近の Zamfara 川氾濫原の Google Earth 画像。大きな赤丸 2 つはモデル水田展示サイト。小さい赤丸 2 つの部分で 2011 年 5 と 9 月に小画面準水田の撮影をした。



凡例

図 26b. 2011 年 12 月の Google Earth 画像。図 10a の①と②、図 10b の②と③は 2011 年 5 と 9 月に撮影した小画面準水田。図 24 の②③と図 25 の①、②と④の水田展示と整備活動の写真は大赤丸内の矢印付近で 2011 年 5 月撮影。図 25 の③は同年 9 月に撮影(7 月に氾濫被害)。



凡例

図 26c. 2014 年 1 月の Google Earth 画像。赤丸の水田展示圃場間の水田整備の進行が分かる。但し、図 10a や b の小画面準水田と図 24 や 25 に示した標準水田の展示圃場との差異は Google Earth だけでは区別が困難。Ground Truth が必要。



凡例

図 26d. 2016 年 7 月の氾濫の様子。氾濫原の旧日月湖部分の窪地に氾濫が発生。全体として水田稲作の進展が見取れる。この程度の氾濫では水田の畔などが完全には破壊されず、修復は困難ではない。

7、Birinin Kebbi 地域における訓練とデモンストレーション

Birinin Kebbi は州都。位置は図 5 参照。図 27 は Birinin Kebbi 市街の北に隣接する Rima 川氾濫原に州政府が造成した約 70ha の灌漑稲作地。上は 2009 年、下は 2016 年の Google Earth 写真。マーカーの長さは 500m でこの写真の全体面積は約 125ha。2011 年 2-9 月のアフリカ水田農法の訓練後、農民が水田を改良。下の 2009 年の写真では 0.5ha の区画をブルドーザーで造成したが、水田整備はしていないため、区画内の高低差が 50cm 以上あり水管理ができないため稲作を放棄した区画が多い。世銀支援の FadamaIII と NCAM Sawah チームが 2 つの赤丸 A と B 付近で 2011 年 3-9 月、各々 1ha のデモンストレーションを実施。その結果は表 2 に示した。図 28 は図 27 の 2009 年の写真の灌漑地の右上部分を拡大。マーカーの長さは 100m。2009 年の写真にも約 0.5ha の区画内に水管理のための畔が認められ、水田造成の意図は感じられるが貧弱。下の 2016 年の写真では水管理のために畔を造成している区画が多くなっている。但し、農民達の水田システムについての理解は初歩的な段階に留まっているように見える。政府開発の灌漑地内と云えども、水田稲作の進化段階としては Arugungu 氾濫原のほうがより進んでいるように見える。

図 29 の赤丸 A は図 27-28 の Kebbi 州 FadamaIII/ADP と NCAM アフリカ水田農法 Sawah Technology チームの Birinin Kebbi の実証サイト、赤丸 B は農民の水田未整備サイトを示す。この写真は 2011 年 9 月に図 27 の A 付近で灌漑地の北の Rima 川から南の Birinin Kebbi 市に向かって撮影した。除草作業中の農民が写っている圃場は灌漑地の洪水制御堤防のすぐ横である。

図 30 左下の写真は図 29 の B の水田未整備の農民圃場で、水田区画は明確でなく、かつ雑草が繁茂しており、除草は困難であることを示す。全体の写真のコンクリート構造物はこの灌漑地のポンプ灌漑水の流入ポイントを示す。現在は機能していない。この写真は図 27 の C 地点で東から西に向かって撮影した。遠方に Birinin Kebbi 市の北方にあるメサ台地が写っている。コンクリート柵の前方の黄色のホースは、農民が左側の溜まり水からポンプで吸入して右の稲作地に灌漑している。

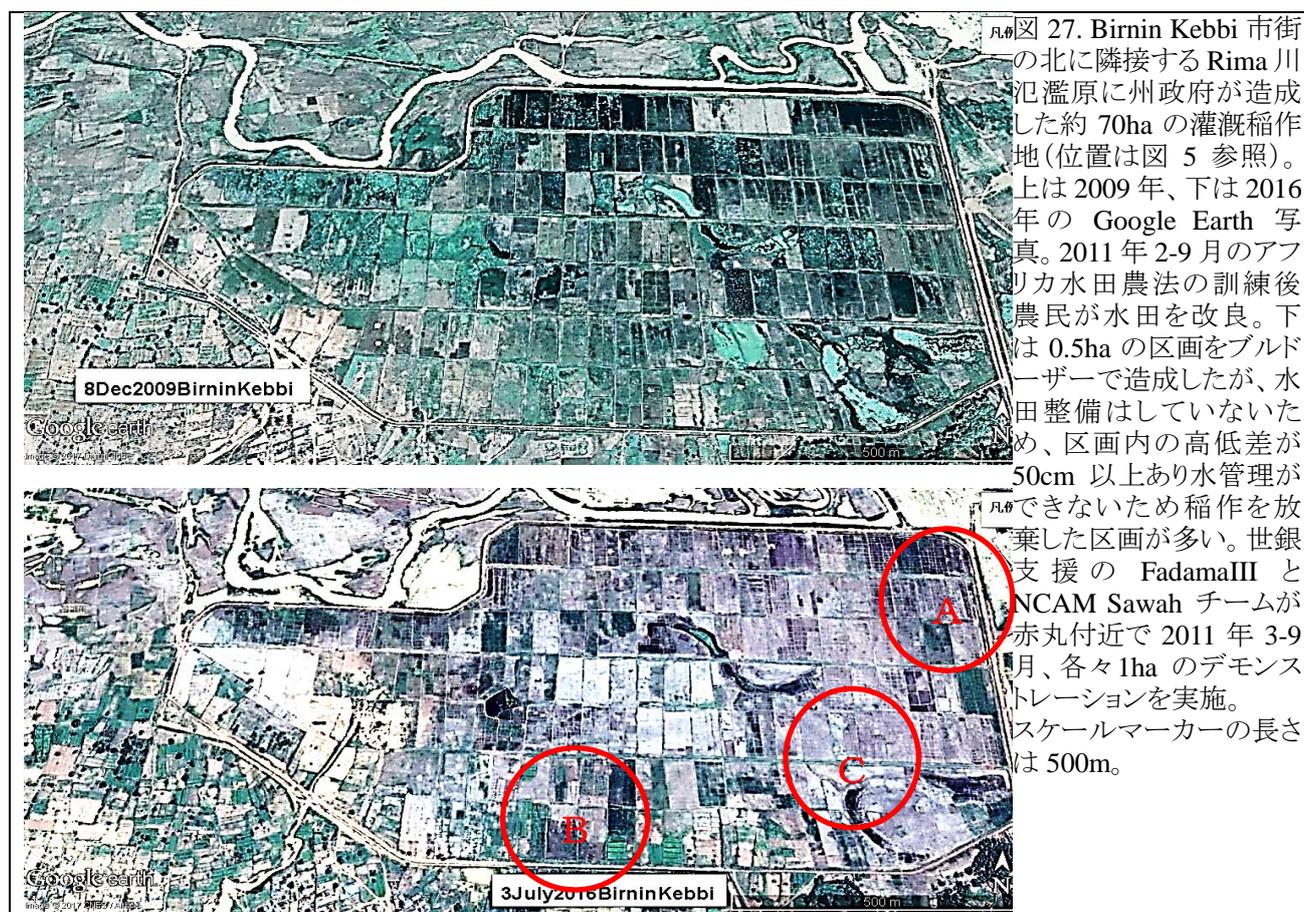




図 28. 図 27 の 2009 年と 2016 年の写真を拡大。マーカーの長さは 100m。左の 2009 年の写真にも約 0.5ha の区画内に水管理のための畔が認められ、水田造成の意図は感じられるが貧弱。右の 2016 年の写真では水管理のために畔を造成している区画が多くなっている。図 29 の写真は 2011 年に A 付近で撮影。



図 29. 図 27-28 の Kebbi 州 FadamaIII/ADP と NCAM アフリカ水田農法 Sawah Technology チームの Birnin Kebbi の実証サイト(赤丸 A)と、農民の水田未整備サイト(赤丸 B)。この写真は 2011 年 9 月に図 27 の A 付近で灌漑地の北の Rima 川から南の Birinin Kebbi 市に向かって撮影。除草作業中の農民が写っている圃場は灌漑地の洪水制御堤防のすぐ横である。



図 30. 左下の写真は図 29 の B の水田未整備の農民圃場で、水田区画は明確でなく、かつ雑草が繁茂しており、除草は困難であることを示す。全体の写真のコンクリート構造物はこの灌漑地のポンプ灌漑水の流入ポイントを示す。現在は機能していない。この写真は図 27 の C 地点で東から西に向かって撮影した。遠方に Birinin Kebbi 市の北方にあるメサ台地が写っている。又、コンクリート柵の前方の黄色のホースは左側の溜まり水からポンプで吸入して右の稲作地に灌漑している。



図 31. 2011 年 9 月撮影したデモンストレーションサイトのボード(図 27 の B 地点)とモニタリングチーム(写真右上、図 27 の A 地点)。この地点の収量データは表 2 に示す。ボードには「Kebbi State Fadama III Sawah Rice Production Technology, Plot 1, Variety Faro 44、移植日時 2011 年 5 月 14 日」と記載。高収量品種の Faro44 を使って 6t/ha 以上の高収量を実現しているが、アフリカ稲やその他の品種の混入が認められる。

図 31 は 2011 年 9 月に撮影したデモンストレーションサイトのボード(図 27 の B 地点)とモニタリングチーム(写真右上、図 27 の A 地点)である。この地点の収量データは表 2 に示す。ボードには「Kebbi State Fadama III Sawah Rice Production Technology, Plot 1, Variety Faro 44、移植日時 2011 年 5 月 14 日」と記載されている。高収量品種の Faro44 を使って 6t/ha 以上の高収量を実現しているが、アフリカ稲やその他の品種の混入が認められる。

8、Bagudo 地域における 2014 年までのアフリカ水田農法の普及状況

図 32 の①は Bagudo 付近の小区画準水田の写真(インターネットでダウンロードしたが出典は不明)、②は対照として示した Jega 付近の Zamfara 川氾濫原の小区画準水田で一筆面積は 50m² 以下であり、両者とも畔の保水性、水田の均平化等、水管理は適切に行うことは難しい準水田である。③は Niger 川を横断する Bagudo 橋上での Sawah チームと Kebbi 州の FadamaIII と ADP の普及員および稲作農民組合のメンバーでデモンストレーションを担当した篤農の Alh. Bello Baidu(ABB)氏等が写っている。図 34 の BDG(橋)からニジェル川の左岸を車両で数 km 走行し、その後バイクに乗り換えて氾濫原内の D サイトに達した。

図 33 の①③④は Bagudo 付近の篤農 Alh. Bello Baidu 氏(③の中央イスラム帽子、その左右には Dr. Segun と Mr. Joshua が写っている)の ABB farm 農場にて 2014 年 6 月に撮影。④の写真には浅管井戸とポンプが写っている。表 2 に示すように 2014 年 5 月末まで ABB 氏は中国製 DongFeng 耕耘機を 5 台購入し、下の図 34 に示す D 付近で 50ha の水田を開田し、平均収量 7t/ha を実現した。②は Bagudo 橋付近からバイクで D 付近までアクセスした。ABB 氏はレーザーレベルトラクターも検討したが、このようなヤブ状の氾濫原の開拓では、分解して船やバイクでも運搬可能な耕耘機がベストであったと話していた。

図 34 は Bagudo 付近のニジェル川氾濫原の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは 3km。この写真の氾濫原の幅は最大 8km。A-E 付近を以下に拡大して示す。なおこの付近では時系列の Google Earth 写真は得られなかった。図 35 は図 34 の Bagudo 付近、A 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは、上の写真は 300m、下は 100m。この A サイトの水田の面積は 10-60m²(平均 35m²)程度である。図 36 は図 34 の Bagudo 付近、B 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは上は 300m、下は 100m。この B サイトの水田の面積も A サイト同様 10-60m²(平均 35m²)程度である。図 37 は図 34 の Bagudo 付近、C 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは上は 300m、下は 100m。この C サイトは以下に示す篤農の ABB 氏の改良水田開発サイトと重なる部分があり、小区画準水田と一筆の面積が拡大し、畔や均平化が改良された標準的な水田が共に見られる。図 38 は図 34 の Bagudo 付近、D 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは、上は 300m、下は 100m。この D サイトは篤農の ABB 氏の改良水田開発サイトであり、小区画準水田と一筆の面積が 200-400m² に拡大され、畔や均平化が改良され

た標準的な水田となり、表 2 に示すように籾収量 7t/ha を達成した。図 33 の写真は 2014 年 6 月にここで撮影された。Google Earth 写真は 2014 年 3 月のものである。写真左側は氾濫原の三日月湖であり乾季でも、アクセスは徒歩、バイクあるいはボートが必要となる。図 39 は図 34 の Bagudo 付近、E 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは上は 300m、下は 100m。この E サイトの水田は小区画準水田と標準的な水田の中間レベルにある。写真は 2014 年 3 月であり、2018 年 2 月現在ほどのように拡大あるいは進化しているかは不明。



図 32. ①は Bagudo 付近の小区画準水田の写真。②は対照として示した Jega 付近の Zamfara 川氾濫原の小区画準水田。③は Niger 川を横断する Bagudo 橋。

図 33. ①③④は Bagudo 付近の篤農 Alh. Bello Baidu 氏(③の中央イスラム帽子、その左右は Dr. Segun と Mr. Joshua)の ABB farm 農場にて 2014 年 6 月に撮影。④の写真には浅管井戸とポンプが写っている。表 2 に示すように 2014 年 5 月末までで ABB 氏は中国製 DongFeng 耕耘機を 5 台購入し、下の図 34 に示す D 付近で 50ha の水田を開田し、平均籾収量 7t/ha を実現した。②は Bagudo 橋付近からバイクで D 付近までアクセスした。ABB 氏はレーザーレベラートラクターも検討したが、このようなヤブ状の氾濫原の開拓では、分解して船やバイクでも運搬可能な耕耘機がベストとのこと。

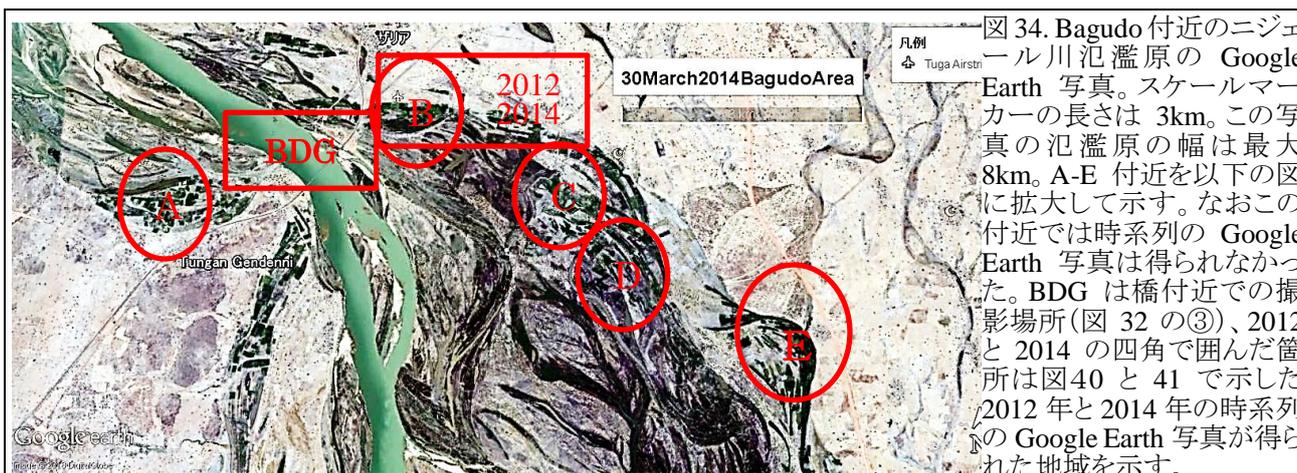


図34. Bagudo 付近のニジェール川氾濫原の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは 3km。この写真の氾濫原の幅は最大 8km。A-E 付近を以下の図に拡大して示す。なおこの付近では時系列の Google Earth 写真は得られなかった。BDG は橋付近での撮影場所(図 32 の③)、2012 と 2014 の四角で囲んだ箇所は図40 と 41 で示した 2012 年と 2014 年の時系列の Google Earth 写真が得られた地域を示す。



図 35. 図 34 の Bagudo 付近、A 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは上は 300m、下は 100m。この A サイトの水田の面積は 10-60m² (平均 35m²) 程度である。



図 36. 図 34 の Bagudo 付近、B 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは上は 300m、下は 100m。この B サイトの水田の面積も A サイト同様 10-60m² (平均 35m²) 程度である。



図 37. 図 34 の Bagudo 付近、C 地域の Google Earth 写真。スケールマーカの長さは上は 300m、下は 100m。この C サイトは下の図 38 に示す篤農の ABB 氏の改良水田開発サイトと重なる部分があり、小区画準水田と一筆の面積が拡大し、畔や均平化が改良された標準的な水田が共に見られる。

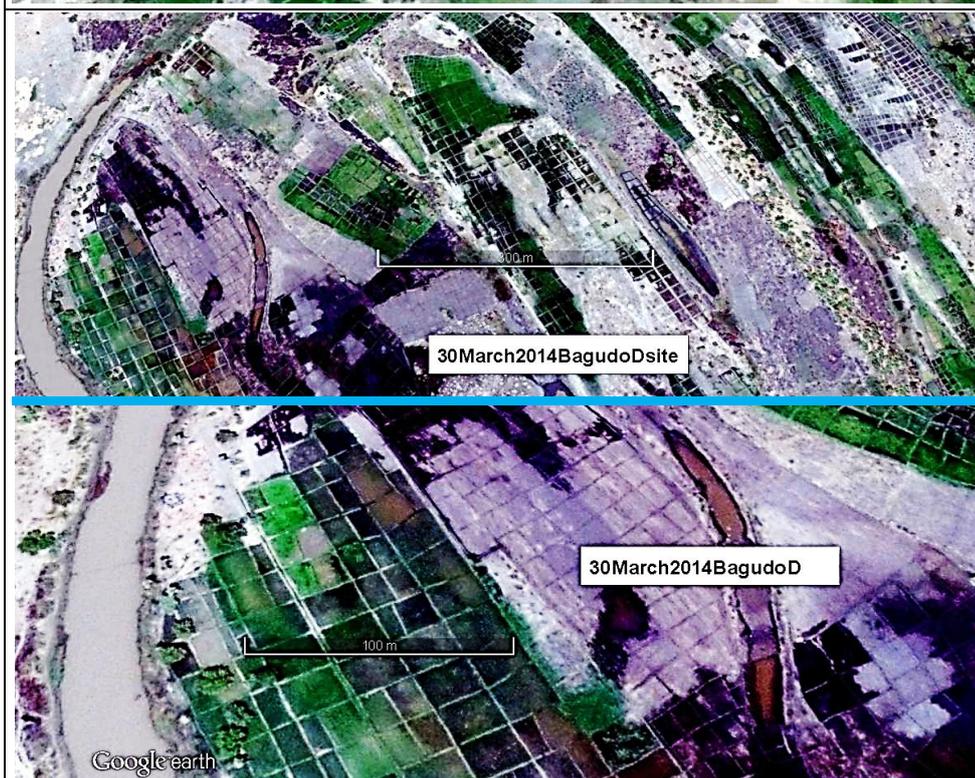


図 38. 図 34 の Bagudo 付近、D 地域の Google Earth 写真。スケールマーカの長さは上は 300m、下は 100m。この D サイトは篤農の ABB 氏の改良水田開発サイトであり、小区画準水田と一筆の面積が 200-400m² に拡大され、畔や均平化が改良された標準的な水田となり、表 2 に示すように籾収量 7t/ha を達成した。図 33 の写真は 2014 年 6 月にここで撮影された。Google Earth 写真は 2014 年 3 月のもの。写真左側は氾濫原の三日月湖であり乾季でも、アクセスは徒歩、バイクあるいはボートが必要となる。



図 39. 図 34 の Bagudo 付近、E 地域の Google Earth 写真。スケールマーカーの長さは上は 300m、下は 100m。この E サイトの水田は小区画準水田と標準的な水田の中間レベルにある。写真は 2014 年 3 月であり、2018 年 2 月現在ほどのように拡大あるいは進化しているかは不明。

2012 年と 2014 年の時系列 Google Earth 写真



図 40. Bagudo 地域の B 付近(図 34 と 35 参照)の 2012 年 2 月と 2014 年 3 月末撮影の Google Earth 写真による氾濫原の小区画準水田の比較。中央のマーカーの長さは 100m。旧川床に開発されたポンプ灌漑水田。2014 年では多少の面積拡大は見られるが、質量ともに大きな変化は見られない。



図 41. Bagudo 地域の図 34 の四角で囲んだ 2012/2014 付近の 2012 年 2 月と 2014 年 3 月末撮影の Google Earth 写真による水田整備の進行。中央のマーカーの長さは 100m。2012 年にはなかった氾濫原の旧川床に開発されたポンプ灌漑水田は 2014 年には約 7ha に拡大。小区画準水田に加え標準的な水田区画も見える。

9、参考文献

Dakingari ASU, 2013. Growing Agriculture in Kebbi state, paper presented by the executive governor of Kebbi state at the 19th National Economic summit, Group(NESG) held in Abuja on the 4th September, 2013 (https://ifdc.org/wp-content/uploads/2015/03/report_of_the_19th_nigerian_economic_summit.pdf)

- Daniel Essiet, 2016. Concern over N720.2b yearly rice import, The Nation, Nigeria, 21st, November, 2016, <http://thenationonline.net/concern-n720-2b-yearly-rice-import/>
- FAOSTAT, 2017. <http://www.fao.org/statistics/en/>
- Federal Republic of Nigeria, 2004. The Nigeria Rice Memorabilia, Project Synergy LTD, Abuja, Nigeria, 1-1045pp
- IITA Annual report, 1986 and 1987. http://www.kinki-ecotech.jp/download/IITAAnnualReport_1986-87_edit17Apr2017.pdf
- Johnson M and Masias I, 2017. Nigerian Agricultural Policy Project, Assessing the state of the rice milling sector in Nigeria: The role of policy for growth and modernization, IFPRI Research the Future Innovation Lab for Food Security Policy, Research Paper 59, pp.1-35, Feed The Future, USAID, Michigan State University, FMARD, <http://ageconsearch.umn.edu/record/259580/files/FSP%20Research%20Paper%2059.pdf>
- NAERLS and FDAE, 2014. Agricultural Performance Survey of 2014 Wet Season in Nigeria, National Report, National Agricultural Extension and Research Liaison Services (NAERLS) and Federal Department of Agricultural Extension (FDAE), Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD), <https://naerls.gov.ng/wp-content/uploads/2017/06/Agricultural-Performance-Survey-of-2014-Wet-Season-in-Nigeria.pdf>, 1-190pp
- Oyediran GO, 1990. *Genesis, Classification and Potential Productivity of Selected Wetland Soils in the Savanna Ecosystem of Nigeria*, PhD Thesis, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria, pp.1-335
- Ruth Tene, 2017. Nigeria Produces 5.7m tonnes of rice, in Leadership newspaper on 29 May 2017, <http://leadership.ng/2017/05/29/nigeria-produces-5-7m-tonnes-rice/>
- Shehu B and Lolo A, 2017. Promoting Rice Productivity in Kebbi State: Linking Data and Policy, State Policy Note 2, 1-4pp, IFPRI Research the Future Innovation Lab for Food Security Policy, Feed The Future, USAID, Michigan State University, FMARD, http://foodsecuritypolicy.msu.edu/uploads/files/Nigeria/StatePolicyNotes/Kebbi_State_Policy_Note_2.pdf
- The third national Fadama project, 2017. <http://projects.worldbank.org/P096572/third-national-fadama-development-project-fadama-iii?lang=en>
- 若月利之, 1989. 水田はアフリカを救えるか, 私の任国事情, JICA Expert 誌, No.80: 8-16, <http://www.kinki-ecotech.jp/download/JICAExpert1989No.2.pdf>
- 若月利之, 1997. 生態環境の修復と農村の再生のためのオンファーム実証研究, 廣瀬昌平・若月利之編著「西アフリカの・サバンナの生態環境の修復と農村の再生」第 6 章, pp.373-462, 農林統計協会, http://www.kinki-ecotech.jp/download/nourinntoukeikyokai-chosho_JP/book1_chapter6ed.pdf
- 若月利之 2009. アフリカ発谷地田農法で新・緑の革命, 現代農業, 11 月号, pp.346-350
- 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
- Yeldu HM, 2014. Report on extension of sawah rice production technology in Kebbi state, 30th of May. Facilitator's report, Fadama III.
- Yombe AS, 2016. Kebbi State sets to produce over 1million tons of rice in 2016 Dry season farming, in National Daily News Paper, <http://nationaldailyng.com/kebbi-state-sets-to-produce-over-1million-tons-of-rice-in-2016-dry-season-farming/>
- Zwart S and Hamady H, 2016. Finding flood-prone rice areas in West Africa, <http://ricetoday.irri.org/finding-flood-prone-rice-areas-in-west-africa/>, in ricetoday.irri.org