水田と森のエコテクノロジーによるアフリカと日本の再生プラン

若月利之
(島根大学生物資源科学部)

摘　要

21世紀の新しい地球社会を作るための日本の国際貢献の一つとして、「森と水田のエコテクノロジー」によるアフリカと日本及び地球再生計画を提案したい。熱帯アフリカの伝統的農業システムはアップランドの森林を犠牲にする畑作が中心であり、低地の利用は進んでいない。この結果、約4億haの森林が失われ劣化農地と化している。一方、熱帯アフリカ全体では2000万ha以上の水田稲作ポテンシャルがある。
低地の中では特に、里山や谷地田的小低地が重要である。低地の水田の持続的な生産性はアップランドの10倍以上あるので、今後50～100年でこの2000万haが水田化できれば、5～10億人分の食料増産に資するだけでなく、2億ha以上の森林破壊を防止し、ひいては森林再生の可能性を拓くことになる。アフリカにおいては単なる緑化ではなく、食料増産が森林再生の前提となる。森林の再生は、水保全とともに樹木による土壌生成を促進し、低地水田の持続的生産力をさらに向上させる。低地の水田開発による森林再生、砂漠化防止という戦略である。再生された森林による炭素固定量は年間1ha当たり2.5～5トン程度になり、今後50～100年間の年間炭素固定量は5～10億トンに達する。炭酸ガス排出権取り引き料が年間1トン当たり100ドルとすれば、年間500～1000億ドルとなり、単なるODAではなく地球再生ビジネスにもなり得る。
このような国際協力を、日本政府/農水省/農協/農家/NGO市民団体が一体となって実施することにより、ひるがえって、日本農業の危機や中山間地の過疎問題、里山荒廃問題等への積極的な取り組みのバネとなることも期待したい。水田と森の環境技術はアフリカの食料環境危機と地球環境を救うだけでなく、農林業の荒廃と深くかかわっている現在の日本社会の精神的文化的危機は、アフリカの人々との交流によって救われることも期待したい

キーワード：アフリカ、エコテクノロジー、水田、日本、森

1．はじめに：これまでの経過

世界にはアジア稲（Oryza Sativa）とアフリカ稲（Oryza Glaberrima）の2種の栽培稲がある。アジア稲はさらにインデカやジャポニカタイプの品種に細分される。両種の稲の栽培化の起源は大変古く、アジア稲は7000～1万年前ころ揚子江中流部で、アフリカ稲も数千年前よりニジェール川の内陸デルタ付近で栽培化されたと言われている。アフリカ稲は一部ではアフリカ型低地の自然湛水や河川の自然氾濫を利用するが、80％以上は畑作的な栽培であり、アジアのような水田稲作は発展しなかった。15世紀以来、欧米人が収量性の高いアジア稲の品種を持ち込んだため、現在では、アフリカ稲は全体の米生産の5％程度しか栽培されておらず、大部分はアジア稲が栽培されている。しかし、栽培法は依然として陸稲的栽培が中心であるため、全体としての収量は過去25年、1.5 t/ha程度で停滞している。一方、アジアでは、焼畑の陸稲もあるが、大部分は低地の水田稲作が中心である。水田は低地の生態系に適応しているシステムであるが、地形や生態系の改変も含む、土地の均平化や畔作り・灌漑排水設備等、エコテクノロジー（生態工学）技術が必要である。しかし、熱帯アフリカには低地利用のために必要な、このような農業技術は展開してこなかった。このためアフリカの低地は大部分未利用のままで残されている。逆に言えば、アップランドの森林破壊と引き換えに、稲その他の作物が栽培されてきた。水田化可能な低地面積は西アフリカが最も広く、サブサハラのアフリカの約80％を占める。西アフリカだけでも約2000万haの水田化可能な低地が存在し、うち約900万haがアフリカ型内陸小低地、残りが氾濫原やデルタである。アフリカ型内陸小低地は日本の里山の小低地に似ており、アフリカの村落コミュニテーのレベルで、大きな土木工事なしで、農学的な耕種技術を少し拡張するだけのエコテクノロジー的技術で小規模の灌漑水田の開

発が可能である[1]。

西アフリカの稲作研究は、国際農業研究機関である西アフリカ稲作開発協会（WARDA、本部、象牙海岸国）や国際熱帯農業研究所（IITA、本部、ナイジェリア）を中心に進められてきた。WARDAはアジアにおける国際稲研究所（IRRI、本部、フィリッピン）による「緑の革命」の成功をアフリカでも実現することを目標に、1970年代にロックフェラーやフォード等の財団、世界銀行やFAO、日本を含む先進諸国の資金援助で設立された。しかし、当初よりIRRI型の品種改良による生産性の向上、特に陸稲の品種改良を主要ターゲットとしたため、西アフリカ型稲作における水田システムの重要性はほとんど検討されなかった。一部の日本人研究者は当初より、稲作における水田の重要性を強調したが、欧米系学者の支持を得ることはできなかった。近年、ようやく低地利用農業の重要性が認識されるようになり、オランダやフランスチームの支援によるアフリカ型内陸小低地の研究開発コンソシウム（IVC）[11]がWARDA/IITAを中心に活動しているが、水田システムはアジアのものであり西アフリカには適しない、という欧米人学者の考える前提のもとで研究開発が行われている。しかし、近年、台湾チームのパイオニア的な活動[9]、日本をはじめ韓国等アジア諸国のODAによる水田稲作の展開等もあり、アジアを知るアフリカ人稲作研究者の増加等により、次第に水田稲作への評価が高まっている。

筆者等のグループは1986～90年にかけて、国際協力事業団の個別専門家派遣事業等の支援を受けて、西アフリカ全域の低地土壌や稲作の現状を調査した[1]。その後、1992～1996にかけては、日本学術振興会の国際共同研究や文部省科学研究費等により、ナイジェリア中部のギニヤサバンナ帯に設定したベンチマーク集水域で、農民を巻き込んだオンファーム実証試験を行った[1]。さらに、1997年より2001年までは、国際協力事業団の研究協力「農民参加によるアフリカ型谷地田総合開発」プロジェクトを、ガーナ国クマシ市付近の森林移行帯のベンチマーク集水域で実施中である[12]、[13]。

上記プロジェクトの報告で強調したように、陸稲栽培等、畑作の拡大は必然的に森林破壊を伴うが、低地水田開発は逆に破壊された森林の再生にも道を開くこと、今後の「アフリカにおける食料増産と環境保全」の両方に対処できる持続可能な開発戦略であるとの理解がアフリカの現地では深まりつつある。一方、欧米系の学者には水田システムの意義については、なかなか理解してもらえないというのも現実である。しかし、本稿で述べたような実践的研究を積み重ねることにより、今後、日本のリードによる国際機関を巻き込んだ「熱帯アフリカにおける水田開発と森林再生」事業が強化されることを期待したい。

2. 何故アフリカか？

持続性の高い伝統農業は生態環境と人間社会との継続的な交流により成立する。農の営みは、生命と生態環境と文化を統合する。農業の荒廃は従って、アフリカのように食料環境危機として現われるばかりでなく、日本のように、モラルや夢の喪失による、教育・文化・精神的危機としても現われる。この意味で、日本農業の危機とアフリカ農業の危機はつながっている。日本農業と日本社会の現在の危機は経済の論理に圧倒されて、農業や日本文化の原点を見失った結果である。一方、「欧米社会の裏返しであるアフリカ」では、あまりにも危機的であるが故に農業や文化の原点がはっきりしている。文化的原点を見失った日本社会が、農業という原点に立ち返るきっかけをアフリカは与えてくれる。その意味でアフリカは日本を救うことにもなる。

現在の熱帯アフリカ諸国の社会経済危機の背景には、農業と環境危機があり、熱帯アフリカに持続的な農業や森林管理システムが展開できなかったのは、コロンブス以来数百年間継続した欧米の奴隷貿易と、それによる新大陸開発の犠牲になったことによる社会の崩壊、その後1960年のアフリカの独立まで100年以上続いた植民地支配にある。欧米との長期にわたる「交流」は生態環境のみならず、「民族間対立の激化、リーダー層の腐敗」等、社会に大きな歪みを残した。奴隷貿易や植民地支配が500年も継続した社会では、正義や大義に生きるリーダー層が生まれる余地は少なかった。このような奴隷貿易や植民地支配に、キリスト教的正義が同時に持ち込まれたことは、歴史の悲劇である。一方、この500年のアフリカの犠牲の時代は、欧米の世界化と欧米への富の蓄積と、それをベースにした欧米科学技術の発展、そしてその恩恵による「豊かな生活」をもたらした。日本は明治以来、このような由来を持つ欧米の科学技術の恩恵を受けて、現在の経済大国になった。しかし、これまでの500年は欧米的価値観の世界化と同時に、地球環境の悪化の過程でもあった。この500年の欧米による世界制覇は先進諸国に豊かで便利な生活をもたらしたが、一方で、アフリカ社会の破壊、そして地球環境の劣化をもたらしたのであった。このことを理解すれば、欧米の犠牲になったアフリカこそが、地球環境問題の「主戦

場」である、と捉える発想も必要である。欧米の近代文明や近代科学を乗り越え、地球環境問題と南北問題を克服する新しい地球社会を築くために、日本はアジアをベースとしながらも、アジアのみに留まるのではなく、アフリカへの積極的関わりが必要であると考える。図1にはこのようなグローバリゼーションの歴史的展望を総括して示した[2)]。

3．熱帯アフリカの森林破壊と土壌劣化の現状

3.1 過去15年間の土地利用の変遷

1974年から1989年までの過去15年間の南アフリカ諸国の土地利用の変遷を他の地域と比較して表1に示した。全アフリカおよび西アフリカでは過去15年で森林面積がそれぞれ4000万haおよび1500万ha減少し、農地が1100万haおよび560万ha増加し、砂漠化による荒れ地と都市（砂漠）域が3100万haおよび1050万ha増加した。森林両積率は1974年を基準にすると、全アフリカでは23.8%の7.2億haから22.6%の6.8億haに減少、西アフリカでは14.5%の1.1億haから12.4%に減少した。アフリカにおける森林減少の理由としては人口増加による農地の拡大、砂漠の拡大、都市域の拡大のいずれもが重要である。

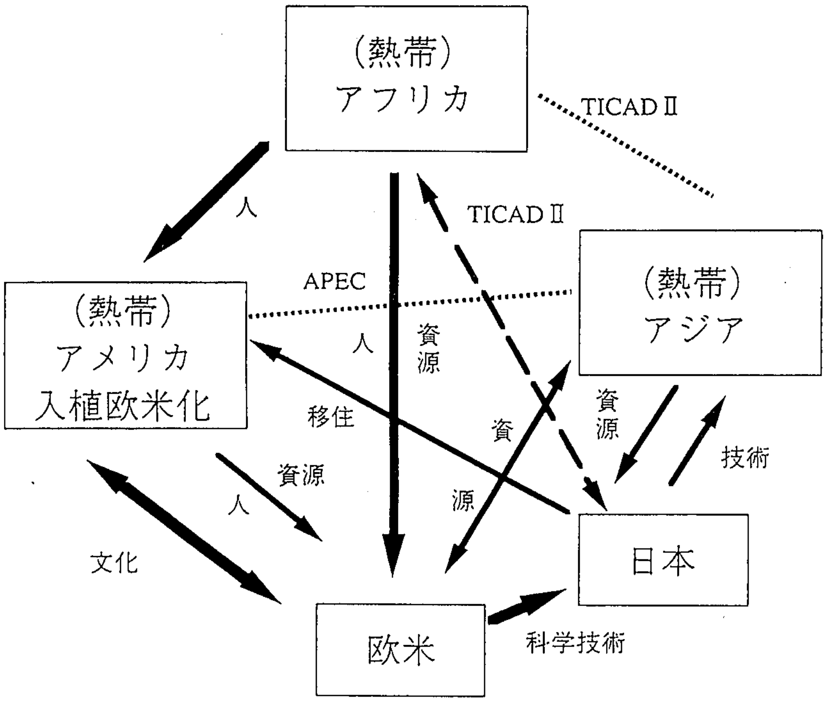

図1　グローバリゼーションの歴史的展望
（出所）若月利之島根大学教授の原案に、高瀬が補筆（1999. 7 .17国際高等研究所、環境問題と食糧生産セミナー）

表1　西アフリカの過去15年の土地利用の変遷[1)]

	1974年（万ha）					1989年（万ha）					全体	(1993年)人口密度(人/km²)
	農地	樹木作物	草地	林地	その他*	農地	樹木作物	草地	林地	その他*		
西アフリカ	5,033	651	21,558	10,732	35,167	5,589	646	21,467	9,219	36,220	74,181	37.7
全アフリカ	15,687	1,707	89,580	72,266	117,178	16,816	1,883	89,084	68,357	120,273	303,068	23.7
南米	9,631	2,185	45,030	95,452	22,993	11,610	2,603	47,935	89,134	24,011	178,187	17.7
アジア	41,988	2,840	69,651	57,694	95,677	42,033	3,230	67,843	53,540	101,197	275,740	122.9
日本	452	64	46	2,504	699	415	49	64	2,511	727	3,778	331.9

注：*その他は住宅、ビル、道路等の都市的利用と、劣化あるいは砂漠化による裸地を含む。

一方、南米ではこの間の森林の減少面積は6300万haであったが、草地の増加が3000万ha、農地と樹木作物の増加が2400万ha、砂漠化や都市域の増加が1000万haであった。南米では熱帯林がハンバーガー（草と牧畜）に化けたことがわかる。アジアでは森林と草地の減少計5900万haに対して、砂漠化等の不毛域と都市域の拡大が5500万haもあるが、農地や樹木作物の増加は400万haしかない。アジアにおいては農業生産の拡大が主として収量の増大によってまかなわれた。

西アフリカにおける森林減少の歴史を調べると[3]、ガーナ、ナイジェリア、コートジボワール等では英仏の植民地時代の1900～1960年代の間に極端に減少した。これは植民地経営による換金作物栽培の強制、それによる農民の自給作物の栽培が周辺地域の森林破壊を拡大したためである。ナイジェリアの場合、独立直後の1964年には森林面積率は23％にまで減少した。1984年には森林面積率はさらに16％まで減少した。独立時にすでに森林は少なかったのであるが、独立以後の人口増加も大きく、最後の森林まで使い尽くさざるを得ないところまで追い詰められていることを物語っている。これはナイジェリアのみならず、西アフリカ全体に見られる傾向である。早急に森林破壊せずとも食料増産を可能にする体制を作り、森林再生の道を見い出す必要がある。

図2はナイジェリアにおける過去30年間の900 mm、1100 mm、1300 mm、および1500 mmの年間等雨量線の南下の様子を示したものである[4]。各等雨量線とも過去30年で100～200 km程度南下している。特に、サハラに近い半乾燥地での変動が大きい。サハラの南下が、サブサハラのアフリカのあらゆる地域に降雨量の減少をもたらしている。このような降雨量の減少は以上見てきたような1900～1960年代、さらにはそれ以降の急速な森林減少に連動していると思われ、人為の影響が大きいものと考えられる。

3.2　西アフリカの内陸小低地と氾濫原土壌の肥沃度

筆者は1986～95年にかけて図3と4に示すように、セネガル、ギニア、シュラレオーネ、リベリア、コートジボワール、マリ、ブルキナファッソ、ガーナ、トーゴ、ベニン、ニジェール、ナイジェリア、カメルーン等、西アフリカ全体の内陸小低地の182地点と氾濫原より62地点をサンプリングした[1]。一般肥沃度分析の結果は表2に示した[1)5)]。表からわかるように西アフリカの内陸小低地土壌は極めて貧栄養である。平均的な数値で日本や東南アジアと比較して見ると、有効陽イオン交換容量（eCEC），交換性Ca，Mg及びK、粘土含量いずれも小さい。氾濫原土壌の肥沃度は内陸小低地よりは高い。粘土含量は東南アジアに近い。しかし

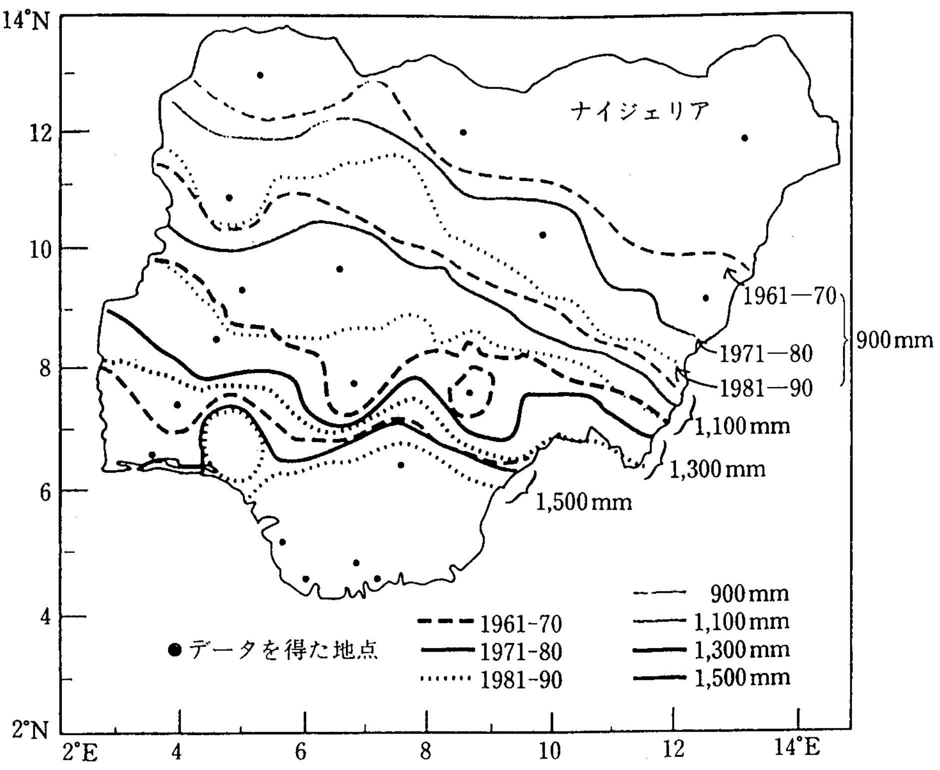

図2　等雨量線の南下－砂漠化の拡大（IITA，1992）

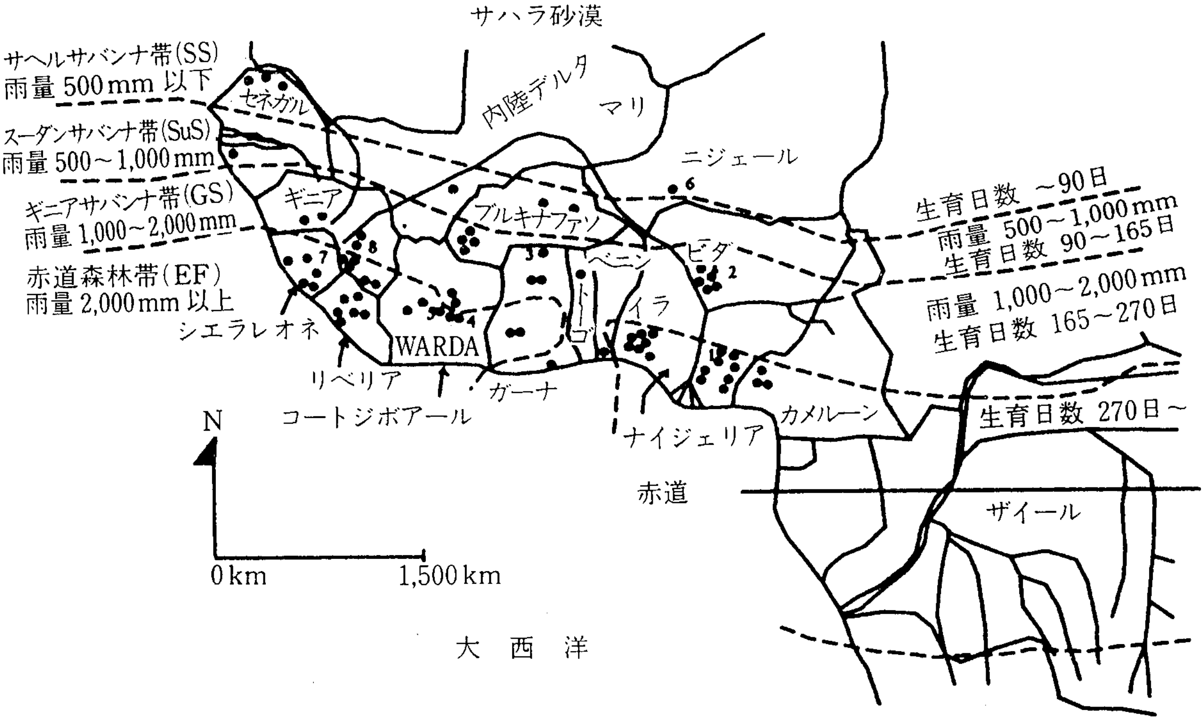

図3　内陸小低地の稲作栽培土壌の主なサンプリング地点（合計185地点より採取）
　図中の番号の地点の生態環境的特徴は以下のようであった。
1．アバカリキ（Abakaliki）、伝統的な小低地稲作地　2．ヒダ（Bida）、伝統的な小低地と氾濫原稲作地　3．トノ灌漑プロジェクト（Tono ICOUR）イギリス、韓国が協力　4．ボワケ（Bouake）、ムベー（Mbe）小低地にWARDA（西アフリカ稲作開発協力）の本部と田圃がある　5．ダロア（Daloa）とカチョラ（katiola）、世銀や台湾等の協力でコートジボアール稲作開発公社（SODERIZ）が水田開発を行った　6．ビリニンコニ（Birinin Konni）、小さな凹地にアフリカ稲が半栽培　7．マケニ（Makeni）、伝統的な内陸小低地稲　8．ゲッケドウ（Gueckedou）伝統的な小低地稲作地

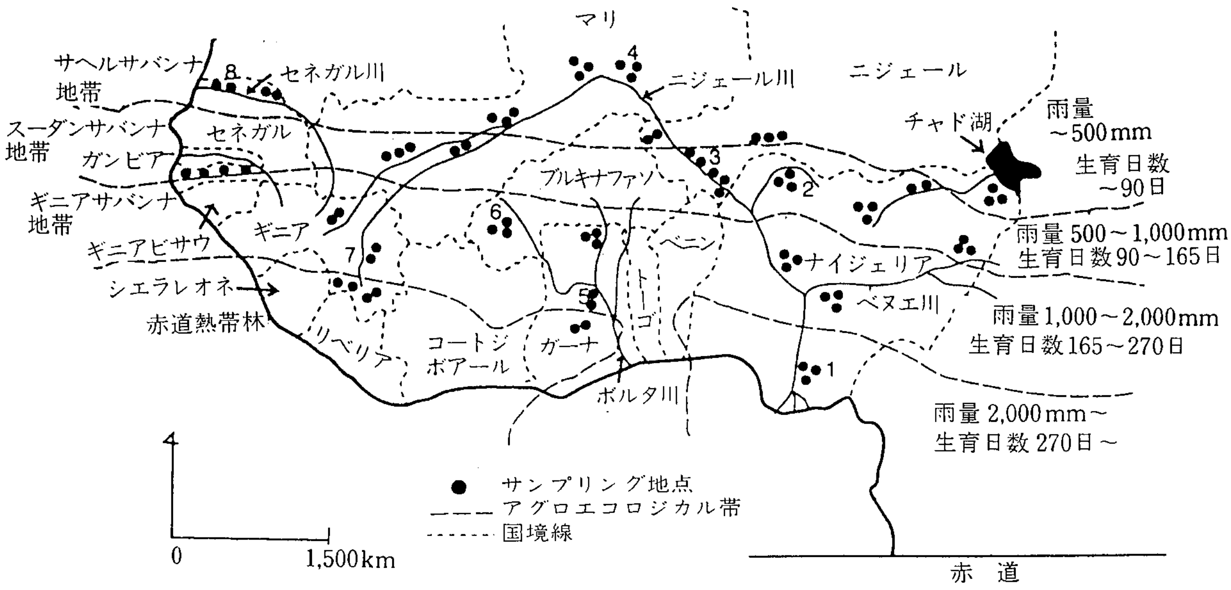

図4　氾濫原土壌のサンプリング地点（合計62地点より採取）
1．日本の技術協力による大規模灌漑水田（約4,000ha）　2．ソコト（Sokoto）、伝統的な氾濫原農法によるアフリカ稲の栽培地　3．ニアメイ（Niamey）付近、ポンプアップによる灌漑水田　4．ガオ（Gao）付近、アジア稲とアフリカ稲の深水稲がみられる　5．アフラムソ（Aframso）、小型の氾濫原の小規模開田　6．クー低地（Vallee du kou）の台湾とオランダの協力による灌漑水田　7．バロ（Baro）氾濫原におけるフランスの協力による陸稲的な非水田機械化稲作　8．サンルイ（St. Louis）、小型フローティングポンプによる小規模灌漑水田、野菜畑

表2　西アフリカ内陸小低地および氾らん原土壌の肥沃度。熱帯アジアと日本の水田土壌と比較して示した[1,18]。

Location	Total	Total	Available	Exchangeable		Cation	(Cmol/kg)	Sand	Silt	Clay	CEC
	C(%)	N(%)	P(ppm)	Ca	K	Mg	ECEC	(%)	(%)	(%)	Clay
西アフリカ内陸小低地	1.3	0.11	8.7	1.89	0.25	0.88	4.20	60	23	17	25
西アフリカ氾らん原	1.1	0.10	7.3	5.61	0.49	2.69	10.31	48	23	29	36
熱帯アジア水田	1.4	0.13	18	10.4	0.4	5.5	17.8	34	28	38	47
日本の水田	3.3	0.29	57	9.3	0.4	2.8	12.9	49	30	21	61

*Kawaguchi and Kyuma (1977)[18]

eCECや交換性塩基含量は小さい。粘土の活性度(eCEC/粘土)は東南アジアに比べて小さい。赤道森林帯やギニヤサバンナ帯が特に小さく、強度の風化溶脱を示す。一方、日本の土壌粘土の活性度は特に大きい。内陸小低地土壌の肥沃度は世界的に見ても最低の部類に入る。この地域の土壌が極めて粗粒で極貧栄養なのはゴンドワナ大陸以来の古い酸性の岩石が、熱帯気候下で長期にわたる強度の風化溶脱を受けてきたという自然環境的要因が主因であろう。しかし、森林破壊とそれに引き続くアップランドにおける土壌収奪劣化型農耕の継続、さらに低地における水田農業のような土壌保全型の集約的農業システムの展開がなかったことも、重要な人為的要因であろう。

4．西アフリカの大地の再生戦略

4.1　水田仮説

熱帯アフリカの低い土壌肥沃度を克服して、農業生産性の停滞を打破して、集約的な持続的農業を展開する道はあるであろうか？筆者は熱帯アフリカにおいては「森林破壊による農地開発と土壌劣化」が広範に進行する一方、低地土壌利用型の水田農業のような集約的持続的農業が展開してこなかったことが、現在の農業危機と環境危機の背景にあると考えている（図5、水田仮説）[6]。

低地水田システムの持続的生産性はアップランドの焼畑的陸稲の10倍以上に達する。このことは、1 haの低地水田開発は10 ha以上のアップランドの森林保全、あるいは森林の再生を可能にすることを意味する。アップランドの森林は水循環と養分補給の点で低地の水田の持続的生産性をさらに向上させる。水田稲作は畑作と異なり、森林との積極的共生関係を作ることが可能である。一方、アフリカのこれまでの畑作は森林とは敵対（相克）関係にある[17]という点で、農業と環境保全（森林保全）は矛盾する関係であった。

1. 低地利用農業の未展開
2. 水田造成，維持管理等，環境形成技術が農民に普及していない。
   → 灌漑が普及しにくい。
   → 肥料が有効でない。
   → 高収量品種が有効でない。
   → 土壌肥沃度が持続できない。
3. だから「緑の革命」が可能にならない。

図5　熱帯アフリカにおける集約的持続的農業に関する水田（sawah）仮説。

いまのところ定性的なレベルに留まるが、以下のような比較ができる。西アフリカを含め、熱帯圏におけるアップランドの焼畑移動耕作による陸稲収量はモミベースでヘクタール当たり1トン以下である。低地の水田稲作は無肥料でもヘクタール当たり2～2.5トン程度は可能である。アップランドの焼畑稲作では2作程度の作付後は休閑により肥沃な表土の生成を待つ必要がある。持続的な生産は焼畑移動耕作の場合は、2作の作付で通常10年以上の休閑が必要とされる。一方低地の水田稲作は、以下に考察する地質学的施肥作用等による天然の養分供給能が高いので、連続して作付できる。単純に（2.5/1）×（10/2）で計算しても12.5となる。水田の持続的生産力はアップランドの12.5倍になる。低地利用水田農業がアップランドの畑作農業に比べて本質的に有利な点である。

4.2　地質学的施肥理論[1)]

人間はどのような環境のところに住んでいるのであろうか。人口の地理的分布を決める要因はなんであろうか。図6に示したように、都市成立の基盤となる周辺地域の人口分布に見られる極端な高低差の原因は何であろうか。図で黒点の集中している地域が人口密集地である。図からわかるように人口密集地は降雨量（あるいは河川による水供給）による制限を受けていることは明瞭である。温帯地域では年間降雨量が500～1000 mm以上、熱帯では1000～2000 mm以上の地域にのみ高人口密度分布域が存在する。しかし、降雨に恵まれた

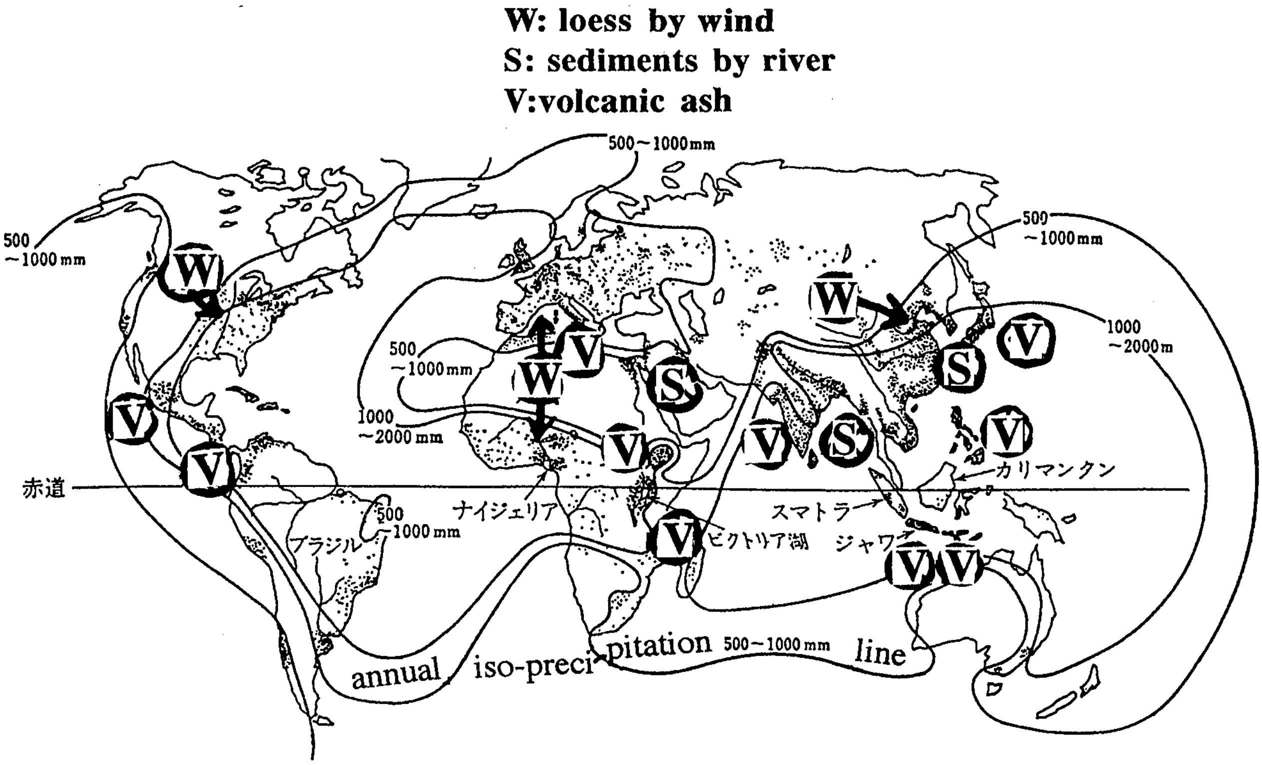

図6　黒点は人口密集地を、線は等雨量線を示す
人と土：人の住むマクロな地球環境は？　肥沃土：風と水と火山による地質学的施肥

熱帯圏でも地域ごとの人口密度の差異は大きい。図6から分かるように、熱帯アジアの人口密度は全体として熱帯アフリカやアメリカよりかなり高いが、その中でも大きな粗密差が存在する。ガンジス等のデルタ部、ジャワやバリ島のような火山活動の活発な島、玄武岩質の溶岩台地のインド亜大陸等は、人口密度は500人/km^2以上に達する。一方、ボルネオ島の人口密度は低く10人/km^2程度にすぎない。熱帯アフリカではザイール盆地の人口密度は小さいが、エチオピア高地、ビクトリア湖周辺の東部アフリカの火山灰土壌地帯、ナイジェリア北部のハウサ地域、南部のヨルバ、イボ圏の人口密度は数100人/km^2以上ある。熱帯アメリカでは広大なアマゾン低地の人口密度は低いが、古代マヤやインカ文明の栄えたメキシコ、ペルー等は高い人口密度を示している。これらの高人口密度地帯はいずれも肥沃な土と豊かな水資源に恵まれた地域である。水資源の豊かさは降雨分布と地形によって規定される。肥沃な土壌の分布を決めているのが地球の営みとしての地質学的施肥作用である。地質学的施肥作用とは、不可逆的過程である岩石の風化や土壌生成反応に新たな出発物質を供給し、土壌の若返り（更新）を行う地球の営みであると定義する（図7）[7]。
地質学的施肥作用は以下の4つに区分できる。

1）水の作用（河川による運搬沖積作用）：数年～数10年のタイムスケールで繰り返される洪水は肥沃な低地土壌（Inceptisol）を生成する。アフリカではナイルデルタが代表例である。ナイルデルタは又、上流部のエチオピア高地やビクトリア湖周辺に分布する火山灰土壌の恩恵も受けている。

2）火山活動（火山灰や塩基性溶岩の供給）：数100～数1000年のタイムスケールで供給される火山灰は、短期的には大災害をもたらすが、土壌の若返りをもたらし、養分に富み活力ある肥沃な火山灰土壌（Andisol）を生成する。エチオピア高地やビクトリア湖周辺のケニヤ、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、極東ザイール地域の土壌肥沃度が高いのは、火山灰や塩基性溶岩が土壌への地質学的施肥となっているためである。

3）風の作用（レスの供給）：自然の砂漠は肥沃な土壌を生成する上で必要である。サハラ砂漠からのハルマッタンダストは塩基に富み肥沃である。ナイジェリア北部では毎年乾期の12～1月にはサハラ砂漠から吹くハルマッタン風が大量のレスを沈積させる。ギニヤ湾岸の都市ラゴスでもハルマッタンダストが日射を遮り、一時的に気温が低下して大変しのぎやすくなることさえある。欧米の穀倉地帯でもレス由来の土壌の分布は広い。

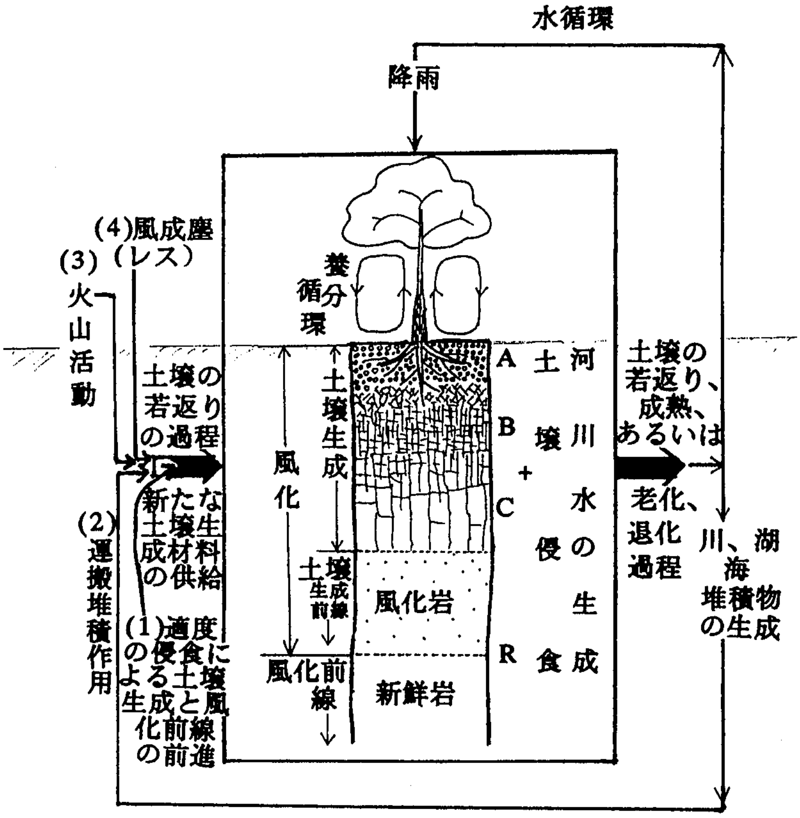

図7　土壌の生成、成熟、老化及び若返りの諸過程
土壌生成材料を新たに供給し、土壌の若返りを行う地質学的施肥作用には以下の4つがある。
(1)適度の侵食、　(2)河川の運搬堆積作用
(3)火山活動、　(4)風成塵の運搬供給
〈土壌生成と侵食の動態〉

中国東部地域はゴビや黄土高原等からのダストの恩恵も受けている。又、量的な寄与は少ないとは言え、日本の黄砂も土壌肥沃度の維持に役立っているものと考えられる。地球温暖化防止にも砂漠からのダストが海洋への鉄分を供給し藻類による炭酸ガス吸収に役立っている可能性もある。

4）風化・土壌生成と侵食の動的平行（土壌の新陳代謝、あるいは老化防止）：インドのデカン高原は数1000万年の年代を持つ玄武岩の溶岩台地である。これを母材にして肥沃なレグール土（Vertisol）が広範に生成している。しかし、Vertisolの成熟年数は数万年以内と推定されるので[8]、デカン高原のVertisolは土壌侵食と土壌生成のダイナミックなバランスを保っていることが分かる。ただし、自然環境下で達成されている侵食と生成のバランスは、後述するように、不適切な農耕活動によって容易に過度の侵食状態、土壌劣化、砂漠化の方向に変わるので注意が必要である。逆に土壌生成に比べ侵食が非常に小さい場合は、長期的には土壌養分の溶脱と消耗を来し、老朽化土壌（Oxisol）を生成する。

4.3　集水域の中における水田システム[6]

図8に示したように、低地にはアップランドで生成した土壌とアップランドの風化土壌生成過程で放出された養分が集まる。低地に水田システムが整備されていれば、この養分に富む培養水と肥沃な表土を貯留し有効に利用できる。水田の高い生産性の長期的持続性の生態環境的基盤はここにある。しかし、灌漑水の意義については比較的データはそろっているが、水とともに動く土の動きそのものについては、土壌生成速度の定量的データは少ないので、かなりの推定が入ることになる。

図8の集水域の例では95％の面積を占めるアップランドにおける土壌生成速度を1 t/ha/yと仮定してみよう。安定な集水域生態系では、土壌生成速度と土壌侵食速度はつりあっているはずなので、面積5％の低地に95％のアップランドで生成した表土とその過程で放出された養分が集まることになる。従って、低地の土壌生成速度は20 t/ha/y

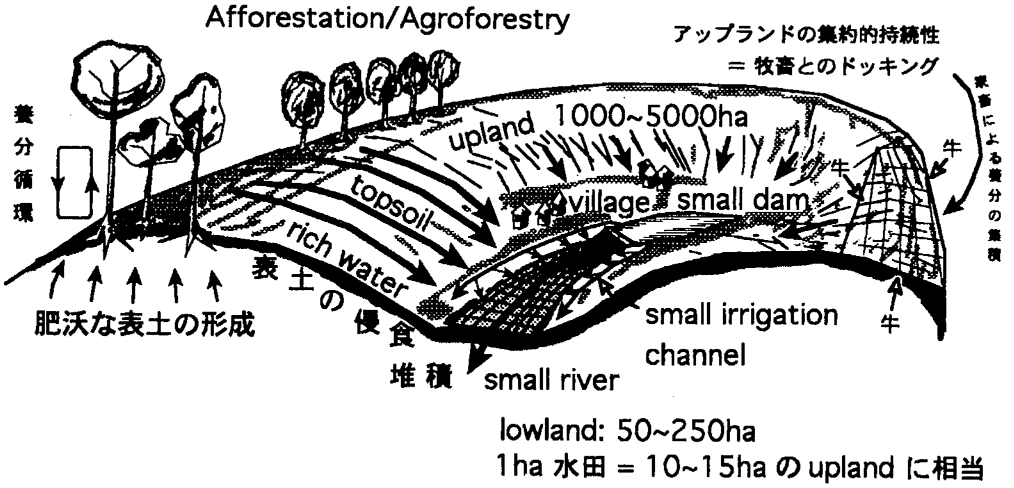

図8　集水域における集約的持続的生産性の基礎条件
水田システム／アグロフォレストリー／有畜農業（熱帯アフリカの将来の農業システム案）

に相当することになる。この全てを有効に利用することはできないが、アップランドから流れ落ちる肥沃な土壌と培養水を有効に利用できるシステムとしては水田がベストであろう。いわば、低地の水田システムはアップランドという巨大なストックの生み出す利子を有効に利用するシステムである。地質学的施肥作用の1）と4）を人為的に強化できる農業システムである。低地水田システムの持続的生産性がアップランドの焼畑的陸稲の10倍以上に達する理由はここにある。図8から分かるように、深く根を伸ばし肥沃な表土の生成を行う森林生態系は、水田システムと組み合わさることによって、集水域全体の水の保全機能と持続的生産性機能をさらに強化することが理解される。集水域における森と水田のこのような組み合わせは、近年注目されているアグロフォレストリーの伝統技術の一種である。日本やアジアの伝統農業が発展させてきた、持続的生産のための優れたエコテクノロジーであり、森と水田の環境技術である。劣化した西アフリカの低地とアップランドを、このような森と水田の生態工学技術で再生することが本提案の目標である。

5．台湾チームの1965〜75年の活動[9)16)]

西アフリカにアジア型の水田稲作の最初の種を捲いたのは1962〜1974年ころを活動のピークとする台湾チームであった。当時人口1200万人にすぎなかった台湾は最盛期には水田開発と稲作専門家を年間1200人も派遣した。ラジオ新聞等で全国公募を行ない、選りすぐった20代後半から30代前半の若者をまず1年間試験場等でトレーニングして、西のみならず全アフリカに派遣した。40代半ばから50代前半のチームリーダーの下で、5〜10人程度の小隊を作り、西アフリカ各国の全土に配置した。各小隊は村又は地方都市に住みこみ、2〜3年滞在した。初年度は1〜2ha規模のデモンストレーションと村民のオンザジョブトレーニングを行ない、つづいて、積極的な農民の土地で開田と稲作の技術指導を1〜2年行ない、ある程度技術が定着したら移動するという、草の根型の参加型アプローチを採用した。これらの台湾チームのアプローチは象牙海岸国のIDESSA所長のKofi Goli博士の言によれば、西アフリカの現状に合っており大変良いものであった。台湾は最盛時には象牙国のみで年間160人の灌漑水田と稲作専門家を派遣した。

しかしながら、国策としての台湾の西あるいは全アフリカにおける水田稲作開発の技術協力は1970年半ば以降、突然の中断を余儀なくされた。外交権が大陸中国に移ったからである。この結果、台湾の巨大な技術協力は10数年間しか続けることができなかった。国策としての台湾の水田稲作技術協力は交代した大陸中国に引き継ぐことはできない運命にあった。

1980年代に水田稲作について言われた、国際機関や欧米諸国の大変ネガティブな評価は、このような台湾と中国の交代に伴う一時的な停滞期に由来するものであった[10)]。マリのOffice Du Nigerの5万haヘクタールの巨大灌漑水田稲作の過去26年間の収量の変遷を見てみると、1980年代末までは1haの平均収量は2トン程度に止まり、長い停滞期にあった。このような停滞も灌漑水田稲作へのネガティブな評価に繋がった。ところが、1990年代に入ると収量は急速に延び、現在では5トンの水準で安定するようになった。この長い停滞は水田稲作定着の準備期間であったと思われる。

このような成功の陰には、台湾チームが30年前に実施したブルキナファッソのValle Du Kouの灌漑水田稲作の成功がモデルとしてあった[16]。

1998年の夏に行われた筆者による10年ぶりの広域調査報告[10]で明らかにしたように、西アフリカの稲作は現在急速な発展期に入っている。Office du Nigerのようにこれまで不成功と思われていたような大規模プロジェクトでさえも、水田稲作を中心に緑の革命が可能になりつつある。当面は谷地田小低地における小規模水田稲作をターゲットとするが、10年以内に中、大規模プロジェクトも実施可能になるものと考えられる。1980年代末からIITAやWARDA，FAO等で議論された「アジアとアフリカは異なる、アジア型の稲作は西アフリカの生態環境や伝統農業とはマッチしない、陸稲を中心としたアフリカ型の稲作展開の道をさぐるべきだ」という議論は、1980年代の稲作停滞期に起こったものであるが、この停滞は台湾中国と大陸中国のアフリカにおける政治的交代にともなう空白もその大きな原因と考えられる。この調査報告では、「水田稲作は水田稲作であること」、アジアもアフリカも変わりはないことが明らかにされた。

6．国際協力事業団ガーナ研究協力「農民参加によるアフリカ型谷地田総合開発」プロジェクト[12)13)]

本研究プロジェクトは、本稿で考察してきた3つのコンセプト、すなわち、1．水田仮説(Sawah Hypothesis)、2．地質学的施肥理輪(Geological Fertilization Theory)、及び、3．生態工学（エコテクノロジー）技術開発をベースとして、これらのコンセプトを実証するため、4．参加型アプローチを採用して、農民参加による現場でのエコテクノロジーの研究開発と訓練普及の一体化により、水田やアグロフォレストリーという外来の技術が在地化するプロセスを見い出すことを目的としている。

ここで使うエコテクノロジーという言葉は、地域の生態環境をベースとして、農林水産業の生産性を高めるだけでなく、地域の生態環境も改善する技術であり、同時に、この技術はベンチマーク村落の伝統的農業システムや村落社会と調和するものである、と定義する。費用とエネルギーコストがかさみ、かつ持続性という点で問題のあったこれまでの農業土木型の大型開発技術ではなくて、農学的耕種技術に水管理や土壌保全のための、水路や堰作り・均平化・畔ごしらえ等、を加えた拡張農学・林学技術でもある。農民参加を誘導しながらオンザジョブ訓練を行い、開発コストを下げるカギともなる技術である。

アフリカにおける日本のこれまでの水田開発技術協力は、1）過去、1980～90年代に行われた、ナイジェリアのローアアンブラやタンザニアのローアモシプロジェクトのような、大規模灌漑水田開発ではヘクタール当たり約3万ドルの水田造成費は別枠予算で、日本等、外国のコンサルタント会社や建設施工業者が行った。造成後の灌漑水田システムを利用する稲作技術協力のみが技術移転の対象であった。しかしながら、これらの大規模灌漑水田システムの維持管理についての技術移転は容易ではなく時間がかかることから、2）現在では、小規模灌漑水田プロジェクトがターゲットとなっており、コートジボワールやガーナで実施中である。この場合でも灌漑水田システムの造成は上記と同様の別枠予算で実施される。灌漑水田システムの規模が小さいことから稲作の技術協力の技術移転はスムーズに進むことが期待されている。しかしながら、灌漑水田において5トン/haの稲の収量が実現しても、販売価格は、アフリカを含む世界の平均的な価格レベルでは1000～1500ドルにしかならないので、1）と2）の方式の水田開発では持続的な水田開発は不可能であるのは明らかである。本研究協力プロジェクトでは、3）エコテクノロジー型の新しい水田開発方式を見い出し、ヘクタール当たりの水田開発費用を3000ドル程度と、これまでの開田費用の10分の1程度にまで下げることを目標としている。水田システム造成と稲作技術に関する技術協力を平行して実施することにより、外部からの援助なしで自立的に灌漑水田開発ができるようになることが、最終目標となる。

以下にガーナの作物研究所、土壌研究所、森林研究所、水資源研究所等をカウンターパートとして、島根大学、筑波大学等のチームによる研究協力の内容を紹介する。1997年8月に開始したばかりであり、この研究協力の成果については、1～2年後に報告することになるので、ここでは本研究協力プロジェクトの大枠についてのみ紹介する。本研究協力では図9に示したようにクマシ市北西約40 kmのアドギャマ（Adujama）村とビエムソ(Biemso No. 1）村を中心とする集水域をベンチマークサイトとして選定した。100 haから8000 haくらいの規模の集水域の水と土壌及び地形条件を調査し、それぞれの規模の集水域に適合する開発モデルも検討する。又、それらの開発モデルの、住民参加型の実現プロセスも検討する。小低地集水域の小規模水田開発を軸とする林業や

養漁池を含む総合的環境保全型農業の手法は、日本やアジアの得意とする低地利用農業にそのベースがあり、アフリカ農業に対するこれまでの欧米を中心とする技術協力とは違った、新しい視点での技術協力となることが期待できる。又、類似小低地集水域はサブサハラのアフリカに無数にあり、適切な開発モデルと手法が提示できれば、その適用範囲は広い。

6.1 研究のフレームワークとこれまでの主な成果

以下、ベンチマークサイトの地図（図９）とともに、農民参加型の水田開発実証試験を行っている土壌と水チームを中心に、作物チーム、林学チーム、それにライフを加えた４チームの主な研究課題と目的及びこれまで得られた主な成果を示す。

6.1.1 土壌と水チーム

ベンチマーク集水域における水収支と降雨流出解析、既存の土及び水管理技術の調査、ベンチマーク集水域の全体の土壌調査、特に、ベンチマークサイトの大小の集水域の低地土壌の分布およびその肥沃度特性の調査等を行い、以下の各種の水田システムのベンチマーク集水域における開発ポテンシャル等の基礎調査を行う。

これらの基礎調査のデータを活用しながら、各種水田システムの企画、設計、開発、及び評価を行うことが、水と土壌チームの主要任務である。図９に示したように各種の水田システムを各種サイズの集水域低地に農民達と共同で造成し、栽培試験を行っている。即ち、100〜500 haの集水域面積の小低地では、天水田型で一部は直接取水と補助的ポンプ灌漑型水田をGold valleyとRice valleyで約0.5 ha開田し、参加農民による自立的実証試験が継続中であり、泉灌漑型のNicholasサイトでは1999年に参加農民が自主的に0.2 ha以上開田し合計0.4 haとなった。平均収量は4.5 t/haで、1998年より高かった。ポンプ灌漑型のAfrehサイトはポンプに頼るため管理がうまく行かず、開田も拡大できず、最初の0.08 haのままに止まり、収量も低減傾向にある。8000 haの集水域面積の小低地では、堰灌漑と800 mの水路を含む約1.2 haのモデル水田がBiemso No. 1のsawah groupにより自主的に開田され、全生産量はモミベースで5.5トン（平均収量は4.7 t/ha）も得られた。ガーナの農民の日の祝日に特別表彰され、新聞、テレビなどで広く紹介された。又、この成果はアシャンテ王の農業開発特別委員会にも取り上げられ、大きく普及する気運が出ている。3500 haの集水域面積の小低地には、川水直接取水型であるが、一部でポンプによる補助灌漑をするPotrikromのモデル水田が0.6 ha開田され、各種の作物学的試験が行われた。

表３に、ガーナ以外でも西アフリカの各地で実施した水田システムの収量増収効果をまとめて示した[1]。これまで各種水田システムの伝統的稲作に比べての比較優位性は、収量と売り上げ額に関しては十分実証されているが、以下6.2で述べるBiemso方式の谷地田水田開発方式が、ポンプや耕運機の購入や維持管理費用を含めても持続可能かどうかは、最終年度の結果を総括して判断することになる。これが可能になれば外国援助にたよる必要なく自立できる。

土壌・水チームの最終目標は以下のように要約される。即ち、１）ベンチマークサイトの大小の集水域の、気候、水文、地形、土壌、及び水資源と水田適地低地の分布を解析することにより、ベンチマーク集水域及び周辺地域における各タイプの実証水田（天水田型、泉灌漑型、川水直接取水型、堰灌漑型、ポンプ灌漑型、折衷型等）の開発ポテンシャルを定量的に評価する。２）各タイプの水田のサイトセレクション、測量、デザイン、参加型開発と普及拡大及び管理についてのマニュアルと開発指針を策定する。３）大小の集水域の生態に調和する持続的土地利用システムの土壌と水条件の特徴を明らかにする。

6.1.2 作物チーム

開田した水田に適する品種の選抜試験を行い、農民の管理でも４t/haレベルの収量が安定して得られる品種の選抜、開田した水田の裏作用のカウピー等品種の選抜試験、開田した水田に適切で持続性の高い稲作システムの開発、各種の作付けパターの検討、稲作に対する各種の有機・無機肥料の効果の検討を行う。又、水田システムの効果を周辺の伝統的な稲作と比較検討する。作物チームは、１）各タイプの実証水田と周辺の伝統的農業システムの作物学的比較優位を明らかし、このプロジェクト終了までに、水田技術の総合的優秀性が証明され、プロジェクトサイトのアシャンテイ地方の稲作農民が水田稲作秘術を採用するようにし、２）各タイプの実証水田における、表及び裏作を含む、持続可能な作付け及び管理体系マニュアルを策定する、ことを最終目標とする。

6.1.3 林学チーム

植林や森林管理、特に植林地や苗畑開発に関する、社会−生態学的情報を収集した。特徴的なことは、林業についての農民の関心は緑化一般ではなくて、カカオ林、油ヤシ、オレンジ、チーク等、商品化が見込める樹種、有用性のはっきりした多目的樹種（MPT）の植林のみに興味を示した。

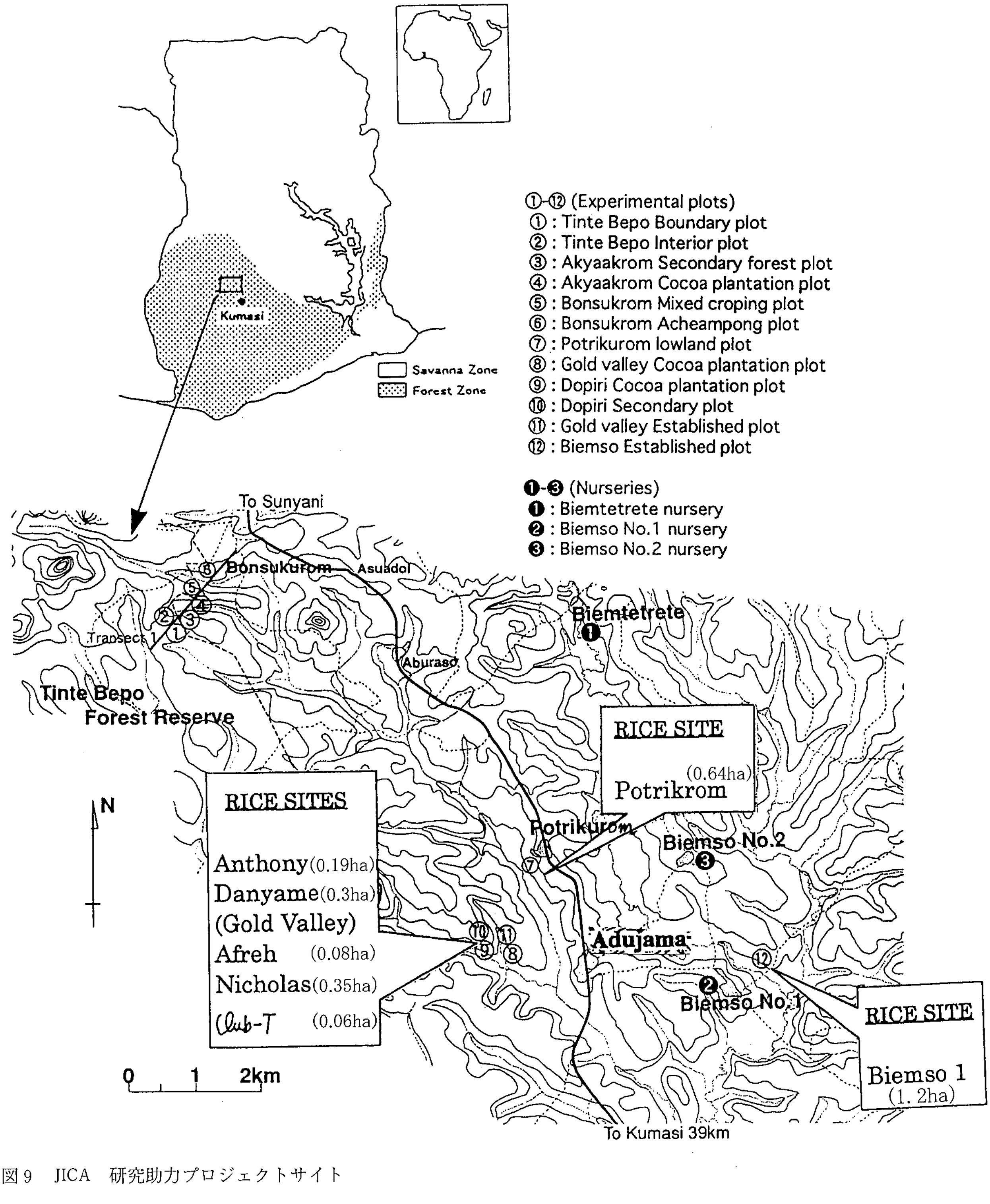

図9　JICA　研究助力プロジェクトサイト

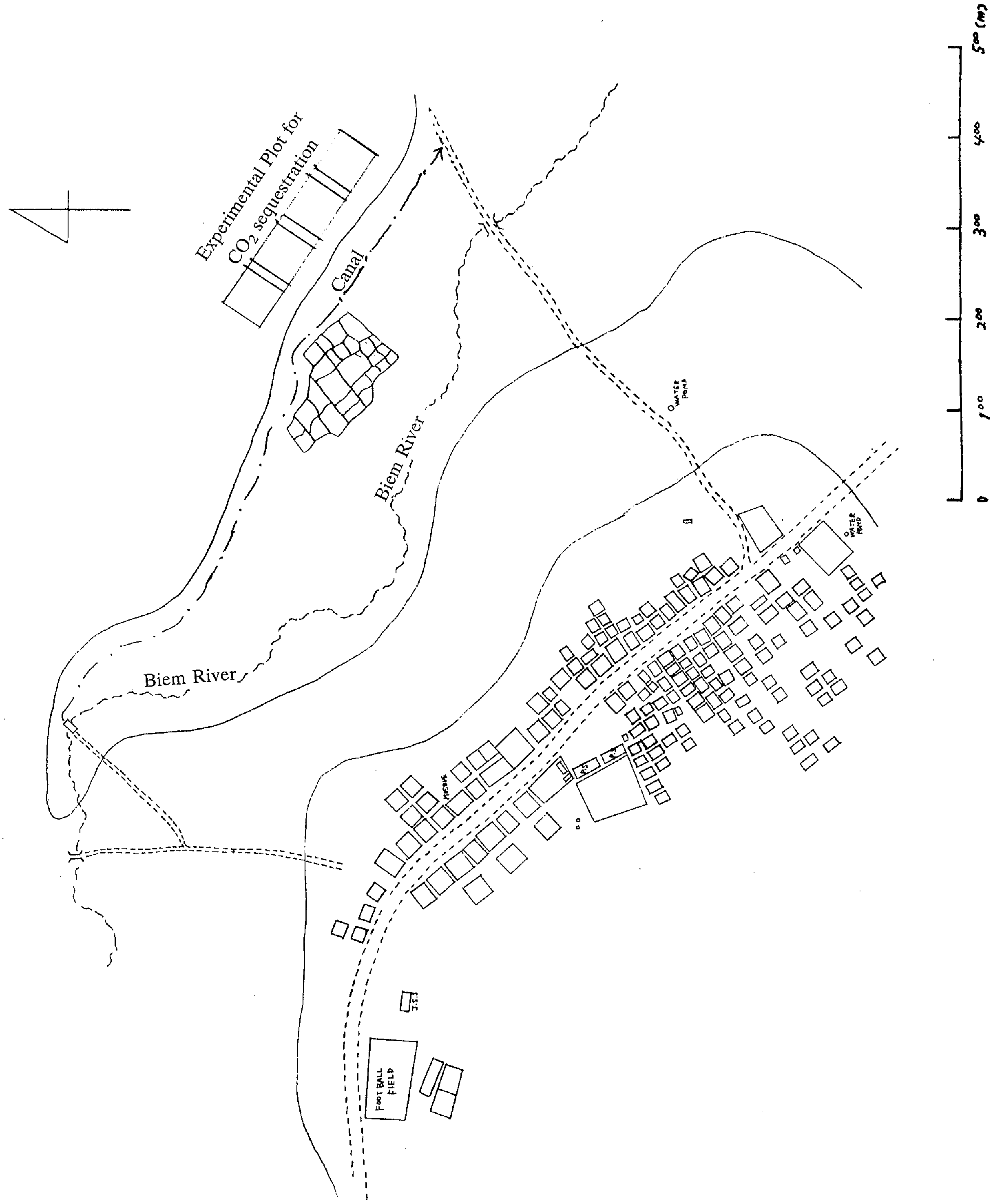

図10　図 9 の②と⑫のBiemso No. 1 村付近の拡大図（縄野みどり原図）

表3　水田システムの導入による内陸小低地の稲の増収効果[1)]

(単位：t／ha)

非水田（ギニア，シエラレオネ）		小区画準水田（ナイジェリア）				（アフリカ型／アジア型）普通水田の導入（ナイジェリア，ビダ）	
無肥料		少量施肥＊		標準施肥＊＊		標準施肥＊＊	
陸稲	谷底	フリンジ	谷底	フリンジ	谷底	フリンジ	谷底
0.3-0.8 平均(0.6)	0.8-1.5 (1.2)	0.3-1.8 (1.1)	1.4-2.6 (2.1)	0.3-2.3 (1.5)	1.8-3.4 (2.9)	2.1-6.9 (4.1)	4.5-7.6 (6.4)

注：＊N-P_2O_5-K_2O：15-15-15kg／ha，＊＊：90-60-60kg／ha

表4　炭酸ガス固定調査プロットでの評価対象樹（11種）[19)]

Timber tree species	Boot and Ship building	Cabinet works	Construction (heavy / general)	Decorative veneer or plywood face	Doors	Firewood	Flooring (heavy / general)	Furniture (high class, other grades)	Poles, Posts, Piles
Acacia mangium						■			
Albizia ferrugenia	■	■	■	■				■	■
Cedrela odorata				■					
Eucalyptus camoldulensis						■			■
Guibauatia ehie	■	■		■				■	
Khaya ivorensis	■	■		■				■	■
Pericapsis elata	■	■	■	■	■		■	■	■
Piptadeniastrum africanum	■	■	■		■	■	■		■
Senme siamea						■			■
Tectona grandis	■						■	■	■
Triplochiton scleroxylon	■	■							

又、図9に示したように3箇所の村で、農民の参加により苗畑を開発し、種子保存、実生増産、接ぎ木、管理、苗木の販売、収益の分配まで実証試験を行った。この場合、技術もさることながら収益金の公平な管理等、社会経済的側面が重要であった。

林業振興と環境保全、特に、炭酸ガス固定能力調査に関しては、図10に示したようにBiemso村で開田した低地の上に、表4に示したような11種類の樹種を植林し、施肥も含めて有効な管理法をあきらかにするための、実証試験プロットを設置した。さらに、図9に示したように、ベンチマーク集水域の天然林、二次林、カカオ林、休閑地、混作地、低地の伝統的稲作地、水田等に調査プロットを設置して、その物質循環や養分移動を評価するための調査研究、ここでは図8に示した、低地の水田へのアップランドの森林や畑地からの養分移動（地質学的施肥）を定量的に評価することも目的とする。図11にはベンチマークサイト付近の土地利用の概略を示した[13)]。この図中の天然植生は100％森林であると考えられるが、図からわかるように現在では森林（二次林とココア林等の灌木林）の面積割合は20％程度に過ぎない。従って、水田のような集約的な低地利用が進めば、森林を拡大する余地はあるものと考えられる。

林学チームは、1）集水域の生態系に調和する持続可能な土地利用分布（一次林、二次林、カカオ林、その他の樹木、休閑、畑作、低地水田稲作等）を明らかにし、2）ベンチマーク集水域及び周辺地域における苗畑/アグロフォレストリー/樹木利用技術のデザインと参加型開発管理に関する指針を策定し、3）集水域の森林及び樹木利用生態系における養分循環と物質移動について定量的に解析し、畑作や低地水田システムへの森林や樹木の意義を明らかにする、ことを目標とする。

6.1.4　ライフチーム

以上のような、土壌・水チームによるエコテクノロジー型水田開発、作物チームによる水田稲作、林学チームによる林業振興に関する実証的研究を、社会経済面よりサポートするのがライフチームの役割である。最終目標は、1）プロジェクトサイト周辺の既存の土地所有及び利用制度と農林業システムの現状と問題点を明らかにし、2）現行の土地所有及び利用制度の理解に基づいて、水田（及び林業）開発に農民参加を誘導するためのガイドラインを策定し、又、社会経済的に適合する

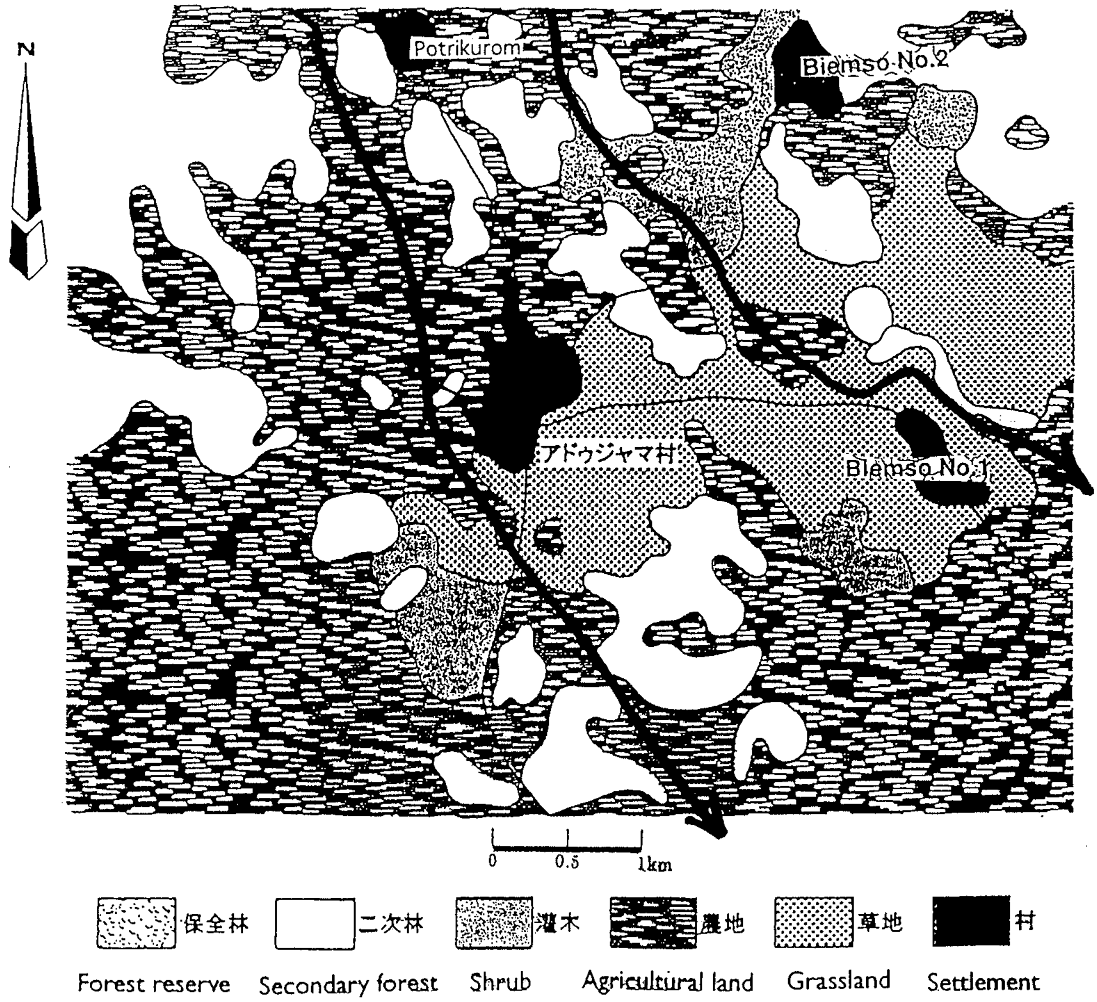

図11　図９の４つの村落付近の土地利用分布図

開発実施プロセスを見い出すことを、最終目標とする。

6.2　Biemso方式の谷地田開発試案とそれに対する農民の反応

6.2.1　Biemso方式の谷地田開発試案

図９に示したBiemso No. 1付近の拡大図が図10である。図に示すように村の近くをBiem川が流れており、そこの小規模氾濫原に約1.2 haの水田、勾配800分の１の長さ800 mの灌漑水路、水位を100～150 cm程度あげて灌漑水路に導水するための堰を、Biemso No. 1村の有志グループ（水田を表わす専門用語にちなんでSawahグループと呼ぶ）12名が、プロジェクト側の技術指導の下で、1999年４月～７月の約４ヶ月で完成させた。図からわかるようにこのような内陸小低地の川の両側には、100～300 mの幅で小規模水田開発が可能な小低地が無数にある。ガーナ全体では約70万haのポテンシャルがあり、西アフリカ全体では約900万haのポテンシャルが推定されている。稲は11月末に収穫して、全生産量は籾ベースで5.5トンであった。全販売価格は約1300ドルであった。プロジェクト側から小型耕耘機とポンプが水田チームに貸与された。この他に今回の1.2 haの開田のために村の水田チームにプロジェクト側より貸与された工事用一輪車やスコップ等の道具類は130万Cedi（＝400ドル）、堰建設のために使用した木杭・コンクリートブロック・ジュート袋・プラスチック袋等の資材費は100万Cedi（＝300ドル）であった。開田のための労働は水田チーム12名が40日間無償で働いたがこの間、食費として一人１日1000 Cedi、合計40万Cedi（＝150ドル）はプロジェクト側が負担した。ただし、800 mの水路の掘削と堰作りは初年度であるため、デモンストレーションであるとしてそのための労賃計135万cedi（＝400ドル）はプロジェクト側より支出した。以上、合計1240ドルが1.2 haの開田のために使われた費用である。2000年の３～５月に行われた、堰と水路の修理は農民グループ

の自主的作業により行われた。

以上のような開発実証試験の経過を経て、以下のようなBiemso方式の開田試案を構想し、それについての参加農民の意見を以下に要約する。今後、実証試験と農民との意見交換を繰り返して最終案を練り上げることになる。

Biemso方式の谷地出水田開発試案

無償ではなくて有償により、農民自身が積極的に水田開発に参加することを前提としている。これにより、農民への開発サービスを行う組織自身も、外国からの援助なしでも自立できるようにすることを目標としている。アフリカにおいては現在、有償よりも無償資金協力に重点がおかれているが、初期のデモンストレーションの段階を別にすれば、無償の資金協力は自立的発展にはむしろ阻害要因になる。熱帯アフリカの水田稲作開発を真に自立させ、援助を卒業するためには、有償でのプログラムの実施を計画する段階に入っている。

（1）10人程度の、水田開発に積極的な農民グループを一単位として募集する。

（2）小型耕耘機１台（3500ドル）、小型ポンプ１台（500ドル）、農具（500ドル）、堰建設資材（500ドル）、運転資金（肥料、ガソリン、スペアパーツ、農薬代等）1000ドル、の合計6000ドルをローンとして貸与する。

（3）技術的なアドバイスを除いて、堰の建設、水路の建設、水田の建設は農民グループが無償労働で行う。

（4）年間１ha、５年間で５haの開田を目標とする。ローンの返済は５年間は据え置き、６～11年で年利５％の利子とともに傾斜負担で年間1050～1300ドル、総額7050ドル返済する。

（5）一年目：米の収量が4 t/haとすると、１haの売り上げは約1100ドルになり、裏作のトマト、オクロ、ササゲ等野菜類を米の販売額の20％程度と低めに見積もると、水田の総売り上げは1300ドルとなる。

（6）２～５年目は2600～6500ドルの売り上げとなる。２年目以降運転資金600～1000ドルを計上するものとする。

（7）６年目以降は米の収量を4.5 t/ha程度まで上昇させ、野菜も同程度の増産とするとすると、売り上げは7300ドルになる。このときの純益は7300－1175－1000＝5125ドルとなる。一人当たりの年収は約500ドルとなる。

（8）この方式を５年目以降も続け、１グループで２ケ所、10 ha程度、一家族当たり１ha程度まで開田することにすると、年収は1000ドル以上まで向上させることができる。現在の年収は約250ドルである。

（9）この間に多目的樹種等の植林プロットを拡大するとともに、養魚池等も造成してテラピア、鯰等の養殖も行う。

（10）このような日本の技術協力は当面はJICA等を通じて実施するが、アフリカにおける水田開発運動が拡大するにつれ、全国農協や各県の農家組織、NGO等ボランティアの連合組織によって実施する。

6.2.2　Biemso方式の谷地田開発試案に対する、参加しているお百姓さんの反応－この調査は現地クマシの科学技術大学大学院在学中の縄野みどり氏（農村計画学専攻）の協力を得て実施した。

本プロジェクトに参加して水田の造成と稲作の両方を経験したAdujyama及びBiemsoの水田組合メンバーを調査対象として、Biemso方式の谷地田開発試案について意見を求めた。方法は、Adujamaの自作農水田組合メンバー10人と小作人水田組合メンバー３人、及びBiemsoメンバー12人の計25人を対象に、１．試案の説明、２．Biemso水田の現状について、３．メンバー側からの質問、４．質問票によるインタビュー、５．意見交換を行った。

このような水田開発方式への参加に興味があると答えた農民は83％に達した。新しい試み、事業ということで興味を持つ人が多かった。収入源となる一つの働き口としても魅力がある。一方、ローンを経験した農民は皆無であった。6000ドル（一人当たりでは約600ドル）というローンの額については、現在の村民の平均年収の２～３倍であり、額が大きすぎると回答した人が多かった。水田の造成工事中に、一日１万Cedi程度の賃金を全く支払わなくてもやっていけると言う回答者は少数派であった。お金の出せる外国人指導者が必要だとの声が多かったのはこれまでの外国援助の為と思われる。しかし、１日一人1000 Cedi（＝0.3ドル）食費のみの提供でやっていけると答えた人は83％もあった。

アンケート結果についての村人との意見交換ででた内容をまとめると以下のようになる。この提案は、特に私たちの水田グループを知っているものにとって非常に魅力的である。現に、水田に興味を持つ人は、Biemsoのみならず Biemso周辺地域内で急増している。水田が伝統農法の陸稲よりも勝っているのは、陸稲栽培経険者なら誰でもわかることである。また、よりこの水田開発提案を魅力的にしているのは、耕耘機やポンプなどの貸付である。返済する義務があるものの、将来的には自分の所有物になると言うことは魅力以外の他

ならない。そしてこの提案は絶対不可能であったものを可能にするという点や、自給自足という生活から、この提案によって外から何かを得る事ができるようになる生活、貧困問題を解決する糸口になるであろうことが期待できるという点においても、とても興味のある提案であろう。

しかし、耕耘機が壊れたときは問題である。1年目にして壊れたら、太刀打ち出来なくなるであろう。耕耘機が故障したときの処置が必要である。また返済期間の内に一年でも作物が取れなかったらどうなるであろうか。米の価格変動による収入の減少も考えられる。米が売れなかったときや不作時の保証について、不作時の借金返済に関する対応も必要である。水田面積が増える4年目以降の収穫時の労力は大丈夫であろうか？水田未経験者が水田の技術指導のみだけでやっていけるかどうかも心配である。確かに、収益に関しては十分満足のいく額であるが、労働のきつさを考えると大賛成はできないであろう。私たちがここまでやってこれたのは、日本人からの援助があったからであり、それなしには不可能であったといっても過言ではないであろう。私たちの出来る提案とは、労働賃、少なくとも食費は、支給されることである。

水田の長所についての参加農民の評価は、それが集約的で収量が高いこと、灌漑しているので安定した収量が得られること、裏作に野菜栽培が魅力的であること、耕耘機やポンプの使用も魅力的であること等をあげた。一方、短所としては、開田労働がきついことが最大のものであった。水田の水管理が面倒という意見もあった。移植作業や収穫も大変という意見も見られた。

6.2.3 水田プロジェクトについての周辺村民の評判

Adujyama村民約4000人より約120人、Biemso村民約2000人より約100人、無作為に抽出してアンケート調査を行った。

この結果、プロジェクトに対する村民の興味は高く、95％の村民はプロジェクトで何をやっているかを知っており、実際にも開田した水田を見学に行った村民は90％もあり、85％以上の村民は、伝統的な焼畑稲作と水田稲作の違いを認識した上で水田に興味を示した。水田への興味の理由としては、新しい水田稲作技術を学びたいこと、水田稲作の収量が高く集約的であること、収入が増えることを挙げた村民が多かった。又、水田が美しいと答えた村民（特に女性が多かった）も少なからずいたことは興味深い。

6.3 今後の展望

長期的に見れば、低地における水田作りが進むかどうかは、水や土壌や地形や気候といった自然生態条件に合った水田農業技術が開発されるだけでなく、社会経済条件、就中、アフリカ在来の土地制度の中で、開発に当たった小農に長期的な利益（インセンテブ）が保証されるかどうかが重要である。長期的にその開拓水田の利用権を保証する制度や契約を作りだすことができるかどうかが重要となる[14]。この点では樹木作物で、水田稲作と同じく長期的な利益が望めるカカオ林の開発では、本プロジェクトの実施されているアシャンテ地域に存在する小作人の土地権利を長期的に保証する造成・分割契約[15]が参考になるものと考えている。

参考文献

1）広瀬昌平，若月利之（編著）(1997) 西アフリカサバンナの生態環境の修復と農村の再生．農林統計協会，504p.

2）高瀬国雄（1999）世界銀行とアフリカの農村開発．国際開発センター，アフリカ連絡会，第5回会合テキスト，7月．

3）若月利之，望月克也（1991）焼畑移動耕作による森林破壊・農地劣化－ナイジェリアの例－高瀬国雄編「地球環境のための農業資源管理計画基礎調査報告書．平成2年度，焼畑移動耕作による森林の破壊・農地劣化，ブラジル・ナイジェリア・インドネシア」国際開発センター．

4）IITA (1992) Annual Report 1991/1992, Ibadan, Nigeria.

5）T. Wakatsuki, Y. Shinmura, E. Otoo and G. Olyaniyan (1998) Sawah system for integrated watershed management of small inland valleys in West Africa. In: FAO ed., Water Report No.17 "Institutional and Technical Options in the Development and Management of Small Scale Irrigation", Rome, 144p. (45-60).

6）若月利之（1994a）熱帯の土と人と持続的農業，熱帯アフリカの土と農業の再生と水田農業の可能性．Tropics, 3, 3-17.

7）若月利之（1985）化学と生物　若月利之 1985，土と海と人と－一つの土壌生成論の試み．化学と生物，23，408-414.

8）Eswaran *et al.* (1992) Eswaran, H., Kimble, J., Cook, T., and Beinroth, F. H. (1992), Soil diversity in the tropics: implications for agricultural Development, In: Lal, R. and Sanchez

P. A. (ed.): Myths and science of soils of the tropics, 1-16, SSSA Special Publication No. 29, Wisconsin.

9) 台湾財団法人国際合作発展基金会 (1976) 台湾国が実施したアフリカにおける技術協力の成果報告書. 台北, 392p.

10) 若月利之 (1999) アジア開発経験及びそのアフリカにおける適用可能性－西アフリカにおけるアジア諸国の水田稲作開発プロジェクトの比較と評価. 開発援助研究セミナー配布資料, 国際開発高等教育機構, FASID報告.

11) Windmeijer, P. N. and W. Andriesse (1993) Inland valleys in West Africa: An agro-ecological characterization of rice growing environment, IRLI. Wageningen, World Resources Institute 1990, World Resources 1990-1991, Oxford, 383p.

12) 若月利之 (1998) 西アフリカにおける環境保全型総合農村開発の試み. 開発学研究, 9 (1), 25-37.

13) Interim Report of The JICA/CRI Joint Study Project on the Integrated Watershed Management of Inland Valleys (1999) Kumasi, Ghana, 139p.

14) 高根務 (2000) 開発介入と住民のインセンティブ構造：中部ガーナの在来土地制度と小規模水田開発の事例から. アフリカレポート No. 30, 6-11.

15) 高根務 (1999) 小農生産における制度とインセンテイブ：南部ガーナのココア生産における分益小作の事例から. アフリカ研究, (54), 1-18.

16) 台湾海外技術合作委員会編 (1997) 海外技術合作委員会36年史. 台北, 282p.

17) 増田美砂 (1991) 農地と林地の相克－インドネシアの事例より. 熱帯農業, 35 (4), 302-306.

18) Kawaguchi, K. and K. Kyuma (1977) Paddy soils in tropical Asia-their material, nature and fertility. The Univ. Press of Hawaii, Honolulu, 258p.

19) 久保田大輔 (1999) JICA研究協力「農民参加によるアフリカ型谷地田総合開発」. 谷地田水田開発専門家短期派遣, 総合報告書

(受付2000年1月25日、受理2000年8月21日)