

第1章

西アフリカにおける

地球環境問題と持続的農業の展望*

1. 西アフリカの人々と歴史

1-1 西アフリカの諸国と人々

ベニン、ブルキナファソ、コートジボアール（象牙海岸）、ガンビア、ガーナ、ギニア、ギニアビサウ、リベリア、マリ、モーリタニア、ニジェール、ナイジェリア、セネガル、シエラレオネ、およびトーゴの15ヵ国が西アフリカに属する（図1-1）。しかし、本稿では部分的にはチャド、カメルーンを含む17ヵ国を西アフリカとして記述した。

植民地時代の宗主国の影響により、英語が公用語となっている国はナイジェリア、ガーナ、シエラレオネ、リベリア、ガンビアの5ヵ国、フランス語が公用語となっている国は、ギニアビサウを除く残り10ヵ国で、ギニアビサウではポルトガル語が使われている。しかし、図1-2に示した西アフリカ諸民族の主要言語分布図（Church, 1974）からわかるように、農民たちの使用する言葉はきわめて多様で、言語分布は上記の国境線とは一致しない。

西アフリカ諸国の中ではナイジェリアが抜きん出た存在である。1990年の推定人口は表1-1に示したように1億850万人である（FAO 1990年）。西アフリカの総人口が約2億人なので、半分以上はナイジェリア人ということにな

*本章は全国農業改良普及協会編「新版稲作技術協力マニュアル（基本編）西アフリカ稲作」, I 西アフリカにおける地球環境問題と農業生産（若月, 1994 b）の章に、一部加筆しながら再録したものである。

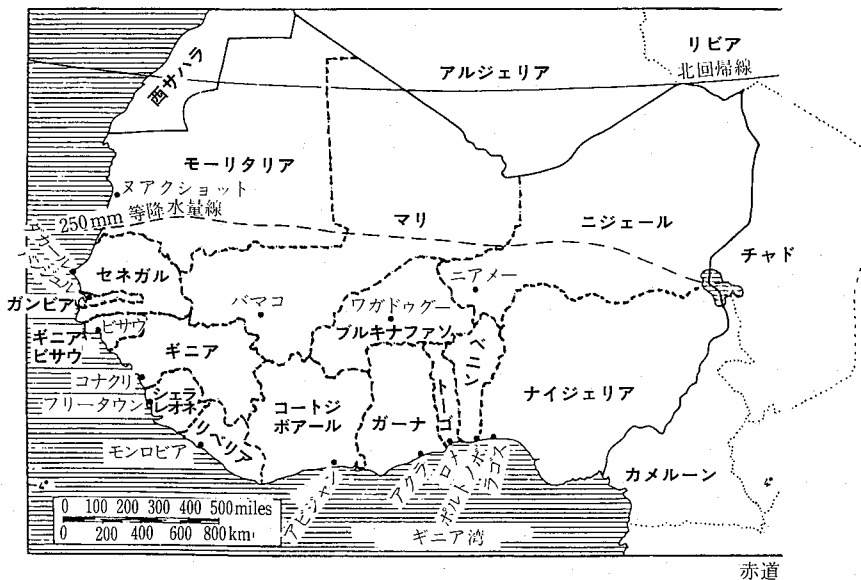


図 1-1 西アフリカの諸国

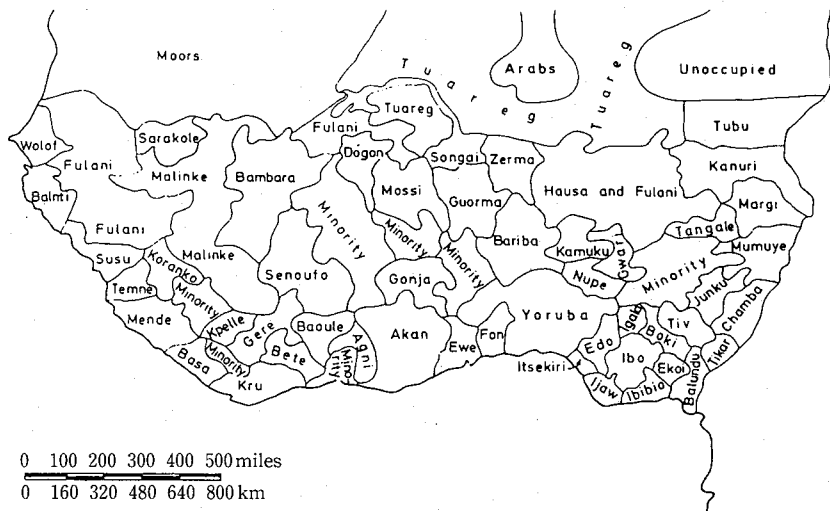


図 1-2 西アフリカの主要言語分布 (Church, 1974)

表1-1 西アフリカにおける過去15年の人口、農業生産性の変化

	1975年 総人口 (万人)	農業 人口 (%)	作物生産 指数* (1人当たり)	畜産物 生産指数* (1人当たり)	1990年 総人口 (万人)	農業 人口 (%)	作物生産 指数* (1人当たり)	畜産物 生産指数* (1人当たり)
ベニン	304	75.6	93.3	91.5	463	61.3	112.7	137.0
ブルキナファソ	557	87.5	107.7	103.4	900	84.4	114.0	107.9
チャド	403	86.7	107.9	94.3	568	74.6	103.4	78.5
コートジボアール	677	70.9	93.2	77.4	1,200	55.6	88.8	87.0
ガンビア	52	85.3	164.4	102.6	86	81.0	103.8	87.9
ガーナ	980	57.1	141.6	91.6	1,503	50.0	102.0	95.6
ギニア	485	82.9	114.5	86.0	576	74.1	87.4	95.9
ギニアビサウ	63	83.2	140.1	87.5	96	78.6	108.9	95.6
リベリア	158	75.9	104.8	97.7	258	69.0	60.9	101.2
マリ	629	87.3	110.8	79.5	921	80.9	120.6	85.2
モーリタニア	137	77.1	78.7	79.6	202	64.4	90.2	83.7
ニジェール	467	92.7	65.1	79.8	773	87.3	71.0	77.0
ナイジェリア	6,767	69.6	105.6	83.6	10,854	64.8	117.8	85.1
セネガル	477	81.6	176.6	102.7	733	78.4	90.1	120.7
シエラレオネ	305	72.6	109.1	84.3	415	62.3	83.2	109.2
トーゴ	225	74.9	100.5	103.9	353	69.6	91.4	142.3
西アフリカ	12,686	71.5	113.4	90.3	19,901	66.8	96.6	99.3
全アフリカ	41,351	71.5	112.2	98.4	64,211	63.2	93.0	94.3
南米	21,407	33.4	95.0	96.7	29,672	23.1	103.2	100.2
アジア	235,389	76.9	96.0	84.9	311,276	59.8	112.9	141.2
日本	11,152	15.4	130.8	85.8	12,352	6.4	91.9	110.3

注：*指数の基準は1979-81年平均を100とする (FAO 1990)。

る。ナイジェリアに続く人口大国はガーナの1,500万人である。サハラ以南の全熱帯アフリカ諸国を入れても、次の人口大国はザイールの約3,600万人であるので、ナイジェリアがいかにアフリカ諸国の中で抜きん出た存在であるかわかる。図1-3は1974年頃の西アフリカの人口密度分布を示す(Udo, 1978)。1990年の推定人口は当時と比べて約1.7倍に増加している。したがって、現在では人口密度も平均1.7倍に増加していることに注意する必要がある。図1-2に示した西アフリカの主要言語分布を比較すると、ナイジェリアの三大民族であるヨルバ(yoruba)、ハウサ(hausa)およびイボ(igbo)、それに、ブルキナファソのモシ(mossi)、コートジボアールからトーゴの沿海部のアカン

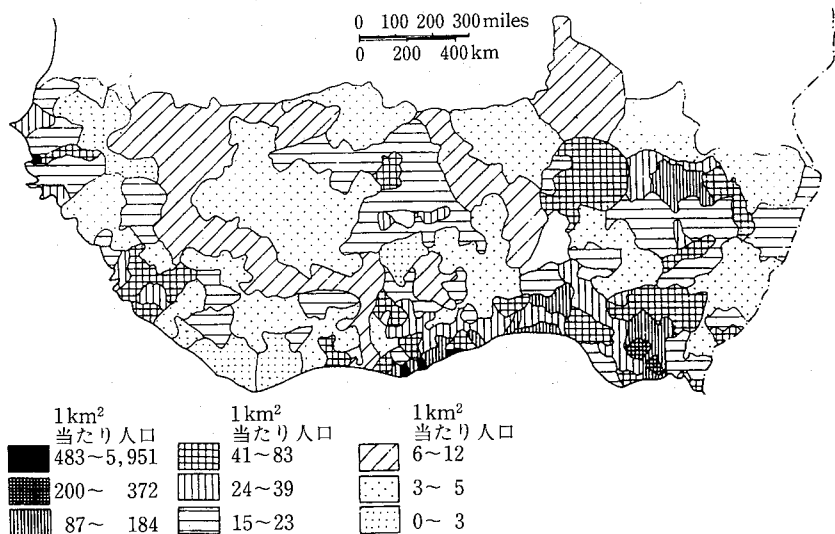


図 1-3 西アフリカの人口密度分布 (R.K. Udo, 1978)

(akan), エウエ (ewe) 地域に, 人口の集中部があることがわかる (Church, 1974; 図 1-5 も参照のこと)。

しかし, 政治社会体制の不備により西アフリカでは満足な人口センサスが行われていない場合が多く, 植民地独立時の人口に一定の年間増加率を乗じて現人口を推定しているケースが多い。1993 年の大統領選挙に関連して行われたナイジェリアの最近の調査によると, 実際の人口は1億人をかなり下回る 8,000 万人台であるといわれている。しかし, これとて確かな数値ではない。国家の最も基本的な統計数値であるべき人口ですらこの程度であるので, 本書で使用する各種の農業統計数値にも大きな誤差が含まれることは, あらかじめ注意しておくべきである (島田, 1996)。

1-2 西アフリカの苦難の歴史

8 世紀頃にはセネガル川からニジェールの内陸デルタにかけてガーナ帝国が

栄え、続いてマリ帝国が11—15世紀にかけて、さらには15—16世紀にはソンガイ帝国が栄えた。これらの諸帝国はサハラを横断する岩塩と金の交易によって栄えたといわれている。しかし、これらの諸帝国の文化を支えた農業基盤については、この地で最初に栽培化されたアフリカ稲 (*Oryza glaberrima*) の重要性を強調する竹沢 (1984) や嶋田 (1988, 1992) の興味深い報告以外、あまり明らかにされていない。

ナイジェリアでもすでに11—14世紀には中北部のカノ (Kano)、カチナ (Katsina)、ザリア (Zaria) 等に、ハウサ人が高度に発達したイスラム都市国家群を建設した。ナイジェリア南西部でも、14—15世紀にはヨルバ人がイフェ (Ife) の聖都の建設から次第に発展し、オヨ (Oyo)、イバダン (Ibadan) 等に都市国家を建設した。

しかし、15世紀以降、ポルトガル人、続いてスペイン、オランダ、イギリス等のヨーロッパ人が押し寄せた。広大な領土を誇っていたソンガイ帝国も、1591年モロッコ軍の銃によって滅ぼされた。ヨーロッパ人は鉄砲の見返りとして、アフリカ人奴隷をこれらの都市国家の首長から買い付け、新大陸に売るという奴隷貿易を開始した。奴隷と奴隷貿易は産業革命前の欧米諸国発展の原動力となった。しかし、これによって西アフリカ社会は根本から破壊されたのであった。アフリカ人どうしの間では、鉄砲を使用する奴隷狩り戦争が続き、最も活動度の高い若者の男女が西アフリカを中心とするアフリカ大陸から失われたのであった。1500—1800年の西アフリカの歴史は鉄砲と奴隷貿易の時代であった。この400年間で合計約7,000万人(毎年約20万人)、このうちの5人に4人は「輸送」の途中で死亡したといわれている (米山, 1986)。サハラ以南の熱帯アフリカにおいては、ちょうど現在日本の過疎の山村や離島などがそうであるように、老人などだけが残された。若者を連れ去られた村々では、限られた労働力に依存して広い大地を耕作していくために、自然環境条件に適応的な焼畑移動耕作を生み出さざるをえなかった (米山, 1990)。奴隷貿易による巨大な人的資源の破壊とそれに伴う社会の破壊は、その後引き続き植民地経営と換金作物強制による森林破壊と農業資源の破壊とともに、現在にも引き続いているアフリカ農業停滞の原因となっており、地球環境破壊のスタートでもあ

った。コロンブス以来の欧米の近代文明と近代科学はアフリカと地球環境の犠牲の上に発展したのであった。欧米の近代文明と近代科学の思恵を受けた日本が、21世紀に向かって新しい地球社会を作るための国際貢献として地球環境とアフリカの再生への取り組みを中心課題とすべき理由がここにある。

野蛮な奴隷貿易が廃止されたのは1807年以降であった。しかし、今度は英仏を中心とする欧米人による植民地経営が開始された。産業革命期の欧米が必要とした、資源と安い労働力を調達しようとしたものであった。アフリカには800近い民族があるといわれている。それらは各々、言語、習慣、伝統を異にしている。しかし、ヨーロッパ諸国は探検家や宣教師を先頭に、最終的には軍事力によって、アフリカ人の立場には全く無関係に、熾烈な侵略と植民地争奪戦を繰り広げた。その結果、アフリカは、1884—85年のアフリカ分割会議（ベルリン）で、勝手気ままに線引きされたのであった。そのとき決定された境界線がそのまま、第2次世界大戦後に独立したアフリカ諸国の国境線となった。そのため、昔から言語、生活習慣と文化を共にしてきた同一民族が、この国境線でズタズタに引き裂かれてしまった。例えば、図1—2に示すように、エウエ人はガーナとトーゴに、ヨルバ人はナイジェリアとベニンに、ウオロフ（wolof）人がセネガルとガンビアに、ハウサ人はナイジェリアとニジェールに、さらに、遊牧民であるフラニ人はガンビア、ギニアビサウ、ギニア、マリ、ニジェール、ナイジェリアに引き裂かれてしまった。1960年のコンゴ動乱、1967年のナイジェリア市民戦争（別名、ビアフラ戦争）、1990年に勃発し96年現在も続くリベリア内戦、1994年以降大規模なジェノサイドが続く、ルワンダのツチーフツ戦争まで、とどまることを知らない内戦やクーデターの頻発の背景には、植民地分割の後遺症と分割統治時代に醸成された民族間対立がある。また、過放牧による草地の砂漠化は遊牧民の移動を制限することになるなど、生態環境と無関係に引かれた人為的国境線の影響も深くかかわっている。

2. 西アフリカにおける最近の農業生産の特徴

2-1 人口増加に太刀打ちできない農業生産

過去15年の西アフリカの農業生産の特徴をみるため、総人口と農業人口の変化に加え、1人当たりの作物生産指数と畜産物生産指数の変化を国別に、さらにアフリカ、南米、アジア等、地域別に分けて表1-1に示した。

西アフリカはこれらの地域の中で、人口増加率は最高で、過去15年で1.57倍になった。アフリカ全体でも1.55倍と非常に高い。南米やアジアではそれぞれ1.39倍、1.32倍であるので、西アフリカの人口増加率の高さは抜きん出ている。農業人口の割合は過去15年で約72%から約67%に減少したとはいえ、世界の他の地域と比べかなり高い。南米の農業人口の割合が低いのは、これは大土地所有制のためである。この点では、西アフリカもアジアも小農が多く、国民生活における農業の重要性は非常に大きい。農業人口の割合は減少したとはいえ、人口が増加しているので農家人口の絶対数は西アフリカ全体では、過去15年で約4,200万人も増加した。

作物生産指数は1979-81年の平均を100とした場合、西アフリカは1975年が113.4、1990年が96.6で過去15年で16.8ポイントも減少した。1990年の1人当たりの食料生産量が15年前より約15%も減少するという危機的状態にある。アフリカ全体でもこの状況は変わらず約17%の減少となっている。これに対して、南米やアジアでは過去15年、人口増があったにもかかわらず1人当たりの作物生産指数は、それぞれ、8.6%、17.6%も増加している。とりわけアジアの伸びが著しい。アジアでは緑の革命技術がいきなり、農業基盤が強化されたことを物語っている。近年のアジアの発展はこのような農業生産性の向上を背景にしている。逆に、近年のアフリカや西アフリカの停滞、飢餓、紛争の頻発はこのような農業生産性の低下を背景としている。このような農業生産性の低下は急激な人口増が直接の原因ではあるが、また次節で考察するように、農地劣化、砂漠化等農業環境や地球環境の悪化と深いかわりがある。

る。

表1—2は西アフリカにおける主要作物の生産量と収量の、1970年から1990年にかけての動向を国別、地域別に示したものである（FAO, 1981, 1990）。

1970年から1990年の間に人口は西アフリカでは1億783万人から1億9,901万人と、1.85倍になった。この人口増加率を上回った増加を示した作物は稲だけであった。キャッサバ、ヤム等の根塊茎類が人口増加とほぼ同じであった。キャッサバ、ヤム等の根塊茎類の生産量と収量が非常に高いが、人間の食料としての価値は米、トウモロコシ、ソルガム等とは同一に比較できない。単位グラム当たりのカロリーは米、トウモロコシ、ソルガムの約3分の1、タンパク質含量は約8分に1である。栄養の制限要因になりやすいタンパク質含量を基準に換算すると、有効換算生産量、有効換算収量ともにこれら数値の8分の1になる。西アフリカの1990年における根塊茎類の換算生産量は804万t、収量は1.3t/haになる。したがって、1990年時点では換算生産量でも、キャッサバを中心とする根塊茎類が西アフリカの最重要主食作物となった。このようなキャッサバ化現象は、弱者である子供や貧しい人々のタンパク質やミネラルの摂取量をさらに減らし、大きな問題をはらむものと筆者は考えている。

1970年代には、西アフリカの重要作物であったソルガムとミレットの生産量は人口増にはるかに及ばなかった。全アフリカの人口増加率は1990/1970で1.81倍であった。しかし、これ以上の伸び率を示した作物はなかった。表に示した作物の中では、根塊茎類、稲、トウモロコシの増加率が高かった。アフリカの中で、ソルガムとミレットの栽培の中心は西アフリカであるが、これらの伝統的な作物の栽培は低迷している。これらの作物は、サブサハラのアフリカで進行しつつある気候の乾燥化、農地劣化の影響を直接被ったためである。

農業生産が低迷するアフリカと比べて、南米とアジアでは主要な作物の生産量はいずれも人口増加率を上回っている。この間の人口増加率は、南米が1.56倍、アジアが1.47倍であった。南米では主食の麦類が1.64倍、稲も1.69倍であった。アジアでは稲の生産量が1.68倍と人口増加率をかなり上回った。

表1-2 西アフリカにおける主要作物の生産量と収量の過去20年の動向

(FAO 1981, 1990)

(単位: 万トン, () 内は収量トン/ha)

	1969/71年						1988/90年					
	米(粳)	トウモロコシ	ソルガム	ミレット	根塊茎	マメ類*	米(粳)	トウモロコシ	ソルガム	ミレット	根塊茎	マメ類*
ベニン	tr …	20 (0.6)	5 (0.6)	1 (0.4)	113 (7.0)	3 (0.3)	1 (1.4)	41 (0.9)	11 (0.8)	2 (0.7)	185 (8.5)	6 (0.6)
ブルキナファソ	4 (0.9)	6 (0.7)	53 (0.5)	35 (0.4)	10 (4.2)	15 (0.4)	4 (2.1)	22 (1.0)	92 (0.7)	60 (0.5)	11 (5.9)	17 (0.4)
チャド	4 (1.0)	1 (1.9)	39 (0.7)	23 (0.6)	30 (3.9)	6 (0.4)	6 (3.0)	3 (0.6)	28 (0.6)	17 (0.5)	64 (5.5)	6 (0.4)
コートジボアール	34 (1.2)	26 (0.8)	1 (0.5)	3 (0.5)	229 (4.1)	1 (0.6)	69 (1.2)	48 (0.7)	2 (0.5)	4 (0.6)	425 (5.7)	1 (0.7)
ガンビア	4 (1.4)	tr (0.6)	1 (0.9)	3 (1.0)	1 (3.8)	tr (0.3)	2 (1.6)	2 (1.5)	1 (0.8)	5 (0.9)	1 (3.0)	tr …
ガーナ	6 (1.0)	42 (1.1)	15 (0.7)	12 (0.5)	367 (6.4)	1 (0.1)	8 (1.6)	55 (1.2)	14 (0.6)	8 (0.6)	520 (6.1)	2 (0.1)
ギニア	36 (0.9)	7 (1.2)	1 (0.7)	52 (0.82)	65 (7.1)	3 (0.5)	50 (0.8)	10 (1.1)	3 (1.4)	6 (1.5)	72 (6.3)	6 (0.9)
ギニアビサウ	3 (1.0)	tr …	tr …	1 (0.5)	4 (5.6)	tr …	16 (2.2)	2 (0.9)	4 (0.9)	2 (0.8)	4 (6.2)	tr …
リベリア	18 (1.2)	? ?	? ?	? ?	30 (3.7)	tr …	24 (1.02)	? ?	? ?	? ?	35 (6.7)	tr …
マリ	16 (1.0)	7 (0.9)	582 (1.02)	78 (0.8)	8 (8.9)	3 (0.4)	38 (1.5)	21 (1.0)	75 (0.8)	70 (0.8)	14 (8.5)	7 (0.4)
ニジェール	3 (2.1)	tr …	26 (0.4)	97 (0.4)	19 (9.6)	12 (0.1)	7 (2.3)	1 (1.6)	42 (0.3)	113 (0.4)	25 (7.1)	37 (0.2)
ナイジェリア	35 (1.3)	122 (0.9)	363 (0.7)	279 (0.6)	2,502 (9.6)	85 (0.2)	190 (2.1)	183 (1.1)	400 (0.7)	400 (1.0)	4,960 (12.8)	146 (0.8)
セネガル	12 (1.3)	4 (0.8)	132 (0.82)	54 (0.5)	17 (4.4)	2 (0.3)	16 (2.1)	13 (1.1)	15 (0.8)	51 (0.6)	9 (4.1)	3 (0.3)
シエラレオネ	47 (1.4)	1 (1.0)	1 (1.3)	1 (1.1)	12 (4.3)	3 (0.5)	45 (1.4)	1 (0.7)	2 (2.32)	2 (1.3)	16 (3.2)	4 (0.7)
トーゴ	2 (0.7)	16 (1.1)	15 (1.0)	12 (0.6)	88 (13.1)	2 (0.3)	3 (1.2)	22 (1.0)	11 (0.9)	5 (0.7)	92 (7.9)	3 (0.2)
西アフリカ	224 (1.2)	252 (0.9)	591 (0.7)	604 (0.6)	3,495 (8.1)	135 (0.3)	470 (1.6)	424 (1.0)	700 (0.7)	745 (0.8)	6,433 (10.6)	238 (0.6)
全アフリカ	734 (1.8)	2,171 (1.2)	911 (0.7)	968 (0.6)	6,840 (6.7)	478 (0.4)	1,145 (2.0)	3,379 (1.6)	1,278 (0.7)	907 (0.7)	11,963 (7.9)	678 (0.6)
南米**	957 (1.7)	2,567 (1.5)	405 (1.9)	17 (1.0)	4,662 (12.0)	300 (0.6)	1,622 (2.4)	3,615 (2.0)	354 (2.6)	9 (1.7)	4,463 (12.2)	289 (0.5)
アジア	28,415 (2.4)	5,041 (1.6)	1,878 (0.7)	2,076 (0.7)	18,597 (11.3)	2,137 (0.6)	47,869 (3.6)	12,326 (3.1)	1,887 (1.0)	1,677 (0.8)	24,086 (12.4)	2,614 (0.7)
日本*	1,628 (5.5)	3 (2.7)	tr …	1 (1.7)	68 (19.5)	22 (1.2)	1,312 (6.3)	tr …	tr …	0.1 (1.8)	56 (24.3)	15 (1.6)

注: 1) 日本の麦類の生産は、1970年が¹125万トン(収量は2.7トン/ha)、1990年が¹130万トン(3.5トン/ha)であった。

2) *根塊茎類の収量は非常に高いが、熱帯アフリカで生産量の多いキャッサバを例にすると、単位重量当たりのカロリーは米やトウモロコシの1/3、タンパク質含量は1/8である。

3) **南米は小麦類の生産量が1970年の1,100万トンから1990年の1,800万トンに急増(1.6倍)している。

4) trは微量。

西アフリカの諸国の中ではナイジェリアの生産量が抜きん出ている。1970年代では米を除くすべての作物で、1990年には米を含めたすべての作物で、全西アフリカ諸国の全生産量の40—70%を占めている。この間のナイジェリアにおける米の増産が特に著しい。1970年代ではコートジボアール、ギニア、シエラレオネとほぼ同じ、年間生産量30—40万t、全西アフリカの生産量の16%のシェアを占めるにすぎなかった。しかし、1990年には190万tと6倍に急増し、40%のシェアに急増している。この傾向が続けば10年程度で、ソルガム、ミレットを抜いて、米がナイジェリアのみならず西アフリカにおける第一の主食作物になるものと思われる。ナイジェリアの場合は、特に1987年以降の米の輸入禁止政策によるところが大きいと思われる。1980年は103万t、1985年には143万t、そして1988年には200万tの生産に急増している。しかし、この間の平均収量は2.0、2.0、2.1t/haで変化はなかったとしている。したがって、生産量の倍増は作付農地の倍増のみによってもたらされたこ

表1-3 西アフリカ諸国の米消費量と米需給の動向 (WARDA, 1992, 1993)

	人口 1990 (100万人)	面積 (千km ²)	稲面積 1990 (千ha)	生産量 1990 (100t)	収量 1990 (t/ha)	1人当たり消費量 (kg)			
						1970/74	75/79	80/84	88/90
ベニン	4.5	113	7	10	1.4	3.8	7.0	7.3	12.9
ブルキナファソ	8.8	274	21	41	2.0	4.7	6.8	9.2	13.6
チャド	5.5	1,259	21	64	3.0	—	—	—	9.8
コートジボアール	11.6	322	545	644	1.2	43.1	52.6	60.2	72.9
ガンビア	0.8	11	16	23	1.5	74.4	78.2	116.1	118.8
ガーナ	14.6	239	58	77	1.4	7.4	8.0	6.6	9.9
ギニア	5.6	246	584	482	0.8	48.9	45.3	58.6	68.6
ギニアビサウ	0.9	36	91	156	1.8	62.2	60.3	101.4	143.0
リベリア	2.5	111	206	243	1.2	109.6	113.3	119.9	127.6
マリ	8.9	1,240	228	334	1.5	19.5	12.6	25.8	27.8
モーリタニア	2.0	1,031	13	53	4.0	18.2	29.9	38.3	68.5
ニジェール	7.5	1,267	32	72	2.3	4.6	4.5	15.6	16.0
ナイジェリア	105.1	924	880	1,967	2.2	2.9	7.2	13.8	15.4
セネガル	7.1	196	77	157	2.0	45.3	55.0	65.8	67.5
シエラレオネ	4.0	72	320	433	1.4	125.6	130.7	95.3	104.8
トーゴ	3.4	57	22	27	1.2	5.9	8.8	11.6	15.3
西アフリカ	192.8	5,108	3,121	4,782	1.5	14.5	18.4	23.8	28.0

とがわかる。しかしながらナイジェリアにおいてはこれらの農業統計は信頼に足るものではないのも事実である（島田，1996）。筆者や IITA（国際熱帯農業研究所）の研究者の 1988 年から 1993 年までの散発的観察の結果であるが、これらの増加の大部分は新しく開墾した農地での陸稲栽培の急拡大によるものと思

表1-4 西アフリカにおける1960-85年までの米にかかわる諸統計値の変遷
(WARDA, 1992, 1993)

	稲面積 (千ha)	生産量 ¹⁾ (千トン)	米収量 (kg/ha)	消費量 ²⁾ (千トン)	純輸入 (千トン)	1人当り消費量 (kg)	自給率 (%)
1960	1,439	1,425	990	1,014	261	10.4	74.3
1961	1,553	1,447	932	1,021	278	11.5	72.7
1962	1,612	1,770	1,098	1,112	349	12.0	67.9
1963	1,464	1,631	1,114	1,234	285	12.9	76.7
1964	1,535	1,693	1,103	1,238	387	12.7	69.7
1965	1,691	1,867	1,104	1,279	292	12.7	69.6
1966	1,461	1,816	1,107	1,411	416	13.6	78.4
1967	1,773	2,120	1,195	1,334	395	12.7	71.6
1968	1,746	2,118	1,213	1,449	371	13.4	77.6
1969	1,861	2,120	1,139	1,483	383	13.3	72.3
1970	1,893	2,422	1,279	1,599	444	14.0	72.8
1971	2,019	2,367	1,171	1,849	552	15.8	70.7
1972	2,027	2,287	1,127	1,807	500	15.0	72.2
1973	2,028	2,412	1,189	1,893	690	15.3	71.9
1974	2,268	2,463	1,086	1,755	635	13.9	76.0
1975	2,216	2,743	1,237	1,856	268	14.3	82.8
1976	2,285	2,989	1,308	2,143	476	16.1	71.4
1977	2,254	2,931	1,300	2,761	1,104	20.2	60.5
1978	2,416	3,150	1,304	2,813	1,187	20.0	57.8
1979	2,336	3,017	1,291	2,812	1,050	19.5	62.7
1980	2,561	3,200	1,249	3,225	1,776	21.8	51.8
1981	2,665	3,344	1,255	3,567	1,819	23.5	49.8
1982	2,714	3,460	1,275	3,920	2,048	25.1	47.6
1983	2,569	3,165	1,232	4,189	2,251	26.1	46.2
1984	2,739	3,278	1,270	3,733	1,998	22.7	46.9
1985	2,884	3,810	1,321	3,748	1,814	22.7	51.5
1990	3,121	4,782 ³⁾	1,530	5,223	1,721	28.0	67.0

注：1) モミベース、2) 精米ベース、3) ナイジェリアの輸入禁止に伴う生産増（精米換算では約70%に減少する）

われる。陸稲栽培の拡大は、4節で述べるようにこの地域の農地劣化を加速している。

ナイジェリア以外でもコートジボアールは34万tから69万tに倍増し、内戦による影響が深刻なシエラレオネとリベリアを除く西アフリカ各国で、米の生産量は急速に伸びている。ソルガムやミレット生産の低迷により伝統的なこれらの食料から、米、トウモロコシ、キャッサバへの転換が起こっている(Sumi *et al.*, 1996)。

以上のように西アフリカでは人口増加を上回って米の生産量が増加しているにもかかわらず、表1-3と1-4に示すように1970年代から1980年代の20年間で、この地域における米の需給のギャップは拡大している。これは人口増加にもまして1人当たりの米消費が拡大(表1-3)するという相乗効果のためである。実際、この地域は過去10年、世界の米貿易量の30%程度を輸入し続けているのである。タイとアメリカが主な輸出先である。それだけでなくとも乏しい西アフリカ諸国の貴重な外貨がこのために消費されているのである。ここにもまた西アフリカにおける稲作拡大の大きな契機が存在する。表1-4の最新のWARDAの統計によると、主としてナイジェリアにおける米輸入禁止と生産増の効果が現れ、1990年の米の自給率が急上昇している。陸稲面積の急増によるこの傾向が持続するかどうかは、予断を許さない。

2-2 西アフリカにおける過去15年の土地利用の変遷

1974年から1989年まで、過去15年間の西アフリカ諸国の土地利用の変遷を他地域と比較して表1-5に示した(FAO, 1981, 1990)。西アフリカ全体としては過去15年で森林面積が1,500万ha減少し、農地560万haが増加し、砂漠化による荒地または都市化地域の面積が1,050万ha増加した。このうちの何%が砂漠化で何%が都市化によるものかは特定できないが、都市の拡大面積は数百万ha以下であろうから、砂漠化による不毛地の拡大面積の方が大きいものと考えられる。いずれにしても森林が減少し不毛地(砂漠と都市砂漠)が拡大したことには変わりがない。1974年時点の森林面積を基準にその減少率を

表1-5 西アフリカの過去15年の土地利用の変遷 (FAO, 1981, 1990)

(単位: 万ha)

	1974年					1989年					全体	(1993年) 人口密度 (人/km ²)
	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*		
ベニン	130	44	44	429	460	140	45	44	352	524	1,126	45.9
ブルキナファソ	244	1	1,000	756	737	355	1	1,000	666	716	2,742	35.7
チャド	292	tr	4,500	1,400	6,404	320	1	4,500	1,281	6,491	12,840	4.8
コートジボアール	178	110	1,300	1,138	455	242	124	1,300	763	751	3,225	42.1
ガンビア	15	tr	9	25	51	18	tr	9	16	57	113	93.2
ガーナ	105	189	500	919	587	114	158	500	814	717	2,385	72.3
ギニア	58	11	615	1,554	221	61	12	615	1,464	307	2,459	25.6
ギニアビサウ	26	3	108	107	38	30	4	108	107	33	361	36.6
リベリア	13	24	570	216	141	13	25	570	176	180	1,114	29.4
マリ	180	tr	3,000	743	8,279	209	tr	3,000	698	8,295	12,401	8.3
モーリタニア	17	tr	3,925	459	5,851	20	tr	3,925	494	5,813	10,255	2.2
ニジェール	260	tr	1,018	296	11,093	361	tr	927	206	11,174	12,670	6.7
ナイジェリア	2,742	248	4,000	1,670	448	2,880	254	4,000	1,220	754	9,238	131.0
セネガル	495	tr	570	630	230	522	tr	570	594	239	1,967	41.3
シエラレオネ	143	14	220	214	125	166	15	220	207	109	717	62.7
トーゴ	135	7	179	176	47	138	7	179	161	60	568	71.4
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。

計算すると、西アフリカは1億732万haに対して、1,513万haの減少であったから、14%の減少になる。全面積に対する森林率も14%で、他地域に比べはるかに小さかったのにもかかわらず、森林減少率はなお最高であった。全アフリカでは1974年を基準にすると、森林面積率は14%に対して、減少率は過去15年で5.4%であった。南米は54%に対して6.6%の減少、アジアは21%の森林に対して7.2%の減少であった。農業生産性が向上しないのに人口増加が続く西アフリカではいかに森林破壊と農地破壊がとめどなく続いているかがわかる。人口増加が環境破壊をもたらし、それが食料生産性を低下させ、さらに環境破壊が進むという悪循環が続き、末期的段階にあると考えられる。

この傾向は西アフリカにより典型的に現れているが、全アフリカの場合もほぼ同じと考えられる。約4,000万haの森林が減少し、農地が1,100万ha増加し、砂漠と都市(砂漠)が3,100万ha増加した。一方南米では森林の減少面積は6,300万haであったが、草地の増加が3,000万haで最も多く、次いで農地と樹木作物2,400万ha増、都市や砂漠化1,000万ha増であった。南米では熱帯林が破壊されてハンバーガー(草と牧畜)に化けていると非難されるが、このデータにもそれが現れている。アジアでは森林の減少4,100万ha、草地の減少1,800万haに対して、都市化と砂漠化による不毛地の拡大が5,500万haで、農地や樹木作物の増加面積はわずか400万haしかない。アジアにおいては農業生産の拡大がいかに収量の増大によって達成されたかがわかる。アジアにおけるこの間の人口増加(約7億6,000万人)と経済発展から考えると、上記の5,500万haは農地、砂漠化による不毛地の拡大面積よりは、都市化による不毛地の拡大面積の方が大きいと考えられる。

3. 地球とアフリカ大陸の人口扶養力と地質学的施肥の概念

地球やアフリカ大陸の定員はどのくらいであろうか。1993年に55億人を突破した世界人口は2050年頃には約100億人の水準に落ち着くといわれている(国連人口基金, 1992)。地球全体の究極的人口扶養力は500—1,000億人という

推定もあるが、持続的な人口扶養力は100億人程度と考えられている(福井, 1994; Cohen, 1995)。しかし、現在の欧米人並みの生活水準と工業化に必要なエネルギー消費を前提とすれば現在の55億人という水準でも、地球全体の環境容量をすでに突破していると考え人もいる。地球の限界の最終的確認はともかくとして、われわれのなすべきことは過剰なエネルギーや資源の消費を伴う欧米的なライフスタイルを見直すとともに、いまから50年程度で、100億人と推定される地球人口に供給するための、持続的食料生産体制を設計することであろう(福井, 1994)。この100億人を前提とする地球の食料生産の設計に当たって、非アジア熱帯、特に熱帯アフリカへの水田稲作の展開は重要な戦略となる、というのが本書の主要な結論の一つである。

地球全体の環境容量はさておき、ここでは地球上の各地域、特に熱帯アフリカに焦点を当てて、地域的な人口扶養力を考察することにする。アフリカ、とりわけサブサハラ熱帯アフリカは、現在全般的な環境・農業危機の中にありながら、同時に人口爆発の中にある。現在約5億人の人口は2050年には20億人を突破するといわれている。地球環境問題が人類の生存を直接脅かし破局の到来が現実のものと感じられる地域であるからである。逆にいえば、サブサハラのアフリカで直面する地球環境問題に対処できれば人類の未来は当分大丈夫といえるであろう。

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何であらうか。地域の人口扶養力は何によって決定されるのであろうか。都市への人口集中は社会経済的要因が大きいことは理解できるが、図1-4(若月, 1985, 1994a)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みられる極端な高低差の原因は何であらうか。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。エジプトのナイルデルタ等を別にすれば、蒸発散量の少ない温帯地域では年間降雨量が500-1,000 mm以上の地域、蒸発散量の多い熱帯地域では1,000-2,000 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、降雨に恵まれた熱帯圏でも地域ごとの人口密度の差異は大きい。図1-4からわかるように、

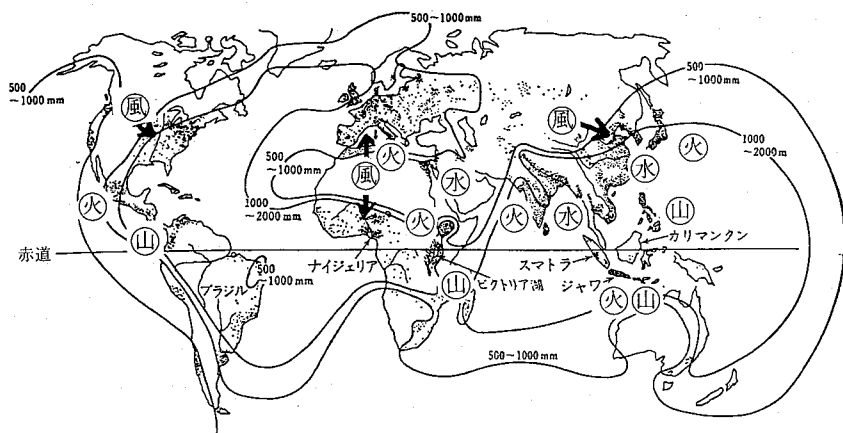


図1-4 人と土：人の住むマクロな地球環境は？

肥沃土：風と水と火山による地質学的施肥

注：1) 黒点は人口密集地，線は等雨量線を示す。

2) ④は水による作用，⑤は火山活動，⑥は風的作用を示す。

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/km²以上に達する。一方、ボルネオ島の人口密度は低く10人/km²程度にすぎない。

熱帯アフリカのより詳細な人口密度と降雨量分布は図1-5に示した（若月・三輪，1993）。図1-5の1から16までの数字は土壌の肥沃度を調査した地点を示し、肥沃度分析の結果は表1-6に示した。

熱帯アフリカではザイ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km²当たり数百人以上ある。以下、土壌のサンプリング地点番号に基づいてみる。人口密度の高いケニアのニヤガ Nyaga (No.1)、タンザニアのアルユーシャ Arusha (No.2)、ザイルのゴマ Goma (No.3)、ナイジェリアのベンデ Bende (No.6)、イバダン Ibadan (No.7)、ザリア Zaria (No.9)、スーダンのハルツーム Khartum (No.16) 地域には交換性カルシウムやCEC（陽イオン交換容量）の大きな、肥沃な土壌が分

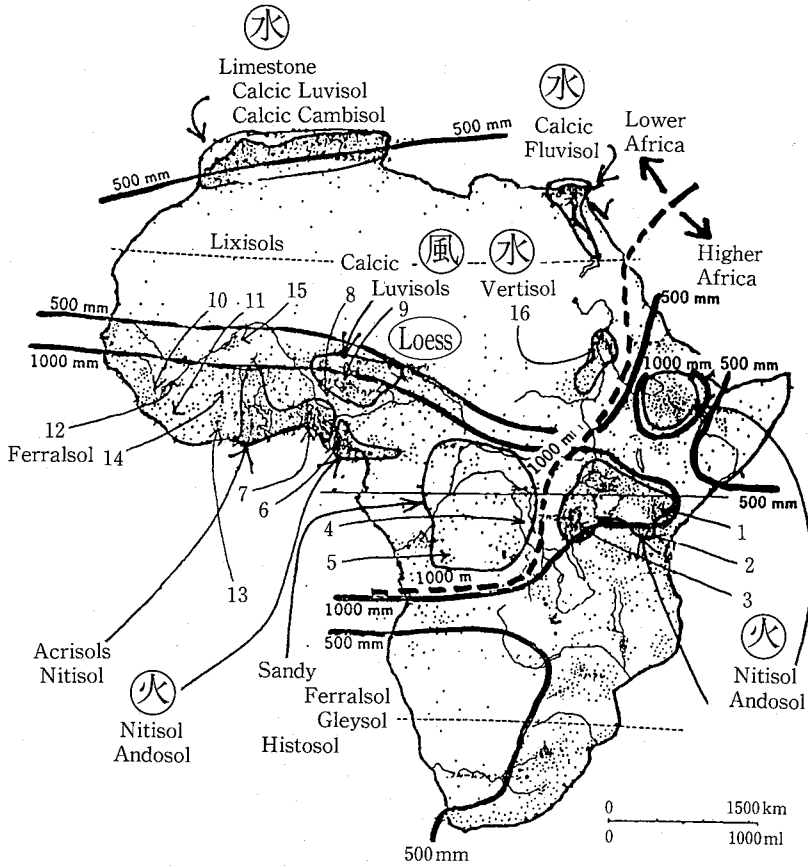


図 1-5 アフリカ大陸の人口密度分布と地質学的施肥／肥沃土壌の分布
注：図 1-4 に同じ。

布する。一方、人口密度の小さいザイールのキンド Kindu (No.4), キクウィト Kikwit (No.5), ナイジェリアのビダ Bida (No.8), シエラレオネのマケニ Makeni (No.10), リベリアのバルンガ Gbarnga (No.11), ブルキナファソのバンフォーラ Banfora (No.14) 地域の土壌肥沃度は小さい。

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

表1-6 土の肥沃度と人口密度分布

地点名	交換性Ca	酸度	eCEC	人口密度*
1 Nyaga	7.9	0.1	12.7	高い
2 Arusha	17.2	0.1	22.7	高い
3 Goma	26.0	0.1	32.9	高い
4 Kindu	0.2	2.0	2.7	低い
5 Kikwit	0.3	1.0	1.8	低い
6 Bende***	23.1	0.4	28.6	高い
7 Ibadan**	7.0	0.2	9.9	低い
8 Bida	1.0	0.7	2.1	低い
9 Zaria**	7.0	0.2	9.5	高い
ハルマッタングスト**	23.8	0	35.3	—
10 Makeni	0.9	1.3	2.7	低い
11 Gbarnga	0.7	1.9	3.5	低い
12 Kissidougou	3.2	1.5	6.1	中
13 Bouake	2.8	1.0	5.6	中
14 Banfora	1.5	0.5	3.4	低い
15 Mopti	5.4	1.9	12.4	中
16 Khartum**	43.9	0	70.0	中?
日本水田平均***	9.3	—	13.3	高い
熱帯アジア水田平均	10.9	—	17.9	高い

注: 1) *人口密度 高い>200人/km²>中>40人/km²>低い

2) **Kosaki and Juo, 1984 ; Morberg *et al.*, 1991 a. b.

3) ***Kawaguchi & Kyuma, 1977

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(若月, 1985)。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～数十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(Entisol, Inceptisol)を生成する。熱帯アジアではヒマラヤ山脈とモンスーンの存在によって、特にデルタの生成が顕著である。アジアの水田土壌はこの天然の施肥作用と人間の営みの産物である。アフリカではナイルデルタが代表例である。ナイルデルタはまた上流部のエチオピ

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。図1—5の番号をあげた例ではNo.6のベンデ Bende, No.16の ハルツーム Khartum 地域の土壌が肥沃な理由となっている。

②火山活動(火山灰や塩基性溶岩の供給)：数百～数千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。図1—5の番号の例では、No.1のニヤガ Nyaga, No.2のアルューシャ Arusha, No.3のゴマ Goma 地域が肥沃な理由となっている。

③風の作用(レスの供給)：サハラ砂漠からのハルマッタングストは塩基に富み肥沃である(表1—6のハルマッタングストの分析データ参照)。ナイジェリア北部では毎年乾季の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。ギニア湾岸の都市ラゴスでもハルマッタングストが日射を遮り、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。図1—5の番号の例ではNo.9のザリア Zaria 地域ではこのようなレスによる肥沃な土壌の生成もみられる。欧米の穀倉地帯でもレス由来の土壌の分布は広い。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。また量的な寄与は少ないとはいえ、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。

④風化・土壌生成と侵食の動的平衡(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千万年の年代をも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(Eswaran *et al.*, 1992), 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わかる。図1—5の番号の例ではナイジェリアのNo.7のイバダン Ibadan 付近の土壌が比較的肥沃な理由であると考えられる。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、砂漠化へ方向が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. 世界の熱帯圏と西アフリカにおける農地劣化、砂漠化の現状

4-1 農業生産と農地/土壌劣化

農地劣化による作物の減収量の世界的レベルでの推定も、熱帯圏での推定もあまりない。これまで農地劣化に関する世界的レベルでの調査結果がなかったからである。しかし、最近発表された世界の人為的土壌劣化/砂漠化の現状に関する UNEP/ISRIC の報告 (1991; Oldeman *et al.*, 1991) によるとある程度の推定は可能である。それによると全世界の農地のうち、これまでの人間活動によって、軽度の劣化を受けている面積は約 7 億 7,000 万 ha、中度のもの 9 億 1,000 万 ha、強度あるいは激度のもの 3 億 ha である。劣化による減収の程度を軽度の場合 10—20% (平均 15%)、中度の場合 20—40% (平均 30%)、強度と激度の場合 40—80% (平均 60%) として、農作物の平均収量を穀物換算で約 1.5 t/ha とすると、世界全体では約 8 億 5,000 万 t という膨大な減収となっていることになる。全世界の年間穀物生産量は約 20 億 t (FAO, 1990) であるので、穀物換算で 40% 以上の減収になる。50 億人の人口を養っている現状からすると、20 億人分の食料の減収になっていることになる。

農業生産に及ぼす農地/土壌劣化の影響は潜在的なレベルにとどまっている場合から、収穫皆無までその影響の範囲は作物の種類と土壌の特性によってさまざまである。しかし、非常に極端な場合を除き、影響の現れるタイムスケールは通常数十年以上である。将来問題となることがわかっているが、当面は顕在化しないので対策がとられにくいことが多い。しかし、顕在化した場合は農業生産への影響は激烈であり、手遅れになるか、回復に巨大な費用がかかるという特徴がある。現在問題になっている他の地球環境問題と共通する性質である。

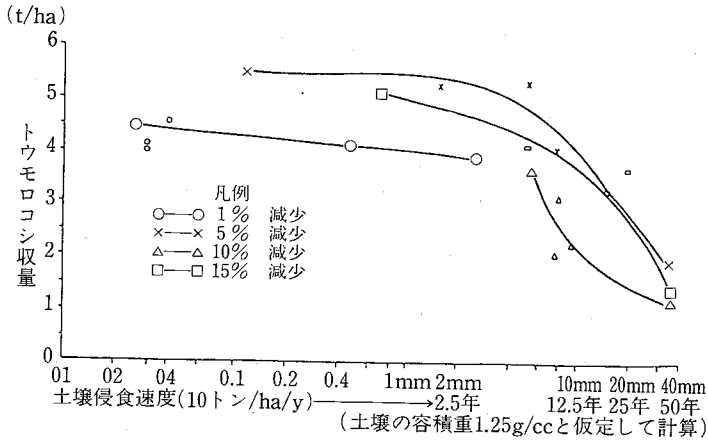


図1-6 トウモロコシの収量に及ぼす土壌侵食の影響

資料: Lal (1985) に土壌侵食速度を加算。

表1-7 作物生産に及ぼす土壌侵食の影響 (Lal, 1986, 1988)

土壌	作物	地域, 国	収量の減少 表土流出量	出所
Aridisol	ミレット	ブルキナファソ	320kg/10cm=0.32kg/トン	Fournier(1963)
Alfisol	トウモロコシ	西ナイジェリア	50%/5 cm, 23%/2.5cm	Lal(1976)
Alfisol	トウモロコシ	西ナイジェリア	0.08~0.26t/ha/mm	Lal(1983b,c)
Ultisol	トウモロコシ	カメルーン	500%/2.5cm	Rehm(1978)
Ultisol	トウモロコシ	南ナイジェリア	82~100%/5~20cm	Mbagwu <i>et al.</i> (1984)
Ultisol	ササゲ	南ナイジェリア	14~52%/5~20cm	Mbagwu <i>et al.</i> (1984)
Ultisol	ササゲ	マレーシア	15cm損失で急激な減少	Huat(1974)
Oxisol	各種作物	グアテマラ	90%減少/?	Freeman(1980)

図1-6は土壌侵食により肥沃な表土が失われた場合のトウモロコシの収量の減少の様子を示したものである。IITAの報告例(Lal, 1985)である。土壌侵食速度を10 t/ha, 土壌の容積重を1.25 g/cc, 土壌生成速度をゼロと仮定すると, 収量が半減するのは表土が10 mm失われたときで, $125/10=12.5$ 年後ということになる。この間, 土壌生成も行われているが土壌生成速度に関する研究例はこれまでほとんどなかったが, 最近得られた結果によると地球平均で約0.7 t/ha/y, 熱帯圏では1~5 t/ha/y程度の土壌生成速度が期待できる(Wakatsuki *et al.*, 1992, 1993)。仮に2.5 t/ha/yの土壌生成が土壌侵食を補っ

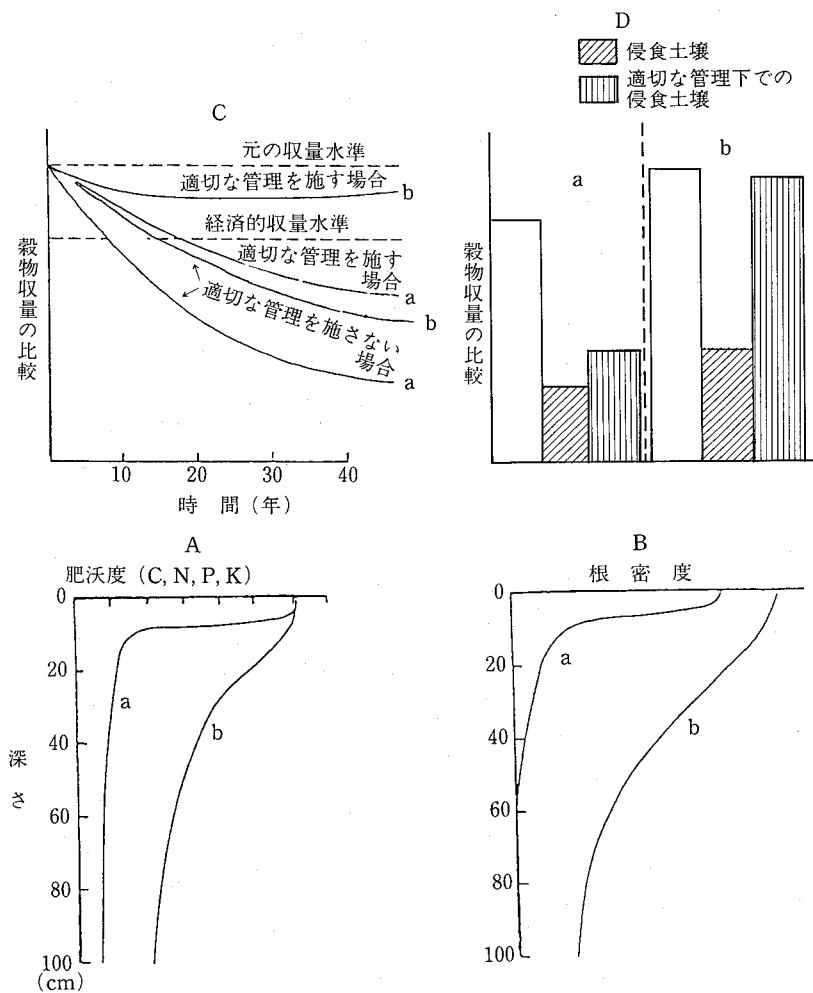


図1-7 土壌侵食と養分の垂直分布，根密度および収量との関係 (Lal, 1988, 一部改変)

ているとすると、収量の半減期間は16.7年後ということになる。上記の例はやや極端な場合であるが、表1-7の結果 (Lal, 1986) では表土の5-10 cmの減少 (600-1,300 t/hの土壌流失に相当) で収量が半減する場合が多い。この場合は収量の半減期は80-167年になる。2-3世代後ということになる。土壌侵食対策がとられにくい理由である。

土壌の種類によって作物生産に対する土壌侵食の影響の出方は異なる。図1

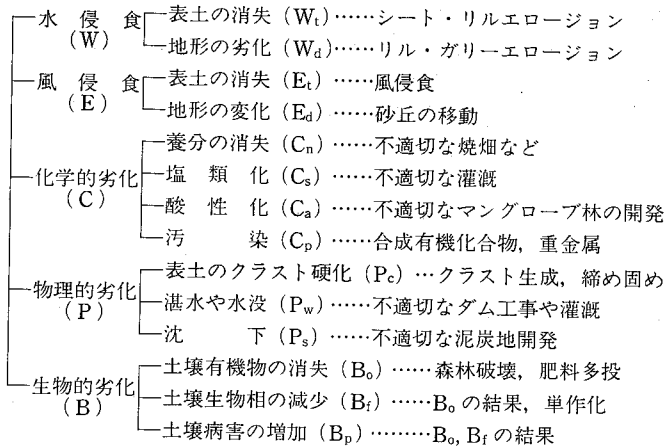


図1-8 土壤劣化の種類

—7 (Lal, 1988) の A と B に示したように、有効土層の厚い b のような土壤は、有効土層の薄い a のような土壤に比べれば、図1-7の C に示したように、特別の土壤侵食や土壤管理対策をとらずとも、経済的にペイできる収量を維持する期間は比較的長くなる。しかし、熱帯圏のアップランドでは a のような土壤 (Oxisol, Ultisol) が圧倒的に多く、b のような土壤 (Andisol 等) の分布は非常に限られている。

図1-8 は主として人為的原因によると考えられる土壤劣化をまとめたものである。水による侵食 (W: water erosion)、風による侵食 (E: wind erosion)、化学的劣化 (C: chemical deterioration)、および物理的劣化 (P: physical deterioration) としてまとめた (Oldeman *et al.*, 1991)。これら土壤総体の劣化により、土壤の生物性と生物生産支持機能もまた劣化する。

4-2 三大熱帯における人為的土壤劣化の現状比較 (若月, 1994 a)

図1-9 は UNEP/ISRIC (1991) が発表した世界の砂漠化/土壤劣化図に基づいて、以下のような区分に従って、熱帯圏を中心に簡略化して示したものである。すなわち、図の軽度、中度、強度の区分は劣化の程度と面積を以下のように

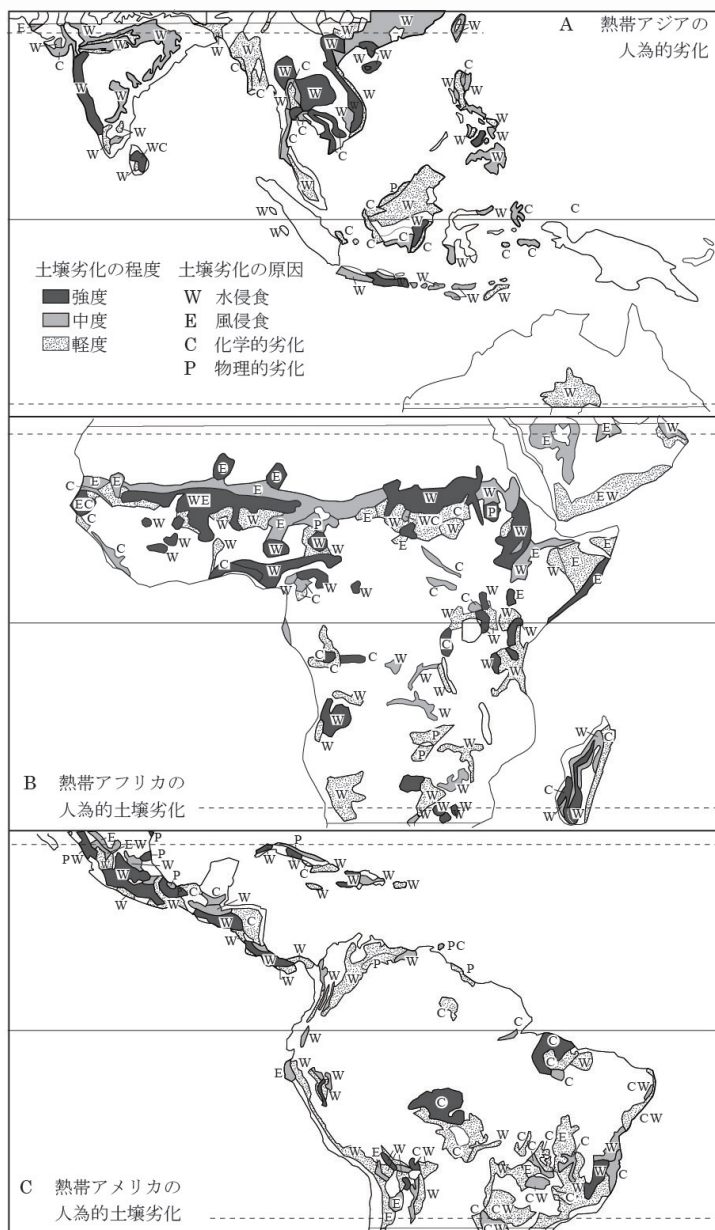


図 1-9 熱帯地域の人為的土壤劣化 (UNEP/ISRIC, 1991 を簡略化) (若月, 1994)

に総合して行った。

軽度：劣化軽度土壤が全体の面積の25—50%，劣化中度土壤の割合が10—25%，劣化強度土壤の割合が5—10%，あるいは，劣化激度土壤の割合が5%以下存在する場合のいずれかが認められる地域。

中度：劣化軽度土壤の割合が50—100%，劣化中度土壤の割合が25—50%，劣化強度土壤の割合が10—25%，あるいは，劣化激度土壤の割合が5—10%が存在する場合のいずれかが認められる地域。

強度：劣化中度土壤の割合が50—100%，劣化強度土壤の割合が25—100%，劣化激度土壤の割合が10%以上のいずれかが認められる地域。

ここで、土壤の劣化程度は以下のように定義されている (Oldeman *et al.*, 1991)。

劣化軽度：作物の生産性を少し落としているが、管理法を改善することにより回復可能である。基本的な土壤の生物支持機能は失われていない状態。

劣化中度：生産性をかなり落としている。しかし、これまでのような農業システムによる農耕は可能である。劣化を回復するには、農家レベルで抜本的な土地改良が必要である。土壤の生物支持機能の一部が破壊されている状態にある。

劣化強度：個々の農家レベルでの抜本的な対策では劣化の回復は不可能である。組織的な生態工学的修復が必要である。土壤の生物支持機能が大部分破壊された状態にある。

劣化激度：修復不可能なほど劣化している。土壤の生物支持機能が完全に破壊された状態にある。

図1—9に示した熱帯アジアの大部分は水侵食によることがわかる。総計面積は1億5,000万haと推定されている(表1—8)。水侵食が深刻な地域は、インドシナ半島、東北および北タイ、インド西海岸、ジャワ島西部、フィリピン等である。タイとフィリピンの土壤侵食の激化は1960年代以降の商業伐採や農地拡大により森林率が20%台まで低下した(熊崎, 1993)ことが大きな原因と

表1-8 人間活動による土壌の劣化

(単位: 100万ha)

	軽度	中程度	激しい	合計	
熱帯アジア (総計面積 1,100), アジア全体 (総面積 4,300)					13.9% 17.2% 153.2(737.9)×10 ⁶ ha
W _t : 表土の損失	26.3	55.9	13.1	95.3(365.2)	
W _d : ガリー等地形変化	6.4	6.9	6.0	19.3(74.4)	
水侵食合計	32.7	62.8	19.1	114.6(440.6)	74.8%(59%)
E _t : 表土の損失	1.5	2.5	...	4.0(165.8)	
E _d : 砂丘等地形変化	1.0	5.5	...	6.5(56.4)	
風侵食合計	2.5	8.0	...	10.5(222.2)	6.9%(30%)
C _n : 養分損耗	4.6	9.0	1.0	14.6(14.6)	
C _s : 塩類・アルカリ化	3.5	2.0	2.0	7.5(52.7)	
C _a : 強酸性化	0.4	2.5	1.2	4.1(4.1)	
化学的劣化合計	8.5	13.5	4.2	26.2(73.2)	17.1%(10%)
P _s : 泥炭土の沈下	0.7	1.0	0.2	1.9(1.9)	1.2%(1%)
熱帯アフリカ (総計面積 2,500)				合 計	416.5×10 ⁶ ha(16.5%)
W _t	45.8	51.4	76.8	174.0	
W _d	3.1	5.9	10.2	19.2	
水侵食合計	48.9	57.3	87.0	193.2	46.4%
E _t	67.2	71.6	6.3	145.1	
E _d	7.8	4.3	1.3	13.4	
風侵食合計	75.0	75.9	7.6	158.5	38.1%
C _n	20.4	18.8	6.2	45.1	
C _s	3.0	1.0	0.5	4.5	
C _s * (北アフリカのみ)	1.7	6.7	1.9	10.3	
C _a	1.1	0.3	...	1.5	
化学侵食合計	24.5	20.1	6.7	51.1	12.3%
P _c : 緻密固化	1.4	7.5	4.8	13.7	3.2%
熱帯アメリカ (総計面積 1,700)				合 計	242.5×10 ⁶ ha(14.3%)
W _t	28.0	55.2	13.1	96.3	
W _d	8.9	18.5	19.9	47.3	
水侵食合計	36.9	73.7	34.0	143.6	59.2%
E _t	2.0	9.4	0.5	11.9	
E _d	0.1	2.4	...	2.5	
風侵食合計	2.1	11.8	0.5	13.4	5.5%
C _n	24.6	35.5	12.7	72.4	
C _s	2.1	1.8	0.5	4.4	
化学的劣化合計	26.7	37.3	13.2	76.8	31.7%
P _c	1.5	0.5	0.3	2.3	
P _w : Waterlogging	2.3	3.3	0.8	6.4	
物理的劣化合計	3.8	3.8	1.1	8.7	3.6%

資料: Oldeman, et al., 1991とUNEP/ISRIC 1991より計算した。

なっている。中国南部や海南島、台湾では急傾斜という地形的要因に加え、古くからの農耕と人口密度の高さ、近年の急速な経済生長が土壌侵食を大きくしている。ジャワ島やその西のバリ島、インド西部でも同じである。しかし、これらの地域では古くから水田農業が営まれてきたので、熱帯アフリカや熱帯アメリカとは異なり、土壌侵食量がそのまま土壌の生産力の低下につながっているわけではない。むしろ、活発な土壌生成が行われているため、土壌の新陳代謝が活発であるという解釈も成り立つ。土壌侵食を補償する土壌生成速度とのバランス、集水域で生成した肥沃な表土の水田への貯留割合等も考慮せねばならない。後述するように、この地域の水田農業地帯の持続的生産力は高い水準にあると考えられる。熱帯アジアの水田農業の問題はこれ以上の人口増を支えることができるであろうかということ、また水田農業の持続的生産性をどのようにしてさらに高くできるであろうか、ということである (Kyuma and Wakatsuki, 1995)。ただし、近年の急速な市場経済への包接により短期的利益を追う傾向が強くなり、水田の水源や表土供給源として、かつては神の森として保護されていたような森林も伐採され、草地化 (アランアラン草原) が拡大しているような地域も多い。

最近の開発に伴う土壌劣化の例がボルネオ島やインドシナ半島南部で見られる。森林伐採に伴う水侵食に加え、湿地林、泥炭林やマングローブ林の伐採と農地化に伴う地盤沈下 (P_s , subsidence, 物理的劣化) や酸性硫酸塩土壌の生成による激烈な酸性害 (C_a , acid, 化学的劣化) がみられる。インド/パキスタンのパンジャブ地方にみられる化学的劣化 (C_s , salt) は、不適切な灌漑による塩害とアルカリ害である。

Oxisol や Ultisol のように老化、強風化土壌では土壌中の無機養分のプール量がもともと少ないので、森林伐採や農地化によって表土の腐植物質は分解し無機養分は損耗し、生産力が急速に低下する。これも化学的劣化 (C_n , nutrition) の一種である。熱帯アジア全体では C_n による劣化土壌は約 1,500 万 ha と推定され、マレー半島、ボルネオ島、モルッカ諸島に主な分布がある。化学的劣化の中では最も面積が大きい。このような無機養分損耗による劣化土壌は、熱帯アジアよりは、熱帯アメリカとアフリカにおける分布面積がはるかに

大きい。熱帯アメリカでは C_n が 7,200 万 ha、熱帯アフリカでは 4,500 万 ha もあると推定される (表 1-8)。

図 1-9 に示したように熱帯アフリカでも水侵食による土壌劣化が大きい (劣化面積全体の約 46%, 表 1-8) が、風侵食による土壌劣化も 38% もあり、乾燥大陸としての特徴を表している。気候変動による影響もあるが、人為的な植生破壊にともなうサハラの南下、砂漠化の問題はますます深刻になりつつある (門村他, 1991; 門村・勝俣, 1992)。サブサハラの西アフリカではサヘル帯、スーダンサバンナ気候帯を中心に風侵食による土壌劣化地帯が広範に広がっていることが図から読み取れる。砂漠化の前線地帯である。もう一つ注意せねばならないのは、この地域では水侵食も複合し、農地劣化を加速していることである。早ばつ被害と洪水被害が交互に襲うことになる。半乾燥地においても、水循環の制御が農地環境保全のカギであることがわかる。また、防風林による風の制御も重要である。

水侵食による土壌劣化の中心地域はエチオピア高原、ケニヤ、タンザニア等の東部アフリカ大地溝帯の高原地帯である。火山灰に由来する肥沃度の高い土壌、人口密度の高い地域に一致する。東部アフリカの高原地帯の主要な穀物はトウモロコシである。近年高収量品種の普及により、またこの地域の肥沃な土壌とも相まって、収量は向上しているが、トウモロコシの栽培がこの地域の土壌侵食を加速している。一方、稲は高原の低温のため、栽培は標高 1,200 m 以下の低地部に限られ、タンザニアを除けば水田農業のポテンシャルは小さい。西アフリカではカメルーン高地も人口稠密な肥沃な火山灰土壌地帯である。ナイジェリア南部のヨルバ、イボ地域とともに、深刻な水侵食にさらされている。マダガスカル島は中央高地が森林消失による水侵食、低地部が養分損耗による土壌劣化が認められる。養分損耗による化学的劣化地帯はマダガスカル以外にも、アフリカ大陸全域に広がっているが、ザイール、トーゴ、ベニン、リベリア、シエラレオネの Oxisol, Ultisol 地帯が劣化の中心である。

図 1-9 と表 1-8 からわかるように、熱帯アメリカも水侵食による劣化が全体の 60% (1 億 4,000 万 ha) を占め、最も重大であることは他の熱帯地域と同様である。しかし、アメリカと異なり風侵食は少ない。熱帯アメリカの特徴は

表1-9 土壌劣化の原因別、大陸別推定面積 (Oldeman *et al.*, 1991)

(単位: 100万ha)

	森林伐採	過放牧	不適切な農法	過剰薪炭採取	産業活動
アフリカ	67	243	121	63	+
アジア	298	197	204	46	1
南米	100	68	64	12	—
中北南	18	38	91	11	+
ヨーロッパ	84	50	64	1	21
オーストラリア	12	83	8	—	+
世界合計	579	679	552	133	23

Oxisol, Ultisol の広い分布と降雨量が多いため、農業利用による表土の機能と土壌養分の急速な消耗を来してしまった化学的劣化土壌(C_n)の割合が、三大熱帯の中では最も大きい(劣化全体の32%)ことである。アマゾン周辺の新開拓地が化学的劣化の典型地域である。ベレム周辺、セラード開拓地を中心に化学的劣化土壌が拡大している。

表1-9は以上の劣化の原因を各大陸別に推定した面積を示した。熱帯地域に限定していないが、原因の傾向をつかむのに有効である。アフリカでは過放牧による土壌劣化が最大の面積を占め、次いで不適切な農法による劣化、森林伐採(焼畑や商業伐採等)と植生の過剰採取(薪炭の採取等)が続いている。アジアでは森林伐採による土壌劣化が最大で、不適切な農法と過放牧が次いでいる。南米もアジアと同様の傾向がみられる。また本稿には直接関係しないが中北米では保全農法の不徹底による土壌劣化が問題で、ヨーロッパでは森林伐採による土壌劣化が原因の第1位を占めているが、産業活動による土壌劣化や汚染が2,300万haもあることが注目される。アフリカと同様、オーストラリアでも過放牧による土壌劣化/砂漠化が最も深刻な劣化原因となっている。

4-3 三大熱帯における実質的人口密度の推定

図1-10, A, B, Cは熱帯アジア, アフリカ, アメリカの主な土壌の分布を示したものである。FAO/Unescoの世界土壌図(1974)を Keys To Soil Taxon-

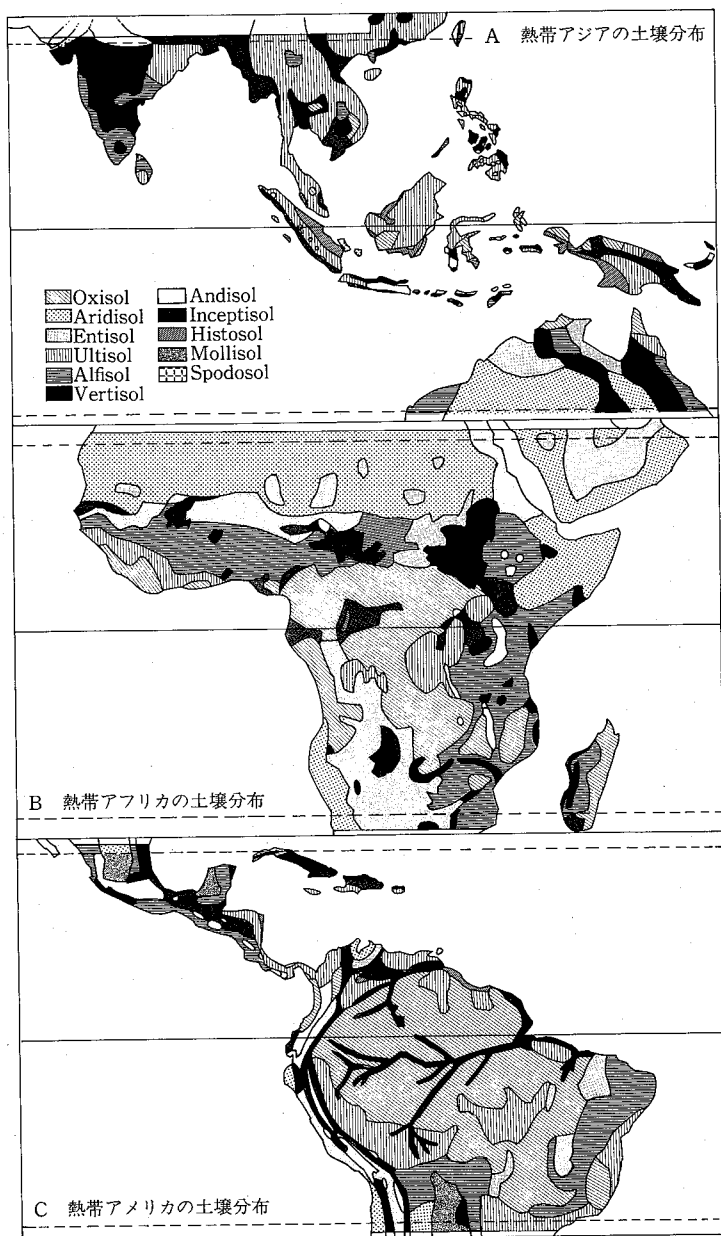
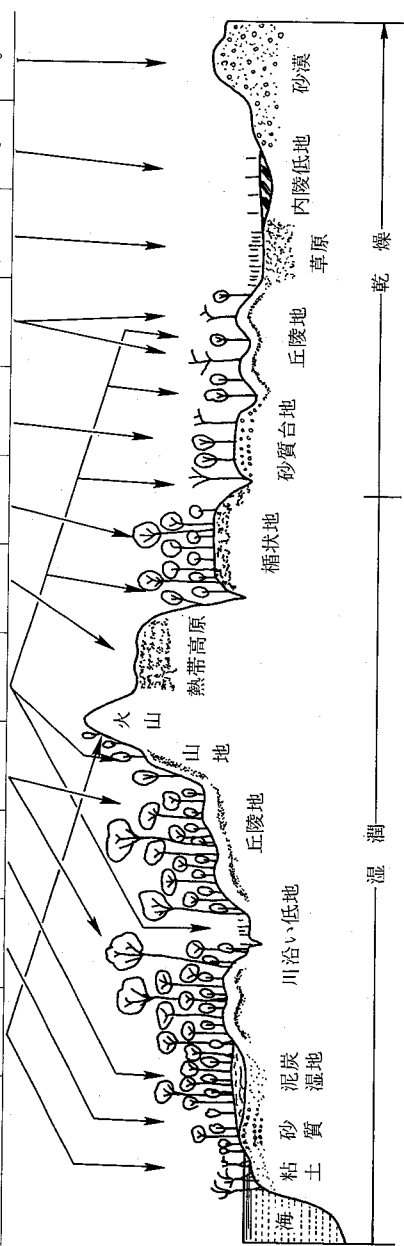


図 1-10 熱帯地域の土壌分布 (FAO/UNESCO, 1974 を Soil Taxonomy で読み替え) (若月, 1994 a)

表 1-10 熱帯の土壌生成環境と Soil と Soil Taxonomy による土壌の分布面積

土壌の 特徴	Enti- sol	Spodo- sol	Histo- sol	Ulti- sol	Incepti- sol	Andi- sol	Oxi- sol	Psamm- ent	Alfi- sol	Molli- sol	Verti- sol	Aridi- sol
未熟 母材			泥炭 湿地	強風化 酸性	若い 活力	火山灰 肥沃	老化 溶脱	石英 溶脱	富栄養 低活性	草原 乾季	黒色 半乾燥	乾燥 砂漠
熱帯アフリカ	280	0.5	3	170	120	30	460	280	440	4	100	840
熱帯アメリカ	90	0.5	5	330	130	90	660	20	120	15	20	50
熱帯アジア	250	3	22	300	200	50	tr	tr	80	tr	100	10
全体 (100万ha)	620	4	30	800	450	170	1,120	300	640	19	220	900
全体 (割合%)	12.5	0.1	0.6	16.1	9.0	3.4	22.5	6.0	12.9	0.4	4.4	18.1
日本 (割合%)	4	3.5	1.0	2.5	58	16	0	tr	tr	0	0	0



出所：FAO/Unesco, 1974；Sanchez, 1976；久馬, 1984；岡川, 1984；Wambeke, 1993；Eswaran 他, 1992。

omy (Soil Survey Staff, 1994) によって読み替えて、かつ目レベルのみに簡略化して示した。表 1—10 では主な土壤が熱帯圏のどのような地形と水分環境下で生成するかを示し、合わせて三大熱帯における各種土壤の推定分布面積を示した (Sanchez, 1976; 久馬, 1984; 岡川, 1984; Wambeke, 1992; Eswaran *et al.*, 1993)。Keys To Soil Taxonomy では 11 の土壤目が設定されているが、表 1—10 でも図 1—10 でも Entisol 目に属する Psamment (Quartz 大群) を別に取り出して、目と同格で示した。これは熱帯アフリカで特に分布が広いこと、石英質の砂質土壤で易風化性の一次鉱物はほとんど存在しないこと等から、Oxisol と同様、岩石や土壤の風化最終産物しか残留していない、農耕に適しないきわめて生産性の低い土壤であるためである。Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975) では土壤断面の発達が未熟という点で、若い未熟土壤 (Entisol) の中に分類されているが、土壤母材自身は強度に風化溶脱した老化土壤である。この点で、カオリナイト、酸化鉄、アルミという粘土質風化最終産物を主成分とする Oxisol と対比できる点で、独立して分布を示したものである。図 1—10 のアフリカと南米における Oxisol の分布は、これらの大陸の基盤となった非常に古い (20 億年以上前) 安定な剛塊 (craton) が形成する楕状地上にほぼ限定されている。Psamment はこれら Oxisol の分布する楕状地の周辺にみられ、互いに関連して生成していることが推定される。

熱帯アフリカには上記の老化溶脱土壤である Oxisol と Psamment, それに有効水分がほとんど存在しない Aridisol の分布面積が全体の 65% に達する。農業利用に適しないこの種の土壤は熱帯アジアにはほとんど分布しない。熱帯アメリカではアマゾンを中心に Oxisol の分布面積は広く、農耕不適土壤の割合は約 44% である (表 1—10, 表 1—11)。

熱帯アフリカでは半湿潤気候下の Alfisol が農業利用の中心である。乾季が厳しいこと、CEC (陽イオン交換容量) が比較的小さく、活性が低いこと、また土壤構造の発達が悪いため、侵食にさらされやすいという問題を抱えている。Vertisol は化学的肥沃度は高いが、熱帯アフリカでは降雨量 500 mm 以下の、水分に恵まれない地域に主として分布するため生産性は低い。一方、熱帯アジアに分布する Vertisol はインドを中心に降雨量 600—1,000 mm 地域が多く、

表1-11 三大熱帯の実質人口密度の推定

	熱帯アフリカ	熱帯アメリカ	熱帯アジア
人口 (1990年) (億人)	4.9	3.9	17
面積 (10 ⁴ km ²)	2,450	1,670	855
人口密度 (人/km ²)	20	23	199
不良土壌* (%)	64.5	43.7	11.1
降雨量不足の収量減** (%)	50	0	0
養分不足の収量減*** (%)	25	25	0
実質人口密度**** (人/km ²)	150	50	200

注: 1) *不良土壌=Aridisol+Psamment+Oxisol

2) **降雨量不足の収量減=Alfisol, Vertisol等

3) ***養分不足の収量減=Ultisol等

4) ****実質人口密度=人口密度(1-不良土壌率)(1-水と養分不足収量減率の積)

集約的な農業利用が可能になっている(ここでは熱帯アジアの面積計算の中には図1-10で示されている熱帯オーストラリアは含めていない)。熱帯土壌の中で、水条件、肥沃度条件ともに恵まれた土壌は、火山灰に由来する高原の Andisol と低地に分布する Inceptisol である。三大熱帯とも Andisol は集約的な農業利用は行われているが、熱帯アフリカとアメリカでは低地の Inceptisol はあまり利用されていない。熱帯アジアでは水田として利用され、20 億人以上の人々の食料を持続的に生産している。湿潤熱帯に分布する Ultisol は緩傾斜の比較的安定な丘陵的地形面に分布する(表1-10の下の方図参照)。強い風化を受け塩基は溶脱し酸性であるが、Oxisol よりは若い、中老年期の土壌である。長石等の一次鉱物は残っているため、ある程度の持続的養分供給能はある。焼畑的な粗放な農業利用、あるいはゴム等のプランテーション地として利用される。しかし、この種の土壌は Spodosol (スポドソル) や Histosol (泥炭土) 等とともに、集約的な農業利用を図るよりは保全林あるいは林業の利用を図るべきであろう。温帯圏では農業利用の中心となる Mollisol の分布は熱帯圏では非常に少ない。熱帯アメリカではメキシコとパラグアイ、熱帯アフリカでは Vertisol と Alfisol の境界部分に小面積存在するだけである。

以上の土壌分布と土壌劣化の特性を考慮して、三大熱帯の実質的人口密度を計算してみた。結果を表1-11に示した。1990年時点での人口と面積から単純に推定した人口密度は熱帯アジアが200人/km²に対して熱帯アフリカは20

人/km²で、10 倍の差がある。これがアフリカは人口密度が小さく、集約的な農業が展開しない、あるいはする必要がない、理由とされる。

しかし、農業的な土地利用の期待できない不良土壌である Aridisol, Psamment, Oxisol を除いてみる。かつ、アフリカ大陸における農業利用の中心となる Alfisol や Vertisol 地帯の降雨量不足による収量減を 50%と仮定する。さらに、熱帯アフリカとアメリカに広範に分布する Ultisol 等、塩基溶脱土壌の養分不足による収量減を 25%と見積もる。降雨量不足や養分不足による収量減についての上記の推定には根拠はない。しかし、稲の収量は表 1-4 に示したように、熱帯アフリカ（ここでは西アフリカのデータを採用する）は熱帯アジアの約 42% (1.5/3.6) である。また西アフリカの各種の主食類（稲、トウモロコシ、ソルガム、ミレット、キャッサバ）の平均収量は約 1.2 t/ha で、アジアの稲の約 33% である。以上は粗い考察であるが、上記推定 ($0.5 \times 0.75 = 0.375$) の妥当性を裏づける。上記の計算で、キャッサバの稲換算収量は、キャッサバの単位カロリーは米の 2.8 分の 1、タンパク質含量は 7.2 分の 1 なので、平均して 5 分の 1 として計算した。また表 1-12 は熱帯圏の諸国のみを取り出して、アジアとアフリカの農業生産性を FAO (1990) のデータに基づいて比較したもので、上記の傾向を確認している。

以上のような仮定のもとで実質人口密度を以下のような式で計算した。

$$\text{実質人口密度} = \frac{\text{人口密度}}{(1 - \text{不良土壌面積率})(1 - \text{水と養分不足収量減率の積})}$$

この式に基づいて計算すると、

表 1-11 に示したように、熱帯アフリカの実質人口密度は 150 人/km²、熱帯アメリカは 50 人/km² となる。熱帯アメリカには土地の人口支持力にはいまだ余裕はあるが、熱帯アフリカの実質人口密度は熱帯アジアのそれに近いことがわかる。

表 1-12 熱帯アジアと熱帯アフリカ農業生産性の比較 (FAO 1990)

(単位: t/ha)

	熱帯アジア		熱帯アフリカ	
	1970年	1990年	1970年	1990年
稲	1.8	3.6	1.3	1.5
トウモロコシ	1.2	2.7	1.1	1.5
ソルガム	0.54	0.97	0.83	0.75
ミレット	0.45	0.77	0.66	0.69
キャッサバ	8.5	11.3	6.7	7.6

熱帯アフリカの近年の農業・食料危機の背景にはこのような実質的人口密度の高さもかかわっている。早急に集約的で持続的な農業体制を確立する必要があることがわかる。アフリカの農業危機には、社会的・経済的・政治的要因もあるが、土壌のような基盤となる自然生態的要因からみても十分危機的状况にあることが理解される。

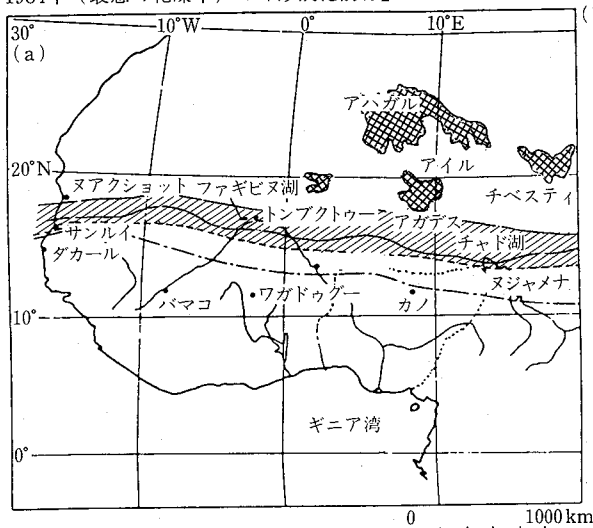
4—4 西アフリカにおける農地劣化，砂漠化の現状

(1) 気候の砂漠化：砂漠化前線の南下

門村等は最近 100 年間における西アフリカの環境変動を総括している (1991, 1992)。1896 年頃から始まり 1913/14 年に頂点に達した今世紀初頭の最初の早ばつ期には、チャド、ニジェール、マリ等のサヘル地帯では当時の人口の 30—50%を失ったといわれる。その後、しばらく湿潤期が続いたが、1968 年頃より早ばつ傾向が強まった。その結果、例えば図 1—11 (Shinoda, 1989) に示すように、1984 年 (特に早ばつ害が厳しかった) には降雨量 150 mm の砂漠化前線、300 mm の飢餓前線 (ミレットの栽培限界雨量) とも平年位置の 200—400 km も南下し、砂漠が拡大した。この降雨量の減少傾向は図 1—12 (Ojo, 1985) に示したように、1984 年だけではなく過去 25 年継続している。またサヘル地帯だけでなく、スーダンサバンナ、ギニアサバンナ帯でも認められる。

図 1—13 はナイジェリアにおける過去 30 年間の 900 mm, 1,100 mm, 1,300 mm, および 1,500 mm の等雨量線の南下の様子を示したものである (IITA, 1992)。各等雨量線とも過去 30 年で 200 km 前後南下している。サハラは南下が、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、以下に述べるように、1900—1960 年代の森林の急速な減少に引き続くものであることを考えると、人為の影響が大きいのではなからうか。

(a) 1984年(最悪の乾燥年)の「砂漠化前線」および「飢餓前線」の南下



- 150mm(1931-60)
- - - 150mm(1984)
- 300mm(1931-60)
- - - 300mm(1984)

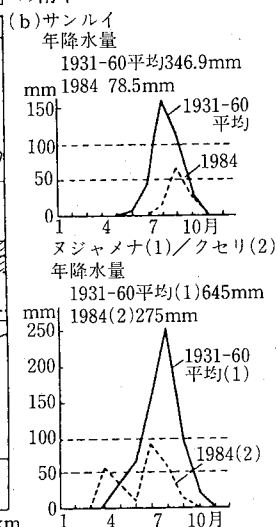
▨ 古砂丘再活動
可能域

▩ サハラの高地部(500m以上)

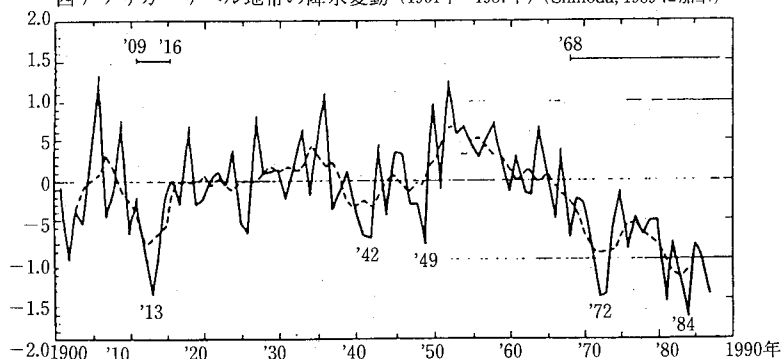
最悪の乾燥年, 1984年の西アフリカ・サヘルにおける「砂漠化前線」(年降水量 150mm 線) および「飢餓前線」(300mm 線) の南下 (a) と月別降水量 (b)。

クセリはニジャメの対岸にある町

1950年代~1960年代前半の湿潤な時期には, これらの等値線は平年位置より 200~300km 北上していた



西アフリカ・サヘル地帯の降水変動 (1901年-1987年) (Shinoda, 1989 に加筆)



全観測点の全期間平均降水量と各年平均降水量の差を標準偏差で除して基準化した値で示す。1913年を中心とする1909-16年, 1972-73年および1983-84年を絶頂とする1968年以降に顕著な早乾時期。

図 1-11 1984 年の「砂漠化前線」および「飢餓前線」の南下と西アフリカ・サヘル地帯の降水変動 1901-1987 年 (門村浩, 勝俣誠, 1992)

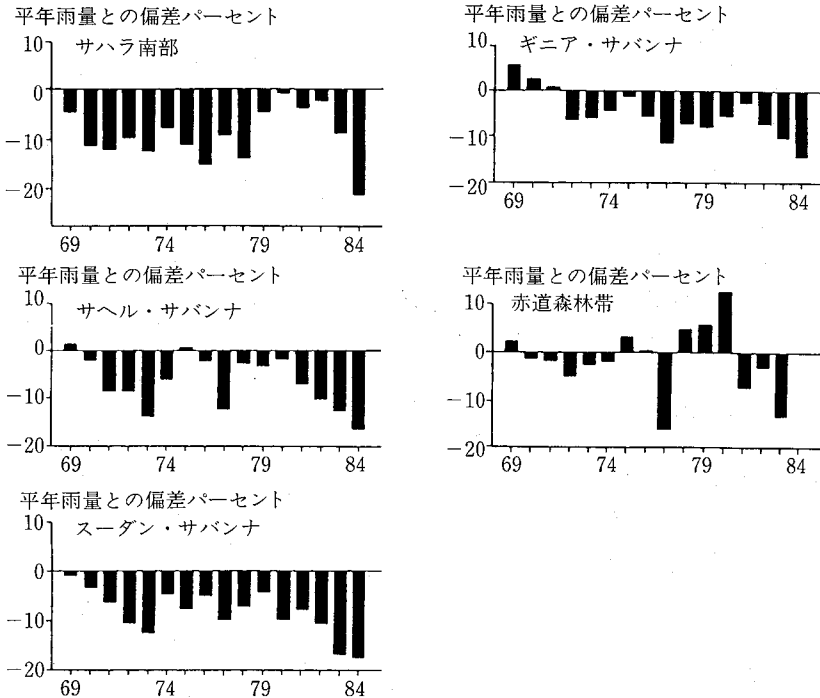


図1-12 西アフリカにおける気候・植生帯別の降水異常記録 (Ojo, 1985より編集)

(2) 森林減少

表1-13にタイ、ガーナ、ナイジェリア、コートジボアールの1900年代の70-90年間における森林の減少傾向を示した。西アフリカのガーナ、ナイジェリアおよびコートジボアールでは、イギリスやフランスの植民地時代の1900-1960年の間に森林が極端に減少している。これは植民地経営によって、換金作物の栽培が強制されたためと、同時にそれによって、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。植民地時代におけるナイジェリアのデータは得られなかったが、独立直後の1964年には森林面積率は23%にまで減少していた。独立以後、1984年までの20年間でさらに16%まで減少した。独立時にすでに新たに利用すべき森林は残り少なかったことを示すと

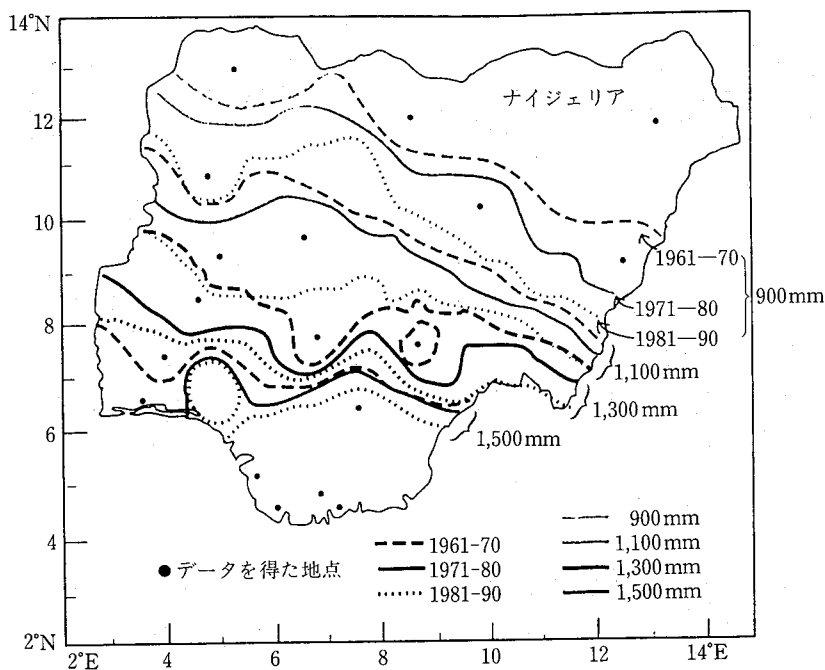


図 1-13 等雨量線の南下一砂漠化の拡大 (IITA, 1992)

表1-13 樹冠の閉じた森林面積の過去100年の傾向

(熊崎, 1990 ; Mather, 1990 ; World Resource Institute, 1990)

(単位 : %)

年	樹冠の閉じた森林面積の全国土面積に対する割合				
	タイ	ガーナ	ナイジェリア	コートジボアール	リベリア
1900年				50	
1920年代	75	41	—	46	67
1930年代	70	20	—	—	—
1950年代	69	18	—	37	57
1960年代	58	10	? (23)	34	—
1970年代	43(48)	9(38)	? (19)	22	26
1980	25(35)	? (37)	? (18)	8	21
1984	18(30)	? (36)	6(16)	5(22)	—

注 : カッコ内は樹冠の閉じていない林も含めた場合の数値。

ともに、独立以後の人口増加もまた大きく、最後の森林までも使い尽くさざるをえ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。このことは、表1-13からわかるように、ナイジェリアのみならず、西アフリカ全体にわたってみられる傾向である。早急に森林破壊をせずとも持続的な食料増産を可能にする体制を作り、森林の再生を可能にする道をみいだす必要がある。

この結果、表1-5に示したように、コートジボアールやナイジェリアでは、過去15年で、その他として示された砂漠化や都市化による生物生産不毛地の面積が各々約300万haも急増した。ナイジェリアは農地面積2,900万haに対して、森林面積は1,220万ha、コートジボアールでは240万haの農地に対して、森林面積は760万ha(森林の定義と実際の調査が難しいので表1-5のFAOの調査と表1-13の調査は一致していない)しかない。表1-2のカッコ内に示された収量に基づいて、米、トウモロコシ、ソルガム、ミレット、キャッサバ(穀物換算5分の1とした)の平均穀物収量を計算すると、ナイジェリアは1.8t/ha、コートジボアールは1.0t/haになる。一方、全生産量と全農耕地面積から計算すると、ナイジェリアは0.8t/ha、コートジボアールは0.9t/haとなる。野菜生産面積が各10%程度あるので、コートジボアールは一致しているが、ナイジェリアは2倍の差がある。ナイジェリアの公式の農林統計データ(FMANR, 1991), 例えば, Digest of Agricultural Statistics (Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources, 1991) は信頼性に欠けるのは周知の事実である。ここでは全生産量と全農地面積から計算した収量の10%増の0.9t/haをナイジェリアの平均穀物収量と考える。表1-2に示したナイジェリアの1988/90年の米(モミ)収量, 2.1t/haも実態とは異なる高すぎるデータである。

1人当たりの年間穀物消費量をロスを考慮して250kgとすると、全体でナイジェリアは年間約2,700万tの穀物生産, 3,000万haの作付面積, コートジボアールは年間300万tの穀物生産量, 300万haの作付面積が必要になる。ナイジェリアの場合、草地と林地を含めても休閑期間は1-2年しか可能ではない。コートジボアールは6-7年の休閑が可能な計算になる。人口密度の少ないコートジボアールはナイジェリアより少し余裕があるとみられるかも知れ

ないが、休閒期間7年程度では森林の再生は不可能なので、林地は全滅することになる。ナイジェリアの場合はもはや、農地の拡大によって生産量をあげる余地はないばかりか、このままでは全面的な農地劣化の危険があることが理解される。

以上のような西アフリカの森林破壊の歴史的経過に対して、表1—13からわかるように、アジアのタイでは森林が急速に減少するのは1970年代以降、特に最近の高度成長と重なっている。自国の生態環境の犠牲の上に経済発展が行われた。西アフリカでは、フランスの植民地であったコートジボアールがタイのケースにやや似ているといえるかも知れない。しかし、大部分の西アフリカ諸国では森林破壊はヨーロッパの宗主国の利益になっただけであった。

表1—13の諸国のみならず、表1—5からわかるように西アフリカ諸国の平均森林面積率は14%しかない。最高がギニアの60%で、次が、ガーナの34%（ブッシュ的森林も含む）である。西アフリカ諸国では保全すべき熱帯森林は非常に少ない。この点では現存する熱帯雨林の保全が強調されるブラジルやインドネシア等の森林国とは根本的に異なる。ナイジェリアやコートジボアール等の西アフリカでも、もちろん残された数少ない森林は守らねばならない（それどころか現実には、表1—5からわかるように森林の減少率は三大熱帯では一番高い）。したがって、守る戦略を考えると同時に、失われた森林を再生するために積極的な造林を考える必要がある。

年間の植林面積は、しかしながら熱帯アフリカ諸国は全般的にきわめて少ない。例えば1980年代の推定（Mather, 1990）で、年間植林面積は多い方の国であるスーダンやナイジェリアでも各6万ha、4万5,000haしかない。一方アジアでは中国が480万haもあり、インドネシア、ベトナムも不十分とはいえ、アフリカ諸国よりはるかに多く、各20万haもの植林面積がある。食料生産の裏づけのない持続的な植林や森林再生事業はありえないのであるが、この点では農業基盤がしっかりし、経済力のついているアジアと、農業危機にあえぐ熱帯アフリカとの差が、植林面積にも現れている。例えば、熱帯アジアのタイでは、最近植林面積が森林伐採面積を上回るようになっている。

5. 西アフリカにおける劣化農地の修復と 持続的農業システムの開発方向 (若月・望月, 1991)

5-1 西アフリカにおける伝統的農業システム (Okigbo, 1990)

(1) 伝統的な焼畑と遊牧 (Shifting cultivation and Nomadic herding)

焼畑は土壌肥沃度が十分回復するまで休閑させることができる限りにおいては持続的である。しかし、土壌肥沃度にもよるが、人口密度が10人/km²以上になると持続的ではなくなる。遊牧も家畜の飼育密度が土壌の持続的草地生産力を超えない限りは持続的である。しかし、近年の降雨量の減少に加え、草地の持続的生産力を考慮しない援助プロジェクトによる水や衛生条件の向上等の、一面的な畜産サービスの改善による遊牧範囲の縮小、さらには、植民地時代の遺制をそのまま引き継いで生態や自然条件と無関係に作られた国境線による遊牧範囲の制限等が相乗的に働き、草地の持続的生産力を超える過度の家畜密度の増加が引き起こされ、過放牧となっているケースが増加している。表1-9に示したように、アフリカでは各種の農地破壊原因のうち、過放牧による農地劣化が最大で、全体として4億9,000万haの人為的劣化農地のうちの50%, 2億4,000万haを占めている。この地域を含め過放牧は世界の砂漠化の最大の原因となっている。

(2) ブッシュ休閑システム (Bush fallowing)

現在の西アフリカではこの農業システムが最も一般的である。人口密度が高くなりすぎたためや、落花生、カカオ、コーヒー、ゴム、オイルパーム等の輸出用プランテーション作物の栽培等により、土地に対する人口圧が高くなり、休閑期間が短くなる。その結果、森林の回復が不可能になり、ブッシュ休閑システムとなり、準定着型農業となる。土壌肥沃度の回復が完全に行われる前に、次の作付けが開始されるようになる。したがって、持続可能ではない。西

アフリカではすでにみたように森林の破壊、人為的サバンナ化、アランアラン草地 (*Imperata cylindrica*) 化が進んだ。このため、劣化農地でも栽培でき、手間のかからない、逆にいえば土壌保全的農法が行われにくいキャッサバの栽培が拡大している。IITA で育成された高収量のキャッサバ品種の普及もこのようなキャッサバ化現象の拡大に貢献している。このようなキャッサバ化現象は農地劣化という点でも、人間の食料供給という点でも問題があるように思える。熱帯アジアやアフリカと異なり、西アフリカではキャッサバが人間、特に貧しい農民の主食として消費される割合が多い。タンパク質含量が極端に低い(米やソルガム等の7-8分の1しかない)キャッサバを、人間が継続的に大量に摂取することは栄養的に問題があるように思える。CGIAR (国際農業研究に関する協議グループ) がアフリカの小農にキャッサバの生産を拡大する戦略を強化してきたことは大きな問題を含んでいるように思う。

イバダ南西約 40 km にあるオロケメジ Olokemeji での、ナイジェリア林業研究所 (FRIN, Forest Research Institute of Nigeria) の森林再生試験の結果によると、人為的サバンナは 1929 年から 1990 年までの約 60 年間の休閑で、胸高直径 20-30 cm, 最高樹高 20-30 m の青年期の熱帯林にまで回復しただけであった。このことは、20-30 年の休閑期間では森林の再生には十分ではないことを示しているように思える。年間降雨量は 1,500 mm あるが、12-3 月の乾季にはほとんど降雨がない、という乾季の厳しさが森林の回復力を弱くしているかも知れない。

(3) 集約的複合自給農業 (Intensive Subsistence Agriculture)

ナイジェリア北部のハウサ人地域や東南部のイボ地域にみられる。かなり集約的で持続的な農業システムである。その特徴は、①合理的で極限まで発達した混作である、②家畜排泄物、植物や作物残渣等、養分循環の積極的利用、③肥料木やその他多目的樹種が同時に植栽され、アグロフォレストリースystem が展開されている、④家畜飼育も有機的に組み合わせり、アグロ/シルボ/パストラル (Agro-silvo-pastoral) が形成されている等、伝統的な複合農業から高次のアグロフォレストリーの萌芽的形態がみられることである。

図1-14はマウンド造成によるミクロの混作の例(Okigbo, 1978), 図1-15はトポシーケンスを利用したマクロの混作の例を示す。図1-16はセネガルの半乾燥地における, アグロ/シルボ/パストラルシステムの例(Durprrie and de Leener, 1983; 勝俣, 1990)である。

(4) 氾濫原農業 (Flood-land agriculture)

熱帯アフリカでは畑作農業が中心であるため, 低地利用農業は展開していない。しかし, ニジェール川やナイル川流域では持続的な氾濫原農業が行われてきた。ニジェール

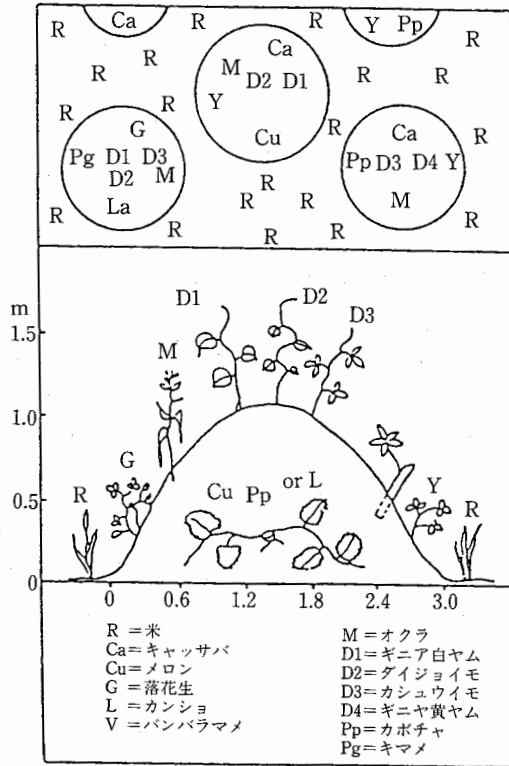


図1-14 マウンド造成によるミクロの混作 (Okigbo, 1978, p.18)

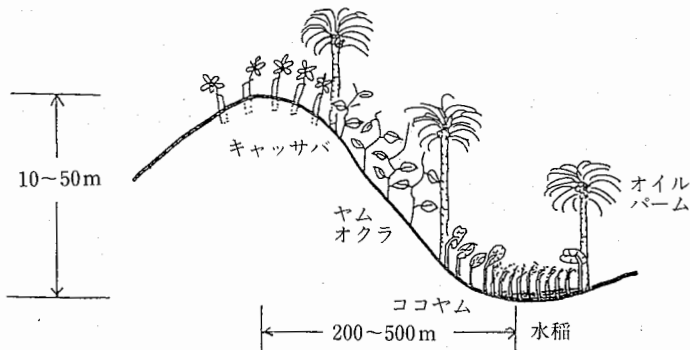
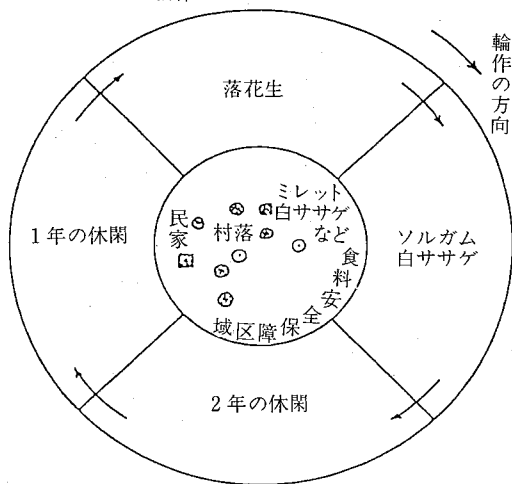


図1-15 トポシーケンスを利用したマクロの混作, ベンデ地域, ナイジェリア

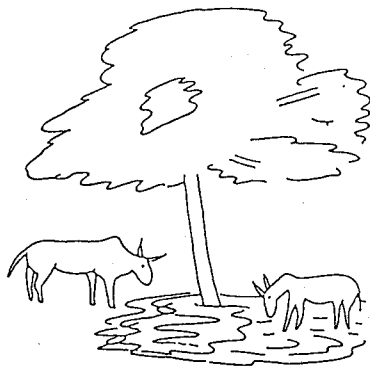
セレール人の輪作



資料：Durpie Z. H., de Leener. P., *Agriculture tropicale en milieu paysan africain* Paris. 1983.
p.67 から作成

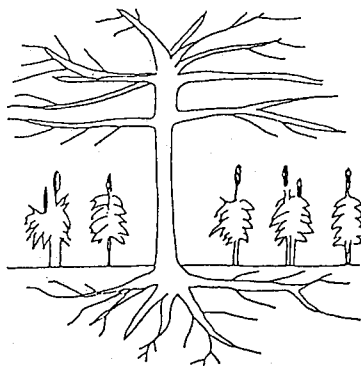
アカシアアルビダの効用

乾季



- ・乾季で牧草が減少しているとき葉をつけているので、家畜は葉や実が食べられる。
- ・その際の家畜の排泄物は土壌の肥沃化を助ける。

雨季



- ・雨季には葉がないので、耕地に日陰を作らない。
- ・落葉は土を肥沃にする。

図 1-16 セネガル中西部，セレール人の農業システムと多目的樹種の有効利用
(勝俣誠，1990)

川ではマリの内陸デルタやナイジェリア北部のハウサ地域、ナイル川流域ではスーダンやエジプト等、古くから王国が栄えた地域では、毎年定期的に繰り返される洪水のもたらす肥沃な土壌を利用して、集約的でかつきわめて持続的な農業が行われてきた。アスワンハイダムができる前のナイルデルタはその典型である。西アフリカのニジェール川沿いでは増水時にアフリカ稲が、その後の落水時期には野菜等の栽培も行われてきた。しかし、最近では、ナイル川にアスワンハイダムが建設されたと同様に、ニジェール川等においても、多数のダムが建設されたため、かつてのような定期的氾濫はなくなり、伝統的な氾濫原農業は危機にある。

図1-17はアスワンハイダム完成後のナイルデルタの持続性の土壌学的危機の構図をまとめたものである。1957年の完成後40年、この間灌漑網の拡充によって食料生産は目覚ましく増加したが、マイナスの効果も次第に顕在化するようになった。現在の最大の問題は地下水位の上昇による塩害と沿海部の侵食および沿海漁業への打撃である (Stanley and Warne, 1993)。この問題の解決策としては、沿海部に長大な防波堤の建設とポンプによる地下水位の調節が提案されている。しかし、忘れてはならないのはアスワンダムによって供給がとめられた肥沃な表土の影響である。アスワンダム以前のナイルデルタへの土壌の供給量は氾濫時を中心に約 1 mm/y と推定されている (Stanley and Warne, 1993)。これを土壌生成速度に換算すると $10-15 \text{ t/ha/y}$ (容積重を $1-1.5 \text{ g/cc}$ とした) という大きな値になる。ナイル川の上流部は東部アフリカ大地溝帯の火山灰に由来する肥沃な土壌が広く分布するので、二重の恩恵を受けていたことになる。この肥沃な侵食土壌を含むナイルの氾濫がデルタを成長させ、漁業を持続させ、塩害を防いでいた。なによりも表土を年々更新して、若返らせていた地質学的施肥であった。5000年のエジプト文明のベースであった。これがなくなってから40年が経過した。通常表土が 5 cm 以上損失した場合 (これは約 500 t/ha の土壌侵食に相当する)、農業生産性に影響が始まる。ナイルデルタの土壌は表土の損失の影響が出にくい土壌 (肥沃な沖積性土壌、図1-7のBより影響が出にくいかも知れない) であると思われるので $10-15 \text{ cm}$ を限界と仮定する。地質学的施肥が妨げられ、肥沃な表土の供給がストップさせられたこ

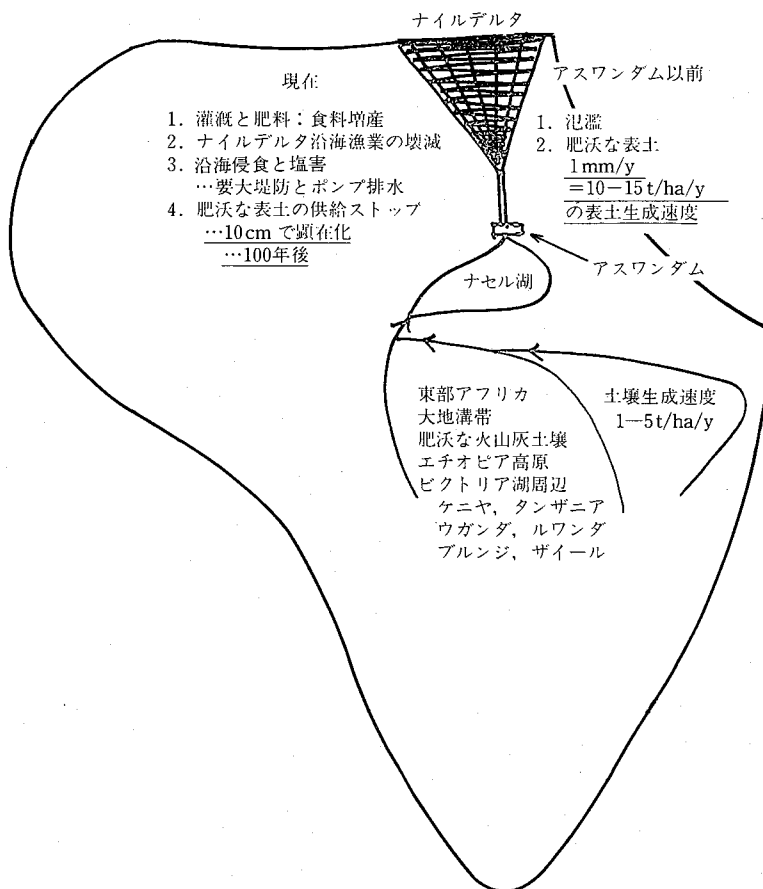


図 1-17 アスワンダム建設以降のナイルデルタの持続性の危機

とによる影響が顕在化するの、アスワンダム完成後 100—150 年後ということになる。いまから約 100 年後ということになる。100 年はかなり遠い未来とを感じるが、5000 年のエジプト文明に比べれば短い。土壌肥沃度は確実に消耗していると考えられる。土壌劣化のように長期にわたる変化を確実にモニタリングできる方法と体制の整備と、同時に、灌漑排水に加えて、土壌の肥沃度を持続させる地球の営みとしての、地質学的施肥作用も持続させるような新しい灌漑システムの構築が求められている。

5-2 熱帯アフリカにおける持続的農業システムの研究開発の現状

(1) 焼畑移動休閑システムの改善 (Ruthenberg, 1980)

焼畑移動耕作は人口密度が10人/km²程度以下であれば、生態学的にも、社会経済学的にも持続可能な農業システムになる。しかし、人口支持力に限界があるため、このシステムの存続を前提とした研究開発はほとんど行われていない。しかし、森林の保全を目的とした場合には以下のような改善の方向が考えられる。

①造林焼畑システム：自然休閑ではなくてギンネム (*Leucaena*)、キマメ (pegon peas) 等のマメ科その他土壌保全や土壌肥沃度の向上に寄与する肥料木を中心に、積極的な植林をしながら焼畑移動耕作を続ける。自然の森林再生にまかせるのではなく人力で再生を行う。この場合は植林のためのコストをどこから調達するかという問題がある。

②タウンヤ (Taungya) システムの採用：造林地が林業としてペイする期間は伝統的な焼畑移動耕作の10-20年という休閑期間よりかなり長い。生長の速いアカシアやマツでも20-30年、チークやマホガニーでは50-80年も待たねばならない。このため人口支持力はさらに小さくなる。したがってこのシステムは自給自足のための焼畑農業としては持続可能ではない。林業と総合化したアグロフォレストリーシステムという視点からの採算を考慮して行う必要がある。

③带状焼畑システム (Couloir system)：等高線に沿って带状に交互に休閑地を配置して土壌保全を図る。シュルターベルト (带状保護林) の間で焼畑農耕を行う。1950-70年頃まで、ザイール中北部のYangambi地域で植民政府によって強制されて実行された。約200万haの面積で20万の焼畑民が実行した(10人/km²の人口密度)。しかし、独立以降は崩壊した。このシステムが継続しなかった理由は植民政府による強制力がなくなり共同組織が崩壊したためであるが、この地域の貧栄養の土壌は、たんなる保全という視点だけでは、10人/km²という人口密度を維持することができなかったためでもあろう。

(2) アップランドにおける持続的な畑作農業技術の研究開発

①不耕起栽培 (Zero-or reduced tillage) : 温帯の欧米諸国で土壤侵食防止, 肥沃度維持と植物被覆を維持するという視点から 1960 年代以降急速に普及した。この技術を熱帯にも応用するという研究がナイジェリアのイバダンに本部をおく IITA (国際熱帯農業研究所) を中心に 1970—1985 年頃まで精力的に行われた。この技術は熱帯においても土壤侵食を防止し持続的で高い生産性をもたらす可能性があることを明らかにした。これらの成果は膨大な量の出版物として出版されている (Lal, 1985, 1986 ; Lal *et al.*, 1986 ; Lal, 1988 ; Lal and Stewart, 1990, 1992)。しかし, 耕起しないので雑草防除に大量の除草剤が必要になるという致命的問題をもっている。熱帯圏における農耕の主な作業は雑草との闘いである。欧米の温帯半乾燥気候下で雑草があまり問題にならない条件下で開発された技術はそのままでは熱帯圏には適応できないことは明らかである。除草剤依存のこのシステムは熱帯アフリカのアップランドでは持続可能ではないと考えられている。

②マルチ栽培 (Mulching) : 土壤の表面を有機物でカバーすることにより土壤侵食を防止し, 保水し, 土壤肥沃度も維持する。カバーのための草にはマメ科植物が用いられる。土壤保全という観点からは, つねに土壤表面が草で被われている草生栽培 (life mulching) が有利である。マメ科の草で土壤表面をカバーすることにより, 土壤保全や肥沃度維持に有効で, また収量も高い。これは樹木作物やプランテインバナナ等には利用しやすい (図 1—18 はプランテインバナナ園における草生栽培の例である ; Okigbo, 1990)。しかし, 稲, トウモロコシ, ソルガム, キャッサバ等の穀物への利用には, 植物間の微妙な競合を制御せねばならないので, 多くの検討の余地があり, 完成された技術にはなっていない。

③アレイクロッピング (Alley cropping) : 研究開発の多くを行った IITA の B.T. Kang 博士の説明によると, 博士の出身国であるインドネシアの伝統的なアグロフォレストリーの技術を背景にしているが, 直接的にはナイジェリアのイボ地域の農民の伝統的な農業技術を継承発展させたものである。アレイク

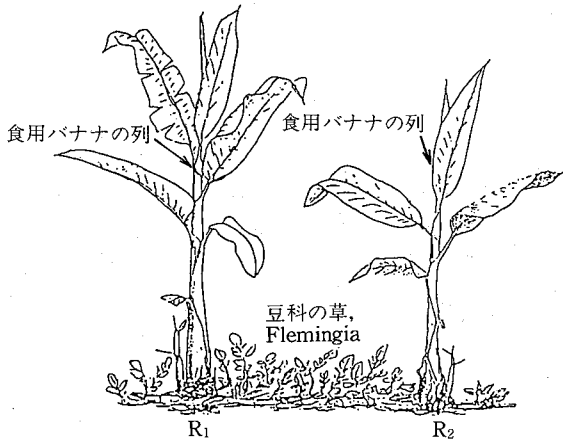


図1-18 食用バナナ（プランティン、*Musa paradisica*）の列 R_1 と R_2 の間に、豆科の草、*Flemingia congesta*，を栽培し、草生マルチとする。この草生マルチはプランティンに窒素を供給し、プランティンの樹勢を保ち、持続的な高収量をもたらす。

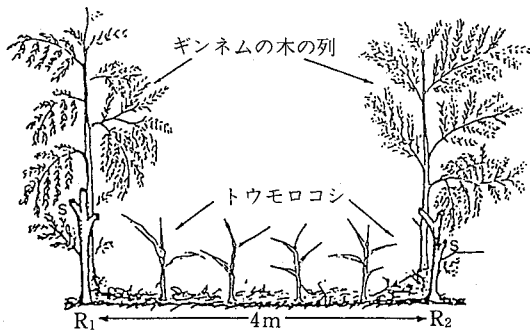


図1-19 アグロフォレストリーの一種であるアレイクロッピング（Alley cropping，並木列栽培）では、例えばこのように4m間隔のギンネム（*Leucaena*）の列の間にトウモロコシを栽培する。ギンネムは定期的に主幹を残して枝葉が切り取られる。枝葉はトウモロコシのマルチとして利用される。ギンネムは萌芽更新する。

ロッピングは多くの利点を有している。図1-19に示したように、等高線に沿って4—6m間隔に植えた並木（Alley）の間にはトウモロコシ、キャッサバ、陸稲などの作物を栽培する。並木にはマメ科その他の有用木を植える。並木樹木による窒素固定量は、生育が順調な場合は、3—4年後には年間ha当たり

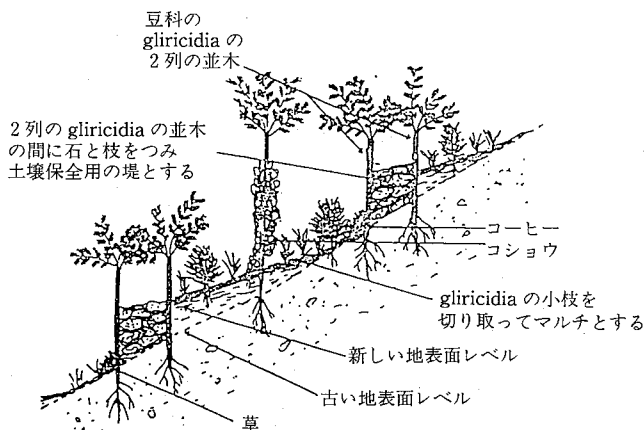


図 1-20 アレイクロッピングにおける土壌保全効果

(Tato, k. H. 編「生存のための土壌保全」p 79-194 米国土壌・水保全学会, 1992)

60 kg に達する。適宜並木の枝葉を切り取り、マルチの材料にしたり家畜の飼料にする。燃料にしてもよい。図 1-20 は傾斜地においてアレイクロッピングをベースにして石等を積んで、土壌侵食防止用堤防を作り、自然の過程でテラス化を図り、土壌保全と地力の維持を狙った傾斜地農業技術 (SALT: Sloping Agricultural Land Technology) の例である (Tato and Hurni, 1992)。

アレイクロッピング (Alley cropping), あるいはアレイファーマーミング (Alley farming) は IITA において 1970 年代中頃から研究が始められた。1980 年代からは農民の圃場の現場での応用研究も行われている (Kang and Reynolds, 1989; Kang, 1990)。この過程でアレイファーマーミングはアフリカや他の熱帯圏の地において持続可能な農業技術として最も有望であると位置づけられ、USAID (米国国際開発協力庁) や世界銀行等の強力な支援のもと、宣伝普及活動が 1986 年以降展開されている。世界各国の研究者にその基本的な技術をトレーニングし、その有用性を理解してもらうことには成功したが、農民が自立的に展開するまでにはっていない。

現在のところ Alfisol のように、土壌が酸性でなければギンネム (*Leucaena leucocephala*) やグリリシディア (*Gliricidia spium*) 等のマメ科樹木が並木とし

て適していることを確認している。しかし、雨の多い地域の貧栄養の酸性土壌に適用できる樹木種の検索と実証は今後の課題である (IITA, 1988)。

アレイファーマーの現状を最新の IITA 年報 (Kang, 1990; IITA, 1992) でみると、技術的な面では並木植物と作物の間に養分や光等の競合が起こること、並木がどのような気候帯や土壌にも簡単に定着するわけではないこと、持続的という点ではもっと長期的にはどのような樹木、例えばギンネム (*Leucaena*)、グリリシディア (*Gliricidia*) あるいはそれ以外の樹木種、が適しているのかということ等についてさらなる検討が必要である。例えば、ギンネム (*Leucaena*) を使った場合、降雨量 1,000—1,500 mm のギニアサバンナ帯 (中性の Alfisol 土壌) が栽培の中心となるトウモロコシではアレイクロッピングの効果は明瞭に出たが、赤道森林帯 (酸性の Ultisol 土壌) が栽培の中心となるキャッサバではむしろ減収になった。綿花も減収となり、稲とササゲでは効果ははっきりしなかった。

樹木の生長過程は長いので、作物に対する効果を評価するには時間が必要である。したがってアグロフォレストリーが十分長期の試験データに基づいて確立されるのはかなり先のことになる。この分野の研究機関としては、1991 年以来 CGIAR センターとして活動が強化された ICRAF (国際アグロフォレストリー研究センター、ナイロビ) は最近目覚ましい成果をあげつつある (例えば、Sinclair, 1995)。

現在のアレイクロッピングの最大の問題点は、農民の圃場現場へいかに普及させるかということである。研究所内での試験結果は非常によいにもかかわらず、またかなり大規模な普及のための組織を作って普及活動を行ってきたにもかかわらず、これまでのところ、農民たちがこの技術を彼らの農業システムの中で成功裏に取り入れた例は少ない (IITA, 1992)。

しかし、このような樹木を農民が農耕に利用してきた歴史はアジアでは非常に古い。例えば最近阿江等 *Ae et al.*, (1990, 1991) は、インドの半乾燥地域の農民がキマメやヒヨコマメをソルガムやミレットと混作して、数千年にわたって持続的農業を展開してきたシステムを調査した結果、キマメやヒヨコマメが根から分泌する特異的なキレート化合物で土壌中のリン酸を有効化する機構を

発見した。樹木作物の有効利用や混作の科学的意義については最近研究が開始されたところであるので、今後も新発見が続くことが期待される。

アフリカではアップランドに森林が少ないので、森林の造成のための中間的手続きとして、並木(alley)を作り、次いで林、最終的には森林の再生へと展開するような方法が考えられる。しかし、根本的には森林を破壊せずとも十分な食料生産が行えるような農業システムを確立することが重要である。集約的で持続的な農業システムに基づく食料増産と環境保全という点では、以下に述べる低地利用農業が重要である。

(3) 低地における持続的な農業システムの開発と研究

アフリカの伝統的な氾濫原農法を除けば、アフリカ農業はほとんどアップランドに限られている。一方、アフリカを植民地化した欧米諸国には、低地利用の伝統と技術がなかった。このため、アフリカにおける低地利用農業の調査研究開発はこれまで、一部を除けばほとんど行われてこなかった。

実践的な活動としては1960—70年代にかけて行われた、大陸中国と台湾による水田農業の農民の圃場現場でのデモンストレーションがある。セネガルからザイールまで数百人規模の中国人技術者と農民を派遣して、各地で1~数十ha規模のモデル水田を作った。人口密度が現在の半分の時代であったが、この試みは西アフリカのフランス語圏のコートジボアールやザイール等の国々では成功であったと評価された(Buddenhagen, 1978)が、IITAやWARDAの最近の報告では失敗であったと総括されている(Izac等, 1990)。中国によるこの先駆的試みは1970年代後半以降は、本国での政治経済の混乱により小規模なものにとどまっている。中国チームによるこの活動は、農民の現場での実践活動にのみほとんど終始したため、科学的な報告書はほとんど存在しない。そのため、欧米人や大部分のアフリカ人研究者に正当に評価されにくかった、といえる。中国人チームによるこの先駆的試みはきちんと調査し評価すべきであると考えている。

科学的な低地利用のための研究はオランダチームとIITAの共同研究であるWetland Utilization Project (1982—1987年)が最初である。この研究は熱帯ア

フリカの低地農業、特に内陸小低地のポテンシャルがきわめて大きいことを初めて明らかにし、低地のインベントリーを作り、気候、地形、土壌に加え、農業システムの現状等も明らかにしたきわめて重要なものであった (Windmeijer and Andriesse, 1993)。ただし、残念ながら、欧米人の限界と思われるが低地における水田稲作農業の可能性を評価することはできなかった。したがって、現状についての情報はきわめて優れているが、「どうすべきか」という技術開発の方向をみいだすことができないでいる。

西アフリカにおける各種の低地の推定面積は以下のものである (Windmeijer & Andriesse, 1993)。全体では西アフリカだけで、3,800—8,400 万 ha の低地があると推定されている。

- 1) 大低地 (デルタ, 沿海低地, ボリランド*を含む) : 420—850 万 ha
- 2) 氾濫原 : 1,200—2,500 万 ha
- 3) 内陸小低地** : 2,100—5,100 万 ha

* Boliland はシエラレオネで典型的にみられる低地で、比較的規模が大きく (数百 ha 以上)、また比較的粘土質の土壌を特徴とする内陸小低地という。

** 内陸小低地 (Inland Valley) をさらに細分して、最上流部の内陸小低地、その下流で中流氾濫原までの、比較的水量の多い小低地に分けることができる。推定面積は前者が約 1,100—2,800 万 ha、後者が 1,000—2,300 万 ha である。

WARDA (西アフリカ稲作開発協会, 1992) によれば、西アフリカ全体で内陸小低地の低湿地稲作面積は 63 万 ha で、灌漑水田は 16 万 ha にすぎない。通常内陸小低地稲は地形的に連続するアップランドの陸稲と連続的に栽培されている。両者を合わせても約 240 万 ha にすぎない (表 1-14)。しかし、1 戸の平均稲作付面積は約 1 ha 程度、あるいはそれ以下であるので、約 300 万戸の稲作

表1-14 西アフリカの主要稲作生態系の分布面積 (WARDA, 1992)

(単位: 千ha, %)		
稲作生態	面積	割合
小低地集水域 (Continuum)		
{ 陸稲	1,800	58
{ 低湿地稲	630	20
灌漑水稲	160	5.0
サヘル帯稲作	180	5.8
マングローブ帯稲作	210	6.7
浮稲稲作	140	4.5
全体	3,120	100

農家が内陸小低地で農業を営んでいるということは、重要な事実である。これだけの稲作農民がいるということは、集水域の管理という点でも、水田農業の展開という点でも大きな意味をもっている。

6. 西アフリカの大地の再生戦略

：水田農業の展開と森林の再生の道

6-1 内陸小低地の水田農業開発ポテンシャル

内陸小低地は上記から明らかなように面積からいっても、稲作農家数からいっても最大のポテンシャルを有している。

氾濫原は比較的肥沃な土壌に恵まれている点で大きなポテンシャルがある。揚水ポンプによる灌漑がセネガル川やニジェール川等で行われている。しかし、中一大の揚水ポンプにより数百 ha 以上の水田を灌漑する場合は、水田の建設から維持管理、なによりもポンプの維持管理と更新、すべてにわたって外国援助に頼ることになるので、持続可能性という点で問題がある。西アフリカ全体では1,230—2,480 万 ha の氾濫原が分布し、上記の問題点を将来克服できれば、このうちの約 50%, 約 900 万 ha の水田開発が可能であろう。

西アフリカに限らず、熱帯アフリカでは大きなデルタの生成はあまり顕著ではない。ニジェール川、セネガル川にみられる程度である。また、沿岸低地では 100 年以上の伝統をもつ生態適応型のマングローブ帯における稲作面積が約 21 万 ha あり (表 1-14), 開発ポテンシャルは 100 万 ha といわれている (WARDA, 1988, 1989)。デルタを含めると 400—800 万 ha の開発ポテンシャルがあると推定される。しかし、水田農業展開のためには、氾濫原の開発よりさらに高度の技術と投資、維持管理には広範な稲作農民に水田環境形成のための技術が普及していなければならない。このような条件は現在の西アフリカにはないので、沿岸低地の開発優先度は低い (若月, 1990 a)。短—中期的な開発の優先度は、内陸小低地、氾濫原、デルタ・マングローブ帯の順になる。

西アフリカの低地として最大の面積を占める内陸小低地は、サブサハラの熱

帯アフリカに卓越する緩やかに起伏する準平原の小低地部である。幅は数十～数百 m で、比較的狭く、面積も数 ha～数百 ha 程度である。勾配は 0—5% 程度の緩傾斜である。雨季における流去水の流量は 1 t/sec 程度以下が大部分である。中流氾濫原に近くなると 10 t/sec 程度になる。このような内陸小低地は西アフリカの全域に分布している。また古くから西アフリカ起源の栽培稲（アフリカ稲, *Oryza glaberrima*）が全域で栽培されてきた。しかし、現在ではアフリカ稲の栽培地は全体の 10% 以下になり、アジア稲（*Oryza sativa*）の栽培がほとんどになっている。

内陸小低地では大きな土木工事をすることなく、村落共同体レベルで、堰を作り、水路を掘り、水田を整備することができる。したがって、維持管理も村落共同体で行える。初期の段階では援助プロジェクトとして実行するが、教育訓練の進んだ段階では、村人たちの力だけで水田開発や整備ができよう（第 6 章）。

実際、アジアでの稲作展開の歴史をひもとけば、このような内陸小低地こそが、焼畑の陸稲と谷筋での水陸未分化稲の段階から、水田農業への進化の最初の舞台となったのであった（渡部, 1987; 渡部他, 1987）。

西アフリカ全体の内陸小低地 2,100—5,100 万 ha（中央値 3,500 万 ha, Windmeijer and Andriessse, 1993）のうち、何%が水田化可能かは不明である。筆者らがナイジェリア中部のビダとシエラレオネ中部のマケニ（Makeni）付近で行ったオンファーム試験の調査結果から推定すると、低地部の総面積の 1/5—1/3 は灌漑水田化できる。ここでは平均 1/4（25%）と仮定する。したがって、西アフリカ全体では約 900 万 ha に達する水田ポテンシャルがあることになる。

6—2 熱帯アフリカの土壌と農業の再生戦略

：水田仮説（若月, 1991, 1994 a）

第 2 章で明らかになったように、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低地土地利用型の、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、現在の農業と環境危機の背景にあると考えている（図1-21）。西アフリカ全体で3,800—8,400万ha存在すると推定される低地の大部分は未利用の状態にある。

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。
→灌漑効率が低い。
→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1-21 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）仮設

さらに、低地土壌の肥沃度を持続させるうえでカギとなる水田造成とその維持管理のような環境形成技術（金沢・田中，1992）が農民に普及していない。面の水管理を可能にする水田技術がないために灌漑排水は有効ではなくなる。熱帯アフリカで灌漑が成功しにくいのは、ダムや水路の維持管理もさることながら、圃場面の水管理ができないことが大きな原因であろう。水田が存在しない低地の湛水条件下では肥料も有効に使えない。したがって、高収量品種は有効ではなくなる。

低地における水田システムは地質学的施肥作用を人工的に強化できる唯一のシステムであるが、低地においては、水田なしでは土壌肥沃度を維持できず、時たまの洪水時の流水によって土壌劣化は不可避である。熱帯アフリカの内陸小低地の土壌肥沃度は低い（第2章，3. 西アフリカにおける低地土壌の分布と種類）のは、この地の自然的条件が背景にあるのは間違いないが、非水田的に低地稲作を長期間継続してきたという、この地特有の農業システムもこのような土壌劣化の一因をなしていると考えられる（若月，1990b）。

さて、低地水田の高生産性の持続性の理由は何であろうか。水田土壌の地力を維持する生物学、化学および物理学機構については、すでに古典的な著作（例えば、川口編『水田土壌学』1977）があるので、ここでは繰り返さない。ここでは、集水域におけるアップランドと低地の地形的関係と水の動きから低地における水田の役割を視覚的に提示し（図1-22）、集水域における集約的な持続的生産性を可能にする基礎条件を考察する。図1-22ではアップランドにおけ

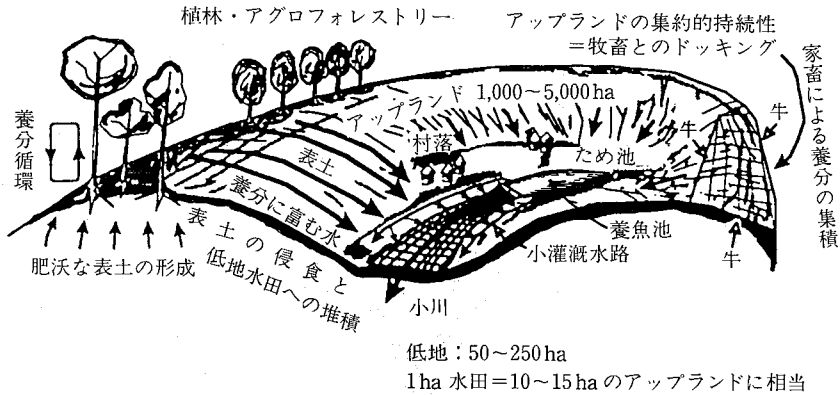


図1-22 集水域における集約的持続的生産性の基礎条件, 水田システム, アグロフォレストリー/有畜農業 (熱帯アフリカの将来の農業システム)

るアグロフォレストリーと有畜農業の意義も示した。

6-3 地球生態系の持続性の土壌学的基础条件

集水域における水循環が岩石を風化し土壌を生成し植生を維持する。この過程は植物の養分吸収を可能にする岩石の風化過程でもある。年間の岩石の風化量と土壌の生成量が植物の養分吸収と一次生産性を持続させる基礎条件となる。しかし、岩石の風化速度や土壌の生成速度、したがって養分の年間放出速度については、これまで信頼できる測定例は少ない。測定法が確立していないからである。熱帯圏では $0.1\text{--}100\text{ t/ha/y}$ と大きな推定幅がある (Buol *et al.*, 1990)。肥沃な火山灰土壌では高く、老化土壌である Oxisol 地帯では小さいと推定されるが、いまのところ信頼できる測定値はない。地球の平均土壌生成速度は約 0.7 t/ha/y 、風化速度は 0.8 t/ha/y という推定値が最近得られた (Wakatsuki *et al.*, 1992, 1993)。しかし、方法とデータをさらに検討して、より信頼性のあるものにする必要がある。地球の陸上生態系の持続性の基礎条件は、土壌生成速度=土壌侵食速度である。土壌生成に比べ、土壌侵食が小さすぎれば、ついには老化土壌である Oxisol が生成し、逆に土壌侵食が過度になれば土壌劣化が進行する。地球の平均土壌侵食速度は 0.9 t/ha/y と推定され

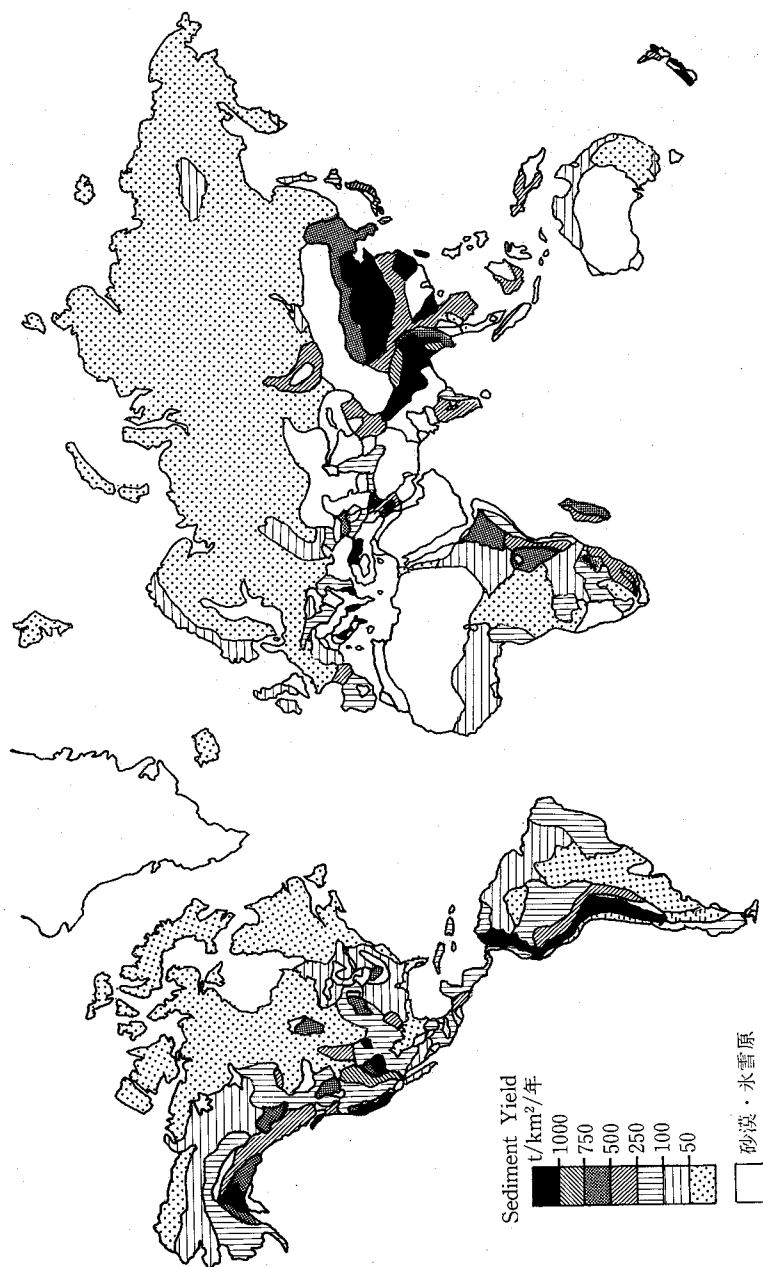


図 1-23 世界の年間土壌侵食量 (t/km²/y) 分布 (Walling 1983, Lal 1988, "Soil Erosion Research Method" 中の引用)

ている (World Resource Insititute, 1990)。地球の平均土壌生成速度と比較すると地球全体としての土壌劣化を示す数値のように考えられるが、上記の数値に含まれる誤差を考慮すると、詳細な定量的評価は今後の課題である。

土壌生成と侵食のバランスが重要であるとの認識は一般的ではない。図 1—23 に示した世界の年間土壌侵食量と、図 1-10 の熱帯地域の土壌分布図、それに図 1—4 の地球上における人口分布を比べると、現在流布している、土壌侵食=悪、という俗説の問題点が明らかになる。まず、世界的にみると土壌侵食の少ない地域は図 1—23 からわかるように、老化土壌である Oxisol の分布するコンゴ盆地やアマゾン低地であることがわかる。これに対し、地質学的施肥作用の活発な、したがって土壌生成の活発な火山地帯やアジアの大河川流域の土壌侵食はきわめて大きい。この地域は人口密集地であるから、人為的土壌劣化が極大の地であるという見方もできる。しかし この地域は世界でも最も活発な土壌生成が行われているゆえに、土壌侵食も大きく、そのバランスの上に肥沃な土壌が生成しているとみることができる。土壌侵食は確かに土壌劣化をもたらす最大の要因であるが、別の側面、すなわち、土壌の新陳代謝、土壌の更新、土壌の若がえりをもたらしているという面もある。何よりも土壌侵食なしには低地土壌の生成はありえないし、水田土壌も生成しえないのである。この面からの土壌侵食の再評価は今後の重要な課題となると思われる。

6—4 集水域生態系の中における水田システム

図 1—22 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数百年あるいは 1000 年以上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数据は揃っているが、水とともに動く土の動きそのものについては、あまり定量的データはないので、いまのところかなりの推定が入ることになる。今後重点的に研究すべき分野である。

図1-22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壤生成速度を1 t/ha/yと仮定してみよう。安定な集水域生態系では、土壤生成速度と土壤侵食速度は釣り合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。したがって、低地の土壤生成速度は20 t/ha/yに相当することになる。このすべ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壤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ことのできるシステムである。地質学的施肥作用の①と④(18~19頁参照)を人為的に強化できる農業システムである。水田農業の集約的持続性のもとにはここにあると考えられる。図1-22からわかるように、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せることによって、集水域全体の水の保全機能と持続的生産性機能が、さらに強化され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合せは、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(生態工学技術)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環境技術で再生する道筋を考えることが、本研究の目標である。

図1-22は西アフリカのサバンナ帯をイメージしたものであるが、日本の山地と低地の関係としてみてもそれほど間違いはない。日本の集水域の平均土壤生成速度を約5 t/ha/y(花こう岩地帯約1 t/ha/y, 塩基性火山岩地帯5 t/ha/y, 火山灰地帯は10 t/ha/y程度の速度が推定される; Wakatsuki *et al.*, 1993)と仮定する。成熟した生態系では土壤生成と土壤侵食は釣り合う。低地の発達のよい日本の場合、面積約20%の低地に約80%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培養水が集まる。したがって、低地の土壤生成速度は4倍の20 t/ha/yになる。低地土壤の容積重を1.0 g/ccとして、50%の沈殿堆積率を仮定すると、年間の平均土壤生成(堆積)速度は1 mmとなり、1000年で100 cmの低地土壤が堆積する計算になる。いまのところこの数値を直接定量

的に確認するデータはない。ただし、間接的なデータは存在する。これまで日本の各地で行われてきた考古学遺跡調査の結果である。日本の弥生、古墳、平安期から近代までの各種水田遺跡の発掘土壌断面調査（農耕文化振興会，1988）の結果を総合すると、水田面における低地土壌の堆積速度は70—200 cm/1000年となり、上記の推定値を裏づける。

さて、すでに述べたように熱帯アフリカではアグロフォレストリーに大きな期待が寄せられている。樹木による表土生成作用を利用したり、過剰の土壤侵食を抑制するうえで効果的と思われるが、低地水田のもつ肥沃度維持機構（地質学的施肥作用）に匹敵する機構はない。しかし、アップランドにおけるアグロフォレストリーの振興は、森林の表土生成作用を促進することになるので、低地の水田システムと組み合わせれば集水域全体の持続的生産性を強化することになる。

図1—22に示したように、アップランドの集約的持続性を可能にするもう一つのシステムは牧畜との複合の道である。ここでは家畜（牛）が養分集積の役割を果たす。アップランドの特に条件のよい地域の土壤保全を図りながら家畜排泄物を集中するやり方である。しかし、水と違ってアップランドの草原植生の抽出した養分を集積する効率はあまり高くできない。また森林ではなくて、大面積の草地が必要になるので、結果として集水域の環境破壊につながりやすい。また牧畜は低地水田とドッキングさせることもできる。この点でも水田システムの有利さは明らかである。

図1—22に示したような視点での土壤肥沃度の集約的持続性に関する定量的データの提示は今後の課題である。窒素、リン、カリ等のような個々の養分元素の循環量だけでなく、土壤総体としての動態が重要であろう。

いまのところ雑駁で定性的なレベルにとどまるものであるが、以下のような比較ができる。西アフリカ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粍ベースで1 t/ha程度、低地の水田稲作は無肥料でも2.5 t/ha程度は可能である（若月，1991）。アップランドの稲作では、2作程度の作付け後は休閑して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作の作付けで10年以上の休閑が必要とされる。一方低地の水田稲作は、

すでにみた理由により、連続して作付けできる。水田と畑の持続的生産力比＝(収量比)×(持続的作付比)、すなわち、単純に $(2.5/1) \times (10/2)$ 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。

6—5 熱帯アフリカの低地における水田農業の是非をめぐる議論

熱帯圏においては、持続的農業生産の基礎は水と土の持続的利用にあり、そのための農業システムとして水田農業があり、図 1—22 に示したように水の性質と集水域の特性から考えて、おそらくそれしかないことがわかっている、熱帯アフリカの低地に熱帯アジアと同様な水田農業を展開するに当たってはいろいろな困難が予想される。以下、熱帯アフリカの水田農業についてこれまで議論されてきたことをまとめておく。

①欧米の影響と過去の経験の総括：低地農業の経験のない欧米の強い影響のため、これまで低地利用農業の展開が妨げられてきたといえる（例えば筒井，1994）。CGIAR の研究所である WARDA や IITA でも水田農業の可能性についてはつい最近までほとんど議論されてこなかった。議論しても否定論が圧倒的に多い（Izac *et al.*, 1990；Spencer, 1991）。例えば前述のオランダチームは西アフリカの内陸小低地のポテンシャルを正しく評価し、その農業生態を詳細に調査（Windmeijer & Andriessse, 1993）しているのであるが、水田に関しては IITA の Izac *et al.* (1990) や Spencer (1991) を引用して否定的な見解をとっている。例えば最新の IITA の Annual Report 1992 でも Inland Valleys in Africa の項 (p.34) で以下のように述べている。このような見解は WARDA でも同様である。こうした見解は研究者というより研究を指導する欧米人理事や TAC (Technical Advisory Committee, CGIAR の技術諮問委員会) の見解でもある。

Past research on inland valleys in Africa has focused almost exclusively on rice cropping. Often, the assumption was that irrigated rice paddies of Asia could- or should- simply be reproduced in Africa to repeat the

green revolution. It has been clear from experience for two decades now that this will not happen.

実際には、この地の稲作は WARDA の過去 20 年の陸稲偏重の研究から明らかなように、アジアの経験を取り入れようとしたことはかつてなかったのである (筒井, 1994)。確かに IITA や WARDA はアジアで成功した緑の革命を目指して設立されたが、品種にのみ目を向け、生育環境としての水田は考慮の外だったのである。

過去、欧米の「優れた」農業技術を熱帯アフリカに根づかせようとした試みはことごとく失敗した (IITA 前所長 Stifel)。ましてやアジア的な技術が有効であるはずはない、という意識が背景にある。確かに、欧米とアフリカは社会的にも自然生態的にも根本的に異なる。しかし、欧米とアフリカのこれまでの長い不幸な「交流」に比べて、熱帯アジアやアフリカ間の交流は非常に少ない。社会や歴史は異なるが、自然生態は、例えば稲の栽培にみられるように、欧米等よりはるかに共通性がある。この点では夏は熱帯の気候をもつ日本は欧米人よりは熱帯を理解できる素地があるといえる。

②言葉と概念の不在：水田農業文化を背景にもたない西アフリカで、水田農業を説明するときまず突き当たるのが、言葉の壁である。そもそも、「水田」農業の意義を伝える言葉が、本当はないことに気づく。水田を表す言葉はアフリカ諸民族の言葉にも、欧米の英語、仏語にもない。灌漑と水田が混同され、水田なしの灌漑稲作地スキームが作られる原因となる。内陸小低地でも水田なしの自然湛水や氾濫原農法的な低地稲作が普通にみられる原因となる。稲=paddy と水田=paddy が混同されて使用されているため、誤解が多い。日本人やアジアの農学者は水田を表す英語は paddy であると思っている人がほとんどである。確かに、稲がほとんど水田で栽培される東アジアでは、水田土壌は英語の paddy soil とほとんど同義だが、稲がほとんど水田で栽培されていないサハラ以南のアフリカや中南米では、paddy soil は陸稲畑土壌を意味する。paddy はもともとインドネシア／マレー語の padi 起源で、植物としての稲を意味するからである。実際 FAO でもよく使われる言葉は paddy yield でこれは粳ベースの収量を意味する。アジアの国々では水田を表現する。それぞ

れ独自の言葉が存在する。しかし、もともと水田農業を文化的背景としない欧米人は稲を表す paddy を padi から拝借するだけで事たれりとしたのはうなずけることである。しかし、水田農業の重要性をよく認識しているはずの日本人農学者が英語の paddy, paddy field, paddy soil で納得し、自らは勝手に「水田」や「水田土壌」と思い込んで使っても、西アフリカでは「靱」,「陸稲畑」,「稲の栽培されている農地や土壌」としてしか理解してもらえない。

英語も仏語もすでにインドネシア／マレー語由来の paddy あるいは padi を使用していることからすれば、水田は同じくインドネシア／マレー語では sawah なので、水田を表す英語としては sawah を使うのがよいのではなかろうか。水田農業文化をもたない英語や仏語で国際交流をする場合に生じる問題である。水田を表す言葉がないのは、西アフリカで水田農業の展開を目指す場合大きな障害の一つとなる。本来は IRRI(国際稲研究所)等で広くアジア人学者の意見を聞いて、水田を表す世界共通の専門用語を提示すべきであろう。

③自然生態と農業の伝統の違い：熱帯アフリカの自然は畑作に適した、あるいは畑しか可能でない、気候、土壌、地形の地域が多い。一部で行われている低地農業は、アフリカ伝統の氾濫原農法で、ここでは水田は必要としない自然生態で行われてきた。畑作も混作が一般的である。また一般に農耕民と牧畜民は明確に分業化されている。したがって、畜力を使った水田耕作は難しい。裏作は可能といっても、稲の専作栽培になりがちな水田農業は、この伝統と調和できるであろうか？ アジアでは稲は特別の作物であるが、アフリカでは各種の雑穀の一つにすぎない。

自然生態が畑作しか可能ではない地域が広いとはいえ、水田化可能な面積も 1,000 万 ha 以上あるのも事実である。近年、各地で作られたダムにより、伝統的な氾濫原農業が危機にあるといわれる。ダムを破壊することが当面できないとなると、水田化の道しかない。第2章の3-3で述べるように、内陸小低地では、自然湛水稻作が土壌劣化を加速している。またアフリカの農業の特徴である混作は水田農業でも可能である。問題はアフリカの伝統農業と、環境保全型の水田農業をどう調和させるか、ということであろう。

④歴史の違い：西アフリカはアフリカ稲発祥の地で、数千年前にマリの内陸

デルタ等、ニジェール川沿いで栽培化されたといわれている。しかし、西アフリカの稲作は水田農業システムを作らなかった。アジア稲が水田農業の展開とともに、品種が選抜され改良されてきた歴史とは異なる。またアジアにおいては、大土木工事を必要とする氾濫原やデルタでの水田整備は中世以降の国力基盤の充実期に行われた。しかし、15世紀末のコロンブスの大航海時代以降から1960年代の独立の時代までの西アフリカは、奴隷狩りと植民地の時代が500年も続いた。社会の破壊が進み、水田のような国土基盤の整備を行うどころではなかった。このような500年の歴史の差は大きい。

明治以来、日本は欧米の近代科学の恩恵を享受し、工業国家として発展してきた。しかし、欧米の近代文明はそれ以外の地球社会と地球環境を犠牲に発展したのであった(角田, 1991; 梅原, 1991)。アフリカの犠牲は特に大きなものがある。欧米の近代文明にとって、アフリカは原罪の地といえるであろう。欧米と日本の発展、そしてアフリカの衰退と地球環境の危機は表裏一体なのである。この意味で、欧米とアフリカに「恩」と「借り」のある日本は、恩返しをすべきときだ。持続可能な農業の成立が妨げられ、広範な砂漠化にあえぎ危機にあるアフリカに対して、別の意味で危機にある日本農業は大きな国際貢献ができる。

⑤過去の大規模水田開発プロジェクトの教訓：過去に行われた外国「援助」による灌漑水田プロジェクトは、自動車の生産にたとえれば、各種の性能の新車を持ち込んでその使用法や維持管理法を教えたただけであった。だから古くなると、水田も自動車と同じように、駄目になる。高価な外国産モデルを売りつけただけで、むしろアフリカ諸国の借金を増大させただけである。水田システムの作り方は初めから考慮していない。したがって、外国の継続的援助なしには維持管理すら困難になっている。

使い方ではなくて、作り方を技術移転する必要がある。維持管理や使い方などは自らが作ることができればなんの問題もないのである。アフリカの風土に合った水田農業を自力で展開する努力を援助することが重要である。水田というインフラを日本の技術で作るという「物づくり」の協力ではなくて、水田を作ることのできる人材を養成する「人づくり」の協力に重点を移すべきである。

⑥水田の経済学：水田システムの整備に要する資金と労働力は現在のアフリカにおける米の値段から考えてコスト/エフェクティブではない（Spencer, 1991）という見解は根強い。

しかし内陸小低地における小規模灌漑水田は適切な技術援助さえあれば、アフリカの農村社会の人々の自力で整備可能である（Ashraf *et al.*, 1988；AICAF, 1993）。また水田のストックとしての性格、環境保全の効果を考えれば十分経済的でありうる。

⑦湿地性風土病：水田の拡大はこの地に特有の湿地性風土病、眠り病（Trypanosomiasis）、河川盲目病（Onchocerciasis）、住血吸虫病（Schistosomiasis, Bilharzia）、ギニア原虫病（Dracontiasis, Guinea worm）、マラリア（Malaria）等の危険性を増大させるのではないかという危惧がある。

西アフリカはかつて＜白人の墓場＞といわれたごとく風土病が多いのは事実である。以上の風土病は湿地環境がその発生源になっている。したがって、灌漑水田の拡大はこれらの風土病を拡大することになるのではないかという恐れがある。特に欧米系研究者に多い。もちろん湿地性風土病の対策は十分取られるべきであることはいうまでもない。

しかし、西アフリカの稲作農民は一般に考えられているほど、水を恐れていない。稲作期には水が十分あり、このような場合は、マラリアを除けば、風土病の危険は少ないというのが、農民の体験的結論であった。また自然のままのヤブ湿地と水田湿地は同じではない。自然の湿地は水の管理ができないが、水田システムが整備されれば、水の管理ができるようになる。水管理のできる環境の方が容易に上記のような風土病を撲滅する対策がとれるのではなかろうか。熱帯アフリカよりももっと雨量も多く、湿地の広がりの大きい東南アジアでは、マラリアを除けば、上記のような風土病は問題にされることはあまりない。このことから考えると、水田システムの整備は適切な公衆衛生的防除策と組み合わせれば、むしろ西アフリカの風土病の撲滅にも役立つ可能性がある。

⑧品種の創出条件：水田のない氾濫原農法のような自然の地形と気候の微妙な変化を利用する農法の方が、自然の変化に対応できる変化の大きな品種群を発展させ、また遺伝子資源の保存にも有効である。水田のように単純な生態系

は品種群を単純にして、種の多様性を減少させるという見解がある。

水田によって環境を区画することが優良品種を育成し、選拔し、普及させる前提である。あらゆる環境条件が混沌としているヤブ湿地では品種の選拔ができない。実際、15世紀以降欧米人によってアジア稲の品種が西アフリカにもち込まれたのであるが、西アフリカの農民はアジア稲の多収性によって、アフリカ稲からアジア稲の栽培に切り替えた。現在アジア稲の品種の収集数はIRRIで約5万品種といわれている。一方アフリカ稲の収集はIITAとWARDAによって行われ約5,000品種といわれている。しかし、アフリカ稲のコレクションは採取地点数という意味が強く、品種数とはいえない。実際にも一地点のコレクションの中に各種の特性を異にするアフリカ稲が混ざっている。品種の多様性の維持と高い生産性の維持は矛盾する場面があり、両者の統一は重要な課題である。

⑨アフリカ社会の土地所有性との整合性：共有的土地所有性が一般的であり、水田のように私的土地所有を前提として、子々孫々にまで美田を残すという価値観はない。また現在の熱帯アフリカの人口密度は、水田のような集約的農業を実践するには低すぎる、という考えは強い。

しかしすでにみたように、このような共同体的土地所有が農地劣化を加速するほどまでに人口圧が高まっているのが現状ではなかろうか。自然生態の危機が食料生産、したがって社会自身を脅かしているとすれば、伝統的な土地所有制も変わらざるをえないであろう。また共有的土地所有のもとでも水田農業は可能かも知れない。

⑩農業システムの伝播は困難：農業システムは文化である。アジアの稲作文化の基である水田農業は種(タネ)と違って簡単には伝播しない、といわれる。

ある意味では水田農業は欧米人がコロンブス以来普及させてきた、キリスト教や民主主義と個人主義などに対比できるかも知れない。しかし、水田農業は水と土を有効利用するための環境を創造し、集約的で持続的な農業を可能にする技術にすぎない。精神文化や世界観の直接の押しつけにはならない。したがって、日本の国際貢献策として望ましいのではなかろうか。水田と森林の文化の輸出こそ地球環境の危機の時代の日本の国際貢献としてふさわしい(梅原、

1991：角田，1991）。

⑪世界観の違い：直接のつながりはないとはいえ，水田化は，それが祖先と自らの労働が蓄積されたものであるがゆえに，土地を礼賛し，土地に束縛されるアジア的な世界観につながっている。アフリカの人々の世界観はもっと自由で，土地への執着はあまりない。したがって，水田を作ったり，守ったり，改良したりする動機となるものがない。

しかし，つねにフロンティアを求めて移動する自由の民は，土地の人口支持力以上の人口圧のもとでは，土地劣化と環境破壊をもたらすことになるのではなかろうか。自由な市場経済に農産物の流通を全面的に依存すると，長期的には地域ひいては地球環境の悪化につながる，という命題と共通する点である。

（若月 利之）

参考文献

- Ae, N., Arihara, J. and Okada, K. (1990) *Sicence*, 248 : 477-479
- 阿江教治・有原文二・岡田謙介 (1991) 半乾燥地熱帯の農業生態系，化学と生物，29 : 227-236
- AICAF (1993) 西アフリカ地域持続的農業開発事業計画策定基礎調査報告書—西アフリカ谷地田稲作農業計画，国際農林業協力協会，pp 126，東京
- Andriesse A. (1986) Area and distribution. In Juo, A.S.R. and Lowe, J.A. ed., *The Wetland and Rice in SubSaharan Africa*. 15-30, IITA, Ibadan
- Ashraf, M., M.C. Palada, T.M. Masajo and T. Wakatsuki (1988) Rice based cropping system for inland valleys and their improvement possibilities in Nigeria. In G.O. Abalu and B.A. Kalu ed. *Improved agricultural technologies for small scale Nigerian farmers*. p 149-171, A publication of the Nigerian Farming Systems Research Network Intec. Printers Nig. Ltd. Ibadan, Nigeria
- Buddenhagen, I.W. and G.J. Persley (1978) *Rice in Africa*. pp 355, Academic Press
- Buol, S.W., Hole, F.D., and McCracken, R.J. (1990). *Soil Genesis and Classification*, 494 pp, Iowa University Press, Ames
- Church H. (1974) *West Africa, A study of the environment and of man's use of it*, Longman
- Cohen J.F. (1995) *How many people can the earth support?*, pp 532, Norton & Company, New York

- Durprie, Z.H. and de Leener P. (1983) *Agriculture tropicale en milieu paysan african*, Paris, p 67
- Eswaran, H., Van Den Berg, E., and Reich. P. (1993). *Organic Carbon in Soils of the World*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57 : 192-194
- 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 Number 29, Wisconsin.
- FAO/Unesco (1974) *Soil Map of the World*, 1 : 5000000, Unesco, Paris
- FAO (1981) *Production year book*
- FAO (1990) *Production year book*
- FMANR (1991) *Digest of Agricultural Statistics*, Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources
- 福井捷朗 (1994) 果たして地球に何人生きられるか 週間朝日百科「動物達の地球 136 巻」所収, 14 : 124-127, 東京
- IITA (1988) *Resource and Crop Management Program 1987 annual report*. Ibadan
- IITA (1992) *Annual Report 1991/1992*. Ibadan, Nigeria
- Izac, A.M.N., M.J. Swift and W. Andriesse (1990) *A Strategy for Inland Valley Agro-Ecosystems Research in West and Central Africa*. RCMD Research Monograph 5.IITA, Ibadan, Nigeria
- 門村浩・武内和彦・大森博雄・田村俊和 (1991) 環境変動と地球砂漠化, 276 ページ, 朝倉, 東京
- 門村浩・勝俣誠 (1992) サハラのはとり, サヘルの自然と人びと, 249 ページ, TOTO 出版, 東京
- Kang, B.T. (1990) *Resource management research- alley farming studies*, IITA, RCMD 1987 Annual Report, pp 15-50, IITA/ILCA
- Kang, B.T. and Reynolds, L. (1989) *Alley Farming in the Humid and Subhumid Tropics*, *Proceedings of an international workshop held at Ibadan*, pp 251, IRDC, Ottawa
- 金沢夏樹・田中耕司 (1992) アジア農業を見る眼, 農業及び園芸, 67 : 743-752
- 勝俣誠 (1990) 食糧生産と環境. 大来佐武郎監修, 講座地球環境 2, 地球規模の環境問題 II, pp 216-235, 中央法規, 東京
- 川口桂三郎 (1977) *水田土壌学*, 450 ページ, 講談社, 東京
- Kawaguchi, K. and Kyuma, K. (1977) *Paddy Soils in Tropical Asia, Their material, nature and fertility*. 258 pp, University Press of Hawaii, Honolulu
- 国連人口基金 (1992) *世界人口白書 1992*, 世界の動き社, 東京

- Kosaki, T. and A.S.R.Juo (1984) Soil management and land development, Characterization and uses of wetlands, IITA Annual Report 1983 : 139-143
- 久馬一剛 (1984) 熱帯, 特に東南アジアにおける低湿地土壌の分布と特性, 田中明編, 酸性土壌とその農業利用—特に熱帯における現状と将来, 101-142, 博友社, 東京
- Kyuma, K. and Wakatsuki, T. (1995) Ecological and Economic Sustainability of Paddy Rice System in Asia. Paper Presented at ASA-CSSA-SSSA Annual Meetings, Cincinnati, 1993.
- 熊崎実 (1990) 地球環境保全と森林経営. 大来佐武郎監修, 地球環境と経済, 263-277, 中央法規, 東京
- 熊崎実 (1993) 東南アジアの森林荒廃, 熊崎実訳, ミラー, タングレイ著, 生命の樹, 243-257, 岩波, 東京
- Lal, R. (1985) Soil erosion and its relation to productivity in tropical soils, In "Soil Erosion and Conservation", S.A. El-Swaify, W.C. Moldenhausser and Andrew, L. eds., p 237-247, SCSA
- Lal, R. (1986) Soil surface management in the tropics for intensive land use and high sustained production, Adv. Soil Sci., Vol.5 : 1-110
- Lal, R. (1988) Monitoring soil erosion's impact, in "Soil Erosion Research Methods", pp 187-200, R. Lal ed. SWCS, 244 pp
- Lal, R., Sanchez, P.A., and R.W. Cummings Jr. (1986) Land Clearing and Development in the Tropics. pp 450, Balkema, Rotterdam
- Lal, R. and B.A. Stewart (1990) Soil Degradation, Advances in Soil Science, Volume 11, pp 345, Springer-Verlag, New York
- Lal, R. and B.A. Stewart (1992) Soil Restoration, Advances in Soil Science, Volume 17, pp 456, Springer-Verlag, New York
- Mather, A.S. (1990) Global Forest Resources. 341 pp, Belhaven, London
- Moberg, J.P. and Eso, I.E. (1991) Characteristics and composition of some Savanna Soils in Nigeria, Geoderma, 48 : 113-129
- 農耕文化振興会 (1988) 水田遺構集成, 京都, pp 250
- Okigbo, B.N. (1978) Cropping systems and related research in Africa. Association for the Advancement of Agricultural Sciences in Africa, Ibadan
- Okigbo, B.N. (1990) Sustainable Agricultural Systems in Tropical Africa. In C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R.H. Miller and G. House ed., Sustainable Agricultural Systems p 323-352, SWCS, Iowa
- Ojo, O. (1985) Drought persistence in tropical Africa since 1969. In Proc. of the First WMO Workshop on the Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Atmospheric Variations over the Globe (Combined with NOAA's Tenth Annual

- Climate Diagnostics Workshop). Long-Range Forecasting Research Report Series, No.6, 73-85
- 岡川長郎 (1984) 世界における酸性土壌の分布と利用状態. 田中明編, 酸性土壌とその農業利用—特に熱帯における現状と将来, 21-49, 博友社, 東京
- Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., and W.G. Sombroek (1991) World map of the status of human-induced soil degradation, An explanatory note, Global Assessment of soil degradation, GLASOD, The Map sheets, pp 34, ISRIC/ UNEP
- Ruthenberg, H. (1980) Farming Systems in the Tropics, pp 424, Oxford Univ. Press
- Sanchez, P.A. (1976) Properties and Management of Soils in the Tropics, 618 pp, Wiley, New York
- Sinclair, F.L. (1995) Agroforestry : Science, Policy and Practice. pp 287, Kluwer
- 嶋田周平 (1996) ナイジェリアの経済変化と食糧生産構造変化. 細見・島田・池野編 著 「アフリカの食糧問題」, pp 63-149, アジア経済研究所
- 嶋田義仁 (1988) マーシナ帝国物語, 季刊人類学, 19(1) : 23-38, 講談社, 東京
- 島田義仁 (1992) サヘルの民族と文化. 門村浩・勝俣誠編「サヘルのほとり, サヘルの自然と人々」, pp 249, TOTO 出版, 東京
- Shinoda, M. (1989) Annual rainfall variability and its interhemispheric coherence in the semi-arid region of tropical Africa : Data updated to 1987. J. Meteor. Soc. Japan, 67, 555-564
- Soil Survey Staff (1975) Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. 754 pp, Soil Conservation Service, USDA, Washington D.C.
- Soil Survey Staff (1994) Keys to Soil Taxonomy, 6 th ed. 306 pp, SMSS USDA, Washington, D.C.
- Spencer, D.S.C. (1991) A farming system research strategy for the development of Inland Valleys for increase food production in West Africa. Agric. Systems in Africa, 1(2) : 5-14
- Stanley and Warne (1993) Nile Delta : recent geological evolution and human impact, Science 260, 628-634
- Sumi, A., T. Katayama, and T. Takeda (1996) Social and climatic factors giving influence to the development of rice culture in West African countries, Jpn. Trop. Agr. 40(2) : 55-62
- 角田重三郎 (1991) 新みずほの国構想 農文協
- 竹沢尚一郎 (1984) アフリカの米, 季刊人類学, 15(1) : 66-116, 講談社, 東京

- Tato K. and H. Hurni (1992) Soil Conservation for Survival. pp 419, SWCS
- UNEP/ISRIC (1991) World map of the status of human-induced soil degradation, Nairobi
- 筒井暉 (1994) 地球環境保全農業技術協力推進事業報告書「西アフリカにおける水田農業の展開」, pp 127, 全国農業改良普及協会, 東京
- Udo, R.K. (1978) A Comprehensive Geography of West Africa, Heinemann Educational Books, Ibadan
- 梅原猛 (1991) 森の思想が人類を救う, 21世紀における日本文明の役割, 小学館
- 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
- 若月利之 (1990 a) 熱帯アフリカにおける低地土壌の分布と特性及び農業開発, 木内知美編, 熱帯アフリカの土壌資源, 86-113, 国際農林業協力協会, 東京
- 若月利之 (1990 b) モンスーン西アフリカの内陸小溪谷湿地における非水田稲作と小区画準水田稲作, 農耕の技術, 13: 31-63
- 若月利之 (1991) サブサハラ熱帯アフリカの再生と水田農業の可能性—内陸小低地でのアフリカ型水田農業の展開戦略, 熱帯農業, 35: 306-312
- 若月利之・望月克哉 (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
- Wakatsuki, T. and Rasyidin, A. (1992) Rates of weathering and soil formation. Geoderma, 52: 251-263
- Wakatsuki, T. and Rasyidin, A., and Naganawa, T. (1993) Multiple Regression Method for Estimating Rates of Weathering and Soil Formation in Watersheds. Soil Sci. Plant Nutr. 39: 153-159
- 若月利之・三輪睿太郎 (1994) 縄文時代の人口密度分布と土壌の肥沃度, 筑波大学先史学・考古学研究, 4: 31-43
- 若月利之 (1994 a) 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
- 若月利之 (1994 b) 西アフリカにおける地球環境問題と農業生産, 全国農業改良普及協会編「新版稲作技術協力マニュアル (基本編) 西アフリカ・稲作」, 平成5年度地球環境保全農業技術協力推進事業報告書
- Wambeke, A.V. (1992) Soils of Tropics, 320 pp, Elsevier, Amsterdam
- WARDA (1988) WARDA's Strategic Plan: 1990-2000, Bouake, Cote d'Ivoire
- WARDA (1989) Medium Term Plan 1994-1998, 122 pp, Bouake, Cote d'Ivoire
- WARDA (1992) Tendances Rizicoles en Afrique Sub-Saharienne. Bouake
- WARDA (1993) Rice trend in sub-saharan Africa, WARDA, Bouake, Cote d'

Ivoire

渡部忠世 (1987) アジア稲作文化への旅, NHK ブックス, 220 ページ, 東京

渡部忠世・高谷好一・田中耕司・福井捷朗 (1987) 稲のアジア史 I, II, III, 講談社

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, 383 pp, Oxford

米山俊直 (1986) アフリカ学への招待, NHK ブックス, 東京

米山俊直 (1990) アフリカ文明と日本文明—その関わりの 21 世紀への展望, 聖心女子
キリスト教文化研編「アフリカとの対話」, 春秋社, p 307-328