

アフリカ

(1) アフリカの人口密度分布と土壌の肥沃度および地質学的施肥の概念

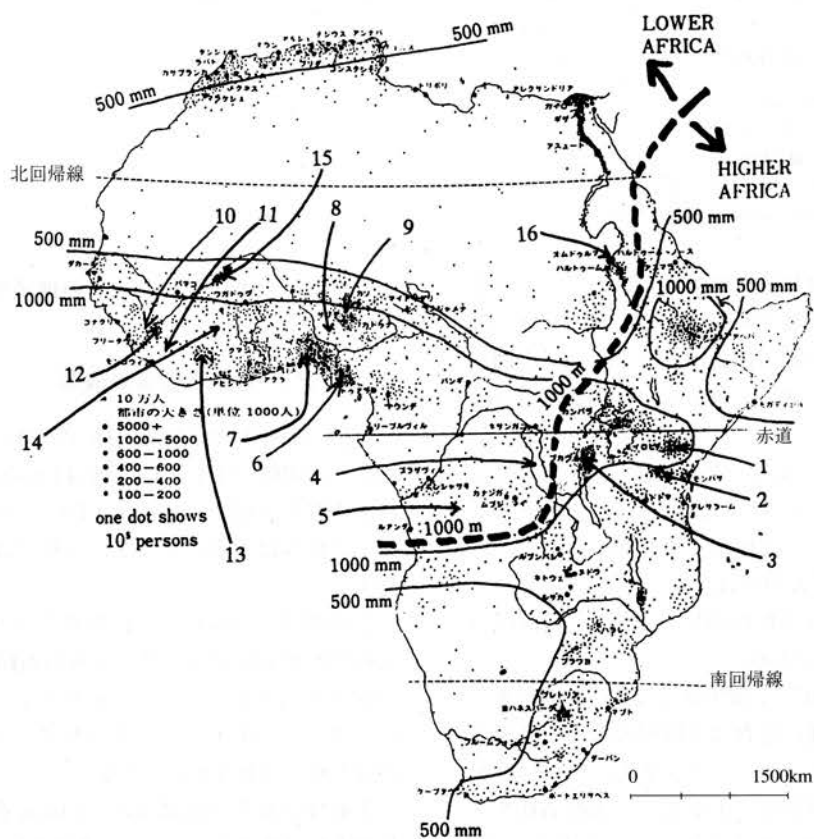
第1図は人口分布図（日野，1987）に500mmと1,000mmの年間降雨量線を入れたもので、1～16は表土の肥沃度分析地点であり、その結果は第1表に示した。人口密度の高い1～3、6～7、9、16の地域は、ナイル川沿いを除けば雨量は500mm以上で水の重要性を示す。しかし、雨の多いコンゴ盆地の人口密度が低いことからわか

るように、そのほかの因子、特に土壌肥沃度が重要である。高人口密度地域では交換性カルシウムや塩基交換容量の大きい肥沃な土壌が分布し、人口密度の低い4～5、8、10～11、14などの地域の肥沃度はきわめて小さい。

肥沃な土壌の分布は、以下の地質学的施肥作用（若月，1997）にかかわっている。すなわち、

1) 水の作用、河川による侵食運搬堆積作用：数年ないし数十年のタイムスケールで繰り返される洪水は、集水域の森林表土を運び、肥沃な低地土壌を生成する。第1図の例では1と16の地域である。

2) 火山活動による火山灰の供給：数百年ないし数千年のタイムスケールで供給される中性・



第1図 アフリカ大陸の人口密度と年間降雨量分布（日野，1987，若月，1997）

図中の番号は土壌の肥沃度を調査した地点を示し、結果は第1表に示した

第1表 熱帯アフリカにおける表層土壌の肥沃度と人口密度との関係

地点 番号	国 名 (地名)	交換性Ca -----	酸度 (Cmol(t)/kg)	塩基交換容量 (CEC) -----	人口密度
1	ケニア (Nyaga)	7.9	0.1	12.7	高
2	タンザニア (Arusha)	17.2	0.1	22.2	高
3	ザイール (Goma)	26.0	0.1	32.9	高
4	ザイール (Kindu)	0.2	2.0	2.7	低
5	ザイール (Kikwit)	0.3	1.0	1.8	低
6	ナイジェリア (Bende) *	23.1	0.4	28.6	高
7	ナイジェリア (Ibadan) **	7.0	0.2	9.9	高
8	ナイジェリア (Bida)	1.0	0.7	2.1	低
9	ナイジェリア (Zaria) ***	7.0	0.2	9.5	高
—	ハルマッタンダスト ****	23.8	0.0	35.3	—
10	シエラレオネ (Makeni)	0.9	1.3	2.7	低
11	リベリア (Gbarnga)	0.7	1.9	3.5	低
12	ギニア (Kissidougou)	3.2	1.5	6.1	中
13	コートジボワール (Bouake)	2.8	1.0	5.6	中
14	ブルキナファソ (Banfora)	1.5	0.5	3.4	低
15	マリ (Mopti)	5.4	1.9	12.4	中
16	スーダン (Khartum) *****	43.9	0.0	70.0	中
	日本水田平均*****	9.3	0.4	13.3	高
	熱帯アジア水田平均*****	10.9	0.1	17.9	高

*Kosaki (1982, p120)

**Fagbami (1990, p188-189)

***Morberg et al (1991, p76)

****Adam and Fadul (1985, p194)

*****Kawaguchi and Kyuma (1977, p85)

塩基性火山灰は易風化性鉱物を供給し、土壌を若返らせ、肥沃な土を生成する。エチオピア高地、ビクトリア湖周辺諸国、カメルーン山周辺などがその例である。第1図の例では1～3の地域である。

3) 風の作用によるレスの供給：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。ナイジェリア北部のハウサ圏の土壌がその例である。第1表の中ほどにこのハルマッタンダストの肥沃度分析の結果を示した。第1図の例では9の地域である。

4) 母岩の風化・土壌生成と侵食の動的平衡：人為による過度の侵食は土壌層の消失と砂漠化をひき起こすが、逆に、土壌生成に比べ侵食が非常に小さい場合は、土壌養分の溶脱消耗をきたし、老化土壌であるオキシソルを生成する。オキシソルでは養分の天然供給量は極小となる。逆に、熱帯圏で母岩が土壌断面の数m以内に見られる場合は、土壌の肥沃度は比較的高いと考

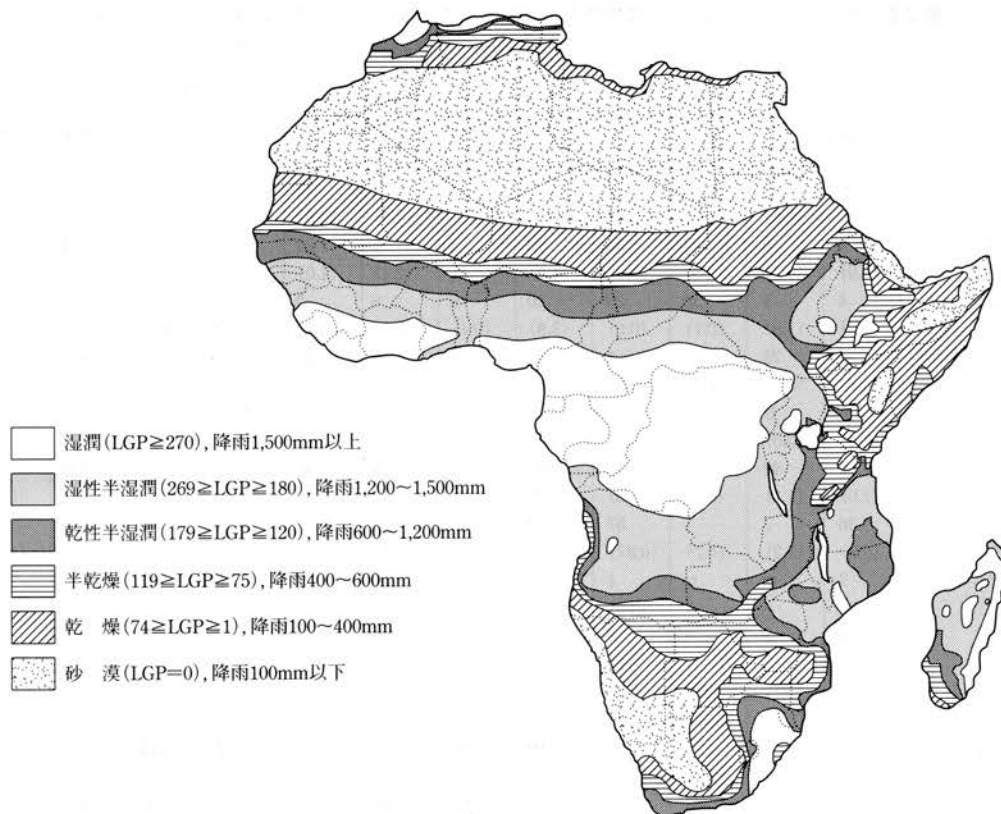
えてもよい。第1図の例では7の地域がその例である。

(2) アフリカの農業気候帯

第2図は国連食糧農業機構 (FAO) による作物の生育期間 (LGP: Length of Growing Period) による農業気候区分である (北村, 1997)。ただしこの境界は不安定で、干ばつ年では大幅に移動する。

生育期間が74日以下で作物栽培の困難な砂漠気候や乾燥気候帯は、アフリカの面積約30億haの46%を占める。ニジェールやナイル川沿いを除けば、羊、山羊、ラクダやゼブ (コブ牛) の遊牧が唯一可能な生業である。

半乾燥気候帯の面積は約2億haある。年間の作物生育日数は75～119日、降雨は400～600mmで、サハラ砂漠の南縁のサヘル地帯がその中心である。天水農業の限界地帯であり、遊牧の比重が高い。主な作物はミレット、ササゲ、ソル



第2図 アフリカの農業気候帯

(FAO, 1986)

ガム、落花生であるが、降雨の不規則性と土壌の窒素およびリン欠乏により、農業ポテンシャルは低い。過放牧、過耕作、過剰な薪炭林の伐採などによる人為的砂漠化が深刻である。

乾性半湿潤気候帯は約3億ha、生育日数は120～179日、降雨は600～1,200mmで、スーダンサバンナ帯とギニアサバンナの一部を含む。かつてはツエツエバエが家畜の流入を拒んできたが、現在はハエは減少している。乾期や干ばつ年には遊牧の利用が増加する。アフリカの農耕の中心地帯であり、ミレット、ソルガム、トウモロコシ、落花生、キャッサバ、ササゲ、綿花、コメなど多様な作物が栽培され、マンゴー、カシューナッツの栽植にも適している。近年、耕作地が逼迫し、伝統的耕作システムが崩壊し、減収と土壌劣化が著しい。

湿性半湿潤気候帯は約6億haある。作物の生

育可能日数は180～269日、降雨量は1,200～1,500mmで、ギニアサバンナ帯と森林移行帯（人為サバンナ）に相当する。トウモロコシ、キャッサバ、ヤムイモ、米が栽培される。東アフリカの高原部ではコムギ、オオムギの栽培も見られる。ツエツエバエ汚染の問題も一部に残っており、畜産は未開発である。

湿潤気候帯は約4億haあり、生育日数は270日以上、降雨も1,500mm以上ある。熱帯降雨林帯であり、オイルパーム、ゴム、ココアなどの樹木作物、キャッサバ、ヤム、トウモロコシ、バナナ（食用）が重要であり、米も栽培される。

(3) 停滞するアフリカの農業生産

①人口増加にたちうちできない農業生産

以下ではサブサハラのアフリカの中心である西アフリカに焦点をしばって述べる。

第2表 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t, () 内は収量 t/ha)

	1969/71 年						1988/90 年					
	米(もみ)	トウモロコシ	ソルガム	ミレット	根塊茎	マメ類*	米(もみ)	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	5	1	113	3	1	41	11	2	185	6
	...	(0.6)	(0.6)	(0.4)	(7.0)	(0.3)	(1.4)	(0.9)	(0.8)	(0.7)	(8.5)	(0.6)
ブルキナファソ	4	6	53	35	10	15	4	22	92	60	11	17
	(0.9)	(0.7)	(0.5)	(0.4)	(4.2)	(0.4)	(2.1)	(1.0)	(0.7)	(0.5)	(5.9)	(0.4)
チャド	4	1	39	23	30	6	6	3	28	17	64	6
	(1.0)	(1.9)	(0.7)	(0.6)	(3.9)	(0.4)	(3.0)	(0.6)	(0.6)	(0.5)	(5.5)	(0.4)
コートジボアール	34	26	1	3	229	1	69	48	2	4	425	1
	(1.2)	(0.8)	(0.5)	(0.5)	(4.1)	(0.6)	(1.2)	(0.7)	(0.5)	(0.6)	(5.7)	(0.7)
ガンビア	4	tr	1	3	1	tr	2	2	1	5	1	tr
	(1.4)	(0.6)	(0.9)	(1.0)	(3.8)	(0.3)	(1.6)	(1.5)	(0.8)	(0.9)	(3.0)	...
ガーナ	6	42	15	12	367	1	8	55	14	8	520	2
	(1.0)	(1.1)	(0.7)	(0.5)	(6.4)	(0.1)	(1.6)	(1.2)	(0.6)	(0.6)	(6.1)	(0.1)
ギニア	36	7	1	5?	65	3	50	10	3	6	72	6
	(0.9)	(1.2)	(0.7)	(0.8?)	(7.1)	(0.5)	(0.8)	(1.1)	(1.4)	(1.5)	(6.3)	(0.9)
ギニアビサウ	3	tr	tr	1	4	tr	16	2	4	2	4	tr
	(1.0)	...	...	(0.5)	(5.6)	...	(2.2)	(0.9)	(0.9)	(0.8)	(6.2)	...
リベリア	18	?	?	?	30	tr	24	?	?	?	35	tr
	(1.2)	?	?	?	(3.7)	...	(1.0?)	?	?	?	(6.7)	...
マリ	16	7	58?	78	8	3	38	21	75	70	14	7
	(1.0)	(0.9)	(1.0?)	(0.8)	(8.9)	(0.4)	(1.5)	(1.5)	(1.0)	(0.8)	(8.5)	(0.4)
ニジェール	3	tr	26	97	19	12	7	1	42	113	25	37
	(2.1)	...	(0.4)	(0.4)	(9.6)	(0.1)	(2.3)	(1.6)	(0.3)	(0.4)	(7.1)	(0.2)
ナイジェリア	35	122	363	279	2,502	85	190	183	400	400	4,960	146
	(1.3)	(0.9)	(0.7)	(0.6)	(9.6)	(0.2)	(2.1)	(1.1)	(0.7)	(1.0)	(12.8)	(0.8)
セネガル	12	4	13?	54	17	2	16	13	15	51	9	3
	(1.3)	(0.8)	(0.8?)	(0.5)	(4.4)	(0.3)	(2.1)	(1.1)	(0.8)	(0.6)	(4.1)	(0.3)
シエラレオネ	47	1	1	1	12	3	45	1	2	2	16	4
	(1.4)	(1.0)	(1.3)	(1.1)	(4.3)	(0.5)	(1.4)	(0.7)	(2.3?)	(1.3)	(3.2)	(0.7)
トーゴ	2	16	15	12	88	2	3	22	11	5	92	3
	(0.7)	(1.1)	(1.0)	(0.6)	(13.1)	(0.3)	(1.2)	(1.0)	(0.9)	(0.7)	(7.9)	(0.2)
西アフリカ	224	252	591	604	3,495	135	470	424	700	745	6,433	238
	(1.2)	(0.9)	(0.7)	(0.6)	(8.1)	(0.3)	(1.6)	(1.0)	(0.7)	(0.8)	(10.6)	(0.6)
全アフリカ	734	2,171	911	968	6,840	478	1,145	3,379	1,278	907	11,963	678
	(1.8)	(1.2)	(0.7)	(0.6)	(6.7)	(0.4)	(2.0)	(1.6)	(0.7)	(0.7)	(7.9)	(0.6)
南米**	957	2,567	405	17	4,662	300	1,622	3,615	354	9	4,463	289
	(1.7)	(1.5)	(1.9)	(1.0)	(12.0)	(0.6)	(2.4)	(2.0)	(2.6)	(1.7)	(12.2)	(0.5)
アジア	28,415	5,041	1,878	2,076	18,597	2,137	47,869	12,326	1,887	1,677	24,086	2,614
	(2.4)	(1.6)	(0.7)	(0.7)	(11.3)	(0.6)	(3.6)	(3.1)	(1.0)	(0.8)	(12.4)	(0.7)
日本*	1,628	3	tr	1	68	22	1,312	tr	tr	0.1	56	15
	(5.5)	(2.7)	...	(1.7)	(19.5)	(1.2)	(6.3)	...	...	(1.8)	(24.3)	(1.6)

注: 1. 日本の麦類の生産は、1970 年が 125 万 t (収量は 2.7t/ha)、1990 年が 130 万 t (3.5t/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 t から 1990 年の 1,800 万 t に急増 (1.6 倍) している

4. tr は微量

西アフリカの人口は過去15年で1.57倍になり、1990年時点には約2億人になった。アフリカ全体でも人口増加率は1.55倍と非常に高く、1990年で6.4億人に達した。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人当たりの食糧生産量が15年前より約15%も減少するという危機的状态にある。アフリカ全体でもこの状況は変わらず、約17%の減少となった。

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%も増加した。アジアの伸びが特に著しい。アジアでは緑の革命技術がゆきわたり、農業基盤が強化されたことを物語っている。近年のアジアの経済発展はこのような農業生産性の向上を背景にしているといえる。

②米に傾斜する生産と消費

第2表は、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年の動向を国別、地域別に示したものである（FAO, 1990, 1981）。1970年から1990年の間に人口増加率を上回った作物は稲だけであった。キャッサバ、ヤムなどの根塊茎類が人口増加とほぼ同じであった。キャッサバ、ヤムなどの根塊茎類の生産量と収量は非常に高いが、人間の食糧としての価値は米、メイズ、ソルガムなどとは同一に比較できない。キャッサバ、ヤムの単位g当たりのカロリーは米、メイズ、ソルガムの約3分の1、タンパク質含量は約8分の1でしかないからである。

西アフリカの諸国のなかではナイジェリアが抜きん出ている。1970年代では米を除くすべての作物で、1990年には米を含めてすべての作物で、全西アフリカ諸国の全生産量の40～70%を占めた。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%のシェアに急増した。

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可能性がある。ただし、西アフリカの米生産は大部分陸稲であり、土壌保全の点で大きな問題をかかえている。また、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たにもかかわらず、1970年代から1980年代の20年間に、この地域における米の需給のギャップは拡大し、総需要の約50%を輸入している。これは人口増加にもまして1人当たりの米消費が拡大したためである。

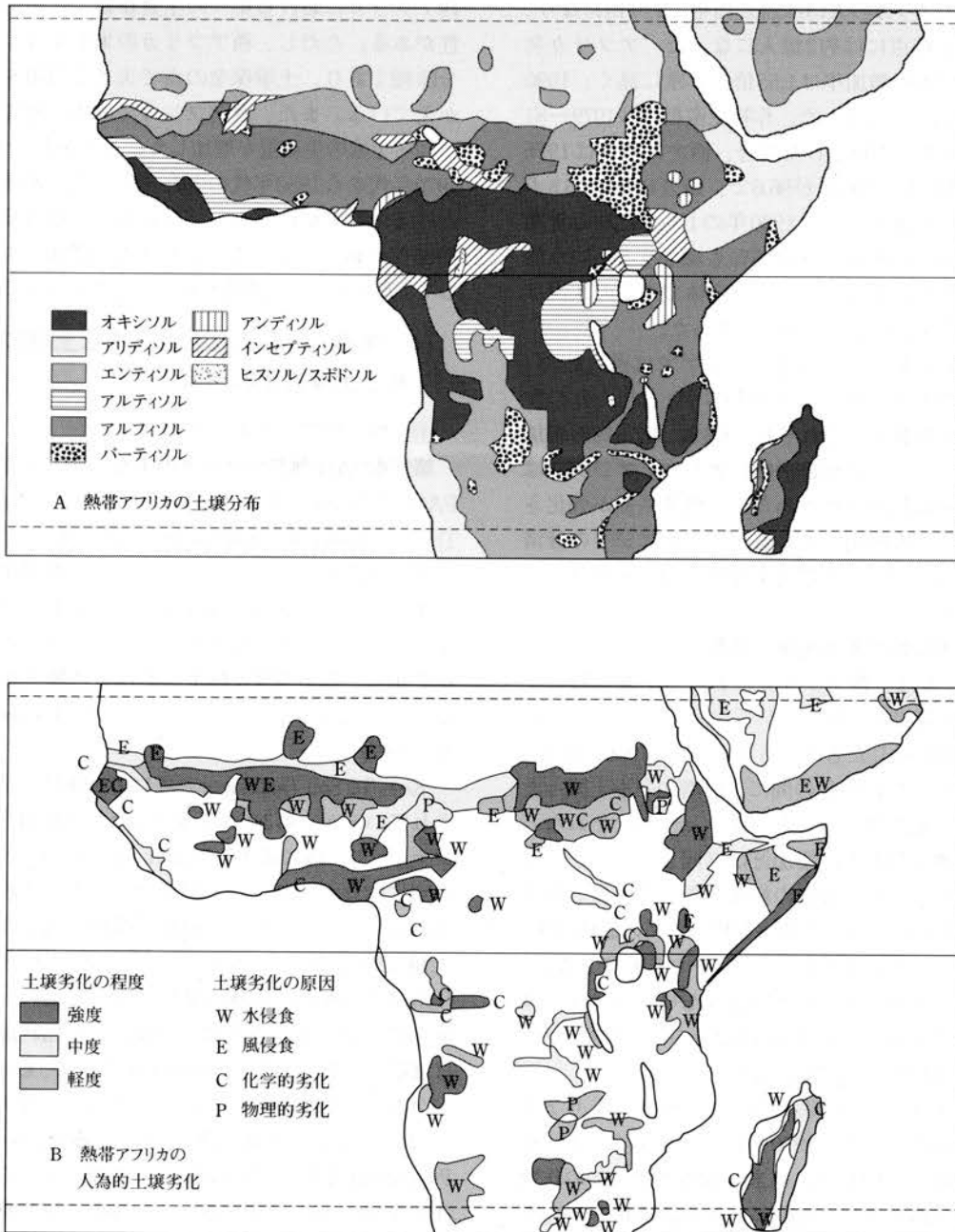
(4) 熱帯アフリカにおける主な土壌の分布と土壌劣化の特徴

①土壌の種類、分布と利用

第3図のAは熱帯アフリカの主な土壌の分布をFAO/UNESCOの世界土壌図（1974）をKeys To Soil Taxonomy（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ものである。第4図では主な土壌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、併せて3大熱帯における各種土壌の推定分布面積を示した（若月, 1997, Eswaran他, 1997）。

Keys To Soil Taxonomyでは11の土壌目が設定されているが、第3表でも第4図でもEntisol（エンティソル）目に属するPsamment（Quartz大群）を別に取りだして、目と同格で示した。これはOxisol（オキシソル）と同様、農耕に適しない土壌であるためである。アフリカにおけるOxisolの分布は、大陸の基盤となった古い（20億年以上前）安定な剛塊（craton）の楕状地にほぼ限定されている。PsammentはこれらOxisolが分布する楕状地の周辺に見られる。熱帯アフリカには上記の老化溶脱土壌であるOxisolとPsamment,それにAridisol（アリディソル）の分布が全体の65%に達する。この種の土壌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の分布面積は広い。

熱帯アフリカでは半湿潤気候下のAlfisol（アルフィソル）が農業利用の中心である。乾期が厳しいこと、CEC（陽イオン交換容量）が比較的小さく活性が低く、侵食にさらされやすい。Vertisol（バーティソル）は化学的肥沃度は高い



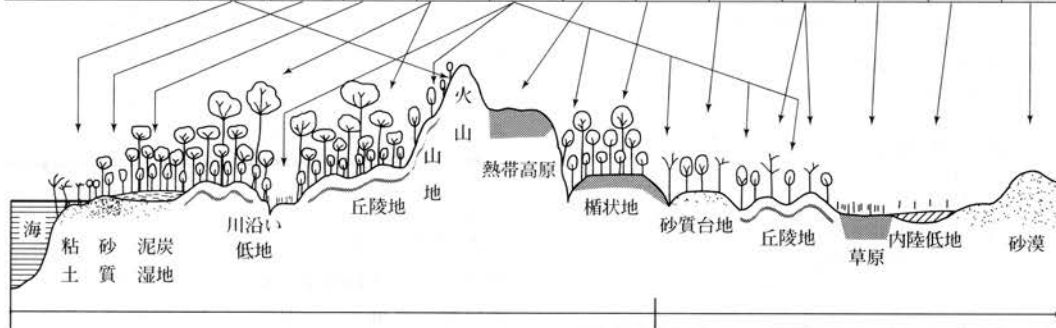
第3図 熱帯アフリカの (A) 土壌分布 (FAO/UNESCO, 1974 を Soil Taxonomy で読み替え) (若月, 1994a) と (B) 人為的土壌劣化 (UNEP/ISRIC, 1991 を簡略化) (若月, 1994)

が、熱帯アフリカでは降雨量500mm以下の地域に主として分布するため、灌がいポテンシャル面積は低く、農地利用は進んでいない。

熱帯土壌のなかで、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 (アンディソル) と低地に分布する Inceptisol (インセプティソル) である。Andisol は集約的な農業利用が行なわれているが、熱帯

	エンティソル	スピドソル	ヒストソル	アルティソル	インセプティソル	アンデソル	オキシソル	サメント	アルフィソル	モリスソル	ハートソル	アルティソル
土壌の特徴	未熟母材	砂質溶脱	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	3	1.5	190	240	5	440	340	320	4	100	810
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
熱帯全体 (100 万 ha)	620	7	30	820	570	145	1,100	360	520	19	220	870
熱帯全体 (割合%)	11.7	0.1	0.6	15.5	10.8	2.7	20.8	6.8	9.8	0.4	4.2	16.6
日本 (割合%)	4	3.5	1.0	2.5	58	16	0	tr	tr	0	0	0



第4図 熱帯の土壌生成環境と Soil と Soil Taxonomy による土壌の分布面積

出所：FAO/Unesco, 1974；Sanchez, 1976；久馬, 1984；岡川, 1984；Wambeke, 1993；Eswaran ほか, 1992, 1997

アフリカでは分布が少ない。注目すべきことは、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ことである。熱帯アジアでは、この低地の Inceptisol 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 (アルティソル) は緩傾斜の比較的安定な丘陵の地形面に分布する (第4図の下の方参照)。強い風化を受け塩基は溶脱し酸性であるが、長石など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。これは焼畑あるいはゴムなどのプランテーションとして利用される。しかし、この種の土壌は Spodosol (スピドソル) や Histosol (泥炭土) などとともに、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。一方、Mollisol の分布は熱帯圏では非常に少ない。

②土壌劣化の進行とその要因

第3図のBは、UNEP/ISRIC (1991) が発表した世界の砂漠化/土壌劣化図を簡略化して示

したものである (Oldeman *et al.*, 1991)。どの熱帯でも、水侵食による土壌劣化が大きい (劣化面積全体の約46%) が、アフリカでは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示す。サハラの下下、砂漠化の問題はますます深刻になりつつある (門村ほか, 1991)。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。注意しなくてはならないのは、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。干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。

このような土壌劣化の原因として、アフリカでは過放牧による土壌劣化が最大の面積 (2.4 億 ha) を占め、次いで不適切な農法による劣化 (1.2 億 ha)、森林伐採 (焼畑や商業伐採など, 0.7 億 ha) と植生の過剰採取 (薪炭の採取など, 0.6 億 ha) がつづいている。

第3表 世界の水田土壌の肥沃度の比較 (平均値)

(日本と熱帯アジアは Kawaguchi and Kyuma, 1977; 熱帯アフリカは若月, 1994; Issaka 他, 1996)

肥沃度 特 性	有機炭素 %	有機窒素 %	有効リン* mgP/kg	交換性 Ca Cmol (+) /kg	交換性 K Cmol (+) /kg	ECEC	砂 %	シルト %	粘土 %
日本 (155**)	3.3	0.29	57	9.3	0.4	20.3	49	30	21
熱帯アジア (410**)	1.4	0.13	18	10.4	0.4	18.6	34	28	38
熱帯アフリカ (247**)	1.3	0.11	9	2.9	0.3	5.8	57	24	19

*ブレイNo.2法, **サンプル地点数

第4表 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

1. 低地利用農業の未展開
2. 水田造成、維持管理など、環境形成技術が農民に普及していない
 - 灌がい効率が低い
 - 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

(5) 熱帯アフリカの農業と生態環境の再生戦略

①再生のポイントは低地の水田の利用

第3表に示したように、熱帯アフリカ土壌の肥沃度は日本や東南アジアなどと比べて、かなり低い。このような低い土壌肥沃度を克服することによって、農業生産性の停滞を打破し、集約的な持続的農業を展開する道はあるであろうか。

熱帯アフリカにおいては低地土壌利用型の、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、現在の農業と環境危機の背景にあると考えられる (第4表)。西アフリカの低地の大部分は未利用の状態にある。さらに、低地土壌の肥沃度を持続させる上でカギとなる、水田造成とその維持管理のような環境形成技術が普及していない。面の水管理を可能にする水田技術がないために、灌がい排水は有効に利用できない。水田が存在しない圃場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。

水田なしでは土壌肥沃度を維持できず、流水によって土壌劣化は不可避である。熱帯アフリカ低地の土壌肥沃度が低いのは、この地の自然

的条件に加え、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一因となっていると考えられる (若月, 1997)。

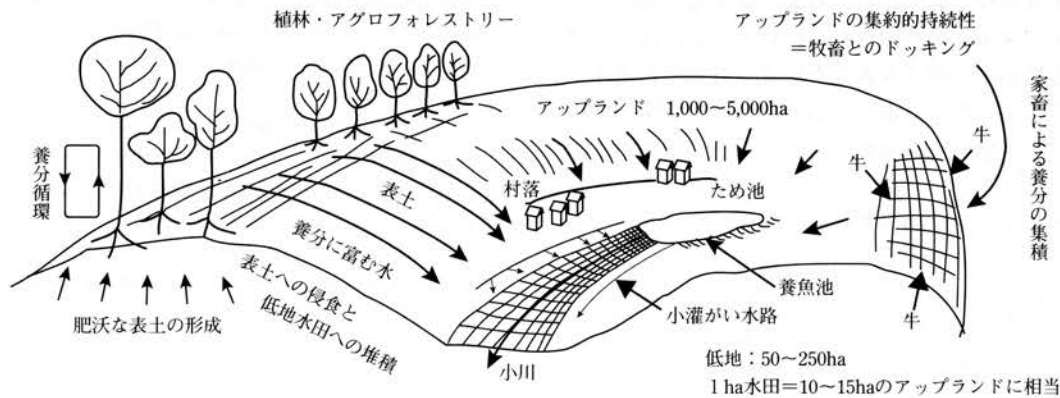
今のところ定性的なレベルに留まるものであるが、西アフリカの現行の焼畑の陸稲栽培と水田栽培の持続的生産性は、以下のように比較できる。

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初ベースで1t/ha程度、それに対して低地の水田稲作は無肥料でも2.5t/ha程度は可能である (若月, 1997)。アップランドの稲作では、2作程度の作付け後は、休閑により肥沃な表土の生成を待つ必要がある。持続的な生産には、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、第5図で説明した理由により、連続して作付けすることができる。単純に $(2.5/1) \times (10/2)$ で計算しても、水田の持続的生産力はアップランドの12.5倍になる。つまり、1haの水田稲作は10ha以上のアップランドの焼畑を減少させることにつながり、森林再生の道を切り開くことになる。

②アフリカにおける水田稲作の可能性

アフリカにおける未利用の低地面積は大きい。(Windmeijer, 1993)。熱帯アフリカ全体では、デルタや沿海低地などが推定中央値1,650万ha、氾濫原が3,000万ha、内陸小低地が8,500万haである。西アフリカではデルタ、沿海低地が420～850万ha、氾濫原が1,200～2,500万ha、内陸小低地が2,100～5,100万ha程度分布する。

内陸小低地では大きな土木工事をすることなく、個人あるいは村落共同体レベルで、堰をつくり、水路を掘り、小規模な灌がい水田を整備することができる。したがって、これらの維持



第5図 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）

管理も個人あるいは村落共同体で行なえる。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。西アフリカ全体の内陸小低地のうち、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Bidaとシエラレオーネ中部のMakeni付近で行な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は灌がい水田化できる。平均1/4 (25%) と仮定すると、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。

WARDA (西アフリカ稲作開発協会, 1993) によれば、西アフリカ全体で内陸小低地の稲作面積は79万haで、そのうち灌がい水田は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260万haに過ぎない。しかし、1戸の平均稲作付け面積は約1ha程度、あるいはそれ以下であるので、約300万戸もの稲作農家が内陸小低地で農業を営んでいることは重要である。内陸小低地はこのような水田稲作の大きなポテンシャルを有している。

氾濫原は比較的肥沃な土壤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がいがセネガル川やニジェール川などで行なわれている。しかし、中~大の揚水ポンプにより数百ha以上の水田を灌がいう場合は、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などを外国援助にたよることになるので、持続性に問題がある。しかし、上記の問題点を将来克服できれば、西アフリカ全体では、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、セネガル川に見られるていどである。しかし、沿海低地では100年以上の伝統を持つ生態適応型のマングローブ稲作面積が約21万haあり、開発ポテンシャルは100万haといわれている。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、氾濫原の開発よりもさらに高度の技術と投資が必要である。

③水田をベースにアフリカ型集約的持続的農業の確立へ

湛水条件におかれる低地水田土壤が、高い生産性を持続性できることはよく知られている(若月, 1997)。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(第5図)、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。

第5図にはアップランドにおけるアグロフォレストリーと有畜農業の意義も示した。

第5図に示したように、低地にはアップランドで生成した土壤と、アップランドの風化土壤

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することができる。水田の高い生産性の長期的持続性の生態環境の基盤はここにある。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ができるシステムである。(1)で述べた地質学的施肥作用の「水の作用、河川による侵食運搬堆積作用」と、「母岩の風化・土壌生成と侵食の動的平衡」を人為的に強化できる農業システムである。

第5図からわかるように、深く根を伸ばし肥沃な表土の生成を行なう森林生態系は、水田システムと組み合わせることによって、集水域全体の水保全と持続的生産機能を強化する。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環境技術で再生することは、地球環境を守り新しい地球社会を実現するための、21世紀の日本の重要な国際貢献となろう。

執筆 若月利之（島根大学生物資源科学部）

参考文献

Eswaran, H., R. Almaraz, E. van den Berg, and P. Reich.

1997. An assessment of the soil resources of Africa in relation to productivity. *Geoderma*. 77, 1-18
- FAO/Unesco. 1974. Soil Map of the World, 1:5000000. Unesco. Paris.
- FAO. 1986-1990-1991. Production year book.
- 日野舜也監訳, 1987, 図説世界文化地理大百科. アフリカ. Jocelyn Murray. 1981. 朝倉書店. 247
- 北村義信. 1997. 西アフリカの生態環境—気象環境の特性. 広瀬・若月編著『西アフリカサバンナの生態環境の修復と農村の再生』所収. 農林統計協会. 506.
- 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. 朝倉書店. 276.
- Oldeman, L. R., R. T. A. Hakkeling 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. 34. ISRIC/UNEP.
- Soil Survey Staff 1994. Keys to Soil Taxonomy. 6th ed. SMSS USDA Washington D. C.. 306.
- UNEP/ISRIC. 1991. World map of the status of human-induced soil degradation. Nairobi.
- WARDA. 1993. Rice trend in sub-saharan Africa. WARDA. Bouake. Cote d'Ivoire.
- 若月利之. 1997. 西アフリカにおける地球環境問題と持続的農業の展望. 広瀬・若月編著『西アフリカサバンナの生態環境の修復と農村の再生』所収. 農林統計協会. 506.
- 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. 383.