

本稿は、International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI オランダ) の翻訳、刊行の許可を得て“*Inland Valleys in West Africa : An Agro-Ecological Characterization of Rice-Growing Environments*”を訳出したものである。ILRIのご厚意に謝意を表します。  
(高橋達見：序言および第1, 2章； 鶴見宗之介：第3～8章)

32/109(52)Ch

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

開発途上国からの我が国に対する農林水産分野の技術協力要請は引き続き増大している。  
最近では、高度で総合的な対応を必要とするものも増えている上に、地球環境の観点から開発  
途上国における

農林水産分野の

# 西アフリカの内陸小低地 稲生育環境の農業生態学的特性

かかる状況に對照し、能力の増進的推進を図るためには、高時、的確かつ広範囲に亘る情報を  
収集分析し、タイムリーに提供することが重要であり、開発途上国及び日ソ連・東欧諸国の食料  
農業問題等に關し国内における中核的な調査・情報センターとしての本協会への役割の重要性が益々  
増大している。

このため、本協会は従来から発行している「国際研究シリーズ」「熱帯農業シリーズ」等に加  
え、平成2年度から新たに会員各団、協力関係者等の要請を踏まえ、特定の分野、課題を対象と  
した「調査研究報告」及び「懇話会報告」を刊行している。

本協会が農林水産省から委託を受けて実施している「西アフリカ地域持続的農業開発事業計画調査  
と調査」の検討委員会における

# AICAF

の "Inland Valley  
Environments"

## Association for International Cooperation of Agriculture & Forestry

本書が開発途上国の農業生態学的環境の調査と研究を目的として発行されたものである。最後に謝辞に  
ご協力頂いた高

1994年2月

1994年 2 月

社団法人 国際農林業協力協会

会 員 名 簿

社団法人 国際農林業協力協会

12 JAN. 1995

USNU37198X

## まえがき

開発途上国からの我が国に対する農林水産業分野の技術協力要請は引続き増大している。

最近では、高度で総合的な対応を必要とするものも増えている上に、地球環境の視点から開発途上国における熱帯林の減少、砂漠化の進行等の資源・環境問題への取組が迫られている。又、農林水産業分野の協力案件が地域的広がりを伴いつつ増加し、内容も多様化して来ている。

更に、旧ソ連・東欧諸国の政治・経済政策の変化に即応して、東欧諸国への経済・技術協力の実施が具体化しつつある。

かかる状況に対処し、協力の効果的推進を図るためには、常時、的確かつ広範囲に亘る情報を収集分析し、タイムリーに提供することが重要であり、開発途上国及び旧ソ連・東欧諸国の食料農業問題等に関し国内における中核的な調査・情報センターとしての当協会の役割の重要性が益々増大している。

このため、当協会は従来から発行している「国別研究シリーズ」「熱帯農業シリーズ」等に加え、平成2年度から新たに会員各位、協力関係者等の要望を踏まえ、特定の分野、課題を対象とした「調査研究叢書」及び「翻訳叢書」を刊行している。

当協会が農林水産省から委託を受けて実施している「アフリカ地域持続的農業開発事業計画策定調査」の検討委員会における検討素材として提供するため、同事業の一環として収集した資料の中から、International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI オランダ) の “Inland Valleys in West Africa : An Agro-Ecological Characterization of Rice-Growing Environments” を翻訳したものである。

本書が開発途上国の農業開発協力の促進にいささかなりとも役立てば幸である。最後に翻訳にご協力頂いた高橋達児及び鶴見宗之介の両氏に深甚なる謝意を表する。

1994年2月

社団法人 国際農林業協力協会  
会 長 森 本 修

# 目 次

序言 .....	1
1. 本研究の背景、地域および問題点 .....	2
2. 西アフリカの自然環境 .....	6
2.1 気候 .....	6
2.1.1 研究史概説 .....	6
2.1.2 気団 .....	6
2.1.3 気候パラメーター .....	7
2.1.4 気候変動 .....	12
2.1.5 気候レジーム .....	14
2.1.6 農業生態系 .....	17
2.2 地質および岩質 .....	18
2.2.1 研究史概説 .....	18
2.2.2 主要な地質ユニット .....	18
2.3 地形 .....	22
2.3.1 研究史概説 .....	22
2.3.2 西アフリカの景観 .....	22
2.3.3 地形土地区分 .....	25
2.3.4 内陸小低地の形態と分布 .....	28
2.4 水文 .....	33
2.4.1 研究史概説 .....	33
2.4.2 集水域 .....	34
2.4.3 自然排水システム .....	34
2.4.4 内陸小低地の湛水レジーム .....	35
2.4.5 内陸小低地の自然水文 .....	36
2.4.6 内陸小低地の水収支 .....	38
2.4.7 内陸小低地の水収支に影響する要因 .....	39
2.5 土壌 .....	42
2.5.1 土壌生成 .....	42
2.5.2 土壌の分類、分布および性質 .....	42
2.5.3 土壌肥沃度のデータおよび養分バランス .....	50
2.5.4 内陸小低地の地形土壌系列における土壌の特徴 .....	50
3. 生態 .....	60
3.1 主な生態系 .....	60
3.1.1 森林生態系の主な特性 .....	60
3.1.2 サバンナ生態系の主な特性 .....	61
3.1.3 内陸小低地のアップランドと谷底面との間の生態的相違 .....	63
3.2 植生 .....	63

3.2.1	概観	63
3.2.2	赤道林地帯の植生	63
3.2.3	ギニアサバンナ地帯の植生	66
3.2.4	スーダンサバンナ地帯の植生	68
3.3	生態系の利用とそれへの干渉	69
3.3.1	研究史概説	69
3.3.2	赤道林地帯の生態系の利用とそれへの干渉	69
3.3.3	サバンナ地帯の生態系の利用とそれへの干渉	70
4.	水媒介性疾病	73
4.1	水媒介性疾病の分布と伝染のメカニズム	73
4.2	主な水媒介性疾病	75
4.2.1	マラリア	75
4.2.2	住血吸虫症(ビルハルジア)	76
4.2.3	トリパノソーマ症(眠り病)	77
4.2.4	オンコセルカ症(River Blindness)	78
4.2.5	メジナ糸状虫症(ギニアウォーム)	79
5.	西アフリカにおける農業システム及び稲作システム	80
5.1	研究史概説	80
5.2	農業システム	80
5.2.1	焼畑移動耕	81
5.2.2	休閑システム	82
5.2.3	(半)永年農業システム	84
5.3	稲作システム	85
5.3.1	アップランド(雨水性)稲作システム	86
5.3.2	地下水浸潤地(地下水性)及び湿地(流水性)稲作システム	88
6.	社会-経済的側面	90
6.1	人口統計	90
6.1.1	人口	90
6.1.2	人口移動	92
6.2	食料供給における米の役割	93
6.2.1	総農作物生産	93
6.2.2	主食用作物の生産と動向	95
6.2.3	米の生産, 輸入, 消費の動向	96
6.3	米の販売と価格政策	102
6.4	稲作システムの経済的収益性	104
7.	稲作に対する内陸小低地の適合性	108
7.1	概説	108
7.2	稲作に対する主要阻害要因	109
7.2.1	土壌に関する阻害要因	109
7.2.2	水文学的阻害要因	110

7.2.3 工学的阻害要因 .....	111
7.3 稲作のための内陸小低地の適性分類 .....	112
7.4 化学肥料と用水管理 .....	114
7.4.1 施肥管理 .....	114
7.4.2 用水管理 .....	116
7.5 稲作環境 .....	119
8. 要約と研究推進に関する主な課題 .....	123
8.1 要約 .....	123
8.2 研究計画と戦略 .....	126
8.3 将来の研究に対する提言 .....	129
参考文献 .....	132
テキストに引用しなかった参考文献 .....	141

## 序 言

1981年、ナイジェリア、イバダンにあるInternational Institute of Tropical Agriculture (IITA) は Netherlands' Directorate General for International Cooperation (DGIS) による Wetland Utilization Research Project (WURP) をその技術、予算援助とともに受理した。本プロジェクトは、西アフリカの地形に特徴的で、かつ、その例数の多い内陸小低地において湿地性水稻栽培を発展させることを主要な目的としていた。プロジェクトの第一段階は、西アフリカにおける内陸小低地を含む湿地の形状と広がりを見明らかにするために、既存の情報を整理し、稲作主体の小規模農業の可能性と問題点を明らかにすることであった。

1982年8月より、J.de Wolfを総括責任者として、オランダにおいてInternational Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Netherland Soil Survey Institute (STIBOKA<sup>1)</sup>), Royal Tropical Institute (KIT) およびILRIは、既存情報の収集と整理を開始した。これらは、気候および水文関係についてはP.Hekstra (チームリーダー) が、地質、地形および土壌についてはW.Andriessが、農業社会経済的な観点についてはC.A.de VriesおよびG.Busが、さらに湿潤地特有の病気についてはW.Linklaen Arriënsが取りまとめを行なった。これらの成果、すなわち、気候帯としては湿潤赤道林ゾーンおよび西アフリカ亜湿潤ギニアサバンナを含み、地域的にはギニアビサウからカメルーンに至る海岸地域を含む本

報告は、WURPによって1983年4月に報告された。本報告は4巻よりなり、うち1巻は5葉の地図からなっている (Hekstra et al. 1983)。しかしながら本報告は正式な出版ではなく、オランダ以外の研究者にとっては極めて利用しにくい形で書架に保存されているのが現状である。

これらの研究機関による上記報告は極めて興味深いものであるに加え、西アフリカにおいて増大しつつある稲作については、現在もこの地域の各国あるいは国際研究機関が各種の研究プログラムを進めており、新しい知見が集積されつつある。そのためILRIはWinand Staring Centre (WSC) との共同で、さきのWURP報告をその後の知見を加えて改訂、公式に発行することを決定した。同時に、研究地域の巾をより広げるために、半乾燥Sudan Savanna Zoneでの知見を原報告に加えた。

改訂時に得られた新知見は、WSCのP.N. WindmeijerおよびW.Andriessが編集の任に当り、本書に掲載した。西アフリカの生態学的知見はMs.L.Jansen (WSC) によって取りまとめられた。また本書の原稿は、R.Oosterbaan (ILRI), E.M.A.Smaling (WSC) およびO.Gordon (Land and Water Development Division, Sierra Leone) が批判的校閲を行なった。

ワーゲニンゲンのInternational Soil Reference and Information Centre/ISRICにおける文献の利用、および各種地図の収集に謝意を表させて頂く。

原注：1) オランダ土壤調査研究所は、土地水管理研究所、農業研究所環境部、森林景観計画研究所景観部と合同して、Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil, and Water Researchを新たに組織した。

## 1 本研究の背景、地域および問題点

過去数十年にわたって西アフリカの農業生産は徐々に増大してきた。しかし、西アフリカのほとんどの国で人口は急激に増大する一方で旧来の農業形態が大勢を占めており、そのため人口の都市集中が発生して、1人あたりの食糧生産は微増または逆に低下している。そのため国内食糧生産は需要に追いつかず、結果として主要食糧の輸入は増加せざるを得なかった。

西アフリカにおける食糧需給のこのような傾向は、特に米の生産、消費および輸入においてきわだっている。すなわち過去15年間において西アフリカの米生産は75%の増大をみたにもかかわらず、その輸入は同じ期間において倍増する結果となっている。

アフリカにおけるこのような農業生産を改善するために、国連食糧農業機構は農業改善を成功させるための4つの主要な問題点があると指摘している（FAO, 1986）。

- 西アフリカにおいては、降雨依存型農業を拡大する余地は乏しい。人口増との対比では良好な耕地の余裕は限られている。多くの地帯は降雨依存型農業を営むためには乾燥の程度が高すぎる。もし家畜の放牧と森林の必要性まで考慮するならば、事態はむしろ危機的と言うべきである。
- 農業地帯の労力不足は大きな阻害要因である。労力不足は次のような機構で発生している。すなわち、手作業を主体とする従来型農業が広く行われており、そのため労働生産性は低く、都市に移動した人々に比べて農村残留の人の労賃は低く、かつその社会的地位も低い。本来、除草、収穫等の農業労働に従事すべき婦人の労力は、ますます非農業的労働である水汲

み、燃料収集等に使われるようになってきている。

- 西アフリカの多くの地域で十分な灌漑水量があるにもかかわらず、大規模灌漑プロジェクトによって食糧生産の増強を図ることは良い解決方法ではあり得ない。その必要性が存在し、かつそれを実行する可能性が存在する場合ですら、このような灌漑方式は資金的に有効ではない。アフリカにおいて、配水を確実に制御できるような近代的灌漑システムを建設するとすれば、その必要資金量はインドにおけるその2倍から3倍を必要とする。資本投下の有効性を考えれば、このような高コストは大きな負担とならざるを得ない。
- 結果として、“緑の革命”的な技術移転を直ちに行うことが必要と言われてきたにもかかわらず、アフリカにおいてそれは決して正しい解決方法ではありえない。アフリカにおける降雨パターンは不規則である。稲や小麦の“緑の革命”がアジアで成功した理由は、その降雨が規則的であり、かつ灌漑も行えて、土壤に十分な水分を供給できたためだからである。アフリカでの不規則な降雨、灌漑システムの高い建設費がこれを阻害している。

以上を考慮すれば、西アフリカの緩波状地形と相伴って出現する多数の内陸小低地では、大投資をせず成り立つ村落レベルの稲作主体農業に大きな可能性がある。気候帯にもよるが、内陸小低地では年間の大部分、あるいは少なくとも季節的に地下水水位が地表、または地表下の浅い層位に出現する。稲栽培のための大きな可能性は、この特殊な水利条件に



よってもたらされる。さらに内陸小低地の谷底面と周辺アップランド間には、地下水の横方向の移動による水供給機構があり、これによって作物栽培期間は効果的に延長される。

内陸小低地の定義は、河川排水システムの最上流部ということである。しかし、言うまでもないが、内陸小低地(原著, Inland Valley)は、谷(valley)は必ず、陸地(in-land)あるのであるから、用語としては繰返しの表現と言わざるを得ない。しかし、この言葉、Inland Valleyは英語圏西アフリカでは多用されているため、本書ではこれを使用することにする。この言葉の意味するところは、主要河川、支流の上流域であって、川の沖積作用による沈殿過程がまだ開始されないか、あるいは極めて少ない部分であり、明瞭な氾濫原および自然堤防が認められない部分に該当する。フランス語圏西アフリカでは、この内陸小低地は、通常 *bassins versants*<sup>1)</sup> という言葉で呼ばれている。

本書で使用されている内陸小低地の意味は、谷底地のみならず、その連続としての周辺アップランドをも包含するものである。この連続という地形系列は、同時にこれの中に現れる生態的変異をも含んでいる。アップランド-谷底地の連続は、地形およびそれと関連した生態的変異の両方の連鎖を対象とすることになる。この生態的変異はアップランド上部から、傾斜を下って谷底相の湿潤地に至るまでの土壤水分環境の変化と関連する。土壤および水分は、その地形上の位置に対応する変化を示し、稲栽培の可能性を判定する最も重要なパラメーターである。

地形とそれに伴う水の動きを基礎とすると内陸小低地は次の二つに区分されるであろう。

- 細流型内陸小低地, これは自然排水システムの最上流部にあるものである。細流を中心とするが、それは浅くかつ数mの巾しかなく、時にはそれすらも欠如する。この細流型内陸小低地は、表面流去水の集水域、あるいは周辺アップランドからの降雨による地下水集水(土層内集水)域である。
- 河川型内陸小低地, これは細流型内陸小低地の下流域に展開するものをいう。流れの巾は広く、大きく、かつ流路は明瞭であって、時には氾濫原の発達もある。水の主たる供給源は河川水そのものであり、それは自然堤防を越えてその外側へ広がることもある(オーバーフロー型水分レジーム)。

本研究は、西アフリカ内陸小低地の、自然的、生物的、農業的、社会経済的側面についての研究を網羅しているが、それはここで稲栽培を行うとして、その農業生態学的特長を明かにするためである。すなわち、本書は前述したWetland Utilization Research Project (WURP, Hekstra他, 1983) 報告を新知見を入れて改訂したものである。

地理学的には、このWURP報告は、西アフリカにおける稲生育期間165日以上の地域を対象としていた。しかし本書では、それを90日以上地域にまで広げてある。したがって、本書は、湿潤赤道林地帯<sup>2)</sup>、半湿潤ギニアサバンナ地帯および半乾燥スーダンサバンナ地帯をカバーしている。これら地帯の総面積は約314万km<sup>2</sup>であり、セネガル、ガンビア、ギニアビサオ、ギニア、マリ、シエラレオネ、リベリア、コートジボアール、ブルキナファ

訳注: 1) 斜面のある盆地、の意。

2) 日本で熱帯降雨林帯と呼ばれるものに等しい。しかしアフリカでは、後出の2.1「気候」で述べられているように、赤道収束帯の変動幅と関連しつつ、赤道をはさんで対照的な形でこの地帯が分布している。そのため原著にあるEquatorial Forest Zoneの直訳を用い、慣用の熱帯降雨林を用いない。ビルマ、マダガスカルなどの熱帯降雨林は赤道から遥かに遠く去っている。

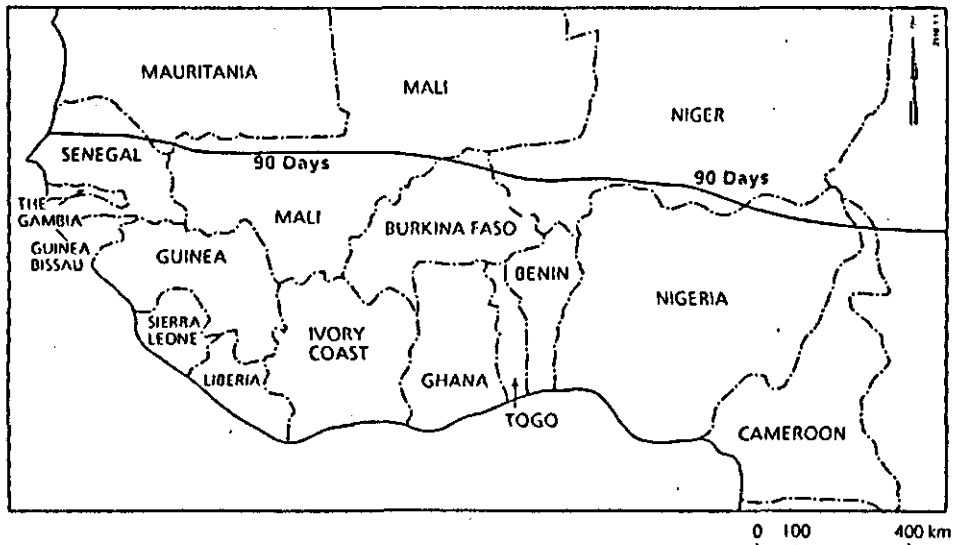


図 1.1 資源調査対象地域 西アフリカにおける稲生育期間90日ラインの南部

ソ、ガーナ、トーゴ、ベナン、ナイジェリア、ニジェールおよびカメルーン等の国の全部あるいはその一部を含んでいる（図 1.1）。

対象地域の農業生態学的な変異は極めて大きく、かつ複雑である。アフリカにおける“緑の革命”的技術の失敗という観点から考察すると、西アフリカにおける稲研究を成功させるためには、稲生育に関するこの地域の農業生態学的環境の正確な特長を明らかにすることが必須である。長期的にみれば、研究は西アフリカにおける稲栽培方式の生産性を増大させ、最終的には自給を可能にすることを目指さなければならない。

本書では、西アフリカにおける稲生育環境を決定する各種の環境的特長を記載した。対象地域は、二次的な情報をも収集しつつ、生態学的、農業的、社会経済的観点からグルーピングし記載した。これら付加的なデータはできるだけ網羅することにつとめ、内陸小低地に関する記載の精密化を心掛けた。

第 2 章は総説的なもので、西アフリカにおける気候、農業生態系、地質、地形、水文および排水、さらに土壌等の自然的環境の記載にあてた。対象地域は 4 主要区に分類され、

さらにそれは 27 小区に分けることができる。主要区には、内陸小低地を含み 3 主要湿润カテゴリが出現する。この分類、水分、土壌については独立の節をもうけて記載した。また、これらカテゴリについての自然的特長は付図 1, 2, 3, 4 に記載した。（付図省略）

第 3 章は、対象地域の生態を取り扱っている。ここでは、森林とサバンナの生態系およびそれらの植生を記載した。同時に、内陸小低地の生態系の利用とそれに対する干渉がどのような問題をひき起すかを考察した。しかし、西アフリカ内陸小低地の生態系に関する情報は今のところ極めて限られている。

長期間にわたって内陸小低地の農業的な利用は無視されてきた。その理由の一つとして、(熱帯) 水媒介性疾病の存在があげられる。第 4 章では、西アフリカにおける水媒介性疾病（マラリア、住血吸虫症、トリパノソーマ症、オンコセルカ症、メジナ糸状虫症）について論議した。これら風土病についての論議は、特に内陸小低地の農業利用との関係に注目して行った。

第 5 章は、休閑期間の長短や技術的改善、資本投入量、労働力の水準などによって規定

されている各種の栽培方式について記載する。ここでは内陸小低地特有の地形に伴う降雨条件や、それに伴う急激な出水とも関連した異なる稲栽培方式の態様についても論議する。

西アフリカの米生産と関係する人口統計と社会経済的側面が第6章の主題である。人口増大、人口の分布密度が、米生産とその輸入および消費の水準との関連で論議されている。また、国内自給率を、農場レベルおよび国家レベルの投資効率との関連で計算、予測した。

第7章では、内陸小低地の米生産に関する

主要な問題点について論議し、さらに肥料の施用と水田の水管理法についての提言を行った。またここでは米生産についての現存する各種の内陸小低地の適応性分級についての概観も行なった。西アフリカにおける稲栽培環境一般についてもここで論議を行った。

第8章はこれまでの記載の要約である。しかしここでは、西アフリカの稲作について現在実施中の研究を紹介するとともに、併せて将来の研究方向についての若干の提言も行うこととした。

## 2 西アフリカの自然環境

### 2.1 気候

#### 2.1.1 研究史概説

西アフリカ一般、あるいはその一部の気候については多くの出版物があるが、とくにそのうちのある地域について書かれた一般書の一部として気候がとりあげられていることが多い。包括的な論議としては、Walter and Lieth (1960), Rodier (1964), Papadakis (1966), Landsberg and Griffith (1972), Ojo (1977, 1983, 1987) があり、最も新しいものとして Hayward and Oguntoyinbo (1987) がある。西アフリカの植生および農業生産に与える気候の強い影響については、Kowal and Kassam (1978), TAMS/CIEH (1976-1978), FAO (1978), Buddenhagen (1978), Lawson et al. (1979) および Lauer and Frankenberg (1981) によって記載されている。

#### 2.1.2 気団

西アフリカの気候は、湿度が全く異なる2つの気団の相互作用によって決定される。

— 海洋性(湿潤)気団は大西洋から発生し、

南西風によってもたらされる。この気団は、通常、南西モンスーンと呼ばれている。

— 大陸性(乾燥)気団はアフリカ大陸に発生し、北東風Harmattan wind (貿易風)によってもたらされる。

これら二つの気団の中間にあって、巾の狭い東西方向に不連続的に続く地帯として赤道収束帯(Inter Tropical Convergence Zone<sup>1)</sup>)がある。この赤道収束帯(ITCZ)は他の文献においてInter Tropical Discontinuity ZoneあるいはInter Tropical Frontと呼ばれることがある。

西アフリカの季節は、毎年変動するITCZの南北移動によって決定されるが、この移動は地球の太陽に対する位置が1年間のサイクルで変動することの結果である。図2.1において、1957年の東経3°の経線(ベナン北部のKandiは東経3°の位置にある)上でのITCZの南北方向での移動を示した。ITCZは、8月にもっとも北上し、1月にもっとも南下する。しかしこの移動は決してスムーズには行われず、図で明らかなように短期間内での小移動を伴っている。

西アフリカでは、ITCZの位置と関連して、少なくとも4、場合によっては5の明瞭

---

訳注：1) “赤道”収束帯と呼ばれることが多いので慣用に従った。北東貿易風(気団)とその南にある南西貿易風(気団)とが合流する領域。そのため不連続線(Discontinuity)、前線(Front)が当てられることもある。前線であるため大気の大擾乱が起りやすく、この領域では雷の発生などが多く、それが後述のZone Bの気象となる。また西アフリカでは南西風は大西洋からの湿潤風であるため、これの支配下ではZone C, D等の気候帯が形成される。収束帯の北にある北東風は大陸を通過して来る乾燥風であり、ここではZone Aの気候帯となる。図2.1に示されているように収束帯は季節移動を行う。西アフリカにおける現在の北上限界は図のようにほぼ北緯20°であるが、過去の氷期にはこの限界はさらに北にあった。そのため氷期のスーダンサバンナの降雨量は現在より多く、このような気候の変遷がこの地帯の主要土壌であるLixisols (2.5.2)の生成要因となっている。

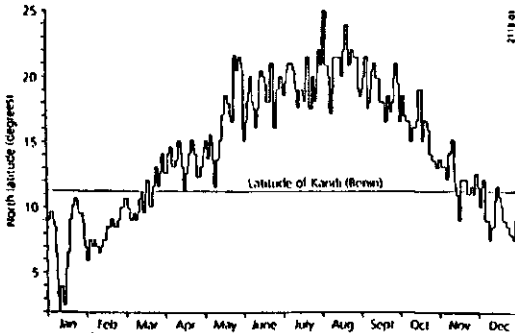


図 2.1 1957年における東経 3° 経線に沿った赤道収束帯の移動 (出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

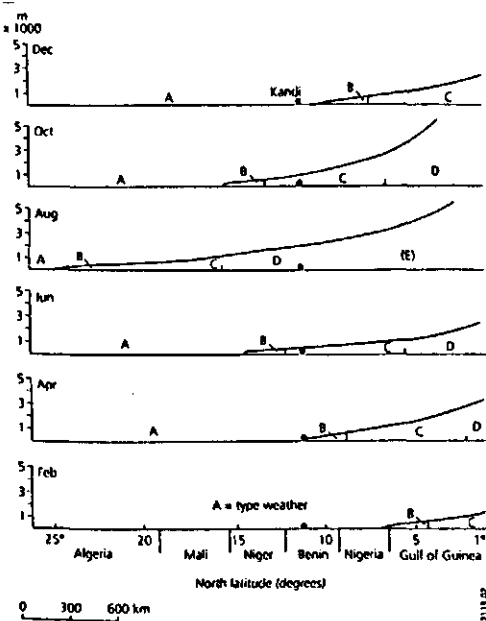


図 2.2 西アフリカにおける赤道収束帯の位置と東経 3° 経線に沿って現れる気候帯の関係 (出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

な気候帯が I T C Z に平行して現われることが経験されている (図 2.2, Hayward and Oguntoyinbo 1987)。

— Zone A, これは I T C Z の北側に出現する。この気候は、雲量少、乾燥した空気、東-北東風、降水量少の特徴がある。この Zone では気温の日変化が大きく、日中は 35 から 40℃ に達する一方、夜間の

気温は 18 から 24℃ にまで低下する。

— Zone B, これは I T C Z の南, 320 km に達する巾をもつ。降雨はほとんどないが、湿度は高い。突発的な雷を伴う嵐が午後遅く夕方発生することがある。雲の発達は弱い。

— Zone C, これは南北方向の巾約 800 km で Zone B の南側に広がる。湿度は Zone B にほぼ等しいが、日中、大気の大気対流はより激しい。そのため小地域での雷を伴う嵐はより発生しやすく、通常それは西方向に移動する。降雨は豪雨となりやすい。

— Zone D, これは約 300 km の巾で Zone C の南側に広がる。湿度は高く、ほぼ毎日のように降雨がある。降雨は、通常 5 ~ 6 時間継続するが、時に一日降り続くことがある。雲は全天を覆うことが多いが、1 日数時間の日照が記録される日も多い。日中の気温は 24 ~ 26℃ となるが、夜温は 3 ~ 6℃ にまで低下する。

— Zone E, これは Zone D の南側に出現する。Zone D に比べて降雨量は少ないが、雲量の多さは同じである。気温と湿度は Zone D とほぼ同じである。この気候帯は最南部の海岸地方の 7 月、8 月にのみ出現する。

西アフリカにおける I T C Z の年間移動は、異なる気候パラメータをもつ気候帯を作る結果をもたらすことになる。さらに、一般的に言って、この気候パラメータの変動は、東西方向より南北方向でより顕著である。

以下の各項において主要な気候パラメータ、すなわち日照、日射量、気温、降雨、湿度、蒸発散についての論議を行うこととする。

### 2.1.3 気候パラメータ

#### 日照および日射

地表における日射量は日照時間の関数であ

る。日照は緯度、季節、雲量によって変化する。このうち雲量はITCZの位置によって強く影響される。

図2.3において、西アフリカにおける月別平均日照時間の分布を示した。本図は54カ所の測候所のデータに基づいている。

日照には明瞭な地域差があって、海岸地方のそれは、サヘルおよびサハラ縁辺部に比べて著しく少い。この差は8月において最も大きくなる。西アフリカにおける日照の南北方向の変化は必ずしも規則的とは言えない。よく知られた例外として、ガーナ南東部、南トーゴおよびベナンを含むトーゴギャップと呼ばれる地域がある。この地域ではいかなる時でも、その日照は隣接周辺地域より多くなる。西アフリカにおいて最も日照時間が短くなる地帯は、南シエラレオネ、西リベリア、南ナイジェリア、西カメルーン、中央コートジボアール—ガーナの一帯である。

純日射量（入射量と放射量との差）を図2.4に示した。この差は年間を通してプラスであり、65~100 Kcal/cm<sup>2</sup>の範囲にある。純日射量は海岸地方で低いがそれは日照時間の短いことによっている。サハラにおける日照時間は長いにもかかわらず、純日射量は海岸地方に比べて僅かに高いだけであるが、それ

は夜間における放射量が多いことによっている。このため、純日射量が最も高くなるのは両者の中間地帯である。

### 気温

西アフリカにおける日平均気温を1、4、8、11月に分けて図2.5に示した。これは128測候所の測定結果に基づいている。

1月の結果によると南から北に向っての気温には明瞭な低下傾向がある。北部にあたるサハラでの低温は、日中の気温がこの時期には比較的低いこと、夜間の放射量が多いことの結果である。1月の気温分布がこのようなになるのはHarmattan windの分布と関係があり、その影響の少ない南部に比較的高温をもたらしている。等温線は一般的にスムーズに平行しているものの、土地の高度の影響によって若干乱れている（例えばギニアのFouta Jallonプラトー、およびナイジェリアのJosプラトー）。

太陽位置が北上するため、4月の日平均気温は1月よりも高くなる。1月から4月にかけての気温の上昇は南部でよりも北部で顕著である。8月には海洋性気候の影響が強いため雲量が多くなって、西アフリカ南部地方の気温は比較的低温で保たれる。この月に最高

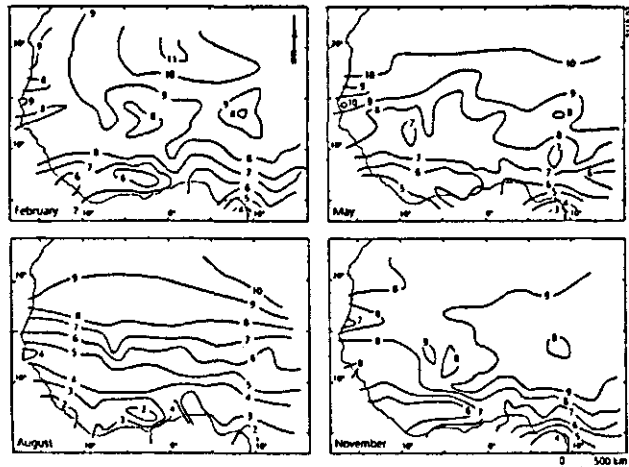


図2.3 西アフリカにおける2、5、8、11月の日平均日照時間  
(出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

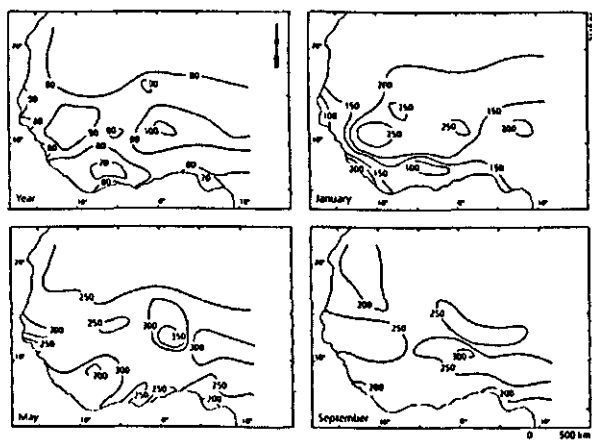


図2.4 西アフリカにおける年間総純日射量 Kcal/cm<sup>2</sup>, および  
1, 5, 9月の日当り純日射量 cal/cm<sup>2</sup> (出所: Ojo 1977)

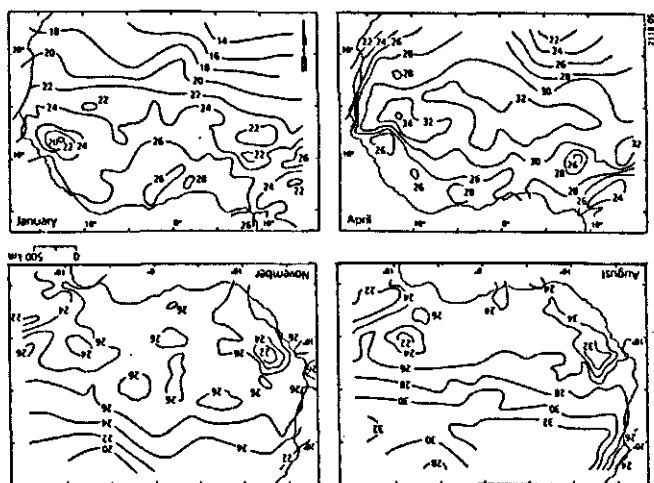


図2.5 西アフリカにおける1, 4, 8, 11月の月平均気温(°C)  
(出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

温となるのは北部である。

日平均気温とともに、気温の日較差は農業的に極めて重要である。これらを図2.6に示した。日較差が最も少いのは南部海岸地方である。ここでは地表の気温が年間を通じて高いことと、暖い大西洋から直接吹く風があることがその原因となっている。日較差最大となるのはマリ北部地方である。

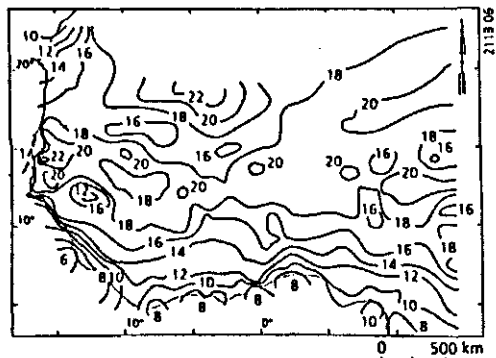


図2.6 西アフリカにおける気温の平均日較差(°C) (出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

降雨

他の気候パラメーターと同様に、西アフリカにおける地理的降雨分布は地帯に分けられる。年平均降雨量の分布は付図2の地図に示した。(付図省略)。図2.7には1, 8月の月平均降雨量をITCZの位置との関係で示した。本図は144の測候所の観測結果に基づいている。

平均年降雨量と地理上の位置(緯度)との間にはほぼ双曲線的な関係が存在している(図2.8)。しかしこれには若干の例外がある。すなわち図2.8においてGroup Iとしたリベリア、シエラレオネ、ギニアビサオ、

ギニア南西部の地点がその一つである。ここでは降雨量が緯度から予想されるよりも年間2000mmほど多い。他方、トーゴキャップ地域(ガーナ南東部、トーゴ、ベナン、図2.8におけるGroup II)では年降雨量は比較的少くなっている。これは主として8月の降雨量が少いためである。8月には他の地域の降雨量が著しく多いにもかかわらず、アビジャンからラゴスに至る全海岸地方のみは、乾燥しているからである。この乾燥期間はいわゆる小乾季と呼ばれており、通常は7月の最後の週にはじまり、9月初旬に終了する(図

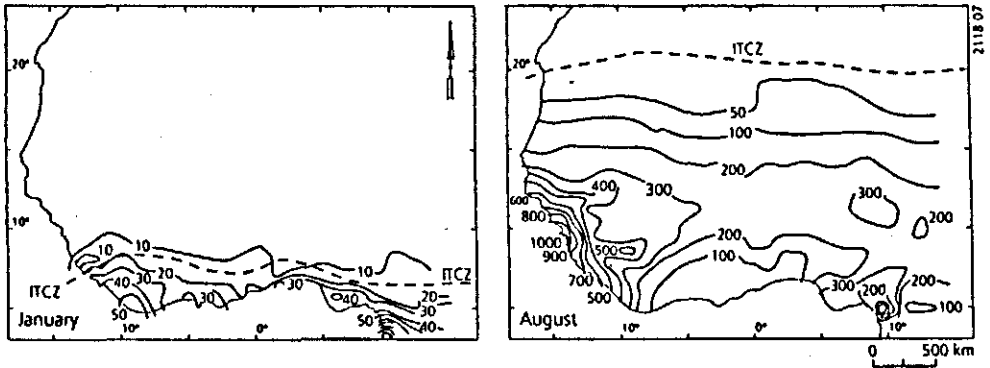


図2.7 西アフリカの1, 8月における月平均降雨量(mm)とITCZ位置の関係 (出所: Hayward and Oguntinyinbo 1987)

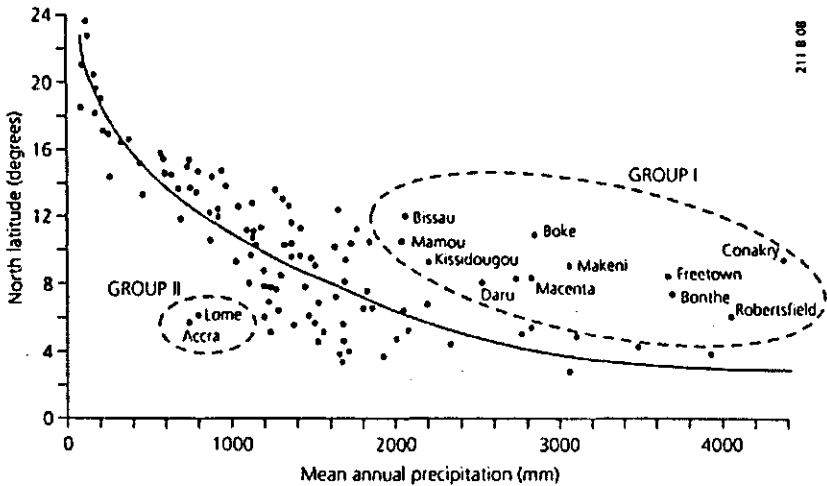


図2.8 西アフリカにおける各地測候所における年降雨量(mm)と緯度の関係 (出所: Hayward and Oguntinyinbo, 1987)



2.9)。

西アフリカにおいては降雨量に加え降雨強度も重要な気候上の特徴である。降雨の一部は嵐として時間降雨量50mm,あるいはそれ以上の強度で降ることがある (Zone BおよびC, 2.1.2 参照)。西アフリカ南部 (Zone D) では雨季における嵐の発生頻度は減少し降雨はより落ち着いたものとなるが,もしそれを時間降雨量で表わすと,必ずしも強度が低いようには見えない。

これら降雨強度の高い雨は,しばしば雨滴の衝撃とそれによる地表でのクラストの形成,土層の圧密をもたらす。そしてそれらの結果

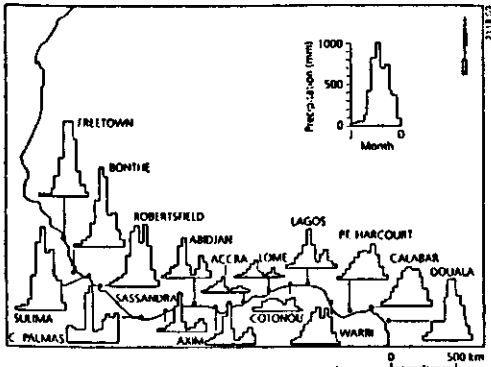


図 2.9 西アフリカにおける7月下旬から9月上旬の間の小乾季 (出所: Hayward and Oguntoyinbo, 1987)

として表面流去水は増大し,シートエロージョンやガリーエロージョンの発生が促進され,最終的には土壤の消耗をもたらすことになる。

### 大気の湿度

西アフリカにおける平均相対湿度の2, 8月のパターンを図2.10に示した。また相対湿度の年間の変化の中を図2.11に示した。両図とも126測候所のデータを基礎としている。

海岸地方での湿度は年間を通じて高い。西アフリカ中部および北部では,1月には相対湿度40%以下となる地域が広がるが,8月には60%以上となることは極く普通である。相対湿度の年間の季節変化が最も大きいのは西アフリカ中部の地域であり,季節変化が最も小さいのはギニア沿岸の地域である。

### 蒸発散量の推定

蒸発散量は気温,日射,風速,相対湿度によって変化する。したがって,西アフリカでは,蒸発散量はITCZの位置と深く関係している。

可能蒸発散量を測定することは困難を極める。西アフリカではそのためにライシメーターが使われるけれどもその精度は低い。さらに西アフリカでは蒸散量を実際に測定している

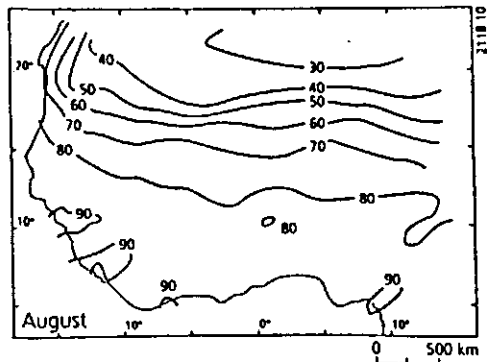
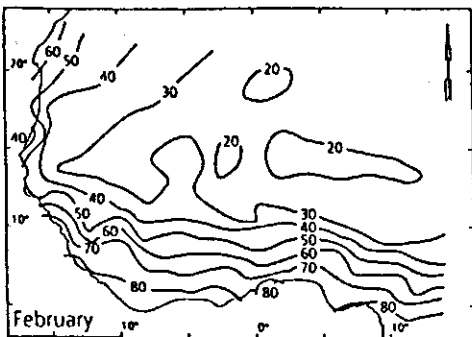


図 2.10 西アフリカの2, 8月における月平均相対湿度 (出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

測候所は極めて少ない。これらデータの欠除のために、蒸発散量は他の気候パラメーターである気温、相対湿度などから計算で求められることが多い。

1, 7月の可能な蒸発散量をPenman変法を用いて計算し、図2.12で線引きをした図として表示した。西アフリカの極めて広い部分で、7月の可能蒸散量は低い、それは雨が多くそのため相対湿度が高いこと、および雲量が多いことによる。ITCZが最も南に下る1月には沿岸地方での可能蒸発散量は比較的低くなっている。しかし北部でのこれは極めて高くなる。

リベリア、コートジボアール、ガーナ、トーゴ、ベナンおよびナイジェリアを含む検討で、

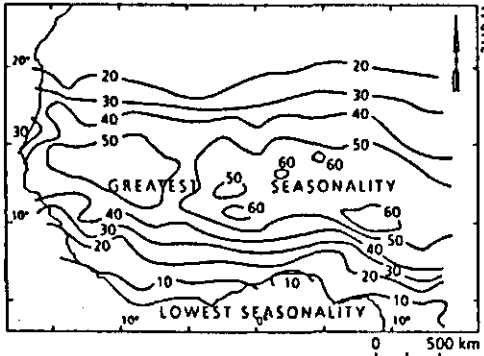


図 2.11 西アフリカにおける相対湿度(%)、年間の変化の幅(出所: Hayward and Oguntoyinbo 1987)

Papadakis (1966) は蒸発散量を、気象パラメーターである月平均最高気温での飽和水蒸気分圧および月平均水蒸気分圧を用いて計算した。Papadakisは、早ばつストレスを、上記によって得られた蒸発散量と、乾季における降雨量の差であると仮定した(ここでの乾季の定義は、乾季降雨量に乾季以前の雨によって土層内に貯留された水分を加えた量が、可能蒸散量の50%以下である期間)。

この早ばつストレスは沿海地方から北に向って急激に上昇する。南の地域(リベリア、コートジボアール南部、ガーナ南部、ベナンおよびトーゴの沿岸部、およびナイジェリア南部)では、この早ばつストレスはほぼゼロから400mmの範囲にある。これの北にある地域では、早ばつストレスはコートジボアール北部で900mm、ガーナ北部、トーゴ北部、ベナン北部、ナイジェリア中部で1700mmである。最大の値はナイジェリア北部で得られ、水分不足量は実に2300mmに達する。植物はこのような高い水分ストレスには耐えられないし、もし、このような地域で灌漑をするとすれば、極めて大量の灌漑水を必要とすることになるであろう。

#### 2.1.4 気候変動

前節までの論議では、気候パラメーターとし

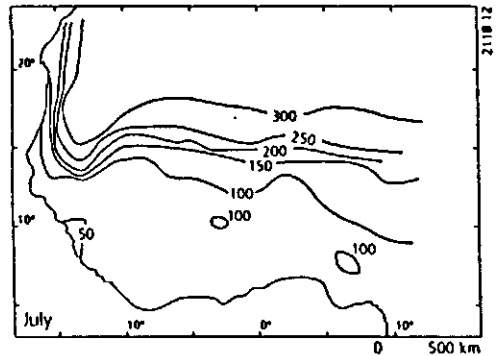
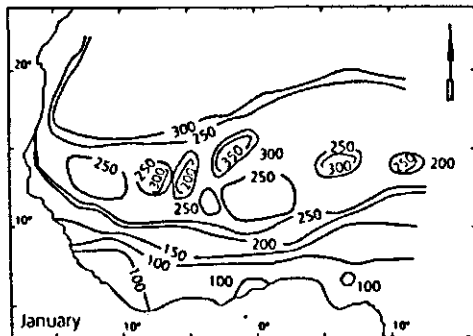


図 2.12 西アフリカの1, 7月における可能蒸発散量(mm)(出所: Ojo 1969)

て長期の観測によって得られた平均値を使ってきた。このような平均値を地図上に乗せると、広い地帯での、増大あるいは減少などの全般的な傾向を分りやすく表示することができる。しかしこの方法だけでは、実際には存在している大きな年次変動を十分に表現することができない。特に、降雨の年次変動は極めて大きく、その無視は問題である。

西アフリカにおける気候パラメーターの変動は、ITCZの不規則な動き方の結果である(図2.1参照)。しかし、同時に、小地域における大気の擾乱、山岳地の存在、さらに地表面における各種の条件もパラメーターの変動に影響を与える。

図2.13は、60カ所の測候所の観測値から得られた西アフリカの降雨変動を示している。図中 $\sigma$ (シグマ)の表示は、平均年降雨量の標準偏差である。降雨量が $-\sigma/2$ 、 $+\sigma/2$ を越えるとき、それらは標準年に比べ、有意に乾燥、あるいは湿潤年であると考えられる。ある期間、あるいはある年において、降雨の変動巾が、プラス、マイナス $\sigma/2$ 以内におさまっていれば、その降雨量は標準年に近いものと考えてよい。このリミットは図中に点線で示してある。

Ojo (1987) の結論は次のようである。1900~1925年は乾燥期である。この期間中、1907, 1910, 1920の3年間のみが比較的湿潤であったと認められる。1928~1960の期間中、2, 3年のみがかなり湿潤年であると認めら

れるが他の年はほぼ平年的な降雨を得ている。この期間中、乾燥年となったのは、1928, 1944, 1946年の3回である。これに続く1960~1970年の期間は、各年ともほぼ平年的な降雨であった期間である。しかし1970~1985年の期間は、かなり乾燥した期間になった。多くの年で年降雨量は、 $-\sigma/2$ を下回り、平年値に近い降雨を示した年は数回しかない。

いくつかの測候所における降雨量の年次変動を図2.14に示した。本図では1951~1960年の期間における各年の降雨量を、より長期間の平年値とともに示してある。後者は図において水平線として表示してある。

Robertsfieldにおける年降雨量の変動が最も大きい。Bobo Dioulassoにおける年降雨量は、1951~1954年の前半期間において平年値よりも大きい。しかし、Accraにおける降雨量は1951~1960年の全期間において平年値よりも高くなっている。

ナイジェリアにおける、二つの異なる農業生態ゾーン(これらについては、2.1.5の記載参照)の5測候所における湿潤年および乾燥年を、表2.1に示した。ここにおける乾燥および湿潤年とは、長期の観測によって得られた平年値の標準偏差を越えた年次を示している。表に見るように、測候所間、および同じ測候所においても、年降雨量には著しい差異があることが明かである。

すべての測候所で、同時に平年値に近い降雨量を示した年は数回しかなかった(1930,

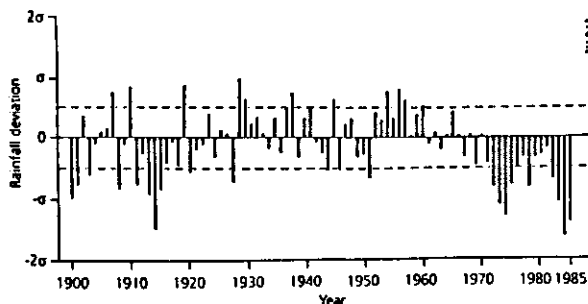


図2.13 西アフリカにおける長期観測(1900~1985)降雨量平均値に対する各年降雨量の変動(Ojo 1987, 改変)

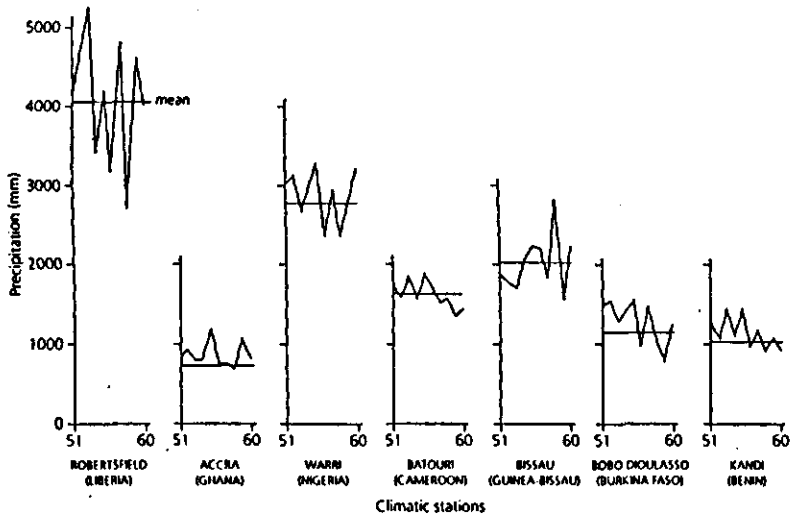


図 2.14 西アフリカのいくつかの測候所における、長期年平均値と比べた1951~1960年における降雨量の変動 (Hayward and Oguntinyinbo, 1987, 改変)

1933, 1966年)。記載した全年次において、すべての測候所が、同時に湿潤あるいは乾燥年となった年は一度もなかった。例えば1946年を見ると、スーダンサバンナ地帯では湿潤年であるが、赤道林地帯では乾燥年である。1970年代前半が、スーダンサバンナ地帯は明瞭な乾燥期間であったにもかかわらず(2.1.3参照), 赤道森林地帯には余りその影響が及んでいない。

スーダンサバンナ地帯内部でさえ、1932, 1934, 1948, 1949, 1951, 1958, 1976, 1977年には大きな変異が認められる。これらの年次ではスーダンサバンナ地帯に属する3測候所が正常, 湿潤, 乾燥のまったく異なった降雨量を示す年になっている。1939年には、赤道林地帯の2測候所が、湿潤と乾燥の両極端に分れてしまっている。

雨が何時降り始めるかは、同様に極めて不確定である。雨季の開始時期はITCZの南北間の移動と関連し、南部でより早く、北部での雨季到来時期は後になる。しかし、既に図2.1で示したように、ITCZ移動は不規則であって、結果として、ある特定地点での雨の降り始めの時期は不確定となる。この

雨の降り始めの時期の遅速は、作物生育期間の長短を決定するため、その土地を農業的にどのように利用するのかと重要な関係がある。

表2.2において、スーダンサバンナ地帯に属するニジェール、ニアメの雨季開始時期と作物生育期間の長短の関係を示した。ニアメにおいて、雨が6月12日に降り始めたとすれば、平均作物生育期間は95日となる。しかし雨の降り始めが7月2日まで遅れたとすれば、その年の作物生育期間が95日を越える可能性は1%しかない。もし、雨が5月24日に降り始めたとすると、作物生育期間が95日を越える可能性は100%である。

### 2.1.5 気候レジーム

降雨分布の型は西アフリカにおける最も特長的な現象である。現在までに得られている各地の降雨量と蒸発散量を使用して、ほぼ3気候レジームが存在すると考えられる。

#### 単頂型レジーム

単頂型レジームは雨季期間中の降雨に単一のピークが出現するものである。雨が降り始

表 2.1 ナイジェリアにおける 5 測候所で観測された湿潤および乾燥年  
(Ojo 1983, 改変)

Year	スーダンサバンナ地帯			赤道林地帯	
	Kano	Sokoto	Maiduguri	Lagos	Calabar
1927	Normal	Normal	Normal	Normal	Wct
1928	Normal	Normal	Normal	Normal	Wct
1929	Normal	Normal	Normal	Wct	Wct
1930	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1931	Wct	Normal	Wct	Normal	Normal
1932	Wct	Normal	Dry	Dry	Dry
1933	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1934	Normal	Dry	Wct	Normal	Dry
1935	Normal	Normal	Normal	Normal	Wct
1936	Normal	Wct	Wct	Normal	Normal
1937	Normal	Normal	Normal	Normal	Dry
1938	Wct	Normal	Wct	Dry	Normal
1939	Normal	Normal	Wct	Dry	Wct
1940	Normal	Normal	Normal	Normal	Wct
1941	Normal	Normal	Dry	Normal	Wct
1942	Dry	Dry	Dry	Normal	Normal
1943	Dry	Normal	Dry	Normal	Normal
1944	Dry	Normal	Dry	Normal	Normal
1945	Wct	Normal	Wct	Dry	Normal
1946	Wct	Wct	Wct	Dry	Dry
1947	Normal	Normal	Normal	Wct	Normal
1948	Dry	Wct	Dry	Dry	Dry
1949	Dry	Wct	Dry	Dry	Normal
1950	Normal	Wct	Normal	Dry	Normal
1951	Wct	Dry	Normal	Normal	Normal
1952	Wct	Wct	Wct	Normal	Normal
1953	Dry	Normal	Dry	Normal	Normal
1954	Wct	Wct	Normal	Normal	Wcs
1955	Wct	Normal	Wct	Normal	Normal
1956	Normal	Normal	Normal	Dry	Normal
1957	Wct	Wct	Wct	Wct	Normal
1958	Normal	Wct	Dry	Normal	Normal
1959	Wct	Normal	Normal	Normal	Normal
1960	Normal	Wct	Normal	Normal	Normal
1961	Normal	Normal	Normal	Normal	Wct
1962	Wct	Normal	Normal	Normal	Normal
1963	Dry	Normal	Normal	Normal	Normal
1964	Normal	Normal	Dry	Dry	Normal
1965	Normal	Wct	Normal	Wct	Normal
1966	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1967	Normal	Normal	Wct	Normal	Normal
1968	Dry	Dry	Normal	Wct	Normal
1969	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1970	Normal	Normal	Normal	Wct	Normal
1971	Dry	Dry	Dry	Dry	Normal
1972	Dry	Dry	Dry	Dry	Normal
1973	Dry	Dry	Dry	Normal	Dry
1974	Dry	Dry	Normal	Normal	Dry
1975	Dry	Dry	Normal	Normal	Normal
1976	Dry	Wct	Normal	Normal	Normal
1977	Dry	Wct	Normal	Normal	Normal

表 2.2 ニジェール、ニアメにおける雨季開始時期と作物生育期間  
の可能性 (出所: Sivakumar 1989)

降雨開始日	生育日数が下記日数を越える確率 (%)			
	75 日	95 日	115 日	135 日
5 月 24 日	100	99	48	1
6 月 2 日	100	87	11	0
6 月 12 日	99	48	1	0
6 月 22 日	87	11	0	0
7 月 2 日	48	1	0	0

めてから、降雨量および降雨頻度は次第に増大し、ITCZの影響が最も強くなる8、9月にピークに達する。ピークの時期が過ぎると、降雨は速やかに減少し、終了する。この間の総降雨量は、最北部で500mm、対象地域中の南西部では3000mmを越えている。

この地域の北部および北東部では、可能蒸発散量は、日当り6~8mmになる2つのピークがある。第1のピークは3~4月、第2のそれは11月である。最低値は1月および雨季に現われ、日当り3~5mmの値をとる。南西部でのそれは常に低く、日当り2~5mmにすぎない。

湿潤期間、すなわち降雨量が可能蒸発散量より多い期間 ( $P > ET_p$ )<sup>1)</sup>には、この地域北部での2カ月から、南東部の6カ月、南西部の8カ月の巾がある。

#### 双頂型レジーム

双頂型レジームは、西アフリカ南中央部のそれである。年降雨量1000mm以下から、2000mmまでの巾がある。経度で表わすと、この型が分布する地域はほぼ、西経8°から東経4°の範囲になる。

このレジームの降雨分布には2つのピークが現われる。第1のピークは6、7月に、第2のそれは9月に出現する。湿潤期間の長さには5カ月から9カ月の巾がある。しかし、

この湿潤期間中、7月下旬から9月の間に、小乾季と言うべき、 $P < ET_p$ となる期間が出現する。これは湿潤期間全体を2つの部分に分ける期間となっている。

AccraとLomé間の海岸地方では、湿潤期間が5カ月以下となるが、それは第2の降雨ピークがはっきりせず、降雨量が可能蒸発散量を越えないためである。

この地域の可能蒸発散量の特長は、非常に明瞭な3月における日当り7mmの最高と、8月における3~4mmの最低とにある。最高値に次いで、10、11月に日当り5~7mmとなるやや不明瞭な第2の最高値の期間がある。また、これに引き続いて12月から2月の期間には日当り3~5mmの可能蒸発散量となる。

#### 準双頂型レジーム

準双頂型レジーム地域は西アフリカ東部に展開する。これは単頂型レジームの南となるが、中央部および西部において、この準双頂型レジームは、単頂型と双頂型レジームの移行型であるとする事ができる。この型では降雨は7、8月に減少するものの、依然として降雨量は可能蒸発散量より多い。したがって湿潤期間は、3、4月より10、11月まで中絶なく継続されることになる。年平均降雨量は、西アフリカ北部で1250~1500mm、南西および南東部で3000mm以上となる。

訳注1) P : precipitation,  $ET_p$  : potential evapo-transpiration

可能蒸発散量は、一般に年間を通じて低く、日当たり2～5mmの範囲である。

## 2.1.6 農業生態系

西アフリカはいくつかの農業生態系に分けることができる。初期には年降雨量のみによって系の分類がなされていた。また異なる著者によっては異なる系に同じ名前を与えたり、降雨量の分け方が違っていたりする場合もあった。

農業的観点からすると、西アフリカにおける農業生態系の分類には作物生育期間を使用することがよい。FAO(1978)およびTAMS/CIEH(1976～1978)によって生育期間は次のように定義されている。

降雨量が可能蒸発散量の半分以上( $P > 0.5E_{Tp}$ )である年間の継続期間 プラス降雨終了後、土壤中に100mm相当の水分が貯留されていると仮定して、それが蒸発するのに必要な日数。かつ、生育期間は降雨量が可能蒸発量を越える( $P > E_{Tp}$ ) 湿潤を含んでいること。

年降雨量に地域性があることを基礎とし、さらにサハラ南部の西アフリカの生育期間および植物生育、農業生産の可能性からみて、これを4農業生態系に分けることができる。以下にこれらを解説する。

### サヘル地帯

サヘル地帯は、サハラ砂漠と真のサバンナとの移行地帯である。サヘル地帯の南の境界は、生育期間90日の線にほぼ相当する。植生の被覆は少ない。遊牧農業が卓越する。南部においては、生育最低日数が75日であるアワが栽培可能である。このサヘル地帯は本書における対象地方ではない。

### スーダンサバンナ地帯

スーダンサバンナ地帯はサヘル地帯の南側にある。生育期間は、北部境界における90日から、南部における165日までの幅がある。このゾーンの水分レジームは単頂型である。年平均降雨量は、北部における550mmから、東部における900mm、西部における1500mmの変化がある。乾季における早ばつストレスは高い。この地帯における気温の日較差は大きい。

ここでは各種の作物栽培が可能である。作物栽培上の主たる問題点は、やはり水分欠乏であって、特に生育期間の前後に発生するその影響がある。これに次いで問題となるのは、気温の日較差が大きいことである。

スーダンサバンナ地帯の面積は92万km<sup>2</sup>、対象地域である西アフリカの29.4%を占めている。

### ギニアサバンナ地帯

ギニアサバンナは、スーダンサバンナの南側に位置する。ここでの作物生育期間は165日から270日の範囲にある。この農業生態地域の降雨の分布は均等ではない。地帯北部の気候は単頂型レジームである。年平均降雨量は、地帯西部で1100～2500mm、同じく東部で900～1500mmの範囲にある。日射の特長は作物生育に好適である。

この地帯の中央南部では、気候は双頂型レジームとなる。湿潤期間中に2つに分れる降雨は同じではなく、かつ不規則である。早ばつの可能性があり、かつ日射は必ずしも好適でない。年平均降雨量は1000～1500mmの間にある。双頂型の気候であるため、主たる作物生育期間は、3、4月から7月に至る4、5カ月間であり、副次的生育期間は8月下旬から10、11月までとなる。Accra周辺の沿海地方は、これらに比べやや例外的であって、作物栽培期間は2、3カ月しかない。

これら単頂型および双頂型気候レジームの

中間には、準双頂型レジームをとるゾーンが存在する。

すなわち、本ゾーンにおいて、北部にくらべ南部の農業生態的条件はより劣っている。本ゾーンにおいて、作物生育の主たる阻害要因は、双頂型レジームにおける降雨の不規則性、特に2つに分れる降雨の中間期間におけるそれである。

ギニアサバンナ地帯の面積は135万km<sup>2</sup>、対象地域の42.9%を占めている。

### 赤道林地帯

ギニアサバンナ地帯の南東および南西に赤道林地帯が広がっている。生育期間は270日以上である。気候レジームは、東部において双頂型、西部において単頂型である。年平均降雨量は1250mmから3000mm以上に達する。中央南部では準双頂型の気候レジームとなる。ここでの年平均降雨量は1250~2000mmの範囲にある。

ここにおける早ばつストレスと気温日較差の影響は小さい。ここでの作物栽培上の問題は、日射がやや少ないことと、湿度が高すぎて病虫害発生頻度が高いことにある。

赤道林地帯の面積は87万km<sup>2</sup>、対象地域の27.7%を占めている。

## 2.2 地質および岩質

### 2.2.1 研究史概説

西アフリカの地質および岩質については、多数の報告が地質、岩質図とともに出版されており、本章の記載はそれらに基づいている。

対象地域内のほとんどすべての国について、1/200万縮尺による地図が入手可能である (Barrière and Slansky 1965 ; Blanchot et al. 1973 ; Geological Survey Division 1964 ; Nickles and Houreg 1952 ; Directorate Overseas Survey 1960)。ギニアビサオについては1/100万縮尺地質図があるが、これはDa Silva Teixeira (1962) による土壤調査報告の一部として出版されたものである。マリ、ニジェール、ブルキナファソ、セネガルおよびガンビアについての情報は *Atlas de la Haute Volta* (1975), Nahon (1976), ORSTOM (1970), および Jansen and Diarra (1990) から得ている。リベリアについての情報は、1/1000万縮尺の *Geological Atlas of the World* (UNESCO, 1976) から得た。また全地域について *Geology of Africa* (Furron, 1963) から全般的な情報を得た。

これら以外にも大部分の国について各種の関連する研究や地図がある (カメルーン : Dir. des Mines et de la Geologie, 1953-59 ; ナイジェリア : Directorate Geological Surveys 1962)。また、土壤調査や資源目録の各種報告中の一部として地質情報が記載されている。

### 2.2.2 主要地質ユニット

地質的にみると、西アフリカの地質は先カンブリア時代の基盤コンプレックス<sup>1)</sup>が卓越する南部と、海成および陸成堆積岩が出現する構造盆地<sup>2)</sup>である北部とに大別される (図 2.15)。

アフリカ楯状地<sup>3)</sup>は、古くアフリカ、南ア

訳注 : 1) 火成岩、変成岩からなる先カンブリア紀の岩体。極めて安定で造構運動はこれの上部層で起るのが普通である。Basement Complex。

2) 褶曲などの造構運動によって形成された盆地。Tectonic Basin。

3) 約13億年前から造山運動を受けていない安定地塊。アフリカにはこの他に、コンゴ、カラハリ、タンザニアの3安定地塊がある。African continental shield。



メリカ、マダガスカル、オーストラリアなどが一体であった Gondwana 大陸<sup>1)</sup>の一部として形成されたと考えられている。中生代<sup>2)</sup>(白亜紀)において Gondwana 大陸は現在の形に分裂した。同時に、あるいはこれに引き続いて Gondwana 大陸は、いわゆる大陸漂移によって移動を開始し、水平あるいは垂直方向の造陸運動が、分裂した各大陸で発生することとなった。西アフリカにおいて、この造陸運動は対象地域内北西部のチャド盆地がそ

うであるような盆状構造中の海または湖の形成、あるいはナイジェリアにあるベヌエ、ニジェール渓谷のようなトラフ<sup>3)</sup>の形成に関与している。これらの凹地の地表は、近世における堆積物によって埋積されている。

基盤コンプレックスは花こう岩およびそれに関与する先カンブリア期の変成岩からなっている。アフリカ大陸橋状地を形成している基盤岩は、対象地全部の下層に存在している。

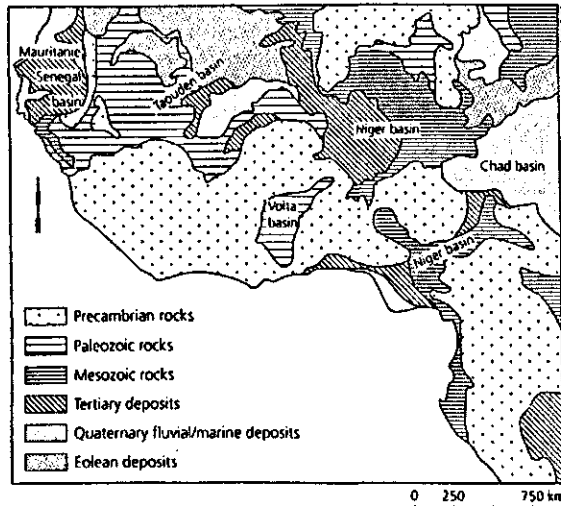


図 2.15 西アフリカにおける主要地質ユニット (Ribstein 1990, 改変)

図訳注)

Precambrian rocks : 先カンブリア紀、約35億年～6億年前にわたる時代の地質系統に属する岩石。

Paleozoic rocks : 古生代(カンブリア紀、オルドビス紀、シルル紀、デボン紀)、約5.7億年～2.3億年前にわたる時代の地質系統に属する岩石。

Mesozoic rocks : 中生代(三畳紀、ジュラ紀、白亜紀)、約2.3億年前から6500万年前にわたる時代の地質系統に属する岩石。

Tertiary deposits : 第三紀(暁新世、始新世、漸新世(以上を合せて貨幣石紀と別称)、中新世、鮮新世)、中性代以降、約200万年前までに形成された岩石。固結の進んでいない地層が多く、depositsが用いられる事が多い。

Quaternary fluvial/Marine deposits : 第四紀、第三紀以降、現在までの200万年間。河川水流による下刻等により河岸段丘の形成、それによる堆積、fluvial depositsや、沖積、marine depositsが形成された。更新世と完新世(現在までの1.1万年)に分かれる。

Eolian deposits : 風成層。主として風による堆積物。砂漠成層、砂丘成層および火山成層に分けられる。

訳注 : 1) 古生代後期から中生代まで南半球に広がっていたと考えられる古大陸。現在の南米、アフリカ、オーストラリア、南極大陸、マダガスカル、インドを含む。Gondwana land。

2) 図 2.15の訳注参照。

3) 幅を持った長い沈降帯。trough。

これは、ギニア、シエラレオネ、リベリア、コートジボアール、トーゴ、ベナン、ナイジェリア、ブルキナファソ、カメルーンの大部分に分布し、同時にギニアビサオ、マリ、ニジェール、ガーナの一部にも分布する。

基盤コンプレックスの構成は極めて変化に富んでいる。基盤コンプレックスは4つに分けることができる。これらは先カンブリア紀下部層、先カンブリア紀中部層、先カンブリア紀上部層、先カンブリア紀最終層の岩石にそれぞれ相当する。

先カンブリア紀下部層の岩石は、ギニア南東部、シエラレオネ、リベリア、コートジボアール西部、ガーナ、トーゴ中部、ベナン、カメルーン、ブルキナファソ、マリにおいて卓越する。岩石としては主として花こう岩—ミグマタイト<sup>1)</sup>—片麻岩コンプレックスである。

先カンブリア紀中部層(Birrimian)の岩石は、主として片岩、珪岩、および他の変成岩、すなわち雲母片岩、グリーンストーン<sup>2)</sup>、角閃石、アルコース<sup>3)</sup>、グレーワッケ<sup>4)</sup>等からなる。これらの岩石の分布地は、ブルキナファソ、マリ南部、ギニア北東部および南部、コートジボアール東部、カメルーン南部である。またこれら岩石は、コートジボアール西部、ガーナ西部、トーゴおよびベナンにまたがるAtacora山地を貫ぬく、北北東—南南西方向の褶曲山脈にも出現する。また、コートジボアールのMan Massifにおける紫そ輝石花こう岩も先カンブリア紀中部層岩石の一つである。さらにガーナ南西部では、同じく

先カンブリア紀中部層岩石として、酸性あるいは塩基性の熔岩および凝灰岩の貫入がみられる。これらは先カンブリア紀上部層の岩石とのコンプレックスとして存在している。

先カンブリア紀上部層の岩石は、Tarkwaian rocksとも呼ばれるが、それはガーナ南西部のTarkwaの地名に由来している。これは礫岩、(長石性)珪岩、砂岩、頁岩からなり、同時にコートジボアールにも局地的に存在する。

先カンブリア紀最終層の岩石(Buern series)はトーゴおよびベナン北部において重要である。これらは先カンブリア紀上部層の雲母珪岩とともに主要な岩石である。この最終層岩石は、頁岩、アルコース、砂岩、礫岩、および玄武岩性の火山岩からなっている。

ナイジェリアにおける先カンブリア紀岩石は十分に分類されていない。しかし、これは花こう岩、片麻岩、ミグマタイト、雲母片岩、角閃岩と、それ以降の時代に貫入した“若い”花こう岩から成っている。貫入した花こう岩は、ナイジェリア中部のJosプラトーの中心部をなし、各種のエロージョンに対して抵抗している。先カンブリア紀における地下から地表部近くへの岩石の貫入現象は、対象地域(すなわちギニア、マリ)における、ラコリス<sup>5)</sup>、シル<sup>6)</sup>、岩脈<sup>7)</sup>等の特有の地形あるいは景観を作っている。これらの岩石は粗粒玄武岩、斑れい岩である。

先カンブリア紀以降の時代は、古い順に、古生代、中生代、第三紀、第四紀に分けられ

訳注：1) 超変成岩の一種、片麻状岩石。migmatite。

2) 玄武岩、安山岩、ヒン岩からの変質岩。greenstone。

3) 石英、長石を多量に含む粗粒砂岩。arkose。

4) 粘土を多く含む、堅硬な砂岩。暗灰、暗青灰色を呈する。graywacke。

5) 大陸地域の乱されていない地層中にマグマが貫入し、上部の地層が上に押し上げられてできる地形。laccolith。

6) 地層面に平行かつほとんど水平の貫入岩体。多くは玄武岩。安定大陸に特長的。sill。

7) 垂直に近い板状貫入岩体。普通、幅1〜数10m、長さ100m以下が多い。dyke。

る。これらの時代には各種の堆積岩および堆積性地層が生成された。

古生代累層（カンブリア紀、オールドビス紀、シルル紀、デボン紀）の砂岩、頁岩、泥岩、礫岩が、ボルタ盆地中央部、マリ、ブルキナファソ、およびギニアのSikasso プラトー、Manding プラトー、Fouta Jallon プラトーに出現する。ブルキナファソ北部には、古生代層に属する苦土石灰岩がある。カンブリア紀よりやや古いインフラカンブリア紀に属する砂岩が、ボルタ盆地の北、西、南の周辺地方に出現する。

中生代累層は、各種の白亜紀の海成岩、すなわち大陸性互層石灰岩層、弱い変性を受けた砂岩、頁岩および石灰岩として存在する。これらの層位はナイジェリアのベヌエ、ニジェールトラフに存在する（Nupe および Bima 砂岩、Illo 累層）ほか、ニジェール南西部にも出現する。

第三紀堆積岩はコンチネンタルターミナル<sup>1)</sup>と呼ばれ、弱く固結された砂、砂質粘土、粘土、マール<sup>2)</sup>性の粘土からなっている。これらの堆積岩は、シュアレオネ、コートジボアール、トーゴ、ベナン、ナイジェリア、カメルーンの沿海地方に分布する。これらは、トーゴおよびベナンでは *Terres de Barre*<sup>3)</sup>、ナイジェリアでは Coastal Plain Sand と呼ばれる。ナイジェリア、Gongola 川の西にある Kerikeri 累層は砂岩からなっている。

これらの堆積岩は、ギニアビサオ、ガンビア、セネガルの広い地域を覆っている。ここでは非固結の砂に、砂岩、マール、粘土がまじっている。ダカール周辺では、この堆積物は、石灰岩、マール、粘土、燐鉱石となっている。

第三紀層堆積岩は、ブルキナファソ北部、マリ南部、ニジェール南西部の Taouden およびニジェール盆地にも広がっている。

第四紀堆積物はシルトおよび粘土<sup>4)</sup>であって、Senegal, Gambia, Casamance, Volta, Oti, Niger, Benue 川の河成平地、Niger デルタ、Rio Geba 川、Sassandra 川および他の小河川の河口に分布している。マリおよびブルキナファソに位置する内陸 Niger デルタ、Chad 盆地では構成粒子の粒径は大きくなる。スーダンサバンナの一部には、風積性の堆積物がある。

細長い海岸の砂洲は西アフリカ沿岸のほとんどの部分でみられる。

中生代および第三紀において、火山岩の貫入および噴出がある。またジュラ紀の玄武岩の流動構造が Jos 近くに認められ、白亜紀および第三紀の露頭が Benue トラフに、白亜紀玄武岩台地がカメルーン西部および中部（Mungo および Adamawa）に存在する。Jos プラトーにおける火山活動は第四紀更新世まで継続している。カメルーン山はギニア湾沿岸にあって現在も活動している活火山であるが、これは第四紀オリジンの火山である。

岩石と関連しつつ土壌生成過程をみれば、ほぼ次のように言うことができる。一般に西アフリカにおいては、堆積岩に由来する土壌は、化学的にみて先カンブリア紀基盤岩に由来する土壌より肥沃度が低い。これら基盤岩は珪酸鉱物を含有しており、風化によって養分を放出する。堆積岩は、堆積する以前に既に風化とエロージョンの一連の過程を何度も経ており、堆積以前の風化の結果、生成され

訳注：1) 大陸終成期砂岩の和訳がある。分布は沿岸に多く、ターミナルはそれも示すが、生成が第三紀晩期のため、現在は内陸となっている地帯での分布もあることは本文の通り。Continental Terminal。

2) 粘土質成分と炭酸塩成分の混合した堆積物。marl。

3) 砂洲の土地。の意。(佛)。

4) シルトは0.02~0.002mmの範囲の粒子、粘土は0.002mm以下の粒子、0.02~2mmは砂、2mm<礫。

た石英、カオリン鉱物<sup>1)</sup>、ギブサイト<sup>2)</sup>から構成されている。

各種の堆積岩のうち、砂岩の風化によって形成された砂質土壌の肥沃度は極めて低い。頁岩はより粘土質の土壌を形成する傾向があり、化学的にみてそれはやや肥沃な土壌となる。先カンブリア紀基盤岩類のうち、変成岩である片岩、角閃石等は比較的粒径の細かい土壌(軽埴土)を生成し、それは花こう岩類から生成された土壌より、化学的に肥沃である。さらに花こう岩土壌の土性は粗粒質である(砂質埴土、砂壤土、埴質砂土、砂土)。肥沃度の最も低い基盤岩土壌は、花こう岩類から生成されたものである。

## 2.3 地形

### 2.3.1 研究史概説

西アフリカの地形を総合的に記載した地区は、現在までのところ未だ出版されていない。したがって、対象地域の地形区分を行おうとすれば、各国ごと、あるいはその一部地域の土壌に関する報告に現われた小さなスケッチマップや、教科書等の記載まで動員せざるを得ない。このためには、いわゆるランドシステム分析についての報告は極めて有用である。ランドシステムは、地形パターン、土壌、水文、植生等から成るが、これらはその構成要素に分けられるので、地形解析の研究に使用できる。これらは通常、ブロックダイアグラムの形で記載されることが多い。ランドシステムのうち、特定のもの、例えば内陸小低地あるいはランドシステムのより大きなグルーピングである、例えば地形区などの記載は、

これらの報告を利用しつつ、より洗練された形でまとめることができる。今までに、ランドシステム分析は、シェラレオネ、リベリア北東部、ナイジェリア、コートジボアール北部の数地域について適用されている。

西アフリカの地形に関する既往文献は、Avenard (1971), Brouwers and Raunet (1976), F A O (1979), King (1967), Small (1972), Turner (1985), Murdock et al. (1976), Wall (1979)のものがある。本書でのこれに関する記載以上の情報は、巻末の“テキストに引用しなかった参考文献”を参照されたい。

### 2.3.2 西アフリカの景観

西アフリカの景観を特長づけるのは、大きく、ほとんど平らな準平原<sup>3)</sup>の存在である。これは長年にわたる強い侵食の結果として形成されたものである。アフリカにおいては、いくつかの異なった侵食サイクルがあって、そのため標高によって各種の準平原が形成されている。

ゴンドワナ大陸が分裂した白亜紀に先立つジュラ紀において、すでにこの巨大古大陸の地表は強い侵食の影響を受けていた。同時に、この侵食の結果として、大陸中の盆地、例えばコンゴ盆地は周辺からの岩屑の堆積を受けた。この堆積過程が先白亜紀において、アフリカの平らな景観を形成した理由である。

白亜紀におけるアフリカ大陸の地質学的転移、地層の破壊、および断層形成は、新たな侵食サイクルを発生させ、ゴンドワナ大陸以降の準平原形成をもたらした。この白亜紀断層形成と関連して、カメルーン西部、ナイジェ

訳注：1) 珪酸、アルミニウムの比が1：1である結晶性粘土鉱物。

2) 水酸化アルミニウムの結晶性鉱物。カオリンとともに熱水変成鉱物としても生成されるが、土壌化風化過程でも生成される。ここでは後者。

3) 長期の侵食により侵食基準面近くまで削り取られた、ほぼ平坦な小起伏の侵食面。どの程度平坦なものを準平原と呼ぶかについて明確な規定はなく、そのため、本書で後出のプラトー、ハイランドと用例の差異がやや不明確な場合がある。penneplain。

リア中部において火山活動が開始され、火山のある地帯にのみ局限されてはいるものの、火山噴出物によるかなり大きな熔岩性玄武岩プラトー<sup>1)</sup>の形成が行われた。

始新世、および鮮新—更新世における侵食(それぞれ、アフリカ、およびポストアフリカ平坦化作用に該当)は大陸のさらなる平坦化を行って、対象地域の大部分における、大きく広がる、まったく平らな準平原やプラトーを作りだした。西アフリカの平原のほとんどは、この鮮新—更新世のものである。これらは海拔50~700mの高度に分布している。いろいろな準平原の周辺は、起伏が断続する地形となっており、そこで明瞭な断崖が出現して別々の準平原に分れることになる。しかし、時には、この準平原周辺はなだらかな地形をとることもあり、その場合にはこの特有な地形を認めがたいこともある。

西アフリカでは、古い準平原がハイランド<sup>2)</sup>として残存する。これらは相互に急峻な断崖によって強く開析されている。 Gondwana大陸時代の古い遺物的地表地形は今も、西カメルーン山脈、ナイジェリアJosプラトー、ギニアFouta Jallonプラトー、ギニアハイランドのNima山の頂上付近で認めることができる。

ギニアのFouta Jallonプラトーは極端に開析されている。これらは海拔1000mから1500mの間に分布し、砂岩、あるいは頁岩から構成されたプラトーである。この平坦な地形が今まで保存されてきたのは、表層に鉄のクラストが生成されており、それが耐侵食性をもっていたためである。深く、鋭角的に切り込ま

れた断層型の谷がほぼ四辺形に交差しており、それらはこの地帯の排水パターンを形成している。西の方向に向って、このプラトーは断層崖で分けられた平坦地として、しかし全体としては高度を低めつつ、セネガルの海岸平野へと傾斜している。東方向におけるMandingプラトーでは、よりなだらかな地形変化がギニア、マリの海拔100~400mの内陸平野に向って続いている。ここではニジュールの大きな内陸デルタの発達が見られる。

Fouta JallonプラトーとMandingプラトーのなだらかな地形と、ギニアハイランド(Dorsale Guinéenne<sup>3)</sup>)の急峻な丘や山の地形とは鋭い対照を見せている。これらは花こう岩から成り、シエラレオネのLoma山地では海拔1900mの高度に達している。ギニア、コートジボアール、リベリアの国境地帯にあるNimba山は海拔1752m、それより東のMan Massif山は1400mの高さに達している。

ナイジェリア中部でのJosプラトーは花こう岩でできているが、そこには海拔1900m付近まで玄武岩でできた火山がある。Josプラトーの南端は、ほぼ600mの高度のところで、非常に深く急峻な断崖によって、Hausaland平野と隔てられている。

ポストGondwana準平原は、Josプラトーの高地の一部、Adamawa山脈を含むカメルーンハイランドの一部、ベナン北部のAtacora山脈中にあるプラトーのいくつかの山頂に認めることができる。

ボルタ盆地の東側に位置するAtacora山脈は、ガーナ南部、トーゴ、ベナン北部を通る北北西から南南東への平行する山嶺のベルト

訳注：1) 周辺地域より海拔高度がかなり高く、表面起伏の小さい、広い土地。plateau (単), plateaux (複)。なお熔岩性玄武岩プラトーとして最大のものはインド、デカンプラトーである。

2) 起伏量がほぼ1000m以下で、山稜、山頂が丸みを帯び、山腹傾斜もゆるやかな山地の形。地形学的には中山形(チュウザンケイ)を当てるが、一般名としては不適当と思われたので原著highlandのままとした。ただし本書の記載では、個有名詞的な用例もあってかなり急峻な地形もこれに含めており、上記の地形学的慣用とはやや内容が異なっている。

3) ギニアの背中、の意。(佛)。

である。これらの山の高さは、例えばSegou山のように、海拔1000mを越えている。山と山との間の谷は深く急峻であり、一部地方における谷の深さは300mを越えている。

カメルーンハイランドは、花こう岩、玄武岩から成るほぼ海拔1500m、あるいはそれ以上の高度の、なだらかな起伏のある熔岩プラトーである。このプラトーには火山円錐丘が分布しているが、その高さは2500mを越える(Oku山, Mba Kokeka山, Santa Peak)。これら高地は西に向って伸び、標高1200m程度のAdamawa山脈中のYadeプラトーに続いている。Mandara山地は北に向って伸びているが、カメルーンハイランドに属している。標高4070mのカメルーン山はカメルーンハイランドの南部にある独立峰であるが、これは現在も活動している火山である。

始新世の準平原であるナイジェリアHausalandは、海拔600~1000mである。カメルーン南部におけるプラトーの標高はほぼ同じで、これらも始新世準平原に属している。

既に述べたように、西アフリカにおける平地およびプラトーには鮮新—更新世のものが多い。これらの平坦面はゆるやかな緩波状地形を持つが、小河川や川によっていろいろな程度に開折され、全体としてみるとそれらは入り組んだ樹の枝のような形で、これら平地やプラトーの排水を行っている。場所は限定されるが、ここでは古いプラトーの遺構であるメサ<sup>1)</sup>あるいは花こう岩からなるインゼルベルグ<sup>2)</sup>などの地形が存在する。花こう岩のインゼルベルグは岩石がかたいため、進行

する風化、あるいはエロージョンに抵抗できる。インゼルベルグの高さは、200~300mである。メサは、その高さ10~200mであって、頂丘部の土壌表面が鉄・アルミナ質、鉄質風化殻からなるかたい礫質の層位に覆われているため、それらが風化等からこれを保護して成立した地形である。これらのかたい表層地層は、乾・湿が繰り返される気候条件の下、三二酸化物<sup>3)</sup>が表層下集積する土壤化作用の結果<sup>4)</sup>として生成されたものである。表層下の位置に集積して形成されたこの硬盤は、現在では地表に露出してその最表層となっている。それはメサが周辺に対して上昇するか、周辺地域が低下するかして新しい侵食サイクルが開始され、硬盤より上部にあった旧表層が失われるためである。

岩質が異ると、準平原中のこれら地形には特有の変化が発生する。例えば、ガーナ南西部のAshanti Hillsは硬質岩石である花こう岩、珪岩、閃緑岩からなる貫入岩体から成立している部分と、北東—南西方向に列状に続くより軟質岩石である礫岩、砂岩、頁岩、千枚岩の累層からなる部分とに分れている。侵食は、前者の地域では35°位までの急崖をもつ地形を作るが、後者では平坦で広い底部をもつ地形を形成することになる。またやはりガーナでの例であるが、ボルタ盆地周縁は上昇構造性地帯であるが、ここでは急峻で深い断崖が形成され、それらは北、西および南部に連なるゆるい起伏のある平野と接している。北部のGambaga スカープ<sup>5)</sup>での平野との境界の崖高は400m、南部のMampong ス

訳注：1) 古いプラトーで周辺が開折され孤立峰状となるが、頂丘は平坦でプラトーの形態を残す地形。mesa。

2) 乾燥輪廻が進行するにつれ岩石床が広がる中で小規模な丘陵が散在するようになる。かたい岩石の場合、平坦盆地床から島状に孤立する。(独)島の山の意。Inselberg。

3) Al, Feのように電価が3である金属の酸化物。酸素と結合した場合、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>となり、Oとの比が2:3、すなわち1.5となるため—半酸化物または三二酸化物と称する。sesquioxide。

4) 集積層を一般にlateritic layerと稱する。

5) 急な崖の意、ただし地域名と合せて地名。scarp。

カーブの崖高は500mに達している。この急崖に接する平野の海拔は100~200mである。トーゴおよびベニンにまたがる Atacora 山脈と、ナイジェリアのニジュール河谷に囲まれた平野と、これら準平原との間の境界はこのような比高差があって極めて明瞭である。しかし、一部では平坦化作用の進行があるため、このような急崖によって分けられる地形が必ずしもはっきりしない場所もある。

シェラレオネに存在する bolilands は特長のある準平原である。これらは季節的な氾らんを受け、広いが浅い凹地、標高差の余りない河岸段丘の入り交った地形で、砂質から粘土質の先カンブリア紀固結堆積岩層から成っている。

西アフリカでは強く開析分離されなかった緩波状、ほとんど平坦な準平原の例は比較的少ない。それらは海岸、沖積平野を含んでそうである。

対象地方の海岸平野は完新世の海成、河成沖積であって、海岸砂洲、ラグーン<sup>1)</sup>、河口、デルタとして存在している。

ナイジェリアのニジュール川河口において広大なデルタが形成されている。ここには淡水湖、盆地、河岸堤防がデルタ中央部に形成されている一方、マングローブ林が潮汐水路沿いの沼地に成立し海岸まで続いている。西アフリカの大部分の海岸線は砂地のそれで占められている。

コートジボアール、トーゴ、ベナン、ナイジェリア、カメルーンでは、海岸平野は第三紀層から成る低いプラトーを含むことがある。これらのプラトーは、ゆるやかな緩波状の地形を示しており、全体として内陸に向かって次第に標高が高くなっている。そのため、コートジボアール、トーゴ、ベナンではこれら海岸性プラトーと内陸平野の間には急崖があって両者を隔てている。その急崖の高さは数10

mはある。海岸性平野の標高が高くなった地帯には、川が谷を刻んで入りこむことになる。これらは、コートジボアールにおける Sassandra 川、Bandama 川、Komoe 川、トーゴにおける Sio 川、Haho 川、ベナンにおける Queme 川、等にその例がみられる。トーゴおよびベナンの Hollis Lama 低地は、ターミナルプラトーのなかに位置し、始新世マールの粘土からなる。恐らく、これは周辺の柔らかいマールからの侵食によって成立したものと思われる。

ナイジェリアにおいて、海岸性平野と内陸性平野の間には、第三紀および白亜紀の砂岩、頁岩、砂、石灰からなる地帯があり、急崖あるいは急傾斜の地形によって区分されている (Enugu スカープの高さは350m)。

ギニアビサオ、セネガル、ガンビアのほとんど水平の低平地は、主として砂岩、砂からなり、傾斜度を高めつつコンチネンタルターミナルに続いている。これらの海拔は20~50mであって Coruba, Geba, Casamance, Gambia, Senegal 川によって開析されている。

西アフリカの大河川のほとんどに、地方的には河岸段丘を伴う平坦な洪水平野がある。極めて広大な洪水平野と河岸段丘が、ガーナの Black Volta 川、ガーナ北東部とトーゴ北部にまたがる Oti 川、ギニア、マリ (内陸デルタ)、ナイジェリアにまたがる Benue 川、および Senegal 川、Gambia 川、チャド盆地において発達している。

### 2.3.3 地形土地区分

上述したような地形的変化をその特徴に基づいて地図化するためには、その対象地域を地形によって土地区分しなければならない。この地形土地区分は、自然地理学的に見た、その土地の景観をユニットにまとめることに

訳注：1) 砂洲によって外海から隔てられた海岸の湖。lagoon。

よって行われる。西アフリカでは4つの地形土地区分が成立する。

- 海岸および沖積平野
- 内陸平野
- プラトー
- ハイランド

これらの地形土地区分はさらに細分化し小区分とされる。細分化は岩石およびそれに関

連する川などによる土地の開析の程度や崖の形状、インゼルベルグ、山脈、ラテライトの表層をもつメサなどの有無等によって行われる。土地区分の小区分は全部で27区となる。これらは表2.3に簡単にまとめて記載した。また小区分の地理的分布は、付図3に示した。これら小区分については、各小区分ごとの主要土壌の記載を含み、より精密に付図4において示してある。(付図は省略した)

表 2.3 地形土地区分および小区分の概要

地形土地区分	小区分	自然地理	地質および岩質
海岸および沖積平野	1.1	海岸、沖積平野、デルタ、潮汐湿地等、ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	完新世海岸砂土、シルトおよび粘土の沖積、泥炭、第三紀の弱く固結した砂。
	1.2	少し開析された海岸段丘、ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	砂質埴土、粘土およびマール性粘土。第三紀および白亜紀の砂岩、シルト岩、頁岩、砂および石炭。
	1.3	強く開析された海岸段丘、ほとんど平坦からゆるい起伏。	
	1.4	少し開析された傾斜のある海岸平野、ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	第三紀砂岩、頁岩、マール、砂、粘土、部分的に貨幣石紀 (Nummulitic) の石灰岩。
	1.5	少し開析された傾斜のある海岸平野、ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	第三紀砂岩、頁岩、マール、砂、粘土。
	1.6	Gambia, Senegal, Benue, Niger 川の完新世洪水平野。ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	完新世の砂質、シルト質、粘土質の沖積性堆積物。
	1.7	Chad Basin (盆地) の完新世洪水平野および準完新世河岸段丘。ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	完新世および準完新世の砂質、シルト質、粘土質の沖積性堆積物。
	1.8	Niger 川の内陸デルタ。ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	完新世の中粒質および細粒質の沖積性堆積物。
内陸平野	2.1	インゼルベルグ、山稜、メサを持ち、開析弱の準平原。緩波状。	先カンブリア紀始生代の未分化花こう岩、ミグマタイト、片麻岩。
	2.1a	開析されていない大きな排水型凹地と低い段丘。ほとんど平坦。	先カンブリア紀後始生代の固結性砂あるいは粘土堆積岩。



表2.3 つづき

地形土地区分	小区分	自然地理	地質および岩質
内陸平野	2.2	インゼルベルグ、山稜、メサを持つ、開析弱の準平原。緩波状。	中期先カンブリア紀（中部層）の片岩、珪岩、および他の変成岩類。
	2.3	強く開析された準平原。起伏ありから急峻。	先カンブリア紀（上部層および中部層）の変成岩、堆積岩、火山性岩のコンプレックス。
	2.4	開析され、崖をもつ準平原。緩波状からゆるい起伏。	古生代（カンブリア系下部）の砂岩。
	2.5	弱く開析された準平原。ほとんど平坦。	古生代オルドビス紀の砂岩、頁岩、泥岩、礫岩。
	2.6	メサ、火山円堆丘を持つ、弱く開析された準平原。ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	中生代白亜紀の海成、大陸成の砂岩、頁岩、夾炭層。
	2.7	強く開析された準平原。緩波状。	中生代上部白亜紀の大陸性砂岩、礫岩。
	2.8	メサ、丘を持つ弱く分断された準平原。ゆるやかな緩波状。	古生代オルドビス紀の砂岩、氷礫岩。
	2.9	メサ、丘を持つ弱く開析された準平原。ほとんど平坦からゆるやかな緩波状。	第三紀の弱く固結された砂岩、泥岩、礫岩、砂、粘土。
	2.10	メサ、丘を持つ弱くあるいは中程度に開析された準平原。ゆるやかな緩波状。	カンブリア紀石灰性片岩、珪岩、泥質岩、砂岩、氷礫岩。
	2.11	メサを持つ開析された準平原。ゆるやかな緩波状から緩波状。	コンチネンタルターミナル複合。石灰岩、白亜紀砂岩およびマール、晩新世石灰岩、マール、頁岩。
	プラトー	3.1	インゼルベルグ、山稜、メサを持つ弱く開析されたプラトー。ゆるやかな緩波状。
3.2		インゼルベルグ、山稜、メサを持つ弱く開析されたプラトー。ゆるやかな緩波状。	中部先カンブリア紀片岩、珪岩、および他の変成岩類。
3.3		メサを持つ中程度に開析されたプラトー。ほとんど平坦からゆるい起伏。	古生代オルドビス紀の砂岩。
3.4		中程度に開析されたプラトー。緩波状から起伏あり。	第三紀晩新世の砂岩。

表2.3 つづき

地形土地区分	小区分	自然地理	地質および岩質
ハイランド	4.1	強く開析された山脈、古い平原化現象の遺構造を持つ。急峻。	下部先カンブリア紀の花こう岩、ミグマタイト、片麻岩。
	4.2	強く開析された急峻な山脈、および起伏ありから急傾斜のプラトー。	先カンブリア紀の“古い”花こう岩、ミグマタイト、片麻岩。ジュラ紀の“若い”花こう岩、およびさらに若い玄武岩。
	4.3	強く開析され、断層を持つ褶曲山脈。同時に古い平原化現象の遺構造を持つ。急峻。	中期、終期の先カンブリア紀堆積岩、変成岩類および噴出構造。
	4.4	強く開析された高地性プラトー。ゆるやかな緩波状から緩波状。	古生代オールドビス紀、シルル紀、デボン紀の砂岩、頁岩。

#### 2.3.4 内陸小低地の形態と分布

西アフリカの内陸小低地の特長については既に次の検討が行われている。IRAT (Kilian, 1972; Kilian and Teissier, 1973; Gillet, 1973), Avenard (ORSTOM, 1971), FAO (1979), Murdoch et al. (1976), Savides (1981), Raunet (1982, 1984, 1985), Turner (1985), Millington et al. (1985), Moorman (1981), Smaling et al. (1985a, 1985b), Andriessie (1986), Hakkeling et al. (1989)。

内陸小低地は、河川主流あるいは支流の、上部流域であると定義される。ここでは沖積堆積作用が存在しないか、あったとしても極めて少なく、はっきりした洪水平野がなく、また自然堤防もない。フランス語圏西アフリカでは、内陸小低地は *bassin versants* として知られ、北ナイジェリア、チャドおよびシエラレオネの内陸小低地にある湿地に対しては *fadamas* という地方名が与えられている。また東アフリカ、南アフリカにおいて、内陸小低地は *dambos* あるいは *mbugas* と言われるものに相当する。これらすべての名前は、季節的あるいは年間を通して湛水する谷底また

は凹地を意味している。

Raunet (1985) は内陸小低地を流路にそって3区分している。それらは、谷頭にあたる最上流部、中流部、下流部であって、それぞれが地形的な特長を持っている (図2.16)。

谷頭は川の最上流部にあたる。それは凹型の断面を持ち、流路は存在せず、地形、土壌的にみて崩積過程が進行する場所となっている。

中流部では、谷の幅は広く、谷の中央部は凹型の断面を持つがその谷底はほとんど平坦で、浅い流路が谷の中央部に出現する。洪水とそれに伴う堆積過程はあるものの、依然として崩積過程が主要な地形生成作用である。

下流部では、自然堤防がやや発達しはじめるがその程度は弱い。また沖積土壌が出現するが、谷の周縁部では崩積作用の存在がまだ明瞭に認められる。この下流部地形は、次第により下流の沖積平野へと続いている。

Raunetによるこの細分類は、内陸小低地を地形的、水文的特徴に基づいて分けたものではない。しかし、本書では、地形—水文的特長こそがこの農業的利用を規定する主

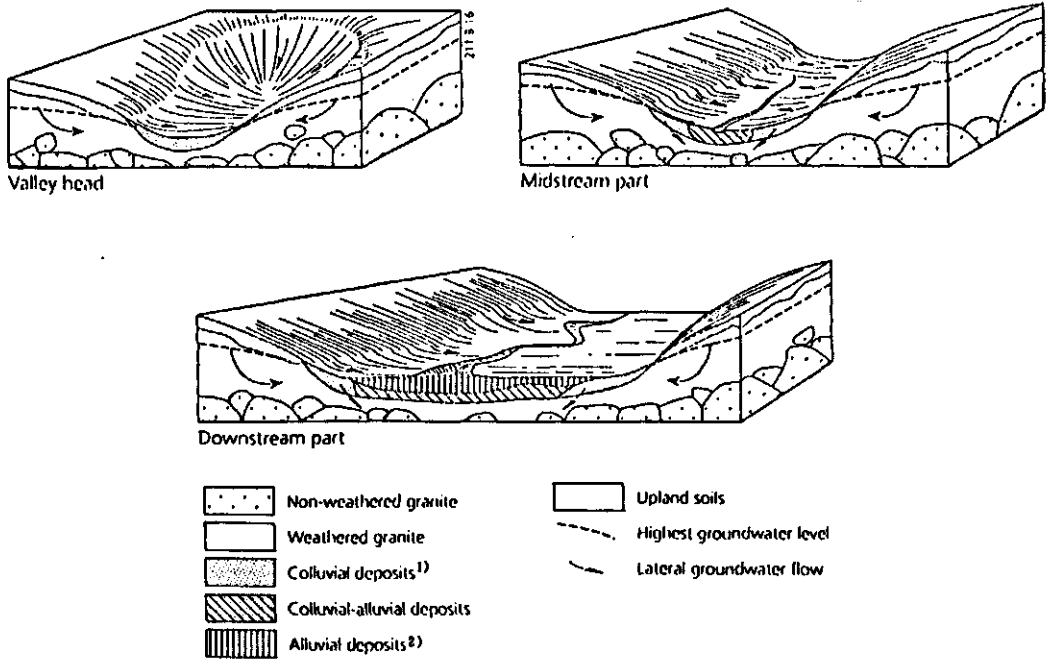


図 2.16 内陸小低地の上, 中, 下流部 (Raunet 1985, 改変)

図訳注: 1) 崩積性堆積, 2) 沖積性堆積

要な要因であると考えられるので, これらに基づいて以下に考察を進めたい。

谷頭にあたる内陸小低地最上流部を, 以下の記述では, 細流型内陸小低地 (stream inland valleys) と呼ぶことにする。ここでは谷中央部に, 最初の細流があったとしても, それは浅く, 幅は数mをこえることはない。この細流型内陸小低地の幅は, その上流部では10m程度, 下流部でもほぼ100mである。この部分での地形生成作用は, 崩積過程がその主たるものである。細流型小低地の延長は25kmあるいは時にそれ以上に達する。またこれは, Raunet (1985) による分類の上流部および中流部を含む地形である。

河川型内陸小低地 (river inland valleys) は細流型内陸小低地の下流部に出現する。ここでの流路は, より広く, 大きく, かつ明瞭なものとなる。また細流型のものに比べ, 沖積作用はよりはっきりと認められ, 洪水平地

が発達するようになる。洪水平地の幅は200mほどに達する。河川型内陸小低地はRaunetによる分類の内陸小低地下流部にほぼ該当する。

本書における内陸小低地のこの分類は, この2つの異なった洪水レジームと対応する関係にある。細流型内陸小低地の特長は, 表層および土層内部型水流, 他方, 河川型内陸小低地は河川からオーバーフローする水流による湛水レジームであるとされる。これらについてはさらに2.4.4で後述する。

内陸小低地のいくつかのカテゴリーの占める面積を示すために表2.4を掲げた。ここでは数種の湿潤地の範囲, 広さ等を示したが, 湿潤地は下記の3カテゴリーに分類可能である。

— 海岸平野と内陸盆地, これらにはデルタ, 河口平地, 潮汐平地, シェラレオネにお

ける *bolis* を含む。

— 河川洪水平野

— 内陸小低地の底部とその周縁傾斜下部

表 2.4 では、内陸小低地のカテゴリーとして既に述べた河川型および細流型内陸小低地の 2 つを挙げた。表に挙げた数字は、(半)精密及び予察土壌・自然地理調査図を基礎として算出した。しかし、河川型、細流型内陸小低地の区分は、現存する地図によっては必ずしも明瞭ではなかった。

表 2.4 には湿潤地の各種カテゴリーとその面積、分布割合を示した。これらカテゴリーは、農業生態ゾーン、地形土地区分、主要な地質、岩質的基礎によって分類した。これらの結果、概算ではあるが、対象地域のうち、細流型内陸小低地は 1100 万 ha から 2800 万 ha (3.5% から 8.9%)、河川型内陸小低地は 1000 万 ha から 2300 万 ha (3.2% から 7.3%) を占めていることになる。

岩質、気候、地形生成作用の相互作用の結果、内陸小低地の形状や大きさはかなり異っている。これら内陸小低地の形態は、縦断面、横断面の形状によってその特長を明かにすることができる。

縦方向、すなわち河川と平行方向でみると、内陸小低地は連続的であるが、それはスムーズに続いたり、何らかの妨害を受けて段差が生じたりすることがある。連続的な内陸小低地はほぼ同じ岩石累層、例えば堆積岩が続くようなところで成立する。段差のある内陸小低地は、ナイジェリア、シエラレオネ、リベリアの基盤コンプレックス上の内陸平地やプラトーで存在することが報告されている。これらでの岩質は硬岩類である花こう岩、珪岩などが、片岩、片麻岩のようなより軟質の岩石と互層をなしているところである。内陸小低地では、そのより平坦な部分は、風化を受けやすい岩質のところ発達し、風化に対してより強い岩質のところでは側面傾斜が強く

幅の狭い形状をとりやすい。

縦方向にみた内陸小低地の全体的な傾斜は、内陸平地とプラトーでは小さく (1~2%)、しかしハイランドでは 5% に達することがある。

Raunet (1982, 1985) は、花こう岩—片麻岩類層群の内陸小低地の横断面の形状を、降雨と関連させて 3 形式に分けて記載している (図 2.17)。これらは、

- 平坦緩斜面で囲まれた内陸小低地。年平均降雨量 800~1100mm の地域に認められる。小低地の幅は広く、3% 以下の緩斜面によって周囲を囲まれている。谷底面は平坦で比較的広い (幅 300m <)、また谷底面から周辺傾斜へのつながりは連続的である。谷底面と傾斜頂部との高度差は小さく、ほぼ 20m を越えない。
- 凹形内陸小低地。年平均降雨量 1100~1400mm の地域に出現する。これらは凹型の側斜面を持ち、その斜度は 3~8% である。谷底面の幅はやや狭く (300m >) その中央部は平坦であるが、谷底面周縁部はゆるい凹型の傾斜 (1~2%) で側壁へと続く。この周辺傾斜へ向っての変化は連続的である。谷底面と傾斜面頂部との高度差は 20~40m である。
- 凸型内陸小低地。年平均降雨量 1400mm 以上の地域において形成される。内陸小低地は凸型でやや急峻な (25% まで) 周辺傾斜面を持つ。谷底面の幅は 20~400m である。谷底面と周辺傾斜面の境界は明瞭である。谷底面と傾斜面頂部との高度差は 50m に達することがある。

上述の内陸小低地の分類は、主として降雨量の差による変化に基づいている。しかし、小低地の形態には、それが位置する場所の岩質も大きな影響を及ぼしている。Moorman (1981) は、ナイジェリア南部の河川型内陸

表 2.4 西アフリカにおける各種の農業生態地帯、地形土地区分、地質  
ユニットにおける湿潤地カテゴリーの面積と分布

農業生態地帯	地形土地区分	全面積 (×1000km <sup>2</sup> )	湿潤地が占める割合 (%)			
			デルタ 潮汐湿潤地 内陸湿潤地 ほか	洪水河川 平 地	河川型 内陸小低地 谷底面及び 周縁傾斜下部	細流型 内陸小低地 谷底面及び 周縁傾斜下部
赤道林地帯	海岸, 沖積平野, 内陸平地	100	25-40	1- 5	1- 4	1- 3
	基盤コンプレックス岩性	376	0- 1	2- 5	5-13	6-16
	堆積岩性	51	3- 8	5-10	3- 8	1- 6
	プラトー					
	基盤コンプレックス岩性	220	-	1- 2	2- 7	2- 7
	堆積岩性	0	-	-	-	-
	ハイランド					
	基盤コンプレックス岩性	118	-	1- 4	2- 7	5-10
堆積岩性	0	-	-	-	-	
ギニア サバンナ地帯	海岸, 沖積平野					
	海岸平野	56	8-10	1- 4	4- 6	3- 8
	洪水平野	18	-	70-90	-	-
	内陸平地					
	基盤コンプレックス岩性	389	0- 1	5- 8	7-12	3-11
	堆積岩性	241	3- 8	5-10	3- 8	1- 3
	プラトー					
	基盤コンプレックス岩性	374	-	1- 5	1- 5	8-13
堆積岩性	54	0- 1	2- 7	4- 9	4- 9	
ハイランド						
基盤コンプレックス岩性	149	0- 1	3- 8	8-13	3- 8	
堆積岩性	70	0- 1	3- 6	1- 5	6-11	
スーダン サバンナ地帯	海岸, 沖積平野					
	海岸平野	140	3- 4	1- 4	4- 6	3- 8
	洪水平野	83	-	60-90	-	-
	内陸平地					
	基盤コンプレックス岩性	87	-	1- 3	3- 5	4- 9
	堆積岩性	371	-	2- 3	2- 3	2- 5
	プラトー					
	基盤コンプレックス岩性	151	-	0- 1	1- 4	5-10
堆積岩性	77	-	0- 2	2- 8	2- 9	
ハイランド						
基盤コンプレックス岩性	5	-	2- 5	6-10	2- 5	
堆積岩性	7	-	2- 5	1- 3	3- 6	
対象地全面積		3,140				

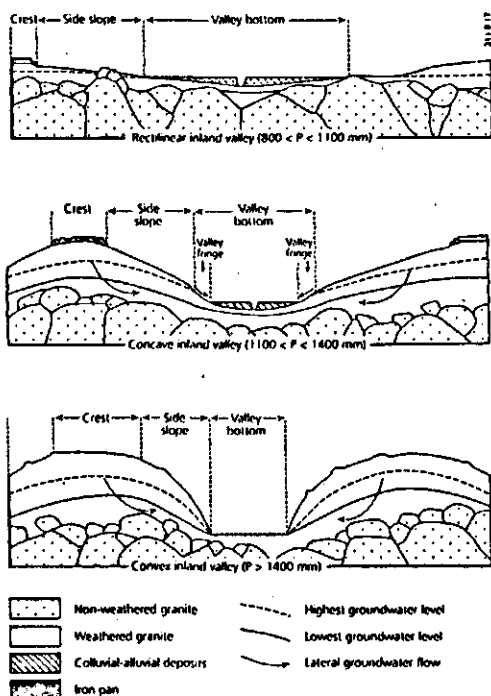


図 2.17 西アフリカにおける花こう片麻岩上で発達した内陸小低地の横断面、降雨量による形態の変化 (Raunet 1985, 改変)

図訳注) rectilinear inland valley : 平坦緩斜面で囲まれた内陸小低地, concave inland valley : 凹型斜面内陸小低地, convex inland valley : 凸型斜面内陸小低地。

小低地と、その存在する場所の岩質の関係について次のように述べている。

— 中性岩 (主として雲母片岩と片麻岩) 上では、内陸小低地は、凹型か平坦な谷底面を持つ U 字型となる。これらは赤道林地帯では幅が狭く、ギニアサバンナ地帯では幅が広がる。谷底面は凹型の傾斜をもって連続して周辺傾斜面の下部あるいは中部へと続く。周辺傾斜面の上部は頂上に至るまで凹型である。谷底面は赤道林地帯での凹凸のあるものから、ギニアサバンナ地帯でのゆるやかな起伏までの変化がある。谷底面から傾斜面頂部ま

での高度差は、ほぼ 20~40m である。

- 酸性結晶性岩 (珪岩、石英片岩) 上の内陸小低地は V 字型となり、深くかつ幅が狭い。頂部はとがっており周辺傾斜面は凸型で急峻であるが、斜面下部では凹型となって谷底面につながる。起伏面は丘陵状である。傾斜面頂部と谷底面との高度差は 100~200m である。
- 塩基性結晶性岩 (角閃岩) 上では、狭い U 字型の内陸小低地が出現する。傾斜面頂部の形は卵型で、傾斜面上部は急峻な凸型、中部はややゆるい傾斜の凹型、下部は凸型となる。凹型の谷底面の周辺傾斜面との境界は判然としている。傾斜面頂部は谷底面から 60m 近く高い。
- 沿海の“海岸砂質平野” (2.2.2 参照) における堆積岩上での内陸小低地の形状は、谷底は深く、幅は広く、U 字型の断面を持つ。谷底面と凹型の傾斜面との境界は明瞭である。平らな傾斜頂部を持ち、それに続く上部傾斜面は凸型で、さらに凹型の中・下部傾斜面へと続く。頂部と谷底面との高度差は 80m に達することがある。

Smaling et al. (1985a, 1985b) はシエラレオネとナイジェリアの細流型内陸小低地の検討を行った。彼らは排水システム最上流部 (ここでは実際には流路は存在しない) について次のように記載している。

ナイジェリアにおける内陸小低地は気候帯としてはギニアサバンナ地帯にあり、ニジェールトラフの中生代砂岩から成っている。その周辺傾斜面は弱い凸型で上部はほとんど平坦である。傾斜面の角度はやや強い (2-5%)。谷底面から傾斜面へ移行する部分の幅は狭く (20-80m)、ほぼ直線のか僅かに凹型であり、ゆるやかに傾斜 (2-8°) している。谷底面の幅は狭く (20-50m)、ほとんど平坦である。傾斜面頂部は谷底面からほぼ高さ 8 m

である。

シェラレオネの内陸小低地は赤道林地帯にあって基盤コンプレックスの花こう岩上で成立している。傾斜面上部は凸型かほぼ直線形で傾斜度は $2-8^{\circ}$ である。傾斜面下部はやや傾斜度が強く、場所によっては $20\%$ となる。またゆるやかな斜度( $2-5\%$ )の崩積性の傾斜面下部と、それに続くほとんど平坦な( $0-2\%$ )崩積性テラスが谷底面との間に存在することがある。谷底面の幅は $30-100\text{m}$ でほとんど平坦である。谷底面から傾斜面頂部の高さは、約 $15\text{m}$ までである。

Hakkeling et al.(1989)はコートジボアールにおける細流型内陸小低地について記載している。これはギニアサバンナ地帯に位置し、先カンブリア紀花こう岩および関連する変成岩から成っている。傾斜面頂部と傾斜面上部はほとんど平坦( $0-2\%$ )で、傾斜のやや大きい( $2-4\%$ )崩積性の中・下部へと続く。直線からやや凹型の崩積性の丘陵斜面が傾斜面と谷底面をつないでいる。この部分はほとんど平坦か緩傾斜( $1-4\%$ )であって、通常は狭い( $20-100\text{m}$ )。谷底面はほとんど平坦、幅は支流域で $20-50\text{m}$ 、主流域で $100-250\text{m}$ である。傾斜面頂部の高さは谷底面から $50\text{m}$ に達する。

各種の内陸小低地についてのこれらの記載から、気候、地質、地形の相互作用が内陸小低地に多様な形態の特長を与えることが明らかであろう。農業適性の観点から、内陸小低地のこのような形態は重要である。例えば、土壌の排水、湛水レジームは小低地の形によって影響を受けている。

## 2.4 水文

### 2.4.1 研究史概説

ここでは対象地域の主要集水域の自然排水

システムについて、内陸小低地の湛水レジーム、その水文および水収支とともに記述を行う。

西アフリカサバンナの研究において、TAMS/CIEH(1976-78)は、対象地域の一部ではあるが、地表および地表下の水レジームについてぼう大な情報の収集とその検討を行った。Atavion(1979)も対象地域における土地の排水の観点からの記載を行っている。

集水域および副次的な集水域について、ORSTOM(1970)とArgoulon(1972)がニジェール盆地のそれを、Chaumény(1972)とReichhold et al.(1978)がセネガル盆地を、Mitchel(1973)がガンビア、セネガル盆地を、海外援助省(1976)がガンビア盆地を、Bertrand(1973)がカサマンス盆地を、Girard et al.(1971)がコートジボアールの河川について、Quartey-Papafio and Kemevor(年次の記載なし)がボルタ盆地を、Rodier and Sircoulon(1963)およびMonid(1973)がQuémé盆地を、Murdoch et al.(1976)およびWall(1979)がナイジェリア南西部および中部の河川を、Olivry(1976)とCase-nave(1978)がカメルーン西部の河川について、精粗の違いはあるものの記載を行っている。

地形土地区分およびその小区分における自然排水システムは、2.2.2で既に論議した。この論議は主として半精密土壌図から得られた情報を基礎として、排水システムのパターン、密度、構造について行っている。

小集水域における河川排水についての顕著な研究が、Rodier(1964, 1976aおよびb)、Rodier and Auvray(1965)、Chevalier(1990)、Ribstein(1990)、HYPERBAV(1990)、Bourges(1991)によって、西アフリカ、中央アフリカのフランス語圏諸国において実施されている。

内陸小低地の水文プロセスと湛水の特長についての記載は、Millington et al.(1985)、

Turner (1985), Raunet (1985), Oosterbaan et al.(1987) によって行われている。

水収支の算定についての一般的な報告は、Beven and O'Connell (1985), Ojo (1985), Iwata et al. (1986), LaBaugh (1986) によって行われている。

水収支（あるいはその構成要素）についての測定および計算が個々の内陸小低地、あるいは小低地のグループに対して行われている。それらは、ORSTOMによるコートジボアールおよびブルキナファソ (Dubreuil 1966, Matthieu 1971, Molinier 1976, Lenoir 1978, Boulet 1978, Collinet and Valentin 1979), Van der Sommen and Geirnaert (1988) によるブルキナファソ, Institute of Agricultural Research Samaru (1972) によるナイジェリア北部, IITAによるナイジェリア南西部 (Moormann 1973, Moormann and Veldkamp 1978, Moormann et al. 1974, 1976, Veldkamp 1979), Gunneweg et al. (1986) によるナイジェリア中部のBida area, Ledger (1975) によるシェラレオネの極端に湿潤な集水域、等である。

#### 2.4.2 集水域

西アフリカの主要河川の集水域（流域盆地）は、2主要グループに分けることができる。それらは、

— 大きな河川の巨大な集水域。最初は北に向って流れ、次に西に向うSenegal川, Gambia川, Casamance川と、最初は北に、ついで東へ、最後には南へ流れるNiger川およびVolta川（主流であるBlack Volta）。

これらの河川の全長は1000kmを越えている (Gambia川1100km ; Senegal川1400 km ; Volta川1500km ; Niger川1400km)。

これら河川は、西アフリカのFouta Jallonおよびそれに連なる山地に源流を

持つ。Senegal川とNiger川の2本を除き、他はすべて本書の対象とする地域内にある。Senegal川はその上流集水域が対象地域内にあり、Niger川ではその中流部が対象地域外にある。

Niger川の支流であるBenue川の全長は1050kmでほぼ似た流路をとっているが、源流はカメルーンハイランドにあって、最初は北へ、ついで西に流れ、下流では南へ向って流れている。

— 比較的小さい河川の集水域。これらの河川は内陸に発し、ほとんどが直接海岸に達する。コートジボアール、ガーナ、トーゴ、ベナン、ナイジェリアにおけるこれら河川は、ほぼ北から南への流路をとる。セネガル、ギニアビサウ、ギニア、シェラレオネ、リベリア、カメルーンでのこれら河川の流路は、北東から南西方向である。これらの河川長は、滅多に500ないし600kmを越えることはない。

主要河川 (high-order rivers) の集水域は、多数の支流 (lower-order rivers) の集水域の集合である。オーダーが下るにしたがって、河川は小さくなり、より小さな流域盆地の排水をするようになる。したがって内陸小低地とは、排水システム全体のうちで、もっとも低いオーダーの川によって排水されるものを指すことになる。

#### 2.4.3 自然排水システム

自然排水システムは、排水パターン、密度、および構造によって特徴づけることができるであろう。地形土地区分およびその小区分における自然排水システムは、付図4の地形土地区分図に記載してある。(付図省略)

排水パターンは、排水路の面的配置のことである。これは必ずしも規則的ではなく、そのある場所の岩質、形状等によって決定さ



れる。

海岸平野の低地（小区分1.1）において、河口およびデルタの排水パターンははっきりしている。また、ここでは場所によって潮汐湿地がみられる（ナイジェリア、シエラレオネ、ギニア、セネガル、ガンビアの沿海部）。小区分1.2, 1.3, 1.4, 1.5では樹枝状、すなわち方向がまちまちの排水パターンが出現する。しかし、海岸テラスにおける成層性傾斜を伴った堆積性構造地帯では、場所によっては格子状の排水システムができる（小区分1.2, 1.3）。

大きな洪水平地を持つ川（小区分1.6）は、曲りくねった排水システムを示す（Gambia川, Senegal川, Niger川, Benue川）。組み紐のようにより合さった排水パターンがチャド盆地の洪水平地でみられる（小区分1.7）。

樹枝状の排水パターンは内陸の平地やプラトーでよくみられる（地形土地区分2および3）。これら内陸平地、プラトーの岩質が基盤コンプレックス（小区分2.1, 2.2, 3.1）であると、半平行的な排水パターンが形成される。しかし、岩質が風化に対してより耐性のある珪岩の層、あるいは花こう岩の山脈などからなっていると、これらによる構造の違いが反映して、格子状の排水パターンが一部で発生することになる。堆積岩地帯（小区分2.8, 2.10, 2.11）で、成層構造が傾斜しているところでは、矩形あるいは半平行的な排水パターンが現われる。

ガーナのボルタ盆地（小区分2.4）の周辺部は上へ向ってそり返る地形を持つ。したがって盆地内では周辺部から内側に向っての傾斜があるが、この地帯では半平行的な排水システムが明瞭に認められる。

ハイランド（小区分4.1, 4.2, 4.3）では、排水システムは半平行的なものが卓越する。矩形の排水パターンがFauta Jallonプラトー（小区分4.4）の砂岩および頁岩地帯に出現する。ここではいくつもの断層があり、断層

の位置で侵食が広がって川の流路が変わり、そのためにこのような排水パターンをとることになる。

排水密度は単位面積当りの流路、排水路の総延長であり、1km<sup>2</sup>当りkmを単位として表示される。排水構造は単位面積当りの流路の数である。後者は地形やその盆地がどのように開析されるかなどと密接に関係する。排水路密度が高く、排水構造が多いのは、一般に花こう岩、珪岩などの硬質岩類の成層構造の地帯の特長である。ここでは降雨は地中にしみこまず、ほとんど表面流去水となるためである。他方、堆積岩のように、よりやわらかく透水性の高い成層構造の地帯では、降雨は地中に逃れやすく、そのため排水密度は低く、排水構造も少くなる。

排水密度と排水構造の比は、排水路の平均延長を示すことになる。この比が低ければ水路長は短い。かなり多くの細流型、河川型内陸小低地がこのような状態にある。

排水密度は上述のように岩質によって変化するが、同時に降雨量とも密接に関係する。スーダンサバンナ地帯での排水密度は、岩質によって、0.1から0.6km<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>に変化する。しかしより湿潤なギニアサバンナ地帯での排水密度の範囲は0.3から1.2km<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>となる。他方、赤道林地帯でのそれは0.6から2.4km<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>に増大しており、降雨量の差による変化は歴然としている。

#### 2.4.4 内陸小低地の湛水レジーム

小低地の湛水レジームは自然排水システムにおけるそれらの位置に依存している。自然湛水、すなわち河川の堤防工事や他の人工的排水システムが存在しない条件でのそれは、2つのレジームに分けられる。これらは次のようである（図2.18）。

— 内部水流レジーム、小低地における湛水

が、降雨および周辺高地からの表面流水、土層内部の水流による水の集積によっておこるもの。この洪水レジームは細流型内陸小低地の特長である。

—表層水流レジーム、これは洪水が、主として河川の堤防からの溢流によって発生するものである。降雨量が多く、流路が増大する水量を収容しきれなくなって溢流し、水は洪水平地あるいはそれを越えてあふれる。このレジームは、河川型内陸小低地の特長であり、大きな洪水平地、あるいは主要河川 (high-order rivers) での特長である (2.4.3 参照)。

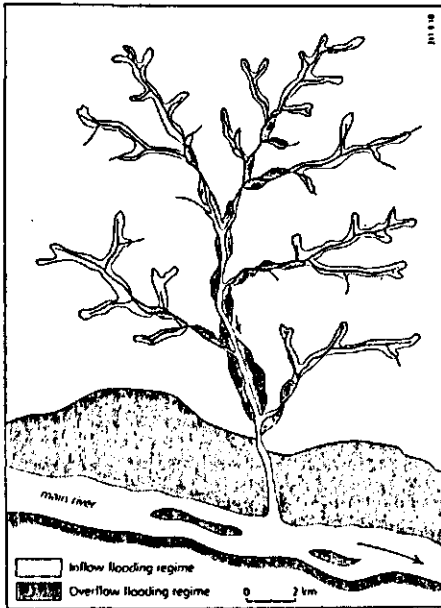


図 2.18 自然排水路における洪水レジームの模式図 (Savides 1981, 改変)

図訳注) Inflow flooding regime : 内部水流レジーム, 地下水の流れ  
 Overflow flooding regime : 表層水流レジーム, 表面流去水の流れ

#### 2.4.5 内陸小低地の自然水文

内陸小低地には、アップランドから谷底にいたる一連の地形系列 (toposequence)<sup>1)</sup>, あるいは連続 (continuum)<sup>2)</sup>がある (Andriessie and Fresco 1991)。連続は景観概念で多様な生態系のある環境を示す。このアップランド/低地湿地型連続は、ある傾斜面に沿って存在する土地のタイプの変化に対応している。この連続中のエコシステムは、もっとも高い位置のアップランドから、水分の多い中間を経て、谷底面の湿潤地へと連続して変化する。作物栽培の可能性を決定する水分と土壌に関する最も重要なパラメーターは、この斜面上の位置と密接に関係している (Moorman et al. 1977, Moorman and van Breemen 1978, Veldkamp 1979, WARDA 1988, Andriessie and Fresco 1991)。

この地形系列の各部分は、それぞれ特有の水文を示している。

図 2.19 は、内陸小低地の地形系列と景観の各要素を水文レジームとの関係で模式的に示したものである。水分環境の分類単位の分類は Moorman and Breemen (1978) およびそれを精密化した Andriessie and Fresco (1991) によって行われている。

図において雨水性 (pluvial) 部分としたものは、傾斜面頂部、上部および中部である。ここでの植物生育のために必要な水分の供給は全面的に降雨に依存する。地下水は土壌断面の深い位置にあって、雨季期間中でも役に立たない。過剰な雨水は土中に貯わえられることはなく、傾斜面下部へ表面流去するか、地下浸透しつつも植物生育と関係のない深い地下水位に低下到達してしまう。またその地下水も横方向、すなわち傾斜面下方へ向って

訳注: 1) 同じ気候、母材でも、地表の起伏による水文環境の違いは異なる土壌を生成することになる。この一連の土壌系列を言う。日本では全く同じ意味内容のカテナ, catena (英) を常用し和訳を使わない。したがって本書では仮に地形 (土壌) 系列をこれにあてる。

2) 生態学用語。小地域の地形土壌系列等に対応して変化する一連の生態系。

地下を横移動し、この位置からは失われる。

傾斜面下部の地下水浸潤性 (phreatic) 部分では、地下水は、少くとも雨季期間中には、降雨とともに植物の必要とする水分の主たる供給源となり、乾季の初期でもそうである。雨季には地下水位は浅い位置に上昇し、時に地表に出現することになる。これは傾斜面上部からの地下水の横移動の結果である。乾季には地下水位は深い位置に低下するが、それには気候とともに低地の形態も影響する。

流水性 (fluxial) 部分は谷底面であって、低地の形態と気候にもよるが、雨季期間中および雨季が終了しても暫らくの間は、土壌は水で飽和され、水浸しの状態となる。この自然水文的な地帯での水の主たる供給源は、表面流去水、すなわち傾斜面上部からのそれと、もしあったとすれば川からの溢流、傾斜面上部からの地下水の横移動、および降雨である。乾季がはじまると、地下水の横移動のみが谷底面の水浸しの状態を作り出す水の唯一の供給源となる。

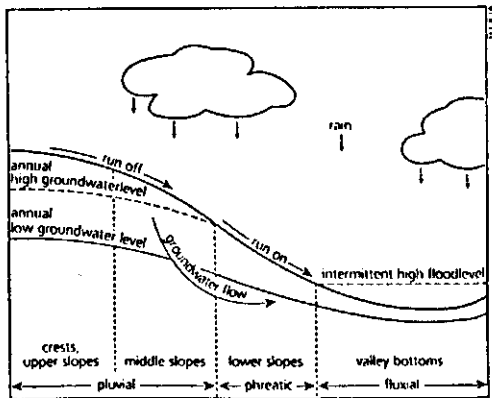


図 2.19 内陸小低地の地形系列にしたがった景観的要素と水文レジーム (Andriess and Fresco 1991, 改変)

地下水位の上昇と下降は、傾斜面の頂部および斜面上部でもっとも著しく、谷底面に向かって減少する (Lenoir 1978, Hakkeling et al. 1993)。内陸小低地におけるこの地下水位

の上昇、下降の一例としてコートジボアール中部で得られた結果を図 2.20 に示す。傾斜面頂部において、この差は 4 m に達するが、斜面下部においては 2 m、さらに短期間のみ水浸しになる谷底面では 50 cm にすぎない (Lenoir 1978)。Hakkeling et al. (1989) もコートジボアール中部の細流型内陸小低地の傾斜面で地下水変動の同じパターンを観測している。斜面の高い部分では地下水位の変動は大きく、低い位置では地下水位は何時も地表面に接近している。

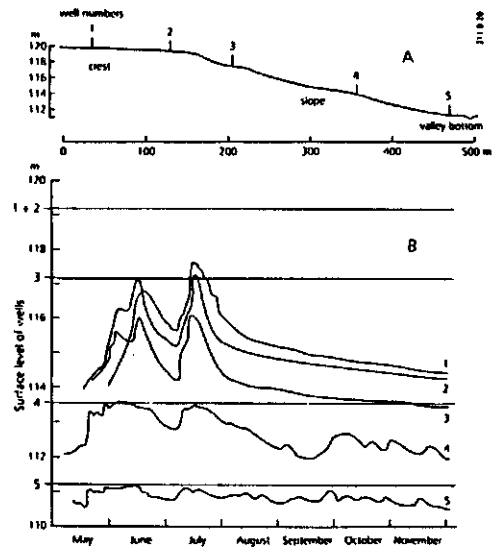


図 2.20 コートジボアール中部の花こう岩地帯内陸小低地における地形による地下水変動。A: 圧力水頭計設置井戸の位置, B: 地下水位の上昇と下降 (Lenoir 1978, 改変)

同じ場所で、地下水位の変動が年によって異なるのは降雨量の年次変化のためである。違う場所で季節によりその変動様式、変動量に差がでるのは、降雨量が異なるためだけではなく、小低地の地形が違い、水の地下浸透速度が異なるためである。西アフリカでは南部で降雨量が大きく、北部で少ない一般的な傾向があるが、傾斜面頂部における地下水位の変動は、スーダンサバンナ地帯で比較的小さ

く、ギニアサバンナ地帯では中位で、赤道林地帯で比較的大きい。しかし、赤道林地帯内陸小低地谷底面での地下水位変動は、他の農業生態ゾーンでのそれに比較して小さい傾向がある。その理由は、この地帯では、傾斜面頂部および斜面上部からの地下水横移動による谷底面への水分供給がより多く、かつ継続的であるためである (Raunet 1985)。

地下水位の年間変動に加え、より長期間の変動も存在する。例えば1978年から1985年の間、ブルキナファソにおける集水域の地下水位は、より長期間の平均値に比べほぼ4 mも低下した (van der Sommen and Geirnaert 1988, Martin and Thiery 1987)。この集水域においては、測定のために井戸から水を抜いた影響があったこと、また測定機器設置のために地表を閉鎖したので地下への水浸透が減少したと考えられたが、それにもかかわらず、この地下水位の低下の最大の理由はこの測定期間の降雨量の減少に帰せられている。Martine and Thiery (1987) によれば、もし降雨量がより長期の平均値にまで回復したとしても、地下水位は直ちに上昇することはなく、それが元の平均的な位置にまで上昇するためには、降雨量回復後、さらに7年から10年にかかるであろうという。

地下水位が低下することは、内陸小低地の水文に強い影響を与える。地下水位の低下にひきつづき地下水流量の減少が発生するために、谷底面への水の供給はその分減少することになり、乾季の襲来によってより早い時期から土壌は乾燥しはじめる。マリ南部でこの現象が実際に発生していることは、Jansen and Diarra (1990) が既に注目するところである。

#### 2.4.6 内陸小低地の水収支

水文学的な観点からは、雨季、乾季のいずれでも、内陸小低地が農業に利用できるか否

かは、そこからの平常時、ピーク時の水の排出量、周辺地からの表面流去水と地表下の水分移動によって供給される水量とその供給期間、雨季中の谷底面表面浸水の深さと期間、乾季における地下水位の深さ、によって決定される。

このような水の変動は水収支として表わすことができる。多くの著者の記載に準拠して (LaBaugh 1986, Beven and O'Connell 1985, Oosterbaan et al. 1987, Ojo 1985, van der Sommen and Geirnaert 1988, Iwata et al. 1986, Gunneweg et al. 1986), 内陸小低地の水収支は次のように表わされるであろう。

傾斜面上部において、

$$\Delta H_u = P - E_u - R_u - Q_u$$

谷底面において、

$$\Delta H_v = P + (Q_u + R_u) A_v / A - E_v - R_v$$

ただし、

$\Delta H$  = 貯留水量の変化

$P$  = 降雨量

$E$  = 蒸発散量

$R$  = 表面流去

$Q$  = 地下水流量

$A$  = 測定地域

$u$  : アップランドを示す略号

$v$  : 谷底面を示す略号

上記中、 $A$ を除き、他の単位はすべてmm。

アップランドからの表面流去 ( $R_u$ ) は、表面流去係数と、全降雨量 ( $P$ ) の関数である。表面流去係数は非常に多くのパラメーターによって変動する。それらは、降雨の量、強度、継続期間；集水域の面積、形状；植生；土壌の土性、構造、水分飽和度；である。これらの要因が複雑にからみ合うため、表面流去係数は、場所により、また季節によって、ほとんど0%から100%にまで変化する。

谷底面が浸水で満され、その土層が完全に飽和されているとき、アップランドからの表面流去 ( $R_u$ ) と、谷底面に流れ込む表面流去 ( $R_v$ ) は、斜面上の小流路によるものと、それがなく流下するものとの両方があるが、これらは地下水の横移動によってもたらされる水量よりは遥かに大きい。土層が既に水で飽和しているときの降雨は、流出水量のピークを導きやすい。小低地全体から外部下流への基底流量は、その傾斜面上部から谷底面への表面流去水量がほとんどゼロとなり、谷底面への水供給が地下水の横移動 ( $Q_u$ ) のみによって涵養されている条件下の水量である。

地下貯留水量の変化量 ( $\Delta H$ ) は、その地点への水の流入量と流出量の差である。その地点において流去せず、蒸散せず、水分不飽和の土層に吸収されなかった水は、地下水位を上昇させる。この地下水位上昇が傾斜面上部で発生すると、それは谷底面へ向っての地下水横移動を促進することになる。降雨が休止した場合、このような地下水横移動の存在は地下水位の低下をもたらすことになる。

乾季期間中、谷底面の水分涵養に主としてあずかるのは、この傾斜面上部からの地下水横移動である。乾季が続くと谷底面の乾燥も進行する。このような場合、すなわち乾季終期になった場合は、それ以前の雨季開始期から増大、雨期終了乾季開始によって減少の変動を行ってきた  $\Delta H$  は、もはや、傾斜面上部でも、谷底面でも変動しなくなっている。

地表下における水の横移動は、傾斜面上部でも谷底面でも、多くの変動要因によって影響されている。これらの変動要因は、その場所、時期によって次のような関係を示す。

— 動水勾配  $i$  は、2 地点における地下水位の差を、地点間の水平距離で割った値である。地下水位の位置は、地下水の増減下層の岩盤層、不透水層の深さと傾斜によって変化する。

— 透水係数  $K$  は、水分移動における抵抗係数である。 $K$  の値は、土性および土壌構造によって決定される。土層が均質であれば、飽和条件下では  $K$  の値はその土層に関してほぼ一定である。いくつかの土層に分けられる土層の場合、透水係数は各土層のその加重平均となる。

— 水分を保持する層の厚さ  $D$  は、地下水貯留量の増減によって変化する。この層は、地下水位の最上部からその下部の岩盤を含む不透水性層までの深さである。これと透水係数  $D$  との積、 $KD$  は土壌中水分の伝導量にあたる。

内陸小低地をとりまく傾斜面の谷底面へと向う地下水流の転換点となる位置では、降雨中あるいはその後で、地下水が土壌表面に出現することがある。この現象は浸出 (seepage) と呼ばれることがあり、この位置は地下水浸潤帯 (seepage または phreatic zone) と呼ばれる。この現象は、この位置での岩盤を含む下層不透水層上の土層の厚さが薄いときに現われやすいが、土層が圧密されていて、水量が多く増大した  $KD$  値を収容できなくなった場合にも発生する。したがって  $KD$  値が減少するか、動水勾配が増大した場合にもこの現象は止まる。動水勾配は、谷底面における地表あるいは地下水位が低下した場合には増大することになる。地表下における水の横移動は、 $D$  がほとんどゼロになるまで継続する。

#### 2.4.7 内陸小低地の水収支に影響する要因

西アフリカの内陸小低地の水収支は以下のようなものによって強い影響を受ける。すなわち、北部、南部間における降雨量の差、異なった岩質層の存在、内陸小低地の形態に種々なものがあること、等である。Raunet (1985), Millington et al. (1985), Turner (1985) はこれについて検討し、それによって次のよう

な一般的結論を示している。

—サヘルサバンナ地帯では、アップランドの地下水の更新は、雨季期間中でもほとんど起らない。降雨は蒸散によって失われるし、さらに重要であるが、表面流去によってこの位置から失われる。したがって、地下水の横移動は、極めて平坦な地域を例外として、ほとんど発生しない。そのため、降雨時の河川への出水は大きい、雨季期間中でもその水量の変動は極めて大きい。小低地傾斜面下層からの地下水の浸出を当てにした作物生育期間の延長は、ここではほとんど期待できない。さらに谷底面でも、それが一時的に湛水することはあるものの、土壌が長期間にわたって完全な湿潤状態にあることは稀である。

—スーダンサバンナ地帯での雨季期間中、降雨は蒸散や表面流去によって完全に消耗されることはない。傾斜面頂部とそれにつづく平坦あるいは起伏のある地形の地帯でも、地下水の更新は行われ、それに伴う地下水の横移動は発生する。このような農業生態系でも、降雨時の河川の急激な増水は存在する。しかし、地下水の状態がこのようなものであるため、河川には常に基底流量があり、河川水量はサヘル地帯よりかなり規則的に変化する。しかしこの地帯でも、この地下水位の状況が、作物生育を延長する効果は限られており、実際的にはほとんど考慮の外にある。

—ギニアサバンナと赤道林地帯では、アップランドでも谷底面でも、雨季期間中に地下水位はかなり上昇する。河川の基底流量は確保されており、降雨の後でも干上がることはない。ピーク流量となることはあるが、しかし河川流は一般的に平静な性質を持っている。これらの農業生

態ゾーンにおける内陸小低地内の作物生育期間は、アップランドから谷底への地下水流によって、かなり長くなっている。谷底面土壌は、長い期間にわたって水で飽和されている。特に赤道林地帯において、これら土壌は年間を通して湿潤である。

谷底面の湛水の深さと期間は、小低地の形態、周辺傾斜面の長さや角度、岩質による浸透性の差異、および降雨量によって変化する。

Millington et al.(1985) は、シェラレオネ(赤道林地帯、湿潤期間5月から11月)の森林化した細流型内陸小低地の10%は、年間を通して地表に水がたまっていることを観察している。他の小低地は少くとも4月、あるいはそれ以前に乾く。これらの小低地の湛水深は1.4mに達する。

ギニアサバンナ地帯で、Hakkeling et al.(1989), Smaling et al.(1985a) の観察によれば、細流型内陸小低地の湛水期間は、花こう岩上に成立したものでは2カ月、砂岩上に成立したものでは5カ月であった。崩積性の内陸小低地において、傾斜面下部、谷底面およびその周辺の地下水位の深さは、9月から12月にわたって根系の到達できる範囲に止まっている。

マリ(スーダンサバンナ地帯)の内陸小低地の場合、谷底面の土壌は雨季期間中だけは湿潤である。また湛水は、もっとも湿潤な月の豪雨直後にのみ、一時的に発生するにすぎない(Brouwers and Raunet 1976)。

岩質と関連してMillington et al.(1985) は次のように言っている。花こう岩上に成立した内陸小低地の全体水収支における排水割合は、他のより細粒質岩石上に成立した低地からの排水割合よりも大きい。また、花こう岩の小低地は乾燥するのが早い。

Turner(1985) の検討によれば、ナイジェ

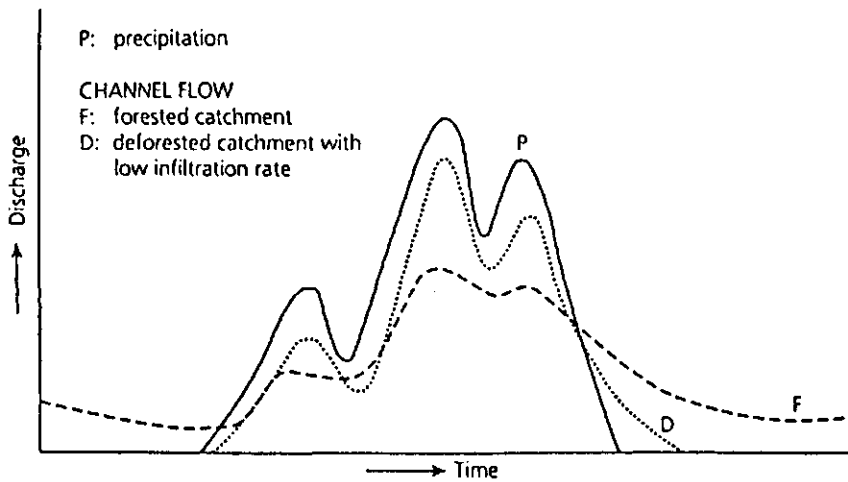


図 2.21 森林伐採による内陸小低地からの流出水量の変化 (Fiselier 1990, 改変)

リア北部（ギニアサバンナとスーダンサバンナの間にある漸移帯）の内陸小低地のうち、谷底面の傾斜が下流に向かって1%以下の場合にその谷底面は年間を通して湿潤であるが、もしその傾斜がほぼ1~2%の間にあると湿潤は季節的にしか起らない。

植生と作物栽培は、内陸小低地の水収支に大きな影響を与える。自然植生の場合、アップランドから谷底面への表面流去は一般的に言って少なく、降雨の地下浸透は大きく、地下水として貯留される。

谷底面に密な植生があるとそれは内陸小低地からの排水を妨げることになる。細流型内陸小低地を開墾すると、その水収支には変化が発生する。長期間の作物栽培は、土壤の団粒の安定性を低下せしめ、結果として土壤表層の構造性が破壊されるとともに、下層土は圧密をうけることになる。これらすべては土壤の透水性を低下させ、表面流去増大の原因となる。

一例として、内陸小低地が自然植生下にあった場合と、それを開墾して作物栽培を行った場合の水収支の変化を図 2.21 に示した。自然植生下では、この内陸小低地からの水のピー

ク流量は低く、同時に着実な基底流量が存在していた。しかし、これを開墾すると、ピーク流量は高くなり、かつ、土壤の透水係数が低下するために基底流量が無くなる期間ができる。こうなると、降雨が終って乾季がきたとき、この内陸小低地の乾燥は急速に進行するようになる (Fiselier 1990)。

内陸小低地の形態は、小低地地形系列における土壤の排水状況を決定している。凹型の小低地では、傾斜面頂部から上部の排水極良の雨水依存性部分、傾斜面下部の排水性中の地下水浸潤性部分、谷底面で排水不完全、不良の流水性部分に至るまで、その水分状態は連続的に変化する。湛水期間は小低地の形状によって大きく変化する。

凸型の周辺傾斜面を持つ内陸小低地の場合、排水状態はその2つの地形面の間で全く異なって来る。平坦な谷底面では排水は極めて不良であるが、急峻な傾斜面での排水状況は極めてよい。地下水浸潤性部分の幅は極めて狭い。地下水層の位置、あるいは湛水深は谷底面全体にわたって、場所による変化は少ない。

## 2.5 土壌

### 2.5.1 土壌生成

既に2.3の地形の部分で論議したように、西アフリカの大部分は、過去何回かの異なる侵食サイクルにより形成された古い準平原から成立している。西アフリカは、プレートテクトニクス的な活動が存在しない地帯であるために、この準平原は隆起、沈降などの変化を受けることはなく、結果として、地形的、地質的な“若返り現象”を経ることがなかった。そのため、この準平原表面は地質学的な長期の年月、安定であって、その土壌は極めて強く風化され、溶脱を受けることとなった。土壌の養分減少の程度は北から南に下るにしたがってひどく、それは大きく言って現在の降雨量が北から南へ向って増大する傾向と一致している。

もっとも強く溶脱を受けた土壌は、西アフリカ南西部のリベリア、シエラレオネと、南東部のカメルーンに存在する。ここにおける土壌はカオリン鉱物と三二酸化物（アルミニウムと鉄の酸化物）からなり、それら粘土はアルミニウムおよび水素イオンで飽和され、結果として極めて低い塩基飽和度のものとなっている。

北へ向って上ると、すなわちトーゴギャップ、ガーナ南部の乾燥回廊、トーゴ、ベナンでは、土壌は、より高い塩基飽和度を示すようになる。しかし西アフリカにおける地形形成は主として鮮新—更新世のものであって、この時代の地質気候条件の古さのため、土壌の性質を現在の気候条件から一義的に関係づけることはできない。

古気候学的な関係に加え、母材の岩質は土壌の生成および性質に強く影響している。基盤コンプレックスの変成岩類である片岩、角閃岩、緑色岩は風化して細粒質の土壌（軽埴

土）を作る。角閃岩から成立した土壌は苦鉄質の鉱物、すなわち橄欖石、輝石、角閃石に富んでいる。しかし、これらの鉱物は、鉄およびマンガンの含有率が高いために鉄結核、鉄硬盤を形成する可能性が大きい。中性岩である雲母片岩、片麻岩、および酸性岩である花こう岩、珪岩を含む基盤コンプレックス岩上に発達した土壌は、砂土から砂質埴土にいたる土性となりやすい。鉄結核を含む層位をもつ土壌、硬盤のある土壌はこれら岩石の上にも発達するが、その頻度はより塩基性の岩石上に発達した土壌で大きい。

堆積岩上で発達した土壌は、その堆積岩の生成時以前において既に1回ないしそれ以上の風化堆積過程を経ているわけで、その結果、これの上に発達した土壌は化学的にみた肥沃度が低く、石英、カオリナイト、ギブサイトがその主要粘土鉱物となっている。

### 2.5.2 土壌の分類、分布および性質

内陸小低地の土壌の性質は、その土壌が地形系列のどの位置にあるかと強く関係をしている。西アフリカ内陸小低地の景観要素としてあげられるのは次のものである。傾斜面頂部、傾斜面上部、中部、下部（以上4要素は“アップランド (upland)”に属する）、谷底面周縁部、崩積性丘陵斜面、および谷底面。

アップランド土壌は大きくは2つに分けられる。第1は、深い、あるいは非常に深い赤色土であり、第2は、鉄硬盤上にある浅い、礫質の土壌である。これら2つの土壌は、ともに、よく、あるいはかなりよく、排水されている。これらのアップランド土壌において、開析の程度と、風化と表層侵食の相互関係は極めて重要である。

崩積性の丘陵斜面と谷底面周縁部では、土壌は傾斜面上部からの崩積作用の結果としてある程度若返るが、これら崩積して来るものが肥沃度的に貧弱であることは問題である。地下水横移動の結果、アップランドから下部



に向って養分が運ばれてくる過程が存在するであろう。これらの自然地理的に分類した各部分において、地下水は年間のある期間、根のとどく範囲に存在するであろうし、傾斜面の上部はよく排水されるが下部の排水は悪い。

谷底面は、崩積性、沖積性の両方の堆積物から構成されるが、その土壌の層位分化は一般に弱く、また排水は極めて悪い。この平坦な地形と、乾湿をくり返す水文が、その農業利用の可能性を規制する主たる要因である。

次項からの土壌についての記載は主として D'Hoore (1965), Ahn (1970), FAO (1977a), Driessen and Dudal (1989) に基づいている。また土壌分類は、Revised Legend of the Soil Map of the World (FAO/UNESCO/

ISRIC 1990) に基づいている<sup>1)</sup>。

#### アップランドの土壌

風化および溶脱の程度に基づきアップランドの土壌は3グループに分けられる。それらは Ferralsols, Acrisols, Lixisols である。

Ferralsols<sup>2)</sup> は、西アフリカ南西部のシエラレオネ、リベリア、南東部のカメルーンで多い土壌型である。この土壌は強く風化され、溶脱された土壌で ferralic の B 層を持つ。このような B 層の存在がこの土壌型の特長であるが、この層位は粘土部分の塩基交換容量、CEC が  $16 \text{ meq}/100 \text{ g 土壌}$  と少ない (中性 N 酢安法による)。強い風化過程が進行しているため、かなり風化耐性の高い一次鉱物でも土壌断面からは既に除かれており、石英、カ

訳注：1) FAO/UNESCO は 1960 年より共通の凡例をもつ世界土壌図作製の共同事業を開始し、1970 年に完成した。その後も若干の改良が加えられつつ現在に至っている。分類体系はかなり実用的であり、古いアメリカおよび旧ソ連の分類体系の影響を強く受けているようにみえる。いま一つの世界土壌分類体系は、US Soil Taxonomy と通称されるアメリカ Soil Survey Staff による分類体系である。1975 年に一応の完成をし、その後も改定を続けている。FAO/UNESCO の分類が、soil unit (土壌単位) に基づくの比へ、これは diagnostic horizon (特徴層位) に基づく分類体系であるため、相互の対比が困難な場合がある。US Soil Taxonomy での特徴層位を用いた分類の最大の利点は、特徴層位の生成が、土壌生成にかかわる気候、母材等を反映するために、異なる地点で同じ土壌名の土壌が出現した場合、一方の作物の種類、農法を含む農業形態は、同名の土壌のある他の地域へ移転可能と考えられる点にある。すなわちこの分類方式は農業における技術移転を容易にすることを最大の目的としたもので、単なる学問的分類ではない。もちろん、FAO 方式分類でもこれはかなり可能である。現在、途上国で採用される土壌分類方式は次第に US 方式に移行しつつあり、西アフリカでもいくつかの国ではこちらを使っている。一般に途上国への農業援助において、アメリカ、カナダ、オーストラリアは US 方式、イギリスを含むヨーロッパ諸国は FAO 方式による土壌調査とそれによる分類を先行させ、その地帯で、あるべき、あるいは実現可能な農業形態を想定しつつ実施計画をかためている。訳者の私見ではあるが、我が国の途上国農業援助の実施に当って、このような実用性を持つ土壌分類の重要性の認識は極めて希薄と言わざるを得ず、それがために援助の有効性を損っている例がある。

2) 鉄、アルミナ質の多い土壌の意。鉄およびそれに随伴するマンガンのために、土色は赤～赤紫である。従来、一般にラテライトと言われた土壌にほぼ相当する。しかし FAO、US 方式のいずれでもラテライトを土壌型の名前として使うことはない (プリンサイトの訳注参照)。農業的にみると、自然状態での化学的肥沃度は低い少量の石灰、磷酸の施用は作物の生育収量を向上させやすく、この土壌では low-input 型農業が可能であれば、農業は成功しやすい。とくに物理的性質がかなり良好で、その点は類似土壌である Acrisols と異なっている。南米ブラジル周辺土壌は Ferralsols で、近年、ここで農業開発が成功しつつあるのは、少なくとも low-input 型農業を実施し得る経済基盤があり、かつ、土壌のこのような性質によるところが大きいであろう。

オリン、ゲータイト<sup>1)</sup>、ヘマタイト<sup>2)</sup>、ギブサイトが主要な構成鉱物である。結果として、Ferralsolsの自然肥沃度は極めて低く、表層土層の有機物含量は低い。これら地帯におけるFerralsolsの土性は中粒質のものが多く、砂質埴土から軽埴土の間にある。有効土層は深いか、極めて深い。この土壤の大構造は発達していないが、微細構造はよく発達している<sup>3)</sup>。カオリナイトは三二酸化物(セスキオキサイド)と結合して、シルトあるいは砂の大きさの団粒構造を作っている。この構造上の特徴のため、Ferralsolsは孔隙量、浸透性が大きく、透水性が高い。鉄石の硬盤と固くなったプリンサイト<sup>4)</sup>(*cuirasse, carapace*)の層が、特に鉄、マグネシウムの多い母材(たとえば角閃岩)上に発達したFerralsolsには出現しやすい。しかしながら本土壌型は、西アフリカにおける他の2土壤型であるLixisolsとAcrisolsに比べれば、その分布は少ない。

Acrisols<sup>5)</sup>は赤道林地帯とギニアサバンナ地帯(ギニア東部、コートジボアール、ガーナ南西部、ナイジェリア南東部)との中間の漸移帯における主要土壤である。Acrisolsは、粘土集積によって特徴づけられるargic B層<sup>5)</sup>を持つ土壤である。B層粘土の塩基交換容量は24meq/100g粘土以下、塩基飽和度は50%以下の層位が地表下125cm以内に存在する。Acrisolsでは風化可能な一次鉱物はほとんど存在しない。粘土部分はカオリナイトとギブサイトがその主要な2次鉱物である。Acrisolsの土性は、細粒質のB層の上に、粗粒~中粒質の表層A層がある。鉄石の層あるいは硬盤の存在はFerralsolsよりもさらに多く、ごく普通である。Acrisolsは壁状の大構造を持つが、微細構造の発達はFerralsolsに比べて弱い。この土壤構造の差が、特に表層に腐植含量が少いとき、AcrisolsはFerralsolsに比べて侵食に対する耐性を低くする。

訳注：1) 針鉄鉱の和名があるが一般的でない。 $\alpha$  FeO(OH), goethite.

2) 赤鉄鉱の和名があるが、土壤一次鉱物名として一般的でない。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, hematite.

3) 肉眼でみてははっきり分る塊状、柱状等の構造を大構造、macro-structure、団粒のような構造を微細構造、micro-structureという。

4) セスキオキサイドとカオリナイト、石英に極めて少量の腐植を含む高度に風化した混合物。もしこれが地表に露出して乾湿を繰り返す、不可逆的に硬化すると、ラテライトとなる。ラテライトはこのような層位の名前としてのみ現在も使われている。ラテライトは硬化の程度により、carapace(手でこわれる)、cuirasse(ツルハシでこわれる)(いずれも佛)に分類される。原著ではプリンサイトの分類としてこの2つを挙げているが、これらは通常、ラテライトの区分である。少なくとも、現在での土壤学的理解によればプリンサイトとラテライトは違う。plinthite.

5) 溶脱層であるA層の下、B層において層格子粘土の集積層をいう。したがって粘土含量はA層より多く、argic B層では構造体表面に粘土皮膜(cutan)がある。Acrisolsはこの層位を持つ風化の進んだ一連の土壤。森林は成立するが伐採して農業を営なもうとすると、その酸性、焼酸欠乏のために著しい困難があるのが普通である。酸性矯正のための石灰施用量は、Ferralsolsより多くなりやすく、いわゆるlow-input型農業が成立しがたい土壤である。人口密度が高い東南アジア諸国でも、この土壤の分布地域では大きな都市は成立できないように思われる。最近の知見では、low-input条件下で、陸稲の栽培は可能であるが、トウモロコシ、マングビーン、ラッカセイおよびキャッサバですらまともな収量を挙げ得ない。この土壤に適合する作物の探索、安価な土壤改良法の開発が急務である。またこの土壤の物理性は著るしく悪い。

Lixisols<sup>1)</sup>は西アフリカの北部、中部（セネガル南部、ガンビア、ギニアビサオの一部、マリ南部、ブルキナファソ、ガーナ北部、中部、東部、トーゴ、ベナン、ナイジェリア西部、中部、北部）に分布する。この土壤はargic B層を持ち、その塩基交換容量は24 meq/100g粘土以下の部分がB層のなかの少なくとも一部の層位に存在することがその土壤をこれに分類するうえで必要である。またB層の塩基飽和度は50%以上である。土壤化過程の初期においては強い風化を受けたが、近年になって化学的富化過程の時代があったことが、この土壤の生成の要件である。化学的富化過程は、地下水の毛管上昇、風積性堆積、生物活性、地下水の横移動等によって促進された。プリンサイトや固結した鉄石がこの土壤には出現するが、それらは化石性のもの、すなわち過去の強い風化過程の産物であって、現在の気候条件下では水による土壤化作用が進行することはないが、これらの存在は、この土壤が過去に湿潤気候条件下にあったことを強く示唆するものである。

この土壤の表土は粗粒～中粒質のものであり、より粒径の細かい粒子からなる下層土がある。粘土はカオリナイトが卓越する。Lixisolsの土壤pHはAcrisolsおよびFerralsolsよりも高い。有効土層は深いか、かなり深い、特に本土壌が石英に富む母材（花こう岩、珪岩、片麻岩）の上に生成した場合に、しばしば非常に礫質の土壤となる。この土壤はしばしば鉄石の硬盤か団粒が浅い層位に出現し、その上に存在していることがある。これは苦鉄質型<sup>2)</sup>の鉱物（例えば角閃石など）を含む岩石を母材とした場合にそうなりやすい。Lixisolsの構造的安定性はFerralsols, Acrisolsに比べて低い。もし、土壤が長期的な耕作をされたり、不適当な管理をされたりすると、スレーキングや土壤の圧密<sup>3)</sup>が発生する。他の土壤 ニジュールとベヌエ川トラフを占める白亜紀堆積岩層上の土壤は主としてDystric Nitisols<sup>4)</sup>である。この土性は砂質埴壤土から重埴土、すなわち中・細粒質のものである。この土壤の有効土層は非常に深く、厚いargic B層を持ち、その層位の粘土の分

訳注：1) 熱帯、亜熱帯の半乾燥地に存在し、風化が進行した集積層を持つ土壤。鉄、アルミニウム等の三酸化物が土層内に保持されるため土色は赤い。本文にある機作で土壤の塩基飽和度は高く、そのため肥沃ではあるが、土壤風化過程は基本的に鉄型であるため土壤磷酸は鉄で固定されており、磷酸肥沃度は低い。しかし主たる農業上の問題点は水分欠乏にあって、この土壤型の多いインドデカンプラトーでは、マメ類としては著しい深根性で深い層位の水分を利用するビジョンビーと、主穀類としては耐旱性の高いソルガムが基幹的作物となっている。鉄型磷酸は最も作物に吸収されがたい磷酸であるとされていたが、最近の知見によればビジョンビーはこれを特異的に吸収利用する機構を持つことが明らかになった。デカンプラトーでの古い農法に、ビジョンビーとソルガム、トウモロコシ等の混作があったが、ビジョンビーによって有効化された鉄型磷酸は、これらの作物によっても吸収利用される。Lixisols地帯でのlow-input型農業を想定すれば、注目されるべき事実であろう。なお、ITCZの訳注参照。

2) 鉄、マグネシウム（苦土）が多い、の意。ferromagnesium。

3) 泥岩、頁岩のような細粒質岩石は乾湿の繰返しによって細片にくだける。slaking。この結果、細粒化した岩石は土壤の孔隙をつぶすため、圧密化を促進、物理性の悪化につながる。この細片化は温度差が大きいと促進される。Lixisolsの分布する地帯がそれであることは、本書2.1において既に述べられている。

4) Dystricは貧栄養の意。Nitisolsは溶脱を受けargic B層の塩基交換容量、CECが著しく小さい土壤。

布は表層下150cmに至るまで、20%以上の減少を示すことはない。Nitisolsは、ガンビア西部およびセネガル南西部の沿海性段丘および段差のある平地上の主要土壌である。

より乾燥した、西アフリカ北部には、土壌断面の層位分化が極めて弱い土壌が、第三紀堆積層上に発達している。これら土壌は、土性は砂質で、薄い粘土層を持つLuvic Arenosols<sup>1)</sup>か、cambic B層を持つCambic Arenosols<sup>2)</sup>である。

粘土含量が高く、乾燥すると土壌に深いキレツが生ずるVertisols<sup>3)</sup>が、トーゴのHollis Lama盆地、ベナン、マリの粘土質の第三紀堆積、ブルキナファソ、ナイジェリア北東部の白亜紀堆積岩地帯（ベヌエトラフ）、カメルーン北部の先カンブリア紀細粒質岩石地帯、マリの粗粒玄武岩地帯に存在する。

上記した土壌型は、西アフリカ内陸小低地の一連の土壌系列のうち、アップランド（傾斜面頂部、上部、中部、下部）に出現する土壌としては最も普通のものである。しかし、極めて強い侵食を受けた傾斜面の場合、土壌断面の発達は弱く、その土壌はCambisolsかLeptisols<sup>4)</sup>に分類されるようになる。後者の場合、土層は浅く、30cm以内の深さに母材

の岩石、あるいは鉄硬盤が出現する。また、地下水位が高いか、地下水の横移動が多い傾斜面の部位では、プリンサイトが生成されることがある。

#### 崩積性丘陵斜面および谷底面周縁の土壌

土壌母材である岩石の堆積が、崩積性の丘陵斜面、谷底面の周縁部に存在する。これらの土壌は、母材岩石が崩落する以前の段階の、例えば堆積岩であれば昔の堆積時までに既に風化過程を経過しているために、その肥沃度は低いのが普通である。この崩積性部分は、礫質の石英、固結した鉄石からなることがあるが、それらは地形系列の上部にも見出され、そこで生成したものである場合もあるし、崩積後の土壌化作用で生成された場合もある。崩積性部分の大きさは、主として小低地断面の形状と関係する。赤道林地帯では、この断面の形状は、ギニアサバンナ、スーダンサバンナ地帯にくらべはっきりしており、また排水構造も高次であるため、崩積性部分の幅は狭い。ギニアサバンナ、スーダンサバンナ地帯では傾斜の程度がゆるやかで、そのため崩積性部分の幅はより広がっている。

Cambisols<sup>5)</sup>に分類される土壌（cambic B層位を持ち、断面の発達の弱い土壌）、

訳注：1) Luvicはargic B層を持ち、その塩基飽和度が高いの意。Arenosolsは赤色または黄色の砂土であって土壌断面の発達が弱い。

2) Cambicは集積層の特徴の弱い風化変質したB層位の意。土性は細粒で、岩石構造は持たず、易風化鉱物はまだまだ残り残留する。

3) 半乾燥地の低地にできやすい土壌。pHが高く、通常、土色は腐植含量が低いにもかかわらず、黒色に近い。膨潤性2:1型粘土からなるため乾燥によって固化収縮、湿潤によってドロドロとなり、化学的な肥沃度は高いが物理性が悪く、耕耘に著しい困難がある。この土壌は畑作物では綿花栽培に適合することが認められており、そのため北米、ミシシピー等における通称はブラックコットンソイルである。

4) 岩石性土壌。礫含量が多く浅い。肥沃度は礫の岩質と関係はするが、礫のため物理性は悪く、一般には肥沃な土壌ではあり得ない。

5) cambic B層を持つ土壌でVertisolsの特徴を持たない土壌。農業的にはかなり広範な性質を示す。しかし畑作にはGleysolsよりは向いている。一般に広い沖積地の微高地などがこの土壌型となっており、居住地、それに伴う園芸的耕作地となることが多い。

Gleysols<sup>1)</sup>に分類される土壤(グライ化作用を受けた土壤、深さ50cm以内にグライ層があり、これはその部分が湛水、乾燥を季節的に繰返した証拠である)、および Arenosols<sup>2)</sup>に分類される土壤(粗粒質の土性を持つ土壤)がこの崩積性部分に出現する。もし、グライ層が50cm以内に生成せず、50~100cmの深さに出現した場合、それらの土壤は、Gleyic Cambisols, Gleyic Arenosols, Gleyic Lixisols, Gleyic Acrisolsに分類される<sup>3)</sup>。もし、プリンサイトの存在が顕著であれば、その土壤は Plinthosols<sup>4)</sup>に分類される。

#### 谷底面の土壤

地形系列のもっとも低い部分が谷底面の土壤である。河川型内陸小低地の場合、谷底面は主として河川上流からの堆積物によって構成される。細流型内陸小低地の場合、それは周辺アップランドからの崩積性の物質が主となる。

谷底面の土壤は、湿潤の特徴をもつ gleyic な性質を持ち、人工的な排水が行われないうえ、年間のある期間、還元状態に置かれることになる。この湛水、あるいは水飽和の期間が短かければ、土壤の還元は不完全で、この水によって受ける形態的な特徴はほとんど発達しないか、あるいは全く欠如することになる。

湛水期間が長くなると、植物遺体の分解は遅くなる。そして、周辺のアップランド土壤にくらべ有機物含量の高い、腐植質表層を持った土壤が形成される。

谷底面の土壤の性質は、内陸小低地ごとに異なり得るが、同じ内陸小低地のなかでも異なっていることが多い。それは、その土壤が沖積あるいは崩積過程でできたときの層位の重なり方が異なること、これらでもたらされた母材の岩質が異なること、さらに谷底面が広ければその場所によっては異なった水の影響を受けるであろうことによる。

土壤の土性は砂質のものから埴質のものまで大きく変化する。それは、土壤が沖積性であったり崩積性であったりすること、またその過程での成層構造のでき方に差があって礫質の層位ができたり、鉄硬盤が生成されたりすることのためである。これら土壤の自然肥沃度は、極めて貧弱なものから中位の範囲に分れる。土壤を構成する鉱物の面からみると、土壤肥沃度と土性は周辺アップランドの母材の特徴を反映している。土性が粗粒質で肥沃度が極めて低いのは砂岩および珪岩の地帯、土性が粗粒質で肥沃度が低いのは花こう岩の地帯、土性が中・細粒質で肥沃度が中から低となるのは頁岩、シルト岩、中性・塩基性岩の地帯である。

土壤肥沃度は、同時に水文学的条件によっ

---

訳注：1) 50cm以内の深さにグライ層を持つ土壤。グライ層はその層位が常時あるいは長期に湛水して還元化され、Fe(II)が生成して青灰色を呈する。日本の水田にもこの土壤型は多く、多数の研究例がある。畑作利用には問題があり、この型の水田では裏作ムギ栽培時に高畦栽培の形をとってグライ層のムギに対する悪影響を回避していた。水田利用の問題点は、この土壤型では脱窒作用が強い点にある。施用した窒素肥料の有効度はそのため著しく低い。しかしその改良法は日本では既に確立、実施されており、もはや日本水田農業の主要な問題点ではない。

- 2) 砂質で断面の発達の弱い土壤。ただし Fluvisols の特徴を持つ土壤を除く。母材の岩質により若干の肥沃度の高低はあるが、養分保持力が弱いため肥沃な土壤ではありえない。
- 3) グライ層の発達が深さ50~100cmにあるそれぞれの土壤。
- 4) 50cm以内の深さに、厚さ15cm以上のプリンサイト含量25%以上の層位を持つ土壤。1988年の分類改定によって新たに加えられた。プリンサイト層位の存在は有機物の肥沃度を低下させ、土壤物理性を悪化させるなど農耕上の困難をもたらす。

て大きく変化する。湛水がたびたび発生すると有機物の分解が遅れ、そのため表層土のCEC（塩基交換容量）が大きくなる。さらにこのような湛水は土壌pHを6から7にまで上昇させやすく、有効態磷酸と交換性塩基を、乾燥したままの土壌での含量よりも高くしやすい。しかし、土壌が湛水されると、有機態窒素の無機化速度が遅くなること、土壌の乾・湿が繰返されるための脱窒量の増大のために、土壌窒素の有効度は低下する。

谷底面の土壌、あるいは崩積性の丘陵斜面の排水が悪いと、しばしば2価鉄、Fe(II)による植物の障害が発生する。土壌が湛水すると、水に不溶性の3価鉄、Fe(III)化合物は可溶性のFe(II)化合物に還元される。Fe(II)が谷底面土壌に供給されるいまひとつの機作は、周辺アップランドからの地下水横移動にある。これは、このような地下水は多量の2価鉄を含有することが多いからである。酸性条件下では、Fe(II)濃度はほぼ50ppmであり、土壌の養分濃度が低い場合、この濃度のFe(II)は水稻に障害を与えることになる。しかし、土壌中の養分濃度が高ければ

Fe(II)は数100ppmであっても水稻の生育に障害は現われない(van Mensvoort et al. 1985, van Breemen and Moorman 1978, IITA 1982)。

FAO土壌分類(FAO/UNESCO/ISRIC 1990)において、土壌断面におけるグライ層の存在が、水の影響を受けて生成された土壌であることを示す形態的特徴とされている。谷底面土壌のほとんどすべてはグライ層があるか、グライ化の傾向を示している。もしグライ層、すなわち斑紋があって漂白され、還元された色を持つ層位が地表下50cm以内に出現すれば、それはGleysolsに分類される。またGleysolsの表層の塩基飽和度、有機物含量の違いによって、それはMollic<sup>1)</sup>、Dystric、Eutric<sup>1)</sup>Gleysolsに分類される。

FAOシステムによれば、成層構造を持つ土壌はFluvisols<sup>2)</sup>に、40cm以上の泥炭を表層に持つ土壌はHistosols<sup>3)</sup>に分類されるが、土壌断面の形状によってはGleyi-Dystric Fluvisolsのような亜単位の細分類も可能である。<sup>4)</sup>

訳注：1) Mollic、腐植含量の多い、の意。Eutric、富栄養、塩基飽和度が高い、の意。

2) 近年の堆積作用で生成された新しい土壌。成層構造があるがそれは堆積時の発生で、土壌化の過程で生成されたものではない。日本でのFluvisolsは比較的肥沃なものが多いが、本書では低肥沃度とすることが多い。アフリカでは堆積母材が既に長い過去の強い風化輪廻を受けた母材のため低肥沃と、2.5.1「土壌生成」で説明されている。Fluvisolの肥沃度における、安定大陸で地層の古いアフリカと、地層の若い日本との差である。

3) 泥炭土壌、新らしいか、一部分解されただけの厚い有機物層を表層にもつ。有機物素材は寒冷な北方での泥炭と異り、木質のものである。農業上の問題は、これを畑地化すると急激に有機物が分解、地面が低下して水没に至ることがある。水田化すると有機物分解は起りにくいが、水稻に著るしい不稔(Straight head)が発生する。また泥炭を通過した水は強酸性である。この不稔の防止について日本の数大学の共同研究がタイで行われ、注目すべき成果を得た。

4) 本節、「アップランドの土壌」の項に入れた訳注で述べたように、西アフリカではUSSoil Taxonomyによる分類を採用する国もあり、他の成書でもTaxonomy分類名を記載する例が多い。したがってこれへの読み換えができないと、本書の利用性は著るしく損われるであろう。そのため本書記載の土壌名のうち、主要なものにつきTaxonomy土壌名との対比表をつける。ただし本書では分類基準となる断面の記載、分析データ等が不足するか欠如しているため、対比は僅かの説明に頼る推定である。またそのため、本表での対比は一般的なそれではない。例えばFAOのNitisolsはTaxonomyではAlfisolsとUltisolsの両方を含むはずであるが、本書記載の土壌ではUltisolsの意味しかない。またHistosolsはHistosolsであるが、本書の説明はそれがTropofibristsであろう事を示している。以上を理解のうえ対照表を参考とされたい。

訳注4) 表 本書記載のFAO/UNESCO土壌名とTaxonomy土壌名の対比(推定)

FAO/UNESCO/ISRIC 土壌群	US SOIL TAXONOMY
土壌単位	目 亜目 群 亜群
Acrisols	Ultisols
Ferric Acrisols	Hapludults
Gleyic Acrisols	Aquults
Humic Acrisols	Humults
Haplic Acrisols	Haplults
Arenosols	Psamments
Albic Arenosols	Spodic Udipsamments
Ferralic Arenosols	Oxic Quartzipsamments
Gleyic Arenosols	Psammaquents
Luvic Arenosols	Alfic Ustipsamments
Cambisols	Inceptisols
Gleyic Cambisols	Aquic Dystropepts
Humic Cambisols	Humitropepts
Ferralsols	Oxisols
Humic Ferralsols	Humox
Fluvisols	Tropofluvents
Gleysols	(Aquic Suborders)
Dystric Gleysols	Tropoaquents
Eutric Gleysols	Haplaquents
Humic Gleysols	Humiaquepts
Mollic Gleysols	Haplaquolls
Histosols	Tropofibrists
Leptosols	(Lithic Subgroups)
Lixisols	Alfisols
Nitisols	Ultisols
Dystric Nitisols	Rhodoudults
Plinthosols	(Plintic Subgroups)
Regosols	Psamments
Vertisols	Vertisols

- a) カッコ内の Suborders, Subgroups は亜目, 亜群のレベルで他の目, 亜目, 群に分類された土壌の下位分類となることを示す。
- b) FAO/UNESCOで土壌群名は28, Taxonomyで目名は11である。そのため Arenosols と Regosols がともに Psamments となったり, 分類基準が異なるため FAO/UNESCOでの土壌単位が Taxonomyにおいて亜目~亜群での対比となったりする。いずれにしても両者の分類システム間に1:1の対応はない。

### 2.5.3 土壤肥沃度のデータおよび養分バランス

Luiten and Hakkeling (1990) は内陸小低地の土壤の肥沃度特性について検討した。調査により、86の内陸小低地地形系列について試料を採取した。これら地形系列の位置は西アフリカの3主要農業生態系にまたがり、土壤は異なる基盤コンプレックス、堆積物等から生成されている。土壤群のなかでの試料採取は自然地理的分類にしたがい、アップランド、丘陵斜面、谷底面にまとめた。これら土壤の肥沃度に関する特徴を表2.5に示す。

西アフリカの土壤の肥沃度はPieri (1989) および他の研究者によって網羅されており、彼らの業績はフランス語の雑誌 *l'Agronomie Tropicale* あるいは ORSTOM, CIRAD/IRATからの単行書として出版されている。これら現状での肥沃度解析に加え、土壤中の各要素間の養分バランスの問題と、バランスを崩し欠乏している要素を施肥によって回復する方法の検討が行われている。Stoorvogel and Smaling (1990) および van der Pol (1992) は西アフリカアップランド土壤の要素バランスを定量化する試みを実施し次のような結論に達している。すなわち、養分の土壤からの略奪はほとんどの土地利用システムで発生しており、より多くの養分が土壤から収穫された作物中に移行し、侵食、溶脱、脱窒によって土壤から失われる。これらの収奪養分量は、化学肥料、自家製肥料、大気からの移行、生物的窒素固定によって土壤に返される量より多い。この養分の略奪のネガティブな傾向は、時代が下るにしたがって、休閑期間の短縮、地表の植物被覆の減少、表土の圧密のために、増大するように認められる。

### 2.5.4 内陸小低地の地形土壤系列における土壤の特徴

本節ではいくつかの内陸小低地地形系列の記載を行なう。これらは西アフリカにおける土壤母材としての岩質（基盤コンプレックスと堆積岩）および3つの農業生態系（赤道林地帯、ギニアサバンナ地帯、スーダンサバンナ地帯）の組合せによってその特徴がはっきりする。

シエラレオネ、赤道林地帯における花こう岩を母材とした細流型内陸小低地

Smaling et al. (1985b) は、シエラレオネ中央部（赤道林地帯、地形小区分2.1）のMakeniの非対称形の横断面を持つ内陸小低地の記載をしている。この地形区分では、花こう岩のやや開折の進んだ緩波状から起伏のある地形を示し、花こう岩のインゼルベルグと丘陵がある。これら小低地の主要な形態および土壌的特徴を図2.22に示した。

アップランド上の深い土壌は、よく、あるいは過剰に排水されている。土性は砂質埴壤土で礫を含むが、礫質の下層土がある。この土壌の深さは傾斜面頂部で80cm、斜面上・中部で40~80cmである。傾斜面下部では土壌は全くの礫質土となる。急峻な斜面（図の左側）の下部の土壌では固結した鉄硬盤が表層下1m以内に存在する。ほとんどの土壌は umbric<sup>1)</sup> A層があり、それは ferralic または argic B層の上にある。土壌型は Humic Ferralsols と Ferrihumic Acrisols の中間型である。

崩積性の丘陵斜面では、土壌はよく排水され、深いかあるいは非常に深く、砂質埴壤土の土性を持ち、80cm以下の深さにある白い花こう岩残積物の上に乗っている。場所によっては土性が全層位にわたって砂質であることもある。ほとんどの土壌で umbric A層があり、かつ、ferralic または cambic B層がある。土壌型は、Humic Ferralsols か Ferro-humic

訳注：1) 適度な腐植含量があるが、塩基欠乏で肥沃度が低い、の意。



表 2.5 西アフリカ内陸小低地系列の土壌化学性

(出所: Luiten and Hakkeling 1990)

自然地理	農業生態ゾーン	岩質	深さ (cm)	pH (1:2.5)		C (%)	N (%)	CEC meq/100g 土壌	塩基飽和度 (%)	P (ppm P)			
				H <sub>2</sub> O	KCl					Bray法	全P		
アップランド	赤道林	塩基性	0-20	5.9	3.6	2.04	0.160	9.58	36	n.d.	198		
			20-50	5.6	3.7	0.76	0.074	6.37	26	n.d.	138		
		酸性	0-20	5.3	4.3	2.45	0.160	8.81	21	12.07	628		
			20-50	5.1	4.2	1.54	0.103	8.63	16	6.57	644		
	ギニアサバンナ	塩基性	0-20	6.4	5.5	1.42	0.114	11.14	78	n.d.	514		
			20-50	6.0	5.1	0.64	0.058	9.87	59	n.d.	333		
		酸性	0-20	5.7	5.1	1.17	0.139	6.25	60	2.38	292		
			20-50	5.5	4.9	0.68	0.079	5.55	42	0.80	390		
		堆積	0-20	5.4	4.1	1.04	0.036	3.95	69	3.41	196		
			20-50	5.2	3.9	0.61	0.031	4.28	51	1.85	106		
	スーダンサバンナ	塩基性	0-20	6.4	5.0	0.58	0.056	10.68	69	1.82	305		
			20-50	6.4	5.0	0.47	0.052	12.16	69	0.70	330		
酸性		0-20	6.8	5.4	0.33	0.049	9.31	93	n.d.	287			
		20-50	7.1	5.3	0.43	0.061	8.67	90	n.d.	285			
堆積		0-20	6.2	5.1	0.68	0.051	7.34	66	n.d.	159			
		20-50	5.9	4.4	0.42	0.034	5.10	33	n.d.	113			
傾斜面丘陵		赤道林	塩基性	0-20	6.2	3.9	1.71	0.077	13.04	48	n.d.	117	
				20-50	7.5	3.9	0.26	0.021	10.99	46	n.d.	129	
	酸性		0-20	5.3	4.2	1.62	0.162	7.25	21	7.82	279		
			20-50	4.9	4.0	0.82	0.061	5.15	11	3.26	163		
	ギニアサバンナ	塩基性	0-20	6.4	5.7	1.55	0.123	16.62	65	n.d.	273		
			20-50	6.4	5.5	0.79	0.072	15.59	54	n.d.	273		
		酸性	0-20	5.9	5.3	0.65	0.087	4.50	67	22.60	402		
			20-50	5.2	4.5	0.30	0.054	3.39	56	14.14	344		
		堆積	0-20	5.3	3.9	0.54	0.033	2.57	58	3.35	152		
			20-50	5.4	4.0	0.37	0.027	5.03	52	2.07	216		
	スーダンサバンナ	塩基性	0-20	5.7	4.7	0.85	0.061	9.97	61	4.11	330		
			20-50	6.2	5.1	0.34	0.035	5.06	56	1.67	280		
		酸性	0-20	6.7	5.3	0.14	0.016	4.80	89	n.d.	91		
			20-50	6.6	5.0	0.14	0.051	5.82	91	n.d.	65		
		堆積	0-20	6.2	5.0	0.64	0.049	8.39	73	n.d.	136		
			20-50	5.9	4.5	0.27	0.039	5.78	48	n.d.	77		
		谷底面	赤道林	塩基性	0-20	6.5	3.8	1.93	0.042	4.04	59	n.d.	148
					20-50	6.4	3.6	0.20	0.010	1.39	21	n.d.	30
酸性	0-20			5.1	4.3	2.54	0.209	9.62	27	8.19	198		
	20-50			4.5	4.1	0.88	0.071	5.11	29	4.28	128		
ギニアサバンナ	塩基性		0-20	6.4	5.5	2.04	0.156	18.28	70	n.d.	641		
			20-50	6.4	5.5	0.81	0.069	16.27	68	n.d.	311		
	酸性		0-20	5.6	4.6	1.13	0.209	8.09	61	7.20	263		
			20-50	5.7	4.6	0.39	0.081	6.45	59	2.28	157		
	堆積		0-20	5.1	4.1	1.04	0.088	9.73	51	3.04	272		
			20-50	5.1	4.1	0.63	0.051	7.15	31	4.30	137		
スーダンサバンナ	塩基性		0-20	6.0	4.7	0.85	0.065	12.10	66	1.98	430		
			20-50	6.0	4.6	0.33	0.051	8.89	72	0.92	230		
	酸性		0-20	6.4	5.0	0.52	0.021	6.43	89	n.d.	105		
			20-50	6.5	4.9	0.06	0.020	4.26	97	n.d.	42		
	堆積		0-20	5.7	4.6	0.94	0.072	9.04	61	n.d.	133		
			20-50	5.5	4.1	0.52	0.041	6.92	50	n.d.	64		

n.d. 測定せず

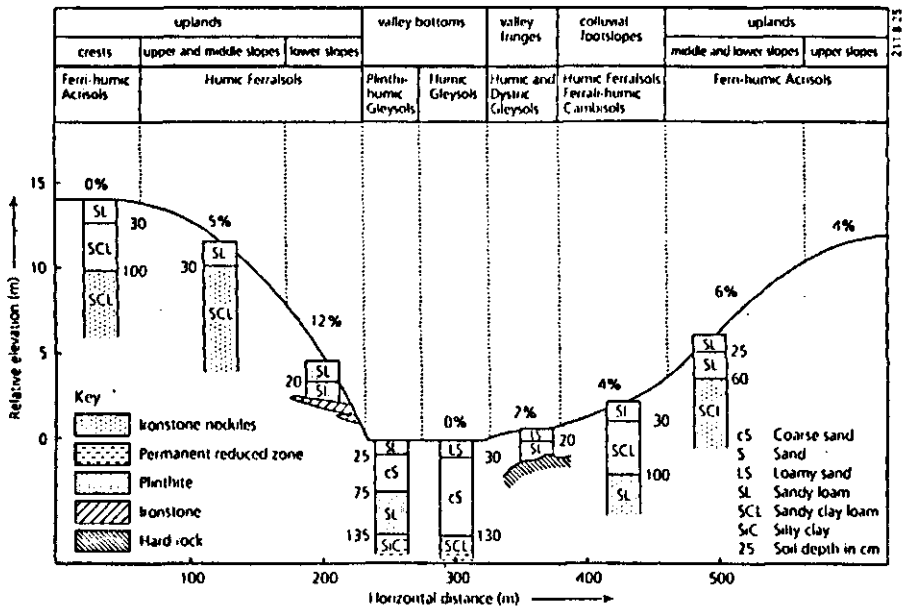


図 2.22 シエラレオネ赤道林地帯の酸性花こう岩上の細流型内陸小低地横断面 (Smaling et al. 1985b, 改変)

Cambisol である。

谷底面周縁土壌は、中程度に排水されるか、排水が悪く、深い。土性は粗砂土から埴壤土の範囲に分布する。土壌型はHumic Gleysol か Dystric Gleysol で、場所によっては lithic となることがある。

谷底面は年間 6 か月以上湛水され、土壌の排水は悪い。土壌は深く、土性はさまざまである。umbric A 層があり、cambic B 層がある (土壌型、Humic Cambisols) が、成層性 C 層が直接出現することもある。この場合、土壌型はHumic Gleysols であるが、プリンサイトが出現すればPlinthi-humic Gleysol である。

土壌の化学的性質を表 2.6 に示した。土壌は強度に風化が進み、その自然肥沃度は低い。すべての土壌は強酸性 (pH5.0~5.5) であり、pH-independent の塩基交換容量<sup>1)</sup>は低く、塩基飽和度も低い。

有効態磷酸 (Bray 1 法) はすべての土壌で 4 ppm 以下である。交換酸度は高く (>60%, 対 ECEC), 特に崩積性丘陵斜面と谷底面周縁部では 85% 以下となつて著るしく高い。Sanchez et al. (1983) によれば、植物のアルミニウム障害発生の下限はアルミニウム飽和度 60% と考えられる<sup>2)</sup>。

訳注: 1) 塩基交換容量は pH によって変動 (pH 低下により減少) する部分 (pH-dependent) と変動しない部分 (pH-independent) がある。後者が表における ECEC であり、これと CEC の差が前者に相当する。モンモリロナイト性土壌では CEC と ECEC はほとんど同じ、カオリナイト性土壌でこの差はやや大きい。Ca, Mg などとしっかり保持するのは ECEC である。

2) 表にアルミニウム飽和度の項目がないが、これはほぼ交換酸度%と同じである。交換酸度の少なくとも 90% 以上は交換性アルミニウムと考えてよいからである。すなわち交換酸度が対 ECEC で 70% であれば、それはアルミニウム飽和度 63~70% である。

表 2.6 シェラレオネ赤道森林ゾーンの酸性花こう岩地形系列の土壌化学性  
(出所: Smaling et al. 1985 b)

化学的性質	深 さ (cm)	アップランド	崩積性丘陵 斜面/谷底面 周縁部	谷 底 面
pH H <sub>2</sub> O	0-20	5.5	5.2	5.0
(1:2.5)	20-40	5.1	5.3	5.1
pH KCl	0-20	4.2	4.0	4.2
(1:2.5)	20-40	4.1	4.1	4.4
有機態 C	0-20	1.5-4.0	1.0-2.5	1.5-9.0
(%)	20-40	0.5-2.0	0.5-1.5	<0.5
CEC pH = 7	0-20	4-11	4-7	15-17
(meq/100 g soil)	20-40	4- 8	3-6	<13
ECEC	0-20	2.0-3.0	1.9-2.5	1.0-5.0
(meq/100 g soil)	20-40	1.5-3.0	1.0-3.0	0.5-1.5
塩基飽和度	0-20	5-50	5-20	5-10
(%)	20-40	4-15	3- 6	n.d.
交換酸度	0-20	10-90	30-90	<65
(ECECの%)	10-40	>60	>85	>65
全 N	0-20	0.1-0.3	0.1	0.02-0.4
(%)	20-40	n.d.	n.d.	n.d.
Bray 1法 P	0-20	1- 4	2-4	3-4
(ppm P)	20-40	0- 1	0.5-1	0-4
全 P	0-20	45-60	35-50	40-100
(ppm P)	20-40	35-50	35-45	10- 50
有効態 S	0-20	8-35	9-15	3-8
(ppm SO <sub>4</sub> )	20-40	n.d.	n.d.	n.d.
全 Fe	0-20	1-1.8	0.3-0.8	0.1-0.4
(%)	20-40	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. 測定せず

コートジボアール、ギニアサバンナ地帯の粗粒酸性花こう岩上の細流型内陸小低地

Hakkeling et al.(1989) はコートジボアール中部 (ギニアサバンナ地帯, 地形小区分 2.1), Bouakéにおける細流型内陸小低地の地形および土壌について記載している。この地形は、粗粒酸性花こう岩上に形成されており、わずかに開析が進んだゆるい緩波状の準平原であって、インゼルベルグが存在している。

ここにおける小低地の地形系列の横断面の模式図を図 2.23 に示した。

傾斜面上部および中部の上半分で、土壌の有効土層は深く、あるいは極めて深く、排水

も良好である。最表層の土性は砂質埴壤土でその下層は砂質埴土または重埴土の細粒質 argic B層である。鉄石の礫 (含量30~60%) 層が断面中に出現するが、礫の大きさ、含量ともに深い層位になるにしたがって減少する。土壌の塩基飽和度は低く、主要粘土鉱物はカオリナイトであり、かつ土色が赤いため、この土壌はRhodi-humic Acrisols<sup>1)</sup> に分類される。場所によっては、傾斜面上部で、固化した鉄硬盤が地表下50cm以内に出現することがある。このような場合、土性も変化してより粗粒となるので、土壌型は Orthi-dystric Leptosols<sup>2)</sup> のうちの鉄・岩石型フェーズに

訳注: 1) Rhodiは赤い, humicは腐植を含む, の意。

2) Orthiは普通の, の意。

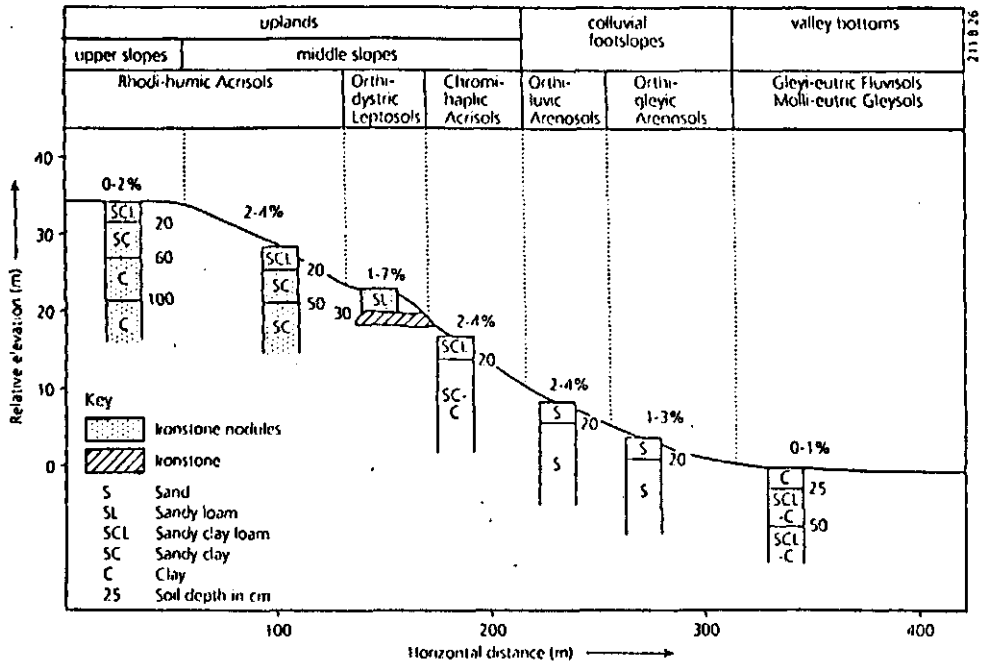


図 2.23 コートジポール, ギニアサバンナ地帯の粗粒酸性花こう岩上の細流型内陸小低地横断面 (Hakkeling et al.1989, 改変)

分類される。傾斜面中部では、場所によっては硬盤が存在し、礫質の砂質堆積土の表層が、軽堆土〜重堆土の argic B 層へと続く。これらの土壌型は Chromi-haplic Acrisols<sup>1)</sup>あるいは時に Orthi-ferralic Cambisols に分類される。

崩積性丘陵斜面の土壌の土性は粗で、断面の発達は弱い。しかし断面の上部では土壌は比較的排水がよく、表層は粗砂〜中砂からなる粗粒質の土性を示し、次層は若干の粘土の集積が認められる壤質砂土〜砂土の土性を示す。土壌型は Orthi-luvic Arenosols<sup>2)</sup>である。丘陵斜面の下部の土壌は、排水不完全あるいは貧弱で、グライ層に伴う斑紋が断面全体にでている。土壌型は Orthi-gleyic Arenosols である。

谷底面では、土壌の排水は悪く、斑紋は表層から出現し、下層は永久的還元層の土色を呈しており、土性は砂質堆積土から重堆土の中〜細粒質に属する。しかし土壌中に薄いレンズ状の粗砂あるいは壤質砂土の成層がある場合がある。土壌型は Molli-eutric Gleysols および Gley-eutric Fluvisols である。

表 2.7 は、傾斜面上・中部では、表層は中程度の肥沃度をもつことを示している。崩積性丘陵斜面の砂質土壌は化学的に極めて肥沃度が低い。土壌の有機物及び粘土含量が低く、構成粘土がカオリン系鉱物であるため塩基交換容量は低い。谷底面の土壌の肥沃度は比較的高い。

訳注：1) Chromi は色、彩度の高い、の意。haplic は単純な、の意。

2) luvic は洗脱層のある、の意。表層洗脱の結果、次層に粘土が集積している。

表 2.7 コートジボアール、ギニアサバンナ地帯の酸性花こう岩上の地形系列  
の土壤化学性 (出所: Hakkeling et al. 1989)

化学的性質	深 さ (cm)	傾 斜 面 上・中部	崩 積 性 丘 麓 斜面/谷底面 周縁部	谷 底 面
pH H <sub>2</sub> O	0-20	6.3	6.0	5.8
(1:2.5)	20-40	5.9	5.8	6.3
有機態 C	0-20	0.7-2.1	0.3	2.1
(%)	20-40	0.7-1.0	n.d.	0.7
CEC pH = 7	0-20	4.0-11.0	2.5	14.1
(meq/100g soil)	20-40	4.0-10.8	1.5	10.3
塩基飽和度	0-20	63-73	56.8	63.8
(%)	20-40	28-41	41.3	65.1
全 N	0-20	0.6-1.2	0.3	1.7
(%)	20-40	0.5-0.8	n.d.	0.6
Olsen 法 P	0-20	4-18	3.0	15.0
(ppm P)	20-40	2- 3	0.5	4.0

n.d. 測定せず

#### ナイジェリア、ギニアサバンナゾーンの砂岩 上の細流型内陸小低地

Smaling et al.(1985a) は、ナイジェリア中部 (ギニアサバンナ地帯, 地形小区分2.6) のBida地区の2つの細流型内陸小低地の研究を行った。この地形区分は、少し解析された、ほとんど平坦から緩波状地形で、メサがごく普通に出現する準平原である。地質はニジュール川トラフのNupe砂岩である。この内陸小低地の主要な形態および土壤の特徴を図2.24に示した。

傾斜面上部において、よく排水され、中程度の深さを持つ、砂土~壤質砂土の粗粒質土壤がみられる。表面から深さ50~80cm以内に、赤く、孔隙に富み、壁状で、場所によっては礫質の、砂質埴壤土~砂質埴土の中粒質の層位が、砂質の表土の下に現われる。土壤型はFerri-chromicおよびFerric Lixisolsである。

傾斜面の中部および下部では、土壤はよく、

あるいは過剰に排水されている。土層は深いか、非常に深く、土性は砂土か壤質砂土である。表土の厚さは傾斜上部より遥かに深い (CambicおよびLubic Arenosols, または頻度は少ないがPetri<sup>1)</sup>-ferralicおよびAlbic<sup>2)</sup> Arenosolsとなることもある)。

谷底面の周縁に分布する土壤の土性は粗粒質であり、グライ化している。丘麓斜面に近い部分の排水はかなりよいが、谷底面に近づくにしたがって排水は悪くなる。土性は砂土から壤質砂土の範囲にある。この部分の土壤型はDystricおよびHumic Gleysolsである。

谷底面の土壤の排水は、不完全あるいは悪い。土層は浅く、土性は砂質埴土から埴壤土であって中粒質である。場所によっては壤質砂土から粗粒砂土の粗粒質の成層がある場合がある。土壤型はHumic GleysolおよびDystric Fluvisolである。

訳注: 1) 浅い層位に固結しない鉄石の層がある、の意。

2) A層において粘土および鉄が溶脱し一次鉱物の砂、シルトのみが残留した層がある、の意。鉄が失われたため、この層は白色化する。

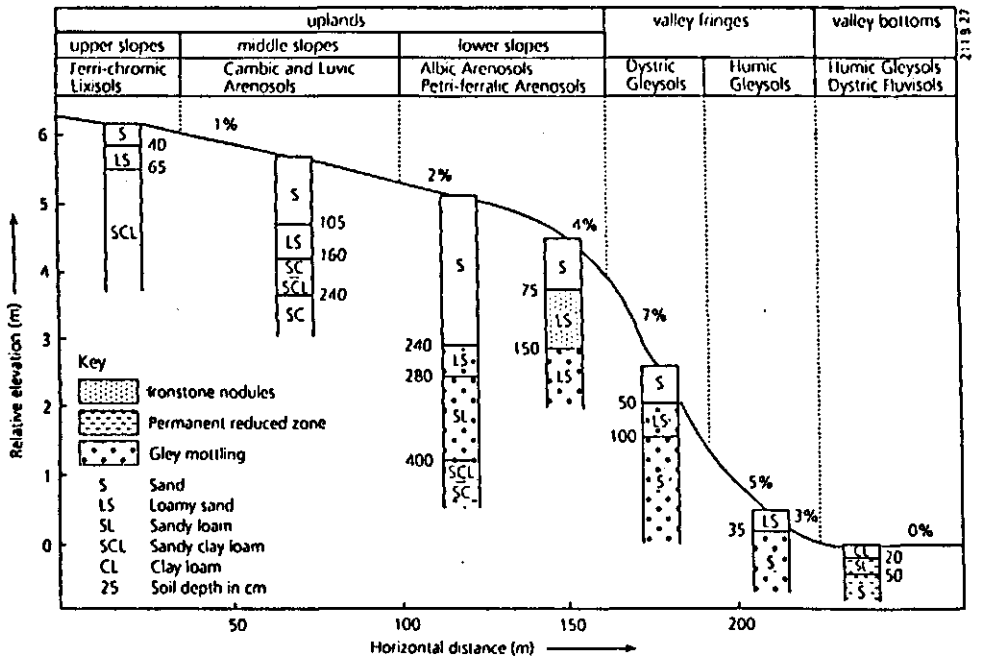


図 2.24 ナイジェリア，ギニアサバンナ地帯のNupe砂岩上の細流型内陸小低地横断面 (Smaling et al.1985a, 改変)

この内陸小低地地形系列の化学的性質を表 2.8 に示した。一般的に言って、これら土壤の肥沃度は低く、特に、交換性のカリ、マグネシウム、カルシウム、および有効態磷が低いか、極めて低い。

ブルキナファソ、スーダンサバンナ地帯における花こう岩上に形成された細流型内陸小低地

Smaling (1985) と Stoop (1987) は、ブルキナファソ(スーダンサバンナ地帯、地形小区分 3.1) の Ouagadougou 近傍の細流型内陸小低地の土壤について記載している。この地形小区分は、わずかに開折された緩波状地形の花こう岩プラトーで、インゼルベルグとメサが普通に存在する。この地形系列の景観要素はプラトー、侵食を受けた上部斜面、中部斜面、崩積性下部斜面、および谷底面である。

プラトーの土壤は深さ 25~50cm にある petro-ferric 硬盤上にあり (非常に) 浅く、(著しく) 礫質砂壤土から砂質埴土の土性をもって

いる (Eutric Leptosols と Haplic Ferralsols で両者は petro-ferric フェーズを伴う)。上部斜面は非常に深い、排水の良い砂質埴土から埴土で、10-40 容量パーセントの鉄とマンガンの結核を含んでいる。表土の侵食のため argic B 層が表面に直接あらわれている (Ferri-chromic Lixisols)。

中部斜面は、受食部位ではなく、ここでは完全な土壤断面の発達のみみられる。すなわち土層は深く、排水は不完全からよみまでの広い範囲にあり、砂壤土から砂質埴土の細・中粒質の土層が礫質の粘土の上に存在する。はっきりした斑紋が表面から 50cm 以内に認められ、場所によってはプリンサイトが存在する。土壤型は、Ferri-chromic Gleyic および Plinthic Lixisols のいずれかである。

崩積性下部斜面において、土壤は中程度から貧弱な排水状態にあり、土層は非常に深く、斑紋を伴う。土壤断面の下の方は永久的還元状態を示している。土性は砂質埴土から埴

表 2.8 ナイジェリア、ギニアサバンナ地帯の Nupe 砂岩上の地形系列の  
 土壌化学性 (出所: Smaling et al. 1985a)

化学的性質	深 さ (cm)	傾 斜 面 上・中・下部	谷 底 面 周 縁 部	谷 底 面
pH H <sub>2</sub> O	0-20	6.3-6.6	5.3	4.6-5.2
(1:2.5)	20-60	5.2-5.6	5.6	4.9-5.8
有機態 C	0-20	0.5-0.6	0.7	1.5
(%)	20-60	0.4	0.3	0.4-1.5
C/N 比	0-20	20-24	19.0	10-15
Bray 1 法 P	0-20	2.5-3.5	5.0	2.5-4.4
(ppm P)	20-60	3.0-4.5	3.2	4.8-7.0
塩基合計	0-20	0.9-2.1	0.9	1.7-3.0
(meq/100g soil)	20-60	0.6-2.5	0.7	0.8-1.3
交換性 K	0-20	0.06-0.14	0.08	0.07-0.24
(meq/100g soil)	20-60	0.05-0.13	0.03	0.07-0.10
交換性 Ca	0-20	0.9-1.4	0.5	1.0-1.8
(meq/100g soil)	20-60	0.4-1.1	0.5	0.5-0.8
交換性 Mg	0-20	0.3-0.9	0.1	0.3-0.4
(meq/100g soil)	10-60	0.1-0.7	<0.1	0.1-0.3
交換性 Na	0-20	0.05-0.27	0.08	0.18-0.42
(meq/100g soil)	20-60	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. 測定せず

土の中・細粒質であって、時に礫がまじっている。土壌型は Gleyic Cambisols および Eutric Gleysols である。

谷底面土壌は、土層の厚さは中程度に深くから深い範囲にあり、排水はよいものから悪いものまでである。雨季期間中、土壌は湿潤の状態が続く。土性は表層ではシルト質壤土の中粒質であるが、下層土では砂壤土から砂土の粗粒質である。斑紋と土壌還元に伴う特徴が浅い層位から出現している。土壌型は Gleyic Cambisols および Eutric Gleysols である。

この地形系列の土壌の化学的性質を表 2.

9 に示した。土壌中の粘土は、基本的にはカオリナイトであるが、同時にイライト、モンモリロナイト<sup>1)</sup>、それに、クロライトを含む各種の混合層鉱物<sup>2)</sup>が、層位が深くなるにつれ、また谷底面のより低い位置に向うにつれ、増大する傾向がある。傾斜面下部および谷底面土壌の肥沃度は、地形系列の上部の土壌に比べて高いが、それはこの部位での土壌の有機物含量が高いこととともに、このような粘土鉱物の組成、およびその含量の高さにも依っている。

ナイジェリア、赤道林地帯における中性結晶性岩を母材とした河川型内陸小低地

訳注: 1) SiとAlの比が2:1となるような、いわゆる2:1型土壌粘土の代表的なもの。水を含むと膨潤し、乾くと収縮するため、この型の粘土が多い土壌は乾季に地表にキレツが入る。illite, montmollironite。

2) 2種またはそれ以上の粘土鉱物が、層面を平行にして繰返し積重なった粘土鉱物。クロライト、Chloriteはその一種。

表 2.9 ブルキナファソ、スーダンサバンナ地帯の花こう岩地形系列の土壌化学性 (出所: Smaling 1985, Stoop 1987)

化学的性質	深さ (cm)	プラトー	傾斜面上部	傾斜面中部	傾斜面下部	谷底面
pH H <sub>2</sub> O	0-20	5.5-6.3	6.4	5.4	5.4	6.5
(1:2.5)	40-60	n.d.	7.8	6.2	5.7	6.6
pH KCl	0-20	3.9-5.2	5.7	4.2	4.4	5.2
(1:2.5)	40-60	n.d.	6.7	4.5	4.3	5.2
有機態 C (%)	0-20	0.6-0.8	0.35	0.42	1.14	1.36
	40-60	n.d.	0.25	0.26	0.55	0.53
全 N (%)	0-20	0.06	0.03	0.03	0.80	n.d.
	40-60	n.d.	0.02	0.02	0.28	n.d.
CEC pH = 7 (meq/100g soil)	0-20	2.3-3.3	5.0	2.0	4.0-7.5	5.5
	40-60	n.d.	5.0	6.0	4.5	5.3
塩基飽和度 (%)	0-20	56-85	74	65	55-72	98
	40-60	n.d.	98	58	38-56	100
Bray 1 法 P (ppm P)	0-20	1.5-4.4	1.4	3.8	2.8-4.3	1.3*
	40-60	n.d.	1.6	0.2	0.7-1.4	0.6*

n.d. 測定せず

\* Olsen 法 P

Moorman (1981) は、ギニアサバンナと赤道林地帯の岩質の異なるいくつかの地形系列についての記載を行っている。その一つの例として、ここには赤道林地帯の雲母花こう片麻岩上の地形系列を示すことにする。この小低地の小地形区分は 2.1 である。これは、わずかに開析された内陸平野であって、インゼルベルグおよびメサが普通に存在するところである。その主要な土壌および形態的特徴を図 2.25 に示した。

傾斜面頂部および傾斜面上部では、中程度に排水された深い土壌が出現する。この土壌は礫質の壤質砂土～砂質壤土からなる粗・中粒質の土性を持ち、argic B 層位がある。表面より 60cm 以下にプリンサイトが出現する。土壌型は Plinthic Acrisols である。

傾斜面の中・下部では、よく排水された深い土層を持つ土壌が出現する。土性は礫を含む砂質壤土の上に、表層である埴壤土がある。土壌型は Ferric Acrisols である。

傾斜面下部の崩積性部分には凹地があるが、

ここでは壤質砂土の粗粒質の土性を持つ崩積物が 50cm 以上の厚さに堆積している。その下には傾斜面頂部および上部で記載した argic B 層がある。これらの層位は、よくあるいは過剰に排水され、断面の発達程度は悪い。土壌型は Eutric Regosols となる。

谷底面の土壌の土性は砂質埴壤土の中粒質のものであるが、薄い砂質の層位による成層が存在する。土壌断面の全部にわたって斑紋が形成されている。表土層には未分解有機物である落葉枝根が豊富に含まれている。土壌型は Eutric Gleysol である。

これら土壌の化学的性質を、表 2.10 に掲げた。有機物含量が高いことを反映して、表土の肥沃度は、とくに崩積性の凹地部分と谷底面が高い。塩基飽和度は、ほぼ 100% である。また、P, K, Ca の有効度も高いが、pH がやや低いこと、N の有効性が低いか中程度であると認められる。



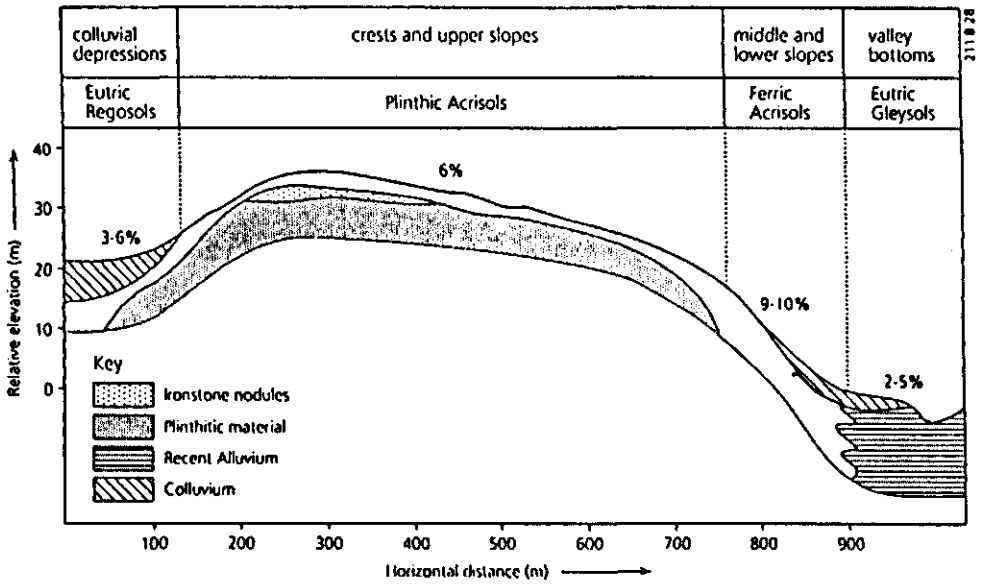


図 2.25 ナイジェリア，赤道林地帯の雲母花こう片麻岩上の河川型内陸小低地横断面 (Moormann 1981, 改変)

表 2.10 ナイジェリア，赤道林地帯の雲母花こう片麻岩上の地形系列の土壌化学性 (出所: Moorman 1981)

化学的性質	深さ (cm)	傾斜面 頂部・上部	傾斜面 中・上部	崩積性 凹部	谷底面
pH H <sub>2</sub> O	0-20	5.9	6.0	5.9	5.2
(1:2.5)	40-60	4.9	5.1	5.4	n.d.
有機態 C	0-20	1.75	2.37	2.87	7.36
(%)	40-60	0.30	0.25	0.15	n.d.
全 N	0-20	0.23	0.27	0.32	0.45
(%)	40-60	0.05	0.04	0.02	n.d.
CEC pH = 7	0-20	8.3	11.1	13.2	19.3
(meq/100g soil)	40-60	3.3	6.8	1.1	n.d.
塩基飽和度	0-20	100	94	97	82
(%)	40-60	39	44	64	n.d.
Bray 2 法 P	0-20	13.9	10.8	17.2	27.5
(ppm P)	40-60	4.4	5.7	3.2	n.d.

n.d. 測定せず

## 3 生 態

### 3.1 主な生態系

この資源調査の対象地域で、主な生態系として、次の2種のを区別することができよう：すなわち、森林とサバンナがそれである。これら2種の生態系間の境界線は、西アフリカの生態を分ける、おそらく最も基本的なものではないかと思われる。この境界線は、ゆるやかなものであり、森林からサバンナに移るのに突如として変化があるというわけではない。また、この境界線は、各生態系内に生ずる変化を拒むわけでもない。森林系内であっても、種々様々な形態の森林が区別できるのであり、またそれと同じことが、サバンナについてもいえるのである。

生態系とは、いろいろ異った構成要素（例えば、気象、土壌、水文、植物相、及び人間も含めた動物相）間におけるきわめて複雑な相互関係を示すものである。生態系を記述する場合、植物構成要素を土壌と分離したり、またはこれらを動物構成要素と区別したりすることは、ほとんど不可能に近いのである。しかも、大部分の農業システムは、生態学的に驚くほどの意義を有しているものであり、したがって人間とその農業的行動様式を（農業）生態学的複合体の重要な部分として扱うことはしばしば有用である。いろいろ異った生態系の複雑さを詳説することは、本書の領域外である。2.において西アフリカの気象パラメーター、形態、水文、土壌についてはすでに論じた。本章では、森林生態系とサバンナ生態系間にみられる主な相違点、植生、さらにこれらの生態系に対する人間の干渉効果だけを論ずることにする。

#### 3.1.1 森林生態系の主な特性

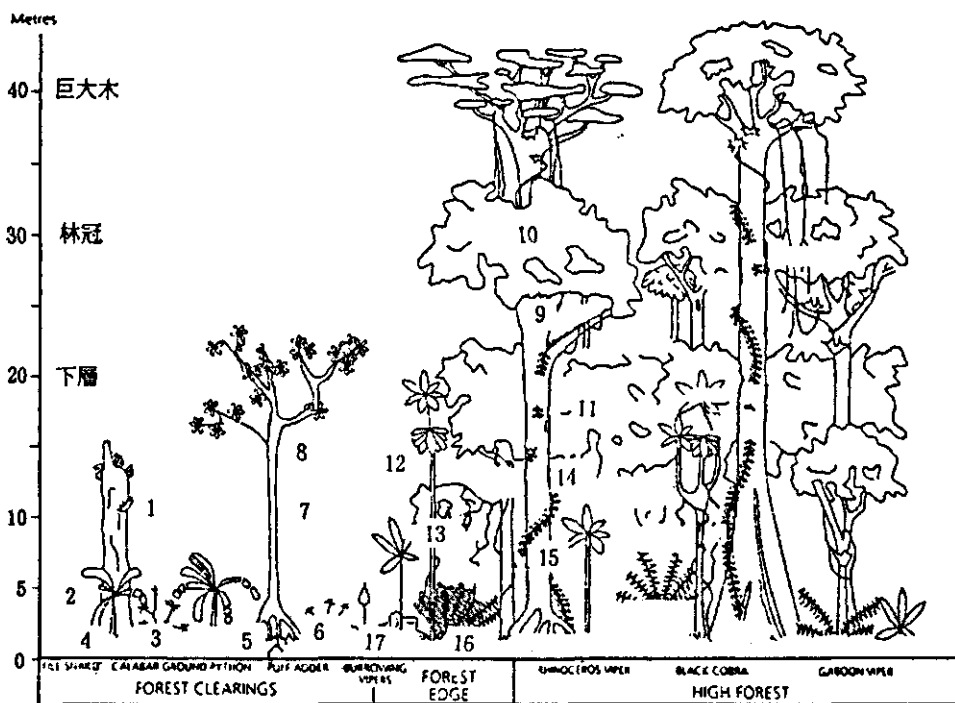
西アフリカで、森林の範囲は、2.1でも論じた通り赤道林地帯に限られている。この地帯は、対象地域の西南部及び東南部に存在しており、この地域の年間平均降水量は、1250mmから3000mm以上にいたるまでの変化がある。降水パターンは、単頂型、準双頂型、双頂型のいずれかである。森林の植物相構成の相違を決定づける要因は、降水量とその分布、土壌、自然地理的及び水文学的状況の相違である。

これらの雨林の構成は、きわめて濃密であり、樹木の樹冠が密集している。森林植生の総容積量は、樹根部を除いて335,000 kg/ha（全乾物重）にもなっている（Nye and Greenland 1960）。これを内側からみると、森林は、いろいろ異った明白な層によって垂直的に配列されている。下層植生、密集された樹冠を形成する高木、密集樹冠の上にそそり立つ超高木といった具合にである。一般に、中間的な層もその間に存在している。

森林植生の構造のために、森林内における食料採集可能部分と微気象もまた層別化されている。動植物の関係は、この層別化構造と緊密に相関している（図3.1）。

森林生態系は、ある程度まで大気条件の変化に対して緩衝作用がある。森林植生の密集樹冠が、内部の微気象を、短期的にみると外部の大気変化から保護している。したがって、気温変化、相対湿度をはじめ、その他の変数の変化は外部より少なく、樹冠外の変化に対しては、時間的なズレがあることになる。このことは、主に森林によって影響される大気移動の減少に関係している。

湿度の高い期間が長く（ $P > ET_p$ ；2.1.6



- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1 ツリースネーク     | 10 木登りイワタヌキ      |
| 2 灌木層位        | 11 ブラックコロバスマンキー  |
| 3 ブラウンマンダース   | 12 ツイグスネーク       |
| 4 グリーンズネイク    | 13 リス            |
| 5 草本層位        | 14 レッサーブッシュベビー   |
| 6 ビューティスネーク   | 15 アフリカニシキヘビ     |
| 7 アフリカニシキヘビ   | 16 アフリカジャコウネコ    |
| 8 ポスマンズサル     | 17 ブラッジテイロドヤマアラシ |
| 9 レッドコロバスマンキー |                  |

図3.1 低地雨林の構造及びいくつかの哺乳動物、蛇類生息域の層化状況 (Moss 1969, 改変)

参照), また森林によって誘発される湿った微気象のために、森林は、年間を通して湿度を保つ状態にある。赤道林地帯での多雨のため、森林土壌は強く風化をうけ溶脱される。これらの土壌の鉱質部分は、主にカオリナイトと三酸化物によって構成されており、自然肥沃度はきわめて低い。森林土壌の肥沃度を規定している主なものは、表土の有機質含量である。

有機質の急速な無機化は、森林生態系にみられる、いま1つ別の大きな特質といえよう。

### 3.1.2 サバンナ生態系の主な特性

西アフリカのサバンナは、対象地域の北部と中南部に分布している。このサバンナは、2.1でも述べた通り、ギニアサバンナ地帯とスーダンサバンナ地帯とで構成されている。年間平均降水量は、スーダンサバンナ地帯北部における550mmからギニアサバンナ地帯西南部の2500mmまでの変化がある。降水パターンは、圧倒的に単頂型のものであるが、地方によっては、準双頂型ないしは双頂型のもの

になっている。後者のパターンとなっているのは、わずかにギニアサバンナ地帯南端においてだけである。サバンナの植物相構成の相違は、森林生態系の場合と同様、総降水量の範囲とその分布、土壌、水文、自然地理によってきまっている。

サバンナ構造は、森林構造にくらべて、はるかに開放型のものになっており、より高湿度地帯での多少は閉鎖型の林地サバンナから、より高乾燥地での樹木が散在する草地にいたるまでの変化がある（図3.2）。サバンナ植生の総容積量は、樹根を除いて67,000 kg/ha（全乾物重）にしか過ぎない（Nye and Greenland 1960）。

森林と異ってサバンナ植生は、いろいろ異った垂直的な層によって配列されていることはまれであり、とくに対象地域の北部における、より開放型の植生についてはそうである。イネ科植物の層位がサバンナ生態系にあっては、最も目立った要素になっている。人間及び動物によるほとんどすべての活動がこの層に集

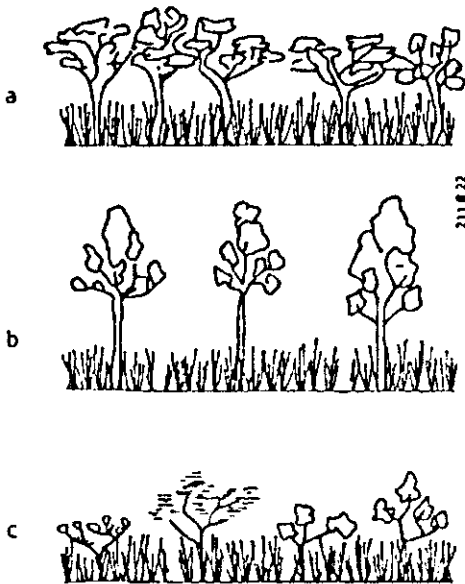


図3.2 各種サバンナの形態：a：林地サバンナ；b：樹木サバンナ；c：灌木サバンナ（Trochain 1957, 改変）

中している。

サバンナの植生は、その開放型構造のため、独自の微気象を創出することがなく、また気温、相対湿度はじめ、その他の気象的变化に対して緩衝されることはない。

サバンナ生態系における水と栄養素の循環は、水が得られる季節性によって決定される。西アフリカのサバンナ地帯では雨季が短く、またその植生構造が開放型であるため、乾季の期間にあっては、土壌は乾き切ることになる。このプロセスは、サバンナ植生の根系が比較的浅いために一段と強まることになる。なお、サバンナの植生は、深いところから水を吸い上げるのに森林ほど効果的ではない。乾季における水不足は、植生の栄養素吸収には禁止的な影響を及ぼすことになる。そうした理由で、栄養素の循環は、森林では比較的継続的であるのにくらべてサバンナでは季節的である。これらの影響は、地表でのクラスト化とそれによる表面閉鎖とによって土壌が大気中の水分を吸収できないために一段と強まることになる。

ギニアとスーダンの両サバンナ地帯では、降水量が少ないことは、乾季には地下水の毛管現象が活発化することとともに、赤道林地帯にくらべて、土壌の溶脱が一般的に低下するという結果をもたらしている。したがって、サバンナ地帯の自然肥沃度は幾分は高まっている。

サバンナ地帯における自然な動植物相の関係は、雨林地帯のものとは異っている。サバンナにおける動物種の多様性は森林にくらべて劣るが、一種当たりの個体数ははるかに多い。

にもかかわらず、この数年間に家畜は多頭飼育されてきており、これらの家畜によって、もともいた草食獣の群は、それらに関連した捕食者ぐるみ置き換えられた。捕食者がこれまで食物を採集していたところは、今では人間によって占有されている。こうした事態

は、植生にもインパクトを及ぼすことになる。これは、牛が飼料として特定のイネ科植物の種類を好むこと、また農法（すなわち、乾季のはじめか、または終りに草地を焼き払うこと）によるためである。このように、サバンナ生態系のイネ科植物に対する干渉の集中は、概して生息環境の劣化を招くことになった。

### 3.1.3 内陸小低地のアップランドと谷底面との間の生態的相違

内陸小低地にある、いろいろ異った景観要素の生態学的相違点（すなわち、アップランド、崩積層で構成される丘陵斜面、谷底面周縁部、谷底面）は、主に水文状況の相違の結果である。

赤道林地帯にある谷底面は、1年の大部分湛水されているが、残りの期間、その地下水位は地表に近いところにある。この排水不良のため、谷底面の植生には、このように水分の多い環境にも適応した種が含まれている。一方、アップランドの植生は、多雨のものと排水良好な条件に適合している。しかし、谷底面にあっただけではなく、アップランドにあっても、水及び栄養素の循環は年間を通して続いているのである。

サバンナ地帯にあっでは、谷底面周縁部は、アップランドにおけるものとは明らかに異った環境を代表している。谷底面と周縁部では、地下水位は大きく変動することになり、雨季には水分の多い環境を生ずることになるが、乾季には、地下水位の低下した乾燥条件が発生することになる。こうした生態的な相違のため、きわめて多種多様な植物種と動物にとって好都合な生息地が生まれるのである。

アップランドにあっでは、地下水位は常に深く、生育期間は厳密に雨季の長さによって決まることになる。したがってその結果として、水と養分の循環もまた季節的なものになるのである。

谷底面と周縁部での生育期間は、乾季のはじめにおける地下水位が高いため、またアップランドの側面からは地下水が流出するためであって、かなり長くなるが、これはとくにより湿潤な地帯（ギニアサバンナ地帯）で明瞭である。側面からの地下水が谷底面に向けて流れるので、養分の循環は降雨が終了した後までも続くことになる。それでも、そうした循環は、アップランドにおけると同様に季節的なものであることに変わりはない。

## 3.2 植生

### 3.2.1 概観

西アフリカの自然植生の分布状況は、程度の差こそあれ、2.1.5で明かにされたように、また図3.3でも示される通り、農業生態系区分に従ったものになっている。極相植生（すなわち、植生が気象と均衡した状態）は、南部から北部に移るにつれて、次第に稠密でなくなっている。南部では、低地雨林が自然な極相植生を形成している。北部に向って、この植生は、林地（woodland）サバンナに取って代わられることになるが、それよりさらに北部に移ると、樹木の少ないサバンナが開けてくることになる。こうした一般的なパターンからの局地的な変異を説明するのが、土壌、高度といった要素である。

ここで各植生地帯に生ずるすべての品種を体系的に説明することは本稿で意図するところではない。むしろ、いろいろ異った植生タイプの一般的特徴やそれらの分布状況、さらにこれらと他の環境的側面との関係を提示することが本稿の目的である。また、いろいろと顕著な植生形態も記述することにしよう。

### 3.2.2 赤道林地帯の植生

赤道林地帯は、塩水及び淡水沼沢地の森林、

真の低地雨林、派生サバンナ、低山帯植生によって構成されている。この地帯は、ギニアビサオの沿岸部からガーナ東南部にいたるまで、またナイジェリア西南部から東に向けて伸びている(図3.3)。

塩水湿地林(Salt-water swamp forest)とは、沿岸と河口に沿って存在しており、海潮の影響下にある植生のことである。満潮時、これらの地域にある泥状の土壤は、塩水か、または汽水で充満することになる。このような物理的環境の下で、植生を形成している主なものはマングローブである。その根が竹馬状のようにになっているのが特徴である。海に近く、満潮ごとに水浸しになる地域では *Rhizophora racemosa* と *Rhizophora mangle* が生育している。陸地に向けて高くなっており、あまり冠水することがない塩水の沼沢の周辺部では、*Rhizophora* が *Avicennia* マングローブ (*Avicennia africana* と *A. nitida*) に取って代わることになるが、それよりさら

に高いところでは、*Sesuvium*, *Puiloxyrus*, *Eleocharis*, *Paspalum* といった草本植物種によって取って代わられている(Dent 1986; Langenhoff 1986; Chapman 1977)。

マングローブ植生が、それによって生ずる有機質の高生産及び塩水による規則的な冠水と結び付いた場合には、土壤(潜在的酸性硫酸塩土壤)中には硫化物が生成されることになる。西アフリカでは、世界の他地域におけると同様、マングローブ植生のタイプと硫化物の生産量との間には、これといって明確な関係は認められていない(van der Kevie 1973; Thomas et al. 1979; Dent 1986; Janssen et al. 1993)。通気があった場合(例えば、人為的な排水によって)、これらの土壤内における硫化物が酸化して、硫酸が生成されることになり、結果的に土壤は極度に酸性を帯びることになる(pH < 3.5; 真性酸性硫酸塩土壤)。

セネガル、ギニアビサオ、シエラレオネ、ナイジェリアといった、塩性が最も少ない地

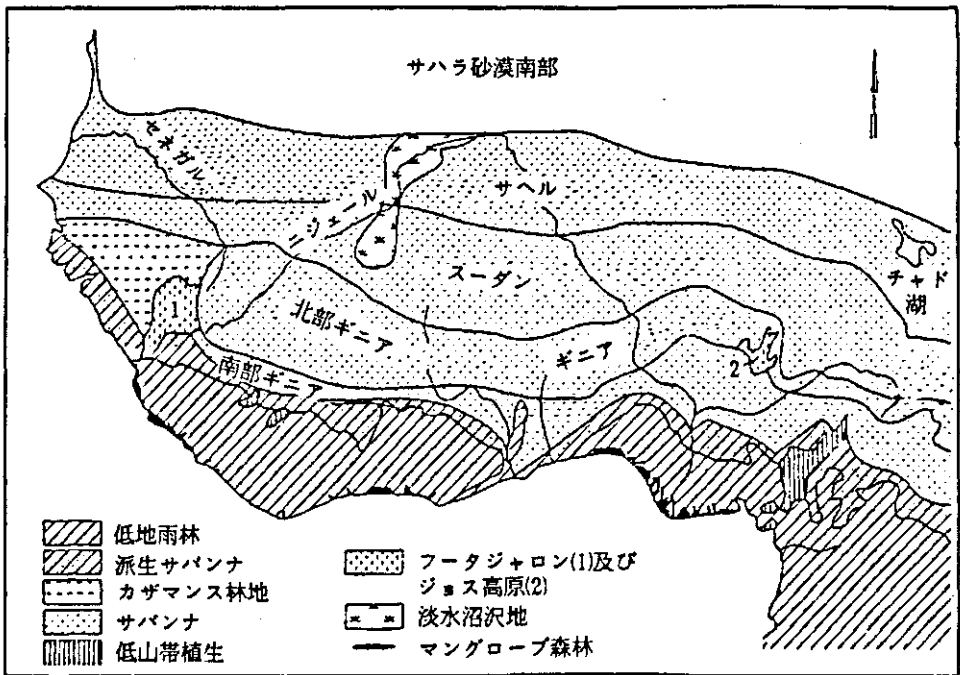


図3.3 西アフリカの植生分布 (Harrison Church 1974, 改変)

域では、マングローブ植生が完全に消滅しているので稲作が可能になっている。これらの地域では、多雨と（または）河川による氾濫が土壌から塩分と酸を洗い流すために利用されているのである。

淡水湿地林 (Fresh-water swamp forest) は、さらに内陸部の、海水の影響のなくなった湿地で見出される。こうした湿地林は、ナイジェリアのニジェール川下流デルタ地帯の低地では広範囲にひろがっている。ここでの植生は、ラフィア椰子 (*Ropisia vinifera* と *R. hookeri*) の比重が圧倒的に高くなっており、また樹冠が開放型になっているので、低木やかき型の棘をもつツル性の植物とが絡み合って濃密な下層植生が形成されている。

西アフリカの低地雨林 (Lowland rain forest) は、2つのブロックに分れて位置している。その第1のブロックは、シエラレオネ、リベリア、コートジボアール、ガーナにまたがるものであり、また第2のブロックは、ナイジェリア、カメルーンにまたがっている。これらの雨林は、ギニアサバンナの舌状になったところで分離されているが、このサバンナは南に下ってトーゴギャップにまで達している。この分離は、主に降雨量がここでは低いことと、ギャップ内における人間活動によるものである。

半常緑あるいは常緑低地雨林の植生は、いろいろ異った明確な層ないしは仕切りによって垂直的に配列されている。White (1983) は、形成された各層を次のように記載している：

- 下層：濃密な下層植生（高さ3—5 m）。低植物、低木、シダ類によって構成：
- 中層：巨木（高さ20—30 m）、暗緑色の葉で繁茂しており、また太い樹幹からは多くの枝が出ている；

—上層：きわめて高く、直立した樹木（高さ30—50 m以上）。葉はほとんどなく、樹幹は灰色をしており、また根は板根になっている。

上層の樹冠は連続していないのが普通であるが、下層の樹冠はより連続していることが多い。

Moss (1969) は、これとはやや異った小分類を採用している。彼の小分類によると、低木層、下層（高さ20 mまで）、主要樹冠（高さ30 mまで）、巨木（高さ45 mまで）となっている（図3.1参照）。

低地雨林は、数多くの異った樹種によって構成されている。硬木/木材種が、最も有名であり、例えば、*Khaya ivorensis*, *K. anthotheca*（両者ともマホガニー）、*Entandrophragma cylindricum*（リベリ）、*Guarea cedrata*（guarea）、*Lourea trichiloides*（アフリカクルミ）といったものがそれである（訳註：以上すべてセンダン科）。

低地雨林の樹種構成の変異は、主に自然的環境（土地の起伏、土壌、傾斜、排水状況のバラつき）の相違に由来している。

西アフリカでの処女雨林面積は、この数十年間に著減している。1980年代前半にあって、ギニア湾沿いの諸国で記録された年間の森林喪失は7200 km<sup>2</sup>にも及んでいた (Martin 1991)。表3.1は、西アフリカ諸国における既存の閉鎖型雨林とすでに劣化している林地の推計面積を示したものである。

表3.1によると、1985年までに雨林のうち、もとの姿をとどめているのは、わずかに約43%にしか過ぎなかったことがわかる。それでも、この比率は、カメルーンで人跡未踏の雨林が占めている広大な面積によって強く影響を受けているのである。もしも、カメルーンの数字を除くと、西アフリカの本来の雨林のうち、自然植生によっておおわれているのは、わずかに28%にしかすぎなくなるのであ

表 3.1 西アフリカ：閉鎖雨林及び劣化林地の推定面積 (km<sup>2</sup>及び%)、  
1985年 (出所：Martin 1991)

国別	閉鎖雨林		劣化林地	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
ベナン	410	85	70	15
カメルーン	175,200	77	52,800	23
ガーナ	16,080	20	65,900	80
ギニア	18,700	52	17,500	48
ギニアビサオ	5,750	71	2,300	29
コートジボアール	30,080	24	97,150	76
リベリア	17,700	24	56,700	76
ナイジェリア	44,500	33	90,000	67
シエラレオネ	7,100	15	38,800	85
トーゴ	2,940	55	2,400	45
西アフリカ計	318,460	43	423,620	57
カメルーンを除いたもの	143,260	28	370,820	72

る。

西アフリカで、相次ぐ破壊の影響を受けることなく、熱帯雨林を保存するため、これまでも多数の国立雨林公園が設定されてきている。これらの国立公園のうちでも、最も重要なのがコートジボアールにあるTaï国立公園であり、その面積は3300km<sup>2</sup>にも及んでいる (Martin 1991)。

森林では、一次樹種ないしは二次樹種が寄せ木細工式に配列されている。この二次樹種は、焼畑農家による森林の伐採ないしは焼却から生ずるものである。その結果生ずる光線と湿度の相違が耐光性樹種の発芽、または生長を刺激することになる。これら樹種は、一次森林のそれよりも成長が早く、またはるかに単純な構造に発展することになるのである。二次林にみられる樹種数もそれほど多くはない (Harrison Church 1974)。

二次林がしばしば焼かれたりすると、野草が、その地域に侵入し、耐火性樹種が優勢となって、いわゆる派生的なサバンナを形成することもあり得よう。そのサバンナ内に残存する森林は、以前の低地雨林の名残りとして

みることもできよう。

低山帯植生 (Montane vegetation) 生成の決め手となるのが高度である。高度は、気温低下、湿度と曇りの増加と恒常化、太陽照射の減少、さらに蒸発の減少といったことのために、植生を変えることになるであろう。その結果、ギニアハイランド、カメルーン山、カメルーンハイランドにあっては、海拔1000m以上のところで、樹冠の高い低山帯雨林が認められるのである。海拔約1200mのところから、森林には霧が充満し、温帯圏樹種とまったく共通したものになるのである。1500mをこえると、低山帯草地在現われ、各種のイネ科草がみられることになる。また、野焼きがしばしば行われると、その結果、上記より低い高度のところでも草地在出現することになるであろう。

### 3.2.3 ギニアサバンナ地帯の植生

ギニアサバンナ地帯の植生は、カザマンズ林地 (ギニアビサオ、ガンビア、セネガル南



部), ギニアサバンナ, フータジャロン (ギニア) 及びジョスプラトー (ナイジェリア) の植生形態によって構成されている。この地帯は、ギニアビサオから東は、トーゴギャップを含みナイジェリアにまで伸びている (図 3.3 参照)。

この地帯の特徴は、林地サバンナであるが、このサバンナは、疎林地によって構成されており、それらの天端は、高さ 8-20m か、またはそれ以上の樹冠を形成し、少なくとも土地の表面の 40% をおおっている (White 1983)。付近の樹木の樹冠が相互に接触し合っていることが多いのであるが、さりとて赤道林の極相植生におけるほど、濃密に絡み合っているわけではない (図 3.2 参照)。高さは 2m までの叢生イネ科草類の地被物ができている。

カザマンス林地とはギニアビサウ、ガンビア、セネガル南部のカザマンス川周辺の林地サバンナのことである。植生構造は、2種の層によって構成されている。上層 (高さ 15-20m まで) は、主としてわずかに 4種の樹種で構成されている。すなわち *Parinari excelsa*, *Erythrophleum guineense*, *Detarium senegalense*, *Azelia africana* がそれである。樹木は、低いところから枝を出しており、また横に広がっている。下部の層位 (高さ 3-6m まで) は、叢林、つる性植物、草本によって構成されている。

ギニアサバンナは、西アフリカサバンナのうちでも、最も広範な地域をカバーしているのである。この林地サバンナは、次の 2種の形態に分類することができる：

— 樹木のカバーを持つ南ギニアサバンナは、その南にある森林から北部の林地サバンナへと変っている。主な樹種は、*Daniellia oliveri*, *Lophira alata*, *Termi-*

*nalia glaucescens* である。重要なイネ科草類は、*Andropogon*, *Cymbopogon*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum*, *Setaria* である。

— 北部ギニアサバンナは、もっと開けた林地サバンナであり、多年性イネ科草の *Hyparrhenia* spp. と共存する *Isobertlinia* spp. が特徴になっている。その地形は、どちらかといえば、南部ギニアサバンナの地形に似ている。しかし、その草類の構成では、はるかに貧弱で、またもっとはっきりしたものになっている。共通した樹種は、*Isobertlinia dalzielii* と *Monotes kerstingii* である。共通イネ科草類は、程度の差こそあれ、南部ギニアサバンナにおけると同様であるが、*Brachiaria* spp. が、*Setaria* に取って代っている。

海拔が 1500m にまで達しているフータジャロン (ギニア) プラトーでは、海拔による植生変化は生じていない。また、真の意味での低山帯植生もないのである。本来の極相植生は、低地雨林であったかも知れないのである。しかし仮りにそうであったとしても、そのような植生は、緯度と海拔の両面で、フータジャロンプラトーの限界的な位置にあるだけ、きわめて脆いものであったにちがいない。極相植生にとって、いま 1つ別の選択肢があり得たとすれば、それは、低地雨林を伴うカザマンス林地であったはずである。典型的なカザマンス林地樹種である *Parinari excelsa* の存在がこの仮説を支えているのである。しかし、本来の植生被覆は、ほとんど完全に一掃されてしまい、その後にはむき出しのラテライトだけが残り、土壌も植生もほとんどなくなっているのが現状である。

ジョスプラトー (ナイジェリア) は、その麓の丘陵部では、北部ギニアサバンナによって

おおわれているが、それより高いところでは、貧弱な林地サバンナになっている。本来の植生は、性格上、低山帯と北部ギニアサバンナのいずれであるとを問わず、今では完全に破壊し尽されている。ジョス高原の住民は錫鉱石の採掘のために、彼等の土地の約15%を失うまでになっている。このために、残りの土地に対する圧力が高まることになった。現在、人間の最も到達し易いところでは、ほとんど樹木が消滅し、草地になっている。また、採鉱も植生と排水を悪化させたのである。現在残されているものといえば、極度に劣化した北部ギニアサバンナの植生だけであり、それに若干の低山帯植生が付随している。

### 3.2.4 スーダンサバンナ地帯の植生

スーダンサバンナ地帯には、スーダンサバンナと、内陸部のニジェール川デルタの淡水沼沢地植生がある。この地帯は、ギニアサバンナ地帯の北部に広がっている(図3.3)。

この地帯に属するスーダンサバンナは、南部での開放的な林地から、北部での樹木サバンナに変わる。スーダンサバンナの樹木は、地理的には、緯度的にも、また経度的にもきわめて広範囲にまたがっており、また生態学的許容度も広範囲に及んでいる。White (1983)によると、これをよく定義された生態学的要素と認めるべく、十分な広域にわたり、他の樹種と十分に安定なアソシエーションを作る樹種の数に余りにも少ない、という。

一部の著者—例えば、Keay (1949), Aubreville (1950), Chevalier (1951)—が示唆しているところによると、乾燥林が、スーダンサバンナ地帯では、本来の極相植生であったのだという。西部マリの砂岩プラトーでは、かつては乾燥常緑樹林であったことの名残りが、今なお存在している (Jaeger 1968)。こ

の地帯では、恵まれた天候と土壌のお陰で、人間も動物もともにその密度が高くなっている。

樹木は、ほとんど常時とっていいくらい単独で生じているが、その樹冠は広く広がっている。自然の植生には、*Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulata*といった、また水系との関連では、*Hyphaene thebaica* (ドウム椰子) といった樹種が含まれている。大部分の植生被覆は、耕作期間の後に続く各種の再生段階で見受けられるのである。休閑期が短くても、火災が頻発するところでは、樹木は、灌木の萌芽と、経済的に重要であって特別に維持されている樹種の成樹とによって代表されていることが多い。これらの樹木には、*Parkia* spp., *Butyrospermum parkii* (karité), *Acacia albida*, *Tamarindus indica* (タマリンド), *Ceiba pentandra* (カボック) といったものが含まれている。

イネ科草類の草丈は、ギニアサバンナ地帯におけるよりもはるかに短小であり、またその特徴も異なっている。大部分の草類は、長い乾燥期間に干ばつによって影響を受けることもあって一年生である。共通してみられる一年生の草には、*Andropogon pseudapricus*, *Hyparrhemia*, *Laudetia* spp. といったものが含まれている。多くの多年生草類も繁茂しているが、それらには *Andropogon gayanus*, *Anthrophora nigriflora*, *Aristida stipoides*, *Pennisetum*, *Pennisetum setosum*, *Hyparrhemia* spp. が含まれている。

さらに北に進むと、棘のある樹木 (例えば、*Acacia* spp.) が、一層普通のものになり、またイネ科草類の草丈は、一層短小となり、草むら状でなくなる一方で、ますます羽毛状を呈するようになっている。

淡水沼沢地植生は、非成帯型植生であり、この種の植生は、マリでは内陸部のニジェール川デルタに存在している。植生構成の相違

点の決め手になる主なものは、湛水の頻度と期間と水位の深さといった、水文学的諸条件と自然的諸条件である。

*Andropogon*と*Chloris*は、氾濫原とトグエレ (toгуéré) (すなわち、砂丘、古い自然堤防といった氾濫のない地域) の中間にあって氾濫頻度が少ない経過的地帯に存在する。

氾濫原のうちでも、水深が浅いとはいえ、ほどほどの深さになっている湛水部分には *Panicum*と*Eragrostis* が共生し、また主要河川付近で湛水している堤防では、*Echinocloa*と*Oryza* が共に生育している。湛水が深い場所では、*Vetiveru*と*Mahinot*が見受けられる。

非湛水地域の植生は、*Barassus*, *Ficus*, *Diospyros*, *Guaera* ないしは *Acacia*, それに *Cenchrus* が特徴になっている (Drijver and Marchand 1985, Gallais 1967)。

### 3.3 生態系の利用とそれへの干渉

#### 3.3.1 研究史概説

西アフリカの農業生態学は、これまでも Kowal and Kassam (1978), Harrison Church (1974) と Thomas and Whittington (1969) によって広範囲に取り扱われてきている。農耕システムは、これまで、Fiselier (1990), Jansen and Diarra (1990), de Rouw et al. (1990), Turner (1986), Smaling et al. (1985 a.b), Arockhuyse and Allen (1984), Kessler and Ohler (1983), それに Gleave and White (1969) によって記述されてきている。

#### 3.3.2 赤道林地帯の生態系の利用とそれへの干渉

赤道林地帯で、小低地谷底面は年間を通してほとんど湛水している。そこでは、水を媒体にした疾病のため (4. 後出)、環境が健

康に不向きであること、また開拓のための労働要求量が高いため、谷底面は作物生産には広く利用されていない。

内陸小低地は作物生産に利用されることがなくても、伝統的に果実、堅果類の採集のためにも、また薪炭の給源としても、さらに輸送水路としても利用されてきている。魚類は、小低地の小川とか、または沼沢で捕獲され、貴重なたん白源になっている。

内陸小低地地帯にある湿地とか、またその地帯の一部 (大部分は周辺部) は、野菜とか主食 (米を含む)、それに高地で栽培されているものとはあまり変らない作物の栽培に利用されている。

過去数10年間に、とくにシェラレオネとリベリアにあっては、小低地谷底面が稲作に秘めている可能性にますます多くの注意が払われてきた。シェラレオネにあっては、小低地谷底面の約40%が、雨期には稲作に利用されているものと想定されている。

雨林帯での高地は、耕種作物の生産に利用されている。最も共通した農耕システムは、焼畑栽培であり、次にそれより範囲は狭ばまるが、低木林休閑 (bush fallow) システムである。この低木林休閑は、集約型の焼畑栽培形態としてみることもできよう (Ruthenberg 1980)。この農耕システムにあっては、ほとんど毎年といつていくくらいに新しい圃場が要求されるのである。農民は、圃場の立地を選択する場合、土壌、地形、森林の条件を考慮することになる。二次林の場合には、そうした考慮には、年令 (最終伐採後の期間)、森林の構造、その植物相構成も対象とされるのである。これらの要素はどれも重要なものである。アップランド土壌の自然肥沃度が低いために、作物は焼かれた森林の灰中に存在している栄養素によって生育することになるからである。

人間の活動のため、アップランドでの植生パターンは、森林の再成長、二次林、派生サ

パンナによって構成されたモザイク模様が、その地域のほとんどをカバーするように変化してきたのである。

アップランドにおける減収、谷底地での農業的可能性の増加、凶作時のリスクを均らす必要性の増大といったものこそ、例えばシエラレオネやリベリアの農民が、それぞれの農耕システムに内陸小低地（すなわち丘陵斜面および谷底面）の地下水浸潤地や湿地までも組み込もうとする理由であった（FAO 1979；Richards 1985, 1986）。丘陵斜面や谷底面における湿潤条件のために、作付期間に弾力性をもたせることができる。内陸小低地の地下水浸潤地や湿地では、休閑期がアップランドにおけるよりも短いのが普通である。

コートジボアールにおける一部の農民は、主に傾斜面下部や谷底面の一部での、稲作に慣れている。谷底面ではラフィア椰子の栽培が盛んであり、これはこれまでの人間活動を示していることが多い（de Rouw et al. 1990）。

赤道林地帯での農耕システムは、5. で詳説することにする。

### 3.3.3 サバンナ地帯の生態系の利用とそれへの干渉

西アフリカのサバンナ地帯では、内陸小低地の生態系は、隣接するアップランドと著しく異なっている。小流沿いには回廊林があり、そこでは植生も、またそこに生息する動物も特殊なものになっている。この形態の森林は、特定の動物種にとっては重要な廊下を形成するものであり、また鳥類にとってはシュルターでもあり、またねぐらにもなっている。小流の近くでは、随所にいわゆる聖林があり、そこで地元民は死者を埋葬したり、特定の祭礼を行うことになっている。

雨季中であっても、また雨季後であっても、内陸小低地は、もっと広大な氾濫原にも似た諸条件や生息地を提供してくれるのである。

浅いながらも浸水地、一時的な沼沢地、引きつつある洪水といったものは、水位の下った地帯—鳥類にとっては依然魅力のあるものである—もある小型の天然湖ないしは人造湖といった、水鳥と渉禽類の生息地を後に残すことになる（Fiselier 1990）。

地域別に、スーダサバンナ地帯では内陸部のニジェール川デルタにみられる通り、内陸小低地とより大規模な氾濫原とが結びついて、北から来る渡り鳥である水鳥及び渉禽類に継続的に食料を供給しているのである。干ばつが長引いている期間中、内陸部のニジェール川デルタもまた、セネガルとギニアビサウ沿岸の湿地から渡来する鳥類にとっては、避難所として役立っている（de Bie 1990）。

スーダンサバンナ地帯内陸部にある大部分の小低地は、乾季には完全に干上るのである。それ故、この渓谷では肺魚以外、まったく魚類は生息していない。

野生生物の存在は、狩猟圧力の如何によって決まってくる。多くの内陸小低地には、野生動物と家畜としての牛のいづれたとを問わず、牧畜業者にとっては魅力のある乾季草地在みられる。飲用水は、哺乳動物にとっては決定的に重要なものであり、半乾燥地域でそれがみられるのは、大部分が河川渓谷に限られている。飲用水と食料が結びつけば、内陸小低地はそれによって移動動物にとっての廊下として理想的なものになるのである。

伝統的に、サバンナ地帯での農耕は主にアップランドに集中するが、小低地谷底面（例えば、ナイジェリアにおける fadama 栽培）にも程度は低いものの存在はしている。ギニアサバンナとスーダンサバンナの両地帯で、伝統的なアップランド農耕システムは、村落を中心にして、いろいろな集中地帯で異なった利用方法で配列されている（ブルキナファソのモツシプラトーについては、Brockhuysen and Allen 1984；ナイジェリアのザリア州については、Gleave and White 1969；マリ南部に

については、Jansen and Diarra 1990 ; ガーナのクマン地方については、Manshard 1961)。配列は3主要区に分けることができる。第1地区は、村落のすぐ外側に位置しており、永年栽培用に利用されている。第2地区は、栽培/休閒生産に利用されている。第3地区は、森林・牧畜または農耕がまったく行われない低木林として利用されている。時として、これらの利用は、やや異なった順序で配列されたりすることもある。人口密度が高くなったり(または)換金作物が導入されたりすると、このような利用方法に関する区分設定が崩れたりすることになる。集中地区における土地利用パターンが崩れたりすると、土壌が比較的肥沃で湿潤な内陸小低地が、ますます重要性を増すことになるのである。

サバンナ地帯の農耕システムに関する情報は、5.で詳説することにする。

ギニアサバンナとスーダンサバンナの両地帯における内陸小低地の大部分は、赤道林地帯の内陸小低地と異なって、すでに實際上、農耕及び牧畜用としての農業システムの一部になっている。

季節的に冠水することのある草地は、常に牛群の放牧周期では基本的な要素になってきた。森林はこれまでも常に木材の給源として機能してきたが、年間を通して絶えることのない小流と地下水の浸潤は、飲用水の給源になってきたし、また菜園にとっても持続的な給水源になってきたのである。

西アフリカの西部では、稲作はこれまでも長年にわたって、とくにギニアサバンナ地帯では内陸小低地では小農の手によって行われてきたが、ここでは、米は重要な主食作物になっている。Mohr (1969) によると、マリ南部、ブルキナファソ、コートジボアールの北部と西部(コロゴとマン)、ギニア、リベリア北部、シエラレオネ、ギニアビサウにおいて、カザマンス、ガンビア両河川の上

流域を構成している。この地域では、小低地の稲作は、依然として広範囲に及んでいる。

サバンナ北部にある内陸小低地、とくにその傾斜面は、主食用作物、例えばソルガム、ミレットにとって重要な生産地域になっている(Brockhuysse and Allen 1984 ; Vierich and Stoop 1990)。ここでは、傾斜面の土壌は、それぞれの土性と水分バランスに応じて利用されている。もしも降水が遅れたり、または不規則であったりすると、谷底面で栽培されている作物が、食料を供給してくれることになる。傾斜地は、あまりに乾き過ぎて、作物生産が順調にいかないままにとどまったりするからである。降雨が過度である場合には、傾斜地で栽培されている作物の収穫が、谷底面で不作になっても食料を供給してくれるのである。

降水量の予測がつかない地域にあっては、リスクを均らすことは、営農システム上、重要な要素である。

内陸小低地を開墾するということは、自然植生を除去し、ある種の動物の住み家を消滅させることを意味している。保護役を果たさずの植生被覆が、雨季中の作物生産のために、失われることになるからである。したがって乾季期間中に、土壌は保護物を失っているため、降雨開始時におけるエロージョンを極めて受けやすい状態となっている。

植生被覆がない場合、とくにそれが動物の移動が頻繁な場所であれば、エロージョンは頻発する。中部ナイジェリアのビダで、実際にそのようなことが発生しており、一部はすでに荒蕪地化しているのである(Smalting et al. 1985 a)。家畜を季節移動させる場合、牧夫たちが確保できる資源(すなわち、牛に給与するための飲用水と飼料)は減少することになろう。残された地域での過放牧によって、土壌の踏み固めが生ずることになろう。このことは、ひいては土壌の透水性を低

下させて流去水量を増加させ、土壌侵食の悪化に一段と拍車をかけることになるのである (Ingram 1991)。

アップランド地域における人間活動が、内陸小低地の水文的均衡を攪乱している。植生の排除といった干渉は、水文的不均衡を一段と悪化させ、また生態系を変化させることに

なろう。水の浸透は低下し、地表流が増加することになろう。ピーク時流量はいよいよ大きなものとなり、破壊力を発揮することになろう。地下水の再補給が減少すれば、浸潤水量と基底流量は減少し、したがって乾季が来た場合にいち早く土壌の乾燥と水不足が誘発されることになるであろう。

## 4 水媒介性疾病

### 4.1 水媒介性疾病の分布と伝染のメカニズム

内陸小低地の谷底面は、長年にわたって、水媒介性疾病の発生のため、農業に利用されることがなかった。しかし今日では、アップランドでの収量が減少しつづけ、利用可能な農地に対する人口圧力が高まり、さらには内陸小低地の湿地には農業的可能性があることからそれらはいろいろな耕作システムの範囲でますます利用されるようになってきている。

西アフリカで大きな公衆衛生問題となっている水媒介性疾病のうちで、主なものには、マラリア、住血吸虫症（ビルハルジア）、トリパノソーマ症（眠り病）、オンコセルカ症

(river blindness)、メジナ虫症（ギニアウォーム）がある。マラリアは、資源調査の対象全域で共通である。その他の疾病の分布状況は、図4.1、4.2、4.3、4.4に示す通りである。

これらの疾病はすべて中間宿主を介して発生している。このことはそれらの疾病が伝染するには、少なくとも1種類の間宿主（ベクター）が要求されることを意味している。この宿主は、昆虫、または水生動物であるかも知れない。もしもこの宿主が昆虫（蚊とか蠅）であったりすると、その宿主は、すでに

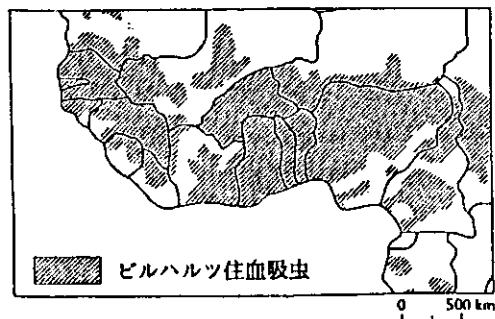
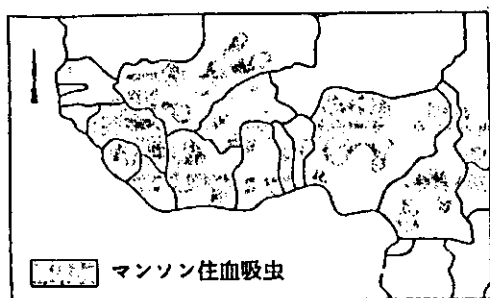


図4.1 西アフリカ：ビルハルツ住血吸虫及びマンソン住血吸虫の分布状況  
(出所：Doumenge その他1987, 改変)

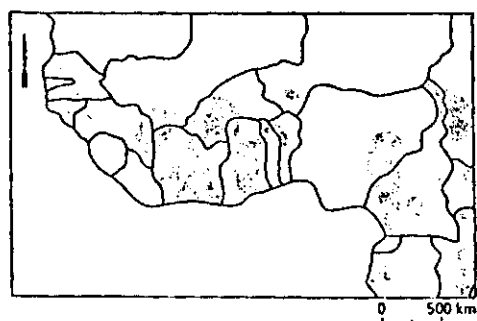


図4.2 西アフリカ：トリパノソーマ症（眠り病）の分布状況（出所：Mollynrx and Jansseus 1980, 改変）

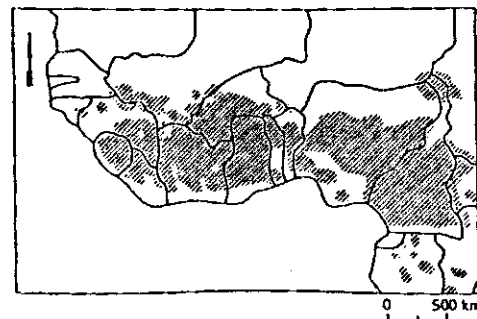
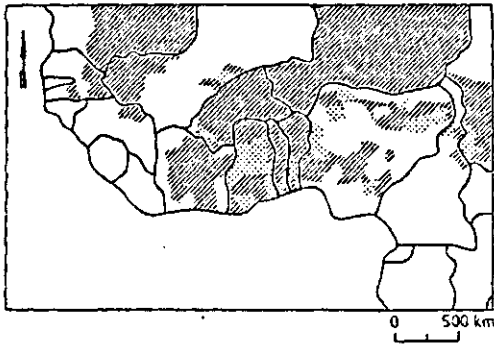


図4.3 西アフリカ：オンコセルカ症（river blindness）の分布状況（出所：Muller 1980, 改変）





 風土的であるか、または散発的なもの  
 極度に風土的であるもの

図 4.4 西アフリカ：メジナ虫症（ギニアウォーム）の分布状況（出所：Watts 1987, 改変）

感染している人間なり、または動物を刺すことによって病原寄生虫を入手し、それらの寄生虫を後に刺すことになる人間なり、または動物に伝達するのである（機械的感染）。もしも、その宿主が水生動物（巻貝）であると、その宿主は、汚染された水中から寄生虫を入手することになる。これらの寄生虫は、宿主の体内でそのライフサイクルの一部を完了すると、ふたたび水中に戻されることになる。そこで、それらの寄生虫は、水中にいる新しい宿主—人間または動物—の皮膚中に侵入するかも知れないのである（生物学的感染）（Oomen et al. 1990）。

谷底面も含めて、湿地開発によって招来された生態学的変化によって、これらの媒体が爆発的に繁殖することはあり得よう。西アフリカの多くの諸国での保健関連の社会的生産基盤は、現状では疾病の負担が今以上に増加した場合にそれに対応し切れなくなっているのである。それ故、これらの疾病と戦うためには、まず水資源開発の初端から環境関連の安全措置と取り組む必要がある（Oomen et al. 1990；van der Laar 1985）。

水媒介性疾病の分布状況とその範囲に影響

を及ぼしているのは、農業用水の管理だけではなく、共同体の生活用水供給の質、衛生状態、住宅施設、それに人口の定着と移動との程度である。飲用水の供給、し尿処理、栄養と食品衛生が改善されるのであれば、多くの伝染病のまん延も減らすことができるはずである。

表 4.1 は、疾病を伝達する各種のメカニズムと、そのような伝達を減らし得る設計要素を示したものである。環境衛生工学に関するこのような構成要素は、湿地帯を対象にした農村振興計画を策定する場合に銘記しておくべきことといえよう。

共同体にかかっている伝染病の負担は、それらの伝染メカニズムを部分的ないしは全面的に破断すれば、それによって軽減することもできよう。このことを実施に移し得るものとしては、次のように 3 種の方法が挙げられる（Oomen et al. 1990）：

- 疾病の伝達メカニズム妨害；
- 罹患し易い宿主を保護；
- 伝染病の溜まり場の減少。

環境管理は、媒体（vector）の繁殖場所を排除することによって疾病の伝達を遮断する。病原体ならば消毒、媒体ならば殺虫剤または軟体動物駆除剤、またはその両方によって死滅させるために化学物質を補助として使用することができる。病原体ないしは媒体と生態学的に競争する生物の遺伝子操作とか、またはそれらの生物の導入といったバイオテクノロジー的手段を講ずることもできよう。

宿主は、予防薬を使用するか（マラリアの場合）、または蚊帳を使うなり、駆除剤を施用するなり、あるいは住宅に網戸を入れるなりして、それらが媒体と接触するのを少なくすることによって罹患し難くすることもできよう。



表 4.1 疾患の感染メカニズム及び総合防除に寄与する環境保健工学上の設計構成要素 (出所: Oomen et al. 1990)

設計の構成要素	伝染メカニズム	設計の特質	関連疾病
生息地	昆虫媒体の水中繁殖 水辺で刺す 水をベースにしたもの	ダム建設 灌漑網 農業	マラリア, オンコセルカ症 トリパノソーマ症, その他媒体による感染 住血吸虫症
用水の供給	水媒介性のもの 水洗によるもの 水をベースにしたもの	水質と(または)水量 水量のみ 水源の保護	下痢と赤痢, 腸炎, 腸内ウイルスによる感染 皮膚及び眼に感染, シラミ媒介性熱病 メジナ虫(ギニアウォーム)の感染
し尿処理	人体間接触 屋内汚染 水質汚染 圃場汚染 作物汚染	便所の建設 し尿処理 衛生環境	下痢と赤痢 腸炎 土壌伝染性の蠕虫 牛, 豚肉寄生のサナダムシ 水をベースにした蠕虫(住血吸虫症) フィラリア症
住宅	生息地付近敷地  過密居住 空気汚染 媒体の繁殖 廃棄物 建設 火災	敷地整備/住宅に網戸を入れること 空間と換気  水の貯蔵 廃棄物処理 建材 焼失	マラリア, フィラリア症, オンコセルカ症, トリパノソーマ症 流行性髄膜炎, 急性, 慢性の呼吸器系感染 病, 悪性の呼吸器系疾患 アルボウィルス性伝染病(アング熱, 黄熱病) チャガス病の皮膚病変dリーシュマニア症 土壌伝達による蠕虫 火傷
栄養	カロリー不足 たん白不足 ビタミン不足 食糧貯蔵 食品調理	主食作物 家庭菜園  貯蔵施設	栄養不足 たん白-カロリー不足による栄養失調 ビタミン不足 食中毒: 下痢
エネルギー	新材使用 煙突なしの火 石油貯蔵	台所用ストーブ 煙突	食中毒: 下痢 火傷 空気汚染参照
村落の社会生活基盤		免疫処置	小児性伝染病, ポリオ, 黄熱病
健康管理		母子管理  教育及び通信	周産期/幼児死亡 風土病処置: マラリア, 下痢, 呼吸器系伝染病, 蠕虫, 住血吸虫症等。産児制限

きよう。感染者と病人に手当てを施し、また感染した動物に手当てを施すかまたは排除することによって、伝染病の溜まり場を少なくすることもできよう(例えばトリパノソーマ症の場合に)。

伝染病の総合防除とは、相互に関連していれば、上記各種のアプローチを結びつけた防除戦略のことである(WHO 1983)。

## 4.2 主な水媒介性疾病

### 4.2.1 マラリア

マラリアは、西アフリカでは最も広範囲にまん延している水媒介性疾患であり、臨床的には高熱と貧血症が特徴である。高熱には特徴的な周期性があり、また貧血症は、赤血球

の破壊と脾臓肥大に因るものである。

この疾患は、とくに *P. falcipartum*, *P. vivax*, *P. malariae* といった *Plasmodium* 属の幾多の原生動物によって引き起されるものである。マラリアを伝達するのは、蚊 (*Anopheles* spp.) であるが、これらの蚊は、溪流、河川では、よどんでいるか、またはゆるやかに流れている水中とか、また小沼沢に生存し、それに例えば缶、樽内のたまった水中でも繁殖する。

マラリア防除対策は、共同体内では、伝染病の溜まり場になるところを少なくしたり、また (あるいは) 人間を刺すマラリア媒体の数を減らすことを目指している。そのための防除戦略は、共同体内における環境及び社会—経済的条件にもよるが、以下のものであり得よう (Oomen et al. 1990) :

- 蚊が人体から吸血するのを防止すること ;
- 蚊の繁殖を防止するか、または減らすこと ;
- 蚊の幼虫を死滅させること ;
- 蚊の成虫を死滅させること ;
- 宿主としての人体内にいるマラリア寄生虫を排除すること。

内陸小低地は、いろいろなアノフェレス蚊類にとっては、格好の繁殖場所であるように思える。水管理によって、湿潤期間が長引けば (米の2期作)、水の供給余力が高まり、蚊の潜在的繁殖力も一段と増すことになる。湿地帯での労働が強まると、人間と蚊との接触度が増えるため、マラリア感染が促進されることもあり得よう (van der Laar 1985)。

稲作にあって、間断灌漑と圃場の排水を行うようにすれば、蚊の繁殖場所を減らすことになる。

#### 4.2.2 住血吸虫症 (Schistosomiasis) (ビルハルジア)

住血吸虫症は、寄生虫による複雑な病気であるが、その原因は、*Schistosoma* 属の5種の寄生虫にある。これらの寄生虫は、いろいろな器官系に影響を及ぼすのである。この疾患に関する各種の段階は、次の通りである (Oomen et al. 1990) :

- 侵入 : セルカリアによる皮膚反応と、おそらくは若干の発熱 :
- 進行 : 急性の発熱。ただし、かならずしも認められないことがある。
- 伝染病の定着 : 血尿または腸管系の症状を呈する初期の慢性疾患 :
- 後期的な伝染病 : 膀胱/腎臓、腸管、肝臓の慢性疾患

住血吸虫症は、いろいろな淡水性の生息地で、人間に伝達されている。水生巻貝 (*Bulinus* spp., *Biomphalaria* spp., *Oncorhynchus* spp.) は、ビルハルツ住血吸虫、マンソン住血吸虫、日本住血吸虫といった寄生虫のそれぞれのライフサイクルにあって、中間宿主になっている。ビルハルツ住血吸虫の感染の溜まり場は、人体であるように思える。これに対して、マンソン住血吸虫による感染は、サル、ヒヒ、ネズミ類にみられる。それでも、これらの動物が、人間にマンソン住血吸虫を伝達するのに役割を果たしているのだとする証拠は、まったく見当たらないのである。家畜と野生動物のいづれもが、日本住血吸虫を人体に伝達する上に大いに寄与しているのである。

巻貝もまた、この疾患をまん延させる上で、運び役を果たすのである。

この疾患の伝達防止の機会には、宿主としての人間、巻貝、寄生虫の自由遊泳の段階によって得られるのである。

人間の行動様式は、この疾患の伝達にあって重要である。し尿処理と衛生状況 (便所の建設) がよろしきを得れば、住血吸虫の卵が環境に放出されることは少なくなるであろう。

すでに汚染されている水に人体を曝らすことを少なくすれば、それだけ伝達率も減少することになる( Oomenその他, 1990)。

巻貝の生息数は、化学的防除によって減らすことができるが、この方式は、金がかかる上に、繰り返しの実行が必要なのである (Mc-Junkin 1975)。

巻貝は、深さが一定で停止している水の方を好むのである。水流の速度を速め、また水位を変動させるために、用水路を作ってその保守に当たれば、それによっても巻貝の生息数を減少させることになるかも知れず、この方式は最も好都合な対策であるように思える。排水系統での植生は、水流の速度を落とすことになるのでその繁茂を許すべきではない。

巻貝が自由水のないところで、どの程度まで生き残れるのかは種によっても異っている。しかし早ばつの期間が十分に長引いたり、または頻発すれば、巻貝数は減少するか、または絶滅するであろう。

一部の種類の巻貝は、早ばつにも強いので、その寄生虫はサバンナにあってさえも、用水路が干上ったり、または乾季全体を通して生き残ることができるのである。

内陸小低地での耕作によって、人びとはますます汚染された水にわが身を曝らすことが多くなっている。

他方、谷底面の開拓や耕作が進めば水流の速度が増し、農薬や無機質肥料の使用量が増えることになる。このことは巻貝が必要とする環境を変え、またそれらの生息数を減少させることにもなる( van der Laar 1985)。

#### 4.2.3 トリパノソーマ症 (眠り病)

トリパノソーマ症は、*Trypanosoma*属の原生動物である寄生虫によって引き起される致命的な疾患である。*Trypanosoma brucei gambiense*及び*T. b. rhodesiense*は、人間の眠り病の原因であるが、*T. b. brucei*は、家

畜にも影響を及ぼすのである。人間に発生する、この疾患のいろいろな段階は、以下の通り (Oomen et al. 1990) :

- この疾患の始まりは、発熱が周期的に繰り返されるのが特徴である ;
- 第1段階中、基本的なトリパノソーマの活動は、リンパ腺と脾臓において行われる ;
- 第2段階中、侵されるのは、中枢神経系統と心臓である。この場合、まずいらいと不眠が生じ、その後無感動性と眠気が続くことになる ;
- 最後に、死亡が続くことになるが、これは普通、肺炎のような感染症を併発することによるものである。

トリパノソーマ症を伝達するのは、ツエツエ蠅である。西アフリカでは、*T. b. gambiense*は、*Glossina palpalis* spp.と*G. tachinoides*によってまた*T. b. rhodesiense*は、*G. morsitans morsitans*, *G. m. contralis*, *G. pallidipes*, *G. swynnertoni*によって伝達されている。これらの種類の媒体は、すべて木陰(樹木で覆われている)で、比較的湿っぽい条件を必要としている。いろいろ異った品種の分布と生態は、植生と緊密に結び付いている。植生被覆を変えれば、それによってツエツエ蠅の活発な行動様式、そしてトリマパノソーマ症の伝達が影響を受けることになるであろう。

伝染病の溜まり場は、人間であると信ぜられていた。しかし最近では、その溜まり場は、家畜としての豚、犬、それにモリカモシカからも分離されているので、このことは、溜まり場が、野生生物にも存在していることを示唆している。この疾患は、「ツエツエ蠅地帯」に散在している明確に孤立化した地点に発生しているのである。こうした大部分の地点は、すでに分っており、地理的にも安定し

ているのである (Oomen et al. 1990)。

この疾患の発生率は高くはないが、問題は残っている。気象、植生、土地利用の変化や人口移動、あるいは医学的監視行動の中断といったものが、この流行病を激発させる原因となるかもしれない。

動物にみられるトリパノソーマ症が、牛、山羊、羊、ラクダを蝕むので、アフリカでの農村開発を達成する上での主な障害になっている。

医学的な監視行動と処置は、これまでトリパノソーマ症を防止するのに有効であることが判明している。ツエツエ蠅の生息地を取り除いたり、その宿主を排除したりすること(例えば、植生を一扫したり、感染した野獣を潰滅させたりすること)は、上記以外にも媒体を抑制する有効な方法だということができよう。

土地利用パターンによって、トリパノソーマ症の伝播を制限することもできよう。村落付近に湿地が発生しているも、村落の周辺が開墾されており、その利用が乾燥地作物の栽培にだけ限った緩衝地帯は、ツエツエ蠅が村落と湿地帯との間を移動する場合の障害物としての役目を果たすことになるのである。

内陸小低地の開発は、開墾がツエツエ蠅生息地(回廊林)の除去までも組み込んだものであれば、それによって眠り病を減らすことにもなり得るはずである。

内陸小低地にある現在の生息地でも、仮に、それがツエツエ蠅にとってすでに不利なものになっているとすれば、眠り病がより集約的な湿地農業と水管理とによって増加することは見込めなくなるのである (van der Laar 1985)。

#### 4.2.4 オンコセルカ症 (River Blindness)

オンコセルカ症とは、宿主媒体によるフィラリア(糸状虫)感染症であり、その原因と

なるのは、ネマトーダの一種、*Onchocerca volvulus*である。最も共通した症状は、痒いこと、色素沈着の変化、成虫による小結節の発達といったものである。これらの成虫によって生産されたマイクロフィラリアが眼球に侵入すると、眼の組織構造を破壊することになり、そのために罹患者は失明することになる。

風土病のまん延地域(例えば、ボルタ川流域)での感染パターン全体をみると、時代とともにまん延地区が拡大の一途をたどり、深刻化していることがわかる。また、男女別の感染率は似たようなものであるが、作業の性格上、男子の感染は女子にくらべてはるかに重症になっている (Oomen et al. 1990)。

この伝染病を伝達するのは、*Simuliidae*(黒蠅)であるが、西アフリカにおける主な種類は、*Simulium damnosum*である。*Simulium*という宿主は、流れがはやく、通気状況が良好な水中で繁殖する。世界保健機構(WHO)によると、最も都合のよい流速は、 $0.7\text{ m/s}$ から $1.2\text{ m/s}$ の範囲内だとされている。蠅の成虫は、その繁殖地付近で発見されるのが普通であるが、かなりの距離にまで飛行することができる。このことは、この疾患のまん延上、重要な結果を招来することになる。

オンコセルカ症は、寄生虫と宿主あるいは両者に対するキャンペーンによって防止することができよう。*S. damnosum*は、長距離にわたって分散することができるので、付近の生息局地からの再侵入を回避しようとするれば、その防除努力は広範囲にまたがらなければならぬ。

宿主防除のための環境管理の焦点は、流れが攪はんされて荒れている水辺に当てられている。このような諸条件は、放水路、急流あるいは水流が橋や一時的な障害物(例えば岩の破片など)に突き当たるところなら、何処にでも発生するであろう。こうして、繁殖地

はきわめて特殊的で、孤立している。このような条件は、予想もされなかった場所で発生するかも知れない。このことは、とくにこの *Simulium* が急速に発育する一時に5日以内— こともあって、依然として問題を残している。

今では、寄生虫を駆除する医薬品も入手できる。Ivermectine 剤は、体内に寄生しているミクロフィラリアに有効であることがすでに判明しており、1年に1回だけの服用で済むのである (TRD1988)。

内陸小低地の開発で、黒蠅が発生している現在の局地的な生息地そのものが変わることはあるまい。黒蠅は、流れの速い水流で繁殖することを好むのである。このような条件が排水路と用水路で避けられるとすれば、river blindness が水管理対策によって増えるとは考えられないのである (van der Laar 1985)。

#### 4.2.5 メジナ糸状虫症 (ギニアウォーム)

メジナ症とは、*Dracunculus medinensis* (ギニアウォーム) といわれる蠕虫の感染に関係したものである。この蠕虫は、宿主としての人体の皮下組織に生息するのである。メジナ虫症でただれた箇所は、痛みが激しく、膿瘍が生じたりすることが多いが、関節を冒

かしたりすることもある。メジナ虫症は合併症 (例えば、破傷風) を伴うことがなければ致命的な疾患になることはないが、患者はそのため長期間にわたって身障者になったりすることもある。

感染は、キュクロプス (ミジンコ) —甲殻類動物の一種— によって汚染された水を飲むときに発生するのである。宿主としての人体内で、成虫になるまでに要する期間は1年である。感染者が他の人が飲用水を汲む井戸なり池に入ると、幼虫はその感染者の患部から水中に解放され、それからまた新しいサイクルが始められることになるのである。

感染には著しい季節性がみられるが、これは天候が水源の発生及び寄生虫の生育周期に影響を及ぼすからである。したがって、患者の就業不適格の期間が農繁期に生じたりするのである。

ギニアウォーム感染の伝播は、安全な飲用水を供給することによって全面的に根絶させることができよう。それ故、効果的な防除は、飲用水施設 (例えば、蓋などで閉じた井戸) の改良に基づいたものでなければならぬ。また、同様に化学薬剤 (例えば、Abate) を使うこともできる (Lyons 1973)。

## 5 西アフリカにおける農業システム及び稲作システム

### 5.1 研究史概説

本章では、西アフリカにおける主な農業システムを論ずることとする。農業システムは、気象と土壌の影響をうけた土地固有のものであるので、ここでは一般的に論ずるだけにとどめる。これらの農業システム内での稲作システムは本章の第2部で論ずることとする。

多くの著者が、西アフリカにおける農業システムについて、精疎まちまちな情報を提供している。ここに集録した情報は、WebsterとWilson(1980), Ruthenberg(1980), Okigbo(1981), Moormann and Juo(1986), Harrison Church(1969), Morgan(1969), Gleave and White(1969), Kowal and Kassam(1978)から引用したものである。

稲作システムを論じているのは、Moormann and Juo(1986), Luning(1984), Budenhagen(1978), Becker(1990), WARDA(1991), Binaraban(1991), Andriessie and Fresco(1991), de Rouw(1991), Richards(1985, 1986, 1987)である。

農業あるいは営農システムとは、Okigbo(1979)の定義によると、一連の投入財なり資源が、所与の環境的条件下に、ニーズを満足させたり、また望まれる目標を達成するように、農民によって独自に調整される企業ないしは事業のことである。西アフリカで、農業システムは1名ないしは複数の個人—普通、家族単位—の活動を構成しており、家族成員の一部ないしは全員が、それぞれの時間の一部ないしは大部分を農作業に参加している。

de Rouw(1991)によると、農場生産システムが意志決定のユニットとして機能するの

は、土地、資本、知識が、販売や消費可能な有用財に転換された場合であると言う。

(稲)作システムは、生産者とユーザーのニーズを満足させるため、特定地域での米生産に採用される農法と技術に加えて、時間的、空間的に展開される諸活動の種類、及びそれらの組み合わせ(または)継続に関連している(Okigbo 1979)。

作付体系の機能とは、植物性素材と土壤栄養素を有用な生物量に変換させることである。作付体系は、農業システムの構成要素なのである(de Rouw 1991)。

### 5.2 農業システム

Okigbo(1981)及びde Jong(1989)は、西アフリカにみられる伝統的な農業システムの主要な特徴を次のように要約している：

- 作物生産は、主に自家消費向けのものである；
- 農業システムは、多様であり、その範囲は、文字通りの焼畑農業から常畑栽培にまで広がっている；
- 資本投下だけではなく、機械化の水準も低く、購入投入財の可能性も限られたものになっている；
- 農場規模は小さく、作物の種類はきわめて多様である；
- 労働と所得は、性別間で明確に分離されている；
- 作付パターンは現在の降水状況によって大きく左右される。凶作のリスクを均らすために輪作及び混作が実施される；
- 伝統的な作付体系は、現地の地形的特質や水文的な状況に対する優位性がある。

これについて現地では固有の知識が多く存在しているのである；

- 湿潤地域（赤道林地帯）とツエツエ蠅の感染地域で、農業は、圧倒的に人間の労働と単純な農器具に頼っている。家畜として飼養されているのは、山羊、ニワトリ、羊、豚だけである；
- 乾燥度の高いサバンナ地帯で、耕種作物と畜産とは、農業システム内で統合されている。牛は、圃場の耕作に使用されるとともに厩肥の生産等にも利用される。

農業システムは、栽培されている作物の種類によって小分類することができる。例えば、Webster and Wilson (1980) によると、耕種作物をベースにしたもの、あるいは家畜をベースにしたものも含めて、主なものとして4種の農業システム形態が、以下のように分類されている：

- 天水依存の営農システム。ただし、湿地での稲作以外のもの；
- 湿地での稲作を基軸にした、天水及び灌漑農業システム；
- 多年生作物の単一栽培；
- 畜産の比重が圧倒的に高い農業システム（例えば、遊牧と放牧）。

今回の調査の主題は、西アフリカにおける稲作ということであるので、農業システムの小分類上便利なのが、Ruthenberg (1980) によるものである。氏は、耕種農業システムとして、主なものを3種に小分類しているが、その基準となっているのが、休閑期の長さ、労働、資本、技術の投入である。これらの小分類は、以下の通り：

- 焼畑移動耕：短い作付期間の後に、長い休閑期が続いている。どんな時点でも、実際に耕作が行われているのは、潜在的

な作付面積の33%未満である；

- 休閑システム：作付期間の後に、比較的短い休閑期が続いている。どんな時点でも、実際に耕作が行われているのは、潜在的な作付面積の33%以上ではあるが、66%未満である；
- (半) 永年耕作：休閑期は、きわめて短いか、またはまったくないのが実情である。どんな時点でも、潜在的な作付面積の66%以上について耕作が行われている。

實際上、上記のように分類された農業システムが、明確に分けられているわけではない。ある地域では、いろいろ異った農業システムが採用されている。農家に近い圃場なり菜園では、概して、永年耕作（休閑期は短い）が行われていることが多く、村落から遠く離れた圃場（休閑期が長い）にくらべて、農法もはるかに集約的なものになっている。広大な氾濫原、沿岸平野、内陸小低地の谷底面にあつては、はるかに集約的な農耕が可能であるが、それらと地続きのアップランドでは、長短の休閑期を交えた農耕が営まれている。

### 5. 2. 1 焼畑移動耕

焼畑移動耕は、西アフリカの湿潤地帯の大部分（すなわち、赤道林地帯）で特徴的な農法になっている。この農業システムは、天然の地力と人力労働の投入だけによるものである。資本、技術、堆肥または化学肥料の投入はまったくないのである。このシステムの特徴は、作付期間（1～3年）が短く、地力の回復に役立つ長い休閑期と交替することである。焼畑移動耕による圃場は、樹木の伐採と焼却によって開墾されるのである。焼畑耕の耕作者は、山羊、羊、ニワトリまたは豚といった家畜のわずか数頭を有するのが普通であり、それらの家畜は、農家の作業場付近に飼われている。休閑期でも、圃場が放牧用に利用さ

ることがないのである。

焼畑耕は、主に自給農業に関係している。休閒期の長さは、人口の分布状況と密度に緊密に相関している（概して、1戸当たり10人未満）。焼畑耕の耕作者は、作付法を、同人が就労している環境に適応させることに熟達している。この適応の重要な局面は、耕作が行われる圃場の選別、作物の選択、間作、混作または時期的作付の組織化、それに短、中、長期休閒の配列といったものである。

焼畑耕では、ごく一時的ではあるが、耕地と非耕地との間に境界線が設定されることになる。圃場は、生育期にあつては、境界が明確になっているが、次の休閒期には失われている。

焼畑耕で何より重要なのは主食作物であるが、この主食作物は、国によっても異なっている。リベリア、シエラレオネ、それにコートジボアールの一部では、陸稲が主食作物になっている。上記以外の赤道雨林地帯での主食作物は、トムロコシおよびキャッサバ、ヤムイモ、サツマイモ、タロイモ等のいも類である。

焼畑移動耕の主要問題は、労働及び天然資源の生産性をほとんど伸ばすことができないという点にある。焼畑移動耕は、増加し続ける人口を吸収することができず、そのために換金作物の増産なり、あるいは技術革新の導入ができないのである（Ruthenberg 1980）。

## 5.2.2 休閒システム

人口圧力が増大し続け、また換金作物の生産が拡大し続ける状況下で、焼畑移動耕は、休閒農業システムによって取って代られることになる。このシステムの範囲内で、休閒期は、焼畑移動耕による休閒期よりも短縮されることになるが、休閒期は、概して耕作が行われている期間よりは、依然長くなっている。Ruthenberg (1980) は、休閒システム

を、潜在的作付面積の33%から66%がどんな時点でも耕作が行われているものと定義している。

この営農システムは、西アフリカのギニアサバンナとスーダンサバンナの両地帯で、広範囲に採用されている。また前者ほどではないが、赤道林地帯でも採用されている。植生の区分設定によって、このシステムに対して、いろいろ異った名称が採用されている（例えば、サバンナ休閒と低木林休閒）。

休閒システム下で、本格的な休閒システムが創出されるのであり、そうならば、これらの休閒地は、もはや二度と昔のサバンナ林地なり、赤道林に戻ることは許されない。数年間の農耕後に、圃場は、イネ科とマメ科の牧草栽培のために使用できるが、また畜産のために利用することもできる。これは管理なしの自然休閒植生とか、特定牧草の作付け、堆肥の施用を伴う、より規制された休閒植生とよばれるべきものである。程度の差こそあれ、規制が加えられた休閒耕作は牧草畑（ley）システムとよばれている（Ruthenberg 1980）。

休閒農業では、明確に境界線が定められた農場であり、それはほとんど常畑化した圃場と、幾分か定常化した農場圃いをもつことで特徴づけられるのが普通である。休閒耕作者が占有している土地は、生活の維持、向上を目指す人間の努力によって、実質的に修正されている。

このように栽培されている主食作物として、最も普通なのは、米、根菜類、塊茎類（キャッサバ、ヤム、サツマイモ）と雑穀（トムロコシ、ソルガム、ミレット）である。

内陸小低地の地形系列では、各地区（自然水文学的に）には、それ独自の農業的可能性があり、したがって農民は、それに応じた利用の仕方をしている（Ruthenberg 1980；Richards 1987）。

例えば、西アフリカのサバンナ地帯では、比較的乾燥したアップランドでは、より耐旱



性の作物（ミレット、ラッカセイ、カウピー、ワタ）が栽培され、一方、より湿潤な斜面下部及び谷底面では、トウモロコシ、ソルガム、サツマイモ、米が栽培されている。この戦略は、干ばつと洪水による凶作のリスクを均らすことにある（Vierch and Stoop 1990）。

ナイジェリアの低木林休閒農業システムでは、Gembremeskel and de Vries (1985) の記述によると、ほとんどすべての農民は、アップランド及び谷底面の圃場を耕作している。アップランドの畑は、約5年間続いて耕作され、その後約10年間にわたる休閒期が続くのである。雨季中、最も重要な畑作物は、ギニアコーン（ソルガム）、メロン、トウモロコシ、ヤムであるが、一方、谷底面では、栽培されている唯一の作物は稲だけである。乾季には谷底面でも、キャッサバ、サツマイモ、オクラ、サトウキビが栽培されている。

このように地形学的に誘発された土地利用の相違以外にも、村落ないしは住宅から圃場までの距離も耕作方式に影響を及ぼしている。最も集約的な土地利用が認められるのは住宅の付近であるが、こうした土地利用は、果樹と多年生作物が栽培されている永年菜園によって、また放牧跡地（dungland）<sup>1)</sup>では、村落に近接した耕地によって構成されている。いづれも永年的に栽培がおこなわれているのであり、農家圃場残渣の堆肥が利用されている。

放牧跡地に隣接して、集約的な休閒システムが、いろいろな規模で同心円的にみられる。これらの圃場は、主食作物と換金作物の生産に利用されていることが多い。休閒地はたいがい草地として利用されている。

耕作周期の集約度は、農家からの距離に応じて低下する。休閒期は、村落から遠く離れたところでは長期にわたり、その間に自然植生が再生する（Ruthenberg 1980）。

休閒システムの土地利用は、移動耕にくらべてはるかに集約的になるので、土壌に対する堆肥、緑肥の、また換金作物の場合には、無機質肥料の施肥頻度も高まっている。休閒システムではまた、はるかに先進的な耕作技術が採用されている。

とくにツエツエ蠅のまん延地帯外のサバンナ地帯では、牛の多頭飼育が休閒農業システムに統合されている。牛は、牽引用、牛による耕起栽培用、それに肉用と搾乳用として飼養されているが、これは不作のリスクをカバーするためである。また、牛は、社会的機能（花嫁代償）のためにも飼養されている。その厩肥は、圃場の施肥のために使用されている。

休閒農業システムでの主要な問題は、土壌の肥沃度が低下し続けることである。これは、休閒期が概してあまりに短過ぎること、また厩肥の施用が、土壌の自然肥沃度を維持するには不十分だからである。なおその上に、休閒農業は、土壌構造の劣化の原因となり、土壌の表面の不透水層化と心土の堅密化をひきおこす。これは、ひいては土壌侵食の増加にもつながるのである。

休閒農業システムにみられる今ひとつの問題は、西アフリカに特有のものであるが、とくに雨季に労働力が不足することである。西アフリカの農村地域では、雇用労働者に賃金を支払う手段を欠いているので、労働の大部分は、家族労働で賄わなければならないのである（Kowal and Kassam 1978）。労働力が極度に不足するため、収量を最適化するはずの時間表通りに作付や除草作業ができないことが往々にしてあるのである。

第3の問題は、家畜がいるサバンナ地帯にみられる。耕種農業に利用される耕地面積が増えるにつれて、農耕民と牧畜民との間にお

訳注：1) 収穫跡の畑に家畜を入れ採食・排せつさせた土地のことであろう。西アフリカでは農耕民の収穫後の畑に遊牧民が牛を入れる慣行がある。

ける利害の衝突が生じている。これによって、土地に対する過放牧が生じかねないし、また深刻な土壌の劣化と侵食が生ずるかも知れないのである。

### 5.2.3 (半) 永年農業システム

休閒農業システムが集約化するにつれて、休閒期が一段と短縮されるか、またはついになくなってしまふ。農業システムは、程度の差こそあれ、永年のものになっている。このことは、とくにモッシプラトー（ブルキナファソ）、カノ（ナイジェリア北部）、イボ及びイビリヨ地方（ナイジェリア東部）といった、人口稠密な地域に当てはまる。Morganは、すでに1969年頃に、これらの地域で発生している過耕作、土壌の劣化、土壌侵食といった重大問題を記述していた。Vierich and Stoop (1990) は、ブルキナファソのいくつかの地形系列土壌について、深刻な劣化を確認していたが、これは、人口圧力の増大と降雨減少期間が長引いていたことによるものである。

Ruthenberg (1980) は、永年農業システム内で、3種の異った農業システム形態を区別している。これらは、次の通りである：

- 一年生作物の永年作付け
- 多年生作物、とくに樹木作物の作付け；
- 灌漑農業。

アップランドにおいて、1年生作物の永年栽培は、湿潤熱帯的条件下では養分の強い溶脱と有機質のきわめて急速な変質のために、土壌肥沃度の著しい低下と著しい低収量を招来することになるであろう。これらの問題に対する技術的に実現可能な解決策はあるにはあるが、その経済的収益性は、今のところ依然として限界的なものである。こうした一連の理由で、1年生作物の永年の生産は、赤道

林地帯にあってはほとんどみられないのである。西アフリカの乾燥度の高いところ（すなわちサバンナ地帯）では、永年栽培がより普通であるが、農業生産の大部分は、休閒農業システムによって行なわれている。

西アフリカの湿潤地域では、アブラ椰子、カカオ、コーヒーといった多年生作物が長年アップランドで栽培されてきている。これらの作物が集約的に栽培されるとすれば、化学肥料、管理、資本、技術的知識の所要量は、莫大なものになるのである。概して、西アフリカで、これらの作物は輸出市場向けに生産されている。

灌漑農業は、伝統的灌漑と近代的灌漑に分類しなければならない。伝統的灌漑は、調査対象地域の各地に見受けられる。主に主要河川（セネガル、ニジュール、ベヌエ川）沿いであるが、毎年、氾濫原で生ずる湛水は、（浮）稲栽培と、また湛水が引いた後の穀物（ミレット、ソルガム）生産に利用されている。ニジュール川（マリ）の内陸デルタでは、約6万haに及ぶ面積に稲作が行なわれている（FAO 1986）。西アフリカの沿岸沿い—ガンビアからリベリアまで、またそれより程度は劣るが、さらに東に向かって（ベナンからカメルーンまで）—に何処にでも、沿岸湿地と河口は、潮汐地稲生産（tidal rice production）のために利用されている。

西アフリカの西部では、稲作は、とくに米が重要な主食用作物になっているギニアサバンナ地帯では、内陸小低地の小農の手によって行なわれている。Mohr (1969) によると、この地域は、マリ南部、ブルキナファソ、コートジボアールの北部と西部（Korhogo and Man）、ギニア、リベリア北部、シエラレオネ、ギニアビサウで、カザマンス川とガンビア川の上流域から構成されている。この地域における小低地の稲作は、依然広範囲に及んでいる。

ナイジェリアで、小農の手になる伝統的な

ファダマ (fadama)<sup>1)</sup> 開発は、ギニアサバ  
ンナ地帯の中部ベルトで行なわれてきたが、  
ここでの開発は、1958年の10万haから現在  
では80万haにまで拡大している。このベル  
ト地帯では、野菜は、重要作物になっており、  
雨季の天水穀物に対する補完役を果たしてい  
る (FAO1986)。

過去50年間に、大規模で近代的な灌漑計画  
が、セネガル、マリ、ナイジェリア、コート  
ジボアール、カメルーンといった、西アフリ  
カにおけるいくつかの国で展開されてきた。  
これらの計画の実績は、低収量、実施のため  
の高費用、あるいはこれらのプロジェクトの  
立地が遠隔であるといった理由で、期待を裏  
切るものとなり、また実際に行われた巨額の  
投資に見合うものにはならなかったのである  
(FAO1986)。

近年、主要河川 (例えば、セネガル川) 沿  
いでは村落単位の灌漑事業が、またブルキナ  
ファソでは、小規模ダムによった計画といっ  
た具合に、中小規模の灌漑計画が実施されて  
きた。その一部の計画は成功を収めたが、こ  
うした成功は、往々にして、米が高値である  
ことの結果であったり、または農民が天水作  
物によっては彼等の食料必要量を確保するこ  
とができなかったことによるものであった  
(FAO1986)。

灌漑農業による永年稲作は、水管理のある  
なしにかかわらず、主に広大な氾濫原と沿岸  
地域で実施されている。近年、内陸小低地の  
谷底地での稲作が、ますます注目を浴びるに  
いたっている (WARDA 1988 ; IITA 1990)。

### 5.3 稲作システム

文献では、これまでいろいろな種類の稲作  
システムが定義されてきた。Buddenhagen

(1978) は、アフリカでの稲作形態の主なものとして、4形態に分類しているが、これらは、以下のようにさらにいくつかの下部形態に小分類されている：すなわち陸稲作 (乾燥地と地下水浸潤地 (hydromorphic))、灌漑稲作、内陸湿地稲作、湛水稲作 (川辺の深い場所、川辺の浅い場所、boliland<sup>2)</sup>、マングローブ) がそれである。

Nyanteng (1986) は、これとやや異った小分類を行っている：

- 陸稲作；
- 内陸湿地稲作 (bolilandを含む)
- マングローブ湿地稲作
- 灌漑稲作；
- 深水稲作

表5.1は、西アフリカ各地におけるこれらの範疇の稲作システムの分布状況を示したものである。

これらのデータから、西アフリカの湿潤地帯で、稲作の大部分は、アップランド (コートジボアール、ガーナ、リベリア、ナイジェリア、トーゴ、シェラレオネ) で行われていると結論することができよう。内陸湿地稲作が目立っているのは、ベナン、ブルキナファソ、ガンビア、セネガルである。ニジェールとマリで、最も重要な稲作システムになっているのは、灌漑稲作と川辺の深水で栽培される浮稲である。

ごく最近になって、西アフリカ稲開発協会 (WARDA) は、西アフリカにおける同協会の研究計画のため、4つの主要稲作形態を区分した (WARDA 1991, Becker 1990)。この小分類は、以下に示すように、主に生態的/環境的差異に拠ったものである：

訳注：1) fadama ナイジェリアで内陸小低地のこと。2, 3, 4参照。

2) 古い河川氾濫原で比較的平坦な草地。2, 3, 2参照。

表 5. 1 西アフリカの稲作システムとその分布状況（総稲作面積に対する％），  
1980-1985（出所：Nyanteng 1986）

	陸 稲	内陸湿地 (+ボリランド)	マングローブ 湿地	灌 漑	深水浮稲
ベナン	6.7	92.0	-	1.3	-
ブルキナファソ	0.3	85.9	-	13.8	-
ガンビア	15.4	63.7	14.2	6.7	-
ガーナ	85.2	7.4	-	7.4	-
ギニア	47.0	30.0	15.0	5.0	3.0
ギニアビサオ	20.3	23.0	54.6	2.1	-
コートジボアール	87.1	7.1	-	5.8	-
リベリア	94.0	6.0	-	-	-
マリ	5.0	-	-	34.4	60.6
ニジェール	-	-	-	27.9	72.1
ナイジェリア	60.0	10.0	5.0	5.0	20.0
セネガル	-	72.7	11.8	15.5	-
シエラレオネ	67.1	26.2	5.7	-	1.0
トーゴ	77.2	18.5	-	4.3	-

- 灌漑が行われているサヘル；
- 沿岸部マングローブ湿地；
- 内陸部の河川，湖沼の深水氾濫原；
- アップランド／内陸湿地連続

アップランド／内陸湿地連続は，季節的に洪水する谷底面から，連続のより高い位置の天水依存のアップランドにいたるまで，種々様々な生態系を代表するものである。アップランド／内陸湿地連続は，内陸小低地の特徴的地形系列である（2. 3）。内陸小低地は，今回の資源調査の主題になっているので，アップランド／内陸湿地連続の稲作システムは，この章で詳説することにする。

アップランド／内陸湿地連続の各種稲作システム間における基本的な差異とは，稲作圃場の水文学的諸条件のことである。アップランド（頂部，上部及び中部斜面）で，農業にとって唯一の給水源になるのは降水だけである。ここは，2. 4でも記述したように，雨

水依存性地帯になっている。概して土壤の排水は良好なので，雨季であっても，土壤内の水分が飽和状態になることはない。斜面の最低部は，地表下にある地下水の流入とアップランド（地下水浸潤地帯）からの流去水によって，土壤が一時的に飽和状態になるが，一方谷底面の土壤（流水性地帯）は，毎年ある期間は灌水しているのが特徴である。

アップランドでの稲作システムは，アップランド（あるいは雨水依存性）稲作として，また一時的に土壤が飽和状態になる丘陵斜面では地下水浸潤地稲作として，さらに灌水している谷底面では湿地帯（あるいは流水性）水稲作として定義づけられている。

### 5.3.1 アップランド（雨水性）稲作<sup>1)</sup>システム

西アフリカでの陸稲作は，伝統的に主として赤道林地帯にみられるが，ギニアサバンナ

訳注：1) アップランド稲作を以下陸稲作とする。

地帯の湿潤地区でも、降水量は少なくまた保水力に限度があるにもかかわらず、前者ほどではないが認められる(表5.1)。スーダンサバンナ地帯の陸稲作は、降雨量が少ないこと、また降雨が不規則であるため、ほとんど見受けられない(Andriessse and Fresco 1991)。

赤道林地帯での稲作は、主に焼畑移動耕作システムの範囲内で行われている。またギニアサバンナ地帯での稲作はブッシュ休閒農業システムの構成要素の一つになっている。陸稲作は、永年農業システムとして行われることはない。

陸稲作は、その大部分が混作システムの一環として行われている。ここでしばしば見受けられるのは、トウモロコシ、ミレット、ソルガム、キャッサバ、ヤム、さらに各種の野菜、スパイス作物と結びついたものである。一部の地域では、コーヒー、ココア、バナナといった多年生作物が活着してから最初の2年間に、陸稲が中播きされる。混作システムはいろいろな理由で実施されているが、これは、農民に対しては米以外の作物によるなにがしかの現金収入を保証し、野菜、スパイス等に対する家族のニーズに応え、また不作のリスクを均らすのがねらいである。

栽培周期の2年目に、2回目の稲作が行われることもあるが、他の食用作物(ラッカセイ、トウモロコシ、ヤム、サツマイモ)を栽培するのがより普通である。キャッサバは一連の栽培周期の最終作物として作付けられることが極めて多いのである。

西アフリカでは稲作面積の75-95%までが在来種の栽培に充てられている。農民によると、在来種の方が改良品種にくらべてはるかにうまいだけでなく、早ばつと貯蔵害虫に対する抵抗力が高いからである。概して、在来種は自家消費用に好まれる一方、改良品種は市場向けに栽培されている(WARDA 1984)。

土地の開墾から収穫にいたるまで、ほとん

どすべての農作業は、簡単な農器具の力を借りて人力で行われている。畜力の利用はきわめてまれである。これはツエツエ蠅がいるために、牛を飼養することができないからである。作業の大部分が家族労働で行なわれている。賃労働は仮りに利用できるにしても、労働需要のピーク時に季節的に雇用されるのが普通である。労働力不足は収量の向上を阻む隘路になっていることが多い。

乾季の終り頃に農民は土地を開墾し始める。最初の降雨後に、初は散播され、その後で土中に鍬ですき込まれる。整地作業は赤道林地帯では実際上存在せず、またサバンナ地帯では、著しくおざなりのものになっており、ごくわずかばかりのクワ入れが行われるに過ぎない(Courtois and Jacquot 1988)。同じ圃場で稲といっしょに栽培される作物は、その種子を初と混合させる(ミレット、ソルガム、トウモロコシ、各種の野菜)か、それとも稲の圃場にそれら(キャッサバ、ヤム等)を間作させることによって播種される。播種の適期は降雨によって決まるので、かなりの幅が生ずる。播種は概して4月初旬から6月中旬にかけて行なわれる。収穫は7月から10月までの間に行われるのが普通である。降水パターンが双頂型になっているところでは、陸稲作は主な雨季中に行なわれている(WARDA 1984)。

除草は労働集約的であるとともに、また時間のかかる作業である。除草は耕作カレンダー中、主な隘路の1つになっており、害虫、病害、それに鳥類及びネズミ害とも相俟って収量の激減につながる。

表5.2は、焼畑移動耕による、いろいろ異った陸稲作付けシステムにあって、種々な作業の労働所要量を示したものである。

在来種陸稲の収量は概して著しく低い。西アフリカでの平均収量は、約900kg/haであり、その範囲は100kg/haから3400kg/haである(Bindraban 1991)。

表 5. 2 西アフリカの焼畑における陸稲栽培の各種作業所要労働量 (人-日/ha)  
(出所: Courtois and Jacquot 1988)

	コートジボアール 中部	コートジボアール 西部	リベリア	ナイジェリア 西部	シエラレオネ
土地管理					
開墾, 伐採, 火入れ*	25	50	79	49	37
柵 (フェンス) 作り	20	8	20	26	27
稲栽培					
移植	20	24	37	30	42
除草	15-30	49	32	53	31
収穫, 輸送	30	36	47	82	84

\*整地を含む。

シエラレオネでの平均収量は、1100kg/ha であるが、その幅は200 kg/haから2660 kg/haである (Ay et al. 1985)。これに対して、Richards (1986) の言明によると、上記の平均収量は1350 kg/haになっている。タイ地域 (コートジボアール) で、収量は750 kg/haから1000 kg/haにいたるまでの幅がある (de Rouw 1991)。

無機質肥料と農薬といった増収につながる投入財が利用されることはまれである (FAO 1982)。

技術革新は、農民にとってかならずしも純経済収益の向上をもたらしてくれるとは限らないであろう。ナイジェリアで実施された機械化に関する調査によっても、陸稲の機械力除草は、手と鋤による除草作業ほど効率的ではないことが明らかにされている。またコートジボアールでも、農業所得は機械化農業の導入によって向上するものではないことが判明したのである (FAO/WAU 1976)。

ナイジェリアのアナンブラ州における先進的な陸稲栽培システムは、Olagoke (1989) が記述している。調査地域は、派生サバンナ地帯内に位置している。ここでの土地利用はかなり集約的になっており、また休閑期もわずか1~2年とかなり短い。肥料、除草剤、殺虫剤が施用されており、また整地と除草作

業の一部は機械力によっている。1987-88年間の調査期間の米の収量は、最高1710kg/haにまで達していた。

### 5.3.2 地下水浸潤地 (地下水性) 及び湿地 (流水性) 稲作システム

西アフリカでは、地下水浸潤地 (hydro-morphic) 及び湿地稲作システムは、多くの点でアップランドのそれに似ている。作業の大部分は、人力で行なわれており、また技術と資本の投入も低いのである。これらのシステムと陸稲作システムとの間の主な相違点を以下で説明することにする。

内陸小低地/湿地連続での湿地 (すなわち、より低いところにある丘陵斜面と谷底面) では降雨が作物にとって唯一の水源というわけではない。降雨と隣接のアップランドの側面傾斜から流出する地下水は、より低いところにある丘陵斜面及び谷底面をある期間中、飽和状態にしたり、さらに湛水する原因になるのである。赤道林地帯とギニアサバンナ地帯とでは、雨が止んだ後でもしばらくは地下水の流出が続くので、作付可能期間は、雨季の期間よりも長くなる (2.4.7 参照)。

赤道林及びギニアサバンナ両地帯での丘陵斜面及び谷底面にあつては、稲作は、雨季期

間中、生育環境が湿潤であるので、単作として行なわれている。乾季のはじめには、種々様々な野菜と根菜作物が栽培される。谷底面の最も湿ったところでは、これらの作物は農民が作った土盛りや畝に作付けされる。谷底面では、追加的な水管理の有無にかかわらず、稲の2期作が可能になっている。

比較的乾燥しているスーダンサバンナ地帯では、降雨が不規則であり、側面からの地下水流出によって生育期間が長引くことはほとんどない。雨季中、稲は谷底面ではトウモロコシと一緒に中播きされることが多い。乾燥した年には、トウモロコシ作の実績が最高になるのに対して、湿潤な年には、稲の生育が最高になって収穫されることになる。このことは、不作のリスクを均らすようにした一例だといえよう (Vierich and Stoop 1990)。

農民は丘陵斜面と谷底面とを、アップランドと同じ扱い方をしているので、これによって稲作を1~2回した後に土地を低木林休閑ないしはイネ科牧草休閑に戻すことにしている。

谷底面土壌の自然肥沃度ははるかに高いにもかかわらず、農民はアップランドでの栽培の方を好むのである。このことは、湿地植生の当初の開墾が困難であること、現地の食生活では陸稲が選好されること、アップランドでは混作が可能であること、また湿地での労働条件が不健康であること、といった事情によるものである。

旧植生を除去することは、仮りに有効な農器具をもってしても、骨の折れる仕事である。土地の開墾には、植生の性格にもよるが、ha当たりでほぼ100労働日が必要であると推定されている。理想的には土地の開墾の後の旧植生の再生を最小限に食い止めるために早急に整地しなければならない。それにも、労働が重大な阻害要因になっているのである。

稲は散播されるか、または移植される。農民が、アップランドと谷底面で作物を栽培し

ている場合、丘陵斜面及び谷底面の稲は、概して雨季の後半か、または大部分の畑作物の収穫後に移植される。このことは、農民が、ますます畑作物に関心を持つようになったこと、また労働力がとくに雨季に不足することによるためである。農民は、水稻にとって理想的な作付けカレンダー通りにすることができないので、雑草、害虫、病害が深刻な問題になるのである。

収量は概して低い。シエラレオネ(赤道林地帯)で、平均収量は、約625 kg/haになっているが、100 kg/haから2330 kg/haまでの幅がある (Ay et al. 1984)。Gebremeskel and de Vries (1985) は、ナイジェリアの湿地地帯(ギニアサバンナ地帯)での収量は最高2700 kg/haにまでなっていることを確認していた。ブルキナファソ(スーダンサバンナ地帯)では、収量は270 kg/haから1000 kg/haまでの幅があった (Vierich and Stoop 1990)。

Olagoke (1989) は、ナイジェリアのアナムブラ州における先進的湿潤地稲作システムを記述している。先に述べたと同じ調査地域(5.2.1)で、投入はほぼ同じであったが、1987-88年の調査での収量は1960 kg/haにまでなっていた。この収量は、陸稲作システムによる収量よりも、約250 kg/haだけ上回っていた。

整地、収穫、脱穀にトラクターが利用されると、水稻の収量も、純収益も向上することになろう。Okereke (1990) の報告によると、Olagokeの調査におけると同様の条件下で、1988-89年間の調査中に、収量はトラクターを使用していない圃場での2540 kg/haからトラクターが使用されていた圃場での3430 kg/haにいたるまでの幅があった。

## 6 社会—経済的側面

### 6.1 人口統計

#### 6.1.1 人口

資源調査対象地域での人口は、その数、民族性、及び慣習という視点からみて著しい変化に富む人々によって構成されている。表6.1は、1975年、1980年、1985年、1988年、1989年及び1990年における各国の人口を示したものである。表6.1及び図6.1は、人口密度の地域的幅を示したものである。

西アフリカで総体でみた人口の分布を決定づける強力な要因は、個別国ないしはその一部の経済力と安定度である。経済事情の変動は往々にして多数の人間の移動を促すことになる。

今回の調査対象地域で、これまでのところ

人口密度が最も高いのがナイジェリア（117人/km<sup>2</sup>）であり、最も低いのが、ニジェールとマリ（それぞれ6人と7人/km<sup>2</sup>）である。概して、対象地域の東部は西部にくらべて、人口密度が高く、また沿岸地域は内陸部におけるより人口密度が高くなっている。

人口密度が最高（20—200人以上/km<sup>2</sup>）になっているのは、赤道林地帯とギニアサバンナ地帯の南部、とくに首都周辺部をはじめ、その他の行政の中心地である。調査地域の北部での人口密度はおおよそ20人未満/km<sup>2</sup>になっている。しかし、一部の地区での人口密度は、さらに高いものになっている。このことは、とくに人口密度が20—200人以上/km<sup>2</sup>であるブルキナファソ南部とガーナ北部の地域、人口密度がソコト—ザリアーバウチ地域で50人強/km<sup>2</sup>にまで達しているナイジェリア北部、

表6.1 西アフリカの人口（出所：FAO Production Yearbook, 数年次版）

	人口（×1000）						密度 （人数/km <sup>2</sup> ）
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	1990
ベナン	3,033	3,459	3,985	4,357	4,491	4,630	41
ブルキナファソ	6,202	6,957	7,877	8,520	8,753	8,996	33
カメルーン	7,520	8,653	10,051	11,071	11,444	11,833	25
ガンビア	548	641	745	813	837	861	76
ガーナ	9,831	10,736	12,839	14,121	14,561	15,028	63
ギニア	4,149	4,461	4,987	5,421	5,584	5,755	23
ギニアビサオ	672	795	873	926	945	964	27
コートジボアール	6,755	8,149	9,933	11,124	11,552	11,997	37
リベリア	1,609	1,876	2,199	2,417	2,494	2,575	23
マリ	6,169	6,863	7,915	8,661	8,930	9,214	7
ニジェール	4,771	5,586	6,608	7,263	7,493	7,731	6
ナイジェリア	66,346	78,430	92,016	101,592	105,019	108,542*	117
セネガル	4,806	5,538	6,375	6,930	7,126	7,327	37
シエラレオネ	2,931	3,236	3,665	3,945	4,046	4,151	58
トーゴ	2,285	2,615	3,028	3,318	3,422	3,531	62

\*ナイジェリアの数字は高すぎると思われる。1991年のセンサスでは8,850万人であった（Onze Werald 1992）。



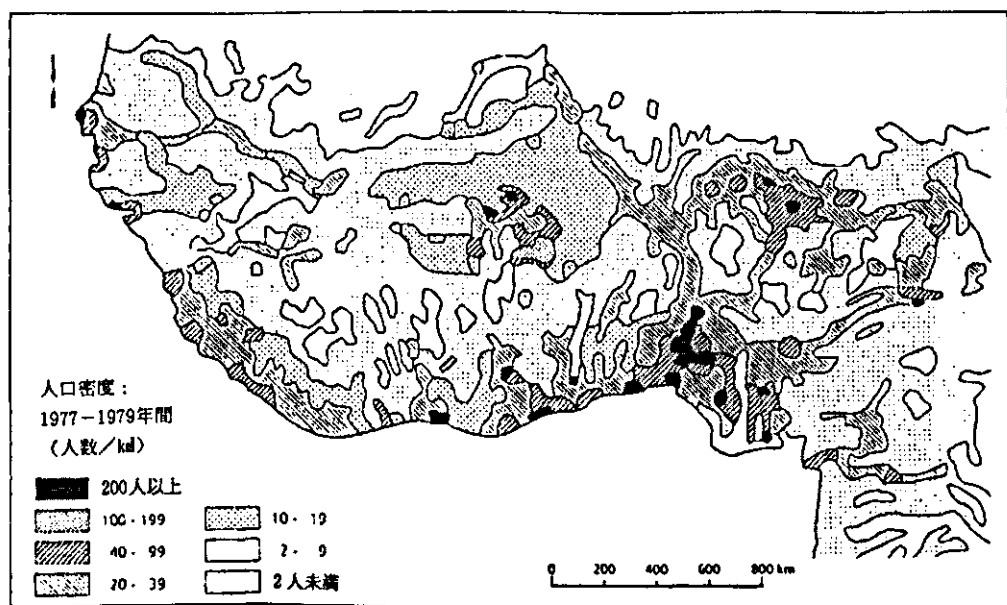


図 6.1 西アフリカの人口分布と密度  
(出所: The Times Atlas of the World 1981, 改変)

それにカノ付近における200人以上/㎢にあてはまる。また、フータジャロンの人口密度は、20人以上/㎢になっている。

それらの人口稠密地域では、すべての人が農業に従事しているわけではなく、人口の多いこと自体が土地にとってほとんど圧力になっていないことは明らかである。ナイジェリア、ベナン、ガーナで、農村人口は総人口のほぼ半分である。上記以外の諸国では、総人口の約4分の3が農村部に生活している。

西アフリカの人口の伸びは高い。表 6.2 は、1975年から1990年までにおける人口の毎年の伸びと全体の伸びを示したものである。1990年に最高の伸び率を示したのは、コートジボアール(3.8%)、カメルーン(3.4%)、ナイジェリア(3.4%)であった。伸び率が比較的低かったのは、ギニアビサオ(2.0%)、シエラレオネ(2.6%)、セネガル(2.8%)である。1975年から1990年までに西アフリカ各国の人口の総体的な伸び率は、ギニアの38.7%からコートジボアールの77%にいたるま

での変異がある。

また、表 6.2 は、いくつかの国では、伸び率が今でも増加し続けていることを示している。80年代後半に、伸び率が減少に転じたのはわずかにガンビア、コートジボアール、ナイジェリア、セネガルだけであった。アフリカで最高の伸び率は依然として上昇し続けており、しかもその期間は世界のどの地域よりも長期にわたるものとみられる。いくつかの国についてみると、この最高の伸び率の期間は、1995年以前に到達することはないものとみられている(FAO1986)。

人口の高い伸び率は、アフリカ社会の多くの局面に影響を及ぼすことになる。1人当たり食糧生産を現在の水準で維持するだけでも、農業生産は急増しなければならないのである。農業開発に対する圧力が高まれば高まるほど、それによってもたらされるのは環境の悪化である。食糧増産に対する要請のため、アフリカの農民は休閒期を短縮し、限界地にまで不

表 6. 2 西アフリカにおける人口の伸び (出所: FAO Production Yearbook, 数年次版)

	年間人口増加率 (%)					総増加率 (%)
	1975-80	1980-85	1985-88	1988-89	1989-90	1975-90
ベナン	2.8	3.0	3.1	3.1	3.1	52.7
ブルキナファソ	2.4	2.6	2.7	2.7	2.8	45.0
カメルーン	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	57.4
ガンビア	3.4	3.2	3.0	3.0	2.9	57.1
ガーナ	1.8	3.9	3.3	3.1	3.2	52.8
ギニア	1.5	2.3	2.9	3.0	3.1	38.7
ギニアビサオ	3.6	2.0	2.0	2.1	2.0	43.5
コートジボアール	4.1	4.4	4.0	3.8	3.8	77.0
リベリア	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	60.0
マリ	2.2	3.0	3.1	3.1	3.2	49.4
ニジェール	3.4	3.6	3.3	3.2	3.2	62.0
ナイジェリア	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	63.6
セネガル	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	52.5
シエラレオネ	2.1	2.6	2.5	2.6	2.6	41.6
トーゴ	2.9	3.2	3.2	3.1	3.2	54.5

適切な作物を栽培せざるを得なくなっている。家畜の飼養頭数が増加し続けているところでは過放牧の危険性があり、とくにこの危険性があるのは、作物生産のために伝統的な放牧地が失われ、そのために残された地域に対する圧力が高まっているところである (FAO 1986)。

人口の伸び率が高ければ、そのために健康管理、学校、職業訓練、住宅、社会資本といった各種の社会施設の需要が増加することになる。国家予算が十分でなければ、そのために農業は必要とする財源と訓練された労働力の両面で枯渇することになりかねないのである (FAO 1986)。

### 6.1.2 人口移動

西アフリカは、人間が自由に国境をこえてかなり大規模に移動する世界でも少数の地域のうちの一つである。かつての移動は、戦乱、奴隷貿易、強制労働といったことのために強制的であったが、過去数10年間に、個人とそ

の家族が彼等の経済的条件向上を目指す努力の一環として、自由な移動を行うようになってきたのである。

西アフリカについて、Zacharia and Condé (1981) の報告によると、国民総人口に占める割合として、外国人数が最高になっているのは、コートジボアール (21.3%)、ガンビア (10.6%) であったが、この比率は、マリ (1.7%)、ブルキナファソ (1.9%) で最低になっている。

にもかかわらず、出国移動は、国内移動のわずかに半数でしかない。それでも、全般的な移動の方向は同じであり、内陸部から南に向かって沿岸部に移る傾向がみられる。出国移動と国内移動との間には負の関係があり、また入国移動と国内移動との間には正の関係がみられる。ガーナでは、これまで入国移動率は高かったが、コートジボアールでの高い移動率も依然続いている。

最近になって、これらの移動率は、ガーナの移動率を犠牲にしてナイジェリアで増加している。これらの移動率が低いのは、ベナン、

トーゴ、ギニア、ギニアビサオである。

入国移動の主要目的地域は首都であり、これらの首都は、主に海岸に沿った位置に存在している。入国移動の多い2番目の地域は、首都以外の主要行政、ビジネスセンターであるのが普通である。

人口密度の格差は人口移動の説明にはならない。これらの人口移動を生ぜしめる主因は、国の内外における経済格差である。人間は、経済条件の弱い国ないしは地域から経済条件のより強い国または地域に向けて移動するのである。これらの移動に関係する人びとも多数に及ぶので、それによって招来される社会—経済的な結果も相当なものである。例えば、コートジボアールでは、人口のわずか35%だけが、現在、生まれ故郷に住んでいるに過ぎないのである。

Iloeje (1982) は、人口移動についていくつかの例を挙げている。季節的に、多くのマリ国人がセネガルのラッカセイ農園に移動している。コートジボアールのココア、コーヒープランテーションは、毎年、マリ及びブルキナファソのモッシプラトーから来る数千人の出稼人を吸収している。また、一部のモッシ人はガーナの探鉱地帯に出稼ぎに出たりする。ギニアのフリヤ及びリベリアのニンドの探鉱地区は、遠隔の地から出稼人を引きつけている。ナイジェリアの東部諸州及びイシヤンプラトーの出身者は、ナイジェリア南部のベンデル州にあるゴムプランテーションで樹液採取者として働くために移動した。

上記以外に災害による移住者もいる。例えば、1972—74年間に続いた早ばつのため、サヘル諸国から気象条件がはるかに湿潤な南部地域に向けて、大量の出国移住が生じたことがあった。

これらの移動に伴う経済的インパクトは、出稼ぎ先の諸国における移住労働力人口の規模からみても、また移住労働者の本国送金額

からみて明らかである。1975年に、西アフリカにおける総労働人口の約11%が入国移住者であり、一方、17.5%が国内移住者であった。1970年から1974年までの間に、外国からの本国総送金額は、受取国の輸出による外貨の総平均獲得額の7.4%に達していた。

移住者に含まれる若年成人層の占める割合はかなり大きいものである。女性は若年であるか、または移住先までの距離が短いときには、移住する傾向が一層高い。総体的な年齢格差は、外部からの移住者は、国内移住者についてみた場合よりも高くなっている。一方、未婚者の移動性は、既婚者よりも高いのが普通である。

Ay (1981) の言明によると、西アフリカの農村部での15歳から30歳までの年齢層は、都市部に向けての移動もあって、正常な人口分布よりも少なくなっている。しかも男子についてみた場合、その傾向は女子についてよりも大きい。サハラ以南アフリカでの人口増は、このような農村部から都市部に向けての移動のために、都市部にあっては、農村部よりほぼ3倍も速くなっていた。こうした人口移動のため、人口増が高いときに農業労働力が不足する（主に季節的なものだが）という逆説が生じた。しかもその上に、国内の食料生産は都市人口を扶養するべく十分ではなかったし、また食料選好の変化にも対応していなかった。食料輸入はすでに増加しており、そのために、国際収支ははじめその他の経済的諸問題はますます悪化の一途をたどっている（FAO 1986）。

## 6.2 食料供給における米の役割

### 6.2.1 総農作物生産

表6.3及び6.4は、1975年、1979—81年間、1985年、1989年及び1990年についてみた作物総生産指数及び1人当たり作物生産指数

表 6. 3 西アフリカの作物総生産指数 (1979-81=100)  
(出所: FAO Production Yearbook, 数年次版)

	作物総生産指数					
	1975	79-81	1985	1988	1989	1990
ベナン	80.7	100.0	129.1	145.8	162.1	151.1
ブルキナファソ	97.4	100.0	131.3	163.8	152.7	147.4
カメルーン	101.5	100.0	107.8	120.7	112.8	115.6
ガンビア	137.6	100.0	122.6	122.9	138.7	138.7
ガーナ	111.5	100.0	136.6	156.2	154.8	142.5
ギニア	97.9	100.0	103.1	107.7	103.7	112.7
ギニアビサオ	101.5	100.0	114.7	128.4	132.4	132.4
コートジボアール	73.2	100.0	118.2	134.2	133.5	129.9
リベリア	86.9	100.0	113.2	118.9	117.6	83.5
マリ	85.8	100.0	139.1	168.9	168.7	161.8
ニジェール	61.5	100.0	93.7	124.6	105.7	98.3
ナイジェリア	84.7	100.0	122.1	148.3	162.3	163.0
セネガル	131.8	100.0	126.3	114.2	134.2	118.7
シエラレオネ	99.2	100.0	99.5	101.7	102.5	105.8
トーゴ	88.3	100.0	107.4	118.7	130.7	123.4

表 6. 4 西アフリカの1人当たり作物総生産指数 (1979-81=100)  
(出所: FAO Production Yearbook, 数年次版)

	1人当たり作物生産指数					
	1975	79-81	1985	1988	1989	1975
ベナン	93.3	100.0	111.9	115.6	124.7	112.7
ブルキナファソ	107.7	100.0	116.0	133.7	121.4	114.0
カメルーン	115.1	100.0	92.9	94.4	85.3	84.5
ガンビア	164.4	100.0	105.9	97.3	106.7	103.8
ガーナ	141.6	100.0	114.5	119.0	114.4	102.0
ギニア	114.5	100.0	92.3	88.7	82.9	87.4
ギニアビサオ	140.1	100.0	104.2	109.9	111.1	108.9
コートジボアール	93.2	100.0	97.6	99.0	94.8	88.8
リベリア	104.8	100.0	96.6	92.4	88.5	60.9
マリ	110.8	100.0	120.6	133.9	129.7	120.6
ニジェール	65.1	100.0	79.2	95.8	78.8	71.0
ナイジェリア	105.6	100.0	104.1	114.5	121.2	117.8
セネガル	176.6	100.0	110.2	91.7	104.8	90.1
シエラレオネ	109.1	100.0	88.6	84.3	82.7	83.2
トーゴ	100.5	100.0	92.8	93.6	99.8	91.4

を示したものである。ただし、これは、1979—81年間の作物平均生産指数を100としたものである。

表6.3からは、西アフリカのいくつかの国で作物総生産はこの10年間に激増したと結論づけることができよう。増産が最も大きかったのは、ナイジェリア(63%)とマリ(61.8%)であった。微増したのは、シエラレオネ(5.8%)、微減したのがニジェール(1.7%)であった。1990年に、作物生産が大幅に減少したのがリベリアである。このことは、内戦の所為としなければならない。何分、内戦のため正常な農業生産が不能になっているからである。

1人当たり作物生産指数を示す表6.4のデータをみる限り、農業生産が伸びたとする積極的なイメージはあまり湧かないのである。過去10年間に、ナイジェリア及びマリにおける1人当たり作物生産指数の伸びは、それぞれわずかに17.8%と20.6%に過ぎなかった。これとまったく同じ期間中に、1人当たり作

物生産は、カメルーン、ギニア、コートジボアール、リベリア、ニジェール、セネガル、シエラレオネ、トーゴでは、ほぼ10%、ないしはそれ以上に低下していた。

これらの数字は西アフリカにおける農業開発の主要問題の一部を反映しており、食糧事情を改善しようとする折角の努力の大部分も、人口増加率が高ければそれによって水泡に帰することになる。

## 6.2.2 主食用作物の生産と動向

表6.5は、今回の対象地域諸国での主だった主食用作物の総体的重要度を示したものである。米が主だった主食用作物になっている国は、シエラレオネ、リベリア、ギニアビサオ、ギニア、コートジボアールである。1990年に、米生産の総体的重要度が最高であった国は、シエラレオネ(72.0%)であり、その後にギニアビサオ(55.4%)、リベリア(55.1%)、ギニア(47.8%)、コートジボア

表6.5 西アフリカにおける他の食用作物と対比した米生産の相対的重要度(×1000トン)  
(出所:FAO Yearbook, 数年次版)

	米		トウモロコシ		ミレット		リルガム		塊茎類(計)		豆類(計)		ラッカセイ		計		米の割合(%)	
	1975	1990	1975	1990	1975	1990	1975	1990	1975	1990	1975	1990	1975	1990	1975	1990	1975	1990
ベナン	13	10*	217	407*	15	21*	52	110*	230	615	14	57 <sup>F</sup>	35	79	568	1,299	2.3	0.8
ブルキナファソ	40	42	84	217*	383	597*	738	917*	39 <sup>F</sup>	38 <sup>F</sup>	180 <sup>F</sup>	172 <sup>F</sup>	90	140	1,554	2,123	2.6	2.0
カメルーン	16*	39 <sup>F</sup>	350*	350*	386	50 <sup>F</sup>	-	380 <sup>F</sup>	672	833 <sup>F</sup>	84 <sup>F</sup>	135 <sup>F</sup>	165*	100 <sup>F</sup>	1,673	1,887	1.0	2.1
ガンビア	31*	20 <sup>F</sup>	10	15*	47	50 <sup>F</sup>	-	11 <sup>F</sup>	3 <sup>F</sup>	2 <sup>F</sup>	3 <sup>F</sup>	4 <sup>F</sup>	150 <sup>F</sup>	75	244	177	12.7	11.3
ガーナ	71	81	343	553	122	75	135	126	1402	1733	17	20 <sup>F</sup>	111	180 <sup>F</sup>	2,201	2,778	3.2	2.9
ギニア	300*	500 <sup>F</sup>	310 <sup>F</sup>	100 <sup>F</sup>	-	60 <sup>F</sup>	5 <sup>F</sup>	34 <sup>F</sup>	202 <sup>F</sup>	239	27 <sup>F</sup>	60 <sup>F</sup>	28 <sup>F</sup>	52*	872	1,045	34.4	47.8
ギニアビサオ	67	160	4 <sup>F</sup>	24	7 <sup>F</sup>	20	5 <sup>F</sup>	40 <sup>F</sup>	10 <sup>F</sup>	12 <sup>F</sup>	2 <sup>F</sup>	2 <sup>F</sup>	37	30*	132	289	50.8	55.4
コートジボアール	461	687	131 <sup>F</sup>	484	46	44	32	24	907	1415	8 <sup>F</sup>	8 <sup>F</sup>	48	134	1,633	2,796	28.2	24.6
リベリア	229	150 <sup>F</sup>	-	-	-	-	-	-	102 <sup>F</sup>	116	3 <sup>F</sup>	3 <sup>F</sup>	3 <sup>F</sup>	3 <sup>F</sup>	337	272	70.0	56.1
マリ	218	376*	214*	214*	696	696*	-	754*	25 <sup>F</sup>	46 <sup>F</sup>	33 <sup>F</sup>	67 <sup>F</sup>	227	160 <sup>F</sup>	1,273	2,312	17.1	16.3
ニジェール	29	73	5	8 <sup>F</sup>	581	1133	254	415	64	83	231	368 <sup>F</sup>	42	60*	1,206	2,140	2.4	3.4
ナイジェリア	515	1,900 <sup>F</sup>	1,265	1,832	3,000 <sup>F</sup>	4,000 <sup>F</sup>	3,590*	4,000 <sup>F</sup>	9,173 <sup>F</sup>	16,534 <sup>F</sup>	902 <sup>F</sup>	1,463	280 <sup>F</sup>	1,166	18,725	30,895	2.8	6.1
セネガル	116	156	49	133	621	514	-	147	39	29	21	25 <sup>F</sup>	1,476	698	2,322	1,702	5.0	9.2
シエラレオネ	524	430 <sup>F</sup>	13 <sup>F</sup>	12*	8 <sup>F</sup>	23*	11 <sup>F</sup>	21*	35 <sup>F</sup>	53	26 <sup>F</sup>	38 <sup>F</sup>	18 <sup>F</sup>	20*	635	597	82.5	72.0
トーゴ	15	26*	135	220	119	50*	-	106*	299	306	21	30 <sup>F</sup>	20	28 <sup>F</sup>	609	766	2.5	3.4

\* 非公式数字

F:FAO推計値

ル (24.6%), マリ (16.3%), ガンビア (11.3%) が続いていた。上記以外の諸国では、その総体的重要度は、10%未満であった。

しかし、1975年から1990年までの間に、米の相対的重要度は、ギニアとギニアビサオを除く、すべての米生産国で低下していた。

### 6.2.3 米の生産、輸入、消費の動向

西アフリカ各国における米生産の推移は、米の総生産、作付面積、収量、輸入、供給、消費、自給率に反映されている。米の生産、収量、輸入、消費に関する数字は、Nyanteng (1983, 1986), WARDA (1980, 1986), FAO Production Yearbook, FAO Trade Yearbook (数年次版) に示されている。1975年から1990年までの期間について次の各項に示されるデータは、最新のデータを提供しているために FAO Production Yearbook (数年

次版) から引用した。

一般動向として、この間に米の総生産はほとんどすべての国で大幅に伸びていた。この伸びは、耕作面積の拡大、または平均収量の向上によるか、それとも両者の結果である。

しかし、生産は伸びたものの、その伸びは余りに僅かであり、したがって人口増と食料選好の変化に伴う消費増を賚うまでにはいたらなかった。このために、米の自給率が低下し続ける一方で、輸入量は増加し続けることになった。この事情は、西アフリカにあるすべての国で観察されている。

### 米の総生産

表 6.6 は、米の総生産が1975年から1990年までの間に対象地域で約75%だけ伸びていたことを示している。このような増産は、主に1975年から1988年までの間に達成されたものである。1988年以降、この地域における米

表 6.6 西アフリカにおける米総生産の推移 (出所: FAO Production Yearbook, 数年次)

	米生産 (×1000トン粍)						増減率(%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	
ベナン	13	9	6	10	9	10*	-23.1
ブルキナファソ	40	29	50	39	42	42	5.0
カメルーン	16*	55	107	40 <sup>F</sup>	35 <sup>F</sup>	39 <sup>F</sup>	143.8
ガンビア	31*	34 <sup>F</sup>	43*	29	21	20 <sup>F</sup>	-35.5
ガーナ	71	62	80	84	67	81	14.1
ギニア	300*	350 <sup>F</sup>	437	521	426*	500 <sup>F</sup>	66.7
ギニアビサオ	67	23 <sup>F</sup>	115	146*	162*	160	138.8
コートジボアール	461	511	541*	610	635	687	49.0
リベリア	229	243	288	298	280	150 <sup>F</sup>	-34.5
マリ	118	125*	195*	288	338	376*	72.5
ニジェール	29	31	57	63	79	73	151.7
ナイジェリア	515	1,090*	1,515*	2,000	2,000 <sup>F</sup>	1,900 <sup>F</sup>	268.9
セネガル	116	65	147	146	168	156	34.5
シエラレオネ	524*	513	416*	420*	430 <sup>F</sup>	430 <sup>F</sup>	-17.9
トーゴ	15	24	15	27	29	26*	73.3
合計	2,645	3,164	4,012	4,721	4,721	4,650	75.8

\* 非公式数字

F: FAO推計値

の総生産はリベリアを除いて横這いで推移してきている。リベリアでの1990年に激減した生産は荒狂う内戦のためである。

しかし、これを個々の国についてみると、米の総生産数字は偏異していることがわかる。1975年から1990年までの間に、ナイジェリアの総生産は、倍以上(268.8%)に伸び、その後ニジェール(151.7%)、カメルーン(143.8%)、ギニアビサオ(138.8%)の伸びが続いていた。この間に米が減産に転じたのは次の4カ国であった：ガンビア(-35.5%)、リベリア(-34.5%)、ベニン(-23.1%)、シエラレオネ(-17.9%)。

#### 稲作面積

表6.7は、西アフリカ諸国の稲作面積の推移を国別に示したものである。稲作総面積は47.9%だけ拡大したものの、国によっては大きな差があった。ナイジェリアでの稲作

面積は、1975年から1990年までの間に3倍増、またトーゴでは倍増していた。しかし、いくつかの国で稲作面積は減少していた。例えば、ブルキナファソ(-15.2%)、ガーナ(-37.9%)、ガンビア(-36.4%)、カメルーン(-35%)、シエラレオネ(-14.3%)といった諸国がそれである。

#### 米の収量

表6.8は、1975-1990年間ににおける米の平均収量を示したものである。この間に多くの国で、平均収量は以下のように激増していた：カメルーン(286.6%)、ブルキナファソ(133.3%)、マリ(64.6%)、セネガル(61.1%)、ギニアビサオ(37.9%)、ニジェール(32.2%)、ナイジェリア(22.9%)。上記以外の諸国-シエラレオネ、リベリア(1990年を除く)、ガンビア、コートジボアール-で

表6.7 西アフリカにおける稲作面積の推移(出所：FAO Production Yearbook, 数年次版)

	稲作付面積(×1000ha)						増減率(%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	
ベナン	7	9 <sup>F</sup>	6	7	7	7 <sup>F</sup>	0.0
ブルキナファソ	41	40 <sup>F</sup>	28	22	20	20	-51.2
カメルーン	20 <sup>F</sup>	23	23	14	13	13 <sup>F</sup>	-35.0
ガンビア	22 <sup>F</sup>	26 <sup>F</sup>	25*	19	14	14*	-36.4
ガーナ	79	80	87	52	72	49	-37.9
ギニア	400 <sup>F</sup>	400 <sup>F</sup>	561	578	585*	590 <sup>F</sup>	47.5
ギニアビサオ	42 <sup>F</sup>	73 <sup>F</sup>	97	100 <sup>F</sup>	100 <sup>F</sup>	73	73.8
コートジボアール	361	461	420*	519	545	572	58.4
リベリア	191	197	234*	233	235*	150 <sup>F</sup>	-21.5
マリ	129	140 <sup>F</sup>	170*	214*	219	250 <sup>F</sup>	93.8
ニジェール	17	21	21	28	35	32 <sup>F</sup>	88.2
ナイジェリア	300*	550*	700*	871	870	900 <sup>F</sup>	200.0
セネガル	87	67	78	79	79	73	-16.1
シエラレオネ	385 <sup>F</sup>	410	340	300*	330 <sup>F</sup>	330 <sup>F</sup>	-14.3
トーゴ	11	20 <sup>F</sup>	22	25	20	22*	100.0
合計	2,092	2,517	2,812	3,061	3,144	3,092	47.9

\* 非公式数字

F : FAO 推計値

表 6. 8 西アフリカにおける米の収量推移 (出所: FAO Production Yearbook, 数年次版)

	米の収量 (kg/ha)						増減率(%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	1975-90
ベナン	1,742	1,071	1,080	1,364	1,288	1,400	19.6
ブルキナファソ	966	716	1,814	1,787	2,054	2,100	133.3
カメルーン	776	2,391	4,737	2,857	2,692	3,000	286.6
ガンビア	1,391	1,308	1,720	1,535	1,473	1,429	2.7
ガーナ	904	781	919	1,622	929	1,641	81.5
ギニア	750	875	778	900	728	847	12.9
ギニアビサオ	1,595	622	1,187	1,455	1,620	2,200	37.9
コートジボアール	1,278	1,108	1,288	1,175	1,165	1,201	-6.0
リベリア	1,199	1,234	1,231	1,277	1,191	1,000	-16.6
マリ	914	891	1,147	1,345	1,541	1,504	64.6
ニジェール	1,725	1,499	2,752	2,266	2,257	2,281	32.2
ナイジェリア	1,717	1,982	2,164	2,296	2,299	2,111	22.9
セネガル	1,328	963	1,881	1,858	2,121	2,139	61.1
シエラレオネ	1,361	1,251	1,224	1,400	1,303	1,364	0.2
トーゴ	1,403	1,200	700	1,064	1,420	1,182	-15.8

は、平均収量は、程度の差こそあれ、ほぼ横這いであった。もっとも、個別年次の変動はかなりなものである。

表 6. 6, 6. 7, 6. 8 から、調査対象地区の米生産が過去数10年間にどのように伸びたかについて若干の結論を引き出すことができよう。例えば、カメルーンで米の作付面積は35%減少したものの、米の総生産は、単位面積当たり収量が激増(+286.6%)したため大幅に伸びたのである(+143.8%)。カメルーンにおける稲作の大部分は、同国の北部にある近代的な灌漑計画の下で行なわれている。ブルキナファソでは、稲作面積は半減したものの、米の総生産は増収のために低下することにはなかった。

ニジェールとナイジェリアでは、稲作面積が拡大しさらに増収した結果、米の総生産は未曾有の最高記録に達した。ギニアとコートジボアールにおける米の増産は、主に稲作面積が拡大した結果であった。最後に、ガンビ

ア、リベリア、シエラレオネにおける米の減産は、主に稲作面積の減少によるものである。

#### 米の輸入

食料輸入は伸び続けているが、これは、人口増、国内生産の遅れ、食料援助の供給余力、国内通貨の交換レートの大評価—これにより輸入穀物が国内供給のものよりも割安になることが多い—だけではなく、都市化の進行とそれに伴うキャッサバ、ヤム、ミレット、ソルガムから、米、小麦に向けての消費者の嗜好の変化といったような多くの要因によるものである。

表 6. 9 は、1975年から1990年までの間に、対象地域にある各国の米の輸入の推移を示したものである。米輸入は西アフリカのほとんどすべての諸国で激増している。対象地域にある諸国についてみると、総輸入は、1975年の38万1000t(桁換算)から1990年の262万8000tにまで、実に590%の増加をみていた! 上記と同一期間に、米の総生産はわずかに



表 6.9 西アフリカにおける米輸入の推移（出所：FAO Production Yearbook, 数年次版）

	米輸入量 (×1000 ton/初)						増減率(%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	1975-90
ベナン	7	47	29	69	92	62	786
ブルキナファソ	15	47	160	132	131	169	1,026
カメルーン	3	32	74	77	88	139	4,533
ガンビア	21	41*	100	109*	92*	102*	386
ガーナ	1	46*	92	106	123*	154*	15,300
ギニア	56*	197*	107*	131	300	172	207
ギニアビサオ	22	18	30*	72	77*	66*	200
コートジボアール	3	389	527	326	570*	416*	13,767
リベリア	47	133	131	122	200*	100*	113
マリ	31	82	176	108	79	31	0
ニジェール	2	55	49	92*	89*	59*	2,850
ナイジェリア	10	616	548	308*	308*	385*	3,750
セネガル	160	430	517	477	527	549	243
シエラレオネ	1	96	142	149*	154	169	16,800
トーゴ	2	33	27	46	59	55	2,650
合計	381	2,262	2,709	2,324	2,889	2,628	590

\*非公式数字

75.8%だけ伸びたに過ぎなかった。1990年に、西アフリカにあるすべての国のうち、セネガルは米輸入国として最上位にあってその輸入量は54万9000tであり、以下、コートジボアール(41万6000t)、ナイジェリア(38万5000t)、ギニア(17万2000t)、ブルキナファソとシエラレオネ(いずれも16万9000t)が続いていた。

さらに警戒を要するのは、大部分の国について米輸入が依然として増加し続けていることである。この数年間に、米の輸入が減少したのは、わずかにマリとニジェールの両国だけであった。1988-1990年間に、ナイジェリアは1980年代初頭におけるよりも米の輸入量を減らしていた。1986年に、ナイジェリア政府が米の輸入を制限したからである。消費者需要が旺盛であったこともあって、米の市価は高騰した。この値上りは、稲作面積の拡大と米の総生産を刺激することになった(IITA 1989)。

#### 米の供給

国内生産と輸入によって構成される米の供給と、1975-1990年間ににおけるその変化は、表 6.10 に示す通りである。

対象地域全域についてみた米の供給量は、1975-1990年間に150%増加していた。

増産と(または)輸入増によって、すべての国で米の供給量は増加していた。1990年までに、減産と輸入減のために米の供給量が減少したのは、わずかにリベリアだけであった。米の供給は自給率を評価する段階にさしかかっている。

#### 米の自給率

自給率とは米の国内生産と米の供給との間の比率のことである。表 6.11 は、西アフリカにある各国の自給率を示したものである。

マリを除くすべての国で、自給率は1975年から1990年までの間に低下していた。マリでの自給率は、1990年において、1975年よりも

表 6. 10 西アフリカにおける米供給量\*の推移 (表 6.6 及び 6.9 から算出)

	米供給 (×1000 t/初)						増減率(%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	1975-90
ベナン	18	55	34	78	71	71	294
ブルキナファソ	49	72	203	165	205	205	318
カメルーン	17	79	165	111	172	172	912
ガンビア	47	70	137	134	119	119	153
ガーナ	61	99	160	177	223	223	266
ギニア	311	495	479	574	597	597	92
ギニアビサオ	79	38	128	196	202	202	156
コートジボアール	395	823	987	846	1,000	1,000	153
リベリア	142	340	376	375	227	227	-6
マリ	216	188	342	353	351	351	62
ニジェール	27	81	98	146	121	121	348
ナイジェリア	448	1,543	1,836	2,008	2,000	2,000	346
セネガル	259	485	642	601	682	682	163
シエラレオネ	446	532	469	506	535	535	20
トーゴ	15	53	40	69	77	77	413
計	* 米供給	4,953	6,123	6,339	6,903	6,582	150

\* 米供給量 = 国内生産量 - (収穫後損失10% (FAO 1977b) + 種子用5%) + 輸入量。輸出は無視できる。

5%だけ上昇していた。もっとも、その間の期間中にはもっと低下していた年もある。

1990年に、最高の自給率を達成したのは、マリ (91%) であり、シエラレオネ (68%)、ギニアビサオ (67%)、コートジボアール (58%)、リベリア (56%)、ニジェール (51%) が続いていた。上記以外の諸国での自給率は、すべて50%未満になっている。

1975-1990年間に自給率の落ち込みが最も大幅であったのは、ガーナ (-68%)、カメルーン (-61%)、トーゴ (-56%)、ブルキナファソ (-52%) であった。価格的に最低であったのは、ギニアビサオ (-5%)、ギニア (-11%)、ナイジェリア (-17%)、セネガル (-19%) であった。

1988年以降、国によってそのレベルは異なるものの、大部分の国で自給率が安定化していることに注目する必要がある。

#### 米の消費

米の年間1人当たり消費は、米の生産と輸入が増加した場合、それによって西アフリカの住民が確保できる供給余力がどれだけ増加するかの指標である。表 6.12 は1975-1990年間における米消費の推移を示したものである。

西アフリカの大部分の諸国で、米の消費水準はかなり低いものになっている。今回の調査対象地域で主食になっているのは、湿潤地帯では、キャッサバ、ヤム、あるいはトウモロコシであり、乾燥地域では、ミレットとソルガムである。米が主食とされているのは、シエラレオネ、リベリア、ギニアビサオだけである。一方、米以外にガンビアではミレットとラッカセイが、ギニアではキャッサバが、またコートジボアールではトウモロコシとキャッサバが主食の一部になっている。

すべての国で、米の消費は1975-1990年間

表 6. 11 西アフリカにおける生産の自給率\* (表 6.6 及び 6.10 から算出)

	米自給率 (%)						増減率 (%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	1975-90
ベナン	61	14	15	11	8	12	-49
ブルキナファソ	69	34	20	20	21	17	-52
カメルーン	80	59	55	31	25	19	-61
ガンビア	56	41	27	18	16	14	-42
ガーナ	99	53	43	40	32	31	-68
ギニア	82	60	77	77	55	71	-11
ギニアビサオ	72	51	76	63	64	67	-5
コートジボアール	99	53	47	61	49	58	-41
リベリア	80	61	65	68	54	56	-24
マリ	86	56	48	69	78	91	5
ニジェール	91	32	49	37	43	51	-40
ナイジェリア	98	60	70	85	85	81	-17
セネガル	38	11	19	21	21	19	-19
シエラレオネ	99	82	71	71	70	68	-31
トーゴ	85	38	32	33	29	29	-56

\*自給率とは、国内米生産から収穫後の損失分10%と種子用5%を差し引いて、米供給で除したものをいう。

表 6. 12 西アフリカにおける年間1人当たり精米\*消費量の推移  
(表 6.6 及び 6.10 から算出)

	米消費量 (kg精米/年間1人当たり)						増減率 (%)
	1975	1980	1985	1988	1989	1990	1975-90
ベナン	3.8	10.3	5.5	11.6	14.3	10.0	163
ブルキナファソ	5.1	6.7	16.7	12.6	12.4	14.89	190
カメルーン	1.5	5.9	10.6	6.5	6.7	9.5	532
ガンビア	55.8	70.9	119.5	107.1	85.4	89.8	61
ガーナ	4.0	6.0	8.1	8.1	8.0	9.6	140
ギニア	48.8	72.2	62.4	68.8	77.1	67.4	38
ギニアビサオ	76.4	31.1	94.9	137.6	147.9	136.2	78
コートジボアール	38.0	65.5	64.6	49.4	62.5	54.2	43
リベリア	97.8	117.8	111.1	100.8	114.2	57.3	-41
マリ	22.8	17.8	28.3	26.5	26.6	24.8	9
ニジェール	3.7	7.7	8.1	10.9	13.5	10.2	176
ナイジェリア	4.4	12.8	13.0	12.8	12.4	12.0	173
セネガル	35.0	56.9	65.5	56.3	61.1	60.5	73
シエラレオネ	60.3	106.9	87.9	83.3	83.5	83.8	39
トーゴ	4.3	13.2	8.6	13.5	16.0	14.2	230

\* 1 トン = 精米 650kg

に伸びていた。唯一の例外はリベリアであり、これは1990年における米の供給量が少なかったからである。しかし一般的に、米の消費が最も大幅に伸びたのは80年代初頭であり、以後、米の1人当たり消費は程度の差はあるもののほぼ横這いで推移してきている。

### 6.3 米の販売と価格政策

多くの政府は食料生産におけるその自給率向上のため、生産される作物には一定価格を保証したり、また小売価格と卸売価格を規制することによって主食作物の国内生産を刺激するようにしている。

大部分の諸国で、米の国内生産を促進させようとする政府の政策には、米の生産者補助が含まれているが、その結果、表6.13でも示される通り、西アフリカ諸国の米価はますます多様化したものになってきている。

1983-85年間に、粳の生産者価格が最低に抑えられていたのは、ベナン(134米ドル/t)であり、それにマリ、コートジボアール、セネガルが続いていた。最高価格が支払われていたのは、ガーナ(2468米ドル/t)とナイジェリア(611米ドル/t)であったが、こうした高い数字の大部分は国内通貨の過大評価によって説明されている。

粳の生産者価格を米の国際市価と比較するため次の算定が行われた。ベナンにおける粳の生産者価格(134米ドル/t)は、207米ドル/t(歩留率65%)の米価に等価とする。ただし、精米と流通のためのコストは含まれていないものとする。

1983-85年間に、タイ産の長粒白米(碎米率5%) f.o.b.バンコック渡し平均国際価格は、249米ドル/t、タイ産白米の100%碎米は、187米ドル/tで取引されていた。しかし、精米、流通費は国によっても、また地域によっても大きな差があるので、これらの経費までも含めると、西アフリカにおけるどの国も国際市場で競争できないことは明らかであろう。国家段階でみる限り、米を輸入した方が国内生産よりも割安になるように思われる。

しかし、1986年以降、各国の市場自由化政策の結果、西アフリカのほとんどすべての国で、非公式の市場価格が支配的なものになった。

米の生産を刺激するいま1つの別の政策は、米の消費者価格を総生産費以下の水準に凍結させることであった。この方法では、精米、流通経費には高率の補助が行われていたのである。1986年に、国内産米のkg当たりのコストと消費者価格との格差は、セネガルでは100FCFA<sup>1)</sup>、カメルーンでは10 FCFA、コー

表 6. 13 西アフリカにおける各国の平均生産者価格、1983-85年間、  
粳 t 当たり米ドル換算 (出所: WARD A 1986)

ベナン	134	リベリア	400
ブルキナファソ	183	マリ	154
カメルーン*	143	ニジェール	209
ガンビア	168	ナイジェリア	611
ガーナ	2,468	セネガル	166
ギニア	559	シエラレオネ	281
ギニアビサオ	346	トーゴ	249
コートジボアール	157		

\*1975-77年間価格、Baudet 1981による。

訳注: 1) FCFA: フランスフランと一定の比率で連動するフランス語諸国の通貨単位, franc de la Communauté financière africaine (アフリカ財政金融共同体)

トジボアールでは85FCFAになっていた(Phelinas 1990)。最近、世銀とIMF(国際通貨基金)の圧力によって、米の生産と販売が自由化されることになったので、米の消費者価格に対する補助は部分的ないしは全面的に撤廃されることになった(Phelinas 1990)。

また、投入財についても概して補助金が交付されている。改良種子、化学肥料、殺虫剤といった投入財は、普及事業と水の配分システムの維持と抱き合わせた一連のものとして農民の手に渡されている。機械化もサービスとして渡される。牛及び農機具に対する投資にも政府から補助が与えられている。その代りに、農民は一連の投入財ないしはサービスに対して一定料金が課せられることになっている。表6.14は、コートジボアールで実施されている農場段階での投入財補助金を示したものである。

国内の籾生産に対して誘因を与える、いまひとつの政府政策は、土地開発に対する財政支出である。Pearsonその他(1981)によると、コートジボアールにおけるそうしたプロジェクトの投資費用についても、52%から100%の範囲内で補助が行なわれている。

コートジボアールについて、Pearson et al.(1981)は、米の増産に対する手厚い補助は、国家の成長を押し下げることになるのだと結論している。米の国内生産費は、輸入価

格に対比して著しく割高になっており、その結果、資源が浪費され外貨が失われる可能性が生じたりすることになる。政府の政策の明かな失敗には、主なものとして2種の原因がある。すなわち、米部門は輸入に対して効率的に競争することができず、また賃金水準が、低密度の人口と未利用耕地の面積の大きさに比べれば、高過ぎるからである。コートジボアールでは、社会的純収益性(=全国レベルでの収益性)という観点から、米の国内生産は、農場内及び村落内での消費を目的とする限りでしか正当化されるに過ぎない、と結論されるのである。

Asuming-Brempong(1989)は、ガーナでの米政策を調査したが、ここでも状況はコートジボアールでのそれに比肩し得るものである。その分析は、ガーナでは、卸売段階でみる限り、米の生産にはまったく比較優位性がないにもかかわらず、政府の政策は米の国内生産を強力に優遇してきたことを示している。こうしたことで、国内米価は国境価格に比べて高いもの(時として、10倍以上も高い)となり、結果的に消費者福祉が大きく失われることとなった。投入財に対する高率補助金は、資源配分を極度に誤らせることにもなった。大幅な増反と稲作の大規模化が、高価な灌漑プロジェクトと平行して進められたからである。それにもかかわらず、この数年間に達成された米の生産は微増にとどまり、これ

表 6. 14 コートジボアールにおける投入財に対する農場段階での補助金  
(通貨単位: FCFA, 1975—76年) (出所: Lang 1979)

	ha当たり市場コスト	農場段階での純補助額			補助率 (%)
		ha当り	籾t当り	米t当り	
近代的投入財	37,129—63,119	17,745	7,094	10,748	33—40
動力耕耘機	24,170	6,580	1,645	2,492	28
畜力牽引	9,165	1,885	1,047	1,586	21
トラクター、ハーベスター	43,600—72,929	14,940	5,975	9,053	18—30

では米自給向上計画遂行のために政府が負担した膨大な投資を埋め合わせることはできなかった。

Asuming-Brempongは、次の3種の異った稲作システムの経済純益 (Net Economic Profit, NEP) を調査した。これらは、伝統的システム、部分的機械化によった改良型システム、それに灌漑による完全機械化システムである。これら3種のシステムのいづれでも、NEPはマイナスになっているが、伝統的システムについては、このNEPのマイナスが最も小さい。

ガーナでは、経済的非効率性の故に米の生産意欲をおさえることが適当であるかのように思えると結論された。とはいっても、食料の安全保障、所得の配分のようなこれ以外の問題を考慮に入れると、政府は米の比較優位性がより確かな伝統的、小規模米作農家の方に注意を向ける方がより一層、経済的、かつ社会的にも有利であろう。

#### 6.4 稲作システムの経済的収益性

政府による国定価格、市場政策 (例えば、開墾、投入財等に対する補助金、労働の賃金と可給度、稲作の形態)こそ、農場の経済的純益に影響を及ぼすすべての要素だといえよう。

Ruthenberg (1980) は、シエラレオネ、リベリア、コートジボアールの場合について、小農場の経営面についての調査を行った。稲価格は、リベリアでは110米ドル/t、コートジボアールでは254米ドル/tであった。農作業の総時間数は、リベリアでは、1日当たり5時間、同じくシエラレオネとコートジボアールでは、6時間になっていた。

表6.15は、結果的に米の生産による収益性が労働に対して低いこと、またその農業所得に対する寄与率が低いことを示している。(陸) 稲が作付体系の90%以上を占めている

シエラレオネで、農家の平均所得は205米ドル、また労働収益は、人時当たり0.11米ドルにしかならなかった。(陸) 稲が作付体系のわずかに32%を占めるに過ぎなかったコートジボアールでは、これらの価値はそれぞれ1518米ドルと0.65米ドルになっていた。

稲作による農場レベルの収益性が低いことは、von Braun et al. (1989) によっても記述されている。ガンビアで1985年の雨季の作物生産中、深水水稻の平均粗利潤は、(市場向け) 生産額から可変費用を差し引いた差額として算定されるものであるが、これは家族労働の1日・1人当たりで、わずかに1.48米ドルにしかなっていなかった。一方トウモロコシの純益は、同じく1.71米ドル、またラッカセイについては2.25米ドル、ミレット、ソルガムについては2.33米ドルになっていた。純益が米より低いのは、わずかに綿花だけであり、1日・1人当たりで0.83米ドルであった。

Ward (1981) は、ナイジェリアのビダ地区において、未改良の内陸小低地における伝統的耕作法による米生産の経費と、改良された内陸小低地の改良稲作によるそれとを比較した。氏は、改良技術が適用される場合、米の収量が約30%増で3.5 t/haにまで達することを確認した。しかし家族の純収入、及び労働報酬はわずかに9%の増にしかならず、それぞれ1314.2ナイラと、11.6ナイラに達しただけであった。米の生産は増大したものの、家族収入と労働に対する報酬はそれに見合った上昇をしたわけではなく、また凶作年には投入の増加によるリスクが高まるがそれに対する十分な保証とはなり得ないことが明らかである。

Okereke (1990) は、1988年度において、ナイジェリアのアナンブラ州の内陸小低地で、トラクター利用が湿地帯の稲作に及ぼす効果を調査した。この地帯で米はかなり高度な方法で生産されていた。IR8とIR1416は、

表 6. 15 シエラレオネ、リベリア、コートジボアールにおける  
稲作の農場経営データ (出所: Ruthenberg 1980)

年次	シエラレオネ 1971-72	リベリア 1972	コートジボアール 1974-75
降雨量 (mm)	2,500	1,900	1,750
標本数	22	20	30
世帯当たり人数	8.4	7.2	6.9
労働力 (ME)*	5.2	2.7	3.2
労働力投入量 (人一時)	1,919	1,975	2,340
開拓面積 (ha)	25	16	12.20
陸稲 (ha)	1.74	1.34	1.74
湿地水稲 (ha)	n.a.	0.40	n.a.
その他食用作物 (ha)	0.16	0.68	0.40
サトウキビ (ha)	n.a.	0.12	n.a.
コーヒー、ココア (ha)	n.a.	0.20	3.30
作物総面積 (ha)	1.90	2.74	5.44
作付指数 (%)	8	17	25
収量 (t/ha), 米	1.23	1.12	1.74
収量 (t/ha), コーヒー	n.a.	0.20	0.22
経済収益 (世帯当たり米ドル)			
作物粗収益	220	480	1,580
購入投入財	15	12	62
所得	205	468	1,518
生産性			
粗収益米ドル/総面積 (ha)	9	30	130
粗収益米ドル/耕地面積 (ha)	116	175	290
(1) 粗収益米ドル/ME	42	178	494
(2) 所得米ドル/耕地面積 (ha)	108	171	279
(3) 所得米ドル/ME	39	173	474
(4) 所得米ドル/人一時	0.11	0.24	0.65

\*ME=成年男子換算

n.a. =適用不能なもの

最も広域に栽培されている品種であり、また化学肥料もほとんどすべての農場で施用されていた。除草剤と殺虫剤を施用していたのは主にトラクターを使用している農民たちであった。化学肥料の実際の価格は、その供給が不足していたので公定価格の水準を上回っていた。殺虫剤と除草剤に対する政府補助対象は、トラクターなど近代的な革新技術を採用している農民だけに限られていた。今回の調査地区で、最も重要とされるトラクターサービスは、民間企業から賃借できるようになってい

た。

トラクターを使用している農民にとってのha当たり純収益は、トラクターを使用していない農民のそれを大幅に上回っているようにみえた。前者は、後者の1151ナイラに対して3171ナイラになっていた。トラクターを使用していた農場での労働生産性は極めて高く、各労働者一日当たりの労働生産額は、17.6ナイラになっていた。しかしトラクターを使用していない農場で、この額はわずかに4.3ナイラにしか過ぎなかった(労働者一日当た

表 6. 16 灌漑水稲、湿地水稲、陸稲についてみたha当たり平均生産量、投入財使用量、純収益の比較 (Olagoke 1989)

項目	単価 (ナイラ)			ha 当り各単位 (左欄項目)			ha 当り価格 (ナイラ)		
	灌漑	湿地	畑	灌漑	湿地	畑	灌漑	湿地	畑
米の生産 (RO)(t, 粉)	1,213.33	1,207.33	1,151.33	2,187	1,964	1,711	2,653.55	2,371.20	1,969.93
資金を必要とする投入									
種子 (kg)	1.05	1.05	1.09	99.87	98.38	112.08	104.86	103.30	122.17
化学肥料 (kg)	0.22	0.22	0.22	333.95	368.36	281.95	73.47	81.04	62.03
機械賃貸料							307.62	182.31	212.55
灌漑費用							197.02		
その他の資本運転費用							101.20	96.28	71.52
総資本運転費用(TCOC)							784.17	465.93	468.27
労働投入 (人・時)									
整地	1.04	1.11	1.11	234.78	268.82	189.33	244.17	298.39	210.16
準備	1.30	1.31		60.92	46.54		79.81	60.97	
移植/播種	1.21	1.25	1.21	184.86	130.55	110.03	223.68	163.19	133.14
除草	1.25	1.28	1.24	305.53	222.55	333.31	381.91	284.86	413.30
鳥追い	0.40	0.42	0.37	162.89	121.31	120.98	65.16	50.95	44.76
収穫	1.12	1.16	1.17	229.44	216.68	243.77	256.97	251.35	285.21
脱穀/風選	1.08	1.06	1.09	10.47	73.76	39.95	11.31	78.19	43.55
包装	0.69	0.67	0.74	62.17	48.55	32.68	42.90	32.53	24.18
その他	1.08	1.11	1.06	69.65	27.71	16.06	75.22	30.76	17.02
総労働投入 (TLI)							1,381.13	1,251.19	1,171.32
総可変費用 (TVC = TCOC + TLI)							2,165.30	1,717.12	1,639.59
粗利潤 (RO - TVC)							488.28	654.08	330.34
固定費用									
減価償却費							48.60	52.93	45.15
地代							26.40	33.47	36.30
総固定費用							75.00	86.40	81.45
総費用 (TC = TVC + TFC)							2,240.30	1,803.52	1,721.04
純収益 (RO - TC)							413.25	567.68	248.89

り平均賃金は15.00ナイラであった)。同様に、生産に投下された100ナイラは、トラクターを使用している農民には204ナイラを、また伝統的農民には133ナイラのみを生みだしていた。

Olagoke (1989) は、3種の異った稲作体系 (すなわち、灌漑水稲、湿地水稲、それに陸稲生産; 表 6.16) について、ナイジェリアのアナンブラ州で1987/88作物年度についてみた資源利用の効率性を検討した。米の収量は、灌漑圃場で最高 (2.19 t/ha) であり、その後湿地帯での稲作 (1.96 t/ha) が続

いた。また、畑地での収量 (1.71 t/ha) が最低であった。しかし、生産費がそれぞれ異っているため、純収益は、湿地帯農場において最高 (567.68ナイラ/ha) になった。灌漑によった場合の純収益は、413.25ナイラ/ha、また陸稲については、248.89/haであった。

上記で示したいろいろな実例から、稲作をベースにした小農による農業システムの改善には慎重にアプローチしなければならないという結論が得られよう。増収を目指した投入の増加は、その結果生ずるリスクの増加が、



農民にとって、資金的、経済的、社会的に容認可能であり、かつ、農家純収入及び労働の純報酬が大幅に向上する場合に限ってのみ正当化されるものである。

## 7 稲作に対する内陸小低地の適合性

### 7.1 概説

稲作に対する内陸小低地の適合性を判定するパラメーターには、小低地に直接に関係するものと、間接にしか関係しないものがある。小低地に間接にしか関係しないパラメーターには、気象学的諸条件、社会-経済的要因、耕作の方法が含まれている。

サバンナ地帯での主な気象学的阻害要因は、降雨の分布と不規則性、第2の作付期間中における高温、季節によっては低下する夜間の気温といったものがある。赤道林地帯での主な気象学的阻害要因には、大気の高湿度と少ない日射量が挙げられる。今日、西アフリカにみられる社会-経済的条件は、農業生産に対して強力な負のインパクトを及ぼしている。人口の急増、農村から都市に向けての人口移動、とくに都市部における食品嗜好の変化の結果として、農村部では労働力が不足し、また1人当たり米生産は減少し続けている。また、労働力不足の結果として、営農も、また作付方式も適正を欠いたものになっているが、これは、最適な作付カレンダーを順守し切れなくなっているためである。

しかもその上に、トウモロコシやミレットといった作物にくらべて、労働に対する稲作体系の純収益性が低いことは、農民にとって米の増産意欲を刺激するものとはならないのである。

これらの要因の一部は、とても改良し得べくもないもの(気象)、それとも長期的にのみ変化するもの(人口増)、または各国内か、それとも超国家的段階における政治的な意志決定(価格政策)によって支援されるときに限って変化するもの、等である。したがって、これらの阻害要因は西アフリカの米生産で今

後とも為し得る潜在的な改善に大きな影響力を及ぼすにも拘らず、ここでは詳細には論じないことにする。

小低地の規模でみる限り、米の生産に対する阻害要因は、土壌、水文的要因、それに小低地の地形に由来するものである。これらの阻害要因は著しく深刻なものでなければ、比較的単純な技術的介入によって改善できるものである。

明確で持続的なインパクトを及ぼし得るそのような改善は、米に対する農民の純収益を大幅に引き上げることを目指したものでなければならない。

次の各項では、小農の米生産に対してもっている西アフリカの内陸小低地の阻害要因は、農学的側面(土壌と水文学的要因)と工学的側面(治水)とに分類することにする。また、米の生産に対する内陸小低地の適否に関する分類も提示することにする。これに続いて、今後あり得べき改善の在り方についても論ずることにする。最後に、西アフリカにおける主な稲作環境を、それらに対する主要な阻害要因及びその可能性とも併わせて、要約して論ずることにする。

内陸小低地の農学的側面と工学的側面は、これまでにも単発的なものであるか、それとも両者を合わせたもののいずれかであるが、次の人びとによってすでに調査されている。すなわち、IITA (1973, 各種の年次報告)、Moormann et al. (1974, 1977)、Veldkanyo (1979)、Okali et al. (1979, 1980)、Juo and Moormann (1980)、Savvides (1981)、Barraud (1963)、Stiemer (1968)、SODERIZ (1976)、Glemet (1975)、Arrivets (1973)、AVV (1981)、Raunet (1982)、Oosterbaan

et al. (1987), Spencer (1991), Andriesse and Fresco (1991)。

## 7.2 稲作に対する主要阻害要因

### 7.2.1 土壌に関する阻害要因

陸(雨水性)稲が栽培されているのは主に赤道林地帯とギニアサバンナ地帯の湿潤な地方である。これらのアップランドにおける土壌は、旺盛な風化と溶脱を受けているのが特徴である。これらの土壌のpH、塩基飽和度、塩基交換容量は(著しく)低い。しかも、それらは、Alの毒性、Pの固定、K欠乏を示している。アップランドの肥沃度は著しく低く、これは農業全般にとって主要な阻害要因の一つである。しかも、ギニアサバンナ地帯での土壌は往々にして土性が粗粒質でまた浅いことが多く、その結果、土壌の保水力は低くなっている(Andriesse and Fresco 1991)。地下水浸潤地稲作(phreatic)や水稲(fluxial)の栽培を、それらの適地である崩積性の丘陵斜面部分や谷底面で行うとして、それには特殊な土壌特性が要求されることになる。稲は、半水生植物であるので、排水条件が不良なものから中程度に良好である場合が、地下水浸潤地稲及び水稲作に最適なのである。排水状況が良好であったり、過度に良好であったりする土壌では、早ばつのリスクがつきまとうのである。そうしたリスクは、保水のために圃場を均らし、その周辺に畦を作るなりして克服することができるであろう。継続的な水飽和状態は稲作にとって適当ではない。良好な稲の生育のためには、(表)土の酸化と還元を交互に繰り返すことが要求されるからである。

粗粒質の土壌は、細粒質の土壌にくらべて、生産性が低いのが普通である。このことは、前者の自然肥沃度が低いばかりではなく、透水性が高いことに起因している。こうしたこ

とによって、養分(化学肥料を含む)が、根圏をこえて容易に溶脱することになる。それ故、砂質土壌にあっては、化学肥料は1回ないしは2回で大量に施用するよりも、むしろ小口に数回に分けて施用する必要がある。

砂質土壌の透水性が高いということは、圃場での保水が困難であることを意味している。また、粗粒質土壌は、それ自体、壤土や粘土にくらべて、畦、堤防、排水路作りには向いていない。

砂質土壌の自然肥沃度は概して著しく低い。そうした土壌にあっては塩基交換容量(CEC)は有機物によって決まるところが大きい。有機物は植物養分の貯蔵庫としての役割を果たすことになるが、特に窒素の給源である。粘土質土壌では、肥沃度がより高いのが普通である。ここでのCECは、有機質と粘土だけではなく、粘土鉱物の種類によって決まることになる。

カオリン系粘土は花こう岩の基盤コンプレックス由来の沖積土の主要粘土であり、主として西アフリカ湿潤地方に多い。その土壌のCECは、イライト、パーミキュライト、スメクタイトを主粘土鉱物とする土壌のそれよりも低い。後者の粘土鉱物は変成岩(片岩、グリーンストーン、角閃岩)の基盤コンプレックス由来の土壌で多いが、これは主としてより乾燥地方に分布し、そのような気候条件下で生成されやすい。

概して、塩基飽和度が高いと、それは植物生育にとっては有利である。しかしながら、植物にとって利用できる総塩基量が少なければ(すなわち、CECが低ければ)、多くの谷底面土壌における場合と同様に、その関連性は限られたものである。

西アフリカの谷底面での土壌反応(pH)は強酸性(pH4.0-4.5)から弱酸性(pH6.1-6.5)にいたるまでの幅がある。米の生産についてみた場合、湛水に続く(表)土の還元があって、pHが中性(pH6.5-7.0)に転ず

る傾向があることを考えると、これは適切な範囲であるといえよう。大部分の植物養分は、弱酸性から近中性までの環境下では、根による吸収に最も易有効性である (IRRI 1978)。水稻栽培にあつては、代掻き (すなわち、湿った土壌の集約的な耕起によって土壌構造を破壊すること) が、しばしば実施される。代掻きが有利であるのは、播種、あるいは移植に好都合な柔い床が作られ、透水ロスを少なくし、雑草がよりよく防除できるようになり、また圃場がやや均平化される点である。細粒質土壌での代掻きはもっと難しいのであるが、これはこの種の土壌の構造が、あまり細粒質でない土壌にくらべて、概して強靱であるからである。しかし透水ロスを少なくするという点では細粒質土壌が有利である。

代掻きの不利な点は、その土壌構造が稲作が終った後での乾地耕作には、あまり好都合ではないということである。

今回の調査対象地域になったところ (スーダンサバンナ地帯) の北部における谷底面の土壌では、乾季には塩分濃度の問題が生ずるかも知れない。地下水に対する毛管現象が高まるからである。土壌水分の上昇移動が始まると、塩分が土壌の表面ないしは根系の位置において、有害濃度にまで集積することになるかも知れない。赤道林とギニアサバンナの両地帯ではこれらの塩分は次にくる雨季の最初の降雨によって耕作前に溶脱するのが普通である。

赤道林とギニアサバンナの両地帯で、湿地帯及び地下水浸潤地稲作は、鉄中毒の問題に直面することになる。鉄中毒が最も発生しやすいのは崩積性の丘陵斜面の低い部分および谷底面周縁部である。この問題は、これまでも多くの西アフリカ諸国から報告されてきたが、これが最も深刻であるように思えるのは、Ferralsolsが支配的な地域 (シエラレオネ、リベリア、ナイジェリア東南部、カメル

ン) であるように思える。

二価鉄 ( $Fe^{2+}$ ) は、すでにその場で存在している三価鉄 ( $Fe^{3+}$ ) が酸性の条件下で還元されることで土壌中に形成されるか、またはアップランドからの地下水流入によって、根圏帯に到達することになるか、そのいずれかである。還元条件下で、二価鉄は、次の2種の機作で稲の発育に影響を及ぼす：

- 稲の根が酸化鉄で被覆されて、P, K, Ca, Mg等の養分の吸収力が減退 ( $Fe^{2+}$ によってひきおこされた欠乏)、または
- 稲の  $Fe^{2+}$  過剰吸収による直接の鉄毒性

稲の鉄毒性の特徴は、葉のオレンジ色の変色 (ブロンジング) である (Howeler 1973)。強耐性稲品種を使用する場合を除き、可能な救済策として、被害圃場の季節的乾燥 ( $Fe^{2+}$ を酸化して、不溶性の  $Fe^{3+}$ にする) か、または二価鉄を含有するアップランドからの地下水流の阻止がある。

## 7.2.2 水文学的阻害要因

小農による営農下において、小低地を稲作に適合したものにするためには、下記でも論ずる通り、いろいろな水文学的諸条件が満足されなければならない。

稲が必要とするだけの水量は、全生育期間を通して賄われなければならない。アップランドにあつて稲は全面的に降雨量に依存する。傾斜地下部及び谷底面で降雨量が不足すれば、それは、地下水か、その横移動によって補償されなければならない。横移動による水の流入は、基本的にはアップランドからの表面流去水と地下水流によって維持されている。後者は、河川の基底流量の主要部分を占めている。この流出水量の最小規模は、降水量とその分布、それに集水面積の規模に密接に相関している。ギニアサバンナ地帯では、耕作

面積が0.8-3.0haの稲作のために必要とされる水量を賄うのに十分なだけの最低水量を確保するには、どうしても約1㎏の集水面積が必要とされている。赤道林地帯についてみると、この比率は、2.0-5.0ha水田当たり1㎏とされている。

小低地のピーク流量、特に河川型小低地でのそれは潰滅的な性格を示すことがある。作物が長期間にわたって洪水のために冠水したりすると、それによって不作に見舞われることになる。そのような不作を避けるためには、稲は、48時間以上冠水することがあってはならない。最高放水量は、集水地域の水の収容量、降水量、降雨強度、傾斜度に関係している。個々の要素の効果は、集水面積の規模が拡大するにつれて減少することになる。

稲は浅根性作物であるので、早ばつに対してきわめて鋭敏であるが、このことは水稲品種についてはとくに著しい。後者は、生育期にあっては適度に長期間にわたって湛水する土壤の方を好むのである。湛水とは、雨季中に、地下水位が上昇するか、あるいは地表水が蓄積されることの結果である。

スーダンサバンナ地帯では、雨季にあっても、地下水位は深く、概して地表下にとどまっている。この地帯では、年間を通じて谷底面の湛水は、主に降水量と高地からの表面流去水が蓄積される結果であり、そのために地下水面上昇することになる。それ故、土壤の浸透性が湛水期間の長さを強く規制する。浸透性は土性によって決まるので、この地帯にみられる砂質土壤は、雨季中のみ短期間飽和状態になり、湛水するに過ぎないのである。

ギニアサバンナ地帯の小低地での地下水位は毎年かなり変動するが、その変動幅は、1mから5mまでに、時としてはそれ以上にも及ぶ。雨季期間中に、地下水位は地表にまで達するか、またはそれ以上に及ぶが、このことはすべての小低地についてかならずしもその通りというわけではない。局地的ではある

が、地下水位が雨季が終る以前に低下し、乾季に至って残った水量だけでは稲作が不可能になる場合もある。

赤道林地帯における内陸小低地の地下水位の年間変動幅は、0.5-1.5mで比較的小さい。雨季中における地下水位は、地表に達するか、もしくはそれ以上になったりするが、これについては多くの例外はない。この水位は、雨季が終ってからおよそ0.5-1.5カ月後に低下し始める。残った水量による稲作が乾季中といえども可能であるが、乾季はいづれにしても短い。

### 7.2.3 工学的阻害要因

用水管理配水システムの設計に当っては、集水面積の規模、ピーク流量、土性、小低地の形態を検討する必要がある。

集水規模が、基底流量とピーク流量を決定することになる。配水システムで、適正用水量を7.2.2で論じた諸要因に基づいて確保しようとするのであれば、集水面積は、ギニアサバンナ地帯では、10-30㎏以上、また赤道林地帯では5-15㎏以上が、谷底面の稲作面積15-50haにほぼ対応する。集水面積が上記よりもっと小規模である場合には、圃場での保水のため、等高線畦作りの実施が必要となろう。ただし、これらの数字には慎重を期することが必要であろう。この問題に関する情報は、これまでにみてきた文献中にはほとんど見当らなかったからである。

農作物と（または）配水システムを破壊する洪水と浸水のリスクは、集水面積規模と降水量によって決まることになる。ブルキナファソ（スーダンサバンナ地帯）では、集水面積が250㎏以上である小低地では、最高放水量と浸水/冠水の期間は、ダム貯水池の建設構想が練られない限り、稲作にとっては禁止的なものであることがすでに観察されている。コートジボアール中部（ギニアサバンナ地帯）

にあっては、稲作の安全性を見越しておくためには、集水面積は100km<sup>2</sup>をこえることがあってはならないとする報告がすでに行われている。概して、トーゴ北部（ギニアサバンナ地帯）にあって、最適集水地域規模は、5-70 km<sup>2</sup>の範囲内にあるとされている（Kilian and Teissier 1973）。

Kilian and Teissier (1973) は、集水地域規模以外に、用水管理システムの設計上重要なものとして、3種の形態学的基準を指摘している。小低地は、少なくとも縦は2 km、また幅は少なくとも100 mであり、横断面傾斜度は2%未満でなければならない。これに対して、小低地谷底面の縦方向傾斜度は0.1-0.2%の範囲内にあり得よう。

小低地の形状（すなわち、縦、横の比率）が、農民や共同体（訳注：部落村のこと）が確保でき、また運営、維持することができる最適事業規模の決め手になる。縦にきわめて長く、また横に狭い小低地では、用水路の長さや耕作面積との比率が不利になっているという不都合があるのである（建設、保守費が高くつくという点で）。勾配は、適度な排水を見越しておかなければならないが、過度の均平化と砂質土壌における過剰排水を避けるため、0.2%をこえることがあってはならない。

各種の水文学的過程の相互作用の結果として、次のように小低地水流を調整するための流量パターンを分けることができる：

- はけ口が開放型になっており、流れが規則正しく、また洪水量がわずかだけある細流は、用水管理・排水システムの建設にとって、水文学的な制約になることはない；
- 流量が少ないか、それとも枯渇化することが多い小低地細流は、小低地谷底面で、等高線に従って、堤防を作る必要があるという点では制約的である；

- はけ口が妨害されており、流れが著しく不規則であり、また湛水が過度に長引いたりする小低地細流は、水文学的には、数多くの制約条件がある。

土壌構造と土性は、側面傾斜からの地下水流出を含む用水管理と用水管理構造の安定性を期する上で、きわめて重要である。土性によるもろもろの制約要因は、以下のように示すことができる：

- 細粒質からごく細粒質の土性：制約なし
- 中粒質の土性：中程度の制約
- 粗粒質の土性：重大な制約

### 7.3 稲作のための内陸小低地の適性分類

稲作のための内陸小低地の適性分類は、文献にも紹介されている。これらの分類システムは、かなり狭い範囲に限った地域での研究によったものである。これらのシステムをもっと広範囲の地域にまで拡大して推論するとすれば、さらに研究を重ねることが必要となろう。

Kilian and Teissier (1973) は、ベナン北部で行った調査で、2種の適性分類を提示している。その第1は、用水管理を伴わない稲作のためのものであり、第2は、用水管理を伴った稲作のためのものである。

#### 用水管理を伴わない稲作

地下水位の深さとその変動は、稲の作況に対して大きな影響力をもっている。何人かの研究者は、これら地下水位に関するパラメータを組み込んだ適性分類に努力しているが、それらには土壌の性質を考慮に入れたものと入れないものがある。

Kilian and Teissier (1973) は、地下水レジームと土性によった分類システムを開発した。両氏は下記の4種の分類を挙げている：

分類Ⅰ：稲作上、きわめて優良な土壤。地下水位が浅いか、または栄養周期全体を通して軽微の湛水がみられること。土性は、変化に富んでいるが、主に中粒質から細粒質である。ただし、場所によっては表層が浅く(20-30cm)、土性が粗粒質であることもある。

分類Ⅱ：稲作上、優良な土壤。地下水位は、分類Ⅰよりは深いか、または一時的に湛水がみられる(少なくとも、播種、開花のような重要な期間中)。土性は、変化に富んでいるが、主に中粒質であるか、または著しく細粒質である。

分類Ⅲ：稲作上、限界的な土壤。地下水位は深いか、または上昇したりすることもあるが、その変化は大きい(一時的に枯渇化する危険性)。土性は、変化に富んでいるが、主に粗粒質、場所によっては表層は薄い粘土質になっている。

分類Ⅳ：稲作上、著しく限界的な土壤。地下水位が一時的に上昇、流量が適当ではなく、旱害のリスクを伴う。土性は粗い。この小低地は開発不可能である。

このシステムは、ベナン北部にある小低地の土壤について検証されたものである。このシステムはあくまで暫定的なものであるが、スーダンサバンナとギニアサバンナの両地帯に適用できるものと考えられている。この両地帯での生態学的諸条件は、ベナン北部のものに比肩し得るものだからである。ただし、この適用可能な範囲にも自ずと限界があり得ることは認識されている。

この適正分類が、稲作に不向きな土壤を規定したり、また地形系列に属するすべての土壤を網羅したものでないことは明らかである。

Veldkamp (1979) は、地下水位の変動に基づいた分類システムを開発した。分類の相違は、地下水位の変動のバラつきという点で異っているのである(すなわち、地下水位が平均的に最高なものと、平均的に最低のものとを基準にした)。適性分類は、年次当たり(多年生作物について)か、または生育期当たり(一年生作物について)の平均的に高い地下水位と平均的に低い地下水位とによって決定することができる。

丘陵斜面と谷底面が地下水浸潤地帯と水湿地帯に適合しているか否かを評価するため、地下水位の年間の平均的な高さ(すなわち、雨季中の地下水位)によって地下水の分類を行う：

分類Ⅰ：常時湛水(分類Ⅰa)しているか、または一時的に湛水(分類Ⅰb)している土壤。

分類Ⅱ：深さ平均20cm以内の、高い地下水位の土壤。

分類Ⅲ：深さ平均20-40cm以内の地下水位を示す土壤。

地下水位の深さが増すにつれて、稲作不適の諸条件は増大する。水稲作については、最適の水文的条件が見受けられるのは、分類Ⅰbの土壤においてであるが、地下水浸潤地帯については、分類Ⅱの土壤でその条件が認められる。

#### 用水管理を伴った稲作

Kilian and Teisier (1973) は、ベナン北部にある小低地の開発を目指して、用水管理を伴った稲作についての内陸小低地の適性分類法を発展させた。この分類法は、次の6分類によって構成されている：

分類Ⅰ+Ⅱ：地形的制約要因は皆無である。水文学的レジームは有利なも

のになっている。土性は、細粒質からごく細粒質(分類Ⅰ)までか、あるいは中粒質(分類Ⅱ)である。普通、小低地は、片岩(分類Ⅰ)上に位置しているか、あるいは大部分が片岩上に、また一部が花こう岩(分類Ⅱ)上に位置している。

分類Ⅲ+Ⅳ：地形的な制約要因は皆無である。水文学的レジームはやや不良であるが、その場合、土壌は細粒質か、ごく細粒質である。土性が粗粒質の場合(分類Ⅳ)に良好である。

これら小低地は雲母を含む細粒質の花こう岩上(分類Ⅲ)か、露出岩の多い花こう岩上に位置する(分類Ⅴ)。

分類Ⅴ：地形的な制約要因は皆無であるが、これらの小低地は、土性が中・粗粒質の土壌と組合わされると不利な水文学的レジームとなり開発に不向きである。これらの小低地は、片岩と花こう岩の接触地帯上に位置している。

分類Ⅵ：粗粒質の土壌と組合わさった場合に、地形的諸条件、水文学的レジームはともに不利である。これらの小低地の開発は実施できない。

今回の調査対象地域にある、すべての内陸小低地に、この分類方式をどこまで適用することができ、またそれがどの程度まで有効であるかはこれから検証しなければなるまい。この分類方式は、堆積岩上に形成された内陸小低地の実態に対応するため、修正を余儀なくされる可能性が高いのである。この定性的

分類方式は、建設、維持費をめぐって、作付集約度、作物収量、経済的収益性に関連したパラメーターを含ませることによって、定量的なシステムにまで発展させることもできよう。

## 7.4 化学肥料と用水管理

以上に記述したもろもろの制約要因にもかかわらず、西アフリカの内陸小低地における稲作の潜在的可能性は高いといえよう。管理方式が適切なものであれば、米の収量は大幅に向上させることができよう。化学肥料の管理及び用水管理システムの改善に関する一般的コメントは、以下で論述することにする。

### 7.4.1 施肥管理

内陸小低地の地形系列の土壌の化学的性質は、すでに2.5で記述した通りである。これらのデータからみる限り、西アフリカの内陸小低地にある大部分の土壌の自然肥沃度が(きわめて)低いものであるようにみえるであろう。概して、肥沃度は表土の有機物含量によって支配されるところが大きい。アップランド土壌の肥沃度は、土性及び有機物含量のバラつきの如何にもよるが、低位から中位の範囲内に、傾斜面の麓部分の肥沃度は、著しい低位から低位までの範囲内に、また谷底面の土壌の自然肥沃度は低位から中位の範囲内にある。しかし、谷底面において、その土壌の肥沃度は、水文学的条件によっても支配されている。湛水のため、pHは中性に近いものになっており、また例えば、リン酸はより易有効態になっている。

これらの土壌の生産性向上には、化学肥料の施用が必要である。化学肥料の効率、圃場の管理水準によっても左右される。

土壌と化学肥料の養分は、いろいろな過程を通して失われる。高地では、大量の養分が、溶脱、侵食または固定(リン酸塩の)によっ



て失われる。これらの損失の大きさは、土性と土壤中の三二酸化物によって決まる。(崩積性の)丘陵斜面では、溶脱(窒素と加里)と固定(リン酸塩)以外に、揮散と脱窒作用によって窒素の損失は高くなる。小低地谷底面では、揮散と脱窒作用による窒素分の損失が主要な問題である。

土壌中の窒素は、溶脱、脱窒作用、揮散も含めて、種々様々な損失メカニズムの影響を受け易い。これらの損失メカニズムは、(崩積性の)丘陵斜面部分で発生する。湿潤な環境と乾燥した環境が交互する場合に、最も強く作用する。Moormann et al. (1977)によれば、窒素不足は、内陸小低地のうちでも、このような地下水浸潤(phreatic)地帯で最高である。

アップランドにあって、窒素は、主に溶脱によって失われる。溶脱は、西アフリカでも、最湿潤地帯(すなわち、熱帯林地帯)で最高になっている。これよりも乾燥度の高いギニアサバンナとスーダンサバンナの両地帯で、窒素の回収率はもっと高い。

低地稲作にあって、窒素の損失を促す主因は、まず $\text{NH}_3$ の揮散であり、その後に脱窒作用が続いている。窒素肥料利用の効率化とNの損失の減少を目指す管理技術は、必然的に硝化作用を遅らせる方策を模索しなければならない(Goswami et al. 1986)。

アップランドでは、尿素と $\text{NO}_3$ 肥料の施用は、ともに有効であるが、丘陵斜面では尿素のほうが $\text{NO}_3$ 肥料よりも肥効が高い。また、追肥施用のほうが作付期の基肥よりも効率である。

小低地谷底面の湛水条件下で、尿素の施用は推奨できるものであるが、これに対して、 $\text{NO}_3$ 肥料は、地下水位が地表以下にある場合に、より高い感応を示す。整地または作付けのときに、尿素(尿素の団子肥料)の深層施肥がされた場合に、高い窒素の施肥感応が認められた。上記以外の場合、尿素の半分が

基肥として施用されて土壌中にすき込まれ、他の半分は、幼穂分化期の5日前に追肥として施用されるときに、より高い窒素の施肥効率が確認された。このシステムによった窒素の回収は、尿素がすべて基肥として、地表に散布される場合にくらべて優れていた(Goswami et al. 1986)。

窒素肥料の効率は、用水管理の適否によって大きく左右される。用水管理がなければ、稲作圃場はしばしば乾燥と再冠水の影響を受け、その結果として相次ぐ硝化作用と脱窒作用によって、かなりの窒素分が失われることになる。

リン酸塩は、アップランド土壌にあっては、強く固定されるが、これは、それらの土壌の三二酸化物含量が高いためである。このように排水状況が良好な酸性土壌にあって、リン酸塩は、ほとんど溶解することがなく、したがってリン酸の溶脱が生ずることはない。丘陵斜面でも、リン酸塩の固定が高いこともあり得る。固定化による高い損失を避けるためには、リン酸肥料の局所施用の必要がある。

有効態窒素がきわめて少ない土壌にあっては、リン酸肥料に対する反応は、窒素も同時に施用されるのでなければ、ほとんどない。

小低地谷底面の土壌中におけるリン酸の有効性は、実際の水文学的諸条件に緊密に相関している。湛水するとリン酸塩の有効度は増大することになるが、これは、湛水に続いてpHが上昇、その結果バリサイト( $\text{AlPO}_4$ )、ストレンガイト( $\text{FePO}_4$ )といった各種のリン酸塩が、ますます溶解し易くなるからである。有効態リンが増大したとしても、土壌が一たん乾燥すれば、その反応は終る。厩肥が施用されるならば、それは湿潤と乾燥が交互するような状況下でも、リンの易可溶性の保持に役立つはずである。いま1つ別の可能性としてはリンの分施がある。半分は移植時に、また残りの半分は、分けつ時にNといっしょ

に追肥として施用，土壤と混合させる方法である (Goswami et al. 1986)。

内陸小低地の大部分の土壤では加里の有効性は低い，これはそれらの土壤が著しく風化しており，しばしば極度に溶脱しているの，結果的に，土壤の塩基交換容量 (CEC) と塩基飽和度が低下しているからである。CECが高い土壤は，概してカリウム欠乏をきたすことがない (von Uexkull 1985)。

小低地谷底面の土壤が湛水すると，それによって土壤カリウムが交換性及び非交換性の形態から土壤溶液に向けて盛んに放出されることになり，その結果，湛水中に得られるカリウム量が増加することになる (von Uexkull 1985)。

カリウム欠乏について知られているのはごく僅かであるが，加里が基肥として施用されると，増収になることが多い。加里をha当たり約30-60kg施用すると，大幅な増収を実現するのに有効であることが判明している (von Uexkull 1985 ; de Datta and Kundu 1991)。加里が，移植時，分けつ最盛期，幼穂分化期の3回に等分に分施されると，生育反応ははるかに高い。なお，加里の施用は，水稲作による窒素使用の改善に必要不可欠であることが判明している (de Datta and Kundu 1991)。

また，カリウムには，干ばつと病害の場合には，好都合な効果があることも知られている。例えば， $Fe^{2+}$ の毒性は，土壤及び稲のカリウム含量が適度であれば，減少する傾向がある (de Datta and Kundu 1991)。

#### 7.4.2 用水管理

湛水の期間と深さ，また水位の変動は，内陸小低地における水稲作の可能性を決定する。用水管理が実施されていない場合には，湛水の期間と深さが，特定期間中の気象条件によ

りだけでなく，地形によっても大幅に変動することになる。雨天の多い年次には，湛水期間があまりに長続きするため，稲は成熟することができず，また乾燥した年次には，稲が必要とするだけの水量を充足させることはないのであろう。

シエラレオネで，Oosterbaan et al. (1987) は，谷底面周縁部で，湛水が浅く，不規則であるところに栽培されている稲の収量は，小低地谷底面のより湿潤な地域におけるよりも低いことを確認した。用水管理を改善すれば，谷底面周縁部にあっても，米の生産をまだまだ伸ばすことができるであろう。

西アフリカの内陸小低地での農業生産のために採用されている用水管理方式には，農業生態型にもよるが，それぞれ異った目標が設定されている。スーダンサバンナ地帯及び用水の供給が不足しているギニアサバンナ地帯の乾燥地域にあつては，その主要目標は，用水の保全にあるのである。ギニアサバンナ地帯と赤道林地帯にあつては，洪水調節と排水の改善が，その主要目標になっている。

稲作のための用水管理システムは，Savvides (1981)，Zeppenfeldt and Vlaar (1990)，Scoones (1991)，Oosterbaan et al. (1987) によってすでに記述されている。

Oosterbaan et al. (1987) は，伝統的な不定形小区画水田システム (random basin system) を記述するほかに，水稲作について4種の改良用水管理システムを記述している。これらのシステムは，以下の通りである：

- 中央排水溝システム (central-drain system)
- 遮水溝システム (interceptor-canal system)
- 頭首システム (head-bund system)
- 等高線畦立システム (contour-bund system)

伝統的な不定形小区画水田システムは、西アフリカ中何処に行っても内陸小低地で広く実施されている方式である。このシステムでは、小規模な築堤畦が、小低地谷底面とその周縁部のより低い部分とをほぼ長方形のブロックに分割している。赤道林地帯では、この畦立て方式は、現地では基本的なものになっている場合もあるし、あるいはそうでない場合もある。一般に降雨量が多いので用水を保全する必要はまったくない。稲は水田内に畝をつくるか、小さな土盛りをしてその上に植える。圃場は、程度の差はあるが均平化されている。農民は畦を開くことによって水田内の水位を調節する。

中央排水溝システム（図7.1）は、赤道林地帯では局地的に採用されているものであり、このシステムは、中央排水溝を掘削し、それに畦立てすることによって内陸小低地の排水状況を改良することに依ったものである。このシステムの利点は、稲作圃場、とくに中央排水溝付近の稲作圃場での水位を以前より

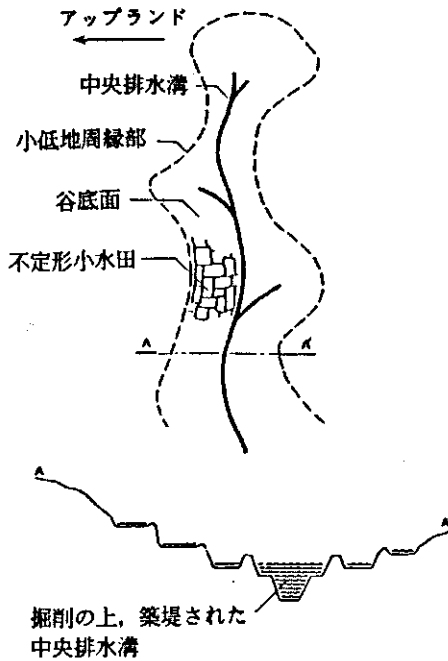


図7.1 内陸小低地における中央排水溝システム  
(出所：Oosterbaan et al. 1987)

は低い水準で調節できる点である。

遮水溝システムにあっては、小低地の側面に沿って2つの遮水溝が掘削される。等高線排水溝は、細流沿いの一定間隔で、細流から遮水溝まで軸方向の流量を運ぶことになる。遮水溝沿いに、分土工 (take-off structure) ないしは小余水路が、稲作圃場に水を行き回らせることになる（図7.2）。

降水量の多い期間中、圃場は細流からの急激なオーバーフロー及び横方向の高地から来る流去水からより良く保護される。雨季に干天が続けば、その間に稲作圃場に灌漑するため、遮水溝システムが利用できるのである。

サバンナ地帯で局地的に実施されている頭首堰システムでは、細流を横切って一連の頭首堰が建設される。これらの堰の上流で水位が高まり、小規模貯水池ないしは池ができることになる（図7.3）。等高線キャナルは水を池から小低地の両側に導く。時として、水は、貯水池から小低地の両側に掘られた水路に直接誘導されることになる(Savvides 1981)。

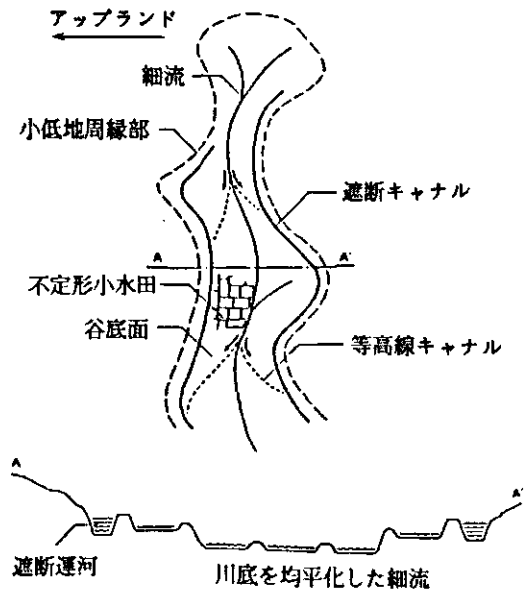


図7.2 内陸小低地における遮水溝システム  
(出所：Oosterbaan et al. 1987)

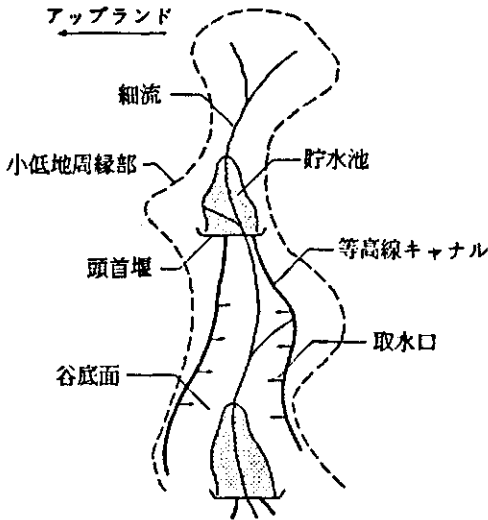


図7.3 内陸小低地における頭首堰システム  
(出所: Oosterbaan et al. 1987)

等高線及び谷側水路が、灌漑に利用される。このシステムの利点の1つは、貯水池に水を貯めておくことができる点である。貯水池は、用水の総流量に比べて、また稲作圃場に貯められる水量に比べて、比較的少量の用水が保全されているのであり、早天続きのときに限ってのみ、追加的な灌漑用に使われることになる。

等高線畦立てシステムは、細流を横切って設定された数多くの築堤(畦)によって構成されているが、このシステムは小低地谷底面の等高線にしたがったものになっている(図7.4)。平坦な圃場を確保するため、必要なときには、均平作業を行うこともできる。築堤は、主に小低地の縦断勾配によって決まる距離をおいて配置される。

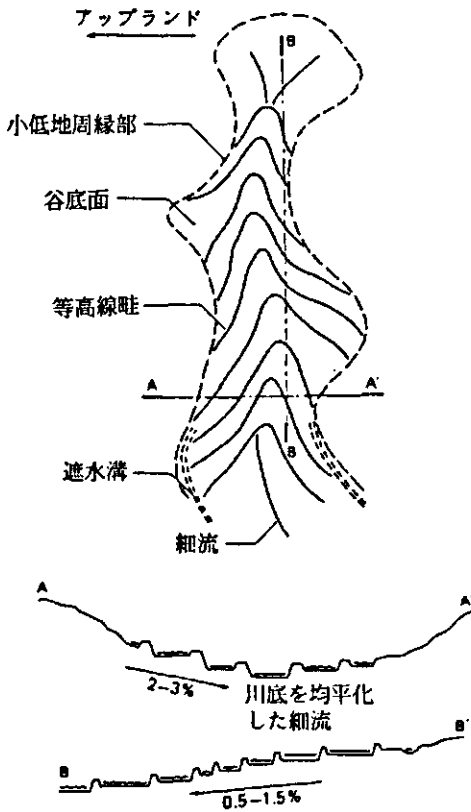


図7.4 内陸小低地における等高線畦立システム  
(出所: Oosterbaan et al. 1987)

このシステムで、細流の痕跡は消されることになる。排水のため、個々の圃場には、次の圃場にいたる出口、すなわち余水吐が設定されている。とくに低い位置で、圃場から圃場にいたる流量が著しく多くなり過ぎたり、または、これらの出口による圃場からの排水が不十分であった場合、小低地の縦の傾斜に沿って、遮水溝を掘削することもできるが、これは、細流や、細流のもっと下流にある川にまで、余剰水を直接送り出すことができる。改良用水管理システムの主な利点は、水田の水位がより正確に調節できること、またより等質的な条件が、より広い面積にわたって創出されるということにある。

しかし、次のように不利な点もある: すなわち、水路、築堤のためには、追加的な投資、維持、運営上の管理が必要になること; 圃場の再割当が必要になるかも知れないこと; 築堤、水路、貯水池は貴重な農地を取り上げることになるといったことである。また、内陸小低地の上流で排水事情を改善すれば、それによって下流部分で氾濫の危険性が増すことになるかも知れないのである。

等高線畦立システムは、シエラレオネでは、限られた規模ではあるがすでに検証済である。棚田での水位には、生育期を通してわずかに数cmの変動があったに過ぎなかった。畦が築かれていないところでは、水位の変動は20-40cmにも及んでいたのである。畦間に貯められた水は、3日間で排水することができた。排水口を閉ざした後、2日間で湛水することができた。築堤（畦）及び余水吐の建設費は、1986年の労賃及び米価を基準にしてであるが、米の収量が約15%増になるので、それによって脩うことができた(Oosterbaan et al. 1987)。

## 7.5 稲作環境

西アフリカにおける稲作環境は、1.でも論じた通り、多岐にわたっているので、稲作改良の方策をより良く理解しようとするれば、これらの環境を徹底的に調査することが要求されよう。

Andriessse and Fresco (1991) は、生態学的及び農学的パラメーターを基礎とし、地形系列概念を導入することによって西アフリカにおける稲作環境を記述した。表7.1, 7.2, 7.3は、赤道林地帯、ギニアサバンナ地帯、

スーダンサバンナ地帯のそれぞれについて、内陸小低地について実施した両氏の調査結果を示したものである。

稲作環境を特徴づけるものとして、生態学的及び農学的パラメーター、地形系列概念、及び稲作システムが総合的に使用されたが、その結果は、西アフリカで行われる稲作の諸条件が、如何に多岐にわたり、複雑なものであることを確認するものとなった。

種々様々な稲作環境に関するこれらの記述は小規模な特徴づけである。総合的で、しかも定量的な分類の枠組みを開発しようとするれば、土壌、気象、水文学的要因、作付体系等について、もっと詳細な情報が要求されることになる。

ここで引き出せるひとつの結論は次の通りである。すなわち、西アフリカにおける稲生育環境の特徴づけのためには、雨季期間の長さを主たる基礎とする、既存の広い農業生態学的分類は不適當である。何故ならば水稻の生育期間の長さは、降水パターンに依存するのと同様に自然地理学的要因（地形系列）の函数にもなっているからである（Andriessse and Fresco 1991）。

表 7.1 西アフリカ：赤道林地帯における稲作環境の特質、限界及び潜在的可能性（出所：Andriess and Fresco 1991, 改変）

	頂部, 傾斜地上部	傾斜地中部	傾斜地下部	谷底	面
水文学的レジーム	雨水（依存）性	雨水（依存）性	地下水浸潤性（地下水流出）、雨水性	流水性（季節的）	
主要な土壌	排水不良、深いか著るしく深い、土性は粗から中、肥沃度は著るしく低い。場所によっては礫質、固化したアクリンサイト上で中位の深さの表土。場所によっては酸性の腐植質表土。	排水は中位から良好。深く、粗粒から中粒質の土性で肥沃度は低く、粗粒質の土壌。場所によっては軟かいアクリンサイトが表層下にある。	低肥沃度で、排水不完全から不良深く、粗粒質の土壌。場所によっては軟かいアクリンサイトが表層下にある。	排水不良、低肥沃度で、深く、粗粒の土壌。場所によっては軟質腐植質または泥炭質の表土。	
米の収量に対する主な制約要因	日射量と大気湿度（イモチ病） 土壌肥沃度（pH, BS, CECは著しく低い、Alの毒性、Pの固定、Kの欠乏）	日射量と大気湿度（イモチ病） 土壌肥沃度（頂部、傾斜地上部におけると同様）	日射病と大気湿度（イモチ病） 土壌肥沃度（頂部、傾斜地上部におけると同様。のみならずFeの毒性）「砂質土壌」であるため耕耘に不向き。	日射と大気湿度（イモチ病） 湛水。 土壌肥沃度（頂部、傾斜地上部におけると同様。さらにNの揮散。砂質土壌であるため、耕耘に不向き。	
必要な（用水）管理	浸食防止；等高線栽培、テラス造成。	浸食防止、畦立て、均平、排水。	浸食防止、畦立て、均平、排水。	氾濫防止、等高線畦立、均平、排水。	
実際の稲作体系	焼畑移動耕、休閒システム（トウモロコシ）（米）（ヤム芋）-キャッサバ。	一毛作水稲、時には畦上で米-（タロ芋）（野菜）、キャッサバ。	一毛作水田、時には米-（タロ芋）（野菜）。		
潜在的な稲作体系	若木の下における稲および、その他の食用作物の多年性の作付け。	可能な食用作物として稲を入れた多年性作物とのアレイ栽培 <sup>1)</sup> 。	水管理の改良による稲の一毛作。その後、その他食用作物が続く。	水管理の改良によった稲の一期作ないしは二期作。その後、その他の食用作物が続く。	
代表的地域	シエラレオネ、リベリア、コートジボアール、ガーナ、ナイジェリア南部、カメルーンでの内陸平地及びブラトー。				

BS = 塩基飽和度, CEC = 塩基交換容量 訳註：1) Alley cropping, 低木（マメ科が多い）と作物を一定の幅ごとに交互に植える栽培法。

表 7.2 西アフリカ：ギニアサバナ地帯における稲作環境の特質、限界及び潜在的可能性（出所：Andriessse and Fresco 1991, 改変）

	頂部、傾斜地上部	傾斜地中部	傾斜地下部	谷底面
水文学的レジーム	雨水（依存）性	雨水（依存）性	地下水浸潤性（地下水流出）	流水性（季節的）
主要な土壌	排水良好、適度に深いから深い、深質の粗粒から中粒質の低肥沃度の土壌。場所によっては固化したプリンサイトあるいは岩盤上の浅い土壌。	排水は適度に良好から良好、適度に深いから深い、深質の粗粒から中粒質の低肥沃度の土壌。	排水は不完全から不良、深く、粗粒質の非常に低肥沃度の土壌。多くの場所で軟かいプリンサイトが地表下に出現する。	排水は不良、深く、粗粒質から中粒質の低から中肥沃度の土壌。
米の収量に対する主な制約要因	粗粒質（または）浅い土壌上での水分保持 土壌肥沃度 浅い土壌での根系維持。	粗粒質土壌での水分保持 土壌肥沃度。	土壌肥沃度。	湛水 土壌肥沃度(Nの揮散)。
必要な（用水）管理	侵食防止、（単木）テラス栽培、等高線栽培。		畦立、均平、排水。	氾濫防止、等高線畦立て、均平、排水。
実際の稲作体系	休閒輪作式；休閒輪作式による限界の稲作；トウモロコシ/ササゲ；（稲）/キャッサバ（稲）/トウモロコシ/ササゲとの間作。	トウモロコシ/ササゲ；（稲）/キャッサバ（稲）/トウモロコシ/ササゲとの間作。	水稲一毛作。その後、野菜（ササゲ）、（キャッサバ）が続く。	一毛作ないしは二毛作による水稲移植。
潜在的稲作体系	若木の下に食用作物（稲）とともに多年生樹木栽培。		管理を改善した上での一毛作水稲。	ポンプ式灌漑及び管理の改善によつた二期作水稲。
代表的地域	ギニアビサウ、ギニア、マリ南部、ブルキナファソ、コートジボワール中部、ガーナ、トーゴ、ペナン中部、ナイジェリアの内陸平地及びブラトー。			

表 7.3 西アフリカ：スーダンサバナ地帯における稲作環境の特質、限界及び潜在的な可能性（出所：Andriess and Fresco 1991, 改変）

	頂部, 傾斜地上部	傾斜地中部	傾斜地下部	谷底	面
水文学的レジーム	雨水（依存）性	雨水（依存）性	地下水浸潤性（地下水流出） 雨水（依存）性	流水性（季節的）	
主要な土壌	排水は良好、適度に深い、粗粒から中粒質の、低いから中程度の肥沃度の土壌。多くの場所において、浅いそして/または礫質の表土が固化したアリンサイト上に出現する。	排水は中程度から良好まで、適度に深くから深い、中粒質の、低いから中程度の肥沃度の土壌。場所によっては礫質。	排水は不完全、中程度に深く、粗粒から中粒質の、低いから中程度の肥沃度の土壌。場所によってはアリンサイトが出現する。	排水は不完全から不良、深く、中粒質の、中程度の肥沃度の土壌。場所によっては粗粒質、場所によっては塩類土壌。	
米の取置に対する主な制約要因	降雨 浅い土壌での水分保持 土壌表面に不透水層形成 浅い土壌での根系維持 (土壌肥沃度)	中程度に深い土壌の水分保持 土壌表面に不透水層形成 密度の高い不透水性の心土。	土壌表面に不透水層形成 密度の高い不透水性の心土。	氾濫 (灌漑) 用水の可給性 高温（裏作）及び/または冬季の低温（12-2月）	
必要な(用水)管理	侵食防止, water harvesting <sup>1)</sup> 。	侵食防止, 集水法	畦立て, 均平 補給的灌漑	裏作のための (ポンプ) 灌漑。	
実際の稲作体系	稲作は例外的; 最高降水地域 (>900mm) と保水力の高い土壌にのみ存在; 米-食用作物の輪作。		水稻-毛作, 時には稲-(野菜)。	水稻-毛作 ばら播きまたは移植	
潜在的稲作体系	有利な地域以外, 可能性はほとんどなし。		改善された管理下で, 稲作の後に野菜または豆類栽培が続く。	ポンプ灌漑と改良管理下の稲(二期作)。	
代表的地域	セネガル, ガンビア, マリ南部, ブルキナファソ, ニジェール, ベニン北部, ナイジェリアの傾斜平地, 内陸平地及びブラトー。				

訳注：1) water harvesting, 広域集水法, 雨雲の乏しい地域で, 広い斜面に降った雨を, 1カ所に集めて小圃場に灌漑すること。



## 8 要約と研究推進に関する主な課題

### 8.1 要約

西アフリカで行われた今回の資源調査は、稲の生育期間が90日から通年にわたる地域に限ったものである。この地域を構成しているのは、生育期間が90—165日間のスーダンサバンナ地帯、165—270日のギニアサバンナ地帯及び270日間以上の赤道林地帯である。後の2地帯では、降雨量が多いためそれによる二毛作ないしはそれ以上の栽培が可能になっている。

今回の資源調査対象地域は、約314万km<sup>2</sup>に及び、うちスーダンサバンナ地帯が、約92万km<sup>2</sup>、ギニアサバンナ地帯が約135万km<sup>2</sup>、また赤道林地帯が約87万km<sup>2</sup>を占めている。

西アフリカの気象は農業に対して各種の制約を課している。降水分布が単頂型のスーダンサバンナ地帯北部では、雨季は短かく、降水量は不規則であり、また毎日の気温変化も著しい。降雨単頂型地域の南部では、湿潤な期間が5から8カ月に及んでいる。湿潤な期間がわずか5カ月である地帯では作物生産に対する主な制約要因は、残りの期間中に土壌水分が不足することである。しかし、日射量が高いので、これは高い光合成エネルギー転換には有利になっている。湿潤な期間が8カ月間に及ぶ地域では、作物生産に対する主な制約要因は、日射量が最適水準以下であり、大気中の湿度が高いことである。

双頂型降雨地域の特徴は降雨期が2回あることで、それを分けているのが8月の短い乾季である。この地域での主な阻害要因は、雨季中の降雨が不規則ということと、最適日射量を下回っていることである。

準双頂型降雨地域では、雨季が3/4月か

ら10/12月まで続く。この地域での作物生産に対する制約要因は、最適日射量を下回っていること、また大気中の湿度が高いことである。このような2要因が重なり合って、病虫害の高い発生をひきおこす。

今回の調査地域は、それぞれの地形の相違に基づくと、以下のような4種の地域が区分された。これらの地域は、広範囲に及ぶ景観単位になっており、それらは同じような自然地理的要素から成っている。：

—沿岸及び沖積平地	397,000km <sup>2</sup> (12.6%)
—内陸平地	1,515,000km <sup>2</sup> (48.3%)
—プラトー	876,000km <sup>2</sup> (27.9%)
—ハイランド	349,000km <sup>2</sup> (11.2%)

今回の資源調査地域の76.2%を占めた内陸平地及びプラトーは、最も広大な地域である。これらの両地域内で、基盤コンプレックスに属している地層が約159万7000km<sup>2</sup> (66.8%)、堆積岩に由来する地層が、約79万4000km<sup>2</sup> (33.2%)を占めている。しかし、スーダンサバンナ地帯では、堆積岩に由来する地層が、基盤コンプレックスの岩石に由来する地層以上に多い。内陸小低地は、上記の4地域すべてに認められるが、最も共通して認められるのは、内陸平地及びプラトーにおいてである。自然地理学的に内陸小低地は3種の主要単位に分類することができるが、それらには下記のようにそれぞれ独自の特殊な水文学的条件がある。

—アップランドの頂部、側方傾斜地は、内陸小低地地形系列のうちで最高の位置を占めている。一般にこれらの部分は排水

良好である。水文学的に、この部位は雨水依存地帯に属しており、雨水が作物の唯一の水の供給源である；

- 丘陵斜面での排水状況は、余り良好ではなく、追加的に重要な給水源になっているのが、アップランドから谷底面に向けて流入する地下水の浸潤である（地下水浸潤地帯）。丘陵斜面の最低部位は、雨季には湛水する；
- 谷底面は、当然、内陸小低地の最低部位を占めている。それらの排水は不良で、雨季中と乾季の初めには湛水している（流水性地帯）。

内陸小低地は、それぞれの地形学的特徴と湛水レジームに応じて、河川型内陸小低地と細流型内陸小低地に分けられる：

概して、今回の調査対象地域にあるアップランド土壌は、礫質の粗から中粒質の土性であり、保水力は低く自然肥沃度も低い。

最良の土壌は、基盤コンプレックスの塩基性変成岩（片岩、角閃岩、グリーンストーン等）か、または細粒の堆積層（頁岩と粘土岩）の上に形成されている。土壌の風化と溶脱のプロセスが、東南部と西南部に向けて増加するにつれ、今回の調査地域のうちでも、これらには、最も枯渇化した土壌が見受けられる。アップランドでは次の3種の主要土壌グループが区別されている：

- 赤道林地帯の Ferralsols。これらの土壌は極度に風化した酸性土壌であり、feralitic B層をもち、CECは著しく低い。調査地域の大部分の Ferralsols の塩基飽和度は低い；
- 赤道林地帯とギニアサバンナ地帯との移行地帯の Acrisols。これらの土壌は、著しく風化されておりまた酸性化されている。さらに、その argic B層は CECが

低く、塩基飽和度は50%以下である；

- ギニアサバンナ地帯のより乾燥した部分、及びスーダンサバンナ地帯の Lixisols。これらの土壌は、著しく風化が進んでおり、弱酸性からほぼ中性である。argic B層をもち、CECは低い、塩基飽和度は50%以上である。

谷底面の土壌は、その特質—肥沃度と土性において—に大きな変異がある。これらの土壌の鉱物質部分は、概して周囲のアップランド土壌及びその母材の特質を反映している。しかし、排水不良のため、表土の有機物含量が高く、したがってそれらの自然肥沃度もやや高い。湛水は、肥沃度にも影響を及ぼす。それは湛水によって土壌のpHが上昇、数種の養分の可給度が高まるからである。

今回の資源調査地域における湿地総面積は、375,000—842,910km<sup>2</sup>、すなわち地域全体の11.9—26.8%の間にあると推定されている。この湿地については、4種の範疇が区別されている：

- デルタ、潮汐地、大規模な内陸部沼沢地（bolisを含む）は、調査地域の約42,000—84,940km<sup>2</sup>、すなわち1.3—2.7%を占めている；
- 大河川氾濫原は、調査地域の123,000—247,970km<sup>2</sup>、すなわち3.9—7.9%を占めている；
- 河川型内陸小低地の谷底面及び丘陵斜面は、調査地域の約100,000—230,000km<sup>2</sup>、すなわち3.2—7.3%を占めている；
- 細流型内陸小低地の谷底面及び丘陵斜面は、調査地域の110,000—280,000km<sup>2</sup>、すなわち3.5—8.9%を占めている。

調査地域内の何処も、好適な病原媒体生息地になっているので、次のような5つの水媒

介性の人間の疾病がある：マラリア、住血吸虫症 (bilharzia)、トリパノソーマ症 (眠り病)、オンコセルカ症 (river blindness, 回旋糸状虫感染による失明)、メジナ虫症 (ギニアウォーム) がそれである。これらの疾患は、住民、とくに農村の住民にとって重大な脅威になっている。

西アフリカでの米の主産地はアップランドであるが、過去数10年間に谷底面ですすまざる量の稲が栽培されるにいたっている。谷底面の大部分での稲作は、まったく用水管理も行われなすすめられている。

陸稲の大部分は、焼畑移動耕システム (とくに赤道林地帯) によるか、または休閒システムによって生産されている。内陸小低地での通しの稲作はほとんど見受けられないのである。

西アフリカを全体として見るならば、人口密度は稠密ではなく、その平均値は1㎢当たり65人である。しかし、今回の調査地域での人口密度の差異は大きい。概して、東部の人口密度は、西部よりも高く、また沿岸地帯での人口密度は、内陸部よりも高くなっている。ナイジェリアの人口密度は1㎢当たり117人と調査地域での最高になっている。

農村から都市に向けての人口移動は共通の現象になっており、結果的に都市部では人口過剰になり、また農村部では、(季節的ではあるが) 労働力不足が生じている。

西アフリカのほとんどすべての国で、人口増加率は高い。例えば1975-1990年間に、コートジボアールでの人口は、77%増になり、その後ナイジェリア(64%)、ニジェール(62%)、リベリア(60%)が続いていた。この間に、人口増加率が最低であったのは、ギニア(39%)である。1990年における人口の年間増加率は、ギニアビサオの2.0%からコートジボアールの3.8%にいたるまでの幅があっ

た。いくつかの国では1995年前に最高の増加率に達するとは見込まれていない。

1975-1990年間に、農作物による農業総生産は大幅に伸びはしたものの、これらの高い人口増加率こそ、1人当たり生産が減少したか、または微増にとどまった主な理由である。

今回の調査地域全体でみると、米の総生産は1975-1990年の間に、約75%の増加をみた。これは収量増によるよりもむしろ稲作面積が伸びたためである。しかし、国による大きな差異がある。米生産が最高に伸びたのはナイジェリア(270%)とニジェール(150%)であった。減産に転じたのは、ガンビア(-35%)、リベリア(-35%)、ベナン(-23%)、シエラレオネ(-18%)であった。

米生産が最高に伸びたのは、1975年から1985年までの間であった。1985年以降、米の生産は程度の差こそあれ安定化するにいたっている。

西アフリカ、とくに都市部では人口が増加するとともに、食品に対する嗜好が変化しつつあるため、米の消費は驚異的に伸び、その結果、米の輸入が増加するとともに自給率は低下し続けることになった。今回の調査地域全域についてみると、米の輸入は1975年から1990年までの間に590%も伸びていたのである。マリだけが、1975-1990年の間に米の自給率を向上させていた(5%)。マリ以外のすべての国で、米の自給率は約5%(ギニアビサオ)から70%(ガーナ)の範囲で低下していた。

西アフリカにおける各国政府の政策は、米の生産の自給達成を志向している。これらの政策は、研究、農業改良普及事業、開発計画だけではなく、今回の調査対象地域に属する大部分の諸国で、投入、産出、輸送、加工、貯蔵、販売に対する補助金か、または米の輸入に対する課徴金または割当制によって維持

されている。

これらの政策は、これまでも外貨を節約してきたのである。しかし、補助金による負のインパクトとして、国家段階におけるコストの高騰がある一方、課徴金と割当制によって消費者価格の高騰が発生した。

他方、近代的な稲作システム導入のため、また、化学肥料、殺虫剤、殺菌剤、改良品種、改良技術のため、多額の投資-外貨による一が行われている。しかし、大規模な近代的灌漑計画の結果は、これまでのところ、とくに期待を裏切るものであったし、またこれまでに行われた巨大投資に対して不釣り合いである。小規模な灌漑/用水管理によった稲作こそ、米の生産を高め、経済的に最高の収益性を約束する方法であると思われる。

先進的稲作システムは、最高の収量を実現するが、それらは単位面積当たりで最高の純収入をもたらすものではない。他方、伝統的な稲作システムは、ha当たり収量と純収入の、いづれについてみても低い。状況に適應させた技術の導入は、ha当たり収量及び純収入を高めることになるが、一方先進的稲作システムの高生産費は、伝統的な稲作システムと部分的改良稲作システムの中間に位するha当たり純収入をもたらすのである。

## 8.2 研究計画と戦略

西アフリカにおける稲の研究は、1920年代にナイジェリアのイバダンにある Moor プランテーションから始まった。西アフリカにあって最古の歴史を誇る稲の試験場は、シエラレオネの Rokupr である。この試験場の創立は1934年であった。ナイジェリアの Badeggi にある稲試験場は、1953年に創立された。稲の研究は、ガーナでは、Kumasi, Kpong で、リベリアでは Harbel で、またその後には Suakoko で、さらにガンビアでは Spu で行われた。

西アフリカにおける稲の研究は、フィリピンにある国際稲研究所 (IRRI)、ナイジェリアではイバダンで1967年に創設された国際熱帯農業研究所 (IITA)、リベリアではモンロビアで1971年に創設されたが、現在 (1988年以降) では、コートジボアールのブアケにおかれている西アフリカ稲開発協会 (WARDA) の研究成果によって利益をうけている。

過去30ないしは40年間に、西アフリカの内陸小低地に関する研究は、いくつかの研究機関及び科学者たちの手によって進められてきた。とはいっても、この研究は主に内陸小低地における稲作システムに焦点を合せたものであり、その大部分は単一の専門分野で、しかも特定地区に限ったものであり、しかもその大部分が稲作システムに関する「アジアでの経験」に準拠したものであった (Izac et al. 1990)。西アフリカの内陸小低地は複雑であるので、これらの調査はそれらの生態的及び経済的局面を垣間見る程度に貢献したに過ぎず、したがってこれらの農業生態系について、体系的な分類システムを生み出すまでにはいたらなかったのである。

内陸小低地の農業生態系の特徴をより深く理解するため学際的研究が始められたのは、過去10年間ぐらいのことにしか過ぎないのである。この種の研究は、今では、西アフリカにあって、いくつかの国家独自のものと同国際的なものとの両方を含めた研究計画で主要なテーマになっている。

IITA は、1980年に湿地利用研究プロジェクト (WURP) を始めたが、このプロジェクトは、(オランダで) 国際開墾・改良研究所 (ILRI) と王立熱帯研究所 (KIT) との共同で着手されたものである。なお、ILRI は、当時オランダ土壌調査研究所 (STIBOKA) として知られていたものである (現在は、Winand Staring Center に吸収されている)。また、WURP に協力するものとして、シエ

ラレオネでは、土地・水開発部 (LWDD) が、またナイジェリアでは、国立穀物研究所 (NCRI) があった。

WURPの第1段階では、赤道林地帯及びギニアサバンナ地帯の湿地帯について、基本的な自然地理的局面及び社会-経済的局面に関する二次情報が収集された(Hekstra et al. 1983: WURPの報告書。うち、最新のものが今回出版の運びになっている)。その結果、このプロジェクトは、シエラレオネのマケニ及びナイジェリアのビダ付近にある特定の内陸小低地における詳細な土壌調査、土地評価、農業-社会-経済調査及び用水管理調査に焦点を当てることになった。なお、このプロジェクトは、1987年に終了した。

1990年に、IITAは、内陸小低地の農業生態系に関する研究を発足させた。この研究の一般目標は、「西アフリカ及び中央アフリカにおける内陸小低地での既存の天然資源及び作物管理システムをそれらの経済的及び生態学的持続可能性及び農民福祉という視点から評価し、またこの評価に基づいて、これらのシステムにつき実現可能とみられる改善を設計することにある」のである (Izac et al. 1990; Spencer 1991)。

この研究目標を達するため、主だったものとして、3種類の一連の活動が現在展開されている：

-第1に、内陸小低地での農業生態系についての資源調査と分類が進められている。これには、内陸小低地の土地及び集水地域の面積の測量、それらの分布状況及びそれらの土地利用パターンの確認、それらの生態系及び経済環境に対する関連づけ、さらに軽視してはならないこととして、内陸小低地に関するいろいろなカテゴリーと、これらのカテゴリーを代表している現地の確認といったものが含まれ

ている；

-第2のものとしての一連の活動は、持続的食料増産に対する制約要因の定量化に関連したものである。これらの活動には、内陸小低地の農業生態系の主たる構成要素と機能の確認、食料生産に対する制約要因の定量化、それにいろいろ異った形態の内陸小低地の総合的及び生態学的-経済的モデルの作成といったものが含まれている；

-最後のものとしての一連の活動には、改良技術の設計、評価及び検証が含まれている。

これらの活動すべては、各国農業研究システム (NARS) と緊密な連携を保ちながら進められている。なお、このNARSは、これらの活動の完結を成功させる上で不可欠な存在になっている。

WARDA (1987, 1988) は、西アフリカにあって次の3大稲作生態系の枠組み内で、独自の研究計画戦略の概要を披露した。すなわち、アップランド/内陸低湿地連続 (内陸小低地)、サヘル地帯 (灌漑稲作)、マングローブ湿地帯 (潮汐地稲作) がそれである。

アップランド/内陸低湿地連続についてみると、研究の対象は、遺伝資源改良、環境、作物、資源の管理、現地圃場での研究におかれている。1990年に、WARDAは、コートジボアールで稲作環境の特質を明確化するための研究を始めた。地域別に現地の担当官との取材を通して、稲作システムについて農業-社会-経済の資源調査を実施、次に全国の農民を訪問することにした (Becker and Diallo 1992)。各地で、調査チームは、稲の品種、雑草、鳥害および生態学的にみた稲作適地を占拠している植物を確認した。農民たちは、それぞれが採用している稲作方式、宮農の目的、輪作、労働配分はじめ、重要な問題点を

記述した。

WARDAは、それと同時にコートジボアールのブアケ付近におかれている本部でM'Be小低地の地形系列に従って、土壌肥沃度管理、雑草防除、品種改良、稲栽培法に関する研究を開始した(WARDA 1991)。

現在、WARDA, IITA, ウイナンドスターリングセンター、ワーゲニンゲン農業大学は、地域別研究計画「サハラ以南アフリカにおける内陸小低地の農業生態系の持続可能な利用」について協力し合っている。この計画によって、コンソーシアム式アプローチが、各国農業研究システム—当初は、西アフリカ地域から始められる予定—と各種国際機関との間に展開されている。これによって、内陸小低地の農業生態学的特質を明確にするための協力態勢が生まれることになろう。それ以降の段階では、このような特質の明確化を踏まえて、稲作をベースにした営農システムに即応した内陸小低地の利用改善と持続可能性を目指した一連の技術が開発されることになろう。

ブルキナファソで、農業調査研究所は、目下、内陸小低地での稲作改良に関する研究を進めている。その第一段階として、稲作に関連した農業生態系の特徴が明らかにされた。この調査では、年間800mmの等雨量線以南のところで、保水力が高い土壌では陸稲栽培が可能であることが明らかにされている。そのようなところでは、雨季が短いので、生育期の短い稲の品種がそれにより良く適合しているのである。将来の研究は、適応性をもった品種の選択と稲作システムの改良に焦点が当てられることになろう。

内陸小低地の谷底面と丘陵斜面では、地下水性と流水性地帯の地形と水文との関係について調査が進められている。また、目下研究が進められているものとしては、品種の選抜、緑肥と天然リン酸塩による施肥の可能性、稲作システムの改良といったものがある。これらの調査で考慮されているのは、内陸小低

地の開発に関連した技術的及び社会-経済的側面である。

ブルキナファソでの研究は、近い将来に、年間降水量が800mm以上の地域にあって、天水稲作(アップランドと湿地)をめぐる農業気象学的区分設定に取り組むことになろう。また、稲作がも早続けられていない内陸小低地では、水文学的な調査が行われることになろう。その目的は、灌漑、化学肥料等をより効率的に利用することで生産費を引き下げ、それによって(灌漑)稲作を再導入することにある。最後に、改良技術の移転促進のため、パイロットファームが設定されることになろう(Sie and Dembele 1991)。

ベナン北部で、1960-1970年の間に、内陸小低地にみられるいくつかの地形学的、土壌学的、及び水文学的特質について広範囲にわたる研究が行われた。しかし、ベナン政府は、1970-1986年の間に、大規模な灌漑稲作に巨額の投資をしたのである。この間に、内陸小低地で耕作に従事している小農を支援するための投資が行なわれることはまったくなかったのである。

大規模灌漑事業の導入が失敗するに及んで、内陸小低地での小農による稲作システムを刺激し、その発展を図るため、政府政策の転換が図られることになった。1986年に、農業研究部は、ベナンにおけるいろいろな種類の内陸小低地に関する資源調査と分類を始めることになった。このプロジェクトによって、内陸小低地について4大分類が区別されることになった。この分類は、今後同国での稲作システム及び農業生態系の研究を進める上での拠り所になるものである(Assigbe 1991)。

ナイジェリアについてみると、Ajayi (1991) / 国立穀物研究所(NCRI), ナイジェリアは、稲をベースにした作付体系確立のため、内陸小低地の特質の明確化とその管理の在り方をめぐって若干の提案を行っている。この

ように提案されたいろいろなプロジェクトには、次のものが含まれている：すなわち、内陸小低地土壌の特質の明確化及びその肥沃性と可能性分級；内陸小低地土壌に対する緑肥施用の可能性；内陸小低地で稲をベースにした作付体系に適合した稲の品種の選抜といったものがそれである。

緑肥施用の可能性に関する調査で、Ajayi は、次のように、3種の試験に関する可能性を提案している：すなわち、内陸小低地及び河川氾濫原における在来種豆類に関する調査；無機質及び有機質肥料の統合的利用；各種の緑肥が穀物収量及び土壌肥沃度に及ぼす効果といったものがそれである。

ガーナ北部のサバンナ地帯では、稲作環境に関する研究が、目下タマルにある Nyan-  
kpala 農業試験場によって行なわれている。ここでは、その地域における気象変動の特徴は、内陸小低地の土壌と同様、明確化されることになる。しかし、この研究は、今のところ、まだ初期の段階にとどまっている。また資金量に限度があるため、これまでのところ社会-経済的データの収集と解釈、水文学的データ、稲作システム、稲作に対する主要な制約要因にはほとんど注意が払われてこなかった (Dekuku et al. 1991)。

ガーナで、内陸小低地に関するいま1つ別の研究計画が、他のいくつかの研究機関とも連携しながら、作物研究所によって実施されている。この計画の主要目標は、パイロットプロジェクトの実施地区-ここでは、稲及び稲をベースにした作付体系を確立しようとして、内陸小低地を利用する場合の制約要因が、詳細な調査を通して確認されることになる-を設定し、またその後、これらの制約要因を克服するためのシステムを確立することにある。4地点が、試験研究普及機関への近接度、通年でその地点に対するアクセスの可能性、さらに小規模な稲作農家の存否を基準にして

設定された。

これらの地点の資源調査の間に確認された、稲作に対する主要な制約要因は、改良品種が不足していること、耕作方式が適切でないこと、(著しく)低いから中位の土壌肥沃度、さらにまた場所によっては粗粒質の土壌であった。上記以外にも、雑草の生育と数種の害虫を挙げることができよう。また鳥類やネズミの防除は、困難でしかも時間がかかることである。上記以外に、さらに制約要因になっているのは、宮農上、治水対策と信用制度が不足している点である (Otoo 1991)。

### 8.3 将来の研究に対する提言

西アフリカの内陸小低地では、稲をベースにした小農による宮農システムに関する研究が、緊急に必要とされている。こうした緊急性の理由は、米の需要が激増しており、その自給率のみならず、食料供給全般が引き続いて低下しており、しかも食料輸入費が高いからである。

したがって、研究は、労働(現在、高コストと低生産性が特徴)はじめ、その他の投入財といった希少生産要素に対する収益性を最大限にすることを目指すべきであろう。

この研究は、現下の米生産費を大幅に下回った費用での適正技術の開発を志向したものでなければならぬことをここで強調しておきたい。そうすれば、小農による米生産は効果的に伸びるにちがいない。

西アフリカで、細流型内陸小低地の谷底面と丘陵斜面とが占める総面積は膨大である-1100万ha以上であり、その大部分は、現在限界的に利用されているにすぎないので、この研究は、この地域の不安定な食料事情を改善するのに大幅に貢献することになろう。

この研究には、土地及び水管理、それに農業-社会-経済といった、もろもろの局面までも含ませる必要があろう。後者こそが、研

究の在り方を適切に確認するとともに、その後ではその結果を適用するための基本になるものである。小農による営農システムに対する制約要因の解決策を発見しようとするのであれば、既存の営農／作付体系を徹底的に調査し、小低地谷底面の資源とアップランドの資源とを結びつけるようにするべきであろう。

西アフリカにおける物理的、農学的及び社会－経済的諸条件の異質性が大きいので、内陸小低地に関する研究は、内陸小低地の農業生態系の特徴を明確化することを最優先したものでなければならぬ。農業生態系の特徴が明確化することになれば、内陸小低地に適合した分類システムの開発も可能となろう。これによって、各地から寄せられたデータを比較、解釈することができるようになるし、また研究成果を推測して、それらのある地域から他地域に移転させることもできるようになる。

社会－経済的視点から、農場段階での調査を必要としているものには、次のものがあげられる：

- －農家規模及び労働力確保の可能性の有無（男子、女子及び子供）；
- －女子が谷底面での米の生産、及びその加工、販売に果たしている役割；
- －家族労働に対する農外労働力の補充及びそれらに支払われる賃金。

上記以外に、より高い総合段階で、調査を要する社会－経済的パラメーターとしては、次のものがあげられる：

- －社会資本も含めて、加工、販売施設の有無；
- －改良稲品種、化学肥料、殺虫剤、除草剤改良技術といった近代的農用投入財の利用可能性；
- －信用制度にアクセスすることの可能性；

－生産、加工費に対する補助金及び農産物価格の安定度。

改良農法及び作付体系を開発できるようにする前に、既存システムを調査する必要がある。この調査の対象とするべきものには、次のものが含まれている：

- －農場規模を点検し、また営農システムに占める作物と家畜の構成比を確認すること。ただし、これには土地面積、生産、自家消費、市場向け販売分の視点からみた、それらの相対的重要性が含まれるものとする；
- －投入財の数量と費用、収量、総産出量、収穫後の損失、収益性も含めて、主要作物についての既存の生産技術を記述すること；
- －農業カレンダーを分析し、ピーク時における労働需要を確認すること；
- －主要作物の生産に対する主要な制約要因を、農民の目でみた通りに、確認すること。

自然地理的パラメーターの特徴を明確にしようとするれば、それを小低地の地形系列全体に関連させるようにしなければならない。それは、次のものによって構成されなければならない：

- －現地での自然地理的特質を明確化すること。それには次のものを含ませるものとする。すなわち、小低地の地形（傾斜地の形状、傾斜角；細流の位置）、水文学的要因（集水域の規模、流去率、地下水の変動、氾濫パターン、保水と枯渇化）、侵食の現況と土壌条件（土性、排水状況の分類、粘土鉱物、有機質含量、養分状態、塩分、毒性）；
- －降雨パターンと降雨の信頼性、気温、日



射量、大気湿度も含めた各種の気象パラメーター；

- 土地、水開発に要する既存の社会資本；
- 保健関係。

こうした研究活動すべてによって、次のものが得られることになるろう：

- これらの小低地での作物生産に対する主要制約要因の確認と理解；
- 新開発技術が類似の小低地的特質を有する地域に移転できるように内陸小低地の特質を明確化し、また分類するためのシステム。

研究プロジェクトは、一連の改良技術を開発し、かつそれらを検証するべく策定されなければならないであろう。このように広範なプロジェクトは、当分の間、次の点に焦点を当てることになるろう：

- 用水の状況（地表水と地下水）、土壌侵食、土壌の劣化、農業気象学的パラメーターの検討；
- ブッシュ開墾、排水、灌漑に要する低費用技術も含めて、土地、水の開発；
- 簡単な構造による用水管理と配水システム、圃場の区画設定、均平を含めた土地用水管理；
- 土壌の耕耘、施肥（緑肥の施用も含む）、毒性防除も含めた土壌管理；
- 改良品種の採用、害虫の総合防除（生物

的及び化学的防除方式も含む）、雑草防除も含めた作物管理；及び栽培カレンダー及び輪作計画の最適化；

- 保健衛生の側面：保健管理の改善、飲用水の供給とし尿処理；疾病の感染メカニズムに対する干渉（媒体繁殖地の絶滅、媒体の死滅、バイオ技術的対策、予防策の開発によるものとする）；
- 社会資本及び加工、販売、信用制度の整備；価格の安定化等；
- 環境インパクトの評価。

内陸小低地の開発が、環境にインパクトを与えることは疑問の余地のないところである。開発には、自然植生（例えば回廊森林）の消滅とある種の動物の生息地の喪失という意味合いがあるのである。結果的には、内陸小低地における生物的多様性が減少することになるはずである。

また、開発はアップランド及び谷底面での土壌の養分バランスにも影響を及ぼすことになるろう。土壌の物理的特性も影響を受けることになるろう。土壌が締め固められ結果的に土壌侵食が進むことになるかも知れないからである。内陸小低地の土地のもつ各種の下部要素の水文学的レジームも変わることになるろう。アップランドでの侵食は谷底面において物質の堆積を促すことになるろう；流去水が増せばピーク流量が増加することになるろう。小低地の細流部分の排水を整備すればそのため下流における氾濫による災害が増加するかも知れないのである。

## 参考文献

- Andrieusse, W. 1986. Area and Distribution. In: *The Wetlands and Rice in Sub-Saharan Africa*. pp. 15-30. A.S.R. Juo and J.A. Lowe (Eds.). IITA, Ibadan, Nigeria.
- Andrieusse, W., and L.O. Fresco. 1991. A Characterization of Rice-Growing Environments in West Africa. *Agric. Ecosys. and Environ.* 33: 377-395.
- Ahu, P. 1970. *West African Soils*. Oxford Univ. Press, London, England.
- Ajayi, E.O. 1991. Proposals on Characterization and Management of Inland Valleys for Rice-Based Cropping Systems. Paper presented at the Workshop on the Collaboration in the Characterization of Continuum Environments in West Africa. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Argoulon, J. 1972. Les surfaces potentielles pour le développement de l'irrigation dans la vallée supérieure du Niger. SCET, Internationale, France. Séminaire international sur les perspectives pour l'irrigation en Afrique de l'Ouest. Univ. d'Ibadan, Nigeria.
- Arrivets, J. 1973. Résultats de riziculture sans aménagement en zone Soudanienne. L'exemple de bas-fonds du centre d'Haute-Volta. *Agron. Trop.* 28(1): 34-53.
- Assigbe, P. 1991. Atelier sur la caractérisation et la classification des bas-fonds en Afrique de l'Ouest et en Afrique Central. Paper presented at the Workshop on the Collaboration in the Characterization of Continuum Environments in West Africa. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Asuming-Brempong, S. 1989. Ghana Rice Policy : The Cost of Self-Sufficiency. *Africa Devel.* 14(4): 67-82.
- Atavion, K. 1979. Les ressources en eau de l'Afrique de l'Ouest et leur disponibilité pour l'agriculture. Séminaire sur la gestion de l'eau. CIEH-Ouagadougou, WARDA, Monrovia, Liberia.
- Atlas de la Haute-Volta. 1975. Editions Jeune Afrique. *Les atlas Afrique*. Paris, France.
- Aubréville, A. 1950. Le concept d'association dans la forêt dense équatoriale de la basse Côte d'Ivoire. *Mém. Soc. Bot. Fr.* 1950-1951: 145-158.
- Avenard, J.M. 1971. Aspects de la géomorphologie. In: *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mém. 50: 7-81, ORSTOM, Paris, France.
- AVV. 1981. *Synthèse des résultats de l'étude sur les possibilités de mise en valeur de la vallée de la Koulipele dans le bloc de Kaibo sud, 1977 à 1980*. Autorité des Aménagements des Vallées de Volta, Service d'expérimentation. Min. de Dév. Rural, Haute Volta.
- Ay, P. 1981. *Rural Population Crisis and Research Priorities*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Ay, P., T. Gebremeskel, M. Jalloh, and C.A. de Vries. 1984. *Report on the Agro-Socio-Economic Survey of Two Sites in Sierra Leone*. WURP, Phase II, Pre-Implementation Stage. ILRI, Wageningen, and KIT, Amsterdam, The Netherlands.
- Barraud, J. 1963. *Rapport au gouvernement du Togo sur les aménagements hydro-agricoles au Togo*. Progr. Elargi d'Assistance Technique 1609. FAO, Rome, Italy.
- Barrère, J., and M. Slansky. 1965. *Notice explicative de la carte géologique au 1:2.000.000 de l'Afrique occidentale*. Mém. du Bur. de Recher. Géol. et Min. 29, Paris, France.
- Baudet, J.L. 1981. Cameroon : Towards Self-Sufficiency in Rice. *The Courier* 66 (March-April): 75-77.
- Becker, L. 1990. Classifying the Spatial Distribution of Rice-Based Agro-Ecosystems in West Africa. Paper presented at the Rockefeller Foundation Social Research Fellows' Workshop on Space and Time : Social Perspectives on Agricultural Development. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Becker, L., and R. Diallo. 1992. *Characterization and Classification of Rice Agroecosystems in Côte d'Ivoire*. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Bertrand, R. 1973. Contribution à l'étude hydrologique, pédologique et agronomique des sols gris sableux hydromorphes du Casamance (Sénégal). *Agron. Trop.* 28(12): 1145-1192.
- Bertrand, R., P. Sibaud, F. Garuy, and S. Guillobez. 1978. Rice Cultivation under Hydromorphic Conditions on the Sandy Grey Soils of the Lower Slopes in Senegal. In: *Rice in Africa*. pp. 249-256. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.). Acad. Press, New York, San Francisco, London.
- Beven, K.J., and P.E. O'Connell. 1985. General Report on Water Balance Computation Techniques. In: *New Approaches in Water Balance Computations*. A. van der Beekem and A. Herrmann (Eds.). Publ. 148. Int. Ass. Hydrol. Sci. pp. 41-46.
- Bindraban, P.S. 1991. *Rice Cultivation on the Upland/Inland Swamp Continuum in West Africa*. Internal Communications 126, Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.

- Birie-Habas, J., J.P. Aubin, D. Sene, and C. Posson. 1970. Les recherches rizicoles au Sénégal. Doc. IRAT/IITA Seminar on Rice. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Blanchot, A., J.P. Dumas, and A. Papon. 1973. *Carte géologique de la partie méridionale de l'Afrique de l'Ouest à 1:2,000,000*. Bur. de Recher. Géol. et Min., Paris, France.
- Boulet, R. 1978. *Toposéquences des sols tropicaux en Haute Volta. Equilibre et déséquilibre pédobioclimatique*. Mém. 85, ORSTOM, Paris, France.
- Bourges, J. 1991. *Hydrologie d'un bassin représentatif des Hauts Plateaux du sud Togo*. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, France.
- Braun, J. von, D. Puetz, and P. Webb. 1989. *Irrigation Technology and Commercialization of Rice in The Gambia : Effects on Income and Nutrition*. Res. Report 75. Inter. Food Policy Res. Inst., Washington, D.C.
- Breemen, N. van, and F.R. Moormann. 1978. Iron-Toxic Soils. In: *Soils and Rice*. IRRI, Los Baños, The Philippines.
- Brouwers, M., and M. Raunet. 1976. *Etude morphopédologique du Plateau Mandingue*. IRAT, Pédologie. Min. du Dév. Rural, Mali.
- Brockhuys, J.T., and A.M. Allen. 1984. Farming Systems Research on the Northern Mossi Plateau. *J. Hum. Organ.* 47: 330-342.
- Buane, B. le. 1975. La riziculture pluviale en terrain drainé. Situation, problèmes et perspectives. *Agron. Trop.* 30(4): 350-381.
- Buddenhagen, I.W. 1978. Rice Ecosystems in Africa. In: *Rice in Africa*. pp. 11-27. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.). Acad. Press, London, England.
- Casave, A. 1978. Etude hydrologique des bassins de Sangucré. *Cah. ORSTOM, Série Hydrol.* XV(1+2): 3-209.
- Chapman, V.J. (Ed.). 1977. Wet Coastal Ecosystems. In: *Ecosystems of the World*. Vol. 1. D.W. Goodall (Ed. in Chief). Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Chaumény, J. 1972. The Irrigation Potential of the Senegal River Basin. UNDP-Senegal. International Seminar on Prospects for Irrigation in West Africa. Univ. of Ibadan, Nigeria.
- Chevalier, A. 1951. Sur l'existence d'une forêt vierge sèche sur de grandes étendues aux confins des bassins de l'Ouhangui, du Haut-Chari et du Nil (Bahr-el Ghazal). *Rev. Int. Bot. Appl. Agric. Trop.* 31: 135-136.
- Chevalier, P. 1990. *Complexité hydrologique du petit bassin versant; exemple en savane humide Booro-Borotou (Côte d'Ivoire)*. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, France.
- Collinet, J., and C. Valentin. 1979. Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives - applications agronomiques. *Cah. ORSTOM, Série Géol.* XVII(4): 283-329.
- Courtois, B., and M. Jacquot. 1988. *Upland Rice Cropping Systems*. Mém. & Travaux de l'IRAT 16. IRAT, Montpellier, France.
- Datta, S.K. de, and D.K. Kundu. 1991. Fertility Management of Acid Rice-Growing Soils in Tropical Asia : A Review. In: *Rice Production on Acid Soils of the Tropics*. pp. 147-160. P. Daturek and F.N. Ponnamperna (Eds.). Proc. of an Inter. Symp., 26-30 June 1989. Inst. of Fundamental Stud., Kandy, Sri Lanka.
- Dekuku, R.C., C.N. Casci, P. Rebuffel, W. Dogbe, and A.L. Nyamekye. 1991. Attempts at Characterization of Rice-Growing Environments in the Northern Savanna of Ghana. Paper presented at the Workshop on the Collaboration in the Characterization of Continuum Environments in West Africa. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Dent, D. 1986. *Acid Sulphate Soils : A Baseline for Research and Development*. Publ. 39. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- D'Hoore, J.L. 1965. *Explanatory Monograph of the Soil Map of Africa*. (Map scale 1:5,000,000). Comm. for Tech. Coop. in Africa, Joint Project 11, Publ. 93. Lagos, Nigeria.
- Dir. des Mines et de la Géologie. 1953-59. *Carte géologique du Cameroun, à 1:500,000*. Paris, France. (7 sheets available; no complete coverage of country).
- Dir. Geological Surveys. 1962. *Nigeria 1:250,000*. Geological series (6 sheets available; no complete coverage of country).
- Dir. Overseas Surveys. 1960. *Geological Map of Sierra Leone*. (Map scale 1:1,000,000).
- Doumenge, J.P., K.E. Mott, C. Cheung, D. Villenave, O. Chapuis, M.F. Perrin, and G. Reaud-Thomas. 1987. *Atlas of the Global Distribution of Schistosomiasis*. WHO/Univ. of Bordeaux, France.
- Driessen, P.M., and R. Dudal (Eds.). 1989. *Lecture Notes on the Geography, Formation, Properties, and Use of the Major Soils of the World*. Wageningen, The Netherlands/Leuven, Belgium.
- Drijver, C.A., and M. Marchand. 1985. *Taming the Floods : Environmental Aspects of Floodplain Development in Africa*. Centre for Environ. Stud., Univ. of Leyden, The Netherlands.

- Dubreuil, P. 1966. Les caractéristiques physiques et morphologiques des bassins versants. Leur détermination avec une précision acceptable. *Cah. ORSTOM, Série Hydrol.* 5. Paris, France.
- FAO. 1977a. *FAO/UNESCO Soil Map of the World 1:5,000,000*. Vol. VI: *Africa*. UNESCO, Paris, France.
- FAO. 1977b. *Analyses of an FAO Survey of Post-Harvest Crop Losses in Developing Countries*. AGPP:MISC/27. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1978. *Report on the Agro-Ecological Zones Project*. Vol. I: *Methodology and Results for Africa*. FAO World Soil Resources Report 48. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1979. *Land in Sierra Leone: A Reconnaissance Survey and Evaluation for Agriculture*. Tech. Report 1. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1982. *Rice Development and Rain-Fed Rice Production*. Plant Prod. and Protec. Paper 41. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1986. *African Agriculture: The Next 25 Years* (8 Vols.). FAO, Rome, Italy.
- FAO. *Production Yearbook*. Several editions. FAO, Rome, Italy.
- FAO. *Trade Yearbook*. Several editions. FAO, Rome, Italy.
- FAO/WAU. 1976. *Mechanization of Rice Production: India-Nigeria-Senegal: An International Coordinated Research Project: 1970-1976*. Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.
- FAO/UNESCO/ISRIC. 1990. *Revised Legend of the FAO-UNESCO Soil Map of the World (Reprint with Corrections)*. World Soil Resources Report 60. FAO, Rome, Italy.
- Fiselier, J.L. 1990. *Living Off the Floods: Strategies for the Integration of Conservation and Sustainable Resource Utilization in Floodplains*. Environ. Database on Wetland Interw/EDWIN. Centre for Environ. Stud., Univ. of Leyden, The Netherlands.
- Furron, R. 1963. *Geology of Africa*. Oliver and Boyd, London, England.
- Gallais, J. 1967. *Le delta intérieur du Niger: Etude de géographie régionale*. Mém. de l'Inst. Fond. d'Afrique Noire. Dakar, Sénégal.
- Gebremeskel, T., and C.A. de Vries. 1985. *Report on the Agro-Socio-Economic Survey of Two Sites in Central Nigeria*. WURP, Phase II, Pre-Implementation Stage. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Geological Survey Division. 1964. *Geological Map of Nigeria*. (Map scale 1:2,000,000).
- Gillet, N. 1973. Caractérisation et mise en valeur des petites vallées ou bas-fonds pour l'agriculture irriguée. *Agron. Trop.* 28(11): 1089-1099.
- Girard, G., J. Sircoulon, and P. Touchebeuf. 1971. Aperçu sur les régimes hydrologiques. In: *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mém. 50, ORSTOM, Paris, France.
- Gleave, M.B., and H.P. White. 1969. Population Density and Agricultural Systems in West Africa. In: *Environment and Land Use in Africa*. pp. 273-300. M.F. Thomas and G.W. Whittington (Eds.). Methuen & Co. Ltd., London, England.
- Glemet, D. 1975. *l'Aménagement des bas-fonds, 1969-1976*. SATEC, Min. du Dével. Rural, Comité de Coordination des ORD, Haute Volta.
- Goswami, N.N., S.K. de Datta, and M.V. Rao. 1986. Soil Fertility and Fertilizer Management for Rain-Fed Lowland Rice. In: *Progress in Rain-Fed Lowland Rice*. pp. 275-284. IRR1, Los Baños, The Philippines.
- Gunneweg, H.A.M.J., A. Evers, and A. Huizing. 1986. A Model to Assess Proposed Procedures for Water Control: Application and Results for Two Small Inland Valleys. In: *The Wetlands and Rice in Sub-Saharan Africa*. pp. 87-96. A.S.R. Juo and J.A. Lowe (Eds.). IITA, Ibadan, Nigeria.
- Hakkeling, R.T.A., S. Diatta, and E.M.A. Smaling. 1993. Response of Upland Rice to Soil and Hydrological Conditions on a Foothlope in Central Ivory Coast. *Geoderma*. In press.
- Hakkeling, R.T.A., E.M.A. Smaling, and S. Diatta. 1989. *Detailed Survey and Land Evaluation of the WARDA Experimental Area, Bouaké, Côte d'Ivoire*. Report 22, Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Harrison Church, R.J. 1974. *West Africa: A Study of the Environment and of Man's Use of It*. Longman Group Ltd., London, England.
- Hayward, D.F., and J.S. Oguntinyinbo. 1987. *The Climatology of West Africa*. Hutchinson, London, England.
- Hekstra, P., W. Andriessse, C.A. de Vries, and G. Bus. 1983. *Wetland Utilization Research Project, West Africa. Phase I, The Inventory* (4 Vols.). ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Howler, R.H. 1973. Iron-Induced Oranging Disease of Rice in Relation to Physico-Chemical Changes in a Flooded Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37: 898-903.
- HYPERBAV. 1990. *Structure et fonctionnement hydro-pédologique d'un petit bassin versant de savane humide*. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, France.

- Institute for Agricultural Research, Samaru. 1972. *The Hydrology of a Small Catchment Basin at Samaru, Nigeria*. Samaru Res. Bull. 149. Ahmadu Bello Univ., Zaria, Nigeria.
- I Kowal, J., and A.O. Omolokun. *Seasonal Fluctuations in the Height of the Groundwater Table*.
  - II Kowal, J. *Assesment of the Main Components of the Water Budget*.
  - III Kowal, J. *Assesment of Surface Runoff under Varied Land Management and Vegetation Cover*.
  - IV Kowal, J. *Assesment of Soil Erosion under Varied Land Management and Vegetation Cover*.
- IITA. 1973. *Farming Systems Programme : Study on Major Soils in West Africa. Land Suitability Classification Studies of a Toposequence*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- IITA. 1972, 1974, 1976, 1978, 1979, 1980. *Annual Reports*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- IITA. 1982. Source and Dynamics of Iron Toxicity in Inland Valley Swamps. *IITA Research Highlights*, pp. 34-38. Ibadan, Nigeria.
- IITA. 1989. Rice Production Gains in Nigeria. *IITA Research Briefs* 9(3): 4-7.
- Iloje, N.P. 1982. *A New Geography of West Africa*. New revised edition. Longman, Essex, England.
- Ingram, J. 1991. Soil and Water Processes. In: *Wetlands in Drylands : The Agro-Ecology of Savanna Systems in Africa*. I. Scoones (Ed.). International Institute for Environment and Development/IIED, Drylands Programme, London, England.
- IRRI. 1978. *Soils and Rice*. IRRI, Los Baños, The Philippines.
- Iwata, S., S. Hasegawa, and K. Adachi. 1986. Water Flow, Balance, and Control in Rice Cultivation. In: *The Wetlands and Rice in Sub-Saharan Africa*. pp. 69-86. A.S.R. Juo and J.A. Lowe (Eds.). IITA, Ibadan, Nigeria.
- Izac, A.M.N., M.J. Swift, and W. Andriessc. 1990. *A Strategy for Inland Valley Agro-Ecosystems Research in West and Central Africa*. RCMP Research Monograph 5. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Jaeger, P. 1968. Mali. In: *Conservation of Vegetation in Africa South of the Sahara*. pp. 51-53. J. and O. Hedberg (Eds.). Almqvist and Wiksell's Boktryckeri, Uppsala, Sweden.
- Jansen, L., and S. Diarra. 1990. *Le Mali-Sud vu 'superficiellement' . Quantification des superficies agricoles et la dégradation pour quatre terroirs villageois entre 1952 and 1987*. IER/KIT/WAU, Amsterdam, The Netherlands.
- Janssen, J.A.M., W. Andriessc, Hendro Prasetyo, and A. Bregt. 1992. *Guidelines for Soil Surveys in Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics*. Research Programme on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics. AARD, Indonesia, and LAWOO, The Netherlands.
- Jones, R.A.D., and A. Wild. 1975. *Soils of the West African Savanna*. Tech. Comm. 55. Commonwealth Agricultural Bureaux, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, England.
- Jong, L. de. 1989. *De regenafhankelijke landbouw in de Sahel- en Sudan Zone van West Africa*. Organisatie voor ontwikkelingssamenwerking en bewustwording, Den Haag, Nederland.
- Juo, A.S.R., and F.R. Moormann. 1980. Characteristics of Two Soil Toposequences in Southeastern Nigeria and Their Relation to Potential Agricultural Land Use. *Soil Sci. Nig. J.* 1(1): 47-61.
- Keay, R.W.J. 1949. An Example of Sudan Zone Vegetation in Nigeria. *J. Ecol.* 37: 335-364.
- Kessler, J.J., and F.M. Ohler. 1983. *Interventies in Sahellanden : een ecologische benadering*. Mededelingen Vakgroep Natuurbeheer 236. LUW, Wageningen, The Netherlands.
- Kevic, W. van der. 1973. Physiography, Classification and Mapping of Acid Sulphate Soils. In: *Proc. of the Int. Symp. on Acid Sulphate Soils, in Wageningen*. pp. 204-222. Publ. 18 (2 Vols.), ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Kilian, J. 1972. Contribution à l'étude des aptitudes des sols à la riziculture des bas-fonds sans aménagement dans le Nord-Dahomey (bas-fonds de Sirarou et Bagou). *Agron. Trop.* 27(3): 323-375.
- Kilian, J., and J. Teissier. 1973. Methodes d'investigation pour l'analyse et le classement des bas-fonds dans quelques régions de l'Afrique de l'Ouest. Propositions de classification d'aptitudes de terres à riziculture. *Agron. Trop.* 28(2): 156-171.
- King, L.C. 1967. *Morphology of the Earth*. Oliver and Boyd, Edinburgh, Scotland.
- Kowal, J.M., and A.H. Kassam. 1978. *Agricultural Ecology of Savanna : A Study of West Africa*. Clarendon Press, Oxford, England.
- Laar, M.J.W. van de. 1985. *Health Consultancy Sierra Leone*. WURP, Phase II. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- LaBaugh, J.W. 1986. Wetland Ecosystems Studies from a Hydrologic Perspective. *Water Res. Bull.* 22(1): 1-10.
- Landsberg, H.E., and J.F. Griffith. 1972. *Climates of the World : World Survey of Climatology*. Vol. 10: *Africa*. Elsevier Publishing Co., Amsterdam, London, New York.
- Lang, H. 1979. *The Economics of Rain-Fed Rice Cultivation in West Africa : The Case Study of the Ivory Coast*. Socio-Economic Studies on Rural Development 35.

- is Grown in the Tropics, with Special Reference to Mechanization in West Africa. IITA/FAO/Neth. Govt.: Exp. Consultative Meeting on the Mechanization of Rice Production. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Moormann, F.R., A.T. Perez, and W.J. Veldkamp. 1976. *Potential of Hydromorphic Rice Cultivation in Nigeria*. NAFPP Workshop Paper. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Moormann, F.R., W.J. Veldkamp, and J.C. Ballaux. 1977. The Growth of Rice on a Toposequence: A Methodology. *Plant and Soil* 48: 565-580.
- Morgan, W.B. 1969. Peasant Agriculture in Tropical Africa. In: *Environment and Land Use in Africa*. M.F. Thomas and G.W. Whittington (Eds.). Methuen & Co. Ltd., London, England.
- Mohr, B. 1969. *Die Reiskultur in West Africa*. IFO-Inst. für Wirtschaftsforschung, Afrika Studien 44, Weltforum Verlag, München, Germany.
- Moss, R.P. 1969. The Ecological Background to Land Use Studies in Tropical Africa, with Special Reference to the West. In: *Environment and Land Use in Africa*. pp. 193-240. M.F. Thomas and G.W. Whittington (Eds.). Methuen & Co. Ltd. London, England.
- Muller, R. 1980. In: *Fylariasis*. H.R. Folmer and W. Peters (Eds.). Serie Meddia. KIT, Amsterdam, The Netherlands.
- Murdoch, G., J. Ojo-Atere, E.I. Olomu, and E.M. Odugbesan. 1976. *Soils of the Western State Savanna in Nigeria*. (Land facets map at scale 1:125,000). Land Res. Study 23. Land Res. Div., Surbiton, England.
- Nahon, D. 1976. *Cuirasses ferrugineuses et encroutements calcaires au Sénégal occidental et en Mauritanie*. Thèse. Marseille, France.
- Nicklès, M., and V. Hourcq. 1952. *Notice explicative de la carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française et du Cameroun au 1:2,000,000*. Dir. des Min. et de la Géol., Paris, France.
- Nyanteng, V.K. 1983. *Some Recent Policies and Programmes Related to Rice Production, Consumption, and Trade in West Africa*. Occasional Paper 6. WARDA, Monrovia, Liberia.
- Nyanteng, V.K. 1986. *Riceland in West Africa : Distribution, Growth, and Limiting Factors*. Occasional Paper 7. WARDA, Monrovia, Liberia.
- Nye, P.H., and D.J. Greenland. 1960. *The Soil under Shifting Cultivation*. Tech. Communication 51. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, Bucks, England.
- Odell, R.T., J.C. Dijkerman, W. van Vuure, S.W. Melsted, A.H. Beavers, P.M. Surrón, L.T. Kurtz, and R. Miedema. 1974. *Characteristics, Classification, and Adaptation of Soils in Selected Areas in Sierra Leone*. Coll. Bull. 4. Njala Univ. Njala, Sierra Leone.
- Ojo, O. 1969. Potential Evaporation and the Water Balance in West Africa : An Alternative Method of Penman. *Arch. Met. Geom. Biokl., Serie B*, 17: 239-260.
- Ojo, O. 1977. *The Climate of West Africa*. Heineman Educational Books Ltd., London, Ibadan.
- Ojo, O. 1983. Recent Trends in Aspects of Hydroclimatic Characteristics in West Africa. In: *Hydrology of Humid Tropical Regions*. pp. 97-104. R. Keller (Ed.). Publication 140. Int. Ass. of Hydrol. Sci.
- Ojo, O. 1985. Water Balance Computations in West Africa : Problems and Prospects. In: *New Approaches in Water Balance Computations*. pp. 159-167. A. van der Beken and A. Herrmann (Eds.). Publ. 148. Int. Ass. of Hydrol. Sci.
- Ojo, O. 1987. Rainfall Trends in West Africa, 1901 - 1985. In: *The Influence of Climate Change and Climatic Variability on the Hydrologic Regime and Water Resources*. pp. 37-48. S.I. Solomon, H. Bran, and W. Hogg (Eds.). Publ. 168. Int. Ass. of Hydrol. Sci.
- Okali, C., D. Obeng, T. Ojo-Atere, and T. Lawson. 1979. *An Evaluation of Farmer's Knowledge and Use of Hydromorphic Toposequences in the Western State of Nigeria : Findings from Selected Areas in Oshun River Basin*. Disc. Paper 4/79. Agric. Economics, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Okali, C., D. Obeng, and T. Ojo-Atere. 1980. *The Management and Use of Hydromorphic Toposequences in the Ogun River Basin : The Case of Traditional Farmers in the Ofada Area of Ogun State*. Disc. Paper 5/80. Agric. Economics, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Okereke, O. 1990. *Increasing Rice Output through Tractor Use in Anambra State, Nigeria*. Research Report 14. Afr. Rur. Soc. Sci. Ser., Winrock Int. Inst. for Agri. Dev., University of Nigeria, Nigeria.
- Okigbo, B.N. 1979. Cropping Systems in the Humid Tropics of West Africa and Their Improvement. Paper presented at the IITA Research Review 1979. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Okigbo, B.N. 1981. Farming Systems and Crops of the Humid Tropics in relation to Soil Utilization. In: *Characterization of Soils in relation to Their Classification and Management for Crop Production : Examples from Some Areas in the Humid Tropics*. pp. 278-283, 422-432. D.J. Greenland (Ed.). Clarendon Press, Oxford, England.
- Olagoke, M.A. 1989. *Efficiency of Resource Use in Rice Production Systems in Anambra State, Nigeria*. Research Report 7. Afr. Rur. Soc. Sci. Ser., Winrock Int. Inst. for Agri. Dev., University of Nigeria, Nigeria.

- Langenhoff, R. 1986. *Distribution, Mapping, Classification, and Use of Acid Sulphate Soils in the Tropics*. Internal Comm. 74. STIBOKA, Wageningen, The Netherlands.
- Lauer, W., and P. Frankenberger. 1981. *Untersuchung zur Humidität und Aridität von Afrika. Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdünnung*. Bonner Geographischer Abhandlungen, Heft 66. Fred. Dümmers Verlag, Bonn, Germany.
- Lawson, T.L., J.S. Oguntoyinbo, and O. Ojo. 1979. Agroclimatic Conditions of West Africa. Paper presented at the IITA Annual Research Conference on Soil and Climatic Resources and Constraints in relation to Food Crop Production in West Africa. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Ledger, D.C. 1975. The Water Balance of an Exceptionally Wet Catchment Area in West Africa. *J. of Hydrol.* 24: 207-214.
- Lenoir, F. 1978. Relations entre le dynamique et la composition chimique d'une nappe d'arène en Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, Série Géol.* X(2): 209-236.
- Luiten, T., and R.T.A. Hakkeling. 1991. *Fertility Parameters of Soils in 86 Selected West African Toposequences*. Internal Communication 135. Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Luning, H.A. 1984. Rice Research and Development in West Africa : Problems and Perspectives. *Neth. J. of Agric. Sci.* 305: 193-204.
- Lyons, G.R.L. 1972. *Guinea Worm Infections in the Wa District of North-western Ghana*. Bull. 47. WIIO, Geneva, Switzerland.
- MacJunkin, F.E. 1975. *Water, Engineers, Development, and Diseases in the Tropics*. USAID, Washington, D.C., USA.
- Manshard, W. 1961. *Die geographischen Grundlagen der Wirtschaft Ghanas unter Berücksichtigung der agrarischen Entwicklung*. Wiesbaden, Germany.
- Martin, C. 1991. *The Rainforests of West Africa : Ecology, Threats, Conservation*. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland.
- Martin, J., and D. Thiery. 1987. Analyse d'une longue série piézométrique au Burkina Faso. *Hydrogéol.* 2: 137-145.
- Matthieu, Ph. 1971. Erosion et transport solide sur un bassin versant forestier tropical (Bassin de l'Amitioro, Côte d'Ivoire). *Cah. ORSTOM, Série Géol.* III(2): 115-144.
- Mensvoort, M.E.F. van, R.S. Lantin, R. Brinkman, and N. van Breemen. 1984. Toxicities of Wetland Rice Soils. In: *Wetland Soils : Characterization, Classification, and Utilization*. pp. 123-138. S.J. Banta (Ed.). IRRI, Los Baños, The Philippines.
- Mitchel, P. 1973. *Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie : étude géomorphologique*. Mém. 63. ORSTOM, Paris, France.
- Ministry of Overseas Development. 1976. *The Agricultural Development of The Gambia : An Agricultural, Environmental, and Socio-Economic Analysis*. Land Res. Div. Tolworth Tower, Surrey, England.
- Millington, A.C., F. Helmisch, and G.J. Rhebergen. 1985. Inland Valley Swamp and Bolis in Sierra Leone : Hydrological and Pedological Considerations for Agricultural Development. *Zeitschrift für Geom., Suppl.* Band 52: 201-222.
- Molinier, M. 1976. Qualité des eaux de surface en zone forestière équatoriale de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, Série Hydrol.* VIII(1): 7-24.
- Molyneux, D.H., and P.G. Janssens. 1980. In: *African Trypanosomiases*. H.R. Folmer and W. Peters (Eds.). Serie Meddia. KIT, Amsterdam, The Netherlands.
- Moniod, F. 1973. Régime hydrologique de l'Ouémé (Dahomey). *Cah. ORSTOM, Série Hydrol.* X(2): 171-183.
- Moormann, F.R. 1973. General Assessment of Lands on which Rice is Grown in West Africa. Seminar on Rice Soil Fertility and Fertilizer Use. WARDA, Monrovia, Liberia.
- Moormann, F.R. 1981. Representative Toposequences of Soils in Southern Nigeria and Their Pedology. In: *Characterization of Soils in Relation to Their Classification and Management for Crop Production : Examples from Some Areas in the Humid Tropics*. pp. 10-29, 284-421. D.J. Greenland (Ed.). Oxford Sci. Publ., England.
- Moormann, F.R., and N. van Breemen. 1978. *Rice, Soil, Water, and Land*. IRRI, Los Baños, Philippines.
- Moormann, F.R., and W.J. Veldkamp. 1978. Land and Rice in Africa : Constraints and Potentials. In: *Rice in Africa*. pp. 29-43. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.). Acad. Press, London, England.
- Moormann, F.R., and A.S.R. Juo. 1986. Present Land Use and Cropping Systems in Africa. In: *The Wetlands and Rice in Sub-Saharan Africa*. pp. 187-194. A.S.R. Juo and J.A. Lowe (Eds.). IITA, Ibadan, Nigeria.
- Moormann, F.R., H.P.F. Curfs, and J.C. Ballaux. 1974. Classification of Conditions under which Rice

- Olivry, J.C. 1976. Régimes hydrologiques en pays Bamiléke (Cameroun). *Cah. ORSTOM, Série. Hydrol.* VIII(1): 37-71.
- Onze Wereld. 1992. Dertig miljoen Nigerianen zock. *Onze Wereld* 6: 3.
- Oomen, J.M.V., J. de Wolf, and W.R. Jobin. 1990. *Health and Irrigation : Incorporation of Disease-Control Measures in Irrigation, a Multi Faceted Task in Design, Construction, Operation.* Publication 45 (2 Vols.). ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Oosterbaan, R.J., H.A.M.I. Gunneweg, and A. Huizing. 1987. Water Control for Rice Cultivation in Small Valleys of West Africa. *Annual Report 1986.* pp.30-49. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- ORSTOM. 1970. *Monographie hydrologique du Bassin du Niger* (3 part.). CIEH, Série Hydrol., Ouagadougou, Haute Volta.
- Otoo, E. 1991. Studies on Characterization of Selected Valley Bottom Areas for Rice and Rice-Based Cropping Systems in Ghana. Paper presented at the Workshop on the Collaboration in the Characterization of Continuum Environments in West Africa. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Papadakis, J. 1966. *Crop Ecologic Survey in West Africa* (2 Vols.). FAO, Rome, Italy.
- Pearson, S.R., J.D. Stryker, and C.P. Humphreys (Eds.). 1981. *Rice in West Africa : Policies and Economics.* Univ. Press, Stanford, California, U.S.A.
- Perez, A.T., and I.C. Mahapatra. 1978. Technology Transfer in Nigeria and Sierra Leone. In: *Rice in Africa.* pp. 231-241. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.), Acad. Press, London, England.
- Phelinas, P. 1990. Le riz: politique des prix et relance de la production (Cameroun, Côte d'Ivoire, Madagascar, et Sénégal). *Politique Africaine* 37: 31-75.
- Pieri, C. 1989. *Fertilité des terres de savanes.* Min. de la Coop. et CIRAD-IRAT. 444 pp.
- Pol, F. van der 1992. *Soil Mining : An Unseen Contributor to Farm Income in Southern Mali.* Bulletin 325. KIT, Amsterdam, The Netherlands.
- Quartey-Papafio, H.K., and E.D. Kemevor. Undated. Land and Water Resources for Irrigation in the Volta Basin.
- Raunet, M. 1982. *Les bas-fonds en Afrique et a Madagascar.* IRAT, Service de Pédologie, Montpellier, France.
- Raunet, M. 1984. Les potentialités agricoles des bas-fonds en régions intertropicales : l'exemple de la culture du blé de contre-saison a Madagascar. *Agron. Trop.* 39(2): 121-135.
- Raunet, M. 1985. Bas-fonds et riziculture en Afrique: approche structurale comparative. *Agron. Trop.* 40(3): 181-201.
- Reichold, W., E.G. Bleckman, R. Mayer, and J. Paris-Teynac. 1978. *Der Senegalstrom, Lebensader dreier Nationen.* Afrika Studien 102. IFO-Inst. für Wirtschaftsforschung, Weltforum Verlag, München, Germany.
- Ribstein, P. 1990. *Modèles de crues et petits bassins versants au Sahel.* Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, France.
- Richards, P. 1985. *Indigenous Agricultural Revolution : Ecology and Food Production in West Africa.* Hutchinson, London, England.
- Richards, P. 1986. *Coping with Hunger : Hazards and Experiments in an African Rice Farming System.* Allen & Unwin, London, England.
- Richards, P. 1987. Spreading Risks Across Slopes : Diversified Rice Production in Central Sierra Leone. *Ileia* 3(2): 8-9.
- Rodier, J. 1964. *Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'Ouest du Congo.* Mém. 6. ORSTOM, Paris, France.
- Rodier, J. 1976a. Estimations des débits de crues décennales pour les petits bassins forestiers en Afrique tropicale. Etude préliminaire. *Cah. ORSTOM, Série Hydrol.* VIII(4): 243-268.
- Rodier, J. 1976b. Evaluation de l'écoulement annuel dans les régions tropicales sèches de l'Afrique occidentale. *Cah. ORSTOM. Série Hydrol.* VIII(4): 269-306.
- Rodier, J., and C. Auvray. 1965. *Estimation des débits de crues décennales pour des bassins versants de superficie inférieure à 200 km<sup>2</sup> en Afrique occidentale.* ORSTOM, Paris, and CIEH, Ouagadougou. (This paper has been translated into English by W.E. Herridge, 1965, Publ. Works Dept., Ghana).
- Rodier, J., and J. Sircoulon. 1963. *Monographie de l'Ouémé supérieure* (2 Vols.). ORSTOM, Paris, France.
- Rouw, A. de. 1991. *Rice, Weeds, and Shifting Cultivation in a Tropical Rain Forest : A Study of Vegetation Dynamics.* Thesis. Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.
- Rouw, A. de, H.C. Vellema, and W.A. Blokhuis. 1990. *Land Unit Survey of the Taï Region, South-West Côte d'Ivoire.* The Tropenbos Foundation, Ede, The Netherlands.
- Ruthenberg, H. 1980. *Farming Systems in the Tropics.* 3rd Ed. Oxford University Press, London, England.



- Sanchez, P.A., J.H. Villachica, and D.E. Bandy. 1983. Soil Fertility Dynamics After Clearing a Tropical Rain Forest in Peru. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 1171-1178.
- Savvides, L. 1981. *Guidelines to Improving Valley Swamps (fadamas)*. Bida Agricultural Development Project, Nigeria.
- Scoones, I. (Ed). 1991. *Wetlands in Drylands : The Agroecology of Savanna Systems in Africa* (3 Vols.). Int. Inst. for Environ. Dev., Dryland Programme, London, England.
- Sie, M., and Y. Demebele. 1991. La riziculture de bas-fond au Burkina Faso. Paper presented at the Workshop on the Collaboration in the Characterization of Continuum Environments in West Africa. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Silva Teixeira, A.J. da. 1962. *Os solos da Guiné Portuguesa*. (Map scale 1:500,000). Luanda.
- Sivakumar, M.V.K. 1989. Agroclimatic Aspects of Rain-Fed Agriculture in the Sudano-Sahelian Zone. In: *Soil, Crop, and Water Management in the Sudano-Sahelian Zone*. pp. 17-38. T. Gaillard and V. Sadhana (Eds.). ICRISAT, Sahelian Centre, Niamey, Niger.
- Smaling, E.M.A. 1985. *Characterization and Classification of Soils of Various SAFGRAD Trial Fields in West, North, and Central Burkina Faso*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Smaling, E.M.A., E. Kiestra, and W. Andriessc. 1985a. *Detailed Soil Survey and Qualitative Land Evaluation of the Echin-Woye and the Kunko Benchmark Sites, Bida area, Niger State, Nigeria*. WURP, Phase II, Pre-Implementation Stage. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Smaling, E.M.A., T. Dyfan, and W. Andriessc. 1985b. *Detailed Soil Survey and Qualitative Land Evaluation in the Roghom-Mankane and Matam-Romangoro Benchmark Sites, Sierra Leone*. WURP, Phase II, Pre-Implementation Stage. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Small, R.J. 1972. *The Study of Land Forms : A Textbook of Geomorphology*. Univ. Press, Cambridge, England.
- SODERIZ. 1976. *Project Bouaké-Nord*. Rapport de synthèse prévenu dans le cadre du contrat d'Assistance Technique TA/984 entre le Fond Européen de Développement et Grontmij International, Ivory Coast.
- Sommen, J.J. van der, and W. Geirnaert. 1988. On the Continuity of Aquifer Systems on the Crystalline Basement of Burkina Faso. In: *Estimation of the Natural Groundwater Recharge*. pp. 29-48. I. Simmers (Ed.). NATO ASI Series: Mathem. and Phys. Sci., Vol. 222.
- Spencer, D.S.C. 1991. A Farming System Research Strategy for the Development of Inland Valleys for Increased Food Production in West Africa. *Agric. Systems in Africa* 1(2): 5-14.
- Staveren, J.Ph., and W.A. Stoop. 1986. Adaptation aux types de terroirs des toposéquences de l'Afrique de l'Ouest de différents géotypes de sorgho par rapport aux cultivars locaux de sorgho, de mil et de maïs. *Agron. Trop.* 41(3-4): 203-217.
- Stiemer, D. 1968. *Aménagement hydro-agricole dans le nord de la Côte d'Ivoire*. FAO/SATMACI, Opération Riz, Korhogo, Ivory Coast.
- Stoop, W.A. 1987. Variations in Soil Properties Along Three Toposequences in Burkina Faso and Implications for the Development of Improved Cropping Systems. *Agric. Ecosys. and Environ.* 19: 241-264.
- Stoorvogel, J.J., and E.M.A. Smaling. 1990. *Assessment of Soil Nutrient Depletion in Sub-Saharan Africa, 1983-2000*. Report 28, Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- TAMS/CIEH. 1976-1978. *Savanna Regional Water Resources and Land Use*. CIEH, Ouagadougou, Haute Volta.
- TDR. 1988. UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. *TDR News*. WHO, Geneva, Switzerland.
- The Times Atlas of the World : Comprehensive Edition*, 1981. John Bartholomew & Son Limited, Edinburgh, Scotland.
- Thomas, M.F., and G.W. Whittington (Eds.). 1969. *Environment and Land Use in Africa*. Methuen & Co. Ltd., London, England.
- Thomas, P., J.A. Varley, and J.E. Robinson. 1979. *The Sulphidic and Associated Soils of the Gambia Estuary above the Proposed Barrage at Yelitenda, The Gambia*. Project Report 89, Overseas. Dev. Min., Land Resources Dev. Centre, Tolworth, England.
- Trochain, J. 1957. Accord Interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale. *Bull. Inst. Etud. Centrafr.* (13-14): 55-93.
- Turner, B. 1985. The Classification and Distribution of Fadamas in Central Northern Nigeria. *Zeitschrift für Geom.*, Suppl. Band 52: 87-114.
- Turner, B. 1986. The Importance of Dambos in African Agriculture. *Land Use Policy* (October): 343-347.
- UNESCO. 1976. *Atlas géologique du monde au 1:10,000,000*. Paris, France.
- Veldkamp, W.J. 1979. *Land Evaluation of Valleys in a Tropical Rain Area : A Case Study*. Thesis, Agric. Univ., Wageningen, The Netherlands.

- Vermani, S.S., J.O. Olufowoto, and A.O. Abifarin. 1978. Rice Improvement in Tropical Anglophone Africa. In: *Rice in Africa*. pp. 101-116. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.). Acad. Press, London, England.
- Uexkull, H.R. von. 1985. Availability and Management of Potassium in Wetland Rice Soils. In: *Wetland Soils : Characterization, Classification, and Utilization*. pp. 293-305. S.J. Banta (Ed.) IRR1, Los Baños, The Philippines.
- Vierich, H.I.D., and W.A. Stoop. 1990. Changes in West African Savanna Agriculture in Response to Growing Population and Continuing Low Rainfall. *Agric. Ecosys. and Environ.* 31: 115-132.
- Wall, J.R.D. (Ed.). 1979. *Land Resources of Central Nigeria*. (Land Systems maps at 1:250,000). Land Res. Study 29 (6 Vols.). Land Res. Div., Surbiton, England.
- Walter, H., and H. Lieth. 1960. *Klima diagramm - Welt Atlas*. VEB-Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Ward, K. 1981. *A Profile of Rice Cultivation within the Bida A.D.P. Area*. Bida A.D.P. Monitoring and Evaluation Section, Nigeria.
- WARDA. 1975. *Rice Statistics Yearbook 1975*. WARDA, Monrovia, Liberia.
- WARDA. 1980. *Prospects of Self-Sufficiency in Rice in West Africa*. Occasional Paper 1. WARDA, Monrovia, Liberia.
- WARDA. 1984. *Activities Highlights*. WARDA, Monrovia, Liberia.
- WARDA. 1986. *Rice Statistics Yearbook*. 6th edition, revised. WARDA, Monrovia, Liberia.
- WARDA. 1987. *WARDA's Strategy for Rice Research in West Africa*. WARDA, Monrovia, Liberia.
- WARDA. 1988. *Strategic Plan 1990-2000*. WARDA, Monrovia, Liberia.
- WARDA. 1991. *Annual Report 1990*. WARDA, Bouaké, Ivory Coast.
- Watts, J. 1987. Dracunculiasis in Africa in 1986 : Its Geographic Extent, Incidence, and At-Risk Population. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 37(1): 119-125.
- Webster, C.C., and P.N. Wilson. 1980. *Agriculture in the Tropics*. Longman Group Ltd., London, England.
- White, F. 1983. *The Vegetation of Africa : A Descriptive Memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO Vegetation Map of Africa*. UNESCO, Switzerland.
- WHO. 1980. *Environmental Management for Vector Control*. Technical Report 649, WHO, Geneva, Switzerland.
- WHO. 1983. *Integrated Vector Control*. Technical Report 668. WHO, Geneva, Switzerland.
- Will, H. 1978. The Research Programme of the West African Rice Development Association/WARDA. In: *Rice in Africa*. pp. 215-223. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.). Acad. Press, London, England.
- Zacharia, K.C., and J. Condé. 1981. *Migration in West Africa : Demographic Aspects*. A Joint World Bank - OECD Study. Univ. Press, Oxford, England.
- Zeppenfeldt, T., and J.C.J. Vlaar. 1990. *Mise en valeur des bas-fonds en Afrique de l'Ouest*. CIEH, Ouagadougou, Burkina Faso.

テキストに引用しなかった参考文献

- Ahn, P. 1961. *Soils of the Lower Tano Basin, Southwestern Ghana*. (Map scale 1:250,000). Min. of Food and Agric., Kumasi, Ghana.
- Asamao, G.K. 1968. *Soils of the Ochi-Nakwa Basin, Ghana*. (Map scale 1:25,000). Soil Res. Inst. Mem. 4. Acad. of Sci., Kumasi, Ghana.
- Barneveld, G.W. van. 1980. *Soils and Soil Conditions of the Zapi-est Area, Eastern Province, Cameroon, and Their Capabilities and Constraints to Crop Production*. Prelim. Working Paper 6, FAO Soil Resources Project, Ekona, Cameroon.
- Bawden, M.G., and P. Tuley. 1966. *The Land Resources of Southern Sardauna and Southern Adamawa Provinces, Northern Nigeria*. (Land system map at scale 1:500,000). Land Res. Study 2. Land Res. Div., Tolworth, England.
- Bawden, M.G., D.M. Caroll, and P. Tuley. 1972. *The Land Resources of N.E. Nigeria*. (Land system map at scale 1:500,000; Geomorphological map and soil map at 1:1,000,000). Land Res. Study 9, Vol. I: *The Environment*, and Vol III: *The Land Systems*. Land Res. Div., Surbiton, England.
- Boutrais, J. 1978. *Deux études sur l'élevage en zone tropicale humide, Cameroun*. ORSTOM, Paris, France.
- Brammer, H. 1962. Soils. In: *Agriculture and Land Use in Ghana*. pp. 88-126. J.B. Wills (Ed.). Oxford Univ. Press, London, England.
- Brammer, H. 1967. *Soils of the Accra Plains, Ghana*. (Map scale 1:25,000). Soil Res. Inst. Mem. 3. Acad. of Sci., Kumasi, Ghana.
- Byerlee, J., and H. Fadoo. 1976. *Rural-Urban Migration in Sierra Leone: Determinants and Policy Implications*. Afr. Rur. Econ. Paper 13.
- Chabrolin, R. 1977. Rice in West Africa. In: *Food Crops of the Lowland Tropics*. C.L.A. Leakey and J.B. Wills (Eds.). Univ. Press, Oxford, England.
- Dabin, B., N. Leneuf, and G. Riou. 1960. *La carte pédologique de la Côte d'Ivoire au 1:2.000.000*. ORSTOM, Paris, Abidjan.
- Diepen, C.A. van. 1980. *La dégradation des sols en la République Populaire du Bénin*. Etude 229. Proj. Agro-pédologique, Cotonou, Bénin.
- Djibril, A.W. 1978. Rice Development Strategies in Africa. In: *Rice in Africa*. pp. 69-74. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.), Acad. Press, London, England.
- Duc, J.M., and L. Karr. 1973. Strategies for Increasing Rice Production in Sierra Leone. *Afr. Stud. Rev.* XVI(1) April.
- Eschenbrenner, V., and L. Badarello. 1978. *Etude pédologique de la région d'Odiémé, Côte d'Ivoire*. (Map scale 1:200,000). Notice Explicative 74. ORSTOM, Paris, France.
- FAO. 1965. *Land Use Survey in the Western Region of Nigeria*. FAO/EPTA Rep. 2108, Vol. II, Rome, Italy.
- FAO. 1968. *Land and Water Survey in the Upper and Northern Regions of Ghana*. (Map scale 1:500,000). FAO, SF:31/GHA. Vol. I: *General*; Vol. III: *Soil Survey*. Rome, Italy. (Report includes semi-detailed maps of selected areas at scales 1:30,000 and 1:50,000).
- FAO. 1969a. *Soil and Water Resources Survey of the Sokoto Valley, Nigeria: Final Report*. Vol. V. *Soil Survey and Land Classification*. (Reconnaissance soil map at scale 1:250,000; semi-detailed maps at scale 1:20,000). FAO/SF: 67/NIR 3. Rome, Italy.
- FAO. 1969b. *Report to the Government of Sierra Leone: Problems related to Land Use*. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1971. *The Evaluation of Soil Resources in West Africa*. World Soil Resources Report 40. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 1981. *Fourth Meeting of the West African Sub-Committee for Soil Correlation and Land Evaluation, Banjul, The Gambia*. World Soil Resources Report 53, FAO, Rome, Italy.
- Fanfant, R. 1970. *Report to the Government of Liberia on Soil Survey*. FAO, TA/2845, Rome, Italy.
- Fressons, S. 1978. *Public Participation on Village-Level Irrigation Perimeters in the Matam Region of Senegal*. Occ. Papers 4. OECD.
- Gigou, J. 1972. Régularité des précipitations et cycles culturaux en Côte d'Ivoire. (Première esquisse). Séminaire international sur les perspectives pour l'irrigation en Afrique de l'Ouest. Univ. d'Ibadan, Nigeria.
- Gigou, J., and P.F. Chabalier. 1987. L'utilisation de l'engrais azoté par les cultures annuelles en Côte d'Ivoire. *Agron. Trop.* 42(3): 171-179.

- Haas, A.W. 1974. *Diffusion of Innovations in Sierra Leone, W. Africa*. First report of the introduction and diffusion of a new rice-farming method among Koranko farmers in Alikalia, Koinadugu District. A study of human communication. Inst. of Cult. and Soc. Stud., Leyden State Univ., The Netherlands.
- Hawkins, P., and M. Brunt. 1965. *The Soils and Ecology of West Cameroon*. Report to the Government of Cameroon. (Map scale 1:200,000). Report 2083. FAO/PTA, Rome, Italy.
- Howard Humphries and Sons. 1975. *Project Sucrier, Etude de pré investissement*. Guinea.
- IRAT, 1981. Rice Research in the ACP Countries. *The Courier* 66, (March/April): 65-68.
- ITC. 1977. *Project de développement rural intégré de la région du Kaarta, République du Mali*. Enschede, The Netherlands.
- Jordan, H.D. 1964. The Relation of Vegetation and Soil to Development of Mangrove Swamps for Rice Growing in Sierra Leone. West African Rice Research Station, Rokupr, Sierra Leone. *J. of Appl. Ecol.* 1: 209-212.
- Jungerius, P.D. 1964. The Soils of Eastern Nigeria. (Map scale 1:1,000,000). *Publ. Serv. Géol. du Luxembourg XIV*: 185-198.
- Kang, V.T., and A.S.R. Juo. 1981. Management of Low Activity Clay Soils in Tropical Africa for Food Crop Production. Paper presented at the Fourth Int. Soil Class. Workshop, Kingali, Rwanda.
- Kassam, 1976. *Crops of the West African Semi-Arid Tropics*. ICRISAT, Hyderabad, India.
- Klinkenberg, K., and P.N. de Lecuw. 1967. *The Soils of the Lau-Kaltungo Area, Nigeria*. (Map scale 1:100,000). Soil Sur. Bull. 36, Zaria, Nigeria.
- Kortenhorst, L.F. 1980. *Factors Affecting the Viability of Smallholders' Irrigation*. ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Kosaki, T., and A.S.R. Juo. 1982. *Selected Profile Data of Hydromorphic Soils from Central and Southeastern Niger*. IITA, Farming Systems Program, Mimeograph, Ibadan, Nigeria.
- Lamouroux, M. 1969. *La carte pédologique du Togo à 1:1,000,000*. Not. Expl. 34. ORSTOM, Paris, France.
- Lawson, T.L., A.S.R. Juo, and P. Ay. 1982. *Methodology for Farming System Research : Environmental Description and Resource Evaluation*. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Lévêque, A. 1969. Les principaux événements géomorphologiques et les sols sur le socle gneissique au Togo. *Cah. ORSTOM. Série Géol.* 8(2): 203-223.
- Lévêque, A. 1979. *Pédogénèse sur le socle granito-gneissique du Togo*. Trav. et Doc. 108. ORSTOM, Paris, France.
- Maiga, I.D. 1979. Organization paysanne et gestion de périmètre. Le riz en Afrique de l'Ouest, perspectives de l'autosuffisance. In: *Séminaire sur la gestion de l'eau, sept. 1979*. WARDA, Monrovia, Liberia.
- Maignien, R. 1953. Etudes pédologiques en Guinée Française. *Ann. Inst. des Fruits et Agrumes Col.* 5: 1-48.
- Maignien, R. 1956. *Le cuirassement des sols en Guinée*. ORSTOM, Dakar, Sénégal.
- Maignien, R. 1965. *La carte pédologique du Sénégal au 1:1,000,000*. Not. Expl. ORSTOM, Paris, France.
- Martin, D. 1967. Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le centre Cameroun. *Cah. ORSTOM, Série Pédol.* V(2): 189-218.
- Martin, D., and P. Segalen. 1966. *La carte pédologique du Cameroun oriental au 1:1,000,000*. Not. Expl. ORSTOM, Paris, France.
- May-Parkers, I. 1974. Problems of Rice Marketing in Sierra Leone. *The Sierra Leone Agri. J.* 3(1).
- Milette, G., and J. Vicillefon. 1965. Les sols de la région maritime et de la région des savanes. (Map scale 1:50,000). In: *Etudes pédohydrologiques au Togo*. FAO/SF: 13/50, Vol. II. Rome, Italy.
- Moormann, F.R., R. Lal, and A.S.R. Juo. 1975. *The Soils of IITA, Ibadan*. Techn. Bull. 3. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Morgan W.B., and J.C. Pugh. 1969. *West Africa*. Methuen and Co., London, England.
- Mourik, D. van. 1979. *Land in Western Liberia : A Reconnaissance Agricultural Land Evaluation of the Mano River Union Project Area*. (Land system map at scale 1:500,000). Mano River Union Project, Freetown, Sierra Leone.
- Nelson, N. 1981. African Women in the Development Process. *J. Dev. Stud.* 17(3): 152.
- Okusami, T.A. 1981. *Land and Pedogenetic Characterization of Selected Wetlands in West Africa with Emphasis for Rice Production*. Thesis, Univ. of Minnesota, United States.
- Okusami, T.A., R.H. Rust, and A.S.R. Juo. 1982. *Properties, Genesis, and Classification of Selected Alluvial Soils in the Niger-Benue Trough, Central Nigeria*. IITA, Mimeographs, Ibadan, Nigeria.
- ORSTOM. 1970-78. *Notices explicatives des cartes pédologiques de reconnaissance de la République Populaire du Bénin*. Not. Expl. 66(1-9). Paris, France.
- ORSTOM. 1974-76. *Notices explicatives des cartes pédologiques de reconnaissance du Cameroun*. (Map scale 1:200,000; no complete coverage of country). Not. Expl. 51, 53, 62. Paris, France.

- Perraud, A. 1971. Les sols. In: *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. pp. 265-392. Mém. 50. ORSTOM, Paris, France.
- Poss, R. 1982. *Etude morpho-pédologique de la région de Katiola, Côte d'Ivoire*. (Map scale 1:200,000). Not. Expl. 94, ORSTOM, Paris, France.
- Pullan, R.A. 1969. The Soil Resources of West Africa. In: *Environment and Land Use in Africa*. pp. 147-191. M.F. Thomas and G.W. Whittington (Eds.). Methuen & Co. Ltd., London, England.
- Reed, W.E. 1951. *Reconnaissance Soil Survey of Liberia*. (Map scale 1:3,300,000). Agric. Inf. Bull. 66, USDA, Washington, D.C.
- Roose, E., and M. Chéreau. 1966. Les sols du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, Série Pédol.* IV(2): 51-92.
- Segalen, P. 1967. Les sols et la géomorphologie du Cameroun. *Cah. ORSTOM, Série Pédol.* V(2): 137-188.
- Sivakumar, M.V.K., and F. Gnoumou. 1987. *Agroclimatology of West Africa : Burkina Faso*. Information Bulletin 23. ICRISAT, India.
- Sivakumar, M.V.K., M. Konate, and S.M. Virmani. 1984. *Agroclimatology of West Africa : Mali*. Information Bulletin 19. ICRISAT, India.
- Sivarajasingham, S. 1968. *Soil and Land Use Survey in the Eastern Province, Sierra Leone*. (Map scale 1:200,000). FAO TA 2684, Rome, Italy.
- Smith, G.K. 1962. *Report on Soil and Agricultural Survey of Sene-Obosum River Basins, Ghana*. (Map scale 1:800,000). USAID, Washington, D.C., USA.
- Smyth, A.J., and R.F. Montgomery. 1962. *Soils and Land Use in Central Western Nigeria*. (Map scale 1:250,000). Min. of Agric. and Nat. Res., Ibadan, Nigeria.
- Somasiri, S., R.L. Tinsley, C.R. Panabokke, and F.R. Moormann. 1978. Evaluation of Rice Lands in Mid-Country Kandi District, Sri Lanka. In: *Soil Resource Inventory and Development Planning*. pp. 97-122. Proc. on a Workshop held at Cornell University, USA.
- Sombrock, W.G., and I.S. Zonneveld. 1971. *Ancient Dune Fields and Fluvial Deposits in the Rima-Sokoto River Basin (N.W. Nigeria)*. Soil Survey Paper 5, STIBOKA, Wageningen, The Netherlands.
- Sow, N.A. 1981. *Range Inventory and Evaluation for Domestic Livestock and Wildlife : Case-study in Mali, around Dyoumara (Kaarta)*. ITC, Enschede, The Netherlands.
- Stern, R.O., M.D. Dennett, and D.J. Garbutt. 1981. The Starts of the Rains in West Africa. *J. of Climat.* 1: 59-68.
- Sutcliffe, J.V., and B.S. Piper. 1986. Water Balance in Guinea and Togo-Benin. *Hydrol. Contin.* 1(1): 51-61.
- Teissier, J. 1974. Terroir de Mogtiélo (Haute-Volta). Etude morpho-pédologique en vue de la mise en valeur des terres. *Agron. Trop.* 29(2-3): 312-363.
- Thomas, M.F. 1974. *Tropical Geomorphology : A Study of Weathering and Land Form Development in Warm Climates*. MacMillan Press, London, England.
- USAID & FAC. 1978. *Resource Inventory of North Cameroon*. (Land system map at scale 1:1,000,000). Washington, D.C.
- Vallerie, M. 1971. *La carte pédologique du Cameroun occidental au 1:1,000,000*. Not. Expl. 29, ORSTOM, Paris, France.
- Vallee, G., and H.H. Vuong. 1978. Floating Rice in Mali. In: *Rice in Africa*. pp. 243-248. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.). Acad. Press, New York, San Francisco, London.
- Vatleon, A.P. 1979. *Evaluation of a Rice Farming Project in Alikulia, Sierra Leone, W. Africa*. Research Report, Inst. of Cult. and Soc. Stud., Leyden State Univ., The Netherlands.
- Veldkamp, W.J. 1980. *Soil Survey and Land Evaluation in the Mano River Union Area, E. Sierra Leone and W. Liberia*. (Various small-scale maps). Mano River Union Project, Freetown, Sierra Leone.
- Vernon, R.D., and L. Barry. 1979. *Essays on the Economic Anthropology of Liberia and Sierra Leone*. Philadelphia Inst. for Liberian Stud., USA.
- Volkhoff, B., and P. Willaime. 1963. *La carte des sols de la République du Dahomey*. (Map scale 1:1,000,000). Not. Expl., ORSTOM, Paris, France.
- Vuure, W. van, and R. Miedema. 1973. *Soil Survey of the Makeni Area, Northern Province, Sierra Leone*. (Semi-detailed soil association maps at scales 1:50,000, 1:25,000 and 1:5,000). Njala Univ. Coll., Sierra Leone.
- Wade, R. 1979. The Social Response to Irrigation : An Indian Case Study. *J. Dev. Stud.* 16(1): 3-26.
- WARDA. 1981. Rice Development in West Africa. *The Courier* 66, (March/April): 70-72.
- WARDA/ADRAO. 1979. *La politique rizicole en Sierra Leone*. ADRAO/SD/79/8 Rice Development Strategies, WARDA, Monrovia, Liberia.
- Weintraub, L. 1973. *Introducing Agricultural Change : The Inland Valley Swamp Rice Scheme in Sierra Leone*. Unpublished thesis Univ. of Wisconsin, Madison, U.S.A.

- Westphal, E. 1981. *L'Agriculture autochtone au Cameroun. Les techniques culturales, les séquences de culture, les plantes alimentaires et leur consommation*. Misc. Papers 20, Agri. Univ. Wageningen. Vecuman & Zonen, Wageningen, The Netherlands.
- Whittaker, V.A. 1971. *The Economics of Mechanical Cultivation of Rice Lands in Sierra Leone*. Univ. Microfilm Int., Ann Arbor, Michigan, U.S.A.
- Winch, F.E., and C.D. Kivunja. 1978. Relative Importance of Rice in Tropical Africa and the Need to Increase the Farm Level Economic Data Base. In: *Rice in Africa*. pp. 75-98. I.W. Buddenhagen and G.J. Persley (Eds.), Acad. Press, London, England.
- Yoshida, S.M. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. IRRI, Los Baños, The Philippines.

## A I C A F 翻 訳 叢 書 シ リ ー ズ

No. 1	ザイール	1990年10月
* Na 2	中国農業の現状と展望	1990年12月
* Na 3	A P O 農業環境アセスメントセミナー	1990年12月
* Na 4	開発プログラムの持続性 — 援助側経験の概説 —	1991年 3 月
* Na 5	ナイジェリア農業の成長戦略	1991年 8 月
* Na 6	中華人民共和国国民経済・社会発展10年計画及び 第8次5ヵ年計画綱要	1991年 9 月
* Na 7	ソ連農業の現状と展望	1991年11月
* Na 8	中国の農業及び貿易の現状と展望	1992年 3 月
* Na 9	タイ国第7次国家社会経済開発計画（1992～1996）期間 における農業開発ガイドライン（仮訳）	1992年 3 月
* Na.10	女性と農村開発 — 指導原理 —	1991年12月
Na.11	旧ソ連の農業及び貿易の現状と展望	1992年 9 月
Na.12	ソ連の農業・食料システムと農産物貿易 — 改革の見通し —	1992年12月
* Na.13	中国の農業及び貿易の現状と展望	1993年 2 月
* Na.14	日射エネルギーと植物生産力	1993年 5 月
* Na.15	中央アジア5ヵ国の経済動向	1993年 5 月
Na.16	東・中欧における農業の移行と非集団化	1993年 9 月
Na.17	旧ソ連10ヵ国の経済動向	1993年12月
Na.18	中国の農業及び貿易の現状と展望	1993年12月
Na.19	旧ソ連の農業及び貿易の現状と展望	1993年12月
Na.20	国連開発計画 人的開発と持続的農業	1994年 2 月
Na.21	世界銀行 農業部門概観	1994年 2 月
Na.22	西アフリカの内陸小低地：稲生育環境の農業生態学的特性	1994年 2 月

\* : 在庫なし

翻訳叢所No. 22

西アフリカの内陸小低地－稲生育環境の農業生態学的特性

---

1994年2月発行

編集 社団法人 国際農林業協力協会  
発行 〒102 東京都千代田区一番町19番地  
全国農業共済会館

TEL. (03) 3263-7377 (代)

FAX. (03) 3234-5137

TELEX. J 28412 AICAF

印刷所 株式会社 創造社

---