

No. 22

セネガル共和国

農業実証調査

最終報告書

主報告書

平成3年2月

国際協力事業団

農計技

JR

91-03

セネガル共和国

農業実証調査

最終報告書

主報告書

JICA LIBRARY



1090407(6)

22346

平成3年2月

国際協力事業団

国際協力事業団

22346

序 文

日本国政府は、セネガル国政府の要請に基づき、同国のセネガル川流域における農業実証調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1986年6月から1988年5月までの間に、太陽コンサルタンツ株式会社 望月由三氏を団長とし、同社、中央開発株式会社、日本技研株式会社及び北海道開発コンサルタント株式会社から構成される調査団を2回にわたり、また、1988年6月から1990年12月までの間に、太陽コンサルタンツ株式会社 林健一氏を団長とする調査団を4回にわたって現地に派遣した。

調査団は、セネガル国政府関係者と協議を行うとともに、現地試験及び現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

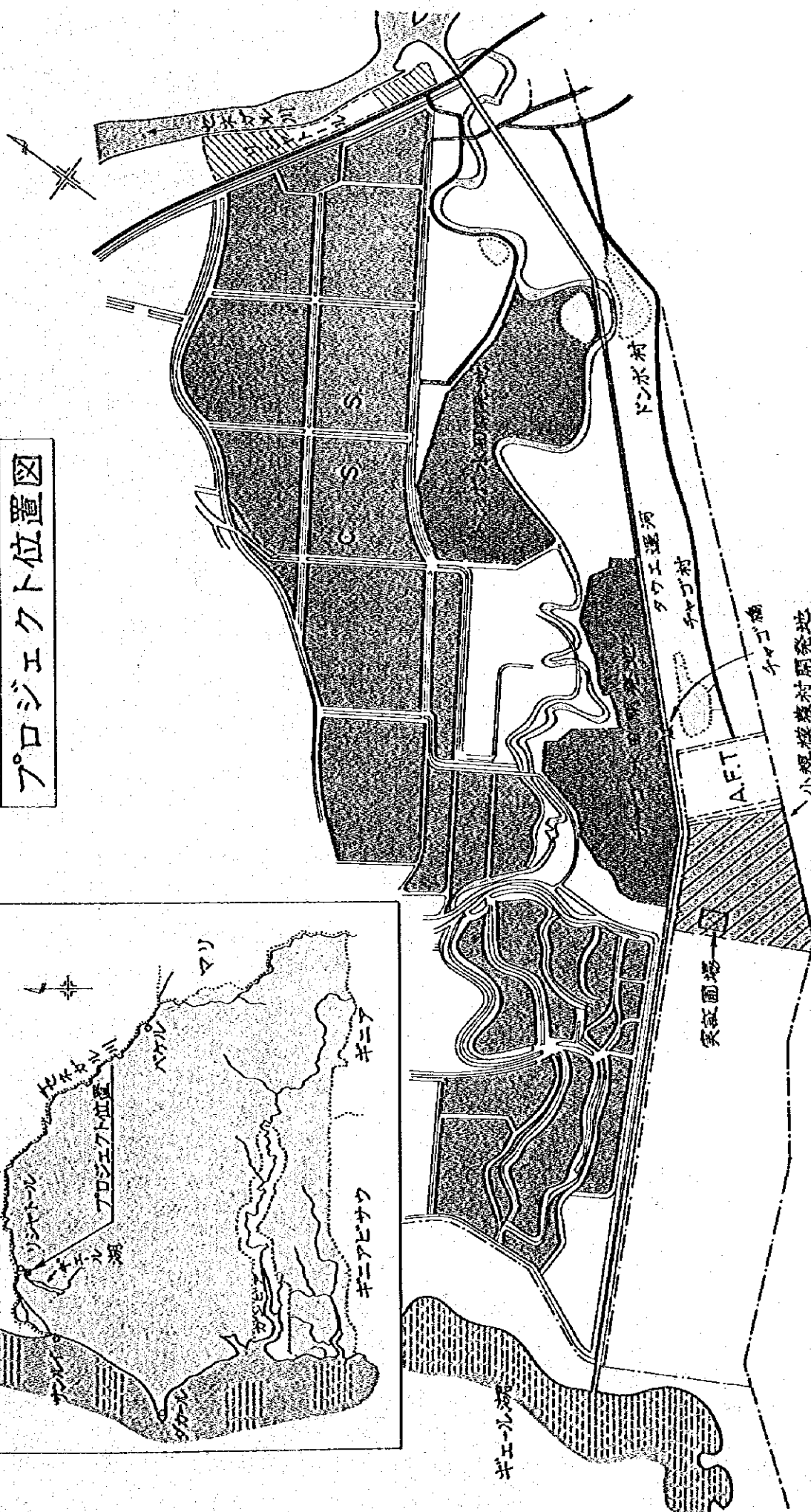
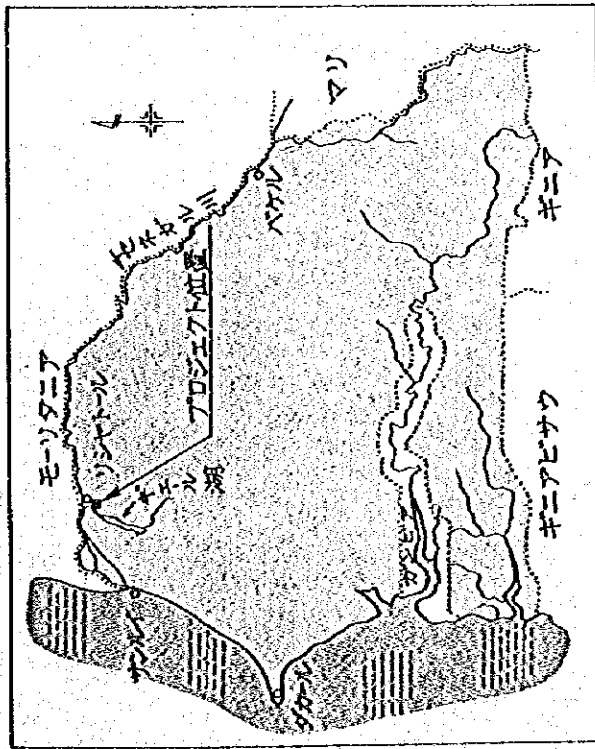
本報告書が、セネガル国における農業の発展に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

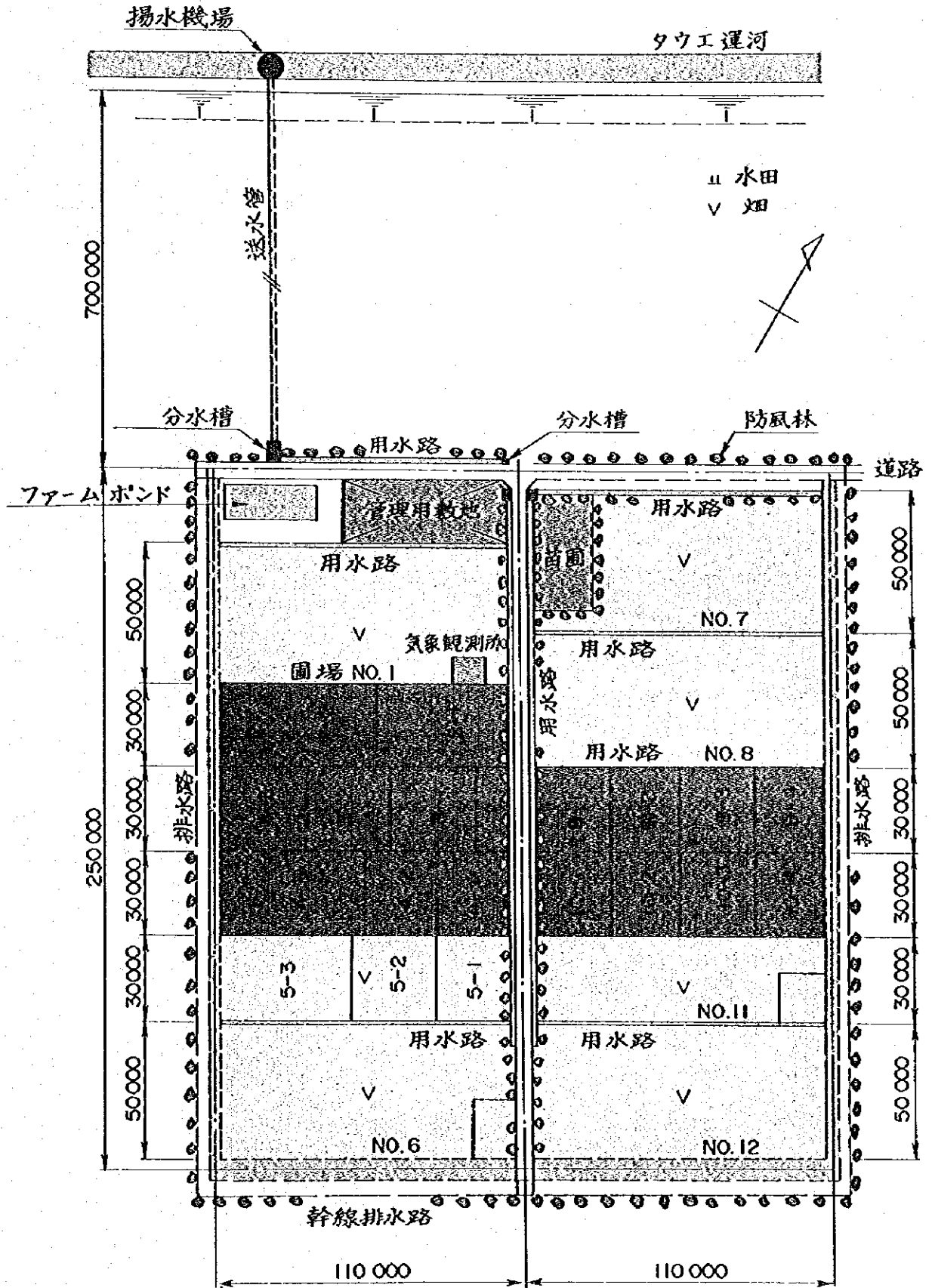
平成 3 年 2 月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

プロジェクト位置図



実証圃場配置図



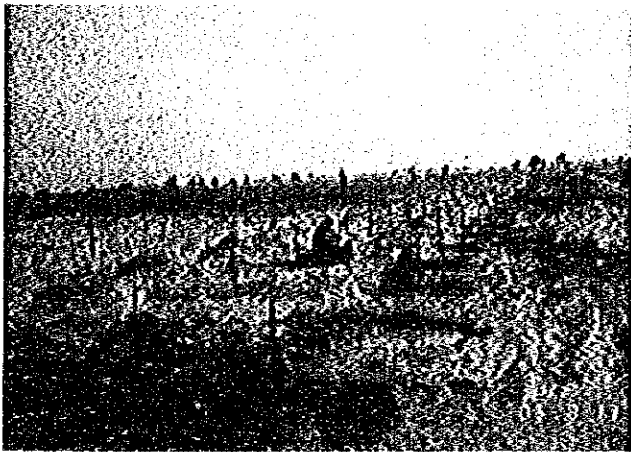
実証圃場の4年間



1986年 実証圃場造成



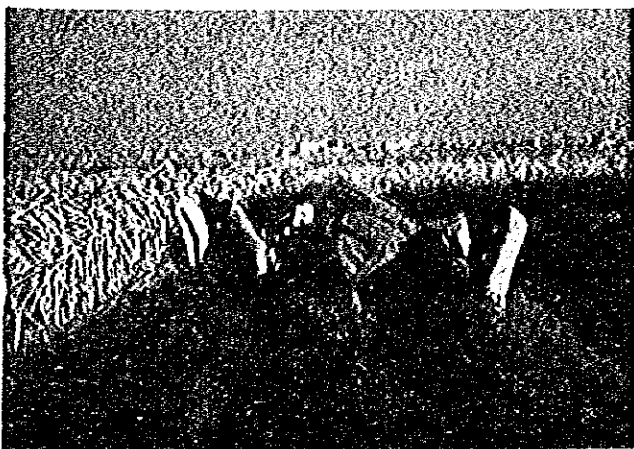
1986年 ファームポンド造成



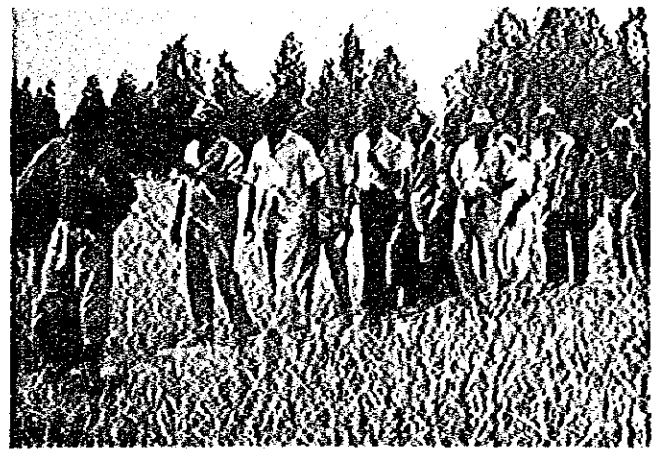
1986年 防風林の植栽



1986年 実証試験開始
(スイカの直播き)



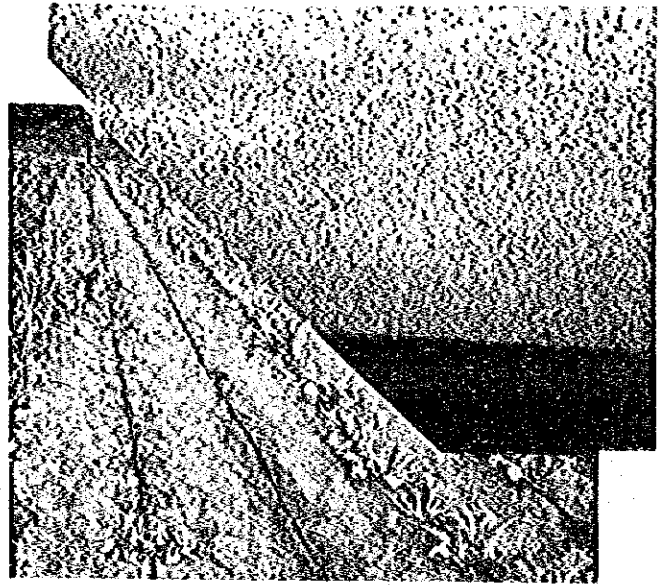
1987年 初めてのトマト収穫



1988年 農村開発大臣視察



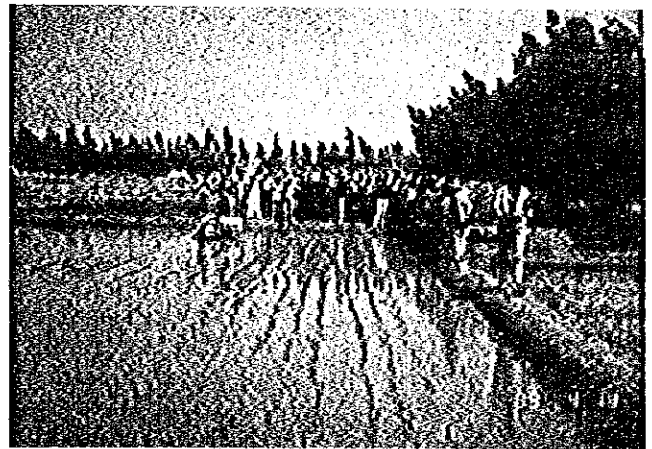
1987年 実証試験
(稲栽植密度)



1988年 バッタの襲来と野菜の被害状況



1989年 在セネガル日本大使視察



1989年 田植機のデモンストレーション

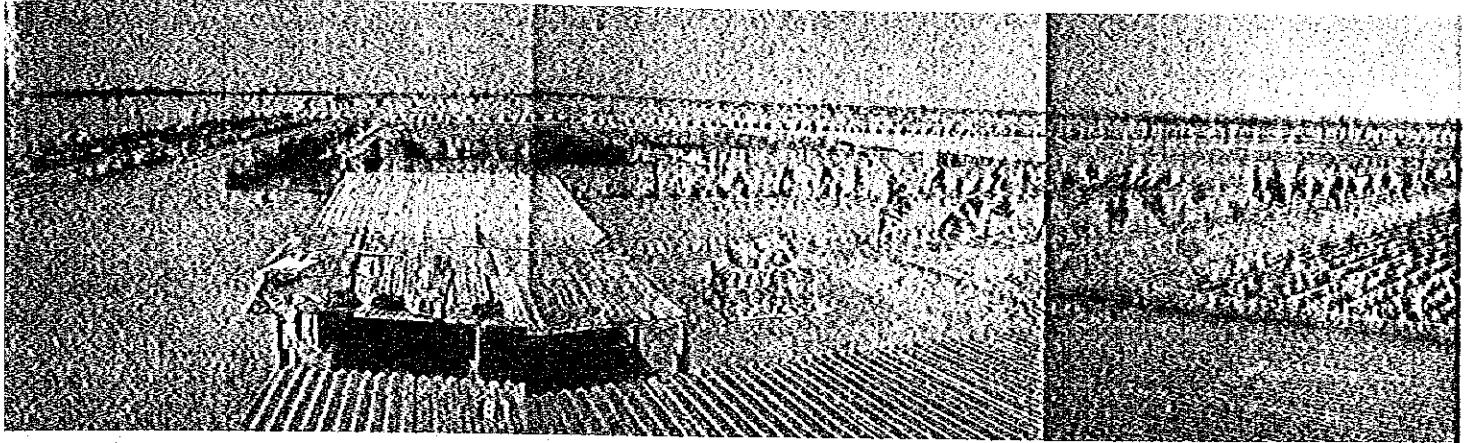


1990年 帰国前 実証農場スタッフ全員

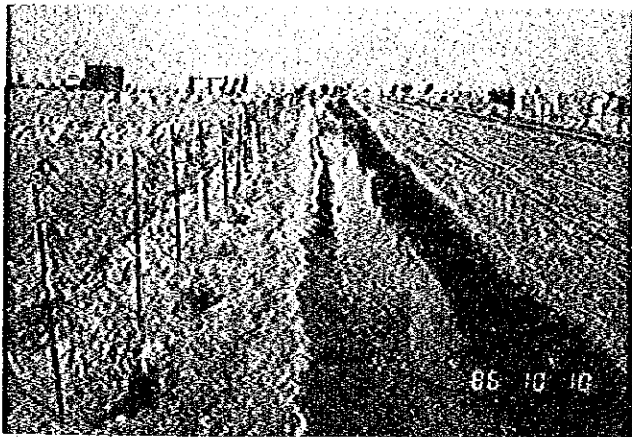


1990年 農村開発水利大臣へ帰国報告

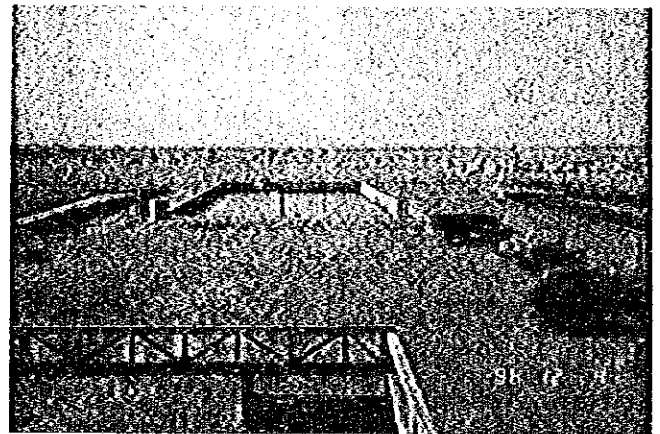
実証圃場初年度 (1986/87年)



実証圃場全景



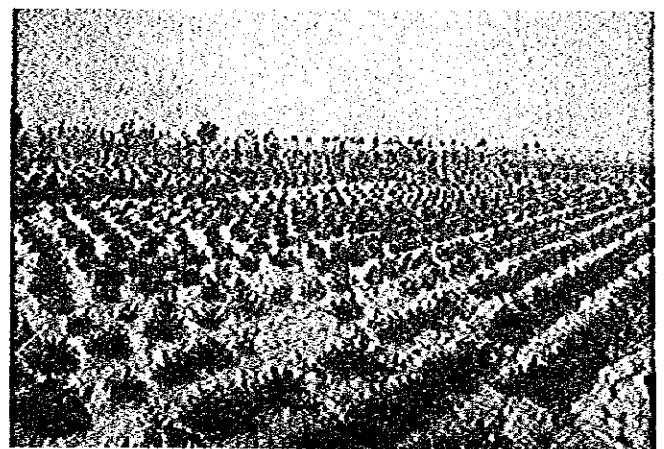
圃場内主水路と防風林植栽



ファームポンド

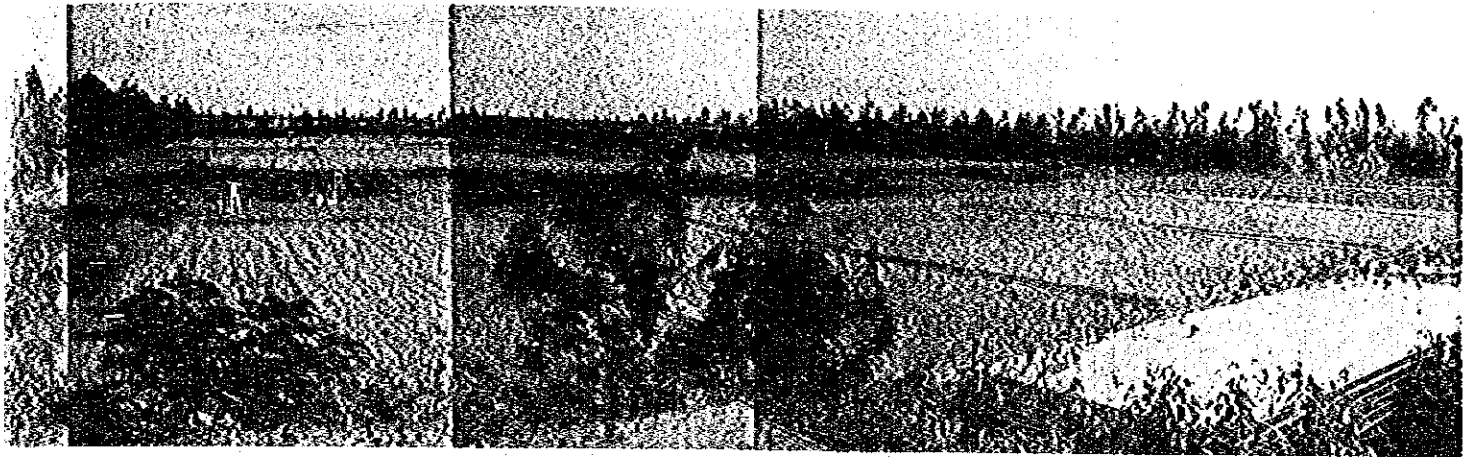


植栽もない防風林



実証試験
(落花生栽培)

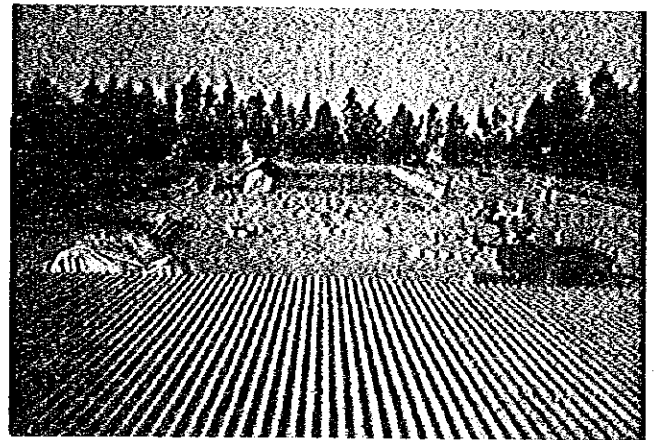
実証圃場最終年度 (1989/90年)



実証圃場全景



圃場内主水路と防風林



ファームポンド



植栽4年目の防風林



実証試験
(馬鈴しょ栽培)

略 語

CER	Centre d'Expansion Rural Polyvalent	農業普及センター
CNAPTI	Centre Nationale d'Application et de Perfectionnement aux Techniques d'Irrigation	普及員研修センター
CNCAS	Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal	セネガル農業金融公庫
CPSP	Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix	価格調整安定基金
CSS	Compagnie Sucrière Sénégalaise	セネガル製糖会社
GIE	Groupement d'Intérêt Economique	経済利益集団
GP	Groupement des Producteurs	生産者グループ
IRAF	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières	熱帯農業・食料作物研究所 (フランス)
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques	セネガル国立農業研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers	青年海外協力隊
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal	セネガル川開発機構
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer	海外科学技術研究所 (フランス)
PIV	Périmètre Irrigué Villageois	村落付設開発地
SAED	Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Fatémé	セネガル川流域開発整備公社
SDRS	Société de Développement Rizicole du Sénégal	セネガル国営稲作公社

SNFI	Société Nationale de Tomate Industrielle	トマト産業会社
SOCAS	Société des Conserves Alimentaires du Sénégal	セネガル缶詰会社
SV	Section Villageoise de Coopérative	農村地区農協
WARDA (ADRAO)	West African Rice Development Association	西アフリカ稲作研究機構

報告要旨

I. 背景と経過

1. 西アフリカの開発問題

(1) 西アフリカ地域では、その独特の地形の関係からほぼ緯度線に平行して降水量の異なる気候帯が帯状に配列している。北からサハラ、サヘル、スーダン、ギニア帯と称され、それらの中間帯を入れて幾つかの気候帯ないしは生態地帯に区分される。このうちサヘル帯が天水耕作の耕境地帯に相当し、1968～73年及び1983～84年の早魃に際しては、食料不足、家畜の減少、商品作物の減産を伴い、農村部ばかりでなく、関係各国の経済に深刻な打撃を与え、サヘル諸国ばかりでなく先進諸国も結集して緊急及び恒久対策を講じることとなった。

(2) このサヘル問題は人口扶養力と人口との均衡が早魃によって破れることによって生ずるもので、第2次大戦後の人口の急増にも一因がある。現在人口が既に扶養力を超過し、且つ耕境に位置しているサヘロ・スーダン帯（降水 350～600mm）では森林の過伐等を伴い、沙漠化への道を辿ることになる。これに対しては、一方では人口計画を開始すると共に、超過人口を稀薄なスーダン・ギニア帯に植民させ、他方扶養力を増加させるため、当面は速効的な農業の改善、灌がい農業については既開発地のリハビリテーションに力点を置き、効果の発現の遅い新規開発はその後にを行うこととして諸提案がなされている。

(3) しかし、西アフリカ諸国はそれぞれサヘル帯との係わりを異にしている。セネガル国とブルキナは北端がサヘルで南はスーダン・ギニア帯に及び、モーリタニアとニジェールはその逆で、南端がサヘルで北はサハラとなり、マリとチャドは各気候帯を包含している。従って、国によって早魃の影響は異なり、最南部の穀倉が打撃を受けるモーリタニアやニジェールでは最早上述の如き対策は樹て難い。幸いにして西アフリカのサヘル諸国は夫々河川や湖沼に関係しており、その上灌がい農業の人口扶養力は極めて高い。問題は資本投下が大で、懐妊期間が長く、その上予期し

た効果を挙げ得ない灌がい農業の状況を如何にすれば改善できるかということである。OECDのDAC 委員会がサヘル対策のために設置したサヘルクラブの一員として、我が国が灌がい農業の問題に着目し、長年に亘る灌がい農業に関する技術蓄積を携え、セネガル国の関係機関との協働の下で、サヘルに所在するセネガル川流域で農業実証調査を行うことは有意義なことであろう。

2. 農業実証調査の課題と経過

(1) 1968～73年のサヘルの大旱魃の後、日本国はセネガルに対し1977年に水産業に対する無償協力を開始したのを嚆矢として、地方水道、職業訓練、道路、医療、更に食糧、農機、肥料農業等の無償援助を行ってきた。その後、1983年からは再び広汎な大旱魃が発生し、国際的協力の気運が益々高まり、日本国は1984年10月以降、農業面での協力プロジェクトの形成のため、数次に亘って調査団をセネガル国に派遣した。その結果、1985年11月、セネガル川流域のチャゴ・ギエール地区において「小規模農村開発計画及び農業実証実施調査」を行うことで両国間の合意が成立した。

(2) この調査は1986年1～5月に実施された。関連する諸調査によって、セネガル川流域では、1)今後農民的経営によって灌がい農業が展開すること、2)その際の耕作規模は3ha程度であること、3)流域の土壌の分布状況からみて、流域の位置によって異なるが、稲作と畑作とが複合して行われること、4)少なくとも二毛作以上の集約度で耕作が可能であること、5)ダカール等を市場とした生鮮野菜及び加工野菜による商品生産が可能であり、一方では稲作、他方では商品作物によって国の経済と農民の経済の両面を満足させ得ること、6)水利施設、水管理などは生産者集団によって自主的に運営管理されること、7)牧畜民の農耕への参入の気運が高く、灌がい耕地での飼料生産を配慮すべきこと等が明らかになった。

(3) かくして、小規模農村開発として、チャゴ村、テメエ村、及び近在のプル族2ヶ村の農民で構成するチャゴ農協の施設として、既存の300haの水田に150haの畑地（一部は水田）を加えて適正規模になる様に灌がい耕地を整備し、両開発地をつなぐための農道、集出荷施設、水利施設、農機、集会所等々を整備することを計画し

た。

他方、農業実証調査については、既存の成果を基にして、主に1年2作の栽培技術や灌がい技術を検証するため、小規模農村開発の造成耕地の一角に5.8haの農業実証圃場を設置することとし、調査期間中に用地を概成し、併せて現地4年、国内1年、合計5年間の調査を実施した。

(4) 農業実証調査の方針は、造成した実証圃場でのテスト、周辺の類地との比較、流域部での灌がい農業による実地調査、セネガル側の研究機関での諸成果等によって、1)稲作、畑穀作、野菜作、飼料作等を組み合わせ、安定高収の1年2作の栽培技術を追求すると同時に、2)これらの作付を最小の用水、労働力、農機等を用いて実現するための管理技術を明らかにし、3)更に経済生産を行うため集団による自主的、組織的運営方式を求め、4)最後にこの方式を適用し易い灌がい耕地の造成及び水利施設の在り方について一定の方向を見出すこととした。

(5) 実証調査は現地では4年計画とし、当初の2ヵ年は技術素材の検討、部分及び個別技術の検証に充て、後半の2ヵ年で作付体系の検証を試み、この間現地試験、現地調査、文献調査等を交えて資料の収集を図り、第5年目に前項の方針に基づいて第4年までの成果を総括、整理して技術モデルを作成し、このモデルについて現地の研究、普及関係者及び農民代表と検討を行い、適用に当たって充足すべき事項、今後更にセネガル側において検討すべき事項を加えて報告書を作成することとした。

(6) 勿論、実証調査の経過は坦々としたものではなく、当初はサヘルの自然条件は予想以上に厳しく、多くの試行錯誤を繰り返しつつ進行し、漸く作付体系の検証に入った第3年(1988年)には飛蝗の大群に襲われて実証項目の一部の中断を余儀なくされ、第4年(1989年)の7月には調査団の副団長の永井政雄が急病で斃れ、貴重な人材を失ったことは極めて残念であった。

セネガル側のカウンターパート機関ISRAやSAEDとの協働関係は、初期は物理的距離や言葉の障害のため必ずしも十分でなかったが、実証調査の進行と共に次第に密接となり、正規のカウンターパートによる連携以外に専門分野毎にパートナーを設定し、日常の連携についても強化を図ることができた。

幸いにして、実証圃場で雇用した現地の要員は時間の経過と共に業務に習熟し、周辺の農民は実証調査の意義を良く理解し、現地活動の4年間は1件の盗難事故もなく経過し、必ずしも十分ではないが、ほぼ所期の目的を達することができた。

3. セネガル川流域の農業

(1) 農業実証調査の背景となったセネガル国は、総面積 196,722km²、地形は概して平坦で、主な河川は、ギニアに源を發しマリを経てセネガル川がモーリタニアとの国境線となって大西洋に入り、南部には国内東部を起点とするカザマンス川が西流し、その北側を平行してガンビア川が走るが、その兩岸はガンビア国としてセネガルに買入している。地質は比較的新しく、中生代及び第3紀の堆積物である砂岩、泥灰岩、石灰岩等が基層をなし、表層は内陸では第4紀の砂丘砂層、セネガル川流域では第4紀の沖積層となる。このため、土壤は概して砂質で、東南部では微細土を失って礫質土となるが、セネガル川流域では砂質、壤土質及び埴土質土壤が交錯して分布している。

緯度は北緯12度から16度半にわたり、亜熱帯から熱帯の気温を示すが、降水はほぼ緯度線に平行して等雨量線 (Isohyete) が走り、北部では 300mm、南部では1000mm以上となり、北部はサヘル、中央はスーダン、南部は既にギニア帯に属するものもみられる。

(2) セネガルは1960年に独立し、現在の総人口は 688.2万、人口密度は35人/km²、年増加率は 2.9%である。人口の22%は首都ダカール及びその周辺に集中している。行政区は10州に分かれるが、このうち北部のサンルイとルガをサヘル帯、南部のジガンシヨル、コルダ、タンバクンダの南半をギニア帯、残りの5州とタンバクンダの北半をスーダン帯としてみれば、サヘル帯の人口密度は16人、ギニア帯は20人、スーダン帯は70人となるが、首都圏を除けば47人である。概してサヘル帯では牛を持たない農耕種族、スーダン帯では牛を伴った農耕種族、ギニア帯は耐病性の小型の牛を持つ農耕種族が居住し、牧畜種族はサヘルでは移牧形態をとるが、スーダンやギニア帯では定着型の農耕・畜産に変る。

(3) 農作物はサヘル帯では耐旱性の高いニエベととうもろこしを天水で耕作し、セネガル川流域では洪水退水後にソルガムが作付けられる。スーダン帯は落花生盆地ともいわれ、商品作物である落花生と自給用のミレットに特化している。ギニア帯は作物は多様化し、天水稲作が谷間の低地やマングローブの背後の低湿地等で行われる。この他、ダカールからサンレイ市に至る海岸地帯は、海洋の影響を受けて気温が若干低くなり、旧砂丘の間の窪地に井戸水を得て野菜生産地帯を形成している。

農地の保有は国有であるが、主要農業地域毎に開発公社や研究機関を配置して技術開発、技術普及、農地の開発改良に当たらせると共に農業金融公庫を要所に配備し、種子の増殖配布系統を整え、農民には農村協同組合法を整備して組織化を促すと共に、小人数（3人以上）の生産者集団にも公的金融への道を開くなどの措置が講じられている。

(4) 前世紀末に始まった落花生の栽培はこの国の基幹産業として輸出額の過半を占め、経済を支え、第2次大戦中に開始された搾油工業により雇用の場の拡大も図られた。しかし、独立後は1968年に15~20%といわれたフランスの輸入助成金が打ち切られ、その後の国際市場での価格の下落で痛手を蒙ると共に、1968~73年及び1983~84年のサヘルの大旱魃、1973年と78年の再度にわたる石油危機、その上独立後経営的に破綻しつつあった多くの企業の国有化により国の財政は窮迫する事態となり、都市人口の急増、失業者の増大を含め複合的なサヘル問題の様相を呈するに至っている。かくして近年は穀類の輸入額に対する落花生及びその加工品の輸出額の割合は1985年が71%、86年が95%、87年が146%と好天に恵まれて改善され穀類の減少を補うに至っているが、落花生の全輸出に占める割合は10%程度を低迷し、輸出用の商品作物としての地位は低下したままである。

(5) セネガルでは早くからセネガル川の水資源に着目し、第2次世界大戦の始まった1940年には中流域のGuédéで揚水による灌がい稲作を試行すると共に、デルタ域を中心にして落花生の拡大によって生ずる穀類の不足分を埋め、且つ仏領印度支那からの米の輸入の途絶（年6万t）を補うため、1945年頃から本格的な開発が進められた。当初はデルタ域や下流域に集中し、1970年代には最上流のバケル地区に及ん

だ。技術的には堤防を築設し、天水と洪水を利用しポンプで揚水を補給するものから完全灌がい狙ったものまであり、経営的には国営及び集団農場から村落付設の開発地など多様な方式での開発が進められた。この間、かつての国営稲作公社は1972年に製糖企業のCSSに移管され、二つのトマト加工企業の出現でトマト作が可能となるなど、多様化の様相をみせつつある。

(6) 1972年にはセネガル川に関係するモーリタニアとマリとの3国での国際開発機構のOMVSを結成し、セネガル川の河口を堰き止めて海水の遡上を阻止すると共に、上流のマリ領内に貯水ダムを築設して110億m³を貯水して流域の農業開発を促し、上流のダムでは80万KWの発電を行って地元マリの鉱産物の精錬に充て、定量の放水によって水運を可能にして内陸国マリに海洋への出口を与えようという多目的な計画である。これによる灌がい可能面積は37.5万ha、そのうちセネガル分は24.5万haである。既に河口堰は1986年、貯水ダムは1988年に完成し、現在は人工洪水によって中流域までの洪水跡農業用地に冠水を起こさせて洪水農業を継続させ、それ以外の予定地の灌がい耕地化を俟って全面的な灌がい耕地化を終了させる予定である。従って、現在は灌がい農業のための水源開発は終了し、あとは3国の努力による農地開発を待つばかりの状況にある。

(7) このため、セネガル政府はセネガル川の農業開発を国の社会開発計画の中で優先的に取扱い、1983年に新農業政策を施行する以前の1980年から、大統領府の統轄する省間委員会において開発計画を立案し、3年毎に開発担当機関のSAEDに業務指示書を示して開発業務の的確な推進を図り、現在既に第4次指示書の業務段階にある。指示書では開発は出来るだけ政府の介入を少なくし、民間努力の活性化を促す考え方の下で、既開発地のリハビリを優先しつつ新規開発も年4,000haのペースで進行させ、紀元2000年には食料自給率80%を達成するための責任の大部分をセネガル川流域が負うこととし、組織体制、要員の配置、予算規模も示している。なお、1990年の流域の灌がい耕地の造成面積はCSSを含めて約4万haである。

(8) しかしながら、開発の進行過程での実績は関係機関の努力にも拘らず必ずしも満足し得るものでなく、例えば、毎年の開発面積は計画量に達しないばかりか、造成

後の利用については造成地当たりの作付面積は83%、整備終了地当たりでは103%でほぼ1年1作の段階にとどまり、2000年に200%という願望には程遠い状態である。業務指示書でもこの点を特に指摘し、技術開発の必要性を強調している。

4. 技術開発の方向と方策

(1) セネガルでは灌がい農業のための技術開発のため、1945年にリシャトールにIRATの研究施設を設置し、稲作、甘蔗、その他の穀類について研究を行い、セネガル国に移管してISRAでも継続され、1983年にその拠点をサンルイに移している。他方、西アフリカ一帯の稲作について研究を行う国際機関の西アフリカ稲作研究所(WARDA)は、陸稲はコートジボワール、マングローブ稲作はシエラレオーネ、灌がい稲作はセネガルのリシャトール(1976年)に拠点を設けて品種及び栽培について研究を進め、その後ISRAと共にサンルイに拠点を移している。この地域での灌がい農業に関する研究は既に企業化された甘蔗は中止しているが、稲作は品種がWARDA、栽培はISRAの分担であり、その他の食糧作物ではとうもろこしについて試験を再開し、この他、飼料作物、野菜、果樹及び農耕システム、市場、経済等の側面からの研究を行うこととなっているが、研究員の総数は1990年には僅か17名に過ぎない。

(2) 他方、灌がい農業技術の普及はSAEDの担当で、灌がい耕地500ha当たり1人の割合で普及員が配置されている。1980年までは稲作に関し、口頭で伝達するだけであったが、その後、その他の作物や家畜にも分野を拡げ、しかも実地に指導できるように研修を行っている。また今後の開発地の農民の自主的運営にとって必要なポンプ及びトラクターの操作に要する技術については、1988年にダガナ地区について農民研修を開始し、順次中上流域のポドール、マタム、バケル地区に拡げる予定となっている。

(3) 灌がいの農業生産上の効果は自明である。特にセネガル川流域のような寡雨のサヘル地帯では効果は大である。しかし、サヘル地帯にはそれなりの伝統的な生産様式があり、その上に築かれた社会の構造や文化がある。これを無視して強引な誘導を図ればカルチャーショックを起こす。これは過去の開発の経過に照らしても明ら

かである。既に実施中の如く、出来るだけ農民の判断に委ねて経験を積み重ねさせ、最大の収益を求めて努力させることが重要で、それによって灌がい開発は促進され、最良の形態が生れて来るはずである。政策はそれを可能にする制度を用意し、研究は農民が自由に採択できる技術を開発して、必要に備えて置くことが肝要である。

(4) 伝統的な天水及び洪水跡地農業では、一定のルールで定められた用地で、大家族単位で個別的に生産が営まれていた。しかし、灌がい農業は、これを経済的に行うには揚水、配水、水路の維持管理、農機等の利用の面で共同化が必要であり、共同化の下では作物や作業時期の統一等の強制が不可避となる。この流域での灌がい農業の社会体制は、国営や集団農場方式、入植方式等の試行錯誤を経て、村の社会機能を利用した村落開発地 (PIV)、更に生産者集団 (GP) へと落ち着きつつある。約10年のGPによる灌がい農業の経験では、開発地及び共同機械等の保守管理面では成功しているが、生産面では必ずしも灌がいの利点が活かされていない。土地利用率は1年1作の段階で低迷し、作物は多様化されず、稲作の収量の点で若干上昇傾向がみられるだけである。問題は、一方では灌がい農業及び集団体制の利点を生かし、他方では集団体制による制約を出来るだけ少なくし、個々の農民の選択の幅を拡げ、農民の能力が十分に発揮できるような開発技術を用意することである。

(5) 農業における灌がいの機能として次の4つのことが挙げられる。

- ① 用水の補給機能
- ② 作物の作期の制御機能
- ③ 農地の地表の微気候の緩和機能
- ④ 土壌の軟化機能

通常は作物栽培の天水による用水不足を補い、安定高収を確保するが、その補給量の如何によって新たな作物の導入を可能にする。これが第1の機能である。セネガル川の如く、水源開発によって周年水源が確保され、しかも常時ポンプで揚水できることになれば、灌がいを前提にして作物、作期、集約度等を操作できる(第2の機能)。更に、水稻は洪水栽培を行うことによって地表面の温度が和らげられ高温の暑熱乾期でも栽培可能であるが、畑作は畦間灌がいでも困難が多い(第3の機能)。最後に事前灌水によって硬い土壌は軟化し、低馬力の機械でも耕耘が可能と

なる（第4の機能）。

- (6) このような灌がいの利点に着目し、1)まず、土地利用段階で農業生産をどの程度高め得るか、その可能性とそれに要する技術を確かめ、2)次いで、そうした生産を生産者集団体制の中で行うに当たって、どのような障害を生じ制約を蒙むるかを検討し、3)最後に、その障害を除去し、或いは制約を緩和する方途について検討する必要がある。本実証調査では実験的手法で確かめ得る1)の事項に重点を置き、2)及び3)は実例や現場での経験等の解析によって推論的に立証することとする。勿論、この実証調査は短期間のものであり、如何にセネガル側との協働作業によったとしても取扱う部面や程度には限度があり、多くの関連する問題を今後に残しつつ、主要な筋道を追い、一応の結論に到達することを目標とせざるを得ない。

II 作物生産技術

1. 作付方式

(1) 灌がいを前提にすればセネガル川流域ではその気候条件に適合するあらゆる作物が作付可能である。しかし、速い開発効果を期待するならば既に実行中で好成績を挙げている作物を優先し、次いで作付していなくても流域の農民の視野にあるものを採用し、未知の作物等は研究開発を待つのが順当であろう。これらの作物を灌がい耕地で作付ける場合は、莫大な投資を償うため水源の許す限り集約的な利用を行うのが当然であるが、その場合、次の5つの側面からの検討が必要である。

- ① 作物の作期……作物と栽培適期との関係
- ② 土壌の種類……作物及び栽培法と土壌との関係
- ③ 作物の輪作……特に連作障害や地力維持
- ④ 作物の収益性……目標収益のための作物の結合
- ⑤ 労働力配分……一定の労働力による作物の結合

この他、鳥獣病虫害等による危険の回避や分散のため、特定の作期に抵抗性の強い作物を配する場合も生じ、更に風蝕から保全するため休閑を避けて何らかの植被を行い、有畜農業であれば飼料平衡を配慮して飼料作物の導入も必要である。

(2) 水稲の2期作は重粘土壌の多いデルタや下流地域で可能性の高い作付方式である。冷乾期には適品種は見出せず、最適の方式は前作はIKPを用いて2月中旬播種、6月下旬収穫（生育期間130日）、後作にはJAYAを用い、8月上旬播種、12月中旬収穫（130日）とみられる。これを円滑に行うには、前作の開始期が遅れないよう、後作との接合期が開かぬよう整地、収穫の機械化、収穫物調整作業の機械による合理化が肝要である。

(3) 雨期水稲—冷乾期畑作の形態は砂質のフォンデ土壌でも一部実行できようが、本来ならば稲2期作の行えるフォーホルルデで特に商品作物を望む場合に採用されるであろう。雨期水稲は7月下旬の播種で、IKPは120日後の10月中旬、JAYAは11月上旬の収穫となる。冷乾期のトマトの定植及びとうもろこしの播種は共に12月上旬

となり、前作との空きは約30日で忙しくなる。前と同様機械化による作業の促進が望まれる。但し、冷乾期は作畝、雨期の稲作はこれを崩す作業が加わるので、ホラルデ及びフォーホラルデは水稻2期作に純化する方が効率的とみられる。

- (4) 畑作物による二毛作は砂質のフォンデ及びディエリに適用するもので、このうちフォンデは河岸の自然堤防がこれに相当し、水源に近く且つ村落に近い利点がある。ディエリは流域の外縁に広く存在し、河川の蛇行の如何によっては水源に近く、且つ村落の所在するところである。

作期は、畑作物は暑熱乾期の酷暑に耐え難く、気温の若干下る雨期及び冷乾期を利用する他はない。市場の関係から端境期の雨期に出荷できる野菜の栽培が望まれるが、直射日光に露しての栽培は成功の確率が低く、大西洋岸のNiayes地方での栽培に譲るのが適当であろう。従って、冷乾期は主として野菜作を配し、病虫害の多い雨期には若干の降水を利用しつつ穀作や豆作に力点を置くのが賢明と思われる。しかしながら、試験に用いた天水作の耐乾性の穀類や豆類の品種は必ずしも灌がいに対する反応が高くなく、今後灌がいに適した品種の探索が必要である。

なお、畑作については連作障害を避けるため輪作に配慮すると共に、労力を節約するため、前作と後作の畝の仕立を同一の規格とし、雨期作は冷乾期の畝をそのまま利用することも必要となる。

- (5) なお、1年2作に組み込まれる稲作の場合は、移植法を適用すれば、前後作の接合する期間を並び、且つ在圃期間の短縮による節水効果が期待できる。しかし、移植栽培を行うには育苗の技術を習得し、その上、炎天下での手植、それかといって機械植えとすればそのための育苗やより精密な整地を必要とする。紀元2000年の段階は流域での灌がい耕地の開発は未だ目標の半分程度で用水源としては余裕があるので、当面は省力的な直播法によって開発面積の利用を消化しつつ、他方では移植法に関し機械植えや機械除草を含めて開発技術を用意して2000年以後に備えるのが順当であろう。

2. 水稲作

- (1) セネガル川流域は正にサヘル帯を代表する位置にあり、上流域は 500～600mm程度の降水は期待できるが稲作にとっては二義的な水源でしかない。灌がいによって作付を計画する他はなく、降水は逆に補給するものとして灌がいを節約し、大量であれば余剰水として排除する他はない。その蒸発散量 (ETc) から計算した水稲作の要水量は雨期作で 5,000～6,000 m³/ha、暑乾期で 8,000 m³/ha 程度であり、水稲の生物生産量に対する収穫指数 (初生産量) を 50% とし、乾物当たりの必要水量を当てはめれば 6～8 t/ha の収量を挙げるのに十分である。

流域部の土壌は、ホルルデ、フォーホルルデ、フォンデ、ディエリという 4 種の地形に対応した土壌が分布し、粘土含量がホルルデは 50% 以上、フォーホルルデは 30～50%、フォンデは 10～30%、ディエリは 10% 以下とみなされている。不透水層の形成の如何にもよるが、概して、ホルルデとフォーホルルデは透水性が低く、水の経済の観点からは稲作の適地であるが、その耕作には比較的高馬力の農機を必要とする。

- (2) 稲作の適期は既に作付方式の箇所でもみた通りで、現在の品種の開発状況の下では暑乾期と雨期を中心とした 2 つの季節に限定される。両期共単収は大差ないが、要水量は暑乾期にかなり多くなる。水経済の観点からは 2 万 m³/ha 以上を要する土地での稲作は適当ではなく、集団による水管理も困難である。

用い得る品種は一般には IKP、JAYA の他に KSS が普及しており、このうち IKP と KSS は特性は類似しているが JAYA は若干生育期間が長い。収量は十分な管理の下では直播法でも 8～10 t/ha が達成可能とみられたが、一般でも 6 t/ha は到達可能とみられる。

- (3) 水田の耕起・整地を行うには事前灌水後に行うのが作業効率を高め且つ農機の磨耗や破損を防ぐ上でも望ましいことである。しかし、実際には集団による灌がいが煩雑となり、しかも共有機械との連動が必要となるために採用されていない。均平は直播法にとっては決定的な要素で、人力や専用機を用いることが望ましいが、当面はロータリ耕で行うのが適当である。

- (4) 播種量はIKP は85kg/ha、JAYAは 105kg/ha、いずれも 350～ 370粒/㎡を基準とし、厚播きを避け、種子は24時間浸種の芽出し種子を用いる。鳥害を避けるため湛水直播とし、水深を浅くして芽の伸長を助ける。播種後2～3週間後に落水し、除草剤を散布し、効果をみて再び湛水する。追肥に窒素の総量の40%を分けつ期と幼穂形成期に分施する。灌がいは深水を避け10cm程度が適当である。灌がいの間断日数は重粘土壌では約15日程度となる。防害虫の防除の対象はメイチュウであるが、実際の被害は軽微である。しかし、二期作が行われるとメイチュウの発生相が変わるのでその対策を今から考究して置く必要がある。その他、重要なものは収穫期の地鳥のquelea-quelea による被害である。
- (5) 収穫は出穂後35日位で、それ以上置いても収量は増加せず、水分は10%位まで低下し、脱粒が激しくなる。鳥害の面からも刈り遅れを避ける必要がある。

3. 畑穀作及び豆作

- (1) 灌がい栽培を行う畑穀作として最初に浮上するのはとうもろこしで、エジプトでは収量水準は平均 4.5t/haに達している。セネガル川流域では冷乾期の作付が多く、灌がい農業としての作付は 2,000ha程度である。実証の結果は暑乾期は見込みがなく、雨期作又は冷乾期作となる。奨励品種はEarly Thai、JDB、Synthetic C の3品種、雨期作の生育期間は95日前後であるが、冷乾期にはそれより20～30日或いはそれ以上も延びる。ISRAの成績ではEarly Thaiの場合、密植によって高収量を示し、5.5～7.0 万株/haで最高収量が得られる見込みであるが、実証圃場では冷乾期に 2.5万株/haの密度で既に 3.3t/haの収量の実績があり、更に密植することが考えられる。施肥については4～5 t/haの収量を挙げるのに窒素 100～150kg/ha の施用を要するという説があるが、今後その点の確認が必要である。
- (2) ソルガムはこの流域では洪水退水後の作物として栽培され約 9,000haの作付がある。ソルガムは短日で草丈が低くなり、10月以降の播種では収量は期待できない。従って、作期は当面は雨期となり、収量は 2.5～3.0t/ha程度で今後の品種開発や栽培面での改善が待たれる。

(3) 豆作のニエベは流域では主として天水作として 4,000ha程度が作付され、一部は洪水跡作のソルガムの間作として作られている。農家の自給食料で副食用である。適品種は現在育成中であるが、匍匐性のものと直立性のものがある。作期としては降水を利用した雨期作に適しているが、冷乾期でも栽培可能である。但し実証圃場では収量は 1.5~2.1t/ha 程度で今後の品種の開発と最適栽培法の確立が必要である。

(4) 落花生は天水栽培でも降水 400mmが下限といわれセネガル川流域は限界に近く、2,000ha程度が栽培されているのに過ぎない。天水栽培では作柄は不安定であるが、灌がい条件下では安定多収が期待でき、地力維持作物及び商品作物として他の細穀作との輪作に組み入れるのが賢明である。作期は降水を利用して雨期作とするのが水経済上有利である。セネガルで用いられている品種はいずれも天水作を前提とし、雨期の長短に合った品種が用意されているが、とりあえずこれらの品種を用い、3,000 m³の用水で約 3 t/ha程度の収穫を挙げることができ、水生産性も 1.0kg/1m³で比較的高くなっている。

4. 野菜及び地下作物・飼料作物

(1) セネガル川流域の可耕地はフォンデ、フォーホルデ、ホルルデの3種の土壌の構成は夫々1/3 ずつであり、この外縁に広大なディエリ土壌がある。野菜及び地下作物は概して砂質土壌に適し、その意味では適地が多く、農家は一方で水稲を中心とした穀作を行うことによって国策の食料自給の至上命令に答え、他方では適地で野菜等の商品作物を作り高収入を得ることによって、農家経済の自立を図り、出稼ぎへの依存から脱却することができる。

国内最大の市場ダカールからサンルイまで 300km、この間鉄道の便があり、リシャートルまで道路交通で 400km、ポドールまで 600km、最上流のバケルに至れば路程は長くなるが、再び中央を横断してダカールに至る鉄道を利用できる。少なくとも、リシャートルまではダカールの輸送圏農地帯圏内にあり、更にその上流でも貯蔵性が高く、輸送性のある作物が配置される可能性がある。

(2) 現在、この流域で最も普及している野菜はトマトである。サンルイの近くにSOCAS、ダガナの市内にSNTIの2つの加工会社があり、直営、契約等によって原料を確保し、その出回りの初期の市価の高い時は長駆してダカールに生鮮品として出荷されている。しかし、これらの加工場の周辺のデルタ及び下流域では、灌がい耕地は穀類生産のため重粘土だけが開発され、従ってトマトは必ずしも適しない重粘土での生産を余儀なくされ、しかも水稲との交代作で1年1作と土地利用率を下げる結果となっている。

トマト作は既に農家に定着しており、栽培面では部分的な改善の積み重ねが必要であるが、その要点の第1は出来るだけ水のかけひきの可能な砂質土を選択し、第2は健苗の育成に心掛け、第3は定植時の植え痛みを少なくすることである。

(3) トマトに次いで第2の可能性を持つのがたまねぎである。サンルイからダカールにかけての海岸地帯のNiayes地域でも栽培しているが、そこでは水源の関係から如露灌がいとなるので規模の拡大は困難である。たまねぎのように貯蔵性と輸送性があり、しかも地表灌がいで栽培できる作物の栽培は、早晚セネガル川流域の方が優位になるものとみられる。たまねぎは比較的病虫害が少なく、防除を要しないことが多いが、年によって病害の発生をみることがある。たまねぎはトマトほど育苗や定植に当たっての注意を要しないが、作期は10月～4月を選ぶのが賢明である。品種によって消費者の好み異なるが、一般に赤球、中小型、貯蔵性のあるものが喜ばれる。未だ消費量は少なく、生産が多くなれば直ちに価格に反映すると言われる。

(4) セネガル川流域のキャベツ栽培は自給用として小面積ずつしか行われていないが、少量ながら地方都市向けとして若干伸びる可能性がある。栽培適期はやはり冷乾期で11～12月に播種し3月に収穫するのが望ましい。

(5) 馬鈴しょの栽培はセネガル川流域では少ないが、Niayes地方に多く、年産2万t程度である。たまねぎと共に外国から輸入されており、5～6月の出盛り期以外の季節での生産が望まれている。それには早生、晩生及びより貯蔵性の高い品種の導入開発が必要である。概して生育期間は短く、栽培が容易なため初心者の農民でも

扱い易い。しかし、欠点は種いもが高価で、これまで実証した品種には病害の発生が多かったことである。期待できる単収は20t/haで、栽培の要点は下種適期、種いもの選定及び土寄せの実行で、適作期は最低温期の12～2月の約90日間である。

(6) 甘しょはもともと熱帯性の作物であり、この流域でも周年栽培が可能であり、洪水跡地農業用の作物となっている。自家用が主で、市場性は低いが備荒作物の一つとして栽培するのが適当である。苗を作る必要はなく、挿し苗の直挿しで十分であり、温度は高い程生育は盛んである。栽培季節は周年でも良いが、低温期は生育が鈍る。灌がいには生育及び塊根の肥大を促すが、他方排水にも注意する必要がある。適品種は目下開発中で在来種を選ぶ他はない。

(7) キャッサバのセネガルでの栽培は最盛時が6.5万ha、近年は減少し1万ha程度である。もともと、耐虫性（バッタ）の作物として導入されたものである。栽培期は約1年で長い。実証圃場では最終年に試みたが、十分栽培は可能で、既存の資料を総合すれば成育期の茎（8～12ヶ月）を採取し、これを挿し苗として直挿し、肥料を加え、乾燥に応じて適宜灌水する。収量は天水栽培の下では極めて低く4t/ha程度であるが、灌がい状況の下では10～30t/haが期待され、今後の継続した試験の続行が望まれる。

(8) エジプトクローバー

セネガルには適した豆科牧草はなく、エジプトで実行中の灌がい用の冬季栽培に適したクローバーの一種を導入し栽培を試みた。3年のうち当初の1年に種子が悪く（混種等）、その次はバッタの被害に遭い、最終年は比較的正常な年であったが、生育は必ずしも良くなかった。しかし、サハラ帯にあるエジプトでは最主要的な飼料作物として輪作の一角を構成しており、実証圃場でも一部の区でかなりの成績を挙げているので、今後の継続的な検証が望まれる。

III 灌がい農地の管理技術

1. 灌がい管理技術

- (1) セネガル川流域では周年にわたって水源が確保され、しかもポンプ灌がいで常時灌がい出来る条件が形成されている。この条件下でのサヘルの半乾燥地では、降水を無視し、灌がいを前提として農業計画を組み、若し降水があれば、一部はこれを補給水として灌がい水を減らし、一部は余剰水としてこれを排除する。
- (2) ポンプ揚水灌がいで、重力灌がいと異なり、揚水施設とその維持管理に経費を要する。揚水の動力には電力の他液体燃料による動力を用いるが、いずれにせよ多くの経費を要し、作物生産費の中で重要な部分を占めることとなる。農業実証の場合の試算では、1 m³の揚水を行うのに約6 Fcfaの燃料費を要し、これに圃場までの(2セクト)途中損失20%、この他揚水施設の償却費と補修費、ポンピストの労働費等を加えると約10 Fcfaとなる。流域部の経験的数値として水稲の生産費の中で許容される水利費の^{4セクト}限度は20%といわれるが、仮に水稲の生産が自給労働も含めて生産者価格と同等とすれば、1 kg (85 Fcfa) 当たりの水利費は17 Fcfaとなる。従って、用水1 m³当たりの籾米の限界生産量 x は次式で算出される。

$$x = \frac{\text{用水 } 1 \text{ m}^3 \times 1 \text{ m}^3 \text{ 揚水費}}{\text{籾米 } 1 \text{ kg の価格 (生産費)} \times 0.2} = \frac{1 \times 10}{17} \approx 0.59 \text{ kg}$$

すなわち、水稲作では用水1 m³当たりの収量の下限は0.59kgで、若し用水を1万 m³消費するとすれば少なくとも6 t/haを挙げねばならない。勿論、これは実証農場での結果であり、実際には安価な電力も使われるので1 m³当たりの用水量は3~5 Fcfaなるが、それでも今後は再び燃料費の高騰を配慮せざるを得ない。

- (3) この流域で開発された貴重な水源は、農家の私経済はもとより国の経済からみても節約して使用されねばならない。機器による灌がいは確かに節水効果があり、それを設備する前の地形上の整備に経費を余り要しないという利点があるが、灌がい機器は相対的に高額で、その上維持管理や短期間での更新を要する欠点がある。このため、実証調査では試験的な運転にとどめたが、流域農業の進展と農家経済が向上し、他方流域の農業用水の収支が窮屈となる紀元2000年以後は必要度を増すもの

と思われる。

(4) 水田の稲作灌がいは湛水灌がいを前提として諸検証を行った。砂質土で比較的粘土含量の多い土壌での日消費水量は雨期は11mm、暑熱乾期は16mm程度、従って、雨期作の用水量は直播法で10,000~13,000m³/ha、暑熱乾期は15,000~18,000m³/haとなる。もし移植法を採用すれば25~30日在圃期間が短くなり、その分だけ節水となる。勿論、日消費水量は土性によって異なり、ホラルデ土壌では地下への浸透が極端に少ないが、砂質土壌でも灌がいの積み重ねで微細粒子の沈積によって耕土層の下部に不透水層を形成するものの如く、経年的に消費量が少なくなる傾向がみられる。なお実証圃場は全般に砂質土壌で、水源のクウエ運河からは約700mを管送して、底部のみを粘土で固めた調整池に入れ、そこから土水路で周辺の圃場に配送しているが、この間の損失量は約20%、そのうち調整池だけでは7%であった。

(5) 畑作物に対する灌がいは、当初は作業が容易な畦間灌がいを基本とする。経験の積み重ねで順次その作物に合わせボーダー灌がいなどに向かうのが適当であろう。畝は高緯度の温帯では日射エネルギーの吸収の役割も重要であるが、ここでは土壌の過湿の防止と灌水の役割が重要である。畝長は効果からみて30m前後、畝勾配は1/1000とし、畝と畝の間隔は80~120cm、畝幅は50~60cmが適当で、作物の違いによって畝の片側、両側及び中央に下種される。各畝は灌水するには鍬で畝毎に取入口を開け、或いはゴムパイプを用いる方法、また一度に数畝を同時に行う方法、更に畝のどの部位に水が達した時に次の畝に移ったら良いか等は、その土地に応じて経験的に割り出す必要がある。作物毎に、その生理や生育状況に合わせた要水量は正規の研究によって明らかにする必要があるが、現実に水利施設を共用する場合には灌水の時期及び要水量の類似する作物群毎に統一した灌がい用水量や作期別の間断日数を示すのが实际的である。なお、過剰灌水は根の生育を害して却って収量は減退すること、及び既存の耐乾性穀類や豆類は必ずしも灌水に対する反応は高くないので、適品種の開発が今後必要である。

(6) 稲作の水管理は現状では比較的順調の様である。しかし、水田にトマト作を導入した場合は事情が異なってくる。ドンボ・チャゴ地区では集団毎の開発地を夫々3

区に分け、雨期に水稲、乾期にトマトを作付け、1年2作、3年輪作にして穀類と商品作物の両立を目指した。しかし、結果は共用農機がうまく回転せず、重粘土でのトマト作は過湿になり易く、水稲と同一の15日の間断灌水方式、農家の好みの違い等のため、1年1作となり、その上トマトの収量は低いという結果になり、トマト作は減少し、水稲1作への方向をとりつつある。

- (7) 従って、稲作と商品作物とは夫々に適した土壤にそのための用地を別々に造成し、水田は稲の2期作に特化させ、畑では調整池を密度高く配置することが必要である。他方、集団の方は稲作の場合は兎も角として、野菜等については志向を同じくし、合意の得易い小集団とし、稲作と集団を異にすることも一法であろう。なお、調整池は底部1mを地盤高以下の死水（dead water）とすればそこで養魚を行うこともできる。

2. 機械化

- (1) 農民経営の将来規模3ha前後を想定すれば畜力利用でも不可能ではない。セネガル国内の落花生地帯や南部の天水稲作地帯では既に畜力利用が一般化している。しかし、この流域の農耕民はもともと大家畜の飼養経験はなく、仮に飼養したとしても耕耘の季節以外の飼料供与に困難を生ずる。その上、この地域への機械導入は古く、既に賃耕による機械作業が一般化している。このような理由からこの流域では機械化を前提にして、最も重要な部面についてこれを適用し、しかも経費節約的な方法で行うことを念頭に置いた。

- (2) 農業動力機械の機能は、1)高能率による人力の節約、2)人力や畜力機器の及ばない作業（例えば、重粘土の耕起）、3)高い精度の作業（例えば、耕深、移植機）等である。流域農業が3haの規模で、1年2作の水田作及び畑作を円滑に行うのに要する機械使用の部面は次の通りである。

- 水田作 : ① 耕耘、整地、碎土、均平
 ② 収穫、脱穀、精米（自家用）
- 畑作 : ① 耕耘、整地、碎土、畦立、防除

共通：① 運搬

この他、将来は稲作が移植栽培に移行することを見越して移植機の導入を今から検討して置くことが必要ある。動力機は40hp程度のもとし、重粘土では事前灌水によって耕耘が可能であり、他方砂質でも機械の磨耗を防ぐため事前灌水が望ましい。なお、流域の農村では全般に運搬具に乏しく、このため折角のイネワラの利用が困難である。また、移植苗等の小運搬に用い、或いは通作に用いる自転車等の用具もなく、共同或いは個別に装備を検討する必要がある。

- (3) 農業機械は高性能のものは、ポンプと共に、ドンボ・チャゴ地区で実施しているような集団による利用管理方式を踏襲するのが望ましい。しかし、防除機、小型耕耘機等は農家経済の向上と共に順次個別の所有として共同管理から外し、他方、共同機械については余裕のある時はこれを外部に貸出し、或いは賃耕等を行って負担を軽くすることが望ましい。

3. 作物保護

- (1) 厳しい自然条件に適応するものとして成立している伝統的農業のシステムを、単に用水の供給条件だけを変えて新しい灌がい農業のシステムに変えるのは、流域の社会生態系の変化ばかりでなく、自然生態系にも変化を及ぼす。水稻の2期作の進行と共にメイチュウの発生頻度を増すことは周知のことであり、今までの裸地に忽然と緑地が生ずればあらゆる生物がそこに集中し、諸害が発生する。勿論これに対して諸害を防止する技術も重要であるが、その発生を予察し、或いは農法的に回避する技術の開発も今後益々重要となってくる。農業実証調査では、一般防除法は経常的に研究で行われるものとして立ち入った検証を行わなかったが、それ以外について気の付いた点を述べてみよう。

- (2) この流域部では常風として北東からの風が強く、特に3～4月には強烈で土砂の移動を起こす。このため、伝統農業ではこの時期に全く作物はないが、灌がい農業では作物に物理的な害を与えるばかりでなく、水路を埋没させる等の被害を与える。

対策は長期的には防風林、短期的には作物の稈などによる防風垣が適合する。特に、実証農場に築設したユーカリを中心とした防風林は、植栽後3年余で最大樹高は7m、胸高直径10cmに達し、矮生種と3列に植栽することによって2年目から飛砂の移動を大幅に食い止めることができた。もとより、この種の防風林は農家の燃料源としても役立ち、その上ユーカリ種は鳥類の営巣に適しないという利点がある。日本での実験では防風林の防風効果は樹高の15倍の距離といわれるが、出来るだけ密度を高める必要がある。

(3) 防災農法としては特にバッタに対する対策が重要である。飛蝗は行動範囲が広く、襲来すれば策の施し様がない。キャッサバはこの対策としてセネガルに導入されといわれるが、これまで経験からは9～12月が危険期間である。従って、この期間に1)地上部が喰害を受けても地下部が収穫できるもの、2)地上部の再生が容易なもの、3)喰害後蒔き直しが可能なもの等について作物を探索し、栽培法を用意して技術のメニューに入れて置く必要がある。

(4) なお、穀作の大敵は鳥害である。実証圃場でも常時被害を蒙ったが、正直に言ってこれに対する決め手はない。案山子、防鳥テープ、防鳥罟等で替し、或いはカスミ網での捕獲、更に一定の期間中人海戦術で対抗する他はないであろう。

4. 灌がい農業と営農集団

(1) 流域部の農業の運営のため、個々の農民経営を基軸として、共同化の部面を多く含む灌がい農業では生産者集団 (Groupement des Producteurs) を組織して生産活動を行い、このGPの連合体或いは村地区農協 (Section Cooperative) を通じて公的金融に接近し、SAEDの技術的指導の下で営農改善を行う態勢にある。GPは法令で保護されたGIE (Groupement d'Intérêt Economique) としての自主管理体で、流域開発ではドンボ・チャゴ開発地が最初の適用例である。この他最上流のパケルでは開発の当初からGPを組織して開発が進行中である。

(2) このGPは農地の開発に際しては、SAEDとの契約の下で人力で造成できる部分はGP

の負担として造成に参加し、揚水ポンプ、必要な農機等を共有、共用し、更に内部を幾つか班に分けて水管理の組織体を構成し、構成員全員の集会で意志決定を行い、集団長、会計長等の必要な役員を定め、運営規則を設け、作付計画を樹て、ポンピスト、オペレーターを雇用し、農業生産活動を行うのである。ドンボ・チャゴ地区では1982年の営農業開始から8年を経過し、この間銀行での償却費積立金でトラクターの初回の更新を行っている。なお、GPの結成に当たっては、50人、50haを目途とし、同一村、同一種族の中で相互に意志の疎通する人達が銓衡されている。

- (3) この方式は、過去の経験から生まれたもので、農民の側からも評価されている。しかし、現在はこの開発地の土地利用度は一旦は集約化の様相をみせたが、再び1年1作程度に逆戻りしている。恐らく、農機の種類と数量等に配慮することによって或る程度の改善が可能であろうが、基本的には不適地でトマト作まで実施するところに無理があるものとみられる。
- (4) 小規模農村開発計画でチャゴ開発地の300haに新たに砂質の新開発地150haが付加されれば、既設の水田では稲の2期作が可能となり、新設の開発地では商品作物に特化した農業を営むことができる。つまり、農業者1人当たりの所得は約1haの耕作で稲とトマトを併せて30万Pcfaにしかならなかったものが、0.5haの新開発地を付加することによって、旧開発地の稲による土地利用率が150%としても、約80万Pcfa、両開発地共完全に1年2期作となれば110万Pcfaの年所得が得られる計算となる。
- (5) しかし、商品作物の生産段階に入れば、集団を構成する農民の間で好みに差を生じ、また農民の技能の差が表面化し、集団活動に複雑に作用し、作付も多様化して共同の水管理が困難となることなどが予想される。これに対しては、灌がいの章で述べたように、野菜を中心とした商品作物の用地はファームポンドを細かく配置して灌がいの自由度を高めると共に、ポンド毎に小集団を作る必要があろう。いずれにしても、50人という集団規模を個性的な独立農民の意思決定及び行動の統一体とするには少々無理があるかも知れない。

目 次

序 文
位 置 図
写 真
略 語
報 告 要 旨

第1編 農業実証調査の背景と経過

序 章 西アフリカの開発問題	1
1. 西アフリカの旱魃問題	1
2. 西アフリカの旱魃対策	8
3. セネガルでの農業実証とサヘル諸国	14
第1章 農業実証調査の課題と経過	17
1. 経緯	17
2. 課題と方法	22
3. 実証調査の経過	26
第2章 セネガル川流域の農業	33
1. セネガルの農業	33
2. 旱魃とセネガルの経済	42
3. 流域の基本条件と伝統農業	48
4. セネガル川流域の農業開発	53
第3章 灌がい農業の技術開発の方向	61
1. 技術開発と普及	61
2. 既往の技術開発	62
3. 今後の技術開発	66

第II編 作物生産技術

第1章 作付方式	71
1. 土地条件と作付方式	71
2. 可能な作付方式	79
第2章 水稲作	94
1. 水稲の栽培法	94
2. 水稲の栽培技術	111
第3章 畑穀作及び豆作	127
1. 畑穀作	127
2. 豆作	133
第4章 野菜作及び地下作物の栽培・飼料作物	138
1. 野菜作	138
2. 地下作物	156
3. 飼料作物	165

第III編 灌がい農地の管理技術

第1章 灌がい技術	169
1. 半乾燥地の灌がい技術	169
2. 灌がいの技術	171
3. 水管理	181
4. 灌がい農地の造成	185
第2章 機械化	189
1. 機械化の考え方	189
2. 農作業の機械化	191

3.	農業機械の保有と管理	194
第3章	作物保護	197
1.	病虫害及び野生鳥獣害	197
2.	防災営農	204
3.	防風林	205
第4章	灌がい農業と営農集団	208
1.	営農集団の推移	208
2.	営農集団の機能	208
3.	営農集団による運営管理	211
4.	今後の営農集団	215
5.	可能な営農類型と収益性	218
第IV編	結論と提言	
1.	結論	227
2.	提言	229
付	農業実証調査の関係者	
1.	JICA作業監理委員	
2.	JICA調査団	
	海外青年協力隊（JOCV）	
3.	現地専門家検討グループ	
	カウンターパート	
	パートナーシップ	

図表索引

第 I 編 農業実証調査の背景と経過

第1編 農業実証調査の背景と経過

序章 西アフリカの開発問題

1. 西アフリカの旱魃問題

1-1 サヘル地帯

アフリカの西部から中央に向かって、ほぼ北緯14°の線をサハラ砂漠の南端に沿ってサヘル (Sahel) と呼ばれる半乾燥地帯が 200～500kmの幅で広がっている。サヘルとは「岸边」を意味するアラビア語で、北から苛烈なサハラを越え、再び生気が戻ることから用いられたのであろう。

西アフリカの生態地帯は上記のサハラやサヘルを含め3～7の地帯に分けられるが、OECDが試みた分類はSahara、Sahelo-Sahara、Sahel、Soudano-Sahelo、Soudano-Guineaの5地帯である。

このうちSaharaは降水量100mm以下の沙漠地、Sahelo-Saharaは降水量100～300mmの半沙漠地である。300mm程度の降水があればミレットの生育は可能であるが、農業の限界地で雨期にらくだや山羊の放牧ができる。農耕の可能な所はオアシスの周辺だけである。

Sahelは300～650mmの年降水量の地帯で、北部は牧畜、南に行くに従って定住農耕となる。雨期は7月に始まって9月末ないし10月に終わり、生育期間は60～90日である。作付の失敗は通例で、耐乾性のミレット、ニエベ、落花生等が栽培される。畜産も主要な産業であるが、乾期を通じての飼養は困難で、この期間は南方に草を求めて移牧となる。

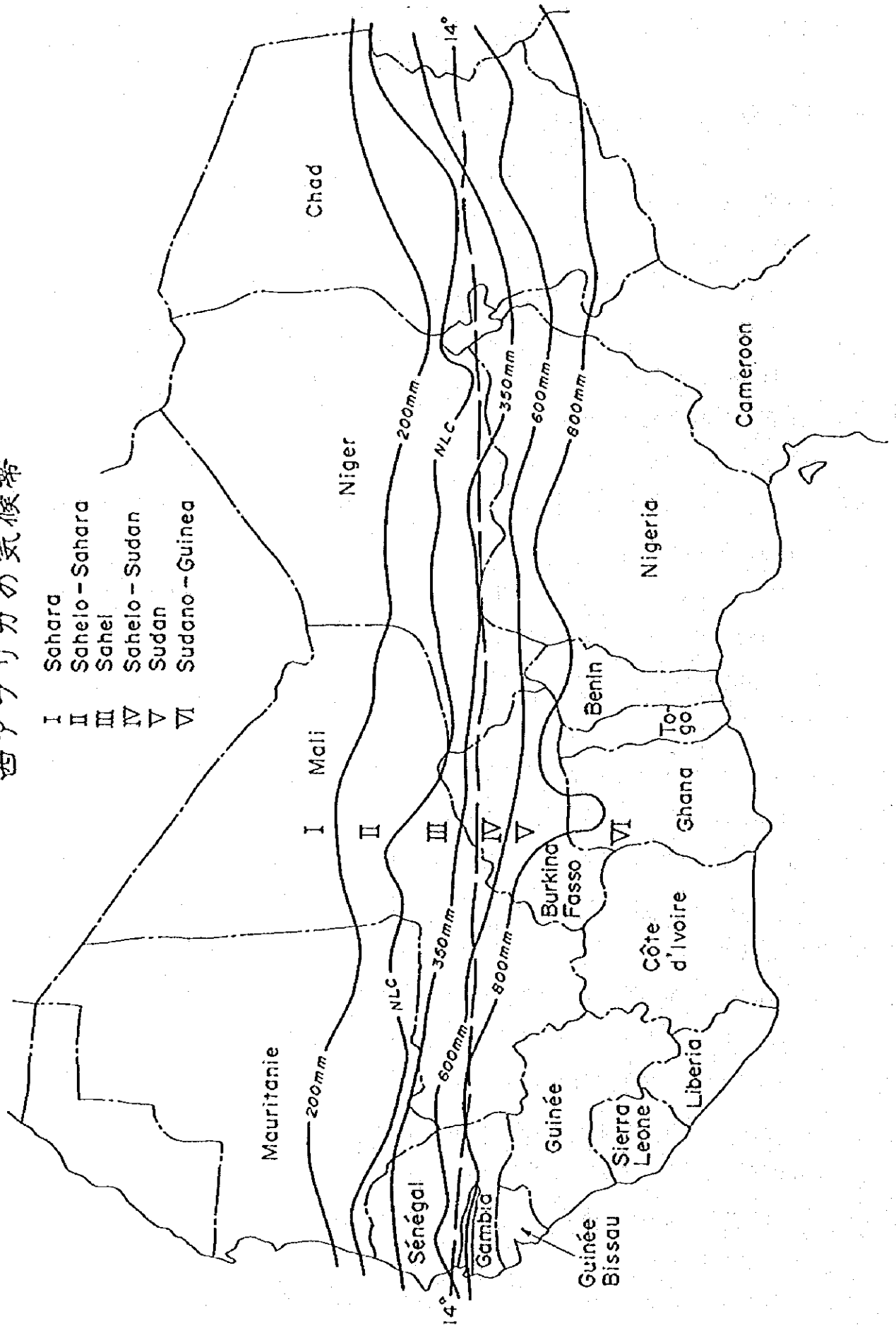
Soudano-Saheloは650～900mmの降水で、その確率も高くなり、農業は多様化される。ソルガム、とうもろこし及び棉花や落花生等の商品作物が栽培される。家畜用の飼料源は豊富になり、林地も増加する。

Soudano-Guineaは900～1200mmの降水で、その南は海岸の熱帯地に続く。この地帯には亜熱帯林が草原樹林地に現れ、稲は天水で耕作される。しかし、農業は場所によっては眠り病等の風土病で阻害され、牛の飼養はツェツェ(蠅)の発生する気候条件で妨げられている。

西アフリカのサヘル地帯を領土としている国々は、1960年後期から70年の初めに

西アフリカの気候帯

- I Sahara
- II Sahelo-Sahara
- III Sahel
- IV Sahelo-Sudan
- V Sudan
- VI Sudano-Guinea



かけての早急を契機として1973年にCILSS(Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel) を設置して、共同で対策を講じることとなった。参加国は当初Burkina Faso (1984年にUpper Volta より改名)、Chad、Mauritanie、Niger、Sénégal の6ヶ国であったが、後にGambie、Cape Verdeが加わり、1986年にGuniea Bissau が参加して9ヶ国となった。このうち、Gambieは旧英領、Cape VerdeとGuniea Bissau は旧ポルトガル領、残りは全て旧仏領である。また、夫々の独立は当初参加の6ヶ国は1960年、Gambieは1965年、Cape Verdeは1975年、Guniea Bissau は1974年である。

上記のCILSS 諸国のうちGuniea Bissau 及び島国のCape Verdeを除いた7ヶ国の総面積はアフリカ全土の17.5%に相当する5億3千万haであるが、その生態地帯別の構成は下表の通りで、サヘル以北は土地の88%、人口の24%を占めている。

表 I-0-1 西アフリカの生態地帯別土地及び人口構成

生態地帯	平均雨量(mm/年)	雨量の偏差	土地構成(%)	人口構成(%)
Sahara	0- 100	60	28	1
Sahelo-Sahara	100- 300	40-75	30	6
Sahel	300- 650	30-45	30	17
Soudans-Sahelo	650- 900	25-30	6	60
Soudano-Guinea	900-1200	20-25	6	16

また、西アフリカの上記7ヶ国を6つの生態地帯に分けて考察した資料によれば、国別地帯別の土地構成は表 I-0-2に示される。¹⁾

1) J. E. Gorse & D. R. Steeds, "Desertification in the Sahelian and Soudanian Zones of West Africa", World Bank Technical Paper No. 61 (1987)

表1-0-2 西アフリカ7ヶ国の生態地帯別土地構成 (%)

国 別	Sahara (~200mm)	Sahelo- Sahara (200-NLC)	Sahel (NLC-350)	Sahelo- Soudan (350-600)	Soudan (600-800)	Soudano- Guinea (800mm~)	計	面積 (百万ha)
Burkina	-	1.0	4.9	31.9	31.8	30.5	100	27.4
Chad	52.1	7.1	10.4	9.9	13.1	7.5	100	128.4
Gambia	-	-	-	-	62.8	37.2	100	1.1
Mali	55.3	11.4	5.8	9.9	5.1	12.5	100	124.0
Mauritanie	76.2	16.1	5.5	2.1	0.1	-	100	103.1
Niger	65.0	12.2	12.1	9.8	1.0	-	100	126.7
Sénégal	-	1.4	11.5	37.5	20.0	30.2	100	19.6
計	55.9	10.5	8.5	10.5	7.1	7.5	100	530.3

注) NLC は耕作の北限の意である。

7ヶ国のうち、ガンビアはサヘル地帯から外れているが、その他の6ヶ国は2ヶ国ずつ3つの型に分かれ、第1のブルキナとセネガルは国の北半は降水 200~ 600mmのサヘル圏、南半はスーダン・ギニア圏で構成し、反対に第2のモーリタニアとニジェールは国の約 2/3は沙漠、南部の約 1/3がサヘル圏。第3の型のチャドとマリは国の北半は沙漠、南半はほぼ3対2の割合でサヘル圏とスーダン・ギニア圏に分かれている。

更に、以上の6ヶ国の土地利用構成は表1-0-3に示される通りである。第1型のブルキナとセネガルはサヘル7ヶ国の8.9%を占めるが、概して耕地、草地、林地の比率が高く、その他の土地の比率は小さい。これに対して、第2型のチャドとマリはサヘル7ヶ国の47.6%を占めるが、共に内陸国で沙漠を含んだその他の土地が50%以上を占め、耕地は少なく反対に草地が多くなり、サヘル7ヶ国の草地の54%を占める。しかし、林地は10%或いはそれ以下である。第3型のモーリタニアとニジェールはサハラ諸国の土地の43.3%を占めるが、モーリタニアは76%がサハラ地帯に所在するにも拘らず、その他の土地は47%程度で、草地が38%を占め、牧畜が主業であることを示している。これに対し、ニジェールは土地の88%がその他の土地で、耕地はもとより草地利用も最低である。

表 I-0-3 南アフリカの6ヶ国の土地利用構成 (%)

生態型	国 別	耕 地	草 地	林 地	その他	計	サヘル7ヶ国に 占め面積割合
第1型	Burkina	11.5	36.5	24.7	27.3	100	5.2
	Sénégal	26.6	29.0	30.2	14.2	100	3.7
第2型	Chad	2.5	35.1	10.1	52.3	100	24.2
	Mali	1.7	24.2	6.9	67.2	100	23.4
第3型	Mauritanie	0.2	38.3	14.6	46.9	100	19.4
	Niger	2.8	7.3	2.0	87.9	100	23.9
サヘル7ヶ国平均		3.3	26.3	9.8	62.5	100	100

注) FAO統計 (1988年)

このように、植物の生育を殆ど許さないサハラはともかくとしてサハルの北部では僅かな草生に依拠して牧畜が可能となり、南部に下れば天水による耕作も可能になる。仮にサヘル地帯を年降水 200～600mmとすれば西アフリカの6ヶ国については、総面積5億3千万haの約30%の1億6千万haを占める。中でもセネガルは50%、ブルキナは38%、ニジェールは34%、チャドとマリは27%、モーリタニアは24%がサヘル地帯に属している。

前記の世銀の資料によれば、西アフリカの生態地帯別の人口扶養力と現状人口を1km²当たりの人口密度によって表I-0-4のように計算している。

表 I-0-4 生態地帯別人口扶養力と現状人口 (1980年実際の人口/km²)

地 帯	扶 養 人 口			実際の 農村人口	扶養人口/ 燃料林	実際の 人 口
	作 物	家 畜	計			
Sahara	-	0.3	0.3	0.3	-	0.3
Sahelo-Sahara	-	0.3	0.3	2	-	2
Sahel	5	2	7	7	1	7
Sahelo-Soudan	10	5	15	20	10	23
Soudan	15	7	22	17	20	21
Soudano-Guinea	25	10	35	9	20	10

この表は従来の生産方法による作物及び家畜を通じた人口扶養力と実際の農村人口、及び燃料林の人口扶養力と都市を含めた人口を比較したものであるが、サヘル帯は燃料の点では既に扶養力を大きく超え、サヘル・スーダン帯では食料及び燃料の両面で

現状の人口は扶養力を上回っていることを示している。

このように、西アフリカのサヘル地帯では、既に人口収容力を上回る現住人口を抱えており、この地帯に重大な気候変動が起これば、その中で生態系の均衡は大きく破られることになる。

1-2 サヘルの旱魃

上述のような緯度線に平行した帯状の気候及び生態系の分布は西アフリカ特有のもので、これほど整然とした分布は地球上の他に例をみないということである。すなわち、南のギニア湾沿岸から北へ、熱帯雨林気候→サバンナ気候→ステップ気候→沙漠気候となり、年降水量はギニア湾沿岸の 2,200mm からサハラ沙漠の 100mm 以下となるのである。

西アフリカ地域は概して海拔高約 500m 以下の平地や内陸盆地が多いことが上記の典型的な気候帯の配列に関係しているといわれ、他のアフリカ地域では地形の違いで異なった様相を呈する。例えば、西アフリカのサヘルやスーダン帯などの半乾燥地帯は東に走ってスーダン国の南部に至り、南下してケニア、タンザニアに伸びているが、降水分布などは異なる。東アフリカの大部分の土壌は火山に由来し、種々の作物が生育できる程雨量も多い。概して西アフリカは5～9月の間の1回の雨期であるのに対して、東アフリカのサバンナの雨期は大小2回である。

さて、熱帯や亜熱帯の降雨域は、気象衛星からの写真では綿をちぎって並べたような雲の帯として現れる。この帯の幅は 300～1000km で、北半球の北東貿易風と南半球の南東貿易風、つまり、西アフリカではアリゼとギニアモンスーンとが収束するところに生じると考えられており、熱帯収束帯 (FIT=Front Intertropical) と呼ばれている。この収束帯の北側はA地帯といわれる乾燥帯、直ぐ南側の 200～300km はB帯という雷雨をもたらす積雲の地帯、更にその南に最大 300km の幅の雷鳴やスコールを伴う積乱雲のC帯、次のD帯は幅約 300km で、熱い積乱雲や乱層雲に覆われる雨地帯、最も南のE帯はギニア湾上にある層雲で、雨はCやDより少ないという。

この収束帯は、1月にはギニア湾の沿岸の北緯10°前後の線上にあり、以後次第に北上して8月には北緯18°程度のモーリタニアやマリの北部にまで達し、その後反転して南下する。これに伴って雨期も北上し、一定期間の後に終止する。概してサヘル帯の降水は、局所的で驟雨型である。

勿論、この収束帯の北上南下は必ずしも規則正しくはなく、同じ降雨帯の降水量は年によって異なるといわれる。今世紀に入って1905年から今日まで数年続きの旱魃は5回程度と数えられる。このうち最近問題となったのは1968～73年及び1982～84年の両回であろう。1968年から降水の減少が始まり、1972年と73年は全域で2年連続の減少となり、それから10年後の1982年はニジェールを除いて1972年よりも悪く、1984年は南部では若干良好であったが、サヘルを通じて非常に悪い年であったという。

何故、1968～73年と1982～84年の両期の旱魃だけが注目されるに至ったかは、人口増との関連で説明されている。すなわち、西アフリカの人口は第2次世界大戦後増加傾向に入り、独立が多かった1960年に約1,800万人と推定されていたものが、1980年には3,100万人、1985年には3,600万人と倍加し、この25年間に年率約3%の速さで増えている。このため、旱魃は食料不足を顕在化させ、資源の過度の利用は沙漠化へ導くことが危惧されたからである。

1968～73年の旱魃の影響に関してOECDの資料は次のように指摘している。先ず、水については、降雨の減少に伴って全域にわたって水位は低下し、井戸は涸れ始め、チャド湖の水量は1/3に減少し、セネガル、ガンビア、ニジェール等の諸河川は最低水位を示し、1972年にはこれらの河川では60年来初めて自然堤防を超えることができず、洪水跡地での耕作が出来なかったといわれる。

1972～73年の食料作物生産は減退し、マリではミレットやソルガム等の食料作物は40%減産となり、商品作物の落花生も大きく減少した。モーリタニアは平年の穀物生産の8～9万tに対して2,8万tへと減じ、セネガルの落花生は1960年代中期の生産量の半分となった。当時のサヘル諸国の人口2,500万人のうち数百万人は低栄養に苦しみ、若干は飢餓に瀕することとなった。

他方、牧畜民は家畜を南方に移したり、農民と緊張を醸し出したりして、農耕民以上に減退を余儀なくされた。1973年までにサヘルの家畜の1/3に相当する350万頭は死ぬか売却され、モーリタニアでは旱魃前の250万頭は60万頭に減り、マリは半分を失い、ニジェールだけが1/4の損失にとどまったという。

また降水の不足、過放牧、森林の過伐は植生の変化をもたらし、裸にされた林地の侵食を促進するなどの影響を与えている。

このような農村部での状況は都市部への人口の排出を促し、モーリタニアの首都ヌアクショット(Nouakchott)では旱魃の前後に人口は6万から15万人へ増えている。