

### 3. 飼料作物

#### 3-1 エジプトクローバー

実証調査圃場における乾期飼料作物としてのエジプトクローバーの栽培は、或る程度の成績を収めたが、必ずしも満足の行くものではなかった（アネックスII-4-P「エジプトクローバー栽培試験」参照）。

エジプトクローバーは乾燥に強いが、本来冬作物であるために当地の夏作には不向きである。今後の検討としては、セネガル川中上流域で行われている氾濫後のソルガム・ミレット・とうもろこし栽培の間作としての可能性をや、原産地と同様に粘土地での可能性の検討の余地がある。

セネガル川流域の畜産は放牧が主流であり、飼料は野草に頼っている。牧草の栽培はまったく行われていない。しかし家畜は増える傾向にあるのに反し、野草は減る一方である。また家畜が草を選んで食べるために、家畜の好む野草も減っている。これらのことを考えると、この地への牧草の導入は検討すべき課題であると考えられる。

一方、実証調査圃場で行ってきた灌がい条件下の牧草栽培では牧草が高価なものとなり、経済的に難しい。この地でまず検討すべきは、天水下で、可能であれば無耕起で栽培できる強い牧草を導入することであり、次に耕起、施肥を加えて収量が上がれば、乾草として乾期に保存する方法であろう。灌がい下の牧草栽培は畜産で高い収入が得られるものとなってからのことであろう。

以下参考として、実証調査圃場で行われたエジプトクローバーの栽培技術について述べる。

エジプトクローバーの種子の導入先であるエジプトの例で見ると、

平均収量

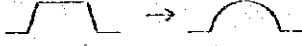
	平均収量/ha
1回刈取栽培	15.5 t
2回 "	30.9 t
3回 "	46.5 t
4回 "	62.0 t

生育日数（4回刈取栽培）

刈取	生育日数
1回目	50～75日間
2回目	45～50日間
3回目	30～40日間
4回目	30～40日間

4回刈取栽培の場合に9月中旬～11月にかけて播種し、6月頃まで栽培する。

表 II-4-7 エジプトクローバーの栽培法

	栽培基準	作業手順	適期	留意事項												
本 圃 準 備	<p>例</p> <p>① 灌水→プラウ→ディスクハロー →基肥→ロータリー→畝立 →畝の整形</p> <p>② 灌水→基肥→ロータリー →畝立→畝の整形</p> <p>③ 灌水→プラウ→基肥→ ディスクハロー→畝立→畝の 整形</p> <p>ただし、前作の畝をそのまま利用 した不耕起栽培も可能。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本圃整地に1週間ほど先立って土を軟らかくし、雑草の発芽を促すために灌水する</li> <li>トラクターが畑に入れる程度まで土が乾いたら耕起を行う。</li> <li>畝立て後、灌がい時に畝が崩れないよう、畝の角をとる。 (とくにディエリ土壤)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>不耕起栽培のときは畝の整地を行い播種・灌がいができるようにする。</li> </ul>	10 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>エジプトクローバーの栽培は、どれだけの期間栽培し、何回草を刈り取るかで違ってくる。ここでは、約半年間栽培し、2回刈り取るとしてみた。</li> </ul>												
播 種	<p>畝幅: 60cm 床幅 30cm 灌水路 30cm</p> <p>4条植え 条間: 6~7cm 播種法: 条播 播種量: 3kg/10a 播種位置: 畝床の両肩に2条づつ播種する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>畝床はできるだけ平らにする。</li> <li>畝床の両肩に条間6~7cmで2条ずつ棒で深さ1cm程度の溝を掘る。</li> <li>播種前日に灌水し、まき溝に水が浸透するかどうか確かめる。</li> <li>灌水しながら水がスムーズに流れるように、畝間の凹凸を整形する。</li> <li>播種はうすめに行い、播種後軽く覆土と鎮圧をする。</li> </ul>	11 月 上 旬	<ul style="list-style-type: none"> <li>鎮圧は、土と種子を密着させ乾燥を防ぐ事ができ、是非行いたい作業である。</li> <li>エジプトクローバーは非常に過湿に弱いので、発芽までの過剰な灌水はさける。</li> </ul>												
施 肥	<p>kg/10a</p> <table border="1"> <tr> <td>基肥</td> <td>11</td> <td>6.5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>追肥</td> <td>11</td> <td>6.5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>22</td> <td>13</td> <td>16</td> </tr> </table>	基肥	11	6.5	8	追肥	11	6.5	8	合計	22	13	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>基肥は播種前に畝床にまき、楾で軽く耕す。</li> <li>追肥は1回目の刈り取りが終り、灌水後畝間に施す。</li> </ul>	基追肥 ・ ・ 11月 上旬	
基肥	11	6.5	8													
追肥	11	6.5	8													
合計	22	13	16													
除 草		<ul style="list-style-type: none"> <li>除草は初期生育時に丁寧に行う。又、1回目の刈取後も丁寧に行う。</li> </ul>	適 時	<ul style="list-style-type: none"> <li>エジプトクローバーが繁茂すると除草が難しくなるので、エジプトクローバーが小さいうちに丁寧に除草する。</li> <li>雑草と競合すると、負けて消えていくので、密植した場合は除草を徹底したい。</li> </ul>												
収 穫 ・ 種 子 採 取	<p>1回目刈り取り 2回目刈り取り</p> <p>灌水停止: 収穫約半月前</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>播種90~100日ぐらいで1回目の刈り取りができる。</li> <li>刈り取った草をすぐ飼料とする場合は良いが、貯蔵する場合は良く乾燥してから1ヵ所に積む。</li> <li>2回目の刈り取りは、もし採種するのであれば、十分に種が熟するのを待って刈り取る。</li> </ul>	12 回 目 目 ・ ・ 25 月 上 旬													

実証調査圃場での生育を見ると、試験の都合上2回の刈取でやめてしまったが、少なくとも1年間で3回の刈取は可能と考える。

また収量は極めて少なかった。レインガン灌がい栽培、畦間灌がい栽培では栽培密度も粗かったが、ボーダー灌がい栽培で全面播種しても、エジプトの1/2の収量が限度だった。これは第一に土壤の肥沃度の違いによるものと考ええる。

### 3-1-1 栽培法

実証調査圃場の栽培例でもわかるように、レインガン灌がい栽培、畦間灌がい栽培では栽植密度が粗く、それが単位面積あたりの収量が低い原因の一つとなった。畑全面に散播する栽培法を考えるべきである。

また全面に散播したボーダー灌がい栽培では、雑草が繁茂し、除草ができないため、最後は雑草がエジプトクローバーを駆逐する形となった。これはボーダー灌がい栽培が過湿になる傾向があり、それが雑草の密生を助けたためである。

この地での乾燥に強い雑草はそれほど密生はしない。一方エジプトクローバーは乾燥に強く過湿に弱い。この特性を考え灌水量を適量におさえれば、全面播種による栽培法も可能であろう。

灌がいなしでエジプトクローバーの栽培は可能であろうか。冬作物でもあり、雨期の短い当地では、夏の雨期に栽培するのは難しい。従って考えられることとしては氾濫跡地の土壤水分だけで生育できるかどうかということであり、可能であれば、ソルガム、ミレット、トウモロコシの下草として栽培できるのではないだろうか。



### 第III編 灌がい農地の管理技術



## 第Ⅲ編 灌がい農地の管理技術

### 第1章 灌がい技術

#### 1. 半乾燥地の灌がい技術

半乾燥地域で行われる降雨依存型農業は、年間降雨量で大凡年間 500mm以上が必要といわれており、それ以下の降雨量地帯は灌がいに依存しなければ安定した農業を営むことは出来ない。当地域のように年平均雨量 220mm（1965～1984年過去20年間平均）地帯での安定した農業開発にとって灌がいは絶対条件といえる。

半乾燥地域においては、灌がい地区計画に際して必要な用水量及びその消費機構を明らかにすることは最も重要な問題である。用水量（消費水量）の主要部分を占める蒸発散量及び浸透量は、計画地区の圃場における気象条件（気温、湿度、日射量、日照時間、風速等）、土壌条件（土性、含水状態等）及び作物条件（種類、作付期間、栽植密度等）によって異なるが、一般的に半乾燥地域は蒸発を促す気象条件下にあるため、湿润地域のそれと比較すればかなり多くなる。又、砂質土壌も広く分布しているため浸透量大の地域が多く、且つ土壌塩分集積の問題が発生する。

一方、半乾燥地域に必要な用水は水源施設、灌がい施設により供給されるため、建設及び維持管理経費から高い用水となる。従って、貴重な水資源をいかに損失少なく管理して農地に供給し、農業生産を恒久的に向上維持させて行くかが重要な問題である。

半乾燥地域において、農作物生産費の中で水価が占める比重は大きい。農業実証圃場のポンプ動力源としてディーゼル発電による場合には、1 m<sup>3</sup>の揚水量に必要な燃料費は約 6 Fcfaであり、これに灌がい施設の償却費、維持経費、労力費等を加えると約 10 Fcfaである（アネックスⅢ-1-G「実証圃場の水管理状況調査」参照）

SAEDの事例として、電力を動力源とした場合の1 m<sup>3</sup>当たり揚水費は、電力費は 3.2 Fcfaであり、これに償却費、維持経費等を加えると約 5 Fcfaと考えられる。

現在、各農作物の生産費に占める水利費の割合は市場価格の変動から変化の幅が大きい、一般的に許容し得る水利費の限度は約20%といわれている。セネガルにおいては1986年度以来、現在まで稈1 kg当たりの売渡し価格は85 Fcfaで維持されている。稈1 kg当たりの水利費は85 Fcfa × 0.2 = 17 Fcfaであり、用水1 m<sup>3</sup>当たりの稈の限界生産量は次式で算出される。

$$\frac{\text{用水 } 1 \text{ m}^3 \text{ 揚水費}}{\text{1 kg の生産費に占める水利費}} = \frac{10}{17} = 0.59 \text{ kg}$$

水稲以外の農作物市場価格は出荷時期、市場迄の距離等により変動幅は大きい、年間平均価格から算出すれば用水 1 m<sup>3</sup> 当たりの主要農作物の限界生産量は次の通りである。

表Ⅲ-1-1 主要農作物の限界水生産性

作物名	電力揚水 kg/m <sup>3</sup>	ディーゼル揚水 kg/m <sup>3</sup>
稲	0.30	0.59
落花生	0.25	0.50
ミレット	0.36	0.71
とうもろこし	0.36	0.71
ニエベ	0.28	0.55
加工トマト	1.00	2.00

現在、当流域は地表灌がい（水田の湛水灌がい、畑の畦間灌がい）が一般に行われている。この理由として水源であるセネガル川はディアマ・ダム及びマナンタリ・ダムの建設により周年の流量は安定、豊富であり、ポンプ揚水により比較的容易に使用し得ること、灌がい施設経費も機器灌がいに較べて多額を必要とせず、且つ用水管理が栽培面・施設面で比較的容易であることや、当流域の自然地形が比較的平坦であり、地表灌がいに必要な 0.1% 程度の圃場勾配が得易いこと等によるものと考えられる。

近年、世界のすう勢として、灌がい技術面からみれば、節水を重視する方向で地表灌がい→撒水灌がい（スプリンクラー、センター・ピボット等の機器使用）→点滴灌がい（ドリップ等の機器使用）に移行しているが、機器灌がいは圃場造成において自然地形をほとんど活かして利用し得ることや、用水量制御が容易に出来得る等の長所を有する反面、短所も多い。特に経済面からみれば施設費、維持管理費が高く、また更新期間が比較的短い等で多額の費用を必要とするため、灌がい対象の農作物も市場価格が高く、生産費とバランスのとれるもの、例えば果樹、野菜、トマト等の加工原料作物等の大農経営に使用される場合が多い。

現にセネガル国内においても、個人の大農経営の安定と灌がい技術の進歩と共に、セネガル川の水資源需要が増加し、水収支が厳しくなると想定される紀元2000年以後に機器灌がいの必要性は大きくなることが考えられる。



## 2. 灌がいの技術

### 2-1 必要用水量

前述のごとく、セネガル川流域における水は貴重であり、将来における需要の増大を考えると、今のうちから、必要用水量について、きちんと規定しておくことは、大切なことと思われる。ただ漠然と水を灌がいし、その後、過剰灌がいであることに気づき過剰分を排水してしまうということが往々にしてある。

耕地に水を灌がいするにあたり、まず考えなければならないことは、作物が成長するにあたりどれだけの水を必要とするかである。その水量を蒸発量といい、耕地に灌がいた時、地表より蒸発する量と合わせて、蒸発散量という。蒸発散量は、気温、湿度、風力、日射量、日照時間等の気象条件及び作物により変化する。FAOは「灌がい排水技術書No24」において、その地域の気象条件、又は蒸発量のみにより基準蒸発散量を算出し、それに作物ごとの係数を掛けて、その地域における各作物ごとの作物蒸発散量（その作物の日消費水量）を算出する方法を提唱している。

農業実証調査においては、この方法により算出した数値を適用して、調査を実施したが、実証調査における日灌がい水量及び間断日数調査では、FAO方式による必要用水量の当否について結論は出せなかった。しかし、2年間にわたり行った作付体系実証調査の結果、FAO方式の計画用水量により、かなりの高収量が得られたので、必要用水量の算出には同方法を適用するのが妥当と考えられる。

必要用水量の計算は、作物の蒸発散量の他に耕起・整地用水、水田については、播種前の湛水用水、水田の浸透量を考慮する。

#### ① 基準蒸発散量 (ETo)

基準蒸発散量 (ETo) は、実証圃場における4年間のA級パンによる蒸発量の測定値を使い、Panの方法により算出した。

#### ② 作物蒸発散量 (ETc)

作物蒸発散量 (ETc) は次式により算出される。

$$ETc = Kc \times ETo$$

Kc : 作物係数

各作物の期別ETcはアネックスの表を参照。

## 2-2 土壌の有効水分と間断日数

灌がいの間断日数は、作物の蒸発散量と耕地の土壌の保水力より決められる。間断日数についても、必要用水量の項と同じ理由で、作付体系実証調査と同じ方法を適用するのが妥当であろう。

間断日数は、作物別、月別に示される。手順は次の通りである。

### ① 24時間容水量

耕地に灌がいでする時、水をただやみくもに与えればよい、というものではない。各土壌にはそれぞれ、どの程度の水を保水できるかという性質がある。それを土壌の保水力という。保水力以上の水を灌がいても土壌が保水できない分は、重力により地中に浸透してしまうか、表面に残り、蒸発又は人為的に排水することにより排除され、無駄になってしまう。各土壌の保水力を把握することは、節水灌がいを考える上でも大切なことである。

土壌の保水力については、日本で一般的な24時間容水量の考え方による。土壌に十分な水(100mm以上)を与え、24時間経過後にその含水量を測定し、その値を24時間容水量とする。灌がいでする時、その土壌の含水量が24時間容水量の値になるまで水を与えれば良く、それ以上あたえても無駄水になる。

### ② 土壌の有効水分

作物は、24時間容水量の水分を全て消費することはできない。土壌の含水量がある点以下になると、作物は枯死してしまう。この含水量の点を永久萎凋点というが、それより含水量の多い段階でも、作物はその生長の支障をきたし始める。その点を生長阻害水分点という。一般に日本では、灌がい農業により作物を栽培する時、作物が水不足によりその生長を阻害され、収量が低くなることのないように、耕地の土壌の含水量を常にこの生長阻害水分点以上に保たなければならない。

この生長阻害水分点と24時間容水量との差を土壌の有効水分といい、正常生育に有効な範囲の土壌水分をさす。

実証調査において、圃場の土壌の24時間容水量については実測したが、生長阻害水分点については、測定できなかったため、便宜上24時間容水量の値を1.84で除した値を永久萎凋点とし、24時間容水量と永久萎凋点の差の90%を有効水分として採用した。生長阻害水分点については、今後、セネガル側で調査測定されることを期待する。

### ③ 土壌の有効水分量 (mm)

耕地における土壌面蒸発、作物根の水分吸収及び毛管補給等により、水分消費が行われる深さを有効土層といい、実証調査では40cmと想定した。有効土層に有効水分を乗じ、土壌の有効水分量を算出する。この量が無駄無く灌がいでできる1回量になる。

各土壌の有効水分量は以下の通りとなった。

ディエリ土壌 : 27.53mm

フォンデ土壌 : 47.72mm

ホルルデ土壌 : 61.80mm

### ③ 作物蒸発散量 (ETc)

前記により作物蒸発散量 (ETc) を算出した。

### ④ 灌がい間断日数

土壌の有効水分量を計画日消費水量で除すことにより、一回灌がい量で何日間作物の生長に支障をきたさないかを算出する。すなわち、間断日数を算出する。ただし、日数なので、算出した値を四捨五入し灌がい間断日数とする。

各作物別間断日数は、アネックスの表Ⅲ-1-B-1を参照。

## 2-3 水田灌がい

### 2-3-1 灌がい方法

稲作については、砂質のディエリ土壌での稲作栽培の可能性を探るため、ボーダー灌がい等による、畑地灌がい方式による方法も調査してみた。しかし、調査の結果、極めて低い収量しか得られず、畑地灌がい方式による稲作、すなわち陸稲栽培はセネガル川流域への導入は不適當という結論となった(詳細はアネックス「ボーダー灌がい」参照)。又、水稲作についても、ディエリ土壌においては地下浸透が多く、水稲損失が大きいため、粘土含量が高く、水の地下浸透損失が少ないホルルデ、フォーホルルデ及びフォンデ土壌を対象にした、湛水灌がいでだけについて考える。

### 2-3-2 水田用水量

水田用水量については、特に、日消費水量について調査してきた。実証調査圃場での調査の結果、日消費水量と土壌との関係は表土層(30cm深)に含有される粘土、シルト含量との相関が大きい。即ち、粘土、シルト含量の多い程、消費水量は小となる

傾向がある。当地域で経済的に利用しうる日消費水量の上限を18mm程度とすれば、表土層に粘土、シルト含量が約15%以上必要である。

日消費水量値は灌がい経過日数と共に減少する傾向がみられ、測定結果によれば、2年間で当初値の約70%に減少している。この傾向は表土層に粘土、シルト含量が少なく砂質土分の多い土壌の圃場程、大となることを示している。この理由としては、次のことが考えられる。

- ① 灌がいの経過と共に土壌中の微粒子が水分吸収により膨潤し、粗粒子の間隙を充填することにより、土壌自体に浸透抑制層を形成する。
- ② 表土層に含まれる粘土、シルト等の土壌微粒子が代かきや均平作業により水中に拡散され、時間の経過と共に水田表面に沈澱堆積し、透水係数の小さい層（5mm～10mm厚程度の皮膜状の層）が形成され浸透を抑制する。
- ③ 灌がい用水に含まれる土壌微細粒子や素掘り水路の水蝕による微細粒子、或いは当地域に特有の強風による流砂や大気中の土砂微粒子が田面に落下し、次第に沈澱堆積し皮膜状の層が形成される。

消費水量値は耕起作業方法により大きく影響される。耕起作業によって形成された水田面の浸透抑制層は破壊されるが、耕起作業方法により浸透抑制層の再生回復を早めることが可能と思われる。すなわち、プラウによる完全反転型より、ディスクハロー又はロータリーによる表土攪拌型の方が浸透抑制層の再生回復が早く行われるようである。

実証圃場での調査結果からみると、日消費水量に基準値は雨期（7月～10月）で11mm、乾期（2月～5月）で16mmである。

作期間の用水量について、実証調査圃場での結果によれば、栽培品種KSS、IKPとして直播し、又、水田表土層（30cm深）に粘土、シルトの土壌微粒子分が15%以上含まれている場合の基準値は雨期（7月～10月）で11,000m<sup>3</sup>/ha、乾期（2月～5月）で16,000m<sup>3</sup>/haである。移植栽培については、本田における生育期間が短いことから節水効果は大きく、直播の約70%となった。

実証調査圃場での、水田用水量調査は以上のものであったが、対象土壌は殆どフォンデ類似の土壌であった。ディエリ土壌での調査結果もあるが、栽培期間の用水量があまりにも大きく実用的でなかった。

水田用水量について、前述の必要用水量及び間断日数の算出手法を用いて、今後の

セネガル川流域の水田灌がいに資することを目的に、ホラルデ、フォーホラルデ土壌での試案を以下に述べる。この試案を基に、セネガル側が、今後実証されることを期待する。

水田川水量は、耕起・整地用水、播種前の湛水用水、水田の浸透量及び蒸発散量よりなる。

(1) 耕起・整地用水

耕起・整地に1週間程先立って、耕起・砕土を容易にし、雑草等の発芽を促すため灌水する。灌がい水量は、ホラルデ土壌の上部20cmが飽和した状態を想定して100mmとする（ホラルデ土壌の孔隙率は51%）。灌がい量の目安とし、灌がい水が全体に行き渡る程度とする。

(2) 播種前の湛水用水

播種に先立って灌水する。灌がい量は、120 mm とする。灌がい量は湛水深 100mmを目安とし、20mmは土壤に浸透する分を想定する。

(3) 周期灌がい

周期灌がいは、毎日の水田の浸透量・蒸発散量から有効雨量を減じたものよりなる。

雨期作一灌がい量：80mm（日蒸発散量 5.3mm+浸透量 2 mm-有効雨量 2 mm）

×間断日数15日

灌がい量の目安としては湛水深 100mmを目安に。

乾期作一灌がい量：131mm（日蒸発散量 6.9mm+浸透量 2 mm）×間断日数15日

灌がい量の目安としては湛水深 100mmを目安に。不足の 31 mmについては土壤に含まれた分を見込む。

(4) 純川水量

I K P（雨期）： 700mm（100+120+80×6）

J a y a（雨期）： 780mm（100+120+80×7）

I K P（乾期）： 1,158mm（100+120+131×7）

(5) 灌がい効率

灌がい効率は 80 %を見込む。

(6) 粗川水量

I K P（雨期）： 875mm（700÷0.80）

J a y a (雨期) : 975mm(780÷0.80)

I K P (乾期) : 1,445mm(1,156÷0.80)

#### (7) 計画用水量

I K P (雨期) : 8,750m<sup>3</sup>/ha(875÷1,000×10,000)

J a y a (雨期) : 9,750m<sup>3</sup>/ha(975÷1,000×10,000)

I K P (乾期) : 14,450m<sup>3</sup>/ha(1,445÷1,000×10,000)

#### 2-3-3 水田灌がい間断日数

間断日数については、前記の手法により決定するが、管理の煩雑さを考慮に入れ、水稲については10cm湛水した水を消費するのにかかる日数の年平均に近い15日間断とする。この日数は現在チャゴ圃場で行われている間断日数でもある。暑熱乾期作については、100 mmの水では15日分に足りない時期もあるが、不足分については土中に含まれる水分で賄える。

#### 2-4 畑地灌がい

##### 2-4-1 灌がい方法

畑作については、以下のような灌がい方法が有る。

地表灌がい . . .	{ 畦間灌がい ボーダー灌がい等
散水灌がい . . .	{ スプリンクラー レインガン センターピボット
その他 . . .	{ 点滴灌がい 浸潤灌がい

この内、地表灌がい以外は灌がい機器を必要とする。確かに、機器による灌がいは節水効果があり、耕地造成等の経費を余り必要としないという利点はあるが、灌がい機器は初期投資が高く、又、その運転、維持、更新に少なからぬ経費を必要とする。よって、散水灌がい、その他については、流域の農業が進展し、農家経済が向上し、又、流域の農業用水の水収支が窮屈になるであろう将来にはその必要度が増すであろう

うが、現時点では調査の対象とせず、実証調査圃場では展示としてのみ取り上げた。

地表灌がいについては、一般的な畦間灌がいより灌がい効率が良く節水効果のある畦間湛水灌がいと、たまねぎ等の密植栽培作物に適しているボーダー灌がいを中心に調査した。

普通の畦間灌がいでは、各畦間に灌がい水を流し、下流端に到達した水はそのまま排水してしまうか、あるいは、下流側にある他の耕地を灌がいするために使われるにしても最後には排水されてしまい、その分が無駄となる。それに引換え、セネガル川流域において一般的な、畦間湛水灌がいは、10数本の畦間を上流部と下流部でつなぎ、同時に灌がいし、最終的にすべての畦間に灌がい水を湛水させる方法であり、排水分がないだけ水が無駄にならない。又、各畦間ごとに別々の取水施設を必要としないので、安価になり、一度に数本分灌がいできるので、手間がかからない。

ボーダー灌がいは、下端まで灌がいするのに、最低限必要な水量がいるため、たまねぎ等では、適用効率は悪いが、収量が非常に高いので、導入することは可能と思われる。両灌がい法ともに、初期の均平を丁寧に行えば、周期灌がい時に労力の削減ができる。

しかし、本方法にて均一に灌がいを行うためには、勾配を緩くする事が必要である。ディエリ土壤において、勾配を緩くして灌がい水が末端迄届くか、又、均一に灌がいできるかという問題があったが、4年間の実証調査より、第1回目の灌がい時に横断方向を水平にする作業を丁寧に行う事等により、その可能性が実証された。

#### 2-4-2 耕地の形状及び灌がい流量

耕地の形状等については、耕地に灌がいする時間及び収穫量等を実証圃場において初期の2年間調査し、その結果を考慮に入れて検討した。後期2年間において、前半期の結果より概定された耕地の形状等について、作付体系調査に適用し、その可能性を確かめた。

灌がい時間については、耕地の下流端に最初に灌がい水が到達した時を最速到達時間とし、その後、耕地全域に灌がい水が行き渡った時を全域到達時間とした。この差を測定することにより、その耕地の横断方向の水平度が推察できる。特に、畦間湛水灌がいにおいて、横断方向が水平でなく、ある畦間が深かったりすると、その畦間だけ水が早く走り、全域に到達する時間との差が大きくなる。調査の結果より、第1回灌がい時に、横断方向の均平をよくすることにより、第1回灌がい時の最速到達時間

と全域到達時間との差が、第2回灌がい時に大幅に短縮することが判った。全域到達時間を短くすることにより、灌がい効率も良くなるので、第1回灌がいの時の横断方向の均平化は重要なことである。

各畦に独立して灌がいの方法により、勾配を変えた耕地にて調査した結果、勾配の緩いほうが、灌がい時間はより長くなるが、より均一に灌がいき、収量も多くなった。又、畦間をつないだ方法では、1/1000でも1/5000でも到達時間に大差は無く、この勾配でも十分に灌がいきできることが判った。よって、作付体系調査においては、1/1000の勾配を用いて調査をし、その可能性を確かめた。

長さについては24m~40mについて各々調査したが、1987年の調査より、畝の長さ30mと40mについての調査より30mの方が効率良く灌がいきできることが判った。よって、作付体系調査においてディエリ土壌において30mの長さを用いて調査し、その適用性を確かめた。

ボーダー灌がいについても、勾配を1/1000、長さを30mとして、作付体系調査に組み込みその可能性を確認した。

以上より畝の長さを30m前後とし、畦間の勾配を1/1000程度にするのが適当であろう。畝幅及び畝間隔は栽培作物によって変化するが、おおよそ、幅については80~120cm、間隔については50~60cmが適当であろう。ボーダー幅については、幅が広くてもその分灌がい流量を増せば、到達時間も短縮できるが、均平の精度を考慮に入れると、4~5mぐらいが適当であろう。又、フォンデ土壌における、水田後作の場合、勾配ゼロでも両灌がい法が十分適用できることが、実証された。

灌がい流量については、畦間湛水灌がいの場合、畝1本につき毎分46ℓほどでも、畦間の若干の崩壊はあるものの、1作期は十分にもつ。しかし、収量等を考慮に入れば、畝1本につき毎分40ℓ前後が適当であろう。ボーダー灌がいの場合、幅1mにつき毎分50ℓ程度が適当であろう（詳細はアネックス「畦間湛水灌がい」及び「ボーダー灌がい」参照）。

### 2-4-3 畑地用水量

畑地用水量については、前述の必要用水量及び間断日数の算出手法を用い基準値を決め、その値を用いて実証調査圃場における調査を行った。作付体系調査におけるトマト、たまねぎ等に本基準値により灌がいをを行い、その適合性を確かめた。

以下に、本地域における畑地用水量の基準値の試案を述べる。この試案を基に、セ



ネガル側が、今後実証し、確立されることを期待する。

畑地用水量は、耕起・整地用水、播種前用水、蒸発散量よりなる。

(1) 耕起・整地用水

耕起・整地に1週間程先立って、耕起・砕土を容易にし、雑草等の発芽を促すため灌水する。灌がい水量は、土壌の上部10cmが飽和した状態を想定してディエリ土壌の場合35mm（ディエリ土壌の孔隙率は35%）、フォンデ土壌の場合39mm（フォンデ土壌の孔隙率は39%）とする。灌がい量の目安としては、水が全体に行き渡る程度とする。

(2) 播種・定植前

播種・定植に先立って灌水する。灌がい量は、各作物により異なるが、各作物の蒸発散量の5日分を標準とする。ポンプの容量より、灌がい時間により管理する。

(3) 周期灌がい

灌がい量は、各作物により異なるが、各作物の蒸発散量の間断日数分を灌水。ポンプの容量より、灌がい時間により管理する。

(4) 純用水量

各作物別に水田用水量と同方法で算出。

(5) 灌がい効率

灌がい効率は80%を見込む。

(6) 粗用水量

各作物別に水田用水量と同方法で算出。

(7) 計画用水量

各作物別に水田用水量と同方法で算出。

各作物別計画用水量は以下の通り。

トマト	(乾期) :	8,960 m <sup>3</sup> /ha
たまねぎ	(乾期) :	7,410 m <sup>3</sup> /ha
馬鈴しょ	(乾期) :	5,525 m <sup>3</sup> /ha
キャベツ	(乾期) :	5,360 m <sup>3</sup> /ha
エジプトクローバー	(乾期) :	10,040 m <sup>3</sup> /ha
落花生	(雨期) :	7,125 m <sup>3</sup> /ha
落花生	(乾期) :	6,620 m <sup>3</sup> /ha

ニエベ	(雨期) : 4,950 m <sup>3</sup> /ha
ニエベ	(乾期) : 4,830 m <sup>3</sup> /ha
とうもろこし	(雨期) : 7,840 m <sup>3</sup> /ha
とうもろこし	(乾期) : 7,990 m <sup>3</sup> /ha
甘しょ	(雨期) : 7,910 m <sup>3</sup> /ha
甘しょ	(乾期) : 8,820 m <sup>3</sup> /ha
ソルガム	(雨期) : 6,125 m <sup>3</sup> /ha
ソルガム	(乾期) : 6,690 m <sup>3</sup> /ha

#### 2-4-4 畑地灌がい間断日数

畑地灌がい間断日数についても、水田と同様管理の煩雑さを考慮して、一番用水量の多いトマトの間断日数に合わせて、5日間断とする。ただし、1回の灌がい量については、各々の作物の5日分の消費水量を入れる事とする。

### 3. 水管理

半乾燥地域における限られた水資源の効率的利用のため、節水を目的とする水管理技術は灌がい農業において重要な問題である。この問題は、ポンプ揚水等により水価が高くなる程、又、施設規模が大きくなる程一層重要な問題となる。

当地域における水管理の技術としては用水路、ファームポンド等施設損失の減少、排水管理損失の減少、圃場浸透損失の減少、排水管理に必要な施設の造成、作物品種の選択と栽培方法の選択による用水量の減少が考えられるが、これ等は水源、導排水施設及び圃場内の各所において行われる。

これ等の各所で行われる節水方法を秩序をもってするためには、灌がい施設を利用する農民の組織である営農集団が、水源（揚水ポンプ）から圃場配水まで一貫した水管理を行うことが必要である。

#### 3-1 施設損失の減少

用水路が素掘りの場合の損失は、実証圃場での調査結果によれば、損失量のポンプ揚水量に対する比率は約10%であった。

ファームポンド損失については、その底部が粘質土を締固めたのみのほとんど素掘り状態であることから約7%であった。ファームポンドを用水路の一部と考えれば、用水路損失は両者の計の約17%となる。大部分の半乾燥地域では経済的な理由や資材面から素掘り用水路、素掘りファームポンドとすることが多いが、これらの施設からの浸透による損失水量は貴重な水資源の損失となり、末端の用水利用計画に支障を与えるのみでなく、浸透水によって隣接農地に浸水、侵食、塩害等の被害を発生し、作物生産上で被害を与える結果となるので、砂質土壌では盛土の十分な締固めやライニングにより浸透、漏水を防止することが望ましい。

ライニング材料としてはコンクリート、アスファルト、プラスチックシート等の他に、現地で安価で且つ加工容易なソイルセメント、モルタルブロック等の活用が有望と考えられる。

#### 3-2 配水管理損失の減少

水源から導配水施設を経て末端圃場に配水される間に浸透、蒸発、配水管理による多くの損失量を生ずるが、これまでの調査によれば配水管理損失>浸透損失>蒸発損失となっており、不適正な水管理が用水損失の大きな要因となっている。とくに畑地灌がいの場合、配水管理がローテーションによって行われる場合には、配水管理の不

適がそのまま損失水量となる場合が多い。即ち、適正な水管理方法とは、無効配水損失等の主に人為的な原因で発生する配水管理損失量を最小限におさえる方法ともいえる。

一般の灌がい農地で通常発生する配水管理損失は分水及び取水ゲートの操作ミス、及び灌がい停止とポンプ運転停止のタイムラグによる無効水量流下に原因する。従って、当地域でのポンプ灌がいにおいて経済的水利用を行うために、配水管理損失水量（主として無効放流量）を出来るだけ少なくすることが必要であり、そのために圃場用水量計画と合致した適正なポンプ運転時間を維持することや、ファームポンドによる無効放流量の貯溜、計画用水量の配水に適合した合理的なゲート操作を行うことが必要である。

### 3-3 圃場浸透損失の減少

圃場での浸透損失が最も大きい土壌は砂質土である。半乾燥地域には砂質土が広く分布しているが、低保水性と低生産性のため、水源が比較的容易に得られる灌がい可能地以外は農業にはほとんど利用されていない。

当地域において砂質土の圃場で浸透損失を少なくするためには、一般的な方法として粘質土の搬入客土が考えられる。

実証圃場での調査によれば表土層（約30cm深）で粘土、シルトの含量15%以上の場合は、その圃場の減水深の傾向からみて、水田として利用可能であった。従って、圃場近傍に粘質土壌が得られ、且つ運搬コストが低い場合には搬入客土を実施することは圃場の浸透損失を減少する有効な方法と考えられる。

### 3-4 配水管理に必要な施設の造成

適正な配水管理を行うため必要な施設としてファームポンドが考えられる。ポンプ揚水による高価な水を有効に利用するため、用水をポンプ施設から用水路を経てファームポンドに一時貯溜し、配水計画に従って水量を調整し、各圃場に灌がいをする。特に1年2作として雨期に水稲、乾期に畑作を行う場合の畑地灌がいにおいて、畑作物に適期に適量を灌がいし得る灌がい自由度を維持するためファームポンドの造成が必要である。

ドンボ・チャゴ地区の場合、約50ha毎に営農集団を組織し、1年2作を計画して雨期に水稲、乾期にトマト作付を実施したが、トマト作でも水稲と同一の15日間断の灌がい方法で行ったため、粘土質土壌で過湿被害により収量低下を来した実例があり、現在は水稲作かトマト作かの1年1作しか栽培しない農家が多い結果となっている。

ファームポンドの造成規模は、維持管理及び農民による作物選択時の意志統一やゲート等操作管理の容易さ等を考慮し、農地約25haあたりに容量約1,000m<sup>3</sup>で1ヶ所を設置することが適当と考えられる。又、その構造は浸透損失防止のため側壁はコンクリートブロック等、底部はコンクリート、アスファルト、プラスチック・シート或いはソイルセメント等によりライニングすることが望ましい。

### 3-5 作物品種及び栽培方法の選択による用水量減少

圃場における作付期間の必要用水量は、栽培作物の作付期間に大きく影響される。収量に大きい差がなければ、早生、且つ耐乾性の強い品種を選択する方が灌がいコストの面から有利である。又、栽培方法の違いによっても必要用水量は影響される。水稲作の場合は直播栽培と移植栽培による用水量の差は大きく、移植の場合は直播の場合の約70%である。一方、作付期間が短縮されることから、不可避の施設損失、配水管理損失等も量的に減少させることが出来る。

### 3-6 営農集団による水管理

灌がい施設の利用の場合は、ポンプ運転、分水ゲート操作或いは各圃場への配水作業の上で、人為的な原因で発生する用水損失を最小限におさえることが重要な問題である。そのために、一つの灌がい系統の水源地から末端圃場まで各所でバランスのとれた水管理を行う必要があり、農業組合下の組織である営農グループによって一貫的な管理が行われなければならない。

例えばチャゴ村の場合、チャゴ農業協同組合（農地面積約300ha）下で6つの営農グループが構成され、それぞれ約50haを栽培している。各営農グループによる代表者8人から構成された営農運営委員会があり、グループ長以下で会計、書記、倉庫管理、灌がい、資材管理等を担当して各年の営農作付計画、機械利用計画、生産資材購入計画、灌がい計画等をSAEDの普及担当員の指導の下に作成し、実施している。その灌がい計画においては各圃場への均等な水配分が中心である。しかし、水管理は単に配水量の均等面のみでなく、量的な節水面と水コストの低減面も重要な分野であるので、更に具体的にきめ細かい水管理を実施する必要がある。そのため、例えば営農運営委員会の下部組織として灌がい委員会を設置することが望ましい。灌がい委員会の職務内容はポンプ、用水路等水利施設の管理、配水方法の検討、過大取水の規制、無効放流等の配水管理損失の軽減、降雨の有効利用、水利施設機能の改良及び分水ゲート操作等の技術面できめ細かに活動することである。

今後、灌がい配水施設は利用者である農民の集団管理の方向が強まって行くことと思われるが、秩序をもってきめ細かい管理を行うためには、組織の確立と実務運用面での細部規則の整備が必要である。

例えば、基幹施設から末端施設にいたる維持管理の公平な費用負担及びゲート等の操作方法や、用水路の維持保守のための堆砂や雑草除去作業の分担のとり決め、又配水管理については、利水上で不利な条件下にある末端圃場への配水を優先的に行うようにし、更に各区画への過大取水を避けるため畦畔の高さを約30cm程度に統一したり、地盤高の差から配水に不利な区画に対しては小型ポンプを準備する等の工夫も必要と考えられる。

又、畑地灌がいでローテーションブロックは可能な限り同一作物、同一品種に集団化をはかり、灌がい時期、灌水量、間断日数を統一化すべきであり、且つ水利用の効率化と灌がい自由度を高めるため、ファームポンドを密度高く設置することが望ましい。

最後に、いうまでもないことであるが、当地域のかんがい農業にとって、揚水ポンプはいわば生命であるから、その運転、維持、管理には日常的に細心の注意を払うとともに、補修、更新のための資金を積み立てておくことが必要である。

#### 4. 灌がい農地の造成

##### 4-1 灌がい農地の造成目標

半乾燥地域において、灌がい農地の造成のために最も重要なことは、圃場での灌がい制御が的確に実施出来、作物栽培を可能にすることである。

現在、セネガル政府は灌がい農地での1年2作（稲作 ⇔ 稲作或は畑作、畑作 ⇔ 畑作）を奨励し、その計画推進に努めている。セネガル川流域の灌がい農業の現況は土壌の差異、栽培技術及び灌がい技術の水準、農家経済の実情や農民の好み等からみて、稲作は比較的順調であるが、畑作のうち穀類は自家消費が中心であり、市場用としては野菜、トマト等の加工用作物に限られる状況下にあると考えられる。

一方、水田、畑地夫々に土壌条件に適否があり、栽培技術、灌がい技術等も異なる。従って、稲作と畑作は夫々の適した土壌にそのための農地を造成し、水田は稲作の2作、畑地では畑作の2作として営農した方が有利と思われる。

又、営農や用水管理の組織面においても稲作は比較的大きい営農集団（30～50戸）でも意志統一は可能と思われるが、畑作では作付種類や品種及びローテーション・ブロックによる用水管理等で意志統一が得易い小営農集団（10～20戸）による集団管理が適していると考えられる。

他方、稲作、畑作への両者に適した土壌条件下においては稲作、畑作の輪作が可能な汎用農地の造成も必要であり、灌がい施設等の共用により集約した営農が考えられる。

当地域における灌がい農地造成では灌がい、配水夫々に施設整備を必要とするが、現段階においては建設コスト及び維持管理コストの経済面を考慮し、機械や構造物工事は必要最小限とし、土工事を中心に施設整備を行うことを考えるべきである。又、造成後の施設維持管理についても造成時点で十分検討し、各施設は高級繊細で操作の難しいものよりも、頑丈で故障事故が少なく、操作の容易なものを選択すべきである。

当流域では経済面の他に自然地形が比較的平坦であり、整地の土工量が少なく、圃場の縦断勾配を比較的整一に維持し易いことから、地表灌がいが適している。

又、灌がい農地の造成では、開発地区の実情に合った圃場区画の規模や形状及び灌がい配水施設の適正な配置について、十分な検討を行い、決定する必要がある。

## 4-2 灌がい農地の圃場造成

### (1) 圃場区画の規模及び形状

灌がい農地の圃場区画の規模は、現況の地形を基本として、灌がい、排水システム及び営農水管理システムの計画面と耕作農民の要望面の両面から検討し決定すべきである。

圃場区画の形状は一定の成形化を考える必要はなく、現地高低差を考慮し、等高線に沿って作られた畦畔によって区切られた区画形状とする等、現地の地形を活かして造成することが望ましい。

区画整地のための移動土量は水田で約 100 m<sup>3</sup>/ha、畑地で約 50 m<sup>3</sup>/ha 程度を目標として、造成コストの軽減を企むことが必要である。

又、区画内の縦断勾配は水田の湛水灌がい又は畑地の畦間灌がいにとって 0.1% 程度の均平を目標とするのが適当である。

### (2) 灌がい排水システム

当地域における平均的な規模での灌がい及び排水システムは次の基本単位によって構成する。

- 1) 水源設備（揚水ポンプ）
- 2) 主幹用排水路（1次用排水路）
- 3) ファームポンド
- 4) 量水装置
- 5) 圃場内用排水路（2次又は3次用排水路）
- 6) 分水装置
- 7) 排水（余剰水）末端の貯溜施設又は排水ポンプ設備

これ等施設の地区内配置は現地地形、営農及び施設管理計画等を十分検討し、夫々の機能を発揮するように決定する。

#### 1) 水源設備（揚水ポンプ）

当地域においては主要な水源であるセネガル川の周年の流況は安定している。しかし、低位部を流れるため揚水ポンプ設備が必要である。ポンプ設備の規模は計画地区の灌がい面積に必要な粗用水量（蒸発量、土壌等の自然条件及び施設損失、水管理損失及び機械損失等の人為的、機械的条件より積算）に基づいて決定するが、動力源としては管理コスト、整備作業の統一化等を考慮し、電力を使用



する方が望ましい。

## 2) 主幹用排水路（1次用排水路）

主幹用水路は水源からファームポンド又は圃場まで用水を送るための手段であり、開渠とパイプラインがある。当地域においては建設コストや資材調達難等から開渠となる地区が多いが、開渠は素掘りの場合とライニングする場合とがある。素掘り開渠は浸透損失が大きいため、水資源の有効利用からライニングすることが望ましいが、建設コストが高くなる欠点がある。従って、用水路主延長のうちで、透水性の大きい砂質土壌区画のみライニングすることを検討する方が有利である。ライニング材料としては一般的なコンクリート、アスファルト等の他に現地でより安価で、且つ施工容易なソイルセメント、モルタルブロック等の使用を検討すべきである。

主幹排水路は素掘り開渠として、圃場内の2次或は3次排水路からの余剰水を集水し地区外に排除する施設である。そのため、水路底部深は2次、3次排水路との落差と地下水位の低下を維持するために必要な深さにより決定される。排水流末処理設備としては排水貯溜施設或いは排水ポンプが必要である。

## 3) ファームポンド

ファームポンドはポンプ揚水による高価な水資源の有効利用を図るため、揚水の貯溜機能と共に調整池としての役割を持つ施設である。即ち、灌がい施設の配水管理を容易にして管理損失を減少する、又、畑地灌がいの場合における多種作物栽培時に、作物毎に適合した用水量を調整して灌がい自由度を高めるために必要な施設である。

ファームポンドが素掘りの場合は、土壌によっては浸透量が大となることがある。この場合は側壁及び底部のライニングが望ましい。ライニング材料としては、コンクリート、アスファルト、プラスチック・シート、ソイルセメント、モルタルブロック等比較検討し、現地に適合したものを使用する。

ファームポンドの設置場所は主幹用水路の一部として設置するか、主幹用水路から2次用水路への分水部等の配水管理上有利な適当な場所を選択する。

ファームポンドの規模は当流域の営農集団組織による水管理の実態を考慮し、農地約25ha程度に容量約1,000m<sup>3</sup>程度のもの1ヶ所とするのが望ましい。又、ファームポンドの底部を約1m程度、地盤高より低く設置し、その死水を利用して

養魚を行う等施設の多角的利用も検討する必要がある。

#### 4) 量水装置

揚水ポンプからの流量測定、又は圃場に供給される水量を計測するものであり、主幹用水路の上流部又は2次用水路の分水部に設置することが望ましい。装置としては、開渠では三角堰又はパーシャルフリュームが用いられる。

#### 5) 圃場内用配水路（2次又は3次用排水路）

圃場内用水路は主幹用水路から分水し、末端区画までの配水を均等に行うための施設であるが、素掘り開渠の場合は、浸透量の大きい砂質土壌区画はライニングすることが望ましい。又、流速による水蝕と法面崩壊防止のため、水路底縦断勾配は0.1%以下にすると共に側法面勾配を1:2とする必要がある。

圃場内排水路は、圃場の余剰水の排水と共に地下水位を維持するための施設である。圃場の地下水位は、農地面から約60cm程度の深さに維持することが望ましいので、排水路底部の深さは圃場の灌がい水面からの落差を約2m程度として設置することが必要である。

#### 6) 分水装置

主幹用水路或いはファームポンドから2次用水路に分水するための設備で、水位堰上げのための水路チェック及び分水ゲート或いはサイフォン管等を使用する。

これ等の設備は農民によって操作されることが多いが、用水路延長が長い場合は、建設コスト面を検討のうえ、自動制御方式の水路チェック（例えばネルピック自動堰等）又は分水装置の設置も考慮すべきである。

#### 7) 主幹排水路末端の貯溜施設又は排水ポンプ設備

主幹排水路末端の貯溜施設は、排水（余剰水）或いは圃場周辺の降雨等を集水して貯溜し、再利用するため、又は排水中の農薬、肥料や塩分による河川等の汚染を防止するため必要である。灌がい地区に対して必要な用水量を十分に供給して均一な配水を確保し、これによって出てくる余剰水を貯溜し、水質的に問題がなければポンプによって逆送し再利用することができる。又、他地区の灌がい用水として利用することも可能である。一方、水質からみて灌がい用水として不適の場合は、その流末処理として、排水ポンプを設備し、地区外排水路を通して河川下流部の汚染の影響を受けない場所に排除する必要がある。

## 第2章 機械化

### 1. 機械化の考え方

#### 1-1 畜力利用の可能性

機械化を問題にする前に、まず可能性として検討しなければならないのは畜力利用である。セネガルでも落花生盆地において、作付規模の拡大や適期播種のため畜力播種が導入され、そのための中期資金の融資も行われた事実がある。また、この畜力利用が落花生と共に南下し、カザマンス地方では水田の耕耘にも利用されるに至ったといわれる。セネガル川流域でも、現在は消滅しているが、中流のゲデ地区で中国（台湾）の稲作指導を受けた際に畜力利用が行われた形跡がある。

流域の将来の農民経営の耕作規模を3ha前後と想定すれば、畜力利用でも不可能ではない。上記の落花生盆地及びカザマンス地方の農耕種族は、もともと大家畜（牛）を飼養する種族であったが、セネガル川流域の農耕種族は大家畜を飼わない種族である。従って、大家畜の飼養そのものに不馴れであると共に、仮に役畜を飼養したとしても、利用しない時期の飼料の調達もサヘル北部にあるだけに問題である。特に、流域開発の当初は飼料基盤の弱い小規模の耕作から出発しなければならないし、また、密居制で、しかも1家族（大家族制）当たり400㎡（20×20m）程度の宅地面積では、物理的にも飼養が困難である。

この流域では、稲作の開始と平行して、洪水を利用した稲作用の重粘地（ホルルデ）の耕作のため大馬力のトラクターを導入し、この機械による請負耕作が既に一般化している。従って、暫くの間は現在の機械利用の状況が続き、これによる農民経営が進展した段階で、改めて経済的観点から畜力か、機械力か、或いはその併用か等が問題になるものと思われる。

現在、流域の大部分の農耕種族の農家は大家畜を保有しないばかりか、自転車、自動2輪車、2輪馬車、荷車等の輸送や運搬用の用具すら持つ者は少ない。開発地への通作は徒歩であり、しかも開発地は中上流のPIVを除いて、部落より遠い距離にある。洪水の条件が全く異なった今日では、部落の位置も見直すことができるが、そうでない場合は通作に配慮しなければならない。近代的な灌がい農業は伝統農法と違って、作物栽培地への通作は頻繁となる。例えば、灌がいは少なくとも週1回必要であり、穀作の収穫期は毎日交代で鳥害の防除に当たらねばならない。その上、資材や苗、収

穫物、副産物の運搬の回数や量は多くなる。

このため、何等かの通作や運搬の用具を個々の農家で準備しなければならないであろう。最初は自転車とろばであるかも知れない。そのような用具で必要を満たしている間に家畜飼養の技能が身につく、畜力利用と機械利用の選択能力ができるものと考えられる。

## 1-2 部分機械化

第1編の第3章で既に述べたように、1970年代にFAOはIRATの協力を得て、小型耕耘機、50~70HPの大中型のトラクターによる部分機械化について検討を行い、1年2作の稲作、3~4haの耕作規模を想定した場合に、50~70HPの大中型機械による耕耘(浅耕)、コンバインによる収穫と脱穀、農薬による除草等の技術の組み合わせ方式が最も収益性が高いことを示している。他方、ISRAはドンボ・チャゴ開発地の営農の開始に当たり、機械化の程度を決定するため、小型耕耘機による可能性を1年間テストしたが、使用機種が不適當のため、検討に耐える成績が得られなかった経緯もある。

農業実証調査では、全体計画では1年2作の体系での機械化問題の重要性にかんがみ、初年度から検証を行う予定であったが、諸種の事情で着手が遅れ、1989/90年に短期間であったが、38HPの中型トラクターを用いて若干の検証を行うことができた。以下、その結果を折り込みながら、今後の機械化のあり方について考察を試みてみよう。

これまでのセネガルでの研究や経験、実証圃場での作付体系の検証等から、1年2作を行うに当たっての機械化の方針を次のように考えてみることにした。

- ① 1年2作を円滑に行うため、前作と後作が接続する部分の機械による省力化を図る。
- ② 稲作はなるべく省力的な技術を適用して行い、余剰労働力を畑作の商品作物に充当するようにする。
- ③ 稲作の機械移植は増収に至らなくても、用水の節約や在圃期間の短縮という効果があり、1年2作を行う上で有利となるが、育苗に技術を要し、機械移植には水田の厳密な均平が必要となるので、将来の検討に残し、当面は直播法とする。

④ 諸作業への機械の利用は最小限にとどめ、次の作業が問題となる。

稲作……耕耘、整地、刈取、脱穀

畑作……耕耘、整地、畝立て

共通……運搬

## 2. 農作業の機械化

### 2-1 耕耘・整地

#### 1) 圃場区画が 0.2ha 以上の場合

セネガル川流域の開発地の主流がこの規模に属する。この規模の開発地では50から70hpの4輪駆動のトラクターが適するが、38HPでも多少時間がかかるが十分に可能である。耕起の深さは同流域で一般的であるオフセットハローによる浅耕耘で十分で、農業実証調査圃場やチャゴ地区圃場での調査の結果等から、耕起の深さは10cmの浅耕耘で良いであろう。この他、プラウによる深耕転(20cm)は3年に1度の割合で行うのが良い。保水力を増加させ、雑草防除の点からも、耕起前灌水後数日してから雑草が発芽したところに土壌の表層を反転させる耕起が望ましいであろう。トラクター耕耘の必要時間数と燃費をFAOのデータと比べると次の通りである。

表 III-2-1 必要時間数および経費

	JICA 38hp <sup>1)</sup>	50-70hp <sup>2)</sup>	65hp <sup>3)</sup>	80hp <sup>4)</sup>
プラウ	6.0h/ha	4.2h/ha	1.1h/ha	1.0h/ha
オフセットハロー	3.0h/ha	2.5h/ha	1.8h/ha	1.4h/ha
合計	9.0h/ha	6.7h/ha	2.9h/ha	2.4h/ha
経費 <sup>4)</sup> Fcfa/ha	32,000	33,000	15,000	15,000
業者 <sup>5)</sup>	プラウ	35,000Fcfa/ha	オフセットハロー	17,000Fcfa/ha

1) フィールド調査 1989

2) FAO 1976 Mechanization of Rice Production

3) SAED資料より

4) 0.21ℓ/HP/h, 210Fcfa/ℓ、  
 38HP 4.8百万Fcfa, 63HP 6.7百万Fcfa, 73HP 7.6百万Fcfa, 84HP 8.2百万Fcfa  
 プラウ 1.3百万Fcfa 1.3百万Fcfa 1.5百万Fcfa 1.5百万Fcfa  
 ハロー 0.8百万Fcfa 0.8百万Fcfa 1.6百万Fcfa 1.6百万Fcfa

価格は1989時  
 償却期間8年、4,800時間、600時間/年、メンテナンス初期投資の75%

5) フィールド調査

## 2) 圃場区画 0.2ha以下の場合

1筆の大きさや経営規模からみて、ハンドトラクター等の小型機械（12HP）の利用が望ましい。しかしながら、セネガル川流域では1970年代の一時期にこのタイプの利用が行われていたが、現在では見られなくなっている。

ハンドトラクターでは、乾田耕起はほとんど不可能であるため、浮き車輪を付けた湛水耕起となる。ロータベータの1回掛けかロータベータの後に均平を行うのが一般的である。作業時間はha当たり8～15時間を要するが、田面の状態が悪ければ作業能率は極端に落ちる。

表Ⅲ-2-2 ハンドトラクターのロータベータ耕耘

	時間	経費Pcfa/ha
ロータベータ1回掛け	8h/ha	11,000
ロータベータ1回掛け プラス均平	10-15h/ha	20,000

8HP 1.6百万Pcfa  
償却5年 2,500時間 500時間/年 メンテナンス初期投資50%

## 2-2 収穫と脱穀

### 1) 収穫

#### ① 人力

人力による場合は、刈り取りから稲藁を積み上げるまでの必要作業時間は150～250人・時間/haと見積もられる。

#### ② リーパー

農業実証調査団ではこのタイプの刈り取り機を推奨している。1.2mの刈り幅の機種（4hp）ではha当たりの刈り取り必要作業時間は4h/haである。結束機を備えたバインダーの利用は同流域では省力（50人・時間/ha）の利点はあるが、結束用の紐代が経費の6割も占め、結束に当たって多くの脱粒を生じるので適切ではない。

#### ③ コンバイン

米の2期作を可能にするには、作業時間の短縮の点から自脱型のコンバイン導入のポテンシャルは高い。リシャートルでも1970年代に試験的に導入されている。そのときの作業能率は、刈り幅4.2mの機種（120～140hp）で、収量が4～6t/haの場合では2h/ha、木の排出量は2～3t/hである。しかしながら、メンテ

ナンス費用が初期費用の 250%もかかる上に、現在の価格では 4～5 千万Fcfa である。1ha 当たりの経費を概算すると、45,000Fcfa/ha となる。

	リーパー3HP <sup>1)</sup>	コンバイン120～140HP <sup>2)</sup>
作業能率	4h/ha	2h/ha, 2～3t/h
経費Fcfa/ha	8,000 <sup>3)</sup>	45,000 <sup>4)</sup>

1) リーパー3Hp 1.6百万Fcfa、償却5年2,000時間、年間400時間、管理費100%

2) コンバイン120～140Hp 5千万Fcfa、償却10年6,000時間、年間600時間

3) 燃料費リーパー3Hp 0.23 ℓ/Hp/h, 350Fcfa/ℓ

4) 燃料費コンバイン 0.20 ℓ/Hp/h, 210Fcfa/ℓ

## 2) 脱穀

### ① 人力

1時間当たりの脱穀能力は約25kg/時間/人である。

### ② 脱穀機

流域では脱穀は圃場の中で行われるのが一般的であり、機械を移動し搬入するので軽量小型が望ましい。チャゴ地区では処理能力 500kg/hで、7～11Hpのエンジンを利用しているが、稲藁投入方式で選別能力が悪く、稲藁の再利用、運搬に不便である。農業実証圃場では自脱型の機種、処理能力 1,200kg/h、4Hpのエンジンを使用し、チャゴ地区の脱穀機より選別及び処理能力に3倍程度優れていることがわかっている。両機種の価格差はほとんどなく、1.2百万Fcfa前後である。

	処理能力	経費Fcfa
自脱型 脱穀機	1,200kg/h 4Hp	9,000

価格 1.2百万Fcfa、償却5年2,000時間、年400時間、メンテナンス  
初期投資の75%、収量6t/ha、燃費 0.23 ℓ/Hp/h, 350 Fcfa/ℓ

### 3) 精米

現在、セネガル川流域では農民がSAEDに初段階で販売するので、精米はSAEDの管理する工場で行われている。又、村レベルの加工業者の数が1979年時の13から1985年時では142に増加している背景(M. L. Moris, 1987)もあり、機械化の緊急性はないと思われる。

#### ⑩ 水稲移植機

農業実証調査団では水稲の播種方法として、当面、散播を推奨しているが、移植機による試験も実施したので参考までにその結果を示すと次の通り。

機械は4Hpのガソリンエンジンで、播種密度は30cm×15cmで移植を行った。

	時間/ha	燃費Fcfa/ha
人力	280	-
移植機	14	131

### 3. 農業機械の保有と管理

#### 3-1 デルタ及び下流域

セネガルで灌がい農業を始めるに当たっては、全く未経験の農業であったため、その技術の全てを専門家の考案に委ねる他はなかった。稲作を開始するにしても、行政の側で用地を決めて農地を造成し、用水の導入方法を定め、耕作者を募集して組織化し、種子や肥料を貸与し、一定の技術の仕様を定めて生産させ、主要な作業には機械サービスを行い、収穫後に一定の生産物で前貸金の回収を図った。つまり、官製の技術を作り、これに適合するように農業条件を整えて生産に当たることとした。初期の試みとしては致し方ないことであろう。

勿論、この方式で生産活動が十分に行われなければ、その原因を分析して是正しながら次の改善方式へと進む。これはデルタ及び下流域においてSABDが大規模開発地の造成を通じて実施してきた開発の経過である。



現在は、SABDの大型機による耕耘サービスは漸次民間に移され、SOCAS 及びSNTIのトマト加工会社の保有する機械、及び民営として小規模の農業機械サービス企業が新たに生じつつある。もちろん、これらの大型農機が所在するのはトマト加工会社の場合は直営農場での作業、及び契約農家へのサービスの提供のためであるが、開発地の多くが重粘地で重機械を要することにもよる。もともと重粘地の開発だけを狙ったSABDの場合は、当然大型機ということになる。各開発地での農機の整備が遅れ、且つ重粘土の開発地が支配的な現状では、この賃耕方式による機械化作業は当分続くものと思われる。

他方、ドンボ・チャゴ開発地にみられる様に、開発地の耕作農民による自主管理方式は、これまでの開発経験に由来する一種の改善方式であろう。現在進行中のデルタ及び下流域の大規模開発地のリハビリ計画でも、この種の方式が採用されている。ポンプや農機等はGPを単位として共有共用し、償却費を積み立てて更新するのである。しかし、現段階では、当初に付与された農機等の維持管理に専念している状態で、必要な農機を追加して作付の拡大を図るといような内発的な動きはみられない。それかといって、その集団内の個人あるいは数人の有志で必要な機械を整えて対処するという動きも見られない。

いうまでもなく、用水の利用は共同化を避けられないが、農機等は集団での共有共用の方式が最善である訳ではない。農機の有効な利用を図るには、個々の農家、それが不経済であれば、親戚や友人との間で共有共用し、農地の深耕等数年に1回大型機での作業が必要な時には賃耕等で補うことになるものと思われる。

### 3-2 中上流域

中上流域では1970年代から村落付帯の開発地(PIV)の造成が開始され、現在殆どの村落に行き渡っているといわれる。このPIVの機械整備は、発足時には揚水ポンプだけで、作付等は人力によるものが大部分であり、従って、農家の耕作規模も殆どが0.5ha以下である。また、開発地の大部分は集落の配置されている、洪水の危険の少ない自然堤防のフォンデの砂質土壌で、人力耕耘は十分に可能である。

この開発段階では、生産物の大部分は自給されるであろうから、動力機としてポンプに次いで導入されるのは精米機であり、しかもそれは個人でなく村単位程度の共用或いは営業用であろう。

しかし、この中上流域にも未開発の可耕地は多く、現在、人工洪水によって退水後

の伝統農業を行っている土地は早晚開発されねばならないし、村落と村落の中間地にも開発すべき土地が残されている。人力労働によりながらも、次第に農業による収益が大きくなり、出稼ぎ兼業から脱却して農業の拡大を意図するに至れば、畜力や機械力を利用する動機が生まれてくる。その時に始めて、如何なる順序で農機を整備し、それをどの単位で共有し、共用すべきか、現行のGPの枠の中で考える気運が生じるものと思われる。

### 第3章 作物保護

#### 1. 病虫害及び鳥獣害

##### 1-1 病虫害

###### 1-1-1 実証調査圃場を中心とした病虫害の調査結果

1989年11月～12月までの間、実証調査圃場及び周辺農家圃場の病虫害発生・加害の実態を調査した。一般に病虫害の発生が極めて少なかったため、加害食痕を観察し、加害解析をして発生推定した。解析に当たり、信頼度90%の水準で、百分率法による出現確立の有意性を比検討した。その結果は、調査作物ごとに以下に示した。

また実証圃場、その周辺農家圃場の踏査及びSAED、ISRA、ORSTOMで収集した文献・資料をもとに、発生・生育が確認された種類、観察による確認は出来なかったが、文献加害が予想される種類を、作物別に整理しアネックスにまとめた（アネックスIII-3-A「病虫害及び鳥害リスト」参照）。

###### (1) 水 稲

*Leptocorisa acuta* (ヘリカメムシの一種)、*Nezara viridula* (ミナミアオカメムシ)、*Orseolia oryzivora* (シントメクマバエの一種)、*Diopsis* sp. (クモキグリバエの一種)、*Rhopalosiphum maidis* (アブラムシの一種)、*Chilo diffusilinea* と *Tryporiza* spp. (メイチュウの一種)、*Nymphula* sp. (コミズメイガの一種)、*Oxya* sp. (イナゴの一種) 等が観察された。

加害痕の調査によれば、4号圃と9号圃の9㎡当たりの平均白穂数は0.21本であった。カラバエの加害痕に似た白粒穂は9号圃に多く見られ、平均加害穂出現株率は21.3%であった。加害穂の白粒数の分布を見ると、1穂当たりの被害粒（白粒）は0個及び8個以上見られる穂は、理論的平均出現率（ $m$ ）と同じか或いは少なく、2～6個が有意的に多い。イナゴの加害痕は、移植後間もない10号圃では見られない。出穂期の4号圃と最高分けつ期の9号圃の加害痕の分布を見ると、加害痕の全く見られない株が有意的に多く、イナゴの加害は受けていないと結論できる。その他、*Hispa* spp. (イネトゲトゲの一種) 及び種不明の加害痕の分布を見ても何れの種の加害痕は無いと結論される。

病害については、分けつ期以降のしらはがれ病の発生が目立った。その他、小粒菌核病、*Pyricularia oryzae*、*Phyllosticta Glumarum*、*Curvularia* sp.、

*Nigrospora* sp. 等が原因と思われる穂の汚染 (grain discoloration) や *Helminthosporium leaf spot* が見られた。

(2) ソルガム

*Rhopalosiphum maidis* (アブラムシの一種)、*Taylorilygus vasseleri* (メクラカメムシの一種)、*Sesamia calamistis* (ヤガの一種)、*Epilachna similis* (テントウムシの一種) 等が観察された。バッタ類では、*Kraussaria angulifera*, *Oedalus senegalensis*, *Cataloipus fuscocoerulipes*, *Heteracris annulosa*, *Ornithacris turbida cavroisi*, *Acrida bicolor*, *Morphacris fasciata* の9種を確認したが発生数は少ない。

11号圃のバッタ及びメイガの加害株の分布を見ると、バッタ類による食痕は、全く無い株と僅かに食害されている株が有意的に多く見られたが、食害葉面積の大きい株は無い。また、メイガの食入した株(桿)は全く無かった。

(3) ニエベ

*Aphis* spp. (アブラムシの一種)、*Helopetis schoutedeni* (メクラカメムシの一種)、*Anaplocnemis harrida* (ハリカメムシの一種)、*Taeniothrips sjostedti* (アザミウマの一種)、*Ophiomyia phaseoli* (ハモグリバエの一種)、*Tetranychus* spp. (ハダニの一種、)、*Empoasca* sp. (ヒメヨコバイの一種)、*Thrips tabaci* (アザミウマの一種) 等が観察された。

8号圃のニエベの若い葉、成熟葉、老熟葉別にハモグリバエとハダニの加害程度を比較して見たところ、ハモグリバエは全く加害しない葉が多く、ハダニは加害は僅かに見られる葉が多い。ハダニの場合、加害の無い葉も有意的に多いことから、葉の生育途中に着生し始め、葉の成熟が進むにつれて増殖し葉に被害が現れるようになるという、ハダニの増殖加害の習性が現れている。立毛のままのニエベの種子、自家調整した貯蔵種子及び種苗店から購入した種子を材料としてマメソウムシの加害を比較した。立毛の状態では加害粒はほとんどない。収穫後種子貯蔵庫で保管すると加害は進行し50~60%の豆が被害を受けてしまう。種苗店で販売する種子の加害粒率は自家調整貯蔵の種子の加害粒率よりも明らかに小さいが、この相違は種子袋の材料の相違によると考えられる。しかし、約20%前後の加害粒が混在しているので種苗店の種子でも早晩貯蔵中に加害粒率は増大してゆくものと考えられる。

病害症状は葉焼病 (*Xanthomonas vignicola*)、根ぐされ病 (*Fusarium solani*),

*F. oxysporum*)、さび病 (*Uromyces phaseali*)、すす紋病 (*Cercospora cruenta*, *C. canescens*)、炭そ病 (*Collectrichum* spp.)、白絹病 (*Corticium solani*, *C. rolfsii*)、絹腐病 (*Pythium aphanidermatum*)、ウィルス病等が観察された。

#### (4) トマト

*Bemisia tabaci* (ワタコナジラミ)、*Thrips tabaci* (ネギアザミウマ)、*Empoasca* spp. (ヒメヨコバイの一種)、*Myzus persicae* (モモアカアブラムシ) 等が見られた。

苗床における *Brachterpus membranaceus* (コオロギの一種) の被害は激甚である。1号圃の苗床全面調査によると、比較的若いA苗床 (1~2葉の展開株) の被害株率は31.3%、B苗床 (3~4葉の展開株) の被害株率は33.8%で、A・B苗床間には有意差はない。苗床の平均被害株率は31.1%となる。1号圃、2号圃、11号圃の苗床及び移植したトマトには、ヨトウムシの加害は観察されなかった。

病害はウィルス病が最も多く、8号圃の発生株率は11.8%であった。その他、斑点細菌病 (*Xanthomonas vesicatoria*)、萎ちょう病 (*Fusarium oxysporum*)、苗立枯病 (*Rhizoctonia solani*)、白星病 (*Septoria lycopersicii*)、斑点病 (*Stemphylium solani*) と思われる病斑が見られた。

#### (5) 甘しょ

*Agrius convolvuli* (スズメガの一種)、*Aphis gossypii* (ワタアブラムシ)、*Empoasca* spp. (ヒメヨコバイの一種)、*Bedellia somnulentella* (ハモグリガの一種) 等が見られた。

ハモグリガとスズメガ幼虫の加害を3つの甘しょ圃場で調査したが、ハモグリガは加害がなく、スズメガ幼虫の加害は1号圃場でやや多く見られるものの、甘しょ圃場としては極めて軽い被害である。

病害に関してはウィルス病が僅かに見られたほか、斑点病 (*Phyllosticta batatas*)、黒斑病 (*Ceratocystis fimbriata*)、黒星病 (*Macrosporium bataticola*) が見られた。

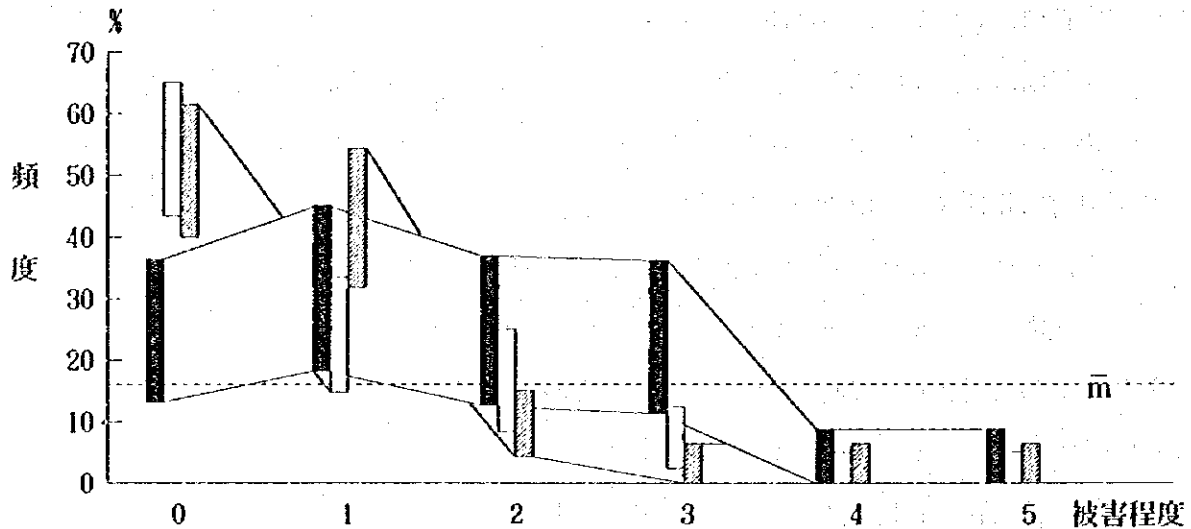
#### (6) たまねぎ

苗床 (1号圃) に *Gryllotalpa africana* (ケラ) の加害と *Thrips tabaci* (ネギアザミウマ) の加害が見られた。

1号圃の苗床で生育阻害程度を調査した結果によると、調査した3苗床の間で、

ケラの加害の程度は違うが、理論的平均出現率と比較して見ると、3苗床の被害の程度はほとんど同じである。ヨトウムシの加害痕を2号圃と11号圃の苗床及び移植畑で調査したが、加害の痕跡は全く見られなかった。病害らしい症状は全く観察されなかった。

図III-3-1 ケラによるタマネギ苗床の被害程度



(7) キャッサバ

*Bemisia tabaci* (ワタコナジラミ) と *Tetranychus cinnabarinus* (ハダニの一種) が見られた。

8号圃の2つのキャッサバ畑のウィルス病罹病株の調査した結果、罹病株率は、それぞれ1.37%と48.33%で、異常に罹病株率の高い圃場があった。

病害に関しては、*Cercospora henningsii* が原因と思われる症状が僅かに見られた。

8号圃の2つのキャッサバ畑のウィルス病罹病株の調査した結果、罹病株率は、それぞれ1.37%と48.33%で、異常に罹病株率が高い圃場があった。

病害に関しては、*Cercospora henningsii* が原因と思われる症状が僅かに見られた。

## 1-1-2 作物の防除法

病虫害の防除手段としては

### ① 直接的防除

- 化学的防除 (薬剤防除)
- 物理的防除 (熱消毒など)
- 天敵微生物など

### ② 耕種的防除

- 作期の選定
- 作付体系の選定
- 栽培技術、土壌改良

### ③ 抵抗性品種の利用

などがある。

セネガル川流域の現状を見ると、病虫害に関してはほとんど無防備で作物を栽培していると言える。わずかに一部の作物で農薬が使用される時もあるが、時期や使用法は不適當であることが多い。

研究機関では防除法が検討され、普及機関には防除に関するテキストや資料があり、都市には農薬や噴霧器を販売する所はあるが、地方ではほとんど防除に関する普及も実践もされていないのが現状である。

このような状況の中で、もっとも実践しやすい防除法は、耕種的防除法である。すなわち、適正品種を選ぶこと、適正な作期を選ぶこと、連作は避けること、土壌を良くすること、栽培法を改良すること、病害虫がいると思われる作物残渣などは畑から取り除き、環境を整えること、など作物を健全に育てることが病虫害防除に最も大切であることを農民に知ってもらうことから始めるべきである。

また入手できれば、往々にして薬剤の使用に頼ろうとするが、耕種的防除を優先して薬剤の使用は最小限度に済ませる努力をすることが大切であり、それが不可能でやむなく薬剤防除だけに頼るとしても、使用法を適正に選択し発生初期からの効果的使用あるいは早期発見による適期使用が大切であることを強調したい。

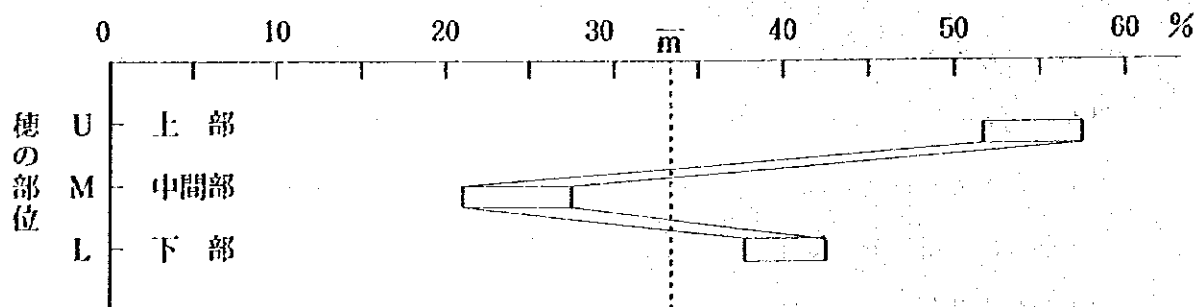
## 1-2 鳥害

1年を通じて鳥害はあり、水稲、ソルガム、ミレットなどの被害は、時として栽培の最大の阻害要因となる。

1989年実証調査圃場での調査によると、ソルガムの例では鳥追いが余り熱心でない11号圃と熱心な12号圃から無作為抽出した14穂について、鳥による加害粒を比較した結果、11号圃の穂の被害粒率は45.38%、12号圃の穂の被害粒率は27.94%で、12号圃の被害粒率は有意的に少ない。これは鳥追いの効果は認められるが、かなり熱心に鳥追いを実行しても被害粒率を28%程度以下に押さえることは難しく、鳥追いの効果の限界を示すものではないかと思われる。また、無作為抽出穂を上・中・下部の3部分に分けて、鳥の被害粒を調査し、穂の部位によって加害の程度がどうか比較分析した。その結果、被害粒数及び被害粒率とも、穂の上部に大きく、次いで下部が大きく、中間部は有意的に平均理論値よりも小さい。つまり、鳥は穂の上部と下部を好んで加害するが中間部を加害することは少ないと結論できる。

なお、この調査時には*Quelea quelea* と *Passer luteus* を主に、他の数種の鳥の飛来加害が観察された。また観察はできなかったが、文献、資料から生息・加害が確実と思われるものをアネックスにまとめた(アネックスIII-3-A「病害虫及び鳥害リスト」参照)。

図III-3-2 ソルガム穂の鳥害の様相





### 1-3 小動物の害

実証調査圃場での小動物による加害例では、初年度～3年目までは、野うさぎ、サルの例がある。しかし、被害は局地的で被害程度も小さかった。その後4年目の調査によれば、種不明の2匹が観察されたに過ぎず、そ穴（巣穴）や巣は全く発見できなかった。野ねずみの発生加害が見られなかった理由としては、天敵であるへび類・とかげ類・たか類が多く相当数の野ねずみが捕食され、個体群抑圧の効果をあげていると考えられる。

### 1-4 セネガル川流域のバッタ類の発生加害について

1988年12月、チャゴ・ギェール湖地区では、大発生した飛蝗 (*Locusta migratoria migratorioides*) の大被害を受けた。1989年の調査期間中には、ソルガムの圃場で既述の9種のバッタを確認し、その中には大きな被害を起こす *Kraussaria angulifera*, *Oedaleus senegalensis* も含まれていたが、大被害を起こす多発生は見られなかった。

飛蝗は、単独で住み移動しない孤独相と、群生して飛行移動する群飛相の二つの型がある。実験的に条件を変えると人為的に、孤独相 $\leftrightarrow$ 中間相 $\leftrightarrow$ 群飛相とに自由に変えることができ、外界の影響に反応した生理的変化であることが証明された。飛蝗型の群飛相のバッタの体形とはねは細長く、移動飛行に好都合な形態となっている。しかも身体に黒い色素が多く、太陽の輻射熱を吸収し、高い体温を保って飛翔活動を活動する適応が見られる。イネ科植物の大きな群落があり、孵化した幼虫が高温多湿の環境で生育すると、孤独相の幼虫と違った群飛相の特徴を持ったバッタとなり、幼虫時代から大群となって、主にイネ科の植物を移動しながら食いあらし、成虫になれば風上に向けて食べ物を求めて群をなして移動し、地上に降りて、緑色の植物が無くなるまで、作物を含むすべての植物を食い盡いつくす。1日50kmの速さで移動するといわれている。このように、大群となって上昇移動し、下降しては食害を繰り返し、通過した農地の作物は時として収穫皆無の大災害を受ける。有効な防除法はないが、人手の限りをつくして下降着地を防いだり、農薬の航空散布が行われている。群飛相の幼虫の大発生地を早期発見し、大挙移動する前に、発生源で農薬散布し、移動群を撲滅するのが最も有効である。

## 2. 防災営農

セネガル川流域の自然環境は作物栽培にとって非常に厳しいものである。雨期は天水農業が不可能なほどに短く、雨量も少ない。その雨期が終わり、吹き始める東北季節風アリゼはしばしば砂や粉塵を伴い、冬を過ぎれば、砂漠から乾燥した熱風を運び酷暑となる。加えて周期的に起こる旱魃、突然襲来するバツタの大群、常時被害を与える鳥など、当地域の作物栽培は常に何らかの危険にさらされていると言っても過言ではない。

一方、セネガル川流域の農業開発は、この地域の農業を支えるセネガル川の水を効率良く利用するために、灌がい農業を指向した開発が進められている。灌がい農業は旱魃でも安定した生産をあげることができるとは言いが、本当に災害に強い農業形態を作っているだろうか。開発が進むにつれて、水稻や商品作物の栽培面積が画一的な形で増えている一方、本来の自給用作物であり、旱魃にも強いソルガム、ミレット、キャッサバなどの栽培面積が減少していることに注目したい。

実証調査圃場では、1988年の秋から発生したバツタの大群で大きな被害を出した。この時の教訓から、不時の災害に強い作物とはどのようなものであろうか、作付体系の中に補完作物を入れるべきであろうか、防風、防鳥は可能であろうか、などの防災農法を検討しようとした(アネックスⅢ-3-B「防災適作実証試験」参照)。しかし検討期間が1作期と短かったうえに、被災状況を人工的に作るのが難しいことなど、検討をまとめることができなかつた。従って、ここでは防災農法についてふれる程度にとどめ、本格的検討はセネガル側への問題提起として残したい。

旱魃は、灌がい農業開発が進めば、その危険は減少する。しかし、旱魃では川の水量も減る訳であり、灌がい農業がまったくその影響を受けないというわけにはいかない。また、セネガル川中上流域では、まだまだ天水や氾らん原を利用した農業が営まれており、大旱魃となれば大きな被害が出るだろうと想像される。旱魃は予測できないものであるが、栽培上の対策としては、少しでも耐乾性のある作物、すなわちソルガム、ニエベ、ミレットなどを作っておくことが必要であろう。

当地域で、鳥害は作物が年間に受ける被害合計で最も大きなものとなっていると考える。収穫期に田畑を見張る鳥追いが1日休んだだけで、かるく1区画が全滅するほどに鳥の数が多し。実証調査圃場のソルガム畑の例では、鳥追いがかなり熱心に働いても、被害率は28%以下に抑えることは難しいという結果になった。鳥害は1年中起こるが、

特に緑の少なくなる冬作物に集中する。また、あらゆる作物に被害を与えるのではなく、水稲、ソルガム、ミレットなどのイネ科に被害を大きく与え、果菜に少なく、豆科や地下作物には無害であるという特徴をもつ。対策としては、人手による鳥追い以上の効果をあげる方法は見当たらないが、イネ科と同時に、被害を受けない他の作物を植えて、危険率を下げるべきであろう。

バッタの被害を予測することは難しいが、大発生する年は雨量が多い年であるといわれる。従って、早魃と同時に発生することはないようである（ただし、発生源が遠く、飛来してくる場合は別であるが）。雨によって発生するとなると、雨期の終わりから冬中がもっとも危険な時期となる。また実証調査圃場の例では、全作物が被害を受けたが、被害の多少は作物の種類ではなく、むしろ作物の生育時期による差が大きかった。すなわち幼苗や生育初期の加害は致命的となり、生育中期以降の加害は作物が回復して収穫ができる場合が多かった（アネックスⅢ-3-C「バッタの食害が野菜の生産に及ぼした影響」参照）。栽培上の対策としては、作期をずらしておくことが考えられよう。

以上当地域での代表的な災害を列記した。これに対し、栽培上の防災法はあくまでも受け身的なものになるが、年中何らかの作物を栽培すること、なるべく多くの作物を栽培し、できれば作期をずらしておくことなどを考えたい。もちろん、経営の中心となるものは水稲やトマトのような収益性の高いものとならざるをえないが、畑のすみや庭先に常にニエベ、ソルガム、甘じょ、キャッサバなどを植えておくことが、不時の災害対策として必要であろう。

### 3. 防風林

#### 3-1 防風林の必要性

当地域における強風（おおよそ5m/sec以上）による流砂現象を防止するとともに、風速を減殺し、上方へ風向を転換して防風林の風下の耕地と農作物及び営農施設（用排水路等）への被害を防止する。特に当地域に特有の熱風（特に暑熱乾期に発生する東北季節風アリゼ）による作物生育障害を軽減するため、圃場の外周及び内部に一定間隔に防風林帯を設置することは営農上の必要条件である。

#### 3-2 防風林の効果等

実証調査圃場における防風林効果調査によれば次の通りである（アネックスⅢ-3-D「防風林に関する調査」参照）。

### 3-2-1 防風林の設置及び生長経過

圃場周囲に1986年8月に苗木の植付を行った。樹種は3種類で3列植とし、圃場側から内側2列はユーカリの2種類 (*Eucalyptus Katreine* 及び *Eucalyptus Niaenely*) 外側列はアカシアの1種類 (*Acacia Holosericea*) である。植付距離はユーカリが約2m、アカシア約1mで列間距離は約2.5~3.0mである。

苗木植付後約1ヶ年間は15日間断で小型ポンプにより灌がい(供給水量は平均約0.2m<sup>3</sup>/本/回)を行ったが、樹の成長は早く植栽後1年目(1987年8月)にはユーカリの樹高平均3.5m、樹幹周長(地上高0.5m)で平均0.16m、又アカシアは樹高平均2.2m、樹幹周長0.17mに達し、防風効果が発現している。又、植付後3年4月目(1989年12月)にはユーカリの樹高平均6.9m、樹幹周長平均0.37m、アカシアの樹高平均4.7m樹幹周長平均0.33mであった。

### 3-2-2 防風林の効果

調査結果によれば防風林による風速の減殺効果は大きく、防風林から圃場内25mの範囲で樹高がユーカリ3.5m、アカシア2.2mで風速は約1/2に減殺され、樹高がユーカリ5.6m、アカシア3.3mで風速は約1/3に減殺された。

### 3-3 防風林設置の問題点

- ① 実証調査圃場の防風林は3列植で各列の植栽間隔はユーカリが約2m、アカシアが約1mであるが、流砂は調査結果からみて道路等の防風林の開放部や植栽面の広い部分からの侵入が多い。したがって、地表面を流れる飛砂を防止するためには植列を増加するか、地上部を被覆するアカシア等わい性の灌木等を樹間に更に混植することが必要である。実証調査圃場での防風林の幅は約6mであるが、日本における調査結果によれば耕地外周部の防風林の幅は約30m前後が望ましいといわれている。当該地域の場合、現地気象条件、植樹後の生育初期灌水等の管理を考慮し、列間距離は3mとして6列植の約15m程度が望ましい。
- ② 水路側に防風林を植栽する場合は樹根が水路内法面を破損し漏水等が発生するのを防ぐため、水路法肩から3m以上離し、植樹することが必要である。
- ③ 防風林の樹種は生長の速いユーカリ、アカシアが適当と考えられるが、更に適合した樹種の検討を行う必要がある。又、防風林は防風効果のみでなく、植樹後5~7年で樹の更新を考え、2~3年間隔で苗木の新植を樹間に行い、古木の間伐を行うことにより薪材又は木材資源として有効に活用する二次的効果も今後は検討する

必要がある。

- ④ 実証調査圃場における調査結果から防風林による風速減殺効果は圃場内の距離25 m範囲は明らかであるが、日本における調査結果では防風林の風速減殺効果が発生する範囲は風下で樹高の約15倍とされている。従って当地域で更に調査範囲を拡大して効果範囲を確認するため、今後ISRA、SAED等による調査継続が望ましい。

## 第4章 灌がい農業と営農集団

### 1. 営農集団の推移

セネガル川流域では灌がい農業への移行に伴い、それに即した農民組織の編成が必要になってきている。流域開発の当初はリシャートル周辺ではORTALという企業稲作、及びこれを引き継いだSDRSという国営稲作農場があり、真に農民が直接に流域開発に係わりを持つに至ったのは1970年に入ってからとみられる。

1961年設立のSAEDは、1970年からのデルタ及び下流域での大規模開発地の運営に当たっては、入植者或いは近隣の農民を生産者集団 (GP=Groupements des Producteurs) として組織し、各集団を集団農場方式で生産に従事させると共に、GPをSAEDと農民とを結合させる役割のものとして資材の供給、生産物の収買、前貸金の回収等に当たらせることとしていた。しかし、この仕組みは徒らにSAEDの業務を肥大させ、且つ農民にはSAEDへの依頼心を起こさせるなど、種々障害を生じ、SAEDの業務のあり方と共に農民組織の見直しも行われることとなった。

新たな組織化は1980年以降のことで、その最初の企図がドンボ・チャゴ開発地といわれている。1983年には協同組合法が改正され、農協は行政単位の郷を単位に設立されるが、村の段階でも村地区農協 (Section Villageoise) として作られ、自治活動が出来ることとなった。また翌1984年にはGIE (Groupement d'Intérêt Economique) が法的に認められ、3人以上が組織し、公的金融にも接近できることとなった。かくして、ドンボ及びチャゴ農協に対し、灌がい耕地を与え、SAEDはドンボとチャゴ (600ha) の各グループ (チャゴ6、ドンボ6) と夫々契約 (1984年12月20日) を結び、生産段階ではGPは自主的に運営し、農協はその上位機関として耕作者の資格審査、金融機関CNCASへの仲介等の業務を行い、他方SAEDは技術指導のサービスを提供し、当分の間、OMVSに代わっての水利費の徴収や生産米穀の収買 (CPSPへの引渡し) を行うこととなっている。

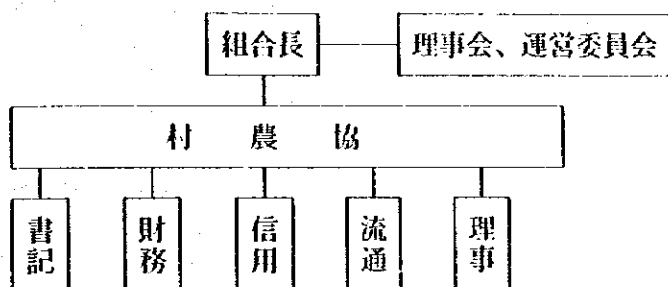
### 2. 営農集団の機能

#### 2-1 村農協 (SV) と生産者グループ (GP)

前述してきたように、農地開発と運営に係わる中心的農民組織として村農協 (SV) とGIEとしての生産者グループ (GP) を欠くことはできない。両者の関係はGPは農協の下部組織であることもあるが、農協と無関係に作ることもできる。SVとGPは、

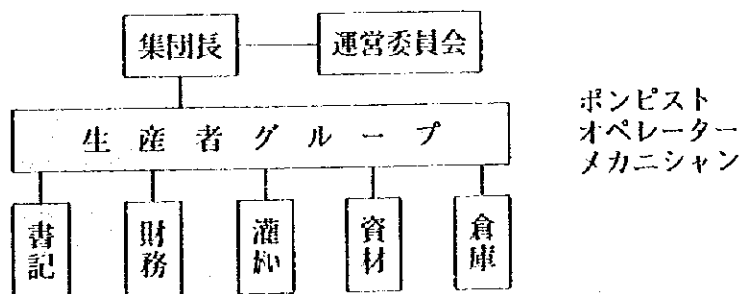
- ①SAEDと契約を結び援助を受けることができる。
- ②CNCAS（農業信用金庫）から融資を受けることができる。
- ③民間業者との契約ができる。

チャゴ村農協や生産者グループの例からその組織、機能をみてみた。



村農協では組合長、書記、財務担当、信用担当、流通担当の責任者を置き、運営方針は理事会や運営委員会で決定する。

生産者グループでも同様に村農協にならない専任の担当者を置いている。



生産者グループの場合は、実際の農作業に密接した責任者の配置となっている。責任者の他に、機械の運転を行うポンピスト、オペレーターやメカニシャン等の専門家を雇用する。実際のグループでの調整作業は次の様なものがある。

#### ①耕起作業

- 機械の担当者はトラクターによる耕起作業の実施計画を策定する。
- トラクターのオペレーターを確保し、作業にあたる。
- メカニシャンは機械の修理と整備を行う。

#### ②灌がい

- 灌がいの担当者は用水の公平な配分と用排水路の十分な維持管理を監視する。
- ポンピストはポンプの運転管理を行う。

－ポンプの修理と整備を行う。

③販売

－販売のために収穫物の計量。

－販売先との交渉等。

④購入

－生産資材の共同購入。

－燃料、機械の部品等の購入。

⑤資材管理

－共同購入した農業資材の管理。

－資材の補充等。

⑥会計

－部品の購入など通常のコモンスポーツの管理。

－加入者の借金状況の整理。

⑦財務

－グループで所有する銀行口座の管理。

## 2-2 営農集団と農地開発

セネガル川流域の開発に、近代的灌がい導入されるようになり、開発を担当する公社は農民を組織化する集団農場方式を採用してきている。多くの投資を必要とする灌がい開発ではスケールメリットを出すことが可能になるが、共同作業の実施や用水の配分、施設のメンテナンス等、農民の組織的活動が不可欠である。その組織として先に述べたSV、GIEや生産者グループが育成されてきている。開発公社は農民の組織化と共に、近代的農法に農民が対処できるように農耕、水利、経営、機械化を指導してきている。

セネガル政府は、農地の開発にあたってはSAEDの責任と生産者グループの責任を明確にして、共同で行うことを前提にしてきた。農民による自主管理開発地であるドンボ・チャゴでは、開発の当初はSAEDは次の業務サービスを実施することとし農民の開発への参画をサポートした。

①農民の生産者集団への組織化と、その運営についての指導。

②農業機械やポンプ等、生産者集団を具体的に動かすのに必要な技術及び管理要員の研修。1人はトラクターのオペレーターで、機械の点検、運行及び機械作業計画の作成に



についての研修。1人は用水系統の管理で、用水の配分、用水路の維持管理についての研修。更に1人は倉庫係で、部品、資材の取扱及び融資事務についての研修。

③技術普及について、研修会の開催、展示農場等を通じて近代技術の普及を行う。

④社会経済的な視点からのものであって、集団及び集団を運営するために必要なフランス語、企業精神の涵養、情報等についての研修を行う。

SAEDは、生産者グループと農地開発に関する業務範囲を取り決めた契約を結び、具体的な活動方針を明らかにしている。

### 3. 営農集団による運営管理

#### 3-1 運営管理

営農集団による開発地の実際の運営管理は、SAEDの政策である農民組織への業務の移行によって変わってきている。又、開発地の規模によっても異なるし、SAEDの生産者グループとの契約によっても異なる。運営管理の善し悪しは、実際に運営に携わる生産者集団の能力や農民の技術力、識字率、経営能力、社会経済的な背景等によっても異なる。

ドンボ・チャゴ地区では生産者グループが管理する部門として次の項目がある。

##### ①耕地管理

耕地を管理する場合、技術的な面と社会経済的な面の2つの問題が存在する。前者は農作業の計画実施能力で、後者は農民の意思決定能力である。特に、水管理は重要で、公平に配分される必要があり、不正利用の場合は罰則等で取り締まる。収穫物の販売等も考慮した播種計画、品種の導入でもグループの中での調整が必要になってくる。

- 農作業及び機械利用計画
- 水利用計画
- 配分耕地の管理（作期の統一、共同作業の実施等）

##### ②在庫管理

農業生産に係わる生産資材の購入や農業機械の部品、燃料等の調達である。

- 種子、肥料、農薬の購入
- 農業機械の燃料や部品、修理の管理等
- 上記のものを農民に配分する

### ③ 経理の管理

各生産グループは独自に2つの銀行口座を設け、グループの運営上の経理を行っている。資金の流れは次の3通りがある。

- 運転資金のための普通預金
- 償却にあてるための定期預金
- 日常の運用金

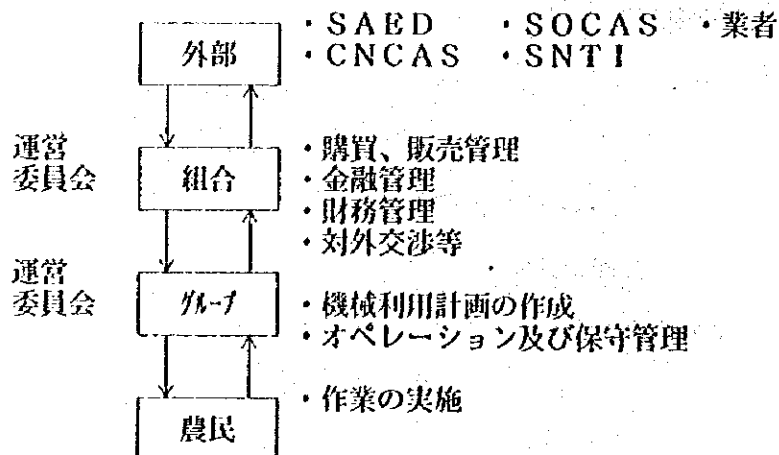
運転資金はプロジェクト融資の枠内で農民に前貸しするもので、設備の円滑な稼働に役立てられる。初期投資は無償であったが、更新のため償却費の積立てが必要である。これには機械等の使用料をあてる。日常の運用金は、集団によって額はことなるが構成員への賦課金、農業機械の部外者へのサービス供与による代金を資金とする。

### 3-2 農業機械の共同利用

農業機械の共同利用では、自主管理と請負方式の2通りが考えられよう。

#### 3-2-1 自主管理

農民が農業機械を自主管理しているケースは同流域では少なく、ドンボ・チャゴ開発地とニアング開発地が代表的な例である。ドンボ・チャゴ開発地の例では当初、産者グループが直接管理し、対外的な面は村農協を通すことに決めたが、現在に至ってドンボ地区では生産者グループによる個別運営を継続しているのに対し、チャゴ地区では新規に購入したトラクターの借金の返済のために、村農協に設置した運営委員会が管理することに決めている。これらの例からも、保守管理の面と積立て償却費の2つが大きな問題として指摘されている。運営管理体制としての外部-組合-生産者グループ-農民の関係及び役割を図示すると次の通りである。



農業機械を自主管理し共同利用する場合、保守管理と共に次期に購入する機械類の費用を蓄えておかなければならない。ドンボ・チャゴではそのために、商業銀行に各生産者グループ毎に口座を設け、作期の終わりに農民から機械の利用料金を徴収し償却費として積み立てている。機械の時間当たりの使用単価は次の通り。

トラクター	800Fcfa
プラウ	550Fcfa
ワットハー	500Fcfa
作畝機	600Fcfa
トレーラー	300Fcfa
脱穀機	1,000Fcfa
ポンプ	600Fcfa

日常の燃料や部品の交換なども口座管理を行っている。これらの財源はメンバーからの賦課金及び外部への貸出による代金等を見込んでいる。

前記の機械類の使用状況をチャゴ地区の2グループで見ると次の通りである。

表Ⅲ-4-1 チャゴ地区の農業機械利用状況(グループH) (単位;時間)

作期	ポンプ	トラクター	プラウ	ワットハー	作畝機	トレーラー	脱穀機
冷乾81/82	-	-	-	-	-	-	-
暑乾81/82	300	-	-	-	-	-	-
雨期82/83	372	250	-	-	-	44	-
冷乾82/83	428	32	-	-	77	-	-
暑乾82/83	542	106	-	-	-	-	-
雨期83/84	322	275	-	-	-	41	83
冷乾83/84	470	476	-	-	116	-	-
雨期84/85	573	723	-	-	-	53	105
冷乾84/85	267	490	138	92	69	-	-
雨期85/86	400	254	-	127	-	64	-
冷乾85/86	350	354	-	82	65	-	-
雨期86/87	460	320	-	136	-	49	168
雨期87/88	810	150	-	-	-	28	-

出所: Abdoulaye NDAO "ETUDE DE L'EVOLUTION DES GROUPEMENTS DE MOTORISATION DE NDOMBO-THIAGO" 1989

表Ⅲ-4-2 チャゴ地区の農業機械利用状況(グループ1) (単位:時間)

作期	ポンプ	トラクター	プラウ	ワレットハー	畝立機	ローラー	脱穀機
冷乾81/82	200	-	-	-	-	-	-
暑乾81/82	200	-	-	-	-	-	-
雨期82/83	362	300	-	-	-	44	-
冷乾82/83	448	390	-	45	60	-	-
暑乾82/83	517	60	-	-	-	-	-
雨期83/84	193	210	127	-	-	40	80
冷乾83/84	323	334	-	63	89	-	-
雨期84/85	614	500	-	-	-	40	80
冷乾84/85	336	400	-	85	64	-	-
雨期85/86	221	250	-	-	-	22	45
冷乾85/86	496	203	-	-	-	-	-
雨期86/87	500	-	-	-	-	280	128
暑乾86/87	400	-	-	-	-	-	-
冷乾87/88	120	-	-	-	-	-	-
雨期88/89	800	-	-	-	-	-	-

出所: 同上

2つのグループを見ると、ポンプとトラクターの他は使用率が低い。1グループについては86年からはトラクターが使用されておらず、その他の機械類も含めて償却費の積立てがうまく運んでいないと推察される。さらに、農民が耕起を重視しないということから、プラウやワレットハー等の利用が少ない事も挙げられる。ドンボ・チャゴ地区への農業機械の配置は1981/82年に大部分が終了しており、1986/87、1987/88年までの償却費の回収率をみるとグループ間にかなりの差異を生じている。この点に関しては、管理のミスとオペレーターの未熟さ、故障等による使用率の低下からくる徴収不足が指摘される。償却費の回収率の差異をグループ毎に示すと次の通り。

表Ⅲ-4-3 グループ毎の償却費の回収率の割合

グループ	回収率	時期
F	24%	雨期 87/88
G	59%	雨期 87/88
H	80%	雨期 86/87
I	37%	雨期 87/88
J	52%	雨期 87/88
K	41%	雨期 87/88
A	103%	雨期 86/87
B	46%	雨期 86/87
C	69%	雨期 86/87
D	79%	雨期 86/87
E	53%	雨期 86/87
L	27%	雨期 86/87

出所: 同上

ドンボ地区のグループAではすでに償却費は100%を上回る回収率であるのに対し、F

やLでは24%、27%にすぎない。このFやLのような放牧を生業の中心とする人々では、通作距離が遠いこともあるが、圃場の管理という集約的な農業とはライフスタイルがかけ離れている背景もあり、機械利用において差異を生じている。

### 3-2-2 請負方式

セネガル川流域、特にデルタ地域では機械作業の請負が一般的である。現在の農民の整備技能水準からみても請負方式は致し方ないであろう。請負先としては、民間業者、篤農家を中心であるが、今後、組合の中に機械作業の請負先としての確立した機能を持たせ、採算性を高めようとする組織化も考慮されるべきであろう。

トラクターの運営をドンボ地区でみると、グループ内の耕起（オフセット）作業の他に外部の耕起作業を請負っているケースが見られる。耕起（オフセット）料はグループ内で16,000Fcfa、外部に対しては交渉して17,000Fcfa前後に決めているようである。1989/90年のトラクターの利用状況は次表の通りで、1グループの標準面積50haの4～5倍程度の外部請負作業を実施している。

表III-4-4 トラクターの利用状況

期 間 1989年	作 業	作業面積(ha)		作業時間(h)		収入(Fcfa ×1,000)	
		グループ内	外部	グループ内	外部	グループ内	外部
5.23～7.26	オフセット	50.0	185.4	106.4	266.9	800	3,056
5.27～8.09	オフセット	48.7	214.8	76.9	265.0	779	3,437
5.27～8.09	オフセット	42.7	239.3	67.0	297.9	683	4,512
5.27～8.07	オフセット	42.4	230.6	81.8	280.3	678	4,367

Abdoulaye NDAO, "ETUDE DE L'EVOLUTION DES GROUPEMENTS DE MOTORISATION DE NDOMBO-THIAGO", 1989

## 4. 今後の営農集団

### 4-1 農民の組織化

一般に農業生産上の農民の組織化は、農業生産の拡大或いは生産費の節減の利益を求めて行なわれる。しかしながら、灌漑は、それが水路を介して地表を誘導して供給される限り、一定の組織によるのが不可欠である。従って、利害の共通する地域毎に水利集団が構成され、大地域であれば多段階の集団に分化することになる。

農家一戸当りの耕作規模が大きくなれば機械力の導入を要することになる。しかし、個別の導入ではコスト高となるので、共有共用のための組織化が図られる。その際機械の稼働は水管理との連動が求められるので、組織的には水利集団と整合すること

なろう。

上記の2つの機能を果たす組織としてはG I E (Groupement d'Intérêt Economique)で充分であろう。

しかし、例えば農機の導入や建設に当っては資金の調達や償還業務を伴い、集団はそれ相応の事務能力(識字を含め)を具えていなければならない。著しく欠けていれ農協の事務処理能力に依存する必要が生じる。つまりG I EとS V (Section Villageoise)の2重組織が必要である。

セガネル川流域の農民組織の現状はこの段階までである。

更に、農業が進展し、生産物の販売に関しての市場側との接衝、生産物の共同の予算管理等の問題に遭遇すれば、S V等による一層の活動の強化が必要となってくるであろう。

4-2 一方、現実的には集団化は利点ばかりではないであろう。集団化は諸施設の共有と共用を前提とし、多くの規制や制限が生じる。そのため、一部では能力のある耕作者は不満を持つかもしれない。自由な耕作ができ、かつ経済的な関係を共有できるような体制にすることが望まれる。これには以下の点に注意する必要がある。

#### 1) 共用面の段階的縮小

GPのような農民組織は灌がい農業を進める上での必要悪であるが、不可欠のものである。しかし、共用が不必要となったものは次々にこれを外し、例えば農機についてこれを専門的に行うものがグループ内におれば、それを独立させ、共有共用による弊害の発生を防ぎ、必要最少限の部面に限定してゆく必要がある。

#### 2) 10人前後の集団の結成と水利施設の改善

ドンボ・チャゴ開発地では約50人の生産者グループが1単位となり、共同作業を実施している。農業機械や諸施設を共有し自主管理が行われているが、配付されているトラクターやポンプは1台である。償却の観点からは大勢の方が良いが、50人前後では灌がいの自由度、機械利用の自由度は制約のため低くなる。そのため、栽培作物の選択の幅は小さくなるし、作付け率も制約を受ける。特に、灌がいの自由度の高められる水利システムの導入がなされれば、小規模の集団の方が有利となろう。ダガナデリゲーションのチャガール開発地では、1988年にリハビリが終了してからは農民は10人~20人の生産集団を結成している。この小集団はG I Eとなり法的な組織として位置し、これらが集まりUG I E (G I E連合)を結成し共有物を

管理している。この傾向はSAEDの業務移行によるところが大きい。これらの結果をみまもる必要がある。

### 3) 篤農家の育成

伝統的天水農業の落花生、ミレット栽培では、降雨に依存するところが大きい上に低収量であるため、農家収益の増大は面積の拡大による他はなく、実質的に篤農家の出現は不可能であった。

一方、セネガル川流域の灌がい稲作では6t/haの高収量も可能であり、販売先も安定しており、初期投資ができるようになれば、個人の農家としてかなりの収益をあげることも可能であろう。灌がい稲作が流域で最も進んでいるダガナデリゲーションでは、既に裕福な農家が出現しつつある。このような経営能力のある農家が地域の農業技術水準を高めることに期待したい。これまで、セネガルに存在しなかったような農家であるだけに今後が注目されよう。

4) 灌がい農業の歴史が古い日本の経験では、水路の造成や管理から水管理に至るまで共同作業が行われていたが、共同を円滑に行うには相互扶助の仕組みが必要で、例えば「結」という労働力の貸し借りの仕組み、農機の貸与に対する労働力での返済、借り馬（役畜）、共同作業への賦役等々、慣行の下で成り立っていた。勿論、これと同一の仕組みという訳にはいかないが、相互の利益のため、必要に応じて灌がい農業の進展に必要な従来の伝統農業と違った諸関係を創り出すことが重要であろう。

## 5. 可能な営農類型と収益性

### 5-1 前提

経済性の検討に当たっては、私的経済の観点からの分析を実施する。ここでは、ある種の制限要因を考慮した上で、設定したモデル農家の農家所得分析を行うこととした。農家所得は農業所得と農外所得より構成される。このうち、農業所得は作物生産や家畜飼育等からなる。セネガル川流域では、作物栽培と家畜飼育を組み合わせた複合経営は見られず、ここでは、農家所得を作物生産に限定して分析した。当農業実証調査では、技術目標を次のように設定し調査活動を行ってきた。このため、目標となるモデル農家は以下の技術目標を考慮している。

- ①労働力1人当たり0.5 から0.75ha程度の耕作、農家1戸当たりでは3 ha程度の耕地規模となる技術を目標とする。
- ②家族労働的な個別経営であるが、ポンプ及びその他の灌がい施設、基幹となる農業機械等は生産者グループの共有による運営として、経費の節減と水利用の合理化を図る。
- ③現在の耕地利用率100%以下を段階的に高め、200%近くになるようにする。
- ④雨期作は穀類の生産に供し、乾期作については節水的な穀類を極力導入する。野菜類は市場に近い下流域では商品性の高いトマト等、中上流域では輸送性や貯蔵性の高い馬鈴しょ、たまねぎ等を配置する。
- ⑤耕起、均平、作畝等の土地作業はできるかぎり畜力ないし小型機械、穀類の収穫後の調製作業は機器を用いて人力の節減を図る。但し、重粘土壌及び共同作業は大中型機械を用いる。

### 5-2 営農モデル

モデル農家の設定には種々の視点があるが、ここでは灌がい農業で畜産を含めないタイプとした。一家族当たりの農業労働力は、流域の平均的な2 ～3 人程度とする。農家はポンプ揚水による重力灌がいで、作物生産を行える整備水準とする。



### 1) 作付方式

作付方式は、第2編第1章で述べたように次のようなタイプが考えられる。

作付方式	雨期作	乾期作
①水稲作+野菜	水稲 (フンデ)	野菜 (フンデ)
②水稲2期作	水稲 (ホルデ)	水稲 (ホルデ)
③畑地の1年2毛作	穀類 (フンデ)	野菜 (フンデ)

### 2) 農作業の機械化

当面の機械化の程度は次のように考えるのが適当と考える。流域では新しく導入となるリーパーを推薦している。

稲作	耕耘、整地、碎土(ロータベータ、ディスクハロー)
	収穫(リーパー)
	調製(脱穀機)
畑作	耕耘、整地、碎土(ロータベータ、ディスクハロー)
	畝立て(リッジャー)

### 3) 経営規模

1人当たりの栽培可能面積は、水稲で0.52ha、野菜で0.36haである。家族当たり2人の農業専従者がいるとすれば、水稲作(ホルデ)は1.04ha、野菜(フォンデ)は0.72haが可能である。ここでは、稲作を基幹作物としていること考慮して、モデルを次のように設定する。

表III-4-5 栽培可能面積とモデル農家の規模の設定<sup>1)</sup>

	1人当たり	家族当たり	モデル農家
水稲	0.52ha	1.04ha	1.0ha
野菜	0.36ha	0.72ha	0.5ha

1) Plan Directeur, 1990 より改変

2) 前記のレポートでは野菜ではなくトマトであるが、ここでは野菜一般とした。

3) 栽培可能面積の見積りでは、米作は2期作としている。

4) 営農類型

ここでは、作物の組合せから次のような営農類型を設定し検討に供するとした。  
一覧表で示せば次のとおりである。

表Ⅲ-4-6 作物の組合せによる営農類型

類型	水 田		畑 地	
	雨期作物	乾期作物	雨期作物	乾期作物
ケース1 土地利用 率 (153%)	水 稲 1.0ha	水 稲 0.5ha	ソルガム 0.5ha	トマト 0.1ha 馬鈴しょ0.1ha たまねぎ0.1ha
ケース2 土地利用 率 (167%)	水 稲 1.0ha	水 稲 0.5ha	落花生 0.5ha	たまねぎ0.1ha キャベツ0.1ha トマト 0.1ha 馬鈴しょ0.1ha とうもろこし 0.1ha
ケース3 土地利用 率 (200%)	水 稲 1.0ha	水 稲 1.0ha	トウモロコシ 0.5ha	キャベツ0.1ha トマト 0.1ha たまねぎ0.1ha 馬鈴しょ0.1ha とうもろこし 0.1ha

### 5-3 作物別粗収益

関係作物の単収と販売単価は以下の如く設定した（アネックスIII-4-E「主要作物の生産費用と収益」参照）。単収は、実証調査の結果による目標値として、販売価格はフィールド調査及び関係資料をもとに設定した。しかし、米と加工トマト以外は、流通体制が整っていないので販売は不安定である。

表III-4-7 作物別粗収益

作物	単収 <sup>1)</sup>	単価	粗収益
水稲(雨期、乾期)	6t/ha	85Fcfa/kg <sup>2)</sup>	510,000Fcfa/ha
ソルガム(雨期)	2t/ha	60Fcfa/kg <sup>3)</sup>	120,000Fcfa/ha
落花生	2t/ha	90Fcfa/kg <sup>2)</sup>	180,000Fcfa/ha
とうもろこし(雨期、乾期)	3t/ha	56Fcfa/kg <sup>3)</sup>	168,000Fcfa/ha
トマト(乾期、加工用)	30t/ha	30Fcfa/kg <sup>4)</sup>	900,000Fcfa/ha
たまねぎ(乾期)	30t/ha	50Fcfa/kg <sup>5)</sup>	1,500,000Fcfa/ha
馬鈴しょ(乾期)	20t/ha	75Fcfa/kg <sup>5)</sup>	1,400,000Fcfa/ha
キャベツ(乾期)	30t/ha	50Fcfa/kg <sup>5)</sup>	1,500,000Fcfa/ha

1)実証調査の結果による目標値

2)公定価格

3)Plan Directeur, 1990

4)トマト加工工場の庭先買い上げ価格

5)1989年、フィールド調査

### 5-4 作物別生産費用と純収益

作物別のha当たり費用は以下の如く計算される。（アネックスIII-1-E参照）

表Ⅲ-4-8 作物別生産費用

(単位;Fcf/a)

作物	種子	肥料	農薬	水利	農機 <sup>1)</sup>	その他	計
水稲 (雨期)IKP	12,750	31,250	42,500	35,000	37,000	-	158,530
水稲 (乾期)IKP	12,750	31,250	42,500	57,800	37,000	-	181,300
ソルガム (雨期)	780	53,560	-	24,500	11,700 <sup>2)</sup>	-	90,540
落花生 (雨期)	11,250	54,760	-	28,480	11,700 <sup>2)</sup>	-	106,190
とうもろこし (雨期)	9,000	44,395	-	31,360	11,700 <sup>2)</sup>	-	96,455
とうもろこし (乾期)	9,000	44,395	-	31,960	11,700 <sup>2)</sup>	-	97,055
トマト (乾期)	9,600	88,220	86,229	35,840	32,420	-	282,549
たまねぎ (乾期)	11,500	111,700	53,500	29,640	32,420	-	348,260
馬鈴しょ (乾期)	300,000	64,570	101,250	22,080	32,420	-	520,320
キャベツ (乾期)	2,325	66,764	31,500	21,440	32,420	-	176,125

1) 農機の費用は農民の自主管理を前提としたもの

2) 前作の畝を利用することを前提したため、耕起について半額を計上した。

従って、粗収益から費用を差し引いたha当たり純収益は次のとおりである。

表III-4-9 作物別純収益 単位:Fcfa

作物	純収益
水稲 (雨期)IKP	351,500
水稲 (乾期)IKP	328,700
ソルガム (雨期)	29,460
落花生 (雨期)	73,810
とうもろこし (雨期)	71,545
とうもろこし (乾期)	70,945
トマト (乾期)	647,691
たまねぎ (乾期)	1,151,740
馬鈴しょ (乾期)	879,680
キャベツ (乾期)	1,323,875

5-6 土地利用段階別の営農収益

1) これらから、3つの発展段階の類型別の収益を試算すると次のとおりである。

表III-4-10 土地利用段階別営農収益

第1段階 (利用率153%)

作物	面積	収益
水稲 (雨期)	1.0ha	351,500Fcfa
水稲 (乾期)	0.5ha	161,350Fcfa
ソルガム (雨期)	0.5ha	14,730Fcfa
トマト (乾期)	0.1ha	64,769Fcfa
馬鈴しょ (乾期)	0.1ha	87,968Fcfa
たまねぎ (乾期)	0.1ha	115,174Fcfa
計		798,491Fcfa

第2段階 (利用率167%)

作物	面積	収益
水稲 (雨期)	1.0ha	351,500Pcfa
水稲 (乾期)	0.5ha	164,350Pcfa
落花生 (雨期)	0.5ha	36,905Pcfa
トマト (乾期)	0.1ha	64,769Pcfa
馬鈴しょ (乾期)	0.1ha	87,968Pcfa
たまねぎ (乾期)	0.1ha	115,174Pcfa
キャベツ (乾期)	0.1ha	132,387Pcfa
とうもろこし (乾期)	0.1ha	7,094Pcfa
計		959,592Pcfa

第3段階 (利用率200%)

作物	面積	収益
水稲 (雨期)	1.0ha	351,500Pcfa
水稲 (乾期)	1.0ha	328,700Pcfa
とうもろこし (雨期)	0.5ha	35,772Pcfa
トマト (乾期)	0.1ha	64,769Pcfa
馬鈴しょ (乾期)	0.1ha	87,968Pcfa
たまねぎ (乾期)	0.1ha	115,174Pcfa
キャベツ (乾期)	0.1ha	132,387Pcfa
とうもろこし (乾期)	0.1ha	7,094Pcfa
計		1,123,364Pcfa

2) 各営農類型の所要労働

各発展段階別の類型の月別の所要労働日数は、次のように計算される。

表Ⅲ-4-11 土地利用段階別所要労働

第1段階 (利用率153%)

作付ha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
水稲 1.5ha	-	6.5	6.0	2.5	2.5	11.5	5.0	16.0	9.0	5.0	23.0	10.0	97.0
ソルガム 0.5ha	-	-	-	-	-	5.5	7.5	4.5	2.0	12.0	-	-	31.5
トマト 0.1ha	1.4	3.3	5.0	2.0	2.5	-	-	-	-	-	1.6	6.4	19.7
たまねぎ 0.1ha	1.4	1.4	1.4	6.0	4.5	-	-	-	-	-	1.0	4.3	19.5
馬鈴しょ 0.1ha	0.5	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	1.0	12.3
計 2.3ha	3.3	18.4	12.4	10.5	6.5	17.0	12.5	20.5	11.0	17.0	29.2	21.7	180.0

第2段階 (利用率167%)

作付ha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
水稲 1.5ha	-	6.5	6.0	2.5	2.5	11.5	5.0	16.0	9.0	5.0	23.0	10.0	97.0
落花生 0.5ha	-	-	-	-	-	11.5	4.5	2.0	18.5	-	-	-	36.5
トマト 0.1ha	1.4	3.3	5.0	2.0	2.5	-	-	-	-	-	1.6	6.4	19.7
たまねぎ 0.1ha	1.4	1.4	1.4	6.0	4.5	-	-	-	-	-	1.0	4.3	19.5
馬鈴しょ 0.1ha	0.5	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	1.0	12.3
とうもろこし 0.1ha	0.9	0.4	2.4	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.5	6.3
キャベツ 0.1ha	3.4	4.9	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	21.0
計 2.5ha	7.6	23.7	21.3	10.5	6.5	23.0	9.5	18.0	27.5	5.0	30.3	29.4	212.3

第3段階 (利用率200%)

作付ha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
水稲 2.0ha	13.0	12.0	5.0	5.0	5.0	23.0	10.0	16.0	9.0	5.0	23.0	10.0	131.0
とうもろこし <sup>1)</sup> 0.5ha	-	-	-	-	-	5.5	7.5	4.5	2.0	12.0	-	-	31.5
トマト 0.1ha	1.4	3.3	5.0	2.0	2.5	-	-	-	-	-	1.6	6.4	19.7
たまねぎ 0.1ha	1.4	1.4	1.4	6.0	4.5	-	-	-	-	-	1.0	4.3	19.5
馬鈴しょ 0.1ha	0.5	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	1.0	12.3
とうもろこし <sup>2)</sup> 0.1ha	0.9	0.4	2.4	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.5	6.3
キャベツ 0.1ha	3.4	4.9	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	21.0
計 3.0ha	7.6	30.2	27.3	13.0	9.0	28.5	17.5	20.5	11.0	17.0	30.3	29.4	241.3

1) 雨期作

2) 乾期作



## 第IV編 結論と提言



## 第IV編 結論と提言

### 1. 結 論

第I編において詳述したように、セネガル川流域では早くから灌がい農業の可能性に着目し、研究施設を特設して研究開発を図るとともに、流域において技術的及び生産組織的に幾多の試行を重ね、近年ディアマ河口堰、上流のマナンタリ貯水ダムの完成をみて、漸く本格的な近代的灌がい農業の開発段階に入るに至っている。

この間、1983年の新農業政策以来、農業生産活動は農業及び農民集団の主導で推進する方針に基づいて諸制度を整え、特にセネガル川流域では、生産者集団の自治的仕組みを灌がい農業の基礎構造としてその育成と発展を図る方策が採られるに至った。

この農業実証調査では、農民の現在の技能水準を配慮して、農民が駆使できる技術の定着と発展を目指し、当面紀元2000年までの比較的用水の利用に余裕のある間に1年2作の灌がい農業を成立させることを目標とし、どのような技術の組合せでそれが可能になるかを検証した。勿論、検証の過程は必ずしも円滑ではなく、未だ若干の疑問点を残しているが、今後セネガル川流域において採るべき技術について大凡以下の如く見通しを得ることが出来た。

#### (1) 土地利用

- 1) 水稲の2期作は季節的には暑熱乾期と雨期の両期で可能であり、収量は両期とも6t/haは期待できる。但し、前作稲の収穫と調製に適正な機種による機械化が必要である。
- 2) 水稲の2期作は土境的には、透水性の少ないホルルデとフォーホルルデで行うのが適当である。用水量が大きくなれば水生産性は低下し、経済的に引き合わなくなるばかりでなく、水管理も困難となる。
- 3) フォンデ及びディエリ土壤では、雨期に畑穀作、冷乾期に商品作物の野菜や地下作物の栽培を行うのが適当である。粘土含量が多く透水性の低いところでは雨期に水稲作が可能な場合がある。

#### (3) 灌がい

- 1) 水稲作は用水量は多くなるが省力的な直播法による湛水栽培が適当である。畑作物は畝間灌がいが適当で、1年2作の場合同じ畝を両期に跨がって使用すれば、省力的である。

- 2) 圃場の形状は、水田及び畑共に、人力及び機械作業にも対応できる25～30アール程度の長方形とし、畝間灌がいの場合の畝長は25～30mとすれば操作しやすい。
- 3) 水稲作の場合は、単一作物であり、且つ収穫時期の早晩で収益に差を生じないので、集団による水管理は比較的容易である。しかし、畑作、特に冷涼乾期の野菜作の場合は、作物の選択の幅は広く、出来る限り農民の好みや技術を活かすとすれば、第一に灌がい法が類似する作物群の中で数種に統一するか、第二に更に灌がいの自由度を高めるため集団規模を縮小し、それに見合せて調整池の密度を高めることが必要である。

#### (4) 機械化

- 1) 畜力利用は望ましいことであるが、サヘル気候条件の下では大家畜の周年飼育が困難であり、当面は1年2作を円滑に実施するために、必要な作業部面を積極的に機械化するのが適当である。
- 2) 機械化を必要とする作業は、水稲作の場合の耕耘、碎土、均平、収穫、調製等であり、畑作は耕耘、碎土、畝立て等である。作業機は事前灌がいを前提とすれば40hpのトラクターで十分と思われる。なお、調製機は稲わらの運搬や再利用を考慮すれば結束処理の容易な機種が適している。

#### (5) 防 災

- 1) 開発地の造成に当たっては、密度の高い防風林の設置が不可欠である。樹種はユーカリの高木及び矮生樹種の混植が飛砂の防止に役立つ。
- 2) 鳥害の防止には的確な対策は見当たらない。穀類の収穫期には、家族を動員し、あらゆる手段を用いて排除するのが現実的である。

#### (6) 集団による運営

- 1) 生産者集団(GP)による運営は、創業当初は水管理の面ばかりでなく農機の共有共用も重要であるが、加盟生産者の経済力の向上や技術の習熟度の向上に応じて農機の部面は漸次集団から外し、集団内の有志の共用、農機兼業農家による請負耕作等に移行し、又小機器類はできるだけ個人所有とし、問題の生じやすい集団の共有共用範囲の部面を少なくする必要がある。
- 2) 集団による水管理は、水田と畑とでは生産農民間の耕作の選好に大きな格差を生じやすいので、両者の水利系統や水管理集団を別建にし、そのうち畑に関する集団はその規模を小さくし、意志決定や行動し易い形にするのが望ましい。

- 3) 生産集団は、構成員の間で収益に大差を生じないことが結束を保つうえで重要であるので、集団の中で知識や技術を交換するなど内部研修が出来る態勢に誘導することが望まれる。

## 2. 提言

この農業実証調査では、長期に亘って検証を要する項目、本来当該国の研究機関(ISRA)で取り組むべき項目、更に遠く将来を睨んで予じめ研究開発しなければならない項目等は触れていないが、これらはこれまで多くの成果をあげているISRAが研究施設を充実しつつ引き続いて検討を進めることが期待される。我々の5年間の実証経験の中から、その際参考となると思われる事項を一括して示せば、以下の通りである。

### (1) 当面緊急に取り組むことが必要な研究開発

- 1) 耐旱性については研究成果があるが、灌がい耕作用の畑穀及び豆作の品種育成が遅れており、特に、とうもろこし、ソルガム、落花生等の安定多収品種の早急な探索と育成が望まれる。
- 2) 農業実証調査でも一部試みたが、今後冷涼乾期用の水稲品種の導入定着によって水稲2期作は一層容易になるものと思われる。
- 3) 現行の化学肥料の施肥基準では生産費が過重となる。作物の藁稈の堆肥化、散乱する畜糞等の土壌改良及び施肥効果を確かめると共に、各灌がい作物に対する化学肥料施肥量の見直しが必要のように思われる。
- 4) 農業実証調査では十分な確証を得るにいたらなかったが、水稲の刈り取り(リーパーと小型コンバイン)、脱穀調製(各種型式の脱穀機、小型コンバイン)について、技術的及び経済的に再検証する必要がある。
- 5) 現在は水管理との連動性と農機の不足のため、耕耘作業のための事前灌水は行われていないが、それを可能にする条件を明確にする必要がある。

### (2) 紀元2000年後のための研究開発

- 1) 各灌がい作物について、各々の生育期別の作物要水量と好ましい土壌の保水量等の水分要求量を明確にして、将来の節水灌がいの基礎データを集積しておく必要がある。
- 2) 川水量の最も多い水稲については、節水的な移植法について今から検討を進めるとともに、移植機や移植用の育苗法については東南アジア(フィリピン)で実施

中の簡便法を導入して検討することも有益と思われる。

- 3) スプリンクラーやドリップ等の節水灌がい機器は地形作業を要しないので、節水効果の外に初期投資が少ない利点があるが、概して耐用年数は短く、維持管理に経費を要する点を考慮しながら検討する必要がある。

以上の外、農業技術の普及に関しては、生産集団の中で相互に歩調を合わせながら改善を進めるためには、SAEDの展示圃や先進事例について視覚に訴えて習得できるような見学研修、更に集団相互間の改善競争の気運を醸成するための表彰制、例えば稲の高単収事例の表彰を行うことも有効であろう。

## 付 農業実証調査の関係者





付. 農業実証調査の関係者

1. 作業監理委員

委員長／総括	中原	通夫
委員／地下水	工藤	浩
委員／農業	四方	平和
委員／農村計画	川島	久義
委員／灌漑排水	奥村	太樹雄
委員／灌漑排水	関	光男

2. セネガル国農業実証調査団

総括	望月	山三	(1986~1988)
"	林	健一	(1988~1990)
試験栽培計画	川上	潤一郎	(1986~1987)
"	上田	金時	(1987~1988)
"	永井	政雄	(1988~1989)
"	吉田	武彦	(1989~1990)
農業	飯川	泉	(1986~1988)
"	馬場	淳	(1988~1990)
灌漑排水	仲田	茂	(1986~1990)
水管理	宮	圭司	(1986~1990)
資機材設置	石川	政登	(1986~1986)
普及・土壌	財津	吉寿	(1987~1988)
"	白木	俊	(1988~1989)
普及	小栗	隆	(1989~1990)
技術評価・地域農業	高木	茂	(1989~1990)
農業機械	宮島	幸彦	(1989~1990)
災害	吉目	木三男	(1989)

3. 青年海外協力隊 (JOCV)

稲作	宮崎	隆司
農業土木	辻下	健二
野菜	石川	清考
稲作	江藤	博利
農業土木	中嶋	成樹
農業機械	梅原	辰弥

#### 4. カウンターパート

##### (1) 業務

SAED :

Malick SY

Périmètre N'Dombo-Thiago

Robert CHATEAU

Direction SAED St-Louis

Alioune Tioubou SAMB

Périmètre N'Dombo-Thiago

ISRA :

Mamadou N'DIAYE

ISRA St-Louis

Mamadou SONKO

ISRA Dakar

##### (2) 技術

	JICA	SAED	ISRA
1. 一般	林 健一 永井政雄	Birane Kane Abdou Dia	Aly N'Diaye
2. 作付け体系	永井政雄	Birane Kane	Pierre-Yves Gal
3. 穀物	永井政雄	Birane Kane	Mamadou N'Diaye
4. 野菜	馬場 淳	Abdourahmane Sy	Gerard Montageet
5. 地下作物	馬場 淳	Emey Dialoo	Mamadou N'Diaye
6. 飼料作物	白木 俊	Abdoulaye Diallo Ababacar S. N'Diaye	Ambrone Diatta
7. 灌がい	仲田 茂	Oumar Dia	Patrice Guillaume
8. 水管理	宮 圭司	Oumar Dia	Tanou Baba G. Ba
9. 農業機械	馬場 淳	Arona Mané	Michel Havard
10. 集団管理	白木 俊	Magatte Diaw	Tanou Baba G. Ba
11. 土壌	白木 俊	Ibrahima A. Diémé	Jean Pierre N'Diaye
12. 農地造成	宮 圭司	Alioune B. Diallo	

## 図 表 索 引

### 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

表I-0-1 西アフリカの生態地帯別土地及び人口構成 .....	3
表I-0-2 西アフリカ7ヶ国の生態地帯別土地構成 .....	4
表I-0-3 南アフリカの6ヶ国の土地利用構成 .....	5
表I-0-4 生態地帯別人口扶養力と現状人口 .....	5

#### 第1章 農業実証調査の課題と経過

表I-1-1 実証圃場の気象の推移 .....	26
表I-1-2 実施した実証項目(年次別) .....	30

#### 第2章 セネガル川流域の農業

表I-2-1 セネガルの地帯別土地及び人口構成 .....	36
表I-2-2 州別面積と人口(1988年) .....	36
表I-2-3 気候帯別主要作物の作付面積 .....	37
表I-2-4 油用落花生の年次別生産状況 .....	43
表I-2-5 GDPに占める第1次産業の推移 .....	44
表I-2-6 穀類の輸入と落花生の輸出 .....	44
表I-2-7 国際収支 .....	45
表I-2-8 カザマンスとサンルイの稲生産の推移 .....	47
表I-2-9 流域の面積と人口 .....	48
表I-2-10 セネガル川流域の降水量(1965~84) .....	49
表I-2-11 1987年の流域の降水量 .....	49
表I-2-12 流域の土壌の構成 .....	50
表I-2-13 県別ディエリ地帯における主要作物の 作付面積・収量(1985/86~88/89) .....	52

表 I - 2 - 14	洪水作推定作付面積(1986年)	52
表 I - 2 - 15	バケルにおける月平均流量(1903~1978)	54
表 I - 2 - 16	セネガル川流域灌漑開発の現況(1988年7月)	57
表 I - 2 - 17	SAED灌漑開発面積の推移	58
表 I - 2 - 18	SAED開発地の作付・生産状況	59
図 I - 2 - 1	セネガルの地形	34
図 I - 2 - 2	落花生の単収	42
図 I - 2 - 3	穀類の輸入量の推移	45
図 I - 2 - 4	稲の単収	47
図 I - 2 - 5	セネガル川流域の降水量	49

### 第3章 灌漑農業の技術開発の方向と方策

表 I - 3 - 1	エジプトの耕地と作付面積の推移	68
-------------	-----------------	----

## 第II編 作物生産技術

### 第1章 作付方式

表 II - 1 - 1	サンルイ州における天水農業(ディエリ)及び洪水跡農業(ワロ)の収量と栽培面積(1986/87年)	74
表 II - 1 - 2	畑作物の節水栽培の収量と水生産性	90
表 II - 1 - 3	作物の種類と栽培間隔	90
図 II - 1 - 1	セネガルにおける主要作物の地理的分布	71
図 II - 1 - 2	水稲2期作(栽培カレンダー)	80
図 II - 1 - 3	水稲の播種時期と生育期間の関係	83
図 II - 1 - 4	水稲2期作の収量及び用水量	83
図 II - 1 - 5	水稲-トマト(栽培カレンダー)	84
図 II - 1 - 6	水稲-とうもろこし(栽培カレンダー)	85
図 II - 1 - 7	ソルガム-トマト-ニエベ(栽培カレンダー)	87
図 II - 1 - 8	とうもろこし-たまねぎ-落花生(栽培カレンダー)	88
図 II - 1 - 9	落花生-ソルガム-ニエベ(栽培カレンダー)	92

## 第2章 水稲作

表Ⅱ-2-1	セネガルの主要稲作形態と奨励品種	94
表Ⅱ-2-2	直播IRPの播種時期と生育・収量(1989/90年)	100
表Ⅱ-2-3	実証調査圃場における作期別稲作の用水量	102
表Ⅱ-2-4	水稲に対する節水灌漑の効果	103
表Ⅱ-2-5	土壌の粘土含量と収量・用水量	104
表Ⅱ-2-6	土壌の種類と水稲の収量水準(1988年雨期)	105
表Ⅱ-2-7	直播栽培と移植栽培の比較(SAED)	106
表Ⅱ-2-8	実証調査圃場における直播・移植比較試験結果	107
表Ⅱ-2-9	日本における直播及び移植水稲の収量比較例 (千葉県角来地区、1986年)	108
表Ⅱ-2-10	直播水稲と移植水稲の生育期間(1989年、IRP)	109
表Ⅱ-2-11	直播水稲と移植水稲の分けつ特性(1989年、IRP)	109
表Ⅱ-2-12	主要品種の特性	112
表Ⅱ-2-13	目標収量を達成するための収量構成要素モデル	114
表Ⅱ-2-14	水稲・暑熱乾期作(水稲2期作)栽培法	115
表Ⅱ-2-15	水稲・雨期作(水稲2期作)栽培法	117
表Ⅱ-2-16	水稲2期作以外の雨期作水稲栽培法	119
表Ⅱ-2-17	農家水田の水稲の下位節間伸長事例(1989年雨期作)	125
図Ⅱ-2-1	水稲の播種時期と収量	99

## 第3章 畑穀作及び豆作

表Ⅱ-3-1	とうもろこしの栽培法	128
表Ⅱ-3-2	ソルガムの栽培法	130
表Ⅱ-3-3	ソルガムの代表的な在来品種	132
表Ⅱ-3-4	ニエベの栽培法	134
表Ⅱ-3-5	落花生の栽培法	136

## 第4章 野菜及び地下作物・飼料作物

表Ⅱ-4-1	トマトの栽培法	139
--------	---------	-----

表II-4-2	たまねぎの栽培法	149
表II-4-3	キャベツの栽培法	154
表II-4-4	馬鈴薯の栽培法	157
表II-4-5	甘しょの栽培法	161
表II-4-6	キャッサバの栽培法	164
表II-4-7	エジプトクローバの栽培法	166
図II-4-1	トマトの播種日と収量	141
図II-4-2	リシャールの土壤中の平均温度	141

### 第III編 灌漑農地の管理技術

#### 第1章 灌漑技術

表III-1-1	主要農作物の限界水生産性	170
----------	--------------	-----

#### 第2章 機械化

表III-2-1	必要時間数及び経費	191
表III-2-2	ハンドトラクターのロータベータ耕耘	192

#### 第3章 作物保護

図III-3-1	ケラによるたまねぎ苗床の被害程度	200
図III-3-2	ソルガム穂の鳥害の様相	202

#### 第4章 灌漑農業と営農集団

表III-4-1	チャゴ地区の農業機械利用状況(グループH)	213
表III-4-2	チャゴ地区の農業機械利用状況(グループI)	214
表III-4-3	グループ毎の償却費の回収率の割合	214
表III-4-4	トラクターの利用状況	215
表III-4-5	栽培可能面積とモデル農家の規模の設定	219
表III-4-6	作物の組合せによる営農類型	220
表III-4-7	作物別租収益	221

表Ⅲ-4-8	作物別生產費用	222
表Ⅲ-4-9	作物別純收益	223
表Ⅲ-4-10	土地利用段階別當農收益	223
表Ⅲ-4-11	土地利用段階別所要勞力	225







JICA