

セネガル共和国  
沿岸地域植林計画  
基本設計調査報告書

平成12年11月

国際協力事業団  
社団法人 日本林業技術協会

## 序 文

日本国政府は、セネガル共和国政府の要請に基づき、同国の沿岸地域植林計画に係る基本設計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ました。

当事業団は、平成12年4月3日から5月9日まで基本設計調査団を現地に派遣し、セネガル国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。

帰国後の国内作業の後、平成12年10月28日から11月16日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進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す。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し心より感謝申し上げます。

平成 12 年 11 月

国 際 協 力 事 業 団  
総 裁 齊 藤 邦 彦

## 伝 達 状

今般、セネガル共和国における沿岸地域植林計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき社団法人日本林業技術協会が、平成12年3月13日より平成12年12月15日までの9.0ヶ月にわたり実施致しました。今回の調査に際しましては、セネガル国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望致します。

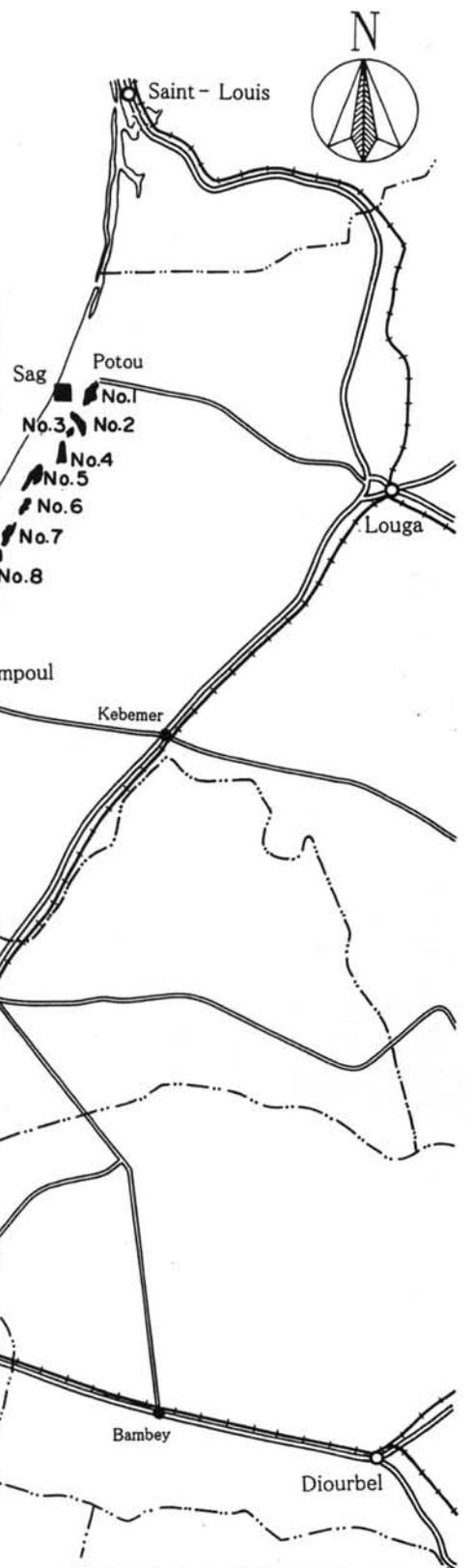
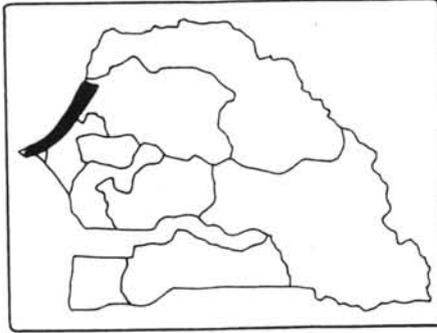
平成 12 年 11 月

社団法人日本林業技術協会

セネガル共和国

沿岸地域植林計画基本設計調査団

業務主任 正木 郁夫



Site de Plantation			Superficie (ha)
Zone	No.	Nom de Dune	
Sag	1	Potou	132
	2	Daw-1	65
	3	Daw-2	30
	4	Daw-3	45
	5	Galdamel-1	120
	6	Galdamel-2	40
	7	Aly Ndiaye	55
	8	Tound Malèye	205
	Sous-Total		692
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	530
	10	Khonkhe Yaye-2	10
	11	Khonkhe Yaye-3	40
	Sous-Total		580
Darou Fall	12	Nyalor-2	300
	13	Fass Boye-1	400
	14	Fass Boye-2	20
	15	Khondio	30
	Sous-Total		765
TOTAL			2037

Limite de Région 州境	— · — · — ·
Capitale d'Etat 首都	⊙
Chef-Lieu de Région 州都	○
Chef-Lieu de Département 県都	●
Dunes 砂丘	■
Pépinière 苗畑	■

République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan des sites de plantation 植林対象砂丘位置図			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			





1. Première bande de filao

1. 海岸防災林としての機能を十分に発揮している第1林帯のモクマオウ林



2. Première bande de filao

2. 第1林帯のモクマオウ林の良好な林相



3. Plantation de filao à la dune intérieure

3. 第1林帯に接する内陸砂丘の生育不良なモクマオウ林



4. Champs maraichers au Niaye

4. 内陸砂丘窪地の野菜栽培地



5. Plantation d'Eucalyptus sous le vent

5. 内陸砂丘風下側のユーカリ林



6. Dune à reboiser No.2 et Champs maraichers

6. 植林対象砂丘 No.2と野菜栽培地



7. Dune à reboiser No.7

7. 植林対象砂丘 No.7 (過去の不成績植林地)



8. Dune à reboiser No.13

8. 植林対象砂丘 No.13



9. Dune à reboiser No.15

9. 植林対象砂丘 No.15 (過去の不成績植林地)



10. Dune à reboiser No.16

10. 植林対象砂丘 No.16



11. Pépinière provisoire de Darou Fall

11. ロンプール仮設苗畑予定地



12. Signature des Proces-Verbal, Etude du plan de base

12. 基本設計調査におけるミニッツの署名

## 略語表

ACDI	Agence Canadienne pour le Développement International	カナダ国際開発庁
ATEF	Agents Techniques des Eaux et Forêts	水森林技師補
BAGE	Bureau de l'Administration générale et de l'Equipement	総務備品室
BMS	Bureau du Matériel de Sécurité	安全管理室
BNE	Budget National Equipement	国家整備予算
CONGAD	Conseil des Organisations Non-Gouvernementales d'Appui au Développement	開発支援NGO協会
CTL	Conservation des Terroirs du Littoral	沿岸耕作地保全プロジェクト
DAFP	Division Aménagement et Production Forestière	整備林産物課
DCEF	Direction de la Coopération Economique et Financière	経済・資金協力局
DEEC	Direction de l'Environnement et des Etablissements classés	環境・公害規制指定企業局
DEFCCS	Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols	水森林狩猟土壌保全局
DENV	Direction de l'Environnement	環境局
DGFEC	Division Gestion de la Faune et des Eaux Continentales	動物内水面管理課
DPF	Division Protection des Forêts	森林保護課
DPN	Direction des Parcs Nationaux	国立公園局
DRCS	Division Reboisement et Conservation des Sols	植林・土壌保全課
DSEFS	Division Suivi, Evaluation, Formation et Sensibilisation	モニタリング・評価・養成及び啓蒙課
E/N	Echange des Notes	交換公文
ENDA TM	Environnement et Développement du Tiers-Monde	第3世界環境・開発団体
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
FFN	Fonds Forestier National	国家森林基金
IEF	Ingenieur des Eaux et Forêts	水森林技師
IREF	Inspection Régionale des Eaux et Forêts	森林管理局
ITEF	Ingenieur des Travaux des Eaux et Forêts	水森林業務技師
ME	Ministère de l'Environnement	環境省
PADF	Programme d'Appui au Développement Forestier du Sénégal	セネガル森林開発支援プログラム
PAEP	Projet d'Appui à l'Entrepreneuriat Paysan	農民企業支援プロジェクト
PAFS	Plan d'Action Forestier au Sénégal	セネガル森林行動計画
PAFT	Programme d'Action Forestier Tropical	熱帯林行動プログラム
PAM	Programme Alimentaire Mondiale	世界食糧計画
PAPF	Projet d'Aménagement des Pépinières Forestières	苗木育成場整備プロジェクト
PDDF	Plan Directeur de Développement Forestier	森林開発基本計画
PGCRA	Projet de Gestion Communautaires des Ressources Naturelles	地方共同体による天然資源管理プロジェクト
PNAE	Plan National d'Action pour l'Environnement	環境行動国家計画
PNLCD	Plan National de Lutte contre la Sécheresse et la Désertification	旱魃及び砂漠化対策国家計画
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement	国連開発計画
PRODEFI	Projet de Développement Forestier Intégré autour des Pépinières Forestières	公営苗木総合村落林業開発計画
PRONASEF	Projet National de Semences Forestières	林木種子国家プロジェクト
PTIP	Programme Triennal d'Investissements Publics	公共投資3年次計画
UICN	Union Mondiale pour la Nature	世界自然保全委員会
UNSO	Bureau des Nations Unies pour les problèmes Sahéliens	国連サヘル問題事務所
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ国際開発庁

## 用語集

本基本設計概要書において使用する用語の定義は、次のとおりである。

対象地域	本プロジェクトが事業を実施する対象となる地域であり、ティエス州及びブルーガ州の沿岸部をいう。
ニヤイ	良質な地下水に恵まれた砂丘間の窪地をいう。
沿岸砂丘	セネガル国の北部沿岸地域には、下記の大きく3タイプの砂丘が分布している。 白色海洋性砂丘（紀元前5500年頃に形成） 黄桃色海洋性砂丘（紀元前4000年頃に形成） 赤色内陸砂丘（紀元前20000年頃に形成） セネガル国では、上記及びを海岸砂丘、を内陸砂丘と区分することが多いが、ここでは便宜的に海岸線から連なる白色海洋性砂丘を「沿岸砂丘」という。上記区分では概ねに当たる。 現在、沿岸砂丘のほとんどに（第1林帯）が造成されている。
内陸砂丘	ここでは便宜的に沿岸砂丘に造成された第1林帯の内陸側に位置する砂丘を総じて「内陸砂丘」という。上記区分では、概ね及びに当たるが、一部も含まれる。
過去のプロジェクト	セネガル国北部沿岸地域において、主に砂丘固定を目的とする海岸防災林の造成のために、国際機関及び他援助国により実施された植林プロジェクトをいう。
既植林地	過去のプロジェクトにより沿岸砂丘及び内陸砂丘に造成された植林地をいう。
第1林帯	過去のプロジェクトにより沿岸砂丘に造成された主に砂丘固定を目的とする海岸防災林をいう。
植林対象砂丘	本プロジェクトが植林の対象とする砂丘（16砂丘）をいう。
砂丘固定林	年平均5～12mのスピードで移動すると言われている砂丘の固定を目的として造成する植林地をいう。
農地防風林	飛砂の被害から農耕地を保全するために造成される植林地をいう。一般に農耕地の風上あるいは周囲に帯状に造成される。
村落林	主に飛砂の防止及び住民の生活環境の改善のために造成される植林地をいう。住民による植林と利用（伐採・収穫）を前提とする。
道路保護林	飛砂による交通の障害を防止するため、道路の沿線に帯状に造成される植林地をいう。環境保全効果も期待する。
地域住民	植林対象砂丘の周辺に居住する住民をいう。
植林グループ	それぞれの集落で結成されている住民組織のうち、現在、植林活動を実施あるいは植林に参画しているグループ、あるいは、過去にその経験があるグループをいう。
植林	砂丘固定林造成事業を総称していう。
植栽	苗木を植える作業のみをいう。防風柵・伏工の設置、育苗及び保育等を含まない。
飛砂防止対策工	防風柵工及び伏工をいう。
マニュアル	FAO砂丘固定・造林プロジェクトが1981年に作成した「植林マニュアル」をいう。

# 目 次

序文

伝達状

植林対象砂丘位置図 / 写真

略語表

用語集

要約

第1章 要請の内容 .....	1
第2章 プロジェクトの周辺状況 .....	3
1. 当該セクターの開発計画 .....	3
1-1 森林政策の経緯 .....	3
1-2 上位計画 .....	4
1-3 財政事情 .....	5
2. 他の援助国、国際機関の計画 .....	6
2-1 他援助国及び国際機関が実施した過去のプロジェクト .....	6
2-2 他援助国及び国際機関が実施中のプロジェクト .....	8
3. 我が国の援助実施状況 .....	10
4. プロジェクト対象地域の主な自然的、社会経済的特性 .....	11
4-1 自然的特性 .....	11
4-2 社会経済的特性 .....	14
第3章 プロジェクトの内容 .....	19
1. プロジェクトの目的 .....	19
2. プロジェクトの基本構想 .....	19
3. 基本設計 .....	22
3-1 設計方針 .....	22
3-1-1 飛砂防止対策 .....	23
3-1-2 植林 .....	28
3-1-3 苗木の調達 .....	31
3-1-4 事業の工期及び着手方法 .....	33

3 - 1 - 5 環境への配慮	34
3 - 2 基本計画	35
3 - 2 - 1 飛砂防止対策計画	35
3 - 2 - 2 植栽計画	37
3 - 2 - 3 苗木生産計画	41
3 - 2 - 4 作業道計画	44
3 - 2 - 5 必要な施設及び資機材	46
4 . プロジェクトの実施体制	47
4 - 1 実施機関	47
4 - 2 予算	48
4 - 3 要員・技術レベル	51
第4章 事業計画	53
1 . 施工計画	53
1 - 1 施工方針	53
1 - 2 施工上の留意事項	54
1 - 3 施工負担区分	54
1 - 4 施工監理計画	55
1 - 5 資機材調達計画	56
1 - 6 実施工程	57
1 - 7 セネガル国負担事項	60
2 . 概算事業費	61
3 . 維持管理計画	62
第5章 プロジェクトの評価及び提言	66
1 . プロジェクトの裨益効果及び妥当性に係わる検討	66
1 - 1 プロジェクトの裨益効果	66
1 - 2 プロジェクトの妥当性の検討	67
2 . 課題及び提言	68
資料編	
添付図面	77
1 . 植林計画図(砂丘No.1 ~ 16)	79
2 . 植栽区画図	97
3 . 防風柵構造図	99

4. 伏工平面図	101
添付資料	103
1. 調査団の構成	105
2. 調査日程	107
3. セネガル国関係者リスト	111
4. セネガル国の社会・経済事情	115
5. 社会経済調査結果概要	117
6. [参考] 植林地 (2,037ha) による二酸化炭素固定量の試算	137
7. 参考資料リスト	143

## 要 約

セネガル共和国は北緯12°00' ~ 17°00'、西経11°30' ~ 17°30'、アフリカ大陸の西端に位置し、国土面積は約197千km<sup>2</sup>、人口は約904万人(1998年)である。地形は概ね平坦で国土の約75%が標高50m以下の低地であるとともに、国土の大部分が熱帯半乾燥型の「サヘル地域」に属する。気温は内陸にいくにつれて高くなり、東北部では年平均気温が30℃に達する。降雨は6月~10月にかけて集中し、年降雨量は北部では約200mm以下と少ないが、南部では1,500mm以上に達する。1890年代後半から降雨の減少傾向が始まり、特に、1970年代前半及び80年代中期には大旱魃をもたらしている。森林面積は急速に減少し、1980年代には約80万haの森林が無くなったと言われている。

一方、セネガル国北西部の沿岸地域は、沿岸砂丘及び内陸砂丘が連なり、その砂丘間にニヤイと呼ばれる窪地群が分布する特異地形を呈している。この窪地群は肥沃な土壌と良好な水利条件に恵まれ、国内の野菜生産量の約80%を担う重要な野菜栽培地となっているが、年平均5~12mのスピードで内陸側に移動する砂丘による飛砂被害が著しい。

このため、1975年以来、国連開発計画(PUND)、世界食糧計画(PAM)、カナダ国際開発庁(ACDI)、アメリカ国際開発庁(USAID)等の援助による砂丘固定・植林プロジェクトが実施され、現在ではダカールからサン・ルイまでの180kmに及ぶ海岸線にほとんど切れ間なく、幅200~300mのモクマオウ林が造成され、海岸防災林としての機能を発揮している。しかし、未だ1.5万haの活発な移動砂丘や荒廃地が存在し、野菜栽培地の保護等を目的とする緊急な植林が必要とされている。

この問題に対処するため、セネガル国政府はマスタープランとして1992年に策定した「セネガル森林行動計画(PAFS)」の中で、沿岸・ニヤイ地域(2,130km<sup>2</sup>)における砂丘固定及びニヤイ保全プロジェクトの強化を定め、1994年~2015年(20年間)に4.5万haの沿岸地帯の保全事業を実施する目標を掲げた。しかし、同地域で実施されていた3つのプロジェクトに対する海外からの援助が1994年末までに終了あるいは縮小されたため、実施資金の80%を海外からの支援に依存する計画であった上記の目標は達成が困難な状況となった。

このような状況の中で、セネガル国政府は、約5,000haの植林と植林に必要な苗畑等の施設の整備、車両や発電機等の資機材調達について、1998年8月に我が国に対して無償資金協力を要請した。これを受けて日本国政府は1999年4月の予備調査を経て、2000年4月3日から5月9日まで基本設計調査団を派遣し、要請内容の確認、協力実施の必要性・妥当性の検討を行い、本計画の基本設計を取りまとめた。そして、2000年10月28日から11月16日まで再度調査団を派遣し、基本設計概要書の説明・協議を行ない、基本設計調査報告書を取りまとめた。

本プロジェクトの目的は、「沿岸・ニヤイ地域において砂丘固定林の造成を行うことにより、野菜栽培地の保全を図り、その結果、地域住民の生活改善に資する。」ことである。

本計画では、緊急性、同国の森林関連政策等を鑑みて、要請のあった砂丘固定林、農地防風林、村落林及び道路保護林の植林形態のうち、砂丘固定林を協力の対象とした。砂丘固定林造成の対象砂丘は、協力の必要性や緊急性、実施の技術的容易性等の選定基準から、ティエス州及びルーガ州の沿岸部の16砂丘、2,037haを選定した。セネガル国からの要請内容と本計画の協力内容の比較を表-1に示す。また、本計画の主な工種別計画量を表-2に示す。

表-1 要請内容と本計画の協力内容の比較

区分	要請内容	本計画の協力内容
1.対象地域	ティエス州、ルーガ州及びダカール州（一部）の沿岸部(延長約150km、幅15～20km)	ティエス州、ルーガ州の沿岸部(延長約110km、幅15～20km)
2.植林形態	砂丘固定林(2,980ha)、農地防風林(1,400ha)、村落林(450ha)、道路保護林(210ha)、計5,040ha	砂丘固定林(16砂丘、2,037ha)
3.施設	苗畑(8ヶ所)、事務所(4ヶ所)、倉庫(4ヶ所)、作業棟及び車両整備場(4ヶ所)	-
4.機材	4WDトラック(8台)、森林管理用車両(2台)、ピックアップ(4台)、オートバイ(8台)、ポンプ(8基)、発電機(8基)及び事務機器	森林管理用車両(1台)
5.仮設工	-	苗畑(3ヶ所)、現場事務所(3ヶ所)、倉庫(3ヶ所)等

表-2 植林対象砂丘、面積等

州名	対象サイト			植林面積 (補植) (ha)	防風柵 (km)	伏工 (ha)	家畜侵入 防止柵 (km)	
	事業区名	No.	砂丘名					
Louga	Sag (Sag苗畑) 生産量：2,076千本	1	Potou	132(26)	105	27	2.64	
		2	Daw-1	65(13)	58	7	1.61	
		3	Daw-2	30(6)	27	3	0.49	
		4	Daw-3	45(9)	40	5	2.00	
		5	Galdamel-1	120(24)	113	7	1.10	
		6	Galdamel-2	40(8)	36	4	1.64	
		7	Aly Ndiaye	55(11)	49	6	2.35	
		8	Tound Malèye	205(41)	193	12	3.79	
		計		692(138)	621	71	15.62	
		Lompoul (Lompoul苗畑) 生産量：1,740千本	9	Khonkhe Yaye-1	530(106)	476	54	4.91
			10	Khonkhe Yaye-2	10(2)	9	1	0.25
		11	Khonkhe Yaye-3	40(8)	36	4	0.43	
		計		580(116)	521	59	5.59	
Thiès	Darou Fall (Darou Fall苗畑) 生産量：2,295千本	12	Nyalar-2	300(60)	270	30	-	
		13	Fass Boye-1	400(80)	359	41	2.16	
		14	Fass Boye-2	20(4)	18	2	0.43	
		15	Khondio	30(6)	27	3	0.63	
		16	Dieuleuk	15(3)	14	1	0.79	
		計		765(153)	688	77	4.01	
合計				2,037(407)	1,830	207	25.22	

注1：植林事業に必要な苗畑、事務所、倉庫及び作業所等の施設等は仮設工作物として建設する。森林管理用車両1台を除くトラック、オートバイ、ポンプ及び発電機等の資機材は工事用資機材として調達する。

注2：( )内の補植面積は外書である。

本プロジェクトの設計方針は、次のとおりである。

- ・対象地域の風向・風速、降雨量等の気象条件、砂丘の位置・規模・地形等に即した計画を策定する。
- ・設計技術はセネガル国の過去のプロジェクトで既に確立されている技術を中心として、また、日本の技術のうち、セネガル国の自然的特性に適したものを採用する。
- ・過去のプロジェクトで採用した工法を改善する。
- ・植林後の維持管理を最少限とする設計を行なう。

上記の設計方針に基づいた本プロジェクトの主な設計内容を表 - 3 に示す。

表 - 3 本プロジェクトの主な設計内容

計画項目	設計内容	備考
1. 植栽工	1) 植栽樹種 ・モクマオウ 80% ・ユーカリ 20%	・病虫害への抵抗性を高めるため混植する。 ・ユーカリは水分要求度が高いことから、斜面の凹部及び風下斜面に植栽する。
	2) 植栽密度 ・2,000本 / ha	・植栽3年後に地表の70%程度を被覆することを目標とする。
2. 飛砂防止対策工	1) 防風柵 ・傾斜：15%未満の斜面 ・高さ：1.0m ・設置：20m間隔、格子状 ・材料：ネット	・主風の方向が北西、北、北東の3種類あることから、柵を格子状に設置する。 ・凹凸地形での防風効果範囲を高めるため、柵の高さは従来の高さ(0.5m)より高くし、1.0mとする。 ・防風効果範囲は柵高の20倍であることから、柵の間隔を20mとする。 ・柵の材料は、植栽木が地表の70%程度を被覆する3年以上の耐用年数を必要とするため、ネットとする。
	2) 伏工 ・傾斜：15%以上の斜面 ・材料：ネット	・傾斜が急な斜面では柵の防風効果が低いことから、より飛砂防止効果が高い伏工とする。
3. 苗木生産	・生産場所：固定苗畑 ・苗木の種類：ポット苗	・固定苗畑は、3箇所に造成する。
4. 家畜侵入防止柵工	1) 高さ、間隔及び材料 ・防風柵と同じ。	・伏工施工地の周囲に設置する。

本プロジェクトを日本の無償資金協力で実施する場合、植林規模、気象条件及び現地の社会状況等から事業を2期に分割する。第 期(Thies州)、第 期(Louga州)の全体工期は、実施設計を含めてそれぞれ56ヶ月程度が必要とされる。

本プロジェクトの実施に関わる総事業費は約27.60億円(第 期：11.28億円、第 期：16.32億円)と見積られる。そのうち、日本国側負担経費は27.42億円(第 期：11.21億円、第 期：16.21億円)であり、セネガル国側負担経費は18.13百万円(第 期：6.58百万円、第 期：11.55億円)である。

植林地は植栽1年後の補植を経てセネガル国に引き渡されるが、植林地の成林を期待するためにはセネガル国が引き続き維持管理を行なうことが重要である。セネガル国が行なう主な維持管理は、次のとおりである。

- ・ 植林地における自然災害及び病虫害の発生の監視、植林地の不法使用及び盗伐の監視をす  
るための森林パトロール
- ・ 植栽木の生育に応じて行なう除伐
- ・ ユーカリ林分の5～7年後の更新（萌芽更新）
- ・ モクマオウ林分の15～20年後の更新（伐採、再植林）

これらの維持管理は、水森林狩猟土壌保全局関係機関の指導のもとで、住民グループ等で構成される森林管理委員会が自主的に実施する。

本プロジェクトの実施により、次のような直接的な効果が期待される。

- ・ 年平均5～12mのスピードで野菜栽培地に向って移動するティエス州からルーガ州にかけての  
16砂丘、2,037haの飛砂が防止され、砂丘が固定される。
- ・ 砂丘固定により、その風下直下（風下約200mの範囲）の野菜栽培地約100箇所、860haが保全さ  
れる。

また、次のような間接的な効果が期待される。

- ・ 本プロジェクトの実施によって860haの野菜栽培地が保全され、野菜の供給と流通が安定する。  
延いては、ティエス州及びルーガ州の沿岸地域全体（人口約12万人、貧困率約25～45%）の社  
会経済状況の安定に寄与する。
- ・ 森林の有する気象緩和機能から、砂丘固定林周囲の野菜栽培地の生産性が向上する。
- ・ 2,037haの森林の造成によって、85年間で1ha当たり約200トン、植林地全体として約41万トンの  
二酸化炭素が固定される。

本計画の円滑な実施と継続的な効果のために、以下の点に留意する必要がある。

- ・ 広範囲な植林地の維持管理を円滑に実施するためには住民の協力が欠かせないことから、事  
業の実施段階から多くの地域住民の参加を図り、地域住民の森林であるという認識を深めさせ  
ることが重要である。
- ・ このためには、前記の森林管理委員会を事業の実施段階で設立し、その活動を活発化させ維  
持管理の基盤を整える必要がある。

## 第1章 要請の内容

セネガル共和国 (République du Sénégal 以下「セネガル国」とする)は、北緯12°00′～17°00′、西経11°30′～17°30′、アフリカ大陸の西端に位置する。国土面積は197,161km<sup>2</sup>(日本の約半分)、人口は約904万人(1998年)である。首都ダカール(Dakar)には約200万人の人口が集中している。国境は西が大西洋に面し、北がモーリタニアイスラム共和国(République islamique du Mauritanie)、東がマリ共和国(République du Mali)、南がギニア・ビサオ共和国(République du Guinée-Bissau)及びギニア共和国(République du Guinée)と接し、ガンビア河に沿ってガンビア国(Gambia)が国内に割り込んでいる形となっている。

セネガル国の地形は概ね平坦で、国土の75%が標高50m以下の低地である。また、国土の大部分が熱帯半乾燥型スーダン・サヘル気候帯、いわゆる「サヘル地域」に属し、乾燥が激しいサハラ砂漠南縁地帯からより湿潤な地帯への移行帯に位置する。気温は内陸にいくにつれて高くなり、東北部では年平均気温が30℃に達する。降雨は南西の季節風が吹く夏期(6月～10月頃)に集中し、残りの期間はサハラ上空の高気圧から吹き出す北東の貿易風(ハルマタン)により乾期となる。年降雨量は北部では約200mm以下、南部では1,500mm以上に達する。また、降雨は時期・雨量・分布が毎年大きく変動し、その予測は難しい。近年の降雨量の推移を見ると、1890年代後半頃から少雨傾向が始まり、1960年代後半以来、厳しい旱魃が長期にわたって続き、特に1970年代前半及び80年代中期には今世紀最少の降雨量を記録し大旱魃をもたらしている。

このような気象条件の影響を受けて、セネガル国の自然植生は、北部からステップ、様々なサバンナを経て、より湿潤な南部ではスーダン・サバンナやギニア・サバンナと呼ばれる森林とサバンナのモザイク地帯が連続して出現する。森林は国土の約25%を占めているが、その構成はほとんどが樹木の疎らなステップ及びサバンナであり、優良な用材が生産できる閉鎖林はセネガル国南部の一部にしかない。

森林面積は急速に減少しつつあり、1980年代には約80万haもの森林が無くなったと言われている。また、植生の退化も著しい。これらの主な原因としては、降雨量の減少の他、農耕地の拡大に伴う森林開墾、薪炭用材の過剰採取、過放牧、乾期の飼料確保のための過剰な枝打ち、森林火災等が挙げられる。さらに、近年、人口の急速な増加に伴う従来の農牧業生産様式(休閑期を間に挟む循環型土地利用様式)の崩壊等による土壌の劣化が著しく、砂漠化が進行している。

セネガル国北西部の沿岸地域は、沿岸砂丘及び内陸砂丘が連なり、その砂丘間にニヤイと呼ばれる窪地群が分布する特異な地形を呈している。この窪地群では肥沃な土壌と良質の地下水に恵まれ、また、地理的に主要都市に近いことから野菜・果樹栽培が盛んに行われ、国内の野菜生産量の4/5を担う重要な農業生産地帯である。

しかし、この地帯においても、雨期の短縮、降雨量の減少等の乾燥化、海からの強い卓越風といっ

た自然的要因と、過剰な農地の開発、薪炭の採取、鉱山の開発等の人為的要因とが複雑に絡み合っ  
て自然環境が悪化し、延いては地域の社会経済活動の停滞・悪化を引き起こしている。その中の顕著  
な荒廃現象の1つとして、未だ固定されていない沿岸砂丘の移動と植生が破壊された内陸砂丘の再  
活性化があり、農耕地、家屋等への飛砂被害を生み出している。

首都ダカールからサン・ルイに至る延長約200kmの海岸には、これまでFAQ USAID ACDI等の支  
援により25年間に1.2万haの海岸防災林が造成されてきた。しかし、今なお1.5万haの活発な移動砂丘  
や荒廃地が存在し、早急な植林が必要とされている。

この問題に対処するため、セネガル国政府は1992年に策定した「セネガル国森林行動計画  
(PAFS)」の中で、ニヤイ・沿岸地域(2,130km<sup>2</sup>)の砂丘固定を重要課題の1つとして掲げた。また、同計  
画の優先的活動項目のうち、沿岸地帯の保全事業は1994～1995年に5,000ha、1996～2002年に  
15,000ha、2003～2015年に25,000ha(合計45,000ha)を実施目標とし、それぞれ、750百万CFA、  
2,250百万CFA、3,750百万CFA(合計6,750百万CFA)の経費が必要であると見積った。しかし、1994  
年末までに同地域で実施されていた3つのプロジェクトに対する海外からの資金援助が終了または縮  
小されたため、資金源の80%を海外の支援に依存する計画であった上記の目標は達成が困難な状  
況となった。

このような現状を背景として、セネガル国政府は、約5,000haの植林と植林に必要な苗畑等施設の  
整備、車両や発電機等の資機材調達について、1998年8月に我が国に対して無償資金協力を要請し  
た。セネガル国政府の要請内容の概要は表1-1に示すとおりである。

表1-1 要請内容の概要

区 分	要 請 内 容
1. 対象地域	ティエス州、ルーガ州、ダカール州(一部)にまたがるダカールからポトゥ間の沿岸部(延長 150km、幅15～20km)
2. 植林形態	砂丘固定林(2,980ha)、農地防風林(1,400ha)、村落林(450ha)及び道路保護林(210ha) 計 5,040ha
3. 施設	苗畑(8ヶ所)、事務所(4ヶ所)、倉庫(4ヶ所)、作業棟及び車両整備場(4ヶ所)
4. 機材	4WDトラック(8台)、森林管理用車両(2台)、ピックアップ(4台)、オートバイ(8台)、ポン プ(8基)、発電機(8基)及び事務機器

## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 1. 当該セクターの開発計画

#### 1 - 1 森林政策の経緯

1900年代初頭、モクマオウ (*Casuarina equisetifolia*) を用いた植林試験が開始された。この試みは次第に砂丘固定事業に発展し、1947年にはダカール州において最初の砂丘固定林の造成が開始された。一方、セネガル国内で最も降雨量が多いセネガル南部のカザマン地域では、1936年以降、チーク (*Tectona grandis*) やキダチキバケヨウラク (*Gmelina arborea*) の導入による用材林造成が実施された。

1960年代に入ると、セネガル全土においてインドセンダン (*Azadirachta indica*) が街路樹や村落の緑陰樹として植栽され、セネガル南部及び中西部においてはカシューナツツノキ (*Anacardium occidentale*) が街路樹や果樹として普及した。

1968年から1973年にかけての大旱魃を契機に、国際機関や援助国の支援を受けた砂漠化防止や植林推進の各種プロジェクトが開始された。1975年には、FAOの支援により砂丘固定プロジェクトが開始された。

1970年代後半から1980年代前半にかけては、薪炭材の供給を目的とした外来早成樹種の導入が開始され、特にユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*) を採用した都市近郊の大規模造林事業は加速度的に増大した。しかし、ユーカリの生長が予測を大きく下回り採算が合わないこと、地域社会との適合が難しいこと等から、大規模造林事業のほとんどが失敗に終わった。

そのため、同国の森林政策は地域に根ざした小規模な造林事業へと路線を変更するとともに、アルビダアカシア (*Acacia albida*) 等の在来樹種の保護及び集約的利用が再重要視された。

このような森林政策の推移の中で、森林開発に係るマスタープランとして「森林開発基本計画 (PDDF)」が1981年に策定され、セネガルの森林資源の現状を分析するとともに、長期的政策及び中・短期の詳細な政策を立案した。また、1988年には「旱魃及び砂漠化対策国家計画 (PNLCD)」が採択され、自然資源の管理や利用に関する全ての活動が新たに方向づけられた。その中で、森林資源管理における地域住民の責任分担、経済社会開発の一環としての砂漠化対策が強調された。

さらに、1992年には、先の「森林開発基本計画」に代わるマスタープランとして「セネガル森林行動計画 (PAFS)」が策定された。これは、「森林開発基本計画」の策定から約10年を経て、セネガルの森林植生、社会経済的状况等が著しく変化し、同計画によって打ち出された政策や活動計画を再検討・調整する必要が生じたとともに、国際的に「熱帯林行動プログラム (PAFT/Programme d'Action Forestier Tropical)」が、各国の森林行動計画の全体的枠組み及び森林分野における資金調達の国際的メカニズムとして提示されたためである。

一方、「セネガル森林行動計画」に基づく行政組織及び法制の整備も実施された。

1965年に制定された森林法は国家による森林資源管理を中心としたものであったが、1993年2月及び1998年1月に改正が行われた。これらの改正は、森林資源の適正な管理への住民及び地方公共団体の積極的な参加を促し、責任を一層明確にするとともに森林資源の持続的活用の重要性を認識させることをその主旨としたものであった。また、住民グループを含む個人や法人が植林、伐採、販売等の事業を行うことにより直接的に利益を得ることができるようし、住民の植林意欲を増大させた。

上記のような経緯を経て、現在、セネガル国における森林政策は、森林資源の適正な管理及び小規模な森林の造成を、地域社会の総合的な開発の一環として地域住民の積極的な参加のもとに推進するものを中心となっている。

## 1 - 2 上位計画

本プロジェクトの上位計画は、現行の森林開発分野のマスタープランである「セネガル森林行動計画(PAFS)」である。その後、国家開発計画に当たる「第9次経済及び社会開発方針計画1996 - 2001年(Plan d'orientation pour le développement économique et social 1996-2001(IX<sup>e</sup> PLAN))」(1996年8月)及び「環境行動国家計画(PNAE)」(1997年9月)が示されているが、何れも森林開発分野においては上記の森林行動計画の方針に沿ったものとなっており、環境及び自然資源の管理と持続的な開発が計画されている。

「セネガル森林行動計画」は、森林及び木材の経済利用開発よりも環境保全のための森林資源の持続的な管理に重点を置き、国家レベルと地域レベルに分けて立案されている。このうち、国家レベルの行動計画では、以下の目的を定めている。

森林局の再編成、関連法規の改正の推進等の制度的枠組みの改善

森林資源調査の実施、森林経営の合理化、地域毎の責任分担による森林資源管理等の天然林の整備及び林産業の合理化

アグロフォレストリーを通じた土壌保全及び復旧

生態系及び野生動物の保護

内陸漁業及び養殖の開発

各種研究の継続、植林地の研究、動物の研究等による知識の向上

都市部植林地の整備・保護、街路樹植栽の推進等による都市部森林の開発

次に、地域レベルの行動計画では、全国を生態地理的観点から6地域に区分し、それぞれの地域毎に種別内容を定めている(表2 - 1参照)。本プロジェクトはこのうち「沿岸・ニヤイ地域」の「砂丘固定及び窪地保全プロジェクトの強化」に該当する。

また、活動分野別に示された実施目標は表2 - 2に示すとおりで、本プロジェクトはこのうち「土壌保全・復旧及びアグロフォレストリー」の中の「沿岸地帯の保全」に該当し、1994年～2015年の間に

45,000haの実施目標が立てられている。

表2 - 1 生態地理学的地域別の活動内容

生態地理学的地域	優先的活動計画
セネガル川流域・デルタ地域 ( 11,500km <sup>2</sup> )	(略)
混牧林地地域 ( 54,380km <sup>2</sup> )	(略)
沿岸・ニヤイ地域 ( 2,130km <sup>2</sup> )	砂丘固定及び窪地保全プロジェクトの強化 モクマオウ植林地の整備 Noflaye保護地区の保護及び復旧 鉱山開発跡地の復旧
落花生盆地地域 ( 49,500km <sup>2</sup> )	(略)
東部地域 ( 51,210km <sup>2</sup> )	(略)
南部地域 ( 28,000km <sup>2</sup> )	(略)

出典：PAFS

表2 - 2 セネガル森林活動計画における実施目標

活動分野	優先的活動項目	実施目標 ( 1,000ha / *1,000km)			
		1994 ~ 1995	1996 ~ 2002	2003 ~ 2015	計
天然林整備及び林産物生産	森林資源の評価	1,500	8,500	-	10,000
	国有林地の再構成	1,500	4,740	-	6,240
	天然林の整備	30	120	2,000	2,150
	地方公共団体林の整備	25	175	250	450
	ナツメヤシ林及び竹林の更新・保全	5	10	-	15
	混牧林の生態系保全	100	250	1,000	1,350
	セネガル川流域の自然環境の復旧	10	25	-	35
土壌保全・復旧及びアグロフォレストリー	沿岸地帯の保全	5	15	25	45
	落花生盆地における農耕地及びアグロフォレストリー地の保全・復旧	10	30	60	100
	セネガル川流域の浸食対策	5	15	80	100
生態系及び野生動物の保全	火災に対する森林保護	* 1,500	* 5,250	* 2,250	* 9,000
	野生動物管理の合理化	15	30	100	145
	野生動物生息地の修復	15	30	60	105
都市林の発展	街路樹植栽の推進	* 0.2	* 0.7	-	* 0.9
	都市・都市周辺の森林空間の整備及び保護	2	8	10	20
合計		3,222 * 1,500.2	13,948 * 5,250.7	3,585 * 2,250	20,755 * 9,000.9

出典：PAFS

### 1 - 3 財政事情

内政はほぼ安定しているが、同国南部のカザマンス地方では一時制圧されていた分離独立運動が1998年6月に発生したギニア・ビサオ紛争の影響を受けて活発化している。

セネガルの経済状況として、1998年の国内総生産 ( GDP ) は約4,682百万ドル、1人当たりの国民総生産 ( GNP ) は約520ドルである。1994年1月に行われた対フランス・フラン固定為替レートの切り下げ

(50%) による影響を受けて物価が急騰したが、同年後半には現地通貨の競争力が上がったこと等により景気が徐々に回復した。政府の緊縮財政及び自由化・民営化の推進の結果、国家歳入は増加し、マクロ経済状況は大幅に改善している。1998年の経済成長率は5.7%、インフレ率は2.0%である。

このようなセネガル国の財政事情の中で、本プロジェクトの実施機関である水森林狩猟土壌保全局の過去3年間(1997~1999年)及び2000年の予算は表2-3に示すとおりである。1998年及び1999年には予算実績が減少しているが、2000年の予算は6,001,000FCFA(約960,000円)であり、対前年比20%の増となっている。また、国家予算に占める同予算の比率は0.001%程度に過ぎないが、2000年は若干の伸びを示している。

なお、その他の社会・経済事情を添付資料-4「セネガル国の社会・経済事情」に示す。

表2-3 水森林狩猟土壌保全局の予算実績(千FCFA)

会計年度	1997年	1998年	1999年	2000年
セネガル国家予算	498,900,000	479,200,000	490,100,000	516,645,000
水森林狩猟土壌保全局 予算総額(国家予算比)	6,171 (0.0012)	5,010 (0.0010)	5,010 (0.0010)	6,001 (0.0012)
(前年比%)		(81.2)	(100.0)	(119.8)
内訳				
事務経費	470	381	381	800
技師・森林官制服費	1,491	1,207	1,207	1,207
山火事防止対策費	282	228	228	800
植林活動費	1,225	992	992	992
機材・燃料・保守管理費	2,383	1,936	1,936	1,936
出張費・その他経費	320	266	266	266

出典：セネガル共和国政府資料及び水森林狩猟土壌保全局提供資料

## 2. 他の援助国、国際機関の計画

### 2-1 他援助国及び国際機関が実施した過去のプロジェクト

#### (1) 他援助国及び国際機関が実施した過去のプロジェクト

本プロジェクトの対象地域を含むダカールからサン・ルイにかけての大海岸(Grand Côte)と呼ばれる沿岸地域において、他援助国及び国際機関の支援によって実施された過去のプロジェクトを、表2-4に示す。

表2 - 4 過去のプロジェクト

実施地域	プロジェクト名	出資機関	実施時期
Gandiol ~ Kébémér	ガンジョール砂丘固定プロジェクト Projet de Stabilisation des Dunes de Gandiol	ACDI	1979-1982
	北部沿岸耕作地保全プロジェクト CTL Nord / Conservation des Terroirs du Littoral Secteur Nord	ACDI	1983-1988 1988-1993 1994-1997
Kébémér ~ Tivaouane	F A O砂丘固定・造林プロジェクト Projet de Stabilisation et Reboisement des Dunes par la FAO	PNUD PAM	1975-1982 1982-1986 1986-1988
	ケベメル砂丘固定・窪地整備プロジェクト Projet de Fixation des Dunes et Aménagement des Cuvettes de Kébémér	UNSO	1989-1992 1992-1994
Tivaouane ~ Kayar	PL -480砂丘固定プロジェクト Projet de Stabilisation des Dunes PL - 480	USAID	1981-1986 1985-1987
	南部沿岸耕作地保全プロジェクト CTL Sud / Conservation des Terroirs du Littoral Secteur Sud	ACDI	1988-1993 1994-1997

出典：水森林狩猟土壌保全局提供資料

## (2) 既植林地の現状分析

上記のプロジェクトの実施によって、ダカールからサン・レイまでの約180kmに及ぶ海岸沿いに、ほとんど切れ間なく林帯幅200～300mのモクマオウ林（第1林帯）が造成されている。また、第1林帯の内陸側の砂丘（内陸砂丘）にも植林が行なわれている。これらの植林地の現状をみると第1林帯は総じて良好な林分を呈しているものが多く、防風、防潮及び飛砂の防止機能を十分に発揮している。しかし、内陸砂丘の植林地では樹高1.0～2.0m程度の植栽木（モクマオウ）が点在あるいは散在する不成績造林地を呈し、今後改植を必要とする林分が多い。第1林帯及び比較的良好な内陸砂丘の植林地における標準地調査結果を表2 - 5に示す。6箇所の標準地の生立本数は325～1,242本/ha、平均樹高は4.6～18.0m、生長量は0.29～0.98m/年の範囲にあり、林分によって著しく異なっている。特に内陸砂丘の生育が悪い実態にある。

表2 - 5 植林地調査結果

番号	位置	植栽年度	生立本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)	生長量 (m/年)	備考
1	第1林帯	1980	450	11.1	12.8	0.54	砂丘の凹凸箇所では不成績林分。
2	"	1980	325	7.0	12.5	0.34	本数が極めて少ない。
3	"	1975	1,242	13.8	17.0	0.54	生立本数が多く良好な林分。
4	内陸砂丘	1985	175	4.6	5.1	0.29	極めて不成績林分。
5	"	1985	450	4.8	12.7	0.30	本数が少ないが、林床は良好。
6	第1林帯	1982	730	18.0	15.8	0.98	良好な林分。
平均						0.58	

注) 平均生長量は、植栽苗木の高さを30cmとして算出した。

現地調査及び現地森林官からの聞き取り調査の結果を総合して判断すると、内陸砂丘の植林地の多くがうまく成林しなかった原因として下記事項が挙げられる。

内陸砂丘は沿岸砂丘と比較して潮風をあまり受けないものの、砂丘が凹凸地形を呈していることから、砂丘の凸部と凹部で水分蒸発量、土壌水分の含有量が異なるなど、植栽木の生理的生育環境が悪い。

内陸砂丘は凹凸部で風が収斂するため飛砂現象が複雑であり、海岸砂丘と同様の防風柵の配置では対応できなかった。

高さ0.5mの防風柵の風速減少効果範囲が、凹凸地形を十分にカバーできなかった。

防風柵の材料として耐用年数1年未満のンゲール（在来の灌木）の枝葉が主に用いられ、定期的に柵を補修する必要であったが、プロジェクトの終了間際に植林された内陸砂丘では、柵の補修がほとんど行なわれなかった。

柵が十分に修理されなかったため、放牧家畜の侵入による食害を受けた。

## 2 - 2 他援助国及び国際機関が実施中のプロジェクト

本プロジェクトの対象地域では、カナダ国際開発庁の支援による「農民企業支援プロジェクト (PAEP)」が実施中である。同プロジェクトはカナダ国際開発庁が1997年まで支援した北部及び南部の「沿岸耕作地保全プロジェクト (CTL)」の追加地域を対象として、環境分析やプロジェクト形成に係る予備調査 (1997年) を経て、1999年1月に開始された。

同プロジェクトの概要は表2 - 6に示すとおりであるが、未固定の砂丘（裸地及び不成績造林地）の植林事業を活動内容としていないため、本プロジェクトの事業との重複はない。しかし、本プロジェクトの事業に参加が予定される住民及び住民組織の多くが同プロジェクトから何らかの支援を受ける可能性があり、本プロジェクトの実施に当たっては同プロジェクトとの協力・連携が不可欠である。

表2 - 6 農民企業支援プロジェクトの概要

項目	内容
上位目標	ニヤイ地域の持続的な経済成長を促進する。
プロジェクト目標	農民企業への支援を通じて農業及び森林分野における収益性及び効果の向上
対象地域	ダカールからサン・レイにかけての幅15kmの沿岸地域（約200km <sup>2</sup> ）
実施期間	60ヶ月（5年・1999年1月～2003年12月予定）
予算	約27億CFA（約4.5億円）
戦略	農業部門 地域生産物の競争力の強化 協議及び情報入手の改善 農民組織の強化 新市場の開拓 森林部門 住民参加方式の確立 植林区域の持続的管理に係る主要戦略 森林管理計画に係る啓蒙・補完分析

また、下記の2つのプロジェクトは全国を対象地域としている国家プロジェクトであり、将来的に連携の可能性はある。

#### 地方共同体による天然資源管理プロジェクト(PGCRA)

PGCRAはアメリカ国際開発庁が支援しており、現在進行中である(1993年～2010年予定)。事業内容は、地方共同体をプロジェクトの核に据え、天然資源の持続的管理を行い、地域住民の収入確保を図るものである。活動に当たり、地方共同体毎に住民グループ等の代表者から成る天然資源管理委員会を設置し、住民組織の再編成及び土地利用図の作成をまず行う。その後、薪炭林造成、井戸掘削、侵食防止等の活動を展開する。

#### セネガル森林開発支援プログラム(PADF)

PADFは国連食糧農業機関(FAO)とオランダが共同して支援しており、現在準備フェーズを実施中である(1999年～2002年)。事業内容は、水森林狩猟土壌保全局及びティエス及びルーガを含む7つの森林管理局に対して、事業計画に沿った経常業務の支援(年間6,000CFA以上の資金の配布)を行うものである。

上記の他、セネガル国には数多くの非政府機関(NGO)がある。森林開発・環境分野においては、下記の団体等が積極的な活動を展開している。

#### Plan International

Plan Internationalは里子に対する支援事業を行う国際機関である。しかし、住民の自立を図るために、識字教育、村落苗畑の造成、改良かまどの普及、土壌改良、堆肥の作成等の事業も補完的に行っている。事務所はサン・レイ市、ダカール市の他、ティエス市、ルーガ市にある。本プロジェクトの対象地域内にあるクール・コーラにおいては、教育活動を展開している。

#### ENDA TM

ENDA TMIは、地域における総合農業開発やアグロフォレストリーの導入等の様々な活動を行っている。ニヤイ地域においては、地域住民の生活の向上を図るため、ユニオン(Union)結成の推進や農民金融(Crédit)等を実施している。ユニオンは農業、畜産等の分野毎に住民グループの集合体であり、活動支援の窓口となっている。そのため、ユニオンの結成は事業の早期着手と普及・教育を容易にする。農民金融は、農民が直接銀行からお金を借りることが困難であるため、ENDAがセネガル国内の地方銀行から資金を調達し、加入した農民に貸し出す仕組みである。

#### その他の団体

その他、本プロジェクトの対象地域内で森林関連・環境分野の活動を行っている主な団体を表2-7に示す。

表2 - 7 本プロジェクト対象地域で活動するNGO

名称	目的	活動概要
ASPAB	環境に適した農業 農民との協力によるアグロフォレストリーの推進	農民普及活動 土壌の回復 堆肥の使用による有機栽培の改善
CECI	第3世界の人の生活の向上 ボランティア、クレジットの実施 財政支援	カナダからのボランティアの派遣 プロジェクトの実施 女性の地位向上活動に対する支援
Rodale International	有機農業の実施と試験栽培 普及員の養成 各種機関との情報交換	農業と畜産の総合 アグロフォレストリーの実施 研修の実施
World Vision International	貧困層の助成	深井戸の建設 苗木生産 営農改善と研究

出典：CONGAD（1995年）

### 3. 我が国の援助実施状況

セネガル国における我が国の援助としては、主に農林水産分野、保険・医療分野の無償資金協力及び技術協力が実施されてきた。このうち、森林開発分野における援助は過去に5件あり、現在2つの技術協力が実施されている。それぞれの概要を表2 - 8に示す。

表2 - 8 森林開発分野における我が国の援助実施状況

案件名	援助形態	実施年	実施内容
森林火災対策計画	無償資金協力	1983	放水車及び作業トラック等の機材調達
セネガル緑の推進協力プロジェクト	青年海外協力隊事業 チーム派遣	1989-1998	ティエス州ティエス県を活動地域とした苗木生産支援及び植林、果樹、野菜等を含めた総合的な農村開発に係る技術協力
苗畑整備計画	無償資金協力	1991	バンゴ、ムバオ及びフィメラの3苗畑における苗木生産に必要な施設整備及び資機材調達
苗木育成場整備計画 (第2次)	無償資金協力	1996 (第 期)	ルーガ、アン及びンガブの3苗畑における施設整備、資機材調達及び苗木育成場整備プロジェクト本部の建設
		1997 (第 期)	マタム及びニオロの2苗畑における施設整備及び資機材調達
第3次苗木育成場整備計画	無償資金協力	1999	リンゲール、カフリン、タンバクンダ及びケドゥグの4苗畑における施設整備及び資機材調達
セネガル総合村落林業開発計画	プロジェクト方式技術協力	2000-2005	無償資金協力によって整備したムバオ、フィメラ及びニオロ苗畑の周辺地域を対象とした村落林業に係る技術協力
-	技術協力（個別専門家派遣）	1996-1999 1999-2001	苗木育成場整備プロジェクトの運営支援及び水森林狩猟土壌保全局植林土壌保全部の技術顧問

## 4. プロジェクト対象地域の主な自然的、社会経済的特性

### 4-1 自然的特性

#### (1) 気温・湿度

プロジェクト対象地域に近接する4箇所の気象観測所の過去5年間(1995年～1999年、以下同じ。)の年平均の最高・最低気温、年平均気温及び湿度を表2-9に示す。年平均気温はおおよそ25～28℃、年平均湿度は49～60%の範囲にある。

表2-9 年平均の最高・最低気温、平均気温及び湿度(1995～1999)

気象観測所	最高気温(°)	最低気温(°)	平均気温(°)	湿度(%)
Dakar-Yoff	28.1	22.0	25.0	60.3
Thiès	33.9	20.2	27.1	48.8
Louga	34.5	21.4	28.0	52.7
Saint-Louis	32.2	20.9	26.5	52.7

出典：気象庁資料

#### (2) 風向・風速

上記の4気象観測所の過去5年間の風向・風速を表2-10に示す。プロジェクト対象地域の風は、北西、北、北東の3方向の主風と季節的に吹く東風がある。また、主風の平均風速は年間を通じておおよそ4～6m/secの範囲にある。

次に、ダカール及びサン・ルイの気象観測所における1999年の最大瞬間風速の月最大値の風向・風速を表2-11に示す。最大風速はおおよそ10～20m/secの範囲内にある。

なお、現地森林官及び大学の研究者からの聞き取り調査の結果、飛砂現象が生じる始める風速は4.1～4.3m程度である。

表2-10 主風の風向・風速(単位：°, m/sec, 1995～1999年)

観測所/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Saint-Louis	風向	20	16	-4	-12	-4	-42	-84	-68	-36	-16	20	30
	風速	4.1	4.4	5.2	5.9	5.6	4.7	4.7	4.2	3.7	4.0	3.0	3.4
Louga	風向	65	53	4	-33	-37	-43	-43	-15	31	9	45	59
	風速	3.6	3.8	4.0	4.1	4.0	3.9	3.7	2.9	2.7	2.9	2.7	3.5
Thiès	風向	67	69	48	45	32	-3	-19	-5	-5	41	82	71
	風速	2.5	2.9	3.5	3.4	3.2	2.7	2.6	2.2	1.8	2.0	2.0	2.4
Dakar-Yoff	風向	20	24	16	4	-8	-24	-46	-42	-4	-12	16	36
	風速	4.9	4.7	5.3	5.2	4.5	3.5	3.3	3.2	2.8	3.1	3.7	4.8

出典：気象庁資料

注1) 「Saint-Louis」及び「Dakar-Yoff」は1日4回観測の平均値、「Louga」及び「Thiès」は1日8回観測の平均値である。

注2) 風向は北を0°とした角度で、右回りが「+」、左回りが「-」である。

注3) 網掛けは、主風である。

表2 - 11 最大瞬間風速の月最大値の風向・風速 (単位: °, m/sec, 1995~1999年)

観測所/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Dakar -Yoff	風向	40	20/70	20	0	0/40	120/240	190	170	100	230	40	30
	風速	14	13	18	12	10	9	17	12	10	13	10	9
Saint -Louis	風向	40	120	40	0	0	320	120	80	280	180	0	80
	風速	11	12	12	11	10	11	14	19	11	12	9	10

出典: 気象庁資料

注1) 風向は北を0°とした右回りの角度である。

### (3) 降雨

プロジェクト対象地域に近接する気象観測所(10箇所)の過去5年間の平均月降雨量を、表2-12に示す。雨期はおおよそ6月から10月までの5ヶ月間である。8月と9月の降雨量が最も多く、それぞれ115~215mm、73~171mmに達し、この2ヶ月で年間の78%の雨が降る。次に、サン・ルイ、ルーガ、ティエス及びビダカールの4気象観測所の過去5年の降雨の始期と終期を表2-13に示す。始期は5月9日~7月24日、終期は9月12日~12月14日で観測所及び年によって変動している。

表2 - 12 プロジェクト対象地域の月別平均降雨量 (1995~1999)

観測所	6月	7月	8月	9月	10月	合計
Saint-Louis	4.5	22.5	114.7	73.2	31.5	246.4
Louga	5.6	35.3	131.9	88.9	17.4	279.1
Kébémér	17.7	53.2	154.2	133.2	0	358.3
Kelle	4.5	52.6	215.5	136.6	14.2	423.4
Mékhe	12.9	59.1	177.1	171.1	16.9	437.1
Mboro	25.6	76.9	114.7	93.9	8.4	319.5
Tivaouane	4.3	37.8	132.0	106.4	7.3	287.8
Notto	11.0	52.7	134.0	144.3	16.6	358.6
Thiès	10.8	65.3	170.7	167.0	36.4	450.2
Dakar Yoff	7.6	45.3	153.8	150.4	30.6	387.7

出典: 気象庁資料

表2 - 13 プロジェクト対象地域の降雨の始期・終期

年	Saint-Louis		Louga		Thiès		Dakar Yoff	
	始期	終期	始期	終期	始期	終期	始期	終期
1995	6/22	12/14	6/23	12/14	6/22	12/14	5/21	12/14
1996	6/14	10/08	6/14	10/16	6/14	10/17	7/18	10/17
1997	5/10	9/12	5/09	9/28	6/08	10/07	6/08	10/08
1998	7/24	10/03	7/23	10/20	7/23	10/31	7/23	10/26
1999	7/06	10/18	7/06	10/18	6/21	10/19	6/06	10/19

出典: 気象庁資料

### (4) 地形・地質・土壌

#### 1) 地形

プロジェクト対象地域はティエス州及びブルーガ州の沿岸部の帯状地帯で、海岸沿いはほぼ平坦地

であるが、内陸に行くにつれて起伏が著しい地形となり、標高30m近くの砂丘が分布する。砂丘間には多くの窪地(ニヤイ)が分布する。

## 2) 地質

プロジェクト対象地域の海岸沿いには海洋性堆積岩に由来する海岸砂丘が、それより内陸側には砕屑岩に由来する内陸砂丘が分布し、2つの生成過程が異なる地質となっている。

## 3) 土壌

プロジェクト対象地域の土壌は海岸沿いにEutric Regosolsが、それより内側にはLuvic Arenosolsが分布する。Eutric Regosolsは未熟土壌で、土層の発達が認められない。Luvic Arenosolsは砂質土壌で、下層に粘土集積が認められる。両者とも、砂質のため、保水性は低く、養分は極めて少ない。しかし、砂丘間のニヤイは肥沃な粘土質の土壌が分布し、湿地帯も多い。

## (5) 地下水位・水質

### 1) 地下水位

プロジェクト対象地域の地下水の深さは概ね表2-14に示すとおりである。海岸砂丘及びニヤイでは約3~5mの深さに帯水層があるのに対して、内陸砂丘では約10~20mの深さにあり、また、北部にいくに従って深くなる傾向がある。

なお、5月(乾期後半)に行った現地調査では、砂丘の地表下30~50cmまで毛細管現象によって地下水が上昇していることが判明した。また、それによる塩類集積は認められなかった。

表2-14 プロジェクト対象地域の地下水位

	南 部	中央部	北 部	平 均
海岸砂丘	3.3 m	3.5 m	3.2 m	3.3 m
ニヤイ	3.2 m	5.1 m	3.5 m	3.9 m
内陸砂丘	9.1 m	11.5 m	20.7 m	13.8 m

出典：CTL資料 (Inventaire biophysique de la région des Niaye, 1990年)

### 2) 水 質

Sag, Lompoul, Darou Fall, Mboro及びNottoの5箇所の浅井戸の水質を測定した結果、pH値は若干アルカリ性を示しているが、塩類濃度はそれ程高くない。これらの箇所を苗畑として活用する場合、井戸水を育苗用水として問題なく利用できる。

## (6) 植生

### 1) 植生帯(土地利用状況)

プロジェクト対象地域のマクロな植生帯は、海岸から内陸に向かって、モクマオウ植林地、砂丘、野菜栽培地、湿地、各種サバンナ及び雨期栽培地がおおよそ列状に分布している。

## 2) 現地で確認された植生

プロジェクト対象地域の砂丘において確認された植生を、表2 - 15に示す。砂丘はほとんどが裸地であるが、部分的に灌木が点生している箇所、若干の草本植物が分布している箇所がある。

表2 - 15 砂丘上で確認された主な植生

区分		学名(和名等)
木本植物	高木	Casuarina equisetifolia Eucalyptus camaldulensis, Prosopis juliflora Prosopis africana Acacia albida, Acacia holosericea, Acacia africana, Acacia tortilis, Acacia nilotica, Parinari macrophylla Celtis integrifolia
	低木、灌木	Ziziphus micronata, Acacia radiana, Euphorbia balsamifera, Guiera senegalensis, Combretum micranthum, Combretum glutinosum, Maytenus senegalensis, Calotropis procera Opuntia tuna
草本植物		Leptadenia hastata, Cassia occidentalis

## 3) ニヤイ地域の地域希少種及び絶滅危機種

プロジェクト対象地域を含む沿岸・ニヤイ地域には表2 - 16に示す17種のニヤイ特有の地域希少野生植物が出現し、このうちの8種が絶滅の恐れがあると報告されている。また、森林法施行令第63条では全面的あるいは一部の保護を必要とする樹種が規定されており、このうち、ニヤイ地域には次の3種が出現する。

- ・Celtis integrifolia.
- ・Acacia raddiana.
- ・Prosopis africana.

表2 - 16 ニヤイ地域の地域希少種及び絶滅危機種

Ceropegia practermissa *	Lipocarpha priemiana *	Salicornia senegalensis *
Ceropegia senegalensis *	Polycarpaea linearifolia	Scirpus grandiluspis
Crotalaria sphaerocarpa	Polycarpaea prostvatum *	Scleria chevalieri *
Eriocanlon inumdatum *	Pludea lanceolata *	Urginea salnidea
Ficus dechranostyla	Rhonchosia alba-pauli	Vernonia bambilarcusis
Laurembergia villosa	Sakucamia senegalensis	

出典：UICN レッドリスト

注1) 「\*」印は、絶滅危機種である。

## 4 - 2 社会経済的特性

### (1) 行政組織及び人口

プロジェクト対象地域を含むダカール州、ティエス州及びブルーガ州の行政区域は表2 - 17に示すとおりである。大都市圏であるダカール州を除くティエス州及びブルーガ州の対象地域は、4県、5郡、6地

方共同体及び330の村落で構成されている。村落はさらに中心集落、小集落（アモー：hameaux）、最小単位の集落（コンセション：concession）で構成されているものが多い（添付資料 - 5「社会経済調査結果概要」の付録資料 - 5「村落地区の一例」を参照）。

ダカールを除いた地域の推定人口は約12万人である。また、その年齢構成は、20歳未満の者が全体の13%、20歳以上60歳未満の者が78%、60歳以上の者が9%と推定される（添付資料 - 5「社会経済調査結果概要」の表2参照）。

表2 - 17 プロジェクト対象地域を含む行政区域毎の面積、村落数、人口等

州	県	郡	地方共同体	面積 (km <sup>2</sup> )	村落数	人口	人口密度 (人 / km <sup>2</sup> )
Louga	Louga	Sakal	Léona	415	98	13,885	33
	Kébémér	Ndande	Thièppe	492	87	8,598	17
			Kab Gaye	307	41	7,242	24
小計	2	2	3	1,214	226	29,725	24
Thiès	Tivaouane	Méouane	Mboro	558	75	42,705	77
		Pambal	Notto Gouye Diama	109	6	6,116	56
	Thiès	Keur Moussa	Diender	126	23	24,810	197
小計	2	3	3	792	104	73,631	93
Dakar	Dakar	Dakar		665		672,991	
	Pikine	Pikine				702,076	
	Rufisque	Rufisque - Bargny				142,340	
		Sangalkam				23,106	
		Sebikotane				31,101	
小計			665		1571,614	2,363	
合計	4	5	6	2,671	330	1674,970	627

出典：Présentation des Zones Ecogéographiques (1993年 / 人口は1988年国勢調査)

注1) ダカールの人口には首都ダカールの大都市圏の人口が含まれている。

注2) 1年当たりの人口増加率は2.9%（都市部3.8%、農村部2.1%）とされており、ダカールを除く地域の現在の推定人口は約12万5千人である。

## (2) 産業

プロジェクト対象地域の主要産業は牧畜業及び農業であり、多くの住民が牧畜業、農業等を兼業して生計を立てている。プロジェクト対象地域の世帯のうち、牧畜業を行っているのは全体の75%であり、以下、野菜栽培62%、天水農業61%、果樹栽培30%、林業13%、漁業8%の順となっている（添付資料 - 5「社会経済調査結果概要」の表4参照、数字は重複する）。

### 1) 農業

天水農業は主に内陸部で営まれており、ラッカセイ、トウモロコシ、ミレット、ソルガム等の穀物を生産している。一方、タマネギ、スイカ、トマト及びキャベツ等の野菜栽培はニヤイ地域に集中し、セネガル国の野菜の約80%が生産されている。野菜栽培はほぼ年間を通じて行われているが、その最盛期は病虫害の少ない乾期である。（添付資料 - 5「社会経済調査結果概要」の表6～8参照）。

### 2) 畜産業

ニヤイ地域の畜産業はほとんどが放牧形態で行なわれている。家畜の種類はヤギ、ヒツジ、ウシ、

ロバ等である。乾期には牧草不足のため家畜が農地に侵入して問題になることがある。また、過去の植林地でも家畜の侵入による食害を受け、全滅あるいは著しい不成績造林地を呈している林分が多くみられる。

### 3) 漁業

漁業はMboroのFass Boye、DienderのKayar等の限られた村落で発達している。何れの村落も漁業からの収入が多く、他地域からの出稼ぎ労働者を雇用しているものも多い。特に、Kayarは首都から近いこともあってセネガル国で有数の大きい魚市場となっている。

### (3) 住民の生計

#### 1) 貧困率

プロジェクト対象地域のうち、ティエス州及びブルーガ州の農村部の貧困率は、全国平均の38%に対して、ティエス州26%、ルーガ州46%である（添付資料 - 5「社会経済調査結果概要」の表12、13参照）。

#### 2) 労働カレンダー

ニヤイ地域における野菜栽培と牧畜の一般的な労働カレンダーを、表2 - 18に示す。野菜栽培では10～7月、牧畜では11～4月が作業量の多い時期となっている。

表2 - 18 ニヤイ地域の年間労働カレンダー

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
野菜栽培	■											
畜産	■											

注1： ■：作業量の多い時期、 ■：作業量の少ない時期

注2： 聞き取り調査による。

#### 3) 家庭用燃料

ニヤイ地域の家庭用燃料は、一部の家庭ではガスや灯油を併用しているものの、ほぼ全家庭が薪に依存している（添付資料 - 5「社会経済調査結果概要」の表15参照）。薪の供給源は、主として第1林帯、村落林及び農地防風林の落葉・落枝である。

#### (4) 住民組織

プロジェクト対象地域内の村落の多くは過去のプロジェクトに参加した経験があることから、現在も植林グループ等を有する村落、もしくは過去にこれらのグループがあった村落が多い。住民グループのほとんどのメンバーは女性であるが、これは過去のプロジェクトにおいて女性の村落開発普及員が住民組織の育成に携わったためであると思われる。

一方、ティエス州及びブルーガ州には表2 - 19に示す8つのユニオンがあり、243の住民グループが参

加している。ユニオンは、各目的や活動毎に結成される住民グループの集合体であり、外部からの活動支援の窓口になっている他、組合員からの会費徴収と金融ローン等を行っている。

表2 - 19 ユニオン及びその参加村落等

州	ユニオン名	住民G数	会員数	参加村落名
Louga	Sakal郡住民Gユニオン (CR de Léona)	9	278	Sag Sathiel, Yeugoul Mboyo, Keur Koura, Guedji, Maka Mor Madiké, Gabar等
	Lompoul住民Gユニオン (CR de Mboro)	16	100	Lompoul, Thiokhmat, Diourmel, Pougiky, Keur Demba Yoro, Khonkhe Yoye等
	小計(延べ)	25	378	
Thiès	Méouane住民Gユニオン (CR de Mboro)	76	2,000	Mboro, Ndong, Darou Fall, Thialé, Diogo, Lompoul, Darou Ndiaye, Touba Ndiaye等
	ニヤ地域住民Gユニオン (CR de Mboro)	36	1,600	Mbettet, Sao Mekhé, Weuta, Darou Fall, Diogo, Mboro, Darou Ndoye, Ndiobène等
	Mboro・Takku Liggeyユニオン (CR de Mboro)	39	500	Ndeun, Khondio, Wouta, Mboro, Teny Nar, Darou Ndiaye, Keur Demba Gaye等
	Bayakh・Takku Liggeyユニオン (CR de Notto, Diender)	26	1,000	Bayakh, Beureup Dia, Ndiokhop, Guedji, Mbidiem, Santhiou Dara, Mbawane等
	ニヤ南部住民協会・Gユニオン (CR de Notto Gouye Diama)	8	460	Dieuleuk Peulh, Segale, Dagga, Ngadiaga, Kéry Peulh, Notto Gouye Diama等
	Notto・Takku Liggeyユニオン (CR de Notto, Mboro, Mt. Rolland)	33	1,000	Notto, Dieuleuk Peulh, Baal Diop Keur Oumar, Keur Malal等
	小計(延べ)	218	6,560	
合計		243	6,938	

出典：PAEP提供資料

注1) 住民G：住民グループ / CR：地方共同体

注2) 住民の多くは複数のグループに所属し、同一村落にそれぞれ違うユニオンに所属する複数のグループが存在する場合もある。

## (5) 植林プロジェクトと住民参加

### 1) 過去のプロジェクトにおける住民参加

第2章2 - 1(1)「他援助国及び国際機関が実施した過去のプロジェクト」で既述したように(表2 - 4参照)、1975年以降、ダカールからサン・ルイまで沿岸砂丘を対象として、多くの植林プロジェクトが国家直営という形態で実施され、住民がグループ、個人の形態を問わず苗木生産、植栽等の労務として雇用された。

その後、カナダ国際開発庁(ACDI)による住民参加に重点を置いた植林プロジェクト(CTL Nord CTL Sud)が実施され、ダカール州からサン・ルイまでの第1林帯の内側の砂丘を対象として、砂丘固定林及び村落林等が住民グループの自主的な運営(住民による苗木生産、植林等)により造成された。また、プロジェクトは住民グループに対して農業、金融等の村落開発に係る技術指導を行なった。

### 2) 本プロジェクトに対する住民意識

5つの地方共同体での聞き取り調査による本プロジェクトに対する住民の参加意識は、それぞれの地方共同体の住民の約90%以上が植林に参加したいという意欲を示している。なお、植林に参加し

たくないという者は、高齢であるという理由が多い(添付資料- 5「社会経済調査結果概要」の表18参照)。

一方、期待する植林の効果としては、「労務雇用による収入の増加」が最も多く解答者の73～100%を占め、次いで、「植林による環境保全」、「野菜生産性の向上」の順である(付録資料- 5「社会経済調査結果概要」の表19参照)。

#### (6) 法規制等

プロジェクト対象地域の沿岸側、沿岸砂丘から窪地群(ニヤイ)に近接する内陸砂丘までの地帯(幅約10km)は、1957年4月の省令によって「ニヤイ地区修復地域(Périmètre de restauration des Niayes)」に指定されている。修復地域とは、裸地あるいは植生被覆が不十分であるために重大な侵食があるかその恐れがあり、農業、経済あるいは環境の観点から、修復が必要であると認められた地域のことであり、国有林地に規定される。そのため、この地域の開発権利は国家に属することになるが、同省令では下記の地域住民への配慮がなされている。

地域住民の自由通交と慣習による使用権は継続して認める。

ニヤイ以外の場所における野焼き、耕作は禁止するが、ニヤイの西側では復旧作業の障害にならない限り、伝統的な耕作の継続を認める。

但し、地域住民が国有林地を使用・利用するに当たっては、下記の森林法の規定が適用される。また、これに違反した場合は罰則が課せられる。上記の指定地域内で本プロジェクトにより区画される植林地は下記の「国有林地内の造林地もしくは復旧地」に該当する。

国有林地の周辺住民には、枯木、藁、果実、食用及び薬用植物、ゴム、樹脂、蜜の採集、家畜の通過、並びに飼料木の枝刈込み及び枝降ろしが家庭内使用に限り認められている。但し、この使用権は森林の状況により制限され、造林地、復旧地、国立公園及び自然保護地には適用されない(森林法第10条、11及び14条)。

国有林地では、山積みの木材、枝あるいは茂み、倒木、灌木あるいは立木、又は山火事を起こす恐れがあるものに火をつけることが禁止されている(施行令第56条)。

国有林地内で家畜に草を食べさせること及び家畜を通過させることは許可されているが、国立公園、造林地、復旧地、自然更新中の森林区画及び人工植林地内では禁止されている。また、家畜の飼料を目的とした伐採は、それが保護種であるかどうかを問わず禁止されている(施行令第59条、第60条)。

一方、植林地の維持管理を含む国有林地の開発・整備に関して、森林法では森林関係局が直接あるいは第三者を通して実施することが規定されている。近年の森林政策では、上記の規定に則り、地域住民の収益を確保した開発・整備計画を作成して、国有林地の開発・整備を住民参加で行う試みがなされている。本プロジェクトの植林地の維持管理に当たっても、同様の試みが可能である。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 1. プロジェクトの目的

既述したように、本プロジェクトの上位計画はセネガル国における森林開発分野のマスタープランである「セネガル森林行動計画」(1992年策定)である。同計画における本プロジェクトの関連箇所は下記のとおりである。

生態地理学的地域別の活動内容

沿岸・ニヤイ地域(2,130km<sup>2</sup>)：砂丘固定及び窪地保全プロジェクトの強化

活動分野別の実施目標

土壌保全・復旧及びアグロフォレストリー：「沿岸地帯の保全」 1994年～2015年(20年間)に45,000haの実施目標が定められている。

本プロジェクトは、この上位計画の方針に従って、「セネガル国の北部に位置する沿岸・ニヤイ地域において、砂丘固定林の造成を行なうことによりニヤイ(野菜栽培地)の保全を図り、その結果、地域住民の生活改善に資する。」ことを目的とする。

### 2. プロジェクトの基本構想

セネガル国政府の要請内容は第1章において既述したとおりである。この要請内容に対する調査団の検討結果は表3-1に示すとおりであり、それぞれの項目における詳細な検討は以下のとおりである。

表3-1 要請内容と調査団の検討結果

項目	要請内容	検討結果
1.対象地域	ティエス州、ルーガ州及びダカール州(一部)の沿岸部(延長150km、幅15~20km)	ティエス州及びルーガ州の沿岸部(延長約110km、幅15~20km)
2.植林形態	砂丘固定林(2,980ha)、農地防風林(1,400ha)、村落林(450ha)及び道路保護林(210ha)計5,040ha	砂丘固定林(16砂丘、2,037ha)
3.施設	苗畑(8ヶ所)、事務所(4ヶ所)、倉庫(4ヶ所)、作業所及び車両整備場(4ヶ所)	-
4.機材	4WDトラック(8台)、森林管理用車両(2台)、ピックアップ(4台)、オートバイ(8台)、ポンプ(8基)、発電機(8基)及び事務機器	森林管理用車両(1台)
5.仮設工	-	苗畑(3ヶ所)、現場事務所(3ヶ所)、倉庫(3ヶ所)等

## (1) 対象地域

後述する植林形態の検討によって、要請のあった4種類の植林形態のうち砂丘固定林を本プロジェクトの協力対象とすることにした。それに伴って、要請対象地域内の砂丘分布をオルソ衛星画像及び航空写真の分析や現地調査によって確認した結果、ダカール州においては、下記の事由により本プロジェクトの対象地域から除き、「ティエス州及びブルーガ州の沿岸部」を対象地域とした。

飛砂現象の最も激しい箇所は、砂丘から野菜栽培地までの間に灌木地帯が広がっており緊急性が乏しい。

砂丘と野菜栽培地とが隣接している箇所は、砂丘が小面積であるとともに、その風上にモクマオウ壮齡林があり飛砂現象が少ない。また、砂丘の一部が観光地として利用されており、植林が地域社会に負の影響を与える恐れがある。

## (2) 植林形態

### 1) 砂丘固定林

現地調査において、砂丘の飛砂現象が激しい箇所、保全対象であるニヤイの野菜栽培地に砂丘が近接している箇所等を確認し、砂丘固定林造成の緊急性及び優先性が認められたことから、本プロジェクトの協力対象とした。

### 2) 農地防風林及び村落林

セネガル国では農地保護林及び村落林を共同体の活動の場として位置付けており、住民自身による造成を推進している。そのため、日本企業が植林を実施する無償資金協力による農地保護林及び村落林の造成はセネガル国の施策と一致しないため、本プロジェクトの協力対象外とした。

### 3) 道路保護林

現地調査の結果、道路に及ぼす飛砂被害が顕著な箇所はなく、道路保護林の造成は緊急性が確認されなかったため、本プロジェクトの協力対象外とした。

## (3) 植林対象砂丘の選定

セネガル国政府から要請のあった各砂丘を全体的に把握するため、まず航空写真及びオルソ衛星画像を用いて砂丘の位置、数及びその面積を確認した結果、25砂丘、3,790haであることが判明した。これらの砂丘から砂丘固定林の造成を目的に本計画において植林を行う砂丘（以下、「植林対象砂丘」という。）を選定するに当たり、下記の選定基準を作成した。そして、各砂丘の現状を現地調査によって把握した後、この基準に照らして16箇所の植林対象砂丘を選定した。また、灌木地の除外や不成績植林地の追加等を行い、植林対象砂丘の面積を2,037haに確定した。その詳細を表3 - 2に示す。

### 選定基準

- A 無償資金協力としての妥当性  
(前提条件)

A1 : 他プロジェクトの対象地域と重複していないこと。

A2 : 国有地であり、土地の所有権や使用権等の複雑な利害問題が生じないこと。

(必要性及び緊急性)

A3 : 植生の被覆率が約30%未満であること。

A4 : 人家や農耕地等の保全対象が近接しており、飛砂被害対策に緊急性が認められること。

A5 : 多くの保全対象が砂丘の移動方向に位置し、森林造成による保全効果が高いこと。

B 技術的容易性

B1 : 植栽サイト及びその周囲において土壌の塩類集積や酸性化等による被害がないこと。

B2 : 公道から植栽サイトへのアクセスが確保できること。

B3 : 植栽サイト周辺に村落があり、防風柵の設置及び植林に必要な労務が確保できること。

表3 - 2 植林対象砂丘の選定結果

要請サイト				植林対象砂丘選定基準								確定面積 (ha)	備考
州	Id	砂丘名	面積 (ha)	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3		
Louga	1	Potou	260									132	灌木地の除外
	2	Daw-1	90									65	灌木地の除外
	3	Daw-2	30									30	
	4	Daw-3	50									45	
	5	Galdamel-1	120									120	
	6	Galdamel-2	40									40	
	7	Aly Ndiaye	50									55	
	8	Yodi Daw	20									-	No.9に含む
	9	Tound Malèye	170									205	不成績林地の追加
	10	Kinine	70				×	×				-	除外
	11	Sali	520			×						-	除外
	12	Khonkhe Yaye-1	510									530	
	13	Khonkhe Yaye-2	60									10	灌木地の除外
	14	Khonkhe Yaye-3	40									40	
	15	Diourmel-1	10			×						-	除外
	16	Diourmel-2	10				×	×				-	除外
	計		2,050									1,272	
Thiès	17	Nyalor-1	10			×						-	除外
	18	Nyalor-2	670			×						300	灌木地の除外
	19	Fass Boye-1	440									400	灌木地の除外
	20	Fass Boye-2	50									20	灌木地の除外
	21	Khondio	110									30	灌木地の除外
	22	Wouta	200			×						-	除外
	23	Keur Malal	50				×	×				-	除外
	24	Dieuleuk	30									15	灌木地の除外
	25	Thièdem	180			×						-	除外
		計		1,740									765
合計			3,790									2,037	

#### (4) 施設及び機材

無償資金協力の対象とする施設及び機材は、事業の実施期間だけではなく、事業終了後における長期的な利用及びその維持管理計画が必要である。しかし、セネガル国から要請のあった施設、森林管理用車両を除く機材については、具体的な長期的利用計画が確認されなかった。従って、本プロジェクトでは、これらの施設及び機材を協力対象外とした。

### 3. 基本設計

#### 3-1 設計方針

本計画を設計するに当たっての基本方針は下記のとおりである。

##### (1) プロジェクト対象地域の自然的、社会・経済的特性に適した計画の策定

砂丘固定の植林に当たっては、その地域の自然的特性に適合した植林技術が要求される。このため、プロジェクト対象地域の風向・風速、降雨量等の気象条件、砂丘の位置・規模・地形、周囲の植生等に即した計画を策定する。

##### (2) 確立された技術の採用

本プロジェクトではセネガル国の過去のプロジェクトで既に確立された技術を中心として、また、日本の技術のうちセネガル国の自然的特性に適したものを十分検討して設計する。

##### (3) 過去のプロジェクトで採用された工法の改善

既述したように、過去のプロジェクトにより造成された植林地は海岸線沿いの第1林帯と内陸砂丘の植林地に大別される。第1林帯は生育がほぼ良好で海岸防災林としての機能を十分に発揮しているが、内陸砂丘のほとんどの造林地は不成績な実態にある。本プロジェクトの植林対象砂丘は内陸砂丘であることから、過去の失敗原因に留意し、特に下記の検討を行なって改善した工法を設計する。

内陸砂丘は凹凸が多く飛砂現象が複雑であるとともに、土壌水分の含有量、水分蒸発等の植栽木の生理的生育環境が悪いことから、堅固な防風柵を検討して確実な減風効果により砂中水分の蒸発をできるだけ抑止する。また、主風が3種類あることを考慮して、柵の配置方法を検討する。さらに、耐乾性に優れた良い品質の苗木を調達する方法を検討する。

凹凸地形の多い内陸砂丘で設置される防風柵の減風効果範囲をできるだけ広くするため、柵の高さを検討する。

過去の内陸砂丘植林地では、防風柵の維持管理が十分でなかったことが不成績造林地発生の大きな原因となっているので、柵の耐用年数について検討する。

防風柵による飛砂防止対策が困難である砂丘の凹凸部では、伏工の導入を検討して確実な飛砂防止対策を講じる。

飛砂を確実に防止するため、砂丘の全域を植栽することを検討する。また、できる限り早期に砂丘表面が植栽木で被覆されるような植栽密度を検討する。

放牧家畜の食害を防止するため、家畜侵入防止柵の設置を検討する。

#### (4) 維持管理を最小限とする計画の策定

植林事業にあっては、植林後の維持管理が非常に重要である。特に、本プロジェクトの植林対象砂丘は凹凸の多い内陸砂丘であり、飛砂や風の収斂が激しいことから、植栽木が成林の見通しを得るまでの間、防風柵等による飛砂防止対策を確実に実施して植栽木を保護する必要がある。この対策が不十分である場合には、その後の維持・管理のために多大の経費が必要となるので、本プロジェクトでは維持管理を最少限とする設計を行なう。

各項目における詳細な設計方針は、次のとおりである。

### 3 - 1 - 1 飛砂防止対策

#### (1) 工種の選定

##### 1) マニュアルと過去の実績

マニュアルにおける飛砂防止対策としては、海岸線から内陸部に60～70m入った地点に設ける堆砂垣、植栽木を保護する防風柵、傾斜が急な斜面で設ける伏工がある。このうち、伏工は傾斜が急な箇所では有効とされている。過去のプロジェクトにおける飛砂防止対策工の実態はその痕跡がほとんど残存していないため、現地調査で正確に確認できなかったが、森林局及び関係者の話も総合すると、主に堆砂垣工と防風柵工が用いられてきたとのことである。

##### 2) 本プロジェクトの方針

本プロジェクトでは、下記の事由から傾斜15%未満の斜面には防風柵工、傾斜15%以上の斜面には伏工を計画する。

##### a. 確実な風の収斂対策

プロジェクトの植林対象砂丘は第1林帯の内陸側に位置し、第1林帯の砂丘と比較して凹凸が多く傾斜の変化に富んでいる。植林対象砂丘のうちの6砂丘について地形測量を実施した結果は表3-3に示すとおりであり、主に砂丘の凹凸部に当たる傾斜15%以上の斜面は全体の約9%を占めている。また、ニヤイと隣接している砂丘の風下斜面では20～35°(36～70%)の急斜面となっているものが多い。

表3 - 3 砂丘の傾斜分布 (%)

砂丘番号	面積(ha)	5%未満	5 - 10%	10 - 15%	15%以上
1	132	45	17	14	24
2	65	39	35	16	10
5	120	76	24	0	0
8	205	64	29	4	3
9	530	50	34	9	7
12	400	28	46	18	8
計/単純平均		50.3	30.8	10.2	8.7

注1) 傾斜分布は砂丘縦断測量(又は横断測量)による。

注2) 測線距離は砂丘の大きさに応じ長いもので815m、短いもので208mである。

風は障害物により風向・風速が変化することから、砂丘の凹凸部で風の収斂が生じ、飛砂現象が最も激しくなる。従って、凹凸の多い砂丘を対象とする本プロジェクトでは、風の収斂対策が最も重要と判断されるので、傾斜15%以上の斜面には飛砂防止対策として最も確実である伏工を計画する。

#### b. 施工の容易性

砂丘上を吹く季節風が水平に吹くとした場合、一般的に柵の背後地盤が柵の高さを越えると柵の風速減少効果がなくなる。柵の高さ、柵の背後地盤の傾斜と柵の防風効果範囲との関係を表3 - 4に示す。この結果、傾斜5~40%の斜面に高さ0.5mあるいは1.0mの柵を設置した場合、その効果範囲はそれぞれ1.3~3.3m、2.5~6.7mである。傾斜が急な斜面は主に砂丘の凹凸部であることから、このような狭い間隔での柵の施工は極めて煩雑となり、転倒等の危険が高い。また、経費的にも高額となる。

なお、水平な地盤における防風柵の風速減少効果範囲は柵高の20倍程度までとされており、この場合の高さ0.5m、1.0mの柵の間隔はそれぞれ10m、20mである。

表3 - 4 柵の高さ、背後地盤の傾斜と柵の効果範囲 (m)

柵の高さ (m)	地盤傾斜 (%)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
0.5	10	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7	1.4	1.3
1.0	20	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	2.9	2.5

注) 社団法人日本林業技術協会作成

## (2) 防風柵

上記の検討結果に基づき、傾斜15%未満の斜面には防風柵を計画する。

### 1) 防風柵の配置

#### a. マニュアルと過去の実績

マニュアルによる防風柵の配置を、表3 - 5に示す。傾斜5%未満は列状配置、傾斜5%以上は格子状配置である。一方、過去のプロジェクトでの防風柵の配置実態は防風柵が残存していない

ので現地調査で確認できなかった。当時に植林に参画していた森林官等の関係者の話を総合すると、それぞれのプロジェクトでマニュアルを基本として工夫を加えながら実施されたとのことで、おおよそ下記のとおりである。

海岸線から約70m内側に高さ1.0mの堆砂垣（防風柵）を配置。

その内陸側に高さ0.5mの静砂垣（防風柵）を、平坦地で20m間隔で列状に配置、傾斜に応じて10～15mの間隔で格子状に配置。

表3 - 5 FAOによる静砂垣の間隔と配置（柵の高さ：0.5m）

傾斜(%)	柵の間隔(m)	配置
0 - 5	20 - 25	列状
5 - 15	15 - 20	格子状
15以上	10 - 15	格子状

出典：植林マニュアル Manuel de reboisement (FAO, 1981)

#### b. 本プロジェクトにおける柵の配置

前記のとおり、マニュアル及び過去のプロジェクトでは、傾斜に応じて防風柵を列状あるいは格子状に配置している。本プロジェクトにおける防風柵の設置箇所は傾斜15%未満の斜面とし、次の点から全ての斜面に柵を格子状に配置し、確実な飛砂防止対策を講じる。

プロジェクト・サイトの主風には、北西、北、北東の3種類の風向があり、さらに季節的に東方向の風もあることから、135°の範囲の風向に対応させる必要がある。

砂丘の凹凸が多い内陸砂丘では、傾斜5%未満、傾斜5%～15%未満の斜面が複雑に分布している。このような砂丘では全ての柵を格子状に配置することにより、飛砂防止効果が一層高められる。

#### 2) 柵の高さ

##### a. マニュアルと過去の実績

マニュアルにおける防風柵の高さは0.5mである。また、関係者からの聞き取り調査及び収集資料によると過去のプロジェクトでは高さ0.5mの柵が用いられてきた。

##### b. 本プロジェクトにおける柵の高さ

本プロジェクトでは下記の事由から、柵の高さを1.0mとする。

柵の効果範囲は柵の高さに比例して長くなることから、高さ1.0mの柵を配置すると総延長が高さ0.5mの柵の半分で済み、経済的であること。

急な斜面においては、柵の高さが低い程、地形により即した柵の配置が可能で有利であるが、本プロジェクトでは傾斜15%未満の比較的緩い斜面に柵を計画しているので、高さ1.0mの柵であっても、地形に即した配置が可能であること。

#### 3) 柵の間隔

##### a. マニュアルと過去の実績

前記のように、マニュアルによる高さ0.5mの柵の配置間隔は傾斜0～15%の斜面で15～25m(平均20m)である。関係者からの聞き取り調査及び収集資料によると過去のプロジェクトでは概ねマニュアルに沿って柵を配置していた。

#### b. 本プロジェクトにおける柵の間隔

前記の表3-4「柵の高さ、背後地盤の傾斜と柵の効果範囲」によると、傾斜5%未満の斜面の柵の間隔は20m、5%～10%未満の斜面の柵の間隔は10～20m(平均15m)、10%～15%未満の斜面の柵の間隔は6.7～10m(平均8.35～8.5m)となる。これと表3-3「砂丘の傾斜分布(%)」と合わせてみると、柵の間隔20mのもの約50%、15mのもの約31%、8.5mのもの約10%となる(残りの9%は伏工を施工)。しかし、傾斜が複雑に変化している砂丘では、これらの施工区分は極めて困難である。そこで、下記の検討から、柵の設置延長が最も短くなる間隔20mの防風柵を傾斜15%未満の斜面全体に設置することとする。この場合、防風柵及び伏工による効果範囲は砂丘全体の約80%を占めることになる。

- ・傾斜15%未満の斜面全体に間隔20mの防風柵を設置した場合、減風効果範囲は防風柵設置面積の69.2%であり、伏工の9.0%を加えると、砂丘全体の78.2%を占めることになる。

防風柵(間隔20m)の傾斜5%未満斜面における効果範囲	$50\% \times 1.00 = 50.0\%$
防風柵(間隔20m)の傾斜5～10%未満斜面における効果範囲	$31\% \times 15.0^2/400 = 17.4\%$
防風柵(間隔20m)の傾斜10～15%未満斜面における効果範囲	$10\% \times 8.5^2/400 = 1.8\%$
伏工の傾斜15%以上斜面における効果範囲	9.0%
合計	78.2%

- ・一方、間隔10mと20mの柵を組み合わせて設置した場合、減風効果範囲は防風柵設置面積の88.2%であり、伏工の9.0%を加えると、砂丘全体の約97.2%を占めることになる。しかし、全て間隔20mの柵を設置した場合と比較して、柵の設置延長は1.4倍となる。

防風柵(間隔20m)の傾斜5%未満斜面における効果範囲	$50\% \times 1.00 = 50.0\%$
防風柵(間隔10m)の傾斜5～10%未満斜面における効果範囲	$31\% \times 1.00 = 31.0\%$
防風柵(間隔10m)の傾斜10～15%未満斜面における効果範囲	$10\% \times 8.5^2/100 = 7.2\%$
伏工の傾斜15%以上斜面における効果範囲	9.0%
合計	97.2%

#### 4) 柵の材料

##### a. マニュアルと過去の実績

マニュアルでは灌木・ンゲール柵とアクリル繊維ネットが示されており、ンゲール柵は地域住民の収益拡大につながり、プロジェクトへの住民参加が促進されるとし、アクリル繊維ネットは経費面で利点があるとしている。過去のプロジェクトでは主にンゲール柵が用いられ、一部にネットが用いられてきた。

##### b. 本プロジェクトにおける柵の材料

本プロジェクトでは、柵の材料として 上記のンゲール柵、第1林帯のモクマオウの枝条を使

用する方法、防風ネットの三種の種類について検討した。その結果を、表3 - 6に示す。本プロジェクトでは下記の事由から防風ネットを用いることとする。

防風ネットは設置後の補修をほとんど必要としないので、維持管理費が最も安くなる。

ンゲール柵の使用は、住民参加（住民に柵の製作を依頼して購入）の観点から望ましい。しかし、柵の耐用年数は1年未満であり、柵の補修経費が最も高くなる。過去のプロジェクトでは、住民を雇用して4ヶ月に1度の見回りを行ない、1回当たり30～40％程度の柵を修復したとのことである。

モクマオウ柵は住民参加の観点から望ましいが、耐用年数が2年未満であるため柵の補修経費を要する。また、過去に大規模な設置実績がない。

ンゲール灌木及びモクマオウ柵は、3年間で大面積の植林を行なうための大量の材料を確保する見通しが確実でない。

なお、ネットの材料は後述する3 - 1 - 2(3)「植栽密度」の考えに基づき、3年以上の耐用年数を有するものとする。ネットの網目間隔は4mmとする。ネットの網目間隔の検討は、減風率に係る既存の風速試験データにより行った。同試験では、風速5.0m/secに対する網目間隔4mm、6mm、9mmのネットの減風率を計測しており、それぞれ34％、32％及び28％である。本プロジェクト対象地域では主風の平均風速が5.0～6.0m/sec程度であり、それぞれのネットの後方の風速は3.2～3.8m/sec、3.4～4.1m/sec及び3.6～4.3m/secとなる。一方、飛砂現象が生じる風速は4.1～4.3m/secであり、それ未満に風速を落とすためには網目間隔を6mmより小さくする必要がある。そこで、本プロジェクトでは、現地の凸凹した砂丘地形によって風が収斂し風速が上がることも考慮して、網目間隔を4mmとした。

表3 - 6 防風柵に用いる柵の材料の比較

柵の材料	検 討 内 容
ネット	柵の耐用年数：3年以上 材料の調達：確実に調達できる。 施工技術：確立されている。 住民の参画：柵の設置。 コスト：設置後の修理がほとんど生じないため、最も安い。
ンゲール	柵の耐用年数：1年未満。 材料の調達：短期間に大量のンゲールを確保する見通しが確実でない。 施工技術：確立されている。 住民の参画：柵の製作及び設置 コスト：柵の補修経費を含めた経費は最も高い。
モクマオウ	柵の耐用年数：2年未満。 材料の調達：モクマオウの枝条を大量に確保する見通しが確実でない。 施工技術：モクマオウ柵の大規模な施工実績がない。 住民の参画：柵の製作及び設置 コスト：柵の補修経費を含めた経費はネットよりも高い。

注) 植林後1年目の補植が終了するまでの間、防風柵の維持管理はプロジェクト自らが行ない、植栽後2～3年目の防風柵の補修等の維持管理はセネガル国側の負担とする。

## 5) 柵の構造

### a. マニュアルと過去の実績

マニュアルにおける柵の構造は灌木・ンゲールの枝葉を高さ0.5m×長さ3.0mのパネル状に編んだものを0.6～0.8m間隔に打ち込んだ灌木・サラン（*Euphorbia balsamifera*）等の杭（長さ0.6m）に縛り付けたものである。過去のプロジェクトで用いた柵の構造は概ねマニュアルと同様である。

### b. 本プロジェクトにおける柵の構造

本プロジェクトでは、柵の構造を幅1.1mのネットを地中に0.1m埋め込みながら3.0m間隔に打ち込んだ16mm径鉄筋の支柱（全長1.8m / 根入深さ0.8m）に縛り付けるものとする。現地で調達できる支柱の材料としては木材、鋼管、鉄筋及びプラスチック等があるが、最も調達事情が良く、耐久性に優れ、コスト面でも安価な鉄筋を用いることとした。また、支柱の径、長さ（根入深さ）、間隔については、構造計算を行い、打ち込み時の座屈や風荷重による転倒が生じないものとした。

## (3) 伏工

前記の検討結果に基づき、傾斜15%以上の斜面に伏工を施工する。伏工の材料は上記の防風柵の材料の検討に準じ、次の観点から耐用年数3年以上のネットとする。

ネットは短期間に大量の材料が確実に調達できること。

ネットは施工後の維持管理費が最も少ないこと。

## 3 - 1 - 2 植林

### (1) 植林の方法

現地調査で選定した16砂丘、2,037haの砂丘に対して、季節風の方向、砂丘の形状・規模、保全対象である野菜栽培地の分布・規模などを考慮して、砂丘全域を植林対象とする全面植林、幅200mの林帯を風上側から200m間隔で造成する列状植林、野菜栽培地の風上側に幅200～300mの林帯を造成する隣接植林の3つの植林方法について検討した。この結果を表3 - 7に示す。本プロジェクトでは下記の事由から全面植林を実施する。

全面植林は全域を植林することにより、砂丘全域が固定されるので飛砂現象を確実に防止できる。また、野菜栽培地のみでなく砂丘の周辺に及ぼす環境改善効果が最も高い。

列状植林は列状に裸地が残る。従って、林帯の造成後に林帯の風上前線から徐々に飛砂の害を受けるため、後に第2段階の植林が必要となる。

隣接植林は植林面積が小さいので事業総経費が最も安くなる。しかし、砂丘の急斜面の占める比率が高く濃密な設計を必要とすること、林帯の風上前線部の飛砂害を防止する堆砂工を必要とすることなどから単位面積当たりのコストが最も高くなる。また、長期的に見た場合、堆砂工の効果には限界があり、いずれは林帯の風上前線から徐々に飛砂害を受けることになるため、

後に第2段階の植林が必要となる。

表3 - 7 植林方法の比較

植林方法	植林面積(ha)	検討の内容
全面植林	2,037	植林方法： ・全ての砂丘に対して風上側から順に全ての区域を植栽する。 メリット： ・砂丘全域の飛砂現象を防止できる。 ・野菜栽培地を含む砂丘周辺への環境改善効果が最も高い。 デメリット： ・砂丘全域を植林するので、植林総経費が最も多額となる。 ・野菜栽培地の保全に対する投資効率が最も低い。
列状植林	1,792	植林方法： ・幅 200mの林帯を風上側から、大よそ 200m間隔に造成する。 メリット： ・植栽面積が全面植林よりも若干減少する。 デメリット： ・植林経費は全面植林とあまり変わらない。 ・将来的に残った裸地に対して第2段階の植林が必要である。
隣接植林	1,138	植栽方法： ・大面積の砂丘に対して野菜栽培地の風上側に幅200～300mの林帯を造成する。 ・帯状の砂丘及び小面積の砂丘に対しては全面植林を行なう。 メリット： ・植栽面積が少ないので、植林総経費が最も安くなる。 ・野菜栽培地の保全に対する投資効率が最も高い。 デメリット： ・急傾斜地の比率が高くなること、林帯の風上前線の飛砂被害を防止する堆砂工が必要であること等により単位面積当たりの経費が最も高い。 ・砂丘周辺への環境改善効果が最も低い。 ・将来的に残った裸地に対して第2段階の植林が必要である。

## (2) 植栽樹種

砂丘植栽には、草本の植栽、低木・灌木の植栽、高木の植栽がある。このうち、過去のプロジェクトでは高木の植栽が用いられてきている。この3つの植栽方法について検討した結果は下記のとおりで、本プロジェクトではモクマオウとユーカリの混植を行なう。

### 1) 草本及び低木・灌木の植栽

第2章の4 - 1(6)「植生」で記述したように、事業区域には数種の草本植物及び低木・灌木が分布している。砂丘を植生で固定するという観点からは、高木に限らず草本植物、低木・灌木を植栽することも有効な対策である。

しかし、砂丘固定林の造成が開始された当初（1948年）に、砂丘固定に適した樹種の選定に係る導入試験が実施され、数種の灌木及び草本（*Combretum aculeatum*、*Tamrix articulata*、*Ipomea pescaprae*等）を含む27種の導入が試されたが、モクマオウ以外は良い結果が得られなかった記録がある。その原因は明確ではないが、耐乾性、耐塩性、栄養分の乏しい砂地への適応力等の樹種特

性や植栽時期、植栽方法等の技術的問題によって、このような結果になったと考えられる。また、過去のプロジェクトにおいても草本及び低木・灌木の植栽は実施されていない。したがって、砂丘固定に適した草本、低木・灌木の選定、その種子や株（苗木）の調達及び貯蔵方法、育苗条件、植栽（播種、挿木等）方法等の技術が確立されておらず、本プロジェクトにおいて草本及び低木・灌木の植栽を行うのは困難である。

## 2) 高木の植栽

現地調査の結果、過去のプロジェクトではモクマオウ（*Casuarina equisetifolia*）、ユーカリ（*Eucalyptus camaldulensis*）、アカシア・ホロセリア（*Acacia holosericea*）が植栽されている。このうちモクマオウは潮風に強い、乾燥地に耐える、生長が早い等の特性から、沿岸付近での植林に一般的に用いられており、過去の植林結果からも本プロジェクトの植栽樹種として最も適していると判断される。また、ユーカリは主にモクマオウ植林地の内陸側に位置する村落林、農地防風林に植栽されており、その生育も良好である。しかし、モクマオウと比較して潮害に弱い、水分要求度が高いことから、砂丘の風下斜面あるいは砂丘の窪地に植栽されているものが多い。一方、アカシア・ホロセリアは、ノウサギやノネズミの被害により全滅した林分が見られること、同樹種は5年目以降樹勢が著しく弱くなること等から、本プロジェクトでは採用しない。また、これ以外の樹種についても、上述したように、セネガル国における植栽技術が確立されていないことから、本プロジェクトでの採用を見合わせる。以上から、本プロジェクトの植栽樹種としてモクマオウ及びユーカリを選定する。

## 3) 混植

上記のように、本プロジェクトの植栽樹種としてモクマオウが最も適している。一方、単一樹種で構成される単層林は気象害、病虫害に対する抵抗力が最も弱い。現地調査の結果及び森林間の話しでは、これまで気象害及び病虫害の大被害はなかったとのことであるが、生育環境の悪い内陸砂丘での植林であることを考慮して、森林の抵抗力をできるだけ高めるため、モクマオウとユーカリの混植を行なう。なお、ユーカリは上述のように砂丘の風下斜面あるいは砂丘の窪地を主体に植栽する。

### (3) 植栽密度

マニュアルによる植栽密度は、1,600～1,700本/haで、植栽密度が1,000本/haを以下あるいは2,500本/ha以上であってはならないとしている。また、過去のプロジェクトの植林密度は、1,100本/ha（3.0×3.0m）あるいは1,600本/ha（2.5×2.5m）である。

一方、植林対象砂丘は凹凸が多いことから、植栽木による早期の地表被覆が求められるため、できる限り早期に植栽木が砂丘表面の70%程度を被覆することを目標とする。このための最適な植栽密度を検討するため、セネガル国の既存の文献によるモクマオウの生長量から、植栽密度、植栽後の経過年数及び植栽木による地表被覆率の推移を推定した。この結果は表3-8に示すように、植栽密度1,100本/ha及び1,600本/haでは植栽後4年程度で地表の65～95%が被覆され、また、植栽密度2,000本/ha（2.0×2.5m）及び2,500本/ha（2.0×2.0m）では植栽後3年程度で地表の70～90%が被覆される。従って、本プロジェクトでは植栽密度を2,000本/haとし、植栽3年後に成林の見通しが得られる

状態になることを目標とする。なお、植林後3年間は防風柵、伏工による保護を確実に実施する。

表3 - 8 植栽密度と地表被覆率(%)の推移(モクマオウ)

植栽密度(本/ha)	1,100	1,600	2,000	2,500
植栽間隔(m)	3.0×3.0	2.5×2.5	2.5×2.0	2.0×2.0
被覆率・1年後	0.06/0.04-0.07	0.08/0.05-0.10	0.07/0.10-0.13	0.13/0.08-0.16
・2年後	0.18/0.11-0.24	0.26/0.17-0.34	0.33/0.21-0.43	0.41/0.26-0.53
・3年後	0.38/0.24-0.50	0.55/0.34-0.72	0.69/0.43-0.90	0.87/0.53-1.13
・4年後	0.65/0.40-0.86	0.95/0.58-1.25	1.19/0.73-1.56	
・5年後	1.00/0.61-1.31			

注1) 「Growth and yeild of Casuarina equisetifolia plantations on the coastal sand dunes of Senegal as a function of microtopography (CTL, 1993) を基に社団法人日本林業技術協会が作成した。

注2) マニュアルの記述に基づいて、植栽密度1,000本/ha~2,500本/haでは、初期段階における植栽木間の水分競合は生じないものと仮定した。

注3) 砂丘におけるモクマオウの初期生長量は、セネガル国の既存文献から1.3m/年(1.1~1.5m)とし、植栽密度の違いによる差は生じないものとした。また、植栽木の下枝長は両側で樹高の1/2の長さとした。

注4) 調査団が実施した内陸砂丘を含む6つの植林地における標準地調査結果では、モクマオウの平均生長量は約0.60m/年弱である。

#### (4) 補植

既述したような劣悪な生理的生育環境下で確実に成林させるためには、植栽1年後の補植が不可欠である。

CTLとカナダのLaval大学が1993年に発表したモクマオウの生長及び蓄積に係る共同調査報告では、「植栽1年後の生存率は総じて70~90%である。」としている。本プロジェクトでは、植栽1年後の生存率としてその中間値の80%を採用し、補植量を新植本数の20%とする。

### 3 - 1 - 3 苗木の調達

#### (1) 苗木の調達先

苗木の調達は、植林対象地の周辺に良質の苗木を大量に供給できる公共あるいは民間の機関がないため、プロジェクトにおいては独自に育苗することとする。

#### (2) 苗畑のタイプ

過去のプロジェクトの実績等から、苗畑のタイプとして下記の3種類について検討した。その結果を表3 - 9に示す。

固定苗畑 (Pépinière permanente)

複数の植林地を対象にして育苗する場所を固定した苗畑。

移動苗畑 (Pépinière volante)

1つの植林地を対象にその近接した場所において必要苗木本数を育苗する簡易的な苗畑。

住民苗畑 (Pépinière villageoise / individuelle / GIE)

地域住民 (個人、GIEを含む住民グループ、地方共同体) がそれぞれの村落に設置する苗畑。

苗木必要本数に合わせて住民に育苗を依頼し、生育した苗木を購入する。

表3 - 9 苗畑タイプの比較

苗畑タイプ	メリット	デメリット
固定苗畑	<ul style="list-style-type: none"> <li>既に敷地が確保されている。</li> <li>集約的な管理が可能である (管理者が少なくてよい)。</li> <li>規格が揃った品質の良い苗木が大量に得られる。</li> <li>植栽時期に苗木搬出調整が最もしやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれの植林地への苗木の運搬コストが最も高い。</li> <li>それぞれの植林地周辺からの労務雇用が不可能である。</li> </ul>
移動苗畑	<ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれの植林地周辺からの労務雇用が可能で、植林に対する住民意識の向上が期待できる。</li> <li>それぞれの植林地への苗木の運搬コストが最も安い。</li> <li>それぞれの植林地の自然環境に最も近い条件での育苗が可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷地が未定であるので、水源確保、整地の必要性が不明である。</li> <li>植林地が散在する場合には、その数の苗畑を造成する必要があるため、集約的な管理が困難である (管理者が多く必要である)。</li> <li>苗畑を移動させることに、作業員への技術指導が必要である。</li> </ul>
住民苗畑	<ul style="list-style-type: none"> <li>植林に対する住民意識の向上が最も期待できる。</li> <li>住民から苗木を購入するため、数多くの住民に収益が配分される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域住民への啓蒙、技術指導が必要である。</li> <li>苗木が少数ずつ分散されて生産される (平均5,000本程度) ので集約的な管理が最も難しい。</li> <li>苗木の規格・品質が揃えるのが困難である。</li> <li>植栽時期に苗木の搬出調整が最も難しい。</li> <li>苗木の買い付け、植林地への運搬が最も煩雑である。</li> </ul>

本プロジェクトでは下記の事由から、固定苗畑による苗木の生産を行なうこととする。

固定苗畑は最も集約的な生産管理ができることから、規格の揃った良質の苗木を計画的に大量に生産できる。また、植栽時期、面積に即した苗木の搬出調整が最も容易である。

移動苗畑は植栽地の自然環境で育苗できるメリットがあるが、多数の苗畑を管理するための多くの技術者を必要とし、苗畑を移動させることに作業員の技術指導も必要である。敷地が未定であるので水源地、育苗面積の確保に難点がある。

住民苗畑は住民の生活環境の改善に最も貢献するが、小規模な苗畑が多数散在することとなり、規格の揃った良質の苗木の確保が最も難しい。また、植栽時期・面積に即した苗木の搬出調整がほぼ不可能である。さらに、苗木の買い付け、運搬が複雑となり計画的な植栽に支障を及ぼす恐れが高い。

なお、現地調査の結果、本プロジェクトの実施に当たり固定苗畑として利用可能な敷地は、北から Sag、Lompoul、Darou Fall、Mboro 及び Notto の5箇所である。

### 3 - 1 - 4 事業の工期及び着手方法

#### (1) 事業区の区分

事業の実施に当たって、各段階におけるセネガル側実施機関との協力、調整等を円滑に行うため、森林管理署の管轄区域毎に事業区を区分する。それぞれの事業区には1箇所以上の固定苗畑として利用できる敷地があるので、各事業区名は、この苗畑予定地の名称を取って、北からSag、Lompoul、Darou Fallとする。ティバワンヌ森林管理署の管轄区に対応する事業区にはDarou Fall、Mboro及びNottoの3箇所の苗畑予定地があるが、Mboro及びNottoについては植林対象砂丘がそれぞれ1箇所であり、面積も小さいことからDarou Fallに含めた。各事業区に含まれる植林対象砂丘は表3 - 10に示すとおりである。

表3 - 10 事業区の内訳

森林管理局	森林管理署	事業区	対象サイト		
			No .	砂丘名	面積(ha)
Louga	Louga	Sag	1	Potou	132
			2	Daw-1	65
			3	Daw-2	30
			4	Daw-3	45
			5	Galdamel-1	120
			6	Galdamel-2	40
			7	Aly Ndiaye	55
			8	Tound Malèye	205
	計		692		
	Kébémér	Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	530
			10	Khonkhe Yaye-2	10
11			Khonkhe Yaye-3	40	
計				580	
Thiès	Tivaouane	Darou Fall	12	Nyalor-2	300
			13	Fass Boye-1	400
			14	Fass Boye-2	20
		(Mboro)	15	Khondio	30
		(Notto)	16	Dieuleuk	15
		計		765	
		合計		2,037	

#### (2) 事業の工期

プロジェクトの工期の設定に当たり、地域住民から労務を調達すると仮定して、最も限られた時期に一斉に労務を調達する必要がある植栽作業の最低必要年数について検討した。その結果は表3 - 11に示すとおりであり、植栽年数は3年間以上が必要である。したがって、植栽年数を3年間とし、これに植栽までの準備期間、補植期間を含めた期間を本プロジェクトの工期とする。

なお、植林地の引渡は、新植及び1年後の補植を行った後に行う。

表3 - 11 植栽年数毎の植栽面積、必要労務数及び調達可能最大労務数

事業区	植栽面積合計 (ha)	調達可能労務数 (人/日)	年数	年間植栽面積 (ha/年)	必要労務数 (人/日)	最低植栽年数
Sag	692	825	1	692	900	2年
			2	346	450	
			3	231	300	
Lompoul	580	267	1	580	754	3年
			2	290	377	
			3	194	251	
Darou Fall	765	1,326	1	765	1,000	1年
			2	383	500	
			3	255	333	

注1) 各事業区毎の調達可能労務数は、表1 - 13に示した村落の人口から労務人口率(50%)を求め、植栽作業はほとんど女性がすることから男女構成率(50%)を考慮して求めた。

注2) 年間植栽面積は各年次の植栽面積が最少になるように複数年の場合は均等割した。

注3) 必要労務数は下式から求めた。

必要労務数 = 年間植栽面積 ÷ 植栽日数 × 植栽密度 × 植栽労務歩掛

植栽期間は20日とする。

植栽密度は2,000本 / haとする。

植栽労務歩掛は0.013人 / 本とする。

### (3) 着手方法

事業の着手方法は3つの事業区それぞれについて検討する。この場合、補植を含む年間植林面積は下記事項を総合的に勘案して決定する。

各事業区でそれぞれ3年で新植が終了するように調整する。

苗畑整備規模や必要車輛台数を必要最小限にするため、各事業区ごとの年間植栽面積(新植と補植の合計)をできる限り平均させる。

それぞれの苗畑からの苗木の供給能力、労務量からみて余裕のある植林面積を計画する。

### 3 - 1 - 5 環境への配慮

本プロジェクトの実施に当たっては、周辺環境に影響を及ぼさないよう十分に配慮する。植林に用いられる二次製品としては、防風柵及び伏工に用いる防風ネット、柵の支柱等である。このうち、ネットの材料にはポリエチレンやポリエステル等の放置しても残留毒性がなく、焼却処分をしても有毒ガスが発生しない素材を用いる。

なお、第2章の4 - 1(6)「植生」で既述したように、プロジェクト対象地域内には17種の地域希少種及び絶滅危機種があるので、事業の実施に当たっては十分留意する。

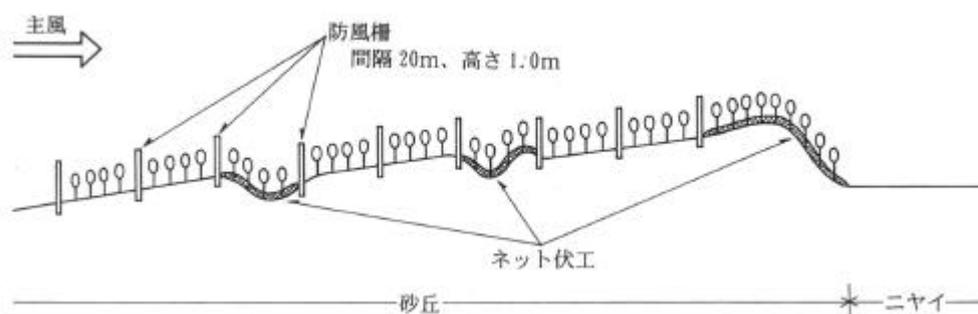
### 3 - 2 基本計画

#### 3 - 2 - 1 飛砂防止対策計画

前述のように植林対象砂丘は凹凸が激しいため、砂丘傾斜15%未満の斜面には防風柵を施工し、15%以上の斜面には伏工を施工する。標準断面調査の結果から推定した各植林対象砂丘毎の傾斜区分に従って防風柵施工地と伏工施工地を区分した結果を表3 - 12に示す。防風柵は1 ha当たり1 km、伏工は対象施工地全面に施工する。また、飛砂防止対策工の配置図を図3 - 1に示す。

表3 - 12 植林対象砂丘別の飛砂防止対策工計画量

事業区名	対象サイト		植栽面積	防風柵 (km)		伏工 (ha)	
	No .	砂丘名		距離	割合	面積	割合
Sag	1	Potou	132	105	80	27	20
	2	Daw-1	65	58	90	7	10
	3	Daw-2	30	27	90	3	10
	4	Daw-3	45	40	90	5	10
	5	Galdamel-1	120	113	95	7	5
	6	Galdamel-2	40	36	90	4	10
	7	Aly Ndiaye	55	49	90	6	10
	8	Tound Malèye	205	193	95	12	5
		計		692	621		71
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	530	476	90	54	10
	10	Khonkhe Yaye-2	10	9	90	1	10
	11	Khonkhe Yaye-3	40	36	90	4	10
		計		580	521		59
Darou Fall	12	Nyalor-2	300	270	90	30	10
	13	Fass Boye-1	400	359	90	41	10
	14	Fass Boye-2	20	18	90	2	10
	15	Khondio	30	27	90	3	10
	16	Dieuleuk	15	14	95	1	5
		計		765	688		77
合計			2,037	1,830	90	207	10



3 - 1 飛砂防止対策工の配置

(1) 防風柵工

1) 材料

設計方針に基づき防風柵の材料は耐用年数が3年以上のネットを用いる。

2) 柵の設置

- a. 設置箇所：傾斜15%未満の斜面に設置する。
- b. 柵の配置：全ての柵を格子状に配置する。
- c. 柵の高さ：全ての柵の高さを1.0mとする。
- d. 柵の間隔：全ての柵の間隔を20mとする。
- e. 杭：ネットの支柱には鉄筋を用い3.0m間隔で設置する。支柱の長さは1.8mとし、そのうち地中には0.8m打ち込む。

3) 防風柵の年次別計画量

各砂丘の防風柵の年次別計画量を表3 - 13に示す。防風柵の配置及び構造は別添図に示す。

表3 - 13 防風柵の年次別計画量

対象サイト			年次別防風柵施工数量(km)			
事業区名	No.	砂丘名	1年次	2年次	3年次	計
Sag	1	Potou	56	49		105
	2	Daw-1	58			58
	3	Daw-2	27			27
	4	Daw-3	40			40
	5	Galdamel-1		47	66	113
	6	Galdamel-2		36		36
	7	Aly Ndiaye			49	49
	8	Tound Malèye	66	61	66	193
	計		247	193	181	621
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	157	157	162	476
	10	Khonkhe Yaye-2	9			9
	11	Khonkhe Yaye-3	36			36
	計		202	157	162	521
Darou Fall	12	Nyalor-2	90	90	90	270
	13	Fass Boye-1	117	121	121	359
	14	Fass Boye-2	18			18
	15	Khondio	27			27
	16	Dieuleuk			14	14
	計		252	211	225	688
合計			701	561	568	1,830

(2) 伏工

1) 施工箇所

傾斜15%以上の斜面に設置する。

2) 材料及び設置

伏工の材料は、設計方針に基づきネットを用いる。ネットは主風方向に植栽後に伏せるものとする。

また、ネットはアンカーピンで固定し、アンカーピンの耐用年数は3年以上とする。

### 3) 伏工の年次別計画量

伏工の年次別計画量を表3 - 14に示す。伏工の標準的な配置及び構造は別添図に示す。

表3 - 14 伏工の年次別計画量

対象サイト			年次別伏工数量(ha)			
事業区名	No.	砂丘名	1年次	2年次	3年次	合計
Sag	1	Potou	14	13		27
	2	Daw-1	7			7
	3	Daw-2	3			3
	4	Daw-3	5			5
	5	Galdamel-1		3	4	7
	6	Galdamel-2		4		4
	7	Aly Ndiaye			6	6
	8	Tound Malèye	4	4	4	12
	計		33	24	14	71
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	18	18	18	54
	10	Khonkhe Yaye-2	1			1
	11	Khonkhe Yaye-3	4			4
	計		23	18	18	59
Darou Fall	12	Nyalor-2	10	10	10	30
	13	Fass Boye-1	13	14	14	41
	14	Fass Boye-2	2			2
	15	Khondio	3			3
	16	Dieuleuk			1	1
	計		28	24	25	77
合計		84	66	57	207	

## 3 - 2 - 2 植栽計画

### (1) 植栽樹種

設計方針に基づき、本プロジェクトで用いる植栽樹種はモクマオウとユーカリとする。なお、ユーカリは潮害に弱く、また水分要求量が高いことから、砂丘風下側ないし風上側の凹地に植栽する。

### (2) 植栽密度

設計方針に基づき、植栽密度は2,000本 / haとする。

### (3) 新植

#### 1) 植栽区画

防風柵で設定した20m×20mを1区画として植栽する。上述のようにユーカリは砂丘の風下側あるいは風上側の凹地に植栽することとしているので、モクマオウに対する混植割合を少なくすることとし、

混植割合をモクマオウ80%と、ユーカリ20%とする。混植方法は原則としてモクマオウを4区画に対してユーカリを1区画の割合で列状に配置するが、地形等の制約から列状混植が困難な場合には、モザイク状に混植する。植栽区画の模式図を別添図に示す。

#### 2) 植栽間隔

植栽間隔は基本的に2.0m×2.5m(植栽密度2,000本/ha)とし、主風方向(列間)に2.5m、主風方向と直角(苗間)に2.0m間隔とする。

#### 3) 植え穴

植え穴の大きさは基本的に直径15cm、深さ30cmとする。植え穴を掘る時期は植栽の直前とする。

#### 4) 植栽期間

植栽はこれまでの実績から、モクマオウ及びユーカリともに降雨後に地中30cmの深さまで十分に湿った時に開始する。植栽期間は既述したとおり7月上旬から9月中旬頃まで可能であるが、乾期を迎えるまでに植栽木の根系をできる限り伸長させる観点から、苗木の運搬、労務調達の許す限り雨期の前期に植栽が終了するようにする。したがって、8月上旬から9月上旬までのうちの20日程度を植栽期間とする。

#### (4) 補植

植栽1年後に補植を行う。補植率は新植の20%とする。

#### (5) 新植・補植の年次別計画量

新植・補植の年次別計画量を表3-15に示す。

表3 - 15 新植・補植の年次別計画量

対象サイト			面積 (ha)		植林面積 (ha)					
事業区名	No .	砂丘名			1年次	2年次	3年次	4年次	合計	
Sag	1	Potou	132	新植	70	62			132	
				補植		14	12		26	
					計	70	76	12		198
	2	Daw-1	65	新植	65				65	
				補植		13			13	
					計	65	13			78
	3	Daw-2	30	新植	30				30	
				補植		6			6	
					計	30	6			36
4	Daw-3	45	新植	45				45		
			補植		9			9		
				計	45	9			54	
5	Galdamel-1	120	新植		50	70		120		
			補植			10	14	24		
				計		50	80	14	144	
6	Galdamel-2	40	新植		40			40		
			補植			8		8		
				計		40	8		48	
7	Aly Ndiaye	55	新植			55		55		
			補植				11	11		
				計		55	11		66	
8	Tound Malèye	205	新植	70	65	70		205		
			補植		14	13	14	41		
				計	70	79	83	14	246	
計		692	新植	280	217	195		692		
			補植		56	43	36	138		
				計	280	273	238	36	830	
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	530	新植	175	175	180		530	
				補植		35	35	36	106	
					計	175	210	215	36	636
	10	Khonkhe Yaye-2	10	新植	10				10	
補植					2			2		
				計	10	2			12	
11	Khonkhe Yaye-3	40	新植	40				40		
			補植		8			8		
				計	40	8			48	
計		580	新植	225	175	180		580		
			補植		45	35	36	116		
				計	225	220	215	36	696	
Darou Fall	12	Nyalor-2	300	新植	100	100	100		300	
				補植		20	20	20	60	
					計	100	120	120	20	360
	13	Fass Boye-1	400	新植	130	135	135		400	
				補植		26	27	27	80	
					計	130	161	162	27	480
14	Fass Boye-2	20	新植	20				20		
			補植		4			4		
				計	20	4			24	
15	Khondio	30	新植	30				30		
			補植		6			6		
				計	30	6			36	
16	Dieuleuk	15	新植			15		15		
			補植				3	3		
				計		15	3		18	
計		765	新植	280	235	250		765		
			補植		56	47	50	153		
				計	280	291	297	50	918	
合計		2,037	新植	785	627	625		2,037		
			補植		157	125	125	407		
				計	785	784	750	125	2,444	

## (6) 保育

### 1) 下刈

現地調査の結果、既植林地の地表への草本の侵入が見られないことから、下刈りを計画しない。

### 2) 灌水

過去のプロジェクトでは植栽後の灌水実績はなく、また、乾期終盤（4月上旬～5月上旬）の現地調査においても、砂丘の凸部において地中約40cm程度まで湿っていることが確認されたので、植栽後の灌水は計画しない。

### 3) 施肥

過去のプロジェクトでは植栽後の施肥実績はなく、また、既植林地の状況を見ると飛砂及び家畜の害から植栽木を十分に保護すれば成林が期待できることから施肥を計画しない。

### 4) 除伐

本プロジェクトの実施期間では計画しない。但し、植林地引き渡し後に数年経過すると、植栽木の樹冠の競合が始まるので、除伐が必要となる。

### 5) その他

前述の防風柵及び伏工を確実に施工すれば、植栽木の飛砂による埋没あるいは根茎部の露出などの被害は生じないと想定される。従って、除砂、埋没した植栽木の掘り起こし、植栽木の根茎部の埋め戻し等は計画しない。

## (7) 保護

### 1) 気象害及び病虫害

既植林地では甚大な気象害、病害及び虫害が発生していないので、この対策を計画しない。

### 2) 家畜による食害

植林対象地付近では牛、ヒツジ、ヤギ等が日常的に放牧されており、家畜の侵入により植栽木が食害を受けた過去の事例は多い。本プロジェクトでは、植林地の大部分に防風柵を設置する。防風柵は、家畜が容易に侵入できない障害物となるとともに、法律上放牧が禁止されている区域の明確な境界となり、放牧者が家畜を迂回させ植林地に侵入させないことが期待できることから、家畜侵入防止対策としても有効である。しかし、伏工の施工地には防風柵を設置しないことから、次の家畜侵入防止柵を施工する。

#### a. 設置箇所

伏工の施工地が植林地の区画境界に位置する箇所において、境界に沿って家畜侵入防止柵を設置する。

#### b. 材料及び構造

家畜侵入防止柵には、防風柵と同様に、植栽後最低3年間の耐久性、風による転倒等が生じない構造が求められる。上記のように防風柵が家畜侵入防止対策として十分に有効であることから、家畜侵入防止柵の材料及び構造は防風柵と同等のものとする。

c . 家畜侵入防止柵工の年次別計画量

家畜侵入防止柵の必要数量は、別添図（植林計画図）によりそれぞれの砂丘毎に算出した。各砂丘毎の家畜侵入防止柵の年次別計画量を、表3 - 16に示す。

表3 - 16 家畜侵入防止柵工の年次別計画量

対象サイト			年次別家畜侵入防止柵数量(km)			
事業区名	No .	砂丘名	1年次	2年次	3年次	計
Sag	1	Potou	1.32	1.32		2.64
	2	Daw-1	1.61			1.61
	3	Daw-2	0.49			0.49
	4	Daw-3	2.00			2.00
	5	Galdamel-1		0.55	0.55	1.10
	6	Galdamel-2		1.64		1.64
	7	Aly Ndiaye			2.35	2.35
	8	Tound Malèye	1.26	1.26	1.27	3.79
	計		6.68	4.77	4.17	15.62
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	1.63	1.63	1.65	4.91
	10	Khonkhe Yaye-2	0.25			0.25
	11	Khonkhe Yaye-3	0.43			0.43
	計		2.31	1.63	1.65	5.59
Darou Fall	12	Nyalor-2				0.00
	13	Fass Boye-1	0.72	0.72	0.72	2.16
	14	Fass Boye-2	0.43			0.43
	15	Khondio	0.63			0.63
	16	Dieuleuk			0.79	0.79
	計		1.78	0.72	1.51	4.01
合計			10.77	7.12	7.33	25.22

3) 山火事

既植林地において、入林者によるたき火等に起因する小規模な火災は発生している。しかし、林内に下草の侵入がなく延焼しにくいいため、消火活動を必要とする大きな山火事は発生していない。従って、本プロジェクトでは防火線を計画しない。

3 - 2 - 3 苗木生産計画

(1) 年次別の苗木の必要本数

設計方針に基づいて植栽密度を2,000本 / haとして、新植・補植に要する年次別の苗木の本数を表3 - 17に示す。

表3 - 17 年次別の苗木の必要本数

対象サイト			面積 (ha)	必要苗木本数 (千本)				
事業区名	No .	砂丘名		1年次	2年次	3年次	4年次	合計
Sag	1	Potou	132	140	152	25		317
	2	Daw-1	65	130	26			156
	3	Daw-2	30	60	12			72
	4	Daw-3	45	90	18			108
	5	Galdamel-1	120		100	160	28	288
	6	Galdamel-2	40		80	16		96
	7	Aly Ndiaye	55			110	22	132
	8	Tound Malèye	205	140	158	166	28	492
	計		692	560	546	477	78	1,661
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	530	350	420	430	72	1,272
	10	Khonkhe Yaye-2	10	20	4			24
	11	Khonkhe Yaye-3	40	80	16			96
	計		580	450	440	430	72	1,392
Darou Fall	12	Nyalor-2	300	200	240	240	40	720
	13	Fass Boye-1	400	260	322	324	54	960
	14	Fass Boye-2	20	40	8			48
	15	Khondio	30	60	12			72
	16	Dieuleuk	15			30	6	36
	計		765	560	582	594	100	1,836
合計			2,037	1,570	1,568	1,501	250	4,889

(2) 苗木生産計画

設計方針で既述したとおり、本プロジェクトには、必要な苗木を固定苗畑において生産する。

固定苗畑の設置箇所としては、セネガル国側から示されたSag、Lompoul、Darou Fall、Mboro、Nottoの5箇所のうち、植栽対象砂丘の分布からSag、Lompoul、Darou Fallの3箇所を選定する。各苗畑の敷地の概要及び面積を表3 - 18に示す。

表3 - 18 各苗畑の敷地概要及び規模

苗畑名	敷地概要	面積
Sag	Sag森林事務所の横にある空き地多少の起伏があり、整地が必要である。	1.5ha
Lompoul	Lompoul苗畑跡地。過去の類似プロジェクトが使用した苗畑	0.7ha
Darou Fall	Darou Fall苗畑跡地。過去の類似プロジェクトが使用した苗畑	1.7ha

苗木生産の年次別計画量を、表3 - 19に示す。得苗率は、Sag及びLompoulの森林官からの聞き取りにより80%とした。

表3 - 19 苗木生産の年次別計画量

苗畑名	苗木生産計画 (本)				
	1年次	2年次	3年次	4年次	計
Sag	700,000	682,500	596,000	97,500	2,076,000
Lompoul	562,500	550,000	537,500	90,000	1,740,000
Darou Fall	700,000	727,500	742,500	125,000	2,295,000

### (3) 種子の調達

#### 1) 調達先

セネガル国には一定の品質と十分な調達量を確保できる民間の種苗業者はなく、公共機関では林木種子国家プロジェクト(PRONASEF)だけである。同プロジェクトにおける種子管理状況は下記のとおりであるので、同プロジェクトを種子の調達先として想定する。

販売する林木種子については、樹種毎に採種年度、産地、発芽率等を明確にした品質管理を行っている。

林木種子の販売に当たっては、研究所及び苗畑で発芽試験を行い、発芽率75%以上のものを選定している。

林木種子センターは年間3,000kgの処理能力を持ち、常時、大量の種子を確保している。

#### 2) 種子の調達量

本プロジェクトに必要とされる種子の量は、モクマオウ約10kg、ユーカリ約5kgである。種子は育苗ポットに直播きし、播種後に間引きを行う関係から、十分な種子量を確保する。

#### 種子量の算定

必要種子量 = 植林面積 × 植付け本数 × (1 + 補植率) × 1 / 発芽率 × 1 / 得苗率  
(発芽率 = 75%、得苗率 = 80%、補植率 = 20%)

#### モクマオウの種子量

$1,630\text{ha} \times 2,000\text{本/ha} \times 1.2 \times 1.33 \times 1.25 = 6,503,700\text{粒}$

$6,503,700\text{粒} \div 650,000\text{粒/kg} = 10.0\text{kg}$

#### ユーカリの種子量

$407\text{ha} \times 2,000\text{本/ha} \times 1.2 \times 1.33 \times 1.25 = 1,623,930\text{粒}$

$1,623,930\text{粒} \div 350,000\text{粒/kg} = 4.6\text{kg}$

### (4) 育苗計画

モクマオウ及びユーカリの育苗は、セネガル国において従来から行われているポット育苗方式で行う。育苗ポットは、セネガル国において一般的に使用されている市販の黒色ビニール袋(おおよそ横10cm×縦25cm、厚さ80ミクロン)を用いる。

育苗作業は、両樹種ともに、2～3月に播種し、約5ヶ月養苗して、8月上旬～9月上旬に搬出する。

育苗工程上、特に留意すべき事項は以下のとおりである。

#### 用土採取及び輸送

両樹種ともに、用土として砂を用いる。砂は苗畑周辺の既植林地内から調達し、トラックにて運搬する。必要な用土量は、1ポット当たり0.000693m<sup>3</sup>である。

#### ユーカリの日照管理

ユーカリの場合、播種後4葉になるまでの期間及び移植後の4～5日間は、日覆いを午前7～10

時に行い、午後5時に取り除く。

#### モクマオウの根粒菌接種

モクマオウの場合、播種して2ヶ月後に、用土採取時に既設林内から得た根粒菌を米袋の中に入れ、叩いて潰したものを貯水槽に入れ、ジョウロで散布する。

#### 灌水

両樹種ともに、灌水は朝1回、貯水槽の水をジョウロを用いて行う。聞き取り調査による必要な灌水量は、1,000本当たり40リットル( $0.00004\text{m}^3 = 0.04\text{リットル} / \text{本} / \text{日} = 6 \text{ m}^3 / 150,000\text{本} / \text{日}$ )である。

#### 硬化処理

山出し1ヶ月前から、苗木の生育状況を見ながら、灌水量を徐々に減らしていく。減水開始後の1週間は灌水量を20%程度減らす。

#### 搬出

両樹種ともに、植栽地へ搬出する苗木の規格は樹高30～40cmのものとする。モクマオウの場合、50cmまで可能である。植栽地への苗木運搬はトラックにより行う。

### 3 - 2 - 4 作業道計画

#### (1) 作業道計画の前提条件

凹凸の起伏が激しく、地盤が粒径の細かい砂であるためスタックしやすい内陸砂丘において植林事業を円滑に実施するためには、適切な作業道計画が必要である。本プロジェクトでは、作業道を仮設工作物として位置付けるが、作業道の路線、延長及び構造等の想定される最適案の決定に当たっては、下記事項を前提条件とする。

苗木や防風柵のネット等を植林対象砂丘まで運搬する車両は、過去のプロジェクトで採用されてきた4輪駆動トラック(4t)を想定する。

上記車両の仕様上の特徴は下記のとおりである。

- a. 高位置に配置された駆動系統：高いランプや大きな突起を容易に乗り越えられる。
- b. 低い車両重心：不整地においても安定性が高く、走行及び荷降し等の作業が安全に行える。
- c. 短いオーバーハング、I型アクスル、大径タイヤ等の採用：急斜面への進入及び脱出時に車両が地面に接触することがない。
- d. 高トルクエンジンの搭載及び4輪駆動、前後デフロック機構の装備：満載時でも十分な登坂能力を発揮し、急斜面、丘及び障害物の多い場所等の走行が容易にできる。

砂丘内における苗木や資機材の運搬はできる限り人肩によって行う。

砂丘内の人肩運搬距離ができるだけ短くなるように、苗木及び資機材の集積地を砂丘周囲の適切な位置に配置する。

砂丘へのアクセスが不十分なために適切な位置に上記の集積地が配置できない場合で、砂丘内の人肩運搬距離が長くなり作業効率が悪くなると想定される砂丘内に作業道を開設する。最大人肩運搬距離は400mとする。

## (2) 作業道の配置

上記の前提条件を考慮して、既設道路からの植林対象砂丘までの距離、砂丘の位置・大きさ・形状野菜栽培地の位置等から作業道の開設が必要であると想定される砂丘は、No.5、No.9、No.12及びNo.13である。各作業道の路線は、砂丘の大きさ及び形状、砂丘周囲に設ける集積地からの人肩運搬範囲等を考慮しながら、延長が最も短くなるように計画する。なお、No.5砂丘は内陸側からのアクセス道路がないことから、海岸側からの作業道を計画する。

各砂丘の作業道の計画数量を表3 - 20に示す。また、作業道の計画路線の概略を別添の砂丘別植林計画図に示す。

表3 - 20 植林対象砂丘別作業道の延長

対象サイト			植栽面積	作業道(m)	備考
事業区名	No.	砂丘名			
Sag	5	Galdamel-1	120	890	海岸側からのアクセス
	計			890	
Lompoul	9	Khonkhe Yoye-1	530	4,500	近接する半舗装道路からのアクセス
	計			4,500	
Darou Fall	12	Nyalor-2	300	4,300	近接するニヤイからのアクセス
	13	Fass Boye-1	400	3,700	近接するニヤイからのアクセス
	計			8,000	
合計			1,350	13,390	

## (3) 作業道の構造等

作業道の開設に当たり行う表土すきとり、不陸整正等は必要最小限とし、大規模な土木施工は行わない。作業道の主な構造の最適案は下記のとおりとする。

### 1) 幅員

作業道は1車線とし、その車道幅員を3.0mとする。

### 2) 曲線半径

曲線半径は15.0m以上とする。しかし、地形の状況その他の事由によりやむを得ない場合は、6.0mまで縮小する。

### 3) 路面

作業道の路面は厚さ30cmのラテライト敷きとする。

## (4) 作業道開設の年次別計画

作業道は年次毎に新植地に合わせて開設するものとする。年次別計画を表3 - 21に示す。

表3 - 21 作業道開設の年次別計画

対象サイト			面積 (ha)	作業道開設延長 (m)				
事業区名	No .	砂丘名		1年次	2年次	3年次	4年次	合計
Sag	5	Galdamel-1	120		890			890
	計				890			890
Lompoul	9	Khonkhe Yaye- 1	530	2,000	2,000	500		4,500
	計			2,000	2,000	500		4,500
Darou Fall	12	Nyalor-2	300	2,100	1,200	1,000		4,300
	13	Fass Boye- 1	400	1,700	1,500	500		3,700
	計			3,800	2,700	1,500		8,000
合 計			1,350	5,800	5,590	2,000		13,390

### 3 - 2 - 5 必要な施設及び資機材

以上の計画を実施するに当たり、必要な施設は仮設工作物として建設し、必要な資機材は工事中用資機材として調達する。主要な施設及び資機材は下記のとおりである。

#### (1) 主要な施設

- 管理事務所： 苗畑の運営、育苗作業の管理及び事業全体の施工管理を行う。
- 資機材倉庫： 育苗用具、ビニールポットの他、工事中資機材を保管する。
- 車両整備工場： 車両の日常的な整備、洗車（海岸線を走行するため）を行う。
- 浅井戸： 育苗用水、事務所及び車庫用の水を確保する。
- 貯水タンク： 井戸からポンプ・アップした水の重力配水のために設置する。
- 貯水槽： 浅井戸から揚水した水を確保する。

#### (2) 主要な資機材

- 4輪駆動トラック： 育苗用土、苗木、ネット等の運搬に使用する。
- 揚水・配水ポンプ： 浅井戸からの揚水及び配水に使用する。
- 育苗用具等： スコップ、レーキ等の育苗に必要な用具、ビニールポット等

なお、植林地引き渡し後の維持管理をセネガル国が円滑に実施するため、森林管理委員会の設立及び運営に必要となる車両1台を供与する。

## 4. プロジェクトの実施体制

### 4-1 実施機関

本計画の実施機関は、環境省（ME）の水森林狩猟土壤保全局（DEFCCS）である。同局の下部組織として、全国10州に森林管理局（IREF）、各州の県ごとに森林管理署（Secteur Forestier）がある。さらに、各県の郡ごとに森林管理事務所（Brigade）があり、重要な保護林の所在地等には森林管理出張所（Triage）が設けられている。

以上の水森林狩猟土壤保全局に係る行政機構図は、図3-2に示すとおりである。

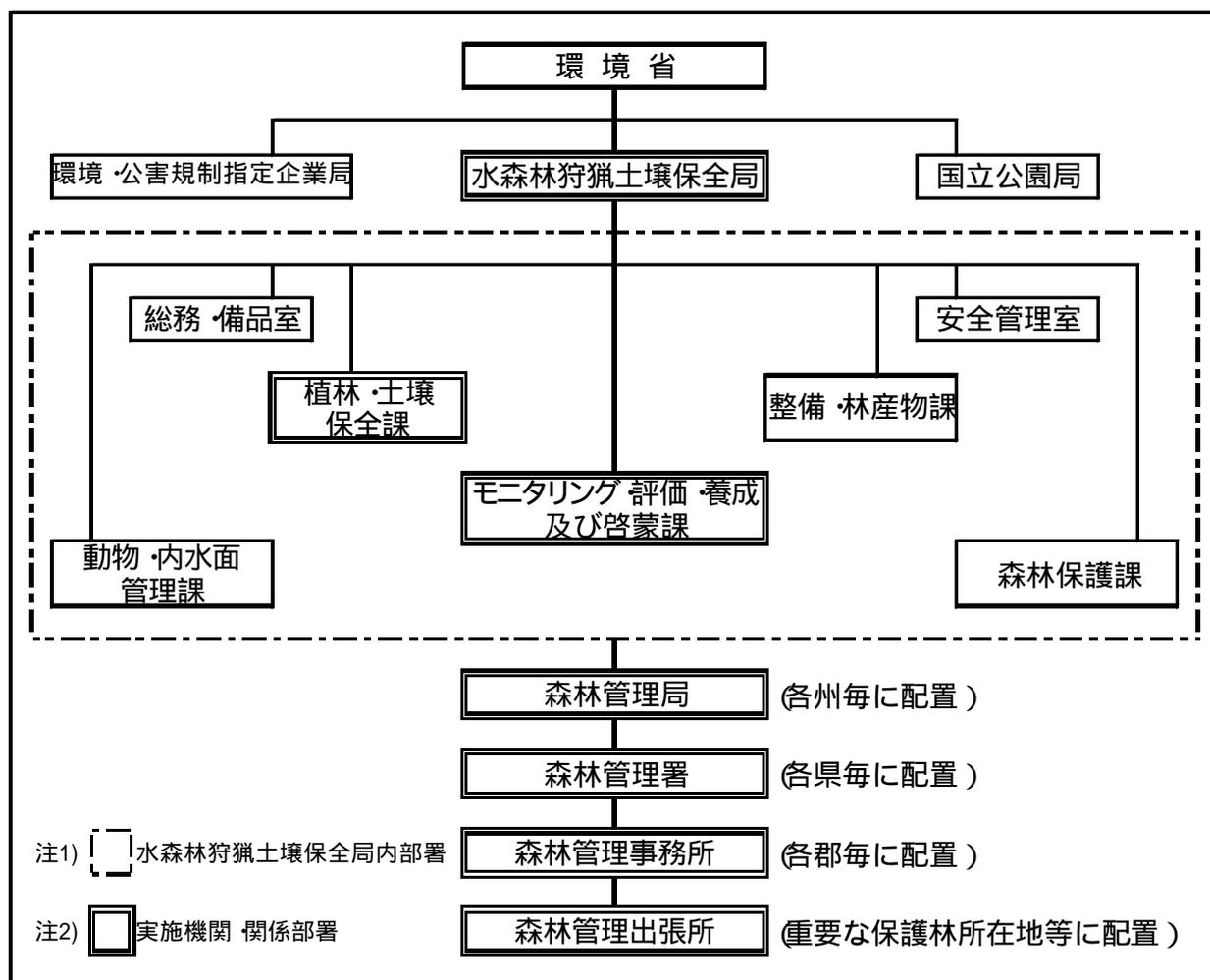


図3-2 水森林狩猟土壤保全局の行政機構図

本計画と関連する森林局内の部署は植林・土壤保全課（DRCS）であり、各州の植林活動を全国レベルで調整・管理・指導している。本計画で整備する砂丘固定林を直接管理運営する機関はルーガ州及びティエス州の森林管理局である。

また、本計画の実施後のプロジェクト評価や森林官の養成については同局のモニタリング・

評価・養成及び啓蒙課（DSEFS）が担当する。

#### 4 - 2 予算

植林対象砂丘を直接的に管理運営する関係機関は表3 - 22に示す森林管理局・署である。

表3 - 22 植栽対象砂丘の管轄機関

森林管理局	森林管理署	植栽対象砂丘
ルーガ (Louga)	ルーガ (Louga)	砂丘No.1 ~ 8
	ケベメル (Kébémér)	砂丘No.9 ~ 11
ティエス (Thiès)	ティバワンヌ (Tivaouane)	砂丘No.12 ~ 14
	ティエス (Thiès)	砂丘No.15

##### (1) 各森林管理局・署の予算

それぞれの森林管理局・署の過去3年間の予算実績及び本年の予算を、表3 - 23に示す。

2000年の予算総額は、ルーガ森林管理局が1,973,000FCFA(約316,000円)、ルーガ及びケベメル森林管理署が1,750,000FCFA(約280,000円)、ティエス森林管理局が1,950,000FCFA(約312,000円)、ティエス及びティバワンヌ森林管理署が1,750,000FCFA(約280,000円)となっている。

1997年以降の予算実績の推移を見ると、安定して増加した森林管理局・署はなく、全体的には増減を繰り返す傾向を示している。そのため、今後の予算の増減は見通しにくい状況である。

このような状況の中で、2000年の予算は各森林管理局・署とも一律に大幅な増加が見られ、森林管理局が前年の4倍弱、森林管理署が前年の6倍強となっている。これは、地方分権化政策による中央機関から地方出先機関への一部権限移行に伴うものであると思われる。しかし、1997年に一部森林管理局・署で見られた燃料費の地方行政予算への組み込みは、1998年以降見られなくなっている。

表3 - 23 各森林管理局・署の予算実績 (FCFA)

局・署名	会計年度	1997年	1998年	1999年	2000年
ルーガ 森林管理局	予算総額	570,000	809,750	603,000	1,973,000
	(前年比%)		(142.1)	(74.5)	(327.2)
	内訳 事務経費	357,000	53,000	57,000	800,000
	燃料費 (州政府管理)		154,300	258,000	500,000
	水道代	48,000	236,950	123,000	123,000
	電気代	64,000	190,000	64,000	150,000
	電話代 都市経費	48,000 53,000	122,500 53,000	48,000 53,000	200,000 200,000
ルーガ 森林管理署	予算総額	200,450	252,250	275,000	1,750,000
	(前年比%)		(125.8)	(109.0)	(636.4)
	内訳 事務経費	12,000	15,000	15,000	800,000
	燃料費	70,700	65,250	88,000	500,000
	水道代	35,250	69,000	69,000	100,000
	電気代	47,250	59,000	59,000	150,000
	電話代	35,250	44,000	44,000	200,000
ケベメル 森林管理署	予算総額	153,000	291,000	291,000	1,750,000
	(前年比%)		(190.2)	(100.0)	(601.4)
	内訳 事務経費	33,000	33,000	33,000	800,000
	燃料費 (県政府管理)		88,000	88,000	500,000
	水道代	36,000	86,000	86,000	100,000
	電気代	48,000	48,000	48,000	150,000
	電話代	36,000	36,000	36,000	200,000
ティエス 森林管理局	予算総額	771,000	495,500	521,000	1,950,000
	(前年比%)		(64.3)	(105.1)	(374.3)
	内訳 事務経費	378,000	78,000	78,000	800,000
	燃料費	227,000	226,500	227,000	500,000
	水道代	38,000	63,000	88,000	100,000
	電気代	51,000	51,000	51,000	150,000
	電話代 都市経費	38,000 39,000	38,000 39,000	38,000 39,000	200,000 200,000
ティバワンヌ 森林管理署	予算総額	218,000	305,000	268,000	1,750,000
	(前年比%)		(139.9)	(87.9)	(653.0)
	内訳 事務経費	39,000	39,000	39,000	800,000
	燃料費	88,000	88,000	88,000	500,000
	水道代	37,000	77,000	77,000	100,000
	電気代	27,000	74,000	37,000	150,000
	電話代	27,000	27,000	27,000	200,000
ティエス 森林管理署	予算総額	184,000	234,000	234,000	1,750,000
	(前年比%)		(127.2)	(100.0)	(747.9)
	内訳 事務経費	36,000	36,000	36,000	800,000
	燃料費	88,000	88,000	88,000	500,000
	水道代	22,000	72,000	72,000	100,000
	電気代	9,000	9,000	9,000	150,000
	電話代	29,000	29,000	29,000	200,000

出典：各森林管理局年報（1997～1998年）及び同局提供資料

## (2) 国家森林基金

国家森林基金（FFN）は、民間会社から得られる伐採料、一部林産物の通行税等の水森林

狩猟土壌保全局が直轄する業務による政府収入を森林関連業務に還元する基金である。その還元率は、法律上75%となっている。本プロジェクトに関連する車両関連費、植林・伐採関連費、森林火災対策機材関連費等は同基金から賄われている。

国家森林基金の過去3年間の予算実績を、表3-24に示す。1997年以降の予算実績の推移は、水森林狩猟土壌保全局関連収入が増減する状況でありながら、順調に伸びており、国庫からの還元率も1999年以降75%を上回っている。しかし、その財源は不安定な状態であり、今後の国庫からの還元状況は見通しにくい。本計画実施後の維持管理費を確保するためには、水森林狩猟土壌保全局が積極的に予算確保を行う必要がある。

表3-24 国家森林基金の予算実績 (FCFA)

会計年度	1997年	1998年	1999年	2000年
森林局関連収入総額	925,849,460	1,177,732,715	892,843,155	797,664,315
還元率 (%)	(69.1)	(57.3)	(78.4)	(87.8)
予算総額	640,000,000	640,000,000	700,000,000	700,000,000
(前年比 %)	(128.0)	(100.0)	(109.4)	(100.0)
支出内訳			(支出計画)	(支出計画)
契約職員給与関連費	286,000,000	257,071,778	306,000,000	337,000,000
植林・伐採等関連費	62,159,000	58,645,540	85,000,000	68,000,000
燃料費	30,000,000	29,989,594	35,000,000	40,000,000
施設建設・修繕費	33,500,000	16,934,201	35,000,000	30,000,000
車両関連費	107,840,100	146,295,309	161,000,000	160,000,000
森林火災対策機材費	0	0	0	0
動物園運営費	35,000,000	29,992,115	30,000,000	35,000,000
遺伝資源保全関連費	0	0	0	0
内水面漁業関連費	10,000,000	19,657,500	15,000,000	10,000,000
制服購入費	30,500,000	24,992,000	23,000,000	15,000,000
プロジェクト外運営経費	45,000,000	29,388,763	0	0
役務費等	0	9,371,738	10,000,000	5,000,000
支出合計	639,999,100	622,338,538	698,971,191	-

出典：水森林狩猟土壌保全局提供資料

### (3) プロジェクト特別予算

セネガル国では、海外から資金援助を受けたプロジェクトに対して、国家整備予算 (BNE) という特別予算の採用が行われる。本プロジェクトに対するこの特別予算については、経済・資金協力局 (DCEF) が1998年10月に発行した1999年～2001年の公共投資3年次計画 (PTIP) において、合計160,000,000FCFA (約2,560万円) の特別予算の採用が記され、2000年及び2001年に、それぞれ24,000,000FCFA (約384万円) の予算が計上されている。

#### 4 - 3 要員・技術レベル

通常、海外から資金援助を受けたプロジェクトの事業が開始される段階で、前述の特別予算が支出され、コーディネーターとその補佐官を含めた数名のプロジェクト・チームが組まれる。本プロジェクトについては、既に水森林狩猟土壌保全局が2000年10月付けで本プロジェクト専任のコーディネーターとして水森林技師（IEF）1名を任命した。

現場において直接的に本プロジェクトの実施を調整・管理するルーガ森林管理局、ティエス森林管理局及びそれぞれの森林管理署の現有要員を、表3 - 25に示す。

表3 - 25 各森林管理局・署の要員

局・署名	役職	格付	人数	本計画との関連
ルーガ 森林管理局	局長	水森林技師	1	州レベルの調整・管理
	局員	水森林業務技師	2	局長の補佐
	動物担当官	国立公園業務技師	1	-
	苗畑担当官	園芸技師	2	-
	会計	水森林技師補	1	-
	森林検査官	水森林技師補	2	-
	広報	森林保護官	1	-
ルーガ 森林管理署	署長	水森林技師	1	県レベルの調整・管理
	CIRF管理官	水森林技師補	1	-
	森林管理事務所長	水森林技師補	5	現場における調整・管理
ケベメル 森林管理署	署長	水森林技師	1	県レベルの調整・管理
	森林管理事務所長	水森林技師補	2	現場における調整・管理
ティエス 森林管理局	局長	水森林技師	1	州レベルの調整・管理
	局長補佐	水森林技師	1	局長の補佐
	局員	水森林業務技師	6	-
		水森林技師補	1	-
	植林部長	水森林業務技師	1	州レベルの調整・管理
	植林部長補佐	水森林技師補	1	植林部長の補佐
	苗畑担当官	水森林技師補	1	-
	会計	水森林技師補	1	-
ティバワンヌ 森林管理署	署長	水森林業務技師	1	県レベルの調整・管理
	署長補佐	水森林技師補	1	署長の補佐
	署員	水森林技師補	1	-
	森林管理事務所長	水森林技師補	4	現場における調整・管理
	森林管理出張所長	水森林技師補	2	現場における調整・管理
ティエス 森林管理署	署長	水森林業務技師	1	県レベルの調整・管理
	署長補佐	水森林技師補	1	署長の補佐
	森林管理事務所長	水森林技師補	3	現場における調整・管理
	森林管理出張所長	水森林技師補	1	-

出典：森林管理局年報及び提供資料

水森林狩猟土壌保全局の格付は、水森林技師、水森林業務技師、水森林技師補（ATEF）の3つに大きく区分されている。水森林技師及び水森林業務技師は国内の技術系高等教育機関（大学もしくは大学院）を卒業するか、それと同等の資格を有し、数年の海外留学経験者が多い。森林技師補は、

国内の森林技師養成専門学校を卒業した技術者である。一般に人事異動はあまりなく、現地の事情に精通した者が多く、本計画の対象地域を管轄する森林管理事務所長や森林管理出張所長のほとんどが過去のプロジェクトの経験者である。

## 第4章 事業計画

### 1. 施工計画

#### 1-1 施工方針

本事業を日本の無償資金協力として実施する際の各実施機関の関係を、図4-1に示す。

無償資金協力は、セネガル共和国政府と日本国政府との間で締結される交換公文(E/N)に基づいて、セネガル国の実施機関と契約した日本人のコンサルタント及び企業によって実施される。

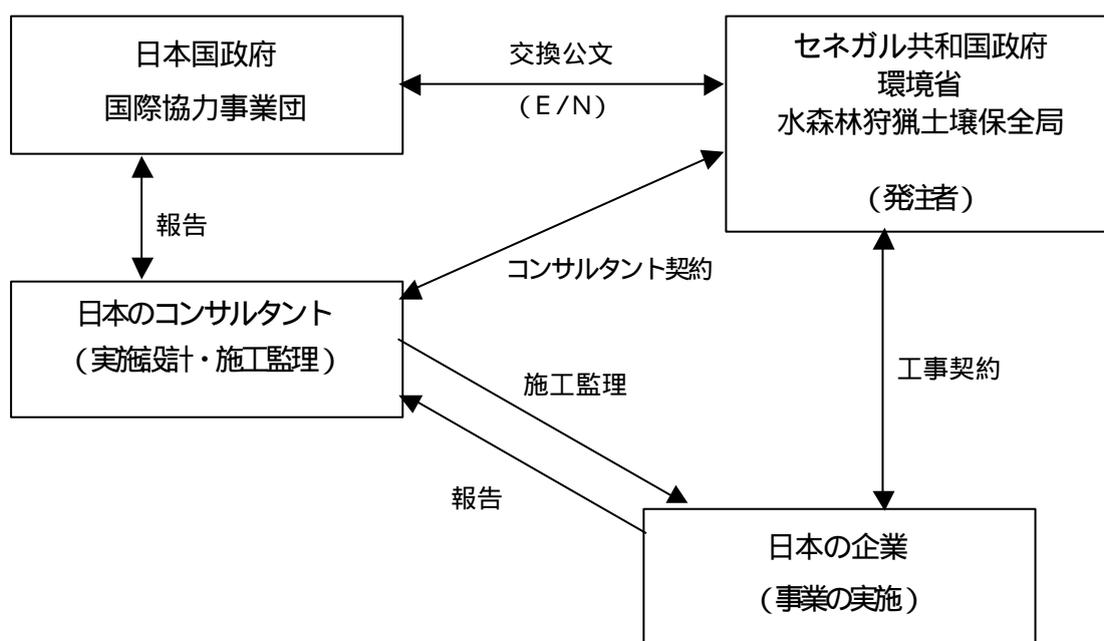


図4-1 事業実施に係る各機関の関連

セネガル国の実施機関は環境省水森林狩猟土壌保全局である。コンサルタント及び企業との契約、事業の各段階における調整、打合せ、検査及びそれに伴う証明書の発行等の業務は、同局の本プロジェクト専任のコーディネーターを通じて行う。

コンサルタントは、水森林狩猟土壌保全局との契約に基づいて、本事業の実施設計、入札業務、施工監理を実施する。入札及びその後の評価によって選定された日本企業は、水森林狩猟土壌保全局との業務契約に基づいて、本プロジェクトの事業を実施する。

日本の無償資金協力として事業を実施するに当たり、特に配慮を要する事項は、工程の厳守及び引き渡しである。日本の無償資金協力は単年度予算制度の枠内で実施されるので、事業は数年次に分割され、それぞれ単年度の工期内に完結させる必要がある。また、本プロジェクトの目的は植林地の造成であり、新植後1年目に補植を行った後、セネガル国側に引き渡される。

## 1 - 2 施工上の留意事項

施工に際しての留意事項は以下のとおりである。

植栽適期は雨期（例年7～9月頃）のうち、何回かの降雨の後、地面がある程度水分を含み、しかも植栽後にまだ十分な降雨がある時期であり、概ね8月上旬から9月上旬の間の20日程度である。この時期を逃した植栽は著しく活着率が悪くなる。そのため、本事業の全ての工程はこの時期に焦点を合わせて計画し、確実に実施する必要がある。

事業対象地の降雨は量、時期ともに年毎の変動が大きく、雨雲が弱小であるために局所的に降ることから、狭い範囲でも地域的・時間的な降雨格差が大きい。そのため、育苗を何段階かに分けて行う等の柔軟に対応できる施工計画が必要である。

植林事業の実施及び植林地維持管理に当たっては地域住民との協力が不可欠である。本プロジェクトでは、植林対象砂丘が国有地であることから土地所有等の問題は生じないが、施工に当たっては十分な社会的配慮が必要である。特に事業の透明性を図るため、事業開始前及び事業終了時に、各事業区において地域住民を対象とした事業説明会を開催して内容を明確に示す必要である。

## 1 - 3 施工負担区分

本事業のうち、日本国側及びセネガル国側の施工負担区分を、表4 - 1に示す。

表4 - 1 施工負担区分

施工内容	日本国側負担事項	セネガル国側負担事項
1. 植栽	植林区域の区画測量 降雨量の計測（植栽時期の決定） 植穴掘削 苗木運搬 植付け 1年後の補植	植林地へのアクセスの確保 植林区画測量の立合い 植林地内の障害物の除去
2. 苗木生産	各苗畑敷地の境界測量 Sag苗畑敷地の整地 各苗畑の整備 苗床、管理事務所、倉庫、車輛修理工場、井戸等の作設 給水・電気設備の設置 育苗資機材、車両等の調達 種子の調達 育苗 搬出予定苗の規格検査	各苗畑の用地提供 各苗畑へのアクセスの確保 境界測量の立合い 苗畑敷地内の障害物の除去、伐採、除根
3. 防風柵等の設置	材料の調達・運搬 設定箇所決定、設置	設定箇所の障害物の除去
4. 作業道の開設	作業道の路線選定、測量 作業道の作設	
5. その他	事業説明会の開催 育苗、植栽事業に係る労務の調達	事業説明会の開催に係る村落共同体、村落への連絡・調整等の支援

なお、事業の各実施段階において、以下の事項をセネガル国側関係機関がその責任範囲において遅滞なく処置することが望まれる。

交換公文に基づく日本法人コンサルタントとの契約

交換公文に基づく日本法人企業との契約

上記契約締結・認証後、日本の銀行との銀行取り極め、支払授權書発行の手続き及び手数料の支払

施工監理に必要な要員の配置

事業実施に係るコンサルタント及び企業の日本人のセネガル入国許可、長期滞在許可証の発行、税金その他の課徴金の免除処置

事業に必要な資機材の免税処置、または通関手続き

各段階における検査の立合い

各段階における検査証明書または完了証明書の発行

#### 1 - 4 施工監理計画

施工監理は、日本国政府とセネガル国政府の間で交換公文が締結された後、事業実施機関である水森林狩猟土壌保全局と締結する業務契約書に基づいて、日本法人コンサルタントにより実施する。

コンサルタントは、随時セネガル国側関係者との連絡を密に取りながら、各サイトの施工状況を的確に把握し、事業が計画どおり円滑にかつ合理的に進行しているか進捗を管理し、各実施段階における出来高管理、品質管理を行う。

施工監理の体制としては、砂丘固定・植林、育苗の分野に各1名の日本人専門技術者を配置し、全体を取りまとめる業務主任として森林管理の日本人専門技術者を1名配置する。

施工監理は、各実施段階で上記技術者を派遣して行う。業務主任・森林管理は、プロジェクトの開始時に各事業区において地域住民を対象とした事業説明会を開催する。また、各年次毎の伏工及び植栽・補植完了時に出来形及び品質検査を行う。砂丘固定・植林技術者は防風柵工及び植栽工の出来形及び品質検査を行う。育苗技術者は初年次の育苗作業開始時に育苗計画を確認するとともに、各年次毎の苗木搬出前に苗木の規格検査を行う。

施工監理時期は、施工監理技術者が現地に駐在し、早急にあらゆる対処ができる体制が必要な時期及び検査時期とする。施工監理技術者の早急な対処をする時期としては、植栽地の境界、防風柵及び伏工の設置箇所、局所的な植栽樹種の区分等を決定する時期、防風柵設置開始時期、育苗期間、植栽開始時期である。但し、2年目以降は同じ作業の繰り返しであるため、施工監理技術者が現地に駐在する時期は必要最小限に止めるものとする。

## 1 - 5 資機材調達計画

本事業に必要な資機材は、品質や一定量の調達に支障がない限り、優先的にセネガル国で調達する。セネガル国で調達する主要な資機材は、以下のとおりである。

セネガル国にて生産されている一次製品：

砂、砂利、碎石、ラテライト等

セネガル国にて生産されている二次製品：

セメント、コンクリートブロック、屋根スレート等

原料（資材）を輸入してしている工場加工品：

鉄骨・鉄筋の一部、木工製品、育苗ポットなどビニール製品等

輸入品（セネガル国市場で恒常的に出回っているもの）：

建設用足場材、給排水・電気設備資機材、育苗用資機材、揚水用資機材、車両等

日本から調達する主な資機材として、飛砂防止対策工の資材であるネット、結束線、アンカーピンがある。これらの資材は3年以上の耐久性のあるものを各年次の植林計画に合わせて短期間に大量に調達する必要がある。しかし、セネガル国ではいずれの資材も品質が悪く、調達可能量も限られている。特に、防風柵、伏工、家畜進入防止柵として使用するネットは周辺環境に配慮した素材（ポリエチレン製等）のものを採用する計画であるが、セネガル国ではヨーロッパ、中東、南アフリカ等から輸入されているビニール製防風ネットしかない状況である。

日本調達の資機材は、原則的に横浜港から海上輸送し、セネガル国のダカール港にて荷揚する。輸送中の資機材はケース梱包し、海水や海風等による悪影響を受けないように配慮する。セネガル国の内陸輸送は、輸送会社を利用して行う。

## 1 - 6 実施工程

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施するに当たり、確実に計画目標を達成するため、事業を段階的に実施し、基本設計の検証を行い、その結果を次の段階に反映させることが必要である。そのため、本事業を2期に分割する。

第 期は、ティエス州のDarou Fall事業区の5箇所の砂丘を対象として実施する。Darou Fall事業区は、他事業区と比較して首都ダカール市に最も近いこと、苗畑へのアクセスが良好であること、大きな村落があり地域住民が多いこと等から最も事業実施環境が整っている。従って、Darou Fall事業区を最初に着手する。労務調達量の見通しから検討したDarou Fall事業区の最低新植年数は、第3章の3 - 1 - 4(2)「事業の工期」で示したように1年である。しかし、新植年数1年では、植栽3年後までの植栽木が砂丘表面を被覆する推移をプロジェクトによって確認できない。そのため、第 期の新植年数を3年とし、準備期間及び補植期間を含めて工期を5年とする。

第 期は、第 期の実績を踏まえて、ルーガ州のSag及びLompoul事業区の11箇所の砂丘を対象として実施する。労務調達量の見通しから、Sag及びLompoul事業区の最低新植年数は、Sag事業区が2年、Lompoul事業区が3年であり、第 期同様に準備期間及び補植期間を含めて第 期の工期を5年とする。

2期に分割した事業はそれぞれ日本の予算制度の枠内で実施される。そのため、それぞれ実施設計及び国庫債務負担行為案件（国債案件）の第 1期～第 2期に分割して実施する。それぞれの実施工程を表4 - 2に示す。

なお、第 1期と第 2期の間には、第 1期の実施中に生じた諸問題を明確にして、第 2期の詳細設計に反映させるため、第 2期の検証を実施する。

表4-2(その1) 第 期業務実施工程表

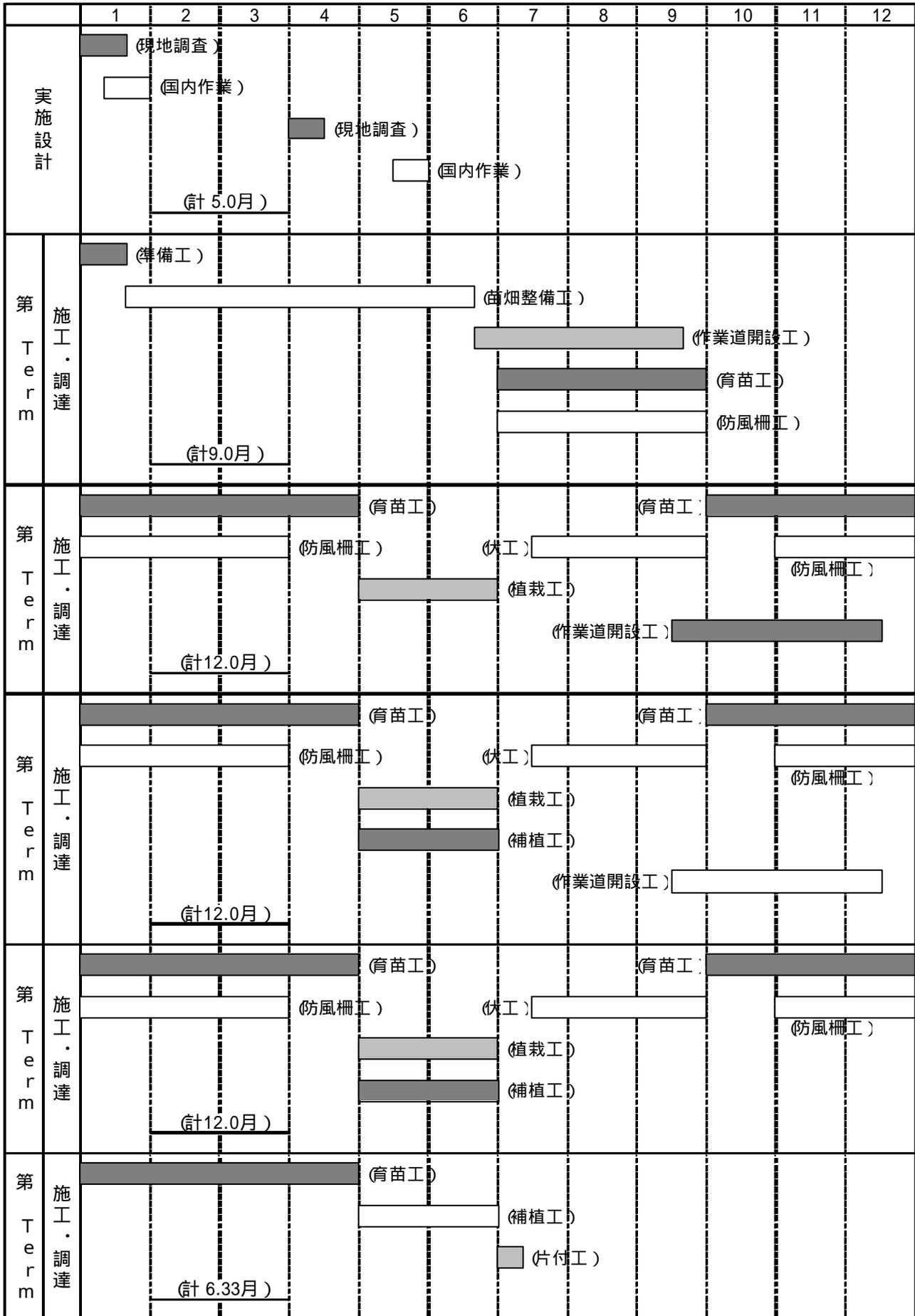
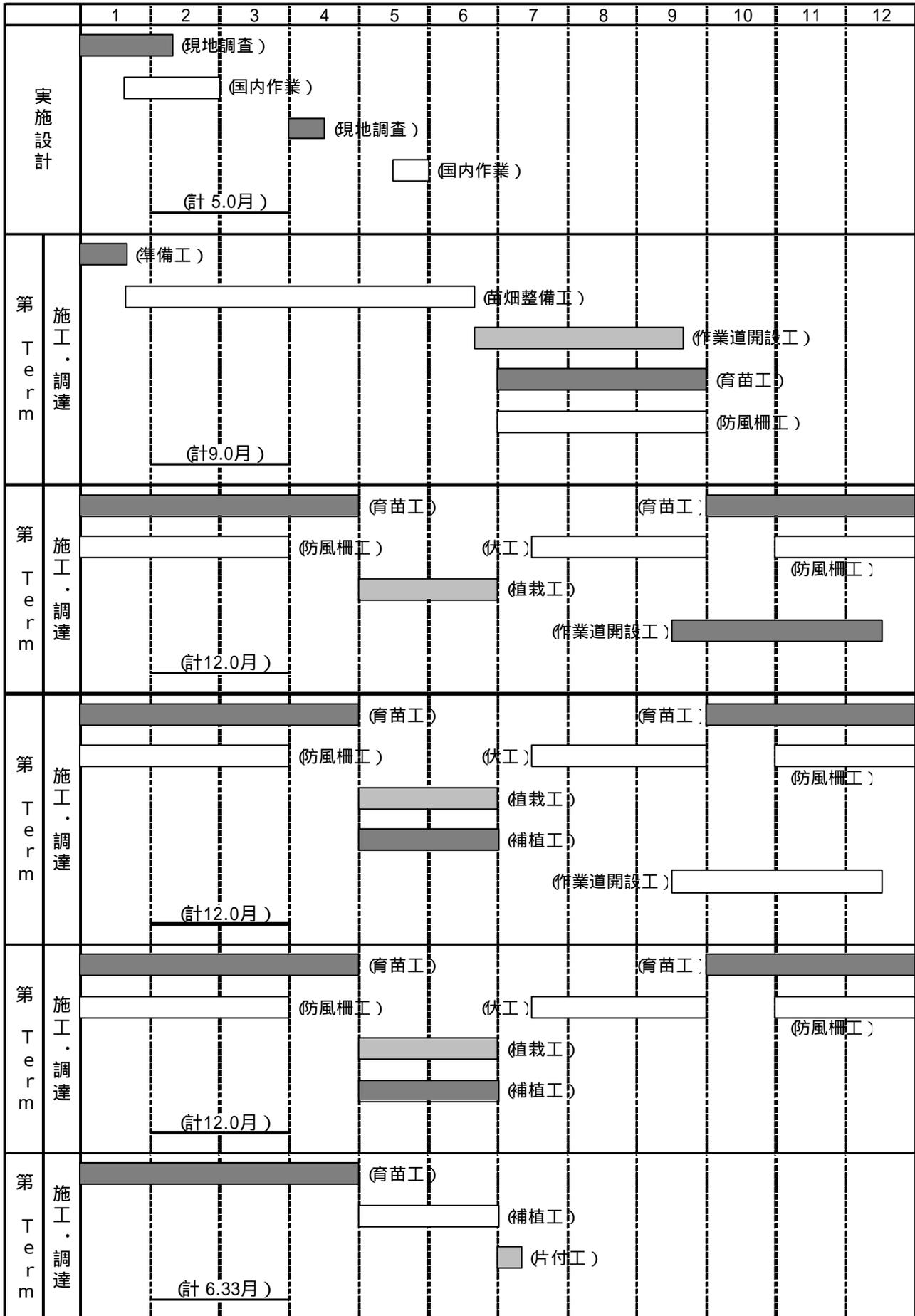


表4-2(その2) 第 期業務実施工程表



## 1 - 7 セネガル国負担事項

本事業における日本国及びセネガル国それぞれの負担事項は、表4 - 1に示したとおりである。セネガル国側負担事項の詳細は以下のとおりである。

### 植林地及び苗畑へのアクセスの確保

一般公道から植林地及びSag、Lompoul及びDarou Fallの3苗畑に至るには村落や農耕地の間を通過する必要がある。資機材の搬入や苗木の運搬等のための大型車両が走行できるアクセスを確保するため、必要に応じて、道路の拡張、迂回路の設置等の処置を行う。

また、各苗畑に至るまでの舗装道路のうち、破損状況が激しく資機材運搬のトレーラー車の走行が困難な箇所については、穴を埋める等の簡易な補修を行う。

### 植林地の区画測量の立会い及び植林地内の障害物の除去

植林地の区画測量に際して、特に地域住民によって農耕地として利用されている窪地と隣接する箇所については、現場に立ち会い、必要に応じて地域住民と合意して境界を決定する。

また、植林地内に何らかの障害物があり、植林及び防風柵等の造成に支障がある場合には、これを除去する。

### 苗畑用地の提供、境界測量の立会い及び敷地内の障害物の除去・伐採・除根

本事業では、Sag、Lompoul及びDarou Fallの3苗畑を使用する計画である。サグ苗畑用地にはサグ植林基地 (Poste Forestière) 横の空き地を、他2苗畑用地には過去のプロジェクトの苗畑跡地を、事業開始後直ちに提供する。

3箇所ともに現在は森林管理局・署の管轄下にある場所であり所有権等の問題はないが、Lompoul及びDarou Fallの2苗畑は村落と隣接していることから、敷地整備に伴う境界測量の際に立会い、必要に応じて、地域住民と合意して境界を決定する。

苗畑整備に当たり、敷地内に残された障害物を取り壊し、撤去する。また、整備に支障がある場合には、樹木を伐採し、抜根する。

### 事業説明会の開催

本事業開始時及び終了時に事業説明会をコンサルタントとともに開催する。また、各関係地域の地方共同体、村落への連絡・調整を行う。

### 事業に必要な資機材の免税処置及び通関手続き

本事業の実施に必要な現地調達資機材の免税処置を行う。また、防風柵等に使用するネットなど日本にて調達しセネガル国に輸送する資機材について必要な通関手続きを行う。

### 本事業の実施に係る日本人に課せられる税金及びその他の課徴金の免除措置

本事業の実施に当たって、コンサルタント及び事業の請負企業に所属する日本人がセネガル国滞在中に課せられる税金及びその他の課徴金について、必要に応じて免除手続きを行う。

### 無償資金協力の実施に係る銀行取り極め及び支払授權書の手続き

本計画の実施に当たって、コンサルタント及び事業を請け負った企業との業務実施契約を締

結した後、できる限り速やかに、契約金の支払いに係る銀行取り極め及び支払授權書の発行に必要な手続きを行う。

## 2. 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合の事業費総額は約27.60億円となり、既述した日本国及びセネガル国の負担区分に基づく双方の負担経費は、次のとおり見積もられる。

なお、積算は1998年8月1日時点のものであり、為替交換レートは積算時点から過去6ヶ月の下記の平均レートを用いた。

- ・ 1 US\$ = 108.33 円
- ・ 1 FCFA = 1/100 FF = 0.16 円

### (1) 日本国側負担経費

日本国側負担経費総額は27.42億円であり、その内訳は表4 - 3に示すとおりである。

表4 - 3 日本国側負担経費内訳

事業費区分	経費		
	第 期	第 期	合 計
1) 施工費	9.91億円	14.82億円	24.73億円
直接工事費	(5.80億円)	(9.07億円)	(14.87億円)
共通仮設費等	(0.52億円)	(0.64億円)	(1.16億円)
現地経費	(2.94億円)	(4.13億円)	(7.07億円)
一般管理費	(0.65億円)	(0.98億円)	(1.63億円)
2) 機材費	0.04億円	0.00億円	0.04億円
3) 設計・監理費	1.26億円	1.39億円	2.65億円
合 計	11.21億円	16.21億円	27.42億円

### (2) セネガル国側負担経費

セネガル国側負担経費総額は、表4 - 4に示すとおり約11,336万FCFA(約1,813万円)である。

表4 - 4 セネガル国側負担経費内訳

事業費区分	経費		
	第 期	第 期	合 計
1) 植林地及び苗畑へのアクセス確保	4,104.4万FCFA	7,196.2万FCFA	11,300.6万FCFA (約1,808万円)
2) 苗畑予定地の障害物の除去等	5.5万FCFA	14.1万FCFA	19.6万FCFA (約 3万円)
3) 植林地内の障害物の除去	5.8万FCFA	9.7万FCFA	15.5万FCFA (約 2万円)
合 計	4,115.7万FCFA	7,220.0万FCFA	11,335.7万FCFA (約1,813万円)

### 3. 維持管理計画

#### (1) 維持管理の内容

本プロジェクトの実施後に必要であると想定される維持管理業務の内容としては、植栽後3年目までの飛砂防止対策工の破損点検、植栽3年以降の森林火災や盗伐の防止を主目的とする森林パトロールの他、モクマオウ林の植栽後5年以降の除伐、植栽後15～20年以降の更新、ユーカリ林の植栽後5～7年以降の萌芽更新がある。

##### 1) 森林パトロール

本プロジェクトでは、新植及びその1年後の補植を終えた段階で植林地をセネガル国側に引き渡す計画である。植林地が成林し砂丘固定林としての機能を発揮するまでには植栽後3年の期間が必要であると思われることから、セネガル国側への引渡後2年間の植林地の維持管理が重要になってくる。本プロジェクトでは、防風柵及び伏工から成る飛砂防止対策工と家畜侵入防止柵の耐久期間を3年以上に設計した。しかし、予測以上の天然現象や人為的な破壊による破損の有無を定期的に点検する必要がある。

また、植林地における自然災害や病虫害の発生、山火事の発生、植林地の不法使用及び植栽木の盗伐を監視するため、定期的な巡回パトロールが必要である。但し、過去の海岸林造成の実績では、自然災害、病虫害及び山火事が大規模に発生した事例はない。しかし、植栽木の盗伐についての報告はあり、現地調査時にも不当に伐採された植栽木を確認しており、十分な対策を講じる必要がある。

##### 2) 除伐

本プロジェクトでは、地表を早期に被覆する考えから、植栽密度を、過去の海岸林造成の実績よりもやや高くして、2,000本/haとした。植栽後10年以降の既植林地において、樹木の水分競合による樹勢の低下が報告されていることから、本プロジェクトの植林地においても、将来的に植栽木の水分競合が生じると考えられる。

植栽木の水分競合の程度は局所的な生育環境の違いによってその実態が異なるため、発生時期、規模等を予測することが困難である。そのため、定期的な森林パトロールにより植栽木を観察し、早期に発見することが重要である。

水分競合が生じた植林地においては、除伐を行って植栽木を減らす。除伐本数、伐採木の選定等は植林地の状況に応じて判断する必要がある。

##### 3) 更新

本プロジェクトでは、植栽樹種としてモクマオウとユーカリを選定した。両樹種ともに早成樹種であり生長が早い。モクマオウは樹齢が30～50年であり、天然更新しない。そのため、植栽木の樹勢の衰えが確認された段階で、人工的に更新させる必要がある。既存資料によると、更新時期は15～20年であると想定されている。ユーカリは、植栽後5～7年以降に萌芽更新が可能である。

## (2) 維持管理の体制及び方法

植林地の維持管理は、従来の森林関係機関による管理とともに、国有林地を含む森林の開発・整備、自然資源管理を地域住民に責任を持たせて実施しようとするセネガル国の政策に基づき、水森林狩猟土壌保全局の指導のもとで地域住民参加方式によって行う必要がある。

従来の森林関係機関による管理とは、各地域に配置された森林管理事務所 ( Brigade ) 及び森林管理出張所 ( Triage ) 等による森林管理である。森林管理事務所は各郡毎に1ヶ所設置されており、本プロジェクトの対象地域では、Louga州に3ヶ所、Thiès州に3ヶ所、計6ヶ所に設置されている。各森林管理事務所には主任として森林官が1名~数名配置されている。また、本プロジェクトの対象地域は修復地域 ( Périmètre de restauration ) に指定されていることから、4ヶ所に森林管理出張所、2ヶ所に森林基地 ( Post Forestier ) が設置されており、森林管理事務所と同様に森林管理を行っている。

一方、地域住民参加方式による森林管理として、過去のプロジェクトでは、村長、村内の地方共同体役員、住民グループのリーダー、その地域を担当する森林官による管理委員会 ( Comité de Surveillane ) を設立して行った。今回の社会経済調査においても、地域住民から水森林狩猟土壌保全局と住民との協力体制による管理委員会を作りたいという意見が寄せられた。

このような過去のプロジェクトの実績及び地域住民の要望から、本プロジェクトにおいても同様の維持管理体制を整えることが最も適切である。具体的には、各植林地対象砂丘毎に、その地域を管轄する森林管理局・署が責任機関となり、担当森林官と地域住民とで構成された「森林管理委員会 ( Comité de Gestion ) 」を設立する。本プロジェクトの対象地域では、既に複数の住民グループを取りまとめるユニオン ( Union ) がLouga州に2団体、Thiès州に6団体、計8団体存在しており、森林管理委員会を新たに設置する下地はできていると言える。既存の住民グループ及びユニオンの状況を見ると、住民の多くが目的に応じて複数のグループに所属したり、同一村落にそれぞれ異なるユニオンに所属する複数のグループが存在していたりする場合がある。このような現状から、森林管理を目的とした住民グループ及びそれを取りまとめる委員会を新たに設立しても問題はない。しかし、効率的に住民を組織化するためには、既存の住民グループ及びユニオンをできる限り利用した森林管理委員会の編成が望ましい。

水森林狩猟土壌保全局は、各森林管理委員会の意見を調整しながら、植林地の更新までの諸作業やその負担と収益の分配等を明確にした長期的な森林管理計画を作成する。各森林管理委員会には、森林管理記録簿を配布し、委員会の役割、森林管理計画の内容等を明記し、管理委員の署名を行う。同記録簿には、会合の議事録、植林地で火災や盗伐等の問題が発生した際の報告等を記録する。会合は担当森林官が巡回する際に開催する。

森林パトロールは、森林管理委員会が各住民グループに植林地を割り当て、それぞれのグループの責任において実施する。

除伐は、森林管理計画に基づき、森林官が選木等の技術的な指導を行い、住民グループが実施する。伐採による収益は住民グループが取得する。

更新は、除伐と同様に、森林官が選木等の技術的な指導を行い、住民グループが実施する。伐採

による収益は住民グループが取得し、伐採後の植林義務を担う。なお、ユーカリの萌芽更新の場合は植林を行う必要はないが、切株から出た萌芽の整理伐を義務とする。

### (3) 維持管理経費

水森林狩猟土壤保全局は、従来の管轄地域の森林管理業務に加え、森林管理委員会を設立し、その運営に係る技術的な指導を行う必要がある。委員会の設立及びその運営に係る技術的な指導の具体的な内容としては下記のもの挙げられる。

- |           |                         |   |
|-----------|-------------------------|---|
| 1) 委員会の設立 | 説明会の開催<br>委員会の設立        | 各地域毎に1回<br>住民への啓蒙活動の他、構成員（住民グループ）の決定、メンバーリスト、役職の決定等のアドバイスのため、適宜現地に赴く。   |
| 2) 運営指導   | 運営の指導<br>資金積み立て<br>技術指導 | 各住民グループへの担当区画の割り当て、パトロール実施計画等の作成等の指導のため、適宜現地に赴く。<br>委員会への積み立て金の徴収、管理に係る指導を行うため、月1回の支払に合わせて現地に赴く。<br>パトロールによって発見された諸問題の解決、除伐に係る選木、更新に係る選木及び再植林等の技術的な指導のため、適宜現地に赴く。 |

これらの業務を円滑に行うため、水森林狩猟土壤保全局は、2000年10月に本プロジェクト専任のコーディネーターを1名任命して実施機関としての体制を整えた。

水森林狩猟土壤保全局が新たに必要とする1年当たりの維持管理経費は、上記の業務のための運転手1名の雇用費及び現地巡回費が主なものであり、その概算は表4-5に示すとおり、約240万FCFA(約38万円)である。なお、現地巡回費は水森林狩猟土壤保全局所在地のダカールから現地までの間を週2回往復するのに要する燃料費として算出した。

表4-5 1年当たりの維持管理経費の概算

項目	金額 (FCFA)	算出根拠
1. 運転手雇用費 (1名)	1,200,000	$100,000 \times 12 \text{ヶ月} = 1,200,000$
2. 巡回費	1,169,600	$0.050\text{L}/\text{H} \times 85\text{HP} \times \text{所要時間} \times 100 \text{回} \times \text{燃料費}$ 所要時間 = $200\text{km} \div 50\text{km}/\text{h} \times 2$ (1往復) 燃料費 = 344FCFA/L
合計	2,369,600	

注) 所要時間は平均時速50kmで区間を往復するのに要する時間とした。

#### (4) 技術協力・他プロジェクトとの連携

##### 1) 技術協力との連携

現在、水森林狩猟土壌保全局内には、日本から個別専門家1名が派遣されている（1999年5月13日～2001年5月12日予定）。また、プロジェクト方式技術協力により公営苗畑総合村落林業開発計画（PRODEFI）が実施中であり（2000年1月15日～2005年1月14日予定）、3名の専門家が派遣されている。個別専門家は本計画の要請段階からセネガル側担当者の技術的な支援を行っている。事業の実施段階においても、セネガル側担当者への技術的な助言が望まれることから、同専門家の任期後も、継続した専門家の派遣が望まれる。

##### 2) 他プロジェクトとの連携

植林地の維持管理を住民参加方式で実施するための前提として、地域住民のグループ化または既存組織の強化、森林管理の責任分担、将来の除伐や更新に係る権利と義務の明確化等を行う必要がある。

現在実施中である「農民企業支援プロジェクト」(PAEP)の概要は第2章の2-2「他援助国及び国際機関が実施中のプロジェクト」で既述したとおりであり、森林部門の戦略の詳細は下記のとおりである。本プロジェクトの維持管理体制の確立は、同プロジェクトとの協力によって円滑に進めることができる。また、地域一体となった体制を整える上でも同プロジェクトと連携することが望まれる。

#### 農民企業支援プロジェクト(PAEP)における森林部門戦略の詳細

##### 住民参加方式の確立

- ・苗木生産及び造林、樹木の伐採、加工、輸送、販売は、グループや農民共同体（ユニオン）を通じて住民に責任を持たせる。
- ・村落周辺の森林開発（伐採）の権利は住民グループに持たせる。但し、伐採には伐採地の更新（苗木生産、植林、管理等）の義務を伴わせる。
- ・ユニオンに伐採計画、伐採木の輸送、加工、販売を担当させ、加工、搬出、造林費用を住民グループに支払わせる。
- ・森林局が造林地管理の責任者となり、森林管理計画を定める。

##### 植林区域の持続的管理に係る主要戦略

- ・組織、制度を改善する
- ・住民組織の技術的な向上を目指す。
- ・森林管理計画への女性の参加を促進する。

##### 森林管理計画に係る啓蒙／補完分析

- ・森林調査を実施する。
- ・社会経済調査を実施する。
- ・収入の分配方法を検討する。
- ・森林管理に係る参加者の責任分担を明確にする。

## 第5章 プロジェクトの評価及び提言

### 1. プロジェクトの裨益効果及び妥当性に係わる検討

#### 1-1 プロジェクトの裨益効果

本プロジェクトの目的は、既述したように「セネガル国の北部に位置する沿岸・ニヤイ地域において、砂丘固定林の造成を行うことによりニヤイ（野菜栽培地）の保全を図り、その結果、地域住民の生活改善に資する。」ことである。

沿岸・ニヤイ地域は、ニヤイと呼ばれる窪地の肥沃な土壌と良好な水利条件により、野菜栽培が盛んに行われ、セネガル国の野菜生産量の約4/5を担う重要な農業生産地域となっている。しかし、砂丘が年平均5～12mのスピードで内陸側に移動しているとの報告があり、砂丘に近接するニヤイ（野菜栽培地）は堆砂の危機に瀕している。

本プロジェクトでは、砂丘の移動方向（南～東側）に野菜栽培を行っているニヤイが近接している16砂丘、2,037haを対象に植林し、砂丘固定林の造成を図る。植栽木は約3年後に地表をほぼ被覆し、風による砂の移動を止め砂丘固定機能を発揮することが期待される。

これによって、飛砂の被害から直接的に保全される野菜栽培地は、表5-1に示すとおり、ティエス州からルーガ州にかけての110kmの沿岸地域に分布する98箇所、864haである。

また、造成された森林は防風機能や防潮機能を発揮することから、野菜栽培地の生産性の向上が期待できる。

さらに、森林は一般的に気象緩和機能や保健休養機能等を有することから、周辺地域の生活環境が改善されることが期待できる。

一方、副次的効果として、森林の維持管理上で必要になってくる除伐、更新によって生じる伐採木を、地域住民が薪炭材等として利用できる。本プロジェクトではモクマオウ80%、ユーカリ20%の混植を計画している。モクマオウは上述のように植栽数年後に除伐を必要とするので、当初の植栽密度2,000本/haを段階的に除伐して生立密度を1,100本/ha程度まで減じると仮定すると、約150万本の小径木が利用できる。また、植栽15年～20年後の更新時には、約180万本の伐採木が利用できる。一方、ユーカリは植栽後5～7年程度で萌芽更新が可能となり、約80万本の伐採木が利用できる。

なお、本プロジェクトの実施による地球的規模の環境改善効果として、2,037haの植林地による二酸化炭素固定量を試算した結果を参考として添付資料-6に示す。

表5 - 1 各植林対象砂丘毎の保全対象面積等

事業区名	植林対象砂丘			植林面積 (ha)	保全対象		
	No.	砂丘名	面積 (ha)		ニヤイ数 (箇所)	野菜栽培地面積 (ha)	農業生産量 (t / 年)
Sag	1	Potou	132	132	3	82	1,197.2
	2	Daw-1	65	65	8	37	540.2
	3	Daw-2	30	30	2	48	700.8
	4	Daw-3	45	45	6	46	671.6
	5	Galdamel-1	120	120	5	52	759.2
	6	Galdamel-2	40	40	5	56	817.6
	7	Aly Ndiaye	55	55	8	60	876.0
	8	Tound Malèye	205	205	13	67	978.2
	計		692	692	50	448	6,540.8
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	530	530	12	158	2,306.8
	10	Khonkhe Yaye-2	10	10	1	11	160.6
	11	Khonkhe Yaye-3	40	40	2	24	350.4
	計		580	580	15	193	2,817.8
Darou Fall	12	Nyalor-2	300	300	12	76	1,124.8
	13	Fass Boye-1	400	400	14	62	917.6
	14	Fass Boye-2	20	20	3	4	59.2
	15	Khondio	30	30	3	44	651.2
	16	Dieuleuk	15	15	1	37	547.6
	計		765	765	33	223	3,300.4
合計		2,037	2,037	98	864	12,659.0	

注1) 保全対象の野菜栽培地の数及び面積は、航空写真及び衛星写真の判読により各砂丘の風下側（主に南及び東側）500m以内（平均樹高20m + 砂丘高5m）×20倍）に位置するものを計上した。

注2) 年間農業生産量は、各州の国土整備基本計画（1993年）に記されたha当たりの年間農業生産量（ルーガ州14.6t、ティエス州14.8t）に基づいて算出した。

## 1 - 2 プロジェクトの妥当性の検討

本プロジェクトを日本の無償資金協力として実施することについては、次の観点から妥当であると判断する。

プロジェクトの裨益対象が、貧困層を含む地域住民であり、プロジェクトの実施により地域民生の安定及び住民生活の改善に寄与できること。

プロジェクトの事業が、セネガル国の長期的開発計画の目標達成に資すること。

セネガル国による維持管理計画は、現有の体制及び予算によって行い得ること。

それぞれの詳細については、下記のとおりである。

### (1) プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの直接的な裨益対象は、植林対象砂丘の周辺に居住する地域住民である。それぞれの植林対象砂丘の周辺には、頻りに徒歩にて行き来できる半径2 km以内に47の村落があり、10,000人以上の住民がいると推定される。これらの地域住民のほとんどが農業及び放牧を生業として

おり、生活水準は総じて低く、第2章4 - 2 (3)「住民の生計」で記述したように、ティエス州及びルーガ州の農村部の貧困率はそれぞれ26%、46%である。また、ニヤイ地域では、大多数の家庭が薪を燃料としている。

本プロジェクトの実施による裨益効果は既述したとおりであり、飛砂の害から864haの野菜栽培地が直接的に保全される。これらの野菜栽培地では年間約13,000tの農業生産が見込まれることから、そこに従事する地域住民の収益が確保される。また、副次的効果として考えられる薪炭材の供給等もあり、本プロジェクトの実施は地域住民の生活改善に寄与する。

さらに、広義的には農産物消費者の生活を含む地域民生の安定につながることから、本プロジェクトの効果は、農産物の流通圏（ティエス州及びルーガ州のニヤイ・沿岸地域、約12万人）にも波及する。

## (2) セネガル国の長期開発計画との適合性

本プロジェクトの上位計画はセネガル国の森林開発分野の国家プログラムである「セネガル森林行動計画」（1992年）である。この計画では沿岸・ニヤイ地域（2,130km<sup>2</sup>）の砂丘固定及び窪地保全プロジェクトを強化し、1994年～2015年（20年間）に45,000haの沿岸地帯を保全することを目標としている。本プロジェクトは同地域において緊急性の高い砂丘を選定して砂丘固定林を造成するものである。植林によって直接的、間接的に野菜栽培地として利用されている窪地の保全効果が極めて高く、本プロジェクトの実施は上記計画の目標達成に資するものと判断できる。

## (3) セネガル国による維持管理の見通し

植林地は植栽1年後の補植を行った後セネガル国に引き渡されるため、植栽後2年目からの維持管理はセネガル国が実施する。セネガル国が実施する維持管理の主な内容は既述したとおりであり、想定した計画のような地域住民の参加方式による維持管理は、セネガル国の現有の森林管理体制によって十分に実施可能である。維持管理のため、新たに必要となる年間経費は、国家森林基金によって賅うことができる。

## 2. 課題及び提言

本事業の実施により、既述したように、多大な裨益効果が期待できる。また、地域住民の生活改善にも貢献できる。一方、事業実施後の維持管理に関しては、水森林狩猟土壌保全局の現有の森林管理体制によって充分に対応できる。

しかし、本事業をより効果的に実施し、セネガル国側への引き渡し、その後の維持管理をより円滑に行うためには、下記の事項に十分に配慮する必要がある。

### (1) 飛砂防止対策工の柔軟な設定

本プロジェクトの植林対象砂丘は凸凹の激しい内陸砂丘であることから、確実な成林を期するためには効果的な飛砂防止対策工の実施が重要なポイントである。そのため、傾斜15%以上の斜面には伏工を施し、傾斜15%未満の斜面には20m×20mの格子状に防風柵を設置する計画である。この計画は、プロジェクト対象地域の風向・風速、砂丘の傾斜分布等の自然特性と防風柵の効果範囲及び過去のプロジェクトにおける飛砂防止対策の内容を検討して、標準的なものを定めたものである。

従って、実際の施工に当たっては、局地的な微地形に合わせて防風柵と伏工の施工区分や防風柵の間隔を調整する等の柔軟な処置が望まれる。また、現地調査の実施後から工事の着工までの期間の飛砂現象による砂丘形状の変化にも対応する必要がある。

### (2) 植林地データの収集及び検証の実施

本プロジェクトは施設建設や土木構造物の整備等のプロジェクトとは異なり、樹木の育成を対象とした植林事業である。そのため、現地の降雨、日照、風等の自然条件による事業の成果（植栽木の生存率、生長等）への影響が大きい。また、本プロジェクトの対象地が凸凹の激しい内陸砂丘であることから、同一の砂丘であっても、地表の傾斜やその方向等の局所的な微地形によって植栽木の生育環境が大きく異なる。本プロジェクトで計画した飛砂防止対策工を実施することによって、微地形が植栽木に与える悪影響は概ね解消できると想定しているが、基本設計の想定よりも生育環境に大きな違いが生じた場合、植栽木の生存率や生長等が局所毎に大きく異なる可能性がある。

そのため、本プロジェクトでは事業を2期分けとし、第1期と第2期の間に、第1期の事業成果をフィードバックして基本設計内容を検証し、上記のような状況が生じている場合など、必要に応じて第2期の詳細設計に反映させる計画である。

また、的確な検証を実施するためには、植栽時、活着率調査時、生育状況の確認時等の各段階において、苗木の品質、植栽後の生長状態、地表の傾斜・方向等の微地形などのデータを比較・分類して蓄積しておくことが望ましい。

さらに、本プロジェクトは第1期、第2期ともに新植年数を3年に設定していることから、第2回新植時には前年の植林結果の概要が判明しており、第3回新植時には過去2年の植林結果が判明している。前述したとおり、本プロジェクトは自然条件の影響を大きく受けることから、第2、3回新植時には前年までの植林結果と設計内容を確認し、必要に応じて柔軟に対応することが望ましい。

### (3) 実証データの収集・管理体制の確立

現在、他援助国及び国際機関の森林関連分野における援助はアグロフォレストリー等の村落林業の開発に重点が置かれ、大規模な公共事業としての植林は当面実施される見通しはない。しかし、砂丘固定等の沿岸地帯の保全はセネガル国の重要な課題であり、「セネガル森林種植計画」における優先的活動項目でもあることから、今後、他援助国及び国際機関による植林事業が再開される可能性がある。

本プロジェクトの実施に伴って各種データを収集・管理することは、今後、他の植林事業を開始するに当たって的確な事業設計を行う上で重要である。また、事業実施中に他の植林事業が開始された場合には、その事業も対象としてデータを収集・管理することによって、本プロジェクトで実施予定である検証にも活用できる。そのため、1プロジェクトの枠にとらわれない横断的な植林に係る諸データの収集・管理を行う体制を確立することが望まれる。

#### (4) 社会的配慮

植林対象砂丘の周辺村落と住民グループの結成状況を表5 - 2に示す。既述したように、村落の多くは過去の植林プロジェクトに参加した経験があることから、植林グループ等を現在も有する村落、もしくは過去にこれらのグループがあった村落が多い。また、地域住民は過去の植林プロジェクトに参加した経験及びプロジェクトの成果により植林の重要性を十分認識している。さらに、高齢者を除くほとんどの地域住民が本プロジェクトへの参加を希望しており、収入の増加、グループの活性化等を期待している。その一方で、多くの地域住民が外部者の流入に大きな抵抗感があり、自分達が優先的に雇用されることを希望している。

本プロジェクトでは、防風柵や伏工等を広範囲に施工することから、防犯上の面で地域住民の協力が不可欠である。また、事業実施後の維持管理への円滑な移行を図るためにも、事業の実施中に多くの地域住民の参加を促し、彼らの植林地であるという意識を高めることや既存グループを活性化させることは重要である。

そのため、本事業の実施に当たり、地域住民を優先的に雇用するとともに、外部者の雇用は最低限に止めて地域の混乱を避ける等の社会的配慮が必要である。

また、地域住民を雇用するに当たっては、事業を円滑かつ効率的に進捗させるため、既述した森林管理委員会が労務管理の窓口となることが望ましい。さらに、賃金の一部を森林管理委員会に積み立て、各村落における村落林業の推進に活用する等のシステムを構築することが望まれる。

表5 - 2 植林対象砂丘毎の周辺村落の状況（その1）

植林対象砂丘				周辺村落の状況				
県名	lo .	砂丘名	面積 (ha)	村落名	人口 (人)	植林等グループの状況		
						有無	人数 (人)	活動内容等
Louga	1	Potou	132	Potou Sage Sayoro Niayam Keur Koura Keur Guedji 計	551 77 546 445 - 1,619		70 81 22	育苗、植林等 育苗、植林等 植林、野菜等
	2	Daw-1	65	Daw	227		42	育苗、植林等
	3	Daw-2	30	Sag Sathiel	329		45	育苗、植林等
	4	Daw-3	45	Mbamba Wassou Massal Ainou Médina Rayette Mbaba Boundou Khoula 計	36 - 27 30 96 745		38 17	植林、野菜等 植林、識字等
	5	Galdamel-1	120	Galdamel	148		40	育苗、植林等
	6	Galdamel-2	40	Teubéne Tébène 計	- 188 335		18	植林、識字等
	7	Aly Ndiaye	55	Aly Ndiaye Bagne Ndiouga 計	22 180 202		54	野菜、植林等
	8	Tound Malèye	205	Tound Malèye Yodi Daw Dase Yadi Tanor Petio Keur Samba Laobe 計	161 29 - 83 - 121 394		73 50	- 育苗、植林
	計		692	23ヶ村	3,295	12ヶ村	550	
	Kébémér	9	Khonkhe Yaye-1	530	Mbibasse	234		
10		Khonkhe Yaye-2	10	Khonkhe Yoye	-		-	-
11		Khonkhe Yaye-3	40	Thiokhmate Diammagueppe Ndiobéne Kad Ndiou Maka Kad Lewet Mba Ndiagne Diourmel Ndiogomaye 計	529 - - - - - - 539 - 1,067		106	育苗、植林
計			580	11ヶ村	1,067	2ヶ村	106	

表5 - 2 植林対象砂丘毎の周辺村落の状況 (その2)

植林対象砂丘				周辺村落の状況				
県名	lo.	砂丘名	面積 (ha)	村落名	人口 (人)	植林等グループの状況		
						有無	人数 (人)	活動内容等
Tivaouane	12	Nyalor-2	300	Nyalor	-		58	野菜、植林等
				Mbétette	365			
				Keur Diouma Gaye	-			
				Thiall	223			
				Ndiaye Kaw	-			
Keur Ahamed Kâ	-							
Diogo	952	-	-					
計			1,540					
	13	Fass Boye-1	400	Darou Ndai	-		-	-
		Fass Boye-2	20	Darou Fall	1,444			
	14			Fasse Boye	2,059		301	野菜、植林等
				計	3,502			
	15	Khondio	30	Khondio	252		184	植林、伐採等
				計	252			
	16	Dieuleuk	15	Dieuleuk	-		105	育苗、植林等
				Notto	596		111	野菜、植林等
				計	596			
	計		765	13ヶ村	5,890	6ヶ村	759	
合計			2,037	47ヶ村	10,252	21ヶ村	1,415	

注1) 周辺村落は各砂丘の半径2 km以内にある村落とした(1989年5万分の1地形図より選定)。

注2) 各村落の人口は、最新の国勢調査結果(1988年)に1993年の各州国土整備基本計画に記載された人口増加率(ルーガ州1.6%、ティエス州2.9%)をかけて求めた。

注3) 植林等グループの状況は社会経済調査の結果(印)及び他プロジェクトの報告書や資料等(印)により確認した。

#### (5) 現地業者の活用

セネガル国における大規模な植林事業は、今まで公共事業として政府(水森林狩猟土壌保全局等)が自ら実施してきた。多くの場合は、援助国や国際機関の資金支援を受けてプロジェクトを設立し、事業運営を水森林狩猟土壌保全局等からの出向者が直接行う形態で実施された。そのため、同国にはこれらの実績を有する民間企業がない状況である。

一方、既述したように本事業に必要な労務を地域住民から優先的に調達するためには、村落が広範囲に点在し、それぞれの人口、年齢構成等が異なる上に、通信手段が著しく乏しい状況において、円滑な労務の調達・管理ができる高い事業運営能力と現地事情を精通して柔軟に対応できる体制が必要である。そのため、現地業者を活用することが望ましい。

なお、本プロジェクトに活用できる現地業者の候補としては、現地ゼネコンや建設・土木業者の他、小規模ながら植林事業を実施しているNGO等が挙げられる。現地調査の結果、現地大手ゼネコンには、施設建設、道路建設等の土木工事の他、ゴルフ場建設を含む環境部門を有する企業があることが判明した。しかし、多くの建設・土木業者は事業運営能力を有しているものの、森林関連技術者が不足している状況である。NGOとしては、Plan InternationalやENDA TM等の国際的なNGOを含む多くの団体が、本プロジェクトの対象地域内

において地域住民に密着した草の根的な植林関連活動を行っている。そのため、これらのNGOは住民を対象とする啓蒙、組織化、事業への参加の促進等の手法に関して多くの技術的蓄積がある。しかし、活動規模が極く小さいことから、大規模な事業への応用は困難であると思われる。また、各NGOはそれぞれの設立理念に沿って援助手法や援助条件を選定しているので、日本の無償資金協力のシステム上、請負契約により実施される本プロジェクトにおいて、下請業者として活用することは難しいと考えられる。

一方、セネガル国の森林関連技術者としては、水森林狩猟土壤保全局の現職員の他、同局退職者、林業専門学校の卒業生等が挙げられる。日本の施工業者、またはサブコンとなる現地業者に森林関連技術者の補充が必要な場合は、要員の募集や人選等について水森林狩猟土壤保全局の協力が望まれる。

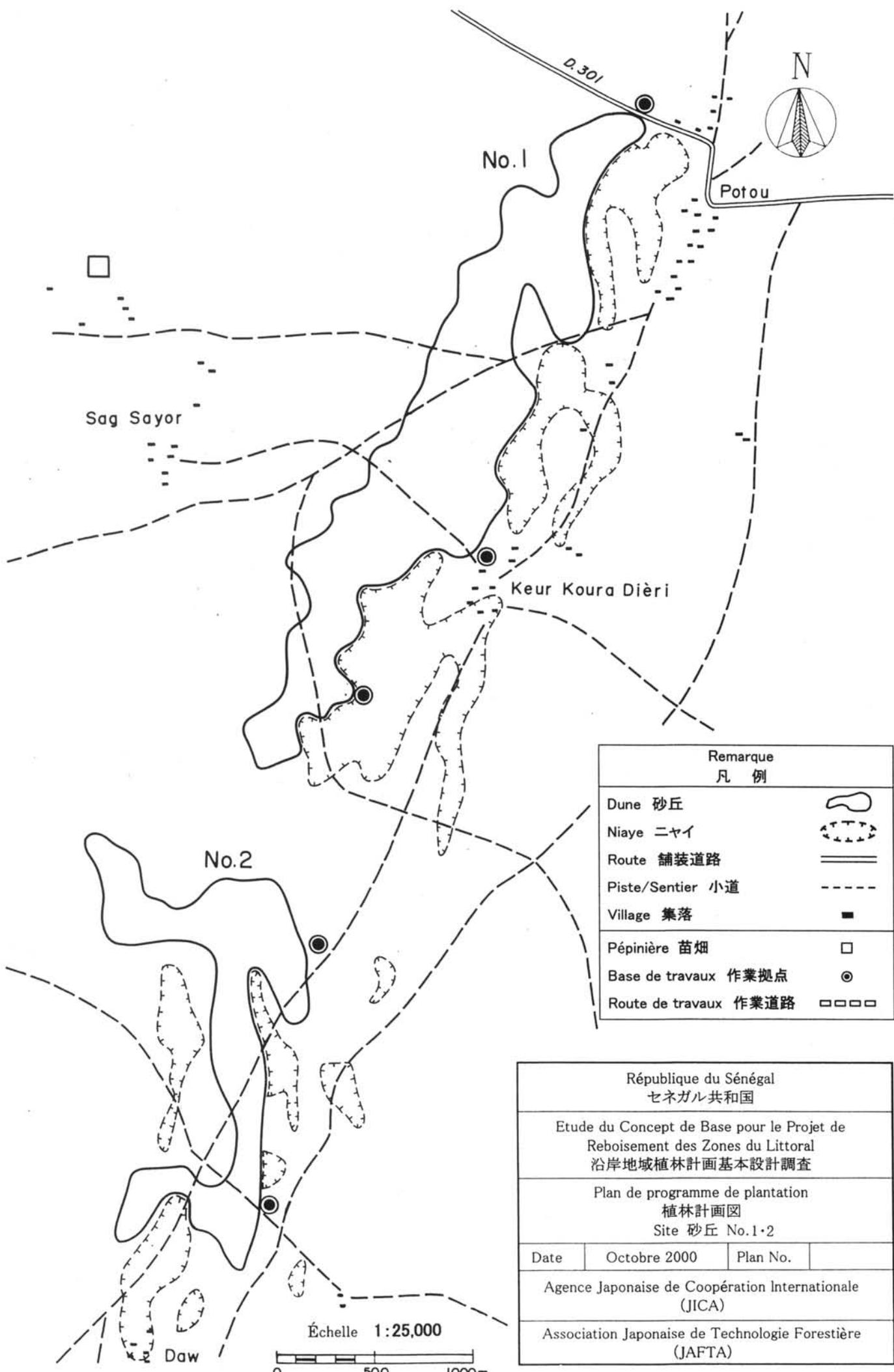
#### (6) PAEPとの連携

植林地の引渡後の維持管理をセネガル国がより円滑に行うためには、既述した農民企業支援プロジェクト(PAEP)との連携が望まれる。地域住民の参加による国有林地の管理は、1998年の森林法の改正以降に具体化したばかりであり、セネガル国の水森林狩猟土壤保全局においてもあまり実績がない。特に、地域住民の参加を前提とした森林管理計画の作成に当たっては、地域住民への責任分担、権利と義務、収益の分配の明確化、水森林狩猟土壤保全局と地域住民の関わり方等についての同プロジェクトの助言によって、より適切な計画が作成できる。また、森林管理委員会の設立に当たっては、核となる地域住民や住民グループの選定が重要であり、その点についても現地で早期から調査、啓蒙、諸活動を実施している同プロジェクトの助言が貴重である。

## 資料編

## 添付図面

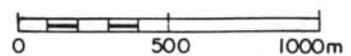
1. 植林計画図(砂丘No.1 ~16)
2. 植栽区画図
3. 防風柵構造図
4. 伏工平面図

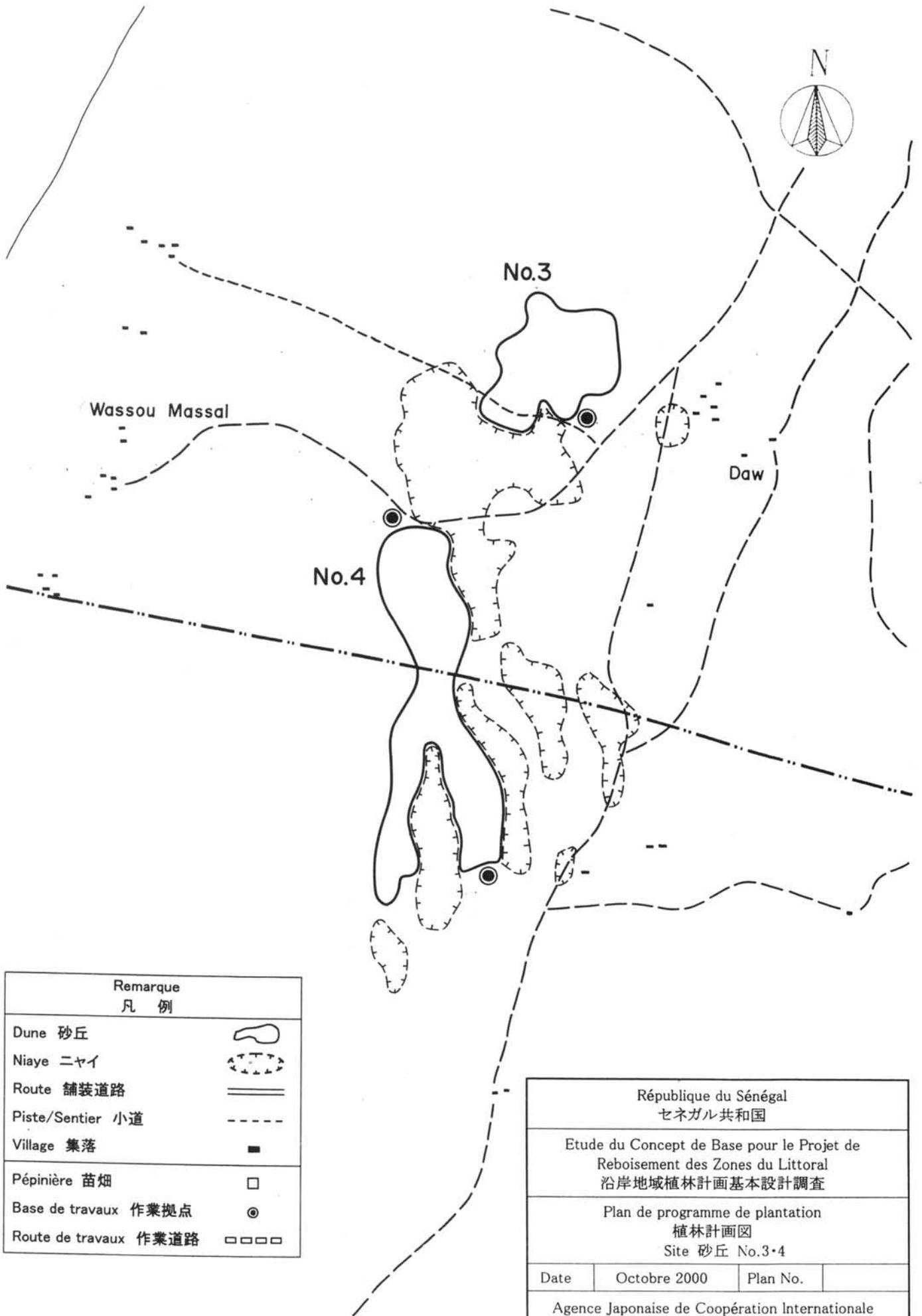


Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	

République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.1・2			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

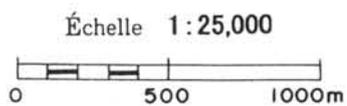
Échelle 1:25,000



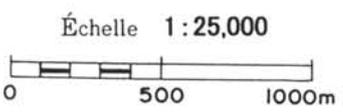
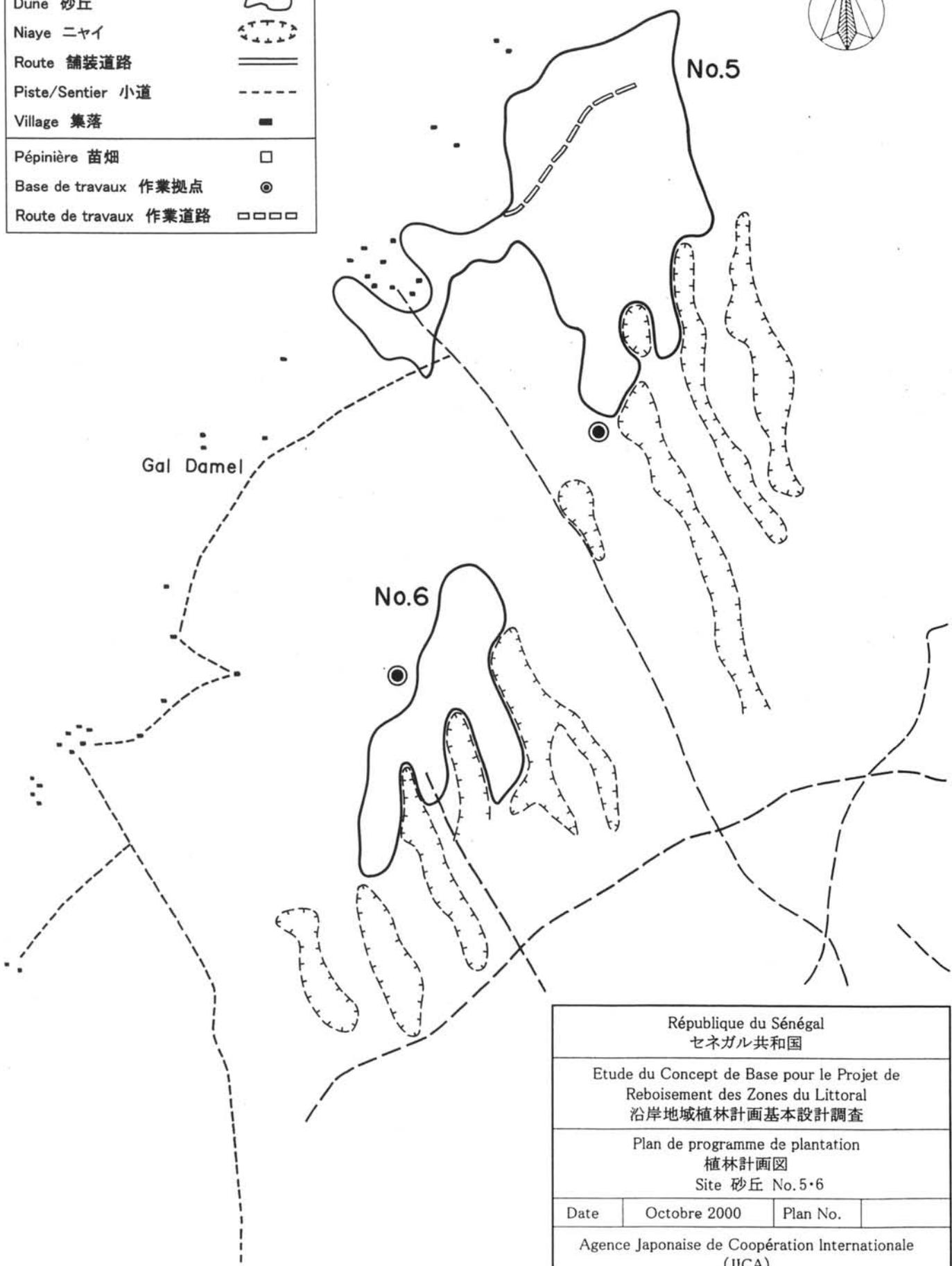
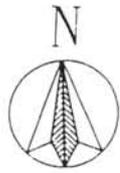


Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	

République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.3・4			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

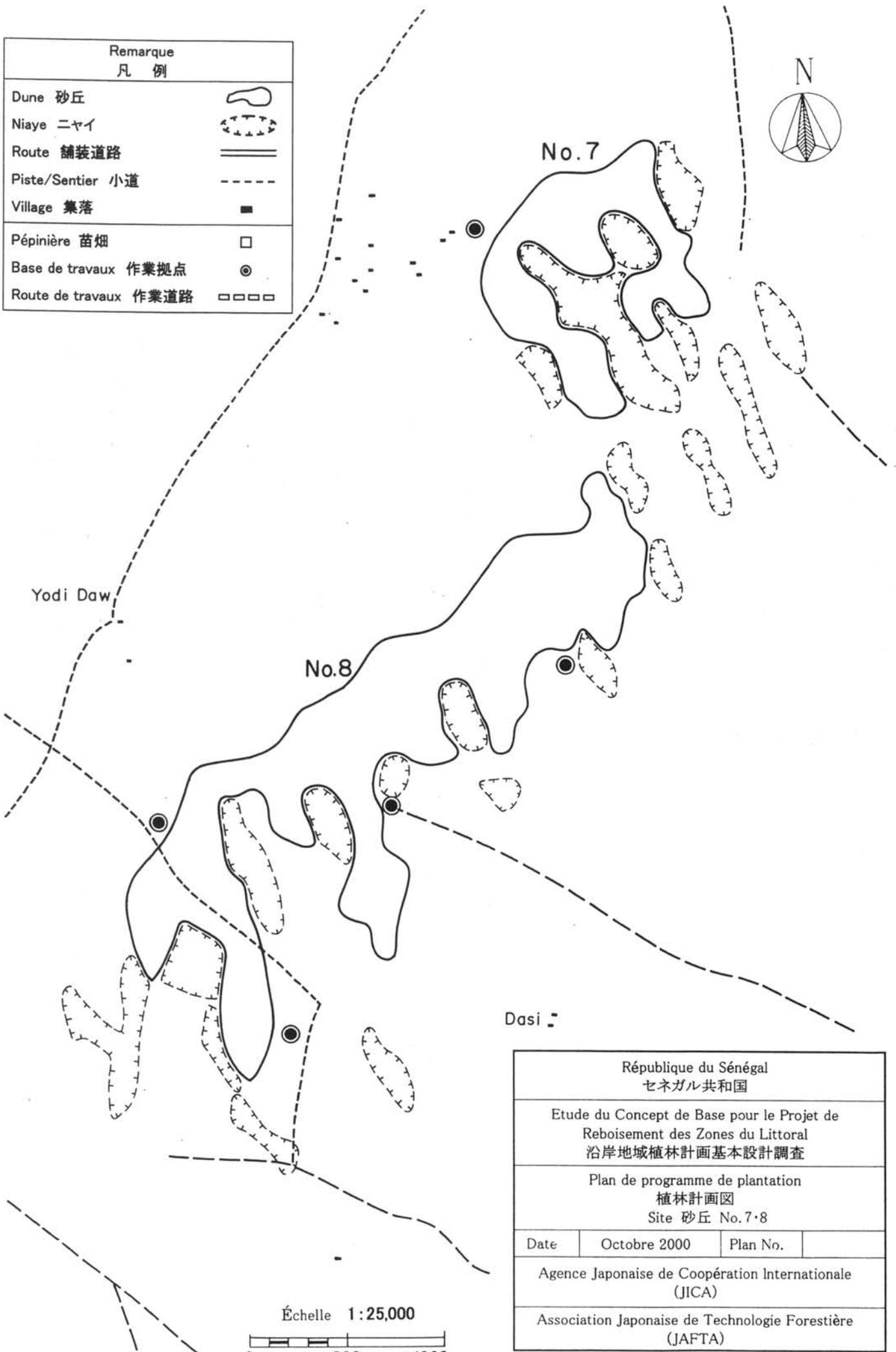


Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.5・6			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

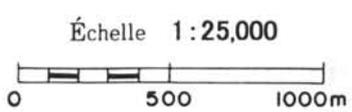
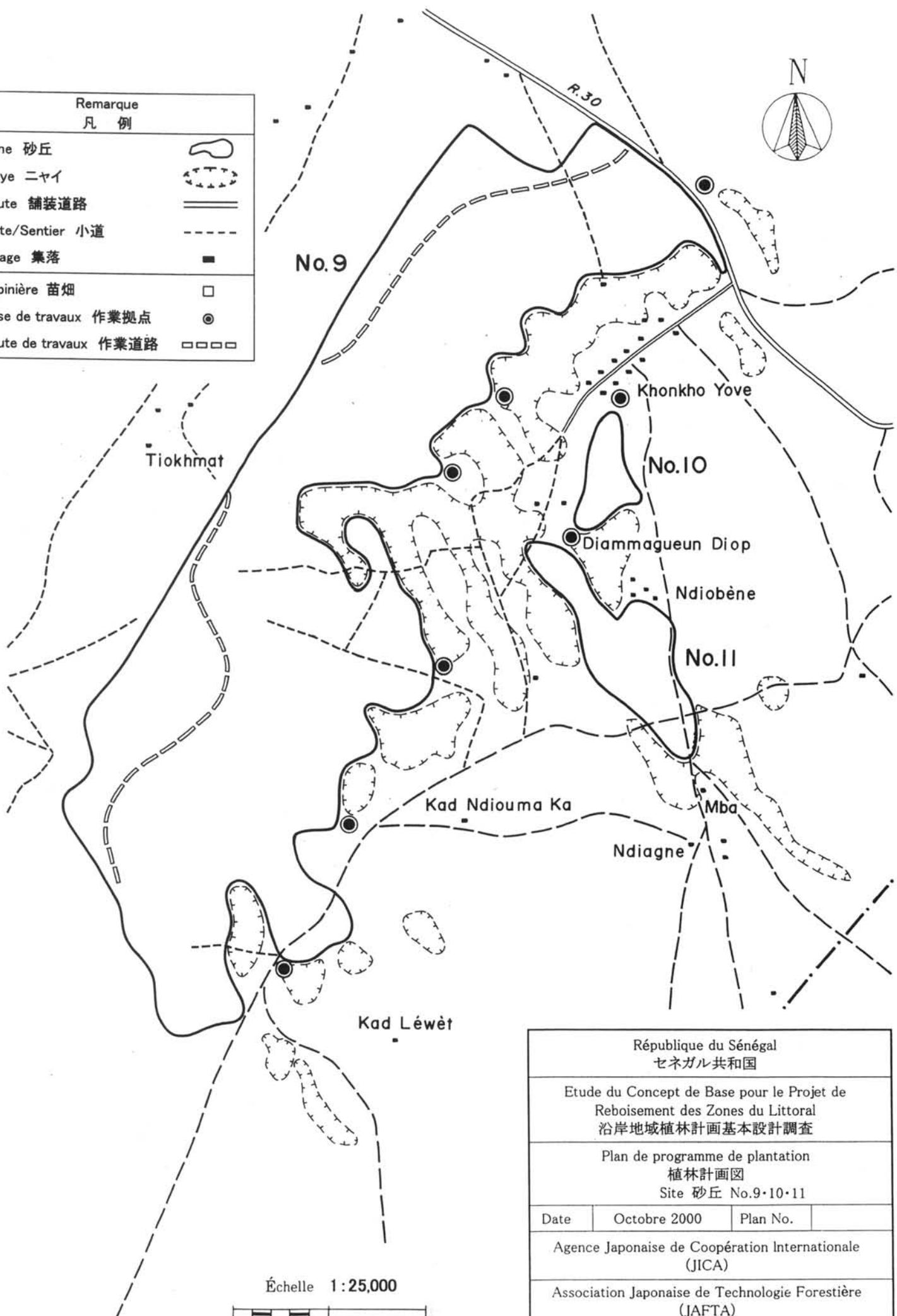
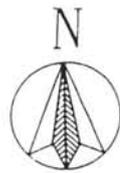
Remarque	凡例
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No. 7・8			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

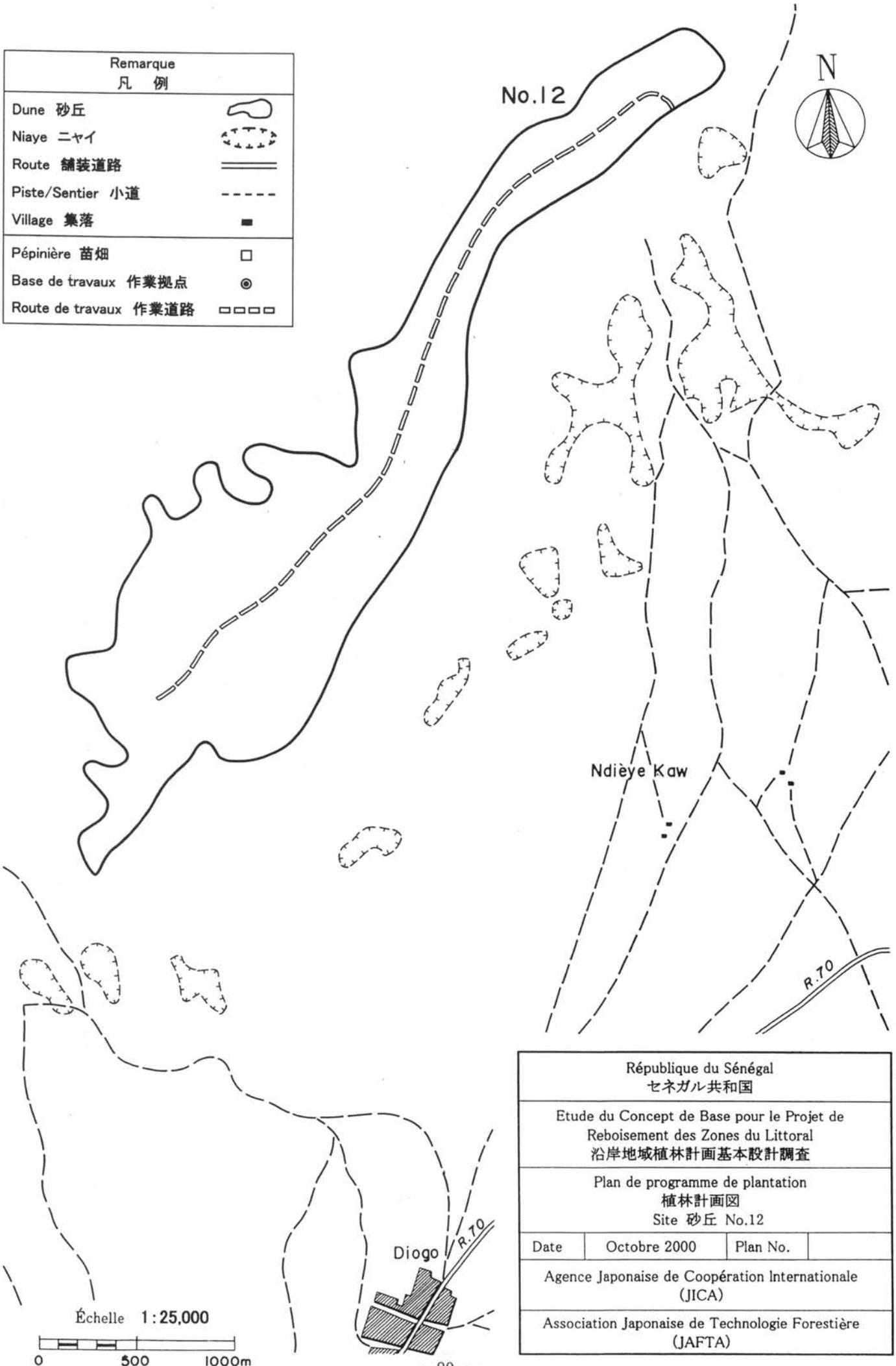
Échelle 1:25,000  
0 500 1000m  
-85-

Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



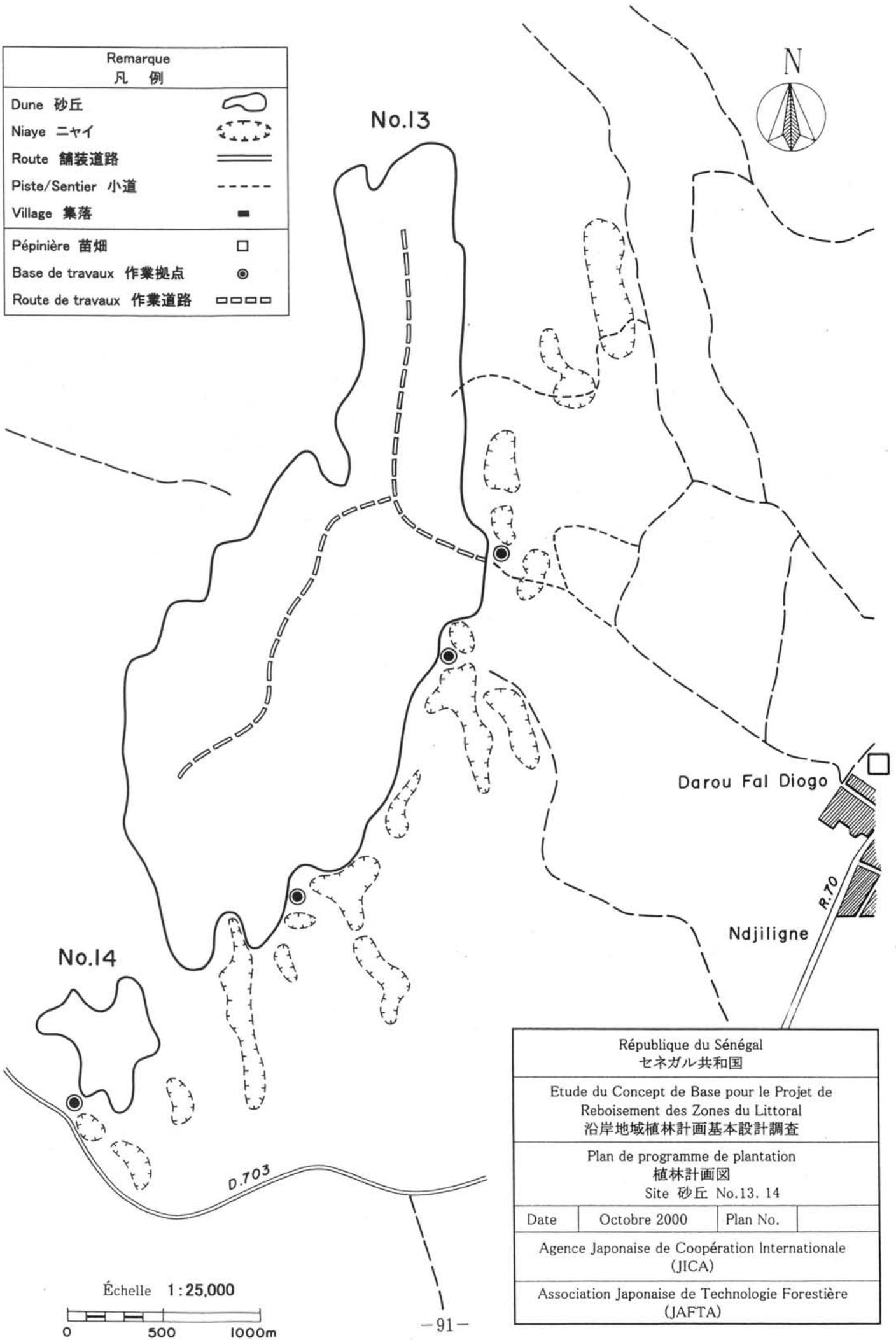
République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.9・10・11			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



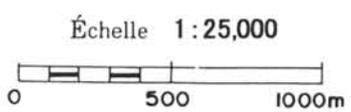
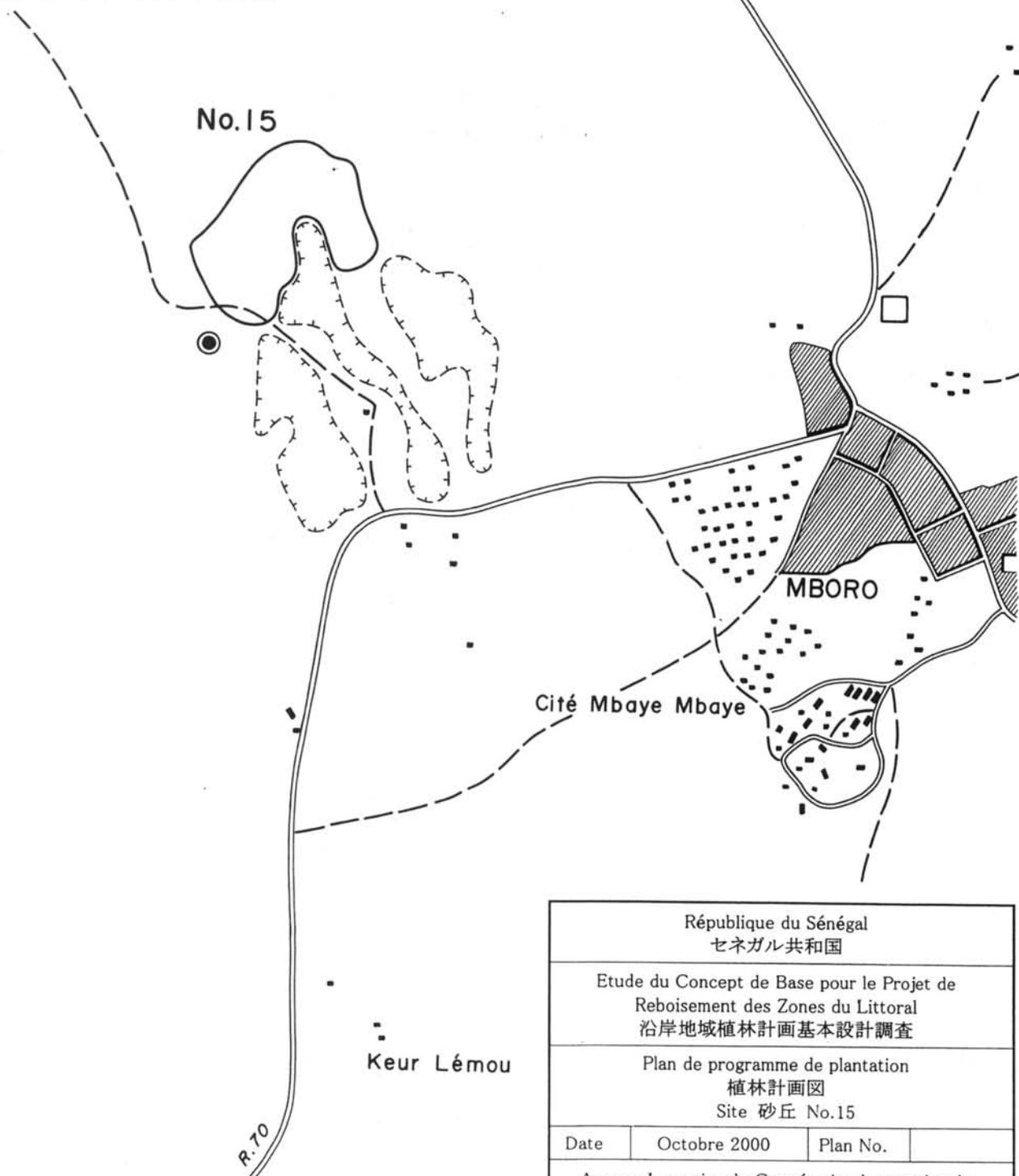
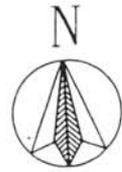
République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.12			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



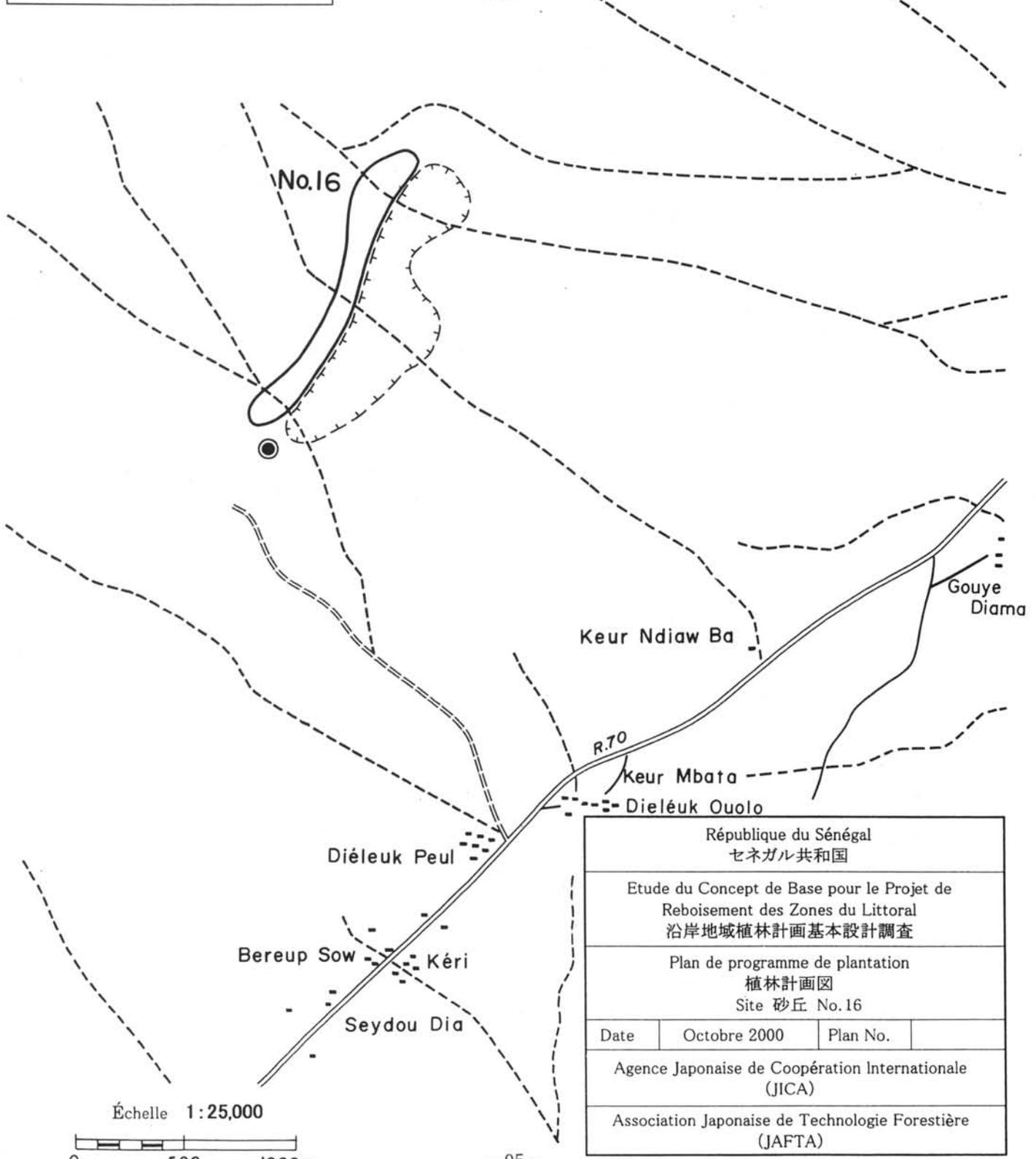
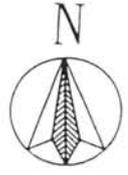
République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.13. 14			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.15			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			

Remarque 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	
Base de travaux 作業拠点	
Route de travaux 作業道路	



République du Sénégal セネガル共和国			
Etude du Concept de Base pour le Projet de Reboisement des Zones du Littoral 沿岸地域植林計画基本設計調査			
Plan de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No.16			
Date	Octobre 2000	Plan No.	
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)			
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)			