

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

セネガル共和国(République du Sénégal, 以下「セネガル国」とする)は、アフリカ大陸の西端に位置し、国土面積は197,161km²(日本の約半分)、人口は約1,170万人(2005年 世銀)である。本プロジェクトの対象地域を含むセネガル国北西部の沿岸地域は、海岸砂丘及び内陸砂丘が連なり、その砂丘間に「ニヤイ」¹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栽培が盛んに行われ、表1-1に示すように国内の野菜生産量の80%以上を担う重要な農業生産地帯となっている。

表1-1 野菜生産の推移

年	ニヤイ地域を含む州① (ton)				全国 ② (ton)	左記4州の生産量 の割合 ①/② %
	Dakar	Thiès	Louga	Saint-Louis		
1999/00	49 564	69 122	30 067	81 918	257 213	90
2000/01	56 002	76 552	34 629	90 756	286 740	90
2001/02	55 754	76 301	30 075	82 876	273 872	89
2002/03	58 781	50 544	26 987	82 227	255 566	85
2003/04	73 345	77 272	17 811	55 639	255 188	88

Source : Unité de Politique Agricole, Ministère d'Agriculture

一方、海からの強い卓越風による農耕地、家屋等への飛砂被害が激しく、1940年代から飛砂防止保全事業(植林活動)が実施されてきた。海岸砂丘における植林事業は1975年からFAO、USAID、ACDI等の支援により実施され、現在では首都ダカールからサン・ルイに至る延長約200kmの海岸に1.2万haの海岸防災林が造成されている。

しかし、未だ固定されていない海岸砂丘と地表植生が破壊され再活性化した内陸砂丘からの飛砂現象は依然として激しく、農耕地、家屋等の保全が同地域の重要な課題として残っている。

1-1-2 開発計画

(1) 環境セクターの政策

セネガル国の環境分野の政策は環境セクター政策書簡(Lettre de Politique Sectorielle de l'Environnement / LPSE : 2004年3月)によって定められている。同書簡では、1)自然資源と環境劣化の軽減、2)貧困削減への貢献、3)サービスの改善、4)地球環境保全への貢献の4つの主要課題・目標のもとに、下記の8つのプログラムを設定した。援助機関からの支援を含む環境自然保護省のすべての活動はこのプログラムに付随するプロジェクトとして組み込まれている。

- ① 森林及び動物の管理プログラム
- ② 環境に配慮した住民行動推進プログラム
- ③ 海洋及び沿岸環境保護プログラム
- ④ 自然資源及び環境管理における住民、民間企業及び地方公共団体の参加推進プログラム
- ⑤ 自然資源及び環境への認識改善プログラム
- ⑥ 国及び地方公共団体の技術及び制度的能力強化プログラム

¹ 現地語の「ニヤイ」には、「砂丘間の窪地」を指す場合と沿岸地域名を指す場合がある。

⑦ 地球環境保全への貢献プログラム

⑧ 公共物及び公費管理プログラム

一方、同国の貧困削減戦略ペーパー(Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté / DSRP)の策定(2002年6月)に伴って、環境自然保護省内に調査計画モニタリング室(Cellule d'Etude, de Planification et Suivi / CEPS)を設置し、2005年から3年間のセクター別中期支出計画(Cadre de Dépenses Sectorielles à Moyen Terme / CDS-MT)を策定した。

CDS-MTは、DSRPとLPSEに記されている戦略との整合性、計画実現のための複数年次にまたがる計画策定と実施、公共支出と成果のモニタリング・評価等を明確にするとともに、同省及び省内各局の予算を確保するものである。

(2) セネガル森林政策

セネガル国の森林政策は、「セネガル森林行動計画(Plan d'Action Forestier au Sénégal / PAFS)」(1992年策定)を2005年4月に改訂した「セネガル森林政策(Politique Forestière du Sénégal / PFS)」によって定められている。

同政策では、2005年から2025年までの長期展望として「森林資源と生物多様性を持続的に管理・保全することにより貧困削減に貢献し、地方分権化政策と整合性を図りながら住民のニーズを満たし、社会経済活動及び自然資源の保全との均衡を維持する。」ことを掲げ、セネガル全土を6つに分けた環境・地理ゾーン(Zone Eco Géographique / ZEG)毎に開発課題及びそれに対処するための主要テーマとアクションを示している。

本プロジェクトの対象地域を含む「ニヤイ及び沿岸地域環境・地理ゾーン(ZEG des Niayes et du littoral)」においては、「窪地(野菜栽培地)に好影響を与えるため砂丘を森林で被覆する」とした上で、森林生態系にとって負の要因となるものとして、人口増加、人口流入と新都市建設、野菜栽培の激増、人工林の不法伐採、動物相の消失、モクマオウ人工林の枯死、地下水の塩水化等を挙げている。優先課題及び行動計画としては、アグロフォレストリーの推進、モクマオウ林帯の管理、天然産物の貯蔵と加工の連携支援、ニヤイの総合的開発推進、水土保持、ダカール・ティエヌムブル三角地帯の大都市近郊林の管理等を挙げている。

一方、セネガル国の森林法(1965年制定)は国家による森林資源管理を主眼に置いたものであったが、リオデジャネイロ環境サミット後の1993年、さらに地方公共団体法の制定(1996年)後の1998年に改正され、森林資源管理における住民参加と地方公共団体への管理権委譲を法的に明確にした。

(3) 当該地域の開発計画

本プロジェクトの対象地域を含むセネガル国北西部の沿岸地域の総合的な開発計画として、セネガル国国土整備局の「グラン・コート開発ガイドライン(Schéma Directeur d'Aménagement de la Grande Côte / SDAGC)」が現在策定中(2006年12月完成予定)である。

同ガイドラインは、ニヤイ地域の経済開発、自然及び文化財産の保護・発展、都市開発、資源の適正配分等の諸活動を統合するものである。ガイドラインの策定に当たっては、ACDI(カナダ国際開発機関)の支援により2005年11月から開始した「ニヤイ地域における整備及び経済開発技術支援プロジェクト(Projet d'Assistance Technique à l'Aménagement et au Développement Economique des Niayes / ATADEN)」が、関係省庁、地方自治体、多くの関連プロジェクト等が参加するガイドライン策定委員会を設立して、セクターを跨ぐ包括的な視点から調整を図りつつ、作業を進めている。

1-1-3 社会経済状況

(1) セネガル国の社会・経済状況

セネガル国の基本的な社会・経済状況は添付資料-4 に示すとおりである。

同国の経済状況は、2005年の国内総所得(GNI)は約82億ドル、1人当たりの国民総所得は約710ドルである。セネガル国の経済は、落花生栽培などの農業が中心で、一次産品価格の低迷などにより、財政赤字、国際収支赤字、対外債務問題が恒常化していた。このような状況の中で、1994年1月のCFAフラン切り下げ以降、政府が緊縮財政、構造調整、民営化などに努力した結果、経済は上向き、経済成長率は高水準で安定(2003-2004年にかけて6%台)、物価上昇率も抑制されている(2004年0.5%)。

2004年の主要産業別GDPは、第三次産業が63%を占め、第二次産業が20%、第一次産業が17%となっている。輸出総額(2000年はGDPの29.9%、2004年はGDPの27.8%)では1996年以降2002年までは毎年増加していたがその後は減少傾向にある。また輸出品目については、水産物がもっとも大きな割合(2003年で総額の21.5%)を占めてきており、次がリン酸となっている。伝統的に重要な輸出品目であった落花生は、近年そのシェアを縮小している。輸入総額(2000年はGDPの39.8%)、2004年はGDPの41.3%)は、1996年以降毎年増加傾向にあり、大幅な輸入超過となっている。輸入品目では石油の輸入額が大きなシェアを占めているほか、近年、米の輸入量が増える傾向にある。

本プロジェクトの実施に当たり特に配慮すべき同国の社会状況として、地方分権化がある。

同国の地方分権化については、「地方公共団体に関する1996年3月22日付け法令第96-06号」により、地方公共団体の法的身分を明確に定めており、これまで国の地方機関が一元的に行使してきた権限の一部を地方公共団体に委譲することとしている。

地方公共団体は州、コミューン、地方共同体(コミュンテレーラル:CR)であり、それぞれに住民の代表で構成される評議会が設置されている。地方共同体に委譲された主な権限としては、国有地の管理と使用、環境保全と自然資源管理(土地・森林・水資源の保全と管理、衛生活動)等がある。

なお、国有地に関する法令(1964年制定)によって、国有地は下記の4ゾーンに分類されている。地方公共団体に土地管理や森林を含めた自然資源管理が委譲された国有地は、国有指定ゾーンを除く3ゾーンである。

- 都市ゾーン:コミューン(市)の領域に位置する地域
- 国有指定ゾーン:国有林地、保護地域など何らかの指定対象となっている地域
- テロワールゾーン:住民の居住、耕作または牧畜で常時利用されている地域
- 開発ゾーン:上記の地域以外の地域

(2) 当該地域の社会経済状況

本プロジェクトの対象地域における社会・経済状況は添付資料-9「社会経済状況調査結果概要」に示すとおりである。

同調査は、本プロジェクトの対象地域を含むルーガ州の3地方共同体とティエス州の1地方共同体を対象として実施した。この4地方共同体には306の村落と43の小集落があり、総人口は約68,000人である。住民の主要な生業は農業(雨期栽培)、畜産及び小規模商業であり、果樹栽培、林業、野菜栽培も局所的に行われている。ニャイ(窪地)では多種類の野菜が生産されている。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

セネガル国は、1992年に策定した「セネガル森林行動計画」の中で、「ニヤイ地域の保全及び周辺地域の砂丘固定」を目的とした沿岸地帯の保全事業を計画し、ニヤイ・沿岸地域(2,130km²)の砂丘固定を重要課題の1つとして掲げている。

上記計画を踏まえ、同国は必要な資機材の調達並びに施設の整備を含む植林プロジェクトについて、1998年8月に日本の無償資金協力を要請した。この要請に基づき、日本国政府は、2000年4月～11月にJICAによる基本設計調査を実施し、ティエス州及びルーガ州の16つの砂丘(約2,037ha)を対象とした砂丘固定林の造成に係る協力を計画した。要請内容と基本設計における協力内容は表1-2のとおりである。

表1-2 要請内容と基本設計の協力内容の比較

区分	要請内容	基本設計の協力内容
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

基本設計において、事業は2期分けのA国債案件(各期5ターム)として計画され、第1/2期事業は2001年11月から2005年10月にわたって実施され、ティエス州の5砂丘において砂丘固定林約765ha(植栽面積697.4ha)が造成された。

1/2期については、2006年現在、植栽後1～3年の幼齢林ではあるが、防風柵や伏工の効果と相まって飛砂の抑制が認められ、周辺の野菜栽培地においても野菜栽培面積の拡大ならびにこれに伴う生産量の増加等が確認されている。

しかし、植林地に介在する草本・灌木散生地にあつては、植栽木の活着及び成長が裸地と比較して劣ることが明らかとなっている。

一方、2/2期で植林を予定するルーガ州(一部ティエス州を含む)に所在する11砂丘(12.72km²)の周辺には植生地が相当規模で広がっていることが判明した。また、2/2期事業のプロジェクトサイトは、1/2期よりも降雨量が少ない傾向にあることから、2/2期事業の実施にあたっては、これら条件を踏まえて適切な計画を策定する必要がある。

上記のとおり、基本設計調査時より既に5年が経過していることを踏まえ、1/2期事業の植林成績及び2/2期計画地の現状調査を通じて要請内容の妥当性を検証し、植栽対象砂丘及び適用植林技術を見直した上で、あらためて基本設計を策定すべく2006年2月～3月に事業化調査を実施した。

1-3 我が国の援助動向

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、保健・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以下のとおりであり、現在2つの技術協力が実施中である。それぞれの概要を表1-3に示す。

表1-3 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
[無償資金協力] 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	Thiès 州 Thiès 県を対象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	Bango、Mbao 及び Fimela の 3 苗畑における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I期)	Louga、Hann 及び Ngabou の 3 苗畑における施設整備、資機材調達及び同プロジェクト本部の建設
		1997 (第II期)	Matam 及び Nioro 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	Linguère、Kaffrine、Tambacounda 及び Kédougou の 4 苗畑における施設整備及び資機材調達
セネガル共和国沿岸地域植林計画(PRL)	無償資金協力	2000-2005	本事業の1/2期。ディエス州約700haの固定林の造成
[技術協力]	個別専門家派遣	1996-1999 1999-2001 2002-2004	苗木育成場整備、沿岸植林計画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の派遣
セネガル総合村落林業開発計画(第1フェーズ)(PRODEFI)	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 Mbao、Fimela 及び Nioro 苗畑の周辺地域を対象とした村落林業に係る技術協力
セネガル総合村落林業開発計画(延長フェーズ)	技術協力プロジェクト	2005-2008 (実施中)	Kaolack 州 Nioro 県の 30 ヶ村を対象に、持続的自然資源管理活動の普及モデルを構築する技術協力
セネガル国プティット・コート及びサルーム・デルタにおけるマングローブの持続的管理に係る調査	開発調査	2002-2005	マングローブの保全と持続的利用を図るため、森林、水産、観光資源などマングローブの多面的機能を考慮した計画の策定及びパイロットプロジェクトの実施
セネガル国サルームデルタにおけるマングローブ管理の持続性強化プロジェクト(PAGEMAS)	技術協力プロジェクト	2005-2008 (実施中)	開発調査の第2フェーズ。対象村落住民が持続的かつ普及可能な方法によってマングローブ資源を利用・管理できるようなることを目標とした技術協力

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 環境セクターや地域開発に関する主要プロジェクト

環境セクターにおける貧困削減戦略の中期支出計画(CDS-MT)に対して、環境自然保護省の計画策定能力の強化を図ってきたオランダが 2005 年から財政支援を開始した。実施期間は 2009 年までの 4 年間であり、投入総額は 6,750 万 EURO である。この資金はセネガル国財務省の国庫(Trésor Public)に直接投入されて環境自然保護省の予算となり、同省内に設置された調査計画モニタリング室(CEPS)が資金使用の優先分野の決定、資金管理、プロジェクトの実施・モニタリングを行うことになっている。

一方、本プロジェクトの対象地域を含むセネガル国北西部の沿岸地域の開発計画として、以下のプロジェクトがある。

1) ニヤイ地域における整備及び経済開発技術支援プロジェクト(Projet d'Assistance Technique à l'Aménagement et au Développement Economique des Niayes / ATADEN)

同プロジェクトは、ACDI(カナダ国際開発機関)がセネガル国国土整備局を支援するため 2005 年 11 月から実施中である。

同プロジェクトは、①グラン・コート開発ガイドライン(Schema Directeur d'Aménagement de la Grande Côte / SDAGC)の策定支援、②省庁間の調整・協調支援、③ニヤイ地域の整備・経済開発プログラム(Programme d'Aménagement et de Développement Economique des Niayes / PADEN)の策定支援を段階的に実施する予定である。

本プロジェクトの計画策定及び事業実施に当たっては、綿密に連絡をとり、調整・連携する必要がある。

2) 新都市計画(Projet Ville Nouvelle)

同プロジェクトは、2005 年 7 月の国会において承認され、セネガル国大統領直轄の投資・大事業推進国家機構(Agence nationale chargée de la promotion des investissements et des grands travaux / APIX)が実施中である。

新都市建設予定地は全国に 4 箇所指定されており、本プロジェクトの対象地域では「ダカール北東 120km 地域」が指定されている。

本プロジェクト地域が含まれる可能性もあるため今後の計画の動きを確認し、調整・連携する必要がある。

(2) 対象地域における主要な森林関連プロジェクト

本プロジェクトの対象地域を含むセネガル国北西部の沿岸地域において現在実施中の主要な森林関連プロジェクトは表 1-4 のとおりである。

表1-4 森林関連プロジェクト

プロジェクト名	活動概要等
<p>資金支援プロジェクト Programme Appui Budgétaire (PAB)</p>	<p>オランダの支援により2004年から開始。 2005年からはCDS-MTと連動して、水森林狩猟土壌保全局の植林、森林火災対策、森林整備、林産物生産、人材養成等の活動に対する資金支援を実施している。 ニヤイ地域では、2005年よりTivaouane及びKébémér県における砂丘固定プロジェクトを支援している。 本プロジェクトと植林対象地が重複することはないが、同プロジェクトが整備・利用しているLompoul苗畑を本プロジェクトでは拡張整備する計画であることから、その調整が必要である。</p>
<p>農民企業者支援プロジェクト Projet d'appui à l'entrepreneuriat paysan (PAEP)</p>	<p>ACDI(カナダ国際開発庁)の支援により1999年から実施。 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を図っている。森林分野ではモクマオウの海岸林の整備・更新を支援している。 本プロジェクトとの植林対象地、活動内容の重複はなく、地域全体としての開発面で協調することが重要である。</p>
<p>セネガル生態系の総合的管理計画 Programme de Gestion intégré des Ecosystèmes Sénégalais (PGIES)</p>	<p>FEM(世界環境基金)及びPNUD(国連開発計画)の支援により1999年より実施。 目的は住民参加型の資源の持続的利用と利益の公平分配により生態系の生物多様性を持続的に保全することである。対象とする保護地域はセネガル全国に4箇所あり、自然遺産地域、ラムサール条約箇所を含む約570万㎡である。保護地域の1つであるニヤイ地域では、4箇所の共同体自然保護地域(Reservé Naturelle Communautaire / RNC)を設けている。 本プロジェクトの植林対象地とRNCに重複はなく、地域全体としての開発面で協調することが重要である。</p>
<p>セネガル農業市場開発プログラム (Programme de Développement des Marchés Agricoles du Sénégal / PADMAS)</p>	<p>同プログラムは多くの出資者(世銀、AFDS(社会開発基金)、ACDI、EU(ヨーロッパ連合)等)の参加を得てセネガル国政府が開始したものである。現在は準備期間であり、農業・水利省の省令によって国家レベルの委員会が設立されたところである。 同プログラムの目的は、農産物供給の連鎖の中で、納入業者をはじめ、物流部門、運搬部門、技術部門等の多くの異業者の連携システムを構築することであり、ニヤイ地域では灌漑の新技术の開発が計画されている。 農業対象地と本プロジェクトの植林対象地は重複することがなく、むしろ、ニヤイ地域の発展のために相互に連携することが重要である。</p>

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 組織

本プロジェクトの実施機関は、環境自然保護省(Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature / MEPN)の水森林狩猟土壌保全局(Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols / DEFCCS)である。同局の下部組織(地方出先機関)として、全国11州に森林管理局(Inspection Régionale des Eaux et Forêts / IREF)、各州の県毎に森林管理署(Secteur Forestier)、各県の郡毎に森林管理事務所(Brigade)が設置され、さらに、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。

水森林狩猟土壌保全局の行政機構図は、図2-1に示すとおりである。

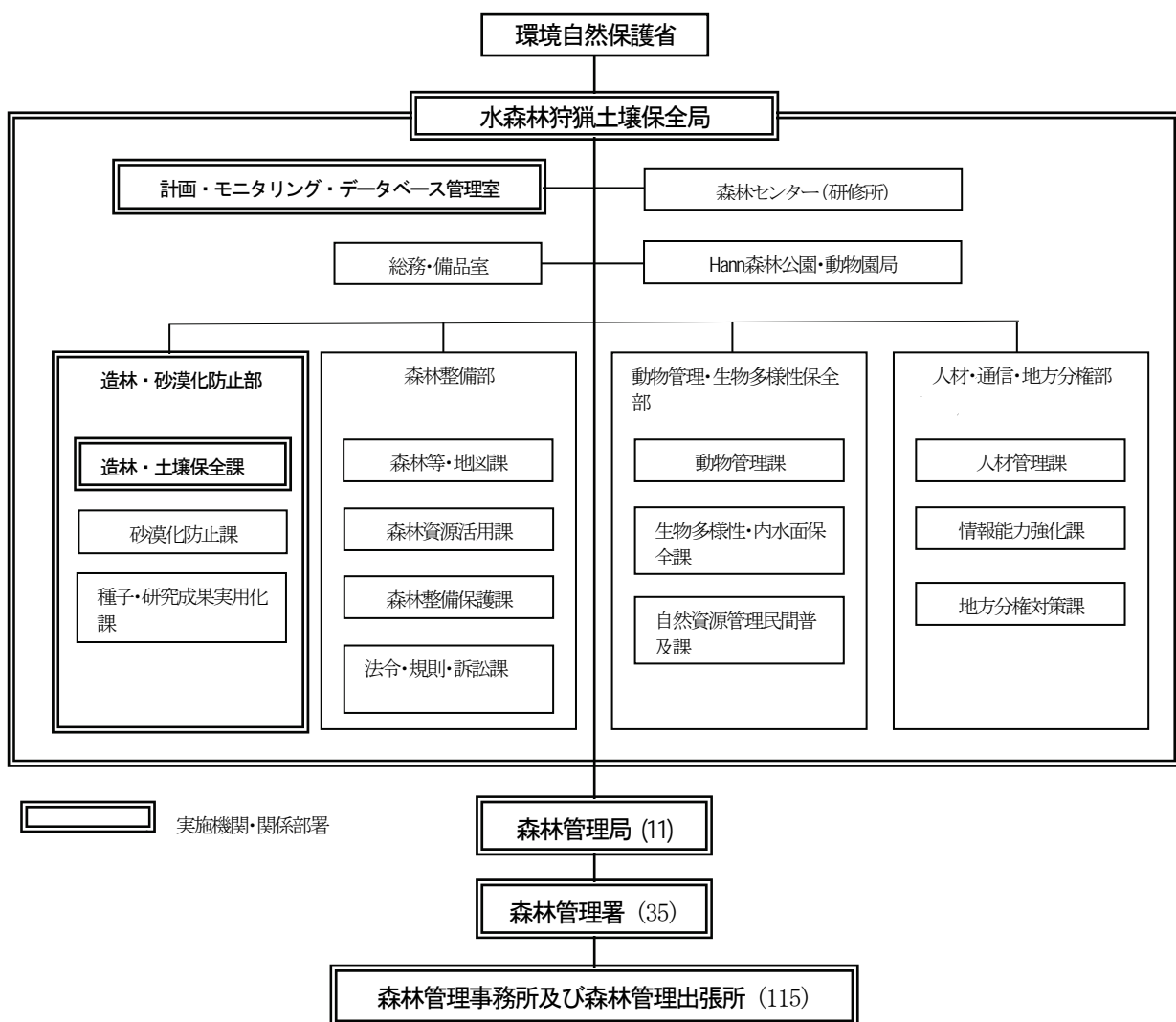


図2-1 水森林狩猟土壌保全局の行政機構図

本プロジェクトの実施中は、水森林狩猟土壌保全局に直属する形でプロジェクト専任のコーディネーター、補佐官、秘書等の数名から成るプロジェクト・チームが編成される。プロジェクト・チームは、造林・土壌保全課(BRCS)、ルーガ

森林管理局、ルーガ及びケベメル森林管理署と連携しながら、事業実施に係るセネガル側負担事項を円滑に実施する。本プロジェクトの実施後(植林地の引渡し後)は、ルーガ森林管理局及び関係森林管理署が植林地を管轄し、地域住民と協力しながらその運営・維持管理を行う。また、本プロジェクトの評価は、計画・モニタリング・データベース管理室が担当する。

(2) 人員

2000年10月付けで本プロジェクトの専任コーディネーター(水森林技師(IEF))が1名任命され、第1/2期事業の前半期には補佐官、秘書及び運転手の計4名から成るプロジェクト・チームが編成された。現在、同コーディネーターの他、秘書及び運転手の計3名が継続して業務を行っている。

現場における実施機関であるルーガ森林管理局、ルーガ及びケベメル森林管理署の現有要員は、表2-1に示すとおりである。

表2-1 各関係森林管理局・署の要員

局・署名	役職	格付	人数	主要業務
ルーガ 森林管理局	局長	水森林技師	1	州レベルの指導・調整・管理(*)
	狩猟部長	国立公園業務技師	1	州レベルの狩猟計画・実施管理
	造林部長	水森林業務技師	1	州レベルの造林計画・実施管理(*)
	会計	水森林技師補	1	—
	森林保護官	水森林技師補	1	ルーガ市における指導・調整・管理
ルーガ 森林管理署	署長	水森林技師	1	県レベルの指導・調整・管理(*)
	苗畑担当官	水森林技師補	1	ルーガ公営苗畑の運営・管理
	森林管理事務所長	水森林技師補	4	現場における指導・調整・管理(*)
	森林管理出張所長	水森林技師補	1	現場における指導・調整・管理(*)
ケベメル 森林管理署	署長	水森林技師	1	県レベルの指導・調整・管理(*)
	森林管理事務所長	水森林技師補	4	現場における指導・調整・管理(*)
	森林管理出張所長	水森林技師補	1	現場における指導・調整・管理(*)

出典：森林管理局提供資料

注) *印：本プロジェクトとの関連がある。

2-1-2 財政・予算

(1) 水森林狩猟土壌保全局の予算

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4年間(2002～2005年)の予算は表2-2に示すとおりである。2001年までは国家森林基金からの予算により事務費、通信費等が補填されていたが、2002年からは予算体系が変更され、国家森林基金は森林局予算の中に組み込まれた。2005年の予算は789,794,000FCFA(約1億7千万円)である。この間対前年比平均1.1%の伸びを示している。また、これとは別に表2-3に示す投資強化予算として2002年と2003年は5億FCFA(約1億1千万円)、2004年と2005年は3億FCFA(約6千5百万円)が充当されている。

表2-2 水森林狩猟土壤保全局の予算実績

(千FCFA)

項 目	2002年	2003年	2004年	2005年
事務経費	4,000	4,000	4,000	4,000
通信費	3,000	3,000	3,000	8,000
車両維持費	10,300	10,300	10,300	16,094
国内出張費	266	266	1,266	1,266
他の事務費	2,650	2,650	2,650	2,650
燃料費	1,784	1,784	4,284	4,284
登録費	200	200	200	500
他の手当	345,000	345,000	351,000	351,000
制服費	395,000	40,000	40,000	40,000
保守管理費	3,000	3,000	3,000	7,000
その他購入費	-	355,000	355,000	355,000
合計	765,200	765,200	774,700	789,794
前年比%	100.0	100.0	101.2	101.9

出典:水森林狩猟土壤保全局提供資料

表2-3 水森林狩猟土壤保全局の投資強化予算

(千FCFA)

項 目	2002年	2003年	2004年	2005年
職員給与	161,200	154,200	92,520	92,520
社会保険費	38,800	31,800	19,080	19,080
燃料費	30,000	30,000	18,000	18,000
苗畑機材及び保護	100,000	107,000	64,200	64,200
水道費	10,000	10,000	6,000	6,000
普及工法費	30,000	30,000	18,000	18,000
種子、生産費	130,000	137,000	82,200	82,200
合計	500,000	500,000	300,000	300,000
前年比%	100.0	100.0	60.0	100.0

出典:水森林狩猟土壤保全局提供資料

(2) ルーガ森林管理局及び関係各署の予算

本事業と関連する森林管理局・署の過去6年間の予算実績を表2-4に示す。

2005年の予算総額は、ルーガ森林管理局が3,740,000FCFA(約82万円)、ルーガ及びケベメル森林管理署が2,400,000FCFA(約53万円)、1,500,000FCFA(約33万円)となっている。

2000年以降の予算実績の推移を見ると、ルーガ森林管理局は2000年時点に比較して2005年では予算がほぼ倍増している。森林管理署の予算は1,750,000FCFA前後で推移している。

表2-4 各森林管理局・署の予算

(千FCFA)

局・署	項目	2002年	2003年	2004年	2005年
Louga 森林管理局	燃料費	500	500	500	500
	運営費				
	水道代	73	73	73	
	電気代	200	200	200	
	電話代	200	200	200	
	諸経費				
	事務経費	800	800	800	800
	車両維持費	200	200	200	500
	通信費			300	600
	維持管理費			300	400
	出張費			300	400
	諸経費			270	540
	合計	1,973	1,973	3,143	3,740
	前年比%	100.5	100.0	159.3	119.0
Louga 森林管理署	燃料費	500	500	500	500
	運営費				
	水道代	50	50	50	
	電気代	200	200	200	
	電話代	200	200	200	
	事務経費	800	800	800	800
	資機材費				100
	通信費				400
	車両維持費				500
	出張費				100
	合計	1,750	1,750	1,750	2,400
	前年比	125.7	77.5	102.6	137.1
Kebemer 森林管理署	燃料費	500	500	500	500
	運営費				
	水道代	50	50	50	
	電気代	200	200	200	
	電話代	200	200	200	
	事務経費	800		800	800
	資機材費		800		100
	出張費				100
	合計	1,750	1,750	1,750	1,500
	前年比%	100.0	100.0	100.0	85.7

出典: 水森林狩猟土壌保全局提供資料

2-1-3 技術水準

水森林狩猟土壌保全局の格付は、水森林技師(IEF)、水森林業務技師(ITEF)、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。水森林技師補は、国内の森林技師養成専門学校を卒業した技術者である。水森林技師補は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。

2-1-4 既存の施設・機材

本計画の内容は、①防風柵等の設置、②苗木生産、③植栽、④作業道の開設等である。使用可能な既存施設としては、森林局が所有するLompoul苗畑及びSag苗畑がある。Lompoul苗畑には苗床及び浅井戸があるが、オランダの資金支援による植林のために使用されており、使用中のものは本計画には使用できない。敷地も約0.7haで本計画用には小規模であるため当苗畑南部及び西部に森林局が所管する敷地に拡張整備することについて森林局から同意を得ている。必要な機材はないが、苗床、管理事務所、倉庫、車両修理工場、井戸の作設等を行う必要がある。対象地域北部のSag苗畑は、アクセス条件が悪いので使用できない。これに代わり地方共同体がKeur Coura Dieryに苗畑用地を提供することについて森林局と合意している。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

サイト周辺における道路、水道、電気、通信等の整備状況は以下のとおりである。

(1) 道路

道路はダカールからルーガまでは舗装された幹線道路が走っている。ルーガから対象地の北の拠点となるポトウまで、及びケベメルから対象地の南の拠点となるロンプールまでは舗装道路である。対象地の北西の海岸沿いには現在PNIR(地方インフラ国家計画)がポトウからガルダメルまで未舗装ではあるが道路を建設中である。内陸砂丘内には村間を結ぶ馬車等の通れる未舗装の道路が多数走っている。

(2) 水道

州都ルーガには水道が敷設されているが、その他の村落は井戸に頼っている。飲料水は野菜畑周辺あるいは敷地内に掘った井戸から得ている。井戸縁が保護されたり、周囲にコンクリートが打ってあるものはごくわずかである。そのため飲料には適していないものが多い。

(3) 電気

電気は幹線道路沿いの村落までは通っているが、小村落にまでは達していない。

2-2-2 自然条件

(1) 気象

1) 気温・湿度

本計画対象地域に近接する2箇所の気象観測所における過去6年間(2000～2005年)の年平均の最高・最低気温、平均気温及び湿度を表2-5に示す。年平均気温は26.7～28°、年平均湿度は50.7～67.9%の範囲にある。

表2-5 年平均の最高・最低気温、平均気温及び湿度

(2000～2005)

気象観測所	最高気温(°)	最低気温(°)	平均気温(°)	湿度(%)
Saint-Louis	32.5	21.0	26.7	67.9
Louga	35.1	21.0	28.0	50.7

出典：気象庁資料

2) 降雨量

① 降雨の始期及び終期

サンレイ及びルーガ気象観測所の過去6年間(2000～2005年)の降雨の始期及び終期を表2-6に示す。気象観測所及び年によって大きな変動があるが、ルーガ気象観測所の降雨の始期は5月12日～7月28日、終期は9月27日～10月21日である。

表2-6 降雨の始期及び終期

年	Saint-Louis		Louga	
	始期	終期	始期	終期
2000	7/07	10/18	7/06	10/18
2001	7/27	10/01	7/04	10/11
2002	7/17	10/11	7/17	10/11
2003	7/11	10/24	7/28	10/21
2004	5/29	9/27	5/29	9/27
2005	6/15	10/6	5/12	-

出典：気象庁資料

② 年降雨量及び月降雨量

セネガル国沿岸地域に近接する6箇所の気象観測所における過去21年間の年降雨量及び月降雨量の平均を表2-7に示す。年降雨量は245.8～434.4mmで気象観測所により大きく異なっている。11月～5月までの7ヶ月の期間はほとんど雨が降らず、雨期はおおよそ6月から10月までの5ヶ月間であるが、8月と9月に降雨が集中して年間の約72%の雨が降る。

表2-7 年降雨量及び月降雨量

(1985～2005)

単位：mm

観測所	6月	7月	8月	9月	10月	11月～5月	合計
Saint-Louis	6.2	37.8	85.3	90.1	21.8	4.6	245.8
Leona	10.5	43.7	111.7	112.4	31.0	6.1	315.4
Louga	9.7	50.8	119.2	91.2	28.0	4.1	303.0
Kébémér	9.8	46.6	137.2	105.2	27.9	12.6	339.3
Thiès	13.8	73.4	167.8	140.3	37.5	1.8	434.6
Dakar Yoff	10.0	53.1	163.2	128.5	24.1	3.2	382.1
平均値	10.0	50.9	130.7	111.3	28.4	5.4	336.7
比率(%)	3.0	15.1	38.8	33.1	8.4	1.6	100.0

出典：気象庁資料

ルーガの気温、湿度、降雨量について図示すると、図2-2のとおりとなる。

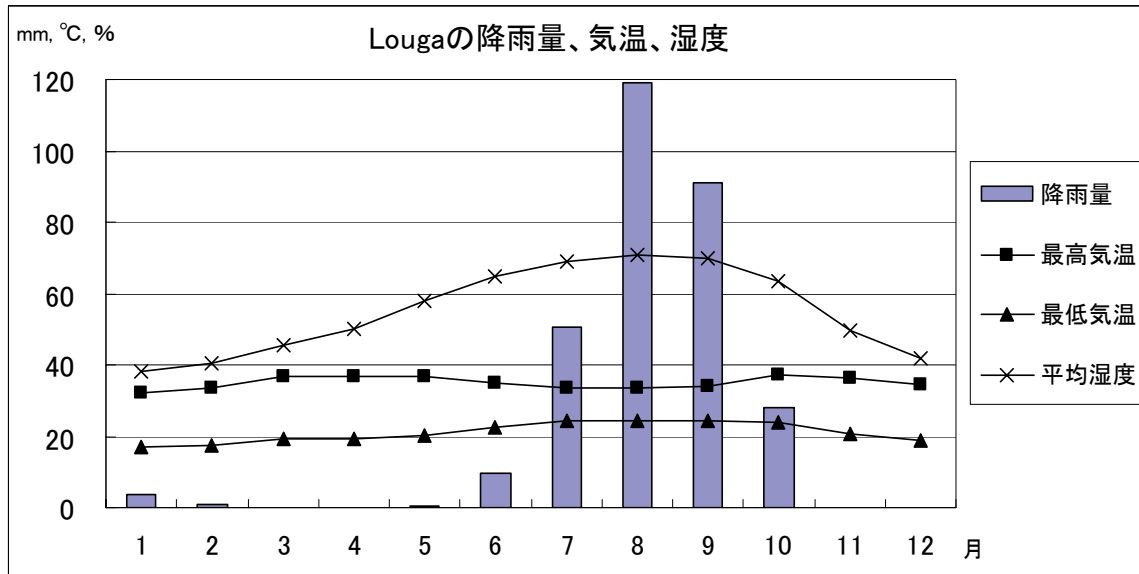


図2-2 Lougaの降雨量、気温、湿度

次に、表2-7の6気象観測所の年降雨量の比較を図2-3に示す。最南部のダカールヨフから最北部のサンレイにいくにつれて、年降雨量が減少している傾向にある。また、沿岸から気象観測所までの位置がほぼ等しいティエス、ケベメル及びルーガ気象観測所を比較すると、2/2期事業サイトに位置するルーガとケベメルの年降雨量の平均値は321mmで、1/2期事業サイトに位置するティエスの年降雨量435mmの約73.8%に相当する。

以上から、2/2期事業サイトの降雨量は1/2期事業サイトよりも少なく、植林事業に対して厳しい環境にあると言える。

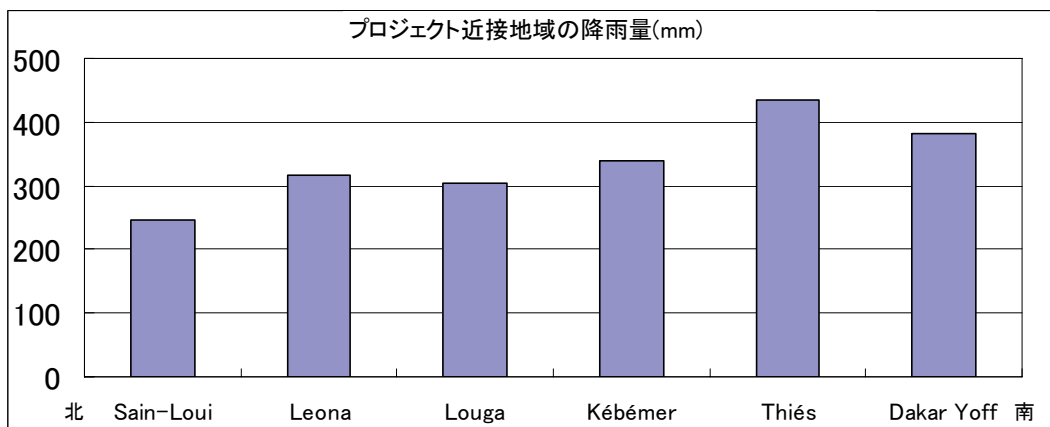


図2-3 6気象観測所の年降雨量の比較

③ 年降雨量の長期的変化

2/2期事業サイトに位置するルーガ気象観測所における過去21年間(1985～2005年)年降雨量の変化を図2-4に示す。大よそ10年を周期として雨の多い年と少ない年が出現している傾向にある。この傾向で推移するとすれば、2/2期事業の植栽が開始される2007～2009年は少雨傾向にあると想定される。

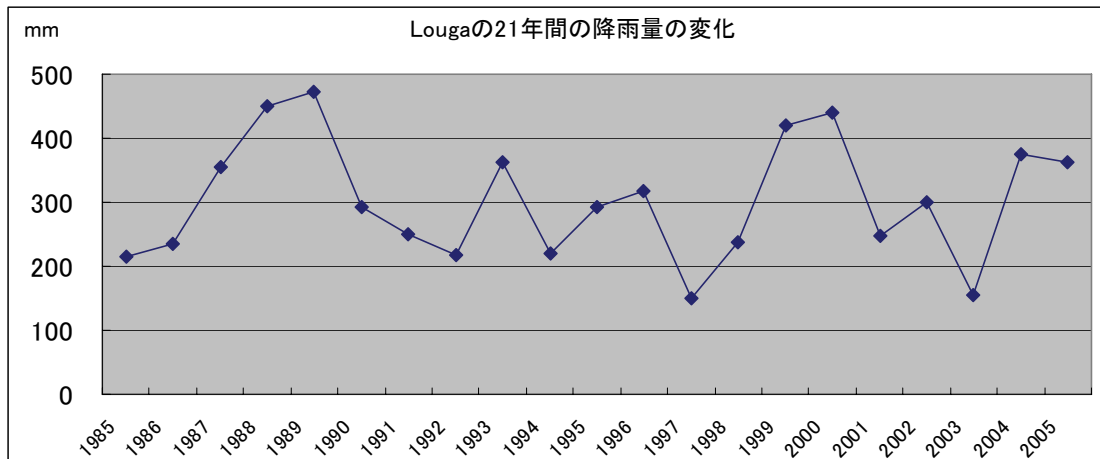


図2-4 Louga気象観測所の年降雨量の長期的変化

3) 風向・風速

上記の2気象観測所の過去6年間(2000～2005年)の風向・風速を表2-7に示す。2/2期事業サイトに最も近いルーガ観測所の主風は、2月から5月にかけて吹く北北東から北北西にかけての風で、その平均風速は3.4～3.8m/sec程度である。当地域における飛砂現象が生じはじめる風速は大よそ4.0m/sec程度であるが、最大風速は年間を通じて10m/sec程度を超えるので、当地域の飛砂現象は激しい実態にある。

表2-8 主風の風向・風速

(単位:°, m/sec, 2000～2005年)

観測所/月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Saint-Louis	風向	33	37	0	0	0	-3	-6	-6	-5	-1	3	13
	風速	3.4	3.9	4.3	4.7	4.4	4.2	3.6	3.2	2.9	2.8	3.3	3.0
Louga	風向	51	20	-1	-2	-3	-5	-5	-1	58	-1	-8	61
	風速	3.3	3.5	3.4	3.8	3.4	3.3	2.9	2.7	2.4	2.4	2.7	2.7

出典: 気象庁資料。

注1)「Saint-Louis」は1日1回観測の平均値、「Louga」は1日4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。

(2) 地形・地質・土壌

1) 地形

セネガル国沿岸の砂丘分布を図2-5(断面図)に示す。砂丘は汀線から内陸に向けて、海岸砂丘(白色活性砂丘→黄色半固定砂丘→黄色再活性砂丘)→内陸砂丘(赤色固定砂丘)が分布する。海岸砂丘と内陸砂丘はその形成過程が異なる。即ち海岸砂丘は砂浜から連なる白色砂丘とその内陸側の黄色砂丘で、海からの恒常的な風による砂の供給と乾燥により約3,000年前から形成され始めた。内陸砂丘は黄色砂丘からさらに内陸部に位置する赤色砂丘で、約1万8000年～1万2000年前の最終氷河期末、熱帯アフリカが著しく乾燥しサハラ砂漠の南限が現在よりも数百km南下した際に形成された。

海岸砂丘(白色砂丘)は他の砂丘の上に張り出すように分布している。また、海岸砂丘(黄色砂丘)は不規則・断続的に海岸砂丘(白色砂丘)と内陸砂丘に挟まって分布し、砂丘前線部は切り立った斜面になっている箇所が幾つ

かある。内陸砂丘は連続的に約3kmの幅で分布する。これらの砂丘に挟まれるように窪地(ニヤイ)が点在する。ニヤイは形状や大きさが様々であるが、最も低い箇所に自由地下水が出現する砂丘間の小規模なもの、赤色砂丘帯によって区切られた大規模なもの2つに大きく分類される。

既存のモクマオウ林は、第1林帯及び第2林帯が白色砂丘に造成され、第3林帯は概ね黄色砂丘上に造成されている。また、本プロジェクト(1/2期及び2/2期事業)のほとんどの植林対象砂丘は黄色砂丘で一部が白色砂丘である。

また、2/2期の植林対象砂丘は、その地形から飛砂が堆積してできた堆積砂丘(緩やかな丘状地形。)と、堆積した砂丘が季節風により広範囲に侵食されている侵食砂丘(緩やかな凹状地形)に便宜上大別される。侵食砂丘は堆積砂丘と比較して土壌が堅固であるが、土壌水分状況調査の結果には大差がない。

なお、2/2期の植林対象砂丘には1/2期の砂丘No.15及びNo.16のような带状砂丘はない。

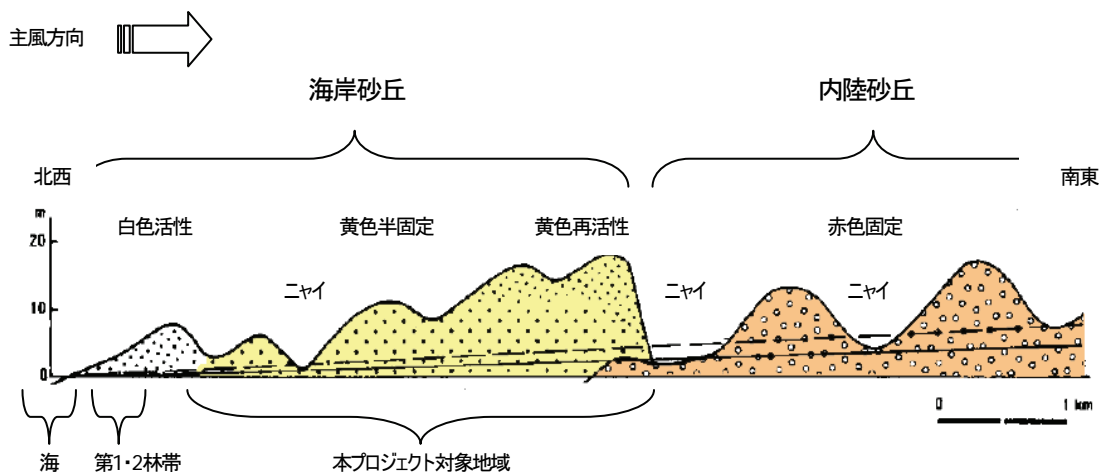


図2-6 砂丘システム及びニヤイの断面図
(「Atlas National du Sénégal / 1977年」を加工)

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。

(3) 土壌水分、地下水位及び水質

1) 土壌水分

裸地と植生地とにおける土壌水分状況を調査した結果を表2-9に示す。植生被覆率が高いほど砂丘地表面の土壌水分が低くなり、裸地では地中30cm程度で湿り気があるが、植生被覆率が30%程度を越える箇所では地中60cm程度と深くなる傾向にある。

表2-9 植生被覆率と土壌水分(湿り気)

植生被覆率(%)	調査箇所(数)	土壌の湿り気がでる地中の深さの平均値(cm)
10%程度未満(裸地)	20	32
10~30%程度未満	8	45
30%程度以上	7	59

注:湿り気のでる地中の深さが60cm以上のものは65cm、80cm以上のものは85cmとして計算した。

2) 地下水位

既存資料によるプロジェクト対象地域の地下水位を表2-10に示す。海岸砂丘及びニヤイでは約3~5m程度の深さに帯水層があるのに対して、内陸砂丘では9~20m程度と深くなっている。また、南部から北部にかけて地下水位が深くなる傾向にある。

本計画において次に、2/2期事業予定している固定苗畑の深井戸作設計画のため、ボーリング調査(現地サブコントラクターに再委託)を実施した結果では、クールクラジェリ(Keur Koura Diéri)及びロンプール(Lompoul)の地下水位はそれぞれ13m、9mであった。

表2-10 プロジェクト対象地域の地下水位

区分	南部	中央部	北部	平均
海岸砂丘	3.3	3.5	3.2	3.3
ニヤイ	3.2	5.1	3.5	3.9
内陸砂丘	9.1	11.5	20.7	13.8

出典:CTL(沿岸耕地保全プロジェクト)資料(1990年)

3) 水質

クールクラジェリ及びロンプールに存する浅井戸の水質を調査した結果は、pHは弱アルカリ性を呈しているが、塩類濃度はそれほど高くないことから、育苗用水として利用が可能である。

(4) 植生

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大よそ列状に分布している。2/2期事業の植林対象箇所は海岸砂丘(黄色砂丘と一部の白色砂丘)の裸地であるが、部分的にAcacia tortilis、Acacia albida等の灌木(最大樹高は4~5m程度)を含む植生地が含まれる。

なお、プロジェクト対象地域を含む沿岸・ニヤイ地域には表2-11に示す17種のニヤイ特有の地域稀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、ニヤイ地域には下記の3種が出現する。

- *Celtis integrifolia*
- *Acacia raddiana*
- *Prosopis africana*

表2-11 ニヤイ地域の地域希少種及び絶滅危機種

<i>Ceropegia practermissa</i> *	<i>Lipocarpha priemiana</i> *	<i>Salicornia senegalensis</i> *
<i>Ceropegia senegalensis</i> *	<i>Polycarpaea linearifolia</i>	<i>Scirpus grandiluspis</i>
<i>Crotalaria sphaerocarpa</i>	<i>Polycarpaea prostratum</i> *	<i>Scleria chevalieri</i> *
<i>Eriocanlon inumdatum</i> *	<i>Pludea lanceolata</i> *	<i>Urginea salnidea</i>
<i>Ficus dechranostyla</i>	<i>Rhonchosia alba-pauli</i>	<i>Vernonia bambilarcuisis</i>
<i>Laurembergia villosa</i>	<i>Sakucamia senegalensis</i>	

出典: UICN レッドリスト

注1) 「*」印は、絶滅危機種である。

2-2-3 対象地域周辺における他機関の事業実施動向

(1) 鉱山開発プロジェクトとの調整

対象地域では現在グラン・コート・ジルコン・プロジェクト(Projet Zircon de la Grande Côte)が開始されようとしている。同プロジェクトはオーストラリアの民間鉱物採掘会社であるMDL (Mineral Deposits Limited) SENEGAL Sarlが実施する重金属の採掘事業である。2004年10月にエネルギー・鉱物省の許可を取得し、環境影響評価調査を実施した後、現在、埋蔵量の確認のためのボーリング調査を開始している。本プロジェクトの植林対象地と採掘地は重複しないこととして調整されたが、今後の計画及び本プロジェクトへ影響が及ばないよう確認していく必要がある。

(2) プロジェクト対象地域におけるNGOの植林活動

本プロジェクトの対象地域では多くのNGOが活動しているが、砂丘固定を目的とした植林を実施しているNGOはSOS SAHELのみである。現地調査では、同NGOの植林実施箇所及び予定地を現場確認して、活動の重複を回避した。

(3) 支援組織

上記の支援の他、調査対象地域では、多くの援助機関、NGOが各種支援活動をしており、それらの主な活動分野と対象村落は次のとおりである。

表2-12 調査対象地区で支援活動をしている組織

組織名	活動分野	対象村落
FIT/CILSS (イタリア)	教室建設	Keur coura Diéry
AQUADEV (ベルギー)	マイクロファイナンス、研修、野菜栽培支援、手工業研修(染色、野菜加工)	Keur coura Diéry, Daw2
FDA (アフリカ女性開発)	マイクロファイナンス	Khonkh Yoye
PADMIR (村落地域地方分権化支援プログラム)	各種インフラストラクチャー、教室、井戸、穀物倉庫の建設、収入向上活動(AGR) 資金支援	Yodi Dao
PPMEH (野菜、果物栽培中小農家振興プロジェクト)	野菜栽培	Khonkh Yoye
PNIR (優先投資国家プログラム)	CRレベルの道路、インフラストラクチャーの建設	CR
Plan Sénégal	教育、井戸、穀物倉庫の建設、粉挽き機の供与	Keur coura Diéry
AFDS (社会開発基金)	便所、簡易診療所、学校の建設	Keur coura Diéry, Tébène 2, Saré Dao, Daw 2, Wassou Massal
PAMECAS	マイクロファイナンス	Khonkh Yoye
UGPM (Méouane 郡生産者グループ連合)	野菜栽培支援	Khonkh Yoye
UGPL (Lompoul 郡生産者グループ連合)	植林支援	Khonkh Yoye
GERES	識字教育、トマト加工、編み物、裁縫研修	Daw 2, Wassou Massal

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位計画、上位目標、プロジェクト目標等

森林セクターのセネガルの上位計画は、2005年に策定された「セネガル森林政策」であり、セネガル森林セクターならびにニャイ地域の開発目標として下記の事項を掲げている。

上位計画 :セネガル森林政策(2005-2025)

セネガル森林セクターの開発目標 :森林資源と生物多様性を持続的に管理・保全することにより貧困削減に貢献し、地方分権化と整合性を図りながら住民のニーズを満たし、社会経済活動及び自然資源の保全との均衡を維持する。

ニャイ地域の開発目標 : 窪地(野菜栽培地)に好影響を与えるため砂丘を森林で被覆する。

本プロジェクトの対象地域では、砂丘間に点在するニャイ(窪地の野菜栽培地)における野菜栽培が、周辺住民の最も大きな生業である。野菜栽培や家屋に埋砂や飛砂被害を及ぼす移動砂丘を固定することは、野菜栽培の拡大による周辺住民の所得向上と生活基盤の安定・向上につながり、地域の貧困削減に資する。

上記の上位計画を踏まえ、本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標を以下のとおり計画する。

上位目標 :当該地域のニャイの保全が図られ、その結果地域住民の生活改善に寄与する。

プロジェクト目標 :ニャイ周辺の砂丘において砂丘固定林が造成される。

(2) プロジェクトの対象地域

本計画の対象地域は、ルーガ州沿岸部及びティエス州の沿岸部北端域に分布する8砂丘である。(巻頭植林対象砂丘位置図参照)

(3) 計画の概要

1) 全体計画

本計画は、ルーガ州沿岸部及びティエス州の沿岸部北端域に分布する8砂丘において砂丘固定林を造成するため、飛砂防止対策工(防風柵、伏工)、苗木生産、植栽、保育、保護及び作業道の作設等を実施する。本事業の全体計画数量を表3-1に示す。また、その概念図を図3-1に示す。

表3-1 全体計画数量

対象サイト			植林面積 (ha)	植栽面積 (補植) (ha)	植林除 地 (ha)	防風柵 (km)	伏工 (ha)	家畜侵入 防止柵 (km)	作業道 (km)
事業区名	No.	砂丘名							
Sag (Keur Koura Diéry苗畑)		Potou	43.0	41.0 (8.2)	2.0	34	5.0	4.0	1.07
	2	Daw-1	83.0	77.0 (15.4)	6.0	42	9.0	28.0	2.36
	3	Daw-2	13.0	13.0 (2.6)	0.0	7	1.0	6.0	0.0
	4	Daw-3	67.0	63.0 (12.6)	4.0	62	4.0	-	2.23
	5	Galdamel-1	49.0	48.0 (13.0)	1.0	39	11.0	-	0.48
	6	Galdamel-2	6.0	6.0 (1.7)	0.0	5	2.0	-	0.0
	7	Aly Ndiaye	13.0	13.0 (3.5)	0.0	12	2.0	-	0.0
	計		274.0	261.0 (57.0)	13.0	202	34.0	38.0	6.14
Lompoul (Lompoul苗畑)	8	Khonkhe Yaye	395.0	355.0 (95.9)	40.0	309	57.0	-	20.36
	計		395.0	355.0 (95.9)	40.0	309	57.0	0.0	20.36
合計			669.0	616.0 (152.9)	53.0	511	91.0	38.0	26.50

注) 植林面積には植栽面積と植林除地(作業道+除地)が含まれる。

()内は補植面積、外書である。

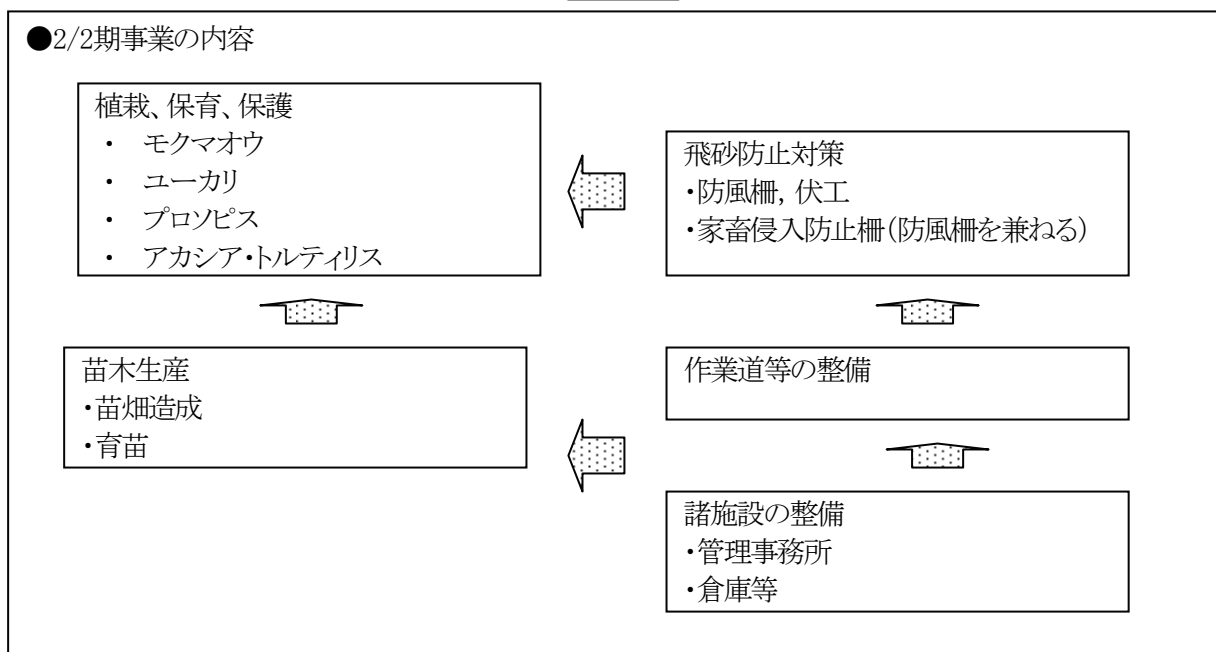
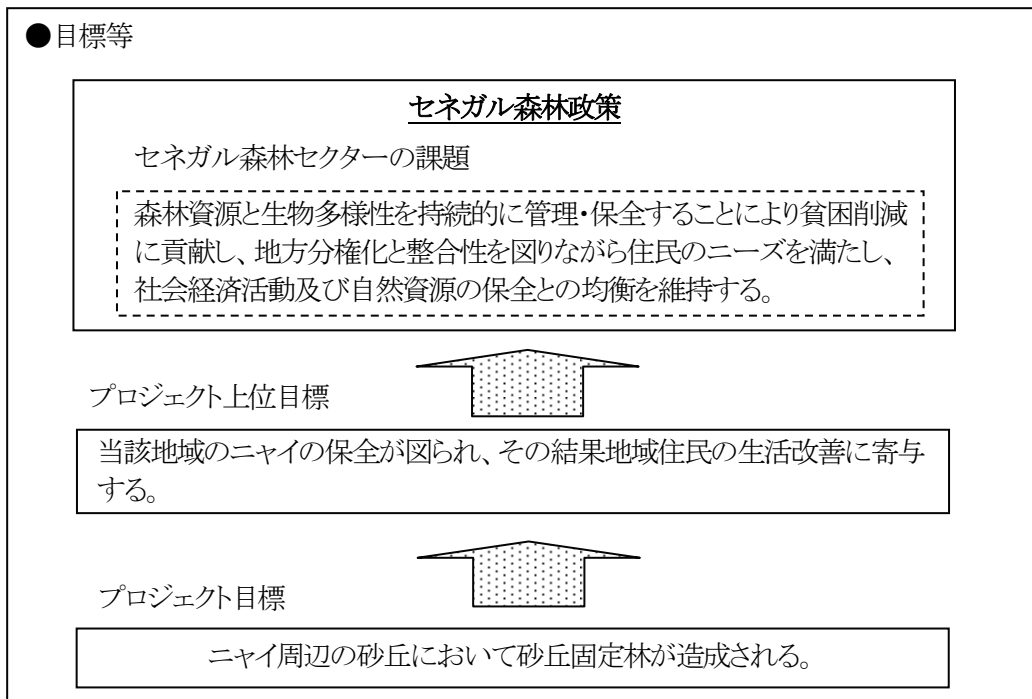


図3-1 全体計画概念図

2) 計画概要

主な計画項目は、飛砂防止対策計画、植栽計画、保育計画、保護計画、苗木生産計画、作業道計画である。

飛砂防止対策計画は、植栽木が成林の見通しを得るまでの期間、飛砂から保護するため傾斜15度以上の斜面に伏工、傾斜15度未満の斜面に防風柵（20m×20m区画）を設置する。

植栽計画は、活着率向上を図るため植栽前に植林区域に介在する被覆率10%～30%未満の植生地及び被覆率

30%以上のうち面積0.02ha未満の箇所に対して地拵えを行う。植栽樹種はやや乾燥の強い北部1～4砂丘は、乾燥に強い灌木樹種であるプロソピス及びアカシア・トルティリスとし、1/2期と同様な条件の5～8砂丘はモクマオウ及びユーカリとする。植栽密度は1,600本/ha（植栽間隔2.5m×2.5m）とする。混交率はモクマオウとユーカリは7：3、プロソピスとアカシア・トルティリスは6：4とする。

保育計画は、植栽前地拵えを実施する区画に対して1年後に回復する植生を除去するため刈を行う。また、新植木及び補植木に対して活着、成長を促すため施肥を行う。

保護計画は、周辺のモクマオウの既存林の枯死対策として、モクマオウとユーカリの混植地に対して、植林地の外周部にユーカリを配置する。また、シロアリ対策としてシロアリ駆除剤を施用する。ラクダの放牧地域では防風柵の支柱を1.5m高くし、家畜侵入防止柵とする。

苗木生産計画は、Sag地区とLompoul地区にそれぞれ固定苗畑を設置し、建物等は仮設とする。苗木はポットで育苗する。モクマオウに対しては活着率の向上を図るため発根剤を施用する。種子は、林木種子国家プロジェクト（PRONASEF）から調達する。

作業道計画は、作業道の平面線形は直線とし、その幅員は植栽区画幅に合致する20mとする。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 1/2期事業の検証結果

2/2期計画の植林方針検討にあたっては、1/2期事業の結果を反映させるため、1/2期事業について下記項目の検証を行なった。

- 1) 植林地のニヤイ保全効果
- 2) 飛砂防止対策工の効果
- 3) 植栽木の活着率
- 4) 植栽木の成長量及び地表面被覆率
- 5) 家畜侵入防止柵の効果
- 6) 飛砂防止対策工及び家畜侵入防止柵の耐用年数

1) 植林地のニヤイ保全効果

- 1/2期事業で造成した植林地はまだ1～3年生の幼齢林であるため、植林地が本来有する飛砂防止機能を十分に発揮していないものの、飛砂現象は局所的なもの以外は見られず、植栽木が飛砂防止対策工(防風柵及び伏工)と一体となって飛砂を防止していることが確認された。
- 1/2期事業で造成した植林地周辺の野菜栽培者は、強風や激しい飛砂による野菜畑と人家への被害が少なくなったと答えている。また、野菜栽培地が埋砂する危険がなくなったため、野菜畑を既に拡大して野菜生産量が急増した野菜栽培者や、新しいエンジンポンプを購入して野菜畑を拡大しているものもみられ、野菜栽培や投資意欲の向上が窺えた。

2) 飛砂防止対策工の効果

飛砂防止対策工(防風柵及び伏工)について、その効果を検証した結果は極めて良好であった。

- 施工の結果、植林地の飛砂現象は局所的に見られるのみとなり、施工前のような激しい飛砂現象はほとんど見られない。また、最も飛砂現象が激しかった伏工施工地では、施工後の飛砂現象はほぼ皆無である。
- 局所的な堆砂現象は、防風柵施工地では主風の風上側となっている植林地の外周部、作業道で見られる。また、区画内の作業用通路(幅3mの広さでネットを張っていない)及び地形の変化地点等では風による植栽木根元の侵食が若干見られる。

3) 植栽木の活着率

1/2期事業の新植木の活着率(植栽1年後の生存率)を表3-2(砂丘別)及び表3-3(植栽年別)に示す。

- 1/2期事業を平均した活着率は62.4%で、基本設計で計画した活着率80%に対して低い結果となっている。
- 樹種別ではユーカリの活着率は80.9%で基本設計とほぼ同じであるが、モクマオウは55.8%でかなり下回っている。
- 砂丘別には小規模の砂丘(基本設計時No.14～16砂丘)の活着率が著しく低い結果となっている。
- 植栽年度別には、2002年新植地の活着率が最もよく、2004年新植地の活着率が最も低い。

表3-2 1/2期事業の植栽木の活着率（砂丘別）

基本設計時砂丘	面積(ha)	活着率(%)		
		モクマオウ	ユーカリ	全体
No.12 Nyalor	315.745	55.6	87.1	63.5
No.13 Fass Boye-1	355.015	57.0	80.2	62.9
No.14 Fass Boye-2	7.640	16.1	50.9	38.3
No.15 Konjo	2.560	43.7	49.5	44.9
No.16 Dieuleuck	16.440	31.8	52.9	44.1
計・平均	697.400	55.8	80.9	62.4

注:全体の活着率は樹種ごとの活着率の植栽本数による加重平均である。

表3-3 1/2期事業の植栽木の活着率（植栽年別）

砂丘	面積(ha)	活着率(%)		
		モクマオウ	ユーカリ	全体
2002年	239.200	67.0	96.8	73.4
2003年	229.000	56.3	81.4	63.0
2004年	229.200	41.9	68.9	50.2
計・平均	697.400	55.8	80.9	62.4

注:全体の活着率は樹種ごとの活着率の植栽本数による加重平均である。

なお、活着率が低下した主な原因は、以下に記述するとおりである。

① 年降雨量の減少

- 1/2期の苗畑地に隣接する Darou Fallにおける植林事業実施前7年間(1995～2001年)の平均年降雨量が485.5mmであるのに対して、新植を実施した3年間(2002～2004年)の平均値は255.8mmで、過去の年降雨量の概ね半分程度の少雨であった。
- また、1/2期事業実行中に苗畑で観測した年降雨量は表3-5に示すとおりで、新植を実施した3年間の平均年降雨量の平均値は200.7mmと著しく少雨となっている。特に2004年の降雨量が少ない結果となっている。

表3-4 Darou Fallにおける過去11年間の年降雨量

	(mm)										
観測年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年降雨量	386.9	507.3	427.8	546.2	637.0	561.0	332.0	298.6	296.0	172.8	319.2

出典:Diogo森林管理事務所提供資料

表3-5 固定苗畑におけるプロジェクトによる年降雨量の観測値

	(mm)			
観測年	2002	2003	2004	平均値
年降雨量	202.5	233.0	166.0	200.7

② 既存植生との水分吸収競合

- 一般に草本が侵入している箇所は、飛砂現象がある程度抑制されており(または飛砂現象が比較的少

なく草本が侵入している)、飛砂の影響を直接受ける裸地よりも活着率が良好である。そのため1/2期では砂丘境界や砂丘内の植生地(散生地)を植林区域に含める計画とした。しかし、植林結果は植生地(散生地)の方が裸地よりも活着率が低くなった。これは、飛砂防止対策工が効果を発揮し飛砂を抑制したことにより、既存植生と植栽木の間での土壌水分吸収の競合がより大きな負の要因となったことによる。

- 水分競合の比較的大きかったモクマオウ植栽区を対象として実施したプロット調査の結果を表3-6に示す。植生被覆率5%以上の区画は、植栽木の生存率及び樹高ともに被覆率5%未満の区画をかなり下回っている。

表3-6 植生被覆率とモクマオウ植栽木の生存率及び樹高

植生被覆率	区画数	平均生存率(%)	平均樹高(cm)
5%未満 ①	16	59.8	162
5%以上 ②	9	46.3	102
比較①/②)	-	1.3	1.6

注1:1/2期事業で設定した31プロット(2002年新植、2001年ユーカリを補植)のうち、ユーカリ植栽区(9区画)を除く25区画のデータで、ユーカリ補植木を含まない。

注2:調査月日:2006年2月、3月。

- 一方、砂丘の地表面は、表3-7に示すように植生被覆率が高くなるにつれて、乾燥している地表層が厚くなっている傾向にある。

表3-7 植生被覆率と土壌水分(湿り気)

植生被覆率(%)	調査箇所(数)	土壌の湿り気ができる地中の深さ(cm)
10%程度未満(裸地)	20	32
10~30%程度未満	8	45
30%程度以上	7	59

注1:湿り気のでる地中の深さが60cm以上のものは65cm、80cm以上のものは85cmとして計算した。

- このため、本プロジェクト実施期間中の年降雨量が平年値に比べ少なかったこと等もあって、既存植生との水分吸収競合が激しくなり、モクマオウの根系が十分に伸長するまでに枯死したものが多かったと推定される。なお、ユーカリは水分吸収力が強いいため、植生の影響が比較的少なかったと思われる。

③ 雨期後期の降雨量の減少

- 基本設計調査の結果、過去の降雨は、雨期7月中旬から10月初旬であり、8月、9月が最も降雨量が多いことが判明した。このため植栽期間は、植栽木の根茎をできるだけ伸長させるために雨期の前期に植栽が終了するように地中30cmの深さまで十分に湿った時期(8月上旬頃)に開始し、9月上旬までの20日間程度と計画した。しかし、植林事業実施期間中の降雨量が著しく少なく、特に9月以降の降雨量も少なかった。
- このため、特に8月後半に植栽した植栽木の根系が十分に伸長しないまま厳しい乾期を迎えることとなり、活着率に影響を及ぼしたと考えられる。

④ 小砂丘の活着率の低下

小砂丘(No.14～No.16砂丘)では植林区域に占める植生地の割合が多いことから植生との水分競合の影響を強く受け、活着率が著しく低かった。また、No.15、16砂丘はニヤイを取り巻く線状の丘状砂丘であり、季節風の吹き上げ・吹き降ろし・収斂が激しく、活着率に影響を及ぼした。

⑤ 砂漠バッタによる被害

2004年8月末から9月にかけて、北アフリカで大発生した砂漠バッタが本プロジェクト・サイトにも飛来し、成虫と植栽地で孵化した幼虫による食害を被った。被害は第3新植地のモクマオウに多く見られ、最も被害を受けたNo.13砂丘では、深刻な食害(すべての葉、もしくは茎まで食べられたもの)を受けたモクマオウが約55%(本数率)に達した。なお、砂漠バッタの被害を受けて枯死した植栽木は、翌年に全数を補植している。

4) 植栽木の成長量及び地表面被覆率

- No.12砂丘及びNo.13砂丘の第1新植地(2002年植栽)を対象として、31箇所のプロットを抽出して、樹高、枝の水平長(2方向)等を調査した。
- 植栽木の樹高成長は、基本設計ではモクマオウの初期成長量を1.3m/年(1.1～1.5m)と想定しているが、実行結果では約0.40m/年で基本設計よりも成長が劣る結果となっている。
- 植栽木の地表被覆率は、基本設計ではモクマオウ植栽木の地表被覆率を植栽3年後で69%(43～90%)と想定しているが、実行結果ではモクマオウ植栽区で27.6%(植栽約3年7ヶ月後、補植木ユーカリを含む)と基本設計よりも低くなっている。
- しかし、モクマオウ植栽木の樹高生長及び地表被覆率は図3-2、3-3に示すように、植栽約3年後から急激に上昇すると見通されることから、このまま推移すれば、植栽5年後では樹高約2.6m、地表被覆率約70%に達すると推定される。

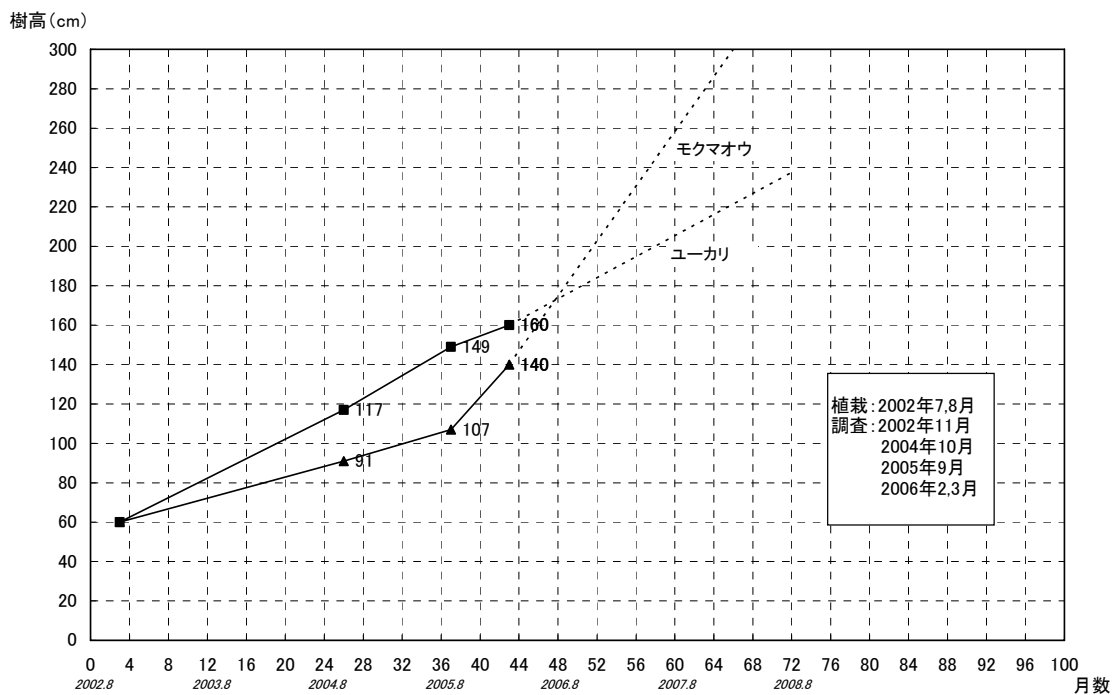


図3-2 植栽木樹高成長の推移

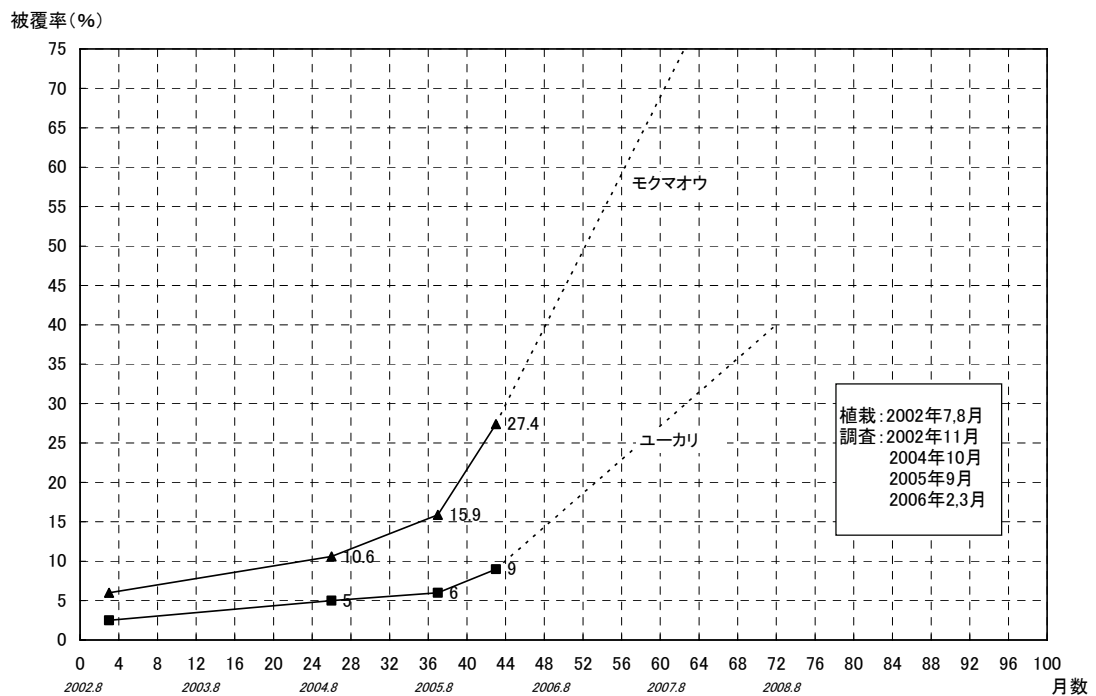


図3-3 植栽木による地表面被覆率の推移

5) 家畜侵入防止柵の効果

防風柵及び家畜侵入防止柵による家畜の侵入防止効果は極めて良好で、植林地への家畜の侵入及び植

栽木の食害はほとんど見られなかった。

6) 飛砂防止対策工及び家畜侵入防止柵の耐用年数

防風柵及び家畜侵入防止柵は下記の破損が見られ、特に施工3年目以降の破損が著しかった。一方、伏工は特に問題がなかった。

- ・ 支柱(鉄筋)とネットを固定する結束線の劣化による支柱とネットとの遊離。
- ・ 支柱の劣化(表面の腐食)に伴う、ネットとの接触部の摩擦抵抗によるネットの擦り切れ。

(2) 植林対象箇所の選定

1) 植林対象箇所の選定基準

植林対象箇所の選定基準は、1/2期事業成果の検証と2/2期計画対象砂丘の現状調査の結果を踏まえて検討した。

① 1/2期事業成果の検証ならびに2/2期計画サイトの現状調査結果

- 本計画対象地はルーガ森林管理局が管轄する沿岸(ルーガ州及びティエス州の一部)に分布する砂丘で、斑状に分布する北部の裸地及び広範囲に分布する南部裸地の飛砂現象は激しく、近接する人家、野菜畑の埋没現象が見られ、年々移動する砂丘の脅威に直面していることが確認された。
- 北部の裸地周辺には植生地が広範囲に分布している箇所が多いが、これらの植生地は植生状態に応じて飛砂防止機能を有し、植生の地表被覆率がおおよそ30%を超えると、飛砂現象は裸地と比較してはるかに少なく、植林の緊急性が低いことが確認された。
- 1/2期事業の実績から、植林地に介在する植生地(草本・灌木散生地)における植栽木の活着率は、裸地と比較してかなり劣ることが明らかとなっている。
- このため、活着率の劣る植生地に植林地を造成しなくとも、裸地に造成される植林地と周囲の植生地とが一体なって十分な飛砂防止機能を発揮できると判断される。

② 本計画(2/2期)の植林対象箇所選定基準

上記①の結果を踏まえ、本計画の植林対象箇所選定基準は以下のとおりとする。

表3-8 植栽対象箇所の選定基準

1. 前提条件
(1) 他事業の計画・実施がなされないこと。対象サイトについてはニヤイ保全のための植林地域に位置づけられること。
(2) 国有地または公有地であり、土地・植栽木の複雑な利害関係が生じないこと。
2. 必要性及び緊急性
(1) 飛砂現象の激しい裸地であること(裸地に介在する植生被覆率30%以下の箇所を含む)
(2) 人家・農耕地等の保全対象と近接しており、飛砂被害対策に緊急性が認められること
(3) 砂丘の形状及び保全対象との位置関係等から保全対象に対する林地の効果が高いこと
3. 技術的容易性
(1) 土壌の塩類集積や酸性化による植栽木への影響がないこと
(2) アクセスが容易であること
(3) 防風柵の設置や植林に必要な労務が確保できること
4. その他
(1) 上記箇所のうち、コスト面、保全対象に対する植林効果、技術的容易性等の観点から、植栽可能面積が過小と判断される箇所については対象外とする。

2) 植林箇所及び面積

上記の選定基準に基づいて、基本設計書において2/2期事業として植林が計画された9砂丘(1,272ha)を対象として現地調査により植林箇所を選定した結果、植林対象砂丘は8砂丘(総植林箇所数:55箇所、植林面積:669ha)である(砂丘位置は添付図面1参照)。この8砂丘の分布状態は概ね基本設計時の計画と合致するが、基本設計に追加あるいは除外した砂丘を表3-10に示す。

表3-9 2/2期事業の植林対象砂丘

所管森林管理局	所管森林管理署	事業区	砂丘番号	砂丘名	植林面積	植林箇所数
Louga	Louga	Sag	1	Potou	43	7
			2	Daw-1	83	12
			3	Daw-2	13	2
			4	Daw-3	67	8
			5	Galdamel-1	49	12
	Kebemer	Sag	6	Galdamel-2	6	1
			7	Aly Ndiaye	13	3
			Lompoul	8	Khonke Yaye	395
計					669	55

注1:「砂丘番号8」は、基本設計書の砂丘番号9に該当する。

表3-10 基本設計に追加あるいは除外した砂丘

基本設計 砂丘番号	追加 除外	今回の 砂丘番号	事 由
No.8	砂丘の除 外	—	① 過去の他ドナーによる不成績植林地である。成育は不十分であるものの砂丘表面がある程度被覆されている。 ② 2/2期事業として可能な植林対象箇所は、裸地のほとんどが不成績造林地の中に小面積に分散しているギャップ(枯死木の箇所に生じた裸地)であるため、飛砂防止対策工等の投資効率が低い。
No.9	区域の追 加	No.8	① 基本設計No.9砂丘の南側に隣接する広大な砂丘で、飛砂現象が極めて激しい区域を追加。 ② 砂丘に隣接するニヤイが新たに確認され、植林の必要性が高い。
No.10 No.11	砂丘の除 外	—	① 裸地が小面積な飛地であり、飛砂発生源としての保全対象への脅威が小さい。 ② 植林効果が低い。

(3) 2/2期計画の植林方針

上記の1/2期事業の検証結果を踏まえ、本計画においては以下の項目について基本設計時の植林計画の見直しを行った。

- 1) 活着率の向上対策
- 2) 植栽木の成長促進対策
- 3) 植林地保護年数の見直し
- 4) 防風柵及び家畜侵入防止柵の仕様・材料の改善

1) 活着率の向上対策

1/2期事業で植栽木の活着率が低下した最も大きな原因は、

- 降雨量の減少
- 植栽木と既存植生との水分競合

である。

セネガル沿岸地域においては北部にいくにつれて少雨傾向にあり、ティエス(1/2期事業サイト)とケベメル及びルーガ(2/2期計画サイト)を比較すると、ケベメルとルーガの年降雨量の平均値は321mmで、ティエスの年降雨量435mmの約73.8%に相当する。

以上から、2/2期事業サイトの年降雨量は1/2期事業サイトよりも少なく、植栽木と既存植生との水分競合は、1/2期事業と比較してより厳しいと言える。このため、下記の活着率向上対策を講じる。

表3-11 年降雨量及び月降雨量

(1985~2005)

単位 : mm

観測所	6月	7月	8月	9月	10月	11月~5月	合計
Saint-Louis	6.2	37.8	85.3	90.1	21.8	4.6	245.8
Leona	10.5	43.7	111.7	112.4	31.0	6.1	315.4
Louga	9.7	50.8	119.2	91.2	28.0	4.1	303.0
Kébémér	9.8	46.6	137.2	105.2	27.9	12.6	339.3
Thiès	13.8	73.4	167.8	140.3	37.5	1.8	434.6
Dakar Yoff	10.0	53.1	163.2	128.5	24.1	3.2	382.1
平均値	10.0	50.9	130.7	111.3	28.4	5.4	336.7
比率(%)	3.0	15.1	38.8	33.1	8.4	1.6	100.0

出典: 気象庁資料

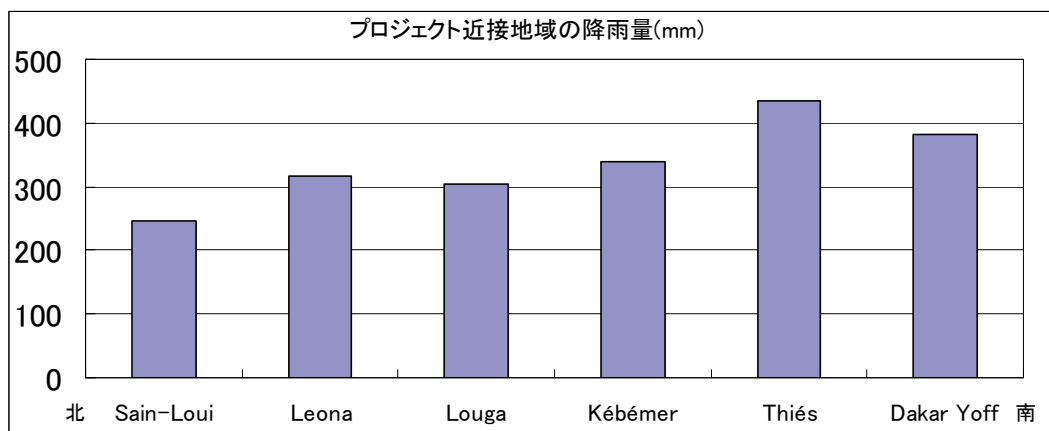


図3-4 6気象観測所の年降雨量の比較
(表2-11から)

① 植栽前地拵の実施

- 植林区域に介在する植生地に対して植栽前地拵(苗木を植栽する前に、苗木の活着率向上のため、繁茂している雑草、灌木等を除去する)を実施し、既存植生との水分競合を緩和する。
- なお、植生被覆率30%程度以上で面積0.02ha程度以上の箇所は、既存植生の有する飛砂防止機能が期待できることから植栽除地として植栽を行わない。

② モクマオウ苗木に対する発根剤の使用

- 植栽木の活着率の向上を図るためには、植栽後の厳しい乾期を迎えるまでに植栽木の根茎を可能な限り伸長させる必要がある。1/2期事業で試験的に発根剤を使用したところ、モクマオウの生存率及び成長に明らかな効果が認められたため発根剤を施用する(表3-12)。また、発根剤は早期施用で効果が高い傾向にあった。ユーカリについては、発根剤の効果も明らかでなかったことから施用しない。

表3-12 発根剤の試験結果(モクマオウ)

区分	発根剤 散布時期	生存率		樹高		樹冠面積	
		(%)	比較	(cm)	比較	(m ² /本)	比較
対照区	—	60.0	1.00	51.0	1.00	0.61	1.00
試験区①	2003.05.24	71.3	1.19	73.7	1.45	0.96	1.58
試験区②	2003.06.29	83.8	1.40	59.4	1.16	0.79	1.29
試験区③	2003.07.19	91.3	1.52	54.9	1.08	0.73	1.20
試験区④	2003.08.01	68.8	1.15	50.9	1.00	0.59	0.96

注1:試験地はNo.12砂丘(2003年7~8月植栽、2004年7~8月補植)で発根剤使用区4区画(区画の大きさ:20×20m)、対照区1区画を設定した。

注2:調査月日は2005年8月19日(植栽後約2年を経過)。

2) 植栽木の成長促進対策

砂丘固定林の造成においては植栽木により早期に地表を被覆することが最も重要である。1/2期植林地のモクマオウ植栽木の成長量は基本設計の計画値をかなり下回っていることから、本計画においては下記の成長促進対策を講じる。

① 下刈りの実施

- 植栽前地存は植生の根系を完全に除去することが困難であるため、1年後にはある程度の植生が回復すると想定される。したがって、植栽前地存を実施した箇所に対して植栽1年後の下刈りを計画する。

② 施肥

- 事業化調査における森林局職員からの聞き取りでは、近年では砂丘固定林の造成に施肥(化学肥料)を行なう事例が多くなり、その結果も植栽木の活着及び成長に対する効果が高いことが明らかとなっていることから、本計画においては施肥を計画する。

3) 植林地保護年数の見直し

以下の理由から、本計画の植林地の保護年数は5年とする。

- 植林地は植林木がある程度成長するまでの間、飛砂の害及び家畜の食害から保護される必要がある。基本設計ではモクマオウ植栽木の樹冠が地表面の70%(43~90%)を被覆し、成林の見通しが得られるまでの間、植栽木を飛砂防止対策工及び家畜侵入防止柵で保護することとし、その年数は植栽密度2,000本/haにおいて、植栽3年後としていた。
- 1/2期事業の植林地のモクマオウ植栽木は、既述のよう植栽後約5年後に地表の70%を被覆する見通しにある。2/2期では後述のように植栽密度を1,600本/haとするので、植栽5年後で地表面の約56%(=70%×1,600/2,000)を被覆すると推定される。
- 一方、5年後の植林地はモクマオウ植栽木の樹高が260cm前後に達すると見通される。また、1/2期植林地の現況は植栽木の落葉が地表面のかなりの部分を被覆している実態にある。このため、植栽5年後に植栽木の地表面被覆率が50~60%程度に達しておれば、飛砂が植栽木に及ぼす影響は小さく、また、ヤギ、ヒツジなどの体高の低い家畜による食害はほとんど生じないと判断される。

4) 防風柵及び家畜侵入防止柵の仕様・材料の改善

- 既述のように、1/2期事業では防風柵及び家畜侵入防止柵の支柱とネットの結束部が弱く、施工3年目頃から破損が目立ち始めた。本計画の植林地の保護年数は5年で1/2期事業よりも長くなることから、防風柵及び家畜侵入防止柵の支柱とネットの結束部の仕様・材料を改善する必要があり、表3-13に示す改善策を講じる。
- 一方、本計画サイトの一部地域ではラクダを放牧していることから、事業の開始前にラクダの放牧者に植林事業に対する理解と協力を求めるとともに、家畜侵入防止柵の支柱の地上高を1.5mと高くし、その上部に有刺鉄線を廻らす。

表3-13 防風柵及び家畜侵入防止柵の仕様・材料の改善

項目	1/2期事業	2/2期事業
支柱	長さ:1.80m (うち、地上高1.0m)	<ul style="list-style-type: none"> ・ラクダのいない地域(防風柵) 支柱長:1.80m(うち、地上高1.0m) ・ラクダのいる地域(防風柵、家畜侵入防止柵) 支柱長:1.80m(うち、地上高1.0m)、または、2.3m(うち、地上高を1.5m)。
結束線	0.9mm鉄線	0.9mm鉄線。表面をビニール被覆
ネットと支柱との接触部		ネットを袋状に編んだ袋ネットにて鉄筋を覆い、擦り切れを防止する。
支柱上部		有刺鉄線

注:1/2期事業では伏工施工地の外周部に設置する柵(防風柵と同じ構造)を家畜侵入防止柵として取り扱ったが、2/2期事業では植林地外周部に設置する全ての柵を家畜侵入防止柵とした。

(3) 自然条件及び社会条件等に対する方針

1) 自然条件に対する方針

本計画サイトの自然条件現状は下記のとおりであるところ、後述のとおり植栽樹種及びモクマオウとユーカリの混交率を見直す。

- ① 本計画サイトの年降雨量(321mm)が1/2期事業サイト(435mm)の約74%と少ない傾向にあり、この傾向は本計画サイトの北部にいくにつれて顕著である。
- ② 本計画の植林対象砂丘のうちNo.1~4砂丘は、表3-14に示すように1/2期の植林砂丘よりも内陸側に位置している。また、これらの砂丘は主に侵食砂丘(土壌が若干固く、水分条件も不良)であるとともに砂丘の周辺部にはモクマオウ、ユーカリの植林地がほとんどない。
- ③ 一方、地下水脈は沿岸から内陸に至るにつれて深くなる実態にある。

表3-14 1/2期植林砂丘と2/2期植林対象砂丘の沿岸からの距離

2/2期植林対象砂丘		(参考)1/2期植林砂丘	
砂丘番号	沿岸からの距離(km)	砂丘番号	沿岸からの距離(km)
1	2.6 - 3.9	12	1.5 - 3.9
2	2.2 - 4.2	13	1.9 - 3.4
3	2.6 - 3.2	14	2.0 - 2.5
4	2.1 - 3.6	15	1.7 - 2.1
5	1.0 - 2.5	16	2.2 - 2.4
6	1.4 - 1.9	注: 沿岸からの距離は、地形図(縮尺: 1/50,000)による。	
7	1.0 - 1.6		
8	1.3 - 3.1		

① 灌木の導入

上述のように、内陸側は、海岸地域よりも地下水位が深く、また湿気を帯びた海風が無くより乾燥しているため、内陸側に位置するNo.1～4の砂丘はモクマオウ及びユーカリの植栽に適せず、植栽しても良好な成林が期待できないと判断されるので、より乾燥に強い灌木を植栽する。

なお、1/2期植林砂丘と同様海岸に近く、植栽環境が大きく異ならないNo.5～8砂丘には、モクマオウ及びユーカリを植栽する。

灌木はプロソピス・ジュリフローラ(*Prosopis juliflora*、外来灌木樹種)、アカシア・トルティリス(*Acacia tortilis*、郷土灌木樹種)を選定する。聞き取り調査ではこれまでにセネガル国で100ha程度のプロソピス、アカシア・トルティリスが植栽されており、育苗・植栽技術体系は実践的に確立されていると判断され、種子の現地採種あるいは購入も可能である。

プロソピス及びアカシア・トルティリスを植林する場合の利点は、下記のとおりである。

- a 両樹種ともに熱帯及び亜熱帯の乾燥地域に生育している樹種で、乾燥に非常に強い。
- b プロソピス、アカシア・トルティリスは樹高に比して樹冠が大きく、砂丘固定林の植林木として適している。例えば、プロット調査におけるプロソピスの植林地(平均樹高7.0m)及びアカシア・トルティリス植林地(平均樹高3.9m)の平均樹冠直径はそれぞれ5.0m、8.1mであった。
- c プロソピス、アカシア・トルティリスの樹下はヤギ、ヒツジなどの放牧家畜の休息場所となることが多く、糞尿により土壌が改善されるためか植生の侵入が促進されている。その広さは裸地において樹冠面積とはほぼ同程度であった。

(参考)「アフリカ熱帯乾燥地域での育苗、植林」(セネガル農業研究所、農業開発研究国際協力センター発行、1995)によるプロソピス及びアカシア・トルティリスの特質

プロソピス: *Prosopis juliflora*

樹高10～15mで幹が短く、樹冠が風のために横に傾いていることが多い。樹皮は明るい茶色で亀裂が深い。枝はラツパ状に広がり、梢は平である。花は薄いクリーム色。莢は薄い黄色で滑らか、熟するとつやを持ち、先が細く、弓形で12～15粒入っている。原産は熱帯、亜熱帯アメリカ。乾燥地、排水の良い砂地を好む。乾燥が激しい所でも耐えられる(年間降雨量150mm)。品質も良いが、成長が早い。したがって砂丘固定に向いている。実は食用にできる。葉や莢は飼料として使用され山羊、羊が食する。木材は耐久性があり小さな工事に使用できる。良質な薪炭材である。薬用として使用されている例はあまりない。

アカシア・トルティリス: *Acacia tortilis*

サヘル・サハラ地帯で最も大きな木の一つである。アトラス山脈の南部からサヘル地帯、またはセネガルから東アフリカ、サウジアラビアまでに生育する。上部が円形かまたは不規則な形をしており、螺旋系になった実により容易に識別できる。砂地、風または水による侵食を受けた土地に純林を形成する。また、鉄分の多い土地、アルカリ性の土地、砂混じりの泥土にも生えている。乾燥に非常に強

い。サヘル地帯では経済的及び生態的に非常に重要な役割を担っている。棒材、杭として建築、柵に使用される。また、良質な薪炭材である。飼料としても基本的なもので、葉、実は他のアカシアと同じく家畜に食される。また、薬用としても多用される。

② モクマオウ及びユーカリの植栽密度の見直し

1/2期事業植林地では樹高が1.5～2.0m程度以上に成長したモクマオウ植林地において、植栽木間の水分競合と推定される枯死現象が部分的に見られた(現時点では植林地の成林を阻害する程度のものではない)。一方、本計画サイトの年降雨量は1/2期の約74%と少ないことから、植栽木間の水分競合が1/2期サイトよりも厳しくなると想定される。

このため、本計画では植栽木間の水分競合を軽減させるため、植栽密度を少なくすることが妥当と判断される。したがって、本計画では過去に他ドナーで造成された植林地の植林密度(1,600本/ha以下)を勘案して1,600本/ha(植栽間隔:2.5×2.5m)とし、1/2期事業(2,000本/ha)よりも疎植とする。

なお、新規に導入するプロソピス及びアカシア・トルティリスの植栽密度は、セネガル国のプロソピス及びアカシア・トルティリスの植林実績を踏まえてモクマオウ、ユーカリと同様に1,600本/haとする。

2) 社会経済条件に対する方針

本プロジェクトの対象地域には遊牧民族であるプル族の集落も多く、ウシ、ヒツジ、ヤギ等の家畜の放牧が一般的に行われている。また、北部の一部ではラクダの放牧も見られる。このため、防風柵及び家畜侵入防止柵によって家畜の侵入を防止することとしているが、植林地の保護に対する地域住民の理解と認識の向上が不可欠であることから、本計画の開始前に地域住民に対して事業説明会を実施する。

多くの村落の住民は海岸砂丘林の植林経験があり、住民は植林による砂丘固定により飛砂被害が防止され、環境保全が図られると肯定的に捉えている。一方、当該地域では野菜生産あるいは放牧以外には現金収入を得る生業がない貧困層が多く、さらに植林作業に雇用されることによる収入源としての期待も持っている。

また、植林地引渡し後の維持・管理は地域住民が参画して円滑に実施される必要があることから、植林事業の労務には地域住民を積極的に雇用する方針とする。

3) 植林事情もしくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

本事業は雨期の前半(約20日間程度)に大面積の植栽を完了するよう、飛砂防止対策工や育苗等の準備を進める必要がある。このため、事業に必要な資機材はできる限りセネガル国において調達するが、セネガル国で短期に十分な量の調達が困難なものについては、日本または第三国から調達するものとする。

4) 現地業者(建設会社、コンサルタント)活用に係る方針

本プロジェクトの飛砂防止対策工、家畜侵入防止柵、育苗及び植栽作業などは、高度な特殊技能を必要としない設計のため地域住民が実施するのに適した作業である。事業の実施においては、多くの労務者を雇用する必要があることから、地域住民を主として雇用し管理する必要がある。このため活用する現地業者は労務管理及び工程管理等に

十分な実績を有する業者とする。

5) 実施機関の運営・維持能力に対する方針

実施機関である水森林狩猟土壌保全局は、1/2期事業と同様に本プロジェクト予算を確保し、また、専任コーディネーター1名を配置することとしているので、事業実施期間中に大きな問題は生じないと思われる。植林地引渡し後の維持管理は、水森林狩猟土壌保全局の現地出先機関に委ねられるが、人員配置と予算は必ずしも十分ではない。このため、森林管理局の指導のもとで森林管理委員会を設立して、地域社会・住民の協力を得ながら植林地の維持管理を行なう必要がある。

6) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

本事業の目的は砂丘固定林の造成であり、植栽地が成林するためには、飛砂防止対策工(防風柵及び伏工)や家畜進入防止柵が必要となる。これらの仮設工作物については、植栽地が必要とする保護期間を最低耐久年数とする方針とする。

7) 工法、工期に係る方針

基本的に1/2期事業の工法を踏襲するが、1/2期事業結果と2/2期事業対象地との自然条件や社会条件勘案して前述のとおり必要な改善策を講じる。

工法及び技術的な方針は以下のとおりである。

- ① 1/2期事業の成果を踏まえた工法を採用する。
- ② セネガル国でこれまで確立されている技術、我が国の技術でセネガル国に適用できる技術を採用する。
- ③ 確実な活着が得られるような植林技術を採用する。
- ④ 確実な飛砂防止が可能な工法を設計する。
- ⑤ 施設等は植林対象地域の自然的条件や社会条件に適した構造とする。
- ⑥ 植林後の維持管理経費が最小限となるような施設の種類・構造を設計する。

工期の設定に当たっては、植栽面積と労務調達を勘案して決定する。

8) 適する実施方法の案件区分に係る方針

事業実施や維持管理において地域住民・社会との継続的な連携が必要なことや、育苗作業等の年度を跨ぐ工種があることから、一貫した施工が必要であり、国庫債務負担案件(国債案件)が適している。

3-2-2 基本計画

(1) プロジェクトの実施期間

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ことを前提とし、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を基に最低必要年数から求めた。Sag地区は全体では調達可能人数は多いが砂丘が分散しているため、植林周辺地域での調達可能労務数からみた年間最大植林規模は概ね120haとなる。植林面積は274haであるため年平均90haを植林するとして3年間で植林することが妥当である。また、Lompoul地区も調達可能労務数からみて年間最大植林規模は150ha程度のため395haを植林するためには植栽年数は最低3年間が必要である。これに加え、植栽までの準備期間1年、補植1年を含めた期間が必要である。

これより、プロジェクトの実施期間は5年間とし、1年目は苗畑設置、2～4年目(3年間)にかけて植林(新植)を実施し、3～5年目にかけて補植を行う。

(2) 植林面積

2/2期事業の植林面積は表3-15に示す669haである。各砂丘の植林区域は、1/2期事業と同様に飛砂防止対策工の最小施工区画である20m×20m区画(0.04ha)の集合体として画定する。また、植林区画に介在する既存植生地は、その分布及び規模を勘案して表3-16により取り扱う。

表3-15 2/2期事業の植林面積

森林管理局	森林管理署	植林事業区	砂丘番号	砂丘名	植林面積 (ha)	植栽面積 (ha)	除地 (ha)
Louga	Louga	Sag	1	Potou	43	41	2
			2	Daw-1	83	77	6
			3	Daw-2	13	13	0
			4	Daw-3	67	63	4
	Kebemer		5	Galdamel-1	49	48	1
			6	Galdamel-2	6	6	0
			7	Aly Ndiaye	13	13	0
			8	Khonke Yaye	395	355	40
合計					669	616	53

注) 植林面積: 植栽面積 + 除地(作業道、植生地)

表3-16 裸地に介在する既存植生地の取り扱い

区 分	対 処 方 針
植生被覆率が10%～30%未満	①植栽対象区画とし、植栽前地存えを行う。
植生被覆率が30%以上	①植生地が0.02ha未満の区画は、植栽対象区画として植栽前地存えを行う。 ②植生地面積が0.02ha以上の区画は、植栽除地として植栽を行わない。

(3) 飛砂防止対策計画

植林地の飛砂を防止するため、1/2期事業と同様に傾斜15%未満の斜面に防風柵工を、傾斜15%以上の斜面に伏工を施工する。各植林対象砂丘における防風柵工及び伏工のおおよその計画量を表3-17に示す。防

風柵工及、伏工及び家畜侵入防止柵工は、植林地を5年間保護するために十分な耐用年数を有する材料・構造のものとする。防風柵工及び伏工の配置図(モデル)を図3-5に示す。

表3-17 植林対象砂丘別の飛砂防止対策工計画量

対象サイト			植栽面積 (ha)	防風柵		伏工		家畜進入防 止柵 Km
事業区名	No.	砂丘名		割合(%)	Km	割合(%)	Km	
Sag	1	Potou	41	90	34	90	5	4
	2	Daw-1	77	90	42	90	9	28
	3	Daw-2	13	95	7	95	1	6
	4	Daw-3	63	95	62	95	4	0
	5	Galdamel-1	48	80	39	80	11	0
	6	Galdamel-2	6	80	5	80	2	0
	7	Aly Ndiaye	13	90	12	90	2	0
	計			261	-	-	202	34
Lompoul	8	Khonke Yaye	355	85	309	85	57	0
	計			355	-	-	309	57
合計			616	-	511	-	91	38

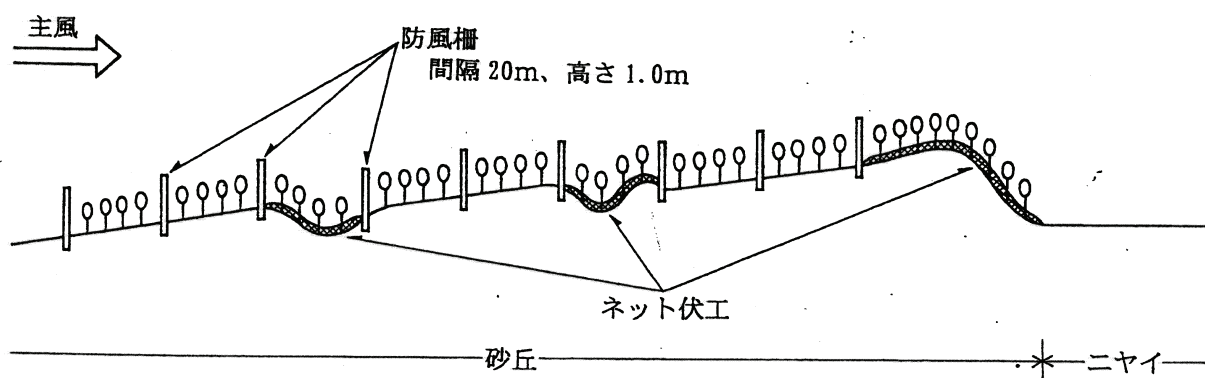


図3-6 飛砂防止対策工の配置

1) 防風柵工

防風柵工の設置方法及び材料は基本的に1/2期事業を踏襲するが、支柱とネットの接触箇所の摩擦抵抗を軽減するため支柱の表面を袋ネットで覆う。また、支柱とネットと結束線は、耐用年数5年以上のものを用いる。

① 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: 2/2期事業サイトの主風方向の範囲は約60°と広範囲にあることから、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. 支柱: 支柱は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。

② 柵の材料

- a. ネット : 網目間隔4mmのポリエチレン製を用いる。
- b. 支柱 : 直径16mmの鉄筋を用いる。
- c. 結束線 : 鉄線をビニールで被覆したものをを用いる。
- d. ネットと支柱の接触部: ネットを袋状に編んだ袋ネットにて鉄筋を覆い、擦り切れを防止する。

③ 年次別計画量

各砂丘の防風柵の年次別計画量を表3-18に示す。防風柵の配置及び構造は添付図面のとおりである。

表3-18 防風柵工の年次別計画量

対象サイト			植栽面積 (ha)	施工数量(km)					
事業区名	No.	砂丘名		1年	2年	3年	4年	5年	計
Sag	1	Potou	41		34				34
	2	Daw-1	77		42				42
	3	Daw-2	13			7			7
	4	Daw-3	63			62			62
	5	Galdamel-1	48				39		39
	6	Galdamel-2	6				5		5
	7	Aly Ndiaye	13				12		12
計			261		76	69	56		201
Lompoul	8	Khonke Yaye	355		105	99	105		309
	計		355		105	99	105		309
合計			616		181	168	161		510

2) 伏工

伏工の設置方法及び仕様・材料等は1/2期事業を踏襲する。

① 設置箇所

傾斜15%以上の斜面に設置する。

② 設置方法及び材料

伏工の材料は網目間隔2.0mmのネットを用いる。ネットは主風方向に伏せてアンカーピンで固定する。ネット及びアンカーピンの耐用年数は5年以上とする。

③ 年次別計画量

各砂丘の伏工の年次別計画量を表3-19に示す。伏工の標準的な配置及び構造を添付図面3に示す。

表3-19 伏工の年次別計画量

対象サイト			植栽面積 (ha)	施工数量(ha)					
事業区名	No.	砂丘名		1年	2年	3年	4年	5年	計
Sag	1	Potou	41		5				5
	2	Daw-1	77		9				9
	3	Daw-2	13			1			1
	4	Daw-3	63			4			4
	5	Galdamel-1	48				11		11
	6	Galdamel-2	6				2		2
	7	Aly Ndiaye	13				2		2
計			261		14	5	15		34
Lompoul	8	Khonke Yaye	355		19	19	19		57
	計			355		19	19	19	57
合計			616		33	24	34		91

(4) 植栽計画

1) 植栽前地拵

① 地拵の対象箇所

植栽前地拵は下記の箇所に実施する。各砂丘の植栽前地拵の数量を、表3-20に示す。

- a 植林区域に介在する被覆率 30%未満の植生地。
- b 植林区域に介在する被覆率が 30%以上の植生地で、かつ面積が 0.02ha 未満の団地(注:面積が 0.02ha 以上の団地は植栽除地として植栽しない)。

表3-20 地拵の年次別計画量

対象サイト			植栽面積 (ha)	施工数量(ha)					
事業区名	No.	砂丘名		1年	2年	3年	4年	5年	計
Sag	1	Potou	41		9				9
	2	Daw-1	77		13				13
	3	Daw-2	13			4			4
	4	Daw-3	63			11			11
	5	Galdamel-1	48				5		5
	6	Galdamel-2	6				1		1
	7	Aly Ndiaye	13				2		2
計			261		22	15	8		45
Lompoul	8	Khonke Yaye	355		14	13	13		40
	計			355		14	13	13	40
合計			616		36	28	21		85

2) 植栽

① 植栽樹種

本事業では気象害及び病虫害等に対する抵抗がより強い混交林を造成する。植栽樹種は、基本方針に基づき、No.1～No.4砂丘ではプロソピス、アカシア・トルティリスとし、No.5～No.9砂丘はモクマオウ、ユーカリとする(表3-21参照)。

表3-21 各砂丘の植栽樹種

対象サイト			植栽樹種			
事業区名	No.	砂丘名	モクマオウ	ユーカリ	プロソピス	アカシア・トルティリス
Sag	1	Potou			○	○
	2	Daw-1			○	○
	3	Daw-2			○	○
	4	Daw-3			○	○
	5	Galdamel-1	○	○		
	6	Galdamel-2	○	○		
	7	Aly Ndiaye	○	○		
Lompoul	8	Khonke Yaye	○	○		

② 植栽密度・植栽間隔

設計方針に基づき、植栽密度は1,600本/ha(植栽間隔:2.5×2.5m)とする。

③ 混交率及び混交方法

a. 混交率

モクマオウとユーカリの混交率は、1/2期事業結果でユーカリの活着率がモクマオウを上回っていること、モクマオウの枯死現象に対する対策から、基本設計の混交率(モクマオウ:80%、ユーカリ:20%)よりもユーカリの混交率を若干上げることとし、モクマオウ70%、ユーカリ30%とする。

一方、プロソピスとアカシア・トルティリスの混交率は、プロソピスの成長がアカシア・トルティリスよりも早いことを考慮して、プロソピス60%、アカシア・トルティリス40%とする。

なお、ユーカリはモクマオウと比較して塩害に弱いこと、水分要求度が高いこと及び植生散生地での活着率がモクマオウよりも高いことを考慮して、下記の箇所を優先して植栽する。また、後述するモクマオウの枯死現象に対処するため、植林地の外周部にはユーカリを配置する。

- i 植生被覆率が10%以上の箇所。
- ii 砂丘の窪地(凹部)あるいは砂丘の風下斜面。

b. 混交の方法

混交の方法は、植栽区画(20×20m)の数を上記の混交割合にあわせ、列状に主風方向と直角に配置するが、モクマオウとユーカリの混植地にあつては、植生の被覆状態、砂丘地形等を考慮して柔軟に対応する。

④ 植え穴

植え穴の大きさは、1/2期事業と同様に基本的に直径15cm、深さ30cmとする。植え穴を掘る時期は、植栽の直前とする。

⑤ 植栽期間

植栽開始時期は、1/2期事業と同様に降雨後に地中30cmの深さまで十分に湿った時とする。雨期は既述のように6月～10月までの5ヶ月であるが、8月と9月に集中して72%の雨が降る。乾期を迎えるまでに植栽木の根茎を十分に伸長させる観点から、できる限り雨期前半の20日程度で植栽を終了させるようにする。

⑥ 補植

既述のように、2/2期事業サイトの年降雨量は1/2期事業サイトの約74%と少雨傾向にあり、植栽木の活着率は1/2期事業結果(モクマオウ55.8%、ユーカリ80.9%)を幾分下回ると想定される。しかし、2/2期事業では活着率の向上対策として植栽前地拵を実施するとともに、モクマオウに発根剤を施用するので、モクマオウで70%、ユーカリで80%程度が期待される。従って、2/2期事業の補植率は、モクマオウ30%、ユーカリ20%とする。

プロソピスとアカシア・トリティリスの補植率は、森林官及び関係者からの聞き取り調査結果により20%とする。

⑦ 新植・補植の年次別計画量

各砂丘の新植及び補植の年次別計画量を表3-22に示す。

表3-22 新植・補植の年次別計画量

植林対象サイト			植栽面積		区分	年次別植栽面積 (ha)					
地区名	No.	砂丘名				1年	2年	3年	4年	5年	合計
Sag	1	Potou	41.0	2.0	新植 補植		41.0	8.2			41.0 8.2
	2	Daw-1	77.0	6.0	新植 補植		77.0	15.4			77.0 15.4
	3	Daw-2	13.0	0.0	新植 補植			13.0	2.6		13.0 2.6
	4	Daw-3	63.0	4.0	新植 補植			63.0	12.6		63.0 12.6
	5	Galdamel-1	48.0	1.0	新植 補植			48.0		13.0	48.0 13.0
	6	Galdamel-2	6.0	0.0	新植 補植			6.0		1.7	6.0 1.7
	7	Aly Ndiaye	13.0	0.0	新植 補植			13.0		3.5	13.0 3.5
	計		261.0	13.0	新植 補植		118.0	76.0 23.6	67.0 15.2	18.2	261.0 57.0
Lompoul	8	Khonke Yaye	355.0	40.0	新植 補植		120.0	115.0 32.4	120.0 31.1	32.4	355.0 95.9
	計		355.0	40.0	新植 補植		120.0	115.0 32.4	120.0 31.1	32.4	355.0 95.9
合計			616.0	53.0	新植 補植 計		238.0	191.0 56.0	187.0 46.3	50.6	616.0 152.9
						238.0	247.0	233.3	50.6	768.9	

注) 砂丘No. 5、6、7、8は、モクマオウとユーカリが7：3の割合で植栽され、補植率はそれぞれモクマオウ30%、ユーカリ20%である。

3) 保育

① 下刈り

各砂丘の下刈りの年次別計画量を、表3-23に示す。下刈りは植栽前地拵を実施する区画に対して、植栽1年後の補植と併せて実施する。

表3-23 下刈りの年次別計画量

対象サイト			植栽面積 (ha)	施工数量(ha)					
事業区名	No.	砂丘名		1年	2年	3年	4年	5年	計
Sag	1	Potou	41			9			9
	2	Daw-1	77			13			13
	3	Daw-2	13				4		4
	4	Daw-3	63				11		11
	5	Galdamel-1	48					5	5
	6	Galdamel-2	6					1	1
	7	Aly Ndiaye	13					2	2
計			261			22	15	8	45
Lompoul	8	Khonke Yaye	355			14	13	13	40
	計		355			14	13	13	40
合計			616			36	28	21	85

② 施肥

設計方針に基づき新植木及び補植木に施肥を行う。肥料は化学肥料を用い、N・P・Kを10:10:20の割合で10g/本程度を施す。

4) 保護

① 気象害

1/2期事業植林地及び2/2期事業サイトの既存植林地では、重大な気象害が発生していないので、この対策を計画しない。

② 病虫害

a. モクマオウの枯死現象

1/2期及び2/2期事業サイトで、既存モクマオウ植林地における枯死現象が見られた。2004年7月上旬に派遣された実施促進調査団(JICA)による採取サンプルの分離・接種試験の結果、病原性の認められるDiplodia属菌が検出されている。この病原菌の侵入経路や拡散の仕組みが不明であることから直接的な予防・防除対策が困難である。このため、1/2期事業では事業実中に植林地の外縁部にユーカリを配置するとともに、モクマオウの混交率を80%から70%減少させている。

2/2期事業においても、既述のようにモクマオウの混交率を70%とし、植林地の外縁部はユーカリを配置する。

b. シロアリ

基本設計では幼木が被害を受けやすいとされているユーカリの新植時、補植時にシロアリ駆除剤を計画したが、1/2期事業の実行結果ではモクマオウについても同様にシロアリの被害が認められた。また、事業化調査でプロンピスの既存植林地にも被害がみられたので、2/2期においては全ての植栽樹種にシロアリ駆除剤を施用する。

c. 砂漠バッタ

2004年8月末から9月にかけて、北アフリカで大発生した砂漠バッタが飛来し、1/2期植林地では成虫及び孵化した幼虫による植栽木の食害を被っている。砂漠バッタの発生は8~10年周期であり、2/2期事業の実

施期間中に発生する可能性は低いと想定され、また、1/2期事業の深刻な被害は植栽1年目のモクマオウのみであったことから、砂漠バッタの対策を計画しない。

③ 家畜の侵入による被害

周辺でラクダが放牧されている砂丘に、家畜侵入防止柵を設置する。家畜侵入防止柵は防風柵の支柱を高くした構造とし、植林地の周囲に配置して防風柵の機能を兼ねる。なお、ラクダが放牧されていない地域では、防風柵が小型の家畜に対する家畜侵入防止柵を兼ねる。

a. 柵の設置

- i. 設置箇所: 植林地の外周部に、植林地の境界に沿って設置する。
- ii. 柵の高さ・間隔: 防風柵と同じ。
- iii. 支柱: 支柱の長さは2.3mとし、そのうち地中には0.8m打ち込む。

b. 年次別計画量

各砂丘の家畜侵入防止柵の年次別計画量を、表3-24に示す。家畜侵入防止柵の配置及び構造は添付図面4に示す。

表3-24 家畜侵入防止柵の年次別計画量

対象サイト			植栽面積 (ha)	施工数量(ha)					
事業区名	No.	砂丘名		1年	2年	3年	4年	5年	計
Sag	1	Potou	41		4				4
	2	Daw-1	77		28				28
	3	Daw-2	13			6			6
	4	Daw-3	63						
	5	Galdamel-1	48						
	6	Galdamel-2	6						
	7	Aly Ndiaye	13						
計			261		32	6			38
Lompoul	8	Khonke Yaye	355						
計			355						
合計			616		32	6			38

④ 山火事

1/2期事業結果では地元住民の入林によるたき火等に起因する植林地の火災は報告されていない。また、既存植林地においては、小規模な火災は発生しているものの、林内には下層植生が少なく延焼しにくいいため、大規模な山火事が発生していないことから防火線、火の見櫓等の設置を計画しない。なお、植林地内に計画する作業道(幅員:20m)は、副次的に防火線としての役割を有する。

(5) 苗木生産計画

1) 年次別苗木の必要本数

砂丘ごとの年次別苗木の必要本数を、表3-25に示す。

表3-25 年次別の苗木の必要本数

植林対象サイト			植栽面積	区分	年次別必要本数(千本)					
地区名	No.	砂丘名			1年	2年	3年	4年	5年	合計
Sag	1	Potou	41.0	新植 補植		65.60	13.12			65.60 13.12
	2	Daw-1	77.0	新植 補植		123.20	24.64			123.20 24.64
	3	Daw-2	13.0	新植 補植			20.80	4.16		20.80 4.16
	4	Daw-3	63.0	新植 補植			100.80	20.16		100.80 20.16
	5	Galdamel-1	48.0	新植 補植				76.80	20.80	76.80 20.80
	6	Galdamel-2	6.0	新植 補植				9.60	2.72	9.60 2.72
	7	Aly Ndiaye	13.0	新植 補植				20.80	5.60	20.80 5.60
	計		261.0	新植 補植		188.80	121.60 37.76	107.20 24.32	29.12	417.60 91.20
Lompoul	8	Khonke Yaye	355.0	新植 補植		192.00	184.00 51.84	192.00 49.76	51.84	568.00 153.44
	計		355.0	新植 補植		192.00	184.00 51.84	192.00 49.76	51.84	568.00 153.44
合計			616.0	新植 補植 計		380.80 380.80	305.60 395.20	299.20 74.08	80.96 80.96	985.60 244.64 1230.24

注) 砂丘No. 5、6、7、8は、モクマオウとユーカリが7:3の割合で植栽され、補植率はそれぞれモクマオウ30%、ユーカリ20%である。

2) 苗木生産

① 固定苗畑

2/2期事業に必要な苗木は1/2期事業と同様に固定苗畑で生産する。固定苗畑はKeur Koura Diéry、Lompoulの2箇所を設置し、その敷地の概要及び面積を表3-26に示す。また、苗木生産の年次別計画量を、表3-27に示す。なお、得苗率は、モクマオウ、ユーカリは1/2期事業結果から、また、プロソピス、アカシア・トルティリスはセネガルの実績から80%とした。

表3-26 固定苗畑の敷地概要及び面積

苗畑名	敷地の概要	面積(ha)
K.K.Diéry	地方共同体が管理する学校裏の空き地。平坦地。	1.50
Lompoul	森林局苗畑に接続する南部及び西部の空き地。平坦地。	1.50

表3-27 苗木生産の年次別計画量

苗木名	苗木生産計画本数					
	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	計
K. K. Diery		236,000	199,200	164,400	36,400	636,000
Lompoul		240,000	294,800	302,200	64,800	901,800
合計		476,000	494,000	466,600	101,200	1,537,800

3) 種子の調達

① 調達先

セネガル国で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)がある。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、1/2期事業におけるモクマオウ及びユーカリ種子の調達結果も良好である。また、プロソピス及びアカシア・トルティリスの種子についても、平常時では大量の種子を備蓄していないものの、必要に応じた供給が可能な体制を有している。したがって、2/2期事業の種子調達先は同プロジェクトを想定する。なお、プロソピスの種子の熟する時期は7～9月、アカシア・トルティリスは1～2月であるので、事前の連絡・調整が必要である。

- a 販売種子は、樹種ごとに採種年度、産地及び発芽率等が明確にされている。
- b 販売種子は、研究所及び苗木での発芽試験を通じ発芽率75%以上を確保している。
- c 同プロジェクトは年間3,000kgの処理能力を有し、常時、大量の種子を備蓄している。

② 種子の調達量

新植及び補植に必要なとする種子の量を、表3-28に示す。モクマオウ及びユーカリはそれぞれ約6kg、プロソピス及びアカシア・トルティリスはそれぞれ約14kgである。種子は育苗ポットに数粒を直播して発芽後に間引きを行うことを考慮して、十分な種子量を調達する必要がある。

表3-28 必要とする種子量

樹種	育苗本数	発芽率(%)	粒数/kg	必要種子重量(kg)
モクマオウ	768,200	70	650,000	6
ユーカリ	304,000	80	350,000	6
プロソピス	279,400	78	28,000	14
アカシア・トルティリス	186,200	90	16,400	14

4) 育苗計画

① 育苗

育苗は1/2期事業を踏襲してポット育苗方式とし、その育苗工程を表3-29に示す。ポットは1/2期事業と同様に市販の黒ビニール袋(おおよそ横10cm×縦25cm、厚さ80ミクロン)を用いる。

② 発根剤

モクマオウの苗木の育苗過程の早期に発根剤を施用する。

表3-29 育苗工程及び育苗上の留意事項

項目	モクマオウ	ユーカリ	プロンピス	アカシア・トルティリス
用土採取及び輸送	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 ³ である。			
播種前処理	なし		播種数日前に浸水させて、24時間後に膨れたものを選定する。膨れない場合はさらに浸水させる。	
播種の時期	2月～3月		4月～5月	
播種量	ポット1個あたり一つまみ		ポット1個あたり1～2粒	
日照管理	なし	播種後4葉になるまで。日覆いを午前7～10時に行い、午後5時に取り除く。	発芽期(8日間)に日覆い、その後朝夕の日覆いを減らし、播種後12～15日から日覆いを外す。	
根粒菌接種	播種後2ヶ月後に、用土採取時に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。			
灌水	灌水は朝1回、貯水槽の水をジョウロを用いて行う。灌水量は、1,000本当たり40リットル(40cc/本/日)である。			
間引き	ポットに播種後35日～40日後		ポットに播種後10日～15日後	
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。			
発根の促進	発芽1～2ヶ月後に発根剤を散布1回する。			
搬出	植栽地への苗木運搬はトラックにより行う。			

③ 山出し苗木

山出し苗の規格を、表3-30に示す。

表3-30 山出し苗木の規格

樹種	規格(苗高)
プロンピス	20～40cm
アカシア・トルティリス	20～40cm
モクマオウ	30～60cm
ユーカリ	30～60cm

(6) 作業道計画

1) 配置の前提条件

地形の起伏が激しい大面積の植林事業を効率的に実施するためには、適切に配置された作業道が不可欠である。砂丘内の作業道は1/2期事業と同様に仮設工作物として位置づけ、20m×20mの区画を下記事項に基づ

き連続させたものとする。

- ① 苗木及び資材等を植林箇所まで運搬する車両は、1/2 期事業と同様に 4 輪駆動トラック(4 トン車)を想定する。
- ② 砂丘内での苗木・資材等の運搬は、最大距離 400m程度まで人肩で行う。
- ③ 砂丘内の人肩運搬を短くするため、砂丘周囲あるいは砂丘内部にこの適切な箇所に苗木・資材の集積地を多数配置する。

なお、大面積の植林地では住民及び家畜の通路の確保が必要であるので、砂丘内作業道の平面線形はこれを考慮して決定する。

2) 作業道の構造

① 線形

作業道の平面線形は直線とする。1/2期事業では作業道の風下に接する植林地が作業道からの飛砂により埋没する箇所が局所的に見られたため、地形に応じて直線の最大長を制限するとともに、ジグザグに配置する。また、作業道は砂丘頂部を回避し、できるだけ平坦部や凹部を選定する。

一方、作業道の縦断線形は、砂丘の水分環境の変化を最小限にする観点から大規模など切取り、盛土を避けることとし、4輪駆動トラックが通過できる範囲の地形の修正にとどめる

② 幅員

作業道の幅員は、植林区画の1辺の長さと同じ20mとする。

③ 路面

作業道の路面は、ブルドーザーによる不陸均しとする。

(7) 仮設計画

事業の実施に必要な施設は仮設工作物として建設する。ルーガに管理本部を置き、2箇所の固定苗畑(K.K. Diéry、Lompoul)に現場事務所を配置する。主要な施設を表3-31、表3-32に示す。

表3-31 主要な施設の計画

場 所	施設の種類	機能・用途等
ルーガ管理本部	1. 事務所	事業全体の施工管理を行う。
	2. 宿 舎	日本人現場従業員、労働者用の宿舎。
	3. トイレ・シャワー室	トイレ・シャワー用。
	4. 労働者休憩室	通勤労働者用休憩室。
	5. 倉庫	器機及び資機材を保管する。
現場事務所	1. 事務所	苗畑の運営、育苗作業の管理を行う。
	2. 資機材倉庫	防風ネット・支柱等の飛砂防止対策工用資材、ビニールポット等の育苗資材等の工用資機材を保管する。
	3. 作業棟	育苗作業等を行う。
	4. その他	

表3-32 主要な育苗用給水施設の計画

1. 井戸	育苗用水、現場事務所及び車両整備工場等の水を確保する。
2. 貯水タンク	深井戸からポンプ・アップした水を重力配水する。
3. 貯水槽	貯水タンクからの配水を一時的に貯水する。

3-2-3 基本設計図

基本設計図を、添付図面1に示す。

3-2-4 施工計画

3-2-4-1 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3-6に示す。

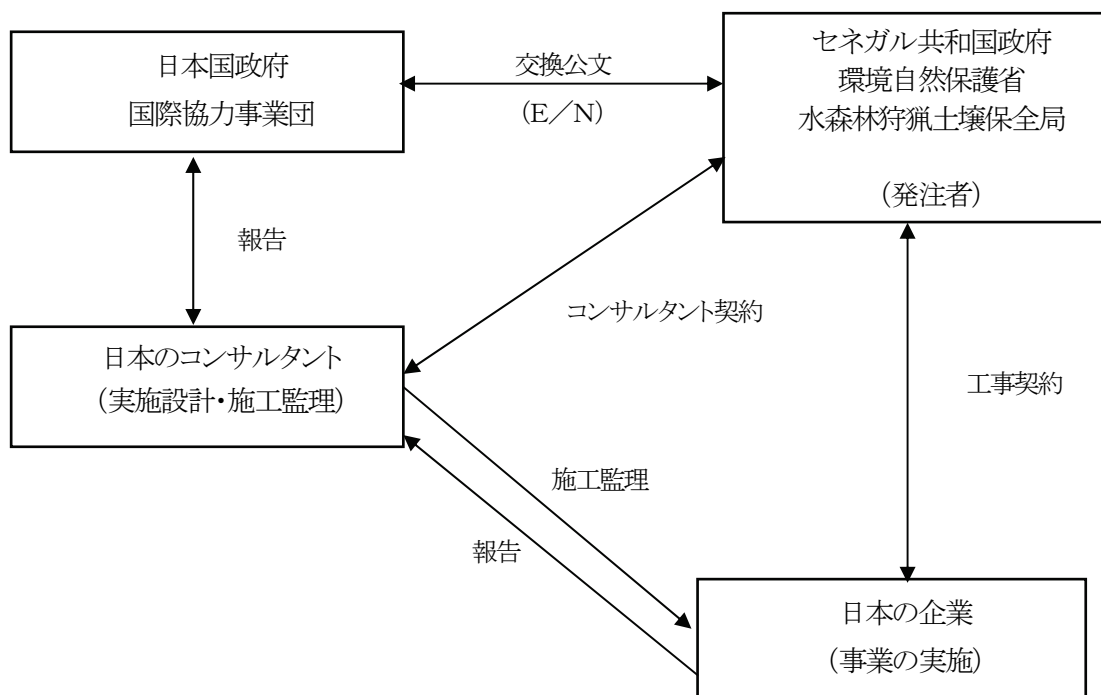


図3-7 事業実施に係る各機関の関連

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交換公文(E/N)が締結された後に、セネガル国の実施機関と国際協力機構が推薦する日本法人のコンサルタント及び入札により選定された日本の企業によって実施される。

セネガル国の実施機関は環境自然保護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、詳細設計、入札及び契約図書の作成、入札参加

資格基準の設定、入札参加希望者の募集、入札者の審査を行う。資格審査完了後、セネガル国政府代表者の参加の下に、本プロジェクトの実施に係る入札を行い、請負業者を選定・決定する。請負業者は水森林狩猟土壌保全局との業務契約に基づき、コンサルタントの指導・監理の下に本プロジェクトを完成させる。

本プロジェクトに係る施工監理は以下に示す方針により実施する。

- (1) 業者が本プロジェクトを開始し、完成するまで、施工期間は約50ヶ月、延べ5ヵ年を必要とする。初年度には苗畑、井戸・給水施設等の植林活動の中心となる施設を作設し、2年目から4年目にかけて新植を行い、5年目は補植を行う。
- (2) 多数の事業(植林、仮設施設建設、機材調達)の工期内の完成を期するため、植林事業及び建設工事の経験が豊富でセネガル国及び周辺国での同様の事業実績を有する日本企業を選定する。
- (3) 選定する企業はセネガル国事情に詳しく、現地業務が滞りなく遂行できるものとする。
- (4) セネガル国側が負担すべき、植林地の確保、不必要な障害物の除去、アクセス道の確保などの整備は、プロジェクトの開始前に完了させるように、関係機関、住民と綿密な打合せを行い、本プロジェクトの進行の妨げにならない様にする。
- (5) 本プロジェクトの実施に必要とされる諸手続きを円滑に行うため、セネガル国側と協力して、事前に万全な準備をする。
 - ▶ コンサルタント及び請負業者の日本人の長期ビザの発給
 - ▶ 植林事業に係る機材の輸入・輸出に関わる免税及び通関
 - ▶ 第三国製品の輸出入など
 - ▶ 日本人及び輸入機材に関わる免税
- (6) 現地に近いルーガに管理本部、2つの苗畑に苗畑現場事務所、首都ダカールに連絡事務所を設置し、JICA、水森林狩猟土壌保全局などと連絡が密に取れる体制を構築する。
- (7) コンサルタントは育苗作業の開始から植林終了まで及び各年度末など植林作業の重要時に技術者を派遣し、また、請負業者の責任者、事務管理者をルーガに常駐させる。
- (8) コンサルタントによる施工監理

本プロジェクトのコンサルタントによる施工監理は、請負業者が契約書、特別条件書、仕様書図面などに則って実施する植林事業(育苗、植栽、作業道作設、飛砂防止対策工)などに関して、請負業者が実施する内容の検査、指導及び監督を行うことを目的とする。

- ▶ 本工事の着工から完了引渡しまで監理し、事業の重要時期及び検査時期に技術者を派遣し、工程の厳守を徹底する。
- ▶ 本プロジェクトは植林事業の他、住民参加の促進、管理事務所や給水施設の作設、各種機材の調達など業務が多岐にわたるので、コンサルタントは各事業の専門業種の監理ができる施工監理体制を敷く。
- ▶ 植林事業は、育苗、植栽、植栽樹種、補植などの検査に立会い、請負業者に対する適切な指導を行う。
- ▶ 各種施工(施設、防風柵、伏工等)物は各段階(準備、材料調達、施工、施工終了)において、植林計画と各種施工物の配置の確認、検査等を行い、施工の可否、竣工検査など多岐にわたる正確な判断を行い、請負業者に対する指導及び施工監理を徹底する。
- ▶ セネガル国政府関係者、JICA 事務所などへの定期的連絡・報告は欠かさず実行する。

3-2-4-2 施工上の留意事項

施工上に際しての留意事項は以下のとおりである。

- ① 植栽適期は雨期が始まり、何回かの降雨により、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。
- ② 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計画が必要である。
- ③ 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、施工に当たっては地元住民を優先的に雇用し、外部者の雇用は最低限に止めて地域の混乱を避ける等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、プロジェクト開始前及びプロンピス終了時に、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がある。

3-2-4-3 施工区分

本事業のうち、日本国側及びセネガル国側の施工／調達区分を、表3-33に示す。

表3-33 施工／調達区分

施工／調達内容	日本国側	セネガル国側
1. 植 栽	① 植林区域の区画測量 ② 降雨量の計測(植栽時期の決定) ③ 植穴掘削 ④ 苗木運搬 ⑤ 植付け ⑥ 1年後の補植	① 植林地へのアクセスの確保 ② 植林区画測量の立合い ③ 植林地内の障害物の除去
2. 苗木生産	① 各苗畑敷地の境界測量 ② Keur Coura Diery 及びLompoul苗畑敷地の整地 ③ 各苗畑の整備 苗床、管理事務所、倉庫、井戸等の作設 ④ 給水・電気設備の設置 ⑤ 育苗資機材、車両等の調達 ⑥ 種子の調達 ⑦ 育苗 ⑧ 搬出予定苗の規格検査	① 各苗畑の用地提供 ② 各苗畑へのアクセスの確保 ③ 境界測量の立合い ④ 苗畑敷地内の障害物の除去、伐採、除根
3. 防風柵等の設置	① 材料の調達・運搬 ② 設定箇所の決定、設置	① 設定箇所の障害物の除去
4. 作業道の開設	① 作業道の路線選定 ② 作業道の作設	
5. その他	① 事業説明会の開催 ② 育苗、植栽事業に係る労務の調達	① 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で遅滞なくとり行うことが望まれる。

- ① 交換公文に基づく日本法人コンサルタントとの契約
- ② 交換公文に基づく日本法人企業との契約
- ③ 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
- ④ 施工監理に必要な要員の配置
- ⑤ 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
- ⑥ 事業に必要な資機材の免税処置、または通関手続き
- ⑦ 各段階における検査の立合い
- ⑧ 各段階における検査証明書または完了証明書の発行

3-2-4-4 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／調達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どうかの工程管理を行い、また、各実施段階における出来高管理、品質管理を行う。

施工監理体制は、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責任者として施工監理・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なうこととし、各技術者の主要な業務は下記のとおりである。

施工監理・森林管理技術者：事業開始時における地域住民を対象とした事業説明会(各事業区)。年次毎の伏工及び植栽・補植完了時の出来高及び品質検査等。

砂丘固定・植林技術者：防風柵工及び植栽工の出来高及び品質検査等。

育苗技術者：初年次の育苗作業開始時の育苗計画の確認。苗木搬出前の苗木の規格検査等。

施工監理技術者の派遣時期は、本プロジェクトの実施において重要な施工時期及び検査時期とする。重要な施工時期としては、植栽地の境界、防風柵及び伏工の設置箇所及び植栽樹種の区分等の決定時期、防風柵設置の開始時期、育苗期間、植栽開始時期等である。但し、2年目以降は同じ作業の繰り返しであるため、技術者が現地に駐在する時期は必要最小限に留めるものとする。

3-2-4-5 品質管理計画

品質管理は植林地の活着率・生存率の向上を高め、植林地を確実に成林に導くために実施する。主要な品質管理項目を、表3-34に示す。

表3-34 主な品質管理項目

材料の種類	主な管理項目
ネット(飛砂防止対策工、家畜侵入防止柵)	材質、品質、網目間隔
支柱(防風柵、家畜侵入防止柵)	材質、品質、長さ、直径
結束線(防風柵、家畜侵入防止柵)	材質、品質、直径
アンカーピン(伏工)	材質、品質、長さ、直径
山出し苗木	品質、苗高

3-2-4-6 資機材等調達計画

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ことを前提に、セネガル国、日本及び第三国の輸送梱包費を含む価格を比較して最も経済的な国から調達する。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。

- ① セネガル国にて生産されている一次製品：
砂、砂利、砕石、ラテライト等。
- ② 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。
- ③ 原料(資材)を輸入している工場加工品：
鉄骨・鉄筋の一部、木工製品、育苗ポット等のビニール製品等
- ④ 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5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。

3-2-4-7 実施工程

2/2期事業は、ルーガ州のSag事業区及びLompoul事業区の8箇所の砂丘を対象として実施する。1/2期事業と比較して植林面積が若干少ないものの、数多くの小規模砂丘も分散している。事業の工期は労務調達量の見通しから必要と判断される新植期間3年に、準備期間1年、補植期間1年を加えた5年とする。

プロジェクトは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I～第Vタームに分割して実施する。それぞれの実施工程を表3-35に示す。

表3-35 2/2期業務実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実施設計			(現地調査)		(国内作業)		(現地調査)						
						(国内作業)							
(計 5.0月)													
第I Term	施工・調達	(準備工)					(苗畑整備工)						
								(作業道開設工)					
(計9.0月)													
第II Term	施工・調達												
(計12.0月)													
第III Term	施工・調達												
(計12.0月)													
第IV Term	施工・調達												
(計12.0月)													
第V Term	施工・調達												
(計 6.33月)													

3-3 相手国側分担事業の概要

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3-33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。

① 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Keur Coura Diéryの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。Lompoulの苗畑は公道近隣にあるためアクセス上の問題は少ない。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大型車両の走行が困難な箇所について補修を行う。

② 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。

③ 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

本計画では、Keur Coura Diéry及びLompoulの2苗畑を使用する計画である。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。

Keur Coura Diéryの苗畑用地は地方共同体の管理する土地であり、既に本プロジェクトで使用することについての合意はできているが、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。

Lompoulの苗畑は森林局が管理する土地であるので、その拡張は森林局が責任を持って境界を決定する。

④ 事業説明会の開催

本計画の開始時及び終了時に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。

⑤ 本計画に必要な資機材の免税処置及び通関手続き

本計画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で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。

⑥ 本計画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

本計画の実施に当たって、コンサルタント及び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。

⑦ 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

本計画の実施にあたって、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。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 維持管理の内容

本事業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は、植林地の引渡し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、植栽後5年間までの飛砂防止対策工の点検・補修、モクマオウ林の植栽後5年程度以降の除伐及び植栽後15～20年程度以降の更新、ユーカリ林の植栽後5～7年程度以降の萌芽更新がある。

1) 森林パトロール

本計画は新植地の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。一方、本計画は飛砂防止対策工(防風柵、伏工)及び家畜侵入防止柵の耐用年数を5年以上として、植林地の成林見通しが得られるまでの5年間を保護することとしているので、セネガル国側は引渡し後4年間の植林地の維持管理を行う必要がある。このため、セネガル国は飛砂防止対策工及び家畜侵入防止柵の点検・修理を行なうとともに、植林地における気象害や病虫害の発生、山火事の発生、植林地の不法使用及び植栽木の盗伐等を監視するため、定期的な巡回パトロールが必要である。1/2期事業では森林局が地域住民を雇用して巡回パトロールを行っており、また、森林管理委員会が設立されているので、本計画においても同様に行う必要がある。

2) 除伐・本数調整伐

砂丘固定林の造成は早期に砂丘地表面を植栽木で活着させることが肝要であり、本計画の植栽密度は1,600本/haと比較的密植で計画している。通常、植林地の植栽木が成育するにつれて植栽木間の生存競争が激しくなり、砂丘固定林では水分競争が熾烈となる。1/2期事業の植林地においても植栽木の成育が特に良いモクマオウ植林区画では、植栽木間の水分競争と推定される枯死現象がまだ局所的であるが見られている。このため、モクマオウ及びユーカリの植林地では、植栽木の成長に即した林分密度管理を行う必要があり、初期には除伐を行い、植栽木の成長につれて本数調整を行なう。

プロソピス及びアカシア・トルティリスの灌木は基本的には自然淘汰に任せるが、植林地の状態をみて必要に応じて本数調整を行なう。

3) 更新

本計画の植栽樹種はモクマオウ、ユーカリ、プロソピス及びアカシア・トルティリスである。

モクマオウは樹齢が30～50年程度であり天然更新しないため、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年頃とされている。

ユーカリは植栽後5～7年程度以降に皆伐・萌芽更新を行う。

(2) 維持管理の体制及び方法

植林地の維持管理は、水森林狩猟土壤保全局の指導のもとで地域住民参加方式によって行われる必要がある。1/2期事業にあつては、植林地が引き渡された後の維持管理のため水森林狩猟土壤保全局の指導のもとに、砂丘毎に周辺住民によって構成される森林管理委員会が郡令により設立されている。委員会の概要を表3-36に示す。委員会の役員構成、主な活動及びバックアップ体制は各委員会とも同じである。

本計画においても1/2期事業と同様に、砂丘毎に委員会が設立される見通しである。

表3-36 森林管理委員会の概要

区 分	内 容
役員構成	委員長、副委員長、秘書、秘書補佐、会計及び会計補佐
バックアップ体制	郡長、村落共同体議長、農村開発センター、水森林狩猟土壌保全局、沿岸地域植林プロジェクト
主な活動内容	①植林地の見回り ②防風柵のメンテナンス ③補植(必要に応じて) ④整備・管理計画に基づいた伐採(将来的に) ⑤基金の管理(将来的に)
その他	委員会の構成村落・集落数は下記のとおり。 No.12砂丘:46 No.13、No.14砂丘:21 No.15砂丘: 8 No.16砂丘:21

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は約14.68億円で、既述した日本とセネガル国の負担区分に基づく双方の経費内訳は下記のとおり見積られる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本国側負担経費

日本国側負担経費総額は14.65億円で、その内訳を表3-37に示す。

表3-37 日本国側負担経費内訳

概算総事業費		約1,465百万円
費目		概算事業費(百万円)
施設	苗畑造成、給水設備、防風柵、伏工、家畜侵入防止柵、ポット苗工、地植え工等、	1,341
機材	—	0
実施設計・施工監理		124
合 計		1,465

(2) セネガル国側負担経費

セネガル国側負担経費総額は約1,181万FCFA(約253万円)で、その内訳を表3-38に示す。

表3-38 セネガル国側負担経費内訳

事業費区分	経費	円換算
1) 植林地及び苗畑へのアクセス確保	24万FCFA	0.05百万円
2) 植林地内及び苗畑予定地の障害物の除去等	1,157万FCFA	2.48百万円
合計	1,181万FCFA	2.53百万円

(3) 積算条件

- ① 積算時点 :平成18年3月
- ② 為替交換レート :1US\$ =117.12円
:1€ =140.76円
:1FCFA =0.2146円
- ③ 施工・調達期間、工事の期間は、施工工程に示したとおり。
- ④ その他:積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理経費

水森林狩猟土壌保全局は、管轄地域従来の森林管理業務に加え、上記の森林管理委員会の設立、運営に係る技術的指導を行う必要がある。これらの業務を円滑に行うため、水森林狩猟土壌保全局は1/2期事業で本プロジェクト専任のコーディネーター1名を配置し、本計画においてもこの体制を継続することとしている。

本計画で水森林狩猟土壌保全局が必要とする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4-2に示すとおり、約557万FCFA(約120万円)である。

表3-39 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)	1,800,000	150,000 × 12ヶ月 = 1,800,000
2. 巡回費	3,774,000	0.050L/H×85HP×所要時間×100回×燃料費 所要時間=400km÷50km/h×2(1往復) 燃料費=555FCFA/L
合計	5,574,000	

注1) 現地巡回費は水森林狩猟土壌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。また、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。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

(1) JICAプロジェクトとの連携

現在、水森林狩猟土壌保全局内には、「セネガル総合村落林業開発計画(PRODEFI)」(2005～2008)と「セネガル国サルームデルタにおけるマングローブ管理の持続性強化プロジェクト(PAGEMAS)」(2005～2008)の2つの技術協力プロジェクトが実施されている。これらのプロジェクトと連携し、情報の共有化を図り、事業を円滑に実施していく必要がある。

(2) 地域住民への社会的配慮

植林地の引渡し後の維持管理について、本計画では、森林局、地方行政及び地域住民から構成される森林委員会を設立し、森林パトロール等を住民主導で行う体制を整えることになっている。そのため、事業実施期間中から、地域住民を対象とした集会を開催したり、外部者の雇用を最小限に止め彼らを優先的に雇用し、地域住民が事業目的や効果に対する理解を深めるとともに、当事者意識を持ち、持続的な維持管理が図られるよう配慮することが重要である。

(3) 事業実施中の外部条件の変化に応じた対応

本プロジェクトは1/2期植林成果を踏まえて計画を策定しているが、気象条件の変動や病虫害の発生等、外部条件に予期せぬ変化が生じた場合には植栽木の活着や成長に影響を及ぼす可能性もあるところ、その場合には外部条件の変化に応じて植栽計画の一部見直し等を検討することが必要である。

補植率についてはモクマオウ30%、ユーカリ、プロソピス、アカシア・トルティリスは20%であるが、事業の実施段階では植林1年後に枯死本数を調査し、全数を補植することが必要である。その際、予期されなかった枯死現象が見られる場合には、枯死原因を調査し、植栽樹種の変更、飛砂防止対策工の強化等を適宜検討することが必要である。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

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。

本プロジェクトでは、8砂丘、669haを対象に植林する計画であり、これらの砂丘は、砂丘の移動方向(南～東側)にニヤイ(野菜栽培地)が近接している。1/2期植林地の実績から、植栽に先立ち施工される飛砂防止対策工(防風柵及び伏工)等により事業実施直後から飛砂被害が軽減されることが確認されており、植栽木が地表をほぼ被覆した後は、風による砂の移動を止め砂丘固定機能が発揮される。

これにより、飛砂の被害から直接的に保全される野菜栽培地は、表4-1に示すとおり、ティエス州からルーガ州にかけての50kmの沿岸地域に分布する224箇所、495haである。

表4-1 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			植栽面積 (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)
Sag	1	Potou	43	41	22	90
	2	Daw-1	83	77	33	72
	3	Daw-2	13	13	8	18
	4	Daw-3	67	63	20	75
	5	Galdamel-1	49	48	26	64
	6	Galdamel-2	6	6	1	1
	7	Aly Ndiaye	13	13	17	10
	計		274	261	127	330
Lompoul	9	Khonkhe Yaye-1	395	355	97	165
	計		395	355	97	165
合計			669	616	224	495

注1) 保全対象の野菜栽培地の数及び面積は、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以内に位置するものを計上した。

計画実施による効果と現状改善の程度を表4-2に示す。

表4-2 計画実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
<p>地表植生が古い(もしくは破壊された)砂丘では飛砂現象が著しい。このためこれらの砂丘に近接する農耕地(特に砂丘周辺のニヤイ(窪地)、家屋等では埋砂・飛砂被害が出ている。</p>	<p>飛砂被害が激しい砂丘(裸地)669haにおける砂丘固定林の造成</p>	<p>① 短期的には施工される飛砂防止対策工(防風柵及び伏工)によって砂丘上の飛砂現象が抑えられる。</p> <p>② 成林後は植栽された樹木によって地表が被覆され、飛砂発生が防止される。</p> <p>③ ①及び②の効果により砂丘の風下側に広がる野菜栽培地約220箇所、495haにおける飛砂被害がなくなり、保全され、周辺人口約5,000人が裨益する。</p>	<p>① 地域住民の主たる生業である野菜栽培が安定して行われる。</p> <p>② 除伐による伐採木は薪として利用され、プロソピス、アカシア・トルティリスの種子・枝葉は家畜の飼料としても利用される。</p> <p>③ ①及び②の効果により地域住民の生活が安定し、貧困削減に寄与する。</p> <p>④ 本プロジェクト対象地を含む沿岸地域はセネガル国の野菜栽培の8割以上を担う重要な野菜生産地であるところ、本プロジェクト対象地域の野菜生産量の増大を通じ、セネガル国の野菜の安定供給に寄与する。</p> <p>⑤ 本計画で新規導入される樹種(プロソピス、アカシア・トルティリス)の窒素固定効果ならびに樹冠下に集まる家畜の糞等により土壌が改良され、他樹木、草本の侵入を促進する。</p> <p>⑥ 成林後は植林周辺地域の気温や湿度の変化を和らげる気象緩和機能が働き、樹木の香気や目をいやす緑など保健休養機能も働く。</p> <p>⑦ 二酸化炭素を固定し、地球温暖化防止に貢献する。</p>

4-2 課題・提言

1/2期については、2006年現在、植栽後1～3年の幼齢林ではあるが、防風柵や伏工の効果と相まって飛砂の抑制が認められ、周辺の野菜栽培地においても野菜栽培面積の拡大及びこれに伴う生産量の増加等が確認されている。しかし、1/2期事業の検証により森林造成の過程における技術的な課題も明らかとなった。2/2期事業において、プロジェクトの効果が発現・持続するためにセネガル国側が取り組むべき課題及び提言は次のとおりである。

(1) 植林後の維持管理

本計画の植林地の成林を確実なものにするためには、事業実施後の維持管理が最も重要である。特に、植栽木の保護と初期成長の促進を図る防風柵、伏工、家畜侵入防止柵の埋砂箇所の掘り起こし、補修、盗難防止等を少なくとも5年間行うことが必要である。また、成林後に砂丘固定林の機能を最大限に発揮し維持するため、適正な除・間伐、森林火災や盗伐の防止等の森林管理を適切に行うことが必要である。

(2) 他プロジェクトとの調整及び連携

本計画対象地域周辺では、以下のプロジェクトが計画、もしくは実施されているところ、本プロジェクトの目的が達成され、必要な場合には効果的な連携が図られるよう、調整を図りながら実施することが必要である。

1) ニヤイ地域周辺における開発計画との調整

現在ニヤイ地域においては「ニヤイ地域における整備及び経済開発技術支援プロジェクト(ATADEN)」を実施中であり、本プロジェクトも含めてニヤイ地域の開発のためのガイドラインを作成中である。本プロジェクトもガイドラインに沿って実施していくことが求められており、ガイドラインと齟齬なく実施されるように今後の連携が必要である。

他方、ニヤイ地域においては新都市計画の構想もあり、新都市建設予定地には本プロジェクト地域が含まれる可能性もあるため、同計画の今後の動向を確認しつつ、本プロジェクトの目的が達成されるよう連携・調整が必要である。

2) 鉱物資源開発プロジェクトとの調整

本計画地域周辺で鉱物資源開発プロジェクトが進行中であり、植林対象地と採掘地は重複しないようセネガル国側により調整が図られているが、本プロジェクトに影響が及ばないよう今後も動向を注視していく必要がある。

3) 他ドナー支援プロジェクトとの連携・調整

オランダの資金協力によりニヤイ地域で砂丘固定プロジェクトが進められており、本プロジェクトと植林地の重複はないが、同プロジェクトが利用している Lompoul 苗畑を本プロジェクトでは拡張整備する計画であり、同プロジェクトとの調整を図る必要がある。

また、カナダの支援により農民企業者支援プロジェクト(PAEF)が1999年から実施されており、モクマオウの海岸林の整備・更新を支援しているほか、世界環境基金(FEM)及び国連開発計画(PNUD)の支援によりセネガル生態系の総合管理計画(PGIES)が1999年から実施されている。これらのプロジェクトは本プロジェクトとの活動の重複はないが、住民による自然資源管理、組織強化といった共通テーマを持っており、情報交換等、協調を図りながら進めることが大切である。

4-3 プロジェクトの妥当性

本プロジェクトを実施する必要性及び技術的妥当性については、プロジェクトの裨益効果、セネガル国側による維持管理の見通し、上位計画との整合性等において以下のとおり妥当と判断される。

(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。植林対象砂丘の周辺には、頻繁に徒歩にて行き来できる範囲内に5,000人程度の住民が居住していると推定されており、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いる。生活水準は総じて低く、ルーガ州の農村部の貧困率は過半を越えると推定されている。また、ニャイ地域では、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り、飛砂の害から植栽対象砂丘周辺の野菜栽培地が直接的に保全され、そこに従事する地域住民の所得向上と生活改善に寄与する。これらの野菜栽培地はセネガル国においても重要な野菜生産地域であり、セネガル国における農産物の安定供給にも寄与することから、間接的にはセネガル国全体の野菜生産量の増大及び安定供給にも資するものである。

(2) 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地域住民の参加方式による維持管理は、住民の環境保全意識を醸成し、また高度の技術を必要とせず、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り、維持管理のため、新たに必要となる年間経費は、森林局の予算により賄うことができる。

(3) 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計画である「セネガル森林政策」(2005年)である。

この計画では本プロジェクトの対象地域を含む「ニャイ及び沿岸地域環境・地理ゾーン」については、「窪地(野菜栽培地)に好影響を与えるため砂丘を森林で被覆する」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対象とした砂丘固定林の造成を通じて野菜栽培地として利用されている窪地の保全を図るものであり、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される。

他方、コスト面については、2000年度の策定した基本設計に比して、資機材や労務に係る単価の高騰や為替レートの変動等により単位面積あたりの事業費がほぼ倍増し、事業費あたりの植林規模は当初基本設計の構想を大きく下回る結果となっている。

4-4 結論

本プロジェクトは、前述のように対象地域周辺のニヤイ及び家屋への飛砂被害防止を通じて、野菜生産高の拡大と地域住民の所得向上を図り、地域住民の生活改善と貧困削減に寄与する計画であり、セネガル国における野菜生産・供給の安定にも資することが期待されること、本プロジェクトを実施することの妥当性は認められる。

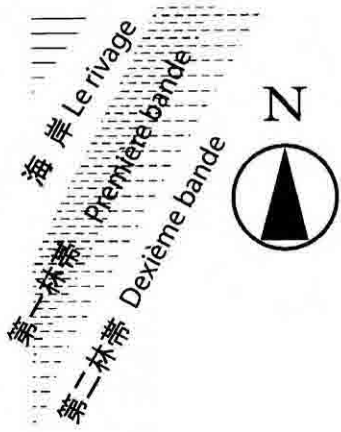
また、本プロジェクトの運営・維持管理についても高度な技術は必要とせず、セネガル国側の現行の体制の人員及び予算で十分であると考えられる。

他方、1/2期成果の検証においては、飛砂抑制、砂丘固定については既に一定の効果が認められる一方で、前述のとおり、樹高初期成長量、地表被覆率等については基本設計における計画推測値を下回っている(2005年9月時点)。本調査実施時点(2006年)では、1/2期植林地については植栽後1～3年の幼齢林であるので、今後の計画どおりの成長と成林時の砂丘固定林としての機能発現を検証した上で、本計画の実施に反映させるためには、引き続き1/2期植林地における成長調査を行っていく必要がある。

従って、本事業化調査により提案された計画に基づく無償資金協力の実施を検討するにあたっては、その時期等を慎重に検討する必要があるとともに、実施時点における最も経済的な方法による協力の可能性についてはあらかじめ検討する余地があると考えられる。

添付図面

1. 植林計画図(砂丘No.1～8)
2. 防風柵構造図・配置図
3. 伏工構造図・配置図
4. 家畜侵入防止柵構造図
5. 植栽区画図



D.301

Potou

→ Louga

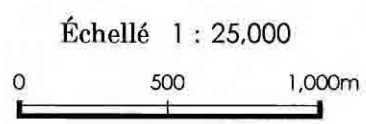
砂丘 No. 1
Dune

Keur Koura Diéri

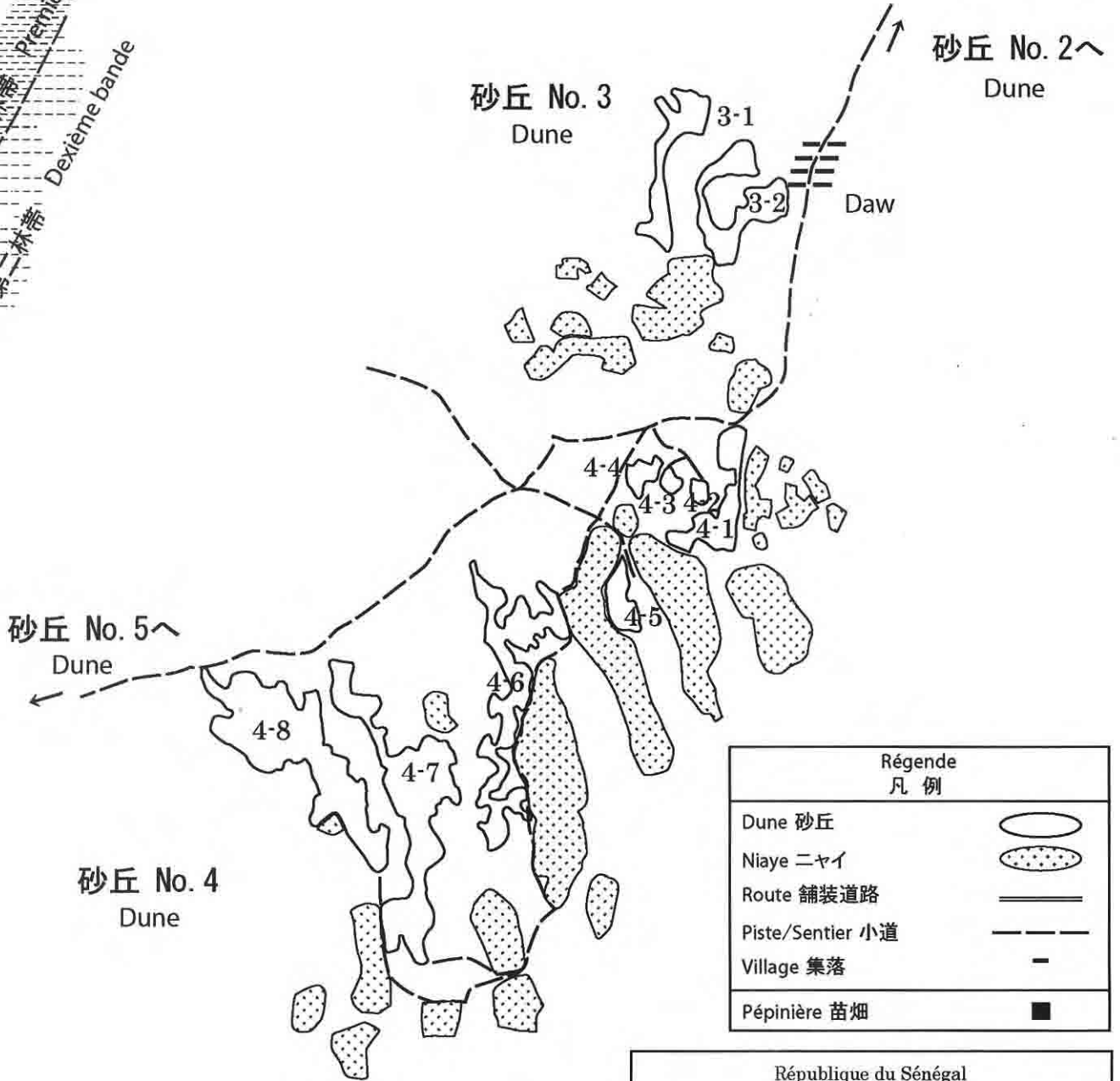
砂丘 No. 2
Dune

Régende 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	

République du Sénégal セネガル共和国	
Etude de Faisabilité du Projet zème Phase Reboisement des Zones du Littoral (Tranche 2/2) 沿岸地域植林計画事業化調査 (2/2期)	
Carte de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No. 1・2	
Date	Octobre 2006
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)	
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)	



大西洋
L'Atlantique



砂丘 No. 4
Dune

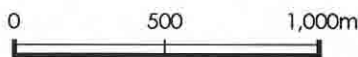
砂丘 No. 5へ
Dune

砂丘 No. 2へ
Dune

Régende 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	

République du Sénégal セネガル共和国	
Etude de Faisabilité du Projet zème Phase Reboisement des Zones du Littoral (Tranche 2/2) 沿岸地域植林計画事業化調査 (2/2期)	
Carte de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No. 3・4	
Date	Octobre 2006
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)	
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)	

Échelle 1 : 25,000





大西洋
L'Atlantique

Le rivage
第一林帯
Premiere bande
第二林帯
Dexieme bande

→ 砂丘 No. 4へ
Dune

砂丘 No. 5
Dune

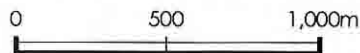
Gal Damel

砂丘 No. 6
Dune

Régende 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	

République du Sénégal セネガル共和国	
Etude de Faisabilité du Projet zème Phase Reboisement des Zones du Littoral (Tranche2/2) 沿岸地域植林計画事業化調査 (2/2期)	
Carte de programme de plantation 植林計画図 Site砂丘 No. 5・6	
Date	Octobre 2006
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)	
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)	

Échellé 1 : 25,000



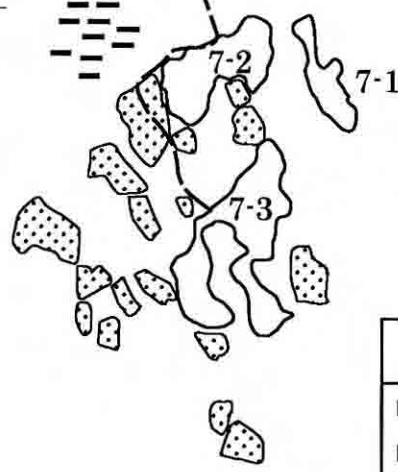


大西洋
L'Atlantique

海岸
Le rivage

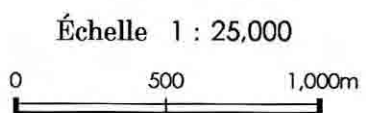
第一林帯
Première bande

第二林帯
Deuxième bande



砂丘 No. 7
Dune

Régende 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	



République du Sénégal セネガル共和国	
Etude de Faisabilité du Projet zème Phase Reboisement des Zones du Littoral (Tranche 2/2) 沿岸地域植林計画事業化調査 (2/2期)	
Carte de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No. 7	
Date	Octobre 2006
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)	
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)	



大西洋
L'Atlantique

Le rivage
Première bande
海岸林帯

Lompoul Sur Mer

KhonKho Yoye

8-1

8-2

Lompoul

砂丘 No.8
Dune

Régende 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	

Kad Ndiouma Ka

Kad Léwèt

République du Sénégal
セネガル共和国

Etude de Faisabilité du Projet zème Phase
Reboisement des Zones du Littoral (Tranche2/2)
沿岸地域植林計画事業化調査 (2/2期)

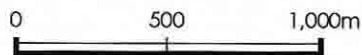
Carte de programme de plantation
植林計画図
Site砂丘 No.8

Date | Octobre 2006

Agence Japonaise de Coopération Internationale
(JICA)

Association Japonaise de Technologie Forestière
(JAFTA)

Échellé 1 : 25,000



Régende 凡例	
Dune 砂丘	
Niaye ニヤイ	
Route 舗装道路	
Piste/Sentier 小道	
Village 集落	
Pépinière 苗畑	



大西洋
L'Atlantique

海岸
Le rivage
第一林帯

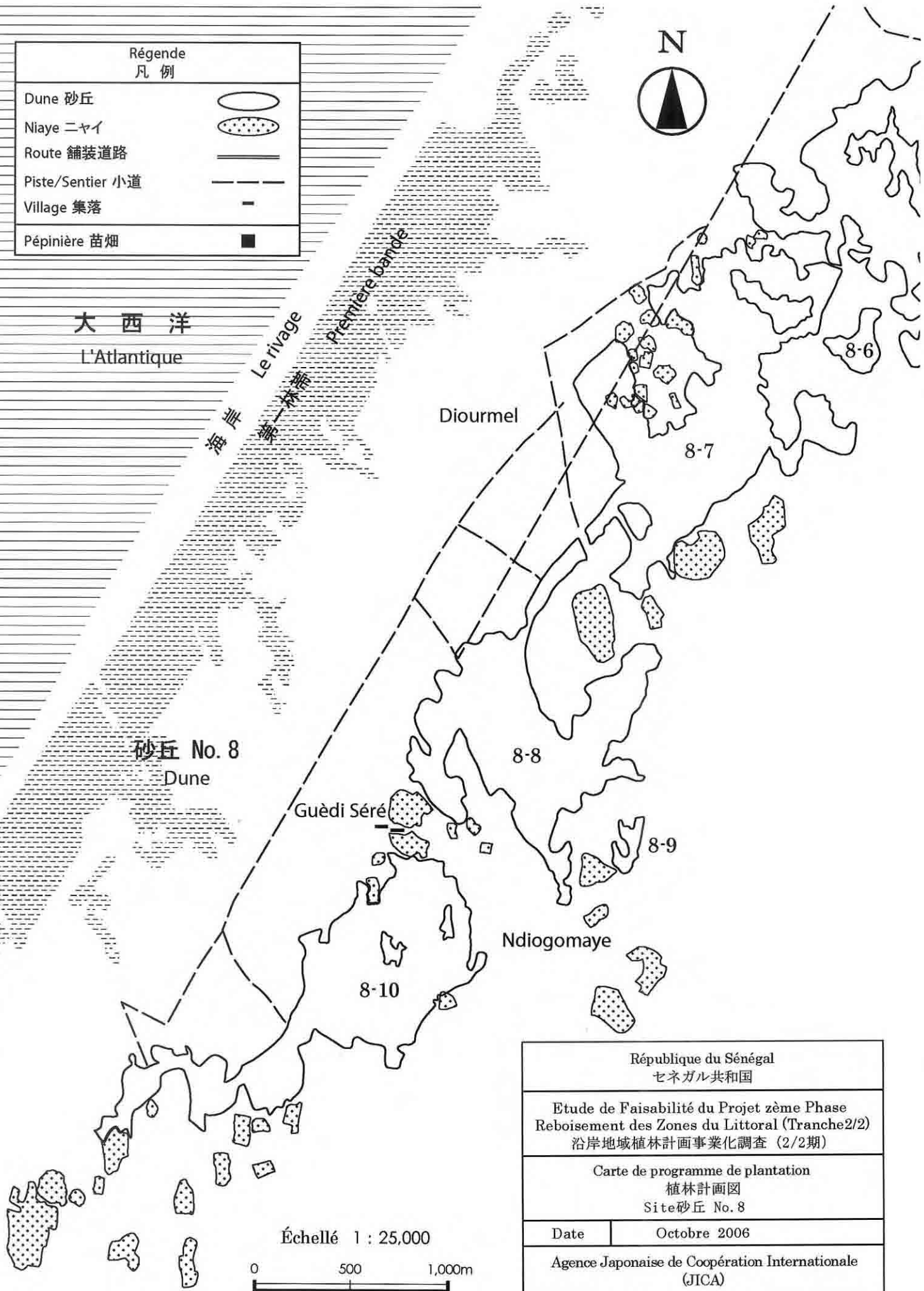
Première bande

Diourmel

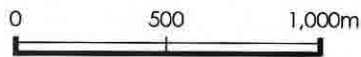
砂丘 No. 8
Dune

Guèdi Séré

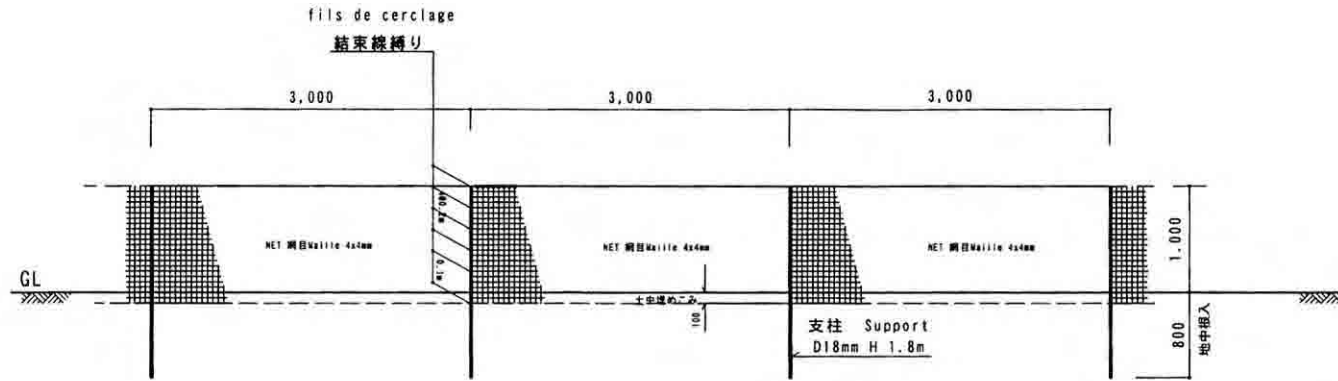
Ndiogomaye



Échelle 1 : 25,000



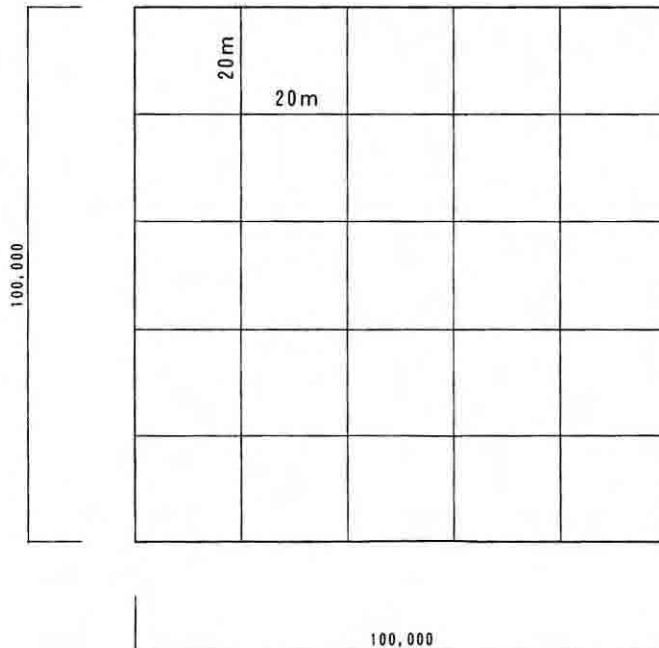
République du Sénégal セネガル共和国	
Etude de Faisabilité du Projet zème Phase Reboisement des Zones du Littoral (Tranche 2/2) 沿岸地域植林計画事業化調査 (2/2期)	
Carte de programme de plantation 植林計画図 Site 砂丘 No. 8	
Date	Octobre 2006
Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)	
Association Japonaise de Technologie Forestière (JAFTA)	



防風柵構造図

S = 1:50

主風



結束鉄線単位重量は200.4m/kgである(亜鉛メッキ鉄線2種2番)

支柱1本当り6ヶ所結束するとして、0.4m×6ヶ所=2.4m(結束線は折り曲げて延長0.2m)

延長100m当り支柱は33本であるから、33本×2.40m=79.2m/100m

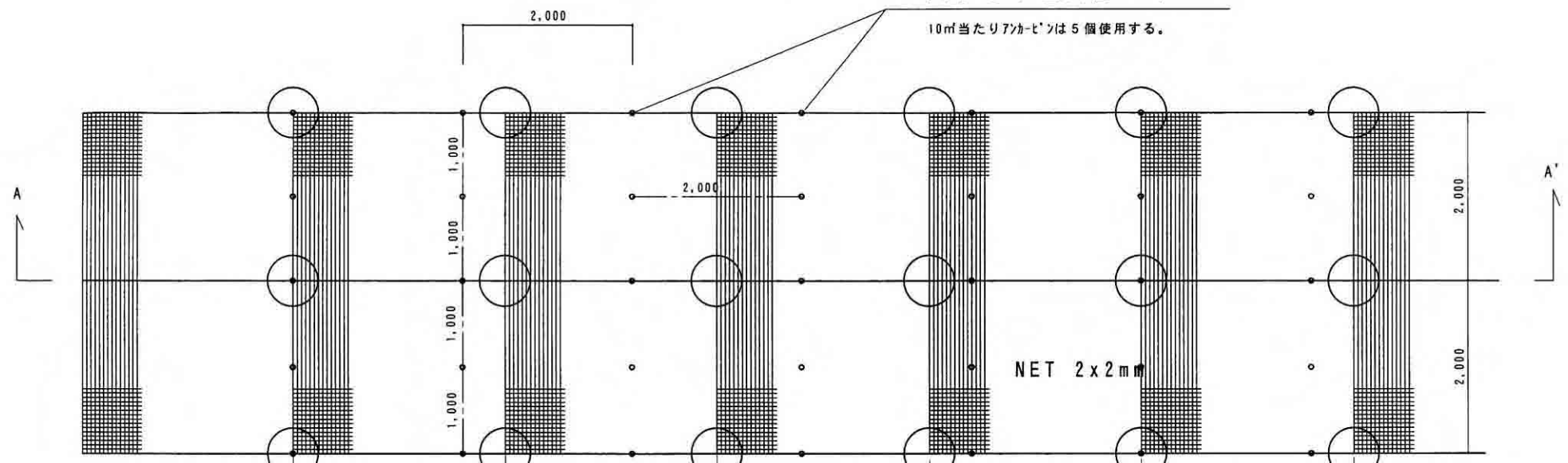
よって79.2÷200.4=0.4kg/m

防風柵配置図

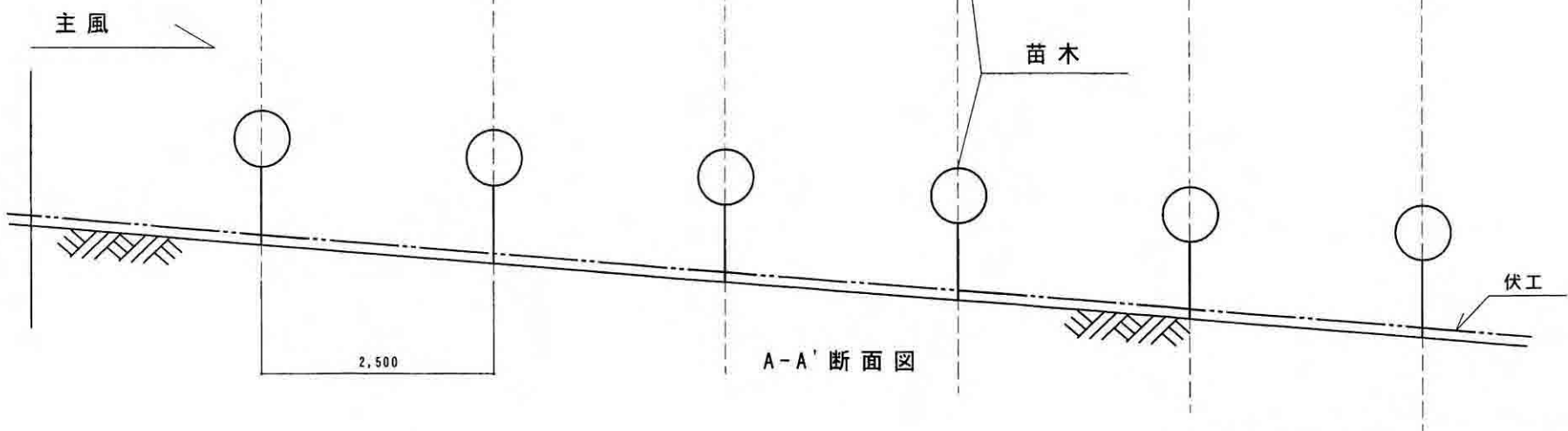
S = 1:1000

アンカーヒール型ピン径3.2mm, L=23cm

10㎡当たりアンカーピンは5個使用する。

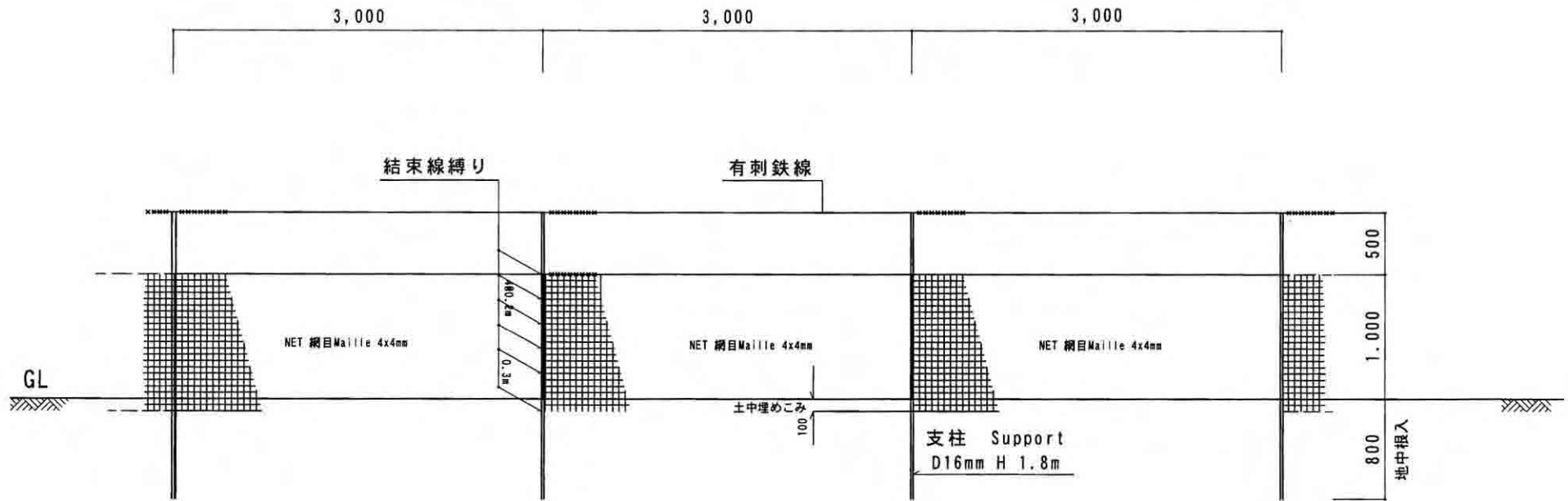


平面図



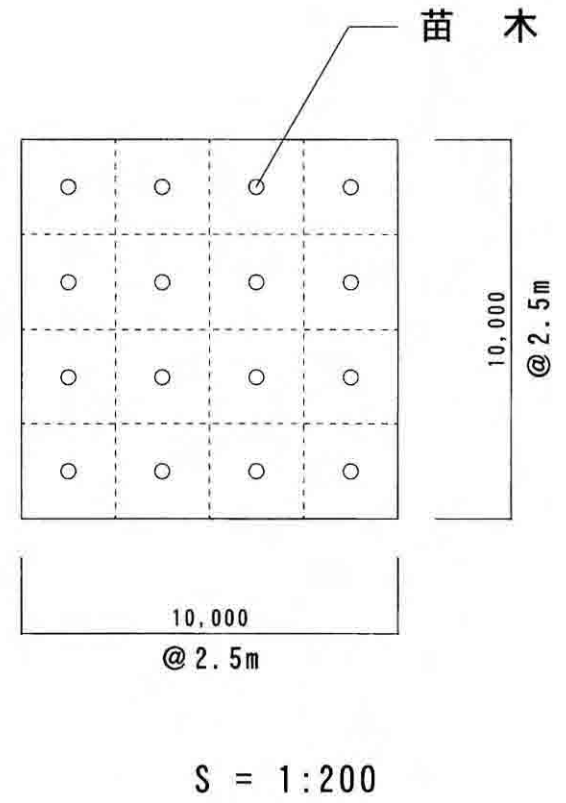
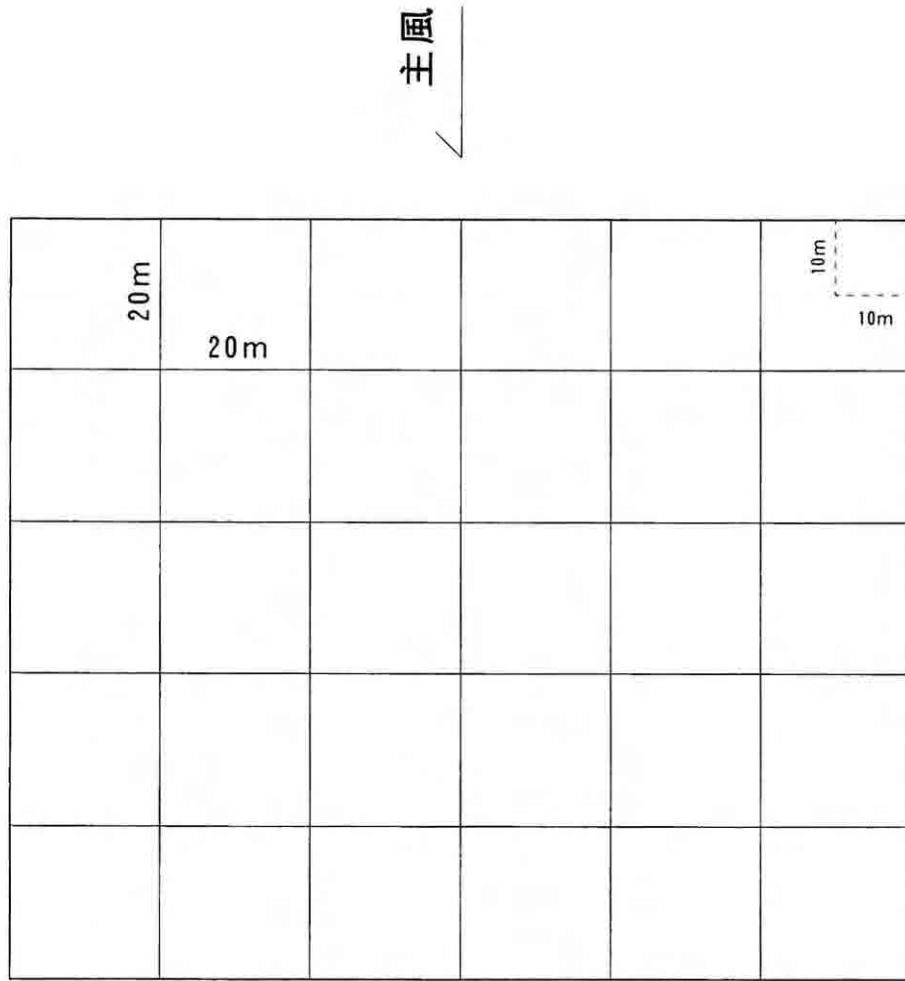
A-A'断面図

伏工構造図 S = 1:50



基本的に暴風柵と同じで上部に50cm墮して有刺鉄線を張る。

家畜侵入防止柵構造図 S = 1:50



植栽区画図

S = 1:1000