

## 第7章 モデル林造成支援

### 7.1 モデル林整備の意義と実施方式

#### 7.1.1 意義

本件調査の目的は、北京や天津周辺への風砂被害を軽減するための森林植生回復に係る実施計画を策定することである。また、調査に参画する中国側カウンターパートに対し調査業務を通じ技術移転を行うとともに、実施計画の事例提示のためのモデル林造成支援も行う。

このモデル林造成支援は実施計画の事例提示のためにあるものだが、地域の住民支援（森林植生回復を図るために必要な地域の生計向上、または地域の生態環境の改善や維持への住民の参加）においても貢献できることが期待されている。ゆえに、本件調査ではモデル林造成支援において、住民による樹種選択のプロセスなどを設け、森林植生回復についての普及啓発を行うことを想定し、防風林の整備により農地の土地生産力の向上や林産物を生む樹種の造林などにより、より直接的な貧困対策に留意する必要性を強調している。

モデル林造成支援は風砂対策植生回復計画の実施に資するもののみならず、地域住民の環境保全意識の向上、林木による直接経済的収益の増加も視野にいれ、住民のエンパワーメントを図る重要な役割も担う。

#### 7.1.2 実施方式

モデル林造成支援は大きく2つの活動に分けて行った。一つには中国側がこれまで実施した園林緑化事業から優良事例を選抜して、既存モデル林として植生回復技術の可視的事例とすること、一つには新たに本件プロジェクトの目的、目標に沿ったモデル林を新規に造成することである。この新規モデル林の造成は、日本側が技術指導及び造成費用負担するモデル林（最大80ha）と、日本側の技術提言を取り入れ、中国側が造成費用を負担するモデル林の二つのパターンに分かれている。

当初の計画では、既存モデル林の選定作業は調査団より現地の専門家を技術アドバイスのために雇用して、直接行う予定であった。しかし、2007年3月1日から施行された「中国国土資源部令第38号[外国の機関または個人は中国における測量製図についての管理暫定方法]」により、調査団のGPSの使用制限、及び、林小班データの機密扱いにより、調査団が直接調査を行うことが極めて困難になったため、現地再委託に変更して、本件調査の第2年次その2（2007年11月～2008年3月）に行った。

新規モデル林造成は当初計画から第3年次にて再委託により実施することになっていた。しかし、第3年次の現地調査は2008年5月から始まり、当年の春の植え付けは不可能になったため、80haの植林工事を二期に分けて実施することにした。1期工事は延慶県にて夏整地・雨季植え（7月～8月植林）モデルとして30haを実施し、2期工事は昌平区と懷来県で秋整地（10月～11月）春植え（翌年3月～4月、ただし、一部の樹種は雨季植え）モデルとして50haを実施した。

なお、中国側が造成費用を負担する新規モデル林に関しては2009年に造成する部分も含めて第4年次にまとめた。

このモデル林造成支援に関しては、3年間の本調査協力期間中で支援できる部分は限られてい

るため、造成後の森林植生回復技術の継続検証が可能なことが重要である。また、森林植生回復を図る上で地域の生計向上は不可欠であり、特にモデル林造成にあたっては技術だけでなく、住民参加を促し、土地生産力向上や生計向上を念頭に置くことが重要である。なお、モデルエリア周辺住民とのワークショップ開催にあたっては、地元の住民組織と連携し、住民の積極的な参加を促すことも重要であり、森林植生回復をつうじて、住民が自身の能力で生活環境を改善していく能力に気付き、その能力が引き出されていくことを目指した。

## 7.2 既存モデル林の選抜

### 7.2.1 既存モデル選定の意義

モデル林の役割は、本プロジェクトで作成される森林回復モデル計画に事例提示を行い、またプロジェクト終了後は中国側が森林植生回復のための事業促進に活用し、併せて森林植生回復技術の継続検証を行うことである。言い換えれば、モデル林が提示または実証しようとする諸技術は本計画に限定された技術とはならない。モデル林の内包（技術要素）は独立したもので、その内容を参考にしようとするすべての外部に対して、さまざまな形ではあるが、モデル的意義は同等である。ただし、モデル波及効果の対象を絞るなら、それは「北京・天津風砂源整備事業」を中心とした北方地域の森林回復事業になる。この意味では今回のモデル林の役割の外延にこの「北京・天津風砂源整備事業」への事例提示も含まれる。したがって、本プロジェクトの一部であるモデル林は性格上独立したセクターであるといえる。

既存植林地からモデル林を選出しようとする理由には、①本プロジェクトでは新たに森林回復技術の開発を目的にしておらず、如何に既存の技術を適切に取捨選択し適用するかが重要だと認識していること、②近年北京市ではプロジェクト対象区・県における植林緑化を強力な資金投入と技術支援で進めていて、すでに大きな成果を上げていたこと、③既存林はすでに一定の経過期間を持ち、直ちに時空的な検証ができること、④既存林は異なる年代にそれぞれの行政により、さまざまな事業計画で行っていたため、計画・実行・管理の面における多様な検証ができることなどがある。また、既存林からのモデル林選出は効率性と即効性が高く、普及にもなじみやすいことは言うまでもない。

### 7.2.2 選定方針

#### 7.2.2.1 選定基準

対象県・区の既存林には、地方植林事業としては、例えば門頭溝区の鉱山跡地緑化、昌平区の観光地山地緑化、延慶県の扇状地（枯渇した河床も含む）の緑化、懷来県の砂地緑化などがあり、国家環境植林プロジェクトにおいては、いずれの県・区も「三北防護林建設事業」、「退耕還林プロジェクト」や「北京・天津風砂源整備事業」などの植林地を有する。農家や民間の植林の多くは果樹などの経済林であるが、一部では保全林も造成されている。また、複数の海外の援助プロジェクトは主に環境対策として植林が行われている。

これらの植林地の事業目的、資金ソース、実施形態、管理対策などには多かれ少なかれ違いがある。無論、導入された植林技術も異なる。また、それぞれの地域の自然状況や社会経済状況によって、成林過程、林分成長なども一様ではない。したがって、モデル林に選ばれた林分はそれぞれの特徴があり、モデル林としての長所も多様であるが、本プロジェクトの目的からは選択す

るモデル林は以下の性質を有することが望まれていた。

- (1) 類似立地条件における汎用性が高い（苗木入手、植栽方法、活着、生長）。
- (2) 造成後の維持管理が易い（病虫害、山火事、自己更新、持続可能性）。
- (3) 造成コストが安い（整地、植え付け、保育）。
- (4) 同類林分中で風砂対策としての機能が高い（飛砂抑制、飛砂遮断）。
- (5) 目的機能の発揮期間が長い（展葉期間、樹木寿命、樹冠維持）。
- (6) 中長期的に目的機能を損なわない前提での経済的収益性が高い（林産物）。
- (7) 地域の生態系との相応性とが高い（生物多様性維持、在来種圧迫）。
- (8) モデルとして展示の物理的利便性が高い（アクセス、広報効果）。
- (9) 本調査後中国側による継続検証活動が行いやすい（行政的、資金的）。

上記の他、強風が最も頻繁に発生する春先（3-5月）に地表面が最も多く露出しているのは農地と果樹園であるゆえ、調査対象地の一部村落では不耕起栽培等による地表面の被覆物保留対策やアグロフォレストリー経営方式も導入しているため、これらの対策のうち、モデルとなりうるアグロフォレストリーの事例があれば、それも一つの選定対象となると考えられた。

ただし、現実的には上記の条件（望まれる性質）をすべて満たす林分は無いに等しいため、比較的、より多くの条件（或いは近い条件）を備えている林分を探すことに努めた。また、造成してから数年しか経っていない林分は、今後如何に成林していくかが不明瞭な場合は経験者や有識者による検証を行った。

### 7.2.2.2 対象地域の既存林の現状と予想されるモデル林候補

#### (1) 既存林の現状

調査対象地域の既存の保全林植林地は、主目的、立地条件、主要構成樹種などから表 7-2-1 のような分類が出来る。

表7-2-1 既存植林地の主目的と立地的な区分

造成目的	大まかな立地区分	主要構成樹種
荒山緑化、水土保持	準奥山山腹地 (高海拔)	トウヒ、コノテガシワ、アブラマツ、ヤマア ンズなど
荒山緑化、水土保持、防風、兼 生活用材生産	準奥山山麓、里山	コノテガシワ、アブラマツ、ニセアカシア、 マルバハゼ、フウ、クリ、クルミなど
水土保持、防風治砂	山麓扇状地、砂利堆積地 (平地)	ポプラ、ヤナギ、ニワウルシ、ニセアカシア、 ニレ、チャンチン（ハゼ）、クルミなど
荒廃地防風治砂兼果実等生産	平地・黄土丘陵地	早生ポプラ、ナシ、リンゴ、ナツメなど
荒廃地、風砂源防風治砂、災害 防備	枯渇河床、河川沿いの扇 状地	ポプラ、ヤナギ、ニセアカシア、コノテガシ ワ、ニレなど
農地防護、兼果実等生産	農地周辺（防風林）	ポプラ、ヤナギ、クルミなど

また、既存林の造林年代別の残存状況は、以下のように要約できる。

本格的な植林事業は1950年代から始められた。当時は荒山・荒地緑化が最優先目的で、まずは村落周辺の平地と里山中心に植えた。70年代の半ば頃までは身近な里山や浅山以外は主に封山育

林で森林回復を図った。この時期に植えた林木は、「大躍進運動」、文化大革命中の農地拡大運動などによって伐採、開拓され、今日に至っては殆ど残っていない。

1978年から、「三北防護林建設計画」の実施を契機に大々的な人工造林は広がった。しかし、資金不足、技術未熟、事業運営・管理上の非効率性などの原因で、90年代の初め頃まで、毎年大規模な造林を行うものの、活着率、生存率、成長量等の面で思うような成果は得られなかった。言い換えれば、現存する成林地は少なく、かくして良質な林分は希少である。

現在、プロジェクト対象4区県の大部分の優良植林地は1998年以降の造林地である。この時期は中国6大国家林業プロジェクトがスタートした時であり、植林実施体制はプロジェクト方式によるもので、専属の施工体（中国では「造林專業隊」という）による植林が徹底されるようになり、資金的にも概ね社会経済の実態にシフトした予算が保障され、整地、育苗など技術も向上した。したがって、モデル林として推薦される林分の多くは1998年以降の造林地となると予測できた。

植林方法として、中国でよく利用されている施工方式は表7-2-2のとおりである。

表7-2-2 主な植林方式とその技術的ポイント

植林方式	技術的ポイント
苗木植栽	整地、苗木、植栽初期の保育
直播	結実豊年、施業適地の判断
航空機播種	種子発芽力、気象条件
天然下種更新+人工植苗	母樹、林床整頓
封山育林	外部の妨害行為の確実な遮断
不良二次林人工改良育成	目的樹種の部分植え込みと育成対象樹種の優勢保育

対象4区県において、上記の各種の植林方式は、どれも必ず成功した植林地を有するとは言いがたい。特に直播や天然更新は天候に左右されやすく、成功の確率は低い。しかし、できればより多くの方式による植林地がモデル林なることを期待して選定調査に臨んだ。

## (2) 期待されるモデル林候補

土地属性、実施主体、資金ソース、植林方法などの違いで、植林事業の計画、実行、管理、使用技術なども異なる。モデルとしての汎用性を考え、これらの要素も選定時に考慮すべきである。よって、以下の既存植林地が選定候補として考えられた。

- ① 奥山播種ないし植苗植林地
- ② 里山播種ないし植苗植林地
- ③ 黄土丘陵地植苗植林地
- ④ 扇状地、平地植苗植林地
- ⑤ 封山育林成林地

## 7.2.3 選定作業

### 7.2.3.1 モデル候補林の推薦

モデル林候補地は、上記の選定基本方針案に中国側の意見を加え、双方の意見が一致した方針を決め、まず対象県・区の林業局に候補地推薦を依頼した。依頼に当たっては表7-2-3の推薦記録表を作成し、提出するように求めた。

表7-2-3 既存モデル林推薦記録表

[ ]林業局 No. [ ]2007年 月 日

位置		優勢樹種	
林班・小班号		樹種組成	
地形		主要林床植生	
傾斜		造林(施工)年月	
斜面方向		造林方法	
斜面位置		苗木形態と規格	
土壌類型		整地時期と方法	
土壌の質		当年成活率(保存率)	
立地類型		補植記録	
面積		保育記録	
形状		災害、病虫害記録	
交通条件(歩行距離)		林分密度	
林種		平均樹高	
起源		平均胸高直径	
工事区分		うっぺい度	
経営類型		林分健康状況	

また、推薦に当たって、地方林業局が本件調査でモデルとして選びたい林分とはどのようなものかについて、より理解を深め、より目的に近い林分が推薦されるように、以下の「モデル林に期待する展示効果」と「林分タイプ」を依頼書に記した。

(1) 期待する展示効果

- ① 北方地域における常用植林樹種の異なる立地での優良造林地
- ② 砂利質土壌の扇状地、岩石露出山地、涸れ河床、塩害地など苛酷な立地での造林成功地
- ③ 整地、植付け、乾燥対策などで新たな方法ないし改良方法を取り入れて成功した造林地
- ④ 苗木形態、規格等育苗技術の進歩による造林成功地
- ⑤ 近年導入した新樹種の造林成功地

(2) モデル林としての林分タイプ

- ① 奥山直播造林地
- ② 半奥山の無灌水植苗或いは直播造林地
- ③ 里山(浅山)の灌水或いは無灌水植苗造林地
- ④ 封山育林成林地
- ⑤ 不成績林改良効果顕著地
- ⑥ 枯渇河床など砂利堆積荒地
- ⑦ 黄土丘陵造林成績地
- ⑧ 塩害、岩石山地などの苛酷立地造林成功地
- ⑨ 農地防護林成績地
- ⑩ アグロフォレストリー典型地



### 7.2.3.2 既存モデル林の選定作業の現地再委託

既存モデル林の選定は、現地再委託方式で実施した。再委託先は、カウンターパートの推薦による複数の候補者から、入札の手続きを経て、中国荒漠化防止訓練センターとなった。

2007年11月27日に、中国荒漠化防止訓練センター（代表者：斎実氏）と仕様書の内容、調査業務スケジュール等について確認、協議し、翌28日に「既存モデル林選定に係る現地調査及び林分台帳作成再委託業務契約」を締結した。

### 7.2.3.3 既存モデル林の最新データ更新と活用のための補足調査

既存モデル林の選定作業は植生休眠期間中（2007年12月）に行われたため、林床植生（灌木、草本類）の生育状況、植栽木の成長性（年間成長量など）、林木の健康性などのより正確な把握のために植生成長期間中（5月～10月）に再確認調査を実施した。成長期における既存モデル林の状況写真を口絵写真に付した。

## 7.2.4 既存モデル林の選定結果

### 7.2.4.1 候補地として推薦された林分

4区県林業局が推薦したモデル林候補数は 延慶県8カ所、昌平区4カ所（初選3,追加1） 門頭溝区4カ所（初選3,追加1）、懷来県7カ所の合計23カ所であった。

### 7.2.4.2 決定されたモデル林

モデル林候補 23カ所から、立地条件、林分構成樹種、造成方式（植苗・直播）などのバランスを考慮し、また、2008年3月4日と5日の2日間、中国林業科学研究院と北京林業大学の専門家2名を招き、モデル林所在県の林業局の担当者を交えて現場ワークショップを行い、既存モデル林の検証・評価を行い、下記の林分をモデル林として決定した。

- ① 延慶県奥山無灌漑アブラマツ直播き造林地（水土保持林）
- ② 延慶県準奥山無灌漑アブラマツ・コノテガシワ苗木植栽造林地（水土保持林・耕地保護林）
- ③ 昌平区里山コノテガシワ・マルバハゼ苗木植栽造林地（水土保持林・水源涵養林）
- ④ 昌平区旧河床地針葉樹・広葉樹の多種混生林造林地（防風固砂林・景観林）
- ⑤ 昌平区平地針葉樹・広葉樹の混生による河岸・耕地防護林造林地（平原防護林）
- ⑥ 門頭溝区高山岩盤地における‘爆破<sup>注</sup>’整地と大苗植栽による灌漑造林地（水土保持林）
- ⑦ 門頭溝区奥山針葉樹・広葉樹の混生林苗木植栽灌漑造林地（水土保持林・水源涵養林）
- ⑧ 懷来県風積砂地コノテガシワ・新疆ポプラ苗木植栽造林地（防風固砂林）
- ⑨ 懷来県山地アブラマツ播種・苗木植え込み造林地（用材生産兼用公益林）
- ⑩ 懷来県黄土丘陵地アンズ・間作造林地（生態型経済林）

【注：爆破整地とは造林予定地が岩盤になっているため、ダイナマイトを用いて植え穴を作ること。また、ドリルマシンを用いて植え穴を作る場合も一概に爆破整地ないし爆破造林という】

これらのモデル林の詳細は表 7-2-4 のとおりである

表 7-2-4 決定された既存モデル林の一覧

林分 番号	鎮（郷） 村（林場）	立地 条件	造林 方式	樹種 構成	施工 年月	面積 (ムー) 保存率	平均 樹高
①	劉斌堡鎮 觀頭西谷	山地砂質（碎 石交じり）土 壤	直播 無灌溉 110穴/ムー	アブラマツ	‘02.5～7	510 98%	80
②	永寧鎮 山西溝	山地砂質土 壤（褐色土）	ポット苗 無灌溉 74株/ムー	アブラマツ8、コナカシロ2、 アズ少量	‘00.5～7	1040 99%	197
③	流村鎮 高口	低山褐色 土・黄土	苗木 灌溉	コナカシロ8、 マルバハゼ2	‘99.3～4	360 98%	363
④	流村鎮 南流村	河原の碎石 地	苗木 灌溉 300株/ムー	北京地区常用樹種 （鑑賞用低木を含 む）30種弱	‘02.3～4	300 80%	50～500
⑤	百善鎮 呂各庄	河岸平地 沖積土	苗木 灌溉 56株/ムー	早生ポプラを中心 に、ハイバクシ、アブ ラマツ、ルステイフイ、ニセ カシアなど	‘02.5	68 97%	1400
⑥	龍泉鎮 趙家窪	石質山地（軽 壤土から発 育した褐色 土、碎石多）	ポット苗 灌溉 爆破造林 80%	コナカシロ、ニセカシア、 ルステイフイ、マルバハゼ、 アブラマツ、アヘマキ	‘06/’07 春季	1995 95%	100～150
⑦	龍泉鎮 趙家窪	裸岩多い山 腹中部 （砂質土か ら形成され た褐色土）	ポット苗 灌溉 80株/ムー	コナカシロ、アブラマツ、イ ヤカエテ、ルステイフイ、マル バハゼ、モクゲンゾ、リョウ トウナラ	‘04.3 ～ ‘06.3	1200 95%	120 ～270
⑧	小南辛堡 龍宝山	風積砂地、平 坦な丘陵地	ポット苗 無灌溉 170株/ムー 110株/ムー	コナカシロ、 シキョウホポラ	‘01.4～ 6/ ‘02.4	150/100 95%	178/650
⑨	王家楼 旧站堡	山地 砂質土壤	直播 苗木 無灌溉 80株/ムー	アブラマツ	‘69 直播 ‘71 苗木	105 85%	850
⑩	官庁鎮 石片	丘陵地 砂質土壤	接木苗 灌溉 40株/ムー	アズ	‘90	3300 100%	300

### 7.2.4.3 代表的な既存モデル林の考察

#### (1) 延慶県奥山無灌漑アブラマツ直播き造林地

##### ① 立地条件

位置： 延慶県劉斌堡鎮觀頭西谷村  
区域区分： 奥山山地（县城より車で約1時間）  
地形： 海拔750 m、山腹中部・下部北側傾斜面、傾斜度15～25度  
土壌性質： 砂質壤土  
表層土壌： 褐色土  
土壌層厚さ： 20～50 cm  
自生植生： ハシバミ（榛子）、シナグリ（板栗）など  
年間平均降雨量： 469 mm（北京全市1950～2007年の平均年間降雨量は601 mm）

##### ② 林種および造林設計

林種： 防護林  
保全機能： 水土保持、農地保護  
造林樹種： アブラマツ（油松）  
整地方法： 長方形中耕整地（長径70～100 cm、短径40～60 cm、深さ20～40 cm）  
植栽密度： 110 穴/ムー  
樹種構成： アブラマツ（油松）純林  
造林方法： 直播（1穴の播種量20～100粒、一部では200粒）  
造林時期： 2002年5～7月、整地と造林を同時進行  
施工面積： 510 ムー

##### ③ 保育措置および生育状況

当年活着率： 70%  
補植情况： 2003年、2004年補植（種まき）  
現在の保存率： 98%（穴を単位とする）  
保育措置： 特になし  
被災記録： なし  
家畜による破壊： なし  
成長状況： 平均樹高80 cm、2007年、2008年の樹高成長量25.7 cm、26.1 cm  
林冠閉鎖度： まだ幼樹の段階にある

##### ④ 考察と評価

###### a. 成果

アブラマツの播種造林とし、無灌漑で保育もしていない状況で、高い発芽率と均等な幼苗が生育できたこと、幼苗期の年間平均樹高成長量13 cm以上であったという成績は、降雨量が500 mmに満たない山地では大いに成功したといつてよい。現在、苗木植栽による造林が主流の中で、この造林地は播種造林の長所、すなわち、作業の簡易化、経費の節約、根系の発達、幼樹順応性の高さ、最終保留（育成）木の選択の余裕、樹幹の良い個体の形成の容易さなどを改めて認識させ



てくれた。

このような成果を上げた背景には、種子の品質、発芽処理、播種前後の土壌水分状況、播種作業の標準化など多くの要素が関わっているが、この造林地においては、整地の質が高かったことが成功の最大要素といえる。播種造林でしばしば軽視されるのが整地という工程である。今回の整地は苗木植栽造林で使用する大穴整地の基準により行なったものであり、その播種効果は苗畑の苗床に類似していたため、発芽率および幼苗期の成長量が大幅に向上した。さらに、幼苗期の迅速成長により、雑草妨害をうまく避け、その後の生育に良好な基礎を固めた。

#### b. 今後の課題

1 つの植え穴に個体（幼樹）数が多すぎることは現在直面している主な問題である。直近の調査でも、1 つの植え穴に平均 55 本の幼樹が生育しており、すでに個々の幼樹の正常な成長に影響を及ぼし始めている。間引き作業および間引き苗の合理的な有効利用は、この林分において至急解決すべき重大な課題であり、さらにはその他の播種造林でも避けられない普遍的な問題でもある。このような現象は、保育作業への重要視が全く足りなかったために発生した。保育作業の不履行或いは不完全が一般化されている背景には、長年にわたり、計画段階から保育にしかるべき経費を計上しなかったこと、造林成果の評価において、依然として造林当年の活着率および保存率ばかりを強調し、幼樹の生育状況および幼林の健康状態にはあまり目を向けなかったことが挙げられる。数十年にもわたる人工造林で、現在の中国の造林面積は「宜林荒地（造林に適した荒地）」面積に近づいた。今後は人工林の育成および高品質（安定性、成長量、利益性）な人工林の育成が主な課題となるであろう。



図 7-2-1 延慶県奥山無灌漑アブラマツ直播き造林地（2008 年 2 月撮影）

## (2) 延慶県準奥山無灌漑アブラマツ・コノテガシワ苗木植栽造林地

### ① 立地条件

位置： 延慶県永寧鎮山西溝新華営村・左所屯村  
区域区分： 準奥山山地（県城より車で約30分）  
地形： 海拔600m、山麓部北東傾斜地、傾斜10～20度  
土壌性質： 砂質土壌  
表層土壌： 褐色土  
土壌層厚さ： 30～50cm  
自生植生： ホザキシモツケ、ニガヨモギ種（米蒿）など  
年間平均降雨量： 469mm（北京全市1950～2007年平均年間降雨量は601mm）

### ② 林種および造林設計

林種： 防護林  
保全機能： 水土保持、村落・耕地保護  
造林樹種： アブラマツ（油松）、コノテガシワ（側柏）、ヤマアズミ（山杏）  
整地方法： 水平帯状下刈（幅80～100cm）、魚鱗坑整地（70cm×60cm×40cm）  
植栽密度： 74本/ムー  
樹種構成： アブラマツ（油松）8、コノテガシワ（側柏）2+ヤマアズミ、各樹種がコロニー状に混交  
造林方法： 2～3年生ポット苗による苗木植栽  
造林時期： 2000年3～5月整地、同年5～7月植栽  
施工面積： 1040ムー

### ③ 保育措置および生育状況

当年活着率： 92%  
補植情况： 2001年、2002年に各1回補植  
現在の保存率： 99%  
育成措置： 2001年、2002年に植栽穴周囲の低木と雑草の刈り取り除去  
被災記録： なし  
家畜による破壊： なし  
成長状況： アブラマツ（油松）の平均樹高197cm、2007年、2008年の伸長成長量26.4cm、22.2cm、地際径7.13cm。  
林冠閉鎖度： 50～60%

### ④ 考察と評価

#### a. 成果

ポット苗造林が北方地区において広く普及したのは2000年前後である。このポット苗造林地は、当時かなり成功していたといつてよい。当地において、灌漑なしで植栽当年活着率が92%に達するのは、非常に稀なことであると言える。成功のカギとなったのは、苗木の品質、整地基準の高さ、雨季の植栽である。造林2年目および3年目に、損傷のある生育不良な幼樹も含め、補植を

行なった結果、7、8年後も100%に近い生存率を保持していた。標準的な保育作業は行なっていないが、高い整地基準と高品質な苗木に、部分下刈を施した結果、幼苗は良好な生育を示した。植栽後5年目のアブラマツ年間樹高成長量は平均34.7cm、最大55cmに達した。土層が比較的薄い局部に植栽したコノテガシワもすべて活着し、成長状態もかなりよい。

この造林地は、比較的乾燥した地区におけるポット苗造林の優勢を具体的に示した典型的な例である。また、例えポット苗を使用しても、造林地の地拵えおよび整地を丁寧に行わなければならない、できる限り雨季または土壌の水分条件がよい時期に植栽すべきであることを実証している。

#### b. 今後の課題

この造林地は防護林を目的に、造林後の間伐を省略する考えで設計したため、植栽密度は低く設定されていた。しかし、該当造林地の立地条件が比較的によかったため、林内の低木および雑草が造林後の8年目になっても依然生い茂っており、多かれ少なかれ植栽木の生育を妨げている。また、アブラマツの下部に枝が多発しており、樹幹形態が劣る個体は多くなっていた。防護林でも林分の幼齢期に効果的な伸長成長および良好な幹形を目指すために、このような傾斜が緩く、土壌層が厚い場所では、初期の植栽密度を高く設定する必要がある。苗木の植栽間隔は2m×2mまで密植してもよい。一定の密植は低木や雑草を抑制でき、苗木の初期の成長を高め、林冠閉鎖を促し、林分の早期安定が図れる。また、密植は良好な樹幹形態を形成でき、林分の成林後の価値を効果的に高められる。ただし、初期の植栽密度を高め設定する場合、保育間伐を怠ってはならない。

北方地区では非早生の針葉樹用材林樹種を利用して防護林を造成するケースが多く、現在では多種の混生林造成が徐々に増えてきている。広葉樹種であるクスギ類、カエデなど大・中木の経済価値も高くなっている。上述樹種を利用して防護林を造成する場合は、その林分が将来に必ず直面する伐採・更新時の経済価値を積極的に考慮すべきである。このような考え方は林業の「持続可能な発展」にも一致している。将来の経済価値も考慮した上で、防護林を造成するときには、適地適木など造林の基本原則以外に、用材林の造成基本技術および原則を統合して総合設計を行なうべきである。

この造林地においては、早速に下刈を通じて低木類の数を調整し、林地の水土保持の防護効果を保証する前提で、目的（育成）樹種の栄養空間をできるだけ拡大し、枝打ちなどの保育を行えば、林分の安定化と樹木の健全成長を効果的に高めることができる。



図 7-2-2 延慶県準奥山無灌溉アブラマツ・コノテガシワ苗木植栽造林地（2008年7月撮影）

### (3) 昌平区里山コノテガシワ・マルバハゼ苗木植栽造林地

#### ① 立地条件

位置： 昌平区流村鎮高口村西大台  
区域区分： 里山（平原に接する）  
地形： 山麓の丘陵状台地、傾斜方向は全方位、南向き斜面が多い。傾斜 10～15 度  
土壌性質： 砂壤土  
表層土壌： 褐色土・黄土  
土壌層厚さ： 50～60 cm  
自生植生： ニンジンボク（低木）  
年間平均降雨量： 550 mm（北京全市 1950～2007 年の年間平均降雨量は 601 mm）

#### ② 林種および造林設計

林種： 防護林  
保全機能： 水土保持、村落・耕地保護  
造林樹種： コノテガシワ、マルバハゼ  
整地方法： 等高線上の帯状下刈地拵え（幅 100 cm）、魚鱗坑整地（70 cm×60 cm×50 cm）  
植栽密度： 110 本/ムー（3 m×2 m）  
樹種構成： コノテガシワ 4 列、マルバハゼ 2 列の重複配列  
造林方法： コノテガシワ 3 年生、マルバハゼ 2 年生のポット苗による苗木植栽灌漑造林  
造林時期： 1998 年秋季整地、1999 年春季造林  
施工面積： 360 ムー

#### ③ 保育措置および生育状況

当年活着率： 95%  
補植情况： 2000 年に 1 回補植  
現在の保存率： 98%  
保育措置： 植栽当年～2001 年、毎年 2～3 回灌水  
被災記録： なし  
家畜による破壊： なし  
成長状況： コノテガシワ平均樹高 363 cm、地際径 8 cm  
マルバハゼ（黄櫨）平均樹高 160 cm、平均樹冠幅 120 cm  
林冠閉鎖度： 30～40%

#### ④ 考察と評価

##### a. 成果

山麓の丘陵状台地であり、土壌層が比較的厚いのが利点であるが、干ばつの年は水分蒸発が多く、生い茂った雑草による水分競争が激しいため、造林の初期には幼樹の一斉枯死を招きやすい。これは台地造林でしばしば直面する難題であるが、この造林地では上記の難題を解決する上で、よい手本となる成功例を示した。この造林地の成功のポイントは以下の 3 点に要約できる。まず、ハイレベルの整地（整地前の林地整理整頓も含む）により、雑草の水分競争を抑え、土壌の集水



能力および水分保持能力を向上させた。2 点目はポット苗の利用で植栽初期の幼苗の生存力が向上した。3 点目は造林後の2 年目、3 年目における必要最小限の灌漑である。強調すべきは、以上の3 点を同時に実行しなければ、この林分のような成果を上げられない可能性が高いことである。言い換えれば、造林における難題の解決には総合的な対策がより効果的であり、能率的である。

#### b. 今後の課題

コノテガシワの樹冠の特徴により、樹高が数メートルまで成長しても、林分全体の樹冠閉鎖度がまだまだ低いため、林内の低木や雑草がかなり生い茂っている。造林樹種の早い成長を促すためには、今後2 年は下刈を行ない、保育を進めるべきである。あるいは林分の所期目的の実現に役立つ低木を選抜して意識的に育成することで、林分の早期安定を図りながら、最終的に複層林を実現させることも考えられる。



図 7-2-3 昌平区里山コノテガシワ・マルバハゼ苗木植栽造林地（2008 年 7 月撮影）

#### (4) 昌平区平地針葉樹・広葉樹の混生による河岸・耕地防護林造林地

##### ① 立地条件

位置： 昌平区百善鎮呂各庄温榆河北岸  
区域区分： 平原農業区  
地形： 一方は道路と河川、一方は耕地  
表層土壌： 河岸側は湿草地性黄土、耕地は砂質壤土  
土壌層厚さ： 80～100 cm  
自生植生： イネ科雑草  
年平均降雨量： 550 mm（北京全市 1950～2007 年の年間平均降雨量は 601 mm）

##### ② 林種および造林設計

林種： 帯状防風防護林  
保全機能： 河道・耕地保護  
造林樹種： 早生楊樹、アブラマツ、ハイビャクシン、ルスティフィナ、ヤナギ  
整地方法： 穴状整地（70 cm×70 cm×60 cm）  
植栽密度： 56 株/ムー（3 m× 4 m）  
樹種構成： ポプラ 4、その他広葉樹 3、針葉樹 3  
造林方法： ポプラは 2-3 生大苗（2.5m）  
ヤナギは大型挿し木（2-3m）

アブラマツはポット苗(大型ポット)

ハイビヤクシンは2年生裸根苗を使用し、植栽時灌水を伴う

造林時期： 2002年5月、整地と同時に造林

施工面積： 68 ムー（帯幅 30～50 m）

### ③ 保育措置および生育状況

当年活着率： 95%

補植状況： なし

現在の保存率： 95%

保育措置： 封山育林（山地封鎖育林）

被災記録： なし

家畜被害： なし

成長状況： ポプラ平均樹高 1,400 cm、胸径 15.3 cm

ヤナギ平均樹高 600 cm

アブラマツ平均樹高 220 cm

林冠閉鎖度： 70～90%

### ④ 考察と評価

#### a. 成果

この造林地は河岸、道路と耕地を保護する総合的な防護林といってよい。また、造林地は市街地周辺の水域・緑地景観地区であるため、設計時に針葉樹、広葉樹の多種帯状混生方式を採用した。立地条件がよいので、樹種の選択肢は広いが、耕地の防護（防風）効果を考慮し、林帯の主要樹種としては、やはり早生ポプラを選んでいる。また、景観効果と冬季の防護効果のために配置した針葉樹とその他広葉樹が自然に林分全体の複層構造を形成した。単純な耕地防護林では小規模林帯によるメッシュ状の構造が奨励されるが、耕地の境目や耕地と河道または道路に接する場所では、広い幅の防護林帯の造成も一つの選択肢であろう。このような防護林は、防風効果のみならず、林分（森林）の総合効果をより一層発揮できる。現在、ますます注目を集めてきている大都市郊外における環境保全型農業においては、立地条件が許すならば、このような森林スタイルの耕地、道路、河川防護林造成方式を参考にするとよい。

#### b. 今後の課題

林分の主要構成樹種が早生ポプラであるため、意識的にその他の樹種の成長を促す必要がある。対策としてはその他の樹種の成長空間を確保することが最も有効であろう。具体的な方法として、成長の遅い樹種や光を好む樹種をできるだけ南側に配置させ、また、これらの樹種と隣り合うポプラについては枝打ちと樹冠成長調整を行ない、他樹種への影響を軽減させる。ポプラの衰退は他の樹種より早いので、早めに更新の準備をしておくべきである。





図 7-2-4 昌平区平地針葉樹・広葉樹の混生による河岸・耕地防護林造林地（2008 年 7 月）

(5) 門頭溝区奥山針葉樹・広葉樹の混生林苗木植栽灌溉造林地

① 立地条件

位置： 門頭溝区龍泉鎮趙家窪村  
 区域区分： 奥山  
 地形： 斜面、傾斜 20～25 度、裸岩が散見  
 土壌性質： 軽壤質  
 表層土壌： 褐色土  
 土壌層厚さ： 20～25 cm  
 自生植生： ニンジンボク（荊条）を主体とした低木・雑草  
 年間平均降雨量： 526 mm（2001～2006 年平均）

② 林種および造林設計

林種： 防護林  
 保全機能： 水土保持、水源涵養  
 造林樹種： コノテガシワ、アブラマツ、イタヤカエデ、マルバハゼ、モクゲンジ、ルスティ  
 フィナ、リョウトウナラ  
 整地方法： 魚鱗坑整地（70 cm×60 cm×40 cm）、一部の植え穴は客土  
 植栽密度： 74 本/ムー（3 m×3 m）  
 樹種構成： コノテガシワ 3、アブラマツ 2、その他広葉樹各 1、ブロック状および带状混交

造林方法： 植栽前年の秋季に整地、春季に植栽、苗木は2～4年生のポット苗  
植栽時の灌水、その後初めの2年間は年に2～3回灌水  
造林時期： 2002年秋季～2005年春季  
施工面積： 1,200 ムー

### ③ 保育措置および生育状況

当年活着率： 95%  
補植状況： なし  
現在の保存率： 90%  
保育措置： 封山育林  
被災記録： なし  
家畜被害： なし  
成長状況： コノテガシワ平均樹高 182 cm (植栽時は 100-120cm)  
マルバハゼ平均樹高 126 cm (植栽時は 80 cm)  
アブラマツ平均樹高 180 cm (植栽時は 100-120cm)  
イタヤカエデ平均樹高 270 cm (植栽時は 180cm)  
林冠閉鎖度： 30～40%

### ④ 考察と評価

#### a. 成果

この造林地は国外資金（日中民間緑化交流基金）によるモデル林造成事業である。造林樹種は可能な限り多種多様多性を追求した。多様な樹種の活着と保存率を保証するため、大穴整地、客土、ポット苗、灌水など、造成時点で可能な限りの有効な措置を採用した。その結果、当年活着率は95%を達成、数年後の保存率も90%の高水準を保持している。立地条件が劣悪な状況であっても、標準的な造林技術を総合利用し、技術規定に厳格に従い、丁寧に作業を行えば、多樹種混生林を1度で造成することは可能である。ただし、今後も順調に安定した林分に成長できるかどうかは、さらに見極める必要がある。

#### b. 今後の課題

この造林地の当年活着率および数年後の保存率は高いものの、造林樹種全般的な成長状況はベストであるとは言えない。樹種ごとに見ると、リョウトウナラ、イタヤカエデ、とモクゲンジの初期の成長状況は他種に比べ劣っている。その原因には苗木の品質、土壌の理学的性質など既定の要素が大きく関わっている可能性があるが、造林後有効な保育措置を行なわなかったことは明らかな後発的な原因である。生い茂った低木・雑草が幼樹の高さを超えてしまったところも多くあり、これは幼樹の成長に深刻な影響を与えていた。低木・雑草をこまめに除去しなければ、低木・雑草の下で圧迫された幼樹が枯死する可能性も相当高い。現在の人工造林における最大の問題は、深刻な保育欠乏であるといってもよい。今後、優れた人工林を育てていくには、保育管理を重視して、真剣かつ丁寧に実行することが肝要である。



図 7-2-5 門頭溝区奥山針葉樹・広葉樹の混生林苗木植栽灌漑造林地（2008年7月）

(6) 懐来県風積砂地コノテガシワ・新疆ポプラ苗木植栽造林地

① 立地条件

位置： 小南辛堡鎮龍宝山村  
 区域区分： ダム周辺の平坦な丘陵地  
 地形： 平地、平坦な丘陵地  
 土壌性質： 砂地  
 表層土壌： 風積砂土  
 土壌層厚さ： 4～5 m  
 自生植生： カヤ  
 年間平均降雨量： 383 mm（近年平均 336 mm）

② 林種および造林設計

林種： 防護林  
 保全機能： 防風固砂、水土保持  
 造林樹種： コノテガシワ、シンキョウポプラ（新疆楊）  
 整地方法： 穴状整地（60 cm×60 cm×40～50 cm）  
 植栽密度： コノテガシワ 170 本/ムー、シンキョウポプラ 110 本/ムー  
 樹種構成： 区画毎に単一樹種

造林方法： 春季に整地と造林の同時進行  
コノテガシワは3～4年生ポット苗（苗高80～100cm）  
シンキョウポプラは挿し木育成苗（幹高さ180cm、胸径2～2.5cm）、無灌漑  
造林時期： コノテガシワ2001年春季、シンキョウポプラ2002年春季  
施工面積： コノテガシワ150ムー、シンキョウポプラ100ムー

### ③ 保育措置および生育状況

当年活着率： 95%  
補植状況： なし  
現在の保存率： 93%  
保育措置： 造林地立ち入り禁止  
被災記録： なし  
家畜被害： なし  
成長状況： コノテガシワ平均樹高178cm  
シンキョウポプラ平均樹高650cm  
林冠閉鎖度： コノテガシワ（側柏）35～45%、シンキョウポプラ（新疆楊）60～70%

### ④ 考察と評価

#### a. 成果

北京北部周辺の砂地上では、長年にわたりヤナギとポプラの造林を何度も試してきたが、成功したのはごくわずかな造林地だけである。その主な原因はやはり適地適木を徹底できなかったこと、造林密度と立地水分条件の調和がとれなかったことにある。上記2点の問題においては、この造林地は良い参考例を提供できたといつてよい。周辺地区にも以前からポプラの造林地がいくつかあったが、殆どが「小老樹林（樹高は数メートルで留まり、頻繁に病虫害が起り、極めて成長が不良な林地）」と化していた。その原因として、選択した樹種（品種）が現地の水文条件に不適合だったこと、過剰な密度で植栽したことが挙げられる。官庁ダム周辺についていえば、降雨量が400mm未満であるものの、地下水位は比較的高く、地表に近い砂質土壌の含水量は、例え干ばつの年でも一定した安定量（地表40cm以下の土壌含水量は一般的に5%以上を保持できる）を有していた。造林樹種を選定するときは、その樹種の大気乾燥度に耐える能力と根系の吸水能力（浸透圧）を考慮しなければならない。シンキョウポプラとコノテガシワはちょうどこの2つの指標において優位性を持っていたため、造林初期は良好な生存、成長状況を示した。ただし初期の造林密度に関しては、より合理的なモデルを探す必要がある。

#### b. 今後の課題

この造林地の初期生存、成長状態は良好であったものの、現在（造林6、7年後）の成長状況は初期の良好な成長には明らかに及んでいない。その原因は単位面積の個体数量およびバイオマスが、その立地が持つ水分条件上の許容上限に近づいたか、または超えたのではないかと考えられる。この造林地において最も重要な問題は、個体の持続的な安定成長を保証できるように、早いうちに単位面積上の活立木本数を調整することである。この立地におけるコノテガシワとシンキョウポプラの最適密度は、小幅な間伐を繰り返しながら模索する必要があるが、砂地（毛烏素沙地）造林の実践経験からいえば、砂地の植生被覆率は最大で60%を超えてはならない。現在のコ



ノテガシワ林地は、樹冠閉鎖率が 35～45%であるが、これはコノテガシワ幼樹の樹冠形状の特殊性によるものであり、単位面積の本数も早いうちに調整する必要がある。個体の成長発育を早めに効果的に促してこそ、林分全体が健康的に安定した成長段階に入ることができる。



図 7-2-6 懐来県風積砂地のコノテガシワ・ポプラの苗木植栽造林地（2008 年 7 月）

#### (7) 懐来県黄土丘陵地アンズ・間作造林地

##### ① 立地条件

位置： 官庁鎮石片大西梁溝  
 区域区分： 山間盆地の丘陵地  
 地形： 黄土丘陵山地、傾斜度 10～15 度  
 土壌性質： 砂質壤土  
 表層土壌： 暗褐土  
 土壌層厚さ： 50～75cm  
 自生植生： 雑草・灌木林  
 年間平均降水量： 383 mm（近年の平均値 336 mm）

##### ② 林種及び造林設計

林種： 経済林（防護機能を兼ねる）  
 保全機能： 商品の生産・水土保持  
 造林樹種： キミアンズ（黄杏）  
 整地方法： 大坑整地（60 cm×60 cm×50 cm）、基肥を投入  
 植栽密度： 42 本/ムー（4 m×4）  
 樹種構成： 単一種  
 造林方法： まず台木（ヤマアンズ）を植栽し、2 年目から 3 年目にキミアンズの接ぎ穂を接木。  
 灌水は毎年 2～5 回  
 造林時期： 1990 年春季～1992 年春季  
 施工面積： 3,300 ムー

##### ③ 保育措置及び生育状況

当年活着率： 80%

補植：	91年及び92年に補植
現在の保存率：	100%（93年以降も少量の植え込み、植え替えを行う）
保育措置：	春夏の除草、施肥、剪定、病虫害の予防・駆除
罹災記録：	早春期にはしばしば花が凍結
家畜被害：	なし
生長状況：	平均樹高 350 cm；平均胸高直径 14 cm
林樹冠閉鎖率：	50～70%

#### ④ 視察と評価

##### a. 成果

風砂防止の見地のみから判断すれば、この黄杏林は立木密度や林床除草の関係で、その保全効果はおのずと一般的な防護林には及ばない。しかし、広大な黄土丘陵地帯において、このような風砂抑制効果も兼ね備えた経済林は、現地の経済・生産活動にとって、極めて実情に即した風砂防止対策の一つである。アンズは乾燥した環境に非常に強く、比較的苛酷な立地でも安定した林分を成し、保全林の役割を概ね果たしている。したがって、このような防護効果が良好な経済林がより多く出現することが期待される。

##### b. 今後の課題

林地面積の大きさを考えると、今後、林内に 500m 間隔の防風林帯を造成すれば、林分全体の保全的機能を高められるだけでなく、果樹を霜や寒風等の被害から保護する意味でも大きな意義がある。経済林の風砂抑制効果を高めるため、特に冬に入る前の除草時にはできる限り土壌を掘り起こさないことを推奨する。経済林地においても不耕起耕作助成制度が導入されれば、まさに錦上に花を添えるであろう。



図 7-2-7 懐来県黄土丘陵地アンズ・間作造林地（2008年7月）

#### 7.2.5 既存モデル林の総合的評価（調査業務再委託先の専門家らのコメント）

##### (1) 延慶県のモデル林

選定した 2 ヶ所のモデル林は両方とも山地造林で、無灌漑で造成していた。目下のところ成長状況は良好である。北京の総面積の 62%を占める山間部、特に灌漑条件に乏しい奥山の植林モデルとなる。

##### (2) 昌平区のモデル林

選定した 3 ヶ所のモデル林がそれぞれ平原、台地と旧河床地という三つの異なった立地タイプ



を代表する。北京の山区と平原過渡帯の緑化のモデルとなる。

### (3) 門頭溝区のモデル林

選定した2カ所のモデル林は異なった国際協力プロジェクトのモデル林地で、造林初期の成活率も保存率も極めて高い。灌漑条件を有する山地植林モデルとなる。

### (4) 懐来県のモデル林

選定した3カ所のモデル林は異なった立地、異なった樹種で造成されており、懐来県の環境整備と経済発展に必要とされる緑化事業における重要性は高い。地域の生態—経済—社会の持続可能な発展に資する植林モデルとなる。

## 7.3 新規モデル林造成

### 7.3.1 新規モデル林造成の意義

この十数年、本件調査4県・区の植林事業では国家植林プロジェクトを中心に、地方政府の植林緑化事業も含めて多くの植林実績を有しているが、その多くは荒山（禿山）におけるコノテガシワやアブラマツを中心とした針葉樹一斉林造成であった。近年、多樹種による混生複層林造成が提唱され、一部多樹種混生林の造成箇所もあるが、その数と面積はまだ少ない。また、黄土丘陵地、河川敷、農地周辺荒廃地、果樹園地など風砂源としての危険度が最も高い場所における保全林造成は総じて少なく、保全林がある場合でも、樹種の単一性や林分構造の単純性などの改良余地を少なからず持っている。

このような現状を踏まえて、森林・林業分野で実施する風砂対策事業にあたって、既存のモデル林における不足する部分を補完し、既存技術の改良も視野にいれて、これまで現地で蓄積された森林植生回復技術を検証、補填、総括して普及させるために必要な新規モデル林を造成する。

### 7.3.2 基本方針

既存植林地からのモデル林選定の結果及び風砂対策重点度区分図を踏まえ、対象4県・区及び「北京天津風砂源整備事業」対象地域全般のための森林植生回復技術マニュアル作成に必要な技術を立証、展示し、また既存のモデル林では網羅されていない技術、或いは完成されていない技術を補完するために新規モデル林を造成する。したがって、以下の植林・育林技術を持つ森林が新規造成対象として考えられる。

- ① 既存植林地にはないが、風砂対策の効果が著しく高いとされる植林方式。
- ② 既存植林地には個々の技術として個別に取り入れているが、相乗効果を上げられる技術の統合が望ましい植林方式。
- ③ 既存植林地で樹立された技術だが、風砂対策として最も植林の必要性が高い場所では立証されていない植林方法。
- ④ 既存植林地で実践された技術の中で、改良、改善の余地があり、その改良策は難度の高いものではなく、かつ改良後効果が顕著な植林方式。
- ⑤ 農地や果樹園などこれまで風砂対策対象地としての植生回復措置が講じられなかった土地での植林（植生回復）方法。

### 7.3.3 造林地の選定とモデル林タイプ及び技術仕様の決定

## (1) 造林地の選定

第2年次の現地調査から、中国側カウンターパートとの協議、現場調査、専門家意見聴取をつうじて、造成するモデル林の場所、面積などを検討してきた。結果として、モデル林に望まれている“風砂危害地であること”、“見学しやすいこと”、“住民参加が可能であること”、“造成後の継続検証や管理がしやすいこと”などの条件を勘案し、土地（使用権）所有者の同意を得て、以下の場所を新規モデル林造成地として決定した。

### ① 延慶県旧県鎮白草洼村

このモデル林造成予定地は村の裏の里山（村民は「裏山」という）であり、延慶県市街地から東北に20km離れている場所に位置している。標高は600-700m、山の斜面向きは主に西南方向である。植林予定地は全体的に緩やかであるが、局部の急傾斜面も少なくない。土壌は砂質土で、土壌層の厚さは15cm-50cm。所々に岩盤が露出していた。気候は温帯大陸性モンスーン気候帯に属し、年間平均気温は8.8℃、年間降雨量は300～500mm、春季に強風が多い。

モデル林造成予定地には総じて植生が少ない。自生している植生は主にニンジンボクやサネブトナツメなどの灌木と雑草である。中には一部過去の植林地であって、当時の植栽木がわずかに残存しているところもある。これらの樹種は主にコノテガシワで、アブラマツも少々散在していた。自生のヤマアズ、ニセアカシアも点在していた。このモデル林造成予定地は村に隣接していて、アクセスは良いが、人の出入りははげしい。

村の土地面積は645ha、うち耕作地が72ha、林地が365haとなっている。人口は298人、世帯数は112。2007年の村GDPは150万元、うち第1次産業は112万元、第2次産業は8万元、第3次産業は30万元であった。

モデル林造成予定地の計画可能な面積は52.2haであり、うち、過去に植林行為があったが現在は疎林・灌木地となっている面積は18.5ha（実質植栽すべき面積10.67ha）であった。上記の計画可能な区域のうち、30haを今回のモデル林造成面積として選定した。

### ② 昌平区流村鎮溜石港村

モデル林造成予定地は昌平区中心市街地から西南に25km離れた山間地である。溜石港村の「土行溝」という谷に位置している。周辺には集落がなく、里山と奥山の間であると言えることから、記述の便宜上「準奥山」という。南雁路（公道）から土行溝（谷）に50mほど入ると、その谷の左側の丘陵状の低山（テラス）が植林計画の対象地である。この谷の右側の斜面（日裏斜面）には数十年生のアブラマツ林（地元では「了思台油松林」という）が広がっている。谷に沿って東方向へ700mほど進むと植林予定地の東端になる。この植林予定地は山の尾根がおおむね東西に延びる山の日表と日裏斜面となる。標高は400-630mと比較的に低いが、道路を挟んで西と西南には崖の多い急峻な高山がそびえている。植栽を予定する山は全体的に緩やかであるが、局部的に急傾斜面もある。土壌は砂質黄土で、土壌層の厚さは50cm-150cmと厚い。山麓には2m以上の黄土堆積地もある。気候は温帯大陸性モンスーン気候に属し、年間平均気温は11.8℃、年間降雨量は300-600mm、春季に強風が多い。

植栽予定地は総じて土壌層が厚いゆえに、低木と草本類が茂っている。準高木類はヤマアズが最も多く、ノモモ、サネブトナツメ、ハシバミなども少量自生している。局部では、ヤマアズが林冠を成すほど密集している。谷間の平坦地はかつて果樹が植栽されていて、井戸も整備さ

れている。

モデル林造成予定地のうち、ヤマアズミが密集している箇所と一部自生している在来木の保留による換算面積を除くと、実質新規植栽面積は（標準設計の植え付け密度 1,200 本/ha で換算すると）40ha になる。

### ③ 懐来県土木鎮宗家洼村

モデル林造成予定地は懐来県中心市街地（沙城駅）から北方向へ約 1km の「京張」高速道路の沙城インターから東へ 600m に位置する。ここは官庁ダムまでの距離が 11.5km で、地形的には平らに近い丘陵状の扇状地である。この扇状地の平坦な部分はかつて耕作したことがあったが、今は閑地になっている。土壌層がかなり厚く、一定の地力は持っているが、碎石混じりの砂質土で、保水力が弱い。扇状地の北側は急峻な岩石の山坂で、降雨時に洪水になりやすい。この岩山の山麓の一部土壌層が残っている箇所にはコノテガシワが植えられているが、水分条件が悪く、生育不良のものが多く、気候は温帯大陸性モンスーン気候に属し、年平均気温は 9℃ で、年間平均降水量は 400 mm 以下。風速 17m/秒以上の強風日は年間 20 日以上あり、主に冬と春に集中する。この土地に発生しやすい気象災害は、多い順に、干ばつ、風砂、雹となっている。

かつて耕作行為もあったため、原生植生が殆ど消失している。現存の植生は以前に植えたヤマアズミの残存木と自生しているニンジンボクやサネブトナツメなどの低木とチガヤ類の雑草である。

本計画で植栽する面積は 10ha で、そのうち、山の斜面が 3ha、平坦な扇状地が 7ha である。

#### (2) モデル林タイプ及び技術仕様

植林の工事とは一般的に植栽地区画、作業道整備、整地（下刈などの林床整理、テラス工と植え穴作り）、資材・苗木調達、植え付け、乾燥対策工、補植、保育など一連の作業種を包含するものである。

新規モデル林造成地の選定が決定してから、その土地の立地条件に合わせて、モデル林の設計について、中国側と検討を重ね、林区分（モデル林の機能を表す名称）及び林分ごとの技術仕様は以下のとおりに決定した。モデル林の名称は、延慶県の 30ha は「里山（浅山）多目的生態防護林」、昌平区の 40ha は「準奥山生態系総合保全防護林」、懐来県の 10ha は「山地・山麓扇状地経済型防護林」とした。技術仕様は、以下の「モデル林全体設計と工事内容」に示す。

#### 【モデル林全体設計と工事内容】

##### (1) 延慶工事の全体設計と本件契約業務内容

##### (1) - 1 延慶工事の全体設計

##### 1) 林区分

本モデル林は多目的生態防護林である。防護効果発揮においては水土保持と風砂害軽減を優先する。ただし、将来的には「林下経済（薬草、山菜、キノコなど生産）」、生活用材、景観資源としての開発利用も視野に入れる。

##### 2) 樹種

アブラマツ (*Pinus tabulaeformis*)、コノテガシワ (*Platycladus orientalis*)、マルバハゼ (*Cotinus coggygria*)、ヤマアズミ (*Prunus armeniaca*)、モンゴルナラ (*Quercus mongolica*)、トウカエデ (*Acer buergerianum*)

### 3) 苗木

すべて良質のポット苗木を使用する。植林地の入り口や看板周辺など個別箇所には大型ポット苗木を使用する。

苗木の選定基準は、優良品種であること、根系に損傷がなく、シュートも健全であること、病虫害や物理損傷がないこと。苗齢は2年生以上で、ポットに移植してからの期間が1年以上であること。

すべての苗木に対して、苗畑から山だしする前に必ず十分な灌水を行う。運搬する際、日よけと乾燥防止の措置を講じる。

### 4) 植林方式と作業要求

- ① 作業ブロックの区画：一つの作業ブロックの面積は0.5ha～2haとする。個々の作業区の面積は地形等に合わせ、上記の範囲内で調整することができる。
- ② 樹種間の割合：針葉樹と広葉樹の割合は原則的に6:4とする。各樹種のパーセンテージは、アブラマツ35%、コノテガシワ25%、マルバハゼ12%、ヤマアズナ10%、モンゴルナラ10%、トウカエデ8%。針葉樹と広葉樹カテゴリの中で、樹種間の割合の小幅な調整はできる。大型ポット苗木の使用量は、アブラマツは1,500本以下、コノテガシワは1,000本以下とする。
- ③ 樹種間の配置：原則的には1樹種1行ないし数行の行間交差配置とする。一つの作業ブロック内に同一樹種が連続して5行を超えないようにする。「行」は基本的に水平（等高線上）に設定する。
- ④ 斜面向きと樹種構成：北斜面には主にアブラマツ、トウカエデ、モンゴルナラを植栽する。南斜面は主にコノテガシワ、マルバハゼ、ヤマアズナを植栽する。
- ⑤ 植栽間隔と密度：急傾斜地植栽間隔は原則的に4m×2mとする。緩やかな傾斜地は3m×3mとする。植栽密度は1111～1250本/ha。平均密度は1200本/ha以下とする。
- ⑥ 植栽作業：植栽に先立ち、苗木の供給体制を整える。植栽に際しては、山だし、運搬、植付けの各種工程間に間隔を置かず流れ作業で行う。特にポット内の土がほぐれて散らされないように注意を払い。当日植え残った苗木はその場に仮植し、翌日まで必ず植え終えさせる。植え付けする際、ポットを外して、苗木を穴の中芯が立つようにして、土を戻し、しっかり踏み固める。適度な深植を心がける。最後に植え穴を灌木の枝や草で覆う。植栽したのち、速やかに灌水を行う。1本あたりの灌水量は80リットル(Kg)以上とする。

### 5) 整地方法と規格

穴状魚鱗坑整地方法を採用する。規格は長径0.7m×短径0.6m×深さ0.6m。岩石層が比較的浅く、あるいは傾斜度が比較的大きい場合、長径0.5m×短径0.4m×深さ0.4mに変更できる。

穴を掘る際、直径5cm以上の石を拾い出し、石と土を分けて穴の横に盛る。穴を規定の大きさに掘り終えた後、しばらく（1日から数日）晒す。規格検査をうけてから土を穴に戻す。戻す深さは40cm（小さい穴の場合30cm）とする。土を戻したとき、穴の水平面が内側にやや傾くようにする。穴の周りにあぜを作る。あぜの高さは20cm（小さい穴の場合15cm）にする。踏み崩れないようにあぜはしっかりたたいて固める。

土壌層が薄く、かつ客土できる条件がある場合、客土を設計してもよい。ただし、客土する植え穴の割合は25%を上限とする。

雑草が茂る箇所或いは灌木が密集している箇所において、植え穴掘り作業を容易にするため、筋刈りをする。筋刈りの幅は1m以下とし、1ha当たりの筋刈りの延長は2,500m以下とする。

### 6) 乾燥対策

すべての植栽木に保水剤を使用する。1植え穴当たりの使用量は12g以上とする。

大型苗木には蒸散抑制剤を使用する。1本当たり原液の使用量は1.5g以上とする。蒸散抑制剤は1回の

み使用する。

#### 7) 保育

①中耕と除草：魚鱗坑内及びあぜの雑草を刈り取り、魚鱗坑内を中耕する。作業時期は8-9月の間とする。

②灌木除去：植林地内の自生灌木類を刈り取って除去する。ただし、有用灌木は除去対象外とする。有用灌木とすべき灌木について、植栽作業終了後、発注者から受注者に通知する。作業時期は8-9月の間とする。

③秋季灌水：9-10月の間に、植林地内のすべての生存木に対して、1回の灌水を行う。1本当たりの灌水量は80リットル（Kg）以上とする。

#### 8) 補助的工事

① 簡易歩道：作業効率と作業安全のために、植林地内に簡易歩道を開設する。歩道の広さは1mとし、灌木と雑草を取り除き、石ころを両脇に整理する。傾斜度が大きい箇所では地面を大まかに均す。

② 防火帯：山林保護において、近年地元で実行されている「護林員制度」は顕著な効果を挙げている。白草注村は本プロジェクトの住民参加型実施村としてこのモデル林造成計画にも参加及び支援を得ることになっている。したがって、植林地の火災発生の危険性はかなり低く抑えられる。また、歩道も防火帯としての働きが期待できるため、防火帯の設置密度を200m/haとする。防火帯の広さは1.5mとする。設置時期は10月下旬とする。

### (1) - 2 延慶工事の2009年度（契約）業務

#### ① 補植

補植を行う樹種はトウカエデとモンゴルナラである。補植本数は前年植栽本数の10%で、トウカエデが270本、モンゴルナラが360本。苗木は2~3年生のポット苗を使用する。植栽時は1本当たり1000の灌水を行い、植栽後には刈り草で植え穴の表面を覆う。作業要求は前節の『4) - ⑥』に示したとおりである。植え付けは5月15日までに完了させる。

#### ② 草刈・灌木除去

草刈は植栽木の行線上に、幅1mの筋刈りとする。除去対象灌木は植栽木より半径1m範囲内のものとする。この範囲にある灌木の枝も切り落とす。作業の時期は降雨状況に左右されることから、5月の間に、発注者と協議して決める。

#### ③ 灌水

この灌水は本来植栽木が翌年の春先により早く成長を始められるために、その年の秋に行う設計をしているが、春季から干ばつが続いた場合、発注者の了解を経て、前倒して行うことができる。

### (2) 昌平工事の全体設計と本件契約業務内容

#### (2) - 1 昌平工事の全体設計

##### 1) 林区分

本モデル林は生態環境保全林である。保全効果発揮においては水土保持と風砂害軽減を優先する。このモデル林も将来的には保全効果を損なわない前提のもと、経済的な産出を視野に入れる。

##### 2) 樹種

植栽する樹種はハクヒマツ (*Pinus bungeana*)、コノテガシワ (*Platycladus orientalis*)、アベマキ (*Quercus variabilis*) (注：本樹種は後の植栽する直前に病菌にかかった疑いが持たれ、モンゴルナラ (*Quercus mongolica*)、トネリコ (*Fraxinus americana*)、エンジュ (*Sophora japonica*)、チャンチン (*Toona sinensis*) とアブラマツ (*Pinus tabulaeformis*) に変更した)、モクゲンジ (*Koelreuteria paniculata*)、マルバハゼ (*Cotinus coggygria*) の6種である。



植栽予定地に自生しているヤマアズ、ノモモ (*Prunus davidiana*;)、サネブトナツメ (*Zizyphus jujuba* Mill. var. *spinosa*)、ハシバミ(*Corylus heterophylla*; 榛)などの自生木は ha 当たり 200 本前後を均等に残す。これらの自生木も本モデル林の構成樹種とする。

### 3) 苗木

ハクヒマツ、アブラマツ、コノテガシワ、アベマキは良質ポット苗木を使用する。ハクヒマツは4年生のポット苗木をし、コノテガシワとアベマキは2年生のポット苗を使用する。モクゲンジとマルバハゼは2年生のスタンプ苗か裸苗を使用する。

苗木の選定基準は、優良品種であること、根系に損傷がなくシュートも健全であること、病虫害や物理損傷がないこと。ポット苗の場合、ポットに移植した期間が1年以上であること。

すべての苗木に対して、調達する際、(仮植) 苗畑から山だしする前に必ず十分な灌水を行う。運搬する際、日よけと乾燥防止の措置を講じる。

### 4) 植林方式と作業要求

- ① 作業ブロックの区画：一つの作業ブロックの面積は 0.5ha～2ha とする。個々の作業区の面積は地形等に合わせ、上記の範囲内で調整することができる。
- ② 植栽間隔と密度：植栽間隔は原則的に 4 m×2.5m とする。植栽密度は 1000 本/ha。ただし、自生木の保留は ha 当たり 200 本前後とするので、林分としての育成木密度は平均 1200 本/ha
- ③ 樹種間の割合：ヘクタール当たり各樹種の本数は、ハクヒマツ 225 本、コノテガシワ 100 本、アベマキ 225 本 (注：本樹種は後の植栽する直前病菌にかかった疑いが持たれ、モンゴルナラ、トネリコ、エンジュ、チャンチンとアブラマツに変更した)、モクゲンジ 225 本、マルバハゼ 225 本とする。ヤマアズを中心とする自生木の保留本数は 200 本前後とする。
- ④ 樹種間の配置：原則的には 1 樹種 1 行ないし数行の行間交差配置とする。一つ作業ブロック内に同一樹種が連続して 5 行を超えないようにする。「行」は基本的に水平 (等高線) に設定する。
- ⑤ 斜面向きと樹種構成：南向き斜面 (日表面) は比較的似土壌層が厚いことから、主にハクヒマツとアベマキを植栽する。北向き斜面 (日裏) は主にコノテガシワ、モクゲンジとマルバハゼを植栽する。いずれの斜面にヤマアズなどの自生木をできるだけ均等に残す。
- ⑥ 植え付け時期と植栽作業：植え付けは春季と雨期に行う。植栽に先立ち、苗木の運搬体制を整える。植栽に際しては、山だし、運搬、植付けの各種工程間に間隔を置かず流れ作業で行う。特にポット内の土がほぐれて散らされないように注意を払い。当日植え残った苗木はその場に仮植し、翌日まで必ず植え終えさせる。植え付けする際、ポットを外して、苗木を穴の中心の立つようにして、土を戻し、しっかり踏み固める。適度な深植を心がける。最後に植え穴を灌木の枝や草で覆う。植栽したのち、速やかに灌水を行う。1 本に灌水量は 80 リットル (Kg) 以上とする。

### 5) 整地方法と規格

穴状魚鱗坑整地方法を採用する。規格は長径 0.7m×短径 0.6m×深さ 0.4m。岩石層が比較的浅く、あるいは傾斜度が比較的に大きい場合、長径 0.5m×短径 0.5m×深さ 0.4mに変更できる。

穴を掘る際、直径 5cm 以上の石を拾い出し、石と土を分けて穴の横に盛る。穴を規定の大きさに掘り終えた後、しばらく (1 日から数日) 晒す。規格検査をうけてから土を穴に戻す。戻す深さ 40cm (小さい穴の場合 30cm) とする。土を戻したとき、穴の水平面が内側にやや傾くようにする。穴の周りにあぜを作る。あぜの高さは 20cm (小さい穴の場合 15cm にする) にする。踏み崩れないようにあぜはしっかりたたいて固める。

植栽予定地は雑草と灌木がかなり茂っているため、筋刈りが必要である。筋刈りの幅は 1m とする。筋刈りはできるだけ等高線上に沿って行い、間隔は 4m とする。1 ha 当たりの筋刈りの延長は 2,500m になる。



## 6) 乾燥対策

植栽年の降雨状況に応じて、保水剤を使用するかどうかを決める。使用する場合、1 植え穴当たりの使用量は 12 g 以上とする。

## 7) 保育

- ① 中耕と除草：2009 年に 2 回行う。魚鱗坑内及びあぜの雑草を刈り取り、魚鱗坑内を中耕する。作業時期は 5 月と 8 月とする。
- ② 灌木除去：2009 年に 1 回行う。植栽木周辺に自生する灌木が植栽木の成長を圧迫する恐れがある場合、それらの灌木類を刈り取って除去する。作業時期は 5 月とする。
- ③ 灌水：植栽時の灌水以外、植栽後有効降雨がなかった場合、植栽後 15 日から 20 日間に灌水を行う。有効降雨があった場合、灌水は降雨後 15 日目頃に順延する。植栽木が落葉前後にもう一度灌水を行う。この灌水は翌年春の生育を促進させるためである。1 本当たり 1 回の灌水量は 80 リットル (Kg) 以上とする。

## 8) 補助的工事

- ① 簡易歩道：作業効率と作業安全のために、植林地内に簡易歩道を開設する。歩道の広さは 1 m とし、灌木と雑草を取り除き、石ころを両脇に整理する。傾斜度が大きい箇所では地面を大まかに均す。歩道の開設密度は 200m/ha とする。
- ② 防火帯：山林保護において、近年地元で実行されている「護林員制度」は顕著な効果を挙げている。したがって、植林地の火災発生の危険性はかなり低く抑えられる。また、歩道も防火帯としての働きが期待できるため、防火帯の設置密度を 200m/ha とする。防火帯の広さは 1.5m とする。設置時期は 10 月下旬と予定する。

## (2) - 2 昌平工事の 2009 年度 (契約) 業務

### ① 資材調達

植栽木の植え穴に投入する保水剤は、1 本当たり 12.5g に設計している。4 万本植栽に必要な 500kg の保水剤を植栽前に調達する。

### ② 植栽

植栽時に 1 本当たり 1 保水剤 12.5g を投入し、1000l の灌水を行い、埋め戻し後には刈り草で植え穴の表面を覆う。作業要求は前節の『4) - ⑥』に示したとおりである。植え付けは原則的に 4 月末まで完了させるが、天候により、5 月 15 日まで延期できる。

### ③ 保育

保育には中耕と除草、下刈り（主に灌木除去）を行う。中耕は植栽木より半径 0.3m の範囲内とする。草刈は植栽木の行線上に、幅 1 m の筋刈りとする。除去対象灌木は植栽木より半径 1 m 範囲内のとする。この範囲にある灌木の枝も切り落とす。作業の時期は降雨状況に左右されることから、5 月の間に、発注者と協議して決める。

### ④ 補植

補植は 9 月下旬に行う。すべての植栽樹種において、春季植栽本数の 10% とする。補植の際は、保水剤、灌水、刈り草覆いは行わない。

### ⑤ 灌水

植栽時の灌水以外、植栽後有効降雨がなかった場合、植栽後 15 日から 20 日間に灌水を行う。有効降雨があった場合、灌水は降雨後 15 日目頃に順延する。植栽木が落葉前後にもう一度灌水を行う。この灌水は翌年春の生育を促進させるためである。1 本当たり 1 回の灌水量は 80 リットル (Kg) 以上とする。

### ⑥ 防火帯設置

10月上旬に施工する。防火帯の設置密度を200m/haとする。防火帯の広さは1.5mとする。設置場所は受注者が設計する。

### (3) 懐来工事の全体設計と本件契約業務内容

#### (3) - 1 懐来工事の全体設計

##### 1) 林区分分

本モデル林は経済型防護林である。ここでいう「経済型防護林」とは商品価値の高い果実の収穫ができる多目的樹種（経済樹種）と他の一般防護林樹種を組み合わせ、経済効果と防護効果を兼備する林分を意味する。経済樹種を導入しても、現地の一般果樹園のように林床草本を根こそぎに除草することはないため、防護（水土保持と風砂害軽減）効果において従来の防護林と大きな差はないと考えられる。経済的に豊かではない地域において、短期間で一定の直接経済利益が得られる防護林のほうがむしろ大事に扱われ、防護林の長期安定成長にはより有利である。

##### 2) 樹種

植栽する樹種はアブラマツ (*Pinus tabulaeformis*)、ナツメ (*Ziziphus jujuba*)、クルミ (*Juglans regia*) の3種である。うち、アブラマツは山地の水源涵養・水土保持林を成す。ナツメは平地防風林帯を成す。クルミは多機能樹種として、果実生産の経済的働きと水土保持・防風固砂の生態的働きを果たす。山地にまばらに生育するコノテガシワ（以前の人工植栽残存木）も本モデル林の一構成樹種とみなす。

##### 3) 苗木

アブラマツは良質大型ポット苗木を使用する。苗高が80cm以上のものとする。ナツメとクルミは接ぎ木の裸苗を使用するが、苗齢は2年生以上のものとする。

苗木の選定基準は、優良品種であること、根系に損傷がなくシュートも健全であること、病虫害や物理損傷がないこと。ポット苗の場合、ポットに移植した期間が1年以上であること。

すべての苗木に対して、調達する際、(仮植) 苗畑から山だしする前に必ず十分な灌水を行う。運搬する際、日よけと乾燥防止の措置を講じる。

##### 4) 植林方式と作業要求

- ① 植栽間隔と密度：クルミの植栽間隔は4m×3mで、植栽密度は830本/ha。アブラマツは3m×2mで、植栽密度は1600本/ha。ナツメは4m×2mで、植栽密度は1250本/ha。
- ② 各樹種の植栽面積と本数：クルミは5haで、植栽本数は4150本。アブラマツは3haで、植栽本数は4800本。ナツメは2haで、植栽本数は2500本。
- ③ 樹種間の配置：山の斜面にはアブラマツを植える。この林分は水土保持と風砂抑制の役割を果たしながら、クルミ林の防風林としての機能も発揮させる。山地にもともと散在するコノテガシワは保留し保護する。平地の部分にはクルミとナツメを植栽する。この扇状地は緩やかな傾斜を成しているが、過去に階段状に整地してあり、今は段々畑になっている。テラスのところにはクルミを植える。テラスとテラスの間のあぜ（畔）の両側には防風林帯としてナツメを植える。それぞれの位置関係は別紙4に示してある。テラスのクルミ植栽地においては、植林初期の水土保持及び防風固砂機能を高めるために、自生している灌木類をできるだけ保留し保護する。
- ④ 植え付け時期と植栽作業：植え付けは基本的に春に行う。アブラマツは雨季植えしてもよい。植栽に先立ち、苗木の運搬体制を整える。植栽に際しては、山だし、運搬、植付けの各種工程間に間隔を置かず流れ作業で行う。特にポット内の土がほぐれて散らされないように注意を払い、当日植え残った苗木はその場に仮植し、翌日までには必ず植え終えさせる。植え付けする際、アブラマツはポットを外し、苗木を穴の中心に立つようにして、土を戻し、しっかり踏み固める。適度な深植を心がける。クルミに関

しては、植える前に根の剪定を行う。埋め戻すとき根が伸び広がるように土を3回ほど分けて戻しながら踏み固める。クルミは浅く植える。最後に植え穴を灌木の枝や草で覆う。植栽したのち、速やかに灌水を行う。1本に灌水量は80リットル(Kg)以上とする。

#### 5) 整地方法と規格

アブラマツとコノテガシワの場合、山麓に近い起伏が多い所は穴状魚鱗坑整地方法を採用する。規格は長径0.7m×短径0.6m×深さ0.4m。平坦地に防風林帯として植える場合には、丸穴状整地方式を使用する。規格は直径80cm、深さ60cm。

クルミは比較的平坦な所に植えるため、丸穴状整地方式を使用する。規格は直径80cm、深さ60cm。ナツメの植え穴は直径60cm、深さ50cm。

穴を掘る際、直径5cm以上の石を拾い出し、石と土を分けて穴の横に盛る。穴を規定の大きさに掘り終えた後、しばらく(1日から数日)晒す。規格検査をうけてから土を穴に地面の高さまで戻す。戻す際なるべく元の表土と真土が逆さになるようにする。穴の周りにあぜを作る。あぜの高さは15~20cmにする。踏み崩れないようにあぜはしっかりたたいて固める。

#### 6) 乾燥対策

植栽年の降雨状況に応じて、保水剤を使用するかどうかを決める。使用する場合、1植え穴当たりの使用量は12g以上とする。

#### 7) 保育

① 中耕と除草：2009年に2回行う。魚鱗坑内及びあぜの雑草を刈り取り、魚鱗坑内を中耕する。作業時期は6月と8月とする。

② 灌水：植栽時の灌水以外、植栽後有効降雨がなかった場合、植栽後15日から20日間に灌水を行う。有効降雨があった場合、灌水降雨後15日目頃に順延する。第2回目の灌水は天候に合わせておおむね7、8月に行う。樹木が落葉する前後もう一度灌水を行う。この灌水は翌年春の生育を促進させるためである。秋植えの場合、植栽時灌水以外、冬季に入る直前にもう一度灌水を行う。いずれも1本当たり1回の灌水量は80リットル(Kg)以上とする。

#### 8) 補助的工事

簡易歩道：作業効率と作業安全のために、山地のアブラマツ植栽区のみ簡易歩道を開設する。歩道の広さは1mとし、灌木と雑草を取り除き、石ころを両脇に整理する。傾斜度が大きい箇所では地面を大まかに均す。歩道の開設延長は600mとする。

### (3) - 2 懐来県2009年度工事(契約)業務

#### ① 資材調達

植栽木の植え穴に投入する保水剤は、1本当たり12.5gに設計している。11,450本植栽に必要な143kgの保水剤を植栽前に調達する。

#### ② 植栽

植栽時に1本当たり1保水剤12.5gを投入し、1000lの灌水を行い、埋め戻し後には刈り草で植え穴の表面を覆う。作業要求は前節の『4) - ④』に示したとおりである。植え付けは原則的に4月15日までに完了させるが、天候により、4月25日まで延期できる。

#### ③ 保育

保育には中耕と除草、下刈り(主に灌木除去)を行う。中耕は植栽木より半径0.3mの範囲内とする。草刈りは植栽木の行線上に、幅1mの筋刈りとする。除去対象灌木は植栽木より半径1m範囲内のとする。この範囲にある灌木の枝も切り落とす。作業の時期は降雨状況に左右されることから、5月の間に、発注者と協議

して決める。

④ 補植

補植は 9 月下旬に行う。すべての植栽樹種において、春季植栽本数の 10%とする。補植の際は、保水剤、灌水、刈り草覆いは行わない。

⑤ 灌水

植栽時の灌水以外、植栽後有効降雨がなかった場合、植栽後 15 日から 20 日間に灌水を行う。有効降雨があった場合、灌水降雨後 15 日目頃に順延する。第 2 回目の灌水は天候に合わせておおむね 7、8 月に行う。樹木が落葉する前後にもう一度灌水を行う。この灌水は翌年春の生育を促進させるためである。秋植えの場合、植栽時灌水以外、冬季に入る直前にもう一度灌水を行う。いずれも 1 本当たり 1 回の灌水量は 80 リットル (Kg) 以上とする。ただし、経済樹種は夏季に 3 回の灌水を追加する。灌水時期は施工者が降雨状況に合わせて臨機応変に決める。

(3) 工事の現地再委託

① 再委託先候補の推薦と選定

再委託先は入札方式で決定することとし、2008 年 5 月 20 日に C/P から再委託先候補が推薦され、その後必要な手続きを経て、6 月 16 日午前、契約書に記載する「支払い条件」、付属書の「工事技術仕様書」の内容の確認と訂正などの事務的作業を経て、本件再委託契約を「北京興北林生態科技研究所有限責任公司」との間で契約を締結した。

② 現地再委託業務の実行に関する考え方

植林後の補植や保育を必要とする植林工事の特性を考慮し、新規モデル林造成の全体工事は第 3 年次と第 4 年次に分けて行うとこととした。また、3 か所の植林工事をより多様な技術手法で実践できるよう、年度内の工事第 1 期と第 2 期に分けて実施した。第 3 年次のいずれも工事一般入札で業者と契約して行い、第 4 年次は随意契約方法を採用した。

7.3.4 第 3 年次の再委託業務実施状況

(1) 第 1 期 2008 年度工事工事

現場作業は 10 月 25 日まですべて完了した。主な作業の実施スケジュールと完成状況は表 7-3-1 のとおりである。

表 7-3-1 作業種及び施工時期

作業種	施工時期	完成状況と合否
契約	6 月 16 日	
工事準備作業（着手報告書、作業隊編成等）	6 月 16 日～19 日	受領
簡易歩道開設	6 月 20 日～28 日	9,000m、合格
苗木調達	6 月 20 日～24 日	36,100 本、合格
整地（筋刈り、植え穴作り）	6 月 25 日～7 月 26 日	筋刈り 12,000m、合格 植え穴 36,091 穴、合格 内、客土 8,000 穴、合格
植え付け（保水剤投入、根付灌水、根元	6 月 25 日～7 月 30 日	アブラマツ 12,620 本、合格

日よけ覆いを含む)		コノカシ 9,011 本、合格 マルバハゼ 4,305 本、合格 ヤマアズミ 3,653 本、合格 モンゴルクサ 3,612 本、合格 トウカエデ 2,890 本、合格
保育（規定の草刈、土ほぐしと灌木除去に、一部の植栽木への日よけ覆いの一時撤去と保水剤の埋め戻し作業を追加）	8月25日～9月10日	保育の諸作業種は同時に行い、合格
防火帯作り	10月15日～19日	3,000m、合格
休眠前灌水	10月28日～11月5日	1本当たり80ℓ以上、合格
業務完了報告書提出	12月10日	受領

(2) 第2期2008年度工事

第2期2008年度工事は2か所（昌平区と懷来県）で実施した。工事は12月25日までに完了した。主な作業の実施スケジュールと完成状況は表7-3-2のとおりである。

表7-3-2 第2期工事作業種及び施工時期

作業区分	施工時期		完成状況と検査結果	
	昌平工事	懷来工事	昌平工事	懷来工事
契約	10月22日		—	
工事着手報告書	10月28日		受領	
簡易歩道開設	10月29日～ 11月10日	11月3日～ 11月7日	8,000m、合格	600m、合格
整地（昌平工事区では筋刈りも含む）	10月29日～ 11月28日	11月5日～ 11月20日	筋刈り 100,000m、合格 植え穴40,000穴、合格	平地クルミ植え穴 4,150穴、合格 平地ナツメ植え穴 2,500穴、合格 斜面アブラマツ植え穴 4,800、合格
苗木調達 （調達した苗木は2009年3月下旬以降の植え付けのために山だしするまで、苗木供給者の苗圃の苗床に植えたまま保管する）	10月30日～ 12月20日	11月10日～ 12月10日	ハクヒマツ9000本、合格 コノカシ4,000本、合格 アハマキ9,000本、合格 モクゲンジ9,000本、合格 マルバハゼ9,000本、合格	クルミ4,150本、合格 ナツメ2,500本、合格 アブラマツ4,800本、合格
業務完了報告書	12月23日		受領	



### (3) 第1期工事植林地生育状況

植栽木の生育状況について、調査団が9月末に踏査したところ、活着率は平均して95%であり、一部の樹種の一部植栽木の成長勢の低下がみられた以外順調に生育していた。成長勢の低下がみられた樹種では、モンゴルナラとトウカエデが多かった。10月17日に今年度における第1期工事植林地の活着状況の簡易調査を行った。この時点で植林地はまた安定した段階になっていないが、全体の平均活着率は92%であり、個々の植栽樹種の活着率はコノテガシワ95%、アブラマツ93%、マルバハゼ92%、ヤマアズ91%、モンゴルナラ90%、トウカエデ90%であった。今回造成したモデル林の植栽当年の活着率はかなり高いと言える。その理由に多雨の年に恵まれたことも否定できないが、ハイレベルな整地、苗木の品質管理、植え付け作業の丁寧さ、厳格な施工管理などの対策が功を奏したと言える。

### (4) 第1期工事植林地における補植の考え方

中国における“造林合格標準”は、「年間降水量400mm以上の地域における造林及び灌水造林では、活着率が85%以上である」ことになっている。したがって、「年間降水量400mm以上の地域における造林及び灌水造林では、活着率が41%～85%未満の場合には補植する」ことになる。第1期工事植林地の年間降水量が400mm前後であるので、上記に“標準”に照らした場合、補植は不要である。

しかし、この植林地はモデル林であるうえ、比較的活着率が低いモンゴルナラとトウカエデは植栽本数も少ない。当初このモデル林の目標である混成林造成と将来に見据えた間接的な経済効果を考慮すると、この二つの樹種においては補植が望まれる。したがって、第4年次において、モンゴルナラとトウカエデは当初計画植栽本数の10%を補植本数として補植計画を立てることとした。一方、他の樹種は長年の植林経験上、翌年の保育を確実に行うことができれば生存率が85%まで保たれる確率が高いため、補植はしないこととした。

### (5) 第2期工事2009年度作業の考え方

第2期工事では、植え付け、保育、補植は2009年度に計画している。植え付けは、主に春植えを予定しているが、春先の降雨状況によっては、一部の樹種（スタンプ苗）において雨季植えとする。春植えした部分については活着率によって雨季補植を行う。草刈などの保育は一回とするが、灌水は2回（ただし、果樹は3～4回）とする。いずれの作業も2009年の10月まで完了させる予定とする。

## 7.3.5 第4年次の再委託業務実施状況

### 7.3.5.1 再委託契約の締結

第1期工事は延慶県にて30haの「里山（浅山）多目的生態防護林」造成で、夏季整地（2008年）⇒雨季新植（2008年）⇒秋季保育（2008年）⇒春季補植（2009年）の作業を実施した。

第2期工事は昌平区にて40haの「準奥山生態系総合保全防護林」と懷来県の「山地・山麓扇状地経済型防護林」造成で、秋季整地（2008年）⇒春季植栽（2009年）⇒夏季保育（2009年）⇒秋季補植（2009年）の作業を実施することにした。

第1期工事の補植と第2期工事の新植を春季に行うため、遅くとも4月上旬から植え付け作業を開始しなければならない。そのために、第3年次の新規モデル林造成再委託業務入札における

見積書は、第4年次の継続工事を円滑に進めるために、あらかじめ第3年次と第4年次の両者を合わせたものを徴収し、両工事の内容を併せて審査し、契約業者を決定した。また、第4年次のコンサル契約も特別に2008年度(2009年3月12日)に前倒しして、適時植栽に備えた。そして、本件業務の再委託も時間的な制限を考慮し、随意契約方法を採用した。

必要な手続きを経て、4月3日に「北京興北林生態科技研究所有限責任公司」と再委託契約を締結した。

### 7.3.5.2 再委託業務実施状況

#### (1) 新植作業(昌平区、懷来県)

4月6日から、昌平区の「準奥山生態系総合保全防護林」と懷来県の「山地・山麓扇状地経済型防護林」の植え付け作業が始まった。昌平区のモデル林は準奥山に位置していたことと、面積が40haと比較的大きくかつ純生態防護林造成であったため、植栽作業は山地林業造林専業体が施工した。一方、懷来県のモデル林は10haと面積が小さく、うち7haは平地におけるクルミとナツメの植栽であって、作業難度が比較的に低く、村人も植栽経験があるため、モデル林の土地使用権所有者である村民が植え付け作業を行った。

ただし、昌平区モデル林の植栽木については、当初計画し2008年に調達しておいたアベマキの苗木が2009年の春になって病菌に感染された疑いが持たれたため、クヌギ、トネリコ、エンジュ、チャンチンなどの広葉樹とアカマツに変更した。昌平区の植栽工事は5月8日に完了した。植栽時に灌水も同時行ったため、1か月以上の期間が必要となった。懷来県工事はナツメとクルミの植栽は4月20日までに完了した。アブラマツの苗木は4月上旬時点で新芽の生長がすでに始まっており、かつ5cm前後の伸長成長が見られた。またその時点の気温も25℃以上であった。このような状況で植付けをすると、新芽は枯れる可能性が非常に高く、苗木が活着しても、当年の成長に大きなダメージを与える(実際、50本程試植したが、1週間以内に新芽の部分が枯れたものが8割を超えた。7月末時点で、約1割の苗木が枯死した)。このため、アブラマツについて急きょ雨季植栽に変更した。3haのアブラマツの雨季植えは7月30日から間に行い、8月1日に完了した。

#### (2) 2008年植栽地(延慶県モデル林)における補植

第1期工事として延慶県にて30haの「里山(浅山)多目的生態防護林」造成では、2008年の夏季整地⇒雨季新植⇒秋季保育と2009年の春季補植⇒夏と秋保育の作業スケジュールになっていた。しかし、2009年の延慶県は春季の降雨が少なく、ここでも雨季植付けに変更した。補植作業は6月10日～7月10日の間に行われた。補植樹種はトウカエデとモンゴルナラで、それぞれ500本前後を植え替えた。延慶県における今年の降雨量は9月24日現在まで、200mm未満と平年よりかなり乾燥していたため、植栽した苗木の活着が厳しくなるだろうと同県林業局の技術者らは指摘していた。

#### (3) 保育作業

すべてのモデル林において、草刈り(灌木除去を含む)と灌水(防護林樹種2回、経済林樹種5回)を標準設計として計画していた。草刈りはいずれのモデル林も計画通り6月中に行われた。しかし、灌水は標準設計を変更せざるを得なかった。2009年は数十年に一度あるかないかと言わ

れる大干ばつ年であって、9月末までに、昌平区では290mm未満、懷来県では265mmしか雨が降らなかった（一般的に北京周辺の降雨は10月までで、昌平区の年間平均降雨量は550mm、懷来県は383mm）。このような状況の下、昌平区モデル林と懷来県モデル林においてはそれぞれの林業局の協力で、当年新植の幼樹に対して、昌平区のモデル林では全体で3回、一部の樹種は5～6回、懷来県モデル林では経済樹種5回、アブラマツ6回の灌水を行った。なお、この二つのモデル林では乾燥対策として、当初設計した苗木植栽後の植え穴草覆いをビニールによるマルチングに変更した。最後の秋季灌水は10月上旬中旬に行った。防火帯設置（昌平区のモデル林のみ）は10月中旬に計画通り完了させた。

#### (4) 2009年植栽地における補植

昌平区のモデル林においては、灌水回数を増やしたことで植栽木にマルチング措置を施したことが功を奏して、すべての植栽計画樹種の活着率は95%以上であったため、補植は不要となった。その分灌水回数を増やした。懷来県のモデル林では、経済樹種のクルミとナツメにおいては今回の乾燥対策では思うような活着率を得られなかった。8月下旬の時点の簡易調査結果、クルミの活着率は70%以下、ナツメの活着率は50%以下であった。ただし、ここでこの二つ樹種について論ずる「活着」とは、接ぎ穂の活着を指している。この二つの樹種は接ぎ木苗を使用していて、台木が生きていても、栽培目的である接ぎ穂が枯れてしまえば、植栽が失敗したと判断すべきであった。実際、灌水やマルチング対策によって、この二つ樹種の苗木では、台木の部分は90%以上生きていた。しかし、台木と接ぎ穂の接合部分がまだ完全に癒着していないと思われることが原因で、苗木の根系から供給される水分がスムーズに接ぎ穂まで到達できないゆえ、大気乾燥に耐えきれず、接ぎ穂は枯れてしまう結果となった。原因はどうか、計画本数を大きく上回る補植は必需事項となった。ただし、補植方法（時期）については、異常な干ばつにより、当初の雨季補植は厳しくなったので、専門家や地元林業局関係者と検討して、補植を冬が始まる頃、すなわち土が凍結する直前に植栽し、苗木全体を土で埋めて越冬する方法に変更した。よって、懷来県モデル林の補植（経済樹種のみ）は2009年11月上旬に行った。

#### (5) 工事完了予定時期の変更

当初計画の工事の完了最終日は10月23日になっていたが、上記の補植方法の変更で、工事の完了日を11月16日に変更した。実際、すべての工事は2009年11月12日を持って完了した。検査・検収の結果、すべての工事が合格と判定された。

### 7.3.6 モデル林の活着・成長状況

植え穴作りから、苗木の選定と運搬、植付け、灌水、植栽後のマルチング処理などの植栽における一連の作業は厳格に設計仕様を守り、かつ丁寧に行った結果、すべてのモデル林の植栽初期（植付け1カ月後）の活着率は95%以上であった。しかし、懷来県モデル林のクルミとナツメにおいて、接ぎ木の台木は生きているが、接ぎ穂部分は枯れている現象が多く見られた。収穫目的において、接ぎ穂が枯れてしまうことは失敗を意味するので、補植が必要であった。8月下旬の簡易調査結果、クルミの接ぎ穂枯死率は30%、ナツメの接ぎ穂枯死率は50%であった。接ぎ木苗の場合、接ぎ口の癒着が不十分だと、根系部分の水分供給が十分であっても、一定の時間内に接ぎ穂までに到達する水分がかなり制限される。よって、大気温度は高くかつ乾燥している場合、

接ぎ穂だけが枯れる現象がしばしば見られた。

すべてのモデル林において、2009年10月上旬に、2008年植栽した樹木には生存率、2009年植栽した樹木には活着率を、それぞれモデル林所在区県の林業局規定方法で、最終調査を行った。表はその結果である。2008年に植栽した延慶県のモデル林では、コノテガシワ、アブラマツ、マルバハゼとヤマアズナギが明らかな伸長成長を見せていた。とりわけ、アブラマツとマルバハゼの伸長成長が顕著であった。10月の調査では、コノテガシワとヤマアズナギは10cm以下、アブラマツの新芽の成長は10cm～20cm、マルバハゼは10cm～50cmとなっていた。モンゴルナラの伸長は殆ど見られなかった。

2009年に植栽した昌平区のモデル林と懷来県のモデル林においては、春植えした昌平区のモデル林のハクヒマツのみが明らかな伸長成長を示していた。10月時点で、大方の新芽の成長は5cm～15cmであった。その他の樹種においては明らかな樹高成長は見られなかった。懷来県のモデル林ではアブラマツが5～18cmの伸長成長を示したが、クルミとナツメはあきらかな成長がなかった。

表 7-3-3 新規モデル林の活着・成長状況最終調査結果（調査期間 2009年10月7～21日）

区・県	樹種	植栽本数	活着（生存）率	成長状況	備考
延慶県 モデル林	アブラマツ	12620本	89.3%	良好	補植無しでの生存率
	コノテガシワ	9011本	98.4%	非常に良好	
	マルバハゼ	4305本	76%	良好	
	ヤマアズナギ	3653本	97.3%	非常に良好	
	トウカエデ	3612本	85.9%	まあまあ良い	補植後の生存率
	モンゴルナラ	2890本	80%	やや不良	
	林分全体	36091本	91.2%	良好	
昌平区 モデル林	ハクヒマツ	9000本	99%	非常に良好	全樹種補植無し
	コノテガシワ	12000本	98%	非常に良好	
	マルバハゼ	6000本	95%	まあまあ良い	
	モクゲンジ	12000本	96%	良好	
	モンゴルナラ	500本	70%	やや不良	これらの樹種はアベマキの代わりに植栽
	アブラマツ	2000本	95%	非常に良好	
	エンジュ	500本	92%	まあまあ良い	
	トネリコ	500本	90%	やや不良	
	チャンチン	3000本	86%	まあまあ良い	
	林分全体	45500本	96%	良好	
懷来県 モデル林	アブラマツ	4800本	89.9%	非常に良好	いずれも補植前の活着率
	クルミ	4150本	67.9%	まあまあ良い	
	ナツメ	2500本	36.1%	やや不良	
	林分全体	11450本	67.6	まあまあ良い	
計		93041本			



### 7.3.7 モデル林の総合評価

2009年9月24日と25日の二日間、外部専門家ら（北京林業大学の教授2名と延慶県果樹技術普及センターの高級エンジニア1名）と延慶県林業局、昌平区林業局、懷来県林業局の本件調査担当局長、技術者らによる3つのモデル林に関する現場評価会を行った。

参加者の一致した見解として、本件モデル林の事業方針、造林設計、施工等は高く評価できるものであると現場にての基本結論が出された。特に保安林としての生態的な多機能の発揮と将来的に地域村落や農民に利用できる経済効果（薬草、山菜、キノコ、間伐材などの直接利益とエコツアー開発における景観的価値）を実現すべく、立地条件に合わせた針葉樹、広葉樹、高木、低木による多樹種の混植設計が最も評価された。また、各種作業種の合理的スケジュールと厳格な施工管理による工事のクオリティーの高さも認められた。最大の課題として、今後における有効な乾燥対策と保育作業の徹底が提議された。

以下は専門家らによる評価結果である。

#### 【専門家らのモデル林設計に関する実地調査報告】

2009年9月24～25日に、「中華人民共和国首都周辺風砂被害地域植生回復モデル調査」プロジェクトの新設モデル林の実地調査を行った。今回の調査対象は、延慶県旧県鎮白草洼村「里山（浅山）多目的生態防護林」、昌平区流村鎮溜石港村「準奥山生態系総合保全防護林」、懷来県土木鎮宗家洼村「山地・山麓扇状地経済型防護林」であった。

全体的にみて、新規造成したモデル林はプロジェクトの趣旨に完全マッチしていて、非常に良くできた設計であった。

北京市の風砂源整備や中国の他の地域の類似事業、延いては世界の類似保全林造成のモデルとして、このモデル林の造成理念と作業設計はいずれもプロジェクトの目的に符合していた。また、JICAの国際協力プロジェクトとして、住民参加方式を導入し、設計において、モデル林の生態的機能の発揮のみならず、地域住民における経済的な効果も考慮したことが合理的であった。具体的な成果は以下にまとめられる。

- ① 新規モデル林の造林地選定は代表性と典型性を有した。  
村に接する里山、準奥山のテラス地帯、山麓扇状地と言った3つの造林地タイプが設計された。また、北京・天津風砂源整備事業地域の土地利用特徴ともいえるブドウ園は冬季における主要風砂源であることに対して、実験的に防風ネット設置方法を取り入れた。この試みは果樹園やブドウ園の風砂対策にかなり有意義な見本となり得ると考えられるので、その経験を整理して利用普及を願う。
- ② 新規モデル林の設計は中国の造林技術規定に符合していた。
- ③ 生態的機能と経済的効果を融合した設計は中国の国情及び生態環境建設の現状に合っていた。  
中国では、経済の発展が遅れていて、生態環境が脆弱な地域は人口が多い。このような地域では生態環境建設と経済活動の調和された発展が求められ、環境改善整備において経済的な効果への配慮は必要不可欠である。本モデル林の設計はまさにこの理念を貫徹したものであった。この考え方は中国政府及び国際社会が発展途上国の生態環境整備事業に求めるものと一致していた。
- ④ 設計理念は斬新であり、参加型を採用したことで地域住民のプロジェクトへの積極的参加を引きだした。
- ⑤ 造林地の現状からみて、本モデル林設計は第一段階の成果は既に得られていた。  
モデル林の構成樹種は豊富でありながら、高い活着率を得ていたし、良好な成長を示した。具体

的には、

1. 樹種の構成と配置は合理的であり、局部の立地条件に合わせて、多種の高木、低木を使用した。
2. 整地の方法、規格などは合理的かつ科学的であった。除草、中耕（土ほぐし）灌水などの保育を設計し、特に水分管理を強調して、灌水回数を増やししながら活着率や生存率を従来の造林より高めた。

（執筆：北京林業大学水土保持学院 教授 魏天興）

### 7.3.8 果樹類栽培地における防風ネットの設置試験

#### 7.3.8.1 果樹栽培地の風砂現象

本件調査対象地の平地や低山（丘陵地）には多くの果樹が栽培されている。これらの果樹はすべて落葉樹種であり、植栽間隔も大きく、夏の間はきれいに除草するため、冬季と春先には地表がむき出し状態にある。特にブドウ園では、10月下旬から翌年の3月下旬まで、ブドウの地上部を地下に埋めるため、一面が全くの裸地となる。これらの果樹栽培地は往々にして重要な飛砂（黄砂）源となっていると言われている。風砂源整備において、この果樹栽培地における飛砂対策が非常に重要であるにもかかわらず、栽培地が零細であること、その土地に高い生産性が求められていることから、防風林の造成が困難であり、現段階では実用的かつ効果的方法がない。そこで、調査団が果樹栽培地の風上面に防風工作物を設置する考えを提案した。第3年次12月に行われた「第2回植生回復計画検討ワークショップ及び植生回復技術マニュアル検討会」で、この提案に対して、中国側専門家、特に現場関係者からは、実施例がないため防風林の設計に盛り込むことは時期尚早だが、是非本件調査で試験的に設置し、効果検証をして欲しいとの意見があった。従って、第4年次において、果樹園や果樹栽培地における工作物による防風試験を行った。

#### 7.3.8.2 防風ネットの設置

防風ネットは果樹の生育（日射）を妨げてはならない。土地の使用面積が最小限に抑えなければならない。また、材料は安価でどこでも入手できるものではなければならない。これらの要素を考慮し、木口径5cmで長さ5～6mのポプラとカラマツの丸太（間伐材）を柱に使用し、ワイヤーを張って、寒冷紗を掛ける方法を考案した。防風林の防風カバー幅計算方式を用いて、寒冷紗の高さを防風対象地の幅に合わせて調整した。

防風ネットは懐来県モデル林のクルミ・ナツメ植栽地に132m、同県の既存ブドウ園（懐来県土木鎮土木村新世紀ブドウ園）に252mを設置した。設置作業は6月にまずモデル林で始めた（写真7-3-1）。しかし、7月末、降雨を伴う強風があつて、モデル林に設置した防風ネットは倒れてしまった（写真7-3-2）。原因は丸太柱の強度の弱さにあつたことは明らかだったので、3本の丸太を束ねて1本の柱にして設置し直した（写真7-3-3）。ブドウ園においては、あらかじめ強度の強いカラマツの丸太に変更し、かつ太いものを選んで柱に使い、すべての柱に支え棒ないしワイヤーで倒れないように固定を強化した（写真7-3-4,7）。だが、今度は風力で寒冷紗が柱やワイヤーと摩擦して破れ、裂け目が広がり、ネット全体がボロボロとなった（写真7-3-5,6）。

以上のような試行錯誤を経て、ネットは現地のブドウ園で雹避け用のナイロン製網に変えた。この網目は1cm×1cmのもので、隙間が大き過ぎたため、3重にして使用した。よって、隙間率は約50%（農地防風林で推奨される隙間率）に調整でき、かつ強度も大幅アップできた。また、柱

とネットの接する部分にはスポンジをクッションとして入れて、摩擦による破損を回避した。ただし、この改良法による防風ネットの設置は、時間的制限と予算的制限で、ブドウ園のみ施工した（写真 7-3-7）。



図 7-3-1 始めにモデル林にて防風ネット設置



図 7-3-2 柱が弱かったためネットが倒れる



図 7-3-3 柱を補強し、間隔を縮めて再設置



図 7-3-4 ブドウ園では予め太い柱を使用



図 7-3-5 寒冷紗が強風で破れる（モデル林）



図 7-3-6 寒冷紗が強風で破れる（葡萄園）



図 7-3-7 ナイロン製網を3重にして貼り直す



図 7-3-8 ネット内の風速を測定

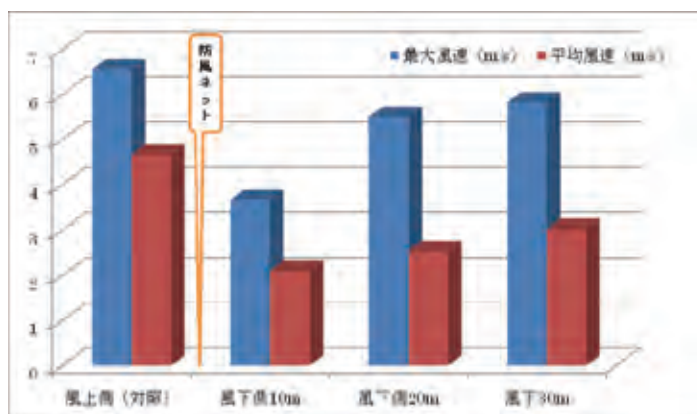


### 7.3.8.3 防風ネット防風効果測定

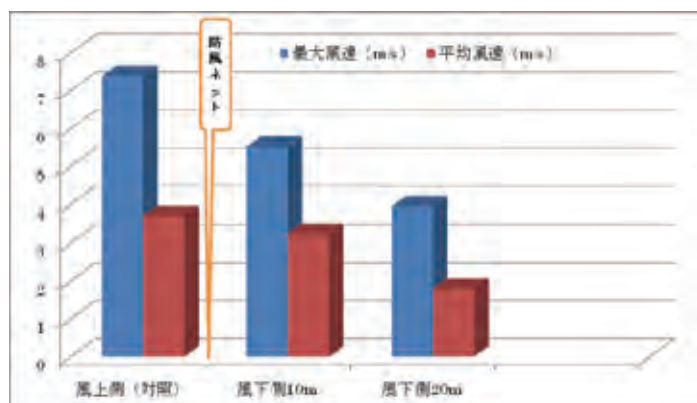
防風効果測定は、樹木が落葉し、ブドウを地下に埋めた後の深秋から初冬（10月末～11月中旬）にかけて行うほうが実際の効果をより事実的観測できると考えられた。従って、11月の16日と17日の二日間にわたって、防風ネットの風上側（ネットより5mの処）風下側（ネットより10m、20m、30mの3カ所）の風速を、中国産ハンディタイプのデジタル風速計AR836型を用いて測定した。測定方法は、4人で4か所にそれぞれ風速計を持ち、風速計のプロペラを同じ方向（風の反対方向）に向けて頭上まで打ち上げ、一斉にスタートし、20秒間測定し続けた後、一斉にストップする。そして、測定期間内の最大風速と平均風速を記録する。

測定過程において、4台の風速計の内、2台にしばしば不具合が生じて、測定が失敗に終わるケースが大半だった。結果的に、一日目は4台揃って測定できたデータは5回分であり、二日目には1台が完全に作動しなくなり、3台で測定したが、3台揃って記録できた測定が5回を上回るまで続けた。しかし、風速計は手で持ち上げることで、4台（二日目は3台）が絶対的に同じ方向を向けるのは不可能であり、また人によってボタンの押し速さ、持ちあげた風速計の安定具合などのズレが明らかに生じていたので、データの精度は厳密なものではなかった。従って、明確な結論としては、現段階では未だ出せないが、方向性としては、防風ネットによる風速軽減効果は確実にあったと言える。ここでは、目安の参考まで、風速測定結果のグラフを下に示す。

今回の防風ネットの効果について、懐来県林業局は、当地の風砂が最も激しい3月に測定方法を改良し、計器も調整して再度測定することになっている。また、防風ネットの設置による葡萄生産量と品質への影響も翌年に検証することになっている。



11月16日測定 (5回測定値の平均)



11月17日測定 (5回測定値の平均)

図 7-3-9 防風ネット内外の風速変化

### 7.3.9 中国側新規造成モデル林

#### 7.3.9.1 背景と主旨

本件プロジェクト要請時に、中国側から数百ヘクタールのモデル林造成が要望された。その必要性は認められたものの、モデル林の構成として、最終的には従来の植林地から優良人工林を選抜した既存モデル林と調査期間中に新たに造成するモデル林を合わせて延べ 600ha のモデル林エリアを整備することで合意した。また、新たに造成するモデル林においては、本件プロジェクト（日本側）資金で 80ha を実施し、中国側のローカル資金でも一定の面積を造成することとなっていた。

中国側のローカル資金で造成するモデル林に関しては、調査団からの技術的な面での提案やアドバイスを取り入れて行うことになっていた。調査団からの提言は、「なるべく既存のモデル林やプロジェクト新規造成モデル林と異なる立地、樹種、林種、施工方法などによる造成が望ましく、可能な限りより多くの技術や方法が展示できるように配慮して欲しい」ことであった。実際、中国側のローカル資金で造成するモデル林は、日本側の提言を考慮し、かつ中国のそれぞれの造成予定地所在県の植林事業計画に従って実行された。

#### 7.3.9.2 モデル林の概要と期待されるモデル効果

前節の主旨のもと、中国側のローカル資金で造成したモデル林は、延慶県 2 カ所の 160ha と昌平区 2 カ所の 15ha であった。それぞれのモデル林の概要は表 7-3-4 のとおりである。

これらの植林地は 2007 年以降に造成したもので、その特徴として、

①立地条件が比較的苛酷である。これまで中国が森林復旧緑化事業の進め方針として、立地条件は良く、植林し易い場所から先に着手したゆえ、北京周辺では近年に残された造林予定地は殆ど「難造林地」になっていた。②事業ベースの造林でありながら、多樹種の混生林造成を徹底的に実行した。これは植林技術（育苗も含め）が進歩したこととそれらの技術を実用化できる資金が保障されたことで可能となった。③植林効果（事業の視覚的効果と林分の機能的効果）の即効性を狙い、大きい苗木を使用している。④資金的なゆとりもあって、大きな苗を使用しかつ高い活着率を得るため、すべて灌水を行っている。

以上のような特徴が意味することは、近年の北京周辺の森林造成には造園的な思考と手法が多く取り入れられたことだといえる。「苗木造林」と言うより「植木造林」に近い形が主流となりつつある。立地条件が悪い土地に短期間内に確実に林木を「成立」させることにおいて、大きな苗木を用いた灌水造林が最も有効な手法だと言えるだろう。経済条件的にこのようなハイコストの植林方法が可能な地域において、これらの植林事例は有意義なモデルとなるだろう。実際、今の中国において、特に経済が著しく発展している大都会の周辺土地（山地も平地も含め）の緑化では推奨できる一つの方式であると考えられる。



表 7-3-4 中国側ローカル資金による新規造成モデル林

	延慶県半山間地生態 防護林	延慶県荒れた河岸地 防風固砂林	昌平区低地水土保持 林山	昌平区平原地道路保 護林
所在地	旧県鎮・盆窑村	旧県鎮・古城村	流村鎮・新村・	城南鎮・北郝庄村
立地条件	岩石が多い、砂質土 壤で層が薄い。肥沃 度と保水性は下。	大粒の栗石を多く含 む砂質土。肥沃度と 保水性は下。	砂質壤土で、土壤層 が比較的厚い。肥沃 度と保水性は中。	壤土と湿草地土の混 成土。肥沃度と保水 性は上。
面積	53ha	110ha	13.8ha	1.2ha (带状)
林種	保安林	保安林	保安林	保安林
上位計画	北京・天津風砂源整 備国家プロジェクト	北京市風砂被害地域 総合整備計画	北京・天津風砂源整 備国家プロジェクト	北京市「綠色通路(グ リーンロード)」計画
樹種構成	コノテガシワ 60% アブラマツ 10% モクゲンジ 10% マルバハゼ 10% モウコナラ)10%	ニセアカシア 30% カエデ 20% 新疆ポプラ 20% トネリコ 20% コノテガシワ 10%	コノテガシワ 60% 広葉樹類 40%	広葉樹類 70% アブラマツ 30%
植栽密度	840~1110 本/ha	810 本/ha	1110 本/ha	1110 本/ha
苗木規格	針葉樹：苗高 120 cm 以上の大型ポット苗 広葉樹：胸高径 3 cm の大型ポット苗	針葉樹：苗高 120 cm 以上の大型ポット苗 広葉樹：胸高径 3~5 cmの大型ポット苗	コノテガシワ：苗高 100~120 cmの大型 ポット苗。 広葉樹：胸高径 2 cm の大型ポット苗	アブラマツ：苗高 2.5 ~3mの根回し苗 広葉樹：胸高径 8 cm 以上の根回し苗
整地時期と規格	2006 年 11 月から 2007 年 3 月まで植え 穴作り。規格：80 cm ×80 cm×60 cm	2007 年 10 月から 2008 年 3 月まで植え 穴作り。規格：100 cm×100 cm×80 cm	2007 年 11 月~2009 年 3 月まで植え穴作 り。規格：80 cm×80 cm×60 cm	2008 年 11 月~2009 年 3 月まで植え穴作 り。規格：80 cm×80 cm×60 cm
植栽方式	春植え、植付け灌水	春植え、植付け灌水	春植え、植付け灌水	春植え、植付け灌水
施工時期	2007 年 3 月~5 月	2008 年 3 月~5 月	2008 年 3 月~5 月	2009 年 3 月~5 月
当年活着率	90%	95%	90%	98%
補植	2007 年雨季補植	2009 年雨季補植	2009 年雨季補植	不要
保育作業 (予定も含む)	2年間毎年 2~3 回灌 水、除草 1 回、病虫 害防除 1 回	3年間毎年 2~3 回灌 水、除草 1 回、病虫 害防除 1 回	2年間毎年 2~3 回灌 水、下刈 1 回、	2年間毎年 2~3 回灌 水
林分現状 (2009 年 10 月現在)	平均樹高 1.5~1.8m 平均胸高径 3~5 cm 樹冠投影面積率 20%	平均樹高 1.8m 平均胸高径 3~5 cm 樹冠投影面積率 20%	平均樹高 1.5~2m 平均胸高径 2.5 cm 樹冠投影面積率 10%	平均樹高 3m 平均胸高径 8 cm 樹冠投影面積率 40%

## 7.4 森林植生回復技術マニュアル

### 7.4.1 森林植生回復技術マニュアル作成の趣旨と作成方法

#### 7.4.1.1 趣旨

本件調査で計画している森林植生回復技術マニュアルは、調査対象県・区及び北京・天津風砂源整備事業対象エリアに適用する選択型応用技術マニュアルであることが望まれている。

このような観点から、本マニュアルは中国での既存技術を中心に、風砂対策（防風、飛砂地固定、水土流出防備など）のための植林、植生回復事業を行う際、それぞれの個別目的、立地条件、社会経済条件などに合わせて、具体例を持った応用しやすいセット技術（主に施工技術）を提供する。さらに、日本や第三国で樹立され、中国で適用可能な実用性の高い植生回復技術もマニュアルで紹介する。

この方針のもと、既存モデル林と新規造成モデル林の調査結果、さらに北京・天津風砂源整備事業の優良事例を実例資料としてマニュアルに取り入れる。これらの事例は特に森林造成を企画するに際しての計画の積算、植林効果分析などにも利用されることを期待した内容とする。また、植生回復技術マニュアルを各種セミナーや普及研修に利用する場合には、これらのモデル林の実例が分かりやすい教材となる。

#### 7.4.1.2 作成方法

作成に当たり、既存モデル林と新規モデル林及び調査対象地以外のその他の優良林分を事例とし、既存の植林、森林育成等の技術マニュアルや関連資料を参考に、植林団体や研究者への聞き取り調査を加え、現地の実情によりマッチした関連基礎知識と実用的な森林植生回復技術（技術モデル）を整理したものが本マニュアルの基本となる。

ここで論ずる森林植生回復技術は本件調査において新たに開発した技術ではない。これまですでに開発されたさまざまな植林、森林育成など技術と経験を現地其自然状況や事業実施主体の資金、運営管理能力に合わせて、より適正な森林植生回復技術を選択して活用できることを目指した。

本マニュアルの構成は大きく分けて2つの部分からなる。その1は調査対象地域及び自然状況類似地域を対象に、植林、森林育成にかかる基本知識と標準手法をまとめた基礎編である。その2は多様なモデル林を実例に実践された実用的な植林、森林育成技術（技術モデル）をまとめた実用技術編である。

### 7.4.2 森林植生回復技術マニュアルの構成概要

森林植生回復技術マニュアルはマニュアルを単独で利用できるように本報告書の別冊としてまとめる。ここでは本マニュアルの構成概要を紹介する。

#### 7.4.2.1 基礎理論・知識編

##### (1) 人工植林の基礎知識

この章では人工林の概念、特に防護林を中心にその造成に関する基礎知識を紹介した。具体的には、①林業地区画と植林地区画の意義と中国における区分基準；②植林地の立地条件把握に必要な諸因子の紹介と立地区分及び植林地分類方法；③樹種選択の重要性と基本原則、防護林樹種の

選択、適地適木の考え方と応用；④人工林の樹種構成と林分空間構造の意義、構造上の分類、混成複層林の応用条件、植林密度と植栽ポイントの配置などを重点的にまとめた。

これらの基礎知識は林業専門学校や大学で教えているものではあるが、しかし、往々にして、しばらく現場に慣れて行くうちに、少なからずこれらの人工植林の原点たる基本理論をなおざりにしがちである。ゆえに改めてインプットすることが必要かつ重要であると考えられた。

## (2) 植林施工技術

本章では植林現場における基本技術を紹介した。具体的には、①植林地整理整頓の概念と意義、整理整頓の方式と方法；②植林地整地（ここで言う「整地」は斜面における棚田作りやすき起こしを兼ねた植え穴作りを主に指す）の概念、作用、方式と方法；③植苗植林技術（特徴、応用条件、苗木準備、植え付け季節、植え付け方法等）；④直播植林（特徴、応用条件、タネの準備、タネ撒き季節、方法等）；⑤挿し木植林（特徴、応用条件、作業季節、植え付け方法等）などの施工に関する標準技術をまとめた。

植林の成否を左右する上で、現場における植栽の諸作業が如何に規範化されていたか、またいかに丁寧に行われていたかは、ときには最大のポイントとなっていた。中国の過去の植林歴史において、特に1960年代から1990年代の半ば頃までの植林成績を悪化させた最大の原因は現場作業の粗放であったと思料される。野山や野原に木を植えること自体が観念上から、扱いが粗放的になりがちであることは否定できない。また、温度や湿度などの気候条件が整った場合、作業が粗放であっても植栽木が活着できることも多くあるため、植林の作業に関する技術は、その重要性は認められていながらも、実際はおろそかにされていた場合が多かった。しかし、中国の北方地域では、植林の気候的条件は総じて厳しいため、施工技術が非常に重要である。特に植え穴の規格や規範化作業、苗木の扱い、植え付け時期の選択、植え付け作業の規範化は植林の成否を決めると言ってもいいほど重要である。

## (3) 植林地の保育管理

植林後の保育は不可欠であり、特に用材林などの経済目的植林においては、保育は直接的に経済効果を大きく左右する。環境保全林（防護林）造成では直接的な経済効果を求めているが、その保全効果の早期発揮と最大限発揮において、保育が同様に重要な役割を果たす。しかし、この保育も観念的には実はそれほど重要視されていない。長年来、「植林はイコール苗木を植える」ことで止まっていた。また、過去の中国の植林歴史を見ると、植林予算において、植栽当年の資金もかなり緊迫していて、大方翌年の保育に資金が回ってこないことが一般的となっているのが実情であった。このように、資金的な面からとは言え、保育がおろそかにされてきたことは否定できない。ゆえに、植林初期の保育管理の必要性と重要性を強調したい。

この章では、土壌管理と幼樹管理を重点にその作業方式・方法をまとめた。土壌管理においては、①除草と中耕（土ほぐし）；②水分管理（灌水と排水）；③植林地施肥（特に砂漠化土地や碎石地などのやせている土地における植林の場合の地力改善）を紹介した。幼樹管理においては、①間引き；②萌芽新生枝誘導；③萌芽（徒長）枝除去；④芽かき；⑤枝打ち；⑥林間耕作；⑦幼樹保護を紹介した。

#### 7.4.2.2 風砂関連防護林施工基本技術編

##### (1) 農地・牧場防護林造成

ここからは風砂対策に重要であろうと思量される個々の防護林について、その造成技術を取りまとめて紹介した。

農地・牧場防護林は主に農地と牧場の周辺あるいは農地と牧場を一定の間隔で縦横に仕切り、その境界線上に樹木を植える。これを「林帯」と言う。最大の働きは防風である。内容として、①農地・牧場が防護林に求める防護効果（防風、温度調整、湿度調整、災害気候防備、増産など）；②農地・牧場防護林の計画作成；③農地・牧場防護林の施工技術（樹種の選択、植栽区の配置、植林密度、整地、植え付け、保育、林木が農地に与えるマイナス影響の軽減、防護林の更新）をまとめた。

##### (2) 水土保持林造成

水土保持とは地表からの水土流出を抑制することで、土地の生産性を高め、水源を涵養し、局部の気候環境を改善する。この水土保持林は地質や地形、地域の気候条件によって、多様な林種に分けることができる。また、水土保持林は一般的に面積が大きく、初期の植栽密度も高い。構造的に複層林が望まれ、林冠が占める割合が高いほど効果がよい。根系も層を成して均等に分布されることが望まれる。よって、高木、低木、多年生草本類を混交させるのは一般的である。ゆえに、水土保持林は将来的経営を通じて、用材や薪材の提供能力が防護林中では比較的に高い。また、木材以外の林産物の生産性も最も高い。

この章では、①水土保持林の働き；②水土流出の基本知識；③水土保持林の林種、体系と体系作りの原則；④主要な水土保持林の造成技術を紹介した。

##### (3) 防風固砂林造成

防風固砂林は風砂対策において最も直接的な措置である。飛砂源の整備と飛砂の遮断が防風固砂林造成の主要目的である。この防風固砂林は主に砂漠及び砂漠化地に造成する。ゆえに乾燥・半乾燥地が植林対象地になる。

本章では、①中国における砂漠・砂漠化土地分布と危害；砂漠及び砂漠化土地の基礎知識；③具体的な植林技術（樹種の選択、植林密度、植栽要領、林木配置技術、植林施策）を紹介した。

#### 7.4.2.3 実例・事例編

##### (1) 本件調査で選定した既存モデル林

ここでは、プロジェクト4区県で選ばれた10か所の植林地を紹介する。

##### (2) 本件調査で新たに造成した新規モデル林

前節の「7-3 新規モデル林造成」に記述した3カ所の新規モデル林を紹介する。

##### (3) 中国内の外部事例



ここでは中国北方地域の代表的な風砂源である黄土高原と砂漠化土地における植林事例を紹介する。

#### ①黄土高原植林緑化事例の概要

この植林事例は日本政府無償資金協力で、山西省吉県、大寧県、蒲県、隰県の4県に、2002年から2007年までの期間で4,900haの植林を成功させた事業であり、その実行体制や実施方法、採用された造林技術などを紹介した。



図 7-4-1 山西省黄土高原植林地遠景

#### ②流動・半流動砂丘地植林緑化事例の概要

この植林事例も日本政府無償資金協力で、寧夏自治区の塩池県、靈武市、平羅県の3県に、2001年から2005年までの期間で4,200haの完全たる砂地に基本的に無灌漑で植林緑化を成功させた事業であって、砂地における包括的植樹緑化技術を紹介した。



図 7-4-2 寧夏流動砂丘地植林地



#### (4) 中国以外の乾燥・半乾燥地植林技術の紹介

ここではアフリカのケニア共和国の半乾燥地において、日本国際協力機構と日本国林野庁が、ケニア国森林研究所及びケニア森林局との協力で、1985年～2006年までに実施してきた半乾燥地社会林業の推進にかかる造林技術開発の一事例を紹介した。



図 7-4-3 ケニアの半乾燥地の景観と乾燥対策植栽試験

#### 7.4.2.4 参考資料編

- (1) 中国北方における植林区域区分と区分ごとの主要な植林樹種
- (2) 中国北方主要植林樹種の生物学的特徴と適宜な立地条件
- (3) 中国北方主要樹種の植栽技術