

嫩江流域における生態林 造成ガイドライン

2008 年 1 月

新潟県・黒龍江省 嫩江流域荒漠化地区
生態林建設技術協力推進協議会

はじめに

中国北部の黒龍江省松嫩平原に位置する嫩江中流域は、長年の森林の過伐や洪水による土砂の流出と堆積、乾燥による飛砂や土壌のアルカリ化などによって、広い範囲で荒漠化が進んでいます。そのために経済的にも貧しい地域が多く、安定した森林の造成は、生活環境の保全とともに、地域経済発展のためにも不可欠な課題となっています。

本事業は、中国黒龍江省林業庁からの協力要請を受けて「嫩江流域荒漠化地区生態林建設技術協力事業」として、JICA 草の根技術協力事業によって実施した成果をガイドラインとしてとりまとめたものです。

本事業の実行主体は、新潟県と新潟大学、特定非営利活動法人新潟県日中友好協会、特定非営利活動法人新潟県対外科学技術交流協会の 4 団体が、黒龍江省齊齊哈爾市にある林業庁直轄の黒龍江省森林与環境科学研究院の協力を得て実施したものです。

本事業は、3 年間という限られた期間であるため、現地における実証試験結果をそのまま反映することはできません。

そこで、本事業では協力機関である黒龍江省森林与環境科学研究院のこれまでの研究成果や、中国における関連研究の資料も調査した上で、現段階で考えられる生態林の造成あるいは改良技術についてのガイドラインを策定したものです。

ガイドラインの策定にはいくつかの課題がありましたが、今後につながる叩き台としての役割と、できるだけ多くの住民に生態林造成への関心をもっていただけることを念じながら、日中共同の作業によって一応の形ができました。

今後のモニタリング調査や新たな研究、新しい植栽樹種の開発などの成果を加えて、より信頼性が高く実効性のあるものに改定されていくことを期待しております。

最後に、この事業を支援していただいた JICA 広尾センターをはじめとする関連機関の皆様とプロジェクトメンバーとしてご協力いただいた黒龍江省森林与環境科学研究院の研究者の皆様に厚くお礼申し上げます。

平成 20 年 3 月

新潟県・黒龍江省 嫩江流域荒漠化
地区生態林建設技術協力推進協議会
会 長 伊 藤 忠 雄

目次

序章 事業の背景と目的	1
0-1 事業の背景	1
0-1-1 グローバルな背景	1
0-1-2 地域的な背景	1
0-1-3 ガイドラインの必要性	2
0-1-4 事業の経緯と推進体制	2
0-2 事業の目的	4
第1章 事業対象地の概況と事業化の前提条件の整理	5
1-1 黒龍江省の森林分布	5
1-2 嫩江中流域の森林分布	6
1-3 事業対象地の概況	7
1-3-1 事業対象地の位置	7
1-3-2 事業対象地の基本特性	7
1-3-3 調査地並びに試験区	7
1-4 嫩江流域の自然条件	9
1-4-1 気象条件	9
1-4-2 自然植生	9
1-4-3 土壌条件	10
1-5 嫩江流域の自然災害	11
1-5-1 洪水	11
1-5-2 旱魃	12
1-6 森林整備に関する国家規範・上位計画及び黒龍江省の林業施策等	12
1-6-1 中国・改正森林法と森林の分類経営規範制定	12
1-6-2 国家林業施策の現況	13
1-6-3 黒龍江省における林業施策	14
1-7 生態林建設に関する前提条件の整理	14
1-7-1 生態林の意味について	14
1-7-2 多様性を高めるための主要構成樹種について	15
1-7-3 土壌の乾燥や塩基化について	15
1-7-4 放牧農家等地域住民との共生について	16

第2章 既存防護林の課題と今後の整備方向	17
2-1 既存防護林の課題	17
2-2 防護林の整備状況と今後の方向	17
第3章 嫩江流域荒漠化防止に対する基本方針の設定	19
3-1 全体の基本的な考え方	19
3-1-1 荒漠化の原因と森林被覆率回復への取り組み	19
3-1-2 生態林建設に関する基本的考え方	19
3-2 生態林の類型区分ごとの基本方針	21
3-2-1 風沙区	21
3-2-2 平原区	21
3-2-3 丘陵区	21
第4章 生態林造成のガイドライン	23
4-1 生態林の位置付けと種類及び機能	23
4-1-1 ガイドラインにおける生態林の位置付け	23
4-1-2 ガイドラインの対象となる生態林の区分	23
4-2 本事業における中国国内防護林建設関連基準との整合	24
4-2-1 関連法令等	24
4-2-2 主な準拠項目	24
4-3 生態林建設に関する基本方針と地域別目標	27
4-3-1 生態林建設に関する基本方針	27
4-3-2 地域別目標	27
4-4 既存防護林の改良に関する共通作業項目	29
4-4-1 既存防護林の間伐	29
4-4-2 間伐跡地への別種苗木の補植	30
4-4-3 植栽後の育成管理	32
4-5 既存防護林の改良に関する類型区分ごとの植栽候補樹種と植栽密度	33
4-5-1 風沙区	33
4-5-2 平原区	34
4-5-3 丘陵区	35
4-6 新規生態林建設における類型区分ごとの植栽	36
4-6-1 風沙区	36
4-6-2 平原区	37
4-6-3 丘陵区	38
4-7 苗木の植え方	39

第5章 今後の課題	40
5-1 試験地の追跡調査と今後の試験成果の活用	40
5-2 地域住民の参加システム	40
5-3 今後の施策誘導や支援のあり方	40
参考資料	42
参考資料1 設定試験区の概要	43
参考資料2 樹種リスト（中国名-学名-和名対照表）	46
参考文献	48

〔 添付 C D 〕

業務工程報告書

序	事業と調査試験区の概要
第一部	2005 年度業務工程報告
第二部	2006 年度業務工程報告
第三部	2007 年度業務工程報告

序章 事業の背景と目的

0-1 事業の背景

0-1-1 グローバルな背景

地球規模での砂漠化や温暖化の進行は、今後増えつづける人口に伴う食料問題への深刻な影響をはじめ、気象災害の増加や生態系への悪影響などが懸念されている。

このような状況の中、地球規模での森林の減少を食い止めると同時に、新たな植林による森林面積の拡大や適正な管理による森林機能の回復などが急務となっている。

特に森林は、二酸化炭素の固定による地球温暖化防止はもとより、水源涵養や飛砂防止、土砂の流出防止、生物の生息空間の確保など、多様な機能を果たしつつ持続的利用が可能な、極めて優れた資源でもある。

本地域に安定した森林を拡大することは、嫩江流域をはじめとする下流流域の松花江、さらにはロシアを流れるアムール川流域の水害の危険性を低減させることと、日本にも黄砂として影響を及ぼす飛砂の発生を減少させることにつながるなど、周辺地域の環境改善に留まらない国を超えてのグローバルな効果をもたらすものと期待される。

本地域においてこのような事業を展開するためには、長期的視点に立った持続可能な安定した森林の造成技術が求められている。

0-1-2 地域的な背景

嫩江流域では 1998 年の大洪水以降、旱魃と洪水が交互に繰り返し発生し、今なお経済的に貧しい地域が多い。このため、安定した森林の造成は、荒漠化の抑制と生活環境の保全に留まらず、地域経済の発展のためにも不可欠かつ緊急な課題となっている。

しかし、森林造成を必要とする面積が広大であること、現在造成されている防護林が間伐を必要とする時期にきていること、現在の防護林の構成樹種は、ほとんどが単一同齢林で構成されているため、長期的に見て病虫害による被害が懸念されること、などから、流域全体の防護林造成と管理のあり方について、新しい視点を加えて再検討する時期にきている。

また、本地域においても行政機関以外に、村などの地域住民が中心となって防護林を造成し続け、集落や農地を先の大洪水から守った例もあり、今後このような住民主体の取り組みが一層広がっていくことが期待されている。

0-1-3 ガイドラインの必要性

上記の背景を踏まえて、嫩江中流域の防護林の建設は、防護機能の強化や森林面積の拡大に加えて、いかに長期的に生態的に安定した持続可能な森林を造成するか、そして可能な限り直接的あるいは間接的にも良い経済効果を及ぼすことができるか、また管理の過程で発生する間伐材等の効果的な利活用方法の開発などが今後の課題となってきた。

今後、本地域における早期の森林化と将来的に安定した生態林を建設するためには、一層の広域的な取り組みと、それに伴う造成主体の多様化が必要となる。

そのためには、専門技術者だけでなく一般の地域住民も利用可能な汎用性のある生態林造成技術のわかりやすいガイドラインが求められる。

0-1-4 事業の経緯と推進体制

NPO 法人新潟県日中友好協会は、黒龍江省嫩江流域の荒漠化地域に対する植林事業の要請を中国黒龍江省政府から受け、2003 年 11 月～12 月に、JICA 市民参加事業の支援によって 3 人の専門家による実行可能性調査を行った。

その結果、嫩江の流域に分布する荒漠化した地域は、乾燥によるものや強アルカリによるもの、土砂の流失によるもの、過湿によるものなど、単純な砂漠化ではない複雑な状況であることが明らかになった。一方、各地で造成されている防護林は、厳しい環境圧にも関わらず、予想した以上に良好な生育を示している地域も多く、本事業の共同研究機関である黒龍江省防護林研究所（現在の「黒龍江省森林与環境科学研究院防護林研究所」、以下「防護林研究所」という）の選抜育種等による適応樹種開発の研究成果によるものと思われた。

これらの結果から、現状における防護林建設の初期段階における最適樹種の選定や植栽技術には、大きな問題は無いと思われたが、各地域ともほとんどが単一同齢林であることから、長期的に見て、今後安定した生態林に誘導するには何らかの改良が必要であり、新規に造成する場合にも、長期的視点に立った植栽樹種の組合せの検討などが必要と思われた。

したがって本事業では、防護林造成の第 2 ステージに向かって、より安定した持続可能な森林を造成するための樹種の組合せの検討や、既存防護林の間伐の促進と新規樹種の植栽による複層林化への改良技術等についての検討を行うこととした。

そこで本事業は、新潟県国際交流課を窓口として、新潟県森林研究所、新潟大学農学部、NPO 法人新潟県日中友好協会、NPO 法人新潟県対外科学技術交流協会が共同参加する協議会をつくって事業の推進に当たることとした。

1) 日本側実施機関

日本側の実施機関は、主に 4 つの研究機関や団体からなるコンソシアムを組織し、「新潟県・黒龍江省 嫩江流域荒漠化地区生態林建設技術協力推進協議会」として以下のような推進体制とした。

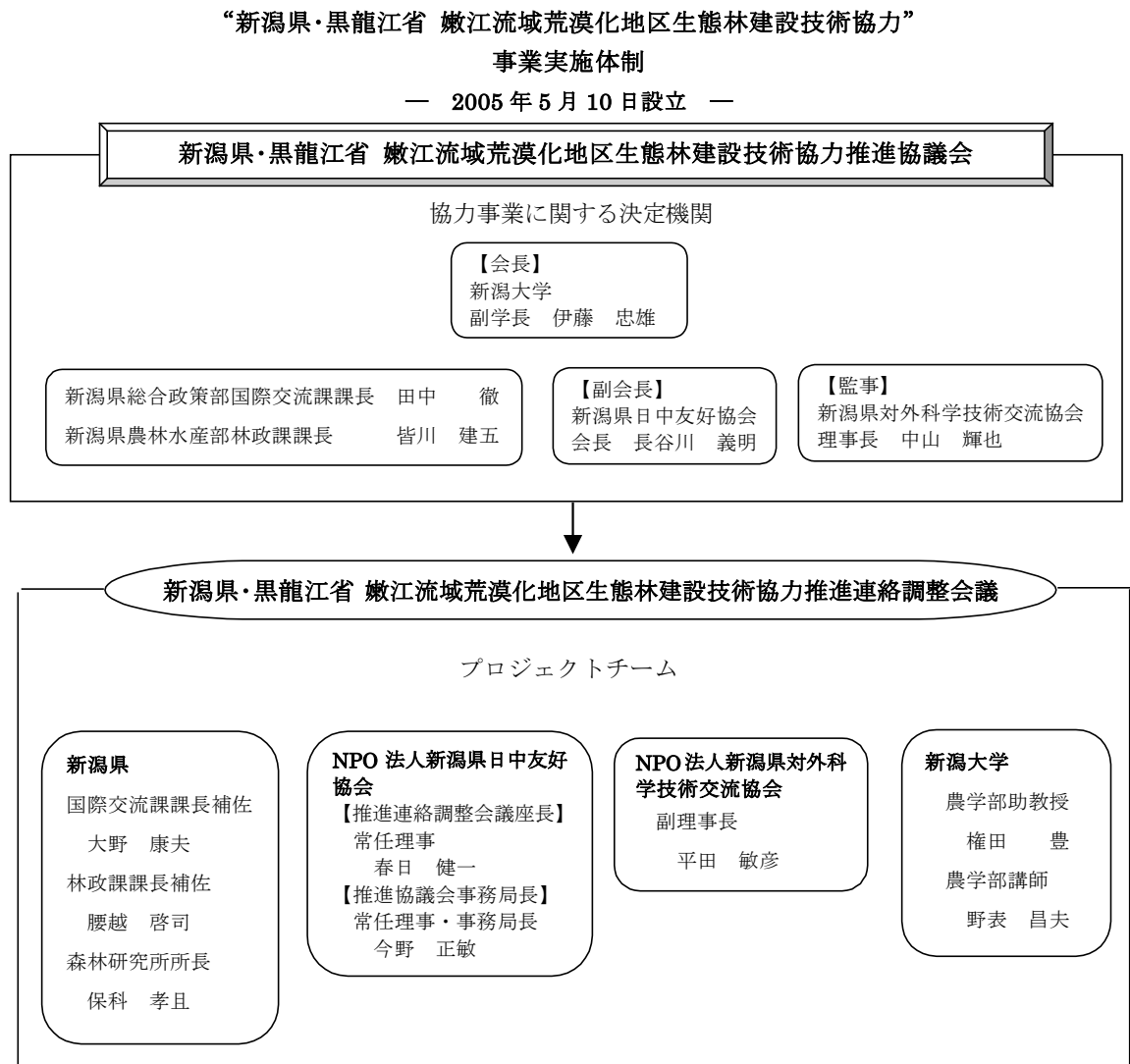
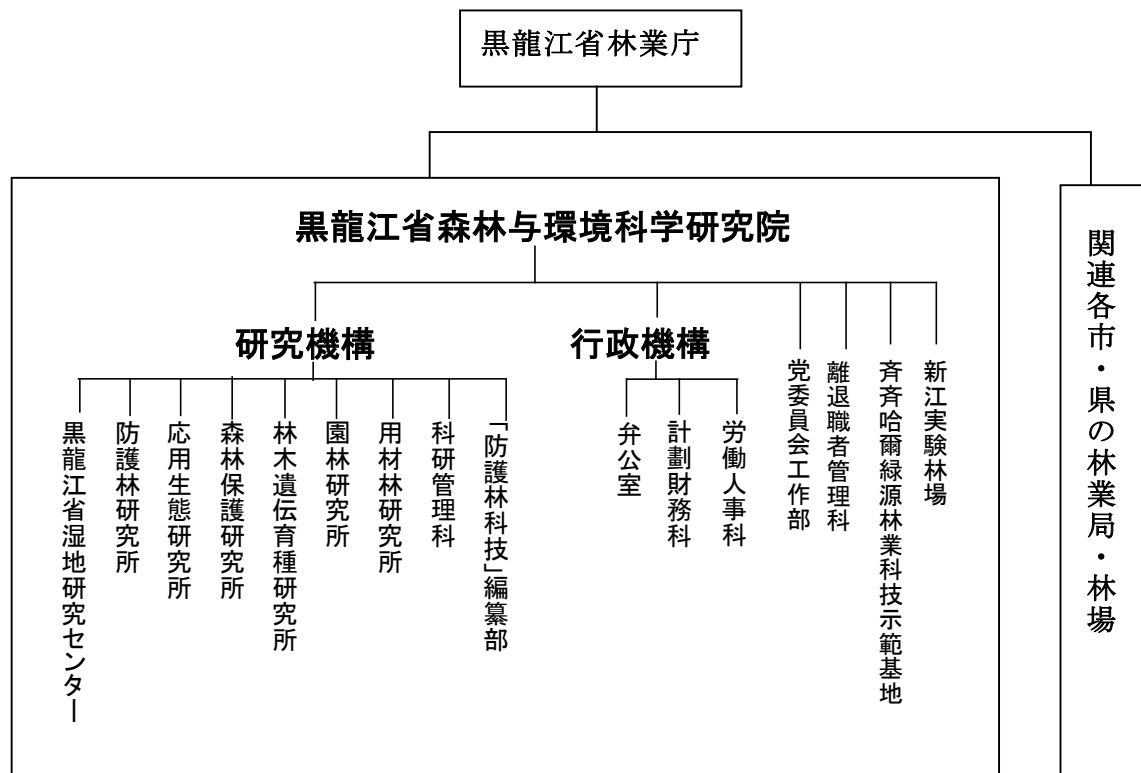


図 0-1 日本側の推進体制

2) 中国側実施機関

中国側カウンターパートは黒龍江省林業庁であるが、担当研究機関として黒龍江省森林与環境科学研究院が中心となって、関連する市や県の林業局・林場の協力を得て事業を実施した。



0-2 事業の目的

本事業の目的は、以下に示す通りである。

- 1) 災害や病虫害に強い、安定した生態林の拡大により、当面の大きな課題である飛砂防止、水害防止、水源涵養等の機能を高め、嫩江流域住民だけでなく下流流域の多くの住民の生命や農地を災害から守ることに役立てる。
- 2) 農地や牧草地に対する気象緩和機能を増大させ、地域農業の生産性を高めるとともに、地域住民に身近な森林レクリエーションの場を提供する。
- 3) 生態林の拡大によって生物の生息空間を広げ、自然の生き物の多様性を保全する。
- 4) 多様な樹種・樹齢で構成される、いわゆる複層林の造成と適正な管理により用材や、その他の林産物など森林資源の持続的利用が可能となるようにし、環境の保全と地域経済の活性化を図る。
- 5) それによって、嫩江中流域における森林造成を一層加速し、森林造成に関わる住民の数を増やしていくことを目指して、専門家だけでなく一般の住民も利用可能なガイドラインの作成を行う。

第 1 章 事業対象地の概況と事業化の前提条件の整理

1-1 黒龍江省の森林分布

黒龍江省の森林分布（図中：緑色部分）は、下図のとおりである。

大興安嶺・小興安嶺及び長白山脈北部の張広才嶺・完達山等の自然林と平低地や緩丘陵地の人工林から成る。

平低地・緩丘陵地（図中：黄色部分）の人工林は道路や鉄道、用排水路や農道両側の防風・防護林帯と農地内の格子状の林帯（中国語：林網）及び一定面積の広がりをもつ林分（中国語：片林）に大別されるが、片林の分布は僅かである。

黒龍江省の森林資源は 19 世紀半ばから農地開発に伴って漸減し始め、1950 年代後半には他省から大量の移民が入殖したことも加わり、本事業の対象地である嫩江中流域は急速に農地と化した。

嫩江中流域の現況は、次のとおり概括できる。

- 1) 原生自然植被の大部分は破壊されている
- 2) “墾殖率”（土地総面積に占める耕地面積の比率）は 45 % を超えている

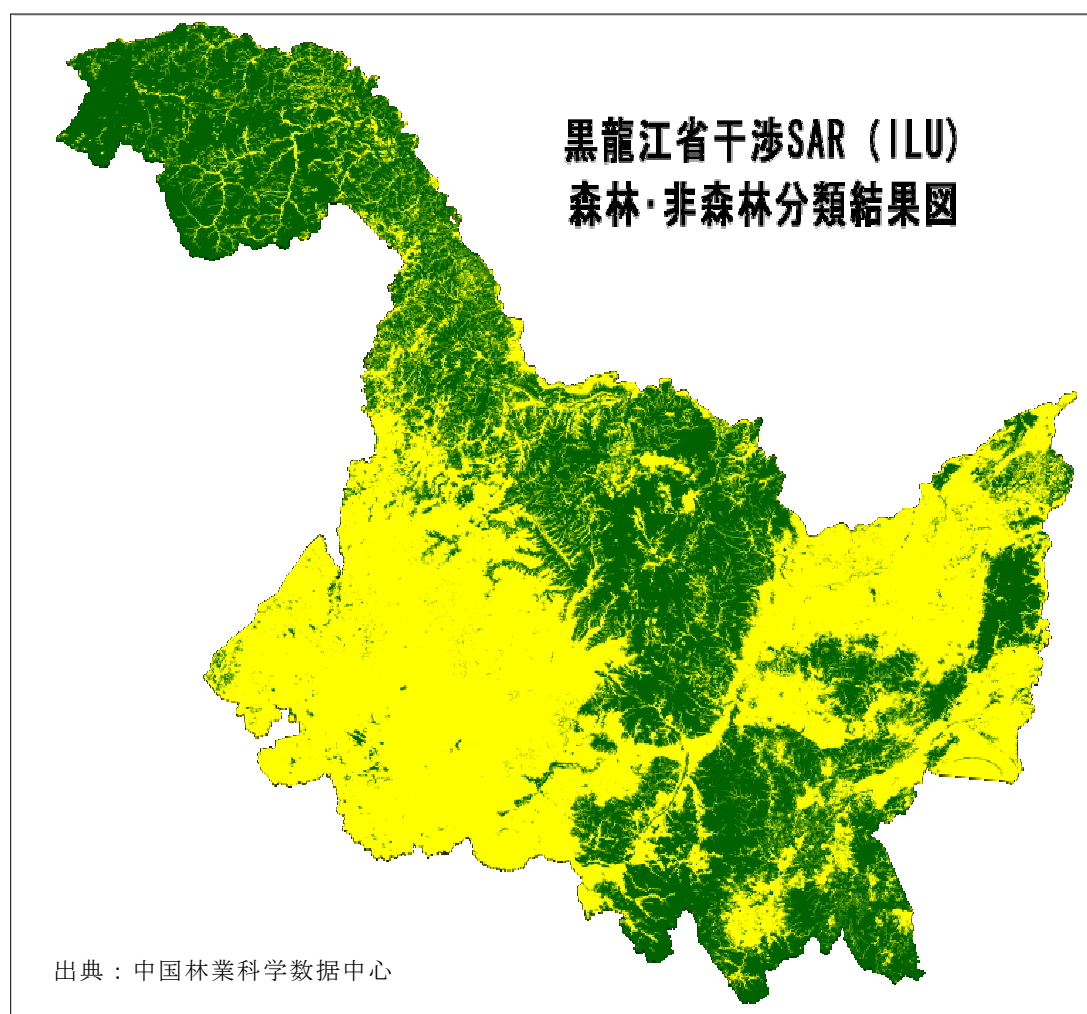


図 1-1 黒龍江省の森林分布図

1-2 嫩江中流域の森林分布

嫩江中流域の片林（一定面積の広がりをもつ林分：緑色部分）の分布を、下図に示す。



出典：中国林業科学数据中心
「黒龍江省第五次一類精査
(1994～1998年) 森林分布図より作成

図 1-2 嫩江中流域の森林分布図

嫩江中流域（破線内）の林網（格子状の林帯：赤茶色部分）の分布を、下図に示す。

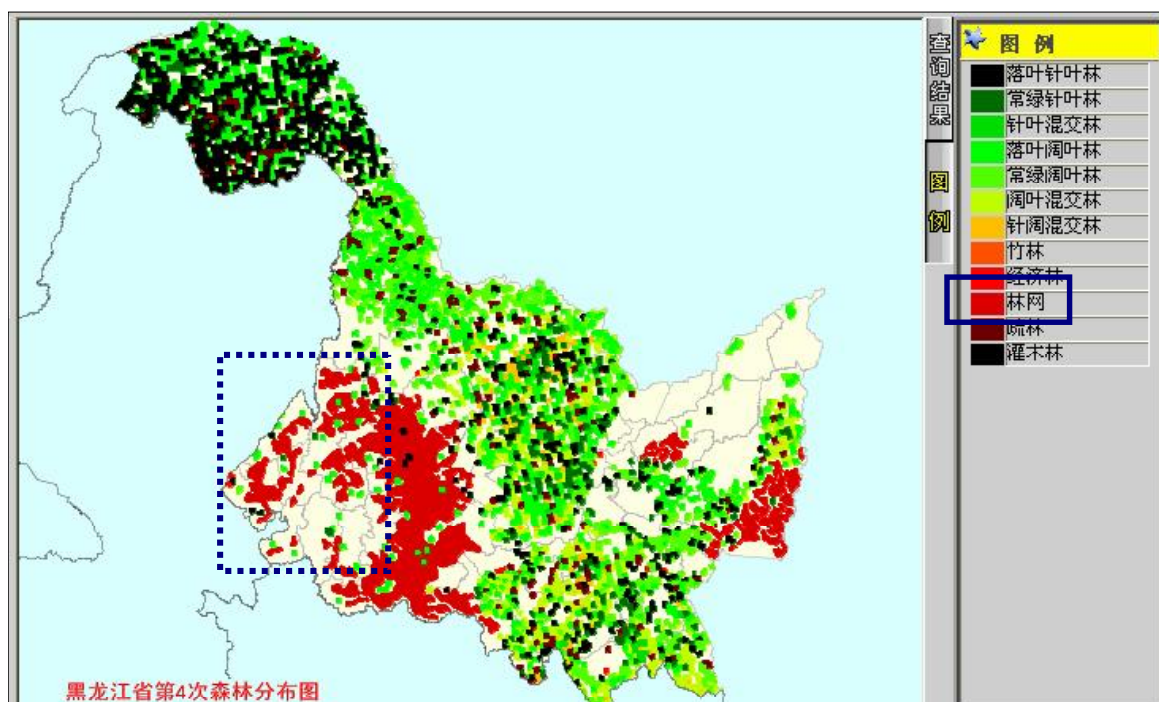


図 1-3 嫩江中流域（破線内）の林網（格子状の林帯：赤茶色部分）の分布図

出典：「中国林業科学院資源信息研究所」“林業科技数据中心”

1-3 事業対象地の概要

1-3-1 事業対象地の位置

事業対象地は図 1-4 に示す中国黒龍江省^{チチハル}齊齊哈爾市^{ニンコウ}を中心とする嫩江中流域に位置している。

嫩江は松花江^{ショウカコウ}の支流の一つで、松花江は省都^{ハルビン}哈爾濱市^{ハルビン}を^{ハルビン}通^{ハルビン}ってロシア国内で黒龍江（アムール川）と合流して日本海に注いでいる。

黒龍江省都・哈爾濱市から、事業対象地の中心である齊齊哈爾市までは、途中大慶市まで完成している高速道路を使って約 4 時間である。

1-3-2 事業対象地の基本特性

事業対象地は、北緯 46 度から 49 度付近にあり、厳冬期の気温はマイナス 30 度以下になることもある。

年間雨量は 500mm 以下で乾燥地帯であるが、低地が多く集中豪雨による嫩江の氾濫で、過去に何回か大水害を引き起こしている。

また、農地土壌のアルカリ化も深刻で、植物が生育できなくなって荒漠化が進み、飛砂が発生している地域も多い。

したがって、この地域は、低温、乾燥、過湿、飛砂、アルカリ化など、植物の生育にとって極めて厳しい環境にあると言える。

1-3-3 調査地並びに試験区

本事業に係り調査した地点は計 5 地点であり、図 1-2 に示すように齊齊哈爾市を中心として、100～250 km の範囲に点在している。具体的には、立地特性によって区分される平原区、丘陵区、風沙区にある防護林 3 ケ所と、流域周辺に残存する自然林 2 ケ所である。



図 1-4 事業対象地位置図

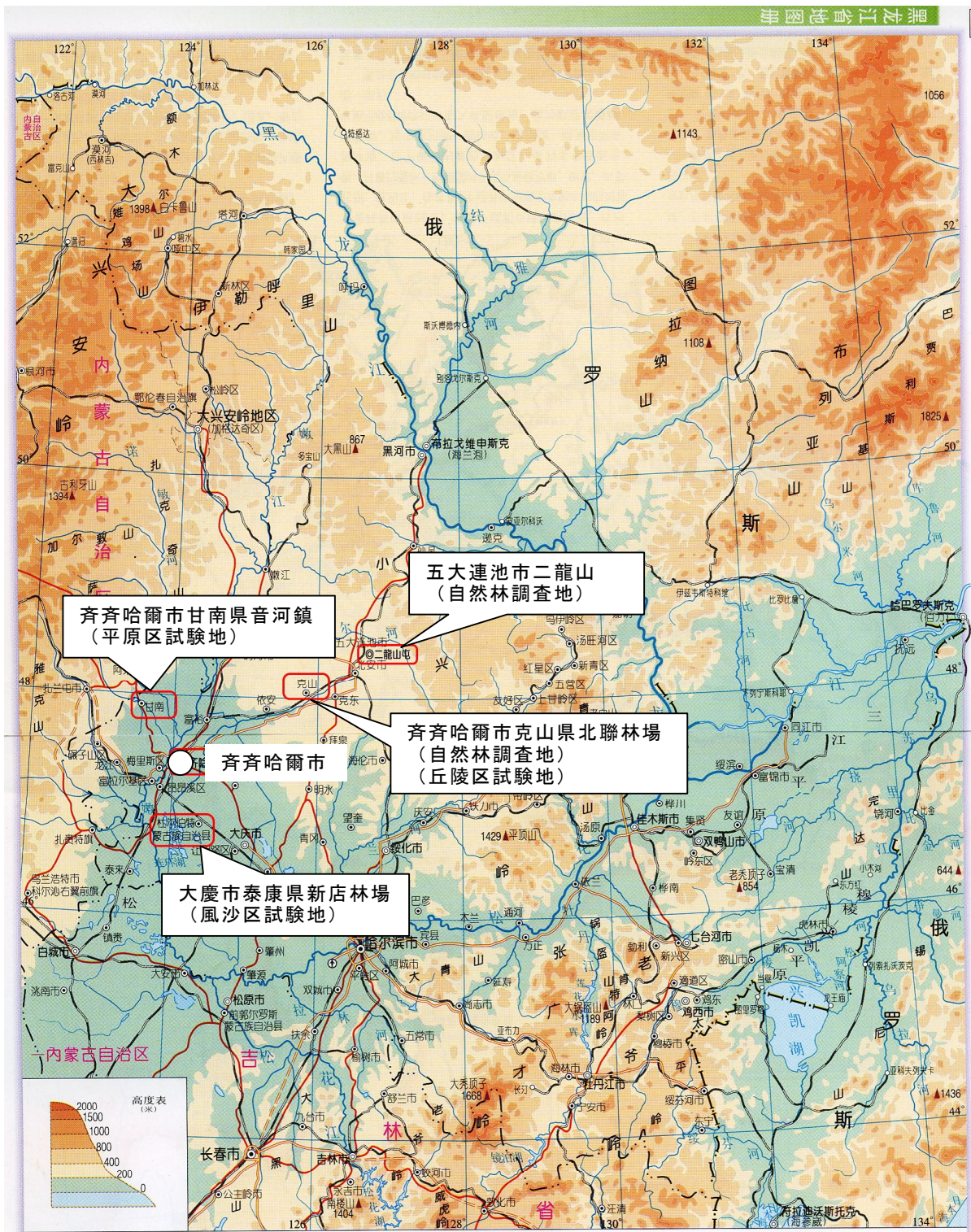


图 1-5 调查地及び试验地位置图

1-4 嫩江流域の自然条件

1-4-1 気象条件

齊齊哈爾市を中心とする調査地周辺の気象特性は、表 1-1 に示すように、年平均気温が 3℃前後ときわめて低く、年間降雨量は 500mm 以下で年間蒸発散量の 1,500 mm 前後と較べると 1/3 程度となっている。

年最高気温は 39℃、最低気温は－35.4℃に達し、寒暖の差が極めて大きい大陸性気候に属している。

風速も 8m/秒以上の日数が 100 日前後あり、植生の被覆のない地域では飛砂が発生しやすい。

表 1-1 嫩江中下流域の気候特性

	年平均 気温 ℃	≥10℃ 積算温度	年間 降水量 mm	年間蒸 発散量 mm	0℃安定 月日		10℃安定 月日		8級以上 大風日数 日	5級以上 大風日数 日
					初期	終期	初期	終期		
齊齊哈爾市郊外	3.2	2,704.7	427.9	1,449	4.4	10.28	5.9	9.27	18	93
龍江	3.4	2,700.3	461.0	1,651	4.2	10.28	5.5	9.27	32	91
杜爾伯特蒙古	3.5	2,886.9	423.9	1,752	4.2	10.30	5.3	9.30	15	103
泰来	4.2	2,867.8	376.7	1,769	4.1	10.30	5.5	9.30	22	114
富裕	2.0	2,583.9	439.3	1,559	4.5	10.27	5.9	9.26	32	96
甘南	2.5	2,556.4	464.9	1,480	4.5	10.26	5.1	9.26	19	88
肇源	3.8	2,914.1	411.2	1,606	4.2	10.31	5.3	9.30	—	—
大慶	3.5	2,753.6	439.7	1,626	4.4	10.28	5.8	9.28	—	80

(注)

大風級数	風速(m/s)
5	8
6	11
7	14
8	17

出典：黒龍江省治沙工程規劃 1991～2000

1-4-2 自然植生

齊齊哈爾市周辺は松嫩平原と呼ばれ、防護林を中心とする人工林が点在する以外は無立木地が多く、黒龍江省の中でも三江平原と並ぶ広大な平低地を形成している。

低湿地を除いて自然植生はほとんどなく、作付けが可能な土地では、トウモロコシや大豆が生産されている。そのほか土壌のアルカリ化によって農作物の生産もできず裸地化した土地も多い。

植栽されている防護林の樹種は、樟子松、落葉松などのマツ類、銀中楊や小黑楊などのポプラ類が中心となっている。

齊齊哈爾市から北東に 200km 以上離れた克山県では、蒙古櫟や黒樺、シラカバ、ヤマナラシなどからなる落葉広葉樹の二次林が分布しているが、針葉樹はほとんど

含まれない。低木としてはハシバミ類が優先しているが、ほかにノイバラが目につく程度で種類は少ない。全体的な景観は北海道のミズナラやカシワの落葉広葉樹林に類似している。

1-4-3 土壌条件

黒龍江省の土壌は概ね 11 種類に分類されている。

そのうち嫩江中流域に多く見られる土壌は、黒土・黒鈣土（チェルノーゼム）・塩碱土などである。

これら嫩江中流域に分布する土壌は、全体に塩類の集積がみられ、特に大慶市周辺に多く分布する塩碱土は、アルカリ度がかなり高く、植物全般の生育にとってきわめて厳しい。



図 1-6 黒龍江省の土壌分布図
出典：“土地誌”（黒龍江省情信息网）

1-5-1 洪水

表 1-2 は、1970 年以降に発生した主な洪水の履歴である。

発生年	河川
1970 年	綽爾河（支流）
1986 年	洮兒河（支流）
1988 年	嫩江本流並びに阿倫河（支流）
1998 年	嫩江本・支流

嫩江、松花江地区洪涝淹没分布图

(根据1998年8月19日22时48分卫星雷达数据制作)

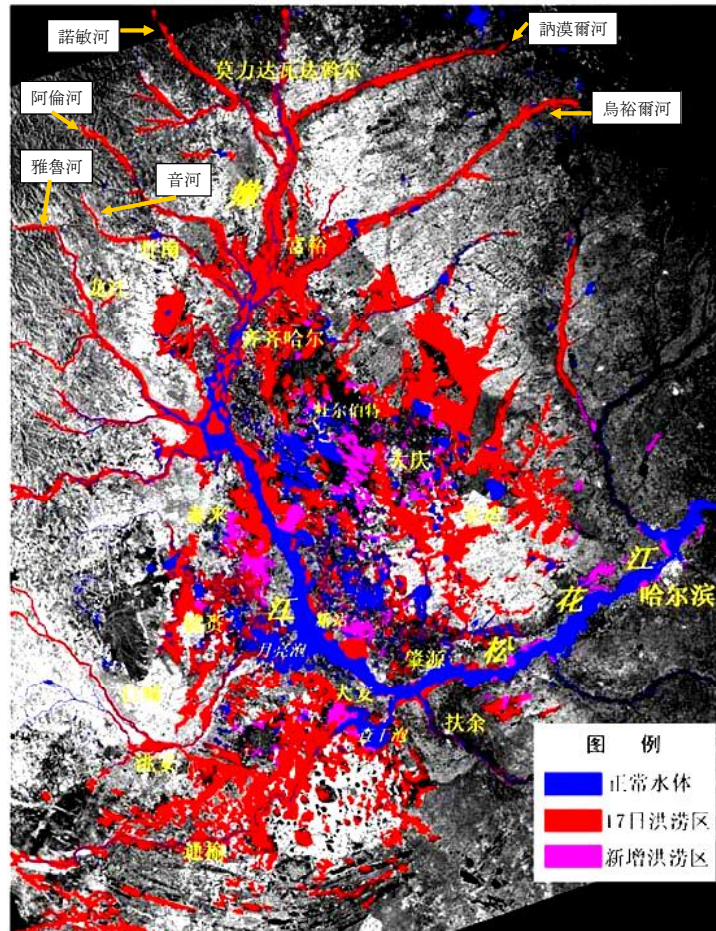


図 1-7 1998 年水害における、嫩江・松花江水害湛水地域（中国科学院遥感応用研究所 Web サイト）

1-5-2 旱魃

図 1-8 は、齊齊哈爾市の、1951 年以降 2000 年までの 4 月～6 月期平均気温と蒸発散量の経年変化を示したものである。ここ 50 年、4 月～6 月期の平均気温は上昇傾向にあり、上昇率は $0.4^{\circ}\text{C}/10$ 年である。また、蒸発散量の上昇率は $4.22\text{ mm}/10$ 年である。このため、嫩江中流域では 1970 年以降旱魃被害が頻発しており、1990 年代中期には旱魃被害面積が 300 万 ha を超えている。

嫩江流域は、旱魃や過度の農地開発による植生の破壊や土壌の侵食等によって荒漠化が進んでいる地域である。

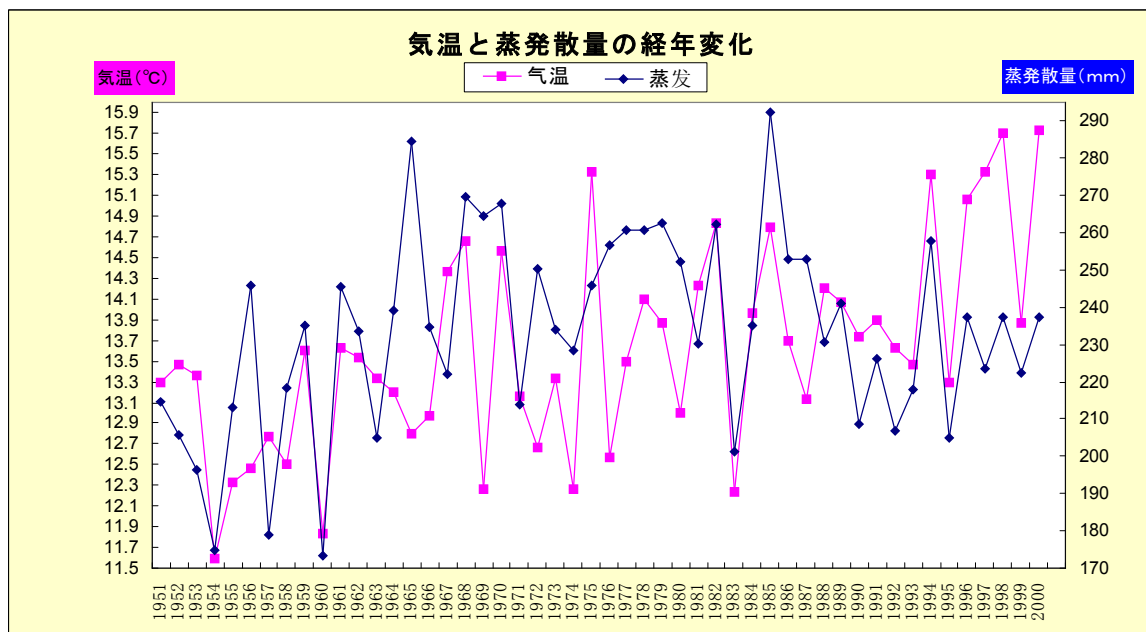


図 1-8 齊齊哈爾市の気温と蒸発散量の経年変化〔4 月～6 月期〕

出典：「齊齊哈爾春季及初夏干旱成因的初步探検」（齊齊哈爾市気象局 劉艶・孫砧石・胡好莉）

1-6 森林整備に関する国家規範・上位計画及び黒龍江省の林業施策等

1-6-1 中国・改正森林法と森林の分類経営規範制定

表 1-3 は、中国・改正森林法並びに国家林業局「生態公益林建設導則」に依り作成したもので、森林の分類経営規範である。

森林法の改正と森林の分類経営規範の制定は、中国林業の発展方向が、従来の用材林造成重視から森林の公益的機能最重視へと転換したことを意味している。

次に、その概要を記す。

1) 改正森林法（1998 年 4 月 29 日改正公布・1998 年 7 月 1 日施行）は、「国土の緑化を促進し、森林の有する貯水、土壌保全、気候調節、環境改善及び林産物生産の機能を発揮させる」（同法第 1 条）ことを目的に、森林の経営管理、保護、伐採等について規定している。

同法第 8 条第 2 項は、防護林及び特殊用途林の森林、林木及び林地使用权の譲

渡や商業伐採が禁止されることに伴う損失を補償し、「生態効果を供与する防護林及び特殊用途林の森林資源及び林木の造営、育成、保護及び管理に用いる」専用基金として「森林生態効益補償基金」を設立すると定めている。

2) 2001 年、国家林業局は「森林生態効益補償基金」の運用準則と位置づけられる「生態公益林建設導則」・「同技術規程」・「同規劃設計通則」を策定した。

これを受け、2001 年以降、森林の分類経営を推進するための森林資源の区分作業が進められている。

表 1-3 森林の分類経営規範

non-commercial forest ◆森林、林木及び林地使用権の譲渡禁止	1. 生態公益林	1－1. 特殊公益林 1－2. 重点公益林 1－3. 一般公益林	(1) 防護林	1)水源涵養林	商業伐採禁止
				2)水土保持林	
				3)防風固沙林	
				4)農田牧場防護林	
				5)護路林	
				6)護岸林	
			(2) 特殊用途林	1)国防林	
				2)種子林	
				3)環境保護林	
				4)風景林	
				5)実験林	
				6)文化記念林	
				7)自然保存林	
commercial forest ◆森林、林木及び林地使用権の譲渡許可	2. 用材林				択伐・漸伐認可 皆伐規制
	3. 経済林				
	4. 薪炭林				

中国・森林法並びに国家林業局「生態公益林建設導則」より作成

1-6-2 国家林業施策の現況

中国の林業は 20 世紀後半から改革と転換の時期に入り、それまでの木材生産重視から生態建設重視に転換し、1998 年から六大林業建設事業として以下の 6 つのプロジェクトを推進している。

- ① 天然林資源保護プロジェクト
- ② 退耕還林プロジェクト
- ③ 三北、長江流域等の地域における重点保安林体系建設プロジェクト
- ④ 環北京砂漠化防止プロジェクト
- ⑤ 野生動植物保護プロジェクト
- ⑥ 重点地区早期生長・多収穫用材林基地建設プロジェクト

基本方針として、現在の森林の良好な管理、新規造林の拡大、退耕還林の良好

な実施、林業構造の優良化、森林資源の増加、森林生態系の全体機能増強、林産品の有効供給の増加、林業職員と農民収入の増加を掲げている。また、森林率については、2010年までに19%以上、2020年までに23%以上、2050年までに26%以上をそれぞれ達成するとしている。

国務院は、2003年6月、「全国林業発展の加速に関する決定」を打ち出した。

同決定は、天然林保護・退耕還林・砂防治砂等の重点工事等は順調に推移しているものの、生態悪化の趨勢はいまだ根本から転換しておらず、森林の公益的機能發揮に重点を置いた林業事業の進展が必須であるとしている。

1-6-3 黒龍江省における林業施策

黒龍江省は2002年、生態効果を供与し得る混交林造成の指針を規定した「黒龍江省国家重点防護林、特殊用途林建設指導意見」を策定している。

次に、同指導意見のポイントとなる条項を記す。

第1条 国家重点防護林、特殊用途林の質を高め社会経済の安定と健全で持続的な発展のために、「中華人民共和国森林法」、「中華人民共和国森林法实施条例」、国家林業局「生態公益林建設技術規程」並びに「森林生態効益補助試点」の要求と我が省の実情を結びつけ、本指導意見を制定する。

第4条 国家重点防護林、特殊用途林の造成に当たっては…多林種、多樹種、複層を原則として混交林を造成し、生物の多様性を増強しなければならない。

第5条 国家重点防護林、特殊用途林…の商業性伐採は一切禁止する。撫育のための間伐、衛生伐、更新のための伐採は許可する。

なお、黒龍江省にあっては2005年7月に至り「生態公益林補償試点」が定められたのが現状で、「生態公益林建設技術規程」等に沿った林業施策は緒についた段階である。

1-7 生態林建設に関する前提条件の整理

1-7-1 生態林の意味について

本事業は生態林建設のための技術協力事業であり、まず目標とする生態林の基準を明確にしておく必要がある。

「生態林」という言葉は、中国では一般的に用いられているが、日本ではほとんど用いられていない。

中国では Non-commercial Forest を生態林とか生態公益林と呼んでいる。この中には、商業伐採が禁止されている防護林や伐採厳禁の自然保存林などが含まれている。一方、Commercial Forest には用材林や経済林、薪炭林などが含まれ皆伐は規制があるが、択伐等は認められている（表 1-3 森林の分類経営規範参照）。

また、2005年3月の人民網によると「日本の NGO と重慶の中学校とで中日民

間協力による生態林造成プロジェクトが始動する」ことが報じられているが、ここでは、生態林とは「生態系保護を目的に造成される森林」という注釈がつけられている（人民網日本語版 Web サイト）。

生態林の基準について、本事業では、生態林は中国で一般的に用いられている広い意味での Non-commercial Forest の中でも、「病虫害や環境圧にも強く、生物の生息環境にも適した多様性をもった森林」を指すものと位置付けることとした。

1-7-2 多様性を高めるための主要構成樹種について

生育条件の厳しさから、森林を構成する主要樹種の種数が限られる上に、苗木が生産されて植林が可能な樹種はさらに選択肢が狭くなることが調査の結果明らかとなった。

既存防護林の組成樹種は、針葉樹では樟子松や落葉松が、落葉広葉樹では、生長が早く環境圧に強いポプラ類が中心となっている。

したがって、現在一部に残っている落葉広葉樹林のような多様性のある樹種構成の森林を、周辺にシードソースの全くない場所で造成することは不可能である。

また、ある程度の販売量が見込めない限り苗木生産は行われない。このため、多様性の高い森林を造成するための苗木生産を施策として奨励し、ある程度見込み数量を担保しない限り、実際に多様な樹種による森づくりは困難である。

本事業では、生産されていて市場性のある樹種の中から選択して、実行可能な組合せを検討することとした。

また、日本ではもう一つの問題として、同じ樹種であっても地域的な遺伝的形質の違いがあることから、地域系統群を保全し、種の持つ遺伝的多様性を守るべきという考え方があり、植栽苗木の産地を限定する動きも見られるようになってきている。これは、遺伝的な錯乱が生じないよう配慮したものである。

中国においてはまだこのような動きはないようであるが、今後、課題の一つになる可能性はあると思われる。

1-7-3 土壌の乾燥や塩基化について

中国の東北部は畑作中心の農業が盛んな地域で、中国の主要な食糧生産基地である。

嫩江中流域は、緩やかな起伏を持つ準平原で、かつてはコウリャン、小麦、大豆などが主要作物であった。しかし、現在は飼料作物としての需要が高く価格も比較的高いトウモロコシの栽培が圧倒的に多くなっている。

トウモロコシは小麦などと比較して水消費量が大きく（8～9 倍といわれている）、さらに旱魃時の地下水の汲み上げが加わり、地表面へ塩類集積が進み、水の集まる低地ではアルカリ土壌がパッチ状に点在するようになってきている。

これらの地区では作物を作付けしても生育できず、草も生育できない場合が多いため、裸地化が進行している。

このような地区が増加傾向にあることが嫩江中流域の大きな課題であるが、作

物や樹木の生育を可能にするための直接的な土壌改良には、莫大な費用を要するため放置されているのが現状である。

本事業では、これらの地域の直接的な土壌改良技術ではなく、樹林化が可能な地域に生態林を造成し、周辺の農業環境を少しずつ改善していくことによって農業の生産性も高めていくことを目指すこととした。

1-7-4 放牧農家等地域住民との共生について

事業対象地の中には牧畜が盛んな地域もあり、放牧による植栽苗木の踏付けの被害が確認できた。これらの被害を防ぐために柵を設けるには多額の経費を要するため、現実的には不可能と考えられる。仮に設置したとしても、完全に防ぐことは困難と考えられる。

今後、これらの牧畜との共生を図るとすれば、牧畜を営んでいる人や一般農家も含めた地域住民が生態林造成プロジェクトにかかわるシステムを構築することが重要である。それによって、彼らが自ら育てていく立場になることで、植栽苗木に対する関心も増してくる。それが植栽後の育成管理にも良い波及効果が期待できる。

すでに 30 年以上前から地域住民が中心になって取り組んでいる事例も、本調査中に見ることができた。

この事業の目的の一つは、生態林造成事業への地域住民の参画である。その意味で、専門家だけでなく地域住民も利用可能な「生態林造成ガイドライン」の策定に努めることとした。

第2章 既存防護林の課題と今後の整備方向

2-1 既存防護林の課題

防護林に求められる機能は、表 1-3 森林の分類経営規範に見られる防護林の種類に示されるように、水源涵養林、水土保持林、防風固沙林、農田牧場防護林、護路林、護岸林の 6 タイプがあり、それぞれ周辺の自然環境や土地利用状況に応じて計画的に整備されることになる。

これら防護林の主目的は確かにこの 6 つの機能のどれかが最優先されるにしても、でき上がった防護林の機能は、一つの機能だけに限らず、いくつかの機能を併せ持つことになる。

防護林の評価は、森林の被覆率を高め緑のボリュームを大きくすること以外に、当該防護林が成立することで周辺の集落や農地など、守るべき対象に対して保護効果を発揮するかどうかにかかる。

国の林業施策によって森林率がかなりのスピードで回復しつつある今日にあっては、生物の多様性を始め、景観の保全や森林レクリエーション、維持管理過程における持続的なバイオマスの活用など、多様な機能の発揮が徐々に可能になってきていると考えられる。

したがって、それらの多様な機能の発揮を可能にする森林への効果的な遷移誘導など、新たな撫育手法の開発が課題である。

2-2 防護林の整備状況と今後の方向

嫩江中下流域における林分面積の総括表は表 2-1 の通りである。嫩江中下流域の総面積 5,830,200ha の約 12.3%が森林面積である。

設定した試験区が所在する県のなかでは、森林被覆率で見ると克山县が最も高く 22.4%、次いで甘南県の 11.8%、最も低いのが杜爾伯特蒙古族自治县の 7.0%である。

一方、防護林の面積では、やはり克山县が最も多く 24,789ha(土地面積の 7.5%)、次いで甘南県の 15,640ha(土地面積の 5.48%)、最も低いのが杜爾伯特蒙古族自治县で 1,983ha(土地面積の 0.30%)である。

防護林の整備状況を見ると、植物の生育条件の悪い地域ほど整備率が低くなっている。換言すれば必要とされる地域ほど防護林の面積が少ない状況となっている。

したがって、今後は杜爾伯特蒙古族自治县、大慶市、泰来県といった、10%以下の森林被覆率を示す南部の 3 地域において、病虫害や環境圧に強く多様性をもった防護林を拡大していくことが課題である。

表 2-1 嫩江中下流域の県別林分面積と森林被覆率

単位 : ha

	齊齊哈爾市	龍江県	訥河市	依安県	泰来県	甘南県	富裕県	克山県	克東県	拜泉県	大慶市	杜蒙県	林甸県
防護林	15,088	30,942	15,781	22,067	25,286	15,640	16,201	24,789	10,683	20,125	4,317	1,983	11,820
用材林	11,730	34,450	29,561	8,573	10,155	10,422	16,515	25,225	18,518	6,966	22,123	20,176	9,586
薪炭林	3,477	1,663	27	0	6,603	7,025	3,818	12,761	0	0	190	4,055	6,369
経済林	504	0	1,021	1,358	1,349	579	150	1,941	173	1,138	852	302	237
特殊用途林	24	2,514	71	4	470	354	0	89	100	26	701	36	0
疏林	1,358	0	3,346	0	0	774	0	536	0	66	949	1,377	1,761
灌木林	3,253	15,165	16,628	12,825	3,000	3,138	4,201	2,632	8,602	29,326	4	4,287	503
護堤林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
護岸林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
未成林造林地	5,807	9,381	18,312	4,387	7,428	10,717	3,243	3,584	8,480	14,827	7,479	5,448	5,773
林地合計	41,241	94,115	84,747	49,214	54,291	48,649	44,128	71,557	46,556	72,474	36,615	37,664	36,049
土地総面積	436,500	671,500	667,400	368,500	399,600	479,200	402,600	332,000	208,300	359,900	510,700	617,600	376,400
森林被覆率 (%)	13.5	12.0	13.6	13.0	7.9	11.8	13.4	22.4	20.7	20.2	9.6	7.0	10.3

出典：「防護林科技」2001年第2期

第3章 嫩江流域荒漠化防止に対する基本方針の設定

3-1 全体の基本的な考え方

3-1-1 荒漠化の原因と森林被覆率回復への取り組み

嫩江流域における荒漠化は、寒冷・少雨という植物にとって厳しい気象条件のもとで、もともとあった森林の伐採による農地の拡大が土壌を痩せさせ、蒸発散量の増加によって土壌の乾燥と表土の塩基化をもたらしたこと、その結果裸地化が進み、飛砂による表土の侵食や、上流域の森の消失による洪水多発などが原因と考えられる。

そのため1970年代後半から、三北防護林建設事業が始まり、1978年から1997年までの20年間に、森林被覆率を4.3%から16.58%に引き上げるまでの成果を挙げてきた。

しかし、地域的に見ると40%近くまで被覆率が回復した地域がある一方、いまだ4.6%に留まっている地域もあるなど地域的不均衡が課題となっている。

これらの防護林造成の実績は、荒漠地に人工的に森林を造成する技術を確立したと言えるが、これまでの防護林は、ほとんど単一樹種による同種同齡林であるため、自然林と異なって多様性を欠き、病虫害に対する抵抗性や生物の多様性保全などには問題があると考えられる。

これまでに中国国内では、この種の防護林が病虫害にかかり、一斉に枯死した例があることが報告されている。そのため中国政府は、国の指針としては防護林の造成についても多様性の確保を謳うようになってきてはいるものの、その手法は地域によって異なるため、まだ全国的な広がりには至っていない。黒龍江省でも、現在のところは同種同齡林の造成が主流となっている。

3-1-2 生態林建設に関する基本的考え方

1) 調査及び試験植栽地区の選定

本事業の対象地である嫩江中流域は、地形や土壌条件等により概ね三つの環境の異なる地域に区分できる。

一つは、齊齊哈爾市、大慶市の南部に多い、細かい砂質土からなる低平地で、土壌粒子が細かいため飛砂が発生しやすく、塩基化土壌も多い。裸地化すると風食の害が起こりやすく、現地で風沙区と呼んでいる。

二つ目は、齊齊哈爾市中心部から北側を取り巻くように分布している平原地帯で、土壌はチェルノーゼムが中心である。現地では平原区と呼んでいる。

三つ目は、齊齊哈爾市北東部に多いやや起伏のある丘陵地で、土壌は黒土からなっている。現地で丘陵区と呼んでいる。

本事業では、この三つの代表的な地区ごとに試験区を設け、今後の生態林造成における樹種選定を検討する上での植栽試験を行うこととした。

まず、各試験区において現状における防護林の状況を調査し、多様化のための改良を試験的に行うとともに、近隣の無立木地に新たに苗木の植栽試験地を設けた。

以上のような類型化と試験区の考え方を表 3-1 に整理して示す。

表 3-1 生態林造成に関する手法検討の類型化

対象地区の 類型区分	土壌型	主に求められる機能	試験区の条件 (既存防護林の改良か新規造成か)	
			既存防護林の 改良	無立木荒漠地への 新規生態林造成
風沙区	砂質土	飛砂防備、防風機能		
平原区	チェルノーゼム	防風、水源涵養機能		
丘陵区	黒土	土砂流出防備、水源涵 養機能		

本事業は、これらの実証試験経過と現況調査、並びにこれまでの防護林研究所の研究
成果や関連資料等を加えて、今後の生態林造成のガイドラインの叩き台を策定するもの
である。

2) 生態林建設の基本的考え方

生態林建設の基本的な考え方は、これまでも述べたように、中国における森林の区
分でいう公益林のうちの防護林を対象として、その機能の多様化と高度化を目指すもの
である。

現状における防護林の生育状況から判断して、成立している樹種については、その地
域での適応性は問題ないと判断できるため、それらの樹種で構成される林分を基本型と
して、将来的に複数の樹種構成による複層林化あるいは多様な樹種による混交林化を目
指すことを基本的な考え方としている。

既存の防護林については、帯状に間伐した後に、試験的に適応可能と考えられる樹種
を植栽することによって多様化への試験を行うこととした。

一方、今後の新たな植栽地への応用のために、調査地ごとに裸地への新規植栽試験も
あわせて行い、樹種、植栽密度などの適正を調査してガイドラインに反映させることと
した。

3-2 生態林の類型区分ごとの基本方針

表 3-1 に類型化した環境条件が異なる地区ごとに、建設すべき生態林の基本方針を以下に示す。

3-2-1 風沙区

この地区は、本事業の中でも最も環境条件の厳しい地区であり、特に乾燥、飛砂、土壌の塩基化等が深刻な地域である。この地区において成立している防護林は、ほとんどが小黑楊を中心とするポプラ類と樟子松である。

生態林への改良については、基本的には蒸散量が多く水分消費量の多いポプラ類の防護林は、列状（帯状）間伐後は可能な限り水分消費量が少なく飛砂防止機能の高い針葉樹類の植栽を行って混交林化を目指す。

樟子松林では、純林を混交林化するために間伐後は落葉広葉樹の植栽を進めるが、飛砂の発生が多い地域では中低木（灌木）性の樹種の活用も図っていく。

新規植栽では、飛砂防止機能の高い樟子松を中心として、低木性の苗木を含めて、生育可能な樹種を数種類混植する。

しかし、特に当地区では植栽可能樹種の選択肢が狭いことから、最初から種数を増やすことが困難な場合は、これまで通りの防護林建設と同じ手法で植栽を行い、一定年数が経過した後に、改良を加える方法を取る。

3-2-2 平原区

この地区は、嫩江の周辺に位置する広大な畑作地帯で、トウモロコシ、ヒマワリ、小麦、大豆などの畑が見渡す限り広がっている。

求められる生態林の機能としては、主に防風と水源涵養を兼ねた農地防護林的機能である。当地区に多い防護林構成種は、興安落葉松と樟子松の針葉樹で、広葉樹ではポプラ類の他一部にヤチダモが用いられている。

土壌は乾燥していて硬く、防護林の林床には草本類の生育も少ない。当地区においても、土壌の保水力や有機分を増やすためにも針葉樹だけでなく、落葉広葉樹を交える混交林化を目指す。落葉広葉樹の単一林分では、針葉樹を加えて防風機能の効率化と多様性の確保を図る。

3-2-3 丘陵区

この地区は、齊齊哈爾市の北東に位置する丘陵地で、土壌は黒土からなり、主に大豆畑が広がっている。

当地区は、緩い起伏のある農地が広がり、雨季には表土が侵食されることがあるため、生態林の機能として、主に土砂流出防止と水源涵養の機能が求められている。

既存防護林では、興安落葉松と樟子松の針葉樹が多く植栽されている。調査地では比較的近隣する地区に、蒙古栎やカンバ類からなる落葉広葉樹の二次林があるため、林床に落葉広葉樹類の侵入が見られ、他の二地区にはない林床景観となっている。

したがって、当地区では近隣にシードソースとなる落葉広葉樹林が存在する場合は、

新規植栽のほかに自然侵入を促すことで多様化を図る手法をとるものとする。

新規植栽については、周辺に残る落葉広葉樹の二次林の構成樹種がまず候補に挙げられるが、これらの樹種の全てが苗木として生産されているわけではない。

したがって、生産のある類似種を中心にして、針葉樹と落葉広葉樹を混植する方法で多様化を進める。

また、この地区は、周辺に自然林が残っていることから、生態林建設のために植栽する苗木は、遺伝子の攪乱を防ぐ意味から、地域内で生産された在来種の使用を原則とする。

第4章 生態林造成のガイドライン

4-1 生態林の位置付けと種類及び機能

4-1-1 ガイドラインにおける生態林の位置付け

本ガイドラインにおける生態林とは、第1章で定義づけたように、中国で一般に生態公益林と呼ばれているもののうち、主に防護林を対象として、構成樹種の多様化を図ることによって、森林に対する病虫害被害の軽減や、生物の多様性の保全、森林レクリエーションや森林景観の保全など、防護林機能の高度化を目指す森林として位置付けるものである。

4-1-2 ガイドラインの対象とする生態林の区分

本ガイドラインの対象とする生態林の機能は、第3章の表3-1に示した3つの類型区分に準じ、生態林の種類は、その林の主要構成樹種の種類ごとに組合せの事例を示すものとする。以下に本ガイドラインで扱う生態林の区分と主な対象地域、主要構成樹種などをマトリックス表にとりまとめる。

表4-1 対象とする生態林の区分

地域区分	土壌型	主な対象地域	主要な機能	既存防護林の 主要構成樹種	植栽樹種組合 せタイプ ^例	
A. 風沙区	砂質土	大慶市泰康県、杜爾伯特蒙古族自治県、 齊齊哈爾市龍江 県・泰来県	飛砂防止、防 風	小黒楊、銀中楊 等のポプラ類	A-1	A-1-a A-1-b
				樟子松	A-2	A-2-a A-2-b
				その他	A-3	A-3-a A-3-b
B. 平原区	チェルノ ーゼム	齊齊哈爾市甘南県 他同市の9県及び 綏化地区	防風、水源涵 養	興安落葉松	B-1	B-1-a B-1-b
				樟子松	B-2	B-2-a B-2-b
				ポプラ類	B-3	B-3-a B-3-b
				その他	B-4	B-4-a B-4-b
C. 丘陵区	黒土	齊齊哈爾市克山 県・拜泉県など 21 県	土砂流出防 止、水源涵養	興安落葉松	C-1	C-1-a C-1-b
				樟子松	C-2	C-2-a C-2-b
				トウヒ類	C-3	C-3-a C-3-b
				その他	C-4	C-4-a C-4-b

この表の右端の欄に示すA-1からC-4までを主な類型タイプとして、そのタイプごとに、間伐や樹種の組合せ、植栽密度等について取りまとめるものとする。

例えば、A.風沙区の既存小黒楊の防護林の改良に関する手法はA-1-a、同地区で新たに生態林を造成する場合はA-1-bのタイプを参考にすることができるようにした。

4-2 本事業における中国国内防護林建設関連基準との整合

4-2-1 関連法令等

本事業を推進するにあたっては、実施内容が中国国内の関連法令等に適合していることが前提条件となる。

本ガイドラインでは、この根拠法として以下に示す関連法令を参考にして、できる限り内容の整合を図った。

- ① 「中華人民共和国森林法」
- ② 「中華人民共和国森林法实施条例」
- ③ 国家林業局「生態公益林建設技術規程」
- ④ 黒龍江省「国家重点防護林、特殊用途林建設指導意見」
- ⑤ その他規定等

4-2-2 主な準拠項目

本ガイドラインの策定に当って、上記法令等の中で特に準拠すべき項目としては以下の項目がある。本ガイドラインにおける扱いを含めて表に示す。

表 4-2 主な準拠項目と本ガイドラインでの扱い

項目	根拠法令等での基準	本ガイドラインでの扱い
樹種選定	黒龍江省国家重点防護林、特殊用途林建設指導意見の第1章総則の第4条には以下のように定められている。 「国家重点防護林、特殊用途林の造成に当っては、…、多林種、多樹種、複層を原則として混交林を造成し、生物の多様性を増強しなければならない。樹種の選定に当っては、適地適樹の原則に立ち、優良在来種を主とし外来樹種を利用する」。同第2章第7条の樹種選択については別表4-2-1に示す。	これまでの黒龍江省における森林造成は、主に森林面積の拡大を図ることが中心で、持続的な利活用のための森林の質についての議論は少ない。本ガイドラインでは、中国の国家重点防護林等の造成に当って原則としている「多樹種、複層の混交林造成のための適地適木の選定」を踏まえて検討するものとする。 但し、中国の多様性森林造成の樹種には、優良郷土樹種を中心としながらも、外来種の利用も謳われている。本ガイドラインでは、将来的には遺伝的に見た地域系統群の保全という見地から、外来種の利用は段階的に除外すべきと考えている。 また、植栽候補樹種には、表4-2-1に示す現行黒龍江省の指針より例示する種数を増やす。
混交類型	同上第2章第9条造成モデルには、1. 混交類型として①針闊混交型、②針葉樹混交型、③闊葉樹混交型、④喬灌混交型がモデルとして示されている。	林種の違いによる組合せ類型は、常緑と落葉の区分を入れなければこの3タイプしかない。計画地では常緑広葉樹は生育できないため、区分はこの3タイプで十分である。 喬（高）木性と灌（低）木性の組合せに関しては、条件のより厳しい地区では灌木類だけの組合せの場合も特殊類型として加える。
混交方式	同第2章第9条2. 混交方式として①塊状（島状）混交、②带状混交、③行間混交、④株間混交がモデルとして示されている。 また、3. 混交比率では、「混交比は30%以上とし、水土流失の著しい地域では灌木樹種と闊葉樹の比率を増やす」としている。	大別すれば群状と列（帯）状に区分できる。できるだけ細分化を避ける意味で、行間と株間は列状にまとめ2つの様式とする。 混交率は、この値を踏まえて、さらに検討を加える。

植栽密度	同第2章第11条植栽密度では、黒龍江省ではDB/T507-1999造林技術規定に依るとされ、一般的には以下のように規定されている。 ①3,300～4,400本/ha（紅松、云杉、水曲柳）、②2,500～3,300本/ha（落叶松、樟子松）、③1,100～1,650本/ha（楊樹、柳樹）	初期の生態林造成のための高木性樹木の植栽密度は、これまでの標準本数で問題はない。 複層林改良の場合の新規植栽を行う場合や、灌木類については、樹種ごとの特性に応じて定める。
地拵え方法	同第2章第12条整地（地拵え）にあたって1.整地方法として以下の4タイプが挙げられている。 ①穴状整地、②带状整地、③高台整地、④魚鱗坑整地（具体的な方法については別表4-2-2に示す。） また、同2.整地時期において、山区、平原区においては植栽前年の秋に行うとされている。	基本的な方法は変更の必要は無く、計画地の微地形や土壌条件の特性に応じてその形状を検討することで十分対応可能である。 また、可能な限り土壌改良を行うことが望ましいが、その方法についての提案も検討して加える。 施工時期については、現地の標準的方法に準拠するものとする。
植栽時期	同第2章第13条植栽季では以下の3時期となっている。 1.春季植栽：春苗木が芽吹く前1～2週間、先に日当たりの良い斜面、萌芽の早い樹種から行う。 2.雨季植栽：春季植栽の補助季。西部半乾燥地、容器苗の植栽に適する。 3.秋季植栽：主に柳の挿し木、大粒種子の直播、容器苗等の植栽に適する。	植栽時期については、基本的に現地の基準に従って行う。
植栽方法	同第2章第14条植栽方法には以下の3つの方法がある。 1.育苗植栽：苗木植栽で①穴植栽、②溝植栽、③容器植栽がある、 2.播種造林 3.挿し木、挿し芽	植栽方法については、基本的に現地の基準に従って行う。
育成管理方法	同第3章国家重点防護林、特殊用途林の育成管理第16条育成管理林分条件では以下のように規定されている。 1.防護林：次の条件に当てはまる場合育成管理作業を実施する。①閉度0.8以上に達し、林下の立木、植生が受光しない。②病虫害、火災、雪害、風折あるいは腐植木が20%に達した。 同第17条育成管理の種類と方法 1.育成管理の種類として①透光管理、②生長管理、衛生管理 2.育成管理の方法として①定株育成：非目的樹種、過密幼樹の除伐、②定性間伐、③定量間伐	一般的な管理は、左の基準に従って行うことで問題はないが、森林に求められる機能やニーズによって、それとは異なる育成管理が必要な場合は、別途定めることとする。 間伐方法については、間伐する森林の将来目標、あるいは間伐材の利用目的等によって異なるため、対象森林の求める機能のある程度絞った上で、間伐の方法を定める。 また、周辺に自然林等があるなど、自然の種子散布の可能性がある場合は、間伐に一定面積の伐採と林床の掻き起こしのみを行う、自然侵入パターンを加える。
間伐率及び方法	同第3章第17条3.育成管理の強度において、現存林分の蓄積量の15%を超えて伐採してはならないとされている。	現存林分の求める機能や目的に応じて、間伐率も異なる場合があり、一律15%以内に限定するのはやや過少と思われるが、施業の許可基準や間伐補助の要件になっている場合は準拠項目とする。

別表 4-2-1 第 2 章第 7 条樹種選択 1. 防護林

防護林の種類	主要喬木樹種	主要灌木樹種
①農地、草牧場 防護林	楊樹、樟子松、落叶松、云杉、水曲柳、黄菠蘿、柳樹など	錦鶏児、丁香、沙棘、胡枝子、紫穗槐、など
②水源涵養林	紅松、樟子松、落叶松、赤松、水曲柳、黄菠蘿、胡桃楸、柞樹、紫椴、榆樹、楊樹、白樺など	錦鶏児、丁香、胡枝子、紫穗槐、灌木柳など
③水土保持林	紅松、云冷杉、樟子松、落叶松、水曲柳、黄菠蘿、胡桃楸、柳樹、榆樹、椴樹、楓樺、楊樹、白樺など	錦鶏児、杏、沙棘、紫穗槐、灌木柳など
④その他の防護林	防護の目的に照らし、適樹を選択	防護の目的に照らし、適樹を選択

別表 4-2-2 第 2 章第 12 条 1. 整地方法

整地（地拵え）の種類	方法
①穴状整地	一般的には、直径 50cm、深さ 20～30cm。大苗の場合は直径 80cm、深さは根の長さ。
②帯状整地	風蝕、水蝕の著しい荒地や緩傾斜地にあつては帯状に整地する。帯幅 60～80cm、深さ 25～40cm、帯間隔 1.2～1.4m。
③高台整地	間歇性滞水地と塩類集積地にあつては、高台整地を行う。高さ 30～40cm、底辺 1m前後。
④魚鱗坑整地	斜面や小河川堤の上部、堤体法面にあつては半月形の魚鱗坑を造成する。長さ 0.8～1.5m、短径 0.5～1.0m、畦嵩 0.2～0.3m。魚鱗坑は蓄水保土のため斜面に三角形を成すよう配置する。

4-3 生態林建設に関する基本方針と地域別目標

4-3-1 生態林建設に関する基本方針

本ガイドラインは、計画する地域の環境に適合し、その地域の潜在自然植生^{※1}、あるいは原植生^{※2}に近い、できるだけ生態的に安定した森林に誘導していくための手法を示すものである。

生態林は、並木のような線状の林帯ではなく、線よりは面、点よりは面へと広がりを持つ森林の造成を目指すものである。また、これまでの防護林造成に見られた、同種同齢の一斉林ではなく、多種異齢で多様性のある複層林や混交林を目指している。

しかしながら、本地域は植物の生育にとって厳しい環境条件の場所が多く、最初から多様性のある森林の造成が困難な場合が多い。したがってそのような場合は、これまで蓄積されてきた従来の防護林造成の技術を活用して、同種あるいは二種程度の先駆的な林分を造成し、その後帯状間伐等の導入によって改良を加えながら多様性のある生態林に育成していく手法をとるものとする。

同様に、間伐期に達した既存の防護林に対しても、同様な手法によって多様化を図るものとする。

したがって、本ガイドラインは、既存防護林の改良と新規生態林造成の二つの場合の事例を、類型区分ごとに整理して示すこととした。

但し、既存防護林の改良については、面的に広がりのある場合を対象とし、幅の狭い列状や並木状の防護林は対象から除外している。

4-3-2 地域別目標

1-5 で生態林の意味について整理したように、生態林は基本的には公益的な機能を有する森林を中心とし、経済林は対象に含まないものとする。

しかし、今後の森林造成は、公益的機能や環境面の役割だけでなく、再生産が可能なカーボンニュートラル^{※3}な資源として、経済林も計画的に造成し、かつ適正に管理していくことが求められる。

そのためには、将来の公益林や経済林の適正な配置と住宅地や農地・牧草地などの適正な土地利用の計画が最も重要となる。

本ガイドラインでは、それら土地利用計画の検討までは含まないが、生態林造成は長期間を要することからも、事前に土地利用計画との十分な整合は不可欠である。

その上で、4-1 で類型区分した地域ごとに、生態林の具体的な目標を設定し、その目標達成に必要な育成管理を行っていく必要がある。表 4-3 は、大きく 3 つに類型化された地域ごとに、主な整備目標とその育成管理の考え方を事例的に示したものである。今後は、実施段階において継続的な追跡調査等を行いながら、より実情に適したガイドラインとなるよう改善を加えていくことが必要である。

※1 潜在自然植生 potential natural vegetation：現状で人間の影響を一切停止したとき、その立地に生じると想定される自然植生。

※2 原植生 original vegetation：人間が植生に影響を与える直前までの自然植生。

※3 カーボンニュートラル carbon neutral：植物は空気中の CO₂ を取り入れて成長する（光合成）。燃焼時には CO₂ を空气中に放出するが、植物のライフサイクルで見ると CO₂ の増加はない。これをカーボンニュートラルという。

表 4-3 地域別目標と植栽方法や育成管理の考え方

類型区分	地域目標	植栽・育成管理等の方法
1) 風沙区	■ 飛砂防止に有効な林帯幅と林帯間隔を計画的に確保する（林帯の連続性の確保も合わせて計画する）。	■ 農地ではできるだけ 500m グリッド以内に林帯を設け、林帯幅は植栽する樹木の想定樹高以上の幅を確保する。
	■ 重度の塩基性土壌による裸地化を防ぎ、森林化を推進する。	■ 重度の塩基性土壌では、植栽を行う 1 年以上前に畝立てを行い、畝頂部の塩基成分をできるだけ低下させておく。
	■ 造成する森林は、できるだけ混交林とし、種の多様性を確保するように努める。	■ 本地域で高木性樹種の混交林造成が難しい場合は、中低木（灌木）との組合せによるか、以下の方法と併用する。 ■ 最初に最も環境に対する適応性の高い高木性樹種を植栽し、ある程度環境が緩和された時点で、間伐しながら新たに異なる高木性樹種を加えていく。
2) 平原区	■ 農業地帯の防風機能を高めるために有効な林帯幅と林帯間隔を計画的に確保する。	■ 農地ではできるだけ 500m グリッド以内に林帯を設け、林帯幅は植栽する樹木の想定樹高以上の幅を確保する。
	■ 水源涵養機能の向上と生態的な多様性確保のため、林帯の連続性の確保と同時に、面的に広がりをもつ森林を拠点的に配置する。	■ 部分的に林帯幅を広くしたり、林帯と林帯の結節点を広くした場所は、水源涵養機能を高める土壌構造にしていいため、落葉落枝の採集や放牧を禁止する。
	■ 河川沿いは、水害防備機能と生き物の回廊としての機能を高めるため、できるだけ林帯幅を広くする。	■ 水害が発生した場合の溢水や引き水の誘導方法と水害防備林の配置を計画的に行い、優先順序を検討した上で整備していく。
3) 丘陵区	■ 土砂流出を防ぐため、傾斜地には斜面に直交する方向に、帯状に林帯を造成する。	■ 傾斜が急な地域ほど林帯間の間隔は狭くする。
	■ 同時に水源涵養機能の効果を高めるため林帯の幅を広くとり、林内の表土の保全を図る。	■ 水源涵養機能を高める土壌構造にしていいため、落葉落枝の採集や放牧を禁止する。
	■ 周辺に自然林が分布している地域では、そこからの種子等の自然侵入を促しながら、多様性のある林分への誘導を行う。その効果を高め、また生き物の回廊としての機能を高めるためにも、自然林との連続性を可能な限り確保する。	■ 既存防護林において周辺植生からの侵入を促すため、帯状の間伐や、林内にギャップを設けるなどの方法をとる。

4-4 既存防護林の改良に関する共通作業項目

4-4-1 既存防護林の間伐

1) 防護林の面的広がり大きい場合

既存防護林の間伐は、その目的によって手法が異なる。しかしここでは、作業効率や間伐後の補植作業のし易さなどを勘案して、列状間伐と定性間伐の組合せを標準として、以下のような基準とする。

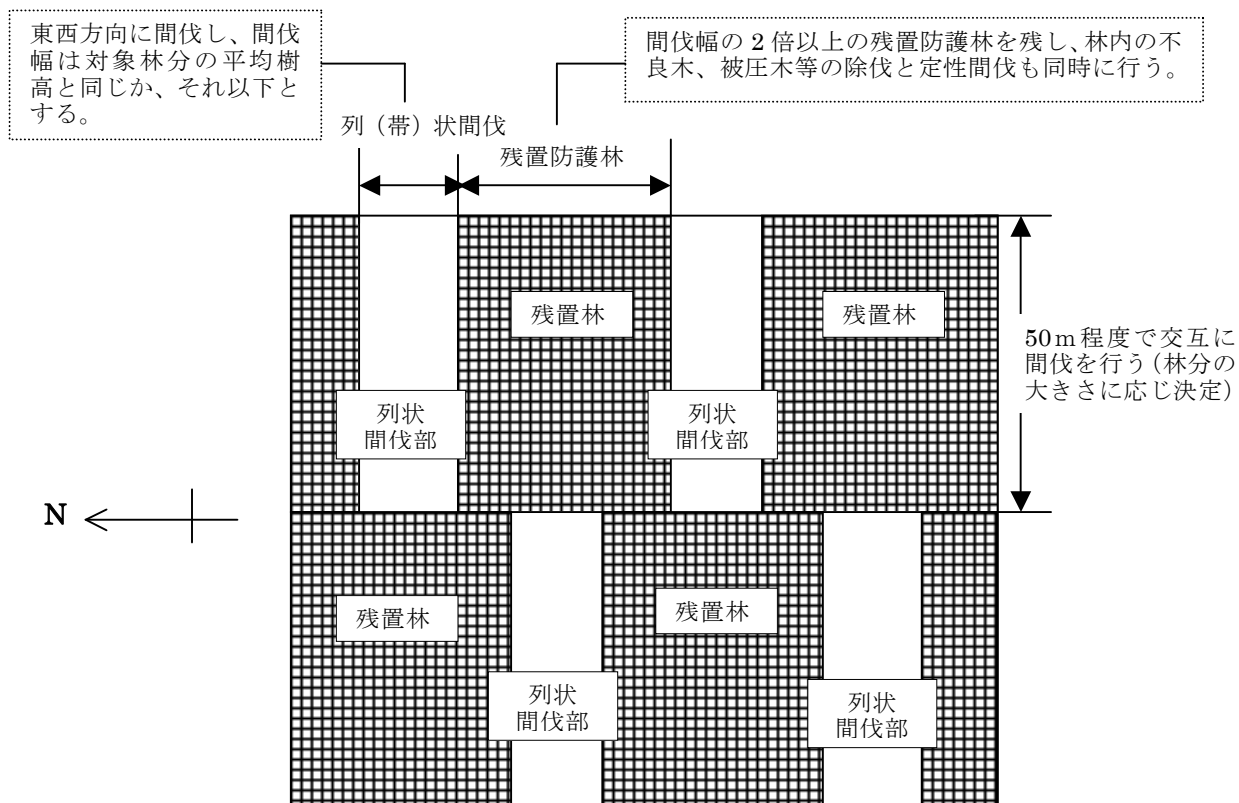


図 4-1 既存防護林改良のための列状間伐平面図

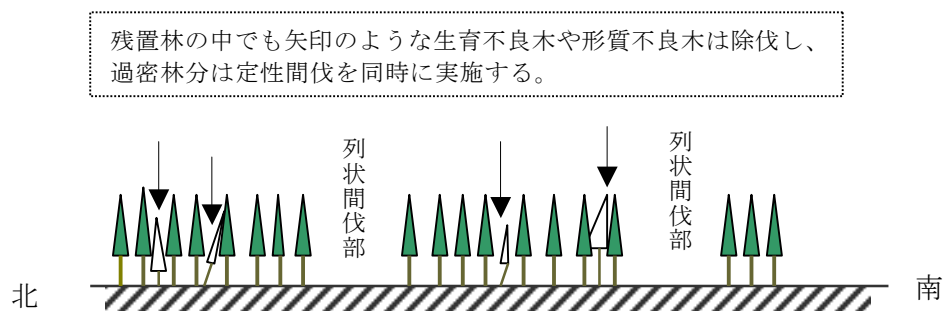


図 4-2 既存防護林改良のための列（帯）状間伐断面図

2) 防護林の面的広がり小さい場合

既存防護林の面的広がり小さいか、形状が不定形で複雑な場合などは、一定幅、一定長の矩形状の間伐が困難となる。その場合、多様性を目指した間伐による改良方法としては、以下のような円形あるいは楕円形状等の空間をつくり、その中に補植を行うギャップ更新的な考え方で実行する。

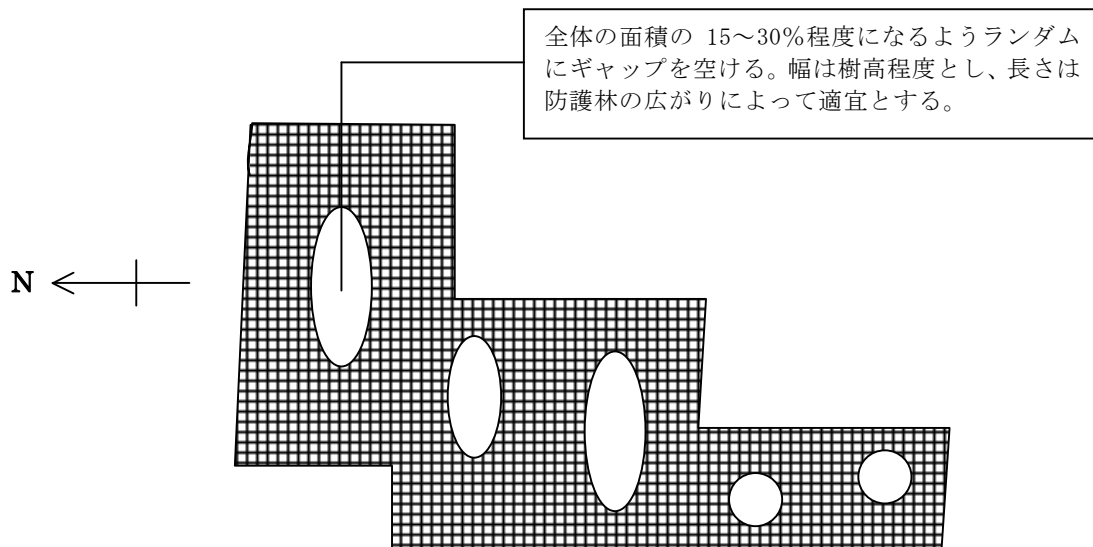


図 4-3 既存防護林改良のためのギャップ間伐平面図

4-4-2 間伐跡地への別種苗木の補植

1) 苗木の大きさ

間伐後は、草本の侵入が顕著であることが多い。新たに植栽する苗木は、あまり小さいと草本に被圧されやすいか、下刈りの管理回数を増やす必要があるため、20～30cm 以上の苗高が望ましい。但し、逆に苗木が大きすぎると活着率の低下原因となるため、苗高は 1m 以下程度が望ましい。また、1m を超える落葉広葉樹苗木で、根の発育が旺盛でない苗木や、最適期に植栽できない場合は、根元から 30cm 程度で上部を切り落として植栽するなどの配慮を行う。

2) 苗木の形態

一般的に、ポット苗木は植栽時期の適応範囲も広く、活着率を高める効果が期待できるが、一方で価格が高いことや、現場まで車両が入らない場合の運搬が困難であったり、運搬経費がかかりすぎるなどのマイナス面もある。

また、ポットの大きさと苗木の大きさのバランスが取れている間に植栽が行われないと、苗木が大きくなりすぎた場合、ポットが小さすぎて、根の発育が阻害されることがあるため注意する必要がある。

したがって、ポット苗木を用いるかどうかは、植栽する樹種と植栽する場所の条件によって、十分検討する必要がある。

3) 植栽方法

当該地域周辺における列状間伐後の環境は、図 4-4 に示すように間伐部の両端の既存木の直下は、雨水が届かず既存木との水分の奪い合いもあって、苗木が乾燥害で枯れやすいため植栽を避ける。

間伐部の北側林縁部は、直射日光が長時間当たりやすく、表層土壌の乾燥が一層進むため、間伐幅は樹高程度以下にすることが望ましい。それより間伐幅を広くとる場合は、北側により乾燥に強い樹種を配置する。

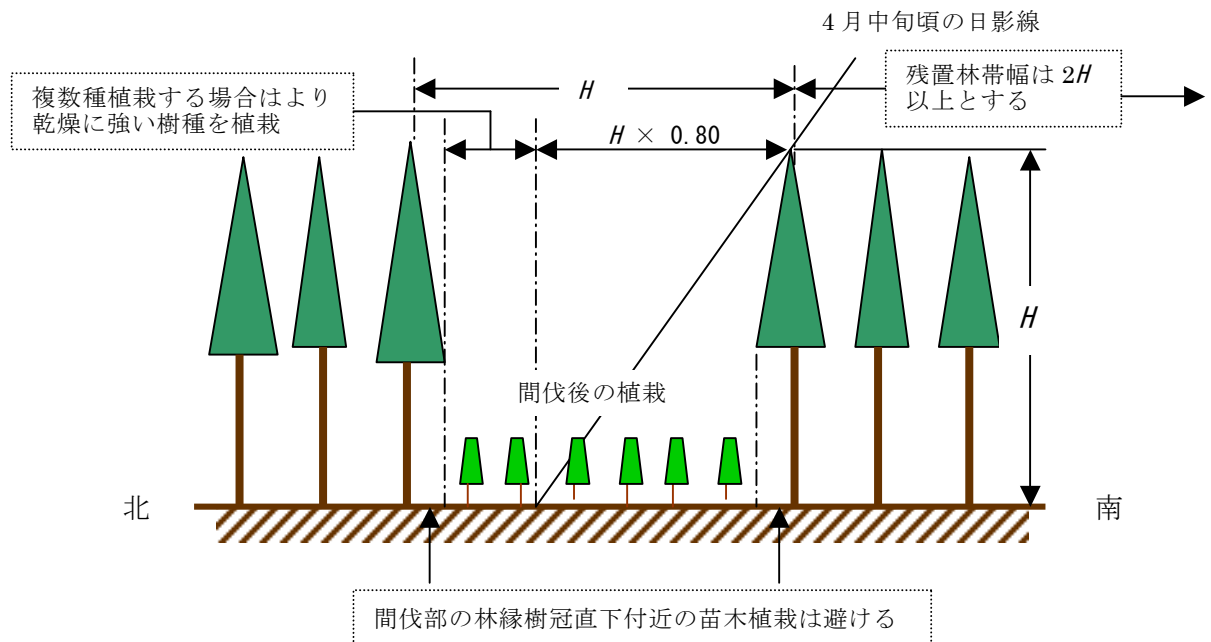


図 4-4 北緯 48° の位置における列（帯）状間伐後の補植概念図

北緯 48° 前後の地域では間伐後、間伐部の日照条件が変わり、対象林分の平均樹高を H とすると、春分・秋分の頃は南側林縁部から約 $1.1H$ 、夏至では $0.45H$ の距離まで日陰となる。植栽適期である 4 月から 5 月上旬にかけては、概ね $0.8H$ のあたりに日影線がくる。

雨量の十分ある地域では、一般的に日照時間が多くなることによって生長が促進される場合が多いが、当該地域のように雨量が少なく、土壌が乾燥しやすい地域では、日照時間の増加が表層土壌の乾燥を一層促進しやすくなる。

したがって、苗木の植栽時期から生長期間中に常に 100% の日照条件となる場所では早魃被害が発生しやすい。そこで図 4-4 に示すように、主な植栽時期である 4 月中旬ころまでは日影となる $0.8H$ あたりまでの植栽幅とするのが妥当である。

また、数種類の苗木を植栽する場合は、間伐部の北側林縁に近い列に日照を好み乾燥により強い樹種を植栽することが望ましい。

4-4-3 植栽後の育成管理

植栽後の育成管理は、以下を基本とする。

1) 灌水

灌水は植栽時及び植最後に 1～2 回行い、特に乾燥の厳しい年は、適宜灌水を行う。

2) 下刈り除草

植栽した苗木が、雑草に被圧されないように、苗木周囲の下刈りを行う。特に注意すべき点は、落葉広葉樹の苗木は下刈りの際に誤伐されやすいため、作業者に十分注意するよう喚起する。

3) 家畜の食害や踏圧害の予防

当該地域の防護林周辺は、家畜の放牧が行われている地区が多く、食害や踏圧害が発生する可能性があるため、周辺住民に対する注意喚起と、施業の目的や方法を記載した立て看板等を設置するなどして予防措置をとる。

4) 地域住民の参加

植栽作業に、できるだけ地域住民がかかわれる方法を採用することによって、植栽後の適正な管理や、家畜被害を減少させることにつながる。

生態林の造成が、地域の農地や放牧地の環境を改善することから、今後住民参加の森づくりが望まれる。

4-5 既存防護林の改良に関する類型区分ごとの植栽候補樹種と植栽密度

3-2 で行った生態林の類型区分ごとに、植栽可能樹種（表中の樹種は中国名、学名と和名の対照表は資料編の参考資料 2 に一括して示す）とその植栽密度の事例を示す。

これはあくまで標準タイプであり、対象地域の現状にあわせて適宜変更する。

4-5-1 風沙区

風沙区の対象地域は、主に大慶市杜爾伯特蒙古族自治县（泰康県）、齊齊哈爾市龍江県・泰来県。

表 4-4 風沙区の植栽候補樹種及び植栽密度

類型区分 （現在の防護林構成 樹種）	改良対象林分の補植 候補樹種	改良対象林分の補植 樹種の植栽密度 （本/ha）	備 考
A-1-a ポプラ類（小黑楊、銀中楊など）の単一樹種同齡林の場合	樟子松	2,500～3,300	
	沙棘、枸杞、胡枝子、錦鶏児、桤柳	1,100～1,600	
A-2-a 樟子松の単一樹種同齡林の場合	小黑楊、銀中楊	1,600～2,000	
	榆樹	1,600～2,000	
	沙棘、枸杞、胡枝子、錦鶏児、桤柳	1,100～1,600	

この地区は、嫩江下流域の中でも現況における森林被覆率が 7.0%（杜爾伯特蒙古族自治县）と最も低く、飛砂の害も多い地区である。防護林面積の占める割合も最も低く、杜爾伯特蒙古族自治县では 0.3%に留まっている。

従って、この地区における防護林建設への取り組みは、既存防護林の改善より、新規面積の拡大が優先されることになると考えられる。

具体的な留意点は以下のとおりである。

- ①当地区の土壌は塩基性土壌が多く、土質は粒子の細かい砂土である。防護林内においても有機分を多く含む表土は殆どないか、極めて薄いため、林内からのリター（落葉落枝）採取は行わないようにする。
- ②帯状に間伐した後の伐採根は、高木性の樹種を植栽する場合は極力除去する。除去できない場合、ポプラ類など切株から萌芽する樹種については、萌芽した枝を切り取って再生を防ぐ。
- ③ポプラ類の防護林に高木性の苗木を補植する場合、列状間伐の幅は既存林の樹高基準値ではなく、新たに植栽する樹種の到達樹高程度を基準とする。
- ④既存ポプラ類の林縁樹冠下は植栽を避ける。

4-5-2 平原区

平原区の対処地域は、主に齊齊哈爾市甘南県他同市の9県及び綏化地区。

表 4-5 平原区の植栽候補樹種及び植栽密度

類型区分 (現在の防護林構成 樹種)	改良対象林分の補植 候補樹種	改良対象林分の補植 樹種の植栽密度 (本/ha)	備 考
B-1-a 興安落葉松の単 一樹種同齢林の場合	紅皮云杉、樟子松、紅 松	2,500～3,300	
	榆樹、水曲柳	2,500～4,400	
	胡枝子	1,100～3,300	
B-2-a 樟子松の単一樹 種同齢林の場合	云杉、落葉松、紅松	2,500～3,300	
	榆樹、水曲柳 楊樹類	2,500～4,400	
	沙棘、胡枝子	1,100～3,300	
B-3-a ポプラ類（小黒 楊、銀中楊など）の単 一樹種同齢林の場合	樟子松	2,000～3,300	
	云杉	2,500～3,300	

甘南県の森林被覆率は11.8%と、嫩江中流域の総面積に対する被覆率12.3%を下回っている。したがって、当地区に関しても、既存防護林の改善より、新規植栽による森林面積の拡大に重点が置かれると考えられる。

しかし、本調査結果から、列状間伐後の環境改善による林床植生の被覆状況や補植した苗木の活着状況などから、改良の効果が期待できるため、可能な地域においては、防護林の改良に着手することが望まれる。

既存防護林の改良に関する留意点は以下のとおりである。

①調査した既存防護林では、当初の植栽は5,000本/haと密度は高く、植栽後15年を経過しても成立本数は殆んど減少が見られない。従って、列状（帯状）に間伐するだけでなく、残置森林においても、除伐あるいは定性間伐を実施する必要がある。このような過密防護林の場合は、全体の成立本数は2,500本/ha程度を目安とする。

例えば、5,000本/haの防護林を、図4-1の方法に従って列状（帯状）に30%を間伐すると、残置防護林は3,333本/haとなり、さらにこの残置防護林を25%定性間伐すると、全体で2,500本/haの密度となる。

②間伐後に木本類の自然侵入が期待できる地域では、列状（帯状）にこだわらず、図4-3に示すように林内にギャップを空ける方法も可能である。

③当地区のチェルノーゼム土壌は、腐植を多く含む表土は殆どないか、極めて薄いため、針葉樹の防護林には落葉広葉樹を植栽し、リターの採取を控えることが望ましい。

4-5-3 丘陵区

丘陵区の対象地域は、主に齊齊哈爾市克山県・拜泉県など 21 県。

表 4-6 丘陵区の植栽候補樹種及び植栽密度

類型区分 (現在の防護林構成 樹種)	改良対象林分の補植 候補樹種	改良対象林分の補植 樹種の植栽密度 (本/ha)	備 考
C-1-a 興安落葉松の単 一樹種同齡林の場合	云杉、紅松、樟子松	2,500～3,300	
	水曲柳、黄菠蘿、胡桃 楸、椴樹、白樺、楓樺	3,300～4,400	
C-2-a 樟子松の単一樹 種同齡林の場合	云杉、紅松、落葉松	2,500～3,300	
	水曲柳、黄菠蘿、胡桃 楸、椴樹、白樺、楓樺	3,300～4,400	
C-3-a トウヒ類の単一 樹種同齡林の場合	樟子松、落葉松、紅松	3,300～4,400	
	楊樹類	1,600～2,500	
	水曲柳、黄菠蘿、胡桃 楸、椴樹、白樺、楓樺	3,300～4,400	

この地区の森林被覆率は、嫩江中流域で最も高く、克山県では 22.4%、拜泉県では 20.2%に達している。中国の国家プロジェクトとして進められている林業施策における森林被覆率の目標は、2010 年までに 19%以上、2020 年までに 23%以上、2050 年までに 26%であり、当地区は、2010 年目標値を既に上回っている。

この地区の土壌は黒土で、林内土壌の表層には、数 cm の腐植層が見られる。また、林床への落葉広葉樹類の侵入は、他の二地区と較べて種数、密度とも多いのが特徴である。具体的な改良に関する留意点は以下のとおりである。

①列状（带状）間伐によって、伐採跡の開かれた部分では、もともと侵入していた平榛（オオハシバミ）などの林床植生が勢いを増してきており、檜類や樺類、楓類の侵入も見られることから、新規に補植を行わなくても、針広混交への誘導は可能であると考えられる。但し、誘導すべき樹種を優先させるための管理は必要である。

②補植を行った場合、気象条件によっては、草本類や灌木類が一斉に繁茂して、植栽苗木を被圧することが考えられる。その場合の、下刈り等の管理は必要となる。

③調査した既存防護林では、当初の植栽は 6,667 本/ha と極めて密度が高く、植栽後 23 年を経過しても成立本数は約 3,700 本/ha となっている。現段階での密度はかなり過密であるため、列状（带状）に間伐するだけでなく、残置森林においても、除伐あるいは定性間伐を実施する必要がある。このような過密防護林の場合は、全体の成立本数は 2,000～2,500 本/ha 程度を目安とする。

4-6 新規生態林建設における類型区分ごとの植栽

新規生態林の造成は、既存の防護林の改良に伴う補植の場合と較べて、環境条件が厳しいため、樹種の選択肢は少なくならざるを得ない。以下に類型区ごとに、主な植栽可能樹種の一覧を示す。

4-6-1 風沙区

風沙区の対象地域は、主に大慶市杜爾伯特蒙古族自治县（泰康県）、齐齐哈尔市龍江県・泰来県。

表 4-7 風沙区の植栽候補樹種及び植栽密度

類型区分	高木性樹種	植栽密度 (本/ha)	中低木性樹種	植栽密度 (本/ha)
塩基性が強い土壌条件の地区 (PH9.5以上)	樟子松 白榆	2,500～3,300 1,600～2,000	桤柳 枸杞、(四翅濱藜)	1,100～1,600
塩基性がやや強い土壌条件の地区 (PH8.5～9.5)	樟子松 白榆 小黒楊、銀中楊	2,500～3,300 1,600～2,000 1,600～2,000	桤柳 枸杞、(四翅濱藜) 沙棘、沙荃	1,100～1,600
塩基性が弱い土壌条件の地区 (PH7～8.5)	樟子松 白榆、糖楓 小黒楊、銀中楊	2,500～3,300 1,600～2,000 1,600～2,000	桤柳 枸杞、(四翅濱藜) 沙棘、沙荃、胡枝子、錦鶏児	1,100～1,600

この地区は、嫩江中流域の中でも、土壌の塩基度が高く、旱魃や洪水を繰り返すことが多い、植物の生育にとって非常に厳しい場所である。そのため、現状では森林被覆率が7.0%（杜爾伯特蒙古族自治县）と最も低い地域となっており、今後の新規植栽による生態林の建設は急務である。

また、調査試験地で問題となった家畜被害については、周辺農家への情報の徹底や、彼らが造成作業や管理作業に参加できるシステムをつくることが望ましい。

具体的な植栽に関する手法は以下のとおりである。

- ①新規に生態林を建設する場合は、気象条件や植栽基盤条件の厳しさから、4-7で示す高床植栽（高台整地）を基本とする。
- ②当地区における多様性の考え方は、植栽可能な高木性樹種の種数が限られることから、中低木（灌木）類の種類を増やすなどの代替手法によって機能をカバーする。
- ③造成当初の目的は、まず、飛砂を低減し、農地や居住環境を保全する効果を発揮するために、できるだけ早く確実に樹林を形成できる樹種の組合せとする。
- ④多様性への改良は、防護林の初期の目的が達成された後に、その段階での森林の生育状況から考えられる最善の改良方法を検討する。
- ⑤当地区の土壌は有機質含有量が少なく、植栽に当っては土壌改良として植穴に堆肥や畑土の混合が可能な場合は実行する。

4-6-2 平原区

平原区の対象地域は、主に齊齊哈爾市甘南県他同市の9県及び綏化地区。

表 4-8 平原区の植栽候補樹種及び植栽密度

類型区分 (優占種)	高木性樹種	植栽密度 (本/ha)	中低木性樹種	植栽密度 (本/ha)
樟子松	云杉、楊樹	2,500～4,400	胡枝子、錦鶏児、 山杏	1,100～3,300
興安落葉松	水曲柳、紅松	3,300～4,400	胡枝子、紫穗槐	1,100～3,300
云杉、紅皮云杉	紅松、楊樹、樟子松	2,500～3,300	桤柳、胡枝子、 枸杞	1,100～3,300
水曲柳	興安落葉松、楊樹	3,300～4,400	胡枝子、紫穗槐	1,100～3,300
黃菠蘿	水曲柳	2,500～5,000	胡枝子、桤柳	1,100～3,300
小黒楊、銀中楊	樟子松、云杉	2,000～3,300	沙棘、沙荖	1,100～3,300

当地区では、興安落葉松と水曲柳の針広混交の植栽も実施されており、成果も良好である。

また、農地防護林の樟子松や興安落葉松、楊類などの生育は順調である。したがって、生態林の建設に関しても、これまで通りの方法で大きな問題はない。但し、これまでの防護林造成における植栽密度は、5,000 本/ha 以上の高密度の場合が多く、適期に間伐が必要となる。しかし、全般に間伐の遅れが目立ち、過密林分が多く見られる。

これまでの生育状況から判断すると、間伐手間を省き、若木の横枝の成長をより促すためにも、植栽密度は表 4-8 の範囲が適当と考える。

具体的な植栽に関する手法は以下のとおりである。

- ①苗木植栽を行った最初の数年間は、草本類の生育が旺盛となり、それらの下刈りが必要となる。その場合に、植栽苗木を誤って刈り取らないことが必要であることから、特に落葉樹ではあまり小さい苗木の植栽は避けることが望ましい。
- ②一方、逆に苗木が大きすぎると、早魃時に梢枯れが生じやすいため、必要以上に大きい苗木を植栽する場合は、地際から 30～50cm 程度に切り詰めてから植栽する。
- ③生態林の建設地が飛砂の発生しやすい場所である場合は、中低木（灌木）性の樹種を加え、その分密度を高めに設定する。
- ④家畜被害の発生を防ぐため、周辺農家への情報の徹底や、看板表示等を行う。

4-6-3 丘陵区

丘陵区の対象地域は、主に齊齊哈爾市克山県・拜泉県など 21 県。

表 4-9 丘陵区の植栽候補樹種及び植栽密度

類型区分 (優占種)	高木性樹種	植栽密度 (本/ha)	中低木性樹種	植栽密度 (本/ha)
樟子松	小黒楊、銀中楊、云杉、紅松	2,000～3,300	胡枝子、錦鶏児、沙棘	1,100～3,300
落葉松	水曲柳、紅松	2,500～4,400	錦鶏児、紫穗槐	1,100～3,300
云杉、紅皮云杉、紅松	少尉松、黄菠蘿、椴樹、白樺	2,500～4,400	胡枝子	1,100～3,300
水曲柳	落葉松、白樺	3,300～4,400	錦鶏児、紫穗槐	1,100～3,300
黄菠蘿	胡桃楸、水曲柳	3,300～4,400	胡枝子	1,100～3,300
白樺、黒樺	樟子松	3,300～4,400	沙棘	1,100～3,300
蒙古櫟	白樺	3,300～4,400	胡枝子	1,100～3,300
小黒楊、銀中楊	樟子松	1,600～3,300	錦鶏児	1,100～3,300

当地区は、20%以上の森林被覆率を有し、嫩江中流域の中で最も高い値となっている。この原因は、他地区と比較して土壌条件の良さが影響していると考えられる。

また、他地区にはほとんど見られない落葉広葉樹の二次林も点在しており、この地区での生態林の建設は、他の地区より比較的容易に実現が可能と考えられる。

但し、これまでの防護林造成における植栽密度は、甘南県の場合と同様 5,000 本/ha 以上の高密度の場合が多く、適期に間伐が必要となる。しかし、全般に間伐の遅れが目立ち、過密林分が多く見られるため、今後は間伐手間を省き、若木の横枝の成長をより促すためにも、植栽密度は表 4-9 の範囲で実施する。

具体的な植栽に関する手法は以下のとおりである。

- ①苗木植栽を行った最初の数年間は、草本類の生育が旺盛となり、それらの下刈りが必要となる。その場合に、植栽苗木を誤って刈り取らないことが必要であることから、特に落葉樹ではあまり小さい苗木の植栽は避けることが望ましい。
- ②一方、逆に苗木が大きすぎると、早魃時に梢枯れが生じやすいため、必要以上に大きい苗木を植栽する場合は、地際から 30～50cm 程度に切り詰めてから植栽する。
- ③当地区は緩傾斜地が多く、降雨時に表土がガリー状の浸蝕を受けている場所もあるため、農地の浸蝕防止を目的とする生態林建設の場合は、中低木（灌木）性の苗木を、斜面に直交するよう列状に植栽する。
- ④家畜被害の発生を防ぐため、周辺農家への情報の徹底や、看板表示等を行う。

4-7 苗木の植え方

苗木の植え方は主に表 4-10 に示すように 5 つの方法がある。この他に急傾斜地の植栽方法があるが、本地域では該当地域がないため除外した。

表 4-10 苗木の植え方

種 類	植 え 方
1) 全面耕耘植栽（全面整地）	植栽樹種や土壌条件、土壌改良材混合の有無等によって耕耘の深度や回数は異なるが、一般的には表土厚 25～30cm 程度を耕耘機等によって 2 回耕耘する。それ以上の深度を確保する場合はレーキドーザーやリッパ、バックホウなどと併用する。
2) つぼ穴植栽（穴状整地）	植栽苗木 1 本ずつに植穴を掘って植栽する方法で、樹種や苗木の大きさによって植穴の大きさは異なるが、一般的に 1m 以下の苗木植栽の場合は、植穴の直径は 20～30cm、深さは 20～25cm 程度とする。 良質土や土壌改良材を加える場合は、よく混合して植え付ける。
3) 帯状耕耘植栽（帯状整地）	一定の列間をあけて列状に植栽する場合、植栽する列を帯状に耕耘する方法である。耕耘方法は、1) の全面耕耘に準じて行う。
4) 高床植栽（高台整地）	一般的な植栽でも効果があるが、特に塩基性の強い土壌や、滞水しやすい場所に用いる方法である。植栽する列を畝状に高く盛り上げ、その畝上に苗木の植栽を行う。 畝の形状は一般的に、a : 100～200cm、b : 80～100cm、c : 50～100cm、d : 15～25cm 程度とする。 さらに良質な土壌や土壌改良材等を加える場合は、高床にした植栽列の耕耘を行ってよく混合する。つぼ穴植栽の場合は 2) の方法に準じて行う。
5) 低床植栽	河川の氾濫原等で砂礫の含有量が多い場所では、高台植栽の逆に、畝の間の低い部分に苗木を植栽する。畝の形状は一般的に、a : 80～100cm、b : 100～200cm、c : 50～100cm、d : 15～25cm 程度とする。

第5章 今後の課題

5-1 試験地の追跡調査と今後の試験成果の活用

本ガイドラインは、2005 年～2007 年までの JICA 草の根技術協力事業として行った「新潟県・黒龍江省嫩江流域荒漠化地区生態林建設技術協力事業」の結果と、共同研究機関である黒龍江省森林与環境科学研究所の研究成果、及び関連研究文献等の資料を分析し、中国の森林整備に関する法律や規則等に照らし合わせながら作成したものである。

しかし、試験期間が短く、その結果を現段階でそのまま生かすことはできないため、今後の追跡調査が必要である。特に今後は、所期の目的を達成するために、どのような育成管理が必要になるのかに関するデータの収集が必要となる。

また、このたびの試験結果を踏まえて、地元黒龍江省の研究者による更なる試験研究が継続され、本ガイドラインにフィードバックされるデータが蓄積されることを期待したい。

5-2 地域住民の参加システム

嫩江中流域は、旱魃と洪水が繰り返されてきたため、農業への被害が大きく、安定した収入確保のためには、農地防護林は不可欠である。しかしながら、防風や水土保持のために建設される防護林の多くは、グリッド状か線状の林帯がほとんどであり、森林としての多様な魅力を有するまでには至っていないのが現状である。

今後、この農地防護林を、単なる防護機能優先の林帯ではなく、地域住民にも親しまれ有効に利用される生態林に改良し、新たに建設していくためには、地域住民の参加が不可欠である。

特に、計画時の合意形成、植栽時や最初の数年間に必要な育成管理には、地域における協力体制の有無が、将来の森林の成立に大きな影響を与えるだけでなく、地域住民が愛着を持って育てていくという意識になれるかどうかの重要な要素となる。

したがって、生態林の建設にあたっては、まず、地域住民がどのように参加できるのかについて、事前にいくつかの可能なシステムを検討することが必要である。

このシステムが運用されるようになれば、家畜による食害や踏付け害は回避される。

5-3 今後の施策誘導や支援のあり方

本ガイドラインは、これまでの機能に生態的多様性を加え、その地域に適した永続性のある安定した森林の造成を目指したものである。中でも大きな目標の一つは、大規模な病虫害の発生を防ぐために、一斉同齢単純林をできるだけ回避することである。

今後、新たに生態林を建設する場合は、これからの計画となるが、既存防護林の改良に際しては、一旦整備が終了しているため、新たな予算付けは厳しいと予測される。したがって、このような既存防護林の改良に際しては、帯状に間伐することによって、利用間伐が可能となるため、間伐材販売による売上がある程度期待できる。しかし、この方法は経済林においては可能であるが、重点防護林などの制約が厳しい場合は、このような間伐が認められない場合が考えられる。

したがって、多様性のある生態林への改良における間伐については、法令や規則との整合が課題となるが、今後は防護林の改良に関しての特別優遇制度等への働きかけも必要である。

また、既に自力で防護林建設を実施している集落もあり、今後、このガイドラインを参考にして、地域住民が協働して生態林建設に取り組む場合の支援措置が創設されることを期待する。

その際に検証事例として、この度の JICA 草の根協力事業が役立つよう、今後も試験地における継続管理が行われるよう期待したい。

〔 参考資料 〕

参考資料 1 設定試験区の概要 ————— 43

参考資料 2 樹種リスト（中国名-学名-和名対照表）—— 46

参考文献 ————— 48

参考資料 1 設定試験区の概要

参考資料 1-1 齊齊哈爾市甘南県甘南林場の概要

位置（座標）	東經 123° 28′ 58″ 北緯 47° 53′ 34″																																		
施業区隣接行政区画	東部：音河鎮 西部：甘南鎮																																		
施業区人口・集落数	3,000 人 1 鎮、10 自然屯																																		
創立年 管轄林業局・林場職員	1959 年 甘南林業局 122 名																																		
主業生産状況	木材年産（m³）	2,000																																	
	年間造林面積（ha）	133																																	
	苗圃面積・育苗数	24ha 360 万本																																	
	育苗品種	落葉松・樟子松・沙棘・銀中楊・中黒防																																	
木材加工生産状況	板材（年産 300 m³）																																		
兼業生産状況	養豚（200 頭）・養羊（500 匹）・養牛（50 頭）																																		
施業区内営林区	場部営林区・西山営林区・泉眼営利区・富源営林区																																		
地形	平原 海拔高度 180～200m																																		
水系	音河																																		
気象	年平均気温 2.6℃ 最高気温 39℃ 最低気温－35.4℃ 年平均降水量 455.2 mm 年平均蒸発量 1,499.8 mm 年間日照時間 2,791.7h 年間積算温度 2,260～2,980℃																																		
草本	草原・草甸類																																		
土壌	黒鈣土・黒土																																		
施業区内土地利用	施業区総面積（ha）	5,452																																	
	林業用地面積（ha）	4,992																																	
	非林業用地（ha）	460																																	
森林資源	有林地面積（ha）	2,592																																	
	森林蓄積量（m³）	126,210																																	
	森林被覆率（%）	47.5																																	
	森林蓄積率（m³／ha）	48.7																																	
<table><tr><td>主要林分</td><td>面積（ha）</td><td>蓄積量（m³）</td><td>蓄積率（m³／ha）</td></tr><tr><td>自然林</td><td>791</td><td>N. A.</td><td>N. A.</td></tr><tr><td>落葉松（人工）</td><td>1,220</td><td>73,140</td><td>59.9</td></tr><tr><td>樟子松（人工）</td><td>199</td><td>11,360</td><td>57.1</td></tr><tr><td>楊樹（人工）</td><td>261</td><td>12,310</td><td>47.2</td></tr><tr><td>水曲柳（人工）</td><td>45</td><td>3,420</td><td>76.0</td></tr><tr><td>柳樹（人工）</td><td>15</td><td>3,420</td><td>228.0</td></tr><tr><td>白樺（人工）</td><td>4</td><td>150</td><td>37.5</td></tr></table>				主要林分	面積（ha）	蓄積量（m³）	蓄積率（m³／ha）	自然林	791	N. A.	N. A.	落葉松（人工）	1,220	73,140	59.9	樟子松（人工）	199	11,360	57.1	楊樹（人工）	261	12,310	47.2	水曲柳（人工）	45	3,420	76.0	柳樹（人工）	15	3,420	228.0	白樺（人工）	4	150	37.5
主要林分	面積（ha）	蓄積量（m³）	蓄積率（m³／ha）																																
自然林	791	N. A.	N. A.																																
落葉松（人工）	1,220	73,140	59.9																																
樟子松（人工）	199	11,360	57.1																																
楊樹（人工）	261	12,310	47.2																																
水曲柳（人工）	45	3,420	76.0																																
柳樹（人工）	15	3,420	228.0																																
白樺（人工）	4	150	37.5																																
森林分類・構成比	重点生態公益林	面積：3,083ha	構成比：61.8%																																
	一般生態公益林	1,247	24.9																																
	商品林	662	13.3																																

参考資料 1-2 齊齊哈爾市克山縣北聯林場の概要

位置（座標）	東経 125° 34′ 34″ ～125° 49′ 46″ 北緯 48° 07′ 49″ ～48° 21′ 53″														
施業区隣接行政区画	東部：涌泉郷 西部：西建郷 北部：北聯鎮 南部：向華郷														
施業区人口・集落数	15,000 人 6 郷・50 自然村屯・4 農場														
創立年 管轄林業局・林場職員	1960 年 克山県林業局 270 名														
主業生産状況	木材年産（m ³ ）	4,000													
	年間造林面積（ha）	N.A.													
	苗圃面積・育苗数	20ha 800 万本													
	育苗樹種	落葉松・樟子松・水曲柳・雲杉・楊樹													
木材加工生産状況	角材（年産 1,500 m ³ ）														
兼業生産状況	茸生産（キクラゲ年産量 800kg）														
施業区内営林区	N.A.														
地形	丘陵 平均海拔高度 560m 前後														
水系	烏裕爾河														
気象	年平均気温 1.2° 最高気温 37.9° 最低気温 -42℃ 年平均降水量 510 mm 年平均蒸発量 1,200 mm 年間日照時間 2,620h 年間積算温度 2,400℃														
草本	小葉樟・三稜草・烏拉草・草莓・狗尾草など														
土壌	黒土 50%・暗棕壤 40%・沼澤土 10%														
施業区内土地利用	施業区総面積（ha）	7,320													
	林業用地面積（ha）	5,102													
	非林業用地（ha）	2,218													
森林資源	有林地面積（ha）	4,715													
	森林蓄積量（m ³ ）	322,491													
	森林被覆率（%）	64.4													
	森林蓄積率（m ³ ／ha）	68.4													
<table><tr><td>主要林分</td><td>面積（ha）</td><td>蓄積量（m³）</td><td>蓄積率（m³／ha）</td></tr><tr><td>天然林（柞樹・白樺・闊葉樹）</td><td>1,716</td><td>110,441</td><td>64.4</td></tr><tr><td>人工林（落葉松・樟子松・雲杉・針闊混交林）</td><td>2,999</td><td>212,050</td><td>70.7</td></tr></table>				主要林分	面積（ha）	蓄積量（m ³ ）	蓄積率（m ³ ／ha）	天然林（柞樹・白樺・闊葉樹）	1,716	110,441	64.4	人工林（落葉松・樟子松・雲杉・針闊混交林）	2,999	212,050	70.7
主要林分	面積（ha）	蓄積量（m ³ ）	蓄積率（m ³ ／ha）												
天然林（柞樹・白樺・闊葉樹）	1,716	110,441	64.4												
人工林（落葉松・樟子松・雲杉・針闊混交林）	2,999	212,050	70.7												
森林分類・構成比	防護林	面積：3,588ha	構成比：76.1%												
	用材林	1,096	23.2												
	經濟林	31	0.7												

参考資料 1-3 大慶市杜爾伯特蒙古族自治县（泰康県）新店林場の概要

位置（座標）	東經 124° 15′ ～124° 45′ 北緯 46° 29′ ～46° 37′																						
施業区隣接行政区画	東部：一心郷 西部：敖林西伯郷 南部：綠色草原牧場 北部：白音諾勒郷																						
施業区人口・集落数	1,358 人 3 郷・1 牧場・5 自然屯																						
創立年 管轄林業局・林場職員	1958 年 杜爾伯特蒙古族自治県林業局 162 名																						
主業生産状況	木材年産（m³）	1,500																					
	年間造林面積（ha）	330																					
	苗圃面積・育苗数	10ha 200 万株																					
	育苗樹種	樟子松・沙棘・木唐槭・楊樹																					
木材加工生産状況	N.A.																						
兼業生産状況	農業（トウモロコシ年産 700t・大豆年産 100t など） 養牛（2,000 頭）・養羊（5,000 匹）・養豚（200 頭）																						
施業区内営林区	N.A.																						
地形	風沙平原 平均海拔高度 140m																						
水系	嫩江																						
気象	年平均気温 3.6℃ 最高気温 36℃ 最低気温－41℃ 年平均降水量 420 mm 年平均蒸発量 1,450～1,480 mm 年間日照時間 N.A. 年間積算温度 2,820～2,950℃																						
地表植生	大針茅・貝加爾針茅・小禾草・氷草・野枯草など																						
土壌	沙壤土 土壌 PH 値 7.5～8.5																						
施業区内土地利用	施業区総面積（ha）	13,290																					
	林業用地面積（ha）	11,919																					
	非林業用地（ha）	1,371																					
森林資源	有林地面積（ha）	8,591																					
	森林蓄積量（m³）	147,316																					
	森林被覆率（％）	64.6																					
	森林蓄積率（m³／ha）	17.1																					
<table><tr><td>主要林分</td><td>面積（ha）</td><td>蓄積量（m³）</td><td>蓄積率（m³／ha）</td></tr><tr><td>樟子松</td><td>2,629</td><td>63,199</td><td>24.0</td></tr><tr><td>楊樹</td><td>5,179</td><td>83,836</td><td>16.2</td></tr><tr><td>落葉松</td><td>19</td><td>281</td><td>14.8</td></tr><tr><td>榆樹</td><td>764</td><td>N.A.</td><td>N.A.</td></tr></table>				主要林分	面積（ha）	蓄積量（m³）	蓄積率（m³／ha）	樟子松	2,629	63,199	24.0	楊樹	5,179	83,836	16.2	落葉松	19	281	14.8	榆樹	764	N.A.	N.A.
主要林分	面積（ha）	蓄積量（m³）	蓄積率（m³／ha）																				
樟子松	2,629	63,199	24.0																				
楊樹	5,179	83,836	16.2																				
落葉松	19	281	14.8																				
榆樹	764	N.A.	N.A.																				
森林分類・構成比	重点生態公益林	面積：4,356ha	構成比：50.7％																				
	一般生態公益林	4,235	49.3																				

参考資料 2 樹種リスト（中国名-学名-和名対照表）

参考資料 2-1 嫩江ガイドライン高木類植栽可能樹種一覧

科名	中国名	学名	和名
マツ科	臭冷杉	<i>Abies nephrolepis (Trautv.) Maxim.</i>	マツ科モミ属
マツ科	興安落叶松	<i>Larix gmelinii</i>	グイマツ、ダフリカラマツ、カラフトマツ
マツ科	云杉	<i>Picea Dietr</i>	トウヒ属
マツ科	魚鱗云杉(白松)	<i>Picea jezoensis Carr</i>	エゾマツ
マツ科	紅皮云杉	<i>Picea koraiensis</i>	チョウセンハリモミ
マツ科	紅松	<i>Pinus koraiensis</i>	チョウセンマツ、チョウセンゴヨウ
マツ科	樟子松	<i>Pinus sylvestris var. mongolica</i>	ヨーロッパアカマツの変種
クルミ科	胡桃楸	<i>Juglans mandschurica</i>	マンシュウクルミ
ヤナギ科	水曲柳	<i>Fraxinus mandshurica</i>	ヤチダモ
ヤナギ科	楊樹	<i>Populus xiaohai</i>	ヤナギ科ハコヤナギ属
ヤナギ科	小黑楊	<i>Populus × P.xiaohei</i>	ポプラの改良品種
ヤナギ科	銀中楊	<i>Populus alba×P.berolinensis</i>	ポプラの改良品種
ヤナギ科	山楊	<i>Populus davidiana</i>	チョウセンヤマナラシ
カバノキ科	毛赤楊	<i>Alnus sibirica</i>	ケヤマハンノキ
カバノキ科	楓樺	<i>Betula costata</i>	ミズメ、ヨグソミネバリ
カバノキ科	黒樺	<i>Betula davurica</i>	コオノオレカンバ
カバノキ科	白樺	<i>Betula platyphylla</i>	シラカバ、シラカンバ
ブナ科	柞樹	<i>Quercus mongolica</i>	モンゴリナラ
ブナ科	柞櫟(蒙古柞)	<i>Quercus mongolica Fisch.</i>	カシワの近似種
ニレ科	春榆	<i>Ulmus propinqua koidz.</i>	ハルニレ
ニレ科	白榆、家榆、榆樹	<i>Ulmus pumila L.</i>	ノニレ マンシュウニレ
マメ科	山槐	<i>Albizia kalkora (Roxb.) Prain</i>	オオバナムノキ
カエデ科	色木槭	<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ
カエデ科	糖槭	<i>Acer saccharum Marsh</i>	サトウカエデ
シナノキ科	紫椴	<i>Tilia amurensis</i>	アムールシナノキ
シナノキ科	椴樹	<i>Tilia Linn.</i>	シナノキ科シナノキ属
シナノキ科	糖椴	<i>Tilia mandshurica</i>	マンシュウボダイジュ
モクセイ科	黄菠蘿	<i>Phellodendron amurense</i>	キハダ

参考資料 2-2 嫩江ガイドライン中低木類植栽可能樹種一覧

科名	中国名	学名	和名
ヤナギ科	灌木柳	<i>S.saposhnikovii</i> A. Skv.	ヤナギ科ヤナギ属
バラ科	山莉子	<i>Malus Pallasiana</i> Juzepczuk	エゾノコリンゴ
バラ科	山杏	<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	アンズ
マメ科	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ
マメ科	錦鶏児	<i>Caragana chamlagu</i>	ムレスズメ
マメ科	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	ヤマハギ
グミ科	沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>	サジー、シーベリー
グミ科	沙棗	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	スナナツメ、ヤナギバグミ、 ホソバグミ
ギョリュウ科	桤柳	<i>Tamarix chinensis</i>	ギョリュウ
モクセイ科	丁香	<i>Syringa</i>	モクセイ科ハシドイ属
ナス科	枸杞	<i>Lycium chinense</i> Miller	クコ

主な参考文献

1. 造林技術規程（D B 23／T 507－1999）：2000 年 3 月 黒龍江省技術監督局
2. 沙地樟子松人工林衰退機制：朱教君、曾德慧、他 2005 年 12 月 中国林業出版社
3. 現有防護林合理經營与改造技術研究：姜鳳岐主編 1996 年 6 月 中国林業出版社
4. 黒龍江風光：段光达主編 2006 年 1 月 黒龍江人民出版社
5. 日中林業生態研究センター計画基礎調査報告書：2005 年 2 月 国際協力機構
6. 松花江・嫩江平原アルカリ塩化草地の総合評価と保護：廣田秀憲訳 1999 年
日本砂丘学会誌
7. 从水量平衡角度探論沙地樟子松人工林的合理密度：曾德慧、姜鳳岐、他
中国科学院応用生態研究所
8. 沙地低質林的成長狀況与經營技術：焦樹仁 遼寧省固沙造林研究所
9. 内蒙河套平原塩碱地水塩運動研究：楊光漢 1999 年 7 月
中国林業科学研究院林業研究所
10. 三北地区塩碱地宜林性評價：楊光漢、朱靈益、他 1999 年
中国林業科学研究院林業研究所
11. 大慶地区主要造林樹種耐塩碱能力評價：苑增武、張孝民、他 2000 年 防護林科技
12. 黒龍江省西部平原緩丘農区複合農林業綜合配套技術研究示范：李興業、許成启、他
2000 年 防護林科技
13. 黒龍江省西部低山緩丘農区水土保持林優化設計与营造技術研究：刘新宇、許成启、他
2000 年 防護林科技
14. 黒龍江省西部平原緩丘農区楊樹害虫種類及主要害虫綜合防治：許成启、李興業、他
2000 年 防護林科技
15. 渾善达克沙地複合式固沙造林技術分析：李景章、周效明、他 2001 年 防護林科技
16. 黒龍江省沙質荒漠化土地治理的生效益研究：陳棣 2002 年 防護林科技
17. 甘南県域農業生態系統林農構造分析与調整：呂曉紅、他 2002 年 防護林科技
18. 草沙地闊叶樹混交林造林試驗：王曼、于洪軍、他 2003 年 防護林科技
19. 黒龍江省黒土丘陵漫崗区水土保持林生態效益研究：李勤、刘新宇、他
2004 年防護林科技
20. 嫩江流域中下游防護林体系試驗区綜合效益分析：李樹森、俞冬興、他
2004 年 防護林科技
21. 荒漠化重度地区造林試驗研究：任玉平、雷鳳春、他 2005 年 防護林科技