

「信州大学審査学位論文」

中国内モンゴル陰山山地におけるシラカンバ
天然生林の間伐技術に関する実証的研究
－ 蛮漢山国有林場の事例を中心として－

2012年3月

王拴奎

目次

緒言	1
第1節 研究の背景	1
第2節 研究の目的と意義	2
第3節 研究方法	3
第4節 研究小史	7
第1章 日本と中国内モンゴルの天然生シラカンバ林の間伐技術	10
第1節 中国内モンゴルの天然生シラカンバ林の生育特性	10
1. 分布位置と遷移	10
2. 生育特性	11
第2節 日本の天然生シラカンバ林の生育特性	16
1. 分布位置と遷移	17
2. 生育特性	18
第3節 中国内モンゴルの天然生シラカンバ林の間伐技術	21
1. 樹形級区分法と間伐木	21
2. 間伐時期	22
3. 間伐率	22
第4節 日本の天然生シラカンバ林の間伐技術	23
1. 樹形級区分法と間伐木	22
2. 間伐時期	27
3. 間伐率	27
第5節 小括	28
第2章 蛮漢山国有林場の概況	30

第 1 節	位置と自然条件	30
第 2 節	森林資源概況	30
第 3 章	1960～1997 年の蚕漢山国有林場の経営の実態	33
第 1 節	社会・経済的特徴	33
第 2 節	林場の経営方針と財政	34
第 3 節	管理組織と労働力	41
1.	管理組織	41
2.	労働力	42
第 4 節	木材生産の管理組織と方法	44
1.	木材生産の管理組織	44
2.	木材生産の方法	46
第 5 節	小括	51
第 4 章	天然生シラカンバ林の間伐の実態 (1960～1997 年)	54
第 1 節	木材生産の意義	54
第 2 節	間伐の方針と方法	55
第 3 節	年間の間伐量と間伐時の林齢・間伐率・間伐木	61
1.	年間の間伐量	61
2.	間伐時の林齢・間伐率と間伐木	64
第 4 節	間伐材の利用	67
第 5 節	小括	69
第 5 章	今日における 10～25 年生の未間伐シラカンバ林の実態	71
第 1 節	調査林分の位置	71
第 2 節	調査結果と考察	72
1.	立木密度および胸高直径と樹高の分布の変化	72

2. 樹冠と立木の位置	76
3. 林木の形質	80
第 3 節 小括	86
第 6 章 総合的考察	88
結言	102
謝辞	106
注	108
引用文献	111

緒言

第 1 節 研究の背景

中国陰山山地の天然生シラカンバ (*Betula platyphylla* Suk.) 林は原生のトウヒ (*Picea meyeri* Rehd. et Wils.) 林あるいはアブラマツ (*Pinus tabulaeformis* Carr.) 林が山火事などの人為的・自然的災害によって消失した後に、成林する場合が多い(76)。これらのシラカンバ林は、現在、水源かん養や土砂流出防止などの諸機能が期待されているが、1998年に天然林の禁伐政策(天然林保護政策、実施期間：1998～2010年)が採用されるまでは、炭坑坑木用材、建築用材、家具用材、農業用材、薪炭材などとして多様な利用形態を持ち、当地域の住民にとって重要な木質資源の一つであった。現在もなお天然林の禁伐政策がとられているが、伐採が解禁される2011年以降、当地域のシラカンバ林は再び地元の重要な木質資源になることは間違いない。

なお、2008年7月に陰山山地の国有林場、木材需要者(炭坑会社、建築会社など)および木材市場に対して行った聞き取りによると、禁伐後の2011年以降、陰山山地で生産されるシラカンバの用材利用量は、柱と桁の双方がたる木を大きく上回ることが期待され、かつm³当たりの価格も高くなると予測されている(84)。このことから、シラカンバ林の生産目標は柱または桁の供給を主力として検討する必要があると考える。

さらに、現在の陰山山地のシラカンバ林は、2011年より間伐が可能となったが、これまでの禁伐状態が長らく続いていたことによっ

て、幼齡林分の過密化や壯齡林分の質的劣化が進んでいる。こうした状況は、解禁後のシラカンバ林の公益林として（9）、また重要な木質資源林として憂慮され、今後の経済的機能も含めた諸機能を高める施業の採用が望まれる。しかし、現在、このような施業技術の方向性はまだ示されていない。

また自然間引きによって立木密度が調整されているが、自然間引きは主に成長の劣る被圧状態にある個体が淘汰されるため、残存木の形質が向上しない（12）といわれている。中国での間伐の役割は、樹冠が閉鎖した林分の密度を低下させることにより、残存木にとって好適な成長環境をつくり、残存木の肥大成長の助長や林分の公益的機能を増強する一方で、形質不良な林木の伐採を通して、残存木の形質を向上し、林分の健全性の向上を図ることにある（36）。

第 2 節 研究の目的と意義

そこで本研究は、陰山山地に位置する国有林場の一つである蛮漢山国有林場（これ以降、特別な理由がない限り単に「林場」と述べる）における禁伐前の 1960～1997 年の事例を取り上げ、当時の林場経営の実態とシラカンバ林の間伐技術を分析・検討するとともに、現在の 25 年生以下の未間伐シラカンバ天然生林の林分構造を解明する。1960～1997 年の経営的・技術的問題点および現在の 25 年生以下の未間伐シラカンバ天然生林の実態を明らかにすることで、禁伐後（2011 年以降）の陰山山地におけるシラカンバ林の間伐において、木材生産を考慮して、木材資源ができる限り有効利用できる間伐技術およびそれを支える経営条件を提示することを目的とする。

このことは、中国におけるシラカンバ林の間伐史（1960～1997年）を補強するだけでなく、禁伐後の中国（特に陰山山地）における国有シラカンバ林に対する合理的で持続可能な施業技術の確立を展望する上での基礎となるものである。

第3節 研究方法

研究方法は、①中国内モンゴルと日本のシラカンバ林の間伐技術を把握するために、中国と日本におけるシラカンバ林の研究資料を読み、中国内モンゴルと日本のシラカンバ林の生育特性、間伐技術の研究成果および実践例を解明し、間伐技術の特徴を考察する。

②禁伐前の1960～1997年の林場におけるシラカンバ林の経営方式の特徴によって、「統括収支」経営方式時期（1960～1984年）、「過渡」経営方式時期（1985～1990年）および「自主」経営方式時期（1991～1997年）の3期に区分し、この3期の経営上の問題点を解明するために、地域の社会・経済的特徴、林場の経営方針・財政および労働力などの実態を分析する。

③1960～1997年のシラカンバ林に対する間伐技術の問題点を明らかにするために、林場の間伐による木材生産の意義、中国における国有シラカンバ林の間伐方針、これにかかわる林場の間伐の実態および間伐材の利用について検討する。

④現在の林場のシラカンバ林（すべての蛮漢山国有林場のシラカンバ林は天然更新によって成立した林分である）は、1997年以前の施業の実施および天然林保護政策（1998～2010年）による全面禁伐により、41年生以上の面積割合は5%未満、30～40年生では約20%、

29 年生以下は 75% 以上を占めている。このうち、30 年生以上の林分のほとんどは間伐が終了したが、25 年生以下の林分はほぼ未間伐状態にあり、その面積は全シラカンバ林面積の 50% 以上を占めている(11)。なお、シラカンバは比較的耐乾燥樹種であり、現在の蛮漢山国有林場で最も面積の占める割合が高い高木樹種である。これらのシラカンバ林のうち面積で 90% 以上が単純林であり、残りはシラカンバとヤマポプラの混交林であるが、その樹種構成は、シラカンバが本数割合で 80% 以上を占めている。

なお、中国では、シラカンバは 10~40 年生で伐採された場合、伐根の萌芽力は比較的強いため、シラカンバ林の萌芽更新を期待するならば、林齢 10~40 年生に伐採されることが重要であり(19)、また落葉広葉樹萌芽林施業の伐採周期は 40 年を超えないようにすべきであること(23)が報告されている。加えて、蛮漢山国有林場は半乾燥地域に位置するため、植栽木の残存率が低く、またシラカンバの実生更新も困難であるため、シラカンバの更新方法はこれまで萌芽更新を主として採用してきた(73)。以上より、蛮漢山国有林場の天然生シラカンバ林の主伐時期は遅くとも 40 年生程度に設定することが一般的となっている。またシラカンバ林に対して、主伐時(40 年生)前の 1 齢級期^{*1}である 30 年生以降に間伐を実施した場合、主伐時までの期間が短いため、残存木の直径の成長促進にとってその役割は小さいとされ、間伐時期は樹冠閉鎖時から主伐時の 1 齢級期以前(30 年生以前)までであるべきと考えられている(42)。

したがって、禁伐後の 2011 年以降のシラカンバ林における間伐技術を検討するために、現在の 25 年生以下の未間伐シラカンバ林にお

ける林分構造を把握することが必要である。そのためには、未間伐の各林分（林齢 10, 15, 20, 25 年生）において最も代表的と思われる箇所に標準地（以下プロットという）を選定し、毎木調査を行った。毎木調査の内容は、胸高直径（地上 1.3m）、樹高、枝下高、樹冠幅、立木位置である。なお異なる林齢で林分の構成や林木の形質などを比較するために、各プロットの設定は立地・環境面を極力同一にすることに配慮した。

⑤上記の 10～25 年生の未間伐シラカンバ林における林木の形質を把握するために、大橋式樹形級区分法（表緒－1）を用いて、樹形級区分を実施した。大橋式樹形級区分法は、林木の成長と形質の点から、4 桁（樹冠層、樹冠形、樹幹形、樹幹の欠点）の数字を用いて細かく分類する点に特徴がある（56）。また優勢木（上層木）・劣勢木（下層木）の判断は、調査プロットの平均樹高を基準として、平均樹高以上の林木を優勢木、平均樹高より低い林木を劣勢木としている。

表 緒 - 1 大橋式樹形級区分法

樹冠層	優勢木	1,000
	劣勢木	2,000
樹冠形	整形樹冠	100
	偏平樹冠	200
	過弱樹冠	300
	偏倚樹冠	400
	枯損木	500
	ないもの	0
樹幹形	通直幹	10
	小曲幹	20
	大曲幹	30
	分岐幹	40
	傾倒木	50
	ないもの	0
樹幹の欠点	不定芽および小枝の著しい着生もの	1
	枝痕跡の顕著なもの	2
	損傷等のあるもの	3

注) 幹の内曲面の最大矢高が最小径又は最小辺の 5% 未満が通直, 5% ~ 10% が小曲, 10% 以上が大曲幹。

出所: 大橋英一 (1948) 樹形調査の思い出. 東京林友 23: 16 ~ 23
より作成

調査プロット 1 ~ 4 のいずれも萌芽更新によって成立したシラカンバの一斉単純林である。各プロットのシラカンバにおける林齢の確定方法は、各プロットにそれぞれ標準木を選定して地際の部分で円板を採取し、その年輪数を読みとった。各プロットのシラカンバ林における樹冠閉鎖度は、シラカンバの樹冠投影面積を当プロットの面積で除して算出した。また各プロットの樹冠投影面積は樹冠投影図を用いてプラニメーター (日本小泉社製, 品番 KP-21C)

により算出した。

さらに各プロット内の立木の平面分布状態を知るために MORISITA $I\delta$ 指数 (28) を用いた。

$$I\delta = q \cdot \sum n_i(n_i - 1) \div [N(N - 1)]$$

ただし q は小区画 (調査プロットを大きさの等しい小区画に分割する) の数, N は調査プロット内の林木の本数, n_i は各小区画内の林木の本数である。また $I\delta = 1$ の場合はランダム分布, $I\delta > 1$ の場合は集中分布, $I\delta < 1$ の場合は規則分布をあらわす。

なお, 調査プロット 1~4 は, 萌芽更新後から調査時 (2007 年の 6~7 月) まで, 人為的攪乱や自然的災害 (雪害, 病虫害など) に遭っていない。また調査対象木は 10 および 15 年生のプロットでは, 胸高直径 2cm 未満の林木がほとんど存在しないため, 胸高直径 2cm 以上の林木を対象とした。同じく, 20 および 25 年生のプロットでは胸高直径 3cm 以上の林木を対象とした。

第4節 研究小史

現段階の中国におけるシラカンバ天然生林の間伐技術の研究において, 実生更新によって成立したシラカンバ林の平均胸高直径に対する ha あたりの立木本数の密度管理表が編成された (49)。しかし, 萌芽更新によって成立したシラカンバ林は, 林木間の間隔が極めて不均等であるなど, 間伐の際にはこの密度管理表の採用は困難であった。また形質より樹高成長を重視する選木法を用いて, 下層間伐

法を採用した場合における間伐率と成長量との関係に関する研究（48）はみられたが，立て木（将来の収穫対象木）の形質と成長の両方を重視する選木と間伐方法を検討した研究はみられない。2008年に陰山山地の国有林場に対して行った聞き取りによると，シラカンバ天然生林において，下層間伐法を採用して間伐を行った場合，残存木における直径成長の促進および形質の向上が十分に改善できない。なお，経営と間伐技術を含むシラカンバ天然生林における間伐史の統一的・系統的研究がいまだ出てきていないため，過去のシラカンバ天然生林の間伐事業は，どのような利点と問題点があったかわかっておらず，将来の間伐事業に対して経験や教訓を伝えられない。加えて，日本やアメリカなどの国では，シラカンバ天然生林は1970年以前薪炭林として間伐されておらず，それ以降一部が用材林または保安林となっているが，その間伐技術に関する研究報告は極めて少ない。

なお，陰山山地では天然生シラカンバは生理的に寿命のつきる樹齢が40～50年生である（43）。加えて，シラカンバにおいて，樹高の成長傾向は樹齢30年位までは急速に成長をするが，それ以後は次第に頭打ちになる。直径成長の傾向は樹高成長のそれと似ており，また樹高成長と直径成長のテンポはほぼ同様の速度を保っている（26）と報告されている。このため，シラカンバ林に対して，立て木における樹高・直径成長の促進，および用材生産量を増加するためには，樹冠閉鎖時から林齢30年位までに間伐の実施が必要であると考えられる。またこれまでの中国における天然生シラカンバ林の用材生産においては，年間需要量と比べて年間生産量は小さかった

といわれる。中国の経済の発展にしたがって、天然生シラカンバ林の用材の年間需要量は増えると考えられる。

以上のことから、天然生シラカンバ林の用材年間生産量を増加するためには、立て木の形質向上，樹高・直径成長を促進する間伐技術を採用いれる必要がある。現在ではこの間伐技術の検討は緊急の課題であると考ええる。

第 1 章 中国内モンゴルと日本の天然生シラカンバ林の間伐技術

第 1 節 中国内モンゴルの天然生シラカンバ林の生育特性

1. 分布位置と遷移

内モンゴル地域では、天然生シラカンバ林は東部の大興安嶺から西部の賀蘭山まで分布しており（図 1-1）、面積は 236 万 ha と全森林面積の 18% を占めている（69）。「シラカンバ分布の主な制限要素は熱量の不足ではなく、水分の乏しさである。シラカンバは降水量 350～450mm、相対湿度^{*} 65～70% の地域に分布しており、過剰な水分はシラカンバの発生を制限するほか、シラカンバは陽樹であるため日陰に耐える能力が低い。また、シラカンバ林は主に山地森林土壌（森林の地表にある地上の生物活動を支える土壌）に成育している。シラカンバ林の土壌は大興安嶺の北部と南部ではそれぞれ暗褐土と灰黒土、陰山山地では灰褐土である」（70）。

図 1-2 は内モンゴルでの天然生シラカンバ林の遷移過程を示したものである。これによると、針葉樹林（カラマツ林など）が濫伐あるいは火災に遭った後に、シラカンバ林を形成する。そのシラカンバ林が濫伐などに遭ったならば、その後に灌木林を形成する。さらに、その灌木林を破壊した場合、その後に草地を形成する。



図 1-1 内モンゴルでのシラカンバ天然生林の分布位置

注) シラカンバ天然生林 •

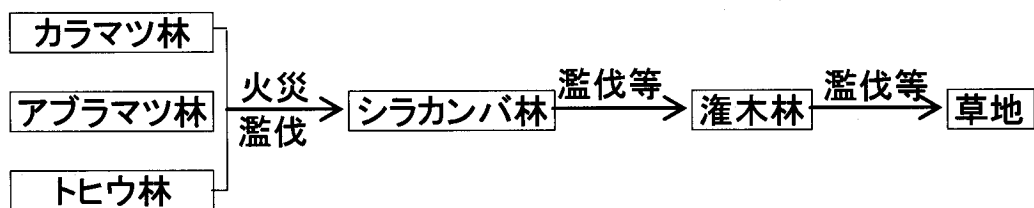


図 1-2 内モンゴルでのシラカンバ天然生林の遷移

出所：内蒙古森林編纂委員会(1989)内蒙古森林．182p, 中国林業出版社, 北京より作成

以上のように，中国の内モンゴルにおいて，シラカンバ林の分布地域は広く，主な水分の乏しさはシラカンバ林の分布を制限する。シラカンバ林は針葉樹林が火災や濫伐に遭った後に成立した二次林であると考えられる。

2. 生育特性

①萌芽更新

1) 林齢と萌芽

「シラカンバの伐根の萌芽力は、10～15年生で伐採した場合に最も強く、10～40年生を伐採した場合、ほとんどの伐根は萌芽力があり、1つの伐根につき数十から160までの芽を発生する。41～60年生未満のシラカンバを伐採した場合、10～40年生の場合に比べて伐根の萌芽力は弱く、伐根毎に発生する芽の本数も少なく、萌芽を発生しない個体もある。さらに60年生以上に達したシラカンバを伐採した場合、伐根の萌芽力はほとんどない」(74)。したがって、萌芽更新を期待するならば、林齢40年生までに伐採することが重要である。

2) 伐採時期と萌芽

内モンゴルでは、1年のうちで樹木が成長を停止したのちに伐採を行うのが良く、伐採時期は11月から翌年の3月までである。土壌の凍結期間が長い地方では翌年の5月までがよい。夏の伐採は発生した芽が冬期に冷害に遭いやすいため、避けるべきである(74)。その理由は、一定地域に成育している樹木はその地域の環境に適合する生活型を形成するとされているためである。樹木の成長中に伐採を行った場合その伐根の上に生える芽は、冬までの成長期間が短く十分に木化しないため、冬期に冷害に遭いやすいと考えられる。またシラカンバの伐根が高い萌芽能力を持つ時期は、伐採後の1年目あるいは当年の成長時期(4～9月)のみである。伐根が高い萌芽能力を持つ時期は、11～12月に伐採を実施する場合翌年の成長時期であり、1～3月に伐採を実施する場合では当年の成長時期である。

3) 切株の高さと萌芽

シラカンバ樹木を伐採した後に伐根における切口附近の細胞の成長促進ホルモンは機能に変化し，これにより伐根内の生物酵素が加速度的に活性化され，休眠芽の休眠状態が解除される。それらとともに伐根の韌皮部に細胞分裂が発生し不定芽が形成される（74）。伐根の上に生える芽はこれらの休眠芽および不定芽の萌芽から成長したものである。伐根の高さが高いと伐根の内にある休眠芽と不定芽の数がそれぞれ多く，これらが萌芽して生えた芽の本数は多い。また伐根の内に蓄えた養分は主にその根系の内に貯蓄されていた養分である。そのため，伐根の高さが低いと伐根の上に生える芽の本数は少なく，芽毎に根系からもらった養分は多いため芽は旺盛な成長をする。逆に伐根の高さが高いと生えた芽の本数は多いが，芽毎に根系からもらった養分は少ないため芽の発育は弱いと考えられる。地面から高さ 4～5cm の伐根の上に生える芽は独立根（個体独自の根）を形成しやすく，成長力は強い。

4) 伐採法と萌芽

同じ地位級・林齢のシラカンバ林でも，主伐時の伐採法の違いによって伐根の萌芽力は異なる。「小面積（5ha 以下）皆伐は幅 5m の狭い帯状皆伐より萌芽力は旺盛であり，また幅 20m 以上（長さは 1,000m 以内）の帯状皆伐は強度択伐（本数の 40%）より萌芽力は旺盛であった。その要因として，伐根が芽を発生させるには十分な陽光を必要とする」（75）ということが指摘される。よって，萌芽更新を利用した陰山山地の国有林場において，ひと塊*³のシラカンバ林の面積が 10ha 未満である場合は小面積（5ha 以下）皆伐，10ha 以上である場合は幅 20m 以上（長さは 1,000m 以内）の帯状皆伐を主伐時

に採用していた。そのため、萌芽更新を考慮して、小面積（5ha 以下）皆伐と幅 20m 以上の帯状皆伐は陰山山地のシラカンバ林の分布特徴に適合する主伐伐採法であると考えられる。

5) 皆伐跡地の水土流出について

傾斜度 25° 以下のシラカンバ林に対して、萌芽更新を利用する場合、5ha 以下の小面積皆伐跡地あるいは幅 20m 以上（長さは 1,000m 以内）の帯状皆伐跡地では、水土流出が発生せず、萌芽更新のシラカンバ稚幼樹の成長に与える影響も小さい。水土流出が発生しない理由として、上述のような皆伐跡地では、伐採後に伐根の上に萌芽した芽は早く生えると同時に、草や灌木が群生し、地表の植物による被覆率が総面積の 80% 以上と高くなり、地表径流（地下に吸収されずに地表を流れ去る雨水）が減勢される。加えて、地表に堆積している落枝・落葉は厚さが 5cm 以上であるため、降雨と地表径流の一部を吸収するからである（50）。

② 実生更新

樹齢 15 年生頃にシラカンバは種をつけはじめ、種が樹冠から地面に落ちて発芽する。シラカンバの種は小さく、羽を持ち、風により 1.0km 以上飛散する。しかし、種は小さく、その内に水分の量が少ないため発芽能力を維持できる期間は 10 日程度である。また種は外界の環境から十分な水を吸収してから発芽する。そのため、もし地面が乾燥していたり、あるいは厚い枯れ枝や葉で覆われている場合、落ちる種は湿潤土壌に接触できず、十分な水を吸収しないためほとんどが発芽能力を失う（74）。

③ 成長過程

内モンゴルでのシラカンバは、樹齢 10～15 年で繁殖を開始し、幼時の成長は速い。寿命は比較的短く、およそ 100 年生前後である（85）といわれている。

大興安嶺地域の実生更新によって成立したシラカンバ林において、胸高直径階別本数分布は、林齢 30 年生半ば以前では小さい径級の本数は多くなり、それ以後では林齢が高くなるにしたがって小さい径級の本数は少なくなり、正規型分布に近づく（図 1-3 参照）。材積平均成長量は林齢 35～40 年生に最多となる（72）と報告されている。これらにより、当地域の実生更新によって成立したシラカンバ林は、林齢の増加にしたがって自然間引きが主に小径木を淘汰する。また最多材積収穫量を希望するならば、林齢 35～40 年生に伐採収穫を行うことが得策であると考えられる。

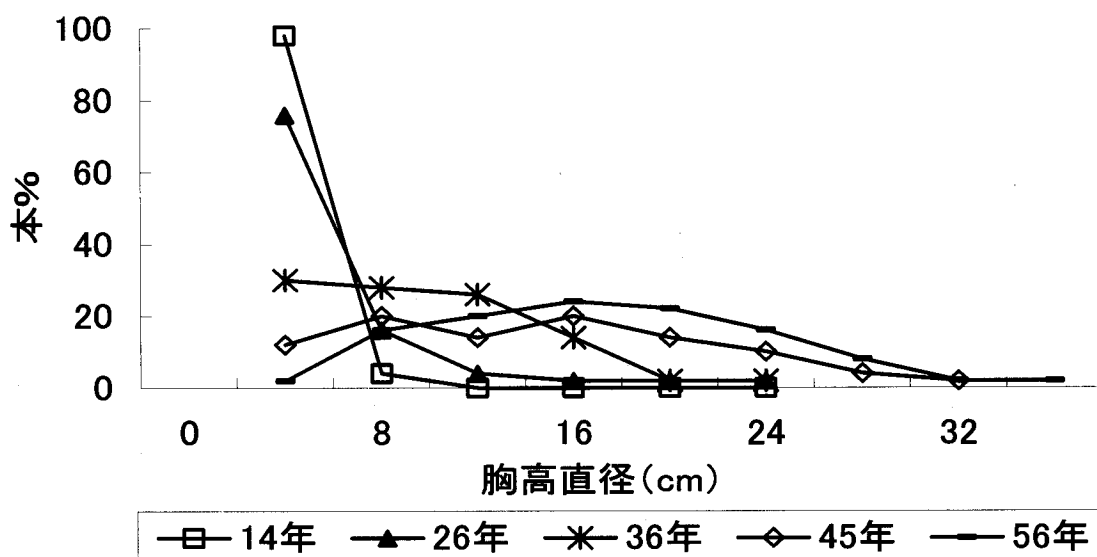


図 1-3 シラカンバ林の胸高直径階別の本数分布

出所：内蒙古森林編纂委員会（1989）内蒙古森林．179p, 中国林業出版社, 北京より作成

④ シラカンバ林の構成

大興安齡北部のシラカンバ林はシラカンバとカラマツの混交林が多い。このシラカンバ林は原生のカラマツ林が自然的火災または人為的濫伐によって消失した後に実生更新によって成立したシラカンバと残された原生のカラマツの混交林であり、本数構成はシラカンバが80%以上を占める。大興安齡の南部では、原生のカラマツ林あるいはアブラマツ林が自然的・人為的攪乱によって消失した後に成林したシラカンバの単純林、シラカンバとヤマポプラの混交林（本数割合ではシラカンバが60%以上である）、および残された原生のアブラマツと二次性のシラカンバの混交林がみられる（本数割合ではアブラマツが10%前後である）。前述のように、陰山山地のシラカンバ林は原生のトウヒ林あるいはアブラマツ林が山火事などの人為的・自然的災害によって消失した後に成林する場合が多い。1958～1997年に陰山山地のシラカンバ林は用材林として利用されてきた。また当地域は半乾燥地域であるため実生更新が困難であり、伐採後に主に萌芽更新を利用していた。そのため、現在の陰山山地におけるシラカンバ林のほとんどは萌芽更新によって成立した単純林であり、萌芽更新によって成立したシラカンバとヤマポプラの混交林（本数構成はシラカンバが70%以上を占める）がわずかにみられる（71）。したがって、中国内モンゴルのシラカンバ林は、更新様式にかかわらず、シラカンバが本数割合で圧倒的に高いといえる。

第2節 日本の天然生シラカンバ林の生育特性

1. 分布位置と遷移

日本の天然生シラカンバは主に本州から北海道までの深山，寒地の原野に生えている（図 1-4）。「シラカンバの分布可能域は，北海道以外では，東北地方の北東部と関東北部から中部山岳地帯に集中し，冷温帯域でも鳥海山や月山山塊など日本海側の豪雪地帯は，黒色土が分布しないので外れている。西日本には中国山地などにわずかに点在するが，九州の広大な黒色地帯は，より暖かい地域に属するので外れてしまう」（32）。これらのシラカンバ林は針葉樹林が火災で破壊されてから成立した林分や急激な林分疎開により成立した場合が多い（53）。

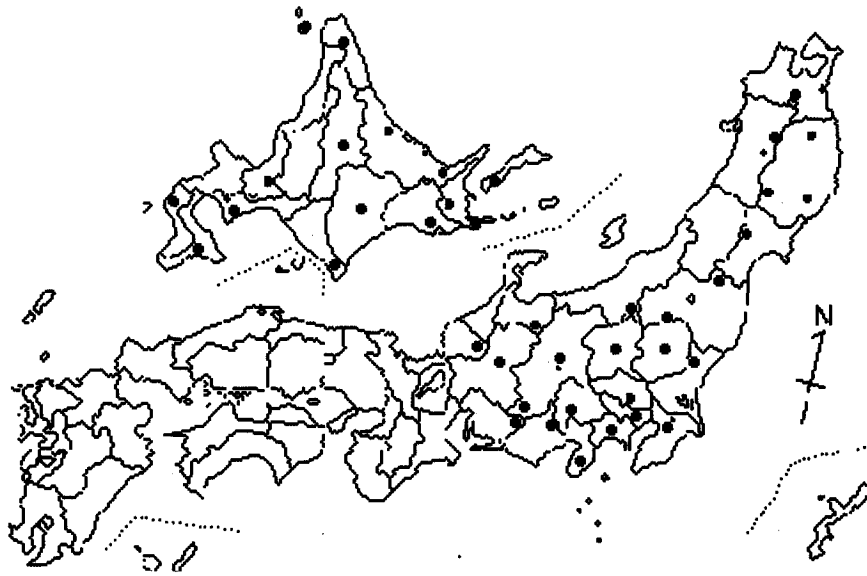


図 1-4 日本での天然生シラカンバ林の分布位置

注) 天然生シラカンバ林 ●

出所：奥山春季（1982）原色日本野外植物図譜.117pp,誠文堂新光社，
東京より作成

2. 生育特性

① 萌芽力

切株の萌芽の発生部位においては、1 切株あたりの萌芽本数のうち、切口周辺からの発生は一番少なく、幹と地際の両者からの発生は約 9 割を占める (61)。

切株直径・高さ と 萌芽本数 および 伸長量 の 関係 において、切口直径 0.5～9.8cm の範囲では、切株直径が太くなるにしたがって萌芽本数が多くなり、伸長量はわずかに増大する傾向がみられる。20cm 以上の切株においては萌芽の発生部位は幹と地際の両方から発生しているが、切株の直径が太くなると張り根の部分から萌芽するものが多いようである (62)。また切株高が高ければ高い部分から萌芽の発生が認められ、30cm を超えると少なくなる。切株高によって萌芽本数や伸長量はあまり変わらない。

なお、北海道中部では 5 月に伐採を行う場合が、切株の萌芽率は一番高い。萌芽率は 5 月 > 7 月 > 3 月 > 9 月の順に高い (63)。その理由は、前述のように、伐根が芽を発生させるには十分な陽光が必要となるからである。また蛭漢山国有林場の聞き取りによると、伐根が成長期間にあって萌芽する期間は 2 ヶ月以内である。5 月に伐採を行う場合伐根から萌芽する期間は 5～6 月である。同様に 3、7 および 9 月に伐採を行う場合伐根から萌芽する期間はそれぞれ 3～4 月、7～8 月および 9～10 月である。北海道中部では、平均気温は 7～8 月 > 5～6 月 > 9～10 月 > 3～4 月順に高く、平均降水量は 9～10 月 > 7～8 月 > 5～6 月 > 3～4 月順に高い (15)。これにより、伐根

の受光量は 5～6 月 > 7～8 月 > 3～4 月 > 9～10 月 順に高いと考えられる。

② 実生更新

日本のシラカンバ林において、萌芽更新によって成立したものもあるし、実生更新によって成立したものもある。

北海道のシラカンバ林は山の中腹から上部に分布しており、林齢の高い林分においては一般に実生更新が不良である。しかし、一斉状態のシラカンバを整理し、「かき起し」を実施した箇所ではシラカンバの更新量が多い。また山の傾斜により実生更新の成績が左右され、傾斜が 10° 未満では良好で、20° 近くになると更新がほとんど見られない。それは、地面の傾斜が 20° 近くになると、雨水による地表径流が大きく、地面に落ち着いた種のほとんどが地表径流によってこの地面に定着しないことによると考えられる。なお、北海道では 30 年生のシラカンバ林の内、総本数の 71% の林木が実生による発生であった (29)。

③ 成長過程

日本でのシラカンバは、若い木の成長は速く、樹齢 10～15 年生で繁殖を開始し、親個体の平均的な寿命は 100 年生に満たない (32)。

長野県北部では、シラカンバは主に 6 月から 8 月下旬までの間で盛んに成長するが、5 月上旬から下旬、9 月から 10 月中旬にも微小な成長が認められた。年間胸高直径成長量は、標高 1,100m 附近で最も大きく、高標高では小さくなる傾向がある。成長開始日は標高が高くなるにしたがって遅くなり、26.5m/日の速度で上昇している。成長終了日の差異は小さく、どの標高でも 8 月下旬の 10 日間

ほどでほぼ成長が終了している。また積算温度（平均気温が 5℃を超えた日の気温から 5℃を引いた値を成長開始日まで合計した値）が 246℃に達すると幹の肥大成長が開始すること（54）が報告されている。

北海道での萌芽更新によって成立した 30 年生のシラカンバ林において、胸高直径階別本数分布は、林齢 24 年生以前では小さい径級の本数が多く、L 字型の分布を示している。それ以後では林齢の増加にしたがって小さい径級の本数は少なくなり、正規型分布に近づく。また計算した MORISITA δ 指数によって、林齢 20～30 年生に林木の平面分布は集中分布を示す。そのうえ、林齢の増加にしたがって集中度が低下している（25）。したがって、萌芽更新によって成立したシラカンバ林は、林齢 20～30 年生に林齢の増加とともに込み合った所から集中的に枯損木が発生し、枯損木は主に小径木であると考えられる。

なお、岩手県の北上山地の天然生シラカンバ林は実生更新によって成立したものである。このシラカンバ林の材積平均成長量は林齢 20 年生前後は最多になり、林齢 25 年生以降は緩やかとなる（52）。これにより、当地域の天然生シラカンバ林に対して最多材積収穫量を希望するならば、林齢 20～30 年以内に伐採収穫することは得策であると考えられる。

④ シラカンバ林の構成

日本のシラカンバ林は一斉林の場合が多く、このシラカンバ林は原生の針葉樹林が山火事で消失した後に再生したものである。またシラカンバと針葉樹の混交、シラカンバとほかの広葉樹との混交の

場合も時にみられる。シラカンバと針葉樹の混交林は原生の針葉樹林が山火事などの人為的・自然的災害によって消失した後に成林したシラカンバと残された原生の針葉樹の混交林である。シラカンバとほかの広葉樹の混交林は、原生の針葉樹林が山火事などの災害に遭って消失後に成立したシラカンバとほかの広葉樹（例えば、ミズナラ、イタヤカエデ、アズキナシ）の混交林である。

第 3 節 中国内モンゴルの天然生シラカンバ林の間伐技術

1. 樹形級区分法と間伐木

中国内モンゴルで主に採用されている樹形級区分法は、五級木区分法である（表 1-1）。五級木区分法は、樹形級区分の際には、林木の形質より樹高成長を重視するといえる。その理由は、中国では林木の形質よりも林木の成長量、特に樹高成長を重視することが一般的であった（39）ためと考えられる。つまり、同齡単純林においては、人工植栽、天然更新を問わず、その中で成長の悪い個体は残す必要性が低いと考えられていた。

表 1-1 五級木区分法

一級木	: 林分のうち、比較的高い木
二級木	: 一級木より、やや低い木
三級木	: 中庸木
四級木	: 被圧木
五級木	: 瀕死木、病虫害木、傾倒木など

出所：李国猷（1992）「北方次生林経営」68～69，中国林業出版社，北京より作成

間伐木を選択する際には、五級木区分法を採用する。これは樹高を基準とし、まず成長が遅れた五級木、四級木を中心に伐採し、状況によって目的外樹種、三級木、一部の二級木などを樹冠閉鎖度を考慮しながら伐採する方法である（47）。このことから、この間伐方法は下層間伐法の性格を強く有しているといえる。

2. 間伐時期

間伐時期の確定は、以下の2つの方法を採用する。

① 林分内の単木の胸高直径連年成長量が顕著に下がる時に間伐を実施する（40）。

② 林分の樹冠閉鎖度*4が0.8を超えた時に間伐を行う（41）。内モンゴル林業庁への聞き取りによると、禁伐前の1958～1997年の内モンゴル地域における天然生シラカンバ林の間伐作業では、主にこの方法を利用して間伐時期を決定した。

3. 間伐率

間伐林分の立地条件・林木の成長状況などによって間伐前・後の樹冠閉鎖度の差を決める（45）。この決められた間伐前・後の樹冠

閉鎖度の差によって、前述の五級木区分法による伐採木の選択方法を利用して間伐木を選択する。その選択された間伐木の本数（材積）を間伐前の林分の本数（材積）で除して、その間伐林分の本数（材積）間伐率を算出する。

なお、中国ではシラカンバ天然生林における若齢林の樹冠閉鎖時から主伐時（おおむね 30～40 年生）までの間伐種類は、1957～1978 年に透光伐、除伐、疎伐、生長伐の 4 回の間伐を順次実施し、いずれの間伐種においても間伐前・後の樹冠閉鎖度の差は 0.2 以下である（46）と規定された。1979～1997 年には透光伐、生長伐の 2 回の間伐を順次実施し、透光伐と生長伐の間伐前・後の樹冠閉鎖度はいずれも間伐前 0.7 以上、間伐後 0.5 以上である（65）と規定された。

以上の中国内モンゴルにおける天然生シラカンバ林の間伐技術についてまとめると、間伐木を決める際には林木の形質より樹高成長を重視する。間伐時期および間伐率を決める際には林木の形質をあまり考慮せず、林木の成長（胸高直径の成長など）を重視し、樹冠閉鎖度を用いて間伐時期および間伐率を決定すると考えられる。

第 4 節 日本の天然生シラカンバ林の間伐技術

1. 樹形級区分法と間伐木

日本では、シラカンバなどの広葉樹の樹形級を区分する際には、主に大橋式樹形級区分法（表緒－1）、フランス式樹形級区分法（表 1－2）、デンマーク式樹形級区分法（表 1－3）、河田式樹形級区分法（表 1－4）、近藤式樹形級区分法（表 1－5）が示されている（57）。

間伐木は採用する樹形級区分法によって決められる。

前述のように、大橋式樹形級区分法は、林木の成長と形質の点から、4桁（樹冠層，樹冠形，樹幹形，樹幹の欠点）の数字を用いて細かく分類する点に特徴がある。これは、若齢段階の林分を含めて林分の内容の如何を問わず、形質の判定を毎木調査と同時に行い、間伐木を野帳上で決めることが容易であるため間伐木の決定は短時間で行うことができる（31）。加えて、調査も容易であることから、広葉樹林対象の樹形級区分法として有効のように考えられてきたのである。なお、大橋式樹形級区分法を採用して、保育間伐を定性的に行う場合の間伐木として、まず樹幹不良木を優先し、これに樹冠不良木を加えるのが良い（55）と考えられる。

フランス式樹形級区分法は優勢木を形質良，不良に分けるのみの区分の簡単さに特徴がある。フランス式樹形級区分法では、間伐木を林分毎に相対的に決める必要があることから、若齢林分では優劣の程度や形質の差がそれほど顕著でないことから特に間伐木の選択が難しく、選木に多くの時間がかかると考えられる。間伐木の優先順位はまずBが伐採の対象となり、間伐率が増すにしたがい漸次Cに及ぶ。

表 1-2 フランス式樹形級区分法

A 立て木：形質良好な優勢木（残存）
B 形質不良な優勢木（伐採）
C 劣勢木

出所：菅野高穂（1992）103回日林論．166ppより作成

デンマーク式樹形級区分法は形質の良，不良などが判然としない
林木を中立木として判定を保留する点に特徴がある。若齢林分では
優劣の程度や形質の差がそれほど顕著でないため，デンマーク式樹
形級区分法では中立木と判定される林木の本数は多く，有害副木の
本数は少ない。この選木結果では過密の緩和ができず，改めて間伐
木を相対的に決めることが必要となり，選木に多くの時間を要する
結果となると考えられる。間伐木の優先順位は $B > D$ となる。

表 1-3 デンマーク式樹形級区分法

-
- A 主木(残存)
 - B 有害副木(伐採)
 - C 有要副木(残存)
 - D 中立木 いずれか不明
-

出所：菅野高穂（1992）103 回日林論．166pp より作成

河田杰はフランス式樹形級区分法を細分した河田式樹形級区分法
を提唱した。河田式樹形級区分法は形質不良木が多い場合，環境の
急変を避けるため，不良木を数度に分けて伐採する点に特徴がある。
しかしながら，若齢林分は形質不良の林木の本数が少ない場合には，
河田式樹形級区分法によって不良木を数度に分けて間伐する必要は
ない。また河田式樹形級区分法は林木を相対的に細分する方法であ
るため，林木間の形質などの差が僅少しである若齢林分の場合には
判断が特に難しく，選木に多くの時間を要すると思われる。間伐木
の優先順位は $E > D > B$ となる。

表 1-4 河田式樹形級区分法

-
- A 形質良好な優勢木(残存)
 - B 形質不良な優勢木(Aと競合のもののみ伐採)
 - B' 疎開大となるため残す形質不良の優勢木(残存)
 - D 瀕死木(伐採)
 - E 病木, 倒木, 枯損木(伐採)
-

出所：菅野高穂 (1992) 103 回日林論. 166pp より作成

近藤助はデンマーク式樹形級区分法を細分した近藤式樹形級区分法を提唱した。近藤式樹形級区分法は主木不足の林分において、樹幹配置などを考え準主木を予定すること、副木のうち有要の度合の低いものを伐採する含みを持たせている点に特徴がある。しかしながら、若齢林分は形質不良の林木の本数が少ない場合には、主木に準ずる林木を樹幹配置を考えて残存させる近藤式樹形級区分法は当てはめ難しい。また近藤式樹形級区分法は河田式樹形級区分法と同様、林木を相対的に細分する方法であるため、林木間の形質などの差が僅少しである若齢林分の場合には判断が特に難しく、選木に多くの時間を要すると思われる。間伐木の優先順位は $B > C' > D$ となる。

表 1-5 近藤式樹形級区分法

A 主木
A' 配置上残すことが必要な形質不良の優勢木(残存)
B 要間伐木(伐採)
C 有要副木(残存)
C' 有要の度合いが微弱な副木(伐採可)
D 中立木

出所：菅野高穂（1992）103 回日林論． 166pp より作成

2. 間伐時期

初間伐時期を決める際には主に以下の 2 つの方法を採用する。

① シラカンバは、強光利用型の代表であり、幼齢時から陽光を十分に与え、希望する枝下高が形成されるまで副木を有効に使うことが大切である。また寿命は短く、萌芽枝が出にくいため、間伐が遅れた林木は着葉量の回復が困難なので、樹高成長旺盛期に保育間伐を行うことがよい（16）と報告されている。

② 樹冠長の割合が 4 分の 1 以下のものが 50%程度、3 分の 1 以下まで含めると 70%以上を占めている場合、早急に密度調整が必要であると考えられる（30）。

2 回目以降の間伐の時期は、前回間伐に残された立て木の樹冠が周囲林木の樹冠と重なり合っている状況などを考慮してから決められる。

3. 間伐率

立て木における必要な成長空間の確保、および形質の向上を考慮してから間伐率を決定する。なお、間伐率を決定する際には次の 2

点（51）に特に留意しなければならない。

① 林分は過密になると，立て木の必要な成長空間が十分に満たされないため直径などの十分な成長が促進できず，また雪が大きいところでは雪害に遭いやすい。逆に，疎林になると，小枝の着生を押さえる副木の本数が少ないため，立て木の形質の向上（幹に小枝着生の抑制）に不利である。そのため，林分が過密や過疎にならないよう密度管理は収量比数 0.9～0.6 の範囲で行い，1 回の間伐で動かす収量比数は 0.15 以下とすることを原則とする。

② 林木の形状比は極端に大きくなると，細く長い幹となるので，雪害や風害に弱くなる。そのため，雪害，特に冠雪害や風害などのおそれのあるところでは形状比が極端に大きくならないように留意することが肝要である。

以上の日本におけるシラカンバ林の間伐技術についてまとめると，間伐木の選木方法では林木の形質と成長の両方を重視すること，間伐時期は林木の成長状況によって決めるべきであること，間伐率は立て木の成長促進および形質の向上を考慮してから決めるべきであると考えられる。

第 5 節 小括

中国内モンゴルのシラカンバ天然生林は，東部の大興安嶺から西部の賀蘭山まで広く分布している。日本のシラカンバ天然生林も本州から北海道まで広く分布している。中国内モンゴルと日本におけるシラカンバ天然生林の更新様式には，実生更新と萌芽更新がある。シラカンバは樹齢 10～15 年生で繁殖を開始し，幼時の成長が早い。

またシラカンバ天然生林の胸高直径階別本数分布は、若齢（例えば林齢 10 年生）に小さい径級の本数が多く、L 字型の分布を示しており、林齢の増加にしたがって小さい径級の本数は少なくなり、正規型分布に近づく。自然間引きは主に小径木を淘汰する。これらのことから、中国内モンゴルは日本と比べて、降水量などの気候は大きな差異があるが、シラカンバ天然生林の更新様式や成長過程などはほぼ同じであると考えてよい。

これまでのシラカンバ天然生林の間伐技術における選木方法は、中国内モンゴルでは林木の形質より樹高成長を重視して、日本では林木の成長と形質の両方を重視する。間伐時期を決める際には、中国内モンゴル、日本の両者とも林木の成長を重視しているが、間伐率は、中国内モンゴルでは間伐前・後の樹冠閉鎖度の差（林木の成長）によって決められ、日本では立て木における成長の促進および形質の向上を考慮して決定するという違いが認められる。

第 2 章 蛮漢山国有林場の概況

第 1 節 位置と自然条件

陰山山地は内モンゴル自治区の西部に位置し、東西の長さが 1,000km 以上にわたっている。年平均降水量が 310～417mm と半乾燥地域であるため、森林は主に湿度が比較的高い北側斜面に分布している場合が多い。林場は、この陰山山地の南に位置する国有林場であり（図 2-1）、面積は 57,839ha、地理位置は東経 $112^{\circ} 08' 30''$ ～ $112^{\circ} 32' 50''$ 、北緯 $40^{\circ} 30' 32''$ ～ $40^{\circ} 49' 69''$ である。この林場では、平均傾斜度 $14\sim 25^{\circ}$ の山地面積は総面積の 70% 以上を占め、標高は 1,300～2,300m である。年間の最高気温は約 37°C 、最低気温は約 -35°C 程度であり、年平均気温は 5°C となっている。降水量は 6～9 月に集中するが、年平均降水量は約 400mm と少ない(2)。

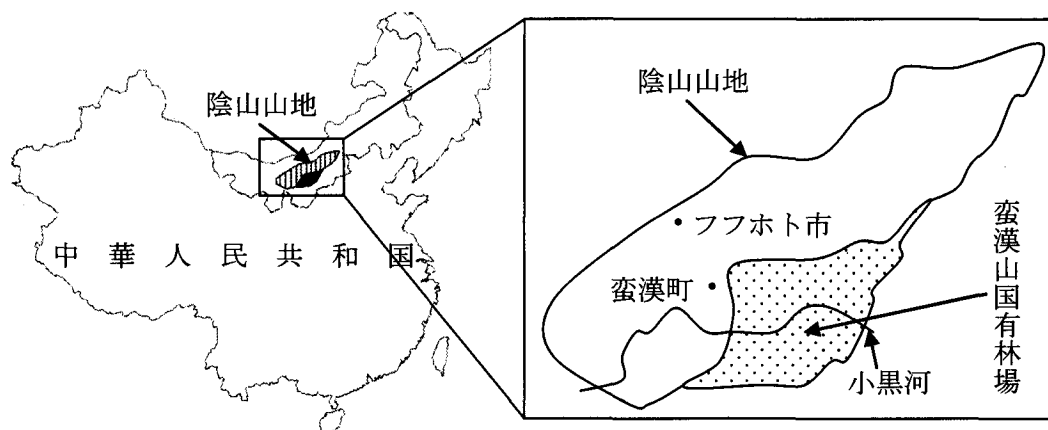


図 2-1 蛮漢山国有林場の位置

第 2 節 森林資源概況

林場の森林率は 45% であるが、天然生林樹種はシラカンバ、ヤマポプラ (*Populus davidiana* Dode.) などの高木、フズンズ (*Ostryopsis davidiana* Decne.) やサンシン (*Prunus armeniaca* var. *ansu* Maxim.) などの灌木樹種を含む。人工林樹種はアブラマツ、ゾオズマツ (*Pinus sylvestris* L. var. *mongolica* Litvin.) およびカラマツ (*Larix principis-rupprechtii* Mayr.) (注：すべての人工林樹種は高木樹種である) である。表 2-1 に示すように、全森林面積のうち、灌木林の割合が 75.2%，シラカンバ林が 22.5% と全高木林のうち一番高く、アブラマツ林やカラマツ林などの人工林の合計は 2.1%，ヤマポプラ林はわずか 0.2% と最も低い。なお、アブラマツ林、カラマツ林およびゾオズマツ林は 1960 年以降に植林されたものである (10)。

表 2-1 樹種別の林分の面積

林分	面積 (ha)	面積割合 (%)
灌木林	19,318	75.2
シラカンバ林	5,772	22.5
ヤマポプラ林	64	0.2
アブラマツ林	203	0.8
カラマツ林	204	0.8
ゾオズマツ林	115	0.5
合計	25,676	100

出所：2006 年の蛮漢山国有林場の森林資源資料より作成

表 2-2 は林場における高木林の樹種別の蓄積を示したものである。これによると、全高木林蓄積のうち、シラカンバ林の割合は

88.5%と圧倒的に高く，ヤマボプラ林はわずか 0.5%，人工林（カ
ラマツ，アブラマツ，ゾオズマツ林）は 11.0%である。

表 2-2 高木林の樹種別の蓄積

樹種	蓄積(万 m ³)	蓄積割合(%)
シラカンバ	17.7	88.5
ヤマボプラ	0.1	0.5
アブラマツ	0.7	3.5
カラマツ	1.0	5.0
ゾオズマツ	0.5	2.5
合計	20	100

出所：2006 年の蜚漢山国有林場の森林資源統計資料より作成

林場における各林齢のシラカンバ林の面積と蓄積を表 2-3 に示
した。面積の割合は，20 年生以下の林分はおよそ 40%，30 年生以
下の林分まで含めると 75%以上であった。31 年生以上の林分の面
積割合は 25%以下であったが，蓄積割合は 40%以上を超える。

表 2-3 各林齢のシラカンバ林の面積(ha)と蓄積(m³)

林齢(年生)	面積(面積割合)	蓄積(蓄積割合)
1～10	152(2.6%)	22(0.1%以下)
11～20	2,140(37.1%)	19,192(12.5%)
21～30	2,112(36.6%)	58,885(38.5%)
31～40	1,131(19.6%)	61,780(40.3%)
41 以上	237(4.1%)	13,311(8.7%)
合計	5,772(100%)	153,190(100%)

出所：2006 年の蜚漢山国有林場の森林資源統計資料より作成

第 3 章 1960～1997 年の蛮漢山国有林場の経営の実態

第 1 節 社会・経済的特徴

新中国*⁵は中日戦争後の 1956 年に社会主義的公有制を採用した。これにより 1960～1979 年は集中的計画経済時期にあたり、資源の統制手段は国家的中央集権化による統一計画，統一管理，統一調達を基本とした。この時期の蛮漢山地域においては，農民住宅の改修や農村施設の整備が進み，林場は国の政策に基づいて，地元の工場や住民に建築用材や農具用材などとして木材を供給していた。

1979 年に中国国務院は「農村工作問題における座談会の紀要」を発したことによって，翌年より全国の農村地域において農村土地請負制*⁶を導入した。さらに 1980 年以降，中国政府は経済を加速度的に発展させる様々な政策を打ち出した。例えば，中国国務院が發布した「国有工業企業を全面的に整備する規定」（1982 年）や「大連等沿海 14 都市の開放都市の指定」（1986 年）などにより，GDP の年間増加率が 7%を上回ることになった（68）。一方，蛮漢山地域は山地面積の割合が 80%を占める山間部である（58）ため，農地面積は少なく，1990 年代の住民 1 人あたりの年平均純収入（収益）は，牧畜業に多くを依存していた（表 3-1）。しかも，農作業のほとんどが畜力または人力によるものであり，そのため，農村土地請負制を導入した 1980 年以降，当地域の住民の年平均純収入は増加の傾向を示すが，中国の国家統計局の年間統計報告書によると，中国全土の農村部や都市・町部の平均値に比べると経済的格差は拡大した。例えば，住民 1 人あたりの年平均純収入は，蛮漢山地域では 1980

年が 200 元，1990 年が 280 元，2006 年が 2,500 元と増加傾向にあるが，農村部および都市・町部の全国の平均純収入は，それぞれ 1980 年が 398 元と 739 元，1990 年が 686 元と 1,510 元，2006 年が 3,587 元と 11,759 元であった（67）。こうした収入の格差は特に 1985 年以降，蛮漢山地域の住民（農民）の若手流出をもたらし，2000 年の林場周辺の人口は 1980 年に比べて 40% 以下にまで減少するとともに，50 歳以上の割合が 70% 以上と高齢化が進んだ。

表 3-1 1990 年代の蛮漢山地域の産業構成

産業	平均収益割合
牧畜業	75～80%
農業	15～25%
その他	5%以下

注）その他は加工業と小売業である。

出所：蛮漢山地域の住民に対して行った聞き取り調査より作成

第 2 節 林場の経営方針と財政

1960～1997 年の約 40 年間において，林場の基本的な経営方針の改訂は，1985 および 1991 年に行われた。1982 年以前では，すべての中国の国有企業（国有林場を含む）は，そのすべての事業は国の財源によって行われる「統括収支」経営方式を採用していた。林場の経営方針の特徴は，森林の質と量の向上を図り，間伐などの伐採を通して森林資源を合理的に利用した経営（38）であり（表 3-2），内モンゴル林業庁（中央政府の直接的指令下にあり，林場の上位組織）が林場への全経営費用を配分する対価として，年ごとの林場の

全経営収益を受け取る仕組みであった。そのため国有企業は一般に競争力を持たず、生産性も低かった（82）といわれている。そこで1982年5月に中国国務院はアメリカや日本などの企業的経営方式を参考に、「国有工業企業を全面的に整備する規定」を打ち出した。この規定は、複合経営の実施や生産コストの削減などを通じて、国有工業企業の収益を増大させ、徐々に独立採算制企業の性格を強めることを狙ったものであった（66）。当然、内モンゴル林業庁は国の指示にしたがって、内モンゴル地域の県あるいは旗*7が管理している国有林場、治砂ステーションおよび苗圃を統合し、1984年7月に「旗県国有林場、治砂ステーション、苗圃改革に関する規定」を制定した。この規定の主要な目的は複合経営および作業の請負化を通じて、生産コストを引き下げ、国有林場などの純収入を増大させ、次第に独立採算制企業に移行させることにあった（78）。これにより林場経営は従来の「統括収支」経営方式（1960～1984年）から、「過渡」経営方式（1985～1990年）を経て、「自主」経営方式（1991～1997年）に移行することになった（79）。「過渡」経営方式の特徴は、一層の収益性を高め、独立採算制企業としての経営的体質を育成することにあった。具体的には1985年に林産部門である木材加工工場を建設し、また前述した「旗県国有林場、治砂ステーション、苗圃改革に関する規定」にしたがって、林場の経営費用は自己収入と非生産部門の政府負担金を基本とし、赤字の場合は国家の「差額の全額補助」によった（80）。これによって林場は経営収益を内モンゴル林業庁に上納せず、自己収入と内モンゴル林業庁からの政府負担金とによって事業を

運営した。こうした新たな経営方式による純収入内訳は、表 3-3 に示すように、木材による販売割合が 65～70%，国からの政府負担金が 20～30%，木材加工工場の製品販売などが 5～10%であった。こうした林場の高い収益性により独立採算制企業としての実力があると認められた。「自主」経営方式の基本方針は、さらに独立採算制を採用するようになった（表 3-2 参照）。内モンゴル林業庁は 1991 年からの 7 年間、林場に対して独立採算制企業として、非生産部門である拡大造林費のみを配分することとした。

表 3-2 1960～1997 年の蜜漢山国有林場の基本方針

時期 年	関連規定等	基本方針
統 括 1960 収 支 1984 期	二次林経営を強化する規定(1960年)	森林の質、量(単位面積あたりの材積成長量など)を向上、間伐などの伐採を通して森林資源を合理的に利用
過 1985 渡 期 1990	旗県国有林場、治砂ステーション、苗圃改革に関する規定(1984年)	森林の質、量を向上、森林資源を合理的に利用、生産コストを引き下げ、経営収益を増加、国有林場は次第に国家「統括収支」から独立採算制へ移行
自 1991 主 期 1997	旗県国有林場、治砂ステーション、苗圃改革に関する規定(1984年)	森林の質、量を向上、森林資源を合理的に利用、生産コストを引き下げ、経営収益を増加、国有林場は独立採算制を採用

注) 統括収支期と自主期はそれぞれ「統括収支」経営方式時期と「自主」経営方式時期を指し、過渡期は「統括収支」経営方式時期から「自主」経営方式時期への「過渡」経営方式時期である。

出所：李国猷(1992)「北方次生林経営」2pp, 中国林業出版社と内モンゴル林業庁(1986)「内モンゴル林業発展史」253pp, 内モンゴル人民出版社より作成

表 3-3 1985～1990 年の蜜漢山国有林場の年間収益

収益源	収益(万元)	収益の比率
木材販売	5.8～9.1	65～70%
政府負担金	2.3～4.0	20～30%
その他	0.4～0.9	5～10%

注) その他は独自の製品の収益である。

出所：1985～1990 年の蜜漢山国有林場の会計帳簿より作成

「自主」経営方式時期の林場の財政状況については、蜜漢山地域で地元大工が経営する小型の木材加工工場が 1990 年代に相次いで操業を開始した。これら民間工場は林場の製品と同規格のシラカンバ製品を製造したが、生産コストの面で優位にあり（表 3-4）、林場の加工工場の経営を圧迫した。一方、1991～1997 年には中国の経済が加速度的に力をつけはじめ、木材価格を含め多くの小売価格も高騰した。例えば表 3-5 に示すとおり、1991～1997 年における小売価格指数は急速に上昇し、林場の重要なシラカンバ製品である桁、柱、たる木の価格も上昇した。特に、柱の価格は 1991 年に比べて 1994 年には 1.25 倍、1997 年には 1.42 倍へと高騰した。また林場の 1 職員あたりの平均年給与は、1991 年の 1,510 元と比べて 6 年間で 2.3 倍となり、給与の上昇により年間総給与額も大幅に増大した。

表 3-4 蛮漢山地域における木材加工工場の主要な木材加工品の販売価格・生産コスト・利益

単位: 人民元/個(セット)

年	工場数	主要な木材加工品	販売価格	林場		民間	
				生産コスト	利益	生産コスト	利益
1985	1	木製のケース	4	3	1	—	—
1990	12	机と椅子のセット	28	24	4	21	7
1993	43	机と椅子のセット	29	29	0	25	4

注) 木製のケースは瓶詰めの酒を入れるものであり、机と椅子のセットは小学生または中学生用のものである。机と椅子のセットは机1つと椅子1つを含む。

出所: 蛮漢山国有林場と蛮漢山地域の住民に対して行った聞き取りより作成。

こうした職員給与の大幅な上昇は、独立採算制を指向する林場経営にとって厳しい状況に追い込んだ。それは林場の主力収入源である木材販売からの純収入が職員給与の上昇に比べて低く、1991年には職員の総給与額を木材販売によって支給できたが、1994年では総給与額の約65%、1997年では同じく約60%しか支給できなかった。

以上のように、独立採算制を採用した1991～1997年に、1職員あたりの平均年給与の増加率は、シラカンバ用材における主要な木材製品価格の増加率より大きく、また職員の年間総給与額も1994、1997年とも木材販売からの純収入に比べて大きかった。このことは独立採算制企業としての林場は、職員の総給与額の増加によって極めて厳しい財政状況に陥っていたといえる。

表3-5 1991, 1994, 1997年の蚕漢山国有林場における主要な木材製品の価格および職員の給与

年	中国の小売商品の価格指数	蚕漢山国有林場						
		主要な木材製品の価格(元/m³)			職員人数	職員の給与(元)		木材販売からの純収入(元)
		桁	柱	たる木		平均年給与/人	総給与額	
1991	100	300 (100)	240 (100)	220 (100)	57	1,510 (100)	86,070 (100)	105,124 (100)
1994	145	330 (110)	300 (125)	250 (114)	53	3,100 (205)	164,300 (191)	127,893 (122)
1997	178	380 (127)	340 (142)	270 (123)	55	3,500 (232)	192,500 (224)	138,532 (132)

注) 1991, 1994, 1997 年の中国における小売り商品の価格指数は, 1991 年の小売り商品の価格指数を 100 として算出したものである。括弧中の数字は蚕漢山国有林場の各項目において, 1991 年を 100 とした場合の各年の指数である。

出所: 中国の国家統計局の各種物価総指数と 1991, 1994, 1997 年の蚕漢山国有林場の撫育・伐採設計説明書と会計帳簿より作成

第 3 節 管理体制と労働力

1. 管理体制

1960～1990 年の林場の管理組織を図 3-1 に示した。事務室は日常の一般行政事務を処理する。業務室は林場の森林経営計画を編成し、施業および造林の作業種を設計し、林場作業の技術指導、検査・監督を担う。財務室は林場会計および設備、複合経営（木材加工工場など）などの管理にあたる。治保室は森林被害の防止を行う管理グループを組織して、樹木盗伐などの案件を処理する。営林区は管理地域の植林、育苗、伐採、森林管理（禁牧、森林火災・盗伐などの防止）を担う。なお、林場では、事務室、業務室、会計室および治保室のいずれでも職員人数が 2～3 人、1 箇所の営林区の職員人数は 4～7 人、7 箇所の営林区の職員人数は合計で全林場職員数の 70% 以上を占めていた。

1991～1997 年の林場の管理組織（図 3-2）では 1960～1990 年のそれと比べて、治保室は森林交番に代わった。治保室が森林交番に代わった理由は、農村土地請負制が実施されたあとの 1982 年以降、林場は周辺の農民による林場内での盗伐・被害事件に対して、治保室が林木盗伐などの森林に関する犯罪や不法行為を取り締まる権限を有していなかった。そのため、1991 年に内モンゴル政府（日本の県庁に相当する）は、治保室を廃止し森林交番を設置し、その取り締りを強化することにした。

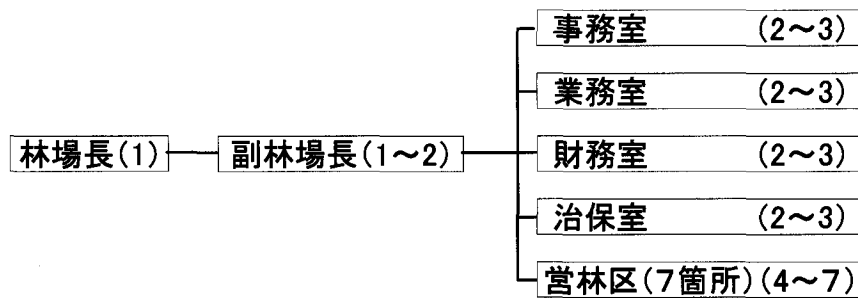


図 3-1 1960～1990 年の蛭漢山国有林場の管理組織

注) 括弧中の数字は職員の人数であり，1箇所営林区の職員人数は4～7人である。

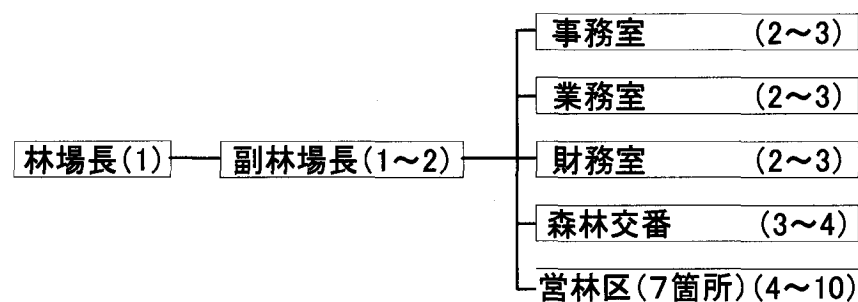


図 3-2 1991～1997 年の蛭漢山国有林場の管理組織

2. 労働力

1960～1997年の林場の職種は，正規職員と臨時雇用に区分できる。正規職員は主に計画，管理および監督（伐採，造林，禁牧および火災防止などの管理と監督）を任務とし，臨時雇用労働者は林場の周辺に居住する労働者であって，木材伐採，造林，育苗などの林場作業を請け負った。

集中的計画経済時期であった1960～1979年には，地元住民（多くは農民）はその戸籍を生産大隊*⁸に管理され，生産大隊の指定する仕事に従事しなければならなかった。すなわち自らの労働は自ら選択する権利を有せず，他地域への自由な転居も許されず，

自分の労働力を自由に売る権利もなかった。それゆえ林場は労働力の確保のためには生産大隊を通して臨時雇用労働者を募集することになる。当時の生産大隊長（李三和）への聞き取りによると、1960～1979年に蛮漢山地域を管理していた涼城県の地元生産大隊への指示は、「積極的に林場の建設・生産事業を支援すること」であり、このため、林場の労働力不足は発生しなかった。しかし1980年以降、中国の農村では農村土地請負制が実施されたことによって、生産大隊が行政村（日本の村に相当）に変更され、農民は自らの労働力の提供を自由に決められるようになった。戸籍を管理する行政村はそれに対して制限する権利を持たず、これにより林場は行政村（旧生産大隊）を通さずに周辺農民に対して臨時雇用労働者を直接募集できることとなった。なお、生産大隊が行政村に変わった政策的理由は、新中国成立後の経済復興期（1949～1957年）に、農村の基層行政管理組織はそもそも行政村にあり、1949～1957年には、行政管理の主体的機能は行政村が握っていた。しかし1958～1979年の集中的経済と呼ばれる時期に、行政村は生産大隊に変更され、生産大隊は農村の基層行政管理組織を担うとともに、農村の生産予算単位と位置付けられた。さらに1980年に農村土地請負制を実施したことによって、生産大隊の生産予算単位の役割は失われ、再び行政村が農村の基層行政管理組織になった。

前述したように、1985年から蛮漢山地域の人口は減ってきたが、これによって、1991～1997年では、11月から翌年の3月までの間伐期間で行われる間伐作業に必要な労働力（約150人程度）に

比べて、林場周辺の農民労働力の不足が発生し、集材や跡地の整理などの間伐作業が終わらず、翌春の農作業時期まで間伐作業が長引く例が見られるようになった（7）。このことは、翌春の植林や保育作業などに必要な労働力の確保にも困難をきたした。

なお、林場が伐採作業などに採用した労働者の多くを周辺農民に限定した理由は、以下の2点であったと考えられる。第1に、彼らは幼少期から父親などから伐採、集材、運材および造林などの作業技術を学び、他地域の住民より伐採作業や造林などの生産性が高かったこと。第2に、他地域からの労働力の日給は、住居費などを含み、林場の周辺農民のそれより高かったことなどが挙げられる。

第4節 木材生産の管理組織と方法

1. 木材生産の管理組織

「統括収支」経営方式時期（1960～1984年）の中国の木材供給政策においては、主要な木材生産地域の木材生産企業（例えば大興安嶺森林管理局）は、主に国家重点の工業や交通などのプロジェクトに木材を大量に供給したが、それ以外の地域など（蛮漢山地域を含む）に対しては供給量が少なかった。また蛮漢山地域および隣接地域では、年間用材需要量に比べて地元の年間用材生産量が少なかったため、林場は地元の工場や住民などに建築用材や農具用材などとして木材を供給した（4）。図3-3に示すように、「統括収支」経営方式時期において、林場は毎年、国の間伐・主伐の伐採規程および林場の経済状況などに基づいて伐採・設計説明書を作

って内モンゴル林業庁に提出した。内モンゴル林業庁はこの伐採・設計説明書を審査し、林場の森林資源、経済などの状況を考慮して、修正、許可した伐採・設計説明書を林場に渡した。林場はこの許可を受けた伐採・設計説明書にしたがって木材生産を行った一方で、蛮漢山地域の物資局（木材などの物資を供給の管理組織）に木材種（桁、たる木など）毎の生産量を通知した。蛮漢山地域の物資局は蛮漢山地域の工場や住民などの木材需要計画、林場の木材種毎の生産量に基づいて木材供給先および木材種毎の供給量を林場に通知した。林場は内モンゴル林業庁が指定した価格（人民元／ m^3 ）で、この指定された木材供給先および木材種毎の供給量にしたがって木材を供給した。

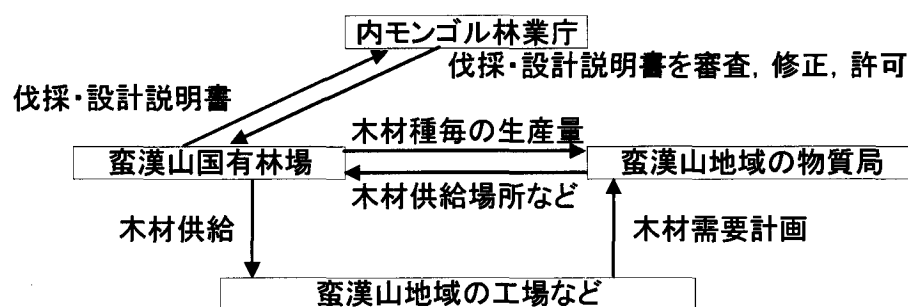


図 3-3 蛮漢山国有林場の木材生産の管理組織（1960～1984 年）

「過渡」経営方式時期（1985～1990 年）の林場における木材生産の管理組織は「統括収支」経営方式時期のそれとほぼ同じであった。異なる点は、「統括収支」経営方式時期においては、林場は生産した木材のすべてを内モンゴル林業庁が指定した価格（人民元／ m^3 ）で、蛮漢山地域の物資局が指定した木材供給先および木材種毎の供給量にしたがって木材を供給したのに対して、「過渡」経営方式時期にお

いては、林場は生産した木材の一部（内モンゴル林業庁が決めた割合）を、上記の「統括収支」経営方式時期の販売方式で販売し、残りは林場が当地域の市場価格（人民元／ m^3 ）で自由に蛮漢山地域および他地域の工場などに販売した点である。「自主」経営方式時期（1991～1997年）の林場における木材生産の管理組織は図3-4に示した。「自主」経営方式時期では、中国政府は蛮漢山地域の物資局を廃止し、林場は生産した木材のすべてを、自由に蛮漢山地域および他地域の工場などに販売した。

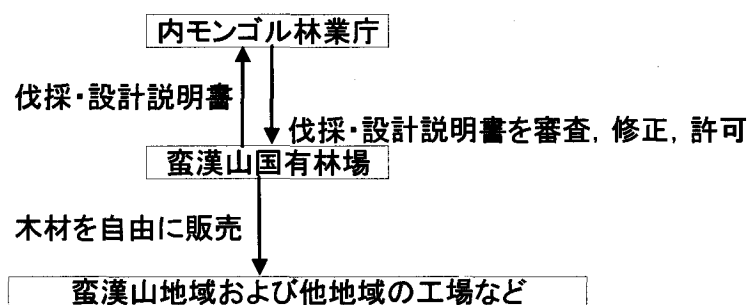


図 3-4 蛮漢山国有林場の木材生産の管理組織（1991～1997年）

以上のように、「統括収支」、「過渡」および「自主」経営方式時期のいずれにおいても、林場の木材種毎の生産量はその森林資源、経済などの状況によって決められた。林場の木材販売方式は、国家統制（「統括収支」経営方式時期）、国家統制と自由販売（「過渡」経営方式時期）を経て、自由販売（「自主」経営方式時期）に到達した。

2. 木材生産の方法

1960～1997年に林場における木材生産の方法の変更はなかった。図3-5に示すように、林場は毎年、内モンゴル林業庁が修正、許可した伐採・設計説明書にしたがって伐採作業を行った。林場は伐採

作業を実施する営林区に伐採令を、業務室に伐採監督令を下達した、営林区の職員は伐採作業の管理・指導者として、その周辺の農民を雇用して伐採作業を実施した。これらの農民は営林区の伐採、造材、集材および伐採跡地の整理を請け負った。業務室は営林区の伐採作業を監督した。また林場は間伐と主伐を通して木材を生産した。間伐は点状間伐が採用された。間伐時期、間伐率および選木方法は第4章で説明する。主伐跡地の更新はシラカンバの萌芽力が利用されるため、主伐の時期は、シラカンバ伐根が高い萌芽力を持つ時期および当地域の用材種（柱、たる木など）などを考慮して決められ、主伐時の林齢は30～40年生とし、作業種は、跡地の水土流失の防止および伐採後、伐根に対する十分な受光量を考慮し、小面積皆伐（5ha以下）または幅20m以上の帯状皆伐を採用した。なお、伐採作業（伐倒、造材、集材など）は林場の臨時雇用労働者に実施された。伐倒、造材は斧が使用され、造材されたシラカンバ材は蛮漢山地域の需要材で、その用途と規格を表4-4に示した。用材の種類は坑木用材、建築用材、家具用材、農具用材と多様で、また主に末口直径により製品の種類が決められた。すなわち、末口直径1.5cmから23.0cmまでの用材は、順に農具用材（口の歯、竿と柄）、家具と建築用材（たる木）、建築と坑木用材（柱と桁）に分けられた。口の歯については図3-6に示した。

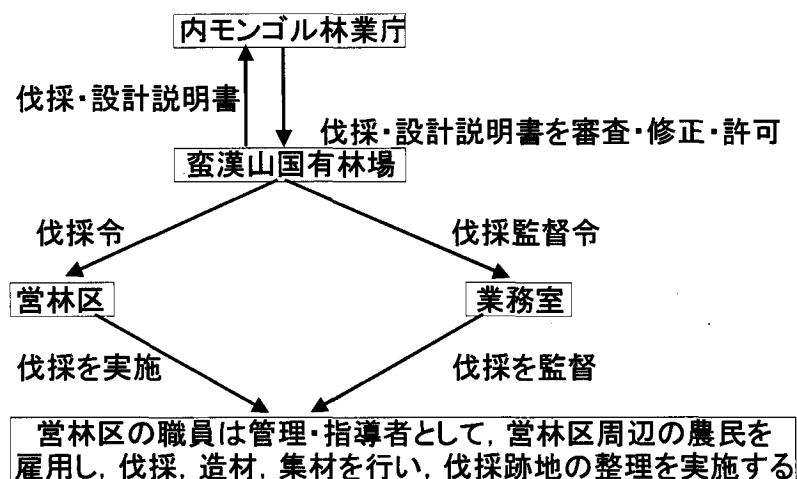


図 3-5 蛮漢山国有林場の木材生産の方法（1960～1997 年）

表 3-6 1960～1997 年の蛮漢山国有林場におけるシラカンバ用材の用途と規格

材種	用途	木材製品	末口直径(cm)	長さ(m)
用材	建築用材 坑木用材	桁	15.0～23.0	4.0, 3.3(2種類)
	建築用材 坑木用材	柱	9.0～15.0	4.0, 3.3, 2.7(3種類)
	家具用材 建築用材	たる木	5.0～9.0	4.0, 3.3, 2.7, 2.3, 1.7(5種類)
	農具用材	柄	3.0～5.0	0.5～1.2(数種類)
		竿	2.0～3.0	0.5～2.3(数種類)
		口の歯	1.5～2.0	0.9(1種類)
薪炭材	伐採木材から用材を差し引いた後の残す部分(枝条も含む)			

注) 口は、耕地を耕した後に、その耕作層の土の塊を砕きまたは土壤に一定の水分を保たせるための農具の一種、口の歯は口の部品である。

出所：蛮漢山国有林場の 1960～1997 年の間伐資料より作成

勞

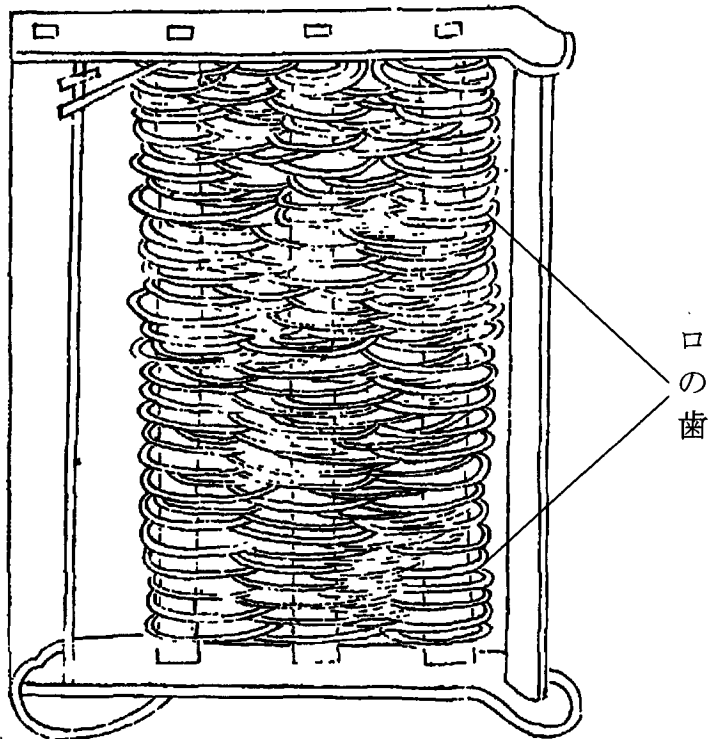


図 3-6 口(耨)

注) 口の使い方は、耕した耕地の上に口を平に置いて、牛あるいは馬に引かせる。作業中に地面に対する圧力を増大するために、口の上に人が立ったり石を置いたりする。

出所：章楷（1980）中国古代農具．160pp，農業出版者，北京

なお、蛮漢山地域におけるシラカンバ用材（全てのシラカンバ用材は蛮漢山地域産のものである）の市場率（表 3-7）は、「統括収支」経営方式時期（1958～1984）では 90% 以上、「過渡」経営方式時期（1985～1990 年）では 60～80%、「自主」経営方式時期（1991～1997 年）では 50～60% であった。その変動理由は、蛮

漢山地域産のシラカンバ用材は、「統括収支」経営方式時期では全てが当地域に利用され、「過渡」経営方式時期では一部が他地域に輸出され、「自主」経営方式時期では「過渡」経営方式時期より他地域への輸出量が多くなったからである。また他地域から蚕漢山地域に輸入されたカラマツとポプラの用材量は、「過渡」経営方式時期に入った後で増加している。

表 3-7 1960～1997 年の蚕漢山地域におけるシラカンバ用材の市場率

時期	年	用材の市場率 (%)	
		シラカンバ	その他
統括収支期	1958～1984	>90	<10
過渡期	1985～1990	60～80	20～40
自主期	1991～1997	50～60	40～50

注) その他はカラマツとポプラの用材である。

出所：蚕漢山地域の木材市場の経営者に対して行った聞き取りより作成

また伐採材の集材においては、集材道を建設する（最長は約 1.5km, ほとんどの場合は 500m 以下であり、幅は 1.0～1.5m である）こともあったが、林場の経済的な余裕はなく建設費がかかるなどの理由から、普及しなかった。集材は、家畜を使う場合があったが、主に人力が使われ、人が背負って集材した。運材においては、運材道（幅 3～4m）を建設したが、こうした運材道は 3 年あるいは 4 年毎に補修を必要とした。運材は 1980 年以前は畜力用の車またはトラクタが使用され、それ以降はトラクタおよびトラックが使用された。ただし、1960～1997 年には運材費用を下げするため、営林区は運材を実施せず、木材の販売は山土場で行い、木材の買い主が運材を実施することとした。なお、1960～1997 年の間、林場は製材工場を持

っていなかった。

以上のように、1960～1997年の林場では、運材作業は機械化が進んでいたが、伐倒・造材は斧を使って、集材は主に人力を使用していたため、運材を除く伐採作業の労働生産性は低い状況が続いていたと考えられる。

第5節 小括

農地面積が少なく、かつ住民の収入は牧畜業と農業に多くを依存していた蛮漢山地域の住民の年平均純収入について、中国全土の農村部や都市・町部の平均値に比べると経済的格差は、集中的計画経済時代の1960～1979年に小さかったが、農村土地請負制を実施した1980年以降に大きくなってきた。これにより、1985年以降、蛮漢山地域の若手を中心とする人口流出が続き、高齢化が進んだ。

「統括収支」経営方式時期（1960～1984年）では、内モンゴル林業庁が林場への全経営費用を配分する対価として、年ごとの林場の全経営収益を受け取る仕組みを採用した。「過渡」経営方式時期（1985～1990年）では、林場は経営による収益および国からの政府負担金で経営しており、経営に必要な費用を満足できた。そのため、この両時期では林場は安定的経営活動を展開できた。「自主」経営方式時期（1991～1997年）に入ってから、林場は独立採算制企業となった。内モンゴル林業庁は拡大造林費のみを配分し、林場は主にシラカンバ林の伐採木材の販売収入によって経営を行わざるを得なくなった。職員1人あたりの平均年給与の増加率は、シラカンバ用材における主要な木材製品価格の増加率より大きく、また職員

の年間総給与額も 1994、1997 年とも木材販売からの純収入に比べて大きかった。その結果、1994～1997 年には、林場の経営が厳しくなり、不安定な経営活動を強いられた。

1960～1997 年の林場における管理体制の変更は 1991 年の 1 回のみであった。林場内での林木盗伐・被害などの犯罪や不法行為を取り締まる権限を強化するために、1991 年に林場では治保室を廃止し森林交番を設置した。

集中的計画経済時期の蚕漢山地域では、林場周辺の生産大隊が地元住民の管理と労働派遣の任務を負い、また積極的に林場の建設・生産事業を支援していたため、林場の労働力不足は発生しなかった。しかし土地請負制を実施した 1980 年以降、農民は他地域への転居や自らの労働提供を自由に決められるようになった。蚕漢山地域の人口は減り、高齢化の進行にともなって、1991～1997 年の間伐時期（11 月から翌年の 3 月まで）には林場周辺の農民労働力が不足し、翌春の農作業時期まで間伐作業が長引く事態も生じた。

なお、1960～1997 年に、林場における木材種毎の年間の生産量はその森林資源、経済などの状況によって決められた。林場の木材販売方式は、国家統制（「統括収支」経営方式時期）、国家統制と自由販売（「過渡」経営方式時期）を経て、自由販売（「自主」経営方式時期）に到達した。また林場の木材生産方法の変更はなく、伐採作業を実施する営林区の職員は伐採作業の管理・指導者として、その周辺の農民を雇用して伐採作業を実施した。これらの農民は営林区の伐採、造材、集材および伐採跡地の整理を請け負った。伐倒、造材は斧が使用され、集材は主に人力が使われた。

以上のことより，1960～1997年の林場経営の問題点は以下のとおり整理できる。

「自主」経営方式の下では，林場の独自収入が最低事業費（職員の給与や育林費用など）を上回るか少なくとも等しい場合には安定的経営活動を展開できたが，それ以下の場合には不安定な経営活動を強いられた。さらに住民の若手流出および高齢化が進み，林場周辺の労働力のみを採用することは，必要とする間伐時期の間伐作業を困難にした。また伐倒，造材および集材の労働生産性は低い状況が続いていた。

第4章．天然生シラカンバ林の間伐の実態（1960～1997年）

第1節 木材生産の意義

前述のように、「統括収支」経営方式時期（1960～1984年）の中国の木材供給政策においては、主要な木材生産地域の木材生産企業（例えば大興安嶺森林管理局）は、主に国家重点の工業や交通などのプロジェクトに木材を大量に供給したが、それ以外の地域など（蛮漢山地域を含む）には供給量が少なかった。農村土地請負制の実施により中国が1980年から集中的計画経済から社会主義市場経済^{*9}に移っており、これにより1985年以降、木材の自由販売が可能となった。それでも禁伐前の1960～1997年の蛮漢山地域および隣接地域では、年間用材需要量に比べて地元の年間用材生産量は少なかった。また蛮漢山地域産のシラカンバ製品は輸入したカラマツ、シラカンバなどに比べて価格的に安かった。例えば、 m^3 あたりのシラカンバ製のたる木（末口直径5～9cm、長さ4m）の価格は、蛮漢山地域産のものは1980年以前が90元以下、1994年が280元であるが（3）、輸入製品は、1980年以前が100元以上、1994年が360元以上であったため、住民は家屋、家具および農具を造る際、また炭坑用坑木を利用する際、可能な限り林場産のシラカンバ製品を求めた。なお、林場は禁伐前の1997年以前には、当地域の住民に用材だけでなく薪炭材も供給していた。

以上のように、林場のシラカンバ林は当地域の主要な木質資源の一つであり、低価格シラカンバ木材製品は蛮漢山地域の住民および隣接地域の住民にとって基本的生活を送る上で欠くことの

できない必需品であった。したがって林場のシラカンバ林における木材生産は、当地域および隣接地域の需要に見合う木材製品（農具用材，家具用材，建築用材および炭坑坑木用材）を目指し，間伐と主伐作業を通じて，その役割を果たしてきた（1）。

第 2 節 間伐の方針と方法

中国でのシラカンバ林における間伐の具体的方針は，1957 年に初めて設定された。その後，間伐方針の変更は 1979 年に行われたにすぎない。したがって便宜的に 1957～1978 年を第 1 期，1979 年以降を第 2 期として区分し検討する。

表 4-1 は 1957～1997 年までの林場におけるシラカンバ林の間伐方針の流れを示したものである。これによると，第 1 期の間伐の狙いは，林木の品質と材積成長量を向上し，森林の環境保全および林地の生産力を発揮させ，用材や薪炭材などを生産することであり，基本的考えは撫育を第一目的とし，合わせて間伐材の有効利用を図ることであった（64）。間伐の種類は，若齢林の樹冠閉鎖時から主伐時（おおむね 30～40 年生）まで，透光伐，除伐，疎伐，生長伐の 4 回の間伐を順次実施することを基本とした。その際，樹冠閉鎖度を目安として間伐の開始時期と間伐率を決定した。透光伐，除伐，疎伐においては樹冠閉鎖度が 0.8 以上に達した時点において間伐を実施し，生長伐では同じく 0.7 以上に達した時点で間伐を実施したが，いずれの間伐種においても間伐後の樹冠閉鎖度は 0.6 以上程度を目安とした。間伐前の樹冠閉鎖度 0.8 以上（透光伐など），0.7 以上（生長伐）および間伐後の樹冠閉鎖

度 0.6 以上を採用する根拠は、中国では、第 1 期間伐方針を制定した際に林分の樹冠閉鎖度は 0.8 以上になると、目的樹種あるいは目的林木の正常な成長は目的外樹種、灌木などによって抑制されることが思われた。また生長伐は目的林木の樹高成長や直径成長が減退した時期に、その直径および樹高などの成長を促進し、森林の伐期齢を早めるために行う間伐である。このため、生長伐は早めに実施するほうがよく、間伐時の樹冠閉鎖度を 0.7 以上とした。なお間伐の間隔期間は 5 年前後と定めたため、間伐前・後の樹冠閉鎖度の差を小さくし、シラカンバ林の成長特性を考慮して、透光伐、除伐、疎伐および生長伐のいずれにおいても間伐後の樹冠閉鎖度を 0.6 以上とした (59)。

表4-1 1957～1997年の蚕漢山国有林場におけるシラカンバ林の間伐方針の流れ

時期 年	規程・方針等	狙い	間伐種(樹冠閉鎖度)	基本的考え	間伐対象の優先順位
第 1957 1) 期 1978	国有林撫育改造技術規程 (1956年)	林木の品質と材積成長量の向上, 森林の環境保全および林地の生産力を発揮させ, 用材, 薪炭材などを生産する	透光伐(0.8→0.6) 除伐 (0.8→0.6) 疎伐 (0.8→0.6) 生長伐(0.7→0.6)	撫育を第一目的とし, 合わせて間伐材の有効利用を図る	1. 幼齡林を優先 2. 同じ林齡の場合は林道に近い場所を優先 3. 同齡で林道到達距離が同じ場合は集運材が容易なところから行う 4. 同一年次においては隣接する間伐区域をできるだけ統合して行う
第 1979 2) 期 1997	国有林撫育間伐, 低産林改造技術試行規程 (1978年)	林木の品質と材積成長量の向上, 森林の多面的機能を発揮させ, 一定数量木材を生産し, 工業・農業の発展と地域住民生活の木材需要を満たす	透光伐(0.7→0.5) 生長伐(0.7→0.5)	伐採と育林を結合し, 森林を総合利用する	規定せず, 間伐林分の状況によって決まる

注) 括弧中の数字は間伐前・後の樹冠閉鎖度である。例えば, 1957～1978 年において, 透光伐前の樹冠閉鎖度は 0.8 以上, 透光伐後の樹冠閉鎖度は 0.6 以上である。

出所: 中国の国家林業部 (1956) 「国有林撫育改造技術規程」1～4 と (1978) 「国有林撫育間伐, 低産林改造技術試行規程」1～5 より作成

また第1期の間伐対象の優先順位を決定する際には以下のような点を考慮したと考えられる。すなわち、幼齡林を優先して間伐する理由として、シラカンバ同齡單純林において、成長または形質の悪い林木はなるべく早齡に間伐することが求められたことが挙げられる。これは、同齡單純林は自然条件の下で、天然下種あるいは萌芽によって自然に生育するものであり、その中で成長または形質の悪い個体は、それ以後回復が困難であるため、残す必要性が低いと考えられていた(37)。また間伐の優先順位2~4位の理由として、間伐作業のコストを引き下げることが重要であったことが挙げられる。1956年以前の中国の森林は林道密度が低い状態で、ほとんどが未間伐状態にあった。したがって、1957年以降の間伐事業では、まず林道建設が必要であったが、林道建設費は大きな負担であった。また戦後の1949年に建国した新中国は1957年以降の一定時期においても、なお経済力は脆弱であったため、国有林における間伐事業への投資は不十分であった。このため、国有林場は当時の間伐方針による要間伐林分のうち、一定の資金でより多くの間伐面積を実施できる間伐計画を立てることが政府より求められていた(81)。そのため、1957年以降の国有林の間伐事業においては、間伐作業のコストの引き下げを重視し、間伐対象の優先順位を決定したと考えられる。

1979年にシラカンバ林の間伐方針は第1期から第2期に移った。その変更理由は、第1に第1期間伐方針が制定された際には、当時の国有林場の脆弱な経済状況と低路網密度などの林分状況が十分に考慮されておらず、樹冠閉鎖時から主伐時まで間伐が4回

実施されるはずが，年間の間伐すべき林分の一部しか間伐されなかった。したがって，1975 年以後，第 1 期間伐方針どおりに実施できた林分と実施できなかった林分の 2 種類のシラカンバ林分*¹⁰が形成された。第 2 に，前述したように第 1 期間伐方針による間伐技術は，透光伐，除伐，疎伐および生長伐のいずれにおいても，間伐前・後の樹冠閉鎖度の差は 0.2 以下とされており，間伐率を高くすることができなかった。そのため第 1 期間伐方針どおりの間伐を実施しなかった林分では，さらに高密度化が進み，質・量ともに改善できなかった（14）。したがって，第 1 期間伐方針は前述のように当時の国有林場の経済状況と林分状況に十分に適合できなかったと考えられ，その結果として，林分の樹冠閉鎖時から主伐時までの間伐回数は，それぞれの林分における集運材の容易さ（集運材にかかる費用）によって左右されたと思われる。

こうした理由から，第 2 期間伐方針ではシラカンバ林の間伐の種類と間伐時期・間伐率に変更を行った。若齢林の樹冠閉鎖時から主伐時（おおむね 30～40 年生）まで，透光伐と生長伐の 2 回の間伐を実施することを基本とした。その実施に際しては，第 1 期と同じく，樹冠閉鎖度を用いて間伐の開始時期と間伐率を決定することとしていたが，透光伐と生長伐の間伐前・後の樹冠閉鎖度はいずれも間伐前 0.7 以上，間伐後 0.5 以上であり，第 1 期間伐方針に比べると，間伐時および間伐後の樹冠閉鎖度は低く設定された。このように，第 2 期の間伐技術では，当時期の国有林場の経済的状況，シラカンバ林の密度・立地条件・林齢と成長の関

係などに対応できるように，樹冠閉鎖時から主伐時までの間伐回数を減らし，間伐開始時期を繰り上げ，樹冠閉鎖度 0.7 以上 0.8 未満の林分の間伐を実施し，樹冠閉鎖度 0.8 以上の林分に強めの間伐を 1 回実施することとした。

なお，この時期の間伐の狙いは，林木の品質と材積成長量を向上させ，森林の多面的機能の発揮と，一定数量の木材を生産して，工業・農業の発展と地域住民の木質需要を満たすことであった。

また第 2 期の間伐対象の優先順位は特に規定されなかったが，その理由は，間伐は国有林場の経済状況，要間伐林分の状況および生産目標などによって実施されるべきであり，一律に優先順位を決定する必要がないこと（77），であったと考えられる。

また 1957～1997 年を通して，採用した選木法は，五級木区分法であった（前掲表 1-1）。前述のように，この選木法は樹高を基準とし，まず成長が遅れた五級木，四級木を中心に伐採し，状況によって目的外樹種，三級木，一部の二級木などを樹冠閉鎖度を考慮しながら伐採する方法であった。このことから，この間伐方法は下層間伐法の性格を強く有していたといえる。

当時においてこの下層間伐法を採用した理由は，前述のように，中国では林木の形質よりも林木の成長量，特に樹高成長を重視することが一般的であったためと考えられる。

以上のことから，林場のシラカンバ林の間伐技術は，国の間伐方針によって支配されていた。間伐率を決める際に，樹冠閉鎖度のみを用いて，林木の形質があまり重視されない場合，結果として，残存木の形質が十分に向上できない場合がある。例えば，間

伐前・後の樹冠閉鎖度の差による本数間伐率が、不良木の本数割合と比べて小さい場合、間伐後には依然として不良木が存在することになる。また五級木区分法による下層間伐法は、間伐木を決める際に林木の形質より林木の樹高成長を重視し、樹高の低い林木が主として伐採されるため、下層木の密度と形質を改善するが、上層木の密度を十分に調整できない。そのため、上層木の肥大成長を十分に促進できないばかりでなく、形質不良（樹冠形では過弱・偏倚のもの、樹幹形では小曲・大曲のものなど）な上層木が残されるなど、間伐後、林分の健全性^{*11}の向上が十分に図れず、将来的な用材利用率の向上に限界を生じるものと考えられる。

第3節 年間間伐量と間伐時の林齢・間伐率・間伐木

1. 年間の間伐量

第1期間伐方針期の1965～1978年の間伐種類別の面積（図4-1）をみると、各間伐種類においても総面積においても年による変動が大きい。例えば、1966年の間伐面積は289haにのぼったが、1970年ではわずか8haにとどまっている。こうした変動は表4-2に示すように1965～1970年の国からの間伐負担費用の違いによるもので、1966年が78,030元と最も多く、1970年では2,100元と最も少ないなど、間伐負担費用によって間伐実施面積が左右された。間伐種別では1965年においては透光伐を実施すべき林分がなく、除伐52ha、疎伐83ha、生長伐12haのみが行われた。また1967～1970の4年間には生長伐が実施されなかった。こうした間伐種類別の面積における各年の変動は、国からの間伐費用が

十分に得られなかったことに加え，各年の間伐種別の指定面積の違いおよび当時の間伐方針に基づく間伐の優先順位付けによりもたらされた（８）。

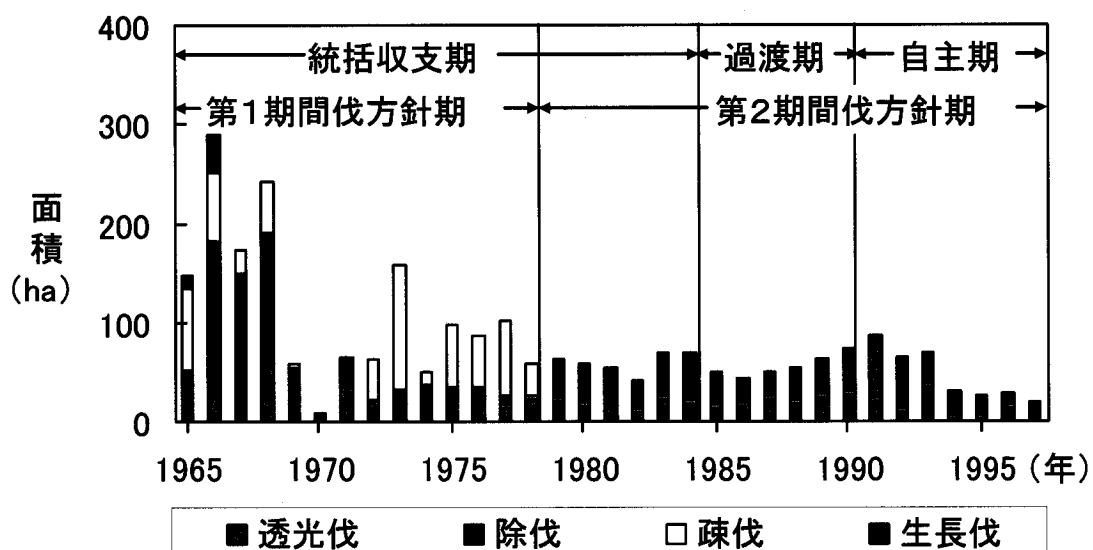


図 4-1 間伐種類別の面積（1965～1997 年）

出所：蛮漢山国有林場の 1965～1997 年の統計資料より作成

表 4-2 国からの間伐負担費

年	間伐負担費（元）
1965	39,810
1966	78,030
1967	46,210
1968	65,520
1969	15,930
1970	2,100

出所：蛮漢山国有林場の 1965～1970 年の統計資料より作成

続く 1979～1997 年は第 2 期間伐方針が採られていた。1979～1989 年の年間の透光伐と生長伐の面積は、それぞれ 13～23ha, 24～48ha であった（図 4-1）。1989 年に内モンゴル林業庁は、林場の 10～25 年生（間伐時の林齢は主に 10～25 年生である）シラカンバ林の年成長量を 500～1,000 m³と算出し、年伐採量は成長量以下に押さえるとする方針に基づいて、1990 年以降の間伐量を 500 m³/年程度（83）と決定した（図 4-2）。しかし前述のように、林場の経営費用は 1990 年は国家の「差額の全額補助」により計画間伐量 500 m³程度が達成されたが、1994 年以降は、林場の経済的な状況が厳しくなったため、間伐すべき林分のうち、収支がプラスになる林分のみが間伐された。その結果、実際の林場における年間の総間伐量は、1991～1993 年にはそれぞれ 500 m³/年前後（面積で 64～87ha/年、国の間伐方針による年間の間伐量のうち、面積で 80% 以上が間伐された）、同じく 1994～1997 年には 250 m³/年以下（面積で 20～31ha/年、国の間伐方針による年間の間伐量のうち、面積で 27～35% が間伐された）であった。

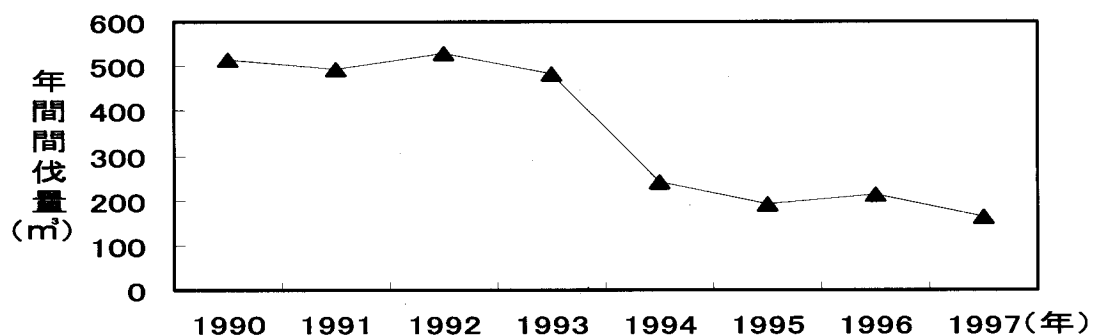


図 4-2 1990～1997 年の蛮漢山国有林場の年間間伐量

出所：蛮漢山国有林場の 1990～1997 年の統計資料より作成

2. 間伐時の林齢・間伐率と間伐木

図 4-3 は 1965～1970 年の合計 203 箇所および 1991, 1994, 1996 年の合計 22 箇所の間伐種ごとの林齢 (A) と間伐率 (B) を示したものである。第 1 期の 1965～1970 年では、透光伐実施の平均林齢が 8～12 年生において、平均材積間伐率は 6～15% で行うのが一般的であった。同じく、除伐は 12～16 年生に材積間伐率 11～15%、疎伐は 18～22 年生に材積間伐率 10～14%、生長伐は 25～26 年生に材積間伐率 14～15% の間伐を一般的に行っていた。したがって、第 1 期間伐は、おおむね林齢 8～26 年生に透光伐、除伐、疎伐、生長伐が順次実施され、間伐間隔は 5 年前後、いずれの間伐種も平均材積間伐率はおおむね 15% 以下であった。

一方、第 2 期の 1991, 1994 と 1996 年の 3 年間の透光伐と生長伐の実態は、透光伐の平均林齢は 10～12 年生において、平均材積間伐率は 21～25%、同じく生長伐では 19～26 年生で材積間伐率 21～33% 前後の間伐が一般的であった (ただし、1991 年の生長伐は 1 箇所のみの実施データである)。したがって、第 2 期では、樹冠閉鎖時から主伐時まで透光伐、生長伐のみと間伐回数が減り、それによって間伐率が高まったこと、さらに生長伐の開始時期もやや早まる傾向がみられた。

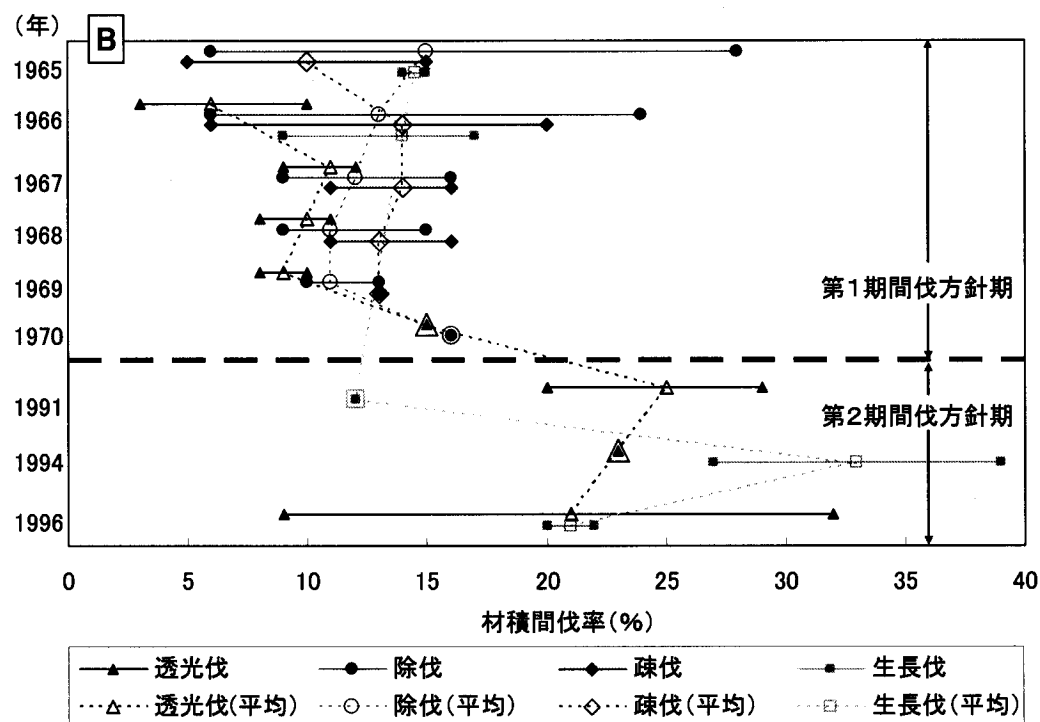
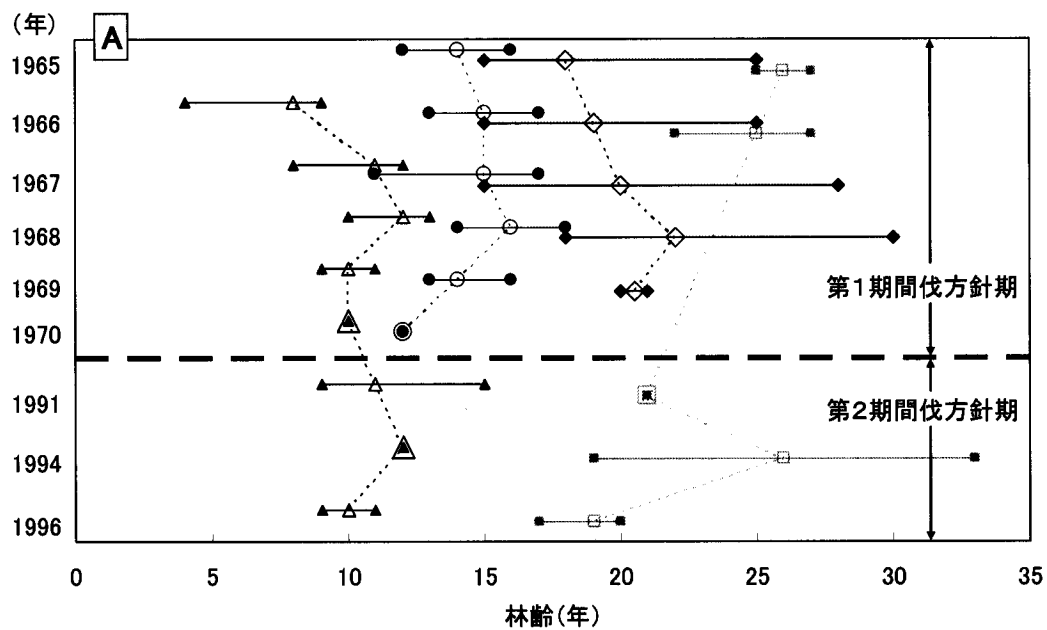


図 4-3 間伐種類別の間伐時の林齢(A)と間伐率(B)

注) 1965～1970 年に第 1 期間伐方針期に，1991，1994，1996 年に第 2 期間伐方針期に属する。

出所：蛮漢山国有林場の 1965～1970 年と 1991，1994，1996 年の

「撫育・伐採設計説明書」より作成

また第 1 期の樹冠閉鎖度の変化，林分および伐採木の平均胸高直径と平均樹高変化についてみると（表 4-3），間伐前の樹冠閉鎖度は基準値よりも高く，相当過密な林分で実施されたことがわかる。また間伐木は，透光伐，除伐，疎伐および生長伐のいずれの間伐種でも胸高直径が小さく，樹高の低い個体を中心に間伐されていた。このように，この期の間伐は下層間伐法が実施されていたことを示している。なお第 2 期においても，間伐前の林分の樹冠閉鎖度は方針より高く，透光伐および生長伐では方針に沿った下層間伐法が実施されていた（33）。

表 4-3 透光伐，除伐，疎伐および生長伐の樹冠閉鎖度および間伐前後の平均胸高直径と平均樹高

間伐種		透光伐		除伐		疎伐		生長伐	
林班・小班		55・2	55・3	23・13	19・17	46・32	48・5	46・46	46・51
樹冠閉鎖度	間伐前	0.8	0.8	0.9	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0
	間伐後	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
平均胸高直径 (cm)	間伐前	3.0	3.0	3.5	4.6	4.2	5.6	5.2	5.6
	間伐後	3.3	3.3	3.7	4.9	4.9	6.4	5.9	7.0
	間伐木	2.3	2.2	2.6	2.9	3.0	3.4	3.9	3.2
平均樹高 (m)	間伐前	5.0	6.0	5.0	6.5	5.2	8.0	6.4	7.0
	間伐後	5.4	6.4	5.2	6.7	5.6	8.5	6.9	7.9
	間伐木	4.0	5.0	4.0	5.0	4.5	6.5	5.5	5.5

出所：蜜漢山国有林場の 1966 と 1968 年の「間伐の固定標準地資料」より作成

このように，第 1 期の間伐は低い間伐率で段階的に本数を減らしていくことから，林分変化は緩やかであり，林地環境を急激に変化させることも少なかったと考えられる。また，同じ樹種と林齢の広葉樹林において，立木密度が高い林分は立木密度が低い林

分より，通直樹幹の本数割合と平均枝下高率が高いとする報告（13）があり，林場における第1期の間伐率は第2期のそれと比べて，残存木の通直性，単幹長（枝下高）を高めることに有利であったと考えられる。なお，中国では，材積間伐率が15%以下を弱度間伐，16～25%を中度間伐，26～35%を強度間伐，さらに36%以上を超強度間伐と定義されている（44）。このことから，第1期の間伐は弱度多間伐，第2期の間伐は中・強度間伐であったといえる。

第4節 間伐材の利用

図4-4に示すように，第1期では，年間の間伐材のうち，薪炭材としての利用率はおよそ6～8割を占め，用材は2割から多くても4割程度であった。用材のうち桁・柱としての利用はなく，たる木としての利用率は1割以下，柄・竿では1～2割，口の歯では多い年では2割に達することもあった。第2期では，年間の間伐材のうち，薪炭材としての利用率は4～6割に低下し，用材の割合が高まった。しかし規格にある桁・柱としての利用はなく，たる木としての利用率は1割以下，柄・竿としては3～4割程度，口の歯での利用率も2割に達している。したがって，第1期と第2期の用材としての利用は，農具用材（柄・竿と口の歯）としての利用率が高く，建築・家具・坑木用材（たる木，柱，桁）としての利用率は極めて低かったといえる。これは，前述のように，下層間伐法の採用により，胸高直径が小さく，樹高の低い個体が間伐されたことによると考えられる。

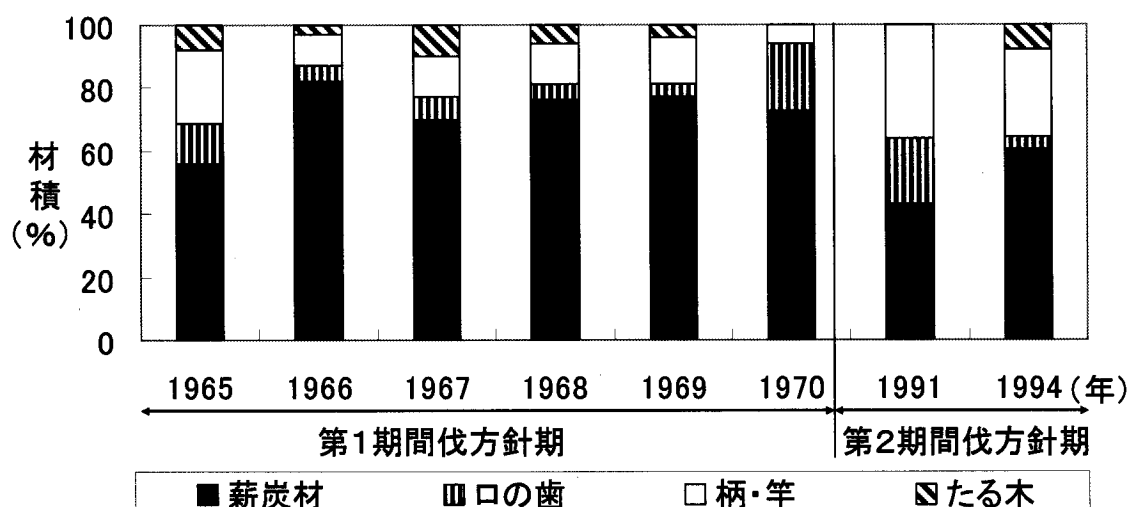


図 4-4 年別の間伐材の利用率(1965～1970, 1991, 1994 年)

出所：蛮漢山国有林場の 1965～1970 および 1991, 1994 年の「撫育・伐採設計説明書」より作成

また第 2 期の間伐材における用材としての利用率は，第 1 期のそれと比べて高まった。この理由は，前述のように第 1 期の間伐は弱度間伐であり，第 2 期の間伐は中・強度間伐であったことによると考えられる。五級木区分法による選木であったため，第 2 期の間伐木には，三級木または二，一級木などの優勢木が含まれたと考えられる。

以上のことから，1960～1997 年の間伐材の利用状況は，薪炭材としての利用が 4～8 割，用材としての利用が 2～6 割となっており，用材では農具用材（柄・竿と口の歯）としての利用率が高かった。第 2 期では間伐率が高まったことにより用材としての利用率も高まった。

第 5 節 小 括

1960～1997 年には、林場のシラカンバ林における木材生産は、当地域および隣接地域の需要に見合う木材製品を目指し、間伐と主伐作業を通じて、その役割を果たしてきた。中国ではシラカンバ林における間伐の具体的方針を、1957 年に初めて設定した。禁伐前の 1997 年以前、林場は第 1 期間伐方針（1957～1978 年）と第 2 期間伐方針（1979～1997 年）を順次採用した。第 1 期間伐方針の狙いは林木の品質と材積成長量を向上し、森林の環境保全機能および林地の潜在的な生産力を発揮させ、用材や薪炭材などを生産することであった。第 1 期の間伐技術においては、樹冠閉鎖時から主伐時（30～40 年生）までに、透光伐（およそ林齢 8～12 年生）、除伐（12～16 年生）、疎伐（18～22 年生）および生長伐（25～26 年生）の 4 回間伐を順次実施した。間伐の間隔期間は約 5 年前後であり、いずれの間伐種も間伐率がおおむね材積の 15% 以下であったため、弱度間伐を特徴とした。第 2 期では、間伐方針の狙いは第 1 期とほぼ同じであったが、間伐技術においては、樹冠閉鎖時から主伐時（30～40 年生）までに、透光伐（およそ林齢 10～12 年生）と生長伐（19～26 年生）の 2 回間伐を順次実施し、いずれの間伐種も間伐率がおおむね材積の 21% 以上であったため、中強度間伐を特徴とした。このため、第 1 期の間伐は第 2 期のそれと比べて、間伐率が低かったため、間伐後、林分変化は緩やかであり、林地環境を急激に変化させることも少なかっただけでなく、残存木の通直性、単幹長（枝下高）を高めることに有利であったと考えられる。

また第 1 期と第 2 期の両時期を通して、間伐率を決める際に、樹冠閉鎖度のみを用いて、林木の形質があまり重視されなかった。加えて、五級木区分法による下層間伐法が採用され、間伐木を決める際に林木の形質より樹高成長を重視し、樹高の低い木が主として伐採されたため、下層木の密度と形質を改善したが、上層木の密度と形質を十分に改善できなかった。その結果、上層木の肥大成長を十分に促進できないばかりか、形質さえも十分に高められないと考えられる。

間伐材の利用については、第 1 期と第 2 期の両時期を通して、下層間伐法を採用したため、年間の間伐材のうち薪炭材としての利用率は 4～8 割となり、ほとんどの用材は農具用材（柄・竿など）であった。また第 1 期と比べて第 2 期では、間伐率が高かったため、年間の間伐材のうち用材としての利用率が高くなった。

以上のことより、1960～1997 年の林場におけるシラカンバ林の間伐技術の問題点は、以下のとおり整理できる。

弱度多間伐体系は残存木の形質の向上に有利であるが、樹冠閉鎖度のみで間伐率を決める方法および五級木区分法による下層間伐法は、間伐後に林分の健全性の向上が十分に図れず、将来的な用材利用率の向上に限界があるという欠点を持つ。

第 5 章 今日における 25 年生以下の未間伐シラカンバ林の実態

第 1 節 調査林分の位置

いずれの調査プロットも，山の北斜面に設定した（図 5-1）。その理由は，蜚漢山地域は半乾燥地域であり，シラカンバ林のほとんどは湿度が比較的高い北側斜面に分布しているためである。またいずれの調査プロットにおけるシラカンバ林も灰褐森林土壌に成育している。調査プロット 1，2，3 および 4 の林齢はそれぞれ 10，15，20，25 年生である。

プロット 1 は斜面の上部に位置している。平均標高は 1,690m，土壌層の厚さは 50～60cm，運材道からの距離はおよそ 600m である。

プロット 2，3 も斜面の上部に位置している。プロット 2，3 の平均標高はそれぞれ 1,729m と 1,705m，土壌層の厚さはそれぞれ 50cm ぐらいと 50～60cm，運材道からの距離はそれぞれおよそ 1,300m と 200m である。

プロット 4 は斜面の下部に位置しており，平均標高は 1,784m，土壌層の厚さは 70～80cm，川からの距離はおよそ 50m，運材道からの距離はおよそ 150m であるため，立地条件がよいと考えられる。

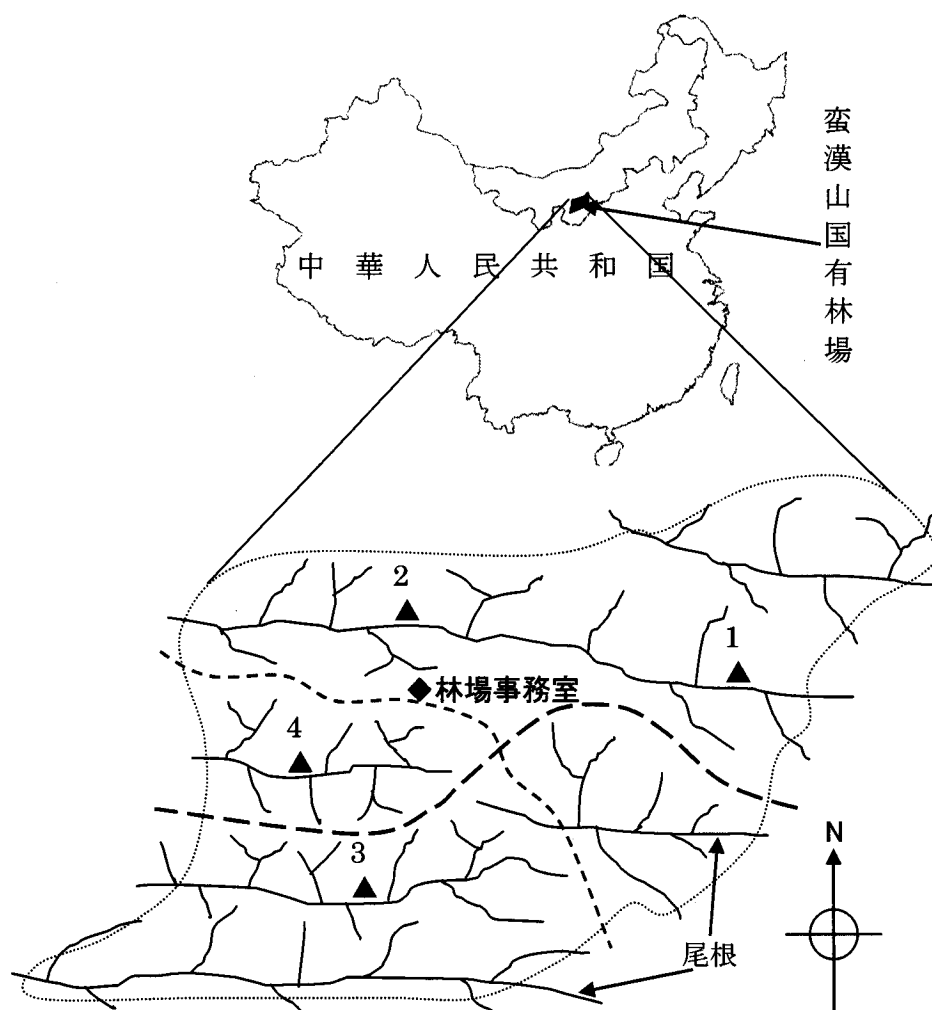


図 5-1 調査林分の位置図

注) 蛮漢山国有林場の境界線 大黒河 - - - - -
 県道 プロットの位置▲

第 2 節 調査結果と考察

1. 立木密度および胸高直径と樹高の分布の変化

表 5-1 に示すように、10 年生林分のプロット 1 では、立木密度は 7,200 本 / ha, 蓄積量は $15.8 \text{ m}^3 / \text{ha}$, 胸高直径の分布幅と変動係数はそれぞれ 2.0~6.0 cm と 24%, 樹高の分布幅と変動係数はそれ

ぞれ 2.0～5.3m と 16%, 平均枝下高と平均枝下高率はそれぞれ 1.4m と 38% である。同じく, 15 年生林分のプロット 2 では 5,725 本/ha, 24.6 m³/ha, 2.0～7.7cm と 25%, 2.6～6.8m と 17%, 2.4m と 44% であり, 20 年生林分のプロット 3 では 4,384 本/ha, 40.7 m³/ha, 3.1～10.1cm と 25%, 4.2～9.6m と 15%, 3.2m と 52%, 25 年生林分のプロット 4 では 3,152 本/ha, 63.1 m³/ha, 3.5～13.1cm と 26%, 4.3～10.9m と 17%, 3.9m と 56% である。これらによって, 10～25 年生のプロット 1～4 では, 林齢がより高い林分において, ha あたりの蓄積量は大きくなっているが, 立木密度(本/ha)はより低くなる傾向がみられた。これらの林分では間伐を実施していないため, こうした傾向は自然間引きによるものと考えられる。また胸高直径の変動係数は林齢の増加にかかわらず 24～26% を維持した。樹高の変動係数においても 15～17% と同様な傾向がみられた。

表 5-1 調査林分の概況（調査年：2007 年）

プロット	1	2	3	4
林齢(年生)	10	15	20	25
地形	中腹	中腹	中腹	中腹
斜面方位	N	N	N	N
標高(m)	1,690	1,729	1,705	1,784
傾斜角	23°	21°	24°	22°
調査面積(ha)	0.0225	0.0400	0.0625	0.0625
立木密度(本/ha)	7,200	5,725	4,384	3,152
蓄積量(m ³ /ha)	15.8	24.6	40.7	63.1
施業履歴	なし	なし	なし	なし
平均胸高直径(cm)	3.1	4.2	5.7	7.5
Min~Max	2.0~6.0	2.0~7.7	3.1~10.1	3.5~13.1
変動係数(%)	24	25	25	26
平均樹高(m)	3.7	5.1	6.2	7.1
Min~Max	2.0~5.3	2.6~6.8	4.2~9.6	4.3~10.9
変動係数(%)	16	17	15	17
平均枝下高(m)	1.4	2.4	3.2	3.9
平均枝下高率(%)	38	44	52	56
平均樹冠長(m)	2.3	2.7	3.0	3.2

図 5-2 は各調査林分の胸高直径階別本数分布 (A) と樹高階別本数分布 (B) を示したものである。これによると、胸高直径と樹高は 10~25 年生林分のいずれでもそれぞれ正規型に近い分布を示している。また 10~25 年生林分のいずれも胸高直径階別本数分布と樹高階別本数分布はそれぞれピークを一つ持ち、一斉単純林を示している。

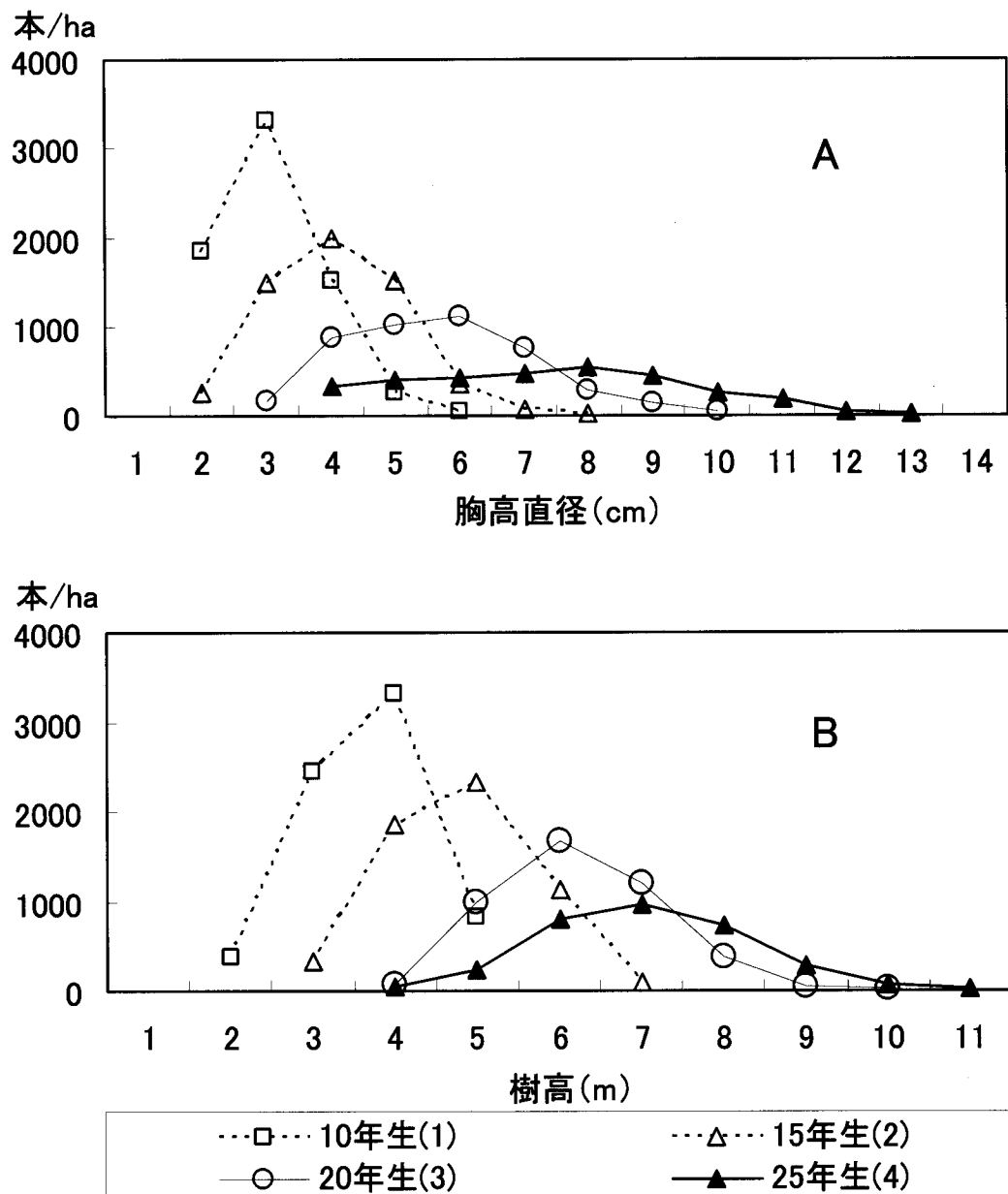


図 5-2 10～25 年生未間伐林分の胸高直径階別 (A) と樹高階別 (B) の本数分布

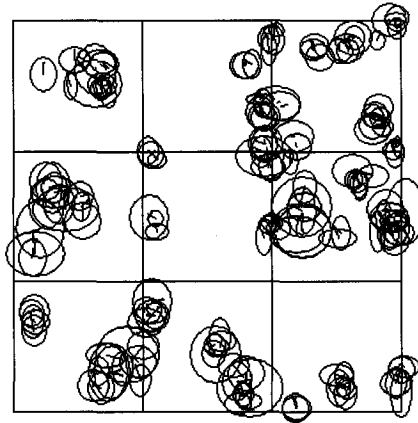
注) 括弧中の数字は調査プロットの番号である。例えば, 10 年生 (1) は 10 年生林分のプロット 1 を指す。

以上のように, 10～25 年生林分において, 林齢が増加しても胸高直径と樹高の変動係数はそれぞれほぼ一定の値を維持しており, ま

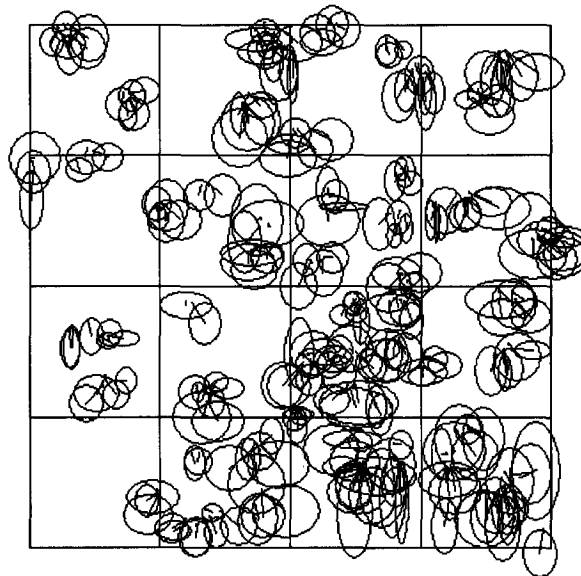
た一斉林型の構造を示していることから、林齢が異なっても、胸高直径と樹高の分布構造は高い均一性を保っているといえる。このことにより、本調査地の未間伐天然生シラカンバ林は、林齢 10～25 年生までに、各成立木の成長環境（樹冠の成長空間や受光量など）は大きく変わることがなかったと考えられる。

2. 樹冠と立木の位置

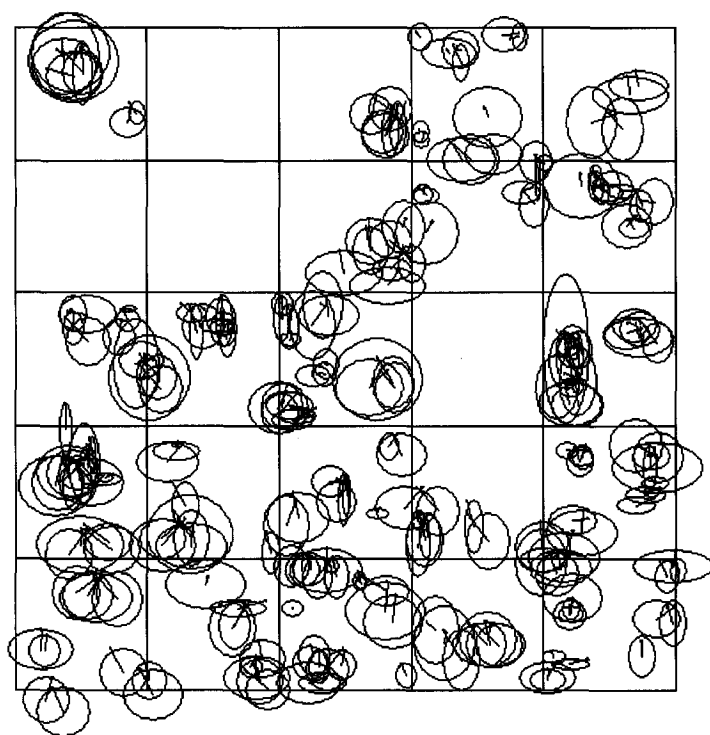
10, 15, 20 および 25 年生林分の樹冠投影図を図 5-3 に示した。10 年生の林分では、樹冠閉鎖度は 31%, 1 株から発生した林木の平均本数は 6 本, 1 林木の平面的な平均樹冠直径は 1.1m であった。同じく, 15 年生の林分では 53%, 5 本, 1.4m であり, 20 年生の林分では 40%, 4 本, 1.5m, 25 年生の林分では 44%, 3 本, 1.7m であった。このことから, 10～25 年生林分において, 林齢の増加にしたがって, 1 株から発生した個体は自然間引きにより平均本数が減少し, 成立木の平面的な平均樹冠直径は拡大していく傾向が認められた。なお, 半乾燥地域である林場の萌芽更新によって成立したシラカンバ林において, シラカンバの実生更新は困難であるため, シラカンバの伐根が存在しない箇所にはシラカンバは発生せず, 伐根が存在する箇所においてのみシラカンバの萌芽更新が行われる。このため, シラカンバの伐根の存在位置自体が萌芽更新する林木の位置を決定付けることになる。



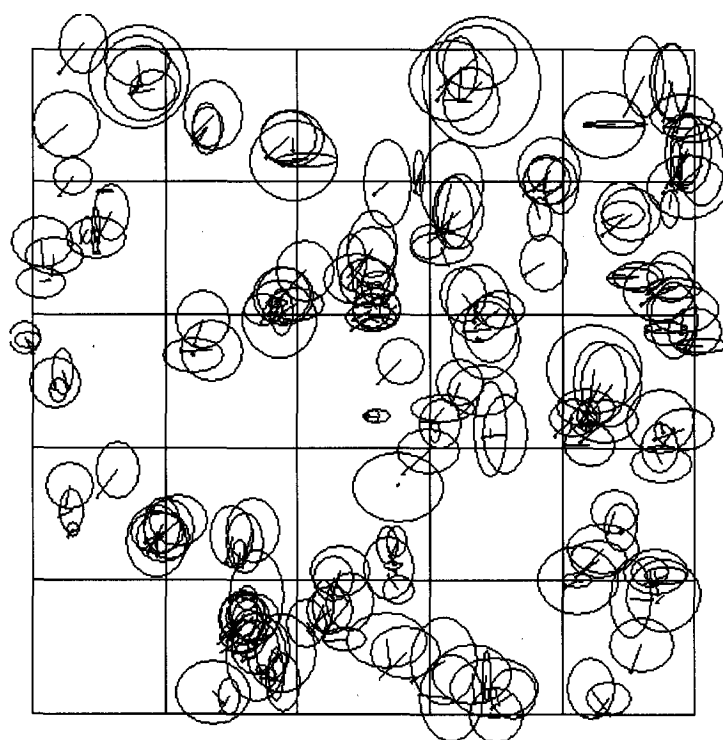
10 年生 (プロット 1, 面積 : 15m * 15m)



15 年生 (プロット 2, 面積 : 20m * 20m)



20 年生 (プロット 3, 面積 : 25m * 25m)



25 年生 (プロット 4, 面積 : 25m * 25m)

図 5-3 10~25 年生未間伐林分の樹冠投影図

図 5-4 に各調査林分の $I\delta$ 指数と小区画面積の関係を示した。これによると，プロット 1 では小区画面積が 25.0, 56.3 および 112.5 m^2 である場合，その $I\delta$ 指数はそれぞれ 1.04, 1.12 および 1.09 と 1.00 より大きいことから，林木の平面分布は集中分布であるといえる。プロット 2, 3, 4 のいずれにおいても，小区画面積が大きくなるにしたがってその $I\delta$ 指数は 1.00 に近づいていることから，林木の平面分布は集中分布からランダム分布に近づいていると考えられる。

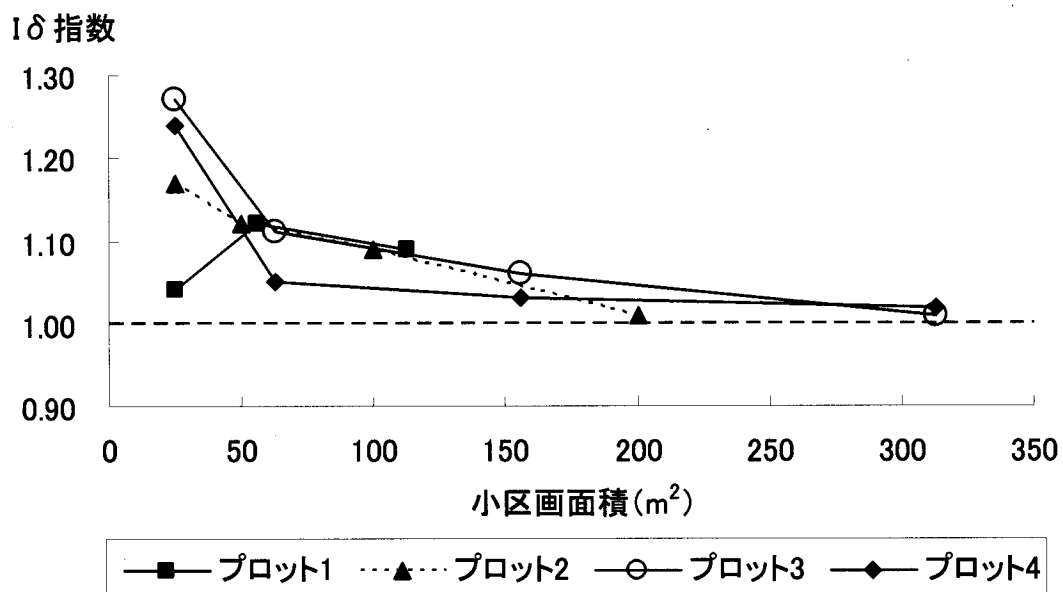


図 5-4 10~25 年生未間伐林分の $I\delta$ 指数と小区画面積の関係

また図 5-3 のように，プロット 1~4 のいずれでも，まったく樹冠が存在しない箇所がみられた。一方，樹冠が存在する箇所では，同一株から発生した林木の樹冠がほとんど重なり合っており，隣接

する株同士の樹冠も重なり合っていることがみられた。その上、株および隣接株から発生した林木間の間隔や、それらの林木が形成する樹冠の平面的な大きさは不均等であった。この結果、以下の点が考えられる。第一に、同一株から発生した林木の劣勢木（下層木）は、樹冠の拡大空間が小さく、成長に必要な陽光を受けていないため、直径の成長が鈍くなる。第二に、株から発生した林木の優勢木（上層木）は、その樹冠がこの株および隣接株から発生した林木（特に優勢木）の樹冠と厳しく重なり合っている場合、樹冠の重なり合っている部分が必要な成長空間と受光量を満たしていないため、十分な直径成長ができないと考えられる。第三に、プロット 1～4 のいずれに対しても、自然間引きだけでは残存木の好適な成長空間は形成されないといえる。

以上のように、10～25 年生林分のいずれにおいても、自然間引きだけでは劣勢木および優勢木の好適な成長環境を形成せず、劣勢木および優勢木の直径成長を十分に促進できないと考えられる。

3. 林木の形質

各調査林分のシラカンバを大橋式樹形級区分法を用いて、分類した結果は図 5-5、図 5-6、図 5-7 のとおりである。

図 5-5 に示すように、全林木の樹冠形を林齢別のプロット間で比較すると、より林齢の高いプロットにおいて、整形樹冠の本数割合は低くなっており、逆に不良樹冠（過弱・偏倚のもの）の本数割合は高くなっている。このことは優勢木（上層木）の樹冠形においても同様の傾向がみられ、優勢木の不良樹冠の本数割合は、10 年生プロットでは 24% であったものが、15 年生プロットでは 49%、20 年

生プロットでは 73%，25 年生プロットでは 79%と増加している。

なお、過弱・偏倚樹冠を不良樹冠とした理由は、樹冠が貧弱や偏ったものは直径などの大きな成長は期待できず(18)，また樹冠の著しい偏りによって幹曲がりを生じてくること(27)が知られているためである。

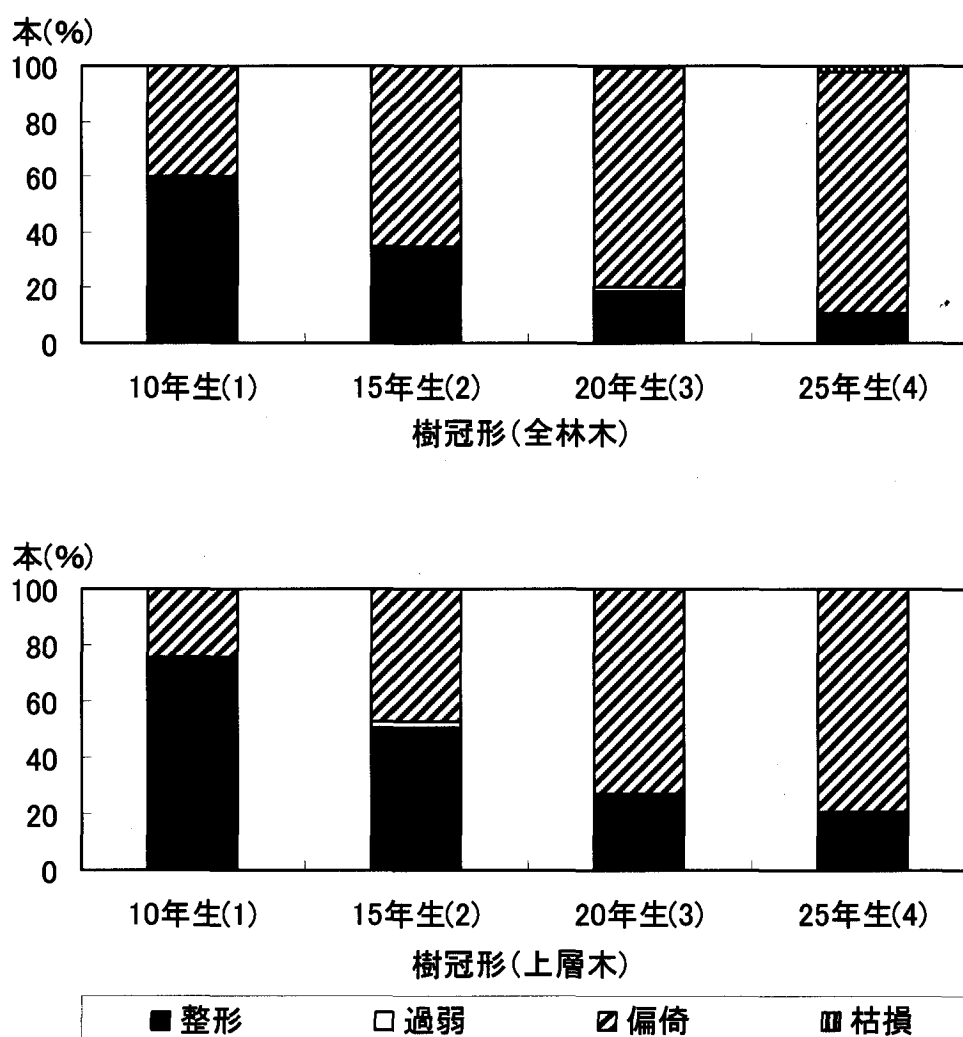


図 5-5 大橋式樹形級区分法による調査結果(樹冠形)

なお用材生産において、樹幹に曲がりが生じるとアテを形成して、

加工がしにくく採材歩止まりが悪くなる（20）ことが指摘されている。そのため、用材生産を目指す林分においては通直樹幹の本数割合を高めることが望ましい。そこで、図 5-6 において幹の形質についてみてみることにすると、樹幹形を林齢別のプロット間で比較した場合、全林木についても上層木についても通直樹幹の本数割合は、林齢 10～15 年生および 20～25 年生の両時期でやや増大し、林齢 15～20 年生の時期に減少している。その結果、全林木の通直樹幹の本数割合は、15 年生で最も高く、20 年生で最も低くなっている。上層木の通直樹幹の本数割合においても同様な傾向がみられた。これらのことから、本調査地の萌芽生の未間伐シラカンバ林では、全林木についても上層木についても林齢 15～20 年生の成長環境（樹冠の重なり合いなど）は、通直樹幹の本数割合の向上に不利であると予想され、また樹幹が曲がったものはそれ以降回復が困難であると考えられる。したがって、木材生産を考慮した場合、1 回目の間伐は通直樹幹の本数割合が減り始める以前（ここでは林齢 15 年生以前）に実施されることが望ましいと考えられる。

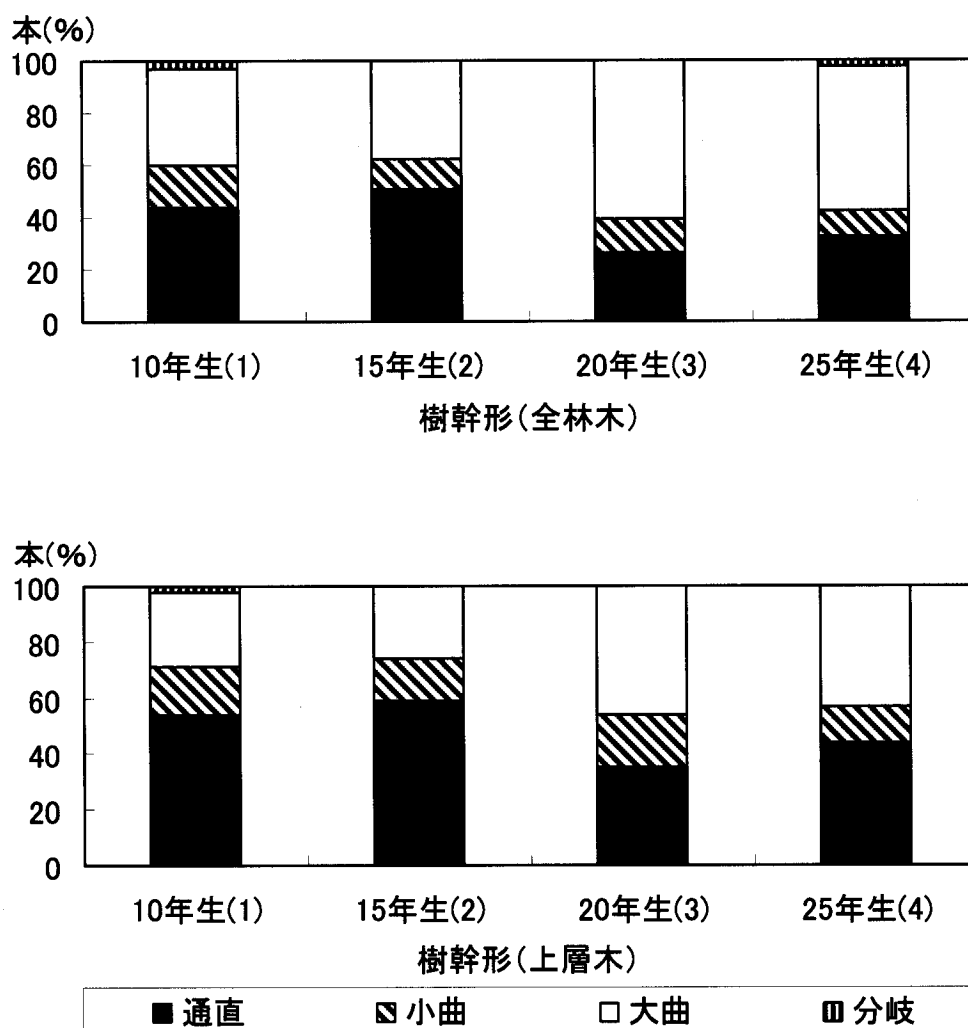


図 5-6 大橋式樹形級区分法による調査結果(樹幹形)

また樹幹の欠点は、1) 不定芽および小枝（本文ではシラカンバの幹の枝下にでる芽を不定芽と呼び、小枝は不定芽から形成される）の著しい着生、2) 顕著な枝痕（樹冠下部の落枝痕）、3) 損傷および病菌のあるものの3種類を指し、それ以外を無欠点木として分類される。前述のように、本調査林分（10～25年生）においては、シラカンバの萌芽更新後から調査時（2007年の6～7月）まで、人為的攪乱や自然的災害は認められていないため、林木の外圧による損傷

や被害はみられなかった。つまり、本調査林分における樹幹の欠点は、1) 不定芽および小枝の著しい着生、2) 顕著な枝痕の2種類である。また林木の成長にともなって、不定芽および小枝は生節あるいは死節を形成し、枝痕も生節あるいは死節を形成する。生節と死節は木材の傷として美観を損なうばかりでなく、加工材において強度の不均一を生じて、その価値を低下させ、重大な欠点となる。なお死節はしばしばクサレおよび変色などをともない材の利用率をいっそう低下させる(60)と指摘されており、材の製品化にともなって重大な損失となる。

またシラカンバはおおむね30年生まで樹皮が薄いため、幹に長時間の太陽の直射光が強くとあたると日焼けをおこし、そうした部分から不定芽を発生させ、小枝を形成する(34)。10および15年生の林分では、前述のように1株から発生した個体の平均本数はそれぞれ6本と5本と多かった。その上、平均枝下高(平均枝下高率)がそれぞれ1.4m(38%)と2.4m(44%)(表5-1を参照)と低く、形成された林木の樹冠は、自らおよび隣接木に対して太陽の直射光を遮るため、多くの樹幹に対する太陽の直射受光は比較的少なかったと予想される。そのため、著しい不定芽が発生せず、樹幹欠点としての不定芽および小枝の著しい着生を有する個体は少なかったと思われる。なお、林木の枝はその葉が一定量(光補償点以上)の太陽光(直射光と乱反射光を含む)を受けなければ成長が弱まり、次第に枯枝となり枝痕を形成する(35)。林場の調査によると、萌芽更新によって成立したシラカンバ林は林齢7年生前後で同一伐根から発生した林木が樹冠を重なり合うことが(5)報告されている。このため、

10 および 15 年生の林分では，同一伐根から発生した林木はおよそ林齢 7 年生前後から始まる樹冠閉鎖状態下での成長期間が，まだ比較的短期間であるため，樹冠下部にまで一定量の太陽光が入射したことにより，顕著な枝痕がみられなかったといえよう。

また図 5-7 に 20 および 25 年生林分における全林木・上層木の樹幹の欠点について示した。1) 不定芽および小枝の著しい着生，2) 顕著な枝痕の 2 種類の発生がみられ，不定芽および小枝の著しい着生は林齢の高まりとともに優勢木（上層木）に多く発生する傾向がみられた。また顕著な枝痕は全林木および上層木の両方において林齢の高まりとともに増加する傾向がみられた。これらの理由は，長期間，自然間引きを繰り返して成長したシラカンバ林分では，不定芽および小枝の発生を抑える林木（主に下層木）が淘汰され，加えて，樹高の高まりとともに枝下高も高まることによって，一部の上層木の幹に強い太陽の直射光が当たる状況が生まれ，不定芽および小枝の著しいものが発生した（6）と考えられる。次に，顕著な枝痕が全林木にみられた原因として，以下のことが考えられる。20 および 25 年生林分は 10 および 15 年生林分のいずれより，平均樹高では高く，平均樹冠長では長かった。加えて，同一伐根から発生した林木は樹冠閉鎖状態下での成長期間が長かったことから，立木密度の高い箇所に存在する個体の樹冠下部への光量が一定量以下であったため，顕著な枝痕がみられたと考えられる。20 年生林分と 25 年生林分を比較した場合，同様の理由で林齢の高い 25 年生の林分では樹幹の欠点の割合が高い傾向がみられたといえる。

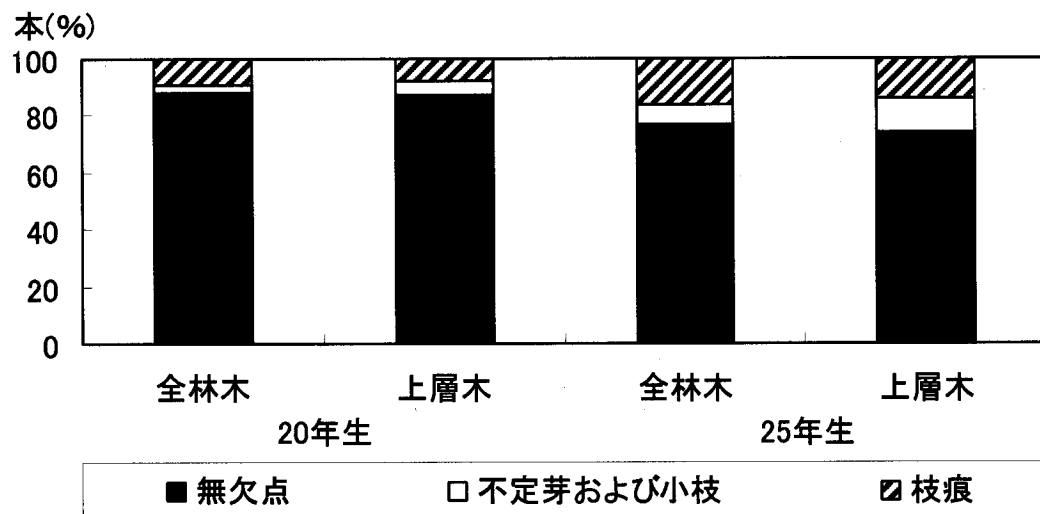


図 5-7 大橋式樹形級区分法による調査結果(樹幹の欠点)

以上の林木の形質についてまとめると、全林木についても上層木についても、樹冠形は林齢の増加にしたがって悪化し、通直樹幹の本数割合は林齢 10～15 年生および 20～25 年生の両時期にやや増大し、林齢 15～20 年生に減少した。また樹幹の欠点（不定芽および小枝の著しい着生、顕著な枝痕）を有する林木の本数割合では、20 年生以降に高くなる傾向がみられた。

第 3 節 小括

10～25 年生未間伐シラカンバ天然生林の構造においては、林齢が増加しても胸高直径と樹高の変動係数はそれぞれほぼ一定の値を維持しており、かつ一斉林型の構造を示している。また 10, 15, 20 および 25 年生未間伐林分のいずれでも、まったく樹冠が存在しない箇所がみられた。一方、樹冠が存在する箇所では、同一株から発生した林木の樹冠がほとんど重なり合っており、隣接する株同士の

樹冠も重なり合っているものがみられた。その上、同一株および隣接株から発生した林木間の間隔や、それらの林木が形成する樹冠の平面的な大きさは不均等であった。さらに、全林木についても上層木についても、林齢が増加するにつれて不良樹冠（過弱、偏倚のもの）の本数割合は高くなっており、通直樹幹の本数割合は林齢 10～15 年生および 20～25 年生の両時期にやや増大し、林齢 15～20 年生に減少した。樹幹の欠点（不定芽および小枝の著しい着生、顕著な枝痕）を有する林木の本数割合は、20 年生以降に高くなる傾向がみられた。

以上のように、未間伐のシラカンバ天然生林は、林齢 10～25 年生までに、各成立木の成長環境（樹冠の成長空間や受光量など）は大きく変わることがなかった。加えて、自然間引きだけでは残存木の肥大成長を十分に促進できないばかりか、形質さえも十分に高められないことから、将来の用材としての形質と利用率の点から十分な生産性が期待できないといえよう。したがって、残存木の形質向上と直径成長を促進するためには、それに適合する具体的な間伐手法を採り入れる必要があると考えられる。

第 6 章 総合的考察

中国内モンゴルのシラカンバは、成長過程や更新様式などの生育特性は日本のそれと比べて基本的に大きく異なるものではない。しかし調査地である林場地域では更新様式として萌芽更新が主力であった。この点は持筆しておく必要がある。また日本のシラカンバ林の間伐技術は中国内モンゴルのそれに比べると、間伐時期を決める方法において林木の成長状況によって決めるなど、基本的類似点が多かったが、選木方法と間伐率の決定方法は異なっている。すなわち、間伐木を決める際には日本では林木の成長と形質の両方に配慮している場合が多く、中国内モンゴルにおいては林木の形質より樹高成長を重視している。間伐率は、日本では立て木の成長の促進および形質の向上を考慮してから決められ、中国内モンゴルでは間伐前・後の樹冠閉鎖度の差（林木の成長）によって決定される。そのため、林分の質的向上を企図した場合、日本の多様な樹形級区分法が示唆に富んだものとして大いに参考になると思われる。

一方、間伐の推進条件を把握するため、林場経営および間伐技術の歴史的展開の分析を行った。その結果、新中国成立後の 1956 年に陰山山地のシラカンバ林は個人有林から国有林への所管控えが行われ、1958 年に陰山山地のシラカンバ林区域で国有林場が設置された。林場は 1958～1964 年に主に森林資源の精査、営林区の区分、林場事務室の建設などを行い、1965 年から大規模な森林施業を開始した。

1960～1997 年、林場は「統括収支」経営方式（1960～1984 年）、

「過渡」経営方式（1985～1990年）、「自主」経営方式（1991～1997年）を順次採用した。「統括収支」および「過渡」経営方式の2時期では、国は林場経営に必要な費用を予算化したため、林場は安定的経営活動を展開できた。しかし「自主」経営方式時期には、林場は独立採算制企業とされ、国は拡大造林費のみの配分にとどまり、林場は主にシラカンバ林の木材の販売収入によって経営を行わざるを得なくなった。職員給与の上昇にともなって、林場の経営は厳しい状況に追い込まれ、1994年以降の4年間、不安定な経営活動を強いられたため、経営上不利となる非採算の要間伐林分は見送られた。

集中的計画経済時期であった1960～1979年には、蛮漢山地域の住民はその戸籍を生産大隊に管理され、生産大隊の指定する仕事に従事しなければならず、自分の労働力を自由に売る権利もなかった。また林場周辺の生産大隊は積極的に林場の建設・生産事業を支援したことから、林場の労働力不足は発生しなかった。しかし農村土地請負制を実施した1980年以降、農民は他地域への転居や自らの労働力を自由に決められるようになった。加えて、中国全土の農村部や都市・町部における住民の年平均純収入に比べると蛮漢山地域の経済的格差が拡大してきていた。これによって、蛮漢山地域の若手を中心とする人口流出が続き、高齢化が進んで、1991～1997年の間伐時期（11月から翌年の3月まで）には林場周辺の農民労働力が不足し、翌春の農作業時期まで間伐作業が長引く事態も生じた。

禁伐前の1960～1997年の間伐技術に関しては、第1期間伐方針期（1957～1978年）の間伐技術は第2期間伐方針期（1979～1997

年)のそれと比べて、樹冠閉鎖時から主伐時(30~40年生)までの間伐回数(第1期では4回、第2期では2回)が多く、間伐の間隔期間は短くかつ間伐率も低かったため、残存木の通直性、単幹長(枝下高)を高めることに有利であった。しかし第1期と第2期の両時期を通して、密度の高い樹冠閉鎖度を基準とし、同時に五級木区分法による下層間伐法を採用していたため、上層木の肥大成長を十分に促進できず、形質不良(樹冠形では過弱・偏倚のもの、樹幹形では小曲・大曲のものなど)な上層木が残されるなど、残存木の大径化、良質化に不利であった。またこの間伐法によって生産された材は、薪炭材としての利用率が4~8割であり、ほとんどの用材は農具用材(柄・竿など)であった。

以上のことより、1960~1997年の林場経営とシラカンバ林の間伐技術の問題点は以下のとおり整理できる。

- ①「自主」経営方式の下では、職員給与の上昇にともなって不安定な経営活動を強いられたため、経営上不利となる非採算の要間伐林分は見送られた。その結果、こうした林分の公益的機能の充実と将来的な用材利用率の向上が十分に実現できないと考えられる。さらに住民の若手流出および高齢化が進み、林場周辺の労働力のみを採用することは、必要とする間伐時期の間伐作業を困難にした。
- ②ここでの弱度多間伐体系は残存木の形質の向上に有利であるが、樹冠閉鎖度のみで間伐率を決める方法および五級木区分法による下層間伐法は、間伐後に林分の健全性の向上が十分に図れず、将来的な用材利用率の向上に限界があるという欠点を持つ。

現在の25年生以下の未間伐シラカンバ林において、林齢10~25

年生までに、各成立木の成長環境（樹冠の成長空間や受光量など）は大きく変わることがなかった。加えて、自然間引きだけでは残存木の肥大成長を十分に促進できないばかりか、形質さえも十分に高められないことから、将来の用材としての形質と利用率の点から十分な利用面での向上が期待できないといえよう。したがって、残存木の形質向上と直径成長を促進するためには、それに適合する具体的な間伐手法を採り入れる必要があると考えられる。

また前述のように、中国では天然生シラカンバ林の間伐方針において、樹冠閉鎖時から主伐時までに透光伐と生長伐を順次行い、これらの間伐前の樹冠閉鎖度は70%以上、間伐後は50%以上であると規定している。この基準にしたがえば、調査プロット1, 2, 3および4の樹冠閉鎖度はそれぞれ31%, 53%, 40%および44%で、いずれの林分においても間伐を実施しないことになる。しかし、前述のように、この4プロットのいずれにおいても、同一株から発生した林木の樹冠がほとんど重なり合っていることなどから、立て木（将来の収穫対象木、優勢かつ形質の比較的よい木）の直径成長の促進や形質の向上を期待するためには、立て木における肥大成長の促進、および形質を向上させる間伐の実施が望ましいといえる。また広葉樹林の間伐において、間伐前・後の樹冠閉鎖度の差のみで間伐率を決める場合、立て木の一部は十分な肥大成長促進ができなかったり、枝下に後生枝が発生したりすることがある。例えば、間伐前・後の樹冠閉鎖度の差のみによる本数間伐率が、立て木の成長の促進およびその枝下に後生枝の発生を防ぐために必要な本数間伐率と比べて小さい場合、間伐後に立て木の一部は

周囲の林木の一部によって成長を阻害される。逆に大きい場合、間伐後に後生枝の発生を抑える副木（劣勢木）の一部が伐採されるため、立て木の一部は枝下に後生枝が発生する。よって、萌芽更新によって成立したシラカンバ林に対して、樹冠閉鎖度のみで間伐の開始時期や間伐率を決めることは不適當であるといえよう。

そこで、前述の 1960～1997 年の林場における経営上の問題点、シラカンバ林の間伐技術の利点・問題点、および現在の 10～25 年生の未間伐シラカンバ林の実態に基づいて、木材生産を考慮して、林場の萌芽生のシラカンバ林における間伐のあり方（選木と間伐方法、間伐時期および間伐率）およびそれを支える経営条件を検討すると以下のとおりとなる。

1. 間伐のあり方

① 選木と間伐方法

一斉に成立した広葉樹二次林は径級に幅があっても樹齢がほぼ同じである。このような林分では中・下層木を保育しても肥大効果はあまり期待できないので、上層にある優勢で通直な木を立て木として残し、立て木の成長を阻害している個体（優勢木と劣勢木を含む）を伐るべきである（17）。また日本での 1975 年以降の試験結果によると、用材生産のための広葉樹林の間伐では、中、下層木中心の間伐であるために、収穫目的木の成長促進には効果がでていないケースがあること、また形質の悪い優勢木を除去した場合、後生枝の発生を抑える役割のある副木も同時に間伐し、後生枝の発生を招いているケースがある（21）と指摘されている。加えて、前述のように、林木の形質より樹高成長を重視する中国の五級木区分法によ

る下層間伐法は、萌芽生のシラカンバ林に対して残存木の太径化と良質化に不利である。これらによって、萌芽生のシラカンバ林を間伐する場合、その保育対象は優勢木（上層木）でなければならない。

1 回目間伐の選木と間伐方法は、優勢木の中で相対的に形質がよく将来収穫の対象とみなされる個体（立て木）が適正位置に配置されるように残し、その成長にマイナスの影響を与える個体を間伐の対象とする。また立て木の枝下の後生枝の発生を防ぐために、立て木の成長に影響を与えない劣勢木を伐らないで残す。2 回目以降の間伐の選木と間伐方法は、1 回目間伐のそれとほぼ同じであり、立て木は前回間伐に残された立て木の中から選択されるべきである。

なお、上記の萌芽生のシラカンバ林における 1 回目間伐の選木と間伐方法を具体的にいえば、以下のとおりとなると考えられる。林分の平均樹高以上の林木を優勢木、平均樹高より低い林木を劣勢木として、立て木は伐根ごとに発生した優勢木の中から選択する。また立て木は、第一に幹の通直性の高いことが望ましく、前述のように大橋式樹形級区分法を用いれば、立て木の優先順位は通直木、小曲木、大曲木、分岐木である。第二に、枝下高が高く、胸高直径が大きいことが求められる。なお、立て木は、他の周辺の立て木の成長にマイナスの影響を与えないようにし、立て木の成長を阻害する林木を間伐木として除去する。また立て木の枝下の後生枝の発生を防ぐための劣勢木を伐らないで残すようにする。加えて、1 伐根から発生した優勢木の中から選択する立て木の本数は、それら優勢木の本数、形質（樹幹形や樹冠形など）および樹冠の重なり合いなどを考慮して決定すべきであろう。

② 間伐時期

前述のように、林齢 10～25 年生の林分において、上層木（優勢木）のうち不良樹冠（過弱、偏倚のもの）の本数割合は、10 年生林分では 24%、15 年生林分では 49% であり、しかも林齢の増加とともに高くなる傾向が認められた。また通直樹幹の本数割合は、林齢 10～15 年生および 20～25 年生の両時期に増大し、林齢 15～20 年生に減少した。さらに 20 年生の林分では樹幹の欠点（不定芽および小枝の著しい着生、顕著な枝痕）を有する上層木がみられた。その上、20 年生以降、林齢の増加にともなって上層木のうち不定芽および小枝の著しい着生を有する林木、および顕著な枝痕を有する林木の本数割合がそれぞれ高くなった。これらによって、柱または桁を生産目標とする場合、萌芽生のシラカンバ林に対して早めに立て木の選択および直径成長を促進させる間伐が必要となる。そのためには 1 回目の間伐を同一伐根から発生した林木が樹冠閉鎖を迎えた時期（例えば 7～8 年生頃）に開始することが望ましく、遅くとも林齢 15 年生頃までに実施すべきである。2 回目以降の間伐時期は、前回間伐時期に残された立て木の樹冠が周囲林木の樹冠と重なり合っている状況などを見て決められるべきである。

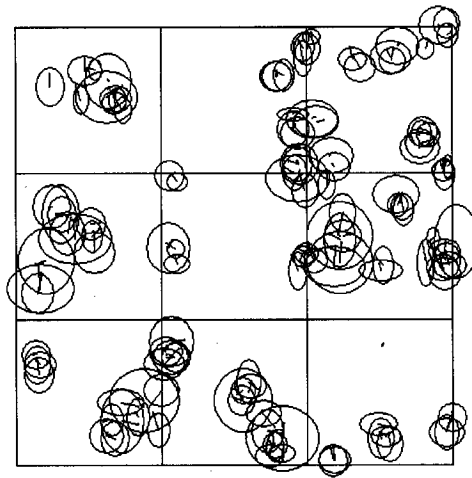
③ 間伐率

広葉樹林施業においては、密度管理を中心にして通直で枝下高の高い木を育てるとともに、そのようにして獲得した立て木（収穫対象木）の枝下高部分に後生枝を発生させない管理をしていくことが重要である。そのためには副木を大切にして、立て木と残存された副木をセットに考える必要がある。被圧によって副木を

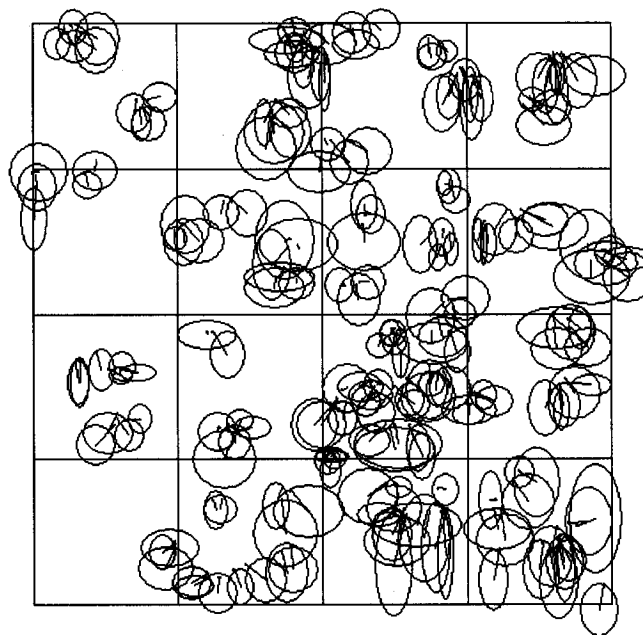
失った後の間伐は、手遅れ林分（間伐すべき時機をのがした林分）の間伐ということであり、間伐は副木を失う前にできるだけ頻繁に行っていく（22）ことが肝要である。また前述のように、同じ樹種と林齢の広葉樹林において、立木密度が高い林分は立木密度が低い林分より、通直樹幹の本数割合と平均枝下高率が高い。これらによって、萌芽生のシラカンバ林において立て木の形質（無節性、通直性および枝下高）を向上するためには、同一伐根から発生した林木が樹冠閉鎖したあとに弱度多間伐で実施することが望ましい。間伐率は、立て木の必要な成長空間の確保、形質の向上を考慮して決定すべきであろう。

ここで前述の萌芽生のシラカンバ林（プロット 1, 2）に対して、上記の選木と間伐方法、間伐率にしたがって予想間伐を行うことにする。プロット 1 の間伐木のすべては上層木であり、プロット 2 では間伐木のほとんどは上層木である。1 回目の本数間伐率はプロット 1 では 18.1%，プロット 2 では 15.5% である。プロット 1, 2 において、予想間伐後の樹冠投影図を図 6-1 に、予想間伐前後の樹形級を図 6-2 と図 6-3 に示した。

図 5-3 のプロット 1, 2 および図 6-1 に示すように、プロット 1, 2 のいずれにおいても、間伐前より間伐後は樹冠の厳しく重なり合っている箇所が少なくなった。またプロット 1, 2 のいずれにおいても、全林木についても上層木についても、間伐前より間伐後の整形樹冠の本数割合は高くなった（図 6-2）。樹幹形（図 6-3）をみても、同じ傾向がみられ、すなわち、間伐前より間伐後は通直樹幹の本数割合が上昇した。



10 年生 (プロット 1, 面積 : 15m * 15m)



15 年生 (プロット 2, 面積 : 20m * 20m)

図 6-1 予想間伐後の樹冠投影図

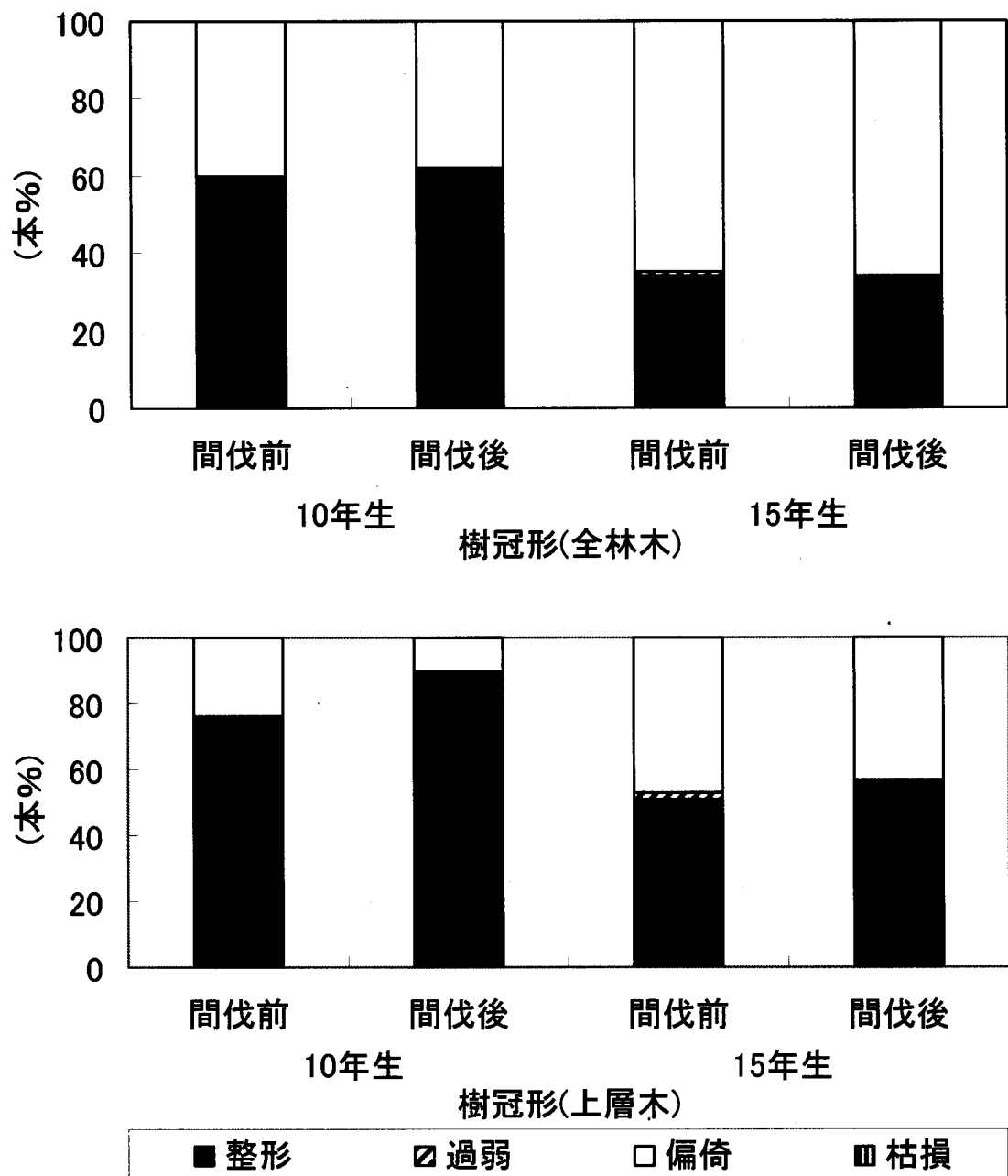


図 6-2 予想間伐前後の樹形級(樹冠形)

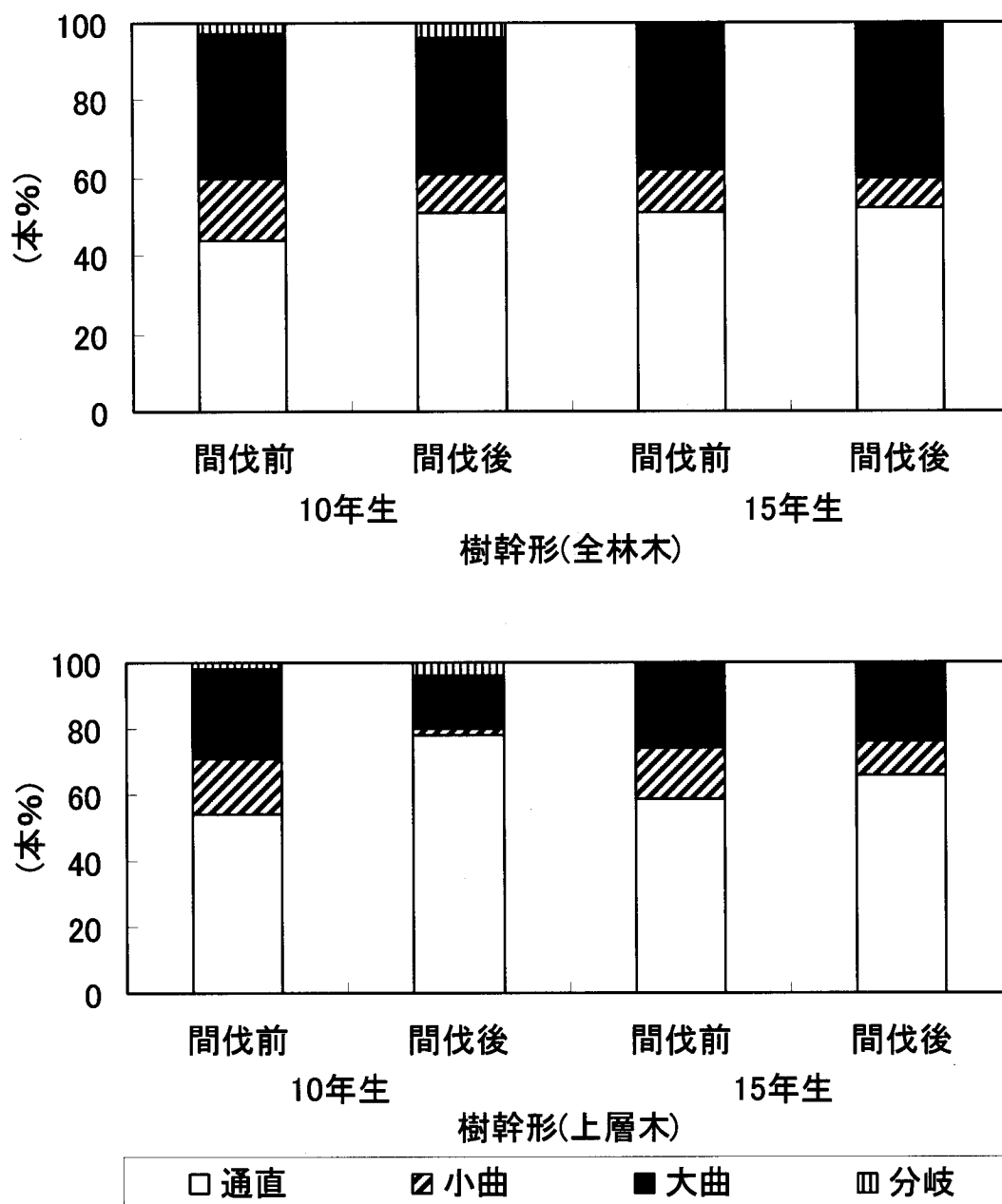


図 6-3 予想間伐前後の樹形級(樹幹形)

2. 経営条件

前述のように、「統括収支」経営方式時期(1960～1984年)では、国は林場経営に必要な費用を予算化したため、林場は安定的経営活動を展開できた。「自主」経営方式時期(1991～1997年)には、

林場は独立採算制企業とされ、国は拡大造林費のみの配分にとどまり、林場は主にシラカンバ林の木材の販売収入によって経営を行わざるを得なくなった。林場の独自収入が最低事業費（職員の給与や育林費など）より少ない場合には、不安定な経営活動を強いられたため経営上不利となる非採算の要間伐林分は見送られた。これらによって、今後において林場はシラカンバ天然生林における水源かん養などの公益的機能の維持または向上、用材としての利用率の上昇、および予定どおりの経営活動の展開を確実に実施するという点から、最低事業費を確保しなければならない。

なお、前述のように、他地域からの労働者と比べて林場周辺の農民労働者は、伐採作業の生産性が高く、日給は安かったため、林場は伐採作業に採用する労働者の多くを周辺農民に限定した。加えて、農村土地請負制を導入した 1980 年以降、蛮漢山地域の住民の年平均純収入は増加した傾向を示すが、中国全土の農村部や都市・町部の平均値に比べると経済的格差は拡大した。こうした収入の格差は特に 1985 年以降、蛮漢山地域の住民（農民）の若手流出をもたらし、2000 年の林場周辺の人口は 1980 年に比べて 40% 以下にまで減少するとともに、50 歳以上の割合が 70% 以上と高齢化が進んだ。その結果、1991～1997 年では、11 月から翌年の 3 月までの間伐期間で行われる間伐作業に必要な労働力（約 150 人程度）に比べて、林場周辺の農民労働力の不足が発生し、集材や跡地の整理などの間伐作業が終わらず、翌春の農作業時期まで間伐作業が長引く例が見られるようになった。このことは、翌春の植林や保育作業などに必要な労働力の確保にも困難をきたした。

ここで禁伐後の 2011 年以降の林場における間伐作業に従事する労働者の出所を検討することにする。2000 年と比べて 2011 年の蛮漢山地域では、さらに人口は減少し、高齢化は進んで、経済的格差は拡大した (67)。また蛮漢山地域の地理状況 (当地域は山地面積の割合が 80% を占める山間部であるため、農地面積は少ない)、自然条件 (年平均降水量は約 400mm であるなど) および現在の主要産業 (牧畜業、農業) などを考慮すると、2011 年以降の一定時期においても、蛮漢山地域では住民の平均純収入は中国全土の農村部や都市・町部のそれとの差が大きくなるため、他地域からの転居人口はなく、本地域の人口は増加する見込みがないと予想される。しかし、林場の事務室の西北、距離は約 60km のフフホト市の都市部では、1980 年以降中国の農村部からの転居人口が増えたなど、人口は年々増えつつあり、2011 年の人口は約 200 万人と 1980 年のその 5 倍になった。フフホト市労働局に対して行った聞き取りによると、2004 年からの冬期 (11 月から翌年の 3 月まで) において、フフホト市の都市部に住んでいる住民のうち 2 万人以上の労働者 (主に中国の農村部からの転居住民、年齢 20~50 歳) は就労できていない状態であった。これらの労働者はフフホト市などの中国北部の都市で 4 月から 10 月までのみの仕事 (例えば、建築業など) に従事していた。なお、これまでの中国における多くの地域、特に北部の地域では労働者の人数は当地域の仕事に必要な労働者の人数より多く、この状況は今後の一定時期においても続いている (24) と考えられる。加えて、林場は内モンゴル農業大学の学生実習基地として、2009 年に 300 人が住める宿舎を建設した。したがって、林場は、2011

年以降の間伐作業を実施するならば、当地域の労働者の採用に加え、これらの労働者の一部を採用し、またそれらに対し間伐前に間伐の理念・方法および伐採技術の教育・訓練を実施することで、必要とする間伐時期（11月から翌年の3月まで）の間伐作業に対して貢献するものと考えられる。

結 言

本研究は持続的な森林経営を追求しつつ、立て木の直径成長の促進および良質化を目指して、2011年以降のシラカンバ天然生林の間伐技術およびそれを支える経営条件を提示することを目的として、林場の経営実態（1960～1997年）、間伐実態（1960～1997）および現在の未間伐シラカンバ天然生林（10～25年生）の構造を分析したものである。

その結果、前章でも指摘したように、独立採算制を採用した林場経営は、職員給与の上昇にともなって不安定な経営活動を強いられたため、経営上不利となる非採算の要間伐林分は見送られた。また住民の若手流出および高齢化が進み、林場周辺の労働力のみを採用することは、必要とする間伐時期の間伐作業を困難にした。1960～1997年の間伐技術に関しては、樹冠閉鎖度のみで間伐時期および間伐率を決定し、また五級木区分法による下層間伐法を採用したため、残存木の良質化と大径化に不利であった。現在の10、15、20、25年生未間伐林分のいずれにおいても、同一株から発生した林木の樹冠がほとんど重なり合っており、隣接する株同士の樹冠も重なり合っていることが読み取れた。また10～25年生未間伐林分の優勢木（上層木）において、林齢の増加にしたがって不良樹冠の本数割合が高くなっており、通直樹幹の本数割合は林齢10～15年生および20～25年生の両時期にやや増大し、林齢15～20年生に減少した。20年生以降は樹幹の欠点を持つ林木の本数割合も高くなっている。このため、現在において、間伐事業を再開する2011年以降の間伐技術

およびそれを支える経営条件の検討が必要である。そのために過去の林場におけるシラカンバ林経営の歴史の中で、採用した間伐技術およびそれを支える経営条件を再評価した。加えて、現在の当地域における 10～25 年生未間伐シラカンバ林の実態を解明することは今日的に再編する禁伐後の陰山山地のシラカンバ林における間伐技術およびそれを支える経営条件にとって重要と考えられる。木材生産を考慮すると、2011 年以降の間伐技術およびそれを支える経営条件は以下のとおりとなる。

1. 間伐技術

- ① 従来の林木の形質より樹高成長を重視する五級木区分法による下層間伐法を採用するのではなく、林木の形質と成長の両方を考慮した樹形級区分法、および全層にわたって立て木（将来の収穫対象木）の成長にマイナスの影響を与える林木を除去する間伐法を採るのが望ましい。1 回目間伐の選木法は優勢木の中で相対的に形質がよい木を立て木とし、立て木の枝下に後生枝の発生を防ぐための劣勢木を残す。2 回目以降の間伐の選木は、1 回目間伐のそれとほぼ同じであり、立て木は前回間伐時期に残された立て木の中から選択されるべきである。
- ② 1 回目間伐は 8 年生程度で行うことが望ましく、遅くとも林齢 15 年生頃までに実施すべきと考えられる。2 回目以降の間伐の時期は、前回間伐時期に残された立て木の樹冠が周囲林木の樹冠と重なり合っている状況などによって決められる。
- ③ 弱度多間伐の採用が望ましい。また間伐率を決める際には、立て木における必要な成長空間の確保、形質の向上を考慮することが

求められる。

- ④ 今後の間伐においては，間伐時期・間伐率を決める際には樹冠閉鎖度のみに頼るのではなく，同一株から発生した林木のうち，立て木の樹冠がほかの林木（上層木と下層木を含む）の樹冠と重なっている状況などの定性的要素も考慮した間伐方法に改善すべきであろう。

2. 経営条件

- ① 禁伐前の 1991～1997 年の林場では，最低事業費が満たせなかった場合には経営上不利となる非採算の要間伐林分は見送られた。そのため，今後において林場はシラカンバ天然生林における水源かん養などの公益的機能の維持または向上，用材としての利用率の上昇，および予定どおりの経営活動の展開を確実に実施するという点から，最低事業費を確保しなければならない。
- ② 1985～2010 年の蜚漢山地域において，人口は減り，高齢化が進んだ。その結果，1991～1997 年では，11 月から翌年の 3 月までの間伐期間に必要な労働力に比べて林場周辺の農民労働力の不足が発生した。その後，天然林の禁伐政策（1998～2010 年）の採用により，労働力が抑えられたが，再び 2011 年以降，木材収穫が可能になったことから，必要な労働力を確保しなければならない。しかしながら，蜚漢山地域の人口は増加する見込みが極めて低く，加えて，他地域からの臨時的に雇用する労働者は伐採技術を有していないために，その生産力は低位である。したがって，今後において，林場は間伐作業を実施するならば，周辺の農民労働者の採用に加え，域外労働者の採用の必要性も考慮

しなければならない状況にあるが，その際，間伐の理念・方法
および伐採技術の教育・訓練を実施することが必要である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり，多くの方々から御指導，御協力を賜りました。特に信州大学農学部森林科学科の植木達人先生には，終始暖かい激励と御指導，御鞭撻を賜って，この研究の中に先生の心血がたくさん注がれ，お陰で完成することができました。ここに先生に心より厚く御礼を申し上げます。

学位論文審査において，貴重な御指導と御助言を頂いた信州大学農学部森林科学科の加藤正人教授，小池正雄教授，武田孝志教授，井上裕講師および岐阜大学地域科学部の肥後睦輝教授に心より感謝を申し上げます。

また本研究の根幹をなす貴重な資料の収集と現地調査を行うにあたりましては，現地である蛮漢山国有林場の多くの方々の御協力や御援助をいただきました。特に蛮漢山国有林場の劉俊傑林場長，張智恵副林場長兼業務担当には，貴重な資料，御助言および林分調査の協力をいただきました。ここに深謝の意を表します。

さらに私を感謝させていることは，信州大学農学部森林施業・経営学研究室の皆さんが，様々な助けとなって下さったことです。特に守口海さん，荒木健さんから論文の助言をいただき，また文章をチェックしていただきました。皆様に深甚の謝意を表します。

最後に，6年間の博士生活は本当に楽しかったです。一回一回の研究室の飲み会や，一回一回の留学生支援の交流会は日本語の勉強，および日本文化の理解に繋がったとともに，生活の中に楽しみを添えていただきました。

深い情感で留学生活を送ることができました。皆さん、ありがとうございました。

注

- * 1 中国では樹種の成長・成熟の早く，中等，遅いによって順次に早生樹種，中生樹種，晩生樹種という区分が行われ，早生樹種，中生樹種，晩生樹種の 1 齡級期の年数はそれぞれ 5，10，20 年と設定されている。シラカンバは中生樹種に属し，1 齡級期は 10 年である。
- * 2 相対湿度は，通常，大氣中に実際に含まれている水蒸気の量と，その大氣がその温度で含み得る最大限の水蒸気の量との比を百分率で表す。
- * 3 陰山山地は半乾燥地域であるため，シラカンバ林は主に湿度が比較的高いところに分布しており，分布の形が塊である。ひと塊のシラカンバ林の面積は多くの場合には 10ha 以下であり，その周辺に灌木林が生えている。10ha 以上の塊状のシラカンバ林（長さは 1,000m 以内）の周辺にも灌木林が生えている。
- * 4 樹冠閉鎖度（うっ閉度）は，林地面積に対するクローネ投影面積の占める比率をいう。計算方法としては，概ね 20 m² の森林の区域にかかわるクローネ投影面積を当該区域の面積で除して算出される。
- * 5 中国において 1949 年 10 月に中国共産党は中国国民党から政權を奪った。1949 年 10 月以降の中国は新中国と呼び，それより前の中国は旧中国と呼ぶ。
- * 6 農村土地請負制は，生産隊という集団に属する農田を均等に配分して，その生産隊の農家に農産物生産を請負わせる制

度である。

- * 7 旗は内モンゴル地域の行政管理組織で、レベルが県と同じで、日本の市と相当する。内モンゴルでは県と旗の違いは、旗は県より住んでいるモンゴル民族の人が多い。
- * 8 生産大隊は、集中的計画経済時期（1958～1979 年）の中国農山村の基層行政管理組織および生産予算単位である。生産予算単位としては、生産大隊はその管理地域の農地などの経営権を持った。戸籍を生産大隊に管理された住民はその生産大隊の指示にしたがって農業などの事業を行い、これら事業からの収入はこの生産大隊に属した。また生産大隊の上級行政管理組織は人民公社であり、人民公社において、予算の配分を受け、管理および執行する組織の一つが生産大隊であった。
- * 9 社会主義市場経済は、中国が導入した経済体制である。社会主義の理念の下に市場経済を導入し、経済の活性化を図るという体制を指す。市場経済は市場機構（需要と供給）を通じて需給調節と価格調節が行われる経済のことである。
- * 10 2 種類のシラカンバ林分は、第 1 期間伐方針どおりに実施できた林分と実施できなかった林分を含む。第 1 期間伐方針どおりに実施できた林分は、過去の間伐期において第 1 期間伐方針にしたがって間伐が行われていた林分である。第 1 期間伐方針どおりに実施できなかった林分は、過去の間伐期において、その間伐種の一部または全部が行われていなかった林分である。このうち、一部の間伐種が行われていた林分で

は、それ以前に第 1 期間伐方針どおりの間伐が行われていなかったにもかかわらず、第 1 期間伐方針による間伐種別の間伐前・後の樹冠閉鎖度、および 1 回間伐前・後の樹冠閉鎖度の差 0.2 以下に基づいて間伐が実施されていた。

- * 11 林分の健全性は、林分のうち、林木の成長勢を指す。林分のうち、不良樹冠（偏倚・過弱のもの）を持つ林木の本数が多い場合、林分の健全性は悪い。少ないあるいはない場合、林分の健全性はよいと考えられる。

引用文献

- (1) 蛮漢山国有林場 (1983) 撫育・伐採作業の設計と施工. 5pp.
- (2) 蛮漢山国有林場 (1991) 撫育・伐採設計説明書. 1～2.
- (3) 蛮漢山国有林場 (1994) 木材製品の価格. 5～7.
- (4) 蛮漢山国有林場 (2000) 林業政策と生産技術資料. 18pp.
- (5) 前掲 (4), 32pp.
- (6) 前掲 (4), 37pp.
- (7) 前掲 (4), 80～83.
- (8) 前掲 (4), 131～136.
- (9) 蛮漢山国有林場 (2004) 重点公益林区画界定報告. 3～5.
- (10) 蛮漢山国有林場 (2006) 森林資源統計資料. 6～22.
- (11) 前掲 (10), 25～31.
- (12) 牡丹江林業学校 (1986) 森林経営学. 16pp, 中国林業出版社, 北京.
- (13) 前掲 (12), 20～21.
- (14) 前掲 (12), 22pp.
- (15) 北海道の気温. <http://www.hokkaidou.com/weather/>.
- (2010年11月24日)
- (16) 北海道立林業試験場 (1999) 広葉樹林育成マニュアル. 82～83, 林業普及改良協会, 東京.
- (17) 前掲 (16), 83pp.
- (18) 前掲 (16), 85pp.
- (19) 馮林 (1980) 内蒙古西部山地森林経営及び現代化設想. 内蒙

古林学院学報 2 : 36~42.

- (20) 藤森隆朗・河原輝彦 (1994) 広葉樹林施業. 21pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- (21) 前掲 (20), 28~29.
- (22) 前掲 (20), 29pp.
- (23) 藤森隆朗 (2003) 新たな森林管理－持続可能な社会に向けて－. 217pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- (24) 幹春暉・鄭若谷・余典範 (2011) 中国における産業構造の変遷は経済増長に与える影響. 経済研究 5 : 4~16.
- (25) 菊沢喜八朗 (1984) 山火事跡地の広葉樹二次林の動態. 北海道林業試験場研究報告 22 : 11~17.
- (26) 猪瀬光雄・向出弘正・坂上幸雄 (1985) 造林地に生立した広葉樹の取り扱い(Ⅱ)－シラカンバが侵入した造林地－. 北方林業 37 : 16~20.
- (27) 近藤助 (1951) 潤葉樹用材林作業. 58~66. 朝倉書店, 東京.
- (28) MORISITA, M. (1959) Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac.Sci.Kyushu Univ.Ser.E (Biol.) 2 : 215~235.
- (29) 中村道人・大金永治・菅野高穂 (1987) 広葉樹再生林の施業に関する基礎的研究(Ⅲ)－更新の形態と施業－. 98回日林論 : 117~118.
- (30) 大金永治 (1991) 森林資源の再生に関する施業・経営・技術的研究. 280pp, 日本林業調査会, 東京.

- (31) 大橋英一 (1948) 樹形調査の思い出. 東京林友 23: 16~23.
- (32) 大住克博 (2003) シラカバの分布限界について考える. 森林科学 39: 62~67.
- (33) 王シャンクイ・植木達人・井上裕・張智慧 (2007) 中国内モンゴル陰山山地におけるシラカンバ林の利用間伐の実態－1990年代の蜚漠山林場の事例－. 中部森林研究 49: 101~104.
- (34) 北京林業大学 (1992) 森林生態学. 93pp, 中国林業出版社, 北京.
- (35) 北京林業大学 (1993) 植物生理学. 211pp, 中国林業出版社, 北京.
- (36) 李国猷 (1992) 北方次生林経営. 65pp, 中国林業出版社, 北京.
- (37) 前掲 (36), 66~67.
- (38) 前掲 (36), 68~69.
- (39) 前掲 (36), 70~72.
- (40) 前掲 (36), 76pp.
- (41) 前掲 (36), 77~78.
- (42) 前掲 (36), 78pp.
- (43) 前掲 (36), 78~79.
- (44) 前掲 (36), 79pp.
- (45) 前掲 (36), 79~80.
- (46) 前掲 (36), 80pp.
- (47) 前掲 (36), 82~83.

- (48) 前掲 (36), 87pp.
- (49) 前掲 (36), 276pp.
- (50) 前掲 (36), 394~395.
- (51) 坂口勝美 (1980) 間伐のすべてー生産から搬出・加工・販売までー. 74pp, 日本林業調査会, 東京.
- (52) 瀬川幸三・斉藤勝朗 (1985) 北上山地のシラカンバ林の構造と成長. 日林東北支誌 37: 170~172.
- (53) 下中直人 (2003) 樹木もの知り事典. 199pp, 平凡社, 東京.
- (54) 信州大学教育学部 (2005) 長野県北部におけるシラカンバの肥大生長. 志賀自然教育研究施設研究業績 42: 7~11.
- (55) 菅野高補 (1992) 広葉樹林を対象とした保育間伐の一考察. 103 回日林論: 165~166.
- (56) 菅野高補 (1993) 広葉樹林を対象とした大橋式樹形級区分の有効性についてー選木の容易さと区分の基準項目ー. 104 回日林論: 251pp.
- (57) 前掲 (56), 252pp.
- (58) 涼城県志編纂委員会 (1990) 涼城県志. 105pp, 内蒙古人民出版社, 呼和浩特.
- (59) 昭烏達盟林業処 (1965) 昭烏達盟次生林経営技術方案. 3~4.
- (60) 高原末基 (1961) 枝打の基礎と実際. 5~6, 地球出版株式会社, 東京.
- (61) 高橋康夫・畑の健一・倉橋昭夫 (1984) シラカンバの萌芽

- 更新. 北方林業 36(6): 8~9.
- (62) 前掲 (61), 9pp.
- (63) 前掲 (61), 10pp.
- (64) 中華人民共和國國家林業部 (1956) 國有林撫育改造技術規程. 3pp.
- (65) 中華人民共和國國家林業部 (1978) 國有林撫育間伐, 低產林改造技術規程. 2~3.
- (66) 中華人民共和國國務院 (1982) 國有工業企業を全面的に整備する規定. 1~4.
- (67) 中華人民共和國國家統計局 (2007) 城鄉居民家庭の人均收入と指數. 中華人民共和國國家統計局. <http://www.stats.gov.cn/hdsj/information/nj98n/j031AC.htm>. (2008年6月3日).
- (68) 中華人民共和國國家統計局 (2009) 全國年度統計公報. 中華人民共和國統計局. <http://www.stats.gov.cn/tigb/>. (2010年3月16日).
- (69) 內蒙古森林編纂委員會 (1989) 內蒙古森林. 59~171, 中國林業出版社, 北京.
- (70) 前掲 (69), 172pp.
- (71) 前掲 (69), 173~174.
- (72) 前掲 (69), 177~178.
- (73) 前掲 (69), 181pp.
- (74) 前掲 (69), 181~182.
- (75) 前掲 (69), 182pp.

- (76) 前掲 (69), 181~183.
- (77) 内蒙古自治区林業庁 (1983) 撫育間伐作業の設計と施工.
2pp.
- (78) 内蒙古自治区林業庁 (1984) 旗県国有林場, 治砂ステーション, 苗圃改革に関する規定. 3~6.
- (79) 前掲 (78), 8pp.
- (80) 前掲 (78), 11pp.
- (81) 内蒙古自治区林業庁 (1986) 内蒙古林業発展史. 116~117,
内蒙古人民出版社, 呼和浩特.
- (82) 前掲 (81), 253pp.
- (83) 内蒙古自治区林業庁 (1989) 旗県国有林場における伐採量の規定. 2~5.
- (84) 内蒙古自治区林業庁国有林場管理处 (2008) 木材生産に関する資料. 90~93.
- (85) 楊俊平 (1998) 森林經營管理研究. 75~86, 中国林業出版社,
北京.