

高密カラマツ林の林分構成

島 崎 洋 路

信州大学農学部 附属演習林

はじめに

本学手良沢山演習林における高密カラマツ林分での間伐試験地設定に先立って調査した林分構成資料によると、当面除間伐の停滞によって累積してきている、いわゆる“要間伐林分”などといわれる高密林分に対する今後の取扱いを考えていくうえで、いろいろと検討しなければならない事項が多いように思われた。

例えば、すでに数多く提示されている間伐指針などには、これら指針といちじるしくかけ離れて存在する高密林分とをどのように整合させたらよいか、全く解かれていないし、また林分管理上有力な指標とされる密度管理図¹⁾においても、林分諸量の平均的な値は概略読みとれても“1回の間伐で動かす収量比数は0.15以下とする”などの制約があつて、複雑な林分構成を呈する現実の高密林分への適用に際して戸惑いが見受けられる。

わが国の林業事情によると、今後かなり長い期間にわたって高密林分の取扱いと対峙しなければならず、改めて別枠の育林体系について検討が急がれる。われわれはすでにひとつの対応として、高密カラマツ林に対する列状間伐体系を提示し²⁾³⁾、着実な実績を残してきているが、新たに“保残木マーク法”⁴⁾を提唱し、高密林分での間伐法として定着化を図っている。

保残木マーク法は、間伐に先立って、樹高17~18m段階あるいは最終伐期段階での仕立て本数を予定し、立木配置を考慮しながら予め生長、形質が勝れた立木を選んで保残木としてマークし、その他の立木は保残木の生育に支障をきたすおそれのあるものから優先して随時間伐していく方法で、この方法は、

- イ) 生産目標がより明確にとらえられること
- ロ) 保残木の生長阻害が確実に取除かれること
- ハ) 間伐木の選定が容易であること
- ニ) 市場性の高い間伐材が得やすいこと

などの利点があり、間伐法や間伐率にあまりこだわらなくて実行しやすい。なおこの方法では、劣勢木は保残木の生長に影響することが少ないので、立木配置や林床保全のため副林木として残してもかまわない。また切捨て間伐の場合には支障木のみを除去によって応急の目的は果されるし、間伐材を収穫対象とする場合には、マーク外の良質木も加えて間伐し、伐出収支の補填を図りたい。

この保残木マーク法の適用に際しては、当該林分一代の将来像を予め規定する要素が含まれるので、対象林分の林分構成を予知しておく必要があり、特に林分の生長予測は仕立本数を決めるうえで重要である。

この報告では、このような意味あいでは林分を理解するために必要な要素をできるだけ詳細に述べ、単なる平均値でない林分の実態を明らかにし、改めて個々の林分を見直すための資料としていきたい。それは、林齢がV・VI齢級以上にも達した林分についての理解を深めることによって、所有者あるいは経営者が、自己が所有あるいは経営する森林について改めて認識を新たにし、またその森林の将来像についても間伐の実践を契機に強く意識していくための絶好の機会でもあると考えるからである。

報告のとりまとめを通して、少なくとも次の2~3の点について理解が深められたことを冒頭に記しておきたい。

- 1) 高密度していると考えられる林分が、一般林分の造成指標と比べて、どのような内容で過密状態となっているかが理解され、将来への施業指針を立てやすい。
- 2) いろいろ制約要因が多いカラマツ林の間伐であっても、高密度林分であることを逆用することによって
 - i) 間伐材の質・量の向上が図られるため、伐出収支や未成熟な伐出手法に対する改善の可能性が高められ、伐出可能な間伐対象面積の拡大が図りやすい。
 - ii) 林分全体の直径生長が抑制されてきたことによって、林齢15年生頃までに形成される未成熟材部の拡大が妨げられ、いわゆる“心じまり材”の比率が相対的に高められているので、一般に劣等視されてきたカラマツ材の材質や強度などの点では必ずしも不利な材料ばかりではない。

I 調査林分の概況

1 位置・地況

調査対象林分は、長野県下南信地方カラマツ林地帯のほぼ中心部に在り、1979年、隣接する伊那営林署から地元部落との部分林契約中途解除に伴って所管替され、本学手良沢山演習林3林班に帰属したカラマツ林である。

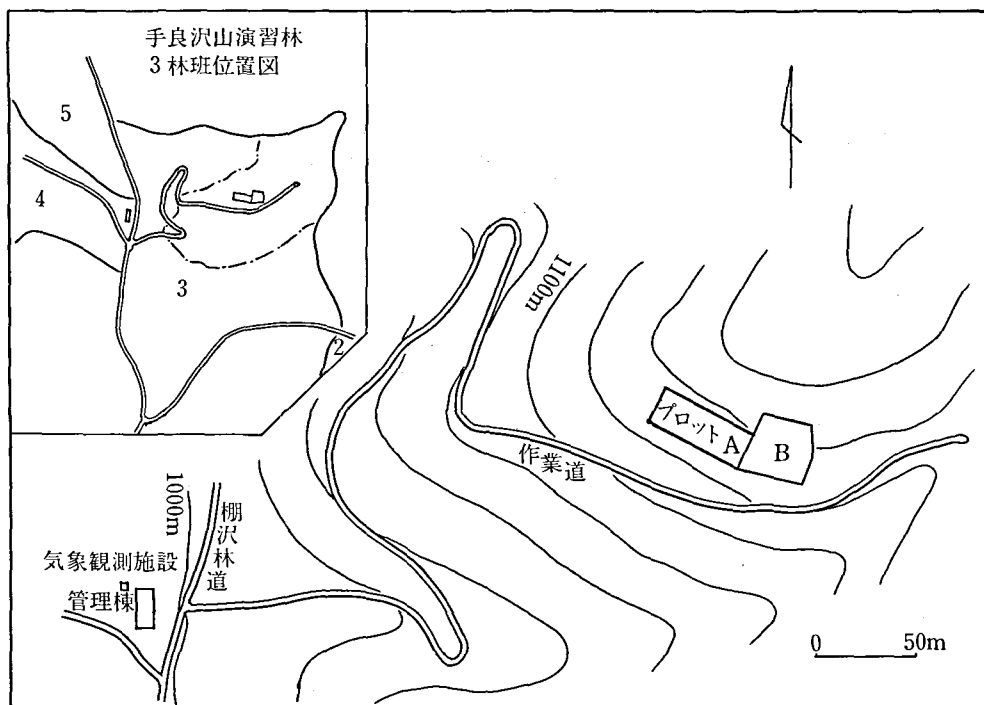
図-1に示すように、3林班ぬ小班のほぼ中央に位置する調査プロットは、標高1,100~1,150m、南西に面した35°~38°のやや急斜山腹面に在るが、地形の変化は緩く、プロットの設定に先立って開設された作業道の上部に接し、林分管理や間伐木伐出の便は良好である。

表層土壌は、作業道の切取面によると、当演習林内一般にみられる花崗岩の風化によって生成されたいわゆるマサ主体のBd型土壌で、一部に火山灰土壌の混入がみられ、やや乾性であるが土壌層は充分深い。

なお調査プロットの直下、標高1,000mに設置されている本学気象観測施設での観測資料によると、年平均気温12°C前後(最高30°C,最低-15°C)、年降水量1,400mm程度で夏季に集中して多く、冬季の降雪量は少なく最大積雪深は30cm程度で、やや高寒性の気象条件下にある。

2 林況

林況の詳細は後述するとおりであるが、上木のカラマツ林は1983年秋の調査時点で、林齢22年生、ほぼ同齢で直径階分布や樹高階も等しいアカマツの天然生立木が調査プロットの一部に3~4%混生する。所管替に際しての間取りによると、過去2~3回の除伐が行なわれた



図一 調査プロット位置図

が、生立する造林木にはほとんど及ばない施業であったため、林内にはコナラ、ヤマダマ、ダンコウバイ、ノリウツギなどの下木が散生するのみで、結果として高密なカラマツの純林が実現してきている。林床はほぼ全面が高さ1~1.5m、1m²当り2kg(生重)程度のササ生地、プロットの設定に先立って全面刈払いを実施した。

プロット設定時の林況の概要はおおよそ次のようであった。

林齢；22年生(1964年植栽)

植栽本数；3,100本/haと推定

現生立本数；2,600本/ha、うち3~4%のアカマツ混生

樹高分布；6~16m、上層木比率62~63%、全林平均13.2m、上層木平均14.1m(地位指数21/40年)

胸高直径分布；4~22cm、全林平均12.6cm、上層木平均14.0cm

枝下高；傾斜の下側6~10m(枝下高比60%)、上側8~11m(同70%)

林分形状比；全林平均105

収量比数(RY)；0.90~0.92

相対幹距比(Sr)；14~15

II 調査の方法

1 調査プロットの設定

本調査プロットは、現在設定中の高密度カラマツ林間伐試験地のひとつで、本林所管替当時より当地方における典型的な高密度林分と判断され、林分密度や間伐並びに間伐材の搬出手段等に関する調査研究を行なっている。5haあまりに及ぶ同齢一斉林の一部に設定された各0.1haのA、B2団地は、1983年秋、プロット設定当時の林齢は22年生で、図-2⁵⁾に示すように、長野県下民有カラマツ林の取扱いを考えていくうえで最大の関心が寄せられるV級林分に所属し、また地位指数が県下民有林のほぼ中庸にランクされ、一般カラマツ林の将来を占ううえで重要な位置づけにある林分とみなされよう。

本プロットは、かかる高密度林分を対象とした固定試験地として、妥当と考えられる林分密度調整(間伐)の適用と、その後の林分構成諸量の追跡調査を目的として設定したが、本報告の内容は事前における林分諸量の基礎資料であると同時に、カラマツ高密度林分の実態を把握するうえでより重要な情報が得られたと思われる。

2 調査の方法

設定されたA、Bプロット毎に、次の手順で詳細調査を行なった。

1) 立木位置図並びに樹冠投影図の作成；全立木にナンバーテープを付した後、プロット内にm縄を用いて5mメッシュを組み、2mポールを併用して立木位置図を作成、続いて同

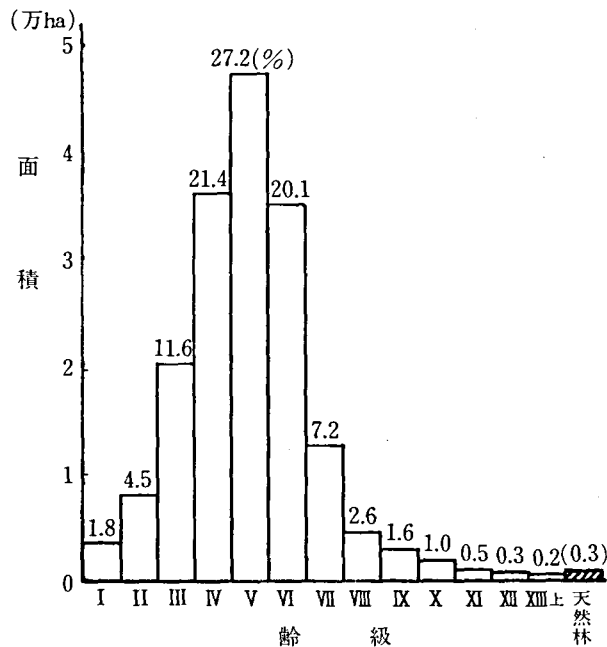


図-2 長野県民有カラマツ林年齢級別面積
(長野県民有林の現況 1984年4月現在)

図上の単木毎に傾斜の上下および左右4方向の樹冠巾を測定し、全立木の樹冠投影図を作成

2) 全林毎木調査；全立木について、2cm 括約による胸高直径並びにおおむね寺崎式に準じた樹型級区分による毎木調査

3) 樹高並びに生枝下高の測定；A, Bプロット内にそれぞれ1ヶ所ずつ、10m×10mの標準区aおよびb区を設け、区画内の全立木(各26本)について、樹高並びに傾斜の上下2方向の生枝下高を、測高ポールを用いて測定(立木ナンバー、立木位置、胸高直径、樹型級区分、樹冠投影などは、上記調査資料を併用)

4) 樹幹解析；Aプロット内の間伐対象木のなかから、大(No.126 胸高直径 $d=15.8\text{cm}$)、中(No.85 $d=13.1\text{cm}$)、小(No.21 $d=10.5\text{cm}$)3本の標本木を選び、常法による樹幹解析並びに樹冠層1m毎の層別枝張長を測定

3 調査結果のとりまとめ

以上の調査結果の原簿は、本文の末尾に次のような付図あるいは付表として掲げ、これらの資料から折出される図表等は必要に応じて本文中に掲示した。

付図-1 プロットAの立木位置並びに樹冠投影図

付図-2 プロットBの立木位置並びに樹冠投影図

付表-1 プロットAの毎木野帳

付表-2 プロットBの毎木野帳

付表-3 標準区a, bの毎木調査資料

付表-4 樹幹解析総括表

III 結果と考察

当面わが国の拡大人工林に対して間伐実施の必要性が強く叫ばれ、各種の施策を講じてその促進が図られているが、緊急に間伐を必要とする森林面積と比べて実施状況はいちじるしく不充分であることが指摘されている⁶⁾。その理由のひとつに、“間伐の知識に乏しい”ことが挙げられているが、間伐の停滞によって累積してきている高密林分の取扱いに関しては、適確な方法論さえ提示されていないのが実情で、各地の間伐現場に参画する度に、改めて列状間伐法や保残木マーク法など、高密林分に適用しやすい間伐法の普及拡大が必要であることを痛感する。

しかし、在来の間伐法になじんできた関係者にとっては、別枠に類するこれらの間伐法が必ずしも在来の間伐法の延長線上にないため、その適用にあたっていろいろなためらいがあるように見受けられる。

在来の間伐法によって高密林分に対処しようとするとき留意事項として挙げられることは、“一挙に強度な間伐の適用をさけて、弱度な間伐をしばしば繰返して目標とする管理密度に接近させる”とか“林分密度管理図上で1回の間伐で動かす収量比数は0.15以下とする¹⁾”あるいは相対幹距比による場合、“間伐度合はおおむね $Sr4$ の範囲とする⁷⁾”などであるが、初回間伐の実施さえ危ぶまれる拡大造林地域での実践育林体系として、果してこれらの指示が適当であるか疑念が抱かれる。接触した間伐現場の多くは、間伐の繰返し期間として少なくとも7~8年から10年以上を必要とするケースが多く、なかには初回間伐のみで伐期まで放

置せざるを得ないような状況さえ見受けられる。

こうした状況の変化は、その原因のほとんどすべてが技術的課題の外に在ることは衆知のとおりであるが、それでもなお林業生産の現場では、きびしい環境条件下での技術手段に依存した問題解決の糸口が強く求められている。常に現状を出発点とせざるを得ない林業生産において、改めて現状認識の重要さが痛感され、高密林を対象とし新たな技術手法を求めていくためには、少なくともここで報告する程度の林分内容については理解しておきたい。事が林齢20~30年生、樹高12~13mにも到達した林分への対応であるということは、これら林分の齡級構成からみて当面10年間程度の時限的な対処の在り方につながるものがらであり、一方もはや10数年先には確実に実現されてくるであろう拡大人工林の未来像を規定する、最も重要な過程の中に現段階があると考えらるからである。

直接的な間伐手法や間伐をめぐる問題性と切り離して考察してみたい。

1 林分構成の解析

1) 林 齢

前述のように、本林分は1964年春の造林地で、1983年秋の調査時点で22年生として計数処理した。1970年代後半頃から停滞が問題化してきた間伐対象林分の中心的な林齢に相当し、また除間伐の未済によって高密化したカラマツ林の施業体系を考えていくうえで、最も関心が持たれる齡級段階である。

2) 立木配置および生立本数の推移

A、B両プロットの立木配置は付図-1,2のとおりで、これらの毎木調査結果を表-1に示した。現生立本数は同表にみられるように、A区261本/10a(うち16本の天然生アカマツを含む)、B区258本/10a(同4本)と両者近似しており、いずれも植栽時の植列はほぼ明瞭で、かなり均一な立木配置の林分といえよう。

調査時点で認められた枯損木は、A区で47本、B区で33本を数え、また立木位置図の調整時に痕跡は認められなかったが、植列や周囲の状況から判断して、過去何らかの原因で枯損消滅したためと考えられる樹間空間が、少なくともA区で24ヶ所、B区で28ヶ所あり、これらの値と現存する天然生アカマツ生立本数とを加除すると、植栽当時のカラマツ原本数はA区316本/10a、B区315本/10aと計測される。一方両区の立木位置図から割り出した水平および傾斜方向(植列はほぼ傾斜方向に沿っている)の平均樹間距離は、それぞれ2.10m前後×1.54m前後(斜距離で1.95m)で、以上2様の計測結果によると、この調査区周辺の当初1ha当り植栽本数は3,100本程度と推測される。

過去2~3回の除伐に際して、カラマツ生立木の除去がほとんど行なわれなかったという経緯を考えあわせると、本林分での植栽後20年間の生立本数の減少は、ほぼ自然枯損によるものと考えられ、1ha当り3,100本から2,600本前後へと逡減してきている。この間の枯損率は16~17%程度で、カラマツ林分密度管理図上(図-3)に画かれている自然枯死線¹⁾と比べてやや緩やかな逡減傾向をたどっているが、現生立本数に含まれる劣勢の瀕死木がなお10~15%程度認められることから、枯損性向としては同枯死線と同じように、林分の上層樹高が10~12mを超える頃から枯損逡減の速度を高めてきているとみられ、林分管理上限界的な立木密度に接近してきていると考えられる。

3) 直径階の分布と胸高直径生長

本林分の直径階の分布は、表-1にみられるようにA、Bプロットともにほぼ同じような傾向を示しており、この両者を合せた直径階別頻度分布は図-4のとおりである。図にみられるように、直径階は4~22cmと大巾にわたるが、いちじるしい中高の正規分布型を示し、頻度の高い10~14cm階に属するものが74%、8~16cmでは91%を占めている。従って本林分は外観上径級がよくそろった林分と見受けられ、従来みてきたように、カラマツの一斉林はほかの造林樹種と比べて直径の分布範囲がせまい“共存型”の生育経過をたどり、高密度になると“共倒れ型”の林分になりやすい⁸⁾傾向が伺われる。本林分が所属する谷筋の一角には、すでに1982年夏の台風10号の影響による共倒れ現象が発生しており（他の目的で調査整理中、上層樹高が本林分より2~3m高い）、後述するようにこのまま放置しておく、陽性の樹種であるだけに下枝の枯上りが一層進んで、風雪害を受けやすい不健全な林分に移行する限界と思われる。

表-1 毎木調査集計表

(0.1ha当たり)

胸高直径	樹高	プロット A			プロット B		
		本数	胸高断面積	材積	本数	胸高断面積	材積
cm	m	本	m ²	m ³	本	m ²	m ³
4	6				1	0.001	0.01
6	9	4	0.006	0.06	12	0.034	0.18
8	11	20	0.101	0.62	24	0.121	0.74
10	12	70(5)	0.550	3.57	48(1)	0.377	2.45
12	13.5	70(1)	0.792	5.67	76	0.860	6.16
14	14	57(3)	0.877	6.50	61(3)	0.939	6.95
16	15	24(2)	0.483	3.60	24	0.483	3.60
18	15.5	14(3)	0.356	2.59	11	0.280	2.04
20	16	2(2)	0.063	0.48			
22	16				1	0.038	0.28
計		261(16)*	3.228	23.09	258(4)	3.133	22.41
ha当たり		2610	32	231	2580	31	224
平均直径		12.5cm			12.4cm		
平均樹高		13.2m (上層木14.1m)			13.1m (上層木14.1m)		
林分形状比		105			106		
収量比数		0.92			0.90		
相対幹距比		14.9			15.0		

* ()内は天然生アカマツの内数。

これは樹幹解析した標本木の胸高断面で測定された直径の連年生長経過にも現われている。図-4に示すように、高密度が進んでいる林分では、直径階の大小を問わず10年生前後頃からの直径生長量がいちじるしく低下する傾向が認められ、同図に併記したゆるやかな低下傾向をたどる密度管理のゆきとどいた林分との生長較差は明らかである。

一般的に提示されてきた林分密度管理指針は、この生長較差をできるだけ小さい範囲に止めようと意図されているが、すでに高密度が進んでいる林分では、この生長較差を今後どの

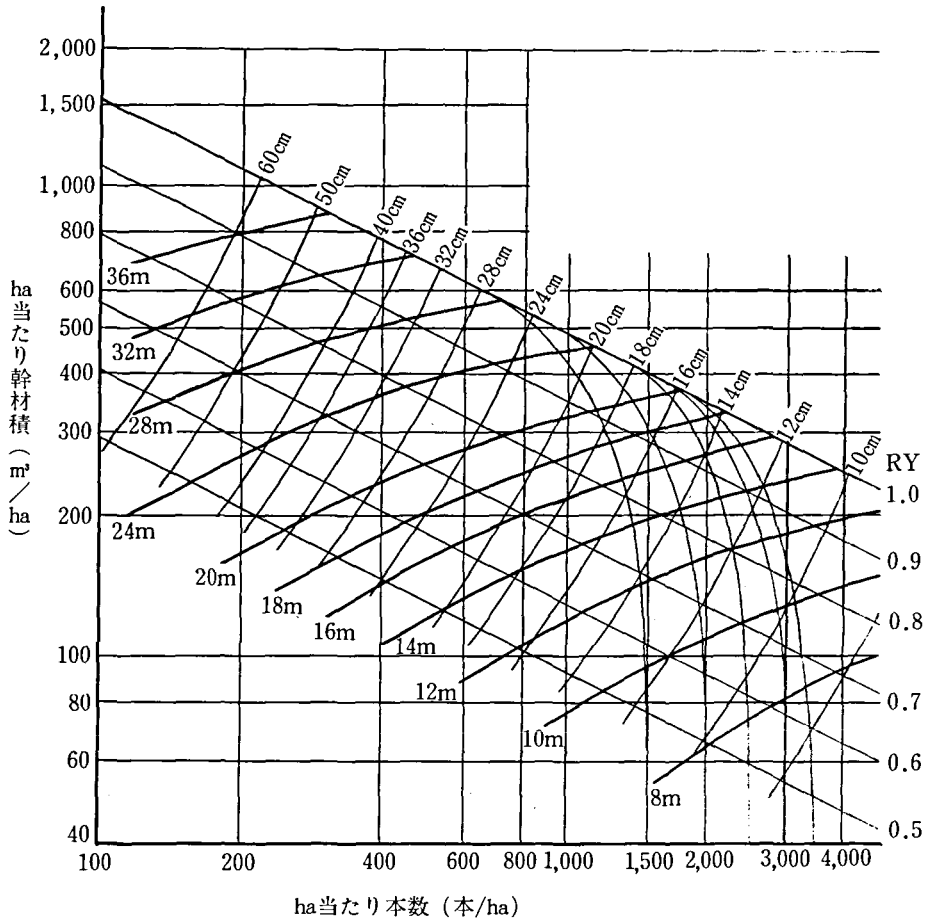


図-3 カラマツ林分密度管理図

(1984 島崎)

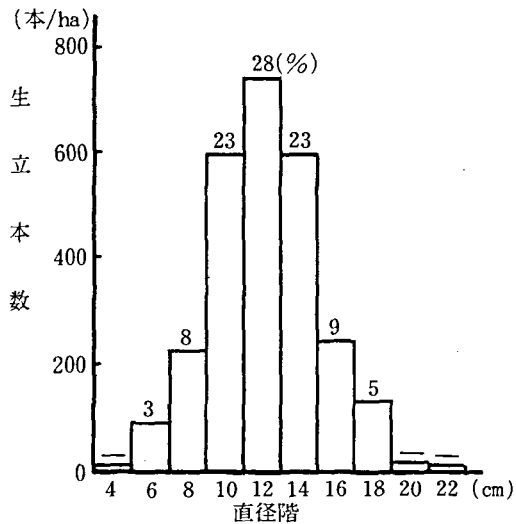


図-4 直径階別生立本数

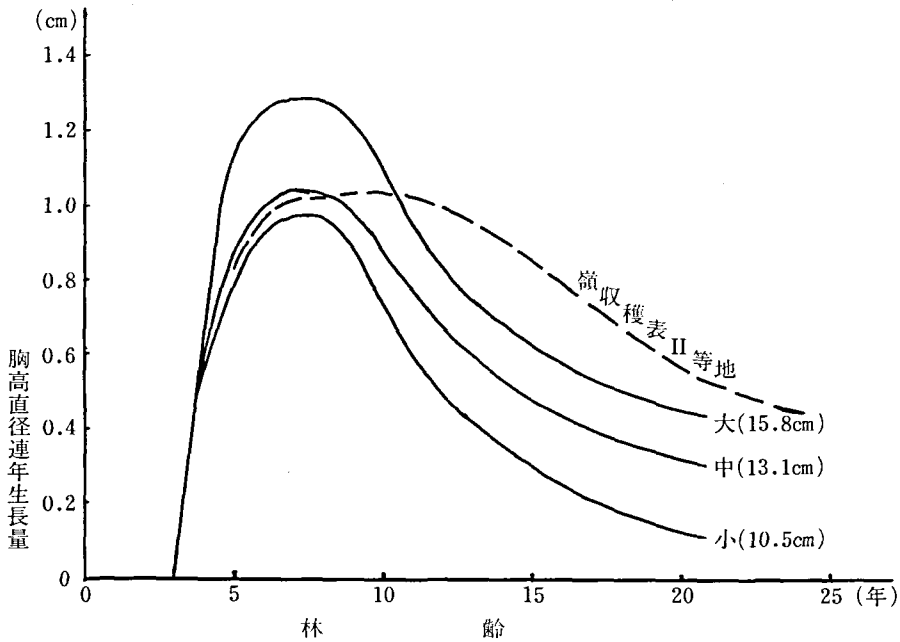


図-5 標本木胸高直径連年生長曲線

ような手段でうめあわせていくかが重要な課題と考えられる。

そこで同図から読みとれる直径生長の経過をも少し詳細に解析してみると、生長の段階に応じて次のようないくつかの点が指摘されよう。

- i) 林木相互が競争段階に入らない7~8年頃までの生長較差は、林木個々の遺伝的あるいは局所環境のちがいなどによるもので、その後の優劣順位の存在に最も大きな影響をおよぼしている。
- ii) 共存型の生長経過をたどるカラマツは、当初はすでに生じた優劣をほぼ保ちながら、競争段階に突入し、同じようにいちじるしい生長量の低下傾向をたどるが、競争が激しくなるにつれて一部の劣勢木に生長の立ちおくれが目立ち始める。しかし上層にある大部分の優勢木はなおしばらく共存を続け、徐々に優劣の差を拡大していく。
- iii) 競争の段階に入る当初にみられた生長量のいちじるしい低下傾向は、その後劣勢木ではひき続き同じような低下傾向をたどるが、上層の優位にあるものほどその低下量がゆるやかに転じている。
- iv) この段階が、外観上よくそろった感じの林相を呈する過程で、このまま放置すると、かんまんて年輪密度の高い立木を主とした高密林分と化し、風雪などの外圧に対する抵抗力がいちじるしく減退しよう。
- v) したがって現段階での林分密度調整の要提は、劣勢な小径木よりも直径生長の衰えがより少ない中以上の径級をもつ上層木相互の競争緩和が図られるような間伐方式の採択が望まれ、少なくとも残存上層木の直径生長量を現状(3~4mm/年)程度で持続させたい。

4) 樹高の分布と解析

両プロット内に設けた a, b 2 つの標準区 (10m×10m, 生立本数はそれぞれ 26 本ずつ, 計 52 本) での全木実測の結果から求めた直径階別平均樹高は表-1 に併記したとおりで, 樹高の分布巾は 6~16m にわたるが, 調査本数の 80% あまりは 12~15m の範囲に集中しており, また後述の樹型級区分によると, 上層にランクされた立木が 62~63% を占めるが, 全林および上層木の平均樹高はそれぞれ 13.15m および 14.10m で, ほとんど無間伐の状態で推移してきた林分としてはその較差は小さく, 直径階の分布と同様よくそろった感じの共存型の外観を呈している。

樹高生長は林分密度の影響を受けることが少ないといわれ, ある林分の生産力 (地位) の判定や林分管理上重要な指標として用いられるが, 手入れのゆきとどかない高密林分の場合には, 被圧された劣勢木を除いた上層樹高の平均値をもってこれらの指標としている。

当該林分の樹高測定が適正に行なわれると, 林齢や単位面積当りの生立本数 (林分密度), 胸高直径などの測定資料と組合わせて, 林分管理上必要な判断材料や将来の生長予測などに役立てることができる。

i) 標準木の樹幹解析によって過去の生長経過がほぼ推測され, これによって将来の生長予測や管理指針の策定が行なわれる。

ここでは, 毎木調査の結果 (表-1) から大中小 3 本の標本木を選び樹幹解析資料を得た。標本木の樹高生長経過は図-6 のとおりで, 中の標本木が本林分の上層平均樹高の生長経過を表現していると判断される。

この樹高生長経過を, すでに調整されている「カラマツ人工林樹高生長曲線図」上にプロットしたものが図-7 である。

樹高生長曲線図 (長野営林局) はまた, 「樹高曲線図」 (長野県林務部) あるいは「地位指

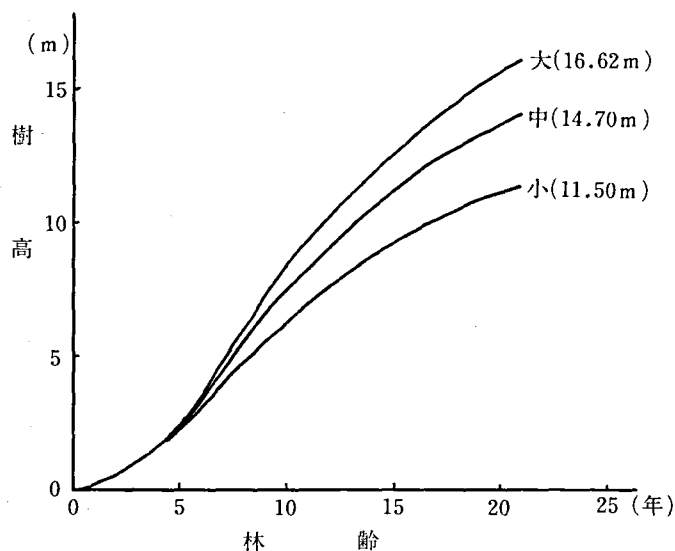


図-6 標本木の樹高総生長曲線

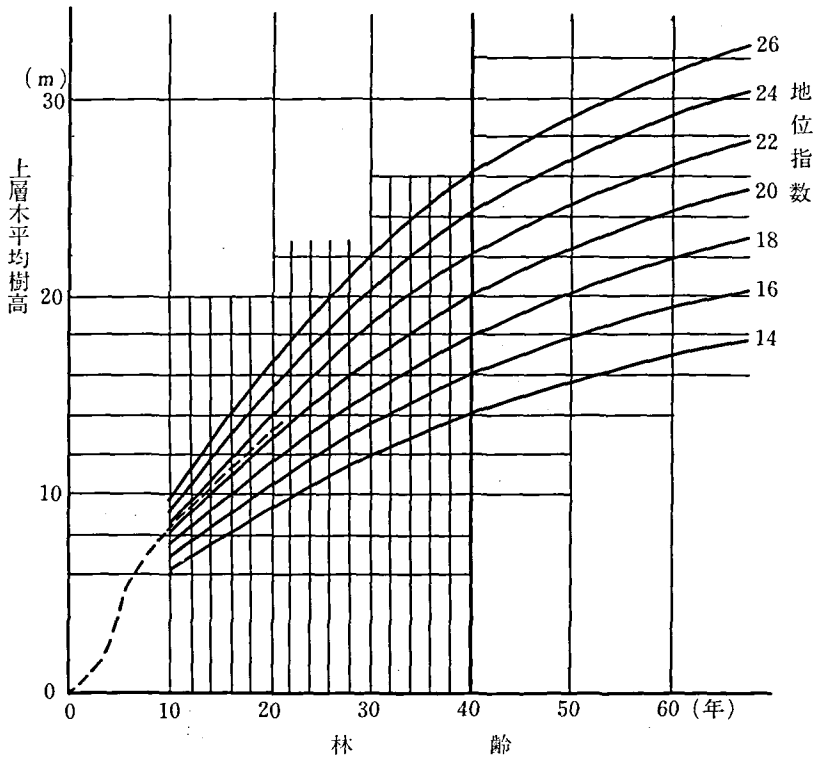


図-7 カラマツ林地位指数曲線

数曲線図」(本学森林経理学研究室ほか)とも呼称され、各地域で調整されているが、長野県で用いられている上記3者の生長曲線の性格はほぼ近似しているので、ここでは本学調整の「東信地方カラマツ林地位指数曲線図」⁹⁾を用いた。

同図によると、本林分の樹高生長の経過は、ほぼ地位指数(林齢40年生時の推定樹高による)20~22の曲線に整合しており、当地方カラマツ林としては中庸よりやや上位の生育状態を示していると判断される。したがって、この林分の林齢が将来40年、50年あるいは60年に達したときの上層樹高は、それぞれ21m、23.5mあるいは25m程度と推定され、カラマツ人工林に適用される林分密度管理図や、各地での間伐指針表、収穫予想表などを参照すると、この程度以上の樹高生長を示すカラマツ林では、伐期50~60年の設定によっても、林分密度調整の仕方によっては、かなりの大径材生産が可能と考えられる。

当面の間伐対象とされる林齢が20~30年にも達した林分では、その上層平均樹高はすでにその林地の自然的な生産力(地位あるいは地位指数)をおおむね表現していると考えられるので、当該林分の上層平均樹高と林齢の査定が適正に把握できれば、これらの値によって上記の場合と同じようになり実現性の高い樹高生長の将来予測が可能であろう。この地位指数は、林分1代を通じてただ1回の樹高および林齢の査定によって推測され、生産目標の策定や、目標に接近するための密度管理指針、伐期齢の決定など林分施業上の重要な指標であるだけに、初回の間伐期などを絶好の機会と考え、是非実測しておきたい。

カラマツは、スギやヒノキと異なって柱材仕向けが不適當であるうえ、当初期待された中小径材利用の販路もいちじるしく閉ざされてきているので、主伐目標としてはより長大材の生産が望ましいと考えられるようになってきているが、地位の劣る林分がかなり広域にわたる現状では、すべてをこれにふりむけることはむづかしく、地位の優劣を意識した林分管理指針の在り方について慎重な配慮が望まれる。

ii) 林分の疎密度を間接的に表現する林分形状比 (f) や相対幹距比 (Sr) が求められ、これらの値は林分の健全度を示す指標にも使われる。

林分形状比は、 $f = \bar{h}/\bar{d}$ (h ; 林分平均樹高, \bar{d} ; 林分平均胸高直径, 単位はともに cm) によって求められ、樹高や直径は普通全林平均値によるが、標準木などの単木的な形状比による場合もある。

本林分の林分形状比は、 $f = 1,315/12.49 = 105$ であり、大, 中, 小 3 本の標本木ではそれぞれ $f = 105, 112, 110$ で大差はない。

一般的な間伐指針や収穫予想表などでは、林分形状比として 80~90 程度の範囲を適当な管理密度としており、これらの指標の上限と比べると本林分の形状比は 15~20 程度の較差があり、かなり高密度が進んでおり、このまま放置すると一層形状比が大きくなって、林分の健全度が低下すると予測される。

ただし形状比が 100 以上に達した林分では、かなり強度の間伐によっても残存木の直径生長は現状維持程度にとどまる場合が多く(図-8 参照)、形状比の是正はそれほど容易でないように思われる。

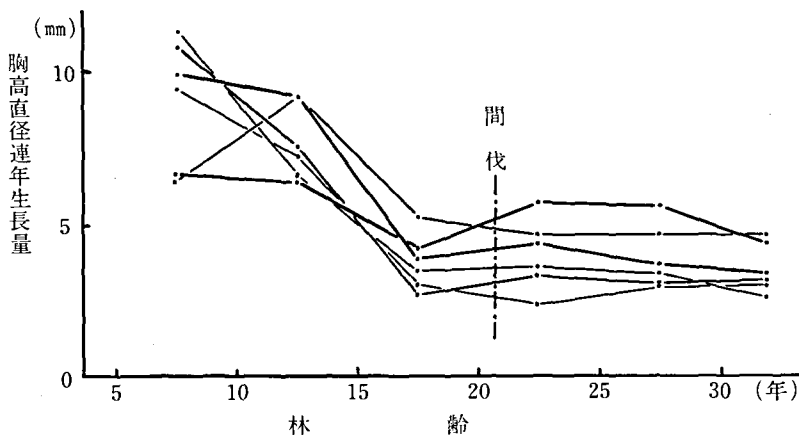


図-8 晴ヶ峰カラマツ林の間伐前後の直径連年生長曲線

一方相対幹距比は $Sr = \sqrt{\frac{10,000}{n}} / H \times 100$ (n ; 1ha 当たり生立本数, H ; 林分平均樹高) で求められ、長野営林局では“林分の健全性がそなわれない範囲で、主伐密度が高いほど収穫が多くなり、経済的に有利である”⁷⁾として、主伐目標密度は $Sr18 \sim 19$ が妥当とし、間伐着手密度として $Sr19$ より疎では間伐しないようにしている。

本林分の相対幹距比は $Sr = \sqrt{\frac{10,000}{2,600}} / 13.15 \times 100 = 14.9$ で、“超”過密林分にランクされる。

しかしいったんこのように超過密化が進んだ林分では、かなり強度な間伐をしばしば繰返さなければ Sr 値の是正はむづかしく (表-2 参照)、高密化が進行している林分の取扱いにあたっては地位の判定を重視し、地位の良好な林分 (目安として地位指数 18~20 以上) ほど間伐の実行を急ぎたい。

表-2 高密林分での間伐による林分諸量の変化予測
(地位指数20)

林 齢	間伐率	間伐前後	平均樹高	平均直径	生立本数	相対幹距比	立木材積
年	%	前 後	m	cm	本	m'	m'
22	40	前	13.2	12.5	2,600	14.1	220
		後	13.8	14.2	1,560	18.3	
28	40	前	16.0	16.0	1,500	16.1	250
		後	16.4	19.0	900	20.3	
34	30	前	18.0	20.7	900	18.5	260
		後	18.3	22.2	650	21.4	
47	20	前	22.0	24.5	650	17.8	340
		後	22.2	26.2	520	19.8	
60		(主伐)	24.0	29.0	520	18.3	390

なお現存のカラマツ林には、相対的に地位の高い林分が少ないといわれているが、個々の林分についての調査は未だ不十分で、特に大径材仕立てを指向するためには、地位の吟味がより重要な課題と思われる。

5) 生枝下高の検討

林分密度の違いによって林木の下枝の枯れ上りに差を生じ、それによって幹の形も変化することは一般によく知られている。また林分密度調節のためのひとつの指標として、自然状態の樹高と枝下高の相対関係が利用されることもある。

付表-3 にみられるように、a, b 両標準区での実測資料はよく類似しているので、両者の平均的な値によって解析した。

林分平均樹高 13.3m 前後の段階で生立本数は 1ha 当り 2,600 本と換算され、周囲の調査プロットの標準と考えてよい。枝下高については急傾斜地であるために、傾斜の上下2方向(山側と谷側)について測定した。

これらの測定値より直径階別に樹高と枝下高の平均値を求めると図-9 のとおりで、樹高曲線の変動と比較して枝下高は上下方向とも樹高の較差に関係なくほぼ一定しており、また上下方向の枝下高の 1.4m 前後におよぶ段差は主に林地の傾斜角の影響とみなされる (平地林の事例ではやや南側の枝下高が小さい傾向が認められた)。

一般に、枝下高は最下位の生枝までの高さと考えられ、特に枝打ちに際してはこの生枝下高 (枯枝の存在も含めて) が問題とされるが、ここではなお枝下高とあわせて緑冠の着生部位 (地表から緑冠までの高さを仮に緑冠高と呼ぶ) について検討してみた。

落葉性のカラマツが陽性であるということはすなわち 1 年生葉が光に対してより敏感であ

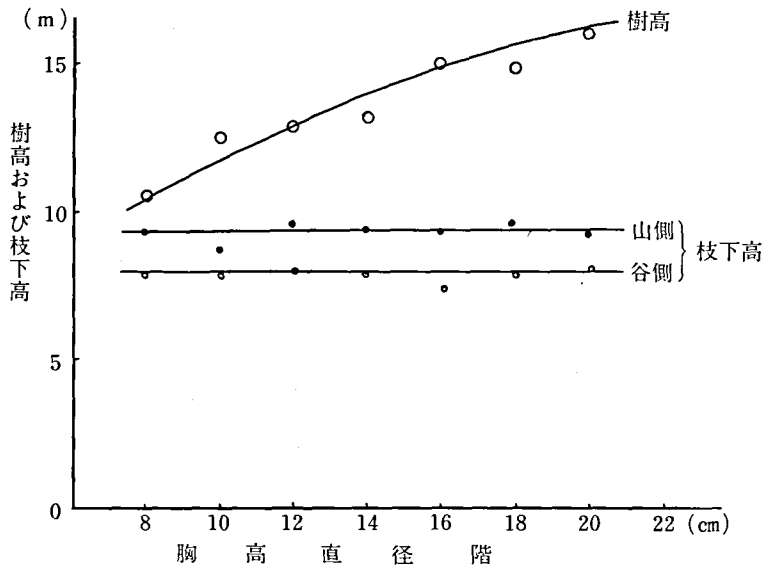


図-9 直径階別樹高曲線および枝下高

ことで、林縁木の内側の枝葉でさえ林内木とほとんど同じように枯上がってしまう。当然のように林内木はその性格を表して、樹幹解析木3本の樹冠を1m毎の階層別に測定した値によって、その枝張りや枯上がりの状態を模式的に画くと図-10のような形態を示している。

カラマツに限らず、一斉林分の傾斜面にそった伐開線にみられる現象と同じように、緑冠高はほぼ林地の傾斜角と平行しており、カラマツの場合は隣接木の枝葉の先端が接触すると、互いにほとんど交叉することなく、樹高の高低にかかわらずそれ以下の枝葉は枯死してしまう(ヒノキの高密林では交叉点より3mぐらい下まで緑葉がみられる)。また、カラマツの下枝の枝角(枝付き付近の幹と枝にはさまれた角度)がやや鋭角であることや、林内木の方が開放地にあるものより枝が湾曲して先端が上向く傾向(枝の長さはあまり変わらないので、林縁など開放地と比べて樹冠巾がややせまい傾向がある——検討中)がみられることから、傾斜地では山側の枝下高がほぼ緑冠高に近い値を示しているように思われる。したがって林分密度の指標として枝下高を検討する場合には、急斜地では山側の下枝の枯上がりの高さに留意していきたい。

本林分では、傾斜が大きいうえ林分密度も高いので、平均的な枝下高は谷側では60%あまりであるが、山側ではすでに70%を超えており、標準区内の立木のうちここでいう緑冠高が75%以上に達しているものは40%あまりに及び、上層林冠での競合の激しさが読みとられる。

なお長野営林局で調査された「密度のちがいによる樹高と枝下高の関係」¹⁰⁾は図-11のとおりで、現実林分とよく適合するが、樹冠長や緑冠高などの視点で今後検討を加えてみたい。

6) 樹型級の実態

カラマツの樹幹は一般に通直性が高いといわれ、間伐木の選定に際して関心が払われ、間

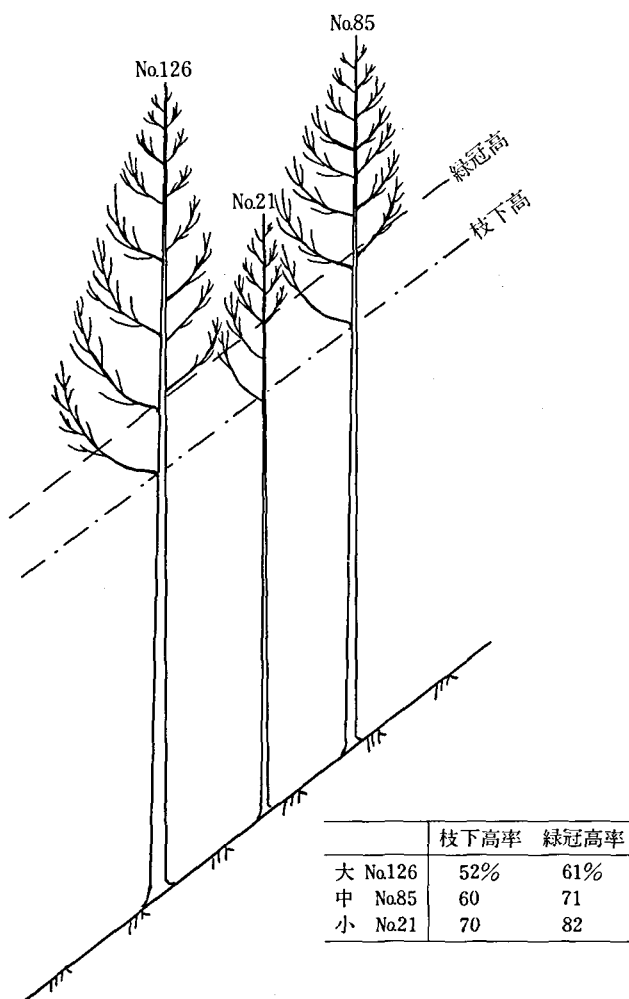


図-10 標本木の縦断模式図

伐材の品質においても直材の価値が高く評価されるが、間伐の実行現場においては曲り木や曲り材の存在に悩まされることが多い。これらの参考に供する目的で、プロット内の毎木調査に付加えて全木の樹型級区分を行ない、その結果を表-3にとりまとめた。樹型級は、林木の遺伝的素質をはじめ、手入れの精粗・巧拙、林分の環境条件などが関係して林分毎にかなり大巾なちがいが認められるが、ここではすでに述べてきたような諸条件下での高密林分の事例を中心に検討してみた。

樹型級区分の基準は次のようにおおむね寺崎式分類法によったが、樹幹の曲りに留意して、2級木のcを欠き、2級木のdおよび3級木にそれぞれd'、3'を付加えて一部を変更してある。

樹型級区分の基準

優勢木 上層林冠を組成するもの

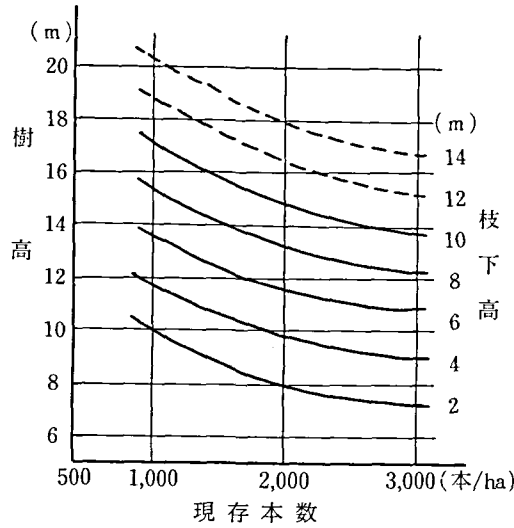


図-11 密度のちがいによる樹高と枝下高の関係 (長野営林局 大住)

表-3 直径階別、樹型級別本数集計表 (本/0.1ha)

プロット 直径階	A										B												
	1	a	b	d	d'	e	3	3'	4	5	計	1	a	b	d	d'	e	3	3'	4	5	計	
4cm										3	0										1	1	
6									1	2	4										3	9	12
8							5	1	12	20							4	1	17	2	24		
10			17		1		25	16	11	70			9	1	1		21	9	7	48			
12	16		20	11	3		8	12	70		17	25	14		1	12	7	76					
14	36			16	3			2	57		37		14	6	1	1	2	61					
16	18			6					24		15	2		5	2		24						
18	3	8		2				1	14		3	5		2	1		11						
20				2					2								0						
22									0		1						1						
計	73	8	37	37	7	0	38	32	24	5	261	73	7	34	36	10	2	38	19	27	12	258	
%	28	3	14	14	3	0	15	12	9	2	100	28	3	13	14	4	1	15	7	10	5	100	

上層木 162本 62%
下層木 99本 38%

162本 63%
96本 37%

- 1級木 樹幹および樹冠の形態にいちじるしい欠点がないもの
- 2級木 樹幹あるいは樹冠の形態に何らかの欠点が認められるもの
 - a 樹冠の発達がいちじるしく、隣接木の生育を妨げ、樹幹も太いもの
 - b 樹冠の発達が貧弱で、樹幹も細いもの

- d 樹幹の曲りがやや目立つもの
- d' 樹幹の曲りがいちじるしいものおよび分岐しているもの
- e 被害木・病木

劣勢木 下層林冠を組成するもの

- 3級木 樹冠は下層にあるが上方が開放していて生長の余地があるもの
- 3', 3級木のうち樹幹の曲りが目立つもの
- 4級木 樹冠の上方が閉ざされ生長の余地がないもの
- 5級木 ひん死木・枯死木・倒損木

表-3にみられるように、A、B両区の樹型級区分は類似性が高いので、平均的な概数によって考察してみたい。

1ha 当り2,600本という高密状態のなかで、上層林冠を形成するものが60%あまりを占め(1,620本/ha)、上層木だけの相対幹距比でも17.6と計測され、上層林冠での競合が進んでいることを示している。

上層木のうち、樹幹の通直性が勝る1級木および2級木のa、b、dをあわせると60%におよび、これに3級木を加えると全体の75%程度が通直性の高い立木で占められており、本林分のようにつる類や雪圧などの弊害が少ないカラマツ林では、やはり通直性が評価される樹種といえよう。しかし、手おくれ気味の間伐に際しては、2級木のd'やdあるいは3級木の3'、4級木などが間伐対象木として優先的に選ばれるケースが多く、間伐材に占める通直材の比率を低下させる大きな原因と思われる。

育林の中途ですでに除間伐が施されている場合には、相対的に生長・形質の劣るものがとり除かれていると考えられ、残存生立本数に対して50~60%程度通直性の高い立木が占めていれば、なお繰返される間伐によって、主伐期における立木の品等はかなり良質化が図られると思われる。

高密林の間伐に際しては、主伐期における材積収穫の損失をできるだけさげようと伐期立木密度を $SrI9$ 程度と比較的高いレベルに保とうと心がけている長野営林局の間伐指針によっても、伐期における上層樹高を20mを超える段階に設定すると、伐期仕立本数は600~700本/haであり、中途における間伐期にも相当量の良質材の収穫は可能のように思われる。

上層樹高が12~13mに達した段階で、2,000本/haを超えるような高密林分への適用を考えている列状間伐方式や保残木マーク方式の採用にあつたては、当該林分の樹高生長の将来予測や現生立本数と伐期期待仕立本数との関連に留意することは当然であるが、事前における樹型級区分についても概略調査によって理解しておく必要がある。

7) 樹冠の解析

i) 平面投影による解析

A、B両プロットにおいて、間伐前後の樹冠の変化を追跡する目的で調整した全立木の樹冠投影図のうちから抽出したa、b2つの標準区について、樹冠平面解析をおこなった。なお全立木と標準区立木との本数比はa、b両区とも面積比と同じ10:1であり、また単木平均樹冠直径比は両区とも全木の96%に相当していたので、標準区における計測結果によって解析した。

a、b両標準区の樹冠平面投影は付図-1、2に併記したとおりで、プラニメーターによる

表-4 高密カラマツ林の樹冠構成

区 画			樹 冠 面 積			う っ 閉 度	単木平均樹冠	
区分	面積	本数	総	空隙	重複		面積	直径
a	100㎡	26本	117.3㎡	7.4㎡	20.2㎡	92.4%	4.5㎡	2.4m
b	100	26	110.7	5.4	21.3	94.6	4.3	2.3
平均	100	26	114.0	6.4	20.6	93.5	4.4	2.4

所要値の測定結果は表-4 のようであった。

100㎡区画内の樹冠総面積は110~117㎡(そのまま%を表わす)におよぶが、20%あまりの樹冠の重複面積と5~7%程度の樹冠空隙があつて、うっ閉度は93%前後であつた。

樹冠投影が地上からの間接測定であるため、これらの値に多少の誤差はまぬがれないが、

- a) 落葉性の陽樹であるため樹冠総面積は他の針葉樹一斉林と比べてやや小さい。
- b) 樹冠の重複は枝葉の交錯によるものは少なく、主に傾斜や樹高の高低の影響にともなう樹冠相互の層位の差によるものである。
- c) 樹冠空隙部の存在は、中齢以降のカラマツ林一般で見受けられ、間伐などによる抜き伐りの場合はもちろん、枯損による立木の欠損部にも、かなり長期にわたつて樹冠空隙が見受けられ、カラマツ林内が明るく感じられる一因でもある。本林分のように立木密度が高い場合にも、自然枯死によって生じた立木の欠損部に空隙が存在し、最近の枯損箇所の空隙が特に目立つ。

ii) 垂直的な樹冠の形態

枝下高の項で一部述べたが、カラマツ中幼齢木(おおむね30年生以下)で調べている垂直的な緑冠外縁部の形態には、林縁木などのように周囲に開放空間が存在する場合と、うっ閉した林内木の場合とでは若干の相違が認められ、図-13にみられるように、林内木の方が樹冠の拡張巾がやや狭いように思われる。これは同じ階層(先端からの距離)に付着する枝の長さはほぼ同じでも、枝の湾曲度が林

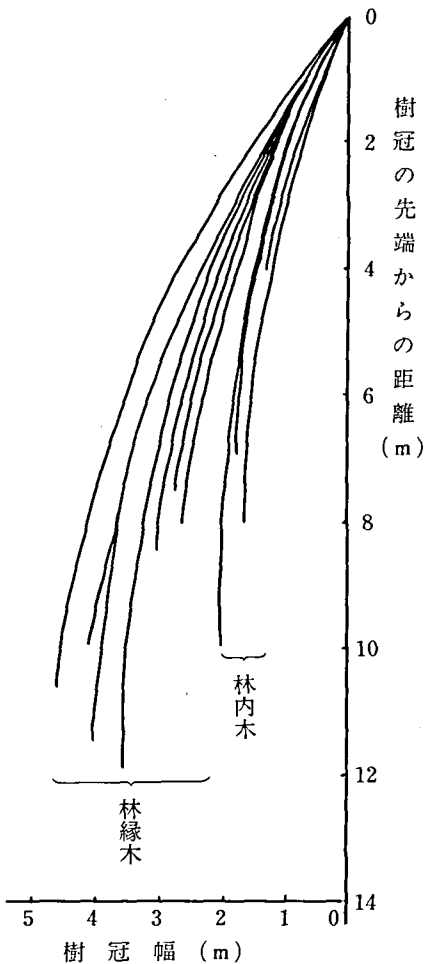


図-12 樹冠縦断実測図

内木の方が大きく、また林縁木などでは枝の先端が斜め上方に張り出しているのに対し、林内木ではほとんど垂直方向に上向く傾向があるためと考えられる。

これらの現象については、間伐の効用の重要な分野と考えられるので、間伐後の追跡調査によってなお詳細な検討を試みたい。

2 高密カラマツ林施業のために

以上のような林分構成の個別事項をふまえて、高密カラマツ林分を取扱っていくうえで、留意しておきたい2~3の事項について小括しておきたい。

1) 林分密度の吟味

当面のカラマツ林に対する立木密度の管理体系を検討するうえでは、当該林分の現況を知る必要があり、その結果として、期待する管理密度との対比によって林分の疎密度が吟味され、高密林分については、“過密”あるいは“間伐の手おくれ”などの判断がなされよう。

期待される管理密度の基準尺度としては、各地方で調整されたカラマツ林分収穫（予想）表をはじめ、カラマツ林分密度管理図上の収量比数（RY）によるもの、あるいは長野営林局で採用している相対幹距比（ S_r ）によるもの、林分形状比数や枝下高率を基準とするもの、なども採択されており、きわめて多様である。

しかしこれら数多くの指標から読みとられる林分上層樹高に対する仕立本数の上下限を総合してみると、図-13に示すように密仕立の上限および疎仕立の下限にはかなり明らかな限界の範囲があって、これらの限界を超えて管理密度が設定されている事例は、カラマツの場合にはほとんど見当たらない。

同図上に、カラマツ林を対象としたいくつかの指標曲線を併記したが、当面の間伐問題には、図の中に示した斜線部分にほぼ包含される高密なカラマツ林分を“2つの矢印で示した一方の自然放置した場合の方向性から、もう一方の人為手段による方向性にどのような手法をもって転移させるか”という具体的な課題への解が求められているといえよう。

本調査林分はこれらの高密林分の最上限にランクされる典型林分のひとつと考えられるが、林分密度に支配される直径生長や枝下高比などについては、前項における検討の結果から、早急に上層林冠における競合緩和の手段が講じられるならば、なお残存木の生長を維持、回復しうる余地が残されており、致命的な間伐手おくれの段階にまで達していないと判断され、引続いて本林分で実施している間伐試験の成果が待たれる。

2) 高密カラマツ林の間伐のために

i) 地位の吟味

先にも述べたように、人工林における地位あるいは地位指数の査定はかなり不十分で、特に将来の生産目標を確定していくためには、個々の林分あるいは同一林分内においても部分的に樹高生長の較差が目立つ場合には、平均上層樹高と林齢の測定によって簡単に求められる地位指数の査定が必須と考えられる。

対象林分の地位の良否が判定されれば、相対的に地位のひくい林分では、伐期の延長にある限界を設定して考えるならば、図-13に示された管理密度の範囲内で比較的密仕立てな取扱いによって主伐材積のより多量化を指向することが得策であろうし、一方地位のより良好な林分（少なくとも60年生時の上層樹高が20mを超える可能性のある林分で、地位指数17~18以上に相当する）では、伐期の取扱いを柔軟に考えて、比較的ひくい伐期を適用せざる

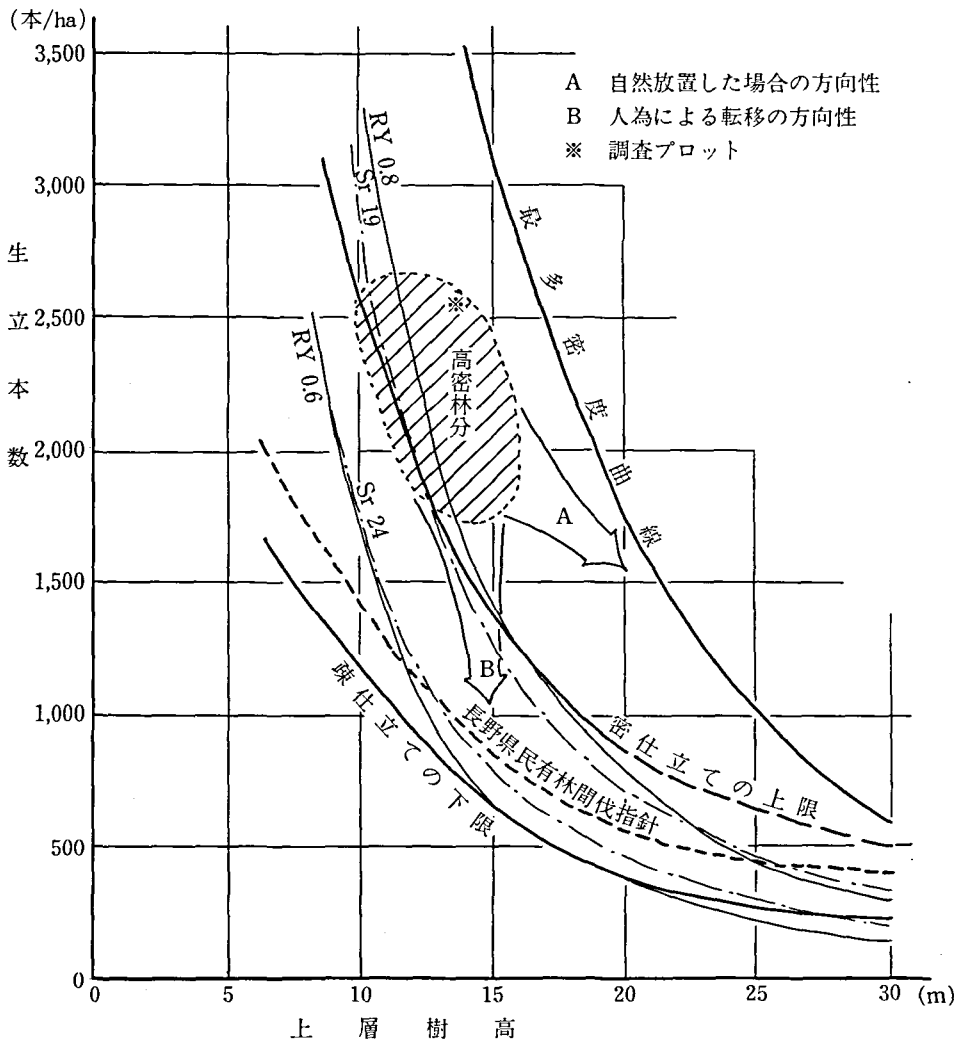


図-13 樹高に対するカラマツ林の生立本数

るを得ない場合には、中程度の密度管理によって間伐収穫とあわせて主伐材積の多量化を指向するか、より低密仕立てによる本格的な長大材生産を目標として、より強度な間伐の適用や必要な伐期の延長を図るなど、さまざまな対応が考えられる。

カラマツ林業やカラマツ材需給の将来を洞察すると、短伐期施業や中小径材生産仕向けに対する展望が否定的であるだけに、ある程度の伐期の延長あるいは長大材生産を指向せざるを得ないが、当面累積してきている高密度化林分には、考え方によっては林木の形質や生産材の材質のコントロールが可能な要素も含まれているので、地位に見合った間伐体系の設定が望まれ、特に地位の良好な林分の探索とその取扱いに留意していきたい。

ii) 上層樹高の吟味

相対的な林分密度は、樹高の関数によって表現され、樹高の優劣がいちじるしい林分の場合

合には上層平均樹高を基準とするのが妥当であろう。

現存カラマツ林分の植栽本数は2,500~3,000本/haが一般的で、平均的な植栽間隔を1.8~2.0mとすると、普通の林地では樹高2m前後頃から林木相互の下枝がふれあうようになり、4~5mではぼうっ閉状態に入り下枝の枯上りが始まる。以降造林木におよばないつる切り、除伐などの手入れが施されていれば、樹高7~8mの段階までは林木相互の競合による自然枯損が発生することは稀で、ほぼ植栽本数は元のままで推移する(上層樹高8m段階での S_r は、生立本数3,000本/haで23, 2,500本/haで25, 調査事例によると、2,500本/ha植えて12年生段階まで枯損はなく、樹高8.66mで S_r 23, 平均枝下高2.36m)。

林分をこのまま放置すると、上層樹高が10m前後に達する頃から劣勢木の自然枯死が目立ちはじめ(樹高10mで2,500本/haのときの S_r 20), 12~13mの頃から自然枯死が急増し、以後カラマツ林分密度管理図に示される自然枯死線にほぼ沿って枯損逓減が進行し、樹高が14~15mを超えると、下枝の枯上りが樹高の2/3以上にも達して直径生長もいちじるしく減退し、風雪などの外力に対する抵抗力が急降下して、林分全体の健全性は極度に低下してしまう(3,000本/ha植える場合、樹高14m段階の生立本数は2,400本/haと読みとられ S_r は14.5, 2,500本/ha植えては、樹高15m段階での生立本数は2,050本/haで S_r は14.7)。

このような樹高生長に伴う相対密度の推移や林分の健全性を吟味するにあたっては、林分毎の地位の較差を無視することはできないが(地位がより良好な林分ほど、林分管理上必要な施業を早め実施する必要がある)、一応の目安として、次のような各樹高段階に応じた高密林分の取扱いについて所見を述べておきたい。

i) 上層樹高が10m前後頃の林分は、初回間伐の適期と考えられるが、経営上の都合によってはおお3~5年の施業遅延は許されよう。

ii) 樹高が12~13mを超える頃が、高密林分を扱ううえで最も重要な時期で、生立本数が2,000本/haを超えるような林分では、いわゆる間伐手おくれの状態に入る段階を迎えており、地位が中庸以上であったり、生立本数が多い林分ほど、早急な対応が望まれる。林齢がIV~V齢級にまたがり、所属面積が多いこともあって、当面の除間伐対策上最もむづかしい課題をかかえている森林群で、この段階での対応が滞ると、林分の健全性がいちじるしく低下することがあり、カラマツ林業全般にわたる危機的状況の到来が危惧される。

ここでは、高密林分の取扱いにあたっては、枯損逓減の性向、枝下高や林分の健全性を表現する指標値(林分形状比あるいは相対幹距比による)の推移などの検討結果から、生立本数2,000本/ha以上の林分において、上層平均樹高が14m前後に達する段階を、カラマツ林造成上の限界密度として設定し、改めて高密林分の見直しと、これに対応し得る間伐手法の検討が必要であることを強調しておきたい。

iii) 樹高が15~16m以上に達している林分では、初回の除間伐が施された林分も多いが、そのまま放置されてきた林分はすでに風雪などの外力による被害が出はじめてきている。自然枯損逓減によって2,000本/haを超えるような林分は稀であるが、なお1,500~1,600本/ha以上にもおよぶ場合には、応急の技術的対応としては、保残木マーク法的な思考によって上層林冠の疎開を図り、残存木の生長回復に期待せざるを得ない。

お わ り に

当面の間伐問題を検討していくうえで、改めて高密度化したカラマツ林の実態を理解しておく必要にせまられ、間伐試験地の設定に先立ってやや詳細な林分構成諸量を調査測定し、解析してみた。

よくそろった感じを受けるカラマツ林は、生立本数が2,000本/haを超えるような状態で、上層樹高が13~14mに達する頃から、林分の健全度を示す諸指標の値が急速に悪化し、また枝下高率も60~70%をこえ、風雪などの外力に対する抵抗力の低下が目立ち始める。

これらの要因はすべて林分密度と上層樹高との相対的關係として表現され、いったん上記のような限界を超えた林分では、在来の手法のみによっては林力の維持回復を図ることは容易でなく、新たな間伐方式の検討が急がれる。

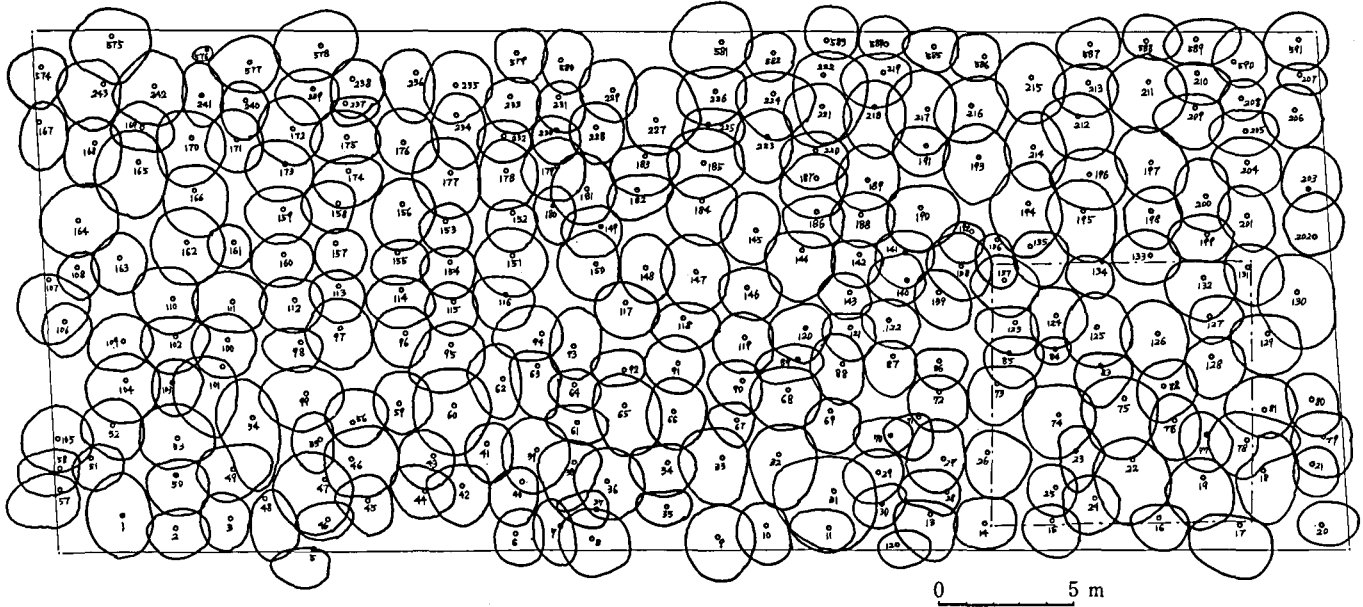
植栽本数が2,500~3,000本/haを出発点とする現行の造林方式では、上層樹高が10m前後頃の林分密度調整が肝要であることを改めて強調したいが、この段階をいちじるしく超えて存在する当面の多くのカラマツ林に対しては、すでに実践の成果が得られている列状間伐方式や当初に提示した保残木マーク方式など応急手段の適用によって、既成林分の健全化がより拡大することを望みたい。

なお、本文中にも述べたように、林齢20~30年生にも達した林分では、林齢と上層樹高の査定によって地位の判定がしやすく、将来の生長予測がほぼ推定されるので、地位の較差に対応した林分の造成目標をより明確にしていくことを強調しておきたい。

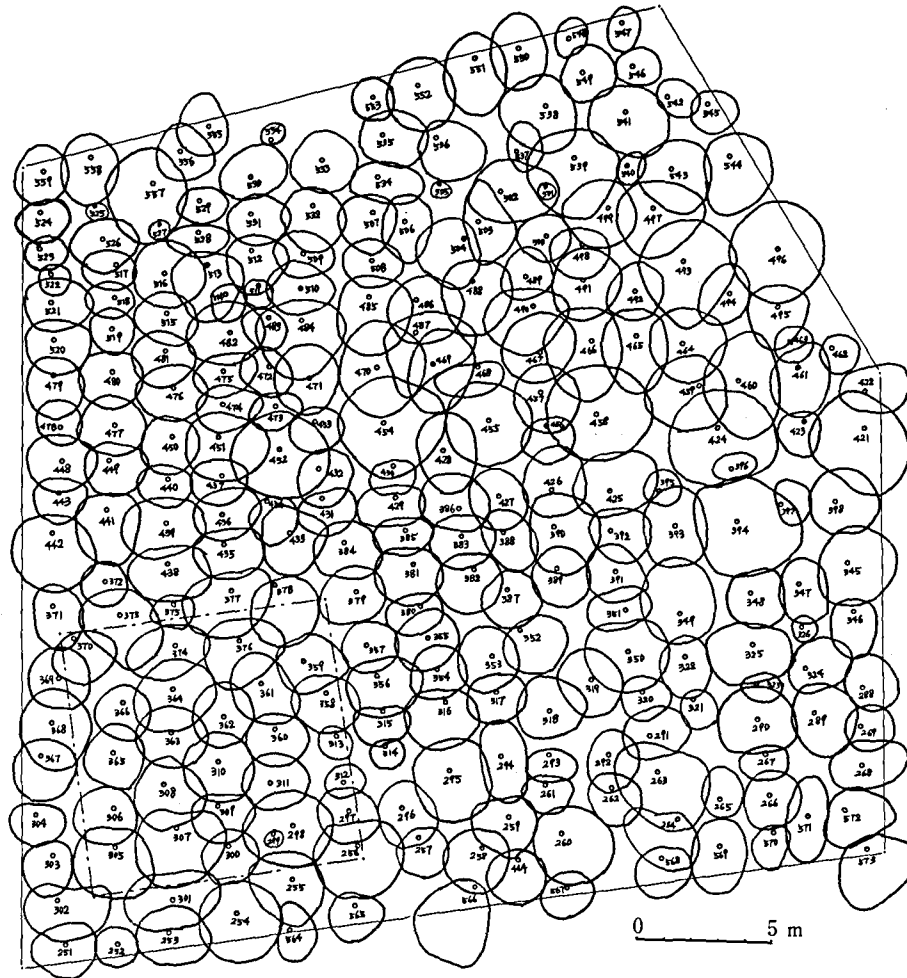
おわりに、本試験地の設定や各種実験の過程を通じて協力いただいている演習林の林博道教官、唐木義人、安積悦郎、那須野好春、清水昭行技官諸氏、並びに単調な本調査に参加された専攻生の河合広、稲垣宏恭、榎吉寿夫、河西喜広、細江崇諸君に厚く御礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 長野県林務部：長野県民有林カラマツ人工林収獲予想表 1983
- 2) 菅原聰・島崎洋路：あたらしいカラマツ林業 林業経済新聞社 1973
- 3) 浅田節夫・菅原聰編著：信州のからまつ p.152~169(島崎洋路担当)リンケイ新聞出版局 1983
- 4) 島崎洋路：高密スギ林分の取扱いについて 信大農演報 No.20 1983
- 5) 長野県林務部：長野県民有林の現況 P.4~5 1984
- 6) 林野庁：昭和58年度林業白書 P.44~45 日本林業協会 1984
- 7) 長野営林局：間伐実施要領とその解説 1977
- 8) 高橋祐吉・島崎洋路・菅原聰・木平勇吉：信州カラマツ林の間伐計画 信大農紀要 No.8 (2) P.161~206 1971
- 9) 信大森林経理学研究室：東信地方信州カラマツ林現実林分収獲表調整説明書 研究室資料 1972
- 10) 大住克博：カラマツ林分の枝下高 長野県林業指導所 技術情報 No.53 P.13 1984



付図-1 プロットAおよび標準区aの立木位置並びに樹冠投影図



付図-2 プロットBおよび標準区bの立木位置並びに樹冠投影図

付表一 1 プロットAの毎木野帳

(No. : 立木ナンバー, D : 胸高直径(cm), s.c. : 樹型級)

No. D s.c.	No. D s.c.	No. D s.c.	No. D s.c.	No. D s.c.	No. D s.c.	No. D s.c.
1 18 a	41 10 4	81 12 d	121 10 b	161 8 4	201 12 1	241 10 3
2 12 3	42 12 1	82 12 d'	22 14 1	62 14 d	02 12 d	42 16 1
3 14 1	43 12 d	83 12 d	23 14 d'	63 12 3	03 10 3	43 16 1
4 8 4	44 10 b	84 12 b	24 10 3'	64 14 1	04 14 d	574 10 3'
5 12 3'	45 10 3	85 14 1	25 14 d	65 18 a	05 12 1	75 18 a
6 10 4	46 18 a	86 12 b	26 16 1	66 14 1	06 10 d'	76 6 5
7 10 4	47 12 b	87 14 1	27 8 4	67 12 3'	07 6 4	77 10 3'
8 18 a	48 14 d'	88 14 d	28 12 b	68 14 1	08 8 4	78 16 1
9 16 d	49 14 1	89 12 b	29 10 3	69 12 3'	09 14 1	79 12 d
10 10 4	50 12 3'	90 10 b	30 16 1	70 12 1	10 12 3	80 10 3
11 12 3	51 10 3'	91 14 1	31 10 b	71 10 3	11 16 1	81 10 3
12 12 b	52 14 d	92 10 3	32 14 1	72 12 b	12 12 1	82 6 5
13 12 d	53 12 d	93 14 1	33 10 3	73 14 1	13 12 1	83 10 3
14 16 1	54 16 d	94 10 3	34 14 d	74 12 3	14 12 3'	84 8 4
15 12 b	55 12 3'	95 14 d'	35 10 b	75 16 1	15 16 1	85 10 3
16 12 3'	56 12 3	96 18 5	36 16 d	76 12 b	16 12 1	86 8 3
17 18 d	57 18 d	97 14 1	37 10 b	77 12 b	17 14 1	87 14 1
18 16 d	58 14 d	98 10 3	38 10 4	78 12 b	18 10 3'	88 10 3
19 14 1	59 8 3	99 14 1	39 14 1	79 12 b	19 14 d	89 12 d
20 12 3'	60 14 d	100 12 3	40 10 b	80 10 b	20 10 b	90 8 3
21 10 3	61 8 4	01 14 3'	41 12 b	81 14 1	21 14 1	91 14 1
22 20 d	62 10 3'	02 14 1	42 10 b	82 12 3'	22 16 1	261本
23 10 3'	63 12 3'	03 10 3	43 10 3	83 14 d	23 10 b	
24 12 d	64 8 3'	04 18 a	44 12 1	84 16 1	24 10 3'	
25 12 1	65 16 1	05 12 d	45 8 3	85 16 1	25 6 5	
26 14 d	66 14 1	06 8 4	46 8 3	86 12 1	26 16 1	
27 14 d	67 10 3	07 20 b	47 12 1	87 14 1	27 14 1	
28 8 4	68 14 d	08 8 4	48 18 1	88 12 1	28 10 b	
29 10 3	69 10 3'	09 10 3	49 10 3'	89 12 1	29 12 d'	
30 8 4	70 10 4	10 18 1	50 16 d	90 14 d	30 10 b	
31 18 a	71 10 3'	11 14 1	51 16 1	91 10 3'	31 8 4	
32 14 1	72 10 3	12 12 b	52 10 4	92 10 3'	32 10 3	
33 16 1	73 16 1	13 10 4	53 12 b	93 14 1	33 14 1	
34 10 3'	74 14 1	14 12 b	54 12 1	94 12 3	34 12 3'	
35 8 4	75 18 3'	15 12 1	55 10 4	95 16 d	35 18 1	
36 12 b	76 10 3	16 10 4	56 18 a	96 10 3	36 12 b	
37 8 5	77 10 b	17 10 3'	57 14 d	97 12 d'	37 10 3	
38 14 1	78 14 d	18 12 b	58 10 4	98 10 b	38 12 3'	
39 12 d	79 10 b	19 12 1	59 16 1	99 14 1	39 14 1	
40 10 3'	80 10 b	20 14 1	60 14 3'	200 14 1	40 12 b	

付表—2 プロットBの毎木野帳

Na D s.c.	Na D s.c.	Na D s.c.	Na D s.c.	Na D s.c.	Na D s.c.	Na D s.c.
251 10 3	309 10 4	367 12 3'	429 12 b	472 10 d'	512 12 1	552 14 1
52 8 4	10 16 1	68 18 1	30 10 4	73 8 4	13 14 1	53 8 4
53 12 d	11 12 1	69 10 3'	31 10 3	74 12 d	14 16 1	54 6 4
54 14 d	12 8 4	70 14 3'	32 12 1	75 10 3	15 12 d	55 12 d
55 16 1	13 8 4	71 12 b	33 12 3	76 12 b	16 12 d	56 14 d'
56 16 d	14 6 5	72 10 4	34 14 d	77 12 1	17 10 d	57 16 1
57 8 4	15 10 3	73 16 1	35 12 d	78 8 4	18 10 b	58 14 d
58 10 3	16 12 3	74 12 3	36 14 1	79 14 1	19 12 b	59 10 b
59 12 b	17 12 1	75 8 5	37 12 3	80 12 1	20 14 1	564 8 3
60 16 d'	18 14 1	76 16 d	38 14 d'	81 12 b	21 12 1	65 12 1
61 10 3	19 16 1	77 14 d	39 16 d'	82 14 1	22 6 4	66 18 d'
62 8 4	20 12 3'	78 14 d'	40 10 4	83 6 4	23 8 3	67 10 3
63 18 d	21 8 4	79 12 d	41 12 3'	84 14 1	24 10 3	68 10 3
64 14 3'	22 14 1	80 10 3'	42 16 1	85 14 1	25 6 5	69 14 1
65 12 3'	23 8 4	81 14 d	43 12 3	86 12 1	26 10 b	70 8 3
66 12 b	24 12 b	82 12 1	44 10 b	87 12 d	27 4 5	71 14 d
67 12 b	25 18 1	83 12 b	448 16 d	88 12 1	28 12 b	72 14 d
68 12 b	26 6 5	84 10 3	49 10 b	89 10 3	29 12 b	73 16 1
69 10 3'	245 16 1	85 12 3	50 12 b	90 12 b	30 12 b	258本
288 8 4	46 12 3	86 10 3	51 14 1	91 12 1	31 12 b	
89 14 1	47 14 3	87 12 d	52 18 a	92 10 3	32 10 b	
90 16 d	48 12 b	88 10 3'	53 8 4	93 18 a	33 14 1	
91 12 d	49 16 1	89 8 4	54 18 d	94 10 3	34 12 3'	
92 12 d	50 14 1	90 14 1	55 12 1	95 14 1	35 12 1	
93 10 b	51 10 3	91 10 3	56 8 4	96 18 a	36 14 e	
94 12 1	52 10 3	92 12 b	57 12 d	97 16 1	37 6 5	
95 16 1	53 14 1	93 14 d	58 14 1	98 12 3	38 14 1	
96 14 1	54 10 3'	94 22 1	59 14 1	99 14 d	39 14 1	
97 14 d	55 14 d	95 6 5	60 18 a	500 12 1	40 6 5	
98 16 1	56 16 a	96 6 5	61 16 1	01 6 5	41 16 a	
99 10 4	57 12 d'	97 8 4	62 8 4	02 14 1	42 10 3	
300 10 3'	58 12 b	98 14 1	63 10 4	03 12 b	43 16 1	
01 14 1	59 14 1	421 18 1	64 14 1	04 14 1	44 14 1	
02 14 1	60 12 3	22 14 1	65 14 1	05 6 5	45 12 3'	
03 10 b	61 12 3	23 10 4	66 16 d	06 12 b	46 8 3	
04 10 3'	62 10 b	24 18 a	67 8 3'	07 14 1	47 12 b	
05 12 3	63 12 b	25 14 d'	68 8 5	08 10 3	48 10 3	
06 14 d'	64 14 1	26 14 1	69 12 e	09 10 3	49 14 1	
07 14 d	65 14 d'	27 10 3'	70 14 d	10 14 d	50 12 1	
08 14 1	66 12 3'	28 12 3	71 12 d	11 8 4	51 12 b	

付表-3 標準区の毎木調査資料

標準区	立木	胸高	樹冠	樹冠	樹	枝下高		標準区	立木	胸高	樹冠	樹冠	樹	枝下高	
	No.	直径	直径	断面積	高	谷側	山側		No.	直径	直径	断面積	高	谷側	山側
		cm	m	m ²	m	m	m			cm	m	m ²	m	m	m
	15	12	4.1	3.30	13.4	6.1	11.6		256	16	6.3	7.79	14.9	5.7	8.6
	16	12	3.8	2.84	12.6	8.7	9.7		297	14	4.4	3.80	14.4	8.8	10.2
	19	14	5.0	4.91	14.1	7.7	10.7		298	16	6.4	8.04	14.2	7.9	9.4
	22	20	7.0	9.62	16.4	8.4	9.2		299	10	3.2	2.01	9.4	6.8	6.8
a	23	10	4.3	3.63	12.4	7.9	7.9	b	300	10	4.0	3.14	12.0	8.0	9.2
	24	12	4.3	3.63	14.8	10.5	12.3		305	12	5.5	5.94	11.8	6.6	10.1
	25	12	4.0	3.14	14.3	8.8	10.5		306	14	4.5	3.98	14.1	7.1	8.6
	73	16	4.8	4.52	15.5	8.8	9.5		307	14	5.5	5.94	13.7	7.7	10.2
	74	14	5.5	5.94	14.9	7.9	9.5		308	14	4.7	4.38	14.9	8.2	9.6
	75	18	6.2	7.55	14.6	7.3	9.6		309	10	3.6	3.63	12.8	8.1	9.7
	76	10	4.3	3.63	11.5	9.0	9.0		310	16	5.2	5.31	14.7	7.9	9.5
	77	10	4.5	3.98	13.8	9.6	9.6		311	12	4.3	3.63	14.7	8.8	9.8
	78	14	6.2	7.55	16.0	9.4	10.0		312	8	2.5	1.23	11.6	10.2	10.2
	82	12	4.6	4.15	13.7	8.2	9.2		313	8	2.1	0.87	11.1	8.1	10.0
	83	12	4.5	3.98	14.0	8.6	8.8		358	12	4.7	4.34	13.2	8.1	10.4
	84	12	2.4	1.13	13.9	9.1	10.2		359	14	4.4	3.80	13.5	7.3	10.5
	85	14	4.2	3.46	14.7	7.2	8.4		360	12	3.8	2.84	12.6	8.4	10.1
	123	14	4.8	4.52	14.1	9.7	9.8		361	12	4.5	3.98	12.3	7.9	9.4
	124	10	4.7	4.34	12.5	9.2	9.3		362	10	4.6	4.15	13.0	8.6	8.1
	125	14	5.7	6.38	14.2	9.1	9.8		363	12	4.4	3.80	13.8	8.9	10.3
	126	16	5.4	5.73	16.6	8.1	9.5		364	14	5.7	6.38	13.3	8.7	9.1
	127	8	3.9	2.99	9.9	6.7	7.6		365	14	4.5	3.98	13.7	8.6	10.0
	128	12	4.3	3.63	14.4	7.1	9.8		366	12	3.9	2.99	12.2	8.5	9.8
	131	10	4.13	3.30	13.4	6.9	9.7		370	14	3.8	2.84	11.1	7.5	8.7
	132	14	5.1	5.11	14.6	6.7	7.3		374	12	5.3	5.52	12.1	8.6	8.2
	137	10	4.7	4.34	13.2	8.1	9.7		376	16	5.7	6.38	14.4	8.2	9.2
	計26本		117.30						計26本		110.69				
	平均	13.0	4.7		13.6	8.1	9.5		平均	12.8			13.1	8.1	9.5

付表—4 樹幹解析総括表

標本木 No.	年 齡	樹 高 生 長(m)			胸 高 直 径 生 長(cm)			形状比
		総	連年	平均	総	連年	平均	
126	5	2.30	0.46	0.46	1.4	0.70	0.70	164
	10	8.35	1.21	0.84	7.9	1.30	0.79	106
	15	12.35	0.80	0.82	11.5	0.72	0.77	107
	20	15.70	0.67	0.79	13.8	0.46	0.69	114
	22	16.62	0.46	0.76	14.9	0.55	0.68	112
	皮付	16.62			15.8			105
85	5	2.45	0.49	0.49	1.2	0.60	0.60	204
	10	7.45	1.00	0.75	6.4	1.04	0.64	116
	15	11.40	0.79	0.76	9.7	0.66	0.65	118
	20	13.85	0.49	0.69	11.5	0.36	0.58	120
	22	14.70	0.43	0.67	12.2	0.35	0.55	120
	皮付	14.70			13.1			112
21	5	2.25	0.45	0.45	1.3	0.65	0.65	173
	10	6.20	0.79	0.62	6.3	1.00	0.63	98
	15	9.20	0.60	0.61	8.6	0.46	0.57	107
	20	11.00	0.36	0.55	9.8	0.24	0.49	112
	22	11.50	0.25	0.52	10.0	0.10	0.45	115
	皮付	11.50			10.5			110
(参考) 嶺収穫表 II 等 地	5	2.2	0.44	0.44	(皮付) 1.3	0.65	0.65	169
	10	5.8	0.72	0.58	6.4	1.02	0.64	91
	15	9.1	0.66	0.61	11.4	1.00	0.76	80
	20	12.2	0.62	0.61	15.0	0.72	0.75	81
	25	14.4	0.44	0.58	17.1	0.42	0.68	84

Stand Composition of Overcrowded Japanese Larch Forest

By Yoji SHIMAZAKI

University Forest, Faculty of Agriculture, Shinshu Univ.

Summary

The author tried to analyse the stand composition of Japanese Larch forest typically overcrowded in our Terasawayama-University Forest. The outline of the stands inventory is as follows:

- forest age: 22 years old
- planting density: 3,100 trees per hectare
- existing density: 2,600 trees per hectare
- tree height: 6-16 meters
 - mean height of all stands: 13.2 meters
 - mean height of upper trees: 14.1 meters
- site index: 21 meters per 40 years
- diameter breast high (d.b.h): 4-22 centimeters
 - mean d.b.h.: 12.6 centimeters
- ratio of clear length:
 - lower side of stem: about 60 %
 - upper side of stem: above 70 %

Classification of tree form estimated by
TERAZAKI's method

tree form class	superior trees				inferior trees				total	
	I	2			3	3*	4	5		
		a	b	d	d'					
frequency (%)	28	3	14	14	3	15	9	10	4	100

*Trees in these classes showed significant stem curve.

- ratio of tree height to d.b.h.: 105
- relative index of yield: 0.90-0.92
- relative ratio of stem distance: 14-15

From the results outlined above, the following views can be pointed out as a management of the overcrowded Japanese larch forest.

- 1) Japanese larches usually show co-existing type growth. Therefore, there is a sign of falling together when they are overcrowded.
- 2) Standing density and upper trees height for the limitation of overcrowding are above 2,000 trees per hectare and above 13-14 meters, respectively.
- 3) An alternative thinning system must be investigated in order to get rid of the overcrowding of Japanese larch forest.