

カラマツ人工林の収穫量に及ぼす植栽密度と間伐率の影響

八坂通泰

はじめに

北海道におけるカラマツ造林が始まってから約1世紀が経過しました。当初のカラマツ材の用途は炭鋤用坑木が中心でしたが、石炭から石油へのエネルギー源のシフトにより坑木としての需要は減少し、梱包材など輸送資材を中心に利用が進んできました。最近では、もともと材の強度が高いカラマツ材に対して、乾燥技術の確立とも相まって建築材としての利用に注目が集まっています。さらに、近年の世界的な木材の需給構造の変化による丸太の輸入量減少に伴い合板用需要も伸びています。このように、道内のカラマツ人工林資源の充実とともに、その用途も広がって、ある程度生産目標を意識した森林施業が可能になってきました。そこで本報告では、カラマツ人工林において材積、直径、素材本数など生産目標を設定したときに、できるだけ低コスト、短期間で目標を達成できる収益性の高い施業方法を“効率的施業モデル”としました。そして今回は植栽密度と間伐率が収穫量や育林コストに与える影響に注目して、収穫予測ソフトを用いたシミュレーションによって効率的施業モデルを検討しました。

効率的施業モデルを検討するときに想定される生産目標

現在のカラマツの用途から判断すると想定される生産目標は、パルプやバイオマスでの利用も含めると総丸太材積が考えられます。また、梱包材や合板などの利用を中心に考えると利用径級ごとの丸太材積が、構造材としての利用を目指すなら強度ごとの丸太材積が生産目標です。このように生産目標は単一ではなく複数設定することが普通でしょうが、今回は話を単純化するために、利用径級ごとの丸太材積を生産目標にした場合について効率的施業モデルを検討しました。

効率的施業モデルを検討した条件は、生産目標としてカラマツの主要用途である梱包材やパレット材での利用を想定し、末口径14cm以上の丸太材積がヘクタール当たり250m³以上（間伐材も含む）としました。この生産目標が達成できる林齢や育林コストを、様々な施業タイプごとに比較し効率的施業モデルを検討しました。試算条件としては、地位、植栽本数、間伐率、間伐木の搬出条件を変え、仕立て方法や採材長など他の条件は同じにしました。パターンとしては全部で約100通りになります。このような多くの施業タイプを簡単に比較できるのがシミュレーションの良い点です。なお、カラマツ類で造林補助金の対象となるヘクタール当たりの植栽本数の下限は、カラマツ1,500本、グイマツ雑種F₁1,000本なので、植栽本数は1,000～2,500本としました。

シミュレーションに利用した収穫予測ソフト

効率的施業モデルを検討するためには、様々な立地条件においていろいろなタイプの施業を実施したときの収穫量や施業コストについて探索的に評価できるシステムが必要です。そこで、今回のシミュレーションでは林業試験場が開発した「北海道版カラマツ人工林収穫予測ソフト ver2.0」を用いました。開発したソフトはマイクロソフト社エクセルを使用しています（図 1）。ソフトでは、地位指数曲線から樹高成長、林分収量—密度図から径級分布、直径成長モデルから材積成長、林分収量—密度図と細り表から末口径別丸太本数を予測しています。育林コストについては森林整備事業などの資料を参考にしました。ここではソフトの仕組みの詳細は省略して、ソフトでの予測値がどの程度現実林分と合っているかについて検証した結果についてのみ紹介します。図 2 は上が上層高、下が平均胸高直径で、いずれも横軸は林齢です。左からⅢ等地、Ⅱ等地、Ⅰ等地で、現実林分と予測値の比較を示しました。点が

全道約2,700林分の平均値で実線が予測値です。図に示したように樹高、直径ともにどの地位でも予測値は全道の平均値をよく予測できていることがわかります。このソフトを用いて効率的施業モデルを検討しました。

林分データ		間伐スケジュール		収穫予測	
地位指数	22	材齢	本数	平均	主材
植栽本数	2500 本/ha	年	全層	上層高	材積
林齢	16 年生	上層	下層	材積	材積
調査面積	0.1 ha	年	年	材積	材積

入力方法2		間伐スケジュール		収穫予測	
胸高直径階	立木	材齢	本数	平均	主材
cm以上	cm未満	年	全層	上層高	材積
0	2	10	30	10	9.0
2	4	12	30	12	10.5
4	6	14	30	14	11.9
6	8	16	30	16	13.1
8	10	18	30	18	14.3
10	12	20	30	20	15.3
12	14	22	30	22	16.3
14	16	24	30	24	17.2
16	18	26	30	26	18.0
18	20	28	30	28	18.7
20	22	30	30	30	19.4
22	24	32	30	32	20.0
24	26	34	30	34	20.6
26	28	36	30	36	21.1
28	30	38	30	38	21.5
30	32	40	30	40	22.0

図-1 北海道版カラマツ収穫予測ソフトver2.0

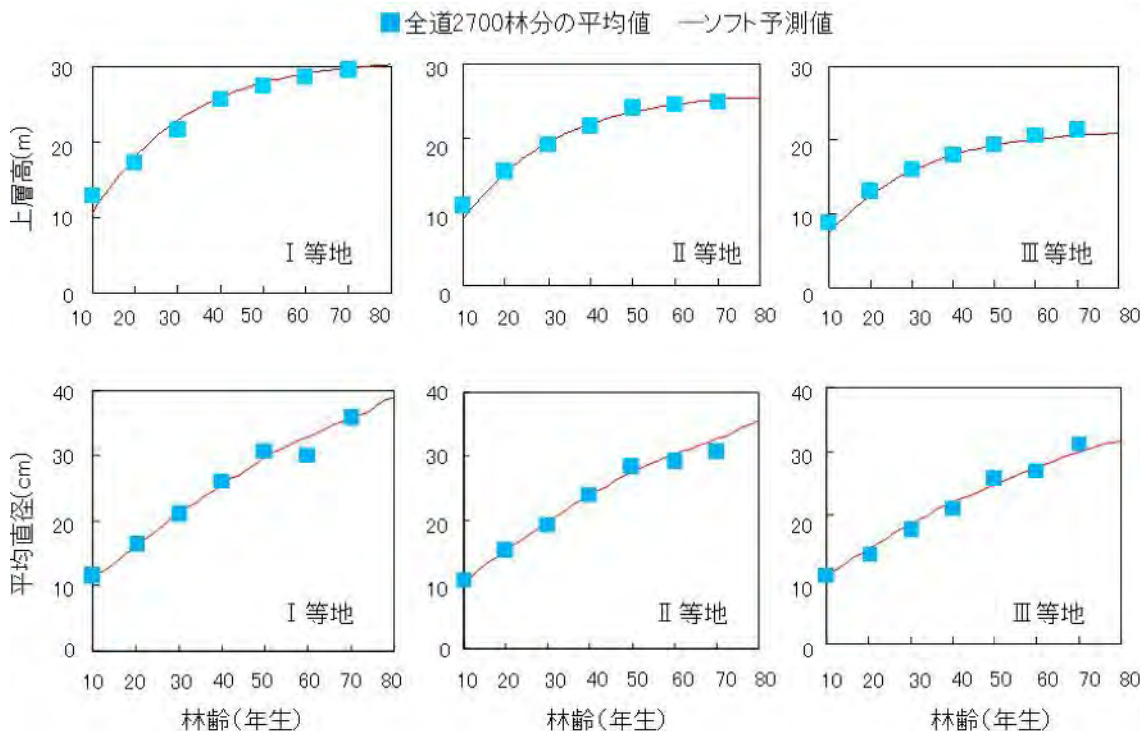


図-2 収穫予測ソフトの予測精度

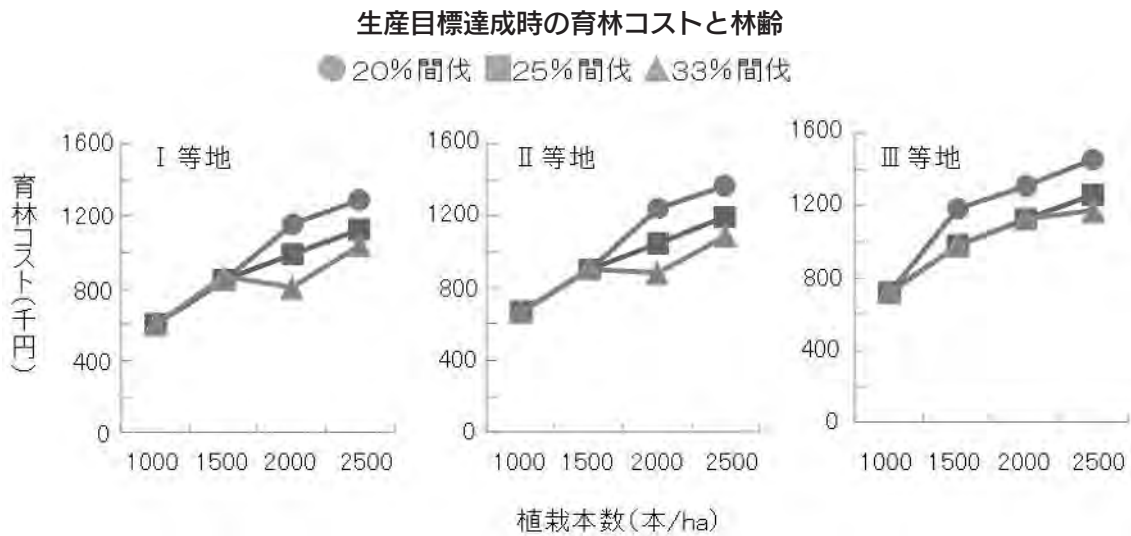


図-3 生産目標達成時の植栽本数と育林コストの関係

目標達成時の育林コストについて図-3に示しました。間伐木の搬出条件は、すべて間伐木を搬出、林分平均胸高直径が10cm以上のときすべての間伐木を搬出、林分平均胸高直径が14cm以上のときすべての間伐木を搬出、以上3パターンを試しています。ただし、図3から5では間伐木を搬出するときの条件を変えても傾向は変わらなかったため、林分の平均胸高直径が14cm以上のときにすべての間伐材を搬出する場合で代表させました。どの地位においても育林コストは植栽本数によって大きく異なり、植栽本数が500本減ることに約25%減少し、1,000本植栽は2,500本植栽の約半分になっています。また、低密度植栽では間伐率によって育林コストに差はありませんが、植栽本数が多くなると間伐率の

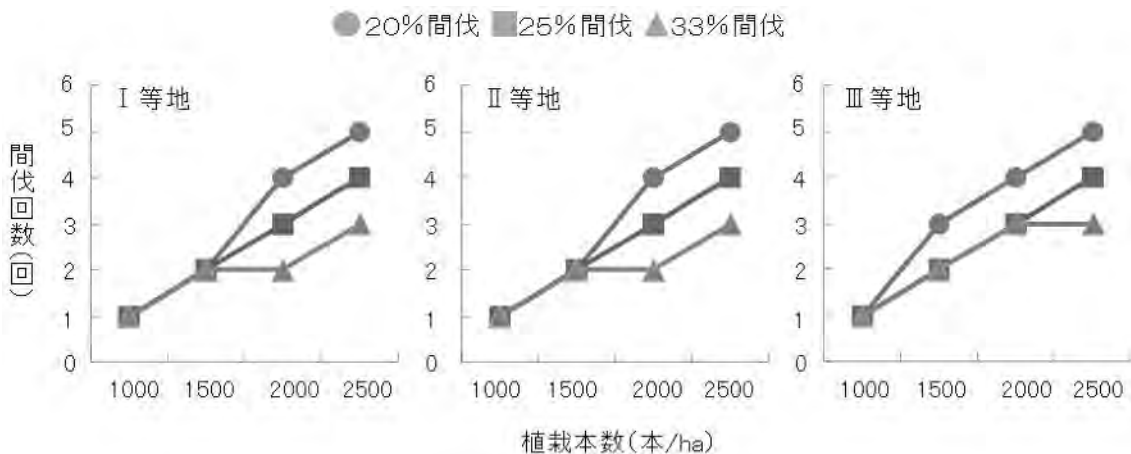
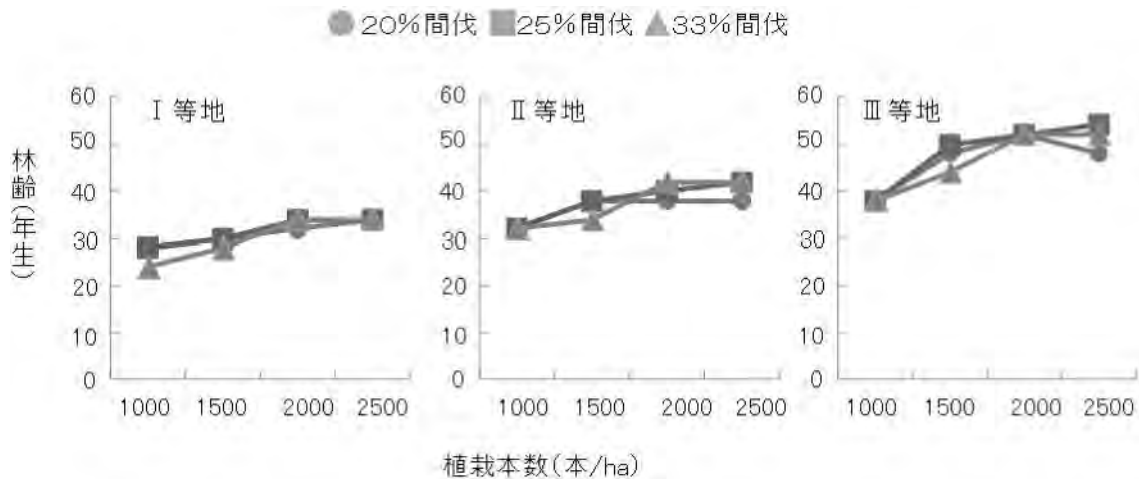


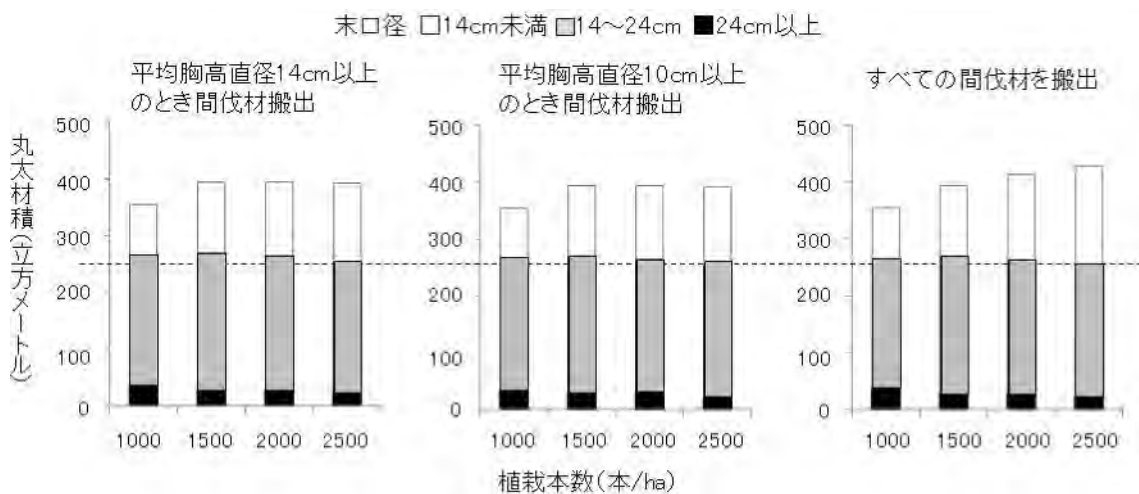
図-4 生産目標達成時の植栽本数と間伐回数関係

高い33%間伐で約2割低コストとなっています。これらの低密度植栽や強度間伐でコスト削減に最も貢献しているのは間伐回数です。図-4では目標達成時の間伐回数を各施業タイプで比較しました。どの地位でも、植栽本数が500本減ると間伐回数は1回ずつ減っていき1,000本植栽では間伐は1回でよいことがわかります。また、間伐率が高くなると間伐回数が1回程度減ることもわかります。このように育林コスト削減には間伐回数が強く影響しています。



図－5 生産目標達成時の植栽本数と林齢の関係

図－5には生産目標を達成したときの林齢について示しました。I等地では24年から34年で、II等地では32年から42年で、III等地では38年から54年で生産目標が達成できます。植栽本数間の比較では低密度植栽で早く目標が達成できる傾向があり、特に地位の低い場所では植栽本数の影響が顕著です。したがって、末口径14cm以上の丸太材積を生産目標にした場合、低密度植栽、強度間伐が効率的施業モデルといえます。



図－6 生産目標達成時の植栽本数と末口径別丸太材積の関係

以上の結果では、林分の平均胸高直径が14cm以上のときに間伐木の搬出を行う場合の結果を示しました。では、より細かい間伐木も搬出したときの結果はどうなるでしょうか？ 図－6は、林分の平均胸高直径14cm以上のときに間伐木を搬出、林分の平均胸高直径10cm以上のとき搬出、すべての間伐木を搬出の3通りの結果を示していました。図－6の破線が今回の生産目標である14cm以上の丸太材積250m³です。間伐木の搬出をより細かい平均直径のときに実施しても、今回の生産目標である末口径14cm以上の丸太材積は増えずに、14cm未満の丸太材積が増えるだけだということがわかります。このようにカラマツの主要用途である梱包材やパレット材での利用を想定し、生産目標を末口径14cm以上の丸太材積にしたときには、植栽本数を増やしても収穫量には貢献できないため低密度植栽が有利になるわけです。

人工林施業の収益性向上に向けて

近年、道内人工林の植栽本数は苗木代や間伐経費などの育林コストを削減するため減少傾向にあります。しかし、低密度植栽では収穫量が減ることを心配する向きもあります。確かに、植栽本数を落とすと林分材積は低く推移します。ただし、どれ位の径級の材が材積にしてどの程度の減少するのかについては具体的には分かっていませんでした。今回の結果により、現在のカラマツの主要用途である梱包材での利用を想定した生産目標である末口径14cmの丸太材積は、1,000本植栽のような低密度植栽でも低下しないことがわかりました。さらに、低密度植栽では目標をより短期間で達成できることも示唆されました。もう1つ述べておきたいことは、すでに2,000本以上で植栽した林分では間伐強度を高めることが間伐コスト削減に効果を持つことです。今回の報告では風害等を考慮し間伐率は33%を上限としましたが、樹高の低い若齢林においてはより強度な間伐も実施可能でしょう。例えば、2,000本以上の植栽本数の林分では、より多くの立木を除伐することも間伐コスト削減の手段として検討に値するでしょう。一方で、生産目標をより小径木も含めた丸太材積にした場合や強度の高い丸太材積にした場合など、異なる生産目標においては異なる施業がより効率的になる可能性もあります。こうした多様な生産目標を効率的に達成できる施業は立地条件によっても左右されるでしょう。今後はこれらの問題についても検討し、人工林施業の収益性向上に寄与していきたいと思えます。

(経営G)