

# 北海道版カラマツ人工林収穫予測ソフト ver3 使用手引

## 1 ソフトについて

林業試験場では、道内主要人工林であるカラマツ、トドマツなどについて、様々な間伐方法において収穫予測が可能な技術開発を実施しています。ここでは、カラマツ収穫予測ソフト（以下：ソフト）の使用方法について紹介します。本ソフトは北海道のカラマツ人工林において使用できます。ソフトの開発にあたっては、道内民有林約 2700 林分（林齢 10～100 年）での樹高や直径の調査データと、18 林分（林齢 12～76 年）で 2～5 年間隔で約 7000 回直径成長量を継続調査したデータを用いました。これらのデータを用いカラマツの地位指数曲線、収量－密度図等を作成し、直径成長量をモデル化することにより収穫予測を行っています。

ソフトは林業試験場のHPで配布しています。配布ファイルには、使用手引きと、ソフト本体にあたるマイクロソフトのエクセルファイルがあります。CPU が 1GHz 以下のパソコンでは計算に時間がかかる場合があるので注意してください。

## 2 使用方法

ソフトの利用方法には大きく分けて 2 つあります。1 つは標準地など対象林分の直径や樹高のデータがある場合と、もう 1 つは新規植栽などデータがない場合です。これらの収穫予測のおおまかな流れを図-1 に示しました。ソフトは 9 つのワークシートから構成されています。樹高や直径のデータがある場合は、データから地位指数を求め、直径、林齢、標準地面積などのデータを入力します。データがない場合は、周辺情報から地位指数を求め植栽本数を入力します。その後の操作は両者同様で、間伐スケジュールの入力に進みます。

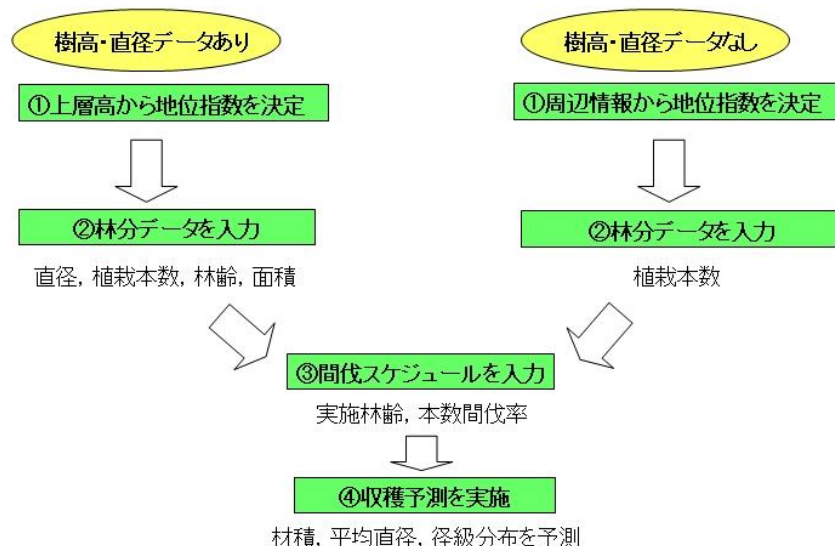


図-1 収穫予測のフロー図

### < “地位指数” ワークシート >

“地位指数”のワークシートで、対象林分の林齢と上層高を水色セルに入力すると、黄色のセルに地位指数が計算されます。ここでの地位指数は 40 年生時の上層高（1 ヘクタール当たり上位 100 本の

立木データ			林分データ			データありの地位指数			
胸高直径	データなし		地位指数	21		年	全層	上層	下層
樹高	データなし		植栽本数	2000 本/ha		林齢	30		
入力方法	入力方法1		林齢	30 年生		調査面積	0.04 ha		
						※樹高データないときは推定値			
入力方法1			入力方法2			間伐スケジュール			
立木	胸高直径	樹高	胸高直径階		立木	林齢	本数間伐率(%)		
No.	cm	m	cm以上	cm未満	本数	年	全層	上層	下層
1	21	19	0	2	0	10			
2	20	19	2	4	0	12			
3	20	18	4	6	0	14			
4	20	18	6	8	0	16			
5	19	17	8	10	0	18			
6	19	17	10	12	0	20	30		
7	19	17	12	14	0	22			
8	18	17	14	16	1	24			
9	18	17	16	18	2	26			
10	18	17				28			
11	18	17				30			
12	18	17				32			
13	18	17				34			
14	17	16				36			
15	17	16				38			

図-2 収穫予測のワークシート

平均樹高) で表しています。樹高のデータがある場合に利用できます。新規植栽の場合は、市町村の平均値や近隣林分の値を参考にするなどで対応します。

< “収穫予測” ワークシート >

図-2の左上にある立木データの欄では、胸高直径と樹高のデータのあるなしとデータの入力方法を選択します。入力方法1では各立木のデータを直接入力します。樹高データに一部欠測値があっても、太い木から細い木まで、満遍なくデータがある場合は、樹高データありとしてください。入力方法2では胸高直径別の立木本数を入力します。各立木のデータを直接入力する場合(入力方法1、図-2左)は、胸高直径の大きい順番に入力してください。データは300まで入力できますが、300を超える場合は入力方法2を使用します。次に林分データの欄に標準地の林齢、地位指数、面積、植栽本数を入力します。Ver3.0からはデータがある場合は、自動的に地位指数が計算されるので(セルP4:Q6)、その値を参考に地位指数をG3セルに入力します。なお、水色セルにはサンプルデータが入っています。

地位指数や植栽本数が不明な場合は、地域の標準的な値を入力してください。その際、“地位別地域区分”のワークシートが参考になります。全道平均は21で、特等地・I等地25、II等地21、III等地17を目安としてください。次に、間伐スケジュールのセルに2年ごとに林齢が記載されているので、適当な林齢で本数間伐率を入力します(図-2右)。本ソフトでは全層間伐が標準ですが、下層間伐、上層間伐も実施できます。列状間伐の場合は全層間伐を利用してください。間伐率を入力すると林齢80年までの平均胸高直径、林分材積、立木密度などが表示されます。

< “胸高直径別立木本数” ワークシート >

“胸高直径別立木本数”のワークシートには間伐前および間伐木の胸高直径別立木本数径級分布が表示されます(図-3)。これにより林分の平均直径だけでなく、何センチ以上の立木が何本収穫できるのかという予測ができます。胸高直径階は“直径階”と書かれた右どりの水色セルを変えることで調節できます。ただし、次の末口径別丸太本数を予測したいときには2cmで固定してください。図-3の表は間伐前の胸高直径別立木本数を示しており、その下部に間伐木の値が表示されます。

道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場

胸高直径別立木本数

地位指数 22 直径階 2 cm

末口径別丸太本数の予測を使用するときは直径階は2cmに固定してください。

間伐前胸高直径		直径階																							
cm以上	cm未満	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
林 齢 (年)	10	0	0	180	760	840	520	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	550	730	680	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	260	590	640	530	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	60	490	570	540	380	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	340	490	510	430	260	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	180	430	460	430	330	150	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	270	320	320	290	180	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	190	290	310	290	230	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	26	0	0	0	0	0	120	280	290	290	250	150	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	0	0	60	270	280	290	250	180	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	20	250	280	280	250	200	110	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	32	0	0	0	0	0	0	220	270	280	250	210	130	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	190	270	270	250	220	140	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

図-3 “胸高直径別立木本数” ワークシート

< “間伐木末口径別丸太” および “主林木末口径別丸太” ワークシート >

“間伐木末口径別丸太本数” および “主林木末口径別丸太本数” ワークシートでは、間伐木および主林木の末口径別丸太本数や材積などが表示されます。

図-4 の表で追上や1～20番玉までの材長を指定します。ユーザーは茶色セルに入力します。旧バージョンでは、細い木も太い木も採材パターンは同じでしたが、ver3.0からは胸高直径ごとに採材長を変えることができるようになりました。これにより、より現実的な造材作業が再現できます。図-4の「表-1 採材パターン」に林齢をリストから入力します。図-4では80年生となっているので、80年生で主伐したときの末口径別丸太本数が図-5に表示されています。具体的な入力方法を以下で説明します。

まず、胸高直径階ごとに1～20番玉までの採材長を指定します。デフォルトでは、追上げ0.3m、材長4mで入力してあります。採材長を入力すると各丸太の末口径によって入力した数字の色が変わります。例えば図-4では、胸高直径36から38cmの列を見ると、1番玉と2番玉は緑色です。緑色はR列上部を見ると末口径が25cm以上であることがわかります。一方、3番玉と4番玉は黄色なのでR列上部を見ると末口径が15cm以上25cm未満となっています。なお、のびのセルに数値を入力するとすべての丸太に適用されます。

末口径別の表示色はR列上部に入力する値を変更することで調整可能です。入力したときに数字の色で末口径がわかるので、用途に適した材長で採材することが可能です。肌色の数字は対象丸太がないことを示しています。したがって、数字が肌色になるまで材長を入力します。“間伐木末口径別丸太本数”のワークシートでは、対象林齢を間伐実施年のリストから入力します。採材長を入力すると、材長・末口径別丸太本数が表示されます(図-5)。表-1で規定値以外の材長で採材したときには、ユーザー値(c153:c161)にその採材長を入力することで規定値以外の採材長の丸太本数が計算できます。このときユーザー値と同じ値を入力してしまうと丸太材積を集計するときに二重に合計してしまうことになるので注意してください。このワークシートでは、丸太本数だけでなく末口2乗により丸太材積も計算されるので、材価や素材生産コスト等を入力することで、素材生産における採算性の評価ができます。その他に、追上げ材や末木をバイオマスとしたときの生産量や材価も評価可能です。

表-7には、森林とみどりの技術者養成セミナー・テキスト「立木の評価」を参考にして立木価格を評価する表が作成されます。表-7の用語等については、テキストを参照してください。

80年生		← 主伐実施年を																0年生			
胸高直径	cm以上	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	cm未満	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
立木本数	本/ha											80	90	90	90	70	60	50	30	20	
樹高	m											21	21	22	23	23	24	24	25	25	
追上	m	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
材長m	1番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	3番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	4番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	6番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	7番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	8番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	9番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	10番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	11番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	12番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	13番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	14番玉	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

末口径を入力すると径級別の色表示が変更可能

ユーザー入力	末口径	5 cm未満は黒
	5 以上	10 cm未満は青
	10 以上	15 cm未満は赤
	15 以上	25 cm未満は黄
	25 以上	cm以上は緑

図-4 “主林木末口径別丸太” ワークシート

70年生																					
末口径	cm以上	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	cm未満	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
材長m	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(既定値)	3.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	170	90	80	180	220	160	350	220	230	450	170	140	90	60	30	10	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
追上	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	90	80	80	80	60	50	30	10	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
材長m	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(ユーザー値)																					

既定値にない材長を入力

図-5 材長および末口径別丸太本数

< “標準単価算出” ワークシート >

“標準単価算出” のワークシートでは、造林事業の標準単価が試算できます。ワークシート左側の「0 共通情報」から「10 特殊地拵え」は、白色のセルはプルダウン、黄色のセルは数値入力となっています(図-6)。これらを入力すると右側に図-7のような地拵えから最終間伐までの標準単価が算出されます。標準単価の算出欄の右には、“収穫予測”のワークシートで入力した間伐スケジュールを反映した施業体系図も作成されています(図-7)。間伐や枝打ちなどの標準単価入力の際に参考にできます。

平成27年度 造林事業標準単価の入力・経費算出リスト			
<b>0 共通情報</b>			
斜度	平地		
植生	草、笹1m以下		
		□リストから選択 ■数値を入力	
<b>1 人工造林、樹下植栽等</b>			
地拵え方法	機械地拵		
地拵え区分	全刈		
手刈補正	なし		
耕耘	なし		
掻き起こし等	なし		
防風溝	0	m	
排水溝	0	m	
肥料の種類	有機質		
肥料量(全回合計量)	0	kg/ha	
樹種	カラマツ		
苗木の大きさ	1号苗		
植栽密度	2500	本/ha	
植え付け区分	平地・カラ類(17-22)		
<b>2 下刈</b>		(年1回刈)	(年2回刈)
下刈り回数	全刈		全刈
下刈年数	1		2
<b>3 倒木起こし</b>			
樹高	なし		
<b>4 枝打ち、5 除伐、6 保育間伐</b>			
枝打ち1回目	打ち上げ高6m以上		
枝打ち1回日本数	1000	本/ha	
枝打ち2回目	なし		
枝打ち2回日本数	1000	本/ha	
枝打ち3回目	なし		
枝打ち3回日本数	1000	本/ha	
除伐回数	2	回	
保育間伐1回目	なし		
保育間伐2回目	なし		
保育間伐3回目	なし		
<b>7 間伐</b>			
	(整理)	(区分)	(搬出材積 <sup>3</sup> /ha)
1回目	なし	車両系	50以上60未満
2回目	なし	車両系	60以上
3回目	なし	車両系	なし
4回目	なし	車両系	なし
5回目	なし	車両系	なし
6回目	なし	車両系	なし
7回目	なし	車両系	なし
8回目	なし	車両系	なし
<b>8 更新伐</b>			
	(区分)	(搬出材積)	
1回目	定性	なし	
2回目	定性	なし	

図-6 “標準単価” ワークシートの入力

また、標準単価の間伐における搬出材積は施業体系図の材積よりも、造材歩留りの影響を受けるので、“間伐木末口径別丸太”での結果を参照するとよりの確な試算ができます。

<間伐率の入力における考え方>

間伐の実施林齢や間伐率の決定には様々な方法があります。このソフトでは図-2の間伐スケジュー

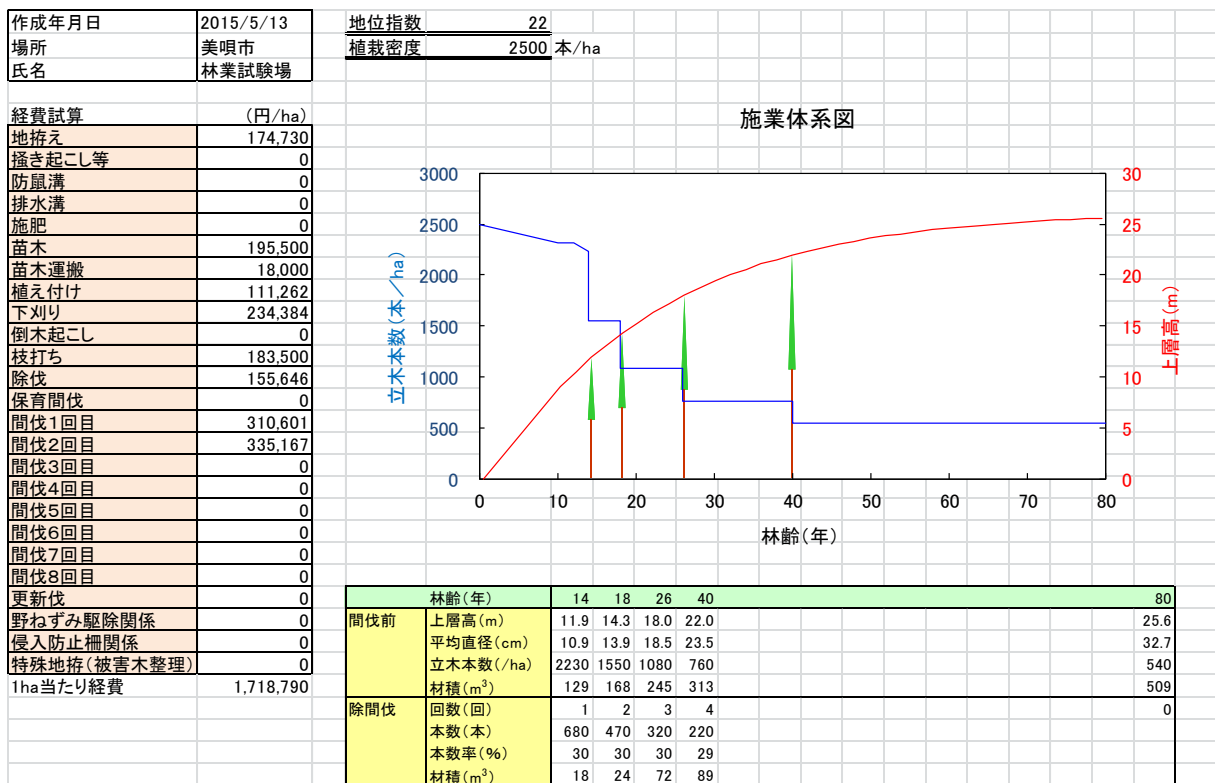


図-7 “標準単価” ワークシートの出力

ルのセルに間伐率を入力すると結果がすぐに横の欄に表示されるので、林分の混み合い度を示す収量比数や、間伐木の材積、平均直径などを見ながら実施林齢や間伐率を決めることが可能です。例えば、中庸仕立てのように収量比数を 0.7~0.8 の範囲で管理するときには、間伐前の収量比数が 0.8 を超えていたら 30%程度の間伐を実施し、収量比数を 0.7 程度にします。このとき間伐木の材積が少ないと判断されたときには間伐率を上げるなどの調整をします。逆に予定する主伐年での収穫が少ないときには、間伐率を落としてみます。こうした作業を繰り返し経営目標に適した間伐スケジュールを決定します。

### 3 予測結果の評価

本ソフトの予測結果が現実林分とどの程度あっているかについて、全道 2700 林分のデータを用いて各地位での平均値と比較しました。まず、全道 2700 林分の各地位指数での立木本数の経年的な減少傾向を求め、その立木本数に合うようにソフト上で全層間伐を実施しました。その時の上層高および平均胸高直径は 2700 林分の平均値とよく合っていました(図-8)。したがって、本ソフトでの予測は各地位の平均的な成長傾向を再現できているといえます。本ソフトでは下層間伐や上層間伐も実施できますが、それらの予測値は今後現実林分での検証が必要です。また、無間伐で推移させた場合は、材積と立木本数の関係は自然枯死線を移動し最多密度線に達すると最多密度線を移動します(図-9)。この傾向は若齢林では、現実林分と同様なことが確認できていますが、より高齢な林分での推移については今後検証が必要です。

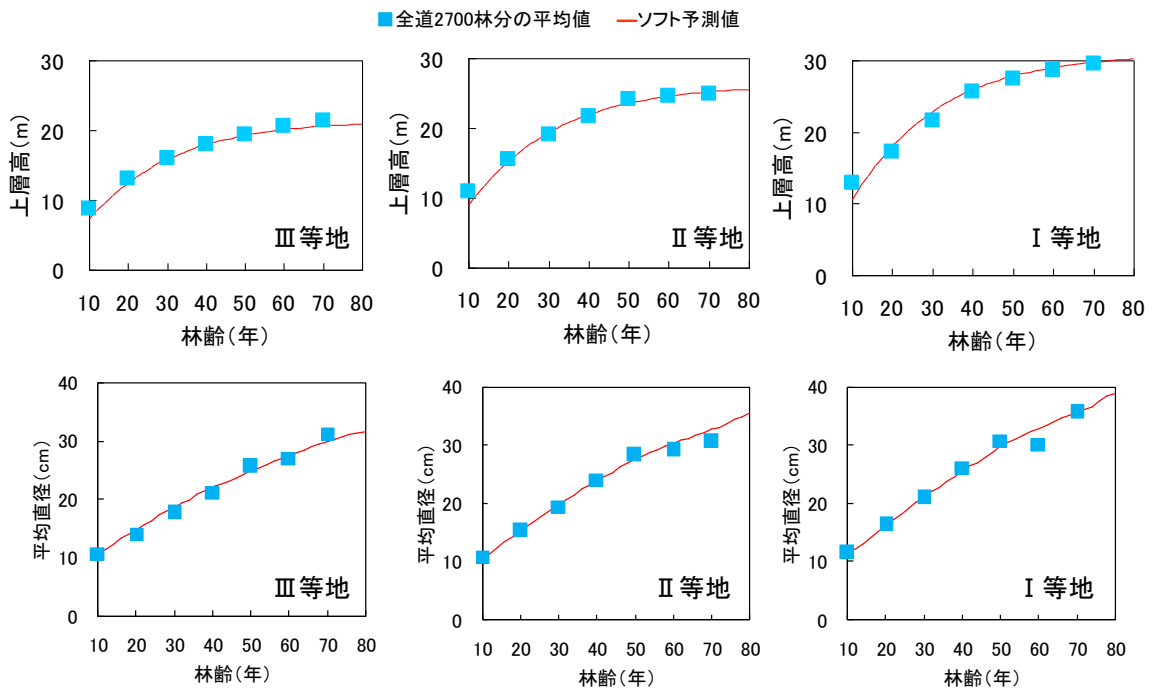


図-8 予測値の現実林分との適合性

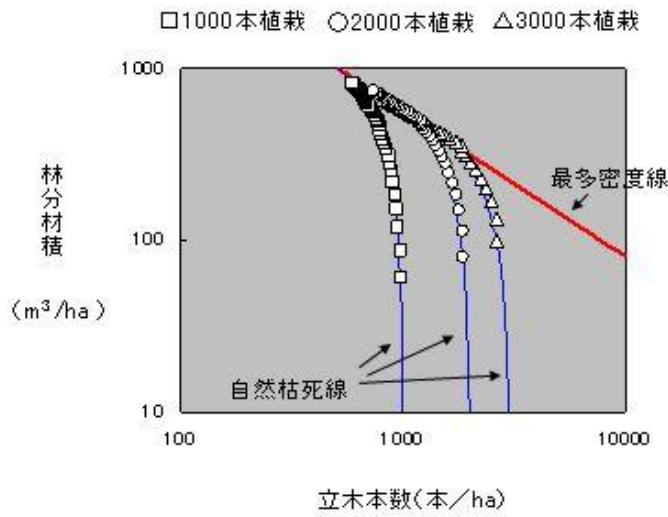


図-9 無間伐林分での予測