

# 新たな樹高測定を用いた間伐率測定システムの開発

岩手北部森林管理署 兄 畑 森林官 工藤 優也  
浄法寺 森林官 小畑 克祥

## 1 はじめに

間伐を実施する場合、適切な間伐率を導入することは、健全な林分への誘導のみならず、収穫量の確保の面でも重要な役割を担っている。また、本年から「地球温暖化防止森林吸収源十カ年対策」の第2ステップが始まることから、間伐の重要性は更に高まっている。

現在、間伐を設計するにあたっては、「間伐実施要領」に定められた方法でおこなっており、具体的には0.02haから0.05ha程度の長方形標準地内の毎木調査を行うことにより、平均樹高、ha当たり本数、蓄積等を算出した上で、適正本数換算表を用いて適正間伐率を求めている。

この作業自体は、適正間伐率を求めるために、必要不可欠な作業であるが、調査自体は、数人いなければ対応ができないことに加え、毎木調査結果の集計作業が必要なことから、現場で直ちに適正間伐率を求めるには、必ずしも適切な方法とはいえない。また、林況が標高で異なる小班の場合、機動的な対応が困難であり、メリハリのある間伐には不向きであるといった問題がある。

「間伐実施要領」では、胸高直径や樹高などを測定することとなっているが、間伐率の算出のみに限定すれば、平均樹高、ha当たり本数の2つのデータのみを測定し、「適正本数換算表」を用いれば、直ちに適正間伐率を求めることができることとなる。

このため、今回の研究では、平均樹高・ha当たり本数を簡単にかつ正確に測定する方法を検討するとともに、現地で簡単に適正間伐率が求められるように、「適正本数換算表」の改良を行った。

## 2 研究方法と結果

### (1) 樹高の測定方法

#### ① 既存の樹高測定方法

樹高測定の方法に関し、いくつかの方法を各現場で導入しているが、最も現場で使う方法が目測による測定方法である。また、その他の方法の精度等については一長一短があり、その概要は表-1に示すとおりである。

表-1 既存の樹高測方法

方法	精度	携行性	測定時間	価格	備考
目測	×	◎	◎	—	熟練を要す
測竿	△	△	△	3万円	2人で調査
パーテックス	◎	○	◎	20万円	署に1台配備
ブルーメライス	○	○	△	10万円	

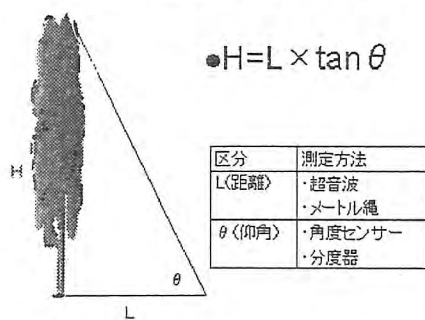
#### ② 新しい測定方法の理論

パーテックスやブルーメライスを用いた樹高測定は、三角測量を応用して行われており、

例えばバーテックスの場合、立木から調査地点までの距離  $L$  を超音波で測定後、仰角  $\theta$  を測定し自動的に樹高を演算する仕組みとなっている(図-1)。

今回、新たに検討した測定方法も、三角測量を用いることとするが、調査地点から立木までの距離をメートル縄等で測定すれば、測定に要する手間と時間がかかるため、調査地点から立木までの距離  $L$  をあらかじめ固定しておくことを特徴としている。

図-1 三角測量による樹高測定



具体的には、図-2 に示すとおり、調査地点から立木までの距離  $L$  をあらかじめ三角測量により固定することとした。すなわち、図-2 に示す  $L$ 、 $P$  と  $L'$ 、 $P'$  は、比例の関係にあるため、 $P$ 、 $P'$ 、 $L'$  を一定の長さにすれば、調査地点から立木までの距離  $L$  は固定されることとなる。

今回は、図-3 に示すとおり、目元から 50cm 離れた位置で、高さ 10cm の指標が立木の根元から 2m の位置にちょうどあえば、立木から測定地点までの距離が 10m に設定されるようにした。

ついで、樹高を三角測量により測定するために、図-3 に示しているとおおり、 $H'$  の高さを読みとることにより、樹高  $H$  を測定することとした。

これは、 $L$ 、 $H$  と  $L'$ 、 $H'$  は比例の関係にあるとともに、 $L$  は一定の長さであることから、 $H'$  を測定すれば、樹高  $H$  が算出できることによるものである。

図-2 立木までの距離の測定

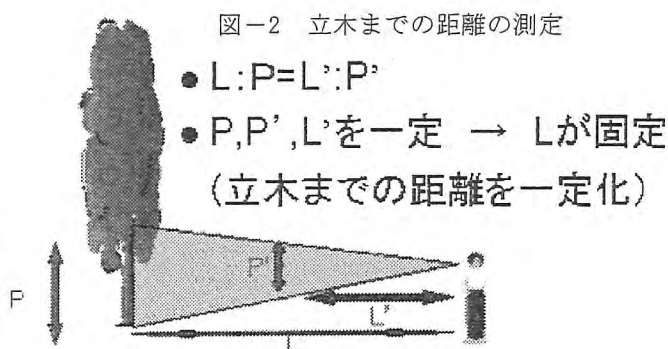


図-3 樹高の測定

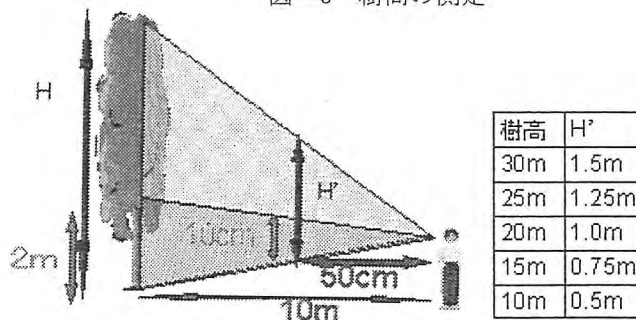
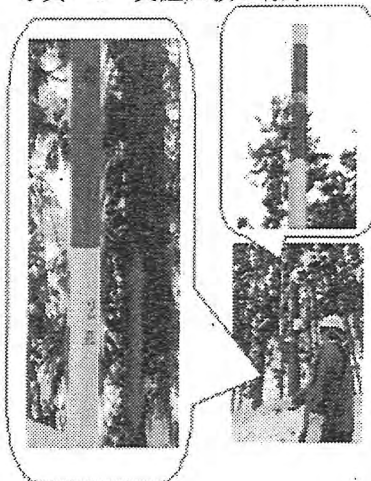


写真-1 実証試験の様子



### ③ 新しい測定方法の実証試験

先に述べた理論を基に、測量ポールを用いて実証試験を行った。なお、測量ポールには、樹高が直ちにわかるように目盛りをつけて測定した。

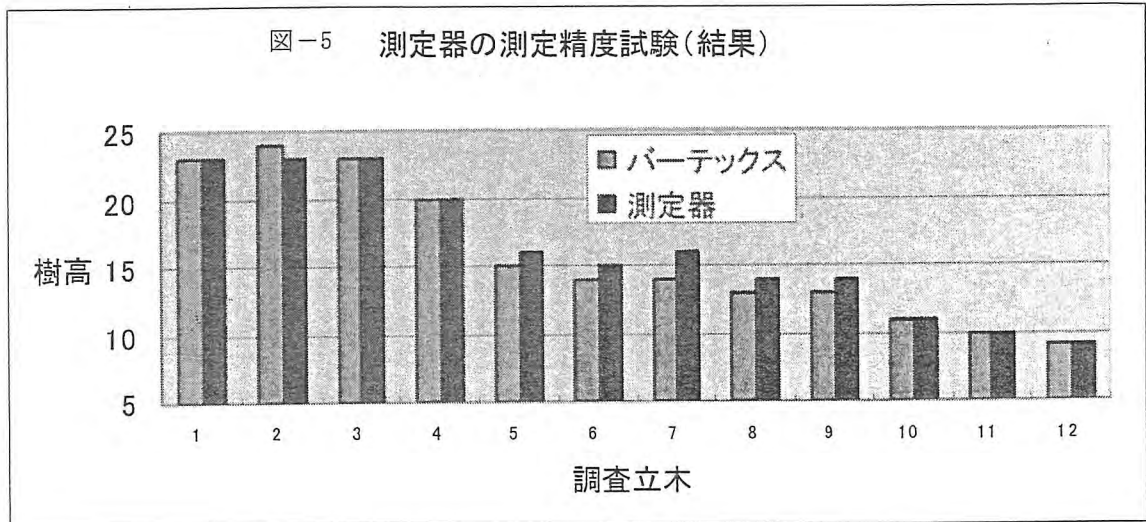
写真-1 は、実際に調査している様子である。10cm の指標を立木の 2m の位置に合わせ、ポールの目盛りを読みとると、この立木は樹高 20m と測定される様子を示している。

なお、調査地点と調査木との間に標高差がある場合には、誤差が生じることから、等高線にそって立木を測定することが必要となる。

この方法により、樹高 9m から 24m までの立木を測定したところ、図-5 に示すとおり、全ての立木に関して、1m 以内の誤差で測定することができた。

なお、この調査を行うに当たっての正確な樹高測定は、バーテックスを用いた。

また、調査時間についても立木一本当たり 40 秒程度で測定ができ、慣れて来るに従い、バーテックスによる調査時間よりも、短い時間で測定することができるようになった。



## (2) 立木本数の測定方法

### ① 新しい測定方法の理論

立木本数については、小円の標準地を用いて ha 当たりの本数を求める方法を検討した。

具体的には、2m のポールに腕の長さの 0.7m を加えた、半径 2.7m の円を、自分を中心として描くことにより、面積約 0.0023ha 内にある立木の本数を測定し、0.02ha の長方形標準地内の立木本数と比較した。なお、長方形標準地内には、9つの円標準地を設定した(写真-2、図-5)。

また、本数のカウントに当たっては、正確を期するために、ポールの先端までの範囲内に入る立木を 1 本、ポールの先端にちょうど当たる立木を 0.5 本とカウントした。

図-6 標準地の概要

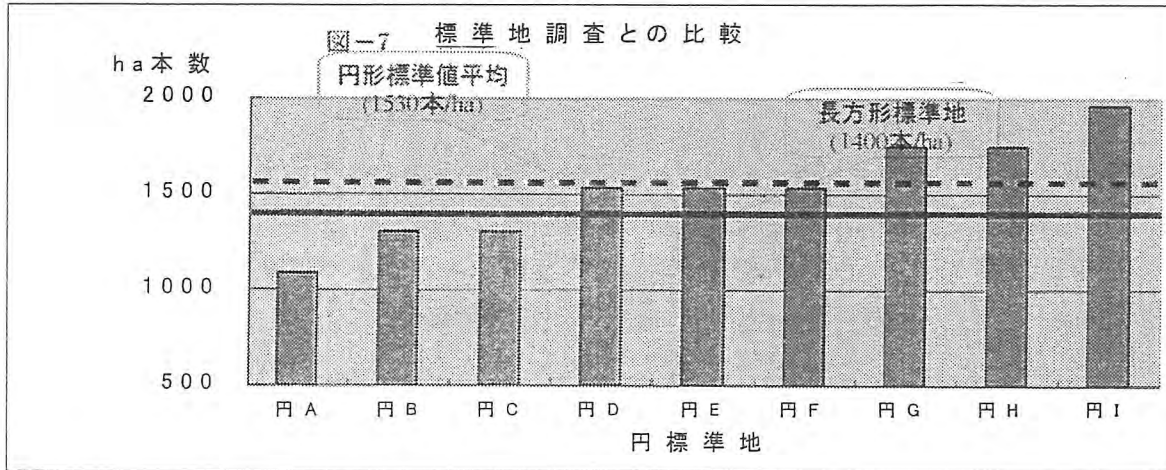


### ② 新しい調査方法の実証試験

長方形標準地内の立木本数と円標準地(円 A ~ 円 I)の立木本数の比較結果を図-7 に示す。円標準地内毎の結果を個別に見ると、長方形標準地内の ha 当たり本数(1400 本)

と比較して、調査結果が過大なもの、過小なものがみられるが、これらの平均値は、ha 当たり 1530 本と、長方形標準地内の ha 当たり本数との誤差が 10%以下となった。

このことから、立木密度の異なる複数の箇所について、バランス良く円標準地を設定し、この平均値を求めることで、短い時間でありながら、より高い精度で調査を出来ることが示唆された。



### (3) 適正本数換算の改良

「適正本数表」は、表-2 に示すように、主要樹種毎に定められており、今回はスギの適正本数換算表について、樹高を縦軸に、適正本数を横軸にしたグラフを作成するとともに、適正本数より 20%、25%、30%、35%多い場合の線を記載して、横軸に ha 当たり本数並びにこれに対応する円標準地内での測定本数を記載することにより、「適正間伐率換算図」を作成した(図-8)。

表-2 適正本数換算表

適正本数表  
(本/ha)

樹高(m)	スギ
9	1690
10	1440
11	1240
12	1090
13	960
14	860
15	775
16	705
17	640
18	590
19	540
20	500

図-8 適正間伐率換算図

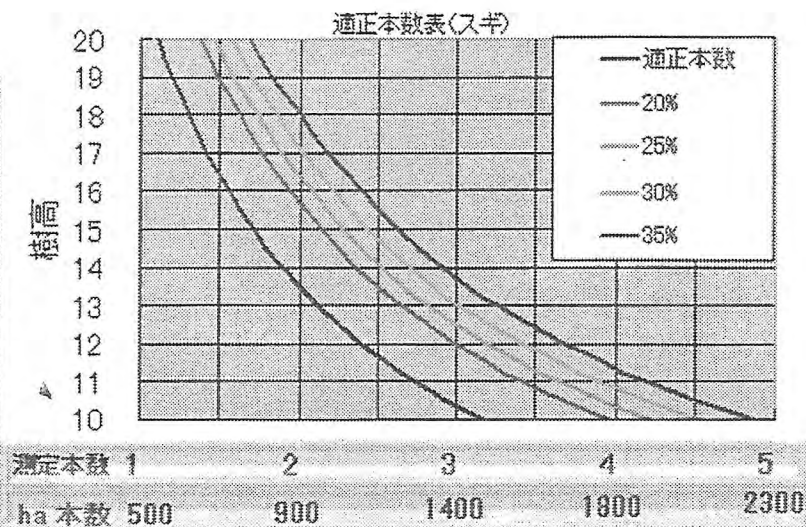




図-8に示した、「適正間伐率換算図」を用いることで、直ちに間伐率を求めることはできるが、更に使いやすくするために、このグラフを基に換算表を作成した(表-3)。

この換算表を用いれば、例えば平均樹高15m、小円標準地内の立木本数が3.5本の林分の場合、適正間伐率が35%であることを、直ちに判断することができる。

#### (4) 測定機材の検討

今回の試験調査では、測量ポールを流用して測定機材としたが、これと併行して、表-4に示すとおり、いくつかの測定機材を試作した。

この結果、携帯性・使用感・汎用性の全て要件を満たすものはなかったが、釣り竿が比較的携帯性等に優位であった。

### 3 まとめ

今回の研究で、迅速でありながら、比較的高い精度を維持した間伐率算出システムの構築ができた。また、調査機材については、更なる検討の余地を残すものの、常に携帯可能で、かつ、価格も3,000円程度のものとなった。

また、当署で独自に開発した、電子森林調査簿「フォレストィット」・「おみとおし」と今回開発を行った樹高測定方法を組み合わせることにより、高い精度で蓄積量が把握可能となる。また、その蓄積量と間伐率算出システムとを用いれば、おおよその出材量が、林地内で直ちにわかるトータルシステムの構築も可能となった。

また、適正本数換算表自体が導入されていない局等においても、密度管理図を基に適正本数換算表の調整が可能であることから、全局的に普及が期待されるとともに、特に樹高測定方法については、国有林だけでなく民有林での普及も期待されるものとする。

表-3 適正間伐率換算表

スキ	樹 高											
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
小 円 標 準 地	1.5								2%	10%	17%	23%
	2					1%	11%	19%	26%	32%	35%	35%
内 本 数	2.5				12%	21%	29%	35%	35%	35%	35%	35%
	3			5%	16%	26%	34%	35%	35%	35%	35%	35%
内 本 数	3.5		5%	19%	28%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
	4	3%	17%	29%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
	4.5	14%	26%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
	5	22%	34%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
内 本 数	5.5	29%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
	6	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%

表-4 測定機材の検討

項目	コンベックス	釣り竿	測量ポール
携行性	◎	◎	×
使用感	樹高測定	◎	○
	本数測定	△	◎
汎用性	◎	×	◎
価格	3,000円	3,000円	-