

## 研究資料 (Research Material)

### 宝川森林理水試験地の初沢流域における毎木調査

村上 茂樹<sup>1)\*</sup>・久保田多余子<sup>2)</sup>・澤野 真治<sup>3),4)</sup>

### Tree census in the Shozawa basin of the Takaragawa Experimental Watershed

MURAKAMI Shigeki<sup>1)\*</sup>, KUBOTA Tayoko<sup>2)</sup> and SAWANO Shinji<sup>3),4)</sup>

#### Abstract

Since 1937, water yield has been measured in the Takaragawa Experimental Watershed located at a headwater region of the Tokyo metropolitan area. Annual precipitation is 2124 mm (average from 1938 to 1957), and maximum snow depth about 2 m at the outlet of the basin. The Takaragawa Experimental Watershed consists of the Honryu (1905.66 ha) and Shozawa (117.90 ha) basins. Though three sub-basins were set up in the Shozawa basin in 1957, all of them are now closed. The watershed was established with the aim of clarifying the relationship between forest felling and water yield; thus a tree census was conducted prior to forest usage, especially in the Shozawa basin, which has been regarded as the standard basin in the Takaragawa Experimental Watershed. The Shozawa basin was clear-cut by 1963; as was about half of the Honryu basin. After cutting, new forest stands were formed in both basins from planting and/or natural regeneration. Though the influence on runoff of forest cutting and regrowth was detected and has been analyzed, no tree census was conducted during the period of tree regrowth. Therefore, we carried out a tree census at four plots in the Shozawa basin, and also utilized leaf area index (LAI) measurements using a Plant Canopy Analyzer (LAI-2000). The four plots include three kinds of forest: broad leaved secondary forest, planted *Cryptomeria japonica* with broad leaved secondary forest (two plots), and planted *Larix kaempferi* with broad leaved secondary forest. The positions of all plots were surveyed from datum points to allow for future resurveys. The stem volume we obtained in the plots with the two mixed stands of planted *C. japonica* and broad leaved secondary forest was nearly equal to that of the natural forest that had been measured in 1935. In both studies, the stem volume decreased with altitude, with the rates of decrease in volume being almost the same.

**Key words :** Takaragawa Experimental Watershed, Tree census, Leaf area index, Plant Canopy Analyzer

#### 要 旨

宝川森林理水試験地は、森林伐採が流出に与える影響を試験する目的で1937年に利根川源流域に設置され、今日まで観測が継続されている。この間、実際に伐採と植栽とが行われ、森林施業と流出との関係が検討されてきた。毎木調査は伐採の前には行われたが、伐採後の森林成長の過程においては行われていない。そこで、宝川森林理水試験地の中でも基準流域とされている初沢流域内の4プロットにおいて、毎木調査と葉面積指数 (LAI) の測定とを行った。これらの4プロットについて、後年に再調査が可能のように基準点からの位置を測量した。今回の毎木調査から算出されたスギと広葉樹二次林の混交林

原稿受付：平成14年11月28日 Received Nov. 28, 2002 原稿受理：平成15年6月3日 Accepted Jun. 3, 2003

\* 森林総合研究所十日町試験地 〒948-0013 新潟県十日町辰乙614

Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 614 Tatsuotsu, Tohkamachi, Niigata 948-0013, Japan; e-mail : smura@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所十日町試験地 Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 森林総合研究所水土保全研究領域 Soil and water conservation section, Forestry and Forest Products Research Institute

3) 東京農業大学農学部 Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

4) (現所属) 東京大学大学院農学生命科学研究科 (At present) Graduate school of agricultural and life sciences, The University of Tokyo

の材積は、1935年の天然林の毎木調査から算出された材積に近い値となった。また、今回と1935年とにおいて、ともに材積は標高の増加とともに減少し、その割合は両者ともほぼ同じであった。

**キーワード**：宝川森林理水試験地、毎木調査、葉面積指数、プラント・キャノピー・アナライザー

## 1 はじめに

森林総合研究所宝川森林理水試験地は首都圏の水源である利根川の源流域（群馬県利根郡水上町大字藤原大利根国有林、東経139° 01′、北緯36° 51′）に位置しており、奥利根地方のブナを主とする天然林の開発に際して、森林の伐採と流出量との関係を調査試験する目的で設置された（東京營林局，1943）。流域下端の降水量は年間2124mm（1938～1957年の平均）で、このうち約半分は降雪である。最大積雪深は流域下部の気象観測露場で例年約2m、上流部では5～6mに達する。1937年に本流（1905.66ha）、初沢（117.90ha）の2流域における流量観測が開始され、今日まで継続されている。この間、1957年には初沢流域内において1号沢（6.48ha）、2号沢（4.42ha）、3号沢（5.17ha）の各小流域の追加観測が開始されたが、1983年に発生した土砂災害のため2号沢、および3号沢流域は観測が中止され、2001年に1号沢も観測中止となった。Fig. 1に初沢流域および本流流域の一部の地形図を示す。

宝川森林理水試験地では、後に述べるような森林の択伐、皆伐、帯状伐が行われ、伐採とその後の森林の成長ともなう流況の変化が測定された。その成果は、農林省林業試験場（1961）、永見ら（1964）、宝川試験地・防災部理水第一研究室（1979）、吉野・菊谷（1984）、吉野・菊谷（1985）、Shimizu et al.（1992）、藤枝・志水（1994）、Shimizu（1994）、Shimizu et al.（1994）、志水・吉野（1996）、藤枝ら（1996）にまとめられている。

Fig. 1. 宝川森林理水試験地の流域と毎木調査プロットの位置

Basins of the Takaragawa Experimental Watershed and locations of tree census

- ：測定の基準点、▲：量水堰、
- ：Datum point、▲：Gauging weir

伐採前の天然林については、後に述べるように詳細な毎木調査が行われた。しかし、その後は、森林の伐採、および成長と流況との関係が検討されてきたにもかかわらず、初沢流域においても、本流流域においても伐採後の植栽木、更新木の毎木調査は行われていない。そこで今回、初沢流域を対象として、代表地点での毎木調査と葉面積指数（LAI）測定とを行った。

本稿では、まず過去に行われた毎木調査の結果の概要を述べ、その一部と今回の結果とを比較し、今後の宝川森林理水試験地の水文研究に有用なデータを提供することを目的とした。

## 2 過去の毎木調査

初沢流域、および本流流域では、森林流域における伐採が流出量に及ぼす影響を明らかにするため、伐採に先立って下記の毎木調査が行われた（東京營林局，1943）。

本報で対象とした初沢流域は基準試験区とされ、1935年に全流域が10地域に区割りされて流域内の直径10cm以上の樹木全部についての毎木調査が行われた。区割りされた10地域はさらに峯地形と谷地形の二種類に分類され、標高と材積との関係が検討された（Fig. 2）。

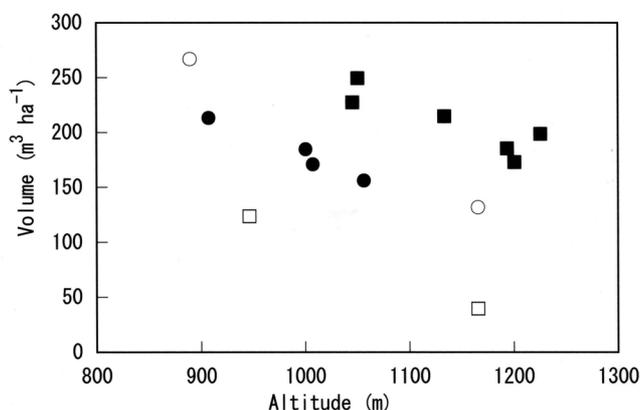


Fig. 2. 標高と材積の関係

Dependency of volume on altitude

- ：峯地形（1935年測定）、■：谷地形（1935年測定）、○：スギ・広葉樹二次林（今回の調査、プロット2、4）、□：広葉樹二次林、カラマツ・広葉樹二次林（今回の調査、プロット1、3）

●：Ridge (measured in 1935), ■：Trough (measured in 1935), ○：Mixed stands of *Cryptomeria japonica* and broad leaved secondary forest (this census, plot 2 and 4), □：A broad leaved secondary forest (this census, plot 1), and a mixed stand of *Larix Kaempferi* and broad leaved secondary forest (this census, plot 3)

峯地形、谷地形の材積は、それぞれ標高とともに減少する傾向がみられる。この関係を外挿すると峯地形では標高約1500m、谷地形では約1700mで材積がゼロとなる。実際に宝川森林理水試験地では多雪のために森林限界が約1500～1600mにあり、毎木調査から推定される標高と一致した。樹種別の材積比はブナ60%、ヒバ18%、ナラ12%、その他10%、流域平均の材積は194.50m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>であった。

さらに、初沢流域では上記の全流域の毎木調査とは別に1938年に標準調査帯法による材積調査が行われた（東京營林局，1943）。すなわち、流域の中央付近において磁北方向（真北から西へ5°）に沿って下流部から上流部まで幅10m、長さ2000mの調査帯が設定され、直径10cm以上の樹木全部について樹高、直径、位置が記録され、特に大きな標準となりそうな樹木については樹冠投影図と側面図が作製されている（東京營林局，1943）。この方法で求められた平均材積は195.0m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>、樹種別の材積比はブナ70%、ヒバ13%、ナラ10%、その他7%であったが、標高の増加に対する材積の減少率はFig. 2よりも大きくなった。

標準調査帯法の調査帯は初沢流域の左岸側の尾根沿い、および沢沿いにも設定された。これらの調査帯ではいずれも標高の増加とともに材積が増加する調査地点が見られたが、これらの地点では崩積土や押し出しのために土壌条件が良いことが指摘されている。

本流域では、面積が広大で急峻な地形の場所が多いことから、初沢の場合と同様に四ヶ所の代表調査帯でのみ標準調査帯法による調査が行われた。材積と標高との関係は、直線よりも曲線の一部とみなすほうが妥当と思われる、最少二乗法を用いて二次式で表された。しかし、この結果は無立木地は除外されるなどして計算されたため、初沢流域の結果と比較して過大となった。このため左記の二次式は、初沢流域の全毎木調査の結果と比較して下方修正されている（東京營林局，1943）。なお、東京營林局（1943）では、地形、地質、地形に基づく受光係数、降水、積雪、降水と流出との関係についても解析されている。林況を示す写真は東京營林局（1943）、前橋營林局（1950）に掲載されている。

1948～1949年には初沢流域の最下流左岸の15.60ha、標高800～1100mを14の区域に分割して、直径4cm以上の樹木すべてについて、伐採に先立つ毎木調査が行われた（前橋營林局，1950）。この調査区域は後に主として1号沢、2号沢となったところである。平均材積は239m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>、樹種別の材積割合はブナ54.6%、ヒバ21.1%、ナラ14.9%、その他9.3%であった。材積が最大となる場所は、下部の低地ではなくて中腹部中央部にあり、材積が大きい区域は下流よりもむしろ上流に延びる結果となった。これは材積が標高とともに減少するとする先の結果と矛盾するが、これくらいの標高差では標高や地況そのものは材積を支配する主因とはならないためと考えられた。

ここで述べた毎木調査データは、東京營林局（1943）および前橋營林局（1950）に樹種別、区域別に表として掲載されており、解析の際には参照することができる。

### 3 林況の変遷

初沢試験区における森林は、森林の取り扱いと流出量との関係を調査するための標準試験区として試験開始当初から普通施業地の対象外に置き、綿密な計画のもとに伐採が行われた（永見ら，1964）。1938～1947年までは全く伐採を行わずに原生林の状態を保ち、流域降水量および流量が測定された。1948～1951年に50%択伐が行われた後、1961～1963年に流域全体の皆伐が完了し（1～3号沢を除く）、その後1966年までに流域の45%にスギ（植栽密度約3900本 ha<sup>-1</sup>）とカラマツ（植栽密度2400本 ha<sup>-1</sup>）が植栽された。その後の森林施業は行われていない（藤枝・志水，1994）。植栽されなかった部分は主に上流部の標高の高い区域と左岸側の急峻な地形の区域であり、現在は落葉広葉樹を主とする二次林となっている。

植栽地は多雪のために主に高標高地において不成績造林地となっている。流域内においては、植栽木がほとんど残っていない場所がある一方、成林している場所もあり、これらが不規則に混在している（Photo. 1）。伐採後に放置された場所も落葉広葉樹二次林が成林しているところと灌木帯になっているところがあるなど、かなり不均一である。Photo. 1において、立木がなく積雪に覆われている場所は灌木帯である。また、Photo. 1では、スギの成長が標高の増加とともに悪くなっていることが分かり、Fig. 2の標高と材積の関係が成り立っていることが予想される。なお本流でも流域の約1/2で伐採・植栽が行われた。

初沢1号沢では、1987～1988年に斜距離約50m幅で等高線に沿った帯状伐採が行われ、流出との関係が解析された（Shimizu, 1994; Shimizu et al., 1994; 志水・吉野, 1996）。初沢1号沢は、その後1995年に皆伐されている。

### 4 調査地の概要

対象としたプロットは、1) 後年にも測定の基準点として使える人工構造物が存在する場所を選定する、2) 現在、流域内の多くは低木が繁茂して歩行困難であるため歩道のある場所に限られる、という制約のもとに選定した。1) は後年にも測量によって位置を再現・確定して再調査を行えるようにするためである。2) について補足すると、過去の天然林の毎木調査では下層植生がそれほど発達しておらず、流域内の歩行を妨げることは少なかった。一方、現在、初沢流域内の歩道は、東京電力の送電線の鉄塔（流域内）に通じる道と、2000年まで2台の雨量計が併設されていた標高1,165mの野地平に通じる道の二つのみである。流域内の植生がかなり不均一であること（Photo. 1）も考慮すると、代表性のある毎木調査地点を選定すること自体が困難であった。この



Photo. 1. 初沢右岸尾根の標高1100m地点から左岸を見る

The left bank of Shozawa seen from the right bank ridge at 1100 m

いちばん高く見えるピークは1225m (猫幽)。左方の平地に1165mの野地平 (プロット3、4) がある。1996年4月撮影。  
The highest peak is 1225 m (Nekoyu). The flatland, Yachidaira 1165 m, where plot 3 and plot 4 are located is on the left. Taken in Apr 1996.

ような理由から、調査地点は4地点のみとなった。

2000年現在の初沢流域の植生は、スギ人工林 (落葉広葉樹二次林が混在)、カラマツ人工林 (落葉広葉樹二次林が混在)、および、落葉広葉樹二次林の3種類に大別できる。上記の制約のもとで、空中写真と流域内の林況写真とに基づいて、スギ人工林2点、カラマツ人工林1点、落葉広葉樹二次林1点の合計4点のプロットを設定した (Fig. 1、Table 1)。プロットの大きさは、斜面に沿って10m×10mの正方形とした。なお、調査プロットの位置は後年に同定が可能なように測量を行い、プロットの中に鉄パイプの杭を設置した。

4つのプロットのうち2つについては、東京電力の送電線鉄塔をプロット位置決定のための測量の基準点とした。落葉広葉樹二次林 (プロット1) については東京電力鉄塔の北側の支柱 (鉄塔の4本の支柱のうち、いちばん高い位置のもの)、同鉄塔の近くのスギ林 (プロット2) では南側の支柱 (4本の支柱のうち、いちばん低い位置のもの) をそれぞれ測量の基準点として、プロットの位置を測量した。Photo. 2は宝川本流の対岸から見た東京電力鉄塔で、矢印で示したようにその上部と下部にそれぞれプロット1とプロット2がある。

Table 1. プロットの位置と概要  
Locations of plots and their outlines

プロット 番号 Plot No.	林況 Forest type	標高 Altitude m	傾斜 Inclination °	プロット 水平面積 Plot area m <sup>2</sup>	測量の基準点 Datum point	測量の基準点からの 斜距離 Creeping distance from a datum point m	磁方位角 Magnetic azimuth °
1	広葉樹二次林 Broad leaved secondary forest	946	39	77.8	鉄塔の北側の支柱 Northern prop of a pylon	63.5	345
2	スギ・広葉樹二次林 <i>Cryptomeria japonica</i> and broad leaved secondary forest	889	27	89.1	鉄塔の南側の支柱 Southern prop of a pylon	31.0	165
3	カラマツ・広葉樹二次林 <i>Larix kaempferi</i> and broad leaved secondary forest	1165	0	100.0	雨量計 Rain gauge	50.0	50
4	スギ・広葉樹二次林 <i>Cryptomeria japonica</i> and broad leaved secondary forest	1165	0	100.0	雨量計 Rain gauge	12.2	190



Photo. 2 宝川本流の対岸から見た初沢流域の東京電力鉄塔  
A pylon in the Shozawa basin seen from the opposite bank of Honryu  
上部と下部の矢印はそれぞれプロット1とプロット2を示す。1995年10月撮影。  
Upper and lower arrow represent plot 1 and plot 2, respectively. Taken in Oct 1995.



Photo. 3 プロット3の林況  
Stand conditoin of plot 3  
1996年5月撮影  
Taken in May 1996



Photo. 4 プロット4の林況  
Stand conditoin of plot 4  
1996年5月撮影  
Taken in May 1996

標高1165mの野地平のカラマツ林（プロット3）とスギ林（プロット4）では、2000年まで設置されていた2台の雨量計のうち南側の雨量計のコンクリート製基礎の中心を基準にプロット位置の測量を行った。Photo. 3、Photo. 4にプロット3、プロット4の林況をそれぞれ示す。なお、雨量計の北西約5mの地点には1995年に設置された気象観測用の鉄塔（高さ約6m）がある。Table 1に示したように、測量の基準点となる鉄塔の支柱、および雨量計のコンクリート製基礎から各プロットの中心までは12.2~63.5m離れており、これらの支柱や基礎は直接植生の成長等に影響を及ぼしてはいない。

なお、プロット1（落葉広葉樹二次林）およびプロット2（スギ・落葉広葉樹二次林）の樹冠はいずれも閉鎖しているが、プロット3（カラマツ・落葉広葉樹二次林）とプロット4（スギ・落葉広葉樹二次林）はどちらも未閉鎖である。

### 5 毎木調査と葉面積指数LAI測定の方法

胸高直径5cm以上の立木について、胸高直径、生枝下高、樹高を測定した。胸高直径は輪尺を用いて測定した。小木については冬季の雪圧によって幹が傾いているものがあるが、この場合は根本から梢端までの鉛直長さを樹高とした。生枝下高についても同様である。また、プラント・キャノピー・アナライザー（LAI-2000, LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA）を用いて、葉面積指数（LAI）と開空度（Fraction of sky visible）とを光学的に測定した。これらの測定にはプラント・キャノピー・アナライザーに付属している90°のキャップ（魚眼レンズからなるセンサーの面積のうち1/4のみが有効となる）を被せて、林外で1点、林内で10点の測定を行った。測定日は2000年10月4日~5日である。

### 6 過去の結果との比較および今後の活用

毎木調査の結果をTable 2、Table 3に示した。Table 2はプロット毎、森林タイプ毎に集計した値、Table 3はプロット毎、単木毎の値である。材積の算出は、林野庁計画課（1998）に基づいて行った。また、LAIと開空度の測定結果をTable 4に示した。

Fig. 2に今回の毎木調査から求めた材積を示した。スギ・広葉樹二次林のデータはわずか2点ではあるものの、これらの2点が示す材積の標高依存性（2点を結んだときの直線の傾き）は、1935年の峯地形、および谷地形におけるブナを主とする天然林の材積の標高依存性にかなり近い。広葉樹二次林（プロット1）、カラマツ・広葉樹二次林（プロット3）は、スギ・広葉樹二次林と比較して材積が少ないが、仮に、これらを一組のデータとして考えると、材積の標高依存性はスギ・広葉樹二次林の場合と同様に1935年の峯地形、および谷地形における天然林とかなり近い。これら三者（天然林、スギ・広葉樹二次林、広葉樹二次林・カラマツと広葉樹二次林の混交林）

は、樹種が異なるにもかかわらず、材積の標高依存性は互いに類似している。材積そのものは林齢が一定であっても地形毎、樹種毎に異なるが、材積の標高依存性はこれらに依らずほぼ一定になると考えられる。

スギ・広葉樹二次林（プロット2，プロット4）の材積は1935年の毎木調査時のブナを主とする天然林における峯地形の材積と谷地形の材積の間に位置しており、スギの植栽後30数年ですでに天然林と同程度の材積に達したことになる。流域の多くを占めるスギ・広葉樹二次林は上流部では未閉鎖であり、将来、材積とLAIが天然林（1947年まで伐採が入らなかった原生林）を上回ること

が予想される。さらに、葉量（LAI）は蒸発散とほぼ比例関係にあることから（太田1996）、LAIの増加による流量の減少が予想される。

今後、これらの材積と標高との関係がどのように推移するか、流量との関係を解析する視点からも、多雪地帯の植生変化を検討する視点からも興味を持たれる。

さらに、今回の調査結果と空中写真から判読される樹種、樹高、樹冠などのデータと組み合わせれば、初沢流域全体の植生を解析する目的には有用であると考えられる。

Table 2. プロット別森林タイプ別毎木調査結果  
Tree census data of each plot categorized by forest type.

プロット 番号	森林タイプ	平均胸高直径	平均樹高	平均生枝下高	材積	ヘクタール 当たり材積	林分密度	サンプル数
Plot No.	Forest type	Average diameter at breast height cm	Average tree height m	Average h eight of live branch m	Stem volume m <sup>3</sup>	Volume per ha m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Stand density trees ha <sup>-1</sup>	Number of trees surveyed
1	A	9.3	6.9	3.7	0.80	123	3603	28
2	B*	15.0	7.8	2.2	2.37**	266**	1683**	15
	B-1	12.8	6.9	2.0	0.72	81	1235	11
	B-2	21.1	10.1	2.8	1.64	184	449	4
3	C*	8.2	5.2	2.4	0.39	39	2600	26
	C-1	19.5	10.7	4.9	0.38	38	300	3
	B-2	6.7	4.5	2.1	0.01	1	2300	23
4	B*	10.8	3.6	2.5	1.31**	131**	3900	38
	B-1	13.4	6.4	2.3	1.20	120	2300	22
	B-2	7.2	4.8	2.6	0.12	12	1600	16

A: 広葉樹二次林

Broad leaved secondary forest

B: スギ・広葉樹二次林

*Cryptomeria japonica* and broad leaved secondary forest

C: カラマツ・広葉樹二次林

*Larix kaempferi* and broad leaved secondary forest

B-1: スギのみ

*Cryptomeria japonica* only

B-2: 広葉樹二次林のみ

Broad leaved secondary forest only

C-1: カラマツのみ

*Larix kaempferi* only

\* 森林タイプBはB-1とB-2からなり、森林タイプCはC-1とB-2からなる。このため、B-1、B-2、C-1のみに着目した計測値も示した。

\* Forest type B consists of B-1 and B-2, and forest type C dose C-1 and B-2. Therefore, the measured values of B-1, B-2, and C-1 were also shown.

\*\* 森林タイプBの値は同じ列の森林タイプB-1とB-2、またはC-1とB-2との和に等しくない。これは各値について四捨五入を行っているためである。

\*\* The value of forest type B is not equal to the summation of values for forest type B-1 and B-2, or C-1 and C-2 in the same raw. This is because these values are rounded off.

Table 3. プロット別個体別毎木調査結果  
Tree census data of each plot for each tree.

プロット1 広葉樹二次林  
Plot 1 Broad leaved secondary forest

樹種 Species	胸高直径 Diameter at breast height cm	樹高 Tree height m	生枝下高 Height of live branch m	材積 Volume m <sup>3</sup>
ミズナラ <i>Quercus crispula</i>	19.2	11.7	6.5	0.1577
	11.4	9.6	7.5	0.0474
	11.2	9.6	7.5	0.0458
	10.6	8.2	6.5	0.0022
	7.4	8.7	5.5	0.0014
	10.2	10.1	7.5	0.0029
	15.4	10.7	5.7	0.0944
	9.2	9.8	7.5	0.0023
	10.6	9.9	3.3	0.0030
	9.6	10.2	5.2	0.0027
	10.6	10.2	7.8	0.0032
コハウチワカエデ <i>Acer sieboldianum</i>	5.8	4.6	2.9	0.0004
	6.6	4.6	2.2	0.0005
	7.2	6.3	2.7	0.0008
	14.4	9.7	2.1	0.0754
	29.0	15.7	4.2	0.4662
リョウブ <i>Clethra barbinervis</i>	5.2	3.4	1.7	0.0003
	5.0	4.6	3.6	0.0004
	4.4	4.5	3.2	0.0003
	5.0	3.3	0.5	0.0002
マンサク <i>Hanamelis japonica</i>	5.6	1.4	0.1	0.0001
	4.2	1.0	0.4	0.0001
	5.8	1.7	0.8	0.0001
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	5.4	4.8	0.6	0.0070
	7.4	5.4	1.9	0.0137
	9.6	5.9	3.2	0.0236
テツカエデ <i>Acer nipponicum</i>	7.3	3.7	1.6	0.0004
コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	6.8	4.8	2.4	0.0005

プロット2  
Plot 2

スギ・広葉樹二次林  
*Cryptomeria japonica* and broad leaved secondary forest

樹種 Species	胸高直径 Diameter at breast height	樹高 Tree height	生枝下高 Height of live branch	材積 Volume
	cm	m	m	m <sup>3</sup>
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	13.4	4.0	2.2	0.0277
	16.2	8.4	2.6	0.0866
	12.2	7.2	1.7	0.0437
	6.2	3.2	1.5	0.0059
	11.6	6.1	1.2	0.0334
	17.4	10.1	2.7	0.1202
	9.4	6.4	1.6	0.0247
	10.0	5.4	1.1	0.0232
	17.6	11.7	2.0	0.1435
	21.4	12.0	5.3	0.2110
	5.4	1.9	0.5	0.0027
ミズナラ <i>Quercus crispula</i>	47.6	18.0	2.6	1.3663
	25.2	12.1	4.4	0.2760
ハクウンボク <i>Styrax shiraiana</i>	6.0	5.1	1.7	0.0005
ホオノキ <i>Magnolia obovata</i>	5.6	5.1	2.6	0.0005

## プロット3

## カラマツ・広葉樹二次林

Plot 1

*Larix kaempferi* and broad leaved secondary forest

樹種 Species	胸高直径 Diameter at breast height cm	樹高 Tree height m	生枝下高 Height of live branch m	材積 Volume m <sup>3</sup>
オオモミジ <i>Acer amoenum</i>	5.6	4.6	2.2	0.0004
	5.8	4.6	2.2	0.0004
	6.2	4.5	2.1	0.0004
	5.0	4.3	2.7	0.0003
	5.2	4.5	1.9	0.0004
	6.0	4.0	1.8	0.0004
	5.0	4.0	1.8	0.0003
	5.8	5.0	1.9	0.0005
	5.0	3.7	1.2	0.0003
ブナ <i>Fagus crenata</i>	6.0	3.9	1.5	0.0004
	9.0	5.4	2.3	0.0009
	6.6	4.7	2.4	0.0005
	8.0	6.0	2.6	0.0009
	6.6	6.0	2.6	0.0007
	9.8	5.1	1.8	0.0009
	6.8	3.4	1.8	0.0003
	9.0	3.3	1.0	0.0004
カラマツ <i>Larix kaempferi</i>	27.8	12.1	5.5	0.3568
	17.4	10.3	4.5	0.0130
	13.4	9.7	4.6	0.0067
ホオノキ <i>Magnolia obovata</i>	7.8	4.1	2.5	0.0005
	8.2	6.7	3.7	0.0011
コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	5.8	2.9	1.2	0.0002
	7.6	4.1	1.8	0.0005
テツカエデ <i>Acer nipponicum</i>	7.2	4.9	2.4	0.0006
ヤマウルシ <i>Rhus trichocarpa</i>	5.4	3.8	1.9	0.0003

プロット4  
Plot 4

スギ・広葉樹二次林  
*Cryptomeria japonica* and broad leaved secondary forest

樹種 Species	胸高直径 Diameter at breast height cm	樹高 Tree height m	生枝下高 Height of live branch m	材積 Volume m <sup>3</sup>
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	11.2	3.8	1.0	0.0189
	17.2	6.5	2.0	0.0736
	10.4	5.4	3.4	0.0248
	6.0	3.6	2.9	0.0063
	18.4	9.6	1.9	0.1261
	14.6	8.9	2.9	0.0761
	15.2	7.5	3.5	0.0683
	11.6	6.4	1.7	0.0351
	15.0	8.6	4.2	0.0771
	7.2	4.5	2.3	0.0109
	9.0	4.8	2.5	0.0171
	10.2	6.1	2.4	0.0271
	13.2	6.1	2.8	0.0423
	18.0	8.9	3.0	0.1118
	14.4	7.0	3.1	0.0575
	17.0	6.8	2.0	0.0755
	15.2	5.8	1.5	0.0519
7.2	4.6	1.6	0.0111	
10.2	4.9	1.0	0.0217	
18.8	6.9	1.8	0.0923	
18.2	7.1	1.9	0.0896	
17.6	6.8	1.9	0.0805	
コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	6.4	5.1	2.6	0.0005
	5.4	2.6	1.6	0.0002
	6.0	4.0	2.5	0.0004
	7.0	5.8	4.2	0.0007
	6.4	5.0	3.4	0.0005
	6.0	5.1	3.6	0.0005
	6.6	3.9	2.2	0.0004
	6.0	5.1	2.6	0.0005
8.0	5.8	2.8	0.0009	
アオダモ <i>Fraxinus lanuginosa</i>	5.8	3.5	1.8	0.0003
	5.0	3.5	1.8	0.0003
	7.4	4.2	2.4	0.0005
バッコヤナギ <i>Salix bakko</i>	18.4	8.7	3.4	0.1091
	8.4	5.4	2.4	0.0008
オオモミジ <i>Acer amoenum</i>	5.2	4.8	2.5	0.0004
ヤマウルシ <i>Rhus trichocarpa</i>	6.4	3.6	2.0	0.0003

Table 4. 葉面積指数 (LAI) と開空度  
Leaf area index (LAI) and fraction of sky  
visible

プロット番号 Plot No.	1	2	3	4
LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	4.4	3.7	2.1	2.5
LAIの標準偏差 Standard error of LAI	0.13	0.22	0.38	0.33
開空度 Fraction of sky visible	0.02	0.04	0.16	0.11

測定日 : 2000 Oct 5      天気 : 快晴  
Date                      Weather : clear sky

#### 引用文献

藤枝基久・志水俊夫 (1994) 宝川森林理水試験地観測報告一本流・初沢流域一, 林試研報, 368, 207-245.  
藤枝基久・野口正二・小川真由美・志水俊夫・坪山良夫・細田育広 (1996) 宝川森林理水試験地水文観測53年間の記録, 林試研報, 370, 77-120.  
前橋営林局 (1950) 寶川森林治水試験第2回報告, 157p.  
永見郷康・吉野昭一・阿部敏夫 (1964) 森林伐採にともなう暖候期間の流出量変化, 林試研報, 170, 59-76.  
農林省林業試験場 (1961) 森林理水試験地観測報告, 225p.  
太田猛彦 (1996) 森林と水循環, 森林科学, 18, 26-31.  
林野庁計画課編 (1998) 立木幹材積表 東日本編, 7版, 日本林業調査会, 176p.

Shimizu T., Kikuya, A., and Tsuboyama Y. (1992) Influence of changes in vegetation upon the runoff characteristics of mountainous drainage basins, Bull. For. and For. Prod. Res. Inst., 363, 21-39.

Shimizu T. (1994) Effects of contour-line strip-cutting on stream flow (II) Short-term runoff characteristics during the warm season, J. Jpn. For. Soc. 76, 492-499.

Shimizu T., Tsuboyama, Y., and Hosoda I. (1994) Effects of contour-line strip-cutting on stream flow (I) long-term runoff characteristics during the warm season, J. Jpn. For. Soc. 76, 393-401.

志水俊夫・吉野昭一 (1996) 等高線にそった帯状伐採が融雪流出に及ぼす影響, 雪氷, 58, 3-10.

宝川試験地・防災部理水第一研究室 (1979) 宝川森林理水試験地観測報告 本流・初沢試験流域, 林試研報, 302, 97-154.

東京営林局 (1943) 寶川森林治水試験報告, 259p.

吉野昭一・菊谷昭雄 (1984) 高海拔流域における森林伐採と暖候期間の流出量変化 第1報, 一宝川試験地の本流流域について一, 林試研報, 331, 127-145.

吉野昭一・菊谷昭雄 (1985) 高海拔流域における森林伐採と暖候期間の流出量変化 第2報, 一宝川試験地の初沢流域, 初沢2号沢流域および初沢3号沢流域について一, 林試研報, 333, 37-65.