

御岳山田ノ原のシラビソ林の樹形と生産力について

大 畠 誠 一・鬼 石 長 作

Some Discussions on Tree Form and Dry-Matter Production of
a Fir Stand at Tanohara of Mt. Ontake

Sei-ichi OOHATA and Chosaku ONIISHI

目 次

要 旨.....	51	1) 樹形に関する検討	
はじめに.....	51	2) 現存量, 生長量の検討	
調査林分および調査方法.....	52	引用文献.....	56
結果と検討.....	52	Résumé	57

要 旨

長野県木曽御岳山で, 森林限界付近に成立するシラビソ天然林の樹形と生産力を調べた。

冬期に雪の吹きだまりとなるこの地域のシラビソは長野県下の他の地域のシラビソに比べるとズングリした形をもち, 幹の形は座屈荷重に対して強い形となっていた。

林分の現存量は地上部分で $35.5 \sim 135.4 \text{ t/ha}$ と推定され, 葉量は $4.2 \sim 13.2 \text{ t/ha}$ と推定された(表1)。また葉, 枝, 幹の生産量はそれぞれ $0.75 \sim 2.48 \text{ t/ha}\cdot\text{yr}$, $0.11 \sim 0.37 \text{ t/ha}\cdot\text{yr}$, $0.32 \sim 1.10 \text{ t/ha}\cdot\text{yr}$ と推定された(表2)。このシラビソ林は他のシラビソ林に比べて著しく生産量が低く, 一定葉量当りの生産量も低い値をもっていた。また, 生産された物質は特に生産器官(葉)に多く配分されていた。

は じ め に

近年, 森林の一次生産量の推定および生産構造の解明のために多くの研究がなされてきた。亜高山帯に成立するシラビソ林についても生産量調査の一環として研究対象とされ, すでに浅田・赤井¹⁾, 只木ら^{2,3)}によって報告がなされている。

しかし, 従来の森林の生産力に関する調査では林冠が十分に閉鎖した比較的立地条件の良好な森林が調査対象とされてきたものと考えられる。その結果として森林の生産力の差, 生産構造の違いなどの比較検討は主に森林を構成する樹種間の違いとしてとらえられてきたといえよう。仮に同じ樹種からなる森林の生産量を比較しても立地条件等の違いによって当然差があらわれ, 生産構造にも多少影響があらわれるものと思われる。只木, 蜂屋⁴⁾は地位の異った20~22年生アカマツ林の生産量を調べ, 地位の違いによってその生産力に大きな差があらわれることを見い出している。蜂屋ら⁴⁾によって行なわれた立地条件と生産力の関係の検討は今後すすめられねばならぬ重

要な研究課題の一つであると思われる。

しかし、立地条件が悪く、生産力の低い森林の調査は資料が集まっていない段階にある。その意味でこの報告では森林限界付近で冬期には雪の吹きだまりとなる場所に成立していたシラビソ林の生産力と樹形について若干の検討をした結果を報告する。

なお、この研究をすすめるにあたり、便宜をいただいた京都大学農学部演習林、赤井龍男助教授、調査を行なうにあたりお世話をいただいた長野県王滝宮林署磯利彦署長、斉藤章一郎試験調査係長に厚く感謝したい。調査には筆者らのほかに京都大学農学部林学科、山倉拓夫、北元敏男両大学院生も参加した。また、この報告の一部を第24回日本林学会大会関西支部会で講演した。

調査林分および調査方法

調査林分は長野県の王滝林署管内にあり、木曽御岳山とその東南に位置する三笠山との間にある亜高山帯林である。標高 2100m 前後の鞍部一帯は田ノ原と呼ばれる湿原となっており、随所に湿地性の草原がみられる。やや水はけのよい場所にはシラビソ、コメツガ、トウヒ等の針葉樹が侵入し、平均樹高が 4~5m の矮性の林を形成している。この田ノ原は高山帯の下限地域または森林限界付近にあたるため、林床にはササのほかにハイマツが多数侵入し、樹高の低いシラビソ類と共に田ノ原一帯に特異な森林景観を展開している。

土壌は黒色火山灰土であるが湿潤であり、部分的に過湿の状態にあるものと推測される。田ノ原一帯は御岳山の東南に位置し、冬期には雪の吹きだまりとなる場所にあたる。そのため、シラビソ類の特異な景観は積雪の強い影響によりできあがったものと推測される。樹高は低いが伐倒木の樹令は 95~285 年と読みとられ、極めて生育の悪い原生林である。

調査は1972年9月に行なった。林内でも林冠が比較的閉鎖した場所に 20×20m の標準地を 3 個設け、標準地内にある樹高が 1m 以上の生立木の胸高直径 (D)、地面から 30cm の高さの幹直径 (D_{30})、樹高 (H) を測定した。樹高の測定はすべて測桿によった。標準地内およびその付近からシラビソの供試木 8 本とオオシラビソ 1 本を選び、1 本ずつ伐倒調査した。供試木は伐倒後それぞれ樹高、枝下高、最下の枝下の幹直径などを記録してから層別刈取法によって幹、枝、葉に分け生産量を測定した。なお、樹形の検討資料とするため、層の厚さは樹高の大きさに応じて大きな個体では 1m の層に、小さな個体では 0.5m または 0.2m の層とした。葉は新旧两部分に分けて秤量した。樹木のそれぞれの部分から少量のサンプルをとり出し、それらの重量を測定した後研究室に持ちかえり乾燥して生重量と絶乾重量の比を求め、野外のデータを絶乾重量に換算した。幹は樹幹解析法により材積および材積生長量を求めた。なお、この報告では特に断わる以外、重量データはすべて絶乾重で示してある。

結果と検討

(1) 樹形に関する検討

樹木を一定の厚さに切り取り、樹木の先端からの距離 z と z 層にある非同化部分重量 w_{0z} との間には

$$\log w_{0z} = a + b \cdot z \quad (1)$$

の関係が成立する場合が多い。ここで a , b は定数である。

上端に荷重量 W をもつ棒を考え、その棒の各横断面に生じる圧縮応力が等しい漸変する断面をもった棒の形は材料の容積重が等しいならば近似的に(1)式を満足する。逆に、樹木で(1)式が成立

するならば樹木の形は力学的にみて非常に合理的な形をしていることになる。(1)式の定数 a は主に葉重量に、 b は樹形を決定する定数とみなしてよい。なお、 b については、材料の容積重と棒の高さ(樹高)とによって影響を受けることが知られ、 b の値を調べることによって樹形を比較検討することができるものと思われる。

四大学および信州大学によって調べられたシラビソ⁶⁾の資料によって(1)式をあてはめてみると、ほとんどの個体で(1)式をほぼ満足した。ところが、田ノ原で調べられたシラビソでは(1)式をほぼ満足するものの、樹高(H)と b の値との間には何ら規則的な関係はみられず、樹形が他の地域のシラビソとは異っている(図1)。田ノ原のシラビソでは、非同化部重量が下層よりも上層で大きい場合が現われる。そこで、この違いを検討するために樹木の胸高断面にかかる圧縮力の大きさ(σ)を調べてみよう。

胸高断面にかかる圧縮応力を葉重量から生じる応力(σ_L)と非同化部分重量から生じる応力(σ_G)とに分けて計算し、胸高断面から頂端までの距離($H_{1.3}$)との関係を図2に示した。 $\sigma_L \sim H_{1.3}$ 、 $\sigma_G \sim H_{1.3}$ の間には

$$\left. \begin{aligned} \sigma_L &\propto H_{1.3}^0 \\ \sigma_G &\propto H_{1.3}^1 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

の関係が成立する。ただし木曽御岳のシラビソと四大学および信州大学によって調べられた他の地域のシラビソには(2)式における比例定数に差がみられる。比例定数は $\sigma_L \sim H_{1.3}$ 、 $\sigma_G \sim H_{1.3}$ の両関係において共に木曽のシラビソで大きい傾向がみられた。

胸高断面以上の非同化部分重量を w_G とし、(2)式からさらに

$$\left. \begin{aligned} \sigma_G &\propto \frac{w_G}{D^2} \propto H_{1.3} \\ \text{または} \\ w_G &\propto D^2 \cdot H_{1.3} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

とすると非同化部分の重量から生じる圧縮応力と樹形の関係が一層簡単に理解される。ここで D は胸高直径をあらわす。木曽のシラビソと他の地域における材の容積重がほぼ等しいものとする(2)式における比例定数の違いは円柱形内につまる材の量的な違いとみることができよう。比例

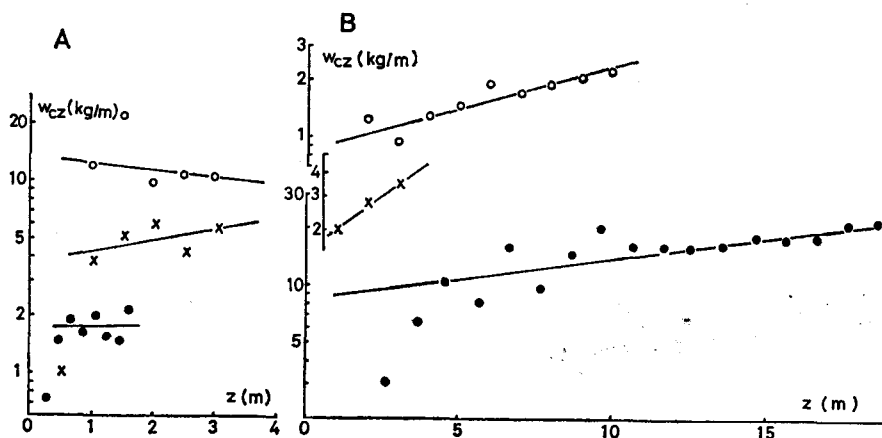


Fig. 1 Six samples of $\log(w_{cz}) \sim z$ relation in individual trees. In A group, gradients of line are flattish regardless of low tree height.
A: Samples from Mt. Ontake, B: Samples from other region in Nagano Prefecture, which were investigated by Four Universities.⁶⁾

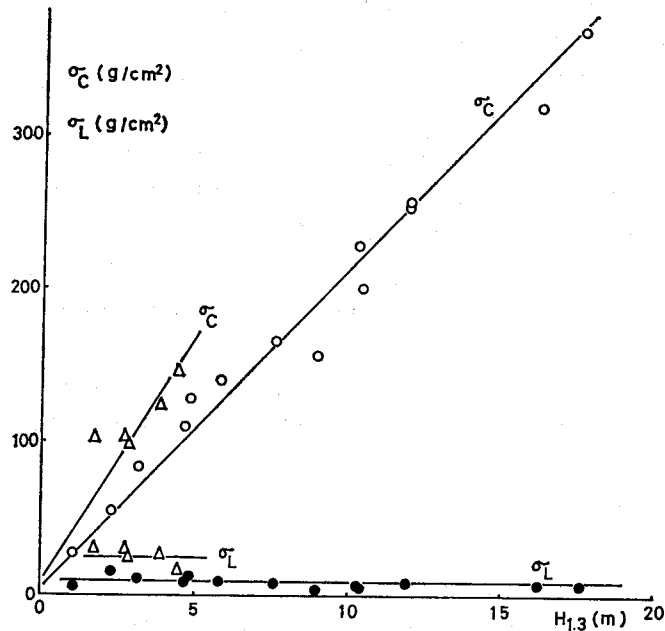


Fig. 2 Compressive stresses in stems at breast height in individual trees. σ_C : Compressive stress calculated from weight of nonphotosynthetic organ, σ_L : calculated from leaf weight. $\triangle$, $\blacktriangle$: Samples from Mt. Ontake, $\circ$, $\bullet$: Samples from other region, data source is same to that of Fig. 1.

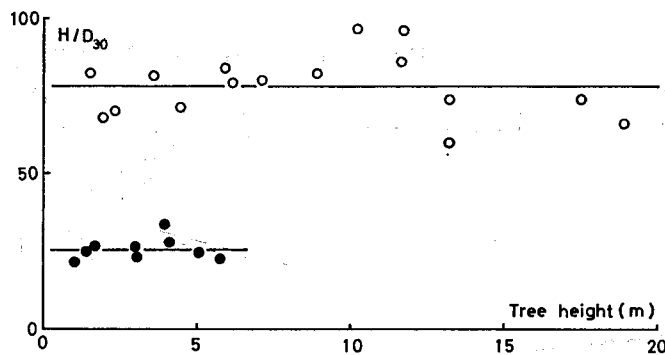


Fig. 3 Ratio of tree height (H) to stem diameter at 30 cm level (D_{30}) above forest floor in individual trees. $\bullet$: Samples from Mt. Ontake, $\circ$: Samples from other region in Nagano Prefecture, data source is same to that of Fig. 1.

定数の大きな木曽田ノ原のシラビソでは他の地域のシラビソに比べて特にズングリした樹形をもつものといえよう。

以上のように検討された推測を確かめるために木曽田ノ原のシラビソと他の地域のシラビソの幹の太さと樹高との比を調べてみた。なお、田ノ原のシラビソでは樹高の著しく低いために幹直径として D_{30} を使用した。 H/D_{30} (m/cm) の値は四大学および信州大学のシラビソでは平均 78.6、木曽田ノ原のシラビソ林では著しく小さく、平均 25.5 程度の値を示した (図 3)。

Table 1 Biomass and outline of surveyed stand.

	Plot 1	Plot 2	Plot 3
Tree density (no. / ha)	2850	2325	2400
Basal area (m ² / ha)	33.5	58.4	37.8
Mean height of trees (m)	2.87	4.24	3.43
Mean DBH (cm)	10.4	16.9	12.0
Stem (t / ha)	23.0	90.4	40.9
Oven-dry Weight Branch (t / ha)	8.3	31.8	14.9
Foliage (t / ha)	4.2	13.2	7.3
Total (t / ha)	35.5	135.4	63.1
ratio of total foliage to current foliage	5.6	5.3	5.5

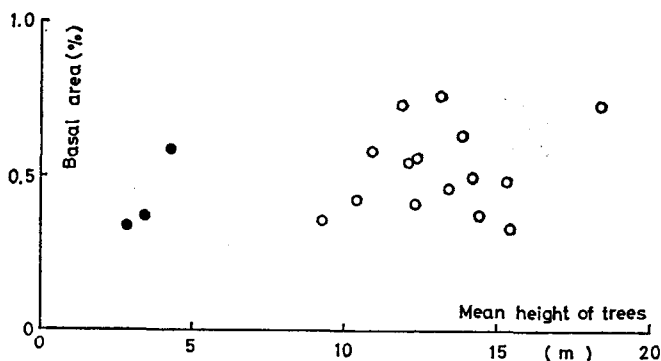


Fig. 4 Values of basal area of *Abies* stand. In stand of Ontake, basal area is not so low in comparison with that of other stands regardless of low tree height.

● : Samples from Mt. Ontake, ○ : Samples from other region, data source is same to that of Fig. 1.

力学的にみるならば田ノ原のシラビソの幹の形は他の地域のシラビソに比べて座屈に対して著しく強い形をもつことになる。今回の検討ではいかなる理由によってこのような形が形成されたかは明らかにされていない。樹形を変形させる要因については今後の問題であろう。

(2) 現存量, 生長量の検討

現存量の推定は相対生長関係を利用する方法によった。すなわち, 供試木の $D_{30}^2 \cdot H$ と幹重量 (w_s) の関係から標準地内の各個体の幹重量を推定し, 総計した量が林分のもつ幹の量である。枝量は供試木の枝重量 (w_b) と w_s の関係から, 葉量については供試木の葉重量 (w_L) と w_s の関係から各個体の枝重量, 葉重量を推定し総計して得た。なお, これらの3調査区内には, トウヒ, オオシラビソ, コメツガが立木本数で16~30%程度混生していたがすべてシラビソと同じ関係にあるものとみなして計算した。推定結果は林分の概況を示す諸数値と共に表1に示した。

調査された木曾田ノ原のシラビソ林の断面積合計は $33.5 \sim 58.4 \text{ m}^2/\text{ha}$ と推定され, 浅田・赤井による報告および只木らによる報告結果に比べてそれほど低い値ではない。しかし, 林分のもつ平均樹高を比べると極端に低い林分であることが明らかである (図4)。

生産器官である葉量については $4.2 \sim 13.2 \text{ t/ha}$ と推定された。これらの値は只木, 蜂屋がまとめたスギ林, マツ林を除く常緑針葉樹林の葉量 $16.0 \pm 24.5 \text{ t/ha}$ に比べるとかなり低

Table 2 Estimates of production in respective organ

	Plot 1	Plot 2	Plot 3
Stem (t / ha·yr)	0.32	1.10	0.57
Branch (t / ha·yr)	0.11	0.37	0.20
Foliage (t / ha·yr)	0.75	2.48	1.33
Total (Δy) (t / ha·yr)	1.18	3.95	2.10
Ratio of production to leaf weight ($\Delta y / y_L$)	0.28	0.30	0.21

い値であり、浅田・赤井らにより調べられたシラビソ林の葉量の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{4}$ 程度の量である。これらの値からみて、木曽田ノ原のシラビソ林の林冠が閉鎖している状態にあるとは思われない。

木曽田ノ原のシラビソ林の低い葉量をもつ生産量はやはり著しく低く、幹の生産量で 0.32～1.10 t / ha·yr、枝で 0.11～0.37 t / ha·yr、葉の生産量で 0.75～2.48 t / ha·yr と推定された。地上部全体の値としてみても 1.18～3.95 t / ha·yr 程度の値にしかない(表2)。只木らによって調べられた富士山麓のシラビソ林の生産量は地上部全体で 5.7～15.5 t / ha·yr 程度と報告され、9 林分の平均値は 11.2 t / ha·yr であったという。

木曽田ノ原のシラビソ林の低い生産量がすくない葉量に起因しているかもしれないので、一定葉量が1年間に合成する地上部の乾物重量で比較してみよう。葉重量1トンがつくりだす地上部生産量は木曽田ノ原で 0.21～0.30 t / ha·yr と計算され、只木らにより調べられた値 0.60～1.07 t / ha·yr の半分にも達しない。富士山麓で得られた値の $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{2}$ 程度の値であった。富士山麓の調査地域が標高 2400～2500m 前後にあり、田ノ原の標高よりやや高い場所にある。しかし、田ノ原一帯が冬期の雪の吹きだまりとなり、春の雪の消失が遅れることを考慮すれば、田ノ原のシラビソ林で葉の生産能率が低い原因はまず、生育期間の短いことの影響が考えられよう。

只木、蜂屋によれば、20～22年生アカマツ林では地位が低くてもその葉量にはあまり変化がみられず、地位の低さは純生産量の低下としてあらわれたという。生育期間の短いシラビソでも同様の現象がみられたといえよう。

ここで葉によって生産された物質が地上部分のどの器官に多く配分されているかを、他の林分と比較してみよう。富士山麓で調べられたシラビソ林では幹、枝に57～80%が配分される。しかし、木曽田ノ原のシラビソ林では表2に示されたように、27～37%程度の低い値となり、生産された物質の大部分は生産器官に配分されていることになる。1年間につくられる葉の量(y_{NL})と現在林分がもつ全葉量(y_L)との比(y_L / y_{NL})は富士山麓でも木曽田ノ原でも 5.0～5.5 程度でほぼ等しい(表1)。この事実から考えるならば、木曽田ノ原のシラビソ林の葉の能率の低さは幹、枝への配分が極端に低いことに起因している。この現象を逆に樹木の生産の面から考えるならば、地位の悪い林分では生産された物質の多い部分を再生産のために配分していると思われる。

立地条件の悪い林分でその再生産機構を検討することは、森林の生産構造を知る上でも重要な問題であろう。しかし、調べられた報告がほとんど見当たらない。今後検討されねばならない課題の一つといえよう。

引用文献

- 1) 浅田節夫, 赤井竜男: 亜高山帯の森林の取扱いについて。特にシラベの林分生産力と天然更新, 長野林友, (1963)
- 2) Tadaki, Y., K. Hattaya, K. Tochiaki, M. Miyauchi & U. Matsuda: Studies on the production

structure of forest (XVI), Primary productivity of *abies veitchii* forests in the subalpine zone of Mt. Fuji, 林試報 229, 1—22 (1970)

- 3) Tadaki, Y., K. Hatiya & H. Miyauchi : Studies on the production structure of forest (XII), Primary productivity of *Abies veitchii* in the natural forests at Mt. Fuji, 日林誌 49, 421—428 (1967)
- 4) 只木良也, 蜂屋欣二 : 森林生態系とその物質生産, わかりやすい林業研究解説シリーズ, No. 29, 林業科学技術振興所 (1968)
- 5) 大畠誠一・四手井綱英 : 樹木及び林木の非同化部分の垂直分布構造, 森林生態系の一次生産力の比較研究班中間報告〔昭和47年度〕, 28—45 (1973).
- 6) 物質循環面より見た森林生態系の生産力資料 No. 2, 京都大学, 東京大学, 新潟大学, 信州大学農学部林学教室, 215—267 (1965)

Résumé

Tree form and annual production of a natural forest of *Abies veitchii* were investigated. The forest grows under a heavy snow deposit near the timber line on the flattish slope of Mt. Ontake in Nagano Prefecture.

The trunk form of the tree on the region was very stuggy in comparison with the form of other regions in Nagano Prefecture.

Annual production of each organ estimated are shown in Table 2. The values of the annual production and production rate (annual production of each organ/leaf biomass) were extremely low and half of the products was apportioned to the photosynthesis organ of the trees.