

木材材質の森林生物学的研究 (第10報)

北海道厚田地方トドマツ原生林における 林木の幹のかたちと辺心材および樹皮の量

加 納 孟⁽¹⁾

目 次

まえがき.....	29
I 供試木.....	30
II 立木のかたち.....	30
III 辺心材の量.....	32
IV 樹皮の量.....	34
要 約.....	35
参考文献.....	36
Résumé	37

ま え が き

林分の実用的な価値を判断するためにその生長量のほかにそこから材料が収穫される歩止りを考えることがある。これは一般には幹が通直で完満な程度、枝下の状態、辺心材の量などに影響され、また材質的な欠点とか、林木の健全な度合なども考えて形質生長といっている。

したがってこの“形質”という言葉はかなり広い意味をもつもので、林木の健全な程度や生産された木材の質的な特性をふくめて、その複雑な変化を林木の形態とむすびつけて考えていこうとすることであり、このようなことは森林の育成のうえからも重要な命題であるとおもう。

この報告はこれまでに発表した北海道石狩国厚田地方のトドマツ原生林で行った材質生長に関する研究の一部としてとりまとめたもので、この原生林のなかで林木の形態がどのように変化しているかを観察し、その変化のしかたに傾向的なものがみとめられるかどうかを解析しようとしたもので、それらの傾向と林木の材料的な評価との関連についてはなお後日補足する予定である。

この実験にあたってたえず御援助をたまわつた林業試験場北海道支場長柳下鋼造氏、林業試験場木材部長齋藤美鷲氏、前林業試験場札幌支場長林行五氏に深く謝意を表するとともに、測定観察に協力された技官蕪木自輔氏にあわせて厚く謝意を表する。

(1) 木材部材料科材質研究室長

I 供 試 木

供試木やその生じた立地などはこれまでの報告* にのべてあるが、これでは標準地の林分の垂直的な構成から供試木を上、中、下層の階級にわけて、その群団ごとに林木の材料的な特性とその生長のしかたを追求してきた。したがって、このような供試木の群団はそこに生産されている木材の材質的な偏異を特長づける条件として考えられているのであつて、これがどのように異なっているかをしるためにその直径—樹高、樹齡—樹高、樹齡—直径などの状態をしらべた。

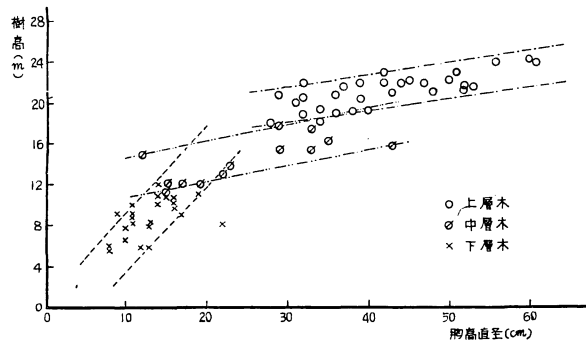


Fig. 1 供試木の胸高直径と樹高の関係

下層木の群団 ~12.0 m
 中層木の群団 12.1~17.9 m
 上層木の群団 18.0~ m

としたのであるが、これらの範囲でその直径—樹高の特性的な変化がみられており、また全供試木の“直径—樹高”曲線を概観しても直径 25 cm ぐらゐに曲線の変異点が見られ、これが上、中層木と下層木の群団の樹高と胸高直径の限界にあつているようである。

樹齡—樹高、樹齡—胸高直径の関係は Fig. 2, 3 にしめたが、このいずれの Fig. からも上(中)層木と下層木の群団で直径生長や樹高生長の経過がいちじるしくことなつているのがみとめられる。

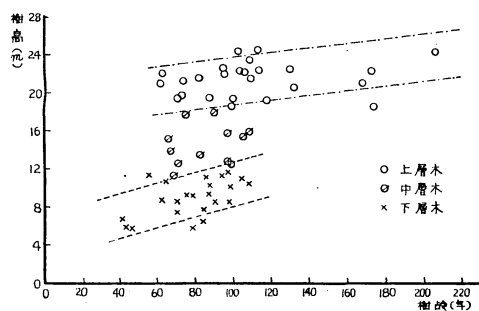


Fig. 2 樹齡—樹高の関係

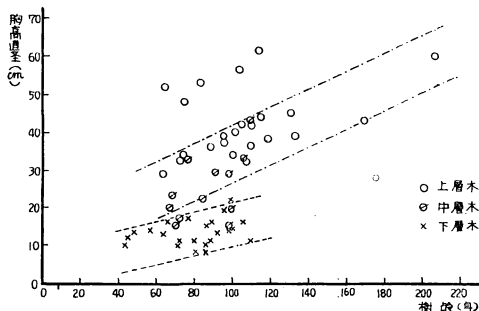


Fig. 3 樹齡—胸高直径の関係

II 立 木 の か た ち

立木のかたちはその環境に応ずる生活型をしめすものと考えられているが、原生林のような複雑な環境のなかでその変動はとくにいちじるしい。したがって、その形態的な分類をするまえにそのかたちを変化

* 木材材質の森林生物学的研究 第5, 6, 8報参照

そのうち、直径—樹高の関係は Fig. 1 にしめすように上層と下層木の群団でそれぞれ直線の勾配がことなり、“直径—樹高”曲線はこれらの供試木の群団の樹高限界で臨界的な変化がみられている。

すなわち、供試木の群団の樹高限界を前報で

させている外観的な要素のあらわれかたをあきらかにしておかねばならない。

標準地の毎木の調査で立木のかたちをしめすものとして樹高, 胸高径, 各地上高の直径, 枝条の材積などのほかに,

- 1) 枝痕の消失している位置
- 2) 枯枝のついている位置
- 3) 生枝のついている位置
- 4) 樹冠の長さ
- 5) 幹の曲り, その他の外観的な欠点

などを測定した。

これらの測定値から, Fig. 4 にしめしたように幹を樹冠, 枯枝, 枝痕, 枝痕の消失している部分に分けてそのおのおの部分を幹の全長にたいする百分比でもとめ, その供試木の樹高についてプロットして Fig. 5, 6 にしめした。

そのうち, 樹冠(長)率についてみれば (Fig. 5) その Max. が樹高 15 m ぐらいのところのみられており, これは上層木と下層木の群団の垂直限界のほぼ中間にあたり, この附近の領域をつくっている中層木の群団にその比率が Max. になり, それより樹高が低くなっても高くなっても樹冠が幹にしめる比率は減少していることをしめした。また, Fig. 6 では, 枯枝や枝痕ののこっている部分と, 枝痕の消

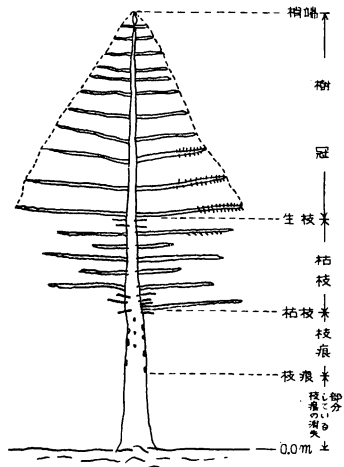


Fig. 4 幹のかたち

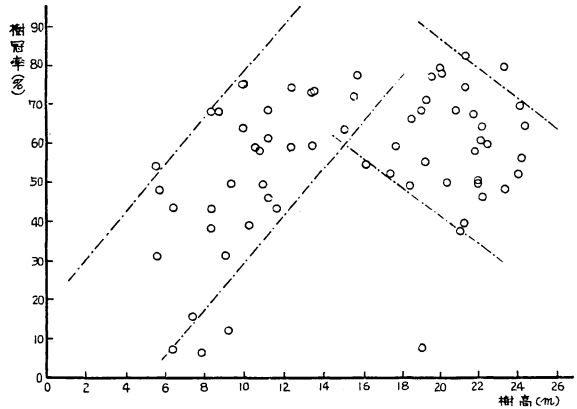


Fig. 5 樹冠率と樹高の関係

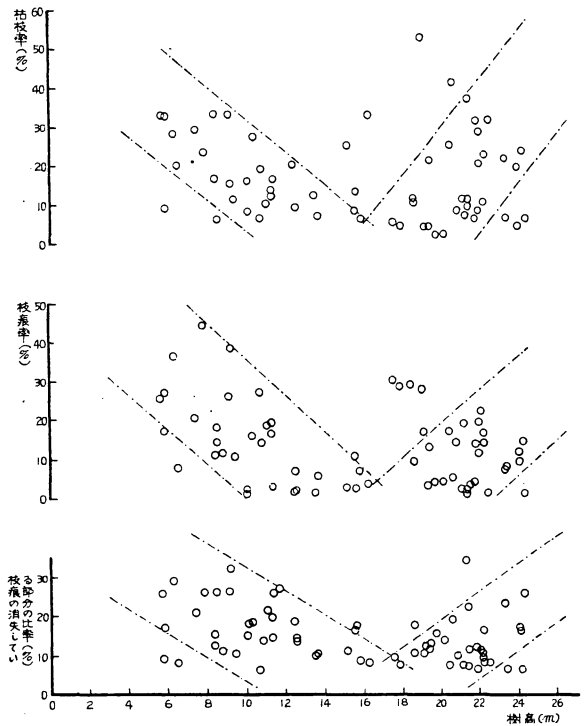


Fig. 6 枯枝率, 枝痕率, 枝痕の消失している部分の比率などと樹高の関係

失している部分などの樹高にたいする比率は、いずれも樹高が 16~17m ぐらゐを限度としてこれと全く対称的に変化しており、中層木の群団にそれらの比率が Min. になり、それより樹高が低くなつても高くなつてもそれらの比率は増していることがみとめられる。

したがつて、上層木と下(中)層木の群団で幹にあらわれる形態的な要素が特定の方向に変化して、そのかたちの特長がつくられていることになり、その方向をきめる条件としては生長の促進とその抑圧とが考えられ、この林分の構成からは中層木の樹高限界の附近のものがその限界条件にあたつているとみなされる。

Ⅲ 辺心材の量

各地上高の断面で辺心材の量をはかり樹幹内の辺材の材積をもとめると、これは Fig. 7 にしめすように立木の枝条材積に比例して変化している。立木において辺材の水分が蒸散作用などによる水の通導に関与していることを考えれば、枝条の量が辺材の絶対量を規制していることは疑いない。また、辺材の絶対量は幹の大きさに比例して増減するから、これを幹の材積にたいする比率としてしめしてもこの両者には比例的な関係がみられることになる (Fig. 8)。

これにたいして、幹に心材がつくられるようになると心材の量は樹齢とともに増していくから、Fig. 9 にみられるように辺材率は樹齢に反比例する傾向があらわれ、幹の形態的な要素のひとつとして考えられ

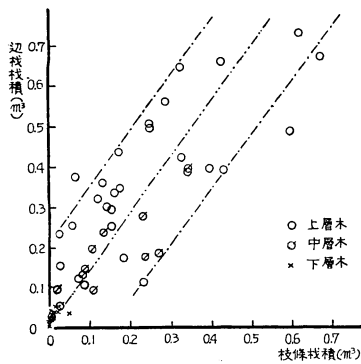


Fig. 7 枝条材積と辺材材積

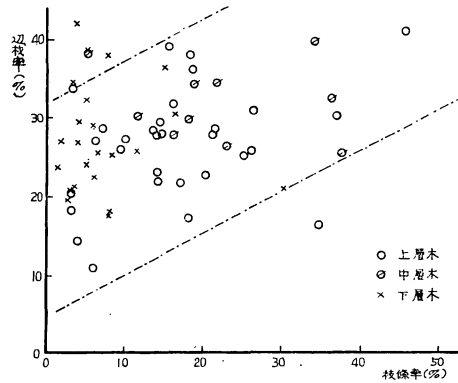


Fig. 8 枝条率と辺材率

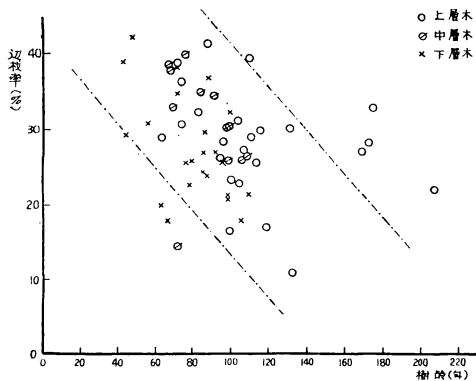


Fig. 9 樹齢と辺材率

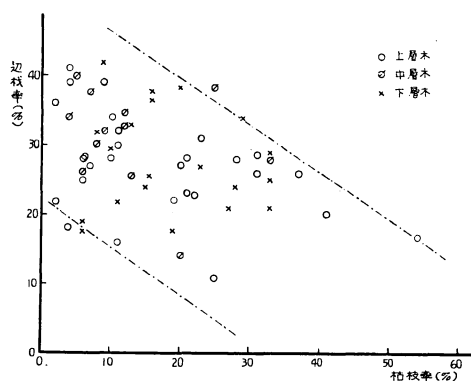


Fig. 10 枯枝率と辺材率

た枯枝のある部分の樹高にたいする比率（枯枝率とする）にも反比例して変化しているようである（Fig.10）。

これは心材の形成が辺材部への空気の侵入によつてつくられていくものとすれば、立木において外気が材部へ侵入するところとして枝が脱落して癒着組織の形成が終らない部分が考えられ、Fig. 4 にしめた枯枝のある部分の幹にしめる割合が心材の形成に作用するとみなされるからである。

このような関係はすべてその因子がたがいに複雑に変化しているので全く概観的な傾向としてみられるもので、それらの因子の変化のしかたとか、供試木の群団によるちがいは問題はしえない。しかし、辺材率と胸高直径の関係では Fig. 11 にしめすように直径 20~25 cm ぐらいを限度として辺材率が直径に比例する傾向とこれに反比例する傾向がみられ、Fig. 1 にしめた供試木の群団による直径限界からもみとめられるように、前者は下層木に後者は上、中層木の群団にかぎられている。したがつて、下層木では直径が肥大すればそれに応じて辺材率も増すが、上、中層木では直径の生長

によつて増加するのはむしろ心材部分であり、辺材率はこれに反比例する傾向がみとめられ、胸高直径 25 cm ぐらいのものに辺材率の Max. があらわれている。

したがつて、これより生長が促進され絶対量の若干の増加はあつても樹幹材積にたいする比率としてはむしろ減減する経過がみられることになり、Fig. 5 にしめた樹冠率の変化のしかたと一致していることがわかる。

ところで、心材が幹につくられていく経過をみるために地上高 0.0 m の円板にあらわれている心材の直径とその立木の樹齢から心材が幹の直径方向に生長している進度をもとめ、その円板の直径にたいしてプロットしてみると Fig. 12 にみられるように、心材化の速度はその円板の直径に比例して変化しているが、直径にたいする速度の勾配は下層木が上層木の群団のものよりやや小さく、直径 25 cm ぐらいをさかいにしてふたつの直線部分にみなされるようである。

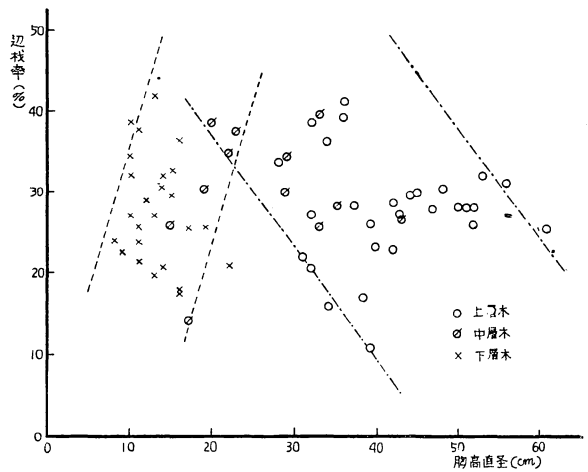


Fig. 11 胸高直径と辺材率

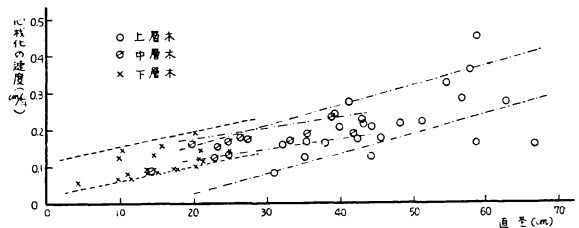


Fig. 12 地上高 0.0 m の直径と心材化の速度

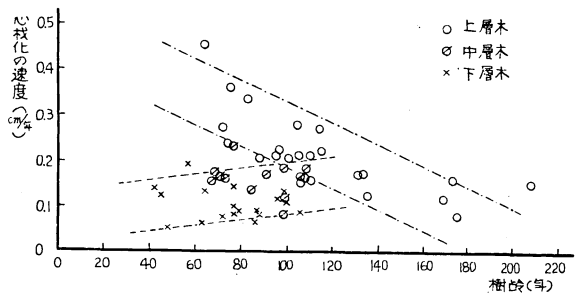


Fig. 13 樹齢と心材化の速度

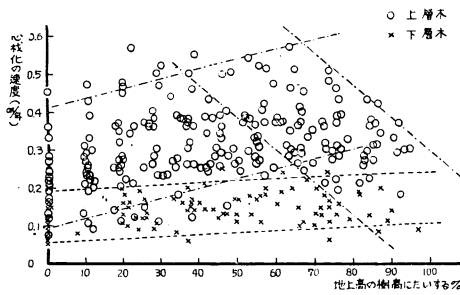


Fig. 14 樹高と心材化の速度

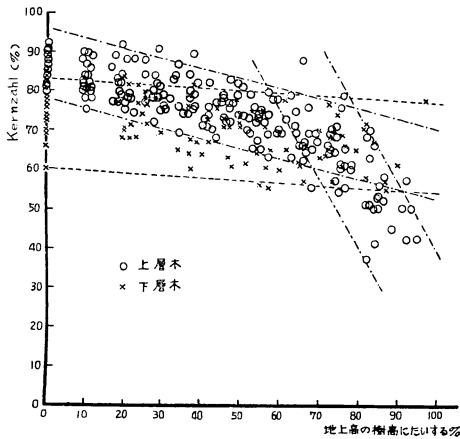


Fig. 15 地上高と Kernzahl

また、樹齢と心材化の速度は Fig. 13 にみられるように心材化の速度は上層木の群団では樹齢に反比例し、下層木の群団ではこれと比例している。

つぎに、地上高にたいして心材のつくられる傾向をするために地上高をその立木の樹高にたいする比率でしめし（地上高の絶対的な高さではなくてその立木の樹高にたいする相対的な高さでしめす）、地上高の相対的な高さとそこにつくられている心材化の速度との関係を Fig. 14 にしめた。この Fig. にみられるように、下層木の群団では各地上高の断面につくられる心材化の速度は地上高が高くなるにつれてわずかながら増しているが、上層木の群団では地上高の相対的な高さが 65% ぐらいのところでは心材化の速度の Max. があらわれ、これを限度としてそれより低い領域では心材化の速度が地上高とともに増しており、これより高い地上高では逡減してあらわれている。また、Kernzahl %（心材の年輪数/円板の年輪数）についても Fig. 15 にしめすように、下層木の群団では地上高にもなつてわずかながら下降する傾向がみられるが、上層木の群団ではその下降はかなりいちじる

しく、しかも、地上高の相対的な高さが 70~80% ぐらいからその勾配はさらに急激に変化している。

このように、上層木の群団でその心材化の速度が Max. に達する地上高が樹高の 65% ぐらいにあたるものとすれば、その高さはおよそ 12~16 m ぐらいになつており、これは下層木と中層木の樹高限界にちかく、これまでもとめた上層木の幹のかたちに変化する限界とも一致していることになる。また、この林分では林木の枝下が一般にひくく、樹冠のついている位置を認定することはむづかしかつたが、伐倒木の樹幹生長図から梢端が円錐形をなす部分はおおよそ樹高の 65~80% にあたっているようであり、これらのことから考えても上層木の群団でその樹高の 65% 以上は林分の上層をつくっている幹の部分で、陽光とか風雨などに露出した完全な樹冠としてもたれていることになり、この位置を限界として幹の上下の部分で心材化の速度や Kernzahl などがことなつた変化をしていることになる。

Ⅳ 樹皮の量

樹皮の量は幹の大きさに比例しているが、これを幹の材積にたいする比率としてしめすと、上、中層木の群団ではその樹皮率が胸高直径に比例してわずかに増減しているにすぎないが、下層木の群団ではかなりはげしい変化がみられる (Fig. 16)。

樹皮率の樹齢による変化をみると Fig. 17 にしめすように、上、中層木の群団ではそれが樹齢に比例して増減しており、下層木の群団でもその関係はやや不規則ではあるが、同様に樹齢に比例して増減する傾向がみられている。

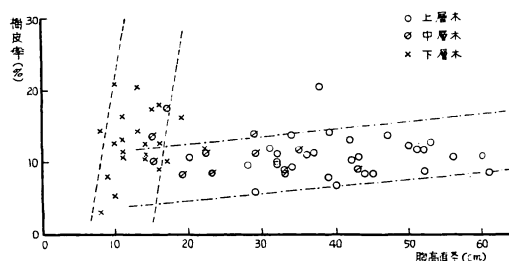


Fig. 16 胸高直径と樹皮率

したがって、下層木の群団で樹皮率のたかいものは、おそらく、かなり高齢なものであることが推察され、Fig. 16 の結果からもその径級に比して樹皮率がかなり大きく変化している。

また、樹皮率と辺材率は Fig. 18 にしめすように、上、中層木の群団ではたがいに反比例しているが、下層木の群団ではその傾向は不規則でありむしろ比例的であるようにみられる。

要 約

この報告は北海道石狩国厚田地方のトドマツ原生林に標準地としてえらんだ林分のなかで、トドマツの立木がどのような形態的な特徴をしめしているかをしらべ、その変化のしかたを検討しようとしたもので、これまで取り扱った同地方のトドマツ材の材質的な特性などと結びつけて、その林分の形質生長を考えることはなお今後の問題としてのこされている。

本文であきらかにしたトドマツ立木の形態的な要素とその変化のしかたを要約すれば次のようである。

(1) 供試木の直径—樹高，樹齡—樹高，樹齡—直径

供試木の直径—樹高，樹齡—樹高，樹齡—直径などの関係を見ると、いずれも前報できめた下層木と上、中層木の群団のあいだに臨界的な変化がみられ、これらの群団でその樹高生長や直径生長の経過がことなっていることがみとめられる。

本文の Fig. 4 にしめたように、幹をその形態的な特徴から樹冠、枯枝、枝痕、枝痕の消失している部分などにおいてそれらの部分が幹にしめる比率をもとめ、その変化のしかたをしらべてみると、

(2) 樹冠率の変化のしかた

樹冠の部分が幹にしめる長さの比率は、中層木の群団のものに Max. で、下層木の群団ではその樹高に比例して増加し、上層木の群団ではこれに反比例して逓減している。

(3) 枯枝、枝痕、枝痕の消失している部分などが幹にしめる比率の変化のしかた

枯枝、枝痕、枝痕の消失している部分などが幹にしめる長さの比率は、いずれも中層木の群団のものに Min. で、下層木の群団ではその樹高と反比例して逓減し、上層木ではこれに比例して増加している。

(4) 辺材の比率

幹にしめる辺材の比率はその立木の枝条率に比例し、樹齡と枯枝のある部分が幹にしめる長さの比率に

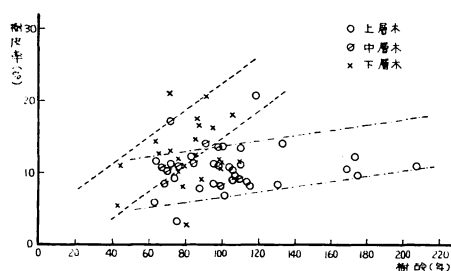


Fig. 17 樹齡と樹皮率

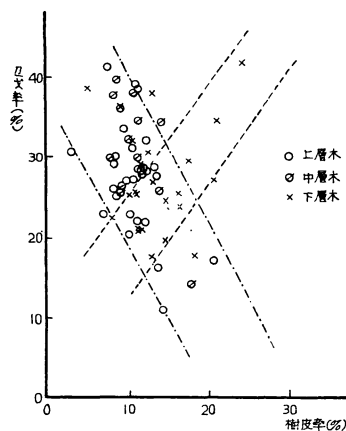


Fig. 18 樹皮率と辺材率

反比例する。

(5) 心材化の速度と幹の直径

心材化の速度（地上高 0.0 m の断面で）は幹の直径に比例しているが、供試木の群団によつて直径にたいする心材化の速度の勾配はわずかづつことなっている。

(6) 心材化の速度と樹齡

心材化の速度は上層木の群団では樹齡に反比例して逕減しているが、下（中）層木では樹齡に比例して増加している。

(7) 心材化の速度と地上高

下層木の群団では心材化の速度が地上高に比例してわずかながら増加しているが、上層木の群団では地上高の樹高にたいする相対的な高さ 65% ぐらいに心材化の速度が Max. で、それより地上高が高くなつても低くなつても心材化の速度は逕減している。

(8) Kernzahl % (心材年輪数/円板年輪数) と地上高

下層木の群団ではその Kernzahl が地上高の上昇にともなつてわずかながら下降する傾向がみられているが、上層木ではその下降はかなりいちじるしく地上高の相対的な高さが 70~80% ぐらいからその勾配は急激に変化している。

(9) 樹皮率と胸高直径

上（中）層木の群団では樹皮率が胸高直径に比例してわずかに増減しているにすぎないが、下層木ではその変化はかなりはげしくあらわれている。

(10) 樹皮率と樹齡

樹皮率は樹齡に比例して増減しているが、下層木の群団ではその変化はやや不規則であり、上（中）層木にくらべて樹齡にたいする変化の勾配も大きい。

(11) 樹皮率と辺材率

上、中層木の群団では樹皮率は辺材率に反比例しているが、下層木の群団ではその傾向はかなり不規則でむしろ比例的であるようにみられる。

参 考 文 献

1) 加納 孟：木材材質の森林生物学的研究

第5報 北海道厚田産トドマツ材の年輪巾と秋材率，林業試験場研究報告 61号，(1953)。

2) R. Trendelenburg: Das Holz als Rohstoff, (1939).

Takeshi KANO: Forest-biological Studies on the Wood Quality. (Report 10)
On the external appearance, the quantities of splint or sap wood and the percentages of bark of the standing trees grown in Todo-fir (*Abies* sp.) forest at Atsuta district in Hokkaidô.

Résumé

In this paper we studied on the outward properties of standing trees of Todo-fir (*Abies* spp.) grown at Astuta district in Hokkaido. These properties contained many variations among the trees in the sample plot established in the natural forest, so that we tried to analyse the elements of these variations.

We confirmed that there were many settlements to improve biological quality of the tree that coincided with the problems of material quality of wood, which we have discussed frequently in the former reports.

The results obtained were as follows:

(1) In each relation between the diameter and the height, the age and the height and the age and the diameter of standing trees, there exists changing point in the trending curve on the normal growing of the lower storey trees.

So it is clear that the growing process of the height or diameter increment of tree is different among the growing conditions as shown in Fig. 1—3.

(2) In order to observe the external appearance of the standing trees, we divide the stem into the sections of the crown, dry branch, branch trace, and the clear part that has no marks of branch traces as shown in Fig. 4. And the variations of percentages of these divided parts of stem are analysed to induce the effects of growing conditions of this forest.

(3) The percentage of crown part in the stem is the maximum in the middle storey trees, and its percentage is in proportion to the height of tree on the lower story tree and inverse proportion to the height in the upper storey trees.

These tendencies are shown in Fig. 5.

(4) The percentages of the each part as dry branch, branch trace, and the clear part are the minimum in the middle storey trees, and in proportion to the height of trees in the upper storey trees, and inverse proportion to the height in the lower storey trees. These tendencies are shown in Fig. 6.

(5) The percentage of the sap wood in an annual ring is in proportion to the branch percents and in inverse proportion to the age of tree and the percentage of the part of dry branch.

(6) The growing tempo of heart wood is in proportion to the stem-diameter, but it is not so different between the group of normally grown trees and the lower storey trees, as shown in Fig. 12.

(7) The growing tempo of heart wood is in proportion to the age of tree in the lower (or middle) storey tree, but in inverse proportion in the upper storey trees.

(8) The growing tempo of heart wood is in proportion to the height slightly above ground in the lower storey tree, but on the upper storey tree this has the maximum value at the relative height of 65% of the total height of tree and in the regions beyond the both side this trending curve is decreases or increases as parting farther from this boundary height, and this boundary height of the upper storey trees corresponds to the critical height of the lower storey trees as shown in Fig. 14.

(9) The percentage of heart wood (number of annual ring of heart wood/ number in of annual ring in the same disk) gradually decreases with the increasing of the height above ground in the lower storey tree, but in the group of the upper storey trees the trending of this decrease becomes more remarkable, and so the changing point of trending curve exists at the relative height of 70—80% corresponding to the height of trees as shown in Fig. 15.

(10) The bark percents slightly increase in proportion to the breast height diameter in the group of upper or middle storey trees, but in the lower storey trees these transitions are more remarkable as shown in Fig. 16.

(11) The bark percents are in proportion to the age of trees, but these are somewhat irregular in the lower storey trees as shown in Fig. 17.

(12) The bark percents are in inverse proportion to the sap wood percents in the upper or middle storey trees but it seems that they are in proportional relations with each other in the lower storey trees as shown in Fig. 18.