

針広混交天然林における樹木の個体数と現存量の動態 ——北海道演習林前山保存林の事例——

山本博一*¹・梶 幹 男*²・芝野伸策*³・岡村行治*³
笠原久臣*³・道上昭夫*³・広川俊英*³

Dynamics of Population and Basal Area in a Mixed Forest with Coniferous and Broad-leaved Species —A Case Study of Large-scale and Long-term Observation Plot in the Tokyo University Forest in Hokkaido—

Hirokazu YAMAMOTO*¹, Mikio KAJI*², Shinsaku SHIBANO*³, Koji OKAMURA*³,
Hisaoami KASAHARA*³, Akio MICHIGAMI*³ and Toshihide HIROKAWA*³

1. は じ め に

東京大学北海道演習林（以下、「北演」と記す）には21箇所の多様なサイズの天然林が禁伐区域として保全されている。そのうちのひとつ、北海道中央部の代表的な亜寒帯林からなる前山保存林では標高別に50 m×50 mの固定試験地9箇所が設けられ、1974年以来、林分構造に関する情報収集を行ってきた。しかし、樹高が40 mを超える樹木の集団を一辺の長さが樹高と同程度の方形区で調査するのでは正しく把握できているとは考えにくい。

天然林の樹木は分布が均一でなく立地条件の影響を強く受けるので、その動態を把握するためには十分な個体数と現存量を含む区域の調査が必要である。また、樹木の寿命は非常に長く、外的環境の変化に対する反応速度が遅いため、長期的な継続調査によって成長・枯死・新規参入（以下、「進界」と記す）の状況をモニタリングしなければならない。北演における1981年の風害では358 haが連続している箇所もあり、亜寒帯林の虫害の場合はかなりの広がりになる可能性がある。また、大気汚染等による森林衰退もその原因が複合的なだけに、ある要因が限界点を過ぎると、樹木が大量枯死する恐れがある。亜寒帯林の場合、樹種数が少なく比較的安定した群集といえるが、森林衰退のようなタイプの攪乱に耐えられるかどうかは今後の研究課題であり、一定の広がりをもつフィールドを対象に長期間にわたる系統的な観測が必要である。また、希少種の出現や倒木発生頻度は不安定であるため、天然林の動態についての良質な情報は大面積の長期測定でしか得られない。

既存の固定試験地はそれぞれ異なる環境条件下にあり面積も十分でないため、筆者らは1992

*1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林

*1 University Forest in Chiba, Graduate School of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo

*2 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻

*2 Department of Environmental studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

*3 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林北海道演習林

*3 University Forest in Hokkaido, Graduate School of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo

年に前山保存林において新たに長期観測大面積プロットを設定した(山本ら, 1994)。

同齡単純林に比べて, 天然林の成長現象は複雑でその予測は困難である。しかし, 天然林を持続的に管理してゆくためには何らかの方法で将来の林分構造を予測し, 保残すべき木と伐採すべき木を峻別する必要がある。このため本報告では, 前山保存林の針広混交天然林における樹種間, 直径階間における成長の違いを評価することを目的として, 5年の間隔で測定した2回の調査結果をもとに樹木の個体数および現存量の変動を解析し, 天然林における成長量の配分について検討を加える。従来の成長解析は分散した多数の固定試験地の測定資料をもとに行われてきたが, 前山長期観測大面積プロットのような地形条件の連続した大面積プロットの測定資料をもとに行う成長解析は初めてである。

2. 調査プロットの概要

前山長期観測大面積プロットは北演の前山保存林内の中腹部よりやや低い場所にあり, 緯経度は北緯 $43^{\circ}18'22'' \sim 19'04''$, 東経 $142^{\circ}36'07'' \sim 36'25''$ である。プロットの大きさは南北 1,300 m, 東西 400 m である。50 m \times 50 m の 145 個の区画が連続し, 総面積 36.25 ha である。標高の最も低いところは北西角の湿地で 621.9 m, 最も高い所は南東角で 679.9 m, 標高差は僅か 58 m である。各区画の平均標高は 645 \sim 650 m が最も多く 26 個で 18% を占めている。8 方位に区分した斜面方位は, 西向きが 97 個で 67% を占め, 次いで南 18, 北西 12, 南西 12, 北 6 個で, 北東, 東, 南東の 3 方位の区画はない。傾斜は 5 \sim 10 度が最も多く 66 個で 46% を占め, 10 $^{\circ}$ 未満の区画が 64% あり, 全体として傾斜は緩やかである。このような地形条件が連続したプロットの成長経過を比較することによって, 環境の違いが樹木集団の成長パターンに与える影響を評価することができる。

調査プロットでは, 閉鎖林と疎開林の林内微気象の観測が 1992 年に開始された(仁多見ら, 1994)。観測項目は気温, 相対湿度, 風向, 風速である。年平均気温は閉鎖林で 3.5 度, 疎開林で 3.7 度, 最低気温は疎開林でのマイナス 16.1 度, 最高気温は疎開林での 27.3 度である。平均風速は 1 m/秒, 最も頻度の高い風向は南東であった。

調査プロットとその周辺で, 1937 年以前に材積伐採率 10% 以下の弱度の択伐が 1 ないし 2 回行われた(北演施業沿革簿より)。1972 年からは原生保存区に指定され伐採は行っていないが, 1981 年の台風被害およびその後のヤツバキクイムシの虫害により部分的なギャップが生じている。

3. 調査方法

調査プロット内の胸高直径 5.0 cm 以上の毎木につき直径テープを使用して胸高直径を mm 単位で測定し, 樹種を確認した。樹木の個体識別のため直径測定位置の下に釘打ちし, 個体番号を刻んだステンレス板(2 cm \times 5 cm)を銅線で結び, 同時に胸高直径測定位置(斜面上部地上高 1.3 m)に赤ペンキでマークした。樹幹に釘を打つことは樹種によって傷口から樹液を出すものやカールを創るものがあるので, 直径の測定部位の十分下に打つよう配慮した。1 回目の測定は, 1992 年 8 月 26 日 \sim 9 月 28 日と 1993 年 6 月 11 日 \sim 9 月 10 日に, 2 回目は 1998 年 9 月 7 日と 8 日に実行した(芝野ら, 2000)。1992 年の測定は当該年の成長がほぼ終了した時期になされており, 本報告では 2 回の測定期間の間隔は 5 成長期間であると見なすことにする。

4. 結果および考察

1) 個体数および直径分布形の変動

山本ら(1994)の報告では1回目の調査本数は24,921本であったが、2回目の調査により見落としの判明した27本を加え24,948本と修正し、期首の立木本数はhaあたり688本となる。2回目は25,028本で80本の増加であるが、その内訳は枯損木1,351本の減少に対して、胸高直径が5.0cm以上に成長した進界木1,431本の差である(表-1)。このうち針葉樹は207本の増加(年平均増加率0.356%)に対して広葉樹は127本の減少(年平均増加率-0.191%)であった。樹種別にみると、トドマツとシナノキの増加が著しく、タラノキ、オガラバナ、ナナカマド、ハウチワカエデ、コシアブラが大きく減少している。特に陽樹であるタラノキは99本から30本に減少している。また、優占樹種であるエゾマツが減少していることは今後の林分構造を予測する上で重要な変化である。

5成長期間中の枯損率は全体で5.42%、haあたり37.3本である。このうち広葉樹は全枯損木の70.4%を占めており、広葉樹の枯損率は7.14%で針葉樹の2倍以上である。全枯損木を直径階別にみると小径木ほど本数が多く、10cm未満で全体の56.4%を占め、枯損率はいずれも8%以上である。特に、広葉樹の5~7cmの直径階で10%を超え、エゾマツは8~9cmで枯損率が高い(表-2)。樹種別にはトドマツ、オガラバナ、シナノキ、エゾマツに100本を超える枯損が発生している。これらの樹種は総本数も多いため枯損本数が多くなっており、枯損率ではタラノキの77%、コシアブラの17%、オガラバナの14%が高い(表-1)。145の区画のうち7区画で枯損率が10%を超えているが特定の区域に集中せず分散しており、枯損率と個体数や現存量との相関は認められない。

進界木の34%をトドマツが占め、ほかにシナノキ、オガラバナの進界本数が多い。期首の個体数に対する進界木の比率である進界率は5.74%で枯損率より0.32ポイント高く、haあたり39.5本である。このうち広葉樹が57.6%を占めている。エゾマツは進界率が低く、トドマツの37%に止まっており、このことが個体数減少の原因となっている(表-1)。

トドマツ、エゾマツ、シナノキの上位3種の個体数占有率は59%から60%に増加の傾向が見られる。特に、トドマツは進界木が多いため占有率が0.8%増加している。

次に、林分構造を表現する重要な因子である直径分布形について考察する。歪度は天然林の特徴であるL型直径分布の程度を評価する有効な指標である。すなわち、歪度が大きいほど小径木の割合が多く、左に偏った強いL型分布である。全樹木の直径分布では歪度は3.90から3.68に減少しているが、樹種別にみると針葉樹は2.59から2.78に増加し、逆に、広葉樹は4.36から4.01に減少している。針葉樹のうち、トドマツは3.24から3.37に、エゾマツは1.20から1.32に増加しているのに対して、広葉樹はシナノキでは4.27から3.93に、ダケカンパでは3.84から3.29に、オガラバナでは5.51から5.23に、それぞれ減少している。以上のことから歪度の増加している針葉樹では進界木が多く、かつ直径上位木の成長速度が速いため、分布が左に偏り、歪度が減少している広葉樹では進界率よりも小径木の枯損率が高く、かつ直径上位木と下位木との成長速度の差が針葉樹より小さいためL型分布が崩れていると考えられる(表-3)。例えば、針葉樹のエゾマツの30cm以上の直径階では年平均直径成長が2.98mmで、10cm未満の1.38mmの2.2倍あり、直径上位木ほど成長速度が速い。これに対して広葉樹のシナノキでは、最も成長

表-1 樹種別個体数変動
Table 1. The population dynamics of tree species.

| 樹種別 | Species | 個体数 population | | | | | 増減 increase | 粗成長量 評価対象 | % 枯損率 mortality | % 進界率 ingrowth ratio |
|------------|---|----------------|------------|------------|------------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|
| | | 総数 total | 第1回 1st | 第2回 2nd | 枯損木 mortality | 進界木 ingrowth | | | | |
| トドマツ | <i>Abies sachalinensis</i> | 7,410 | 6,924 | 7,146 | 264 | 486 | 222 | 6,660 | 3.81 | 7.02 |
| エゾマツ | <i>Picea jezoensis</i> | 4,438 | 4,325 | 4,311 | 127 | 113 | -14 | 4,198 | 2.94 | 2.61 |
| シナノキ | <i>Tilia japonica</i> | 3,729 | 3,479 | 3,572 | 157 | 250 | 93 | 3,322 | 4.51 | 7.19 |
| オガラバナ | <i>Acer ukurunduense</i> | 2,053 | 1,842 | 1,799 | 254 | 211 | -43 | 1,588 | 13.79 | 11.45 |
| ダケカンバ | <i>Betula ermanii</i> | 1,659 | 1,589 | 1,590 | 69 | 70 | 1 | 1,520 | 4.34 | 4.41 |
| シウリザクラ | <i>Padus ssiiori</i> | 1,359 | 1,312 | 1,304 | 55 | 47 | -8 | 1,257 | 4.19 | 3.58 |
| ハウチワカエデ | <i>Acer japonicum</i> | 1,049 | 1,006 | 979 | 70 | 43 | -27 | 936 | 6.96 | 4.27 |
| オヒョウ | <i>Ulmus laciniata</i> | 979 | 939 | 946 | 33 | 40 | 7 | 906 | 3.51 | 4.26 |
| ナナカマド | <i>Sorbus commixta</i> | 906 | 875 | 843 | 63 | 31 | -32 | 812 | 7.20 | 3.54 |
| イタヤカエデ類 | <i>Acer spp.</i> | 878 | 844 | 845 | 33 | 34 | 1 | 811 | 3.91 | 4.03 |
| アカエゾマツ | <i>Picea glehnii</i> | 316 | 309 | 311 | 5 | 7 | 2 | 304 | 1.62 | 2.27 |
| ハリギリ | <i>Kalopanax pictus</i> | 305 | 286 | 290 | 15 | 19 | 4 | 271 | 5.24 | 6.64 |
| コシアブラ | <i>Acanthopanax sciadophylloides</i> | 250 | 237 | 210 | 40 | 13 | -27 | 197 | 16.88 | 5.49 |
| ヒロハノキハダ | <i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i> | 204 | 195 | 183 | 21 | 9 | -12 | 174 | 10.77 | 4.62 |
| ノリウツギ | <i>Hydrangea paniculata</i> | 144 | 132 | 132 | 12 | 12 | 0 | 120 | 9.09 | 9.09 |
| タラノキ | <i>Aralia elata</i> | 106 | 99 | 30 | 76 | 7 | -69 | 23 | 76.77 | 7.07 |
| ミヤマザクラ | <i>Cerasus maximowiczii</i> | 93 | 87 | 83 | 10 | 6 | -4 | 77 | 11.49 | 6.90 |
| イチイ | <i>Taxus cuspidata</i> | 69 | 68 | 65 | 4 | 1 | -3 | 64 | 5.88 | 1.47 |
| ヤチダモ | <i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> | 65 | 55 | 60 | 5 | 10 | 5 | 50 | 9.09 | 18.18 |
| ウダイカンバ | <i>Betula maximowicziana</i> | 56 | 50 | 52 | 4 | 6 | 2 | 46 | 8.00 | 12.00 |
| ホオノキ | <i>Mongolica obovata</i> | 55 | 51 | 52 | 3 | 4 | 1 | 48 | 5.88 | 7.84 |
| ケヤマハンノキ | <i>Alnus hirsuta</i> | 47 | 46 | 44 | 3 | 1 | -2 | 43 | 6.52 | 2.17 |
| バッコヤナギ | <i>Salix bakko</i> | 41 | 41 | 34 | 7 | 0 | -7 | 34 | 17.07 | 0.00 |
| ツリバナ類 | <i>Euonymus spp.</i> | 38 | 37 | 29 | 9 | 1 | -8 | 28 | 24.32 | 2.70 |
| アズキナン | <i>Sorbus alnifolia</i> | 26 | 26 | 25 | 1 | 0 | -1 | 25 | 3.85 | 0.00 |
| オノエヤナギ | <i>Salix sachalinensis</i> | 22 | 22 | 18 | 4 | 0 | -4 | 18 | 18.18 | 0.00 |
| ムシカリ | <i>Viburnum furcatum</i> | 22 | 18 | 19 | 3 | 4 | 1 | 15 | 16.67 | 22.22 |
| キタコブシ | <i>Magnolia praecocissima</i> var. <i>borealis</i> | 19 | 17 | 18 | 1 | 2 | 1 | 16 | 5.88 | 11.76 |
| ミズナラ | <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> | 18 | 17 | 18 | 0 | 1 | 1 | 17 | 0.00 | 5.88 |
| オオバボダイジュ | <i>Tilia maximowicziana</i> | 8 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0.00 | 0.00 |
| ハシドイ | <i>Syringa reticulata</i> | 4 | 4 | 3 | 1 | 0 | -1 | 3 | 25.00 | 0.00 |
| オオモミジ | <i>Acer palmatum</i> var. <i>amoenum</i> | 4 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.00 | 100.00 |
| エゾニワトコ | <i>Sambucus racemosa</i> subsp. <i>kamtschatica</i> | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | 2 | 33.33 | 0.00 |
| ハルニレ | <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| チョウセンヤマナラシ | <i>Populus tremula</i> var. <i>davidiana</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| ミズキ | <i>Cornus controversa</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | -1 | 0 | 100.00 | 0.00 |
| 樹種不明 | unknown | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 総計 | total trees | 26,379 | 24,948 | 25,028 | 1,351 | 1,431 | 80 | 23,597 | 5.42 | 5.74 |
| 針葉樹 | coniferous trees | 12,233 | 11,626 | 11,833 | 400 | 607 | 207 | 11,226 | 3.44 | 5.22 |
| 広葉樹 | broad-leaved trees | 14,146 | 13,322 | 13,195 | 951 | 824 | -127 | 12,371 | 7.14 | 6.19 |

表-1 つづき
Table 1. Continued

| 樹種別 | Species | 個体数 population | | | | | 増減 increase | 粗成長量 評価対象 mortality | % 枯損率 mortality | % 進界率 ingrowth ratio |
|---------------------------------|----------------------------|----------------|------------|------------|------------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | | 総数 total | 第1回 1st | 第2回 2nd | 枯損木 mortality | 進界木 ingrowth | | | | |
| (構成比%) tree species composition | | | | | | | | | | |
| 針葉樹 | coniferous trees | 46.4 | 46.6 | 47.3 | 29.6 | 42.4 | 0.7 | 47.6 | | |
| 広葉樹 | broad-leaved trees | 53.6 | 53.4 | 52.7 | 70.4 | 57.6 | -0.7 | 52.4 | | |
| トドマツ | <i>Abies sachalinensis</i> | 28.1 | 27.8 | 28.6 | 19.5 | 34.0 | 0.8 | 28.2 | | |
| エゾマツ | <i>Picea jezoensis</i> | 16.8 | 17.3 | 17.2 | 9.4 | 7.9 | -0.1 | 17.8 | | |
| シナノキ | <i>Tilia japonica</i> | 14.1 | 13.9 | 14.3 | 11.6 | 17.5 | 0.3 | 14.1 | | |
| ダケカンバ | <i>Betula ermanii</i> | 6.3 | 6.4 | 6.4 | 5.1 | 4.9 | 0.0 | 6.4 | | |
| オガラバナ | <i>Acer ukurunduense</i> | 7.8 | 7.4 | 7.2 | 18.8 | 14.7 | -0.2 | 6.7 | | |
| シウリザクラ | <i>Padus ssiori</i> | 5.2 | 5.3 | 5.2 | 4.1 | 3.3 | 0.0 | 5.3 | | |
| オヒョウ | <i>Ulmus laciniata</i> | 3.7 | 3.8 | 3.8 | 2.4 | 2.8 | 0.0 | 3.8 | | |

イタヤカエデ類にはエゾイタヤとアカイタヤを含む
ツリバナ類にはオオツリバナとヒロハツリバナを含む

表-2 樹種別・直径階別枯損率
Table 2. The mortality of tree species by diameter class.

| 直径階 diameter class | 全体 total | 針葉樹 coniferous trees | 広葉樹 broad-leaved trees | トドマツ <i>Abies sachalinensis</i> | エゾマツ <i>Picea jezoensis</i> | シナノキ <i>Tilia japonica</i> |
|-----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------|
| cm | % | % | % | % | % | % |
| 5 | 9.04 | 4.03 | 11.23 | 3.92 | 4.88 | 6.94 |
| 6 | 8.23 | 4.25 | 10.01 | 2.92 | 8.18 | 6.16 |
| 7 | 8.32 | 3.48 | 10.65 | 3.24 | 4.65 | 8.26 |
| 8 | 8.16 | 7.16 | 8.63 | 4.83 | 14.68 | 10.91 |
| 9 | 8.07 | 6.86 | 8.72 | 5.24 | 9.91 | 6.47 |
| 10 | 6.69 | 2.06 | 9.08 | 1.74 | 3.16 | 3.70 |
| 11 | 6.72 | 4.91 | 7.82 | 3.90 | 7.07 | 5.93 |
| 12 | 5.56 | 4.07 | 6.55 | 4.60 | 2.78 | 2.33 |
| 13 | 5.12 | 3.20 | 6.59 | 4.49 | 1.09 | 3.95 |
| 14 | 5.85 | 4.17 | 7.05 | 3.82 | 5.21 | 7.32 |
| 15 | 3.24 | 4.07 | 2.65 | 3.92 | 3.49 | 2.82 |
| 16 | 3.16 | 2.21 | 3.93 | 0.81 | 4.21 | 1.79 |
| 17 | 4.39 | 2.98 | 5.54 | 2.88 | 3.45 | 2.78 |
| 18 | 4.15 | 3.02 | 5.02 | 3.92 | 2.22 | 3.28 |
| 19 | 4.00 | 3.40 | 4.57 | 3.51 | 3.61 | 2.04 |
| 20 | 4.68 | 4.07 | 5.16 | 7.87 | 0.00 | 5.36 |
| 21 | 3.35 | 4.12 | 2.58 | 5.26 | 2.56 | 2.13 |
| 22 | 3.32 | 1.03 | 5.58 | 0.00 | 2.53 | 2.13 |
| 23 | 1.45 | 0.55 | 2.48 | 0.00 | 1.25 | 0.00 |
| 24 | 2.81 | 2.67 | 2.96 | 4.30 | 0.00 | 2.78 |
| 25 | 1.04 | 1.96 | 0.00 | 3.49 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | 1.31 | 0.00 | 2.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | 3.15 | 3.47 | 2.78 | 3.19 | 4.00 | 0.00 |
| 28 | 2.76 | 0.77 | 4.84 | 1.54 | 0.00 | 5.56 |
| 29 | 2.51 | 1.36 | 3.79 | 1.09 | 1.92 | 3.57 |
| 30 | 4.05 | 5.23 | 2.13 | 5.49 | 5.17 | 0.00 |

表-2 つづき
Table 2. Continued

| 直径階 diameter class | 全体 total | 針葉樹 coniferous trees | 広葉樹 broad-leaved trees | トドマツ <i>Abies</i> <i>sachalinensis</i> | エゾマツ <i>Picea</i> <i>jezoensis</i> | シナノキ <i>Tilia japonica</i> |
|-----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|--|--|-------------------------------|
| 31 | 2.24 | 1.84 | 2.86 | 1.10 | 2.86 | 3.03 |
| 32 | 2.36 | 2.03 | 2.83 | 3.53 | 0.00 | 2.78 |
| 33 | 1.20 | 0.65 | 2.11 | 0.00 | 1.72 | 2.78 |
| 34 | 1.25 | 0.65 | 2.35 | 0.00 | 1.61 | 0.00 |
| 35 | 2.82 | 3.03 | 2.41 | 4.26 | 1.49 | 5.56 |
| 36 | 2.17 | 1.35 | 3.66 | 2.17 | 0.00 | 3.23 |
| 37 | 0.85 | 1.27 | 0.00 | 2.41 | 0.00 | 0.00 |
| 38 | 0.98 | 1.33 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 0.00 |
| 39 | 3.11 | 2.92 | 3.57 | 3.80 | 1.85 | 3.57 |
| 40 | 3.67 | 5.03 | 0.00 | 8.25 | 0.00 | 0.00 |
| 41 | 1.57 | 2.48 | 0.00 | 2.56 | 2.50 | 0.00 |
| 42 | 3.66 | 4.20 | 2.22 | 6.90 | 1.82 | 0.00 |
| 43 | 2.18 | 2.92 | 0.00 | 3.81 | 0.00 | 0.00 |
| 44 | 0.53 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 1.52 | 0.00 |
| 45 | 2.27 | 3.01 | 0.00 | 4.94 | 0.00 | 0.00 |
| 46 | 3.16 | 3.62 | 1.92 | 5.71 | 1.56 | 0.00 |
| 47 | 3.26 | 4.05 | 0.00 | 6.74 | 0.00 | 0.00 |
| 48 | 2.12 | 2.70 | 0.00 | 2.56 | 3.13 | 0.00 |
| 49 | 2.67 | 3.33 | 0.00 | 3.95 | 0.00 | 0.00 |
| 50 | 3.33 | 2.65 | 5.41 | 4.76 | 0.00 | 0.00 |
| 51 | 3.61 | 4.65 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 0.00 |
| 52 | 2.26 | 2.78 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 |
| 53 | 2.88 | 1.82 | 6.90 | 3.57 | 0.00 | 0.00 |
| 54 | 5.00 | 6.31 | 0.00 | 8.70 | 0.00 | 0.00 |
| 55 | 2.70 | 3.26 | 0.00 | 6.12 | 0.00 | 0.00 |
| 56 | 1.98 | 2.50 | 0.00 | 2.63 | 2.44 | 0.00 |
| 57 | 4.30 | 5.00 | 0.00 | 8.70 | 0.00 | 0.00 |

表-3 期首直径階別年平均直径成長量
Table 3. The annual diameter increment by diameter class.

単位; mm/yr.

| 樹種 | species | 期首直径 diameter class | | | | | Average | |
|-------|----------------------------|---------------------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|--------|
| | | ~10 cm | 10-20 cm | 20-30 cm | 30-40 cm | 40-50 cm | | 50 cm- |
| トドマツ | <i>Abies sachalinensis</i> | 1.91 | 2.07 | 2.75 | <u>3.09</u> | 2.92 | 3.00 | 2.44 |
| エゾマツ | <i>Picea jezoensis</i> | 1.38 | 1.61 | 2.22 | 2.96 | 2.98 | <u>2.99</u> | 2.30 |
| シナノキ | <i>Tilia japonica</i> | 1.91 | 1.98 | 2.43 | <u>2.69</u> | 2.16 | 1.96 | 2.08 |
| ダケカンバ | <i>Betula ermanii</i> | 1.69 | 2.65 | 3.38 | <u>3.51</u> | 2.79 | 2.09 | 2.39 |
| オガラバナ | <i>Acer ukurunduense</i> | 1.41 | 1.39 | <u>1.60</u> | — | — | — | 1.40 |

の良い30~40 cmの直径階では2.69 mmで、10 cm未満の直径階の1.91 mmの1.41倍であり、40 cm以上の直径上位木は2 mm前後で中位木より成長速度が低く、下位木とほぼ同じ速度である。このため直径分布が左に偏る程度が弱くなっている。

2) 現存量の変動

樹木の現存量を的確に示す指標は幹材積であるが、本調査では樹高測定を行っていないため、胸高断面積合計（以下「BA」と記す）を現存量の指標とする（表-4）。

調査プロット全体のBAは期首の1434.28 m²が期末には1477.83 m²となり、BA純成長量は43.55 m²である。haあたりの純成長は1.20 m²、純成長率は3.04%である。BA純成長量の内訳はBA粗成長量、枯損木BA、進界木BAで、それぞれ86.95 m²、47.05 m²、3.65 m²である。期首における針葉樹：広葉樹のBA比率は66:34で、個体数比率の47:53とは逆転している。BA粗成長量は67:33で、BA純成長量でも64:36とほぼ期首の現存量に比例しているが、これを樹種別にみると個体数とは異なる傾向が見られる（図-1）。すなわち、エゾマツはトドマツよりBA純成長量が多い。これは枯損量の差によるもので、トドマツは期首現存量の4.9%の枯損発生があるのに対して、エゾマツの枯損は1.9%にとどまっている。このため、BA純成長量はトドマツ10.27 m²に対してエゾマツは16.74 m²である。トドマツは粗成長量では総成長の37.0%を占めているにも拘わらず、純成長では23.6%に止まり、エゾマツの38.4%を下回っている。これは枯損木BAの49.2%をトドマツが占めているためである。枯損木全体の平均胸高直径が15.0 cmであるのに対して、針葉樹枯損木の平均直径は大きく、なかでもトドマツは27.0 cmで、エゾマツの20.8 cmを大きく上回っている。広葉樹ではダケカンバ、オヒョウ、ヒロハノキハダ、アズキナシは粗成長率が高く、かつ、枯損木BAが相対的に小さいために純成長率が高くなり、期末におけるBA占有率を増加させている。これに対して風害によって生じたギャップに展開していた広葉樹のうち陽樹であるオガラバナ、ハウチワカエデ、ウダイカンバ、タラノキなどがマイナスのBA純成長量を示している。広葉樹のうちで最も期首BAの大きいシナノキは粗成長率が相対的に低く、かつ、枯損木BAが大きいいため、BAの純成長率が比較的低い。

トドマツ、エゾマツ、シナノキの上位3種のBA占有率は79.5%から79.4%でほとんど変化はなく、針葉樹と広葉樹の割合にも変化はない。これは個体数の変動が主に小径木クラスの増減であるためである。

BA粗成長量の総計は86.95 m²で期首BAの6.06%である。期首現存量上位10種の中ではダケカンバ、ハリギリ、オヒョウの粗成長率が高く7%を超えている。トドマツの粗成長率は6.77%でエゾマツより高く、シナノキが4.49%で最も低い。しかし、直径階によって成長率に大きな差があるため直径分布の違いを踏まえて考察を加える必要がある。

3) 成長量の配分

どの樹種がどの直径階で粗成長量を獲得しているのか、また、期首現存量に対して粗成長量の比率が大きいのはどの樹種のどの直径階であるか、BA成長を指標として評価する（表-5）。期首BAを直径階別にみると、41~50 cmが最も多く、51~60 cm、31~40 cmの順であり、これら3直径階で全現存量の57%を占める。BA粗成長量は針葉樹が67%を占めているが、なかでもトドマツ41~50 cmが最も多く、次いでトドマツ31~40 cm、エゾマツ41~50 cm、トドマツ51

表-4 樹種別胸高断面積合計の推移
Table 4. The change of basal area by species.

| 樹種名 | Species | 胸高断面積合計; m ² | | | | | 第2回 2nd | 純成長量 net increment | 純成長率 ratio of net increment |
|------------|---|-------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------------|------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | | 第1回 1st | 粗成長量 gross increment | 枯損木 mortality | 進界木 ingrowth | 第1回 1st | | | |
| トドマツ | <i>Abies sachalinensis</i> | 474.650 | 32.137 | 23.123 | 1.254 | 484.918 | 10.268 | 2.16 | |
| エゾマツ | <i>Picea jezoensis</i> | 444.363 | 24.874 | 8.424 | 0.291 | 461.104 | 16.741 | 3.77 | |
| シナノキ | <i>Tilia japonica</i> | 221.362 | 9.935 | 4.946 | 0.640 | 226.991 | 5.629 | 2.54 | |
| ダケカンバ | <i>Betula ermanii</i> | 65.714 | 5.009 | 0.819 | 0.181 | 70.085 | 4.371 | 6.65 | |
| オホショウ | <i>Ulmus laciniata</i> | 53.154 | 3.744 | 0.843 | 0.111 | 56.165 | 3.011 | 5.67 | |
| イタヤカエデ類 | <i>Acer</i> spp. | 34.087 | 1.956 | 0.601 | 0.090 | 35.531 | 1.444 | 4.24 | |
| シウリザクラ | <i>Padus ssiiori</i> | 29.782 | 1.706 | 0.955 | 0.123 | 30.655 | 0.873 | 2.93 | |
| アカエゾマツ | <i>Picea glehnii</i> | 21.789 | 1.307 | 0.585 | 0.016 | 22.527 | 0.738 | 3.39 | |
| ハリギリ | <i>Kalopanax pictus</i> | 19.019 | 1.348 | 0.444 | 0.045 | 19.967 | 0.949 | 4.99 | |
| ナナカマド | <i>Sorbus commixta</i> | 15.259 | 1.328 | 1.026 | 0.074 | 15.634 | 0.375 | 2.46 | |
| オガラバナ | <i>Acer ukurunduense</i> | 13.222 | 1.011 | 1.862 | 0.515 | 12.886 | -0.336 | -2.54 | |
| ハウチワカエデ | <i>Acer japonica</i> | 9.248 | 0.348 | 0.649 | 0.104 | 9.052 | -0.197 | -2.13 | |
| ヒロハノキハダ | <i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i> | 6.168 | 0.640 | 0.208 | 0.021 | 6.621 | 0.453 | 7.34 | |
| コシアブラ | <i>Acanthopanax sciadophylloides</i> | 4.074 | 0.270 | 0.572 | 0.035 | 3.806 | -0.267 | -6.56 | |
| ヤチダモ | <i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> | 3.534 | 0.256 | 0.152 | 0.026 | 3.663 | 0.130 | 3.68 | |
| ミズナラ | <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> | 3.357 | 0.142 | 0.000 | 0.002 | 3.501 | 0.144 | 4.29 | |
| ミヤマザクラ | <i>Cerasus maximowiczii</i> | 3.343 | 0.178 | 0.443 | 0.020 | 3.098 | -0.245 | -7.33 | |
| イチイ | <i>Taxus cuspidata</i> | 3.112 | 0.139 | 0.044 | 0.004 | 3.211 | 0.099 | 3.18 | |
| ウダイカンバ | <i>Betula maximowicziana</i> | 3.021 | 0.209 | 0.736 | 0.015 | 2.510 | -0.511 | -16.91 | |
| ホオノキ | <i>Mongolica obovata</i> | 1.269 | 0.094 | 0.104 | 0.010 | 1.270 | 0.000 | 0.00 | |
| ケヤマハンノキ | <i>Alnus hirsuta</i> | 1.095 | 0.095 | 0.016 | 0.003 | 1.178 | 0.083 | 7.59 | |
| アズキナシ | <i>Sorbus alnifolia</i> | 0.797 | 0.081 | 0.005 | 0.000 | 0.873 | 0.076 | 9.52 | |
| バッコヤナギ | <i>Salix bakko</i> | 0.637 | 0.040 | 0.083 | 0.000 | 0.595 | -0.043 | -6.69 | |
| ノリウツギ | <i>Hydrangea paniculata</i> | 0.512 | 0.022 | 0.039 | 0.032 | 0.526 | 0.014 | 2.83 | |
| キタコブシ | <i>Magnolia praecoccissima</i> var. <i>borealis</i> | 0.406 | 0.021 | 0.004 | 0.005 | 0.429 | 0.022 | 5.52 | |
| タラノキ | <i>Aralia elata</i> | 0.359 | 0.015 | 0.292 | 0.019 | 0.100 | -0.258 | -72.08 | |
| オノエヤナギ | <i>Salix sachalinensis</i> | 0.329 | 0.016 | 0.016 | 0.000 | 0.329 | 0.000 | 0.04 | |
| オオバボダイジュ | <i>Tilia maximowicziana</i> | 0.320 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.341 | 0.021 | 6.47 | |
| ツリバナ類 | <i>Euonymus</i> spp. | 0.151 | 0.002 | 0.028 | 0.002 | 0.128 | -0.024 | -15.68 | |
| ムシカリ | <i>Viburnum furcatum</i> | 0.049 | 0.001 | 0.006 | 0.008 | 0.053 | 0.003 | 6.37 | |
| ハシドイ | <i>Syringa reticulata</i> | 0.032 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.019 | -0.013 | -40.00 | |
| ハルニレ | <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> | 0.026 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.029 | 0.003 | 11.29 | |
| オオモミジ | <i>Acer palmatum</i> var. <i>amoenum</i> | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.026 | 0.004 | 20.30 | |
| エゾニワトコ | <i>Sambucus racemosa</i> subsp. <i>kamtschatica</i> | 0.011 | 0.001 | 0.005 | 0.000 | 0.007 | -0.005 | -40.28 | |
| チョウセンヤマナラシ | <i>Populus tremula</i> var. <i>davidiana</i> | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 11.93 | |
| ミズキ | <i>Cornus controversa</i> | 0.003 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | -0.003 | -100.00 | |
| 樹種不明 | unknown | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | | |
| 総計 | total trees | 1,434.280 | 86.949 | 47.047 | 3.652 | 1,477.834 | 43.554 | 3.04 | |
| 針葉樹 | coniferous trees | 943.915 | 58.457 | 32.177 | 1.565 | 971.761 | 27.846 | 2.95 | |
| 広葉樹 | broad-leaved trees | 490.365 | 28.491 | 14.870 | 2.087 | 506.073 | 15.708 | 3.20 | |

表-4 つづき
Table 4. Continued

| 樹種名 | Species | 胸高断面積合計; m ² | | | | | 第2回 2nd | 純成長量 net increment | % 純成長率 ratio of net increment |
|---------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------|------------|--------------------------|--|
| | | 第1回 1st | 粗成長量 gross increment | 枯損木 mortality | 進界木 ingrowth | | | | |
| (構成比%) | species composition | A | B | C | D | E | F | F/A | |
| 針葉樹 | coniferous trees | 65.8 | 67.2 | 68.4 | 42.9 | 65.8 | 63.9 | 0.97 | |
| 広葉樹 | broad-leaved trees | 34.2 | 32.8 | 31.6 | 57.1 | 34.2 | 36.1 | 1.05 | |
| トドマツ | <i>Abies sachalinensis</i> | 33.1 | 37.0 | 49.1 | 34.3 | 32.8 | 23.6 | 0.71 | |
| エゾマツ | <i>Picea jezoensis</i> | 31.0 | 28.6 | 17.9 | 8.0 | 31.2 | 38.4 | 1.24 | |
| シナノキ | <i>Tilia japonica</i> | 15.4 | 11.4 | 10.5 | 17.5 | 15.4 | 12.9 | 0.84 | |
| ダケカンバ | <i>Betula ermanii</i> | 4.6 | 5.8 | 1.7 | 5.0 | 4.7 | 10.0 | 2.19 | |
| オヒョウ | <i>Ulmus laciniata</i> | 3.7 | 4.3 | 1.8 | 3.0 | 3.8 | 6.9 | 1.87 | |
| イタヤカエデ類 | <i>Acer spp.</i> | 2.4 | 2.2 | 1.3 | 2.5 | 2.4 | 3.3 | 1.01 | |
| シウリザクラ | <i>Padus ssiiori</i> | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 3.4 | 2.1 | 2.0 | 0.97 | |

注) F/A は期首断面積合計の樹種別構成比に対する、純成長量構成比の割合である

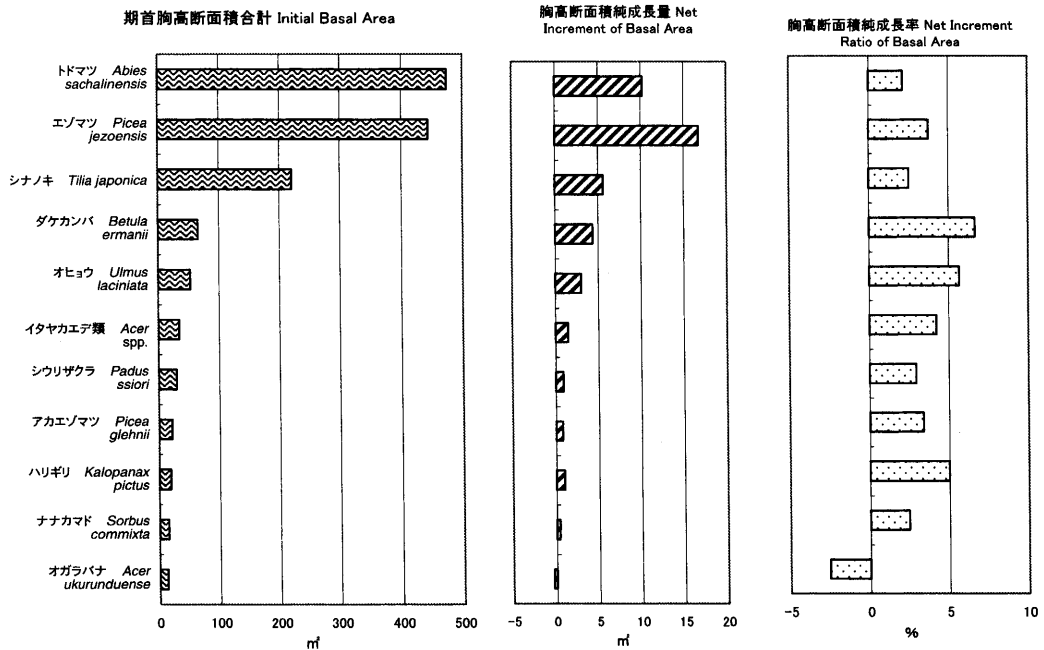


図-1 期首胸高断面積合計と純成長量、純成長率
Fig. 1. The Initial Basal Area and its Net Increment Percent.

表-5 樹種別・直径階別胸高断面積及び粗成長量・粗成長率
 Table 5. The gross growth rate of Basal Area by species and diameter class.

| 期首胸高断面積合計 m ² /ha (粗成長評価対象木のみ) | | | | | | | | |
|---|---------------|----------------------------|------------------------------|--|--|---|--|--|
| 期首直径階 diameter class | 総数 total | 針葉樹 coniferous trees | 広葉樹 broad-leaved trees | トドマツ <i>Abies</i> <i>sachalinensis</i> | エゾマツ <i>Picea</i> <i>jezoensis</i> | シナノキ <i>Tilia</i> <i>japonica</i> | ダケカンバ <i>Betula</i> <i>ermanii</i> | オヒョウ <i>Ulmus</i> <i>laciniata</i> |
| 5~10 cm | 1.11 | 0.38 | 0.74 | 0.27 | 0.09 | 0.17 | 0.08 | 0.03 |
| 11~20 cm | 2.87 | 1.26 | 1.61 | 0.72 | 0.49 | 0.37 | 0.22 | 0.12 |
| 21~30 cm | 4.32 | 2.33 | 1.99 | 1.30 | 0.96 | 0.56 | 0.29 | 0.21 |
| 31~40 cm | 6.37 | 4.23 | <u>2.14</u> | 2.43 | 1.66 | 0.86 | 0.25 | <u>0.33</u> |
| 41~50 cm | <u>8.04</u> | <u>6.02</u> | 2.02 | <u>3.38</u> | 2.50 | <u>1.00</u> | <u>0.31</u> | 0.29 |
| 51~60 cm | 7.48 | 5.94 | 1.54 | 3.01 | <u>2.82</u> | 0.88 | 0.21 | 0.25 |
| 61~70 cm | 4.60 | 3.47 | 1.13 | 1.11 | 2.28 | 0.65 | 0.19 | 0.14 |
| 71 cm~ | 3.48 | 1.54 | 1.94 | 0.24 | 1.22 | 1.48 | 0.24 | 0.07 |
| Total | 38.27 | 25.15 | 13.12 | 12.46 | 12.03 | 5.97 | 1.79 | 1.44 |
| 胸高断面積粗成長量 m ² /ha/yr. | | | | | | | | |
| 期首直径階 diameter class | 総数 total | 針葉樹 coniferous trees | 広葉樹 broad-leaved trees | トドマツ <i>Abies</i> <i>sachalinensis</i> | エゾマツ <i>Picea</i> <i>jezoensis</i> | シナノキ <i>Tilia</i> <i>japonica</i> | ダケカンバ <i>Betula</i> <i>ermanii</i> | オヒョウ <i>Ulmus</i> <i>laciniata</i> |
| 5~10 cm | 0.0408 | 0.0155 | 0.0253 | 0.0122 | 0.0028 | 0.0075 | 0.0033 | 0.0017 |
| 11~20 cm | 0.0604 | 0.0271 | 0.0333 | 0.0177 | 0.0085 | 0.0077 | 0.0072 | 0.0035 |
| 21~30 cm | 0.0760 | 0.0422 | <u>0.0338</u> | 0.0265 | 0.0146 | 0.0097 | <u>0.0076</u> | 0.0045 |
| 31~40 cm | <u>0.0966</u> | 0.0673 | 0.0293 | 0.0396 | 0.0261 | <u>0.0116</u> | 0.0048 | <u>0.0048</u> |
| 41~50 cm | 0.0898 | <u>0.0722</u> | 0.0175 | <u>0.0405</u> | <u>0.0301</u> | 0.0078 | 0.0028 | 0.0034 |
| 51~60 cm | 0.0681 | <u>0.0593</u> | 0.0088 | <u>0.0295</u> | <u>0.0288</u> | 0.0046 | 0.0010 | 0.0019 |
| 61~70 cm | 0.0326 | 0.0285 | 0.0041 | 0.0094 | 0.0184 | 0.0024 | 0.0003 | 0.0005 |
| 71 cm~ | 0.0154 | 0.0103 | 0.0051 | 0.0018 | 0.0080 | 0.0035 | 0.0006 | 0.0004 |
| Total | 0.4797 | 0.3225 | 0.1572 | 0.1773 | 0.1372 | 0.0548 | 0.0276 | 0.0207 |
| 胸高断面積粗成長構成比 % | | | | | | | | |
| 期首直径階 diameter class | 総数 total | 針葉樹 coniferous trees | 広葉樹 broad-leaved trees | トドマツ <i>Abies</i> <i>sachalinensis</i> | エゾマツ <i>Picea</i> <i>jezoensis</i> | シナノキ <i>Tilia</i> <i>japonica</i> | ダケカンバ <i>Betula</i> <i>ermanii</i> | オヒョウ <i>Ulmus</i> <i>laciniata</i> |
| 5~10 cm | 8.51 | 3.24 | 5.28 | 2.55 | 0.58 | 1.55 | 0.68 | 0.36 |
| 11~20 cm | 12.58 | 5.64 | 6.94 | 3.69 | 1.77 | 1.61 | 1.51 | 0.72 |
| 21~30 cm | 15.85 | 8.80 | <u>7.05</u> | 5.53 | 3.04 | 2.01 | <u>1.58</u> | 0.93 |
| 31~40 cm | <u>20.14</u> | 14.04 | 6.10 | 8.26 | 5.44 | <u>2.43</u> | 1.00 | <u>1.01</u> |
| 41~50 cm | 18.71 | <u>15.06</u> | 3.65 | <u>8.44</u> | <u>6.28</u> | 1.63 | 0.58 | 0.70 |
| 51~60 cm | 14.20 | 12.36 | 1.83 | 6.16 | 6.00 | 0.97 | 0.21 | 0.39 |
| 61~70 cm | 6.80 | 5.95 | 0.85 | 1.95 | 3.83 | 0.50 | 0.06 | 0.11 |
| 71 cm~ | 3.21 | 2.15 | 1.06 | 0.38 | 1.67 | 0.73 | 0.13 | 0.08 |
| Total | 100.00 | 67.23 | 32.77 | 36.96 | 28.61 | 11.43 | 5.76 | 4.31 |

表-5 つづき
Table 5. Continued

| 胸高断面積粗成長 %/yr. | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|--|--|---|--|--|
| 期首直径階 diameter class | 総数 total | 針葉樹 coniferous trees | 広葉樹 broad-leaved trees | トドマツ <i>Abies</i> <i>sachalinensis</i> | エゾマツ <i>Picea</i> <i>jezoensis</i> | シナノキ <i>Tilia</i> <i>japonica</i> | ダケカンバ <i>Betula</i> <i>ermanii</i> | オヒョウ <i>Ulmus</i> <i>laciniata</i> |
| 5~10 cm | 3.66 | 4.13 | 3.43 | 4.59 | 2.94 | 4.51 | 3.86 | 4.97 |
| 11~20 cm | 2.11 | 2.15 | 2.07 | 2.46 | 1.73 | 2.07 | 3.36 | 2.77 |
| 21~30 cm | 1.76 | 1.81 | 1.70 | 2.05 | 1.51 | 1.72 | 2.66 | 2.12 |
| 31~40 cm | 1.52 | 1.59 | 1.37 | 1.63 | 1.57 | 1.36 | 1.93 | 1.48 |
| 41~50 cm | 1.12 | 1.20 | 0.87 | 1.20 | 1.20 | 0.78 | 0.90 | 1.17 |
| 51~60 cm | 0.91 | 1.00 | 0.57 | 0.98 | 1.02 | 0.53 | 0.48 | 0.76 |
| 61~70 cm | 0.71 | 0.82 | 0.36 | 0.84 | 0.81 | 0.37 | 0.16 | 0.37 |
| 71 cm~ | 0.44 | 0.67 | 0.26 | 0.77 | 0.66 | 0.23 | 0.25 | 0.60 |
| Total | 1.25 | 1.28 | 1.20 | 1.42 | 1.14 | 0.92 | 1.54 | 1.43 |

~60 cm, エゾマツ 51~60 cm の順で, この 5 直径階で全粗成長量の 35% を占める。広葉樹では粗成長量の大きい直径階が下がり, シナノキの 31~40 cm と 21~30 cm で粗成長量のシェアが高い。年平均粗成長率は全体で 1.25% であるが, オヒョウの 5~10 cm の直径階の 4.97% が最も高く, トドマツ, シナノキの 5~10 cm でも 4.5% を上回っている。いずれの樹種においても直径階が上がるにつれて成長率が低下するが, 広葉樹は 40 cm 以上の直径階での成長率の低下が著しく, いずれも 1% 以下である。これに比べて針葉樹は大径木の成長率の低下が緩やかである。しかし, 中径木以下では, 期首 BA に対する粗成長量の比率は小さな直径階ほど高く, 直径階が大きくなるにつれて粗成長率は低下する。ダケカンバは 11~40 cm の直径階で他の樹種よりも高い粗成長率を示している。

図-2-3 より, 直径階別 BA 粗成長量のピークが 6 cm と 44 cm の直径階にあることがわかる。針葉樹では 44~48 cm にピークがあり, 40 cm 以上で針葉樹粗成長量の 57% を占めるのに対して, 広葉樹では最小直径階の 6 cm にピークがあり, 30 cm 未満で広葉樹粗成長量の 55% を占める。また, 同じ針葉樹でもトドマツとエゾマツではピークの位置は 44~48 cm でほぼ同じであるが, 小径木の成長はトドマツが旺盛であるのに対して, エゾマツは 50 cm 以上の大径木で成長が旺盛である。これらのことからトドマツは小径木の段階における成長がかなり速いのに対して, エゾマツでは小径木の段階は成長が遅いものの, 50 cm 以上の大径木の段階でも高い成長を維持しつづけていると見なすことができる。このため 50 cm 以上の大径木ではエゾマツの現存量が多くなる。広葉樹では BA 粗成長量のピークがシナノキは最小直径階の 6 cm にあるのに対して, ダケカンバは 24 cm, オヒョウは 36 cm にピークがある。シナノキは広葉樹粗成長量の 35% を占めるため, 広葉樹全体では小径木にピークのある成長パターンとなる。

粗成長量は生産装置である光合成器官の葉量に大きく依存し, 葉量は期首 BA との相関が高いと考えられる。期首における BA の直径階別分布を見ると針葉樹では 48 cm, 広葉樹では 32 cm にピークがある (図-2-1)。しかしながら, 期首 BA には 6 cm の直径階にピークは存在しない。直径階別に現存量の構成比と粗成長量の構成比を較べてみると図-3 のようになる。針葉樹, 広葉樹ともに 40 cm 前後までは粗成長量構成比が現存量構成比を上回り, 針葉樹では 20 cm 以下の

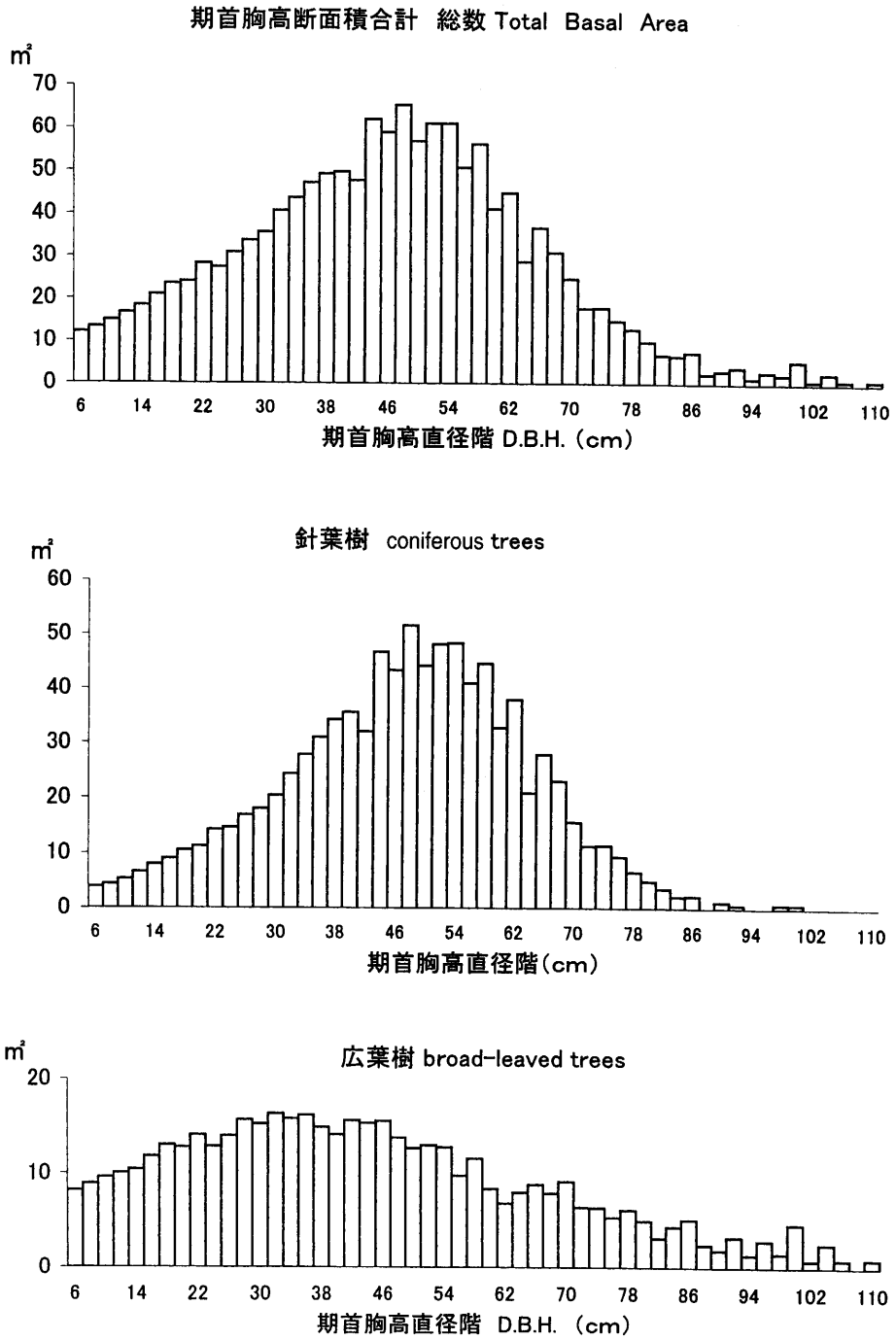


図-2-1 直径階別期首胸高断面積合計と粗成長量
 Fig. 2-1. The Basal Area and the gross increment of Basal Area.

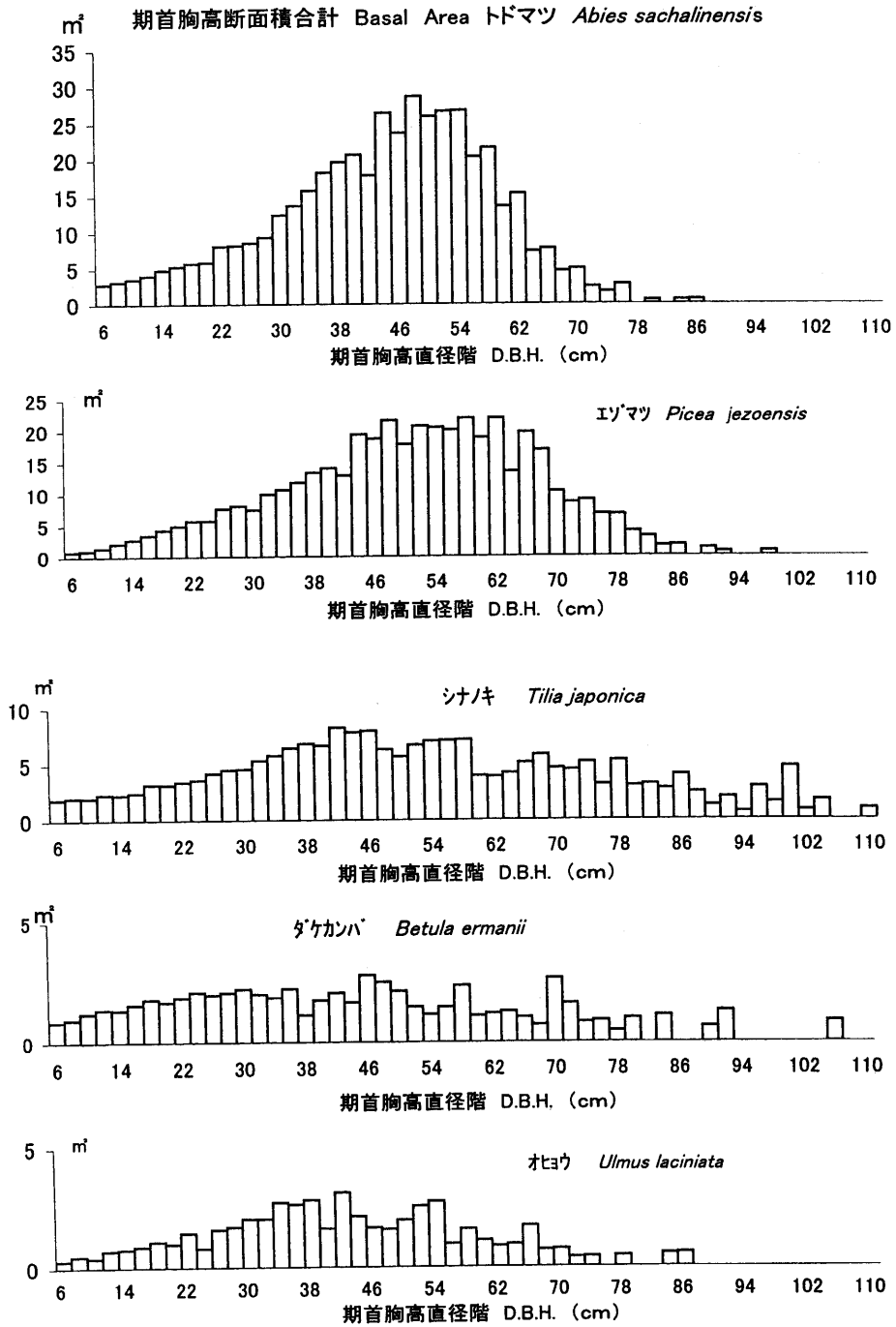


図-2-2 直径階別期首胸高断面積合計と粗成長量
 Fig. 2-2. The Basal Area and the gross increment of Basal Area.

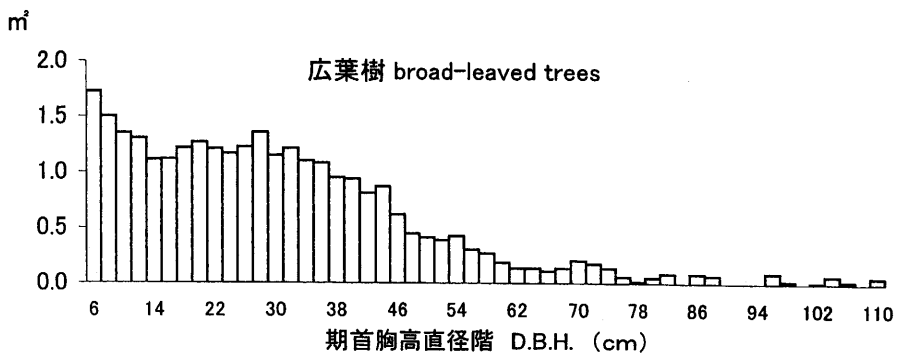
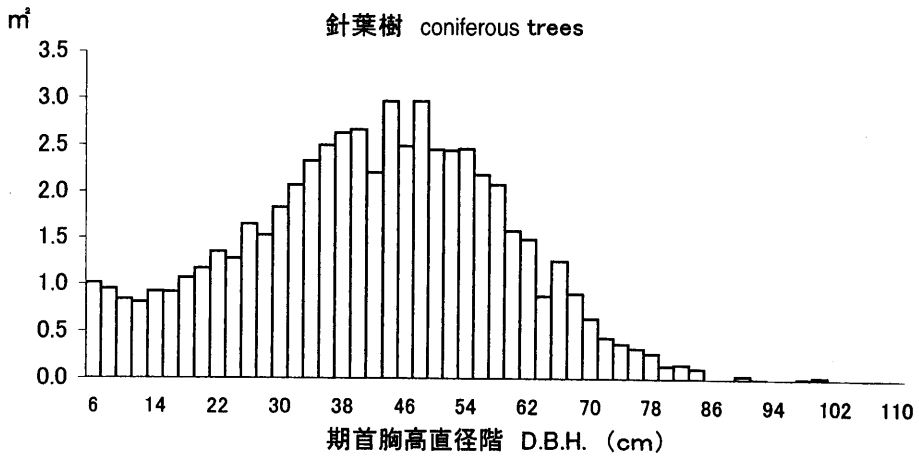
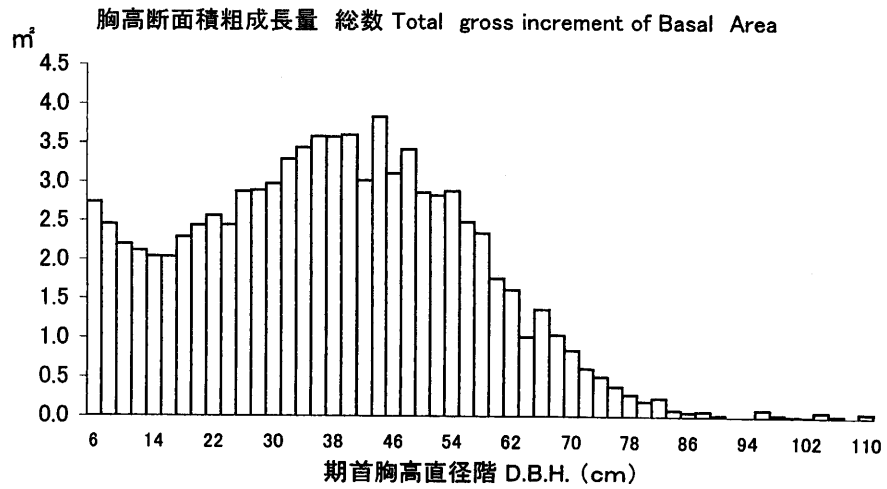


図-2-3 直径階別期首胸高断面積合計と粗成長量
 Fig. 2-3. The Basal Area and the gross increment of Basal Area.

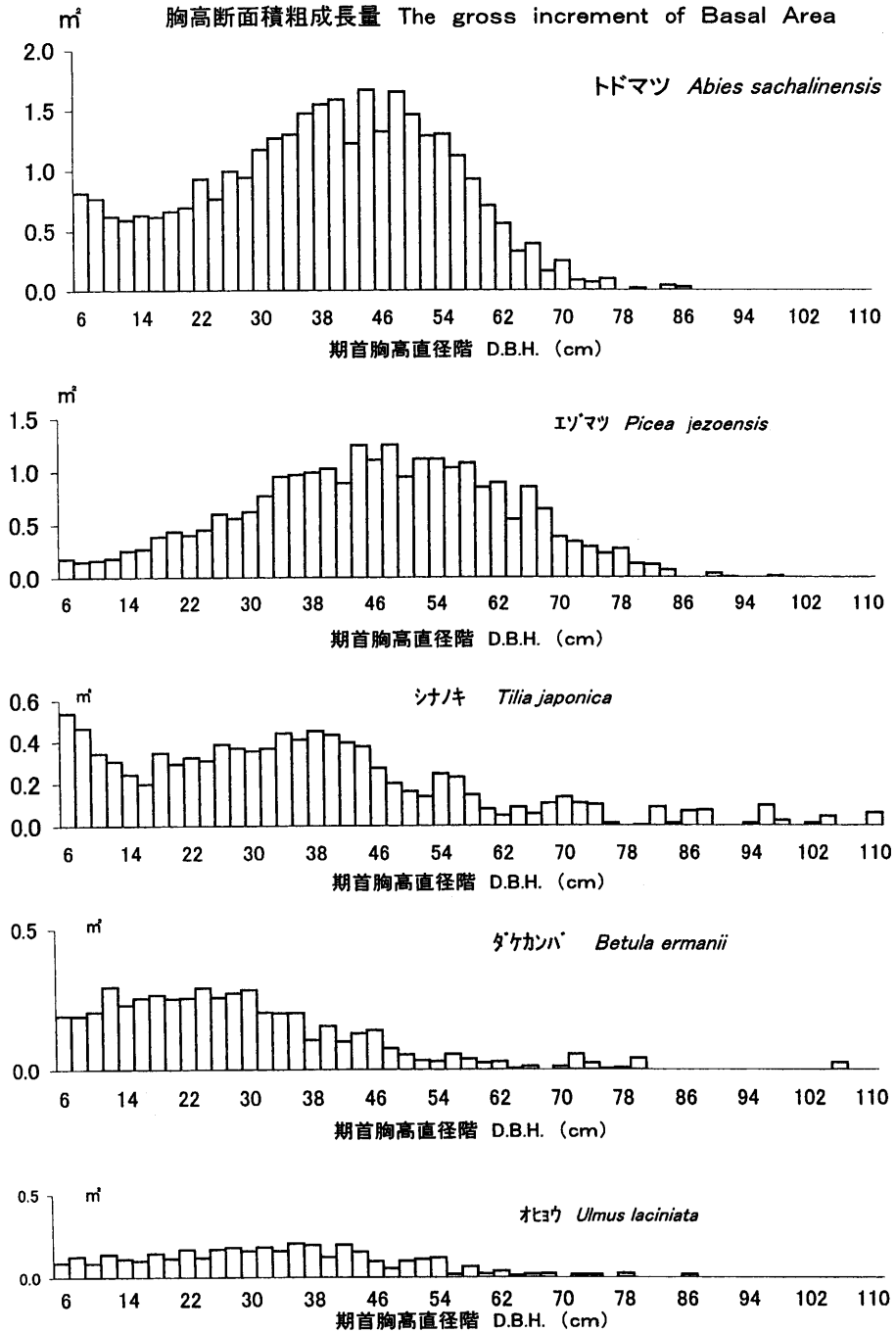


図-2-4 直径階別期首胸高断面積合計と粗成長量
 Fig. 2-4. The Basal Area and the gross increment of Basal Area.

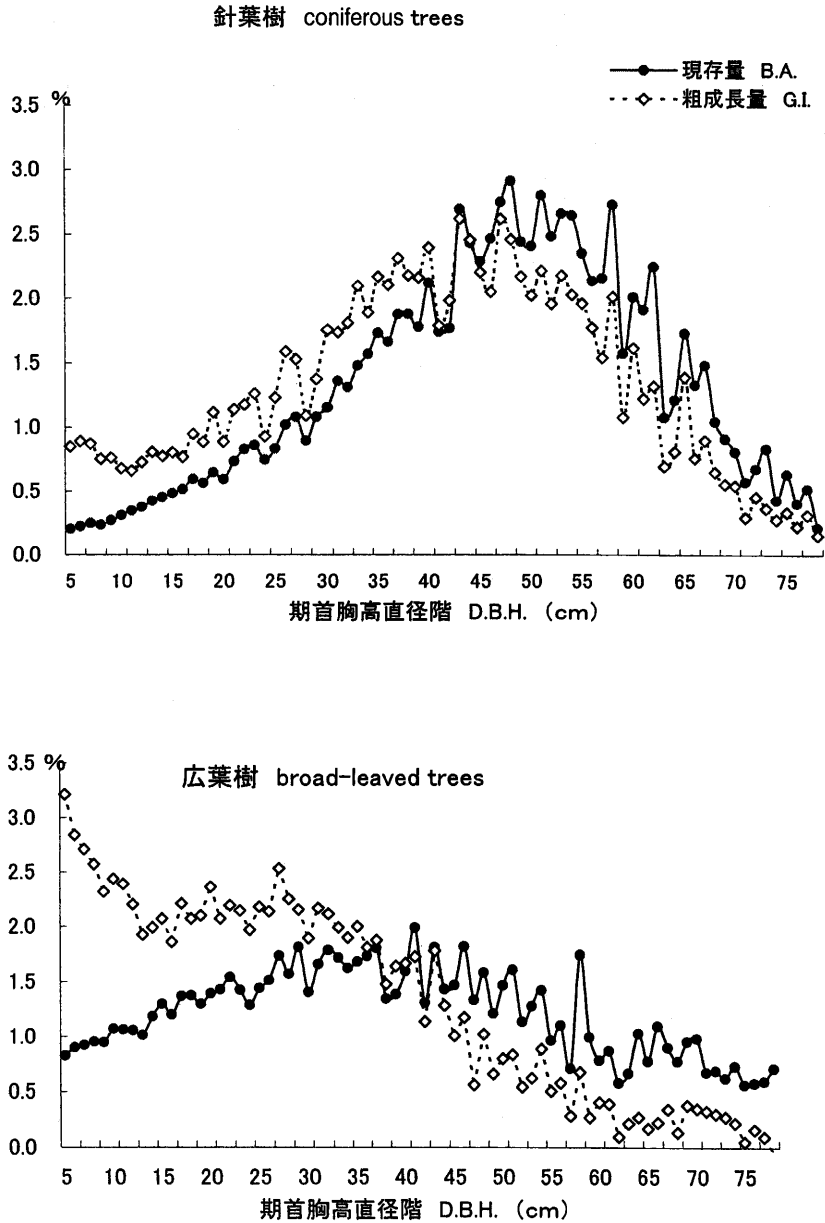


図-3 現存量構成比と粗成長量構成比

Fig. 3. The relationship between the ratio of the Basal Area and the Gross Increment.

直径階以外に大きな乖離は見られないが、広葉樹では小径木・大径木ともに乖離が著しい。以上のことから、現存量に対する粗成長量の割合すなわち BA 粗成長率が直径階によって異なり、また樹種によっても異なることがわかる。

4) 成長率変換係数

数少ない天然林の成長資料をもとに天然林の林分構造の変化を表現するには相対化した無次元の指標を有効に用いることが必要である。ある直径階 j の BA 粗成長率を G_j 、全体の平均 BA 粗成長率を G とするとき、全体の平均 BA 粗成長率を直径階 j における BA 粗成長率に変換する係数 K_j を次式のように定義する。

$$K_j = G_j / G$$

これを直径階別に表現すると図-4-1 のようになる。10 cm 以下では針葉樹、広葉樹ともに変換係数は 2.0 を上回るが、直径が大きくなるにつれて変換係数の値は小さくなり、針葉樹で 44 cm、広葉樹で 40 cm から 1.0 を下回り、大径木では広葉樹が針葉樹を大きく下回る。さらに図-4-2 に示すとおり、同じ針葉樹においても小径木ではトドマツがエゾマツよりも高い値を示すが、32 cm 以上では逆転してエゾマツがトドマツを上回る。広葉樹ではシナノキの 10 cm 以下の小径木が特に高い値を示す。このように樹種により成長傾向に特徴があり、広葉樹では大径木になると粗成長率が急激に低下する傾向が認められる。表-3 に示すとおり、エゾマツでは 50 cm 以上の直径階に直径成長のピークがあるのに対して、トドマツ、シナノキ、ダケカンバでは 30~40 cm の直径階に直径成長のピークがある。こうした成長パターンは周囲の樹木との相対関係により変動し、必ずしも一定ではないが、1,000 以上の個体から得られた傾向値として、樹種ごとの成長特性を理解することができる。そして、安定した変換係数が得られれば期首 BA から BA 粗成長量を直径階別に配分することができるので、成長予測の道具としても有効である（山本，1990）。

5. おわりに

大面積のプロットを定期的に測定することにより、森林全体の大きな流れを捉えることが可能

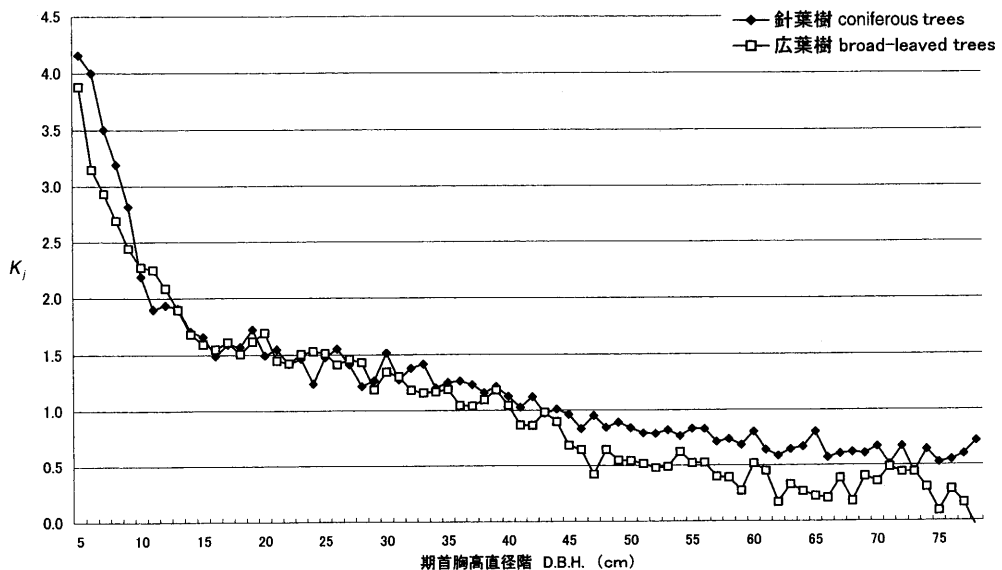


図-4-1 直径階別成長率変換係数

Fig. 4-1. The conversion rate of the Basal Area and The Basal Area Increment.

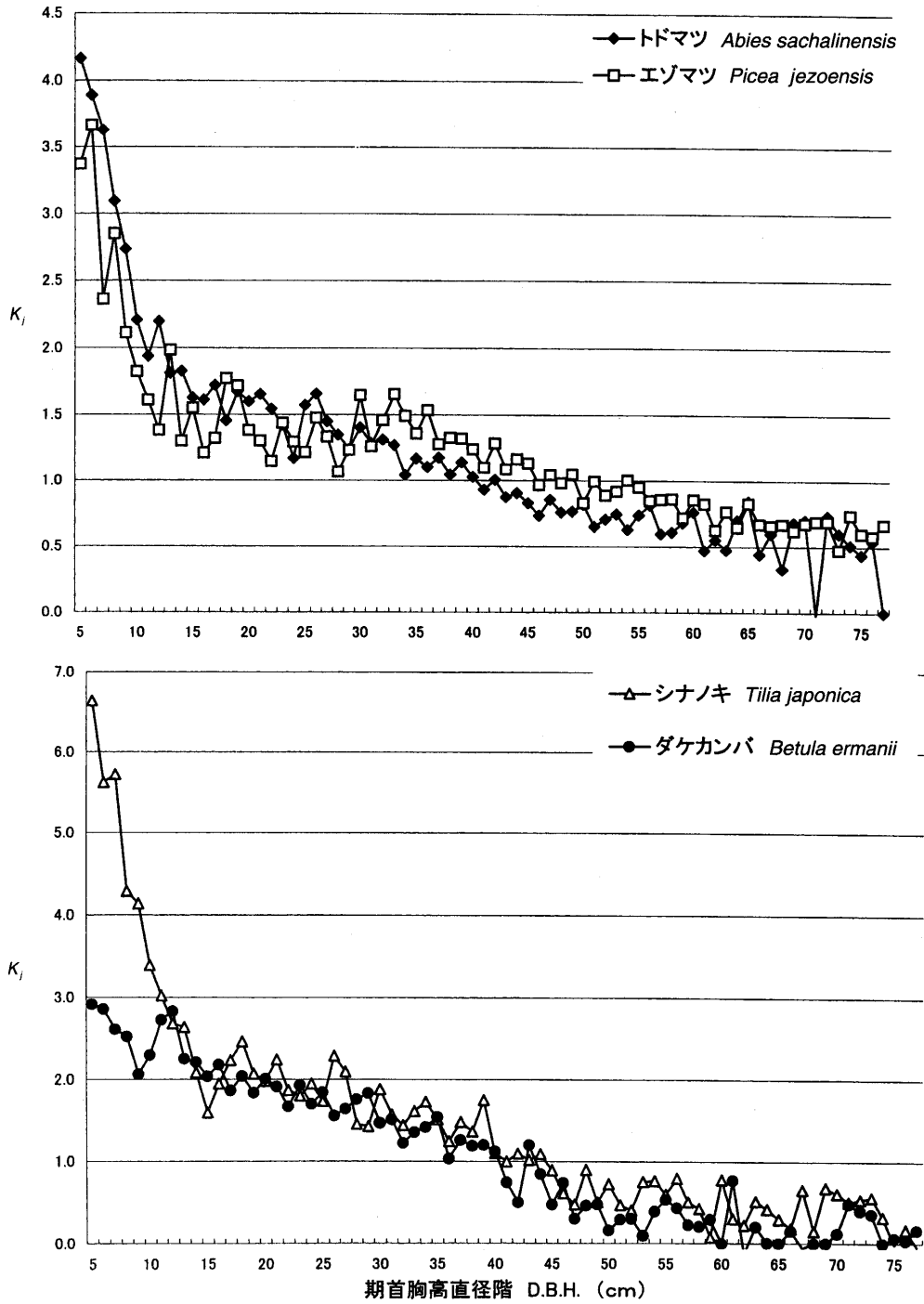


図-4-2 直径階別成長率変換係数

Fig. 4-2. The conversion rate of the Basal Area and the Basal Area Increment.

となる。本報告に示した2回の測定から前沢保存林の調査プロットにおいては、林分のうっ閉に伴い針葉樹の本数が増加し、広葉樹のうち陽樹は減少して、本数で上位を占めるトドマツやシナノキによる寡占化と、北方林における優占樹種であるエゾマツの個体数減少の傾向が認められた。直径分布形から広葉樹で天然林のL型分布が崩れており、前山保存林では風害のようなギャップの形成が無ければ個体数では針葉樹が優占する林分構造に推移することが示唆された。現存量の指標としてBAを用いたところ、広葉樹大径木では針葉樹に比べて成長量が低く表現される可能性が示された。ダケカンバに代表される枝分かれの多い広葉樹では、BAだけでは樹冠部の広がり表現できないため、樹木間の優占度やバイオマスを評価する場合には、広葉樹大径木の現存量を過小評価する恐れがある。このため広葉樹の樹幹形の解析や樹冠部の成長を表現する新たな指標の開発が必要である。この点を踏まえながらも、図-2-3に示すように胸高直径40cm前後の針葉樹が林分成長量の大きな部分を占めていることが明らかになった。このことはこれまでの小面積の固定試験地においては調査されており、経験的には知られていたことであるが、今回のような大面積の調査プロットにおいても確認されたことは大きな意義がある。択伐施業で一定径級に達した樹木を機械的に伐採の対象とする選木は北海道の国有林の現場において広く実行されてきたが、そこでは胸高直径40cm前後を伐採の基準としている。しかし、生産性の高い森林を維持するためには、系統的な観測の結果を踏まえて成長が旺盛で健全な樹木が森林を構成するように誘導する必要がある。

前山保存林の大面積プロットの設定、測定、維持には北演の技術官のほぼ全員が従事しており、組織全体によって支えられている貴重なプロジェクトである。今後、測定の回数を重ねるにつれてその価値を益々高め、演習林の貴重な財産となるであろう。25,000もの調査木の保全と資料の管理にあたっては多大な労力を必要とするが、天然林研究の発展に資するべく適切に維持されることを期待する。

要 旨

東京大学北海道演習林の針広混交林に設置された36.25haの大面積プロットにおける5年の間隔をおいた2回の胸高直径測定の結果から樹木の個体数と現存量の変動を解析した。個体数は針葉樹が増加し、広葉樹が減少し、全体では微増した。風害のギャップに展開していた広葉樹のうち陽樹が減少し、本数で上位を占めるトドマツやシナノキによる寡占化と北方林における優占樹種であるエゾマツの個体数減少の傾向が認められた。広葉樹の直径分布形においてL型分布が崩れ、針葉樹主体の林分に移行していることが示唆された。胸高断面積合計を現存量の指標に用いたところ、針葉樹・広葉樹ともに増加しており、5年間の純成長率は3%で、針葉樹が占める割合が64%であった。広葉樹の大径木は直径成長が低く、林分成長量の大きな部分を胸高直径40cm前後の針葉樹が占めていた。また、この評価方法では枝分かれの多い広葉樹大径木の現存量が過小評価される可能性が示された。

キーワード：針広混交林、胸高断面積、個体数、成長量分布

引用文献

仁多見俊夫・木村徳志・倉橋昭夫・山本博一；天然林の林況と林内気象. 日林北支論 42, 267-268, 1994

芝野伸策・高橋康夫・岡村行治・犬飼雅子・高田功一・道上昭夫・井口和信・梶 幹男・山本博一；針広混交林に設定した長期観測大面積プロットにおける5年間の動態（予報）. 日林北支論 48, 42-44, 2000
山本博一；択伐林施業計画のシステム化に関する研究. 東大演報 83, 31-142, 1990
山本博一・渡邊定元・芝野伸策・高橋康夫・岡村行治；北方針葉樹林の大面積プロットの設定. 日林論 105, 391-392, 1994

(2001年6月27日受付)

(2002年3月19日受理)

Summary

This paper analyzes the dynamics of basal area and population for five years in a large-scale permanent plot of mixed forest with coniferous and broad-leaved species of the Tokyo University Forest in Hokkaido. A complete enumeration of d.b.h. has practiced in 1993 and 1998. In population, conifer increased and broad-leaved tree decreased. *Abies sachalinensis* and *Tilia japonica*, which are dominant species, increased in population. On the other hand *Picea jezoensis*, which is another dominant species, decreased. This is a serious problem in boreal forest management. The diameter distribution of broad-leaved trees loses L-shape and the stand structure will be composed of mainly conifer. The basal area increased both in conifer and broad-leaved trees, and the net increment rate for five years is 3%, in which conifer occupies 64%. The most part of the basal area increment occupies large sized conifers, which are around 40 cm in d.b.h., and the growth rate of large sized broad-leaved trees is remarkably low.

Key words: mixed forest with coniferous and broad-leaved species, Basal Area, Population, Increment distribution

Abstract

Dynamics of Population and Basal Area in a Mixed Forest with Coniferous and Broad-leaved Species —A Case Study of Large-scale and Long-term Observation Plot in the Tokyo University Forest in Hokkaido—

Hirokazu YAMAMOTO, Mikio KAJI, Shinsaku SHIBANO, Koji OKAMURA,
Hisaomi KASAHARA, Akio MICHIGAMI and Toshihide HIROKAWA

The dynamics of basal area and population in a large-scale permanent plot (36.25 ha) of mixed forest with coniferous and broad-leaved species was analyzed. A complete enumeration of d.b.h. has practiced in 1993 and 1998. In population, conifer increased and broad-leaved tree decreased. *Abies sachalinensis* and *Tilia japonica* increased in population and *Picea jezoensis* decreased. The basal area increased both in conifer and broad-leaved trees. The most part of the basal area increment occupies large sized conifers and the growth rate of large sized broad-leaved trees is low.

In Vitro Plantlet Regeneration of *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen

SUKARUTININGSIH, Yoko SAITO and Yuji IDE

Plantlets were regenerated *in vitro* from the axillary buds and cotyledonary nodes of *Paraserianthes falcataria* seedlings. Various concentrations of BAP were added to WPM, B5 and MS media. B5 medium containing 0.22 mg/l BAP induced the most shoots per explant from axillary buds. B5 medium containing 0.22 to 0.44 mg/l BAP induced the most shoots per explant from cotyledonary nodes. Following culture on hormone-free MS medium, 90% of shoots rooted. All plantlets survived transplantation into vermiculite-filled pots.