

胸高断面積に着目した定山溪地区の植樹から 13~17 年後の樹種構成

Study on the composition of tree species focusing on the basal area of 13-17years after planting at Jouzankei area in Hokkaido

寒地土木研究所 ○正会員 藤浪武史 (Takeshi Fujinami)
寒地土木研究所 正会員 布川雅典 (Masanori Nunokawa)
近自然森づくり協会 岡村俊邦 (Toshikuni Okamura)
寒地土木研究所 正会員 柏谷和久 (Kazuhisa Kashiwaya)

1. はじめに

植樹は、樹木の生長とその将来像の期待という前向きな活動であり満足感を得られやすい一方、植樹活動自体が目的となりやすい。緑化に向けて重要な植樹後のモニタリング調査は、斜面緑化工事の追跡調査が報告事例のほとんどであり、対象期間は植樹後数年間である。長期間の調査事例は、岡村ほか¹⁾や柳井²⁾の報告等に代表され、あまり多くない。

札幌市南区の定山溪地区は、国立公園の隣接地でありダム建設の工事跡地でもあるため、その箇所の緑化は、生物多様性の確保や多様な自然環境の再生が求められる。これらの実現にはその地域の自然に近い森の再生を目指すことが重要であり、その植樹方法の一つである生態学的混播・混植法^{3,4)}（以下「混播・混植法」と呼ぶ。）が実施された。

本研究は、混播・混植法が実施された定山溪地区の植樹後 13~17 年目の胸高断面積等を調査分析し、その時点の樹種構成を把握することが目的である。併せて樹種毎の生残率や平均樹高を示すことにより、木本緑化における樹林の経時変化の一例を示す。

2. 生態学的混播・混植法の特徴

混播・混植法は 1991 年、北海道工業大学（現北海道科学大学）と北海道開発局開発土木研究所（現国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所）との共同研究により開発に着手し約四半世紀の実績を持つ。

混播・混植法の特徴は、植樹箇所周辺の自然林の種子やそれらを養成したポットの小苗（実生群ポット苗）を

多種・多数導入して同時的な発芽・生長を促すことである。そしてその目的は、樹種間の競争と淘汰により植生遷移を経て長期にわたり安定して持続される樹林の形成を図るものである。小苗（実生群ポット苗）の生産には、土壤環境に影響されずに確実な活着を目指して、種子を貧栄養の状態で 2~3 年間育成する。なお、これらの苗は 10 年間程度の保持保管が可能である。また、初期の草本との競合防止のため、直径 3m の地表部の草本を根茎ごととはぎ取り、表面に碎石等でマルチングと呼ばれる厚さ 3~5cm の覆いを作り、雑草繁茂防止と乾燥防止を図る。この直径 3m の植樹範囲内に概ね 10 種の実生群ポット苗を植えたものをユニットと呼び、根返り後の裸地を模擬して大きさを設定した。

定山溪ダム湖（さっぽろ湖）畔（写真-1）には、1998 年から 10 年間、当時の東海大学第四高等学校附属中等部の生徒らが植樹した。1 年生でタネ採り、2 年生で苗育て、3 年生で植樹というサイクルを確立し、各年 60 ユニットを植樹した。

3. 調査方法

3-1 調査対象地の設定

調査対象地は、ダム建設のコンクリート骨材として不使用の廃棄岩処理場に建設残土を覆土した箇所である。勾配 1:5 の南西向き斜面に立地し、日射条件等気象条件の共通点から、A 区（1998 年植樹箇所、植樹後 17 年目）から E 区（2002 年植樹箇所、植樹後 13 年目）まで設定した（写真-1）。各年の植樹面積は約 1,800 ~2,200 m²である。

表-1 研究対象区における樹林の特性



	全地区合計	A区 1998年植樹 植樹17年後	B区 1999年植樹 植樹16年後	C区 2000年植樹 植樹15年後	D区 2001年植樹 植樹14年後	E区 2002年植樹 植樹13年後
植栽木						
種数	54	40	31	33	31	37
本数	2,995	595	600	600	598	602
生残本数(割合)	2,146 (0.717)	390 (0.655)	429 (0.715)	440 (0.733)	465 (0.778)	422 (0.701)
胸高直径対象本数 ^{*1}	1,564	294	342	344	268	316
自然侵入木						
種数(うち侵入新規種 ^{*2})	36 (4)	22 (7)	23 (6)	11 (3)	9 (3)	9 (1)
本数	186	56	60	20	30	20
胸高直径対象本数 ^{*1}	51	20	9	8	6	8

*1: 胸高直径対象本数とは、胸高直径計測箇所である地上高1.3mを上回る樹高をもつ樹木本数のことである。
*2: 侵入新規種とは、当該植樹区で植樹していない樹種で、新たに侵入してきた樹種のことである。

写真-1 定山溪地区の調査地概要
国土地理院撮影の空中写真（2008 年撮影）に加筆

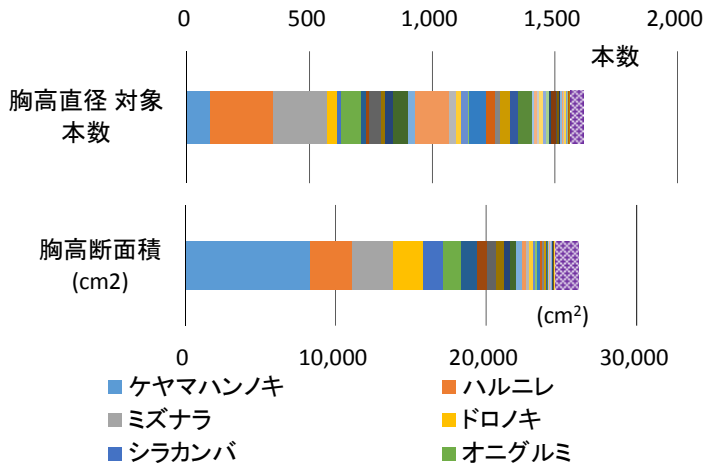


図-1 胸高断面面積の樹種毎の構成状況
グラフ右端の網目箇所は自然侵入分の合計を示す。

また、定山溪ダム地点の年間平均降水量は約 1,300 mm である。

3-2 毎木調査による樹高および胸高直径調査

A 区から E 区まで、2015 年 9 月に毎木調査を実施し樹高と胸高直径を計測した。胸高直径の計測は、各区とも 2015 年調査が初めてであり、地上高 1.3m の幹の直径を計測した。ここで、A 区と B 区は、適宜複数回調査を行ったが、それ以外の植樹箇所の調査は、植樹時、1～2 年後および 2015 年時点に実施した。

樹木の生長を表し、樹種間の生長の優劣関係を表す指標として、本研究では胸高断面面積を指標とした。胸高断面面積は、胸高直径の自乗に 0.7854 倍して求めた。

3-3 生残率および平均樹高の調査

緑化に当たり、苗の定着および樹木の生残は重要な事項である。毎木調査を実施することで、箇所毎、樹種毎の生残率と樹種毎の平均樹高が把握できる。本研究では、生残率と平均樹高を、次式のように定義した。

$$\text{生残率} = \frac{\text{植樹本数} - \text{調査時点の（不明と枯死）本数}}{\text{植樹本数}}$$

$$\text{平均樹高} = \frac{\text{調査時点の生育木の樹高合計}}{\text{調査時点の生育木の本数}}$$

ここで、生育木とは、生長が安定すると考えられる植樹後 5 年以降に、折れや枯損等による樹高の減少が無い木を対象とした。また、植樹時以降新たにユニット内に侵入した木を自然侵入木と呼び、生育木から除いた。さらに、ユニット型の植樹が入れ子構造の影響を否定できないため、同一ユニット内に複数の同種生育木がある場合、それらの樹高平均値を用い本数を 1 本とみなした。

A 区から E 区までの胸高断面面積上位のケヤマハンノキ、ハルニレ、ミズナラ、ドロノキ、シラカンバおよびオニグルミの生残率と平均樹高の時系列変動を求めた。

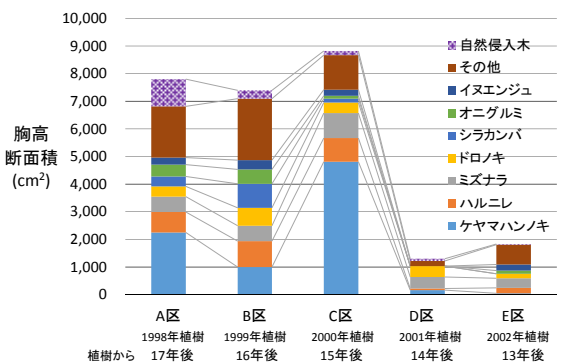


図-2 植樹区（植樹年）毎の胸高断面面積による樹種構成
グラフ上端の網目箇所は自然侵入分の胸高断面面積合計を示す。

また、ケヤマハンノキを代表例に地区別の 1 本当たりの胸高断面面積と樹高-胸高直径関係を求めた。

4. 結果

4-1 植樹箇所（A～E 区）の植樹本数と生残率

A 区から E 区までの植樹本数、生残本数および生残率等を表-1 に示す。植樹区全体の生残率は、0.655～0.778 の間にあった。

4-2 胸高断面面積の樹種別構成状況

A 区から E 区までの 5 カ年分の胸高直径対象本数（概ね樹高 1.3m 超過）および胸高断面面積の樹種毎の構成を図-1 に示す。また、植樹区ごとの主な樹種別胸高断面面積の構成を図-2 に示す。5 カ年分をまとめた理由は、植樹年により苗毎の準備状況や植樹数に変動があるからである。

図-1 から、胸高直径対象本数の樹種別構成と胸高断面面積の樹種別構成とは大きく異なることがわかる。この場合、胸高断面面積の上位 6 種で 2/3 強を占めている。図-2 から、胸高断面面積の合計が A 区から C 区までと D 区および E 区とは大きく異なる。

4-3 生残率

樹種別の生残率を図-3 a)～f) に示す。生残率グラフ中の n は植樹時の本数を表す。胸高断面面積上位 6 種の生残率ほとんどが 8 割以上と高い。6 割近い事例は、ケヤマハンノキおよびドロノキの両者ともに A 区（1998 年植樹区）で生じた。

4-4 平均樹高

平均樹高グラフを図-4 a)～f) に示す。平均樹高グラフ中の n は 2015 年調査時の生育木の本数を表す。D 区および E 区の平均樹高が他の地区よりも低いのは、ケヤマハンノキ、ハルニレおよびドロノキであった。また、藤浪ほか⁵⁾はケヤマハンノキの樹高の伸びが植樹後 10 年程度から低下することを指摘しているが、定山溪地区では 5 年程度から低下する。

5. 考察

5-1 生残率

混播・混植法による生残率は、これまで岡村ほか¹⁾が導入 5 年後の生残率を 70%前後ないしそれ以上と評価している。本研究でも A 区から E 区（植樹後 13～17 年目）の植樹区ごとの生残率は、0.655～0.778 の間にあり、概ね 70%前後と考えられる。一方、柳井²⁾の報告を図から読み取ると、岩屑地の 9 年後の生残率は、ケヤマハンノキ 95%、イタヤカエデ 70%、ミズナラ 65%（自然侵入木を含む）等広葉樹 7 種 140 本の植樹で約 51%であった。なお、これら地区毎の生残率は、植樹箇所の気象条件や土壌条件、植樹した樹種やその本数および使用した苗に影響され、参考値としての活用に限られる。

5-2 胸高断面積の生長

A 区から E 区の胸高断面積合計からみると、ケヤマハンノキ、ハルニレ、ミズナラ、ドロノキ、シラカンバおよびオニグルミの上位 6 種で 2/3 強を占めるなど、特定樹種の胸高断面積の初期生長が大きいことがわかる。しかし、これらの樹種の全てが先駆性樹種ではなく、遷移中後期種であるハルニレやミズナラも上位 6 種に含まれている。これらは、生残率が高いこと（図-3 b), c)）や、胸高直径が計測可能になるまで育成している本数が他の樹種に比べ多いこと（図-1）に起因していると考えられる。

5-3 異なる植樹区での胸高断面積の変動

定山溪 A 区から E 区は、一連の区間であり気象・気候条件はほぼ同様と考えられるが、D 区および E 区の胸高断面積合計が特に小さい。現象面からその理由を考えると、ケヤマハンノキおよびハルニレ等の胸高断面積の生長がそれまでの 3 年間に比べ小さく（図-2）、さらに植樹本数も少ない（図-3 a)）ことが挙げられる。ここではケヤマハンノキの例を代表として地区別の 1 本当たり

の胸高断面積を図-5 に示す。また、シラカンバにおいては、D 区および E 区には植樹されていない。図-4 a), b) から、ケヤマハンノキとハルニレは D 区および E 区の樹高生長が小さいことも胸高断面積合計値が低いことを間接的に裏付ける。加えて、簡易な土壌調査を B 区から E 区を 1 箇所ずつ実施したところ、D 区および E 区の土壌は A～C 区よりも堅く、表層 2cm 弱の森林土壌 A₀ 層の直下に B 層がレキ混じりであった。これらの影響も考えられる。

一方、胸高断面積の合計が小さい D 区の生残率が、0.778 と比較的高い理由の一因に、生残率が高いハルニレ等の樹種でも胸高直径はあまり生長していないことが挙げられる。

5-4 ケヤマハンノキの胸高断面積の生長

ケヤマハンノキの樹高生長の伸びは植樹後 5～10 年後に低下するが、その分胸高断面積の生長に振り替わっているかに着目した。経時的に胸高直径を計測していないので、2015 年時点の樹高と胸高直径との関係から類推する。図-6 では、樹高と胸高直径はほぼ直線関係を示し、胸高直径の加速度的な増加はみられなかった。しかし、胸高直径の自乗と胸高断面積は比例関係にあるため、D 区および E 区の胸高断面積合計値の小ささには、ケヤマハンノキの D 区および E 区の平均樹高の低さが一因であることが推察される。

6. まとめ

定山溪地区の混播・混植法による植樹から 13～17 年後に毎木調査を実施した結果以下のことがわかった。

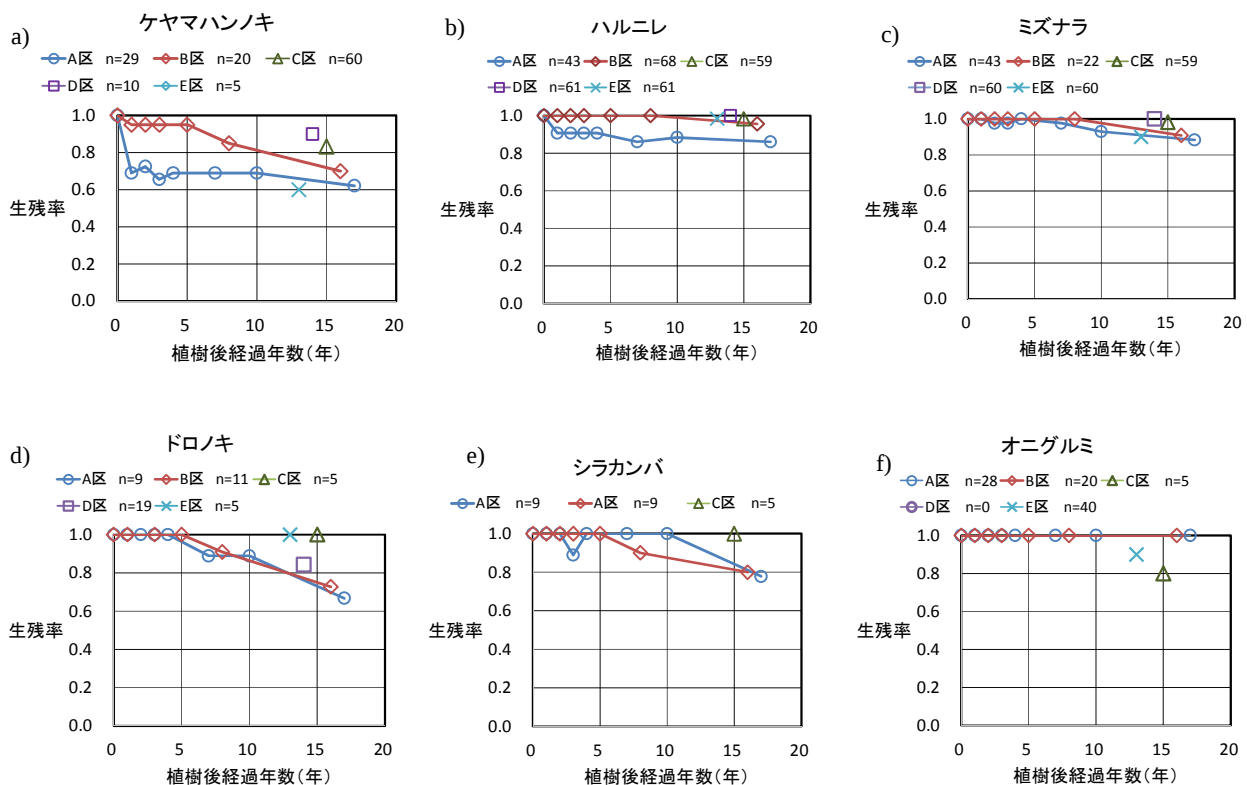


図-3 a)～f) 代表的な 6 樹種の生残率の経年変化 各区の n は植樹時の本数を表す

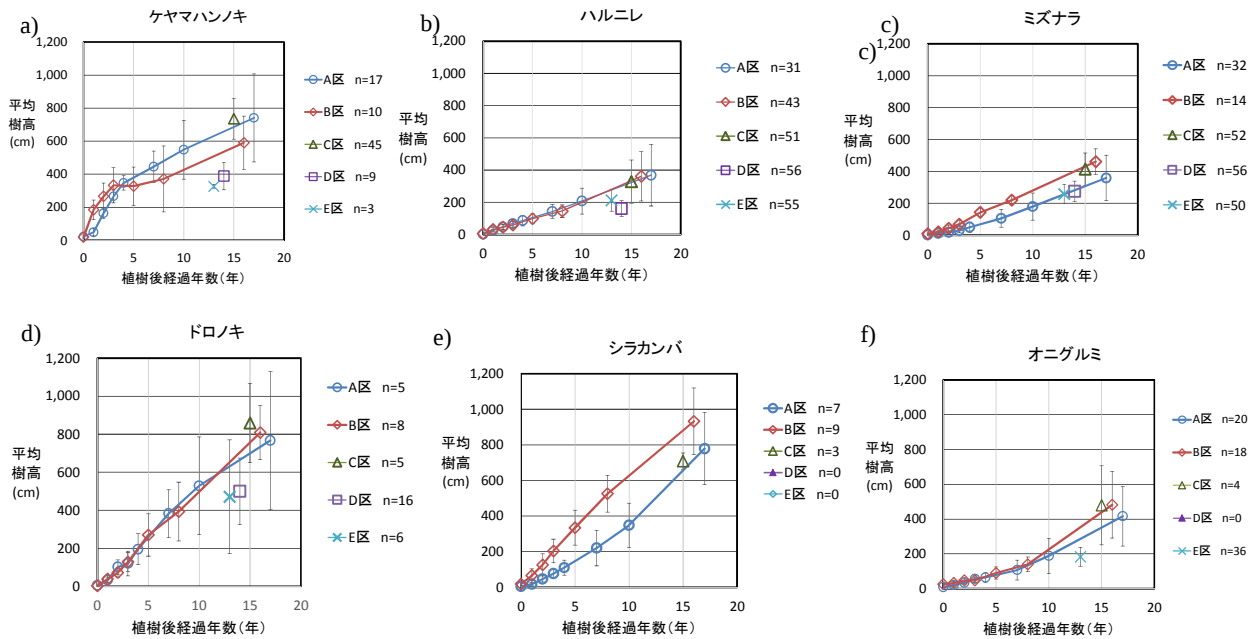


図-4 a) ~f) 代表的な6樹種の平均樹高の経年変化 各区のnは2015年調査時の生育木(本文参照)の本数を表す。図中の垂線は平均樹高の標準誤差を表す。

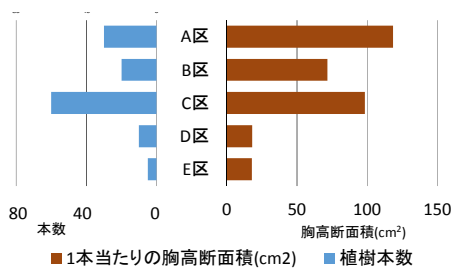


図-5 ケヤマハンノキの地区別1本当たりの胸高断面積

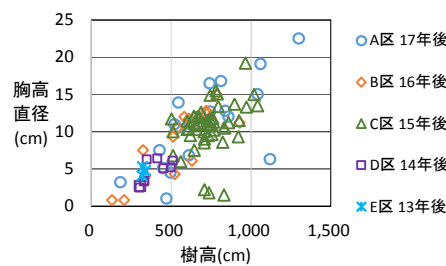


図-6 ケヤマハンノキの樹高と胸高直径の関係

- 1) 植樹区(植樹年)によって異なるが、生残率は概ね70%前後であった。
- 2) 胸高断面積の優占は、上位6種で全体の2/3強を占める。上位6種にはケヤマハンノキやシラカンバといった先駆性樹種だけでなく、ハルニレやミズナラ等の遷移中後期種も含まれた。
- 3) ほぼ同様の気象条件である一連斜面においても、植樹区(植樹年)が異なると胸高断面積合計が大きく異なる。その理由は、特定樹種の植樹本数の減少や植樹しなかったこと、植樹した苗の良否や植樹作業の良否、および森林土壌B層がレキ混じりなどの土壌条件によるものと推察される。

今回、定山溪地区の植樹から13~17年後の胸高断面積に着目して資料分析を行った。胸高断面積に着目すると、13~17年経過した混播・混植法による樹林の概要がつかめた。このことは緑化技術として重要なことである。今後はより長期間の胸高断面積の樹種別変化や他地区の状況を把握していきたい。

謝辞: 現地調査の機会の提供や既往の追跡調査結果の提供を快く承諾していただいた、北海道開発局札幌開発建設部の関係者に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 岡村俊邦ほか: 生態学的混播・混植法による自然に近い樹林再生の評価, 日本緑化工学会誌, 31(2), pp.230-238, 2005.
- 2) 柳井清治: 積雪寒冷地帯の岩屑地における森林造成法の開発ー植栽後9年間の成長と生残ー, 日緑工誌 27(3), pp.519-525, 2001.
- 3) 岡村俊邦ほか: 生態学的混播法による自然林再生法の開発, 土木学会論文集 No.546 / VI-32, pp.87-99, 1996.
- 4) 岡村俊邦: 生態学的混播・混植法の理論 実践 評価ー住民参加による自然に近い樹林の再生法ー, (財)石狩川振興財団, 2004.
- 5) 藤浪武史ほか: 自然林再生を目指した植樹の経過年と樹高生長に関する考察, 平成28年度土木学会北海道支部論文報告集, 73号, G-01, 2017.