

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

Study on relationship between elapsed years and height growth of tree planting aimed at natural forest regeneration

寒地土木研究所 ○正会員 藤浪武史 (Takeshi Fujinami)
 寒地土木研究所 布川雅典 (Masanori Nunokawa)
 北海道科学大学空間創造学部都市環境学科 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

工事跡地や地表変動等で裸地化した箇所の緑化には、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。近年では、緑化によって形成された樹林は生態系インフラストラクチャーとして災害リスクの低減、環境教育などに期待されている¹⁾。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として生態学的混播・混植法（以下「混播・混植法」と呼ぶ。）²⁾があげられる。

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。近年混播・混植法による植樹後15～20年程度の樹林が各地に形成され、その一部では複数回の追跡調査が実施されてきている。

本研究は、混播・混植法によって形成された樹林を調査分析することで、今後の木本緑化に対する改善または参考とすることを目的とする。その内容は藤浪ら（2016）³⁾の報告と合わせ、植樹後の樹高調査を主とする追跡結果を分析することで、先駆性樹種及び持続性樹種の樹高生長の特徴を地区毎樹種毎に把握することおよび植樹時における播種・苗植え等の対照試験の事後評価について考察することである。

2. 生態学的混播・混植法の特徴

混播・混植法の目的は、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、樹種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。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、表面に砕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（写真-1a）と呼び、根返り後の裸地を模擬して大きさを設定した。1995年からの9年間、65箇所（約3,200ユニット）の混播・混植法による植樹の定着率は、導入数の多い35種では5年経過時点で概ね70%～80%であった⁴⁾。

これまでの混播・混植法の植樹地は、河川敷、堤防隣接地及びダム湖岸等⁵⁾が主体であり、北海道内だけでも箇所別と植樹年別で延べ約350箇所、計約2万ユニットの施工実績（図-1）がある。

3. 調査方法

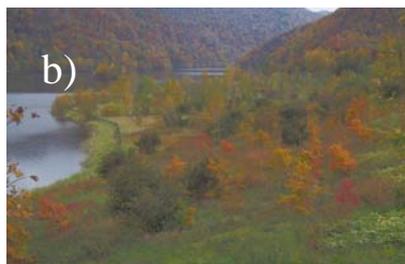
3-1 樹高調査

1998年植樹箇所である定山溪ダム湖畔地区（以下「定山溪地区」という。）（写真-1）では2015年に毎木調査を、2000年植樹箇所である十勝川中流右岸札内地区（以下「十勝川」地区という。）（写真-2）では2013年に一部範囲の毎木調査を行った。また、藤浪ら（2016）前出³⁾が示した忠別川地区及び永山地区のデータと合わせ、樹種別の生長の特徴を分析した。以上の4地区の気象条件を表-1に試験概要を表-2に示した。

本研究では、既往文献⁶⁾を参考に先駆性樹種としてケヤマハンノキ、シラカンバ、持続性樹種としてハルニレ、ミズナラを選定した。



写真-1 a) 定山溪地区 (2002年)²⁾
 (砕石による円がユニットである)



b) 定山溪地区の樹林 (2015年)

北海道内の主な生態学的混播・混植法 施工箇所

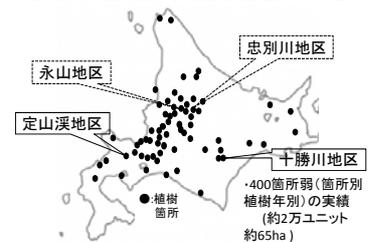


図-1 生態学的混播・混植法の植樹における本研究の対象箇所

表-1 調査地区の気象条件



立地条件	定山溪地区	十勝川地区	忠別川地区	永山地区
	道道から下に西向き斜面	堤防天端から下に南向き斜面	堤防天端から北向き斜面	主に北西向き斜面
近傍のアメダス観測所	小金湯	帯広	東川	旭川
年降水量(年平均値)(mm)	1,243	888	908	1,042
年平均気温(年平均値)(°C)	非計測	6.8	6.1	6.9
年平均風速(年平均値)(m)	非計測	2.3	2.0	3.0
年平均日照時間(年平均値)(hr)	非計測	2,033	1,478	1,590

写真-2 十勝川地区の樹林

表-2 調査対象地区と試験概要

	定山溪地区	十勝川地区	忠別川地区	永山地区
植樹年(樹高調査対象)	1998	2000	1998	1998
ユニット数	60	90	100	144
植樹した種数	46	43	27	32
樹高調査 実施年	2015	2013	2014	2014
経過年数	17	13	16	16
対照試験				
播種・苗植え オニグルミ	n=6	該当なし	該当なし	該当なし
播種・苗植え ミズナラ	n=28	該当なし	該当なし	n=45
対照試験(マルチング素材)				
木質系、碎石系	該当なし	ハルニレ n=16 ミズナラ n=10	該当なし	該当なし

樹高測定の方法は、地盤から木の最上部までの垂直高を樹高として、測高桿等を利用して直接測定した。直接測定が困難な場合はデジタル測高計を使用して樹高を計測した。

3-2 植樹時対照試験(植樹方法・マルチング素材)

1,000粒当たり1kgを超える重さのタネ(以下「重量級タネ」と呼ぶ。)であるオニグルミについて、植樹時には播種と苗植えの2種類を1998年忠別川地区植樹において対照試験を行った。また、重量級タネであるミズナラの播種と苗植えの2種類を1998年忠別川地区植樹および1998年永山地区植樹において対照試験を行った。これらの植樹方法の比較に当たり、播種と苗植え後の生育環境をなるべく等しくするため、同一のユニットから標本を抽出した。

さらに、2000年十勝川地区植樹において、マルチング素材をウッドチップ等の木質系と碎石系に分けて対照試験を行った。これは木質系の分解による有機物供給による生長促進という副次的効果が考えられたためである。

これらの対照試験を評価する上で、植樹方法やマルチング素材の影響を明らかにするため、樹高を変量とした一元配置分散分析を行った。その際、データ数は乱数に

よる抽出で少ない方に合わせ、Levene 検定により等分散性の確認を行った。

4. 結果

4-1 地区別樹種別の平均樹高の変化

定山溪地区および十勝川地区の樹種別平均樹高の変化を図-3, 4に示す。同じ先駆性樹種に分類されるケヤマハンノキとシラカンバであるが、シラカンバの平均樹高がケヤマハンノキを超える時期は、定山溪地区では10~17年目の間、十勝川地区7~13年目の間であった。ハルニレおよびミズナラは、両地区ともほぼ同様の生長が見られ、特に十勝川地区では旺盛な生長が見られた。

4-2 同一樹種における地区別経過年別の樹高の比較

ケヤマハンノキ、シラカンバ、ハルニレおよびミズナラについて、それぞれ忠別川地区、永山地区、定山溪地区および十勝川地区の計4地区において調査時の平均樹高を示した(図-5, 6, 7, 8)。樹高の値は分散が大きいため、不偏分散の範囲も併せて示した。

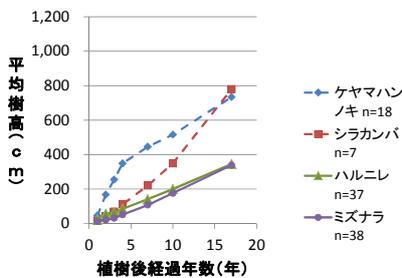


図-3 定山溪地区1998年植樹の樹種別平均樹高の経年変化

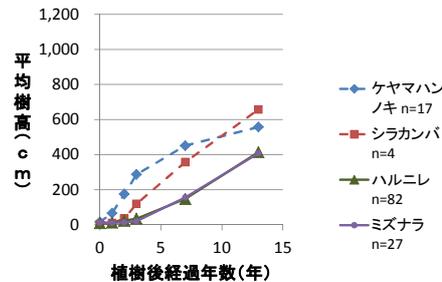


図-4 十勝川地区2000年植樹の樹種別平均樹高の経年変化

ケヤマハンノキは、植樹後5~10年を超えると定山溪地区を除く3地区で樹高の生長が鈍ってきた。シラカンバに関しては、1998年永山地区では植樹していないので3地区の比較となった。3地区とも植樹から10年以降も年数と比例した樹高の生長が見られる。ハルニレとミズナラは、いずれの地区でも植樹から10年以降に旺盛な生長を見せている。

4-3 同一樹種・同一ユニットにおける播種と苗植えにおける樹高の比較

重量級タネのオニグルミおよびミズナラについて同一ユニットにおける播種と苗植えとの樹高について比較した。グラフ(図-9 a)~c)からは、苗植えの方がわずかに樹高は高いように見える。しかし、サンプルサイズの大小はあるが、両樹種とも植樹地区および植樹後経過

年数に関わらず有意水準5%において、「播種あるいは苗植えという植樹方法によって樹高生長に影響しない。」という帰無仮説を棄却することはできなかった。

4-4 同一植樹地区・同一樹種における木質系と砕石系のマルチング素材の違いによる樹高の比較

十勝川地区2000年において、木質系と砕石系とにマルチング素材を変えて植樹が行われた。植樹後13年のモニタリング調査により、両素材の違いが樹高に影響するかを分析した(図-10 a)~b)。分析の結果、両マルチング素材ともハルニレおよびミズナラに対し有意水準5%において、「木質系あるいは砕石系というマルチング素材によって樹高生長に影響しない。」という帰無仮説を棄却することはできなかった。

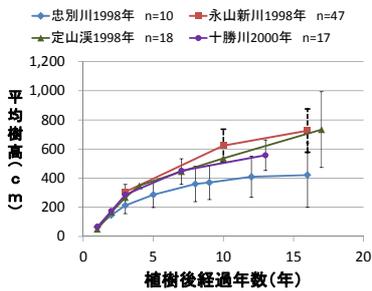


図-5 ケヤマハンノキの地区別樹高 (平均値±不偏分散)

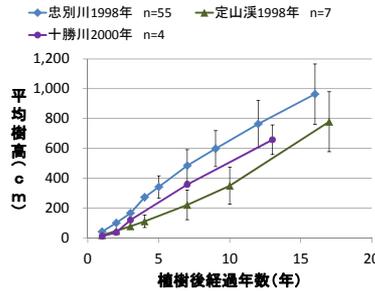


図-6 シラカンバの地区別樹高 (平均値±不偏分散)

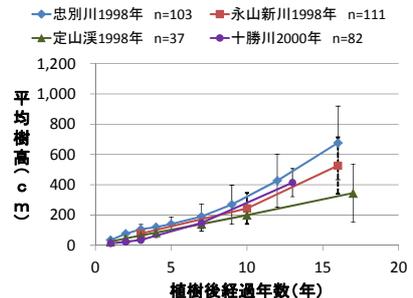


図-7 ハルニレの地区別樹高 (平均値±不偏分散)

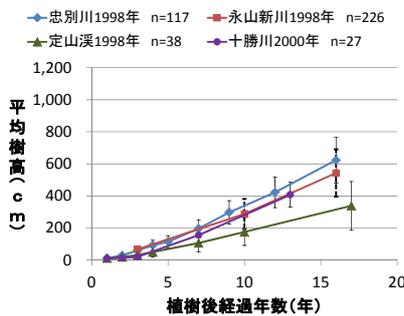


図-8 ミズナラの地区別樹高 (平均値±不偏分散)

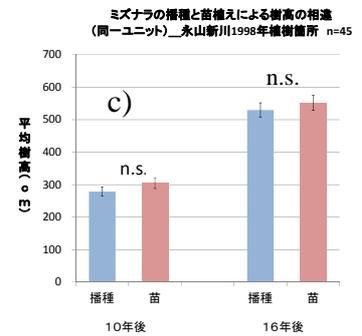
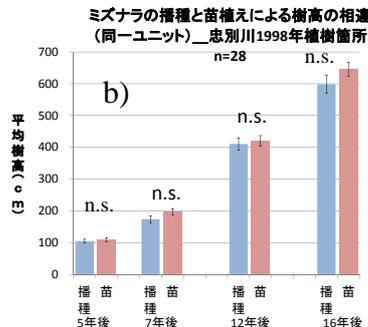
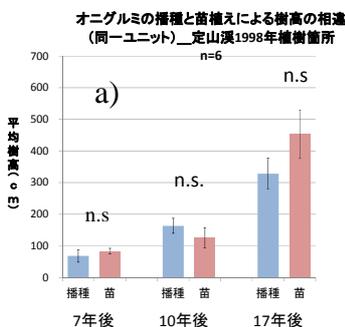


図-9 播種と苗植えによる樹高生長 a) 定山溪地区オニグルミ、b) 忠別川地区ミズナラ、c) 永山地区ミズナラ 図中の垂線は平均樹高の標準誤差を表す。また、n. s. はグラフ内の同一時期の間で有意な違いが無かったことを示す ($P < 0.05$)。

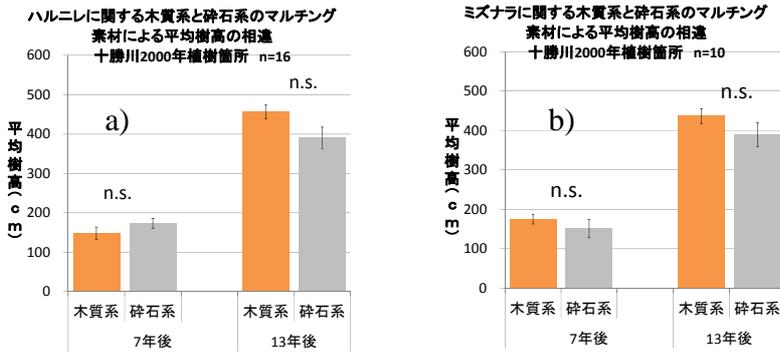


図-10 木質系と砕石系のマルチング素材の違いによる樹高生長 a)十勝川地区ハルニレ、b)十勝川地区ミズナラ
 図中の垂線は平均樹高の標準誤差を表す。また、n. s. はグラフ内の同一時期の間で有意な違いが無かったことを示す ($P < 0.05$)。

5. 考察

図-3,4 から、持続性樹種であるハルニレとミズナラの旺盛な生長が定山溪地区及び十勝川地区ともに植樹後10年以降に見られた。しかし、先駆性樹種であるケヤマハンノキやシラカンバの生長の鈍りが十勝川地区の方が定山溪地区よりも植樹後短い期間に発生していることが見られた。この現象は湖畔に広めの間隔で植栽されている定山溪地区に比べ、堤防斜面に密に植栽された十勝川地区の受光環境の厳しさが現れている可能性がある。

各地区の同一樹種の生長を見ることができる図-5～8から、その樹種特有の樹高生長が見られる。例えば、ケヤマハンノキは植樹地区に関わらず植樹後5～10年を超えると樹高生長が鈍ることがわかる。しかし、シラカンバは15年間経過程度では樹高の生長は鈍らない。また、持続性樹種であるハルニレとミズナラは10～15年経過後に加速的に樹高が生長するように見える。樹高の生長が良いことが緑化の成否とは一義的に結びつかないが、“経過年数—樹高グラフ”は今後の植樹における生長状況確認の目安となり得る。

播種と苗植えによる樹高生長には統計的な有意差が生じないことがわかった。しかし、このことは省力化のために重量級タネを播くことを推奨するものではない。なぜならば樹木の種子の結実には年によって豊凶の差が大きく不確実であることと、発芽力のある期間が短いことからである。そのため、重量級の播種を行うならば豊作年の秋季に行うことが良い。なお、これまでも種子の厳選のため播種および養苗どちらも共通して水浸検査を実施している。

木質系と砕石系とでマルチング素材を変えた場合、樹高生長には統計的な有意差が生じないことがわかった。両方の素材には、雑草繁茂抑制と乾燥抑制の機能に大きな差が無く、木質系の有機物供給という効果の影響は小さいことと考えられる。そのため、マルチング素材の選定には、植樹地の環境や施工性に着目すべきと考える。例えば木質系は冠水すると流されやすく、土壌に混入すると分解時の発熱や有機物の生成が根に損害を与える可能性が考えられる。一方、砕石系は土壌に混入しても問題ないが、重たく施工性に若干難があるからである。

6. おわりに

混播・混植法による植樹は、河川敷、堤防隣接地及びダム湖岸に加え、住宅隣接地等も実施しており、各地で多様な樹林環境が形成されている。また、これらは生態系インフラストラクチャーとして地域を守り地域の財産としての役割を求められている。このことを支援するため、樹林生育ガイドライン等の作成に向けた研究も進めていきたい。今回、混播・混植法の黎明期に検討された細部技術を一定程度整理することができた。今後は追跡調査等により植生遷移の進行を確認していきたい。

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、旭川開発建設部および帯広開発建設部の関係者に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本学術会議統合生物委員会・環境学委員会合同、自然環境保全再生分科会：復興・国土強靱化における生態系インフラストラクチャー活用のすすめ, p.14, 2014.
- 2) 例えば岡村俊邦：生態学的混播・混植法の理論 実践 評価 —住民参加による自然に近い樹林の再生法—, (財)石狩川振興財団, 2004.
- 3) 藤浪武史ほか：生態学的混播・混植法による植樹の樹高変化からみた植生遷移の進行, 平成27年度土木学会北海道支部論文報告集, 72号, G-01, 2016.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 水辺環境林造成に関する研究会：水と生命をはぐくむ緑の創造, 財団法人北海道開発協会 pp.15, 1994.