

牧野跡地に植栽した樹木の生育について

北海道立総合研究機構林業試験場 棚橋 生子・福地 稔・佐藤 孝弘・真坂 一彦・長坂 有
北海道立総合研究機構 佐藤 弘和

はじめに

近年、企業の社会的貢献（CSR）活動の中で、植樹活動が広く行われており、生育条件がやや厳しい立地に植樹されることも少なくない。

平成 20 年から北海道が実施している「水源の森づくり事業」は、希望する企業や団体に植樹場所を提供し、植樹やその後の管理をしてもらうものである。複数企業が参加し、全 138ha のうち約 4 分の 1 に植樹されている。

この「水源の森づくり事業」が行われている牧野跡は、硬い粘土質の土壌である。そういった土壌は、一般に通気性が悪く、過湿になりやすいため、土壌の物理性改善が必要と考えられる。しかし、このような土壌脊悪地における土壌改良に関する研究例は少ない。そこで、本研究では土壌の物理性の改善のための処理を行って、植栽木の生育を比較し、土壌の物理的環境に対する樹木の成長応答について検討した。

方法

今回の試験地は、当別町北部の三番川地区にある町営牧野跡で、森林レクリエーション施設の道民の森神居尻地区の西に位置する。ほぼ全面をオーチャードグラスやチモシー等の牧草が覆っている緩斜面で、場所によっては、オオイタドリ、アキタブキ、エゾノコンギク等が生育する。

2009 年 5 月に、重機を用いて盛土、耕耘の 2 種類の土壌処理を行い、盛土区、耕耘区、未処理区の 3 処理区を設けた（図-1）。各処理とも 3 反復とした。盛土区は、隣接地から土を掘りとり、高さ 30~40cm に盛って上面を平らにならし、耕耘区は、重機のバケットで区画の土を掘り上げ、上下を反転させて埋め戻し、平らにならして造成した。そして、対照区として未処理区を設けた。土壌処理には、日立建機製の油圧ショベル ZAXIS 125 US

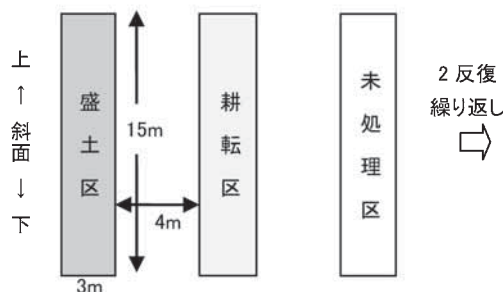


図-1 処理区の配置

（バケット容量 0.45 m³）を用いた。

植栽樹種として、土壌脊悪地でも生育良好なコバノヤマハンノキ、及び CSR 活動でよく植樹されるミズナラを用いた。1 試験区あたり縦 10 本、横 2 列に植栽し、間隔は縦横とも 1m、2 樹種を千鳥状に配置した。

コバノヤマハンノキは 2009 年 6 月、ミズナラは 2010 年 5 月に植栽した。植栽後、草本による被圧を減らすため、夏に 1、2 回の草刈りを行った。晩秋には、積雪による折損を軽減するため、支柱を添えて冬囲いを行った。2009 年秋に、コバノヤマハンノキ梢端部にエゾシカによる食害が見られたので、2010 年 6 月に高さ 1.8m の柵を設置した。

土壌の調査は、土壌硬度と土壌水分について行った。土壌硬度は、貫入試験機により 2009 年 7 月と 2010 年 8 月に調査した。なお、2009 年は簡易貫入試験機（錘 5Kg で先端部コーンの直径 25mm）を用い、Nc 値を測定し、2010 年は SH 型簡易貫入試験機（錘 3Kg で先端部コーンの直径 25mm）を用い、Nd/drop'（1 打撃ごとの貫入深度）を測定し、その測定値から Nc' 値を求め、式 $Nc = 0.51 \times Nc' (I,4)$ により Nc 値に換算した。測定は、各処理区とも列の中央部を約 2m 間隔で 5 か所測定した。

土壌水分は、ポラスカップ式テンシオメーターを地表下 20cm、40cm に位置するように埋設し、マンオメータにより圧力を測定した。なお、測定は 1 か月に 2 回程度、無降雨時に行い、各土壌改良区のうち、中央の 1 反復について、区画内の上部、中部、下部で行った。

植栽木は樹高、根元直径を春と秋に調査した（ミズナラは樹高のみ）。コバノヤマハンノキは、2010 年春に、提灯だたみ（著しく折損（写真））、枝折れ（軽微な枝や幹の折れ）、無被害に分けて積雪による折損状況を調査した。

また、各植栽木の樹高成長量（HG）および直径成長量（DG）について、次の一般化線形混合モデル（GLMM）によって分析した。

コバノヤマハンノキについては、

$$HG, DG = a_0 + a_1 \text{ 初期サイズ} + a_2 \text{ 地表処理} + a_3 \text{ 雪害} + a_4 \text{ 斜面位置} + \text{反復}$$

ここで、 a_i ($i = 0 \sim 4$) はパラメータである。また初期サイズ、地表処理、雪害、斜面位置を固定効果、反復をランダム効果とした。また地表処理（盛土、耕耘、未処理）及び雪害（枝折れ、提灯だたみ、無被害）はカテゴリ変数である。

ミズナラ個体の樹高成長量（HG）については、次の GLMM によって分析した。

$$HG = b_0 + b_1 \text{ 初期サイズ} + b_2 \text{ 地表処理} + b_3 \text{ 樹形} + b_4 \text{ 斜面位置} + | \text{ 反復}$$

ここで、 b_i ($i = 0 \sim 4$) はパラメータである。また樹形(二又, 単幹)はカテゴリー変数(固定効果)であり, 他の変数の取り扱いについてはコバノヤマハンノキと同様である。

解析に当たっては, AIC を基準に, すべての変数を盛り込んだ Full モデルの AIC, 及びそこから随時変数を削除したモデルの AIC を比較し, 最も小さい AIC となったモデルを説明能力の高いモデルとして採択した。解析は R ver. 2.11.1 を用いた。



写真 提灯だたみの一例
支柱をしても, 積雪の圧力でつぶされている

結果と考察

1) 土壌環境

土壌硬度は, 2 処理とも, 処理が及んだ範囲の Nc 値が小さくなり, 処理により土壌硬度が低下した(図-2)。その範囲は, 盛土区の 30~40cm に対し, 耕耘区では 40~50cm と, 耕耘区の方が深かった。未処理区では, 深さ 10~20cm に耕盤層と考えられる土壌硬度の大きい層があり, この Nc 値は, 根の伸長に影響が始まる程度の値(3,4)であった。2009 年と 2010 年を比べると, 2010 年は盛土, 耕耘処理ともに, 地表近くの土壌硬度が大きくなっており, 処理により膨軟化された土壌が, 年数の経過とともに硬くなる可能性が示された。

土壌水分は, 各処理区とも, pF 値 2.5 に達せず(図-3), 過湿から湿潤の値(2)だった。2009 年には, 各処理区とも地表下 20cm は 40cm より土壌水分が少ない傾向があった。2010 年には, 地表下 40cm の土壌水分は, 盛土区では耕耘区, 未処理区に比べて少なく, 地表下 20cm と同じ程度の値だった。このことから, 盛土区では, 耕耘区, 未処理区に比べて, 土壌水分が深い場所まで少なく, 土壌水分の改善が深くまで及ぶといえる。

2) 樹木の生育

コバノヤマハンノキの樹高は植栽時の約 0.5m から 2010 年秋には約 2.5m になり(図-4), 順調に生育した。根元直径も 2010 年秋には 4 倍以上大きくなった(図-5)。解析の結果, コバノヤマハンノキの HG には, すべての変数を含んだモデルの AIC が最も小さい値となり, 一方, DG では斜面位置を除いたモデルの AIC が最も小さい値

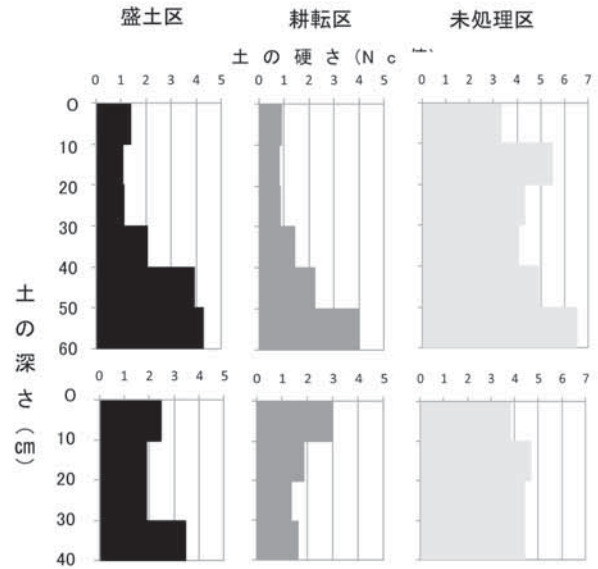


図-2 土壌処理別土壌硬度 上: 2009 年 下: 2010 年

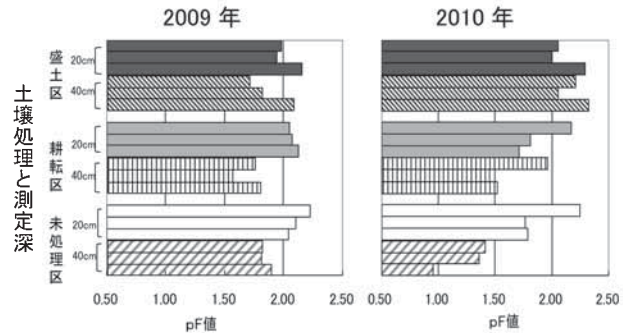


図-3 土壌処理別の土壌水分

同一測定深の 3 本の棒グラフは処理区内での測定位置別(上部、中部、下部)の値を示す

となった(表-1, 2)。HG と DG に対する土壌処理の効果は大きく異なり, HG では耕耘処理が大きな制限要因になっていたが, 逆に DG は耕耘処理によって改善された。雪害は, HG と DG いずれの場合も提灯だたみの場合に大きな負の効果を与えた。斜面位置は, 斜面下部ほど HG に寄与した。このことから, コバノヤマハンノキは, 未処理区のような, 土壌が硬く土壌水分が多い条件では細長く育つ傾向があるといえる。今後の継続調査や掘り取り調査により, 根の生育状況や, T/R 比等を明らかにしていきたい。

ミズナラの樹高は, 植栽後 1 生育期で約 5cm 大きくなった(図-6)。HG の解析結果は, 初期樹高を除いたモデルの AIC が最も小さくなった。表-3 に最適モデルの結果を示す。盛土は正の効果を与えたが, 耕耘は負の効果を与えていた。二又樹形は樹高成長を制限していた。斜面位置は, 斜面上部ほど HG に寄与した。このことから, ミズナラでは盛土により過湿条件が改善された結果, 樹高成長が良い傾向となったと思われる。ミズナラについても, 調査を継続して行い, 二次伸長, 雪害, 根の生育状況について明らかにしていきたい。

おわりに

粘土質で硬い土壌の牧野跡地において、盛土、耕耘の2種類の処理により土壌改良を行い、コバノヤマハンノキとミズナラを植栽して、土壌環境の変化と植栽樹木の生育調査を行った。

その結果、土壌環境について、土壌硬度は、両処理区とも小さくなり、土壌水分は、全体的に過湿から湿潤といえる値を示し、盛土処理により土壌水分が少なくなった。

植栽した樹木の生育については、コバノヤマハンノキは各処理区とも良好な生育を示し、植栽後2生育期間で樹高2.5mに達した。処理区別では、土壌が硬く、過湿な未処理区では、樹高が大きく根元直径が小さかったの

に対し、耕耘区では樹高が小さく根元直径が大きく、盛土区ではその中間となった。ミズナラの樹高は、植栽後1生育期で約5cm増加した。処理区別では、盛土区で大きく、土壌水分が少ない場所で生育が良い結果となった。

本研究は、植栽後1、2年目の樹木が対象であり、根の伸長とともに、生育状況が変わっていく可能性もある。今後も調査を行い、継続して、土壌環境と樹木の生育の関係を明らかにしていきたい。

謝 辞

今回の試験の実施にあたり、北海道水産林務部森林環境局森林活用課、石狩振興局森林室道民の森課、(株)北海道造園コンサルタントから御協力をいただいた。ここに記して感謝する。

引用文献

- (1) 表土層調査技術研究会 (2008) SH型貫入試験機調査要領, 23pp.
- (2) 川名 明・片岡寛澄 (1992) 造林学 一三訂版一. 朝倉書店, 東京, 200pp.
- (3) 日本造園学会緑化環境工学研究委員会 (2000) 緑化事業における植栽基盤整備マニュアル. ランドスケープ研究 63: 224-241.
- (4) 吉松弘行・川満一史・瀬尾克美・長谷川秀三・村中重仁 (2002) 斜面の表層構造調査用の簡易貫入試験機について. 平成14年度砂防学会研究発表会概要集: 392-393.

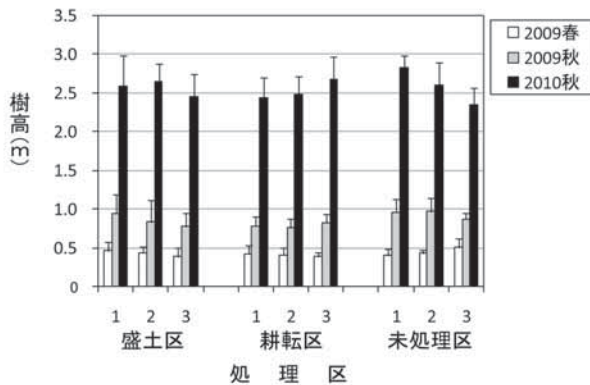


図-4 コバノヤマハンノキの各植栽区の樹高

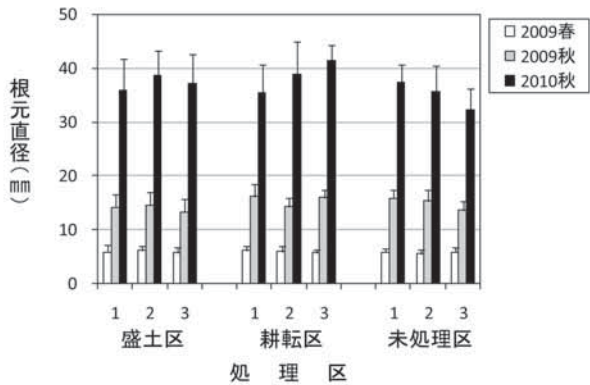


図-5 コバノヤマハンノキの各植栽区の根元直径

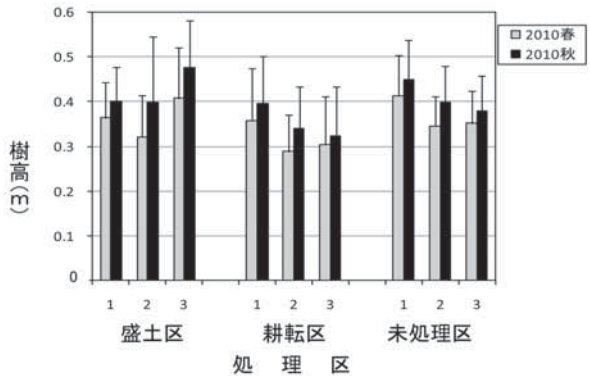


図-6 ミズナラの各植栽区の樹高

表-1 コバノヤマハンノキ HG の最適モデル

変 数	推定係数	t 値
切片	296.6	17.015
初期樹高	-2.038	-6.381
地表処理 (盛土)	-4.028	-0.540
地表処理 (耕耘)	-14.143	-1.866
雪害 (枝折れ)	5.273	0.576
雪害 (提灯だたみ)	-15.038	-1.786
斜面位置	2.104	1.928

表-2 コバノヤマハンノキ DG の最適モデル

変 数	推定係数	t 値
切片	34.135	9.247
初期樹高	-0.731	-1.181
地表処理 (盛土)	2.005	1.336
地表処理 (耕耘)	2.916	1.369
雪害 (枝折れ)	0.002	0.001
雪害 (提灯だたみ)	-1.812	-1.362

表-3 ミズナラ HG の最適モデル

変 数	推定係数	t 値
切片	5.668	3.349
地表処理 (盛土)	1.227	0.890
地表処理 (耕耘)	-1.326	-0.920
樹形 (二又)	-2.014	0.999
斜面位置	-0.120	-0.598