

カラマツ天然更新施業における表土除去の厚さとカラマツの成長

中川昌彦

カラマツ天然更新施業に関する残された課題

カラマツの天然更新技術は1980年代に精力的に研究され、土壌の表土(0層(落葉落枝の層, A₀層とも言う)やA層(鉱物質土壌の上部で、分解した落葉等の有機物が混じって色が黒くなった層))を草本の根茎とともに除去することで可能になることが天然更新が明らかにされました(五十嵐ら1987)。表土には冬期間に積雪下でカラマツの種子や稚苗に激害を与える暗色雪腐病菌が分布しており(程・五十嵐1990)、表土除去によって暗色雪腐病菌が取り除かれることでカラマツの種子や稚苗が冬期間に積雪下で受ける菌害を避けられるからです。また、表土とともに草本の根系(ササ類やアキタブキ、ハンゴンソウ、ヨブスマソウ、チシマアザミなど)を取り除くことで、天然更新したカラマツが草本に被圧されずに成長することができます。

カラマツ天然更新技術は研究が進展してきましたが、それでもまだ検討を要する課題もあります。それは土壌の養分は表土に多く含まれるため、表土を除去すると林地の生産性が低下することが懸念されることです。そこで実際に表土を除去したところとしなかったところでカラマツを植栽して、短期間の成長の比較を行いました(中川・田代2020)。この報告ではその結果を紹介するとともに、文献から得た長期間のカラマツの成長の知見と併せて、カラマツ天然更新施業における表土除去の厚さとカラマツの成長について検討しました。

試験地の概要および試験方法

調査地は足寄町にある九州大学農学部附属北海道演習林に設定しました。標高約240~260mに位置し、全体として北東向き斜面上にあり、斜面傾斜は約12°です。低気圧で多数の風倒木が出たカラマツ人工林で2007年に伐採搬出が行われ、2011~2012年に肩掛け式刈払い機による草刈地拵が行われました。草刈地拵を行った区画内に、2011年にレーキアタッチメントを装着したブルドーザによって、表土を15~25cm剥ぐ「表土浅剥区」と50~55cm剥ぐ「表土深剥区」が造成されました。2013年春に3,000本/haの密度でカラマツの2号苗(平均樹高約33cm)が、表土を剥いでいない「草刈地拵区」と表土浅剥区、表土深剥区に植栽されました。草刈地拵区では2013年~2015年の夏に下刈りが行われました。表土除去から5年後の2016年に、幅約1mの土壌断面を作成し、表土除去後の土壌を調べました。なお、カラマツを植栽したのは、表土を除去しないところではカラマツの天然更新が見込めないことから、統一した条件で評価できる植栽木で成長を比較することとしたためです。

試験地における土壌断面—有効土層の違い—

表土を剥いでいない草刈地拵区(写真-1)では、岩石が風化してできた土壌の上に、火山の噴火によって降下した火山灰がありました。0~15cmの深さまでは、降り積もった火山灰に落葉や死んだ根などの植物体が分解してできる腐植が混じって色の黒くなったIA層(土壌の母材が違う場合には、層を表すアルファベットの前に同じ母材ごとに同じローマ数字を表記する)がありました。深さ15~20cmのところには、火山灰に腐植があまり混じっていないIB層がありました。なお腐植が深さ20cm近くまで浸透しているところもあるので、写真-1ではIB層の厚さが場所によって5cmあったり、ほとんどなかったりしています。その下には火山灰とは母材の違う、岩石が風化してできたと思われる土壌があり、火山灰が降る前に落葉が分解して腐植となって既に浸透していたために黒くなったIIA層が20~30cmの深さにありました。30~60cmの深さには、腐植がほとんど混じっていないIIB層がありましたが、同じく岩石が風化してできた土壌です。60cmの深さにまで植物の根が見られました。



写真-1 草刈地拵区の土壌断面

リボンロッドは白や黒の1帯が1cm，整数の数字ごとに10cm

表土浅剥区（写真-2）では，火山灰を母材とした色の黒いIA層が完全に除去されており，リボンロッド上端の赤い金具の部分である深さ5cmのところまでに，腐植が少ないために色が黒くない火山灰でできたIB層がありました。5cmより下には，岩石が風化してできた土壌があり，5～10cmのところ腐植が多く色の黒いIIA層が，10～35cmのところ腐植が少なく色の淡いIIB層がありました。写真には40cmの深さまで載せていますが，植物の根が分布していたのは35cmの深さまででした。



写真-2 表土浅剥区の土壌断面

表土深剥区では，火山灰から成るIA層とIB層，風化した岩石から成るIIA層とIIB層の大部分が除去されており，5cm程度のIIB層だけが残されていました（写真-3）。写真には10cmの深さまで載せていますが，植物の根は，概ね5cmの深さまでしか観察されませんでした。



写真-3 表土深剥区の土壤断面

どの土壤断面でも、植物の根が分布していた範囲よりも深いところはとても堅く、剣先スコップでもなかなか掘ることができませんでした。根が侵入できる土層の厚さを有効土層といいます。この調査地での有効土層は、草刈地拵区では60cm、表土浅剥区では35cm、表土深剥区では5cmと推定されました。

カラマツ植栽木の成長

植栽後5年間、毎年秋に樹高及び胸高直径を測定した結果を図-1, 2に示します。図-1の表土浅剥区と草刈地拵区を見てみると、植栽2年後の2014年秋には樹高は同程度でしたが、その後は一貫して表土浅剥区が一番よい成長をしています。一方で表土を深く剥いだ場合には、成長が一番悪くなっていました。2016年秋から測定を始めた胸高直径についても、一番大きな値を示したのは表土浅剥区、次に草刈地拵区で、一番小さな値となっていたのは表土深剥区でした。

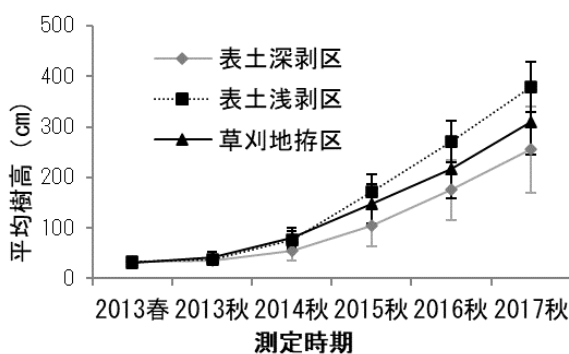


図-1 平均樹高の推移

(中川・田代 2020 より転載)

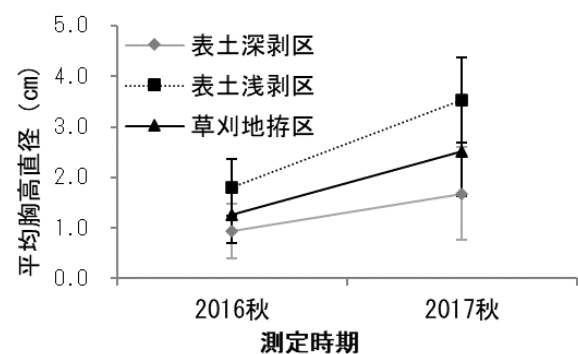


図-2 平均胸高直径の推移

(中川・田代 2020 より転載)

IA層がなく有効土層が35cm残されていた表土浅剥区が草刈地拵区よりも成長が良好であり、有効土層が5cmしか残っていない表土深剥区で成長が悪くなっていました。表土除去がカラマツの初期成長に与える影響は、剥ぐ厚さによって大きく異なる結果となりました。表土深剥区のように表土を深く剥ぐとカラマツの成長が低下することは、当然予想された結果です。一方で、表土浅剥区では、表土が全て残っている草刈地拵区よりも成長がよくなりました。

その原因については、(1) 土壤養分がカラマツの成長に与える影響が小さいこと、(2) 下層植生との競合が草刈地拵区で大きかった可能性が考えられました。土壤養分とカラマツの成長について松井(1957)は、「陽性なカラマツは火山、山火、がけくずれ、雪なだれなどで露出した乾燥地に先駆樹種として侵入、生育するもので、土壤に対する要求度のもっとも低い樹種である」「トドマツ、エゾマツなどは腐植の多いA層土壤を好むが、カラマツは傾斜地の扶養土が流亡して、畑作物のとれなくなった荒れた畑地土壤にもよく成育し、数年ないし十年で鬱閉するにいたることは全道各地でよくみられるところである」としています。加藤・松井(1966)もまた、「カラマツの成長は化学性の影響をうけることは比

較的少なく、貧栄養の土壌でも物理性が良好なところでは平均以上の成長を示す場合が多い」としています。これらの文献から考えると、カラマツの成長には土壌養分はそれほど重要ではないと考えられます。下刈終了翌年の2016年秋に下層植生の高さと同被覆率を調べたところ、草刈地拵区では地面の85%が、表土浅剥区では30%が、表土深剥区では5%が植生で覆われていました。代表的な種を示すと、草刈地拵区では植生高40cmのミヤコザサに60%程度覆われていたのに対し、表土浅剥区では植生高10cmのミヤコザサに10%程度が覆われていました。2013年から2015年まで下刈をしていたので、全ての区画で植栽したカラマツは植生高を脱していましたが、それでもカラマツ植栽木と下層植生の間で日光や水分などを巡っての競合があった可能性が考えられます。今後の研究で、表土浅剥区で成長が最もよくなった原因についての詳しいメカニズムが解明されることが期待されます。

表土除去とカラマツの長期的な成長

植栽後5年間の成長では有効土層を35cm以上残すことが推奨されますが、表土除去が長期的なカラマツの成長にどのような影響を与えるかについては、今後も何十年かの継続調査をしなければわかりません。そこで文献から表土除去がカラマツの長期的な成長に与える影響について考察しました。加藤・松井(1966)は、土層のなかに空気の欠乏した部分がある林地では、植栽当初はそれほど劣らなくても、15~20年で急に成長が衰えていた例を報告しています。松井(1957)は、「気候の冷涼な北海道では水の停滞する重粘な埴質土壌では成長不良で、とくに気候冷涼な地帯では地温の低下も加わって成長を阻害しているようである」としています。また加藤・松井(1966)は、「根の垂直方向への発達を妨げる固結層が浅い場合、根の発達の阻害に応じて地上部の成長も抑制され、正常な成長のためにはある程度有効土層の深いことが必要」、「60cmぐらゐまで細根がよく発達する土壌でない、優れた成長をしない」 「理学的に不良な土壌では、植栽初期の成長はふつうでも、15~30年たつと急に成長が悪くなることが多い」と述べています。これらのことから、表土除去によって有効土層が60cm未満になると長期的な成長が劣ることになる可能性があると考えられます。試験地の例のように、もともと有効土層が60cmしかないところでカラマツ天然更新施業のための表土除去を行うと十分な有効土層を確保できないため、初期成長は良好であっても長期的には優れた成長をしないことが危惧されます。

表土除去作業前に土壌調査を

現時点では、上記で引用した文献を参考に、カラマツ天然更新施業の適地は、表土除去後も有効土層を60cmは残すことができる箇所ではないかと考えています。有効土層を知るためには土壌の堅密度の調査が必要ですが、土壌硬度計で測定する方法以外に、土壌断面を指で押してみたり、コテで掘れるか試してみたりする簡易な方法があります(森林土壌研究会1993)。今回の調査地では、土壌の堅密度が「軟」(土壌断面を指で押すとはっきりとした深い指のあとが容易にできる)のところまでで植物の根が多く、指のあとがわずかしか残らない「堅」のところまでは根が観察されましたが、スコップでやっとな掘れる「固結」のところでは根が分布していませんでした。そこでカラマツの天然更新のための表土除去作業前に幅1m程度の土壌を掘って写真-1に示したような土壌断面を作成して、表土を除去した後も断面を指で強く押したらわずかしか指のあとが残らない「堅」か、それよりも軟らかい土層が60cm程度は確保できるか確かめることがよいでしょう。

謝辞

九州大学農学部附属北海道演習林の皆様には、表土除去とカラマツの成長に関する試験地を造成していただきました。厚く御礼申し上げます。

(保護種苗部育種育苗グループ)

参考文献

- 程東昇・五十嵐恒夫（1990）エゾマツ，アカエゾマツ，トドマツ及びカラマツ種子・稚苗の暗色雪腐病菌に対する感受性. 北大演研報 47: 125-136
- 五十嵐恒夫ら（1987）カラマツ人工林の天然下種更新. 北大演研報 44: 1019-1040
- 加藤善忠・松井光瑤（1966）カラマツ造林の要点. 林業科学技術振興所, 54pp, 東京
- 松井善喜（1957）カラマツ経営編. 北方林業叢書 8. 北方林業会, 140pp, 札幌
- 中川昌彦・田代直明（2020）表土除去がカラマツの初期成長の推移に与える影響. 森林計画学会誌 53: 63-68
- 森林土壌研究会（1993）野外における土壌および生成環境の調べ方. 財団法人林野弘済会, 334pp, 東京