

車両系林業機械の走行が 森林土壌と植栽木の生育に及ぼす影響

森林環境課 松浦 崇遠

1. はじめに

高性能林業機械の普及は、立木の伐採から搬出に至る作業工程の生産性を著しく向上させましたが、その反面、機械化が森林の環境に及ぼす負の影響についても指摘されるようになりました。皆伐が行われた造林地内の、車両系機械の軌跡が残る場所では、走行後に植栽された苗木の生育不良がしばしば見受けられ、土壌の過度の攪乱が、林地の荒廃につながる可能性が懸念されました。

そこで、本研究では県内2か所のスギ人工林皆伐跡地に調査区を設定し、伐採や木寄せに用いられる機械を走らせて、森林土壌や植栽木の生育に及ぼす影響を調べるための試験を実施しました。

調査区（A・B）の遠景を写真1に、それぞれの地況を表1に示しました。調査区Aは山体の尾根部に、調査区Bは中腹に位置しており、斜面の勾配は、後者の方がやや大きくなりました。

調査区の周縁部から表層の土壌を採取して調べたところ、調査区A・Bの粒径組成に大きな違いはありませんでした。

試験に使用した機械（写真2）の総重量はそれぞれ18.2tと17.4tであり、接地面積当たりに換算しても、大きな違いはありませんでした。また、個々の機械は、調査区の斜面を登坂することが可能な能力を備えていました。

各々の調査区に、斜面方向を長辺とする短冊状の区割りを設け、機械が上下に往復する回数に応じて、未走行（0回）区および走行（1回・3回・5回・10回）区の、合わせて5階級の小区画を配置し

表1 各調査区の地況

地況	調査区 A	調査区 B
標高	470m	700m
斜面の平均傾斜 (最小値～最大値)	6.3° (1.0～10.9°)	12.9° (10.3～15.7°)
斜面の方位	SSE	NW



写真1 調査区の遠景（左：調査区A、



右：調査区B)



写真2 走行試験に使用した機械（エクスカベーター）

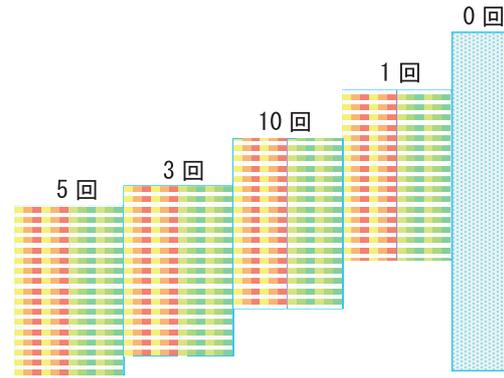


図1 調査区の区割りを表した模式図と機械の走行回数（調査区A）
図の上方が斜面上部に当たる。

ました（図1）。区割りに際しては、なるべく伐根の少ない場所を選び、かつ伐根の断面が地際と同じ高さになるまで切り揃え、残材や枝条は区画外へ持ち出して、

走行の妨げとならないようにしました。また、小区画内とその周辺には、走行試験を除く、皆伐時や残材の撤去時などに機械が侵入することはありませんでした。

2. 機械の走行が森林土壌に及ぼす影響

機械を使用した前述の試験は、皆伐が行われた年の秋季に実施しました。どちらの調査区においても、走行直後の地表面にはクローラーの軌跡がはっきりと残っていました（写真3）。但し、調査区Aの地表面は比較的滑らかであったのに対し、調査区Bでは凹凸が激しく、表層部

分の剥落や泥濘化が観察されました。

走行による土壌の締め固めの度合いを調べるため、小区画ごとに斜面に対して偏りのないよう16か所の地点を選び、ポータブルコーン貫入試験機を用いて、深さ10~40cmの範囲における貫入抵抗値を測定しました（図2）。調査区Aでは、



写真3 機械の走行回数が10回の小区画（10回区）における地表面の状態

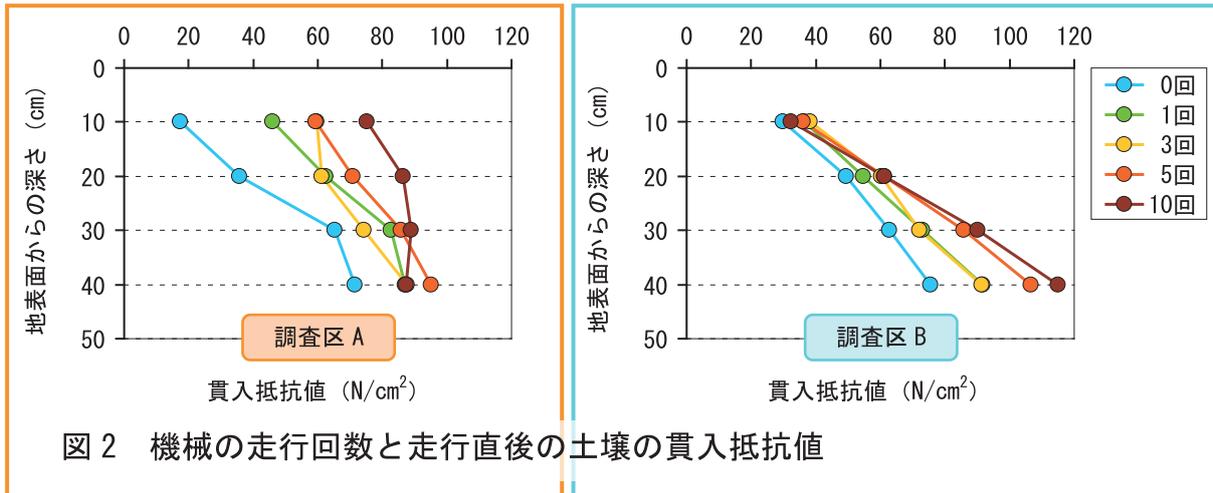


図2 機械の走行回数と走行直後の土壌の貫入抵抗値

深さ 30cm までは走行回数が増えるほど貫入抵抗値は上昇し、かつ表層に近いほど圧密化が進んだことがわかりました。これとは逆に、調査区 B では、深さ 10cm の部位においては小区画間の差異は小さ

く、走行回数との関係は見出されませんでした。しかし、深さ 20~40cm の範囲には、回数が増えるほど、硬く締まった土壌がより浅い部位から出現しました。

3. 地表面における植生およびリター層の消失と回復

調査区では、走行後の下層植生の状態にも着目しました。小調査区ごとに斜面に対して偏りのないよう 10 か所のコードラート (1×1m) を配置し、地表面を覆う植生全体の被度を測定しました (図 3)。

走行区では、走行直後に下層植生は一旦消失しましたが、その他の植物が次第

に侵入し、地表面を再び覆うようになりました。但し、調査区 A では、走行から 2 年後には、小区画ごとの被度の違いが目立たなくなった一方、調査区 B では、回数が増えるほど被度の回復は遅れ、回数が最も多かった 10 回区では、3 年後の被度は未走行区のそれの半分にも達しま

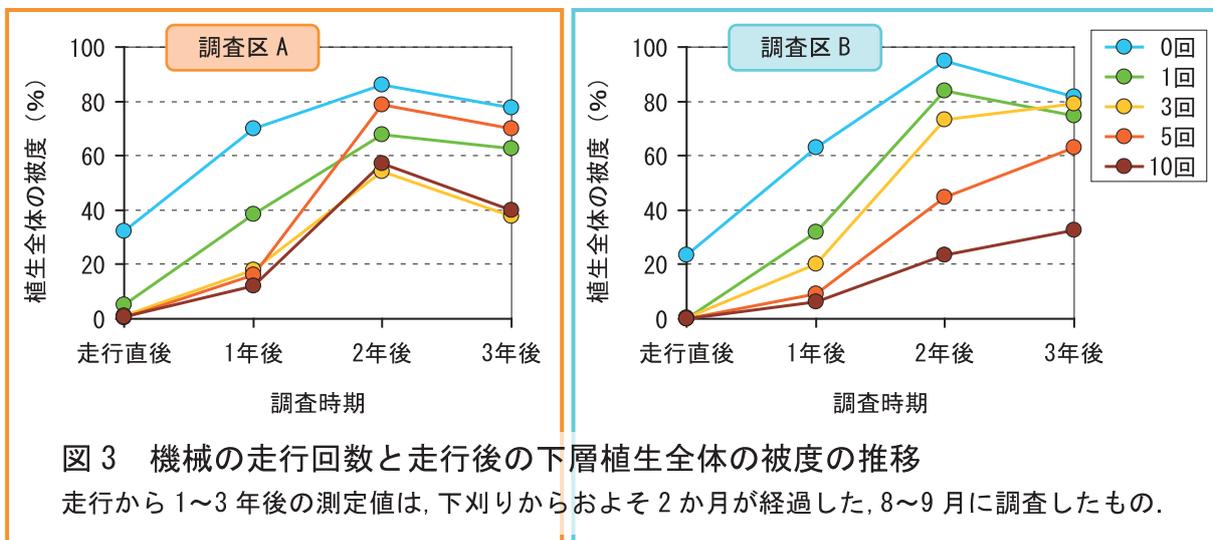


図3 機械の走行回数と走行後の下層植生全体の被度の推移

走行から 1~3 年後の測定値は、下刈りからおおよそ 2 か月が経過した、8~9 月に調査したものの。



写真4 機械の走行回数が10回の小区画（10回区）におけるリター層の状態

せんでした。

機械の走行は地表面のリター層にも影響を及ぼしましたが、その状態は調査区間で大きく異なり、調査区Aではリター層がよく残存していたのに対し、調査区

Bでは著しく破壊されました（写真4）。調査区Bでは養分に富んだ土壌やリター層が、機械の走行によって剥ぎ取られたため、植物の定着や生育が阻害されたと考えられました。

4. 植栽木の活着と初期成長

機械の走行が植栽木の生育に及ぼす影響を調べるため、走行試験を実施した年の秋季または翌年の春季において、小調査区ごとに、同齡（2年生実生）のスギコンテナ苗を数10本ずつ植栽しました。また、植え付け時にはディブルを使用し

て、土壌の攪乱を最小限に留めました。どちらの調査区においても、スギの苗木は概ね活着し、植栽から3年後の生存率は、調査区Aでは小区画につき88～99%、調査区Bでは88～98%を維持していました（図4）。但し、調査区Aの10

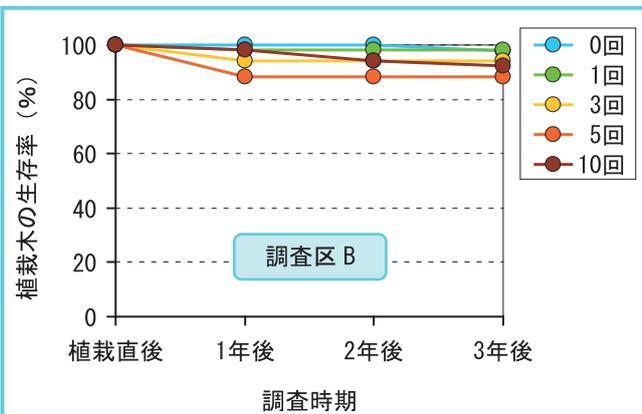
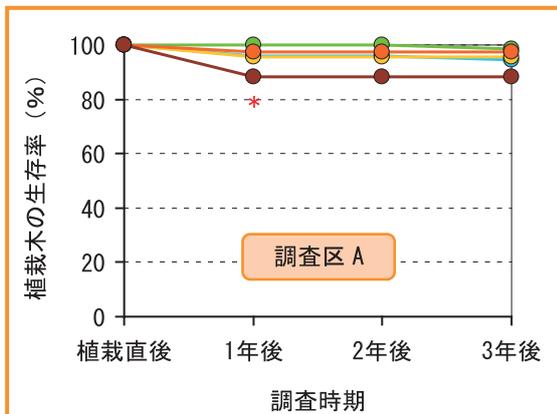


図4 機械の走行回数とスギ植栽木の生存率の推移

図中の「*」は、群間の全てあるいは一部に有意な差があることを示す（Tukey WSD法、 $p < 0.05$ ）。

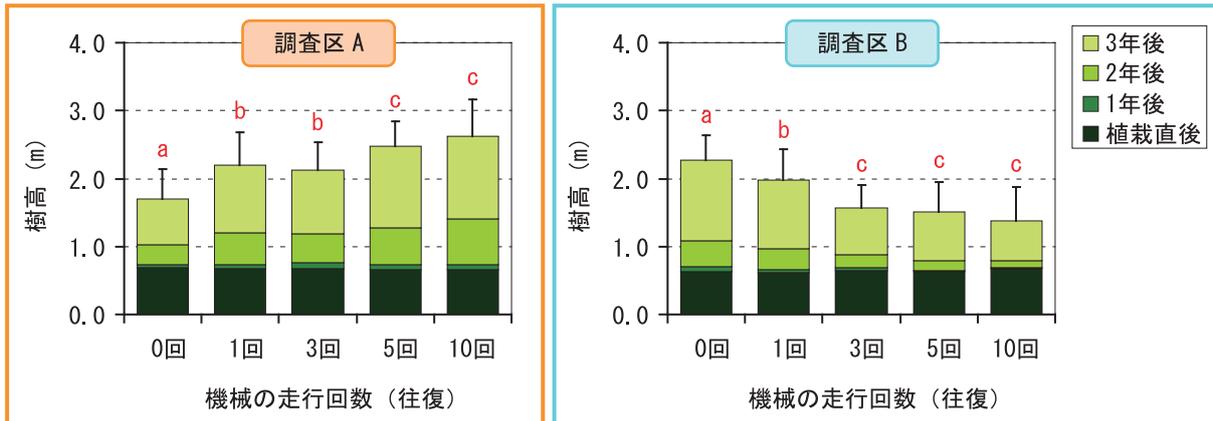


図5 機械の走行回数ごとのスギ植栽木の樹高成長の推移

図中のバーは、3年後における樹高の標準偏差を表す。異なるアルファベットが付された群間には、期間中の総成長量に有意な差があることを示す (Games-Howell 法, $p < 0.05$)。

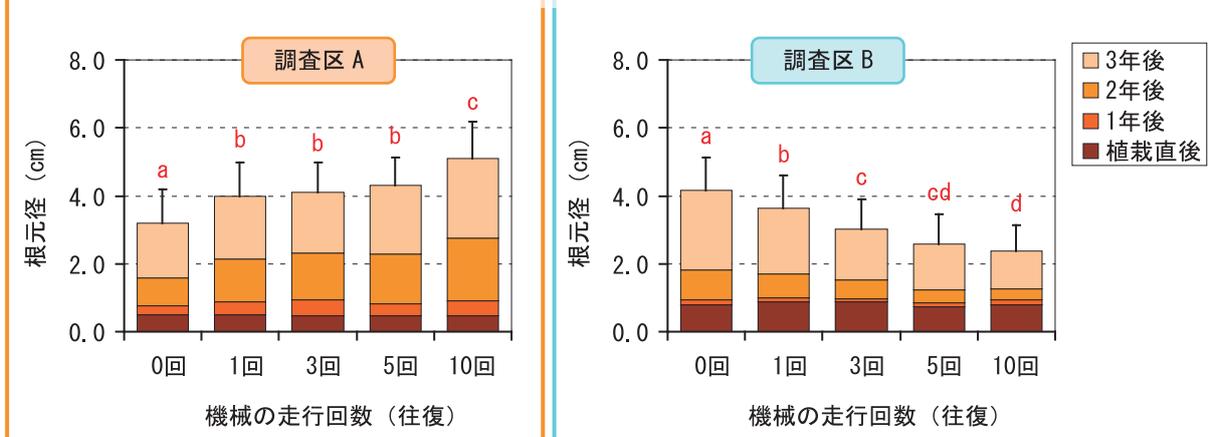


図6 機械の走行回数ごとのスギ植栽木の直径成長の推移

図中のバーは、3年後における根元径の標準偏差を表す。異なるアルファベットが付された群間には、期間中の総成長量に有意な差があることを示す (Games-Howell 法, $p < 0.05$)。

回区では、植栽から1年後の生存率が有意に低くなったため、走行回数が増えると、植栽木の活着が妨げられることには注意を払う必要があります。

期間中における植栽木の生育について、樹高の成長量を図5に、根元径の成長量を図6に示しました。調査区Aでは、樹高・根元径の何れも、走行回数が増える

ほど、成長量は植栽から3年間にわたって増加し、走行にともなう表層土壌の圧密化によって、植栽木の生育は妨げられていませんでした。これとは逆に、調査区Bでは、走行回数が増えるほど成長量は減少し、10回区に至っては、期間中の総成長量は未走行区の半分にも達しませんでした。

5. おわりに

試験を実施した2か所の調査区では、森林土壌や植栽木の生育に及ぼす影響を

推し量る上で、対照的な結果が得られました。

表 2 機械の走行が植栽木の生育に及ぼす影響（まとめ）

- ・ 表層土壌が一様に沈降し、地表面のリター層がよく保存されている場合（調査区 A）

- 機械の走行は植栽木の生育を妨げず、逆に促進することも。
- 但し、往復「10回」を超える走行は、植栽木の活着率の低下を招く恐れあり。

- ・ 地表面に凹凸が目立ち、表層土壌の剥落や泥濘化が生じている場合（調査区 B）

- 機械の走行は、植栽木と競合する他の植物が衰退するよりも、植栽木自体の成長を抑制する作用の方がはるかに大きい。
- 走行回数が増えるほど植栽木の成長量は減少。走行するとしても、往復「1回」程度に減らして、攪乱の規模を拡大させないことが望ましい。

調査区 A では腐植質の豊富な表層土壌が十分に保存されており、転圧を受けて締め固められても、植栽木の成長は減少するどころか、むしろ増加しました。したがって、機械の走行は植栽木の生育に必ずしも負の影響を及ぼすものではないことが明らかになりました。走行回数が増えるほど植栽木の成長量が増加した理由ははっきりしませんが、先行研究では、土壌の圧密化は、植物が根系から水分・養分を吸収しやすい、好適な孔隙率をもたらず場合があると指摘されています。

しかしながら、一般的には、強く締め固められた土壌は根系への酸素や水分・養分の供給を滞らせ、掻き乱された土壌は雨水による流亡や浸食を受けやすくなることが知られています。調査区 B では表層土壌が掻き乱され、剥落・泥濘化し

たことによって失われたため、植栽木の成長や、その他の植物の定着が、2～3年間は大きく阻害されました。また、その影響は、植栽木が生育するために必要な土壌が失われる方が、植栽木と競合する他の植物が衰退するよりも、はるかに大きいと推定されました。

機械の走行が植栽木の生育に及ぼす影響について、これらの試験から得られた結果を、表 2 にまとめました。林地の荒廃を招くリスクを考慮すると、走行はなるべく控えるべきですが、影響の度合いは表層土壌の状態に応じて判断する必要があります。その上で、機械の走行回数は、過度な攪乱を防ぐための有効な指標となりうるということが、本研究によって示されました。

研究レポート No.25

令和 6(2024)年 3 月 29 日発行

編集 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰 3

電話 076-483-1511

FAX 076-483-1512

<http://taffrc.pref.toyama.jp/nsgc/shinrin/>