

## ハーベスタ・フォワーダシステムにおける 積雪期の間伐作業による土壌圧密の実態

森林総合研究所北海道支所 橋本 徹・相澤 州平・伊藤 江利子・佐々木 尚三

### はじめに

森林の多面的機能を維持・増進しつつ低コストで実施可能な森林施業を実現するためには、路網の充実や高性能林業機械の導入、地域の特徴を考慮した実用的な作業システムの構築が必要である。緩中傾斜地が多く降雨が比較的少ない気象条件を有する北海道では、その地域の特徴を活かして、生産性が高く、労働安全性にも優れている林内走行型作業システム(ハーベスタ・フォワーダシステム)の導入が可能と考えられる。しかし、この作業システムは、大型機械が林内を直接走行して作業を行う仕組みであり、立地環境に与える影響が大きくなる懸念される(3,4)。北海道内で、この作業システムを利用して間伐等の人工林施業を行うためには、林業機械走行が立地環境に与える影響を明らかにして、十分なリスク管理を行うことが重要である。特に、北海道は寒冷で多雪地域も多く、積雪期での作業も多いため、そのような積雪条件下での機械走行の影響を解明する必要がある。

そこで、本研究では、積雪状態の森林において、林業機械が林内走行した場合にどの程度の林地攪乱が生じるのかを明らかにするために、機械の走行回数を変えて、土壌圧密に与える影響を調べた。

### 調査地と調査方法

調査は、森林総合研究所北海道支所の羊ヶ丘実験林 4 林班ち小班のトドマツ人工林(1973年植栽, 1997年列状間伐)で行った。調査地は傾斜度4度の平衡斜面で、B<sub>1D</sub>型の土壌であった。調査は、2013年2月20, 21日に行った。林内の積雪深は約100cmであった。等高線と平行に、植列間に2本の走行列(A, B)を設定した。林業機械は、フェラーバンチャを装着したクローラ型の油圧ショベル(コマツ, PC120)で、総重量は13,380kgであった。列状間伐を想定して、この機械をそれぞれの走行列で5往復させた。それぞれの走行列の両側の轍に、土壌の貫入抵抗を測定する地点を計8カ所設定した(図-1)。それぞれの測定地で、各往復後に貫入抵抗を測定した。測定には、デジタル貫入式土壌硬度計(大起理化学工業, DIK-5530)を用いた。同じ場所で測定すると、前回測定した穴に重なる可能性があるため、1回測定するごとに、測定点を10cmずつずらして測定した。

### 結果と考察

土壌深に伴う貫入抵抗の変化をクラスター分析したところ、0~14cmとそれより深の部分集合に分類された。0~14cmの表層について、貫入抵抗値を平均した値で解

析を行った。林業機械の走行回数増加に伴う貫入抵抗値の平均の変化は図-2のようになった。測定地、測定点によるばらつきが大きい、全体的には2~8回と走行回数が増えるにつれて、貫入抵抗が高くなる傾向が見られた。走行回数と走行列を主要因とし、測定地によるばらつきをばらつき効果として組み込んだ線形混合モデルにデータを当てはめたところ、表-1のような結果となった。分散分析の結果、モデルは全体として有意であり、パラメータ推定値では、走行回数が貫入抵抗に有意に効いていることがわかった。この結果は、機械の走行回数が増えるにつれて土壌圧密の度合いが高まるというこれまでの報告(1,4)と合致する。

走行回数が8回目から10回目に増えた際に、貫入抵抗が下がる傾向が見られた(図-2)。この差分の平均値が0である確率は $p=0.007$ であり、8回目から10回目にかけて、有意に貫入抵抗が下がっていた。積雪下で土壌含水率が高いため、ある一定量の加重で土壌粒子の結合が緩んだ等の可能性が考えられる。しかし、付随データがないため、この貫入抵抗減少の理由についての解明は、今後の課題である。

同じ場所で同じ手法で夏期に測定した場合も、走行回数の増加に伴って土壌の貫入抵抗の増加が見られた(2)。しかし、夏期の測定では0~14cmの表層土壌での貫入抵抗平均値が1300~1900kPaであり、今回の測定は夏期よりも全体的に柔らかい傾向が見られた。

本研究では、積雪による被覆があっても、土壌が圧密される場合があることを示した。しかし、積雪による保護効果は、根張りへの損傷を防ぐ、轍形成を防ぐ、等の効果もある。従って、林業機械走行と立地環境影響との関係における雪の機能を評価する上では、それらの効果も勘案した上で、総合的に検討する必要がある。

### 引用文献

- (1) Adams PW. and Froehlich HA. (1981) Compaction of forest soils. USDA For. Serv., Pac. NW Extens. Publ. PNW-217. 13 p.
- (2) 橋本徹・相澤州平・伊藤江利子(2013) 林業機械の走行回数と枝条量の違いが土壌圧密に与える影響. 北方森林研究 61: 107-108.
- (3) 猪内正雄 (2001) 森林作業の機械化が森林環境にどんな影響を及ぼすのか. 森林科学 32: 25-33.
- (4) Wästerlund I. (1992) Extent and Causes of Site Damage due to Forestry Traffic. Scand. J. For. Res. 7: 135-142.

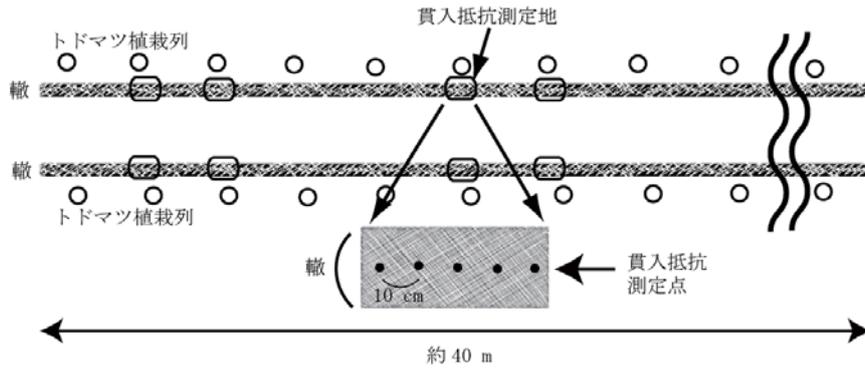


図-1 調査地の概要

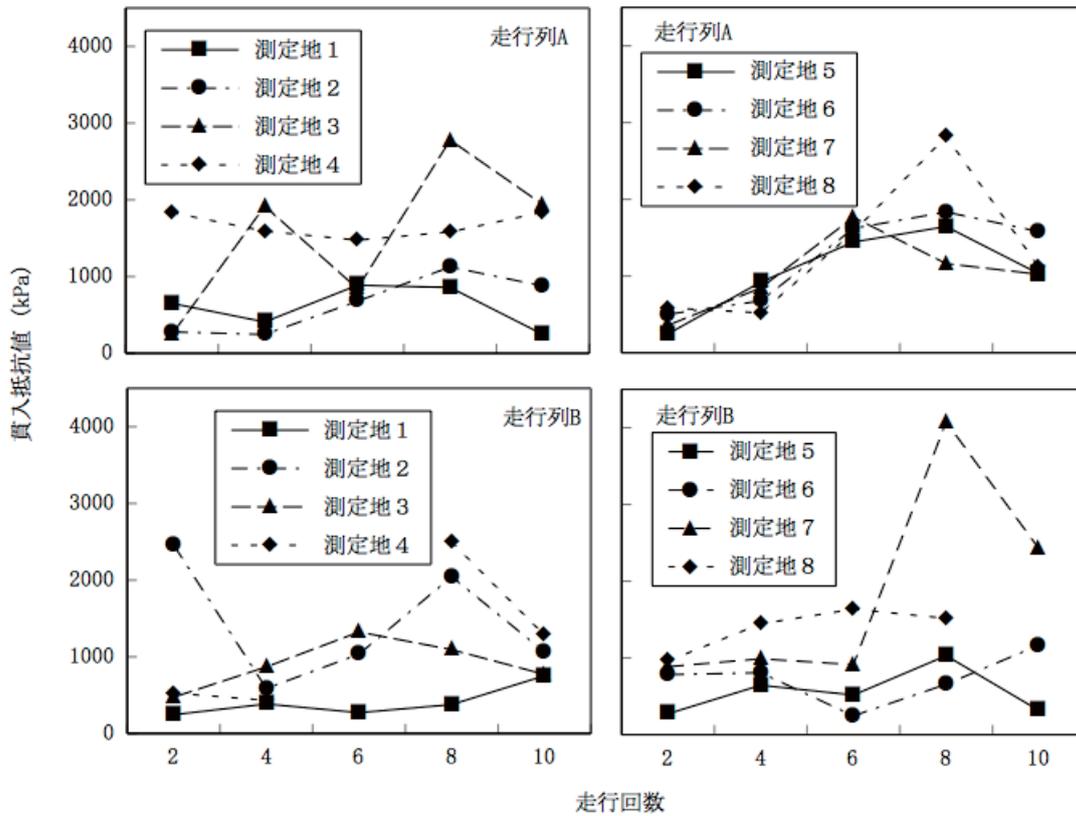


図-2 林業機械の走行回数に伴う土壌の貫入抵抗の変化

表-1 モデルへの当てはめ

分散分析表					
	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
モデル	3	7520098	2506699	5.67	0.002
誤差	74	32697629	441860		
全体 (修正済み)	77	40659587			

パラメータ推定値				
項	推定値	標準誤差	t 値	p 値
切片	326.07	280.15	1.16	0.248
走行回数	91.83	26.63	3.45	0.001
走行列	-15.41	30.15	-0.51	0.611