

論文

列状間伐林における高性能林業機械を用いた集材が林地に与える影響について*1

山田康裕*2

山田康裕：列状間伐林における高性能林業機械を用いた集材が林地に与える影響について 九州森林研究 56：74-77, 2003 高性能林業機械を用いた列状集材が林地に与える影響を把握するため、列状間伐（1伐3残）したヒノキ林において、スウィングヤードを用いてスナッピング式による全木集材を行ない、集材後3ヶ月間の間伐列と残存列の土壤流出量と、林床植生バイオマスを測定した。その結果、間伐列では期間を通して残存列よりも多くの土壤流出が見られ、また林床植生バイオマスは、残存列が間伐列を有意に上回った（ $P < 0.05$ ）。このことから、高性能林業機械を用いた集材は林地攪乱により、林床植生バイオマスの低下と土壤流出量の増大をもたらすことが示唆された。

キーワード：列状間伐，土壤流出

I. はじめに

近年の林業を取り巻く情勢は厳しく、材価の低迷や林業従事者の高齢化等に起因して放置林分が増えている。その一方で、国民の水源涵養機能等の環境保全に対する期待は高まっており、早急かつ適性な間伐の実施が求められている。

列状間伐は、比較的広範囲の間伐を行なう場合に、搬出コストや作業効率の面から有効な間伐手法であることから、本県内においても高性能林業機械を組み合わせた施業が県営林を中心として行なわれるようになった。しかし、列状に集材を行った場合、間伐（集材）列は残存列と比較して集材による攪乱の影響を集中的に受けることから、表土の流亡といった自然災害の発生が懸念される。

そのため、今後列状間伐を推進していく上で、その施業が林地に与える影響を明らかにしていく必要があるが、これまでに列状間伐が林地に与える影響について調査された例は少ない。そこで、本調査では、列状間伐後の間伐列と残存列の表層土壌と林床植生の比較によって、高性能林業機械を用いた列状集材が林地に与える影響について明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と方法

1. 調査地

調査地は、大分県玖珠郡玖珠町大字日出生台字人見岳（ $33^{\circ} 19' 55'' N$, $131^{\circ} 18' 05'' E$ ）の県営林で、23年生のヒノキ林分である。調査地の概況は、表-1のとおりである。

2. 列状間伐作業工程

列状間伐は、2001年5月中旬に、チェーンソーにより1伐3残

表-1. 調査地の概況

標高	方位	傾斜	地形	成立密度
780m	S10E°	25°	中腹凸型斜面	1,500本/ha

で列状に伐倒した後に、5月30日にスウィングヤード（機種：コマツ HC-30）を用いてスナッピング式による上荷の全木集材を行なった。集材後の材は、斜面上部の土場において、プロセッサによる造材を行なった。



写真-1. 集材後の列状間伐林内の様子

3. 方法

調査は、間伐列3列と残存列2列を跨ぐように20×20mの調査区を設定し、毎木調査と植生調査を行なった。毎木調査は、全木

*1 Yamada, Y.: Effects of yarding by high quality forestry machines to the forest land in the line thinning forest

*2 大分県林業試験場 Oita Pref. Forest Exp. Stn., Hita, Oita 877-1363

について樹高、胸高直径を測定し、林床バイオマス調査は、間伐列と残存列に50×50cmのコドラートを10ヶ所ずつ設置して、コドラート内の出現種を記載した後、林床植物を根元よりすべて刈り取った。さらに、枠内のリターについても同様に回収し、サンプルは実験室において85℃で2日間乾燥させた後、重量を測定した。これらは、一元配置分散分析により調査列間の比較を行なった。

また、集材作業による土壌表層部への攪乱の影響が予想されたことから、まず間伐列と残存列の土壌表層部における土壌物理性の測定を行なった。調査は、各列4地点において、硬質土壌表面から深さ5cmの土壌を400ccの採土円筒を用いて採取し、実験室において円筒処理を行なった。また同時に、山中式土壌硬度計を用いて、各列40地点の土壌硬度を測定した。

次に、降雨等の影響によって流出する土砂量を測定するため、横50cm、縦100cmの長方形の木枠を地表面から10cm木板が出るように埋設し、斜面下部に土砂採取ネットを取り付けた土壌トラップを各列に4ヶ所ずつ設置した。設置時には、各斜面の傾斜角を計測し、土砂回収時には、毎回土壌トラップ枠内の植被率を測定した。2001年6月10日～8月5日の期間において、約2週間ごとに流出した土砂の回収を計15回行ない、105℃で24時間乾燥後の重量を測定した。

侵食土砂量と降雨との関係については、これまでに行なわれたいくつかの研究において、高い相関があることが報告されている(大味, 1967; 小高・遠藤, 1984; 井上ら, 1987)。一般に、降雨と移動土砂量との相関関係を検討する場合、降雨因子として降水量に降雨強度を加味することが適当とされている。そこで本研究では、井上ら(1987)や塚本(1989)が用いた1連続降雨の降雨総量 P と最大1時間雨量 I の積で表される PI を降水指数として用い、それらを各期間で積算した ΣPI を降水因子として、移動土砂量との相関関係について検討した。なお、降雨データは、試験地から南東約9kmに位置する湯布院地域気象観測所のデータを用いた。

Ⅲ. 結果

1. 林分概況および地上部バイオマス

毎木調査の結果、調査区内のヒノキの平均樹高は15.5m、平均胸高直径は22.4cm、胸高断面面積合計は5.6m²であった。植生調査では、ナガバモミジイチゴ、コシアブラ、ヒサカキ、クロモジ、カナクギノキ等が優占して見られ、平均群落高は30cmであった。林床植被率は、間伐列で約5%、残存列で約30%であり、間伐列は残存列と比較して明らかに地表がむき出しの状態であった(写真-1)。林床植生の現存量(平均±標準偏差)は、間伐列で20.1±28.6g/m²、残存列で105.4±110.6g/m²であり、有意に残

存列の現存量が大きかった($P < 0.05$, 図-1)。リターの現存量(平均±標準偏差)は、間伐列で496.0±236.2g/m²、残存列で365.2±160.0g/m²であり、有意差はみられなかったが、間伐列では集材時に落ちたと思われる枝葉により、現存量は残存列と比較して多かった。

2. 土壌理化学性

調査列の地表面から深さ5cmまでの土壌物理性は、表-2に示すとおりである。土壌表層部の最大含水量は、間伐列で有意に大きく($P < 0.01$)、最小容気量は残存列で有意に大きかった($P < 0.05$)。その他の項目については、調査列間で有意差がなかった。土壌硬度は、間伐列の方が残存列よりも高かったが、測定場所によって硬度の違いが大きかった。

3. 土壌流出量

土壌流出量は、間伐列と残存列との間に有意差はなかったものの、期間を通して間伐列が残存列を上回る結果となり(図-2)、期間中に回収した調査列の土壌流出量合計(4つの測定枠の平均±標準偏差)は、間伐列で488.5±126.3g/m²、残存列で377.5±171.6g/m²であった。土壌流出量と降雨要因との相関関係については、土壌流出量 E と降水因子 ΣPI の対数値である $\log E$ と $\log(\Sigma PI)$ との間に正の相関が見られたことから($P < 0.01$, 図-3)、降水量の増加に伴う土壌流出量の増加が示された。また、土壌流出量と降雨要因以外の関係では、土壌流出測定枠内の植被率との間に負の相関が見られた($P < 0.01$, 図-4)。しかし、土壌流出量と傾斜角の関係については、今回土壌流出測定枠を設置した斜面の傾斜が25.3±2.3°(平均±標準偏差)と、設置場所による傾斜角の違いがほとんどなかったことから、傾斜角との間に相関は見られなかった。

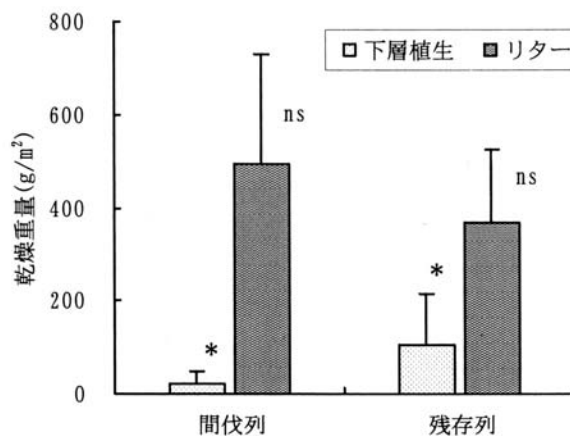


図-1. 間伐列と残存列の地上部現存量の比較(平均値±標準偏差) ns: 有意差なし, *: 5%水準で有意

表-2. 各調査列の土壌表層部(0~5cm)の土壌物理性の比較

調査列	透水量 (ml/min)	最大含水量 (%)	最小容気量 (%)	孔隙率(%)			容積重 (g/100cm ³)	土壌硬度 (mm)
				細孔隙	粗孔隙	全孔隙		
残存列	137.5±42.6 ^{ns}	43.2±6.1 ^{**}	36.0±9.4 [*]	12.4±3.8 ^{ns}	66.8±7.0 ^{ns}	79.3±3.3 ^{ns}	42.7±7.5 ^{ns}	5.4±4.0 ^{ns}
間伐列	176.0±70.5 ^{ns}	62.9±4.6 ^{**}	14.7±6.9 [*]	18.8±4.2 ^{ns}	58.8±7.1 ^{ns}	77.6±3.8 ^{ns}	47.7±9.1 ^{ns}	7.0±3.8 ^{ns}

^{ns}: 有意差なし, *: 5%の危険率で有意, **: 1%の危険率で有意

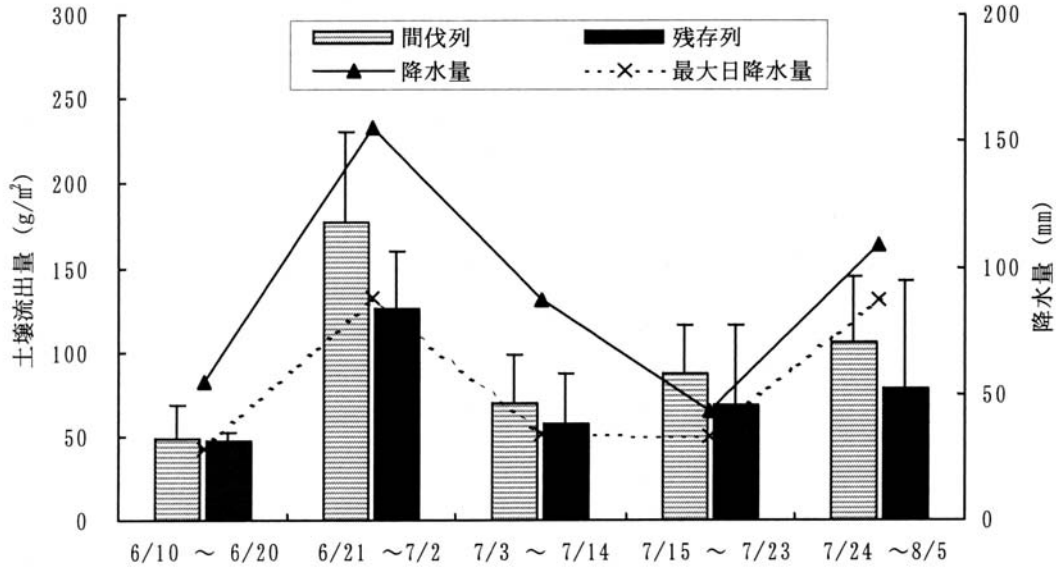


図-2. 各期間における間伐列と残存列の土壌流出量の比較 (平均値±標準偏差)

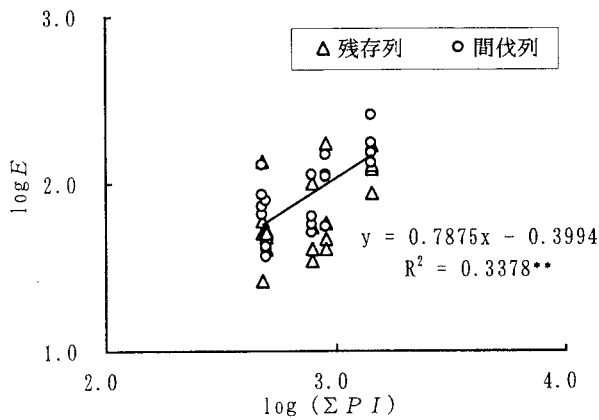


図-3. 降雨指数 (ΣPI) と土壌流出量 E (g/m^2) の関係
** : 1%の危険率で有意。

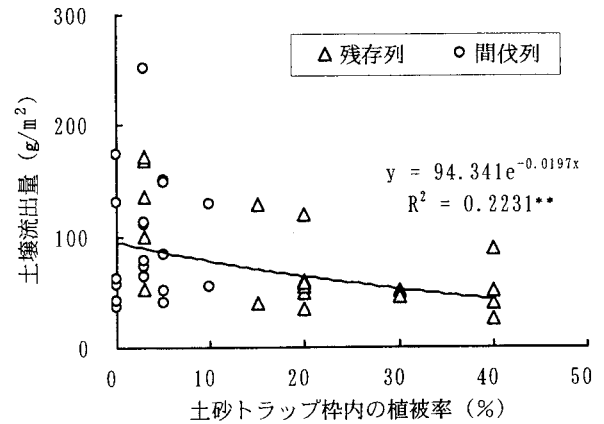


図-4. 土砂流出測定枠内の植被率と土壌流出量の関係
** : 1%の危険率で有意。

IV. 考 察

本調査では、高性能林業機械を用いた列状集材により、特に集材列における下層植生と土壌表層部への攪乱の影響が見られた。集材列の林床植生の現存量は、集材の影響が少ない残存列よりも有意に少なかったが、これは集材によって植生が剥ぎ取られた影響によるものと考えられる。また、間伐列の土壌流出量が、期間を通して残存列を上回ったことに関しては、以下の2つの理由が考えられる。

1つめの理由として、地引き集材によって地表面が削られたことで、安定していた地表面が不安定な状態となり、表層土壌が流亡しやすい状況にあったことが挙げられる。地表面から深さ5 cmまでの最小容気量は、間伐列では残存列と比較して有意に低かったことから、間伐集材作業で地表面が踏み固められたことで、水が自由に移動できる大孔隙量が減少し、浸透能が低下した(有光, 1987)。そのために地表流量が増加し、それに伴って土壌流出量が増加したと考えられる。

2つめの理由として、間伐列では林床植生の消失によって、残存列よりも地表面が露出した状態にあったことが、土壌流出量の増加に繋がったのではないかと考えられる。本調査においても、土壌流出量は植被率の増加に伴って減少していることから、林床植生の現存量が少ない集材列ではより多くの土壌が流出したものと思われる。林床植生は、直接的雨滴の打撃から地表面を保護し、地表流の流下速度を抑制する働きを持つことから(赤井ら, 1981, 1982; 吉村ら, 1981, 1982; 井上ら, 1987; 岩川ら, 1987; 山田・諫本, 2001)、こうした林床植生の消失が大きく影響しているものと考えられる。さらに、間伐列には上空を覆う上層木が伐倒されてないことから、地表面が直接的な雨滴の打撃を受け、地表面が侵食されやすい状態にあったことも一因として考えられる。

このように本調査地では、高性能林業機械を用いた列状集材による林地攪乱の影響によって、表土の流亡といった水土保持全面への影響が確認された。しかし、今回は集材後3ヶ月間という短期間の経過を調査したもので、今後、植生が回復して地表面が安定

した場合、林地が土砂流出防備等の面でどのように変化していくのかについては未解明である。このため、今後、継続して現地調査を行なうと同時に、既存の列状間伐林を含め事例を増やして研究を進めていく必要があると思われる。

引用文献

赤井龍男ほか（1981）日林論 92：213-214.
赤井龍男ほか（1982）日林論 93：249-250.
有光一登（1987）森林からのメッセージ①森林土壌保水のしくみ,

199pp, 創文, 東京.

井上輝一郎ほか（1987）林試研報 343：171-186.
岩川雄幸ほか（1987）日林関西支講 34：49-52.
小高和則・遠藤治郎（1984）日林誌 66：67-71.
大味新学・網本皓二（1967）日林誌 49：286-292.
塚本次郎（1989）日林誌 71：469-480.
山田康裕・諫本信義（2001）日林九支研論 54：79-80.
吉村健次郎ほか（1982）日林論 93：347-348.
吉村健次郎ほか（1983）日林論 94：409-410.

（2002年12月19日 受理）