

クラッシャ地拵による破砕物の量が下草繁茂に及ぼす影響

森林総合研究所 北海道支所

原山 尚徳・上村 章・津山 幾太郎

佐々木 尚三・山田 健

北海道立総合研究機構 林業試験場

渡辺 一郎

森林総合研究所

宇都木 玄

はじめに

戦後の拡大造林期に植栽された森林が成熟し、主伐期を迎えようとしている。木材価格が低迷している現在、主伐による収入が十分に得られず、再造林が放棄されるケースが目立ってきており、再造林経費の低コスト化は喫緊の課題となっている。北海道では再造林経費の中で地拵および下刈の割合が大きく、これらの経費削減が再造林経費全体の削減につながる⁽³⁾。

我々は、これらの課題の解決を目指し、2013年より海外製の開墾用クラッシャの導入試験を行っている。クラッシャはエクスカバータのブームアタッチメント型作業機で、油圧により高速回転する固定刃によって植生や末木枝条を破砕する地拵機械である。北海道で広く行われているバケットやグラブによる地拵と異なり、前生植生を完全に破砕できるため人力補正刈り（機械地拵後残った下草を刈払機で刈り払う作業）が不要であり、一人のオペレータで地拵を完了させることが出来る。また、ハーベスタ等で林内造材した際に発生する末木枝条が破砕されるために、末木枝条の集積が生じず、地拵した林地全面で植栽可能となるとともに⁽²⁾、カラマツを食害する野鼠の生息地がなくなるなどの利点を有している。さらに、これまでの研究により、末木枝条の破砕物が林床を覆うことで、下草の発生が抑制されることが明らかとなっている⁽¹⁾。このように、地拵効率向上および下刈コスト削減効果が認められるクラッシャ地拵であるが、下草抑制効果の程度は林地によって異なっており、土壌水分との関係が指摘されているものの⁽¹⁾、その理由についてはよくわかっていない。そこで本研究では、下草抑制効果の違いが末木枝条の破砕物の厚さによって生じているとの仮説を立て、破砕物の厚さと下草繁茂との関係について検討した。

調査地と方法

調査は、北海道上川郡下川町町有林の50年生トドマツ皆伐地（北緯44°17'37"、東経142°40'40"、標高約240m、約2ha）で行った。2017年3月にハーベスタで伐倒、林内で枝払い、玉切り等の造材が行われ、フォワーダで搬出された、出材積が約220m³/haの現場である。2017年5月11～19日にクラッシャ（Seppi社Excavator Mulcher MINI-BMS125）およびバケットを用いた全面地拵（それぞれ約1ha）を行った（図-1）。クラッシャ地拵では林地にある植生および末木枝条を全て粉砕すると

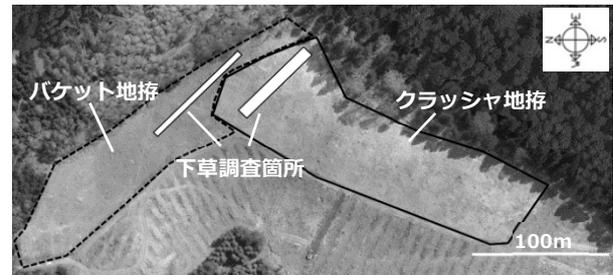


図-1 試験地の概要

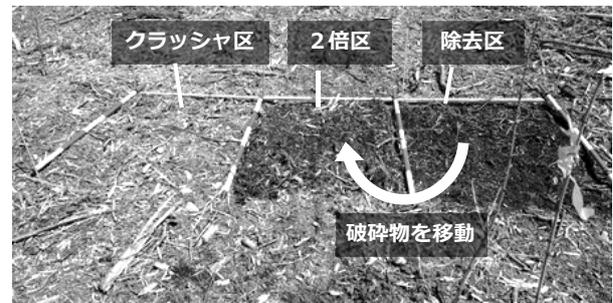


図-2 クラッシャ地拵箇所での下草調査区の破砕物処理の概要

ともに、ベースマシーン走行の障害となる伐根もオペレータの判断によりクラッシャで削った。バケット地拵では、末木枝条を林地外縁に集積させた後、人力補正刈りを行い、刈払機で残ったササをすべて刈り払った。

クラッシャ地拵完了後の2017年5月18日に、クラッシャ地拵箇所において下草調査区を設定した（図-1）。斜面水平方向に3m、垂直方向に1mの方形調査区を設け、1m間隔で3等分した（図-2）。斜面上部に向かって右側の区画の破砕物を中央の区画へすべて移動させ、できるだけ均等になるようにならし、破砕物除去区（以下、除去区）と2倍区を設定した（図-2）。左側の区画は未処理（以下、クラッシャ区）とした。この下草調査区を、クラッシャ地拵を行った林地の斜面下部から上部まで数m間隔で、区画内に植栽苗や伐根が入らないようにして、合計14地点に設定した。クラッシャ区および2倍区において、1m×1mの調査区画を50cm×50cmに4等分し、それぞれの中心で破砕物の厚さを測定した。

2017年8月23、24日に、クラッシャ地拵箇所を設定した下草調査区全14地点の除去区、クラッシャ区、2倍

Hisanori HARAYAMA, Akira UEMURA, Ikutaro TSUYAMA, Shozo SASAKI, Takeshi YAMADA (Hokkaido Research Center, FFPRI, Sapporo 062-8516), Ichiro WATANABE (Hokkaido Research Organization, Forestry Research Institute, Bibai 079-0198) and Hajime UTSUGI (FFPRI, Tsukuba 305-8687)

Effect of crashed branch on weed outbreak by a crusher for site preparation

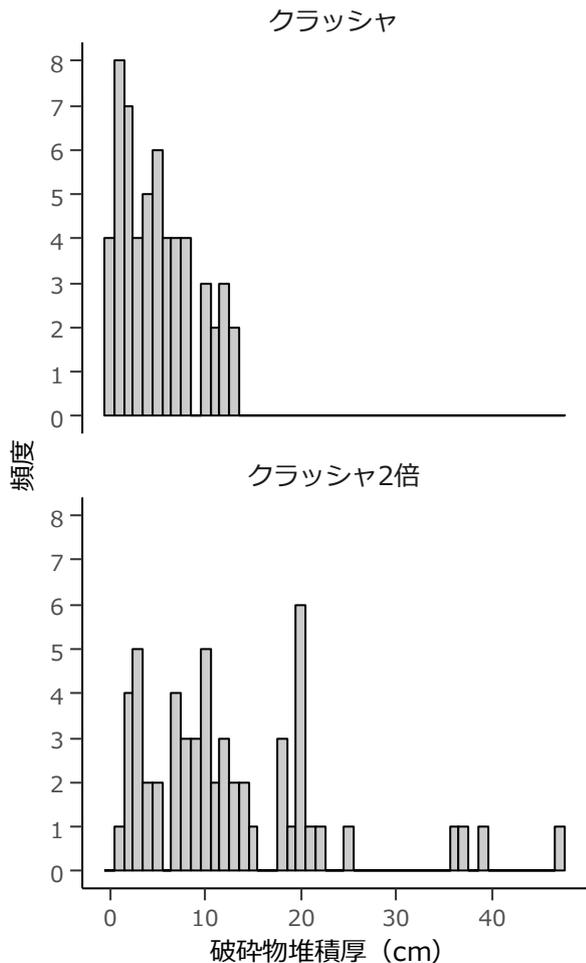


図-3 クラッシュャ地拵で発生した末木枝条などの破砕物堆積厚の頻度分布

区、およびバケット地拵箇所新たに設定した1m×1mの下草調査区20地点(図-1)(以下、バケット区)において、下草調査を行った。各1m×1mの方形区について、優占する下草の種類を記録するとともに、下草被度(目視、10%刻み)、最頻出する高さの下草高(以下、平均下草高)、および最大となる下草の高さ(以下、最大下草高)を測定した。各方形区の下草繁茂量を下草被度[%]×平均下草高[m]÷100として算出した。

地拵処理間で、下草被度、平均下草高、最大下草高、下草繁茂量に差があるかどうかを、一元配置の分散分析とTukey-Kramerの多重比較で分析した。有意水準は5%とした。解析には、R.3.2.2を用いた。

結果

クラッシュャ地拵によって発生した末木枝条等の破砕物の堆積厚は、クラッシュャ区で0~13cm、2倍区で1~47cmの範囲にあり(図-3)、それぞれ平均5±1(標準誤差、以下同様)cm、13±1cmだった。クラッシュャ区でみると、破砕物の堆積厚が1cmの箇所が最も頻度が高く観察され、厚さ2cmが次に多く観察され、厚さ2cm以下の破砕物の堆積が薄い箇所が全体の3割を占めた。一方、10

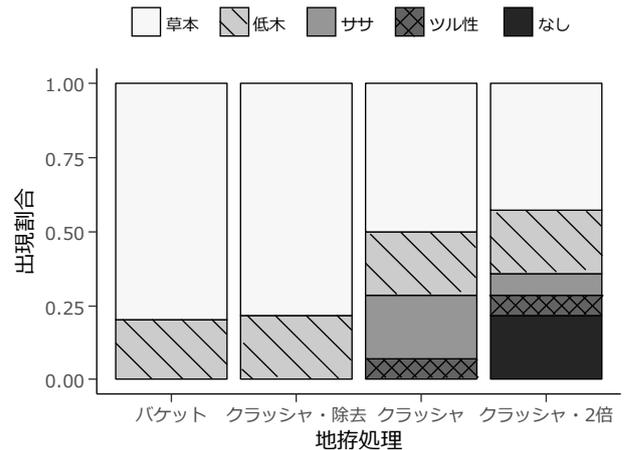


図-4 地拵3ヶ月後の8月に発生した優占下草種類の出現割合

cm以上の厚い堆積が認められ箇所は全体の2割程度だった。

下草調査区に発生した優占下草種は、ヒヨドリバナ、エゾイチゴが多く、次いでクマイザサ、オオイタドリ、アメリカオニアザミ、エゾイラクサなどが多く出現した。出現した優占種を草本、低木、ササ、ツル性に区分すると、草本の出現割合が最も高く、バケット区やクラッシュャ除去区では全体の約8割を占めていた。一方、クラッシュャ区や2倍区においても草本の出現割合が最も高かったが、約5割程度に留まった(図-4)。

下草被度は、バケット区で81±5%だったのに対して、除去区で86±5%であり地拵処理間に有意差は認められなかった。一方、クラッシュャ区では58±8%でバケット区や除去区よりも有意に低く、さらに2倍区では24±6%と最も下草被度が低かった(図-5A)。平均下草高は、バケット区で49±4cmだったのに対して、除去区で51±4cm、クラッシュャ区で47±5cmであり地拵処理間に有意差は認められなかった。一方、クラッシュャ2倍区では29±7cmでありバケット区や除去区よりも有意に低かった(図-5B)。最大下草高は、バケット区で81±7cm、除去区では102±8cm、クラッシュャ区で79±12cmであり地拵処理間に有意差は認められなかった。一方、2倍区では51±11cmであり除去区よりも有意に低かった(図-5C)。下草繁茂量は、バケット区で0.41±0.05、除去区で0.44±0.04であり、両者に有意差は認められなかった。クラッシュャ区で0.29±0.05であり、有意ではないもののバケット区や除去区よりも低くなる傾向にあった(対バケット区;p=0.18,対除去区;p=0.09)。2倍区では0.08±0.03であり、他の地拵処理よりも有意に低かった(図-5D)。

下草被度は破砕物の堆積とともに急激に低下した。破砕物の厚さと下草被度の間には負の相関関係が認められ、ロジスティック曲線で良く近似された(疑似相関係数=0.62, 図-6A)。回帰曲線からは、厚さ2cmでバケット区の下草被度平均値を下回り、厚さ5cmで被度50%、厚さ7cmでバケット区の平均被度から半減の被度40%となり、厚さ10cmで被度25%になると試算された。平

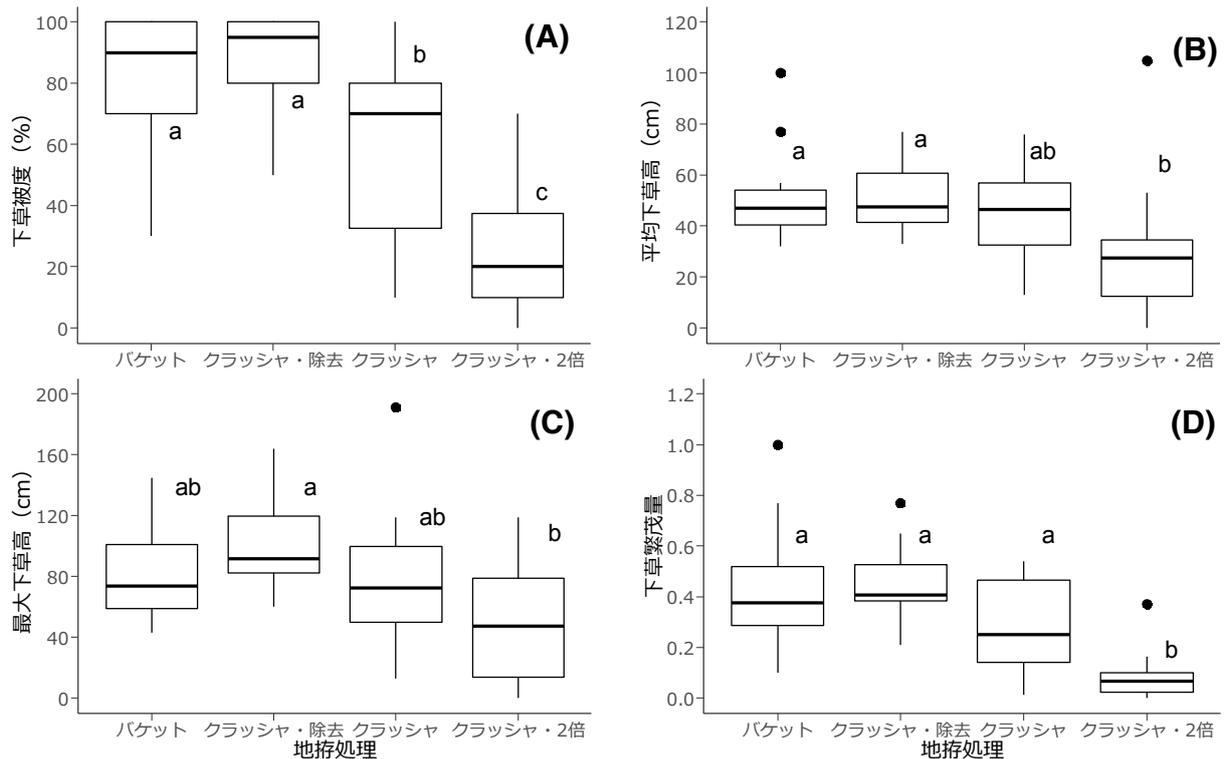


図-5 地拵3ヶ月後に発生した下草繁茂状況の地拵処理間比較

図中の点は外れ値を表す。図中の異なるアルファベットは、地拵処理間で有意差があることを表す (Tukey-Kramer 多重比較, 有意水準 5%)

均下草高および最大下草高は、破砕物の堆積厚が 0~15 cm の間はばらつきが大きく明瞭な傾向は認められなかった (図-6B, C)。回帰したロジスティック曲線では、破砕物の厚さが 15 cm 以上となり下草が発生しなくなるまで、平均下草高、最大下草高ともに一定の値を示し、バケット区の平均値と同等の値で推移した。下草繁茂量は、下草被度と同様の傾向を示し、破砕物の堆積厚の増加とともに急激に減少した (図-6D)。厚さ 2 cm でバケット地拵の値を下回り、厚さ 6 cm でバケット区の下草繁茂量の半減となった。

考察

クラッシュヤ地拵によって末木枝条等の破砕物が堆積した林地では、破砕物の厚さがわずか数 cm であっても下草被度はバケット地拵よりも低下しており (図-6A)、クラッシュヤ地拵による下草抑制効果⁽¹⁾が、本研究においても認められた。破砕物を除去した箇所ではバケット地拵と同等の下草被度を示し (図-5A)、破砕物の厚さが増すにつれて下草被度が減少したことから (図-6A)、クラッシュヤ地拵による下草抑制効果は、末木枝条等の破砕物の堆積が下草の発生を抑制することで生じていることが、本研究によって明確に示された。破砕物のないバケット区や除去区に比べて、クラッシュヤ区や破砕物2倍区で草本種の出現割合が低下していたことから、クラッシュヤ地拵は草本の発生をより抑制する効果があるのかもしれない。

発生した下草の高さはバケット区とクラッシュヤ区で同等であり (図-5B, C)、破砕物が厚さ 15 cm まで堆積し

ても、下草高は破砕物がないバケット区や除去区と変わらなかった (図-6B, C)。したがって、クラッシュヤ地拵は、下草の発生を抑制する一方で、発生してしまった下草の成長を抑制することはないと考えられる。

下草被度や下草繁茂量は、破砕物の堆積厚が 0 から 10 cm の間で急激に低下し、堆積厚が 10 cm を超えると低下の割合が小さくなった (図-6A, D)。一方で、クラッシュヤ地拵箇所の破砕物の堆積厚は場所によるばらつき大きく、特に厚さが薄い箇所の割合が大きかった (図-3)。林地全体の下草量を低減し刈コストを削減するためには、クラッシュヤ地拵後の破砕物が林内で厚い箇所と薄い箇所がまだらに存在するよりも、出来るだけ均一な状態にある方が望ましいだろう。北海道では、ハーベスタ等で林内造材後、フォワーダの走行路確保のために末木枝条をグラブで集積する現場を散見するが、クラッシュヤによる地拵に対しては、末木枝条の集積によってクラッシュヤの破砕効率が低下するだけでなく (山田 私信)、破砕物の偏りによって下草抑制効果が林地全体として低下する可能性があり、クラッシュヤ地拵に対して有効な作業システムとは言えないかもしれない。今後は、末木枝条上での走行性能も加味したフォワーダの選定など、クラッシュヤ地拵により適合した伐採-集材-地拵システムの構築が必要となる。

本研究によって、クラッシュヤ地拵によって発生する末木枝条などの破砕物の厚さが増加するに従い、ロジスティック曲線にしたがって下草被度や下草繁茂量が低下することが明らかとなった。しかしながら、地拵後に発生する下草の種類や量は、伐採前の上木の林相などによ

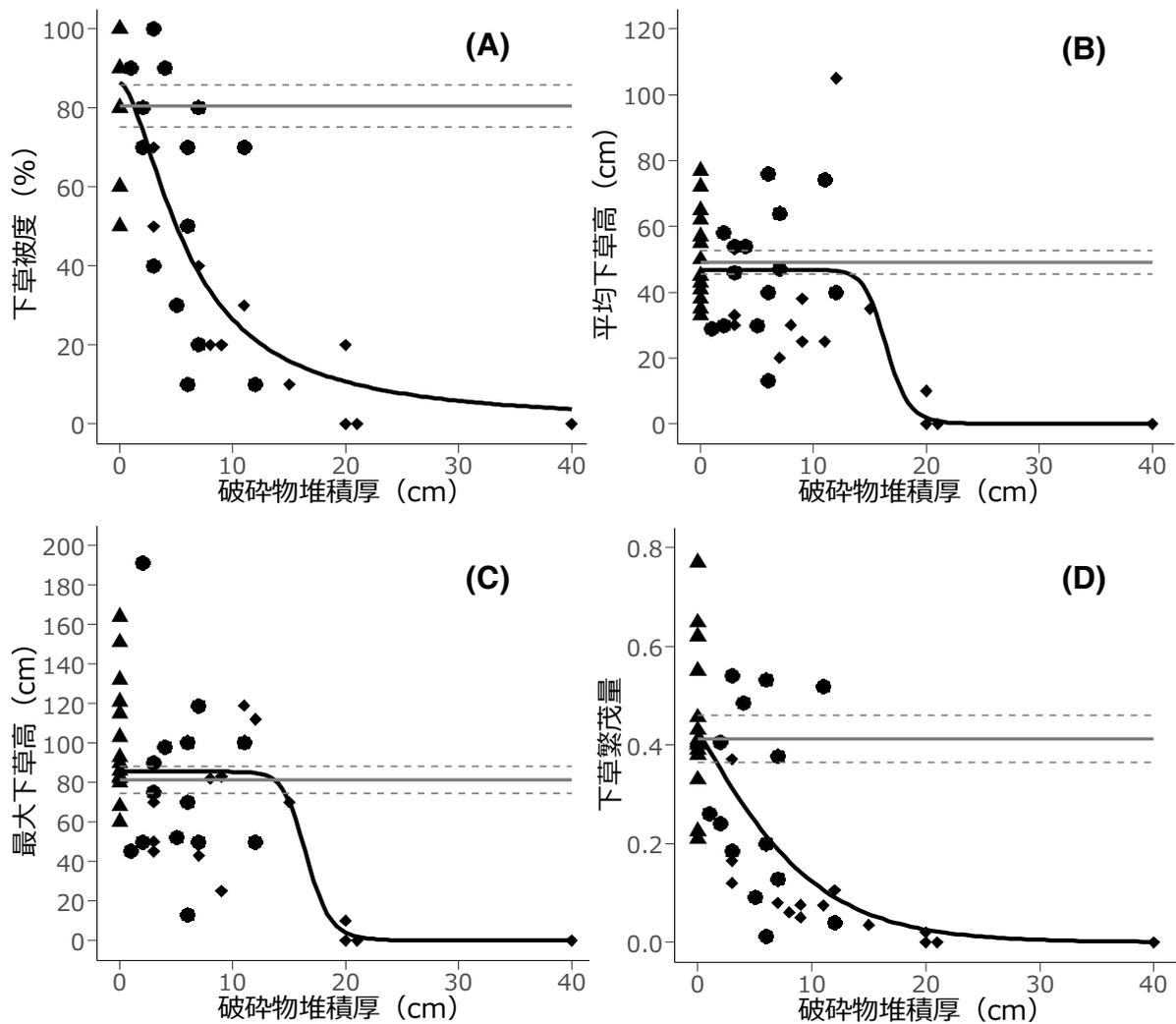


図-6 クラッシュ地拵で発生した破砕物の堆積厚と下草繁茂の関係

▲；除去区，●；クラッシュ区；◆；2倍区。破砕物堆積厚は1m×1mの下草調査区内で測定した4点の平均値である。図中の灰色横線はバケット区の平均値±標準誤差を示す。図中の曲線はロジスティック関数による回帰曲線を示す。

て変化する前生植生の種構成や量，また林地の土壌水分量などによっても変化することが予測される。今後，本研究と同様の調査をさらに多様な林地で行うことで，破砕物の堆積厚の下草抑制効果についてより一般的な関係を導くことが可能となる。また，伐採木の樹種，直径，立木密度などから破砕物量の厚さを予測できるようになれば，クラッシュ地拵による下草抑制効果や下刈コスト削減効果を，より正確に推定することが可能になるだろう。

謝辞

本研究の遂行にあたり，多大なるご協力を頂いた下川町および下川町森林組合の皆様に感謝申し上げます。なお，本研究は，生研支援センター「革新的技術開発・緊急展

開事業（うち地域戦略プロジェクト）（優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発）」の助成を受けて実施したものである。

引用文献

- (1) 原山尚徳・上村 章・津山幾太郎・山田健・宇都木玄・倉本恵生・佐々木尚三 (2016) クラッシュ地拵による下草抑制効果. 北森研 64: 61-62.
- (2) 森林総合研究所北海道支所 (2016) 緩中傾斜地を対象とした伐採造林一貫システムの手引き. 森林総合研究所第3期中期計画成果 35 森林・林業再生-9. 17pp.
- (3) 宇都木玄・原山尚徳・上村章 (2014) 北海道に適した低コスト造林の考え方. 北森研 62: 11-14.