

伐・造一貫作業システムへの各事業体の取組と今後の展望

秋田森林管理署	業務グループ	○齊藤 司
	業務グループ	藤野 大河
	治山グループ	○山田 大智
	森林官補（鶴養森林事務所）	田下 直人

1. はじめに

近年、日本では主伐期を迎える人工林が増加傾向にあるが、森林の公益的機能を最大限発揮するためには主伐後の再造林が必要である。しかし、木材価格が低迷しているため、再造林にかかるコストは森林所有者にとって大きな負担となっており、現在その負担を軽減するための技術開発と実証が求められている。

そこで今回はこのようなコスト縮減技術の一つである伐・造一貫作業システム（以下、一貫作業システム）に注目した。一貫作業システムとは、伐倒、地拵え、植付を別々に計画し実行していたものを、伐倒から地拵え、植付までを一連の作業として計画し、実行するものである。苗木には植栽時期を選ばず、植付効率の高いコンテナ苗を使うことも大きな特徴である。このシステムでは、伐倒の際に使用した機械を地拵えや植付作業にも使用することができるため、作業効率性の向上によるコスト縮減が期待されている。また、伐採してから雑草木が繁茂する前にすぐ植栽を行うことで、初回の下刈り作業を軽減する効果もあるとされている。

現在一貫作業システムは全国各地で導入が進みつつある。秋田県の民有林では機械での作業に適した傾斜の緩やかなスギ人工林で実施された例があり、伐倒に使用した機械を地拵えにも使用することで作業負担の軽減、効率化につながったという結果が報告されている。また、熊本県の国有林ではさまざまなタイプの伐区設定で一貫作業システムの検討を行っており、傾斜や面積などの林地条件によって集材方法が異なるため作業効率に違いが出るという報告がされている。

しかし、東北において一貫作業システムは導入初期段階であり、多雪地域におけるデータはまだ不足しているのが現状である。本研究ではさまざまな条件で行われた一貫作業システムを比較検証し、東北における効率的な一貫作業システムの構築に向けた課題を見出し、検討することを目的として調査を行った。

2. 調査地と方法

調査地は秋田署管内において3事業体が計6小班において行った施業を対象とした（表1）。施業方法については、皆伐箇所が2カ所、その他が带状複層伐となっている。傾斜に関しては、C事業体が行った箇所は緩傾斜地が比較的多く、A及びB事業体が行った箇所は急傾斜地が多くなっている。また樹種については、複層伐箇所はほとんどがスギであり、皆伐箇所では広葉樹が3割から4割程度を占めている。

なお、作業方法については各事業体に一任し、作業工程は現地調査や聞き取り調査、作業日報より算出した。

表 1. 一貫作業システム施業地の状況

事業体	林小班	林齢	面積 (ha)	傾斜 (度)	伐採方法	路網密度 (m/ha)	植付本数 (本/ha)	材積割合 (%)		
								0	50	100
A	69 と	64	6.44	15~40	皆 伐	196	2000	61.2 38.8		
	257 さ	65	1.14	15~30	带状複層伐	174	2200	99.9		
B	1078 か	62	9.04	15~45	皆 伐	350	2700	54.9	15.2	29.9
	3008 ほ	62	6.48	10~20	带状複層伐	137	2700	86.8 11.6		
C	3008 ね 5	60	2.93	5~10	带状複層伐	192	2500	89.2 5.0		
	3010 い	60	0.78	15~30	带状複層伐	195	2500	100		

注:面積は複数伐区の合計面積を示す。皆伐箇所についても保残帯を設けたため、いずれの箇所も2つの伐区からなる。
傾斜は、図面上にランダムに引いた5直線から算出し、最大値と最小値を示す。

3. 結果及び考察

(1) 作業方法の概要

現地調査や聞き取りを基にまとめた各事業体の作業の流れを図1に示す。事業体により作業の流れには大きく違いが見られた。伐倒作業に支障をきたさないようにする伐前の刈払いは、A事業体のみが人力(刈払機)でほぼ全域を行った。伐倒後の地拵えに関しては、3事業体とも機械のアームの届く範囲内においてはグラップルを用いて行っていたが、A及びB事業体はその後、植付班による人力での地拵えも再度行っていた。A及びB事業体は普段から造林事業を手がけており、植付に係る作業を植付班に交代して行ったため、地拵えにより労力をかける傾向が生じたように思われる。

植付以降の作業時に支障となる林地残材を減らす方法としては、全木集材し特定のポイントで造材を行うことで枝条の林地への散乱を防いだり、従来は林地に存置していた材の根元の曲がった部分を1~1.5mの低質材として搬出できるように地際に近いところから伐り出して採材したりするなどの取組が各事業体に共通してみられた。造材時に発生した枝条については、作業道の路体を保護・強化するために使用されたり、作業道脇や沢筋、伐区の端にまとめられたりしていた(写真1)。また、仕様書では直径4cm以上のすべての材を搬出するのが望ましいとされているが、細かい材は経費の関係上搬出するのが現実的ではないため、枝条同様に路体の保護や強化等に使用されるものがほとんどであった。

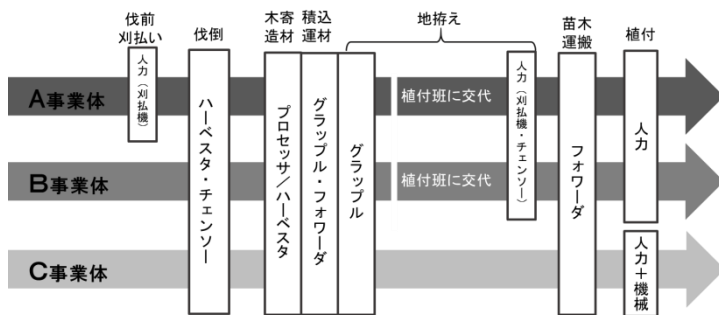


図 1. 各事業体の作業の流れ



写真 1. 枝条の処理状況

植付に関しては、A及びB事業体が人力でのみ植付を行うのに対し、C事業体はグラップルのアームが届く範囲はグラップル用の穴開け器具を使用して穴開け（写真2）をし、アームの届かない箇所については人力で穴開けを行った。人力での穴開けはいずれの事業体も、基本的にディブルを用いて行い、急傾斜地は鍬を使用した。いずれの事業体も苗木の運搬には搬出の際に使用したフォワーダを用いていた。また、仕様書では苗木が到着してから3日以内に植付をしなければならず、その期間に人員を集中させる必要が生じたため、伐出と植付を同時に行った事業体はなかった。

（2）各事業体に見られた特徴

A事業体は伐採前に伐倒作業の安全確保のため、伐区内ほぼ全域の刈り払いを実施していた。また、伐倒後に機械による地拵えを行った後、伐倒班から植付班に交代して、植付班が人力で地拵えを行っていた。その際、2小班とも急傾斜地であるため、植付など今後の作業の安全性や効率性を考慮し、特に丁寧な地拵えがされており、枝条や灌木は等高線に沿って筋おきして整理していたのが特徴的であった。

B事業体もA事業体同様に伐倒作業を行った後、伐倒班が機械による地拵えを行ってから植付班に交代し、グラップルが届かないところを人力で地拵えしていた。B事業体の特徴は、刈払われた枝条のうち、植付や下刈りに支障とならない枝条は林地に存置させてあることであり、次年度以降の下刈り作業に影響の出ない範囲での地拵えを行っていたといえる。

C事業体はA及びB事業体と異なり伐倒班がそのまま植付も担当していた。また、伐倒の際の安全を確保するための刈り払い以外は、グラップル2台で機械の手の届くところのみ灌木の処理を行い、人力での地拵えは実施しなかった。したがって、近くに伐倒する木がなければ、灌木はそのままの状態となっていた。このような場所に植付をすると植栽木が灌木の間に植えられることになり（写真3）、下刈りの際、植栽木を見落として損傷させるといった危険性が高まることが想定される。しかし仕様書では、作業時の安全性と植付の支障にならないことの2点が確保されていれば問題ではないため、地拵えの省力化が行われた。

またもう一つ大きな特徴として、植付時に機械による穴開けを行っていた（写真2）。これは機械が使用できる緩傾斜地に限られるが、ディブルなどを用いた人力での穴開けに比べ、障害物の影響を受けないので効率が上がったとの意見もあった。



写真2. 機械植付用穴開け器
（左上は白枠内を拡大したもの）



写真3. 藪の中の苗木

(3) 地拵えの差異による植付への影響

地拵えの施業方法の違いがどのように植付へ影響するのか、林小班ごとの地拵えの人工数と1人1日あたりの植付本数について、作業日報から算出したものを表2に示す。地拵えに労力をかけたA及びB事業体と機械による地拵えのみを行ったC事業体を比較すると、植付効率に大きな差は見られなかった。これは地拵えの程度がそれほど植付に影響しない可能性も考えられるが、C事業体のみ植付に機械を使用したことやC事業体が施業を行った林小班の傾斜が比較的緩やかであったこと、植付経験の有無があまり影響しないコンテナ苗を使用したことなど、地拵えの程度以外の要因が影響したことも考えられるため、今後より多くデータを収集することが必要である。

表2. 施業地ごとの作業工期

事業体	林小班	面積 (ha)	傾斜 (度)	地拵え (人日/ha)				植付 (本/人日)
				伐前	機械	人力	総	
A	69 と	6.44	15~40	6.99	1.40	7.18	15.57	219
	257 さ	1.14	15~30	3.07	3.51	3.51	10.09	196
B	1078 か	9.04	15~45	-	0.44	2.21	2.66	233
	3008 ほ	6.48	10~20	-	1.85	-	1.85	287
C	3008 ね 5	2.93	5~10	-	1.54	-	1.54	249
	3010 い	0.78	15~30	-	1.92	-	1.92	217

注：地拵えの数値は ha あたりの地拵えにかかった人工を表し、数字が大きいほど地拵えに労力をかけたことを示す。また、植付の数値は1人1日あたり何本植え付けたかを示す。

4. 展望

今後一貫作業システムを東北地方でさらに普及させていく上で、検討すべき課題が何点か見出された。まず1つめとして、一貫作業システムの伐区を設定する際、急傾斜地や広葉樹が多く侵入している箇所などは一般的に不向きであることを考慮する必要があると思われる。急傾斜地は上下作業となりがちであり、大型機械での木寄せ・地拵えが難しくなるほか、植付場所や苗木の安定性、作業の安全性の確保のため地拵えをより念入りに行う必要が生じやすく省力化が難しいためである。また広葉樹が多く侵入している箇所は灌木の処理や枝条整理に手間が生じやすく、地拵えを簡略化する一貫作業地としては適さない。そのため、GISを用いて傾斜の把握や、グーグルアース等で樹種の分布の確認を行い、そのような箇所については、別途地拵えを検討する必要があるだろう。また、急傾斜地については作業道を作設しやすいよう等高線に沿った伐区設定をするなどの検討が必要である。

2つめとしては、特別に一貫作業向けの作業システムの構築を行う必要があると考える。これを行うためには、二つの観点からアプローチが必要ではないかと考える。一つめの観点として、作業システムの枠組みを作ることである。例えば、より柔軟な人員配置を行い、伐倒・植付が同時並行できるようコンテナ苗の使用期間を3日から延長を検討するといったことがあげられる。コンテナ苗の現地保管と植付後の活着状

況については、四国において、1ヶ月程度は保管が可能であり現地保管することで活着率も向上する傾向がみられたという報告もあるが、東北においても同様であるのか改めて試験をして精査する必要があるだろう。もう一つの観点としては、より機械の導入を図ることである。例えば路網密度を上げ、機械を使用できる面積を増やすことや、造林用にグラップルレーキやロータリークラッシャ、ロングリーチ機を導入するといったことが挙げられる。造林用機械の使用は地拵えの効率化だけでなく、グラップルレーキでは地表面が耕耘されることによって植付作業の効率性向上、ロータリークラッシャでは破砕物が地表面を被覆することによって雑草木の繁茂を抑制し下刈り回数の軽減といった効果も期待できる。このような取組を基にした一貫作業のための作業システムの構築を行うことで、従来の伐倒作業、地拵え作業、植付作業をまとめただけの一貫作業システムではなく、より効率的で本質的な一貫作業システムとなるだろう。

なお、本研究では地拵えの程度が植付に影響が無いという結果であったが、先述のとおり傾斜等や他の環境要因が働いている可能性がある。また、事業体からは植付よりも下刈り時に影響が出てくるのではないかという意見もあった。地拵えの省力化により、雑草木の繁茂が抑制されたり、地表の保護に枝条が寄与したりするなどの利点が想定されるが、その一方で造林作業の支障となったり、植栽木が被陰されたりするなどの欠点が考えられる。

現時点では地拵えの程度の基準がないため、事業体の裁量で地拵えの程度が決まっている。今回の調査では、造林作業の経験の有無の違いは地拵えへの認識の違いとなり、作業の程度にばらつきが生じさせる一つの要因となっていることが示唆された。作業内容を平準化させることは、一様な森林を造り上げる観点からも重要であり、そのために作業基準を示すことが必要であると考えられる。今後地拵えの基準化を行うにあたっては、継続してより多くのデータを収集し、客観的な数値によって科学的にアプローチしていくことが必要となるだろう。

5. 参考資料

- 伊藤哲(2016)「低コスト再造林の全国展開に向けて―研究の現場から―」山林,1586, 2-11
- 岡勝(2016)「一貫作業システムの考え方」山林,1587,10-19
- 清水川一儀ほか(2016)「道北における一貫作業システムの充実に向けて」機械化林業, 751,15-20
- 白濱正明ほか(2016)「誘導伐及び一貫作業システム推進に向けた取組み」機械化林業, 752,13-18
- 原山尚徳(2016)「伐採から再造林までの一貫機械作業でコストを削減」森林総合研究所 H28 年版研究成果選集,14-15
- 藤本浩平ほか(2016)「架線系一貫作業システムの実用化に向けて―コンテナ苗の架線による運搬・現地保管・植栽―」森林技術,897,16-19
- 本間定寿(2017)「皆伐・再造林一貫作業による植栽作業の低コスト化」機械化林業,768, 27-30