

地域に適応した路網整備を軸とする低コスト作業システムへの取組み

森林技術センター 基幹作業職員 ○ 大林 誠 司
森林技術専門官 熊崎 裕 文

要 旨

森林の持つ公益的機能の重要性が認識されているものの、長期にわたる木材価格の低迷により、林業の採算性が悪化し森林・林業の活動が停滞するなど、林業を取り巻く情勢は依然厳しく、特に間伐が進まない現状にあります。健全な森林を造成する上で、今後、間伐を繰り返していくことが必要となっています。

そこで、国有林が推進する「低コスト作業システム」を緊急な課題と位置付け、当地域への導入及び普及について検討してみました。

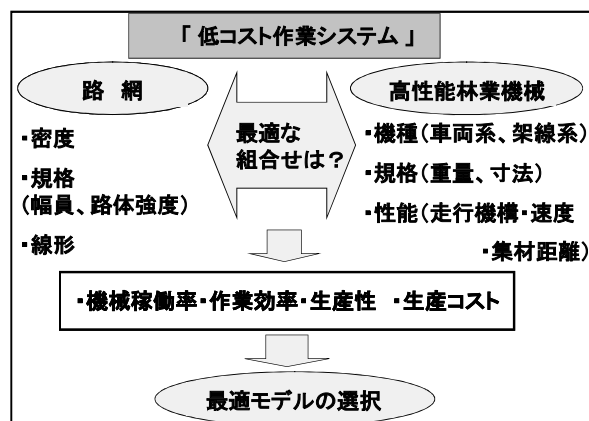
はじめに

国有林野には、地球温暖化防止をはじめとする公益的機能を一層増進していくとともに、林産物収入等を確保し、引き続き健全な財務を維持していくことが求められています。こうした中、人工林の多くは利用期を迎えた齢級となっていることや、公益的機能をより発揮する長伐期施業や複層林施業等へシフトするため、間伐を繰り返すことにより、多様で健全な森林整備を推進する必要があります。しかし、長期にわたる木材価格の低迷により、林業の採算性が悪化し、森林・林業の活動が停滞している状況となっています。

これらの課題等を踏まえ、林野庁では、間伐等による伐採系森林整備の推進に取り組んでいるところですが、依然として木材の価格水準は低迷した状況が続いています。森林整備を円滑に推進するためには、木材生産に係るトータルコストを縮減させ、より採算性を向上させることが重要となっています。

当森林技術センターでは、間伐等に対応した低コスト路網整備の推進と、高性能林業機械を組み合わせ、効率的な作業システムの開発を課題として取り上げ、地域に適応した路網整備を軸とする「低コスト作業システム」(図-1)の推進に取り組んでいます。

「低コスト作業システム」の柱は、路網と高性能林業機械です。路網については、密度・規格(幅員、路体強度)・線形が重点となり、高性能林業機械については、機種(車両系、架線系)・規格(重量、寸法)・性能(走行規格・速度・集材距離)が重点となります。それぞれの最適な組み合わせにより、機械稼働率・作業効率・生産性・生産コストの向上が図れる、最適モデルを選択していこうとするものです。



(図-1) 低コスト作業システムの概要

1 経 過

平成 14 年度より、技術開発課題「継続的に利用する作業道整備の推進と高性能林業機械による伐出システムの確立」に取り組みました。開発期間は平成 14 年度から平成 16 年度の 3 ヶ年で、開発箇所は岐阜県のほぼ中央、下呂市小坂町(岐阜森林管理署管内の滝上国有林 239 林班)において計画し、間伐を予定している団地において、幹線作業道及び支線作業道をコストの低減に配慮しながら作設し、高性能林業機械利用によ

る効率的な間伐作業方法並びに、伐出システムに対応した路網整備を実施し、民有林関係者等への技術指導並びに普及啓蒙に取り組みました。

また、本年度はこれまでの取組みの成果を踏まえ、普及・実証のための「作業道展示エリア」を整備しました。

2 路網整備について

(1) 継続作業道の作設(滝上方式)

継続作業道とは、間伐等の森林整備や複層林施業の推進に必要な路網を早急に整備するため、林道を補完する形で作設し、間伐材の集運材等や森林管理・施業に継続的又は間断的に利用する作業道をいいます。

この作業道の作設にあたっては、継続的な利用を目的とすることから、路体強化には丸太組土留工を主体として、現地発生資材を利用した簡易構造物の施工(写真-1)により低コスト化を図り、幅員2.5~3.0m、延長1,857mを作設してきました。

現在は、構造物や路網状況の経年変化を観測

するために、主要地点にポイントを設け維持管理しています。継続的に利用できる作業道は、後年には路面整正程度で車両等の乗り入れが可能なことから、間伐作業等の森林整備が容易にでき、間伐材の有効利用及び収益性が確保できるなど経済的にも安定して持続するものと考えています。



(写真-1) 簡易構造物の施工

(2) 経年変化の観測結果より

ア 法面の直切り

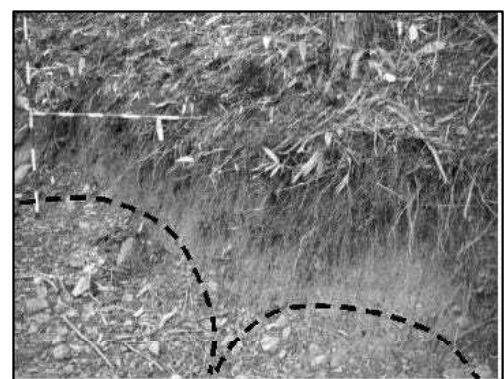
観測する中で、当時、特に心配されていた法面の直切りについては、法面の崩落によりオーバハングが発生し、立木の倒木等の誘因を招き、路盤維持に影響を及ぼすと危惧されていました。

しかし、作設して2年間は土圧や降雨等により、土砂が崩落し路面に堆積していましたが、2年後から現在までの間は崩落は見られず、道上傾斜に対して堆積した土砂と、ほぼ平行なラインで収まる箇所がほとんどでした(写真-2)。次回の間伐等で使用する際には、排水に有効なカントを付けながらの路面整正ができます。

また、法面上の立木への影響については、(写真-3)のポール側での崩落は大きくなりますが、立木の直下では崩落が小さい事がわかります。これは根が土砂を掴むことにより、崩落を防いでいると考えられ、法面上の立木の残存判断を適切に行えば、路盤が適切に維持されるものと考えます。



(写真-2) 直切りの影響 1



(写真-3) 直切りの影響 2

イ 丸太組土留工

路肩強化の工法は、これまで低コストで作設できる丸太組土留工を採用してきましたが、一部の箇所(写真-4)で路面を流れた雨水が滞留し、水が行き場を失ったことから、盛土と丸太組の隙間への浸水により、陥没した箇所がみられました。対策としては丸太組の隙間に、ササ等を含む表土をモルタル化して転圧することで、緑化を促し安定した法面(写真-5)ができると考えます。



(写真-4)



丸太組土留工の水処理



(写真-5) 安定した法面の様子

(3) 滝上方式から更なる低コスト路網に向けて

国有林が推奨する低コスト路網の先進地である、高知県の四万十方式と比較しながら、地域に適応した路網整備について検討してみました。

四万十方式の特徴のひとつに、「表土ブロック積み工法」(写真-6)があげられます。切土となる地山の土砂を路肩側に盛土で積み上げる方法ですが、その際、有機質の多い表土をブロック状に切り取り、無機質部分と交互に転圧を繰り返しながらサンドイッチ状に路肩を作成します。

これは、表土部分の植生をモルタル的に使用することで、構造物等の作設経費を掛けることなく緑化を促し、更に現地で大量に発生する根株をスタンプとして使用し、枕となる丸太を土留め等に使用することで、路体が強化され低コスト化が図られます。

次に、尾根を利用したS字状の搬出路(写真-7)の線形があげられます。一般に尾根筋は地盤が安定しており、水が集まりにくく分散も容易であることから、作設後の路体が安定し、壊れにくいものとなります。また、林道から先山方面への延長距離も最短で到達できることから作設経費が低減されます。



(写真-6) 表土ブロック積み工法(イメージ)



(写真-7) 尾根を利用したS字状の搬出路

ア 作業道作設規格

滝上方式では、作業道の作設規格が定められており、幹線・支線とも幅員・最小曲線半径・縦断最急勾配等の規格範囲内で作設したことから、路線が制限され、崩壊地や岩石地等を通らざるを得ませんでした。

壊れない道づくりは、踏査に重点を置き、通したいポイント、通してはならないポイントを中心に線形を描くことで、過大な構造物を排除することができ、それぞれの現有機械の登坂能力及び作業道を使用する車両等の安全基準を満たしていれば、作業道の規格は設けなくても良いと考えます。

イ 水のコントロール

道が壊れる最大の原因は水処理の方法にあります。降雨時に路面に集まる水が長時間、滞留したり長区間にわたり流下させないように、道自体が水を短時間のうちに安全な場所に分散排水させてやる水のコントロールが重要となります。

沢を渡るところは、滝上方式の木製橋梁や木製暗渠から転石等を利用した荒越工法を採用します(写真-8)。

また、路面の排水はゴム板等の構造物から、路面形状に外カントを付けながら、意識的に高低差を付ける波打ち工法により(写真-9)、分散排水させる等の地形に逆らわない方法が壊れない道づくりに有効と考えます。



(写真-8)



木製橋梁等から荒越工法へ



(写真-9)



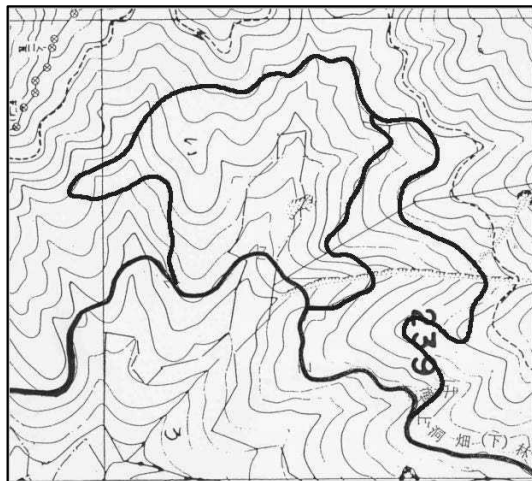
ゴム板等の横断物から波打ち工法へ

ウ 路体強化

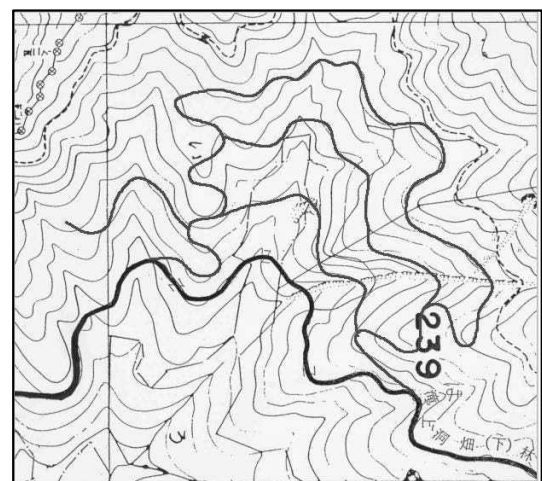
路肩法面の工法には表土ブロック積み工法を主としますが、植生や土質、あるいは急傾斜地を通過する場合等の現況によっては、谷側に丸太を組むことで路体の耐水性や強度を高め、切り取り法も抑えられるなど、有効な手段であることから、補完的に採用することで構造物作設経費の削減が図られると考えます。

エ 線形の比較

滝上方式で作設した線形(図-2)と、シミュレーションによる四万十方式を用いた場合の線形(図-3)と比較してみました。四万十方式では総延長距離は長くなりますが、それぞれの長所を活かし、地域の地形や地質及び路網と機械のバランスに考慮した路網の配置設計が重要と考えます。



(図-2) 滝上方式で作設した線形



(図-3) 四万十方式を用いた場合の線形

3 高性能林業機械について

(1) 滝上方式の作業システム

ア 使用機械

高性能林業機械の活用は、小面積の間伐対応型として開発された集材・造材・積込機能を備えた、タワーヤーダプロセッサ(写真-10)と、林内運搬車のフォワーダ(写真-11)との組み合わせです。



(写真-10)タワーヤーダプロセッサ

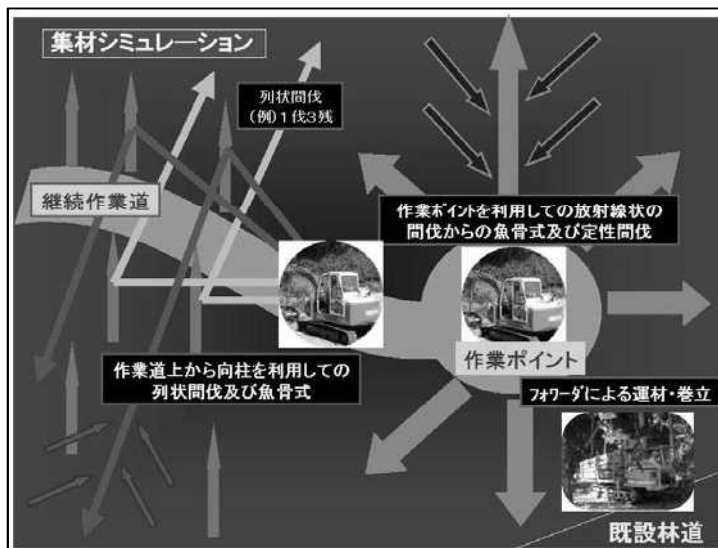


(写真-11) フォワーダ

イ 集材システム

間伐材の集材は、集材シミュレーション(図-4)のように、作業ポイントを利用して、放射線状の列状からの魚骨及び定性や、作業道上から道上、道下を集材するには、道の上下の立木を向柱に利用して、列状及び列状からの魚骨や定性等の集材が可能です。

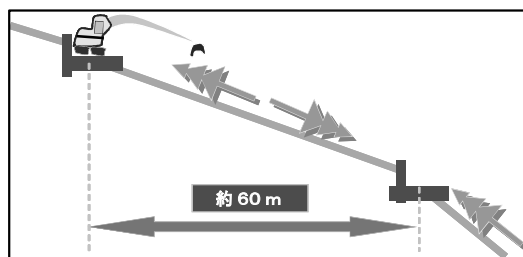
この集材システムにより、間伐対象林分の搬出を全方位にわたり網羅し、伐採から搬出までの一連の工程を、システム化することにより、生産コストの低減を図ってきました。



(図-4) 集材シミュレーション

(2) 最新の作業システム

現在、最も生産性が高いといわれている、集材線を使用しないでグラップル機能を活用し、高密度な路網配置から直接、材を掴んで寄せる集材システム(図-5)が普及しています。最近では、より遠くの材を掴み寄せることができるロングアームグラップル(写真-12)や、1台で、伐倒・集材・造材が可能で、アームが12m前後まで伸びる、ロングアームハーベスタ(写真-13)も開発されています。



(図-5) ロングアームグラップル使用時の集材距離



(写真-12) ロングアームグラップル



(写真-13) ロングアームハーベスタ

4 考 察

(1) 集材システム比較

路網と集材について、滝上方式(継続作業道+前筆[3-(1)])と四万十方式の路網配置+最新システム[3-(2)]により比較してみました(表-1)。

		滝上方式	路網=四万十方式 集材=最新のシステム (月刊-機械化林業等参照)
路網関係	幅員	2.5m	3.0m
	路網開設コスト	2,742円/m ※1	~2,400円/m ※2
	路網密度	106m/ha	180m/ha
集材関係	集材システム	タワーヤーダプロセッサ +フォワーダ(2t積/ス)	グラップル+プロセッサ +フォワーダ(5t積/ス)
	生産性	4.3m ³ /人・日	6(~10)m ³ /人・日
	生産コスト	13,128円/m ³ ※3	9,000円/m ³ ※4
収支関係		(H15年) ※5	(H18年) ※6
	材価(スギ)	13,000円	10,000円
	(ヒノキ)	28,000円	24,000円
	収支(スギ)	▲ 128円	1,000円
	(ヒノキ)	14,812円	15,000円

労働生産性の向上を目指すには、路網密度を上げながら作設コストを縮減するため、工作物を極力抑制する必要があります。また、グラップル集材へ転換することにより、生産性を向上させるには、グラップルやフォワーダの規格に対応した路網密度、幅員の確保が重要となります。路網を軸とした高性能林業機械とのバランスを重点に、作業システムを検討しなければならないと考えます。

収支関係では、ヒノキは両システムとも十分な収益となります。滝上方式でのスギは若干、赤字となりますが、一度作設した作業道は、次の間伐等に利用できることから収益が見込まれます。以上のことから集材システムの設定により、低い材価でも見通しのできる経営が可能となると考えます。

(2) 普 及

ア 現地検討会等

滝上国有林での取組みから5年経過した現在、林野庁においても国産材の利用拡大が重要であるとして、全国各地で様々な「低コスト作業システム」の取組みが展開されています。

中部森林管理局においても、これまで当森林技術センターで取組んだ技術開発課題を主体に、林野庁・局・各署の担当者と管内各県の民有林担当者及び、森林組合など林業事業者関係者、約300名の参加により、延べ5回の現地検討会(写真-14)や研修視察会を開催し、「地域に適応した低コスト作業システム」について、意見交換を行いました。



(写真-14) 現地検討会の様子

また、管内の各県においても、それぞれ現地検討会や講習会が開催され、高密度の路網配置と高性能林業機械による「低コスト作業システム」への取組みが積極的に行われています。

イ 作業道展示エリア

森林技術センターでは、これまでの取り組みの成果を踏まえ、普及・実証のための作業道展示エリアを整備しました。延長約 500m内に間伐材・根株・転石等の現地資材を活用して、洗越・木製簡易橋梁・丸太組土留工・法面土留工・木製横断工など、法面や路盤を保護する各種の簡易工作物をモデル的に設置しています(写真-15)。

また、四万十方式の路網作設技術を参考にするため、四万十町の現地を視察し、尾根を利用したS字状の登坂路や、表土の流出を防ぐ排水処理を考慮した路網配置方法及び、現地採取が可能な表土ブロック工法等を学び、この展示エリア内の尾根部に登坂路等を試行的に作設してみました。

これらの各種工作物の腐朽や損傷状況、法面や路面の崩壊状況及び植生回復状況の推移などについては、経過観測することとしています。



(写真-15)

作業道展示エリア

ウ 普及用テキストの作成

現地検討会など様々な意見を交換する中で、特に四万十方式の尾根を利用したS字状搬出路のイメージが描きにくいとの意見が多く聞かれたことから、普及に向けて九州局作成のDVD版と併せ、自作の模型(写真-16)等により、立体的に見える普及用のテキストを作成していきたいと考えています。



(写真-16)

自作の模型

おわりに

地域に適応した「低コスト作業システム」を確立するには、地域の地形や地質等を考慮した路網の配置設計と作設技術を習得することや、現有機械の有効活用を図るとともに、高性能林業機械の導入を踏まえた、最適モデルの選択を検討しなければならないと考えます。

「低コスト作業システム」への取り組みは、林業・木材産業の再生を通じた国産材の復活を目指した、民国共通の緊急課題として取り上げられていることから、今後も、広く地域の林業関係者の参考となるよう、当森林技術センターのフィールドを活用し、視察等の技術協力等の普及に努めていきたいと考えています。