

北海道型作業システムを踏まえた路網作設に伴う林業生産コスト低減の検証

木材価格の長期低迷などを背景に林業の採算性は悪化しており、林業の収益性向上のためには素材生産、特に間伐作業におけるコストの低減が重要な課題の一つとなっている。このためには、高性能林業機械の性能を最大限に発揮させることを中心とした労働生産性の向上が不可欠であり、合理的に配置された路網と素材生産の工程全体を通じて生産性が高まるような高効率・低コスト作業システムを構築することが重要である。

『森林・林業基本計画』においても「低コスト化に向けた路網整備等の加速化」が求められており、北海道森林管理局としても林業専用道の作設等、積極的に路網整備を進めることとしている。しかし、現行の作業システムにおいてはフォワーダによる集材距離が過長であるなど、本来の目的である高効率・低コスト作業の効果の発現が十分とはいえない状況も見受けられ、効率的な作業システムに対応し得るモデル的な路網作設を通じ、北海道の地形特性にマッチした作業システムの確立が求められている。

1 調査目的

北海道の地形の特性(傾斜が緩やか、地形が複雑ではない)を生かして高効率・低コスト化を図るためには、車両系(ハーベスタによる伐倒・枝払い・玉切り・フォワーダへの積み込み)による作業を基本とする必要があり、林業専用道の路網密度を上げ、細部路網となる森林作業道を減らすことにより、

① 10t積程度のトラックや大型ホイールフォワーダ等による走行が可能

② プロセッサによる直接木寄せのシステムが可能

となるエリアが拡大し、搬出・運材コストを抑えることができると考えられる。

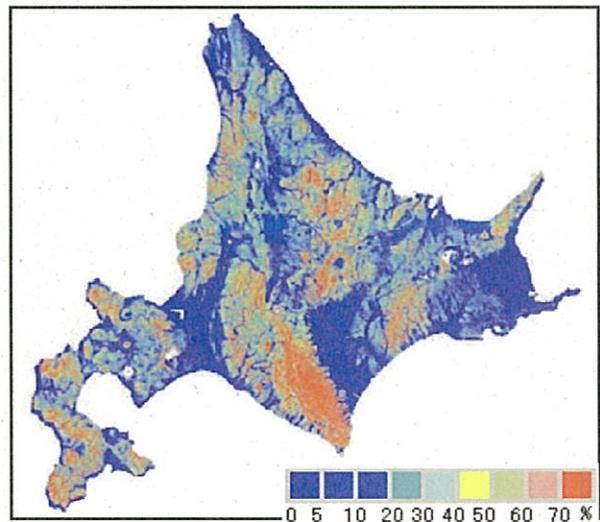
このため、緩傾斜、平易な地形など北海道特有の特性を有する箇所において、作業のベースとなる林業専用道を可能な限り密度を高く配置し、森林作業道を必要としない又は森林作業道による集材距離を概ね200m以内(最長でも500m以内を上限とすること)を目指す低コスト・高効率作業システムのモデル的フィールドを設定・開設し、林業生産コストの低減に係る検証を行うことを目的とする。

2 調査方法など

(1) 開発箇所

上川中部森林管理署 1041~1044林班外 (上川郡美瑛町)

図1 北海道の傾斜分布



(2) 対象林分の内容

- ・対象林地面積：147ha
- ・傾斜は、一部30°以上となるが、それ以外の大部分が15～20°未満で、次いで8～15°
- ・主にトドマツとアカエゾマツ造林地

- ・林年齢：32～47年

- ・平成18年度に保育間伐を実施、平成27年度以降に次期間伐を予定

- ・長期循環型で木材生産を実施する目的で、複層林により施業をしていく考え。なお、長期見通しとしては、現在の区画だけでなく、この区画周辺の森林へのアクセスを拡大し、1つの複層林施業区画とする。

図2 開発箇所位置図



図3 対象地の傾斜分布

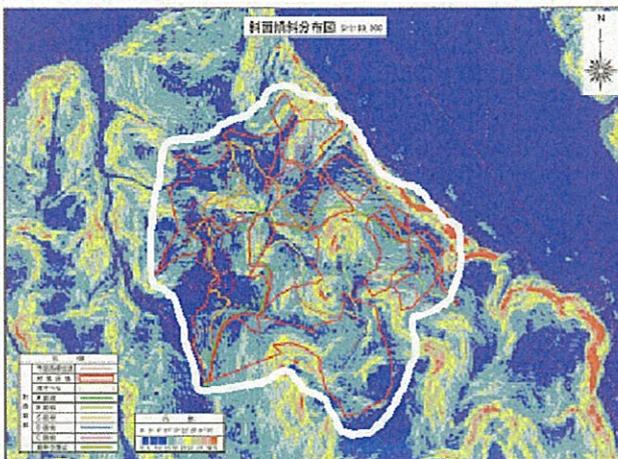


写真1 対象地の様子



(3) 開発期間

平成25年度～平成27年度

(4) 年度別計画

年度	実施内容	※ 参考（事業の流れ）
H25 (実績)	<ul style="list-style-type: none"> ・現行作業システムの工程・経費等データ収集 ・北海道型作業システムのシュミレーション ・現地検討会の開催 ①技術開発委員会現地検討(平成25年8月22日) ②北海道型システム現地検討会(平成25年10月29日)	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル的フィールドにおける林業専用道の測量及び設計
H26 (実績)	<ul style="list-style-type: none"> ・現地ゾーニング、作業方法等を踏まえた北海道型作業システムの特別な(特記)仕様書等の検討・作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル的フィールドにおける林業専用道の開設
H27 (予定)	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル的フィールドにおいて工程調査等データ収集を行い、林業生産コストを実測・分析 ・報告書の作成と民有林への普及の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・特別な(特記)仕様を含んだ森林整備(間伐)事業の発注・実行

(5) 調査方法の考え方

北海道型作業システムは、

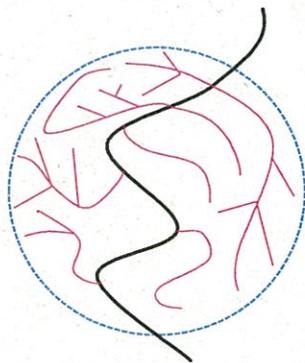
- ① 森林作業道による集材距離を概ね200m以内(最長でも500m以内を上限)、
- ② 山土場を必要としない(小規模分散土場)作業システム

を前提としており、北海道の特性を有するモデル的フィールドにおいて現行の作業システムとの比較・検証(全体の出材量・人工数・生産性・コスト、各工程ごとの生産性・コスト等)、地域関係者との情報共有、低コスト・高効率作業システムの民有林への普及等を図る。

なお、森林整備事業の実施に当たっては、上記①②を通常の仕様書に特別(又は特記仕様書)に盛り込むことを想定し、より現地に適合した具体的で特別な(特記)仕様を検討、企画する。また、本実証事業に必要となるこれ以外の特別な(特記)仕様の内容を検討・比較する。

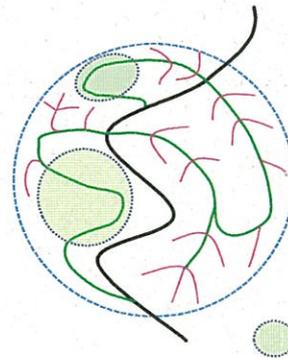
図4 現行作業システムと北海道型作業システムの比較イメージ

現行作業システムのイメージ



— 林道
— 作業道

北海道型作業システムのイメージ



— 林道
— 林業専用道
— 森林作業道
● ストリップロードエリア

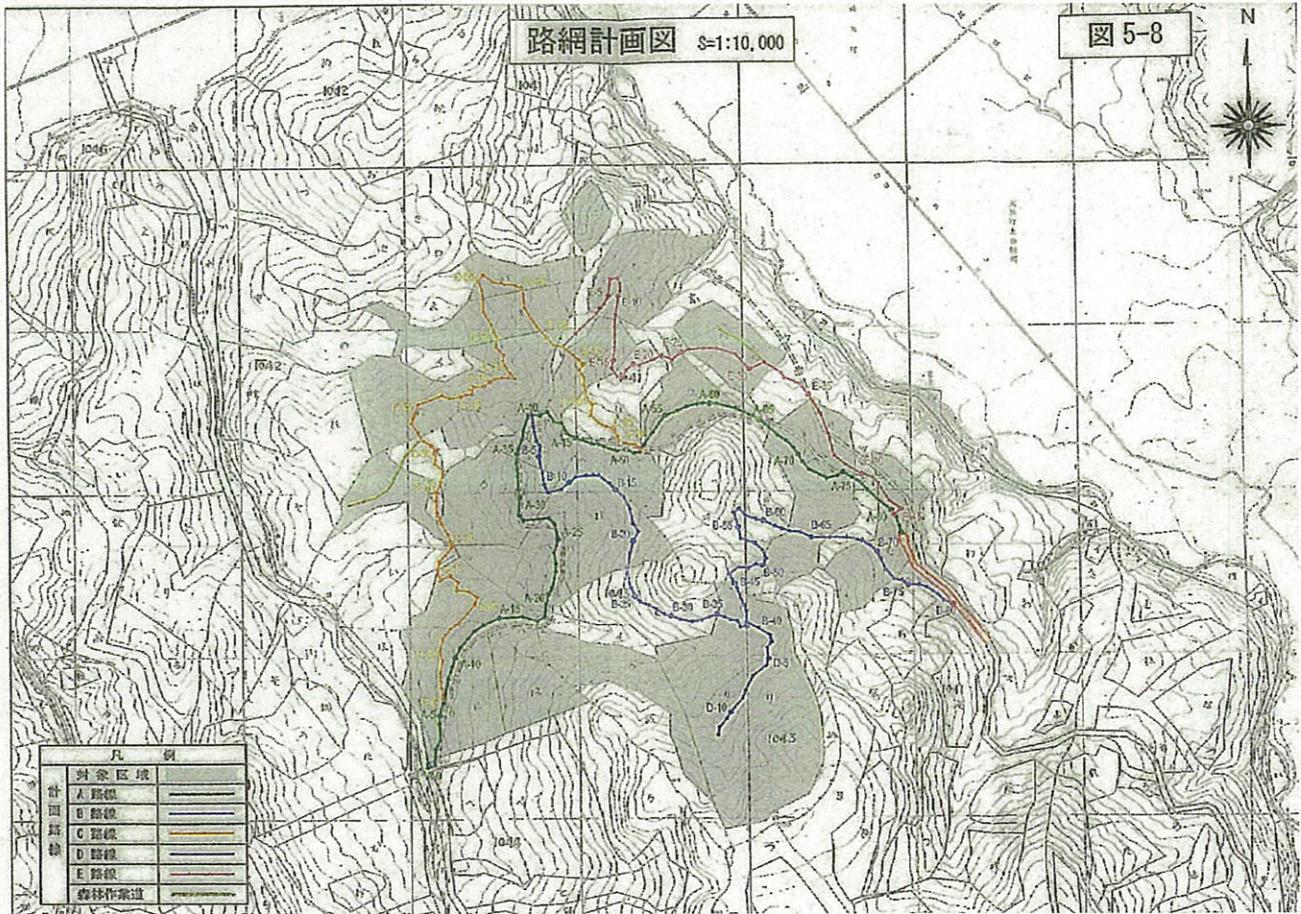
※ストリップロードエリア・・・路網ではないが、10度未満程度の平坦地について林内走行型の作業車両が動き回る部分

※ストリップロード(列状間伐の伐採列を切り盛りを行わず、フォワーダが集材時に枝条を敷き詰め1回～3回程度走る道 緩傾斜地・平坦地部分対象)

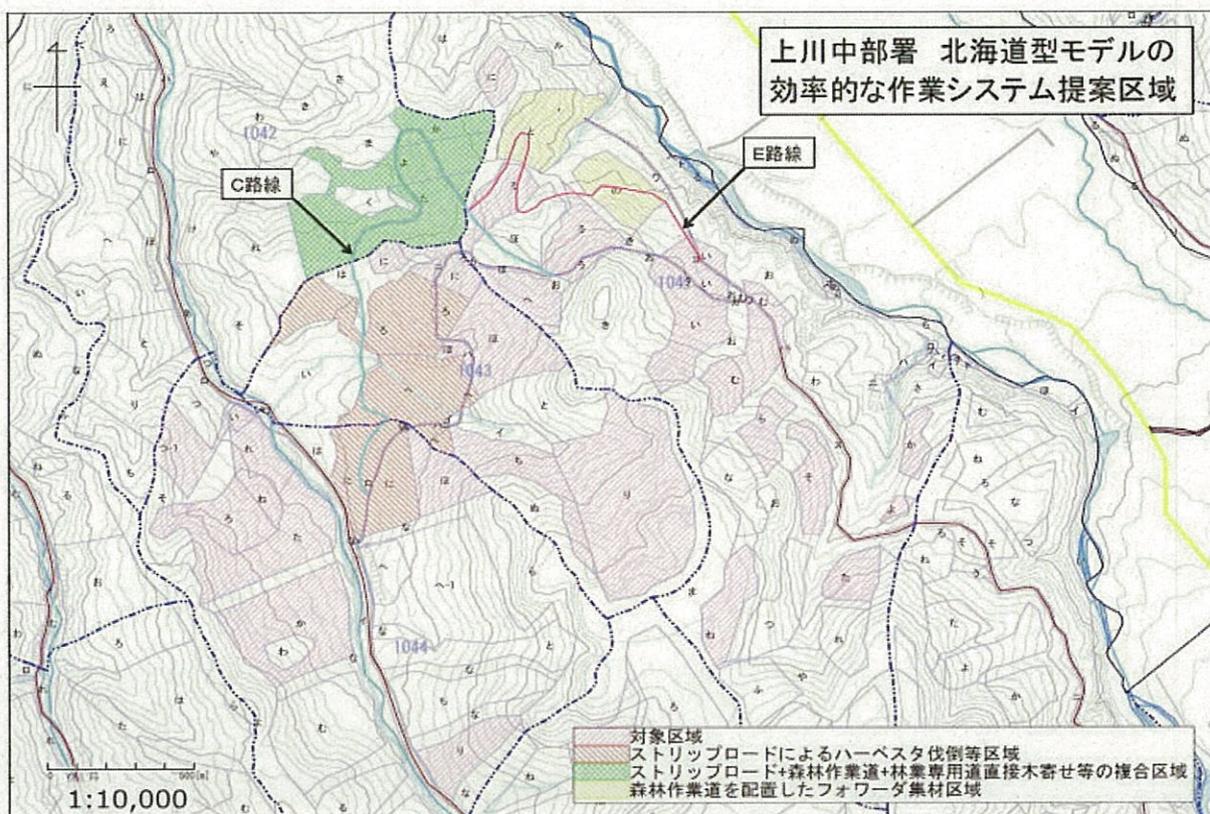
3 林業専用道の作設

平成26年度において、計画路線5路線（9,765m）のうち、4路線（B～E路線）延長7,137mの林業専用道を新設。残る1路線（A路線）については製品生産事業終了後に開設予定。

図5 路網計画図



4 北海道型作業システム提案区域（図6）



5 特別特記仕様書

上川中部署「北海道型作業システムモデル地区」における27年度保全整備事業（生産請負）の特別特記仕様書等は以下のとおり。この特別特記仕様書により来年度の事業を執行。

(1) 特別特記仕様書

27年度上川中部署老根内地区保全整備（保育間伐等）第1号の発注にあたり、事業対象地の一部区域は、北海道森林管理局技術開発課題「北海道型作業システムモデル地区」に選定していることから、当該技術開発課題を推進するため、特別特記仕様書を下記のとおり定める。

記

1 事業計画書における森林作業道配置について

表1に示す「効率的な作業システム提案区域」（以下、「提案区域」という。）における森林作業道配置計画は、当初提出する事業計画書には記載せず、事業着手までに発注者と協議した上で決定する。

なお、保安林内作業行為に関する事項については当初提出する事業計画書に記載すること。

2 効率的な作業システムの技術提案について

(1) 基本的な考え方

提案区域においては、表1の「効率的な作業システム提案区域と区分」欄①～③の区分により、以下の考え方に沿って、現行作業システムより効率的な作業システムを提案すること。

①林業専用道からの直接木寄せ、又は伐採帯をストリップロードとして使用したハーベスタ伐倒・造材・フォワーダ集材の作業区域。

②上記①に加え、森林作業道を配置したフォワーダ集材を行う複合的な区域

③標準的な森林作業道を配置した作業道上での造材・フォワーダ集材作業区域。

技術提案に当たっては、「技術提案書作成要領」の標準様式を用い、様式2の事業計画上の考慮事項等の（3）発注者が指定した課題への対応欄に「効率的な作業システム」と題して、現行システムと効率的な作業システムを記載する。（技術提案書への記載例を参照）

なお、具体の実施にあたっては着手前に打合せを行うこと。

(2) 林道施設に隣接した土場を設置する場合について

2の①区域については、できる限り林道のり面及び林道施設に隣接する立木等が無い空き地を利用した土場とする。

なお、箇所設置は、監督職員の立会を求めて決定すること。

(3) 森林作業道を配置したフォワーダ集材区域について

2の③区域の木寄せは、原則として森林作業道上で行うこと。

(4) ストリップロードを使用した作業や集材を行う場合

2の①及び②区域は、ハーベスタ及びフォワーダ等が伐採帯で直接作業を行う区域とし、林業機械が作業や走行する箇所は造材で生ずる枝条を敷き、林床の保護に努めること。

3 作業日報等の記載について

表1の区域に事業実施に当たっては別添の作業日報を記載し提出すること。

4 試験研究機関による調査及び現地検討会への協力について

提案区域の事業において、試験研究機関等による調査及び現地検討会を行うことから、その実施並びに日程調整に協力すること。

5 その他留意事項

(1) 林業専用道をフォワーダ等が走行する場合

ハーベスタ及びフォワーダ等が林業専用道のコンクリート舗装を通過する場合は歩み板等で舗装面の保護を行うこと。ただし、ゴムクローラ使用の場合は除く。

(2) 林業専用道予定路線の測点保全について

対象伐区内の18線・大楢連絡作業道については、林業専用道に格上する計画があり、これに伴う測点等のうちB. M (7箇所)、引照点 (22箇所) 及び区域標示のテープを保全すること。

なお、着手前に監督職員等と現地協議を実施すること。

表 1

効率的な作業システム提案区域

林小班	事業別	面積	樹種	生産予定量 (m ³)	路網予定密度 (m/ha)	効率的な作業システム提案区域と区分
1041と	保育間伐(活用型)	6.60	トドマツ	350	170	③
1041の	保育間伐(活用型)	4.68	トドマツ	120	135	③
1042か	保育間伐(活用型)	2.20	トドマツ	90	60	②
1042よ	保育間伐(活用型)	6.71	トドマツ	220	80	②
1042た	保育間伐(活用型)	12.80	トドマツ	410	80	②
1043ろ	保育間伐(活用型)	11.77	トドマツ	760	30	①
1043へ	保育間伐(活用型)	7.23	トドマツ	500	30	①
1044に	保育間伐(活用型)	9.36	トドマツ	520	30	①
計		61.35		2,970		

※路網予定密度については、①から③の作業システム毎の比較を行うため、それぞれの表中の路面予定密度を保つこと。

(2) 技術提案書記載の作成例

様式 2

事業計画上の考慮事項
(事業名：○○○○事業)

会社名：(株)○○林業

項目	具体的な方法等	
略		
(3) 発注者が指定した課題への対応	略 効率的な作業システムの提案	<p>1 弊社の現行作業システムは、緩傾斜地から急傾斜地まで、伐倒(チェーンソー)→木寄せ(グラップル)→造材(プロセッサ)→積込(グラップル)→集材(フォワーダ)→巻立(グラップル)により実施している。</p> <p>2 林業専用道から直接木寄せを行い、ストリップロードを使用したハーベスタ伐倒・造材作業区域の作業システムの基本型は、伐倒・造材(ハーベスタ)→積込(グラップル)→集材(フォワーダ)→巻立(グラップル)にて行う。 また、林業専用道付近の材はグラップルにより直接木寄せを行い、林業専用道脇に巻立する。 なお、土場の位置については立木が無い箇所や安定した箇所を踏査検討し、事業着手前までに発注者と協議する。</p> <p>3 森林作業道を配置したフォワーダ集材区域については、伐倒(チェーンソー)→木寄せ(グラップル)→造材(プロセッサ)→積込(グラップル)→集材(フォワーダ)→巻立(グラップル)により実施する。 森林作業道や土場の配置については、木寄せや集材距離を短縮するよう効率的な配置について検討し、具体的な配置については発注者と協議する。</p> <p>4 上記2と3の複合的な区域については、緩傾斜地は、林業専用道から直接木寄せを行い、ストリップロードを使用したハーベスタ伐倒・造材作業区域とし、中傾斜地及び急傾斜地については、森林作業道を配置したフォワーダ区域として、踏査し区域割り案を検討する。 なお、具体については監督職員と協議し実施する。</p>

6 入札公告後の説明会説明概要（案）

(1) 趣旨

入札公告物件の作業区域は、北海道の地形特性を生かし、高性能林業機械を効率的に稼働させる作業システムを確立する目的で、平成24年度に学識経験者によりヘクタール当たり50mを超える密度で林業専用道を配置した区域。

この区域に配置した林業専用道は、切盛土量や工作物の低減のほか、集材距離の短縮や直接木寄せ等、施業に資する道として配置したところ。

今回発注した約190ヘクタールの内、特記仕様書において効率的な作業システムに係る技術提案を求めている区域は約60ヘクタール。

技術提案に当たっては、この配置した路網を利用し、効率的な素材生産を実施する人材育成や高性能林業機械の配置による効率的な作業システムを提案を頂き、国産材を安定的に供給するための参考としたいと考えています。

(2) 通常の事業発注と今回の事業発注の違い

今回の発注は、通常の発注と変わるところはありません。

伐倒から巻立までの経費積み上げの方法は通常と全く同じです。

森林作業道の経費については、特記仕様書の表1「効率的な作業システム提案区域」に示しているそれぞれの予定路網密度を上限としてます。1041と・の林小班は通常の路網密度として作設を予定しています。

1042か・よ・た林小班は、通常の半分程度の密度、1043ろ・へ林小班及び1044に林小班は通常の4分の1程度の密度とする特記仕様書です。

(3) 特記仕様書の具体について

前述の特記仕様書のとおり説明予定。

7 現地調査概要（案）

北海道型作業システムの工期調査について

ストリップロードを主体とした伐採・搬出行程の効率化を調査するため以下のように調査を行う予定。

- ① 調査方法は先山から土場までの運搬距離とそれに対応する作業の効率性を調べるため、それぞれの箇所において時間計測を行い最終的に突合し、ダイヤを作成する。（別表1）
- ② 以下の3つのゾーンにおいてそれぞれ計測を行い比較する
 - イ. ストリップロードによる箇所（提案区域①）
 - ロ. ストリップロード+森林作業道の組み合わせ（提案区域②）
 - ハ. 森林作業道による箇所（提案区域③）
- ③ 可能であればフォワーダにGPSのデータロガーを搭載し、走行軌跡をマップ上に表示させ林業専用道と土場の位置との作業性について検討する。

また、上記②イ～ハ（提案区域①～③）については、効率的な作業システムは①、②の提案区域、現行作業システムは③の提案区域であるのでその作業効率の違いをみるため別表2の事項・内容について必要に応じて実施を検討する。

8 まとめ

路網については、現行作業システムにおいては間伐（3回程度）・主伐の都度、作業道、集材路作設等経費が必要となるのに対し、北海道型作業システムにおいては、林業専用道の路網密度が高いため、作業道、集材路作設等経費や維持管理費については軽減できると考えられる。また、林業専用道作設経費は公共投資とみなされるため、本来は事業費に入れないこととなる。

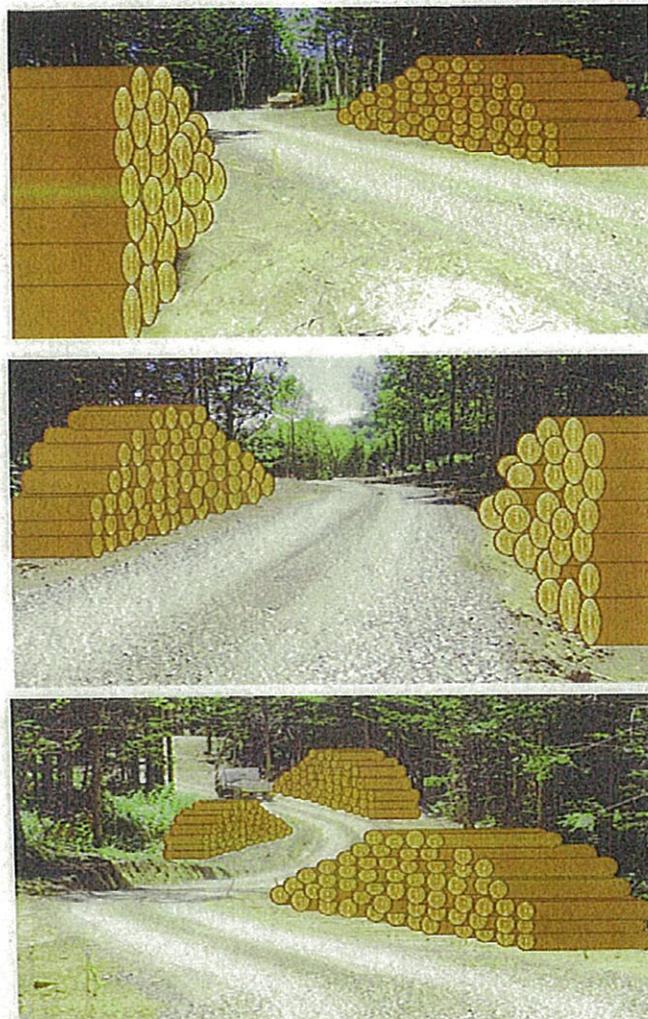
また、現行作業システムに比べ、北海道型作業システムで実施すると、低コストで高効率で作業の実施が可能となると見込まれるため生産性の向上が期待出来る。

計画していた林業専用道について、本年度概ね作設し、現地ゾーニング、作業方法等を踏まえた北海道型作業システムの特記仕様書（案）等について検討・作成したところであり、来年度においては、モデル的フィールドにおいて森林保全整備事業（保育間伐等）を実行する中で功程調査等データ収集を行い、林業生産コストを実測・分析し、現行作業システムと北海道型作業システムの比較・検証を行って取りまとめを行っていく考えである。

<参考>

林業専用道から直接木寄せし、林道脇に材を集積するイメージ図

材集積イメージ



別表2

上川中部森林管理署朗根内地区北海道型作業システムモデル地区の調査について

区域区分	作業システム	今回の実証事業で把握・分析したい事項		現地での具体的な時間計測等の内容		摘要
		個別事項	共通事項	個別事項	共通事項	
提案区域①	CTLシステムを基本とする区域	①ハーベスタによる伐木造材工程	①各作業システムの全体工程とコスト比較 ②CTLシステムによる作業効率の向上の評価	①一部立木毎木調査を含めた時間計測	①区域全体の作業日報(時間単位) ②各工程を積算した全体工程(作業コスト)の算出	各区域区分ごとに3日間程度、機械ごとに職員が張り付き、ビデオ撮影と作業時間の記録を行う。
		②ストリップロードを利用した集材の工程		②搬出箇所及び土場捲き立て箇所の記録図示、集材時間、土場捲き立て出石計測		
		③集材距離と集材工程の関係		③全木集材範囲における集材量と伐木造材を含めた時間計測		
		④ハーベスタによる伐木造材工程とフォワーダ集材工程の集材距離による最適バランス		④ストリップロードの形状と土壌攪乱(面積・深さ等)の計測		
		⑤林業専用道へのグラップルでの全木集材による効率化		⑤バックホー等による開設時間計測		
		⑥ストリップロードの土壌への影響と汎用性				
提案区域②	CTLシステムと従来型作業道システムを組み合わせる区域	①ハーベスタによる伐木造材工程	①各作業システムの全体工程とコスト比較 ②CTLシステムによる作業効率の向上の評価	①一部立木毎木調査を含めた時間計測	①区域全体の作業日報(時間単位) ②各工程を積算した全体工程(作業コスト)の算出	各区域区分ごとに3日間程度、機械ごとに職員が張り付き、ビデオ撮影と作業時間の記録を行う。
		②チェンソー伐倒の工程		②チェンソー伐倒の時間計測		
		③グラップルによる木寄せ工程		③グラップル木寄せの時間計測		
		④CTLシステムと従来型作業道システムの組み合わせの条件		④搬出箇所及び土場捲き立て箇所の記録、集材時間、土場捲き立て出石計測		
		⑤作業道開設工程		⑤バックホー等による開設時間計測		
提案区域③	従来型作業道システムの区域	①チェンソー伐倒の工程	①各作業システムの全体工程とコスト比較 ②CTLシステムによる作業効率の向上の評価	①チェンソー伐倒の時間計測	①区域全体の作業日報(時間単位) ②各工程を積算した全体工程(作業コスト)の算出	各区域区分ごとに3日間程度、機械ごとに職員が張り付き、ビデオ撮影と作業時間の記録を行う。
		②グラップルによる木寄せ工程		②グラップル木寄せの時間計測		
		③造材工程(プロセッサ等)		③造材の時間計測		
		④集材距離と集材工程の関係		④搬出箇所及び土場捲き立て箇所の記録、集材時間、土場捲き立て出石計測		
		⑤作業道開設工程		⑤バックホー等による開設時間計測		