

採材の単純化による歩留向上に向けた取組 ～仕事はきれいに効率よく～

北海道森林管理局 檜山森林管理署 村野 宏樹
 (元 東北森林管理局 津軽森林管理署金木支署)
 東北森林管理局 森林技術・支援センター 青山 岳彦
 (元 津軽森林管理署金木支署)
 宮城北部森林管理署 村下 拓郎
 (元 青森森林管理署)

1. 背景

我が国の人工林の多くが本格的な利用期を迎えていることから、新たな国産材需給を創出していく取組が進められています。一方で、林業従事者の高齢化や減少が進んでおり、現状のままでは拡大する木材需要に対応することが困難です。安定的な木材供給量確保のためには、搬出間伐において作業の効率化を進めるとともに、生産歩留（生産量／立木蓄積量）を向上させることが重要です。

多雪地帯では根元が大きく曲がった根曲り木（図1）が多く生じますが、湾曲した根元部分は製材に適さないため、そのほとんどが「短^{たん}コロ」として林内に存置されています。短^{たん}コロを活用することができれば生産歩留は向上すると考えられますが、搬出にかかる手間が大きな障害となっています。

従来の造材作業では、ある程度直材になったところから4mまたは2mで採材していましたが（従来方法・図2）。造材した丸太は表1のように仕分けるため、短^{たん}コロを含めると計6種類の巻立てが必要です。短^{たん}コロの活用と作業の単純化を図るため、本取組ではサルカ部分を含めた一番玉を一律2mC材として、二番玉以降を一律4m材として採材しました（新規方法・図2）。この方法で生産される丸太は、表1で示した4種類のみです。新規方法では、これまで林内に存置されてきた部分も搬出しやすくなるため、生産歩留の向上が期待されます。また、長級の単純化や4m材比率の向上により、造材・巻立て・トラック運搬の生産性向上が期待されます。さらに、林地残材の減少により、主伐後における造林作業の効率化も期待されます。そこで本研究では、根曲がり木が多く生育する林分では従来方法と新規方法のどちらが有効であるか検証しました。



図1：スギの根曲がり木

表1：従来及び新規方法の巻立て区分

	従来方法	新規方法
4 m材	A材（製材用）・ B材（合板用）	A材・B材・ C材
2 m材	A材・B材・ C材（チップ用）	サルカ付き C材

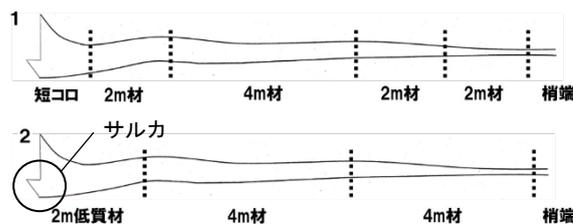


図2：1. 従来方法 2. 新規方法

2. 調査方法

(1) 調査方法

本研究では、丸太の販売により得られる「収入」から、丸太の生産に要する「支出」を差し引いて「収支差」を算出し、立木蓄積量あたりの収支差が大きい値となった方法が有効であると判断します。

収入を算出するにあたり、それぞれの方法によって生産された材積（生産量）を記録しました。これに青森県の平成 30 年度における各材区分の委託販売平均単価（表 2）を掛けることで販売総額を算出し、立木蓄積量で割ることで、「立木蓄積量あたりの販売総額（円/m³）＝収入」を算出しました。

支出を算出するにあたり、作業日報を活用し、それぞれの方法に要した人工数（人・日）を記録しました。人工数は、作業員一人が 8 時間作業に従事した場合を 1 とします。なお、造材・巻立て・トラック運搬以外の作業種は作業内容が変わらないため、3 作業種以外（作業道作設・伐倒など）に要した人工数は考慮しません。人工数を立木蓄積量で割ることで、立木蓄積量あたりに必要な労働量（人・日/m³）を算出しました。これに作業員一人一日あたりの平均賃金（円/人・日）を掛けることで、「立木蓄積量あたりの人件費（円/m³）＝支出」を求めました。なお、作業員の平均賃金は全国農業会議所「農作業料金・農業賃金に関する調査結果」における平成 28 年度のデータを使用しました。

(2) 調査箇所及び使用機材

本研究では、根曲がり木が多く生育するスギの若年生林分を対象としました。比較調査を実施するため、青森県五所川原市 ^{いづめ}飯詰山国有林において林分条件がほぼ等しい 8 小班を選定し、従来方法と新規方法による搬出間伐（列状間伐）を実施しました（図 3）。試験地の林分条件は表 3 のとおりです。作業システムは車両系作業システムであり、伐倒はチェーンソー（ハスクバーナ 560）、造材はプロセッサ（イワフジ GPi-40-C）、運材はフォワーダ（イワフジフォワーダ U6B・U6C）を使用しています。搬出した丸太は林道上の仮土場で巻立てし、グラップル付きトラックで最終土場まで運搬しました。収入を算出するにあたり、東北森林管理局で販売実績のない 4 m 低質材の需要と販売単価を調査するため、青森県外 ^{にしおくに}ヶ浜町西小国山国有林 641 ろ 2 林小班において新規方法を実施し、生産した 4 m C 材を山元委託販売により販売しました。

表 2：青森県の平成 30 年度山元委託販売平均単価（税抜）

4 m A・B 材 (18cm 上)	4 m B 材 (16cm 下)	2 m A・B 材	2 m C 材
7,491 円/m ³	5,361 円/m ³	6,261 円/m ³	4,388 円/m ³



図 3：比較調査実施箇所。斜線は従来方法実施箇所、四角は新規方法実施箇所を示す

表 3：比較調査実施箇所の林分条件

	林齢	面積	立木蓄積量	平均胸高直径	根曲がり木割合
従来方法	35～37 年生	11.83 ha	1,849 m ³	20.2 cm	29.39%
新規方法	36～38 年生	17.31 ha	2,520 m ³	20.8 cm	27.47%

※調査地域（青森県五所川原市）の最深積雪量は 163cm である

3. 結果

(1) 収入の比較

丸太の生産量は従来方法では 1176.689m³、新規方法では 2213.685m³ で、いずれも A材の生産はありませんでした。丸太の区分別及び長級別出材比率は図 4 のとおりで、新規方法は C材及び 4 m材の生産比率が大きくなりました。生産量を立木蓄積量で割ることで生産歩留を算出したところ、新規方法は従来方法と比較し生産歩留が大幅に向上しており、仮説通りの結果が得られました(図 5-1)。実際に、作業後の林地の状況を確認すると、従来方法実施箇所では林内に短コロが存置されていましたが(図 5-2)、新規方法は枝条以外ほとんど残されていませんでした(図 5-3)。次に、歩留向上による収入面での効果を確認します。収入額を計算するにあたり、国有林では生産実績のなかった 4 m C材の需要と販売単価を調査しました。4 m C材を山元委託販売で販売した結果、同日同所で販売した 2 m C材と比べて応札枚数や決定単価に大きな差はなく、4 m C材の需要が確認できました(表 4)。このことから、収入額の計算では 4 m C材の単価は 2 m C材と同一の値を使用しました。それぞれの方法の生産量に各材区分の平均単価(表 3)を掛けたところ、販売総額(税抜)は従来方法で 6,365,795 円、新規方法は 11,629,007 円となり、これを立木蓄積量で割ったところ、立木蓄積量あたりの収入は新規方法の方が 1,231 円大きい結果となりました(図 6)。

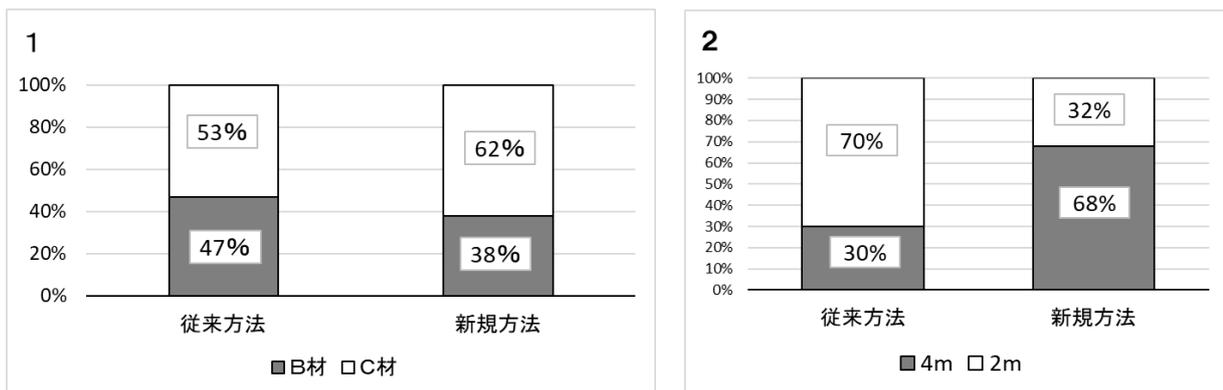


図 4 : 1. それぞれの方法における区分別出材比率。 2. それぞれの方法における長級比率



図 5 : 1. それぞれの方法における生産歩留 (生産量/立木蓄積量)。

2. 従来方法実施箇所の林内の様子。 3. 新規方法実施箇所の林内の様子。

表 4 : 各長級における C 材の入札結果

	長級	材積	応札枚数	単価 (税抜)
西 小 国 山	4 m	62.798 m ³	3 枚	5,600 円/m ³
	4 m	64.210 m ³	3 枚	5,600 円/m ³
	4 m	64.638 m ³	3 枚	5,600 円/m ³
	2 m	23.285 m ³	3 枚	5,400 円/m ³
飯 詰 山	4 m	71.089 m ³	4 枚	4,500 円/m ³
	2 m	68.040 m ³	3 枚	4,500 円/m ³

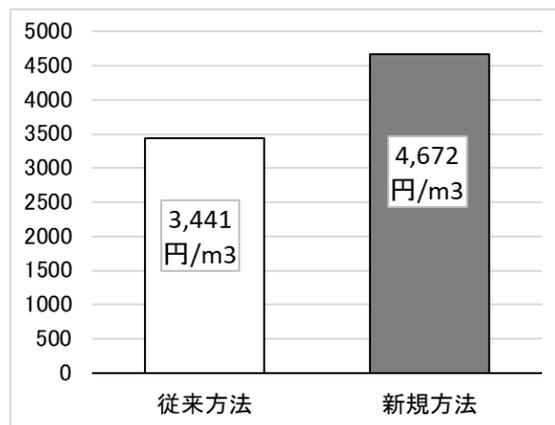


図 6 : 立木蓄積量あたりの丸太販売収入

(2) 支出の比較

造材・巻立て・トラック運搬に要した人工数を表 5 に示します。生産量を人工数で割り生産性 (m³/人・日) を求めると、新規方法は巻立てとトラック運搬の生産性が微増し、3 作業種全体の生産性も僅かに向上しました (表 6)。実際に、作業員への聞き込み調査を実施した結果、造材作業員からは「長級が単純化したため作業が大変楽になった。」、巻立て作業員からは「2 m 材の仕分け作業がなくなったが、4 m 材の仕分けには時間を要するようになった。」、トラック運転手からは「4 m 材の比率が増加したため作業が楽になった。サルカが付いていても特に影響ない。」といった意見があり、4 m 材の仕分け作業以外、生産性を下げているといった意見は聞かれませんでした。このように、生産性についてもほぼ仮説通りの結果が得られました。次に、生産性向上による支出面での効果を確認します。それぞれに要した人工数を立木蓄積量で割ることで、立木蓄積量あたりに必要な労働量を算出した結果、従来方法は 0.026 人日/m³、新規方法は 0.035 人日/m³ となりました。これに作業員一人一日あたりの平均賃金を掛けることで、立木蓄積量あたりの人件費を計算した結果、立木蓄積量あたりの支出は新規方法の方が 121 円大きいことがわかりました (図 7)。

表 5 : それぞれの方法に要した人工数

	造材	巻立て	トラック運搬	計
従来方法	13.0 人日	13.0 人日	22.7 人日	48.7 人日
新規方法	24.5 人日	24.0 人日	40.3 人日	88.8 人日

表 6 : それぞれの方法における、造材・巻立て・トラック運搬の生産性

	造材	巻立て	トラック運搬	3 作業種全体
従来方法	90.5 m ³ /人日	90.5 m ³ /人日	51.8 m ³ /人日	24.2 m ³ /人日
新規方法	90.4 m ³ /人日	92.2 m ³ /人日	54.9 m ³ /人日	24.9 m ³ /人日

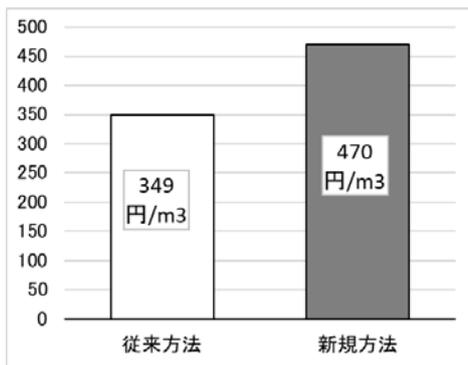


図 7 : 立木蓄積量あたりの人件費

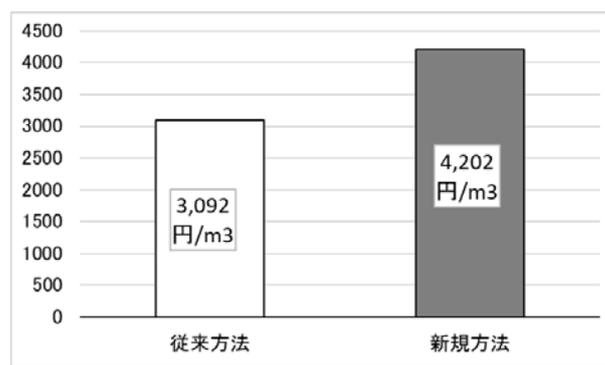


図 8 : 收支差の比較

(3) 收支差の比較

収入(図6)から、その収入を得るために要した支出(図7)を差し引いた値=收支差を算出した結果が図8であり、新規方法の方が立木蓄積量あたりの收支差は1,110円高い値となりました。このことから、今回の調査箇所では新規方法の方が有効であったといえます。

4. 考察・展望

(1) 新規方法が有効となった要因について

新規方法は安価なC材の生産比率が増加したにも関わらず、立木蓄積量あたりの収入が大きくなりました。その要因として、まず今回の調査箇所が根曲がり木の多い若年生林分であったことが挙げられます。このような林況であったため、従来方法で作業しても元々のC材比率が大きく、新規方法によってC材比率が増加したものの、その増加率は小さく済んだと考えられます。また、近年における木質チップの拡大需要により、青森県ではB材とC材の価格差が縮小していることも挙げられます。これにより、生産量の増加が収入の増加に直結し、歩留向上の成果が大きく収入に反映されたと考えられます。一方、新規方法では生産性が向上したにも関わらず、立木蓄積量あたりの支出が大きくなりました。これは、歩留向上により生産量が増え、これに伴い作業量が増加したためと考えられますが、同時に生産性が向上したことで、作業量の増加は抑えられていると推察されます。このように、現在の市況においては、根曲がり木が多い若年生林分で新規方法を実施することで、収入の増加が支出の増加を上回りやすいと考えられます。

今回の調査では新規方法による生産性の向上は僅かでしたが、これは協力を依頼した事業者が元々高い生産性を維持しており、現状の人員・機械設備では生産性が高止まりの傾向を示していたためと考えられます。さらに、新規方法の試験を実施した時期に造材作業員が一人休職したため、従来方法実施箇所よりも新規方法実施箇所の作業人数が少なくなりましたが、このような条件下でも生産性の微増がみられたことから、一般的な事業者では新規方法によってさらなる生産性の向上と支出の低減が見込める可能性があります。

(2) 新規方法の適用条件について

今回の調査結果から、根曲がり木が多い低位な林分では、新規方法が有効に働くことが示唆されました。一方で、新規方法は従来方法に比べてC材比率が大きくなってしまふとともに、一般的に最も品質が高い元玉部分が全てC材になるという欠点があります。このため、付加価値が高いA材が多く生産できる林分や、C材の需要が低迷している地域においては新規方法が不利に働く可能性があります。

そこで東北森林管理局では、令和元年より新たに4署（三八上北署（青森県）・盛岡署（岩手県）・庄内署（山形県）・宮城北部署（宮城県））で新規方法の追加試験を実施しています（表7）。

表7：新規方法の追加試験実施箇所の林分条件

	樹種	林齢	面積	立木蓄積量	平均胸高直径	最深積雪量
三八上北	スギ	50年生	9.98 ha	826 m ³	20.0 cm	88 cm
盛岡	スギ・カラマツ	43～45年生	26.88 ha	1,024 m ³	12.4 cm	113 cm
庄内	スギ	26～45年生	13.04 ha	1,745 m ³	21.3 cm	162 cm
宮城北	スギ	44年生	4.69 ha	532 m ³	14.0 cm	116 cm

※ 作業システムはいずれも車両系作業システムによる搬出間伐（列状間伐）である。

将来的には新規方法が有効に働くか予測できる林分条件シミュレーションツールを作成したいと考えており、一例として次の方法を検討しています。

従来方法で作業したときのA・B材比率をx、A・B材販売単価をyとします。このとき、従来方法における立木蓄積量あたりの収支差を新規方法が上回る条件は下式で表すことができます。

[従来方法における立木蓄積量あたりの収支差] < [新規方法における立木蓄積量あたりの収支差]

$$\Leftrightarrow a(xy + (1-x)b) - c < d$$

a：従来方法歩留 b：C材販売単価 c：従来方法支出額（造材・巻立て・運搬） d：新規方法収支差

暫定的に、aは金木支署の平均値（65%）、bは表2（4,388円/m³）、cは図7（349円/m³）、dは図8（4,202円/m³）の値を適用します。それぞれの値を上式に当てはめ変形すると、 $y < 2,614/x + 4,388$ となります。これをグラフ化したものが図9で、従来方法における一般材・合板材比率（x）と一般材・合板材販売単価（y）の交点が編みかけ部分に含まれば、新規方法の収支差が従来方法より大きくなることを示します。

a～dの値は、林齢等の林分条件や地域によって変化すると考えられます。今後、様々な条件及び地域において新規方法により得られる収支差等のデータを蓄積し、地域の実態を踏まえた値を数式に反映することで、他地域においても搬出間伐をきれいに効率よく実施できると期待されます。

最後に、今回の調査にご協力頂いた有限会社秋田谷林業様、有限会社中里運送様、有限会社前田林業様に感謝の意を表します。なお、本研究は東北森林管理局資源活用課及び青森事務所指導のもと実施しました。

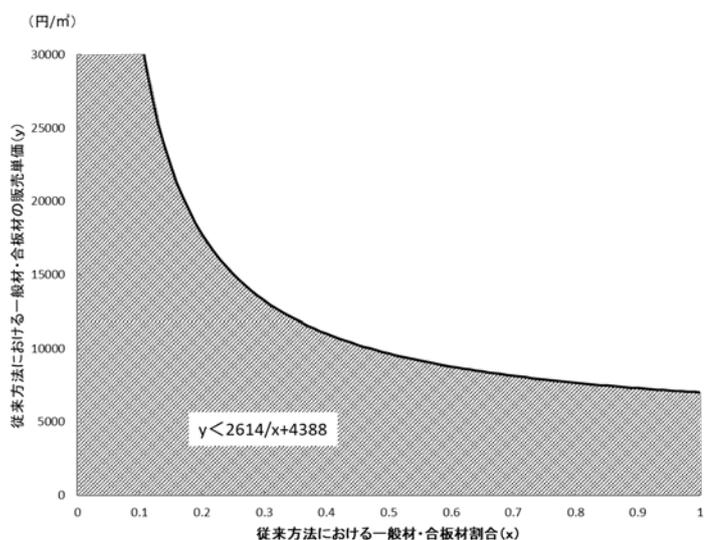


図9：林分条件シミュレーションの一例