

富山県林業経営収支予測システムの開発

－魅力的で説得力のある施業提案を行うために－

森林環境課 関子光太郎

1. はじめに

森林組合などの林業事業者が、集約化をすすめ搬出間伐などを実施する場合、施業の方針や得られる収入などについて、森林所有者にあらかじめ十分に理解してもらい、合意を得る必要があります。このために施業提案書を作成するわけですが、現場によって生育状況や作業条件が大きく異なる素材生産事業において、収益や経費を予測することは容易ではありません。とくに、本県では積雪のために根元曲がりが多く、収支予測はいつそう難しくなります。また、間伐における伐採量は、

現時点での収入だけではなく、主伐を含めたトータルの収入を勘案し、総合的に判断すべきでしょう。

そこで森林研究所では、根元曲がりの多い林分にも対応し、間伐から将来行う主伐までを対象に素材生産の収益や経費を予測する『富山県林業経営収支予測システム』を開発しました。このレポートでは、本システムによる収益や経費の予測のしくみや考え方について説明するとともに、その活用方法について提案します。

2. システムの概要

本システムは、①丸太の生産量や販売収益を予測する収益予測、②生産に要する各種の経費を予測する経費予測、③間伐後の林分の成長を予測する成長予測の3つのモジュールから構成されています(図-1)。

操作方法はシンプルで、対象となる林分の調査データ(胸高直径、樹高、樹幹形状など)、伐採本数、伐出作業にかかる人員や機械の数などを入力するだけで、素材生産量や販売収益、素材生産に要する経費が出力されます。計算に必要な労務や機械損料などの単価は標準的な値があらかじめ与えられており、これをそのまま利用することも、各事業者の実態に



図-1 システムの概念図

応じて変更することも出来ます。

なお、本システムは、操作習得にかかるユーザーの負担や出力データの再利用を考慮し、マイクロソフト社のエクセルを使ってデータの入出力や操作を行うように設計されています。

3. 収益予測のしくみと考え方

一般的に、立木から生産される丸太の量は伐採する立木の本数とサイズから概ね推定できると考えられています。しかし、本県のような多雪地帯では、ほとんどの立木が根元付近で曲がっており（図-2）、曲がりの大きさや形状によって生産される丸太の量や品質が異なり、収益も大きく変動します。このため、本システムは、根元曲がりの影響を収益予測に反映できるように設計されています。

根元曲がりの影響を収益予測に反映させるには、曲がりの大きさや形状を分類する必要があります。本システムでは、樹幹形状分類（図-3）とよばれる簡単な基準にもとづいて、樹幹の形状を1級から5級までの5つに分類する方法を用い

ています。

図-4は、立木のサイズと生産される丸太の量（利用材積）との関係（利用材積推定モデル）を樹幹形状級別に表しています。同じ胸高直径と樹高をもつ立木であっても、樹幹形状級によって、生産される丸太の量が大きく異なることがわかります。

図-5は、立木のサイズと生産される丸太の等級比率との関係を樹幹形状級別に表しています（丸太等級別材積率推定モデル）。丸太の等級は品質やサイズに応じて、A材、B材、C材および小径材の4種類に区分します。A材は通直な丸太で主に製材用に、B材は弱い曲がりのある丸太で合板や集成材に、C材は強い曲が



図-2 根元曲がりが多いスギ林分

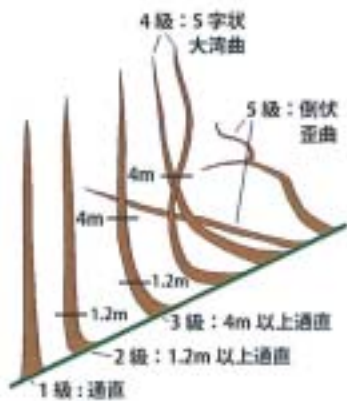


図-3 樹幹形状分類の基準

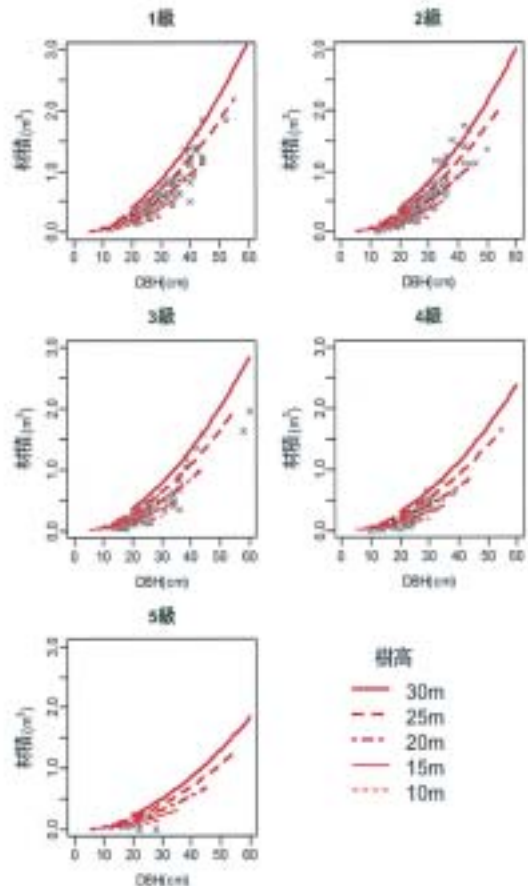


図-4 樹幹形状級別の利用材積

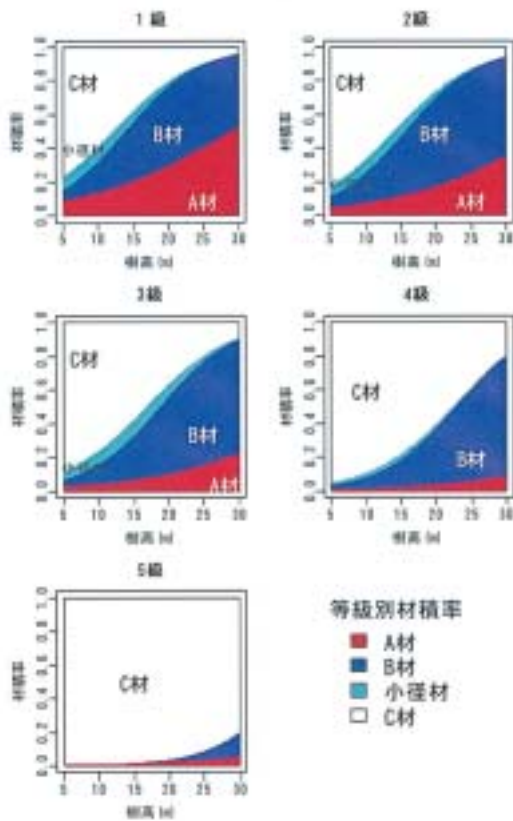


図-5 樹幹形状級別の等級別材積率

りのある丸太で製紙用や燃料用のチップに、小径材は末口の直径が10cm~14cmの曲がりのない丸太で土木用の丸棒などにそれぞれ用いられます。根元曲がりの小さい1級木や2級木では、価格の高いA材やB材の割合が高く、曲がりの大きい4級木や5級木では、価格の低いC材の割合が高くなります。

本システムの収益予測は、利用材積推定モデルと丸太等級別材積率推定モデルを用いることによって、根元曲がりを含む林分から生産される丸太の量を等級別に算出します。さらに、等級別の丸太の量にそれぞれの平均単価を掛けることによって、丸太の販売収益を予測します。

4. 経費予測のしくみと考え方

本県の素材生産は、林内に高密度の路網を配置し、作業道上で造材した丸太を集材用車両によって土場まで運搬する車両系システムを用いるのが一般的です。この場合、図-6に示した伐木、木寄せ、造材、集材の4つの工程（伐出作業）を経て丸太が生産されます。また、これに

付帯して、作業道の作設、集積された丸太の検寸や仕分け、トラックへの積み込みといった副作業が必要となります。本システムでは、車両系システムによる伐出を前提に、伐出作業と副作業の各工程の経費を個別に算出します。

素材生産経費は直接経費と間接経費に



伐木
立木を伐倒する作業

木寄せ
伐木した木を造材地点まで集める作業

造材
木の枝を切り落とし、決められた長さの丸太を作る作業

集材
造材した丸太を車両を使って土場まで運搬する作業

図-6 車両系システムにおける一連の作業工程

大別されます。直接経費は生産に要する個々の作業と結びつけて計算できる費用のことで、労務費や機械経費などからなります。直接経費の算出には、各工程の作業時間を明らかにする必要があります。作業時間は作業毎に定められたサイクルタイムから求めます。

サイクルタイムとは一本当たりあるいは一回当たりの作業に要する標準的な時間のことです。例えば、チェーンソーを使って1本の木を伐採するのに要する時間がチェーンソー伐木のサイクルタイムです。これに伐採本数を掛ければ全体の作業時間を求めることができます。しかし、サイクルタイムは伐採木のサイズや現場の条件によって異なります。そこで、作業時間とそれに影響する条件との関係を調べ、関係式を作成します。こうすれば、作業条件に応じたサイクルタイムを求めることができます。

表-1は伐木作業を構成する要素作業の作業時間に関する関係式を示したものです。この関係式をもとにいくつかの条件を想定したチェーンソー伐木のサイクルタイムを示すと図-7のようになります。

各工程のサイクルタイムをもとに作業時間を算出し、労務単価や機械損料単価

表-1 チェンソー伐木の要素作業時間の関係式

要素作業	作業時間の関係式 (秒) 搬出木伐木
移動	$(A/n)^{0.5}/V,$
伐倒準備	$0.863D$
伐倒	$17.765 + 0.125D^2 - 1.590D$
かかり木処理	12.4
伐根・木口整形	2.8
給油・機械調整	6.4
連絡・打合せ	1.8
木探し・移動遅延	3.7
休憩	6.0
遅延・その他	2.5

A:対象面積(m²), n:伐木本数, V:歩行速度(m/s),
V=0.570-0.005α, α:斜面傾斜(°),D:胸高直径

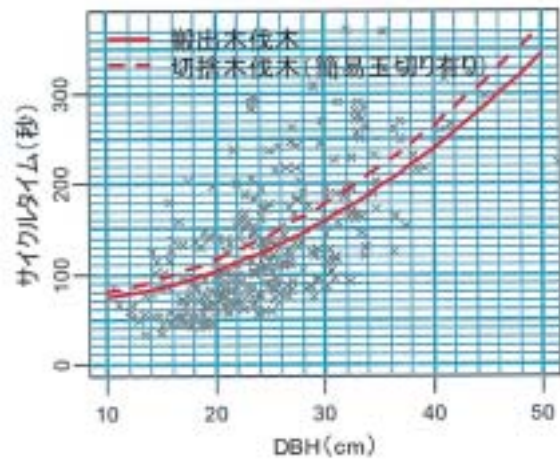


図-7 胸高直径と伐木サイクルタイム

を掛けることによって直接経費を求めます。これに丸太運搬費、機械運搬費、現場監督費、販売手数料、諸経費などの間接経費を加え、全体の生産経費とします。

5. システムを用いた収支予測の事例

ここからは実際の予測事例をもとに、出力結果やその利用方法について説明していきたいと思えます。搬出間伐の事例

表-2 試算に用いた林分の概要

林分面積 (ha)	12.7
林齢 (年)	43
林分密度 (本/ha)	1333
平均直径 (cm)	26
平均樹高 (m)	19
平均幹材積 (m ³)	0.57
林分蓄積 (m ³ /ha)	757

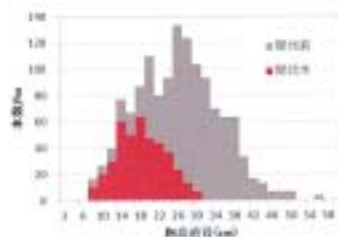


図-8 間伐木の直径階分布

として、表-2に示した林分を対象に、間伐率30% (本数率) の下層間伐を実施します (図-8)。伐出に使用する機械は、

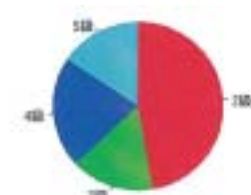


図-9 間伐木の樹幹形状級の割合

伐木にチェーンソー、木寄せにウインチ付きグラップル、造材にプロセッサ、集材にフォワーダ（平均集材距離1,300m）を使用するものとします。丸太の販売単価および労務や機械損料の単価は本システムで採用している標準値をそのまま使用します。

素材生産量および収益の予測結果を表-3に示します。搬出丸太の材積は646m³となり、伐採材積（1,267m³）に対する丸太材積の割合（利用率）は51%となりました。また、A材の材積は全体の12%となり、B材は34%、小径材は6%となりました。一方、C材の材積は全体の約半分の48%を占めました。この林分は、とくに根元曲がりが多いというわけではありません。それでも、根元曲がりの大きい木は間伐の対象になりやすい傾向があります（図-9）。こうした間伐の実態を考えると、根元曲がりを考慮せずに収益予測を行っても、実用的な見積もりと

はならないことがわかります。

経費予測の結果を表-4に示します。この搬出間伐の労働生産性は4.5m³/人日となり、本県の平均（5.5m³/人日）に達しませんでした。これは、平均集材距離が長かったために集材工程の生産性が大幅に低下したことが原因です。生産性の低下を反映し、1m³当たりの生産経費はやや高めの16,434円となりました。間接経費を含めた生産経費の合計は10,616千円となり、補助金を併せた収益（11,686千円）から経費を差し引くと、収入は1,070千円となりました。このように、本システムを用いることによって、収支予測だけではなく、どの工程の生産性が低いか、あるいはコストがかかるかといったことをあらかじめ知ることが出来ます。また、それをふまえて、伐出方法、路網の配置、土場の設置箇所などをコンピューター内で色々試し、収益性の高い方法を探索することも出来ます。

表-3 収益予測の結果

丸太等級	材積 m ³	金額 千円
A材	78	937
B材	218	2,398
C材	311	1,431
小径材	39	232
小計	646	4,998
間伐補助金		5,509
作業道補助金		1,179
補助金計		6,688
収益計		11,686

表-4 経費予測の結果

作業工程	人員数 人	作業日数 日	費用 千円	労働生産性 m ³ /人日	材積当たり経費 円/m ³
伐木	3	20.0	1,043	10.8	1,615
木寄せ	2	13.6	559	23.7	865
造材	1	25.7	1,149	25.1	1,779
集材	1	30.0	1,135	20.9	1,757
伐出作業計	7	89.3	3,886	4.5	6,016
副作業計	10	57.8	2,361		3,655
直接経費	17	147.1	6,247		9,670
間接経費			4,369		
経費計			10,616		16,434

6. 将来の林分における収支シミュレーション

本システムは、現時点における間伐の収支を見積もるだけではなく、10年後あるいは20年後の立木の成長を予測し、将来における間伐や主伐の収支についても見積もることが出来ます。図-10は、先の試算に用いた林分における間伐後の成

長を予測し、主伐における収支が林齢によってどのように変化するかを示しています。このグラフをみると、45年後（88年生時）に主伐した場合の収入はha当たり1,400千円となります。こうした結果を用いることによって、目指すべき主伐

収入を考えながら伐採時期を決めることができます。

図-11は、間伐率を0%から50%まで段階的に変化させた場合、間伐収入、将来の主伐収入（88年生時）および間伐と主伐とを併せたトータル収入がどのように変化するかを示しています。間伐率があまり低いと間伐収入が得られず、トータルの収入は減少します。また、間伐率

を高くしすぎると主伐収入が減少し、やはりトータルの収入は減少します。シミュレーション結果によれば間伐率を35%程度にするとトータル収入が最大となることがわかります。こうしたシミュレーションを行うことによって、主伐を含めたトータルな経営収支にもとづく、最適な間伐率を見つけ出すことが出来ます。

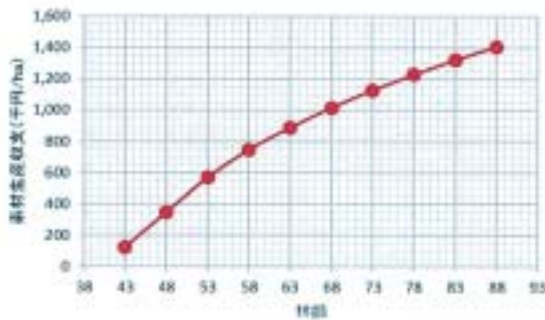


図-10 主伐収支の将来シミュレーション

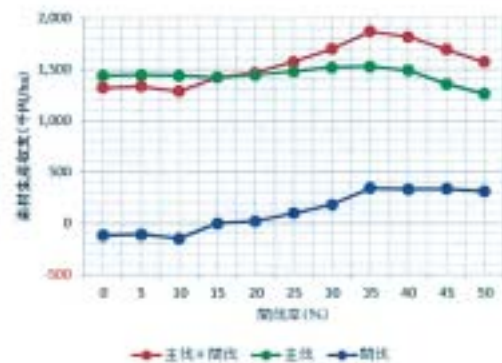


図-11 間伐率シミュレーション
(88年生時に主伐)

7. おわりに

本システムは、素材生産事業における経営収支について、本県の人工林の実態に沿った、実用的な予測が行えるよう開発しました。これを用い、様々な伐採量、伐出方法、作業条件のもとでの収支を試算し、最適な施業方法を検討することに

よって、森林所有者に説得力のある提案書が作成できると思います。同時にこのことは、林業事業体の信頼性や収益性の向上につながり、施業集約化の推進や木材生産量の増大に寄与することが期待されます。

研究レポート No.9

平成 26(2014) 年 6 月 30 日発行

編集 富山県農林水産総合技術センター森林研究所

〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰 3

電話 076-483-1511 FAX 076-483-1512

<http://www.fes.pref.toyama.jp/>