

木材フローを対象とするサプライチェーン 原価計算モデルの構想

——兵庫県の丹波市森林組合における伐採・搬出を事例として——

丸山 佳久・金藤 正直

(受付 2010年10月29日)

1. はじめに

日本の森林は現在、1950-75年にかけて行われた拡大造林から35年から60年近く経過しているために、成熟期を迎え蓄積量も十分にある。また、樹木の成長に伴う地球温暖化の抑制が注目されていることから、地方自治体や関係事業者は、住宅建設で“地産地消”という考え方を導入して、国産材の積極的な利活用に取り組んでいる。

しかし、原木取引価格の長期的な低迷や、機械化や経営の集約化が進まないことによる高コスト構造のために、林業及び関連産業の衰退や、森林の荒廃及び中山間地域の疲弊が進んでいる。国産材の利活用はまだまだ十分とはいえない。このような課題を改善していくための1つの方法としては、森林・林業の危機に直面している森林所有者・森林組合が中心となって、製材所や加工業者等の木材流通に係る事業主体間の連携を図ることが考えられる。すなわち、木材流通に係る事業主体が、木材フローを対象とするサプライチェーン(Supply Chain: SC)に着目し、相互に協力して実施するサプライチェーン・マネジメント(Supply Chain Management: SCM)への取り組みである¹⁾。SCを構成する各事業主体は、SCMを導入・実施することによって、自らが担うSCプロセス²⁾及び全体のSCプロセスが見えるようになる。また、各SCプロセスに関連するコストの管理すべきポイントが見えるようになるために、コストの低減や新たな利益獲得の機会を発見できる。

本稿は、木材フローを対象とするSCのうち、森林・林業の危機に直面している森林所有者・森林組合に着目し、そこが中心となって行うSCMを支援する会計ツールとして、木材

-
- 1) 木材フローを対象としたSC及びSCMへの取り組みの必要性は、酒井(2010)やWEDGE(2010)も主張している。酒井(2010), pp. 34-37, WEDGE(2010), p. 35.
 - 2) 本稿はSCプロセス概念を、事業主体内で行われる購入・製造・販売等といった機能単位組織と定義する。事業主体は、単一のSCプロセスだけを担当している場合もあれば、複数のSCプロセスを担当する場合もある。

フローを対象とした SC 原価計算モデルの構築とその利活用を検討する³⁾。具体的には、兵庫県の丹波市森林組合における伐採・搬出の事例を中心としたモデルの構築を試みる。

2. 木材フローを対象としたサプライチェーン原価計算モデル

2.1 日本における森林・林業の現状

日本は2005年時点で2,487万 ha の森林面積を有し、国土面積に対する森林面積（森林率）で見ると約68%になるため、世界でも屈指の森林大国といえる。しかし、森林面積こそ減少していないものの、荒廃した森林が増加している。これは、長期的な木材価格の低迷、機械化や経営の集約化が進まない⁴⁾ ことによる高コスト構造のために、林業が衰退し、主伐ができるまで成長しても伐採及び更新が行われなければいかりか、間伐や枝打すら十分に行われていないからである。

さらに、林業の衰退は、森林管理を担う中山間地域における人口流失と高齢化を招き、それらが森林の荒廃に拍車をかける、という悪循環に陥っている。森林には、温暖化の抑制、土砂災害や洪水・渇水の防止、生物多様性の保全等の多面的な公益的機能が数多く存在する。林業の衰退がもたらす森林の荒廃は、経済的・社会的影響にとどまらず、地球環境全般に深刻な影響を及ぼしている。このような森林・林業の危機を打破し、産業として十分に機能させるためには、林業の採算の改善が急務である⁵⁾。

日本の林業の採算性の指標といえる木材価格と素材⁶⁾ 生産費・運材費の推移は、図2-1のように表わされる。

図2-1を見ると、木材価格（製材品と丸太の価格）は昭和55年（1980年）を境として毎年下落している。他方、素材生産費・運材費はほとんど変動していない。そのため、図中の縦の矢印に示したように、木材価格から素材生産費・運材費を差し引いた利益は激減していることが理解できる。ここで素材生産とは伐倒から林道端の山土場までの工程をいい、それにかかるコストが素材生産費である。また、運材とは山土場から市場・工場等までの工程をいい、それにかかるコストが運材費である。本稿は、素材生産及び運材をまとめ伐採・搬出と呼称する⁷⁾。

-
- 3) 森林・林業における原価計算の数少ない先行研究は、造林・育林という SC プロセスを対象としているが、本稿は、日本の森林が伐採可能な成熟期を迎え蓄積量も十分にある現状を踏まえ、伐採・搬出という SC プロセスを対象としてモデル化する。
 - 4) 2005年農林業センサスによると、日本の森林所有者は、20 ha 未満の森林面積しか所有しない小規模な経営体が約83%であり、組織形態は個人事業主が約89%である。
 - 5) 林野庁（2010），p. 10.
 - 6) 素材という用語は丸太及び柚角の総称であり、丸太の木材価格は原木市場での取引価格といえる。
 - 7) 林野庁（2010），p. 9.

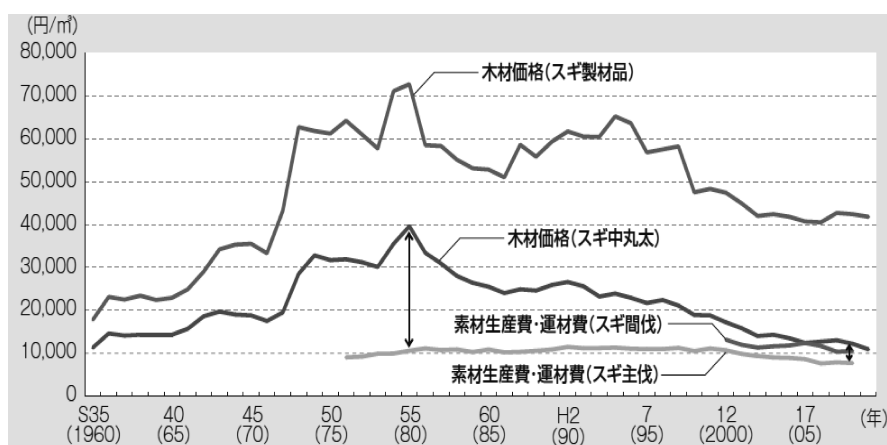


図2-1 木材価格と素材生産費・運材費の推移

出典：林野庁（2010）『平成21年度 森林及び林業の動向 平成22年度 森林及び林業施策』，p. 9，図 I-2.

- (注) ※1 素材生産費：伐倒から林道端の山土場までの工程にかかるコスト
 ※2 運材費：山土場から市場・工場等までの工程にかかるコスト
 ※3 利益を表す縦の矢印は、筆者が説明のために付け加えた

さらに、図2-1には示されていないが、木材フローを対象とする SC の上流側の伐採・搬出という SC プロセスには、その前に造林・育林という SC プロセスがある。伐採・搬出にかかるコストに、立木原価として集計される造林・育林にかかるコストを加算して考えると、トータルコストは木材価格を明らかに上回るであろう。このような赤字構造の原因の1つには、現在の木材流通システムがあると考えられる⁸⁾。

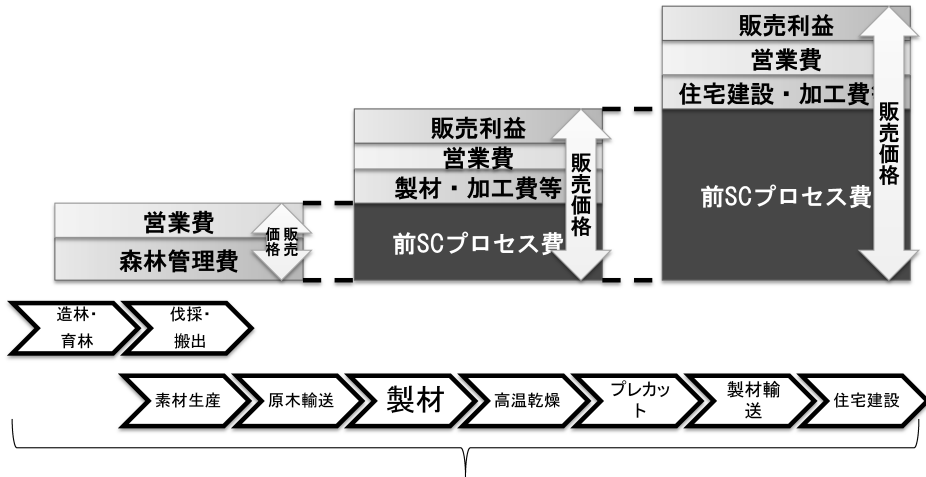
2.2 木材流通システムの問題点

日本の木材流通システムは、拡大造林が本格化した1950年代から、図2-2のように、数多くの中間流通業者が連続的に介在した形態になっている。この形態は、現在も基本的には変わっていない。1980年以降、木材価格が急落しているにもかかわらず、中間流通の諸経費が非常にかかる高コスト構造の状態が続いている。

木材流通システムの高コスト構造の背景には、需要と供給の時期調整のため、流過程に生産調整の在庫が存在していること、また、在庫管理を中間流通業者が担っている（在庫管理コストを負担している）こと、という理由がある⁹⁾。一般的に、樹木は9月から翌年の3月までが切り旬と言われ、この時期に原木市場への供給が集中する。供給者である森林所有者・森林組合は小規模に散在しているから、木材需給のタイミング調整を図るため、長い流

8) 木材流通システムの課題は、梶山（2007）が詳しい。梶山（2007），pp. 10-17.

9) 中村（2006），pp. 2-3.



木材サプライチェーンに属する各 SC プロセス

図2-2 林業のサプライチェーンと木材流通システムの現状

通過程のどこかで在庫を抱えることが必要になる。

また、現在の木材流通システムでは、木材価格の決定権は、木材 SC の上流である森林所有者・森林組合にはなく、原木市場の需要者である下流側の中間流通業者が握っている。そのために、原木市場では木材価格が低く抑えられている。換言すれば、原木市場より前の SC プロセスではかなりのコスト削減が強いられている、ということである。現在の木材流通システムでは、森林所有者・森林組合は、長期にわたって事業を継続していくために必要な目標利益を十分に確保できなくなっている。

現在の木材流通システムを改革して、森林所有者・森林組合が採算を改善させるためには、木材フローを対象とする SC を構成する各事業主体と協力して SCM の導入・実施を図る方法が考えられる。すなわち、森林所有者・森林組合は、SC を構成する事業主体間の関係を把握しながら、価値付加的活動を維持しつつコスト削減を実現したり、また、エンドユーザー（消費者）のニーズ（生産情報）を共有して、「需要に応じて必要な品質と量の木材を大工・工務店の発注を流通の起点としたデマンド・プル型の流通形態を実現する」¹⁰⁾ わけである。

2.3 サプライチェーンとサプライチェーン・マネジメントの概要

SC や SCM の概念は、欧米において、1980年代半ばから90年代前半にかけて¹¹⁾ 登場し¹²⁾、

10) 中村 (2006), p. 3.

11) ベッテル=ジャヤラム (Bechtel, C. and J. Jayaram) は、当時の SCM 概念を機能連鎖認識派、ロジスティック連結派、情報派、プロセス統合派、未来派という5つの学派に分類・整理している。Bechtel (1997), pp. 16-19.

12) 知念 (2000), p. 273.

90年代後半からは、理論的かつ実践的に大きく取り上げられるようになった。日本でも、1990年代後半から、欧米における SCM の理論研究や、コンピュータ直販メーカーであるアメリカのデル (Dell Computer Corporation)¹³⁾ の SCM モデル (デル・モデルと通称される) 等の先進事例が紹介されるようになり¹⁴⁾、これらをもとに SC や SCM の研究が進むことになった。

SC や SCM が登場した背景には、90年代後半に、多品種少量生産の時代における市場の成熟化によって、実需動向の予測不可能性が生じたこと、そのために需給バランスが保持できなくなり、想定しているほどの収益増加が望めないこと、という当時の厳しい経済状態があった。このような背景から、SC を構成する事業主体のうち、基軸企業である生産メーカーは、購買・製造・販売・物流 (自社管轄物流) といった自社内の SC プロセスだけではなく、資材サプライヤーから生産メーカーへ、そして、卸売・小売業を通して、最終消費者に至るまでの事業主体間を管理するために SCM に着目したと考えられる。

SC とは、ポーター (M. Porter) のバリュー・チェーン (value chain) 概念に基づく、製品やサービス、情報を提供するための、最終消費者から、原材料の採取という最初のサプライヤーにまで遡る SC プロセスの連鎖のことであり、これらの SC プロセスに関係するあらゆる活動が含まれる¹⁵⁾。また、SCM とは、持続可能な競争優位を獲得するために、SC の連携関係の改善を通じて、川上から川下にかけての一連の活動を統合し、経営管理していくことである¹⁶⁾。

SCM において具体的に管理対象となるのが、SC プロセス間での商品や資材自体の流れを表わすモノのフロー、モノのフローから生じるお金のフロー、そして、2つの流れに関わる情報のフロー、という3つのフローである¹⁷⁾。モノのフローは、上流の SC プロセスから下流の SC プロセスに流れていく、また、SC における上流の事業主体から下流の事業主体に流れていくマテリアル・フローである。マテリアル・フローは、上流の SC プロセス及び事業主体にとってはアウトプット、下流の SC プロセス及び事業主体にとってはインプットとして記録される。

また、お金のフローは、モノのフローとは逆の流れであるし、情報のフローは、上流から下流あるいは下流から上流というように、SC プロセス及び事業主体間における双方向の流れである。これらの3つのフローのなかで、SCM において最も重要視されるのが情報のフ

13) Dell Computer Corporation は当時の名称。2003年の名称変更で、Dell Inc. になっている。

14) 戸川 (1998), pp.150-155.

15) なお、SC の定義はハンドフィールド (Handfield) によるが、ポーターのバリュー・チェーンとの関係は筆者の理解に基づく。Handfield (1999), p. 2.

16) Handfield (1999), p. 2.

17) 藤野 (1999), pp. 17-18.

ローである¹⁸⁾。

現在のような多品種少量生産の時代において、例えば、生産メーカーは、製品市場の変化に対して迅速に対応し、売れた製品だけを新たに供給することが、最も経営効率が高い。生産メーカーは、情報のフローに着目し、製品市場での顧客に対する実需情報やそれに関連する製品情報をタイムラグなく組織内外に提供したり、あるいは、組織内外から提供してもらうことが重要となってくる。こうした情報に加えて、市場の実需に即応できるスピード、需要と供給をマッチさせる正確さ、モノのフローとお金のフローを一体化させるだけの信頼性を備えることが SCM を成功させるための鍵となる。生産メーカーは、双方向に流れる情報のフローに基づいて、収益基盤の強化、不良在庫の削減、商品の品切れによる販売機会損失の回避ができる。

SCM は、事業主体という組織の壁を越え、SC プロセス全体を対象として、モノのフロー、お金のフロー、情報のフローという3つのフローを管理し、顧客価値の創造とそれに伴う企業利益の拡大を図るためのマネジメントシステムとして機能する。

2.4 木材フローを対象としたサプライチェーン・マネジメント

SCM は従来、製品市場での顧客の製品ニーズを予測しながら、事業主体という組織の壁を越え、SC プロセスの連携・統合やそのマネジメントを展開する概念であり、SC の下流の事業主体や顧客・消費者のニーズに力点を置き、プル型方式のマネジメントを推し進めるインセンティブを持っている。だが、プル型方式に特化したマネジメントは、SC における上流の事業主体に厳しいコストカットを迫る可能性を有しているために、木材フローを対象とした SC を考えてみると、木材価格の低迷や高コスト構造に喘いでいる森林所有者・森林組合の経営をさらに圧迫し、林業の衰退がもたらす森林の荒廃を加速させることになりかねない。

そこで、本稿は、木材フローを対象とした SCM を、従来の概念ではなく、プル型方式にプッシュ型方式を組み合わせた統合型のマネジメントシステムとして提案する。ここで、プッシュ型方式とは、現在の木材流通システムのように、SC の上流で生産・加工した素材や製材を市場に押し出すという意味で用いている。プル型方式とプッシュ型方式とを組み合わせた統合型の SCM とは、森林・林業の危機に直面している森林所有者・森林組合が基軸となり、木材 SC に属する各事業主体が、住宅市場における需要動向やそれに関する製品情報を共有して、顧客価値を高めたり、流通在庫を排除して低コスト化を図るマネジメントシステムである。

木材 SC に属する各事業主体は、統合型の SCM を通じて、図2-3のように、顧客価値を高

18) 杉山 (2000), p. 14.

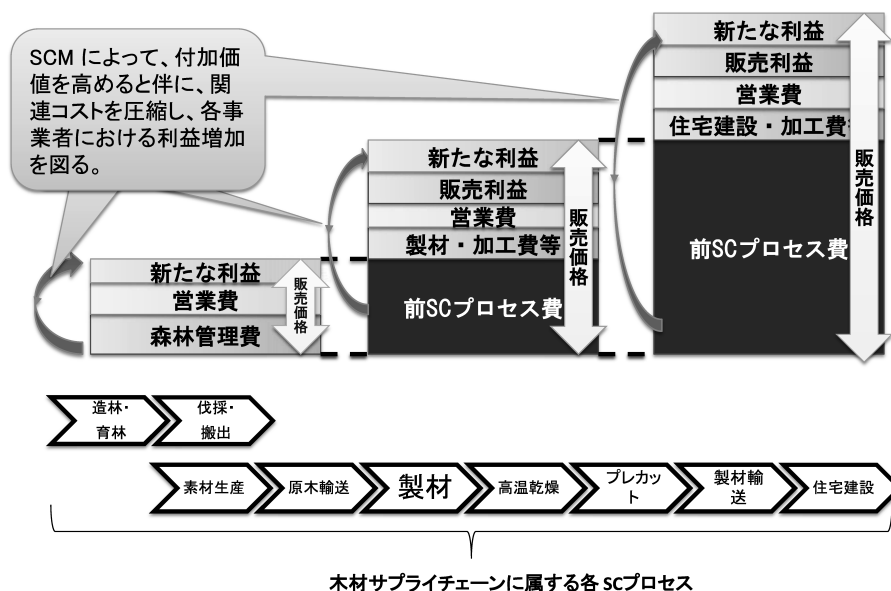


図2-3 サプライチェーン・マネジメント導入による木材流通システムの改善

め住宅市場や原木市場における販売価格を上積みできたり、SCプロセス個別及びSCプロセス全体で、非価値付加的活動やそれに伴うコストを削減できたり等、新たな利益を獲得できる。森林所有者・森林組合は、適切な森林管理にかかるコストを十分に回収できるだけの木材価格を原木市場で実現できるようになる。

日本において、木材フローを対象にSCMの導入を図った事例としては、例えば、兵庫県における木材トレーサビリティの実証実験がある¹⁹⁾。これは、2007年に兵庫県の丹波市森林組合が全国で初めて導入したデマンド・プル型の流通システムである²⁰⁾。丹波市森林組合は図2-4のような電子タグを樹木に取り付け、樹木・素材・製材・プレカット材等という一連の木材フローを対象に、木材SCに属する各事業主体が流通に関連するデータを追跡できる仕組みになっている。丹波市森林組合は、木材トレーサビリティの実証実験を通じて、需要をトリガーとして木材を流通させること（デマンド・プル）で流通在庫を排除し、低コストを実現しようとしている。実証実験は現在でも試験的ではあるが継続されている。

図2-4の電子タグには、トレーサビリティに必要となる12種類のデータ項目が記録されている

19) 兵庫県における木材トレーサビリティの実証実験は、コンサルティング会社である株式会社DCMCが中心となり、東京大学・兵庫県協同組合しその森の木・兵庫県丹波市・丹波市森林組合と協力して行っているSCMの試みで、現在の日本の木材流通システム（サプライ・プッシュ型）から、エンドユーザーのニーズを基にしたデマンド・プル型への変換を提案している。中村（2005），pp. 48-53。

20) 中村（2007），pp. 60-63。



図2-4 電子タグを付けた樹木

るが²¹⁾、作業や輸送等にかかったコストや木材価格といった会計データ項目は記録されていない。そのため、丹波市森林組合を始め木材 SC に属する各事業主体は、事業主体という組織の壁を越え、関連するコスト及び収益性の分析が十分にできていない。

木材 SC に属する各事業主体が統合型 SCM を導入し、その最適化を目指すためには、SC に関わる各種情報のフローを定量的に測定・評価し、管理できる会計モデルが必要となる。とりわけ、基軸となる森林所有者・森林組合が、他の事業主体と協力して、自らが担う造林・育林及び伐採・搬出という各 SC プロセス個別で、あるいは、SC 全体にわたり、各 SC プロセスの活動及び関連コストを管理し、最適化していくための SC 原価計算モデルである。SC 原価計算の概念モデルは、図2-5のように図示できる。

図2-5の SC 原価計算モデルは、森林所有者・森林組合が主導して、木材 SC の上流から下流の事業主体に段階的に導入を図っていく。そして、各事業主体が設置した原価計算データベースから出力されたマテリアル、コスト、木材・製品価格に関する情報を、SC を構成する事業主体間で双方向にやり取りする。各事業主体は SC 原価計算の概念モデルを導入し利用することによって、例えば、需要に応じた品質や寸法の樹木の伐採による、下流の SC プロセスにおける歩留まりの向上や不良在庫の削減を分析したり、非価値付加的で今後不必要となる活動や、顧客価値を高める新たに投資すべき活動を発見したり、また、最適な流通経路の選択による生産調整や新しい低コスト流通ルート等を検討していくことが容易になる。

21) 電子タグに記録されているデータ項目は、① 緯度経度情報、② 地域名、③ 所有者（立木売却時には購入者名に変更）、④ 管理者、⑤ 胸高直径、⑥ 初期計測日時、⑦ ⑤の胸高直径記録日時、⑧ 樹種、⑨ 品質、⑩ 当該樹木への施業内容、⑪ 出材予定日（伐採予定日）、⑫ その他（利用可能長および材質的欠点箇所等）である。中村（2007）、p. 62。

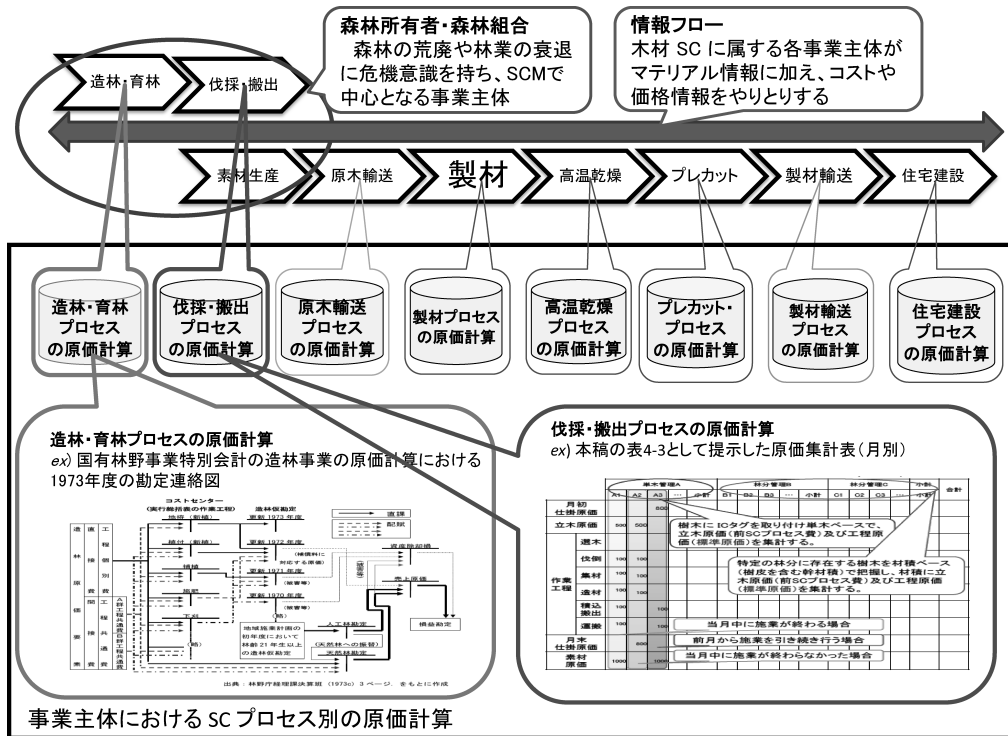


図2-5 林業におけるSC原価計算の概念モデル

SC原価計算モデルを、木材トレーサビリティの実証実験の事例に用いる場合は、木材SCに属する各事業主体に設置された原価計算データベースからの情報と、電子タグとをリンクさせて、タグ情報の1つとして追加させる方法が考えられる。そうすることにより、丹波市森林組合は、電子タグのデータ項目として、木材SC上の木材フロー、SCプロセスの活動、関連するコストや収益性に関する情報を効率的に収集できるようになる。

現在までに、日本では、図2-5に示したようなSC原価計算のモデル構築を試み、それを実践している事例は存在しない。SC原価計算はSCに属する各事業主体における原価計算を組み合わせる形を想定しているため、その第一段階として、本稿は、丹波市森林組合における伐採・搬出の事例を用いて、森林の保全と林業の再生というSC上流の森林管理に主眼を置いた、森林所有者・森林組合のための原価計算モデルを検討する。

3. 丹波市森林組合のビジネスモデル

3-1 森林整備事業と林産事業

丹波市森林組合は森林所有者からの依頼をもとに作業を実施するが、その作業は、造林・

育林という森林整備事業と、伐採・搬出という林産事業とに大別できる²²⁾。造林・育林における作業は、植栽、下刈、枝打、保育間伐、機能増進間伐、作業道開設、病虫害防除等である。図3-1に示されているように、保育間伐は約35年生までの林齢を対象とし²³⁾、機能増進間伐は、約36年生から45年生までの林齢で、材質が悪い、あるいは、搬出困難な場所を対象とする²⁴⁾。保育間伐及び機能増進間伐で伐倒した間伐材は、(機能増進間伐の場合、枝払及び玉切はするが)林間にそのまま放棄しているために搬出・利用はしない。

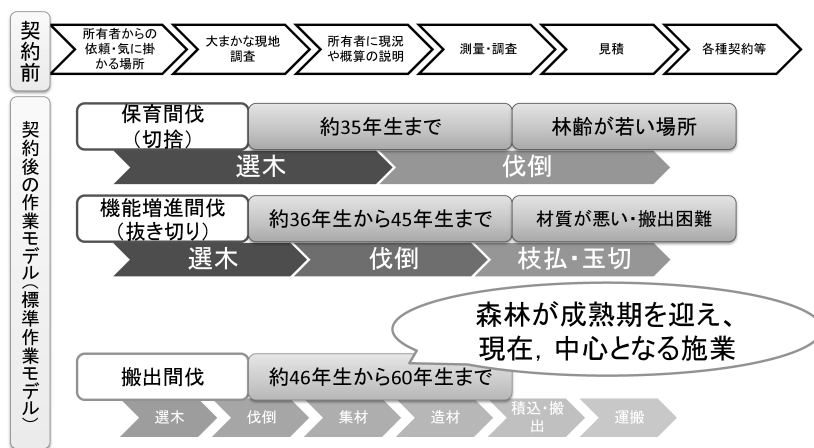


図3-1 森林整備事業と林産事業における作業工程

伐採・搬出という林産事業で中心となるのは、図3-1に示した約46年生から60年生までの林齢を対象とした搬出間伐である²⁵⁾。搬出間伐が中心となるのは、森林が成熟期を迎えていること、また、近年のシカの増加に伴い植栽した苗木の食害が深刻化しているためである。新たに植栽をしても、シカによる食害によって全滅するため、皆伐は行われず、択伐(抜き切り)・定性間伐・列状間伐が中心である。

なお、定性間伐は、林冠の優劣や幹の欠点等といった樹木の形質に基づき、例えば、不良木を伐採し、優良木を残すというように、あらかじめ伐倒する木を決めて行う間伐である。列状間伐は、伐採や搬出の作業を容易にするために、斜面の上下に沿って、一定の間隔を空けて列状に間伐を行う施業方法である。この方法は経済的に有利であるが²⁶⁾、樹木の成長の

22) その他には、製材所における製材事業、里山整備事業、治山事業がある。

23) 35年生までは、環境対策補助金含め、標準事業単価の100%が補助される(現場の作業に対する100%ではない)。

24) 36年生から45年生までは、標準事業単価の100%(県68%+市32%)が補助されるが、事業費が大きくなるために負担金が発生してしまう。

25) 46年生から60年生までは県単独の補助金で標準事業単価の68%が補助される。丹波市森林組合は、搬出間伐について森林所有者と0円契約をしている。

26) 丹波市森林組合の調査によると、伐倒、木寄せ・造材、運搬、仕分からなる作業システム全体で、

良い・悪いにかかわらず伐倒することになる。

森林整備事業及び林産事業ともに、作業の実施にあたっては森林所有者と契約を締結する必要がある。丹波市森林組合は、森林所有者からの依頼があった場所や気に掛かる場所について、おおまかな現地調査を行い、その結果をもとに現況や作業経費の概算を森林所有者に説明した後に、周囲測量・森林調査を実施し作業の見積書を作成する。見積書に記載された作業内容と見積価格を森林所有者に納得してもらって初めて各種契約が締結できる。

また、丹波市森林組合は、原木取引価格の長期的な低迷に対応するため、小規模な森林所有者を取りまとめて林業団地化を進め、路網の整備と高性能林業機械の導入によって作業の集約化と低コスト化を図っている。森林所有者に対してわかりやすい見積書を作成し依頼と契約を獲得するために、また、森林所有者に長期的な森林施業計画を提供し林業団地化を推進するために、見積価格を算出できる原価計算システムの導入が急務となっている。そこで、本稿は、見積価格の算出と原価管理を目的に、丹波市森林組合においてもっとも作業量の大きい搬出間伐を作業モデルとして、そこにおける作業工程を明確化するとともに、作業工程別の直接作業時間を標準作業量として、標準原価計算をモデル化していく。

3-2 伐採・搬出（搬出間伐）の作業工程

図3-2に示されているように、伐採・搬出は、木材フローを対象とするSCにおけるSCプロセスのひとつで、造林・育林を前SCプロセス、製材を後SCプロセスとする。丹波市森林組合はSCにおいて、森林整備事業として造林・育林を、林産事業として伐採・搬出を、製材所において製材事業を担っており²⁷⁾、造林・育林、伐採・搬出、製材という3つのSCプロセスを持つ事業主体である。そのうち、伐採・搬出で中心となる搬出間伐は、選木・伐

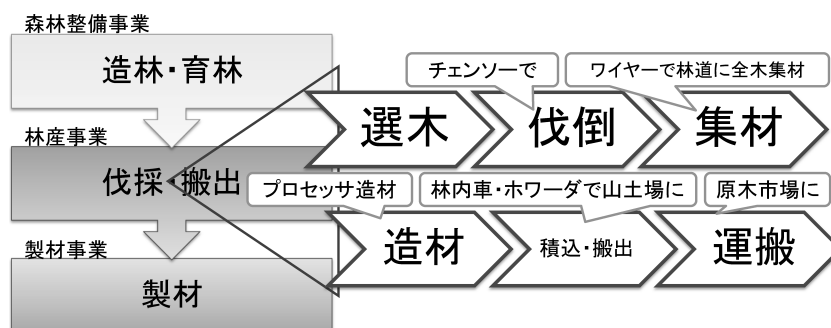


図3-2 伐採・搬出の作業工程

作業生産性（搬出材積÷延べ投入時間）は、定性間伐が4.16、列状間伐が4.87であり、列状間伐の方が17%ほど経済的に有利である。

27) 丹波市森林組合は、現在のところ、搬出した木材をすべて原木市場で売却しており、製材所は別個に原木市場で買い付けている。林産事業と製材事業の連携は課題となっている。

倒・集材・プロセッサ造材・山土場までの積込搬出（林内車・ホワダ）、原木市場までの運搬（8t車）という6つの作業工程から構成される。

林業団地化を進めている丹波市森林組合は、手入れが行き届いている林分を単木管理とし、それ以外は林分管理としている。単木管理の林分では択抜（抜き切り）となるし、林分管理の林分では定性間伐・列状間伐となる。選木作業は伐倒する樹木を選ぶ作業工程であり、択抜・定性間伐をする場合には重要な作業工程になる。丹波市森林組合は、搬出間伐の標準作業モデルとして、「1伐2残（1列伐採2列保護）」の列状間伐を想定している。伐倒作業は、図3-3に見るように、チェーンソーを用いた林内における樹木の伐採である。集材作業は、図3-4に見るように、スイングヤード²⁸⁾を用いたワイヤー集材で、丹波市森林組合は伐倒木を林道まで枝付きのまま全木集材している。

造材作業は、図3-5のように伐倒木の枝を払い、図3-6のように幹を切断（玉切り）して素材（丸太）を生産する作業工程である。丹波市森林組合は、造材作業をプロセッサ²⁹⁾による機械化作業としているが、林道でプロセッサ造材をするため、林道脇には伐倒木の枝条末木が積み上げられることになる³⁰⁾。

林道に集積した素材（搬出材）は、図3-7に見るように、林内作業車に積込み、山土場まで搬出される。この作業工程が積込搬出作業である。林内作業車はグラップルクレーンが装備してあるフォワダと、それ以外の林内車（小型運材車）との種類がある。なお、山土場と



図3-3 伐倒（チェーンソーによる伐木）



図3-4 集材（ワイヤーによる全木集材）

- 28) スイングヤードとは、油圧ショベル等のベースマシンに集材用のウインチを装備し、ベースマシンのブーム・アームを架線の元柱に利用する林業機械である。林業機械化協会（2004），p. 59.
- 29) プロセッサとは、油圧ショベル等のベースマシンにプロセッサのヘッド（作業機）を取り付けた林業機械である。林道や山土場に集積した伐倒木をグラップルでつかみ、ローラーによって材を送りながらカッター（ナイフ）で枝払いを行うと同時に、油圧チェーン・ソーによって一定の長さ玉切りする。林業機械化協会（2004），p. 72.
- 30) 現在のところ、林道脇に積み上げられた枝条末木は、購入希望はあるものの価格の折り合いがつかず、バイオマス利用等はされていない。



図3-5 プロセッサ造材（枝払）



図3-6 プロセッサ造材（玉切）



図3-7 積込搬出（林内車による山土場への搬出）

は、原木市場に運搬するまで素材を保管しておく集積場所のことで、ここに集積した素材は、8 t 車に積込み原木市場に運搬される。

4. 伐採・搬出を対象とした標準原価計算

丹波市森林組合は森林所有者との各種作業の契約を締結するため、表4-1のような見積書を作成してきた。見積書は、実際の作業量とそれにかかったコストに基づき作成される作業完了報告書と対になるもので、過去の作業量とコストに基づいて作成される。実際の作業量とコストは、表4-2に示された計算表のように集計されている。

しかし、表4-1の見積書と表4-2の計算表には、見積価格の算出と原価管理という目的から見て、例えば、以下のような問題がある。

- ①立木原価（伐採・搬出の前 SC プロセスである造林・育林でかかるコスト）を素材原価（製品原価）に集計していない。

表4-1 丹波市森林組合における現在の見積表

御見積書（見積第 号） No. _____

様

下記のとおり御見積申し上げます。

期 日 平成18年9月	兵庫県丹波市青垣町佐治744-1
事業名 特定間伐、機能増進	丹波市森林組合
事業場所 丹波市山南町	代表理事組合長 中尾正文

合計金額 ￥-26,026		税率 5%	消費税額		
摘要	数量	単位	単価	金額	備考
① 間伐事業費	459.6	m	13,600	¥6,250,560	7.66ha 60m3/ha
② 木材売上費	459.6	m	9,000	¥4,136,400	
③ 補助金見込額	6.42	ha	127,360	¥817,651	特定間伐
	6.42	ha	178,560	¥1,146,355	
	1.24	ha	142,080	¥176,179	機能増進
② + ③ = ④ 収入合計				¥6,276,586	
① - ④ = 差引合計				△ 26,026	
合 計				¥-26,026	

②労務費を日給ベースで集計しており、作業量に基づき時間ベースで計算をしていない。

そのため、作業時間と手待時間を区別していない。また、時間ベースで労務費を正常か異常か、能率が良いのか否か等を区別していない。

③複数の作業工程にわたる共通費を素材原価に集計していない（生産高比例法によって減価償却費を計上しているチェーンソーやプロセッサ等を除く）。

①と③の問題があるため、原木市場において、いくら木材価格で素材を売却すれば、造林・育林及び伐採・搬出に共通費を含めた、素材生産までにかかるトータルコストを回収できるのか、どのくらい利益が発生するのかがわからない。また、②の問題に関係して、時間ベースで労務費が計算されていないために、ボトルネックになっている作業工程がわからなかったり、標準的な作業量と比較して作業能率の改善を図ることができない。

見積価格の算出と原価管理という目的のためには、丹波市森林組合の組織内に、過去の実

木材フローを対象とするサプライチェーン原価計算モデルの構想

表4-2 丹波市森林組合における現在の計算表

搬出間伐（定性間伐）

区域面積	1.5 ha	平均搬出距離	200 m	搬出回数（キャリアー）	8台（2.25 m ³ ）
樹種：林齢	杉・桧52年	平均集材距離	30 m	搬出回数（林内車）	
平均胸高直径	27 cm			運搬回数（7 t）	8台（7 m ³ ）
				1日キャリアー8台×5日=40台 40台×2.25 m ³ =90 m ³	
伐倒	14人 作業員13,000円	チェーンソー	燃料		
13,000円+1,500円×14人 =203,000円		1,000円	500円		1,000+500円= 1,500円
計203,000円					
集材	10人 作業員13,000円	プロセッサ	軽油		
13,000円×10人= 130,000円		3,500円×6.75時間 =23,625円	20 L×98円= 1,960円	23,625円+1,960円= 25,585円	
23,625円+1,960円×5日= 25,590円					
計155,590円					
造材	7人 作業員13,000円	プロセッサ	軽油		
13,000円×7人=91,000円					
26,325円+3,920円×7= 211,715円		3,500円×6.75時間 =23,625円	40 L×98円= 3,920円	23,625円+3,920円= 27,545円	
計302,715円					
搬出	7人 作業員13,000円				
13,000円×8人=104,000円					
4,730×5日=23,650円	プロセッサ	軽油			
4,730×5日=23,650円	3,500円×10時間= 35,000円	60 L×98円= 5,880円		35,000円+5,880円= 40,880円	
計151,300円					
	重機	軽油			
	1,250円×3時間= 3,750円	10 L×98円= 980円		3,750円+980円= 4,730円	
合計812,605円					
	キャリアー	軽油			
	1,250円×3時間= 3,750円	10 L×98円= 980円		3,750円+980円= 4,730円	

（注） 集材・造材・搬出の計算において、明らかな計算及び転記の間違いが存在するが、丹波市森林組合における原本のままである。

際原価や標準原価をもとに、各作業工程における（時間ベースの）作業量の見積もりや見積価格を設定して、実際の作業量や実際原価と比較・分析したり、見積書にまとめ森林所有者に説明できるような原価計算モデルが必要である。

そこで、本稿は、見積価格の算出や原価管理ができるように、丹波市森林組合においてもつ

とも作業量の大きい搬出間伐を作業モデルとして、作業工程別の直接作業時間を標準作業量として、標準原価計算をモデル化した。単木管理と林分管理に基づいた伐採・搬出の各作業工程におけるコスト（これを工程原価と呼ぶことにする）は、表4-3の原価計算表で素材原価として集計される。

表4-3 伐採・搬出プロセスの原価計算表（月別）

		単木管理 A					林分管理 B					林分管理 C				小計	合計
		A1	A2	A3	…	小計	B1	B2	B3	…	小計	C1	C2	C3	…	小計	
月初仕掛原価				800													
立木原価		500	500														
作業工程	選木																
	伐倒	100	100														
	集材	100	100														
	造材	100	100														
	積込搬出	100		100													
	運搬	100		100													
月末仕掛原価			800														
素材原価		1,000		1,000													

表4-3の原価計算表は、単木管理 A・林分管理 B、林分管理 C という3つに区分して工程原価を集計している。これらの区分は、過去の施業を適切に実施している林分かどうか、すなわち樹木の商品価値が高いかどうかを判断基準として、良質の樹木はしっかりと管理しようというものである。単木管理 A は、手入れが行き届いて価値が高い林分を対象とし、樹木に IC タグを取り付け単木ベースで工程原価を集計していく。このような集計方法は、単木別の個別原価計算といえる。

林分管理 B は、定性間伐をするような、相対的に価値が高い林分で、特定の林分に存在する樹木を材積ベース（ m^3 ）で把握し、材積に工程原価を集計していく。林分管理 C は、主に列状間伐を行うような、あまり価値が高くない林分を対象とする。林分管理 B 及び林分管理 C では、伐倒木と残存木の材積の比率で立木原価を案分することで、伐倒木にかかわる立木原価は、伐採・搬出という SC プロセスにおける前 SC プロセス費となる。林分管理 B 及び林分管理 C における工程原価の集計は、伐採木の材積をベースとする林分（ロット別）の個別原価計算といえる。

伐採・搬出の原価計算は月別の期間計算を予定している。そのため、表4-3の原価計算表に集計される前 SC プロセス費は、その月に伐倒した樹木の立木原価（実際原価）であり、工程原価はその月に発生した直接労務費（標準原価）と標準配賦の間接費である。これらの原価は、当月中に伐採・搬出がすべて完了すれば、素材原価となるが、月をまたぐ場合は月末

仕掛原価（翌月の月初仕掛原価）となる。

例えば、表4-3における単木管理の A1列は、当月に伐倒を始め原木市場までの搬出を終わらせることができた場合である。A1列には、月初仕掛原価と月末仕掛原価が存在せず、立木原価¥500円と、各作業工程に集計した工程原価（伐倒¥100円、集材¥100円、造材¥100円、積込搬出¥100円、運搬¥100円）を合計した¥1,000円が、A1という IC タグが付いた素材1本の素材原価となっている。A2列は、当月に伐倒を始めたが造材までしか終わらなかった場合であり、立木原価¥500円と、各作業工程に集計した工程原価（伐倒¥100円、集材¥100円、造材¥100円）を合計した¥800円が月末仕掛原価となっている。A3列は、前月からの作業を継続して当月は積込搬出から始めた場合であり、月初仕掛原価¥800円と、各作業工程に集計した工程原価（積込搬出¥100円、運搬¥100円）を合計した¥1,000円が A3という素材1本の素材原価となっている。

伐採・搬出の原価計算の勘定連絡図は、図4-1のようにまとめることができる。伐採・搬出の原価要素は、前 SC プロセス費、直接労務費、間接費に分けられる。前 SC プロセス費は、伐採・搬出の前 SC プロセスとなる造林・育林に原価計算を適用し、算出する立木原価である³¹⁾。立木原価は前 SC プロセスである造林・育林において計算されるため、伐採・搬出という SC プロセスにおいては管理対象とならない。そのため、表4-3の原価計算表及び図4-1の勘定連絡図における立木原価は標準原価として計算しておらず、実際原価として集計することを予定している。前 SC プロセス費は伐倒作業の始点で投入されると考える。なお、図

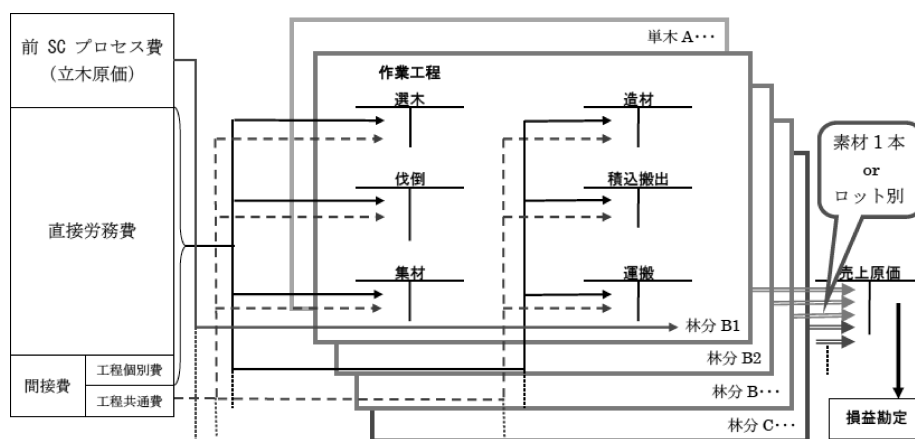


図4-1 伐採・搬出を対象とした原価計算における勘定連絡図

31) 造林・育林という SC プロセスの各作業工程で発生するコスト（造林原価）を立木原価として集計する方法は、国有林野事業特別会計における「造林事業の原価計算」を想定している。例えば、1973年度の造林事業の原価計算は、地拵・植付・林地施肥・補植・下刈・つる切・除伐・枝打・根ぶみ等を作業工程として造林原価を集計している。丸山（2009），pp. 141-162，丸山（2010），pp. 77-99。

4-1の勘定連絡図における各作業工程では、借方に実際原価、貸方に標準原価が記入される。

選木・伐倒・集材・造材・積込搬出・運搬という、表4-3の原価計算表の各作業工程には、直接労務費として、表4-4の集計表において計算した標準原価が集計される。表4-4の集計表では、標準／実際の作業時間を集計して、これらの作業時間に標準／実際の賃率を乗じて標準原価／実際原価が計算される。なお、休憩時間は賃金の計算に含めない。手待時間・段取時間は間接作業時間になるが、今回のモデルでは考慮していない。

表4-4 直接労務費の集計表—標準原価及び実際原価—

林分 B1	所在地			所有者	林 況					地 況		
	大字	小字	番地		区域面積	施業方法	林齢	胸高直径	立木蓄積	土壌	傾斜	

〇年〇月	作業時間（標準／実際）								標準賃率	直接労務費（標準原価）	実際賃率	直接労務費（実際原価）	原価差異	
	1日	2日	3日	…	29日	30日	31日	合計						
作業工程	選 木				…									
	伐 倒				…									
	集材	架設				…								
		集材				…								
	造 材				…									
	積込搬出	積込				…								
		輸送				…								
	運搬	積込				…								
		輸送				…								
	合計													

直接労務費（標準原価）＝標準賃率×標準作業時間

直接労務費（実際原価）＝実際賃率×実際作業時間

実際原価と標準原価との原価差異は、製造業の場合と同じように、賃率差異と時間差異とに分析し原価管理で利活用することを予定している。原価差異の分析は課題である。

賃率差異＝（標準賃率－実際賃率）×実際作業時間

時間差異＝（標準作業時間－実際作業時間）×標準賃率

間接費は、表4-5の集計表において工程個別費と工程共通費に区分して集計し、表4-3の原価計算表の各作業工程に標準原価（E）＋（I）を割り当てる。工程個別費は、作業工程に賦課できる原価であるのに対して、工程共通費は、各作業工程に共通して発生したり、森林組合の本所・支所等の間接部門で生じる原価である。例えば、混合ガソリン、チェーンオイル等は伐倒作業・集材作業・造材作業に賦課できる工程個別費となるし、ナイロンスリング、ワイヤーロープ等は集材作業の工程個別費となる。なお、表4-5では、工程個別費（実際原価）（F）のうち、間接労務費である法定福利費（実際原価）を（G）列に抜き出している。法定

表4-5 間接費（工程個別費及び工程共通費）の集計表—標準原価及び実際原価—

林分 B1	○年○ 月	工程	標準作業 時間 (A)	直接労務費 (標準原価) (B)	実際作業 時間 (C)	直接労務費 (実際原価) (D)	工程個別費 (標準原価) (E)	工程個別費 (実際原価) (F)		原価差異 (工程 個別費) (H)	工程共通費 (標準原価) (I)	工程共通費 (実際原価) (J)	原価差異 (工程 共通費) (K)
								(F)	うち法定 福利費(G)				
工程	選木	選木											
		伐採											
	集材	架設											
		集材											
	造材												
	積込	積込											
		搬出											
	運搬	積込											
		搬出											
	合計												

工程個別費及び工程共通費は合計しても直接労務費の約1/5にとどまるため、直接労務費（標準原価）に標準配賦率を乗じて各作業工程に配賦する。

工程個別費及び工程共通費は固変分解し、原価差異は差異分析することで、詳しい原価管理ができる。

福利費（G）は、直接労務費（実際原価）（D）の6%として計算される。

工程個別費及び工程共通費は合計しても直接労務費の約1/5にとどまるため、直接労務費を配賦基準として、直接労務費（標準原価）に標準配賦率を乗じて計算した標準原価を各作業工程に割り当てる。表4-5の集計表では、作業工程という行別に、月別の直接労務費（標準原価）（B）に工程個別費の標準配賦率を乗じて標準原価（E）が計算される。工程個別費の原価差異（H）は、各作業工程の直接労務費（実際原価）（D）を実際操業度として、変動予算を採用することによって、作業工程別に予算差異、変動費能率差異、固定費能率差異、操業度差異に分析できる（本稿は金額から見た重要性から、固定費及び変動費に分類する固変分解を含め、詳しい差異分析は予定していない）。

また、表4-5の集計表における工程共通費については、直接労務費を配賦基準として、作業工程という行別に、月別の直接労務費（標準原価）（B）に工程共通費の標準配賦率を乗じて標準原価（I）を計算する。図4-1の勘定連絡図では、工程共通費（実際原価）は各作業工程に配賦されているが、原価管理という目的を考えれば、表4-5のように、工程共通費の実際原価（J）は各作業工程には配賦をしないで、伐採・搬出というSCプロセス全体での差異分析ができればよい。工程共通費の原価差異（K）は、変動予算を採用することによって、SCプロセス全体で予算差異、変動費能率差異、固定費能率差異、操業度差異に分析できる（本稿は金額から見た重要性から、固変分解を含め、詳しい差異分析は予定していない）。

表4-3の原価計算表において単木別・林分別に計算した素材原価は、原木市場で売り上げる

と同時に、それに対応する売上原価となり、図4-1の勘定連絡図における売上原価勘定に振り替えられる。また、直接労務費及び間接費の標準原価を計算する際に生じる原価差異は、正常な範囲（管理可能な差異）であれば、まとめて売上原価に賦課する。

5. 結 論

本稿は、現在の木材流通システムの構造を変えて、林業の採算性を回復させるために、木材 SC を構成する個別及び全体の SC プロセスを最適化させるマネジメントシステムとして、プル型方式にプッシュ型方式を組み合わせた統合型の SCM を提案した。統合型の SCM においては、森林・林業の危機に直面している森林所有者・森林組合が基軸となり、下流の事業主体との協力を実現させていくことになる。

また、本稿は統合型の SCM を推進するための会計モデルとして、SC 原価計算モデルを概念的に提案した。SC 原価計算は、森林所有者・森林組合が、下流の事業主体と協力して、自らが担う造林・育林及び伐採・搬出という各 SC プロセス個別で、あるいは、SC 全体にわたり、各 SC プロセスの活動及び関連コストを管理し、最適化していくための会計モデルである。SC 原価計算のうち、本稿は、丹波市森林組合を事例として、伐採・搬出を対象とした見積価格の算出及び原価管理のための標準原価計算モデルを開発した。

本稿が具体的にモデル構築した伐採・搬出を対象とする原価計算は、標準原価をもとに見積価格を容易に算出することができる。また、図5-1の勘定相関マトリックスとして示したように、3つの分類によりコストを管理できるようになっている。すなわち、3つの分類とは、

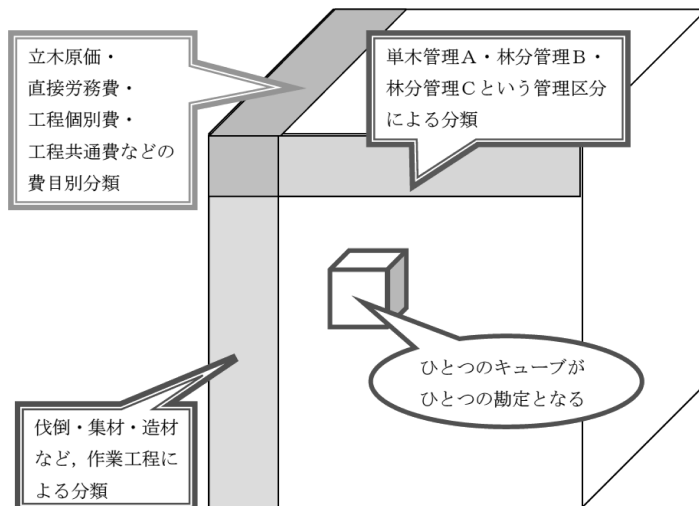


図5-1 勘定相関マトリックス

単木管理・林分管理という管理区分による分類、伐倒・集材・造材等という作業工程による分類、立木原価・直接労務費・工程個別費・工程共通費という費目別分類である。これら3つの分類で細分化した勘定（図5-1におけるキューブ）においてコストを管理し、差異分析することで、森林所有者・森林組合は、作業管理や原価管理を図ることができる。

森林所有者・森林組合は、木材 SC を構成する他の事業主体に呼びかけて、表4-3の原価計算表及び図4-1の勘定連絡図のようにまとめた SC 原価計算を、SC の上流から下流に段階的に導入し、図1-5のように、マテリアル、コスト、木材・製品価格に関する情報を双方向でやりとりすることによって、SC 原価計算モデルを展開していくことができる。

今後は、実際に丹波市森林組合に、伐採・搬出を対象とした標準原価計算モデルを導入し、その適用可能性を明確にする。また、下流の SC プロセスを担う事業主体との協力を実現させて、木材流通システムの改善や、他の SC プロセスにおける SC 原価計算を具体化させる。関連する事業主体間の協力を推し進めることによって、例えば、地域価格を政策的に設定することで、木材 SC 全体で生じる利益を事業主体間で適正に割り当てる等ができるようになると思われる³²⁾。

（付記：本稿は、科学研究費補助金 若手研究 (B) 研究課題番号 22730377 丸山佳久「林業における原価計算・環境会計のモデル構築」(2010年度-2012年度)の研究成果の一部である。)

（付記：本稿は、科学研究費補助金 若手研究 (B) 研究課題番号 21730358 金藤正直「森林の機能・価値を考慮した木質バイオマス事業評価システムの構築方法」(2009年度-2011年度)の研究成果の一部である。)

参 考 文 献

- [1] Bechtel, C., J. Jayaram (1997), Supply Chain Management: A Strategic Perspective, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 8, No. 1, pp. 15-34.
- [2] Handfield R.B., Ernest L. Nichols, JR. (1999), *Introduction to supply chain management*, Upper Saddle River, NJ., Prentice-Hall. (新日本製鐵株式会社 EI 事業部 (1999)『サプライチェーンマネジメント概論』ピアソン・エデュケーション)
- [3] Porter M.E. (1985), *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*, Detroit, The free press. (土岐 坤・中辻萬治・小野寺武夫 訳 (1985)『競争優位の戦略——いかに好業績を持続させるか——』ダイヤモンド社)
- [4] WEDGE (2010)「日本の森林「孤独死」寸前」『WEDGE』第22巻第9号, pp. 24-37.
- [5] 梶山恵司 (2007)「50年目の林業ビジネスチャンスの実現に向けて」『アカデミア』Vol. 83, 市町村アカデミー, pp. 10-17.
- [6] 酒井秀夫 (2010)「林業生産技術ゼミナール第14回 サプライチェーン (1) ——システム林業の意志決定方法——」『現代林業』No. 524, 全国林業改良普及協会, pp. 34-37.

32) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO; New Energy and Industrial Technology Development Organization) の事業に伴う木質バイオマスエネルギー流通フローの事例だが、岡山県真庭市のエネルギーパークでは、製材廃材、林地残材・未利用間伐材、ベレット等に地域価格を政策的に割り当て、SC を構成する事業主体間で利益分配が図られている。

- [7] 杉山成正 編著 (2000) 『ERP による SCM システム構築技法』ソフト・リサーチ・センター.
- [8] 知念 肇 (2000) 「サプライチェーン・マネジメント概念」『琉球大学・経済研究』第59号, pp. 273-292.
- [9] 戸川尚樹 (1998) 「激化するパソコン・メーカーのサプライチェーン競争」『日経コンピュータ』第447号, pp. 150-159.
- [10] 中村裕幸 (2005) 「サプライ・プッシュ型からデマンド・プル型の木材供給へ持続可能な国内林業経営のためのトレーサビリティ向上実験」『住宅ジャーナル』2005年10月号, 新建材新聞社, pp. 48-53.
- [11] 中村裕幸 (2006) 「国内森林再生のためのサプライ/デマンド・チェーン・システムのデザイン」エコデザイン2006発表資料.
- [12] 中村裕幸 (2007) 「見えてきたタグ立木管理の詳細な可能性」『住宅ジャーナル』2007年10月号, 新建材新聞社, pp. 60-63.
- [13] 藤野直明 (1999) 『サプライチェーン経営入門』日本経済新聞社.
- [14] 丸山佳久 (2009) 『持続可能な森林管理のための環境会計の構築』博士学位論文 (中央大学大学院経済学研究科).
- [15] 丸山佳久 (2010) 『森林管理における原価計算の再検討——サプライチェーンの視点から——』河野正男・小口好昭編著, 『会計領域の拡大と会計概念フレームワーク』中央大学出版部, pp. 65-101.
- [16] 林業機械化協会 (2004) 『機械化林業入門——伐出用林業機械と作業システムの基礎知識——』林業機械化協会.
- [17] 林野庁 (2010) 『平成21年度 森林及び林業の動向 平成22年度 森林及び林業施策』.