

将来の収穫量と材価を考慮した  
森林インフラの施業貢献度の特定

安 達 啓 介

神戸学院経済学論集

第53巻 第4号 抜刷

令和4年3月発行

# 将来の収穫量と材価を考慮した 森林インフラの施業貢献度の特定

安 達 啓 介

## 1. はじめに

持続可能な森林経営を実現する上で、高性能林業機械の導入による間伐・主伐等の伐出作業や、再造林施業の効率化が欠かせなくなっている。だがそれは、林道をはじめ、森林作業道や林業専用道、山土場、中間土場などの森林インフラの合理的配置があってこそ可能となる。一方で、森林インフラの整備にかかる費用は、従来の施業で必要とされたそれと比べて、はるかに巨額になりやすい。そのため、森林インフラ設置後に行う初回の施業（主に利用間伐）は、林業補助なしではまず赤字になる。土壌、傾斜などの地質・地形的要因、将来の施業展開によっては、より強度が高い路網の設置が必要となり、特に急峻な施業地においては、路網密度こそ下がるものの、路網単価が緩傾斜地のそれの数倍に跳ね上がる。そのような場合、費用に見合うだけの将来的な収穫や施業効率の向上が見込めるならば良いが、長期的かつ明確な収穫計画なく、ただ闇雲に路網などの森林インフラを設置するだけであれば、個々の森林経営の採算性や健全性を損ねるだけでなく、森林整備に投じられる林業補助の増加という意味で、社会的な費用の増大にもつながりかねない。

一般に、森林インフラ等の初期投資は、将来の収穫期に向けての布石であり、その効果は初回施業を超えて将来の施業にわたって発揮されるものと見なされる。そのため、初回施業の収支結果だけをもって、その効率性が評価されるこ

将来の収穫量と材価を考慮した森林インフラの施業貢献度の特定

とはほぼない。多くは、初回施業から主伐（皆伐）にかけての収支、さらにはその後の再造林、保育施業までを視野に入れた中・長期的な採算性をもって評価される。公共事業評価や政策評価など、より厳密に効率性を見る場合は、現在価値法や内部利益率法などによって評価される。

他方、金森（2018a）、安達（2021）は、「割引現在材積」という新しい概念を用いることで、森林インフラ投資の、任意の年度の伐出施業への貢献度を特定する方法を提示している。この方法を用いれば、将来の収穫量を考慮に入れた上で、初回の伐出施業だけでなく、それ以降の各年度の施業の、それぞれの事業量（収穫量）に見合った森林インフラの費用を適切に特定することができる。しかしこの方法は、収穫される木材の質によってその木材の経済的価値が変化することを考慮していない。通常、材積量が同じ丸太であっても、径級や材質が違えば材価（円/m<sup>3</sup>）は異なってくる。例えば、大径木であるほど経済的価値が高くなる場合であれば、施業対象が大径木であればあるほど、林業サイクルにおけるその施業年度の森林インフラの経済的な貢献度は相対的に高まるだろう。だが、従来の特定方法ではその点を反映できていないため、森林インフラの施業貢献度は、収穫材の経済的価値が低い施業年度ほど高めに、経済的価値が高い施業年度ほど低めに計算される。これはつまり、森林インフラの各年度に帰属されるべき費用負担が、収穫材の経済的価値が低い施業年度ほど高めに、経済的価値が高い施業年度ほど低めに計算されることを意味する。本研究では、施業年度ごとの収穫材の経済的価値の違いを割引現在材積に反映させることで、従来の特定方法が抱える問題を解消できることを示す。

## II. 森林インフラの施業貢献度の特定方法

まず、金森（2018a）、安達（2021）が示す「割引現在材積」とは、現在（初回施業：1年度）から将来（最終施業： $t$ 年度）にかけて行われる施業年度ごとの「予想収穫量（ $q_1, q_2, \dots, q_k, \dots, q_t$ ）を、割引現在価値の論理を適用して、社会的割引率または起債利率（ $i$ ）で割り引いたものを指す。具体的に、 $k$

年度の割引現在材積（ $Q_k$ ）は、次のように求められる。

$$Q_k = \frac{q_k}{(1+i)^{k-1}}$$

1年度から  $t$  年度（ $k$  は任意の年度）までの各年度の割引現在材積（ $Q_1, Q_2, \dots, Q_k, \dots, Q_t$ ）の総量（ $\Sigma Q$ ）は次のように定義される。

$$\sum_{k=1}^t \frac{q_k}{(1+i)^{k-1}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_k + \dots + Q_t = \Sigma Q \quad \dots \textcircled{1}$$

そして、 $\Sigma Q$  に占める、施業貢献度を特定したい年度の割引現在材積の割合を森林インフラの施業貢献度（%）と定める。この貢献度を、森林インフラの初期費用に乘じれば、当年度の事業量に見合った森林インフラの費用を特定できる。

次に、収穫材の経済的価値の違いを、従来の特定期間方法に反映させる方法を示す。いま、ある施業地における施業年度ごとの収穫材の平均材価（円/ $m^3$ ）が、それぞれ  $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_t$  と見込めたとする。このとき、1年度の平均材価を基準として1とおくと、各年度の材価の比は次のように示される。

$$p_1 : p_2 : \dots : p_k : \dots : p_t = 1 : \frac{p_2}{p_1} : \dots : \frac{p_k}{p_1} : \dots : \frac{p_t}{p_1}$$

この比の各値を、式①の各年度（この場合、1年度、 $k$  年度、 $t$  年度）の割引現在材積にそれぞれ重み付ける、つまり乗じると次の式が得られる。

$$\sum_{k=1}^t \frac{p_k}{p_1} \cdot \frac{q_k}{(1+i)^{k-1}} = Q_1 + \frac{p_2}{p_1} Q_2 + \dots + \frac{p_k}{p_1} Q_k + \dots + \frac{p_t}{p_1} Q_t \quad \dots \textcircled{2}$$

この方法であれば、従来の方が抱えていた、収穫材の経済的価値が低い施業年度ほど高めに、経済的価値が高い施業年度ほど低めに施業貢献度が計算されるという問題を解消できる。

### III. 新しい特定方法の応用例

最後に、新しい特定方法（式②）を用いて、福井県のスギ林分を例に、割引

将来の収穫量と材価を考慮した森林インフラの施業貢献度の特定

現在材積と森林インフラの施業貢献度を示す。そして、従来の特定方法(式①)から得られる結果と比較する。

今回は、福井県(2013)、安達(2021)の地位特Ⅰのスギ収穫表をもとに、45年生林分の利用間伐を始点(初回施業;1年度)として、120年生時に皆伐(最終施業:75年度)を行う場合のスギ収穫表を作成した(表-1)。

表-1 地位特Ⅰのスギ収穫表

	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	幹材積 (m <sup>3</sup> /本)	伐採本数 率(%)	伐採 本数	残存立木 本数	伐採材積 (m <sup>3</sup> /ha)	搬出利用 率(%)	搬出材積 (m <sup>3</sup> /ha)
利用間伐	45	30.0	22.3	0.66	25	197	591	129	60	77
択き伐り	60	34.0	25.5	0.95	17	100	490	96	90	86
	80	47.0	31.0	2.18	20	98	392	214	95	203
	100	52.0	33.0	2.83	25	98	294	278	95	264
皆伐	120	65.0	34.0	4.55	100	294	0	1,339	95	1,272

各施業年度の1m<sup>3</sup>当たりの平均材価は、次の金森(2018b)の福井県美山地区のスギ相対幹曲線式を用いて求めた。

$$y = f_M(x) = 1.9771x^3 - 3.4157x^2 + 2.5816x \quad \dots \textcircled{3}$$

$x$ : 相対位置,  $y$ : 相対直径

相対位置  $x$  とは、対象とする立木の樹高(H)を相対的に1、地際を0と見なしたときの、その立木の任意の高さ( $h_i$ )の相対的な位置を意味する。高さ $h_i$ における相対位置 $x_i$ は次の式で求められる。

$$x_i = 1 - \frac{h_i}{H} \quad \dots \textcircled{4}$$

一方、相対直径 $y$ は、梢端の位置にある直径を相対的に0、梢端から10分の9の位置(H/10)にある実測直径を基準直径( $D_{0.9}$ )として1と見なして、高さ $h_i$ における直径 $\hat{D}_i$ を相対化したものを指す。高さ $h_i$ における相対直径は次の式で表される。

$$y_i = \frac{\hat{D}_i}{D_{0.9}} \quad \dots \textcircled{5}$$

相対幹曲線式③に式④、⑤を代入して変形することで、想定する立木の任意の高さにおける直径  $\hat{D}_i$  を推定できる式が得られる。

$$\hat{D}_i = f\left(1 - \frac{h_i}{H}\right) \cdot D_{0.9} \quad \dots \textcircled{6}$$

式⑥と表－1の平均樹高、胸高直径のデータをもとに、各年生時における、立木1本当たりの径級別材積（m<sup>3</sup>/本）を求めた結果が、表－2である。

表－2 立木1本当たりの径級別材積の内訳（単位：m<sup>3</sup>/本）

	スギ大丸太(1) 40cm以上	スギ大丸太(2) 30～38cm	スギ中丸太(1) 24～28cm	スギ中丸太(2) 16～22cm	小丸太 14cm以下	材積 (m <sup>3</sup> /本)
45年生			0.25	0.29	0.11	0.66
60年生			0.55	0.30	0.10	0.95
80年生	0.63	0.83	0.52	0.15	0.06	2.18
100年生	1.35	0.84	0.30	0.21	0.14	2.83
120年生	3.45	0.84		0.20	0.07	4.55

次に、表－2の各年生の径級別材積に、それぞれの径級に対応する材価（円/m<sup>3</sup>）を乗じることで、年生ごとの収穫木1本当たりの平均材価を算出した（表－3）。その際に用いた径級ごとの平均材価（円/m<sup>3</sup>）は、福井県山林協会『若越の林業』（2012年4月号～2021年3月号）に掲載されている径級別の市場価格データをもとに求めた（スギ大丸太(1)：14,129円/m<sup>3</sup>、スギ大丸太(2)：11,468円/m<sup>3</sup>、スギ中丸太(1)：10,679円/m<sup>3</sup>、スギ中丸太(2)：9,264円/m<sup>3</sup>、小丸太：7,292円/m<sup>3</sup>）。

表－3の各年生時の立木1本当たりの平均材価を、それらに対応する各年生

表－3 立木1本当たりの平均材価の内訳（単位：円/本）

	スギ大丸太(1) 40cm以上	スギ大丸太(2) 30～38cm	スギ中丸太(1) 24～28cm	スギ中丸太(2) 16～22cm	小丸太 14cm以下	材価 (円/本)
45年生			2,638	2,723	833	6,195
60年生			5,872	2,801	739	9,412
80年生	8,836	9,538	5,538	1,353	454	25,719
100年生	19,067	9,614	3,177	1,968	994	34,820
120年生	48,748	9,583		1,877	476	60,685

将来の収穫量と材価を考慮した森林インフラの施業貢献度の特定

時の幹材積 (m<sup>3</sup>/本) で除すれば、各年生時の 1m<sup>3</sup> 当たりの平均材価が求まる (表-4)。さらに、45年生林分の平均材価 (円/m<sup>3</sup>) を基準として、つまり 1 と見なせば、60年生、80年生、100年生、120年生時の材価の比は表-4 のように求められる。

表-4 1m<sup>3</sup> 当たりの平均材価と材価比

	45年生	60年生	80年生	100年生	120年生
平均材価 (円/m <sup>3</sup> )	9,453	9,870	11,776	12,286	13,326
材価比	1.000	1.044	1.246	1.300	1.410

表-1 の各年生時の収穫量と、表-4 の材価比をもとに、新しい特定方法 (式②) を用いて、社会的割引率が 0 ~ 4 % の値をとる場合の割引現在材積を求めた結果が、表-5 である。この場合、森林インフラの施業貢献度は表-6 のように求められる。

表-7、表-8 は、従来の特定期間で求めた場合の割引現在材積および森林

表-5 新しい特定方法による割引現在材積

割引率	各年の割引現在材積 (m <sup>3</sup> /ha)					総量 (m <sup>3</sup> /ha)
	45年生	60年生	80年生	100年生	120年生	
0%	77	90	253	343	1,793	2,557
1%	77	78	181	200	859	1,396
2%	77	68	129	118	414	807
3%	77	59	93	70	201	500
4%	77	52	67	41	98	336

表-6 新しい特定方法による森林インフラの施業貢献度

割引率	各年の施業貢献度					合計
	45年生	60年生	80年生	100年生	120年生	
0%	3.0%	3.5%	9.9%	13.4%	70.1%	100%
1%	5.5%	5.6%	12.9%	14.4%	61.5%	100%
2%	9.6%	8.5%	16.0%	14.6%	51.3%	100%
3%	15.5%	11.9%	18.5%	13.9%	40.2%	100%
4%	23.0%	15.5%	19.9%	12.3%	29.3%	100%

表一七 従来の特定方法による割引現在材積

割引率	各年の割引現在材積 (m <sup>3</sup> /ha)					総量 (m <sup>3</sup> /ha)
	45年生	60年生	80年生	100年生	120年生	
0%	77	86	203	264	1,272	1,903
1%	77	75	145	154	609	1,061
2%	77	65	104	91	294	631
3%	77	57	74	53	143	405
4%	77	50	54	32	70	282

表一八 従来の特定方法による森林インフラの施業貢献度

割引率	各年の施業貢献度					合計
	45年生	60年生	80年生	100年生	120年生	
0%	4.1%	4.5%	10.7%	13.9%	66.9%	100%
1%	7.3%	7.1%	13.7%	14.5%	57.4%	100%
2%	12.3%	10.4%	16.4%	14.4%	46.6%	100%
3%	19.1%	14.1%	18.4%	13.2%	35.2%	100%
4%	27.4%	17.6%	19.0%	11.2%	24.7%	100%

インフラの施業貢献度の値である。

新旧の特定方法による結果を比較すると、新しい特定方法を用いた場合には、割引現在材積の総量が増加していることが分かる。これは、施業対象林分が高齢化するにつれて、大径木化し、かつ材価が高まる状況を想定していたことによる。そのため、45年生スギ林分の材価を1とすると、それ以降の施業で収穫される木材の材価比は1よりも大きくなる。材価比が高まるほど、割引現在材積も増えるため、材価比が最大となる120年生時は、割引現在材積がその比率分だけ増大したことによって森林インフラの施業貢献度が全体的に上昇する結果となった。これは、120年生時の施業に帰属すべき森林インフラの費用が増えることを意味する。

一方、45年生、60年生時に関しては、材価比がほぼ変わらなかったため、割引現在材積の総量に占めるそれぞれの年度の割引現在材積の割合が下がり、森林インフラの施業貢献度が全体的に低下した。この変化によって45年生、60年



将来の収穫量と材価を考慮した森林インフラの施業貢献度の特定

生時の収穫量に帰属すべき森林インフラの費用は、従来の特定方法で求める場合のそれよりも全体的に低くなった。

#### IV. むすびに

本稿では、金森（2018a）、安達（2021）で示された森林インフラの施業貢献度の特定方法を整理し、それを基礎に、収穫材の経済的価値の違いを考慮した新しい特定方法を提示した。具体的には、初年度の収穫材の平均材価を1とおいて、各年度の収穫材の材価比を求め、それぞれを各年度の割引現在材積に乗じることで、従来の特定方法が抱えていた問題を解消できることを示した。

この方法に従えば、対象とする施業地の、現在から将来にわたっての収穫量と、収穫材の経済的価値を考慮した森林インフラの施業貢献度の特定が可能となる。そして、それをもとに各年度の施業に帰属すべき森林インフラの費用もより適切に特定することができる。もちろん、森林インフラの効果は長期にわたって持続するものであるから、長期的な採算性、効率性の評価は依然として重要である。しかし、今回得られた方法は、本来であれば、初期投資として処理されがちな森林インフラにかかる費用を、長期の視点を含む割引現在材積の概念を介在させることで、適切な形で各年度の事業評価に落とし込むことができる。その点で、長期的な評価からは見えづらい、または見えてこない、短期的、中期的な事実を明らかにできる可能性がある。

今後の研究課題として、この特定方法が、どのような事実を明らかにする上で有効か、有効でないかを探索、検証する必要がある。加えて、長期的な評価をどのように補足できるかを明らかにしていく。

#### 【謝辞】

本研究はJSPS 科研費JP19K23211の助成を受けて実施した。

#### 参 考 文 献

安達啓介「集約的施業と切り捨て間伐の効率性比較—福井県におけるスギ間伐実績に

基づいたモデル分析—『神戸学院経済学論集』第52巻（第3・4号）、2021年3月  
福井県「社団法人ふくい農林水産支援センター（旧林業公社）のあり方検討委員会報告書（資料編）」2013年2月

福井県山林協会『若越の林業』（2012年4月号～2021年3月号）

金森啓介「高密度網化，高性能林業機械の導入を前提とした森林団地化による集約的施業の社会的な効率性—福井県における車両系・架線系作業システムでの集約的間伐を事例に—」『地域公共政策研究』第26号，p.73-80，2018年a

金森啓介「福井県スギ人工林に対応した相対幹曲線の推定—福井県版スギ細り表の作成を目的として—」『地域公共政策研究』第26号，p.81-93，2018年b