

林道開設に伴う経済効果に関する考察

安村直樹*・永田 信**

A Study on Economic Effects of Forest Road Construction

Naoki YASUMURA* and Shin NAGATA**

1. 背景と目的

人工林の多いわが国において、森林の有するさまざまな機能を十全に発揮するためには、森林の手入れに対するインセンティブが不可欠である。しかし、現実には林業経営のインセンティブは弱く、立木価格の長期的な低迷と労賃の上昇とによって、立木1m³で雇える労働者の数はこの30年で7.2人から1.4人へと5分の1に低下している(図-1)。ところで、林業経営体にとって素材価格や労賃は外生的な条件である。したがって、彼らのなすうるのは、素材生産コストを減少させることである。林道開設は、そのための一方策として位置づけられる。今後労働者数の減少が予想される(永田・寺下)ことから、労働力にあまり依存せずに木材生産が可能となる林道開設は、長期的にも有効であると思われる。

本論では林道開設による経済的効果を費用便益分析を用いて計測し、あわせて、いかなる開設方法が経済的効果を大きくするか、も分析する。

2. 方法と計算結果

a. 内部収益率法

林道開設の経済的効果を計測するためにまず長方形の森林モデル(以下、長方形モデル)を仮定した(小林, 1983)。そして、この長方形の森林に林道を開設するための開設費用や開設前後での集材費の変化を比較検討することによって経済的効果を把握した。この把握には費用便益分析の手法である内部収益率法を用いた。

内部収益率法とはあるプロジェクトから発生する年々の費用と便益をある年(通常投資開始年)の価値に換算し、そのキャッシュフローの和をゼロにするような割引率を求めるものである。この和をゼロにする割引率を内部収益率と呼び、その大小が投資を判断する基準となる。

b. 費用・便益及びモデルの仮定

次に林道開設による費用と便益を設定する。まず開設にかかる費用であるが林道開設費と林道維持費があげられる。林道開設によって林地が減少するため本来ならば林地減少による損失も費用に組み込むべきではあるが計測の簡便化のため今回は省略した。

* 東京大学農学部(現在所属機関: 本州製紙株式会社)
Faculty of Agriculture, The University of Tokyo. (Honshu Paper Co. Ltd.)

** 東京大学農学部
Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

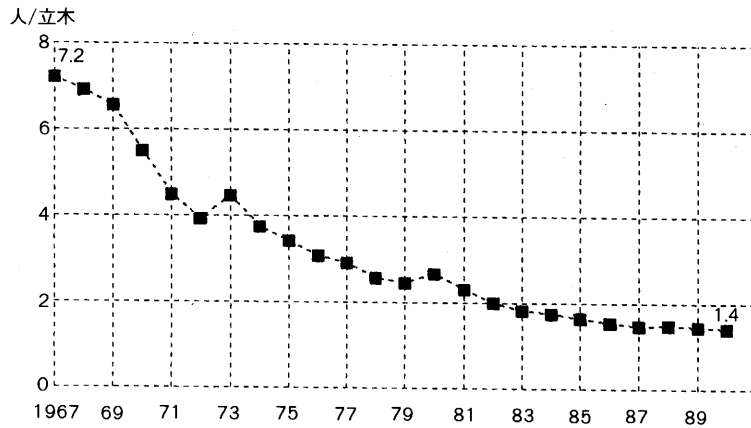


図-1 立木1立米で雇える労働者の数.

Fig. 1. A number of workers whose wage equals to stumpage of 1 m³.

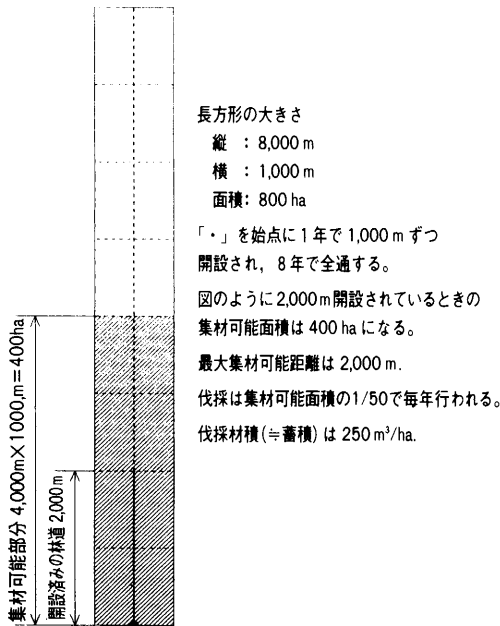


図-2 長方形モデル.

Fig. 2. The rectangular model.

また林道開設から得られる便益は「素材価額－集材費」の増大分、つまり立木価格の増大分とした。本モデルでは以下に示す通り林道開設の進捗によって集材可能な面積が増大すると仮定しているので、集材費の減少分だけでは便益を正確に計測することはできない。便益についても費用と同様に歩行費の減少など組み込むべき便益が存在するが、簡便化のため省略する。

長方形モデル(図-2)についての仮定は以下の通りである。なお、経済的効果計測の基礎となる集材費用関数、林道開設費用関数、林道維持費用関数は秩父演習林入川林道の数値をもとに推計した。

(1) 長方形の大きさ

縦横1,000 m (1林班 100 ha) の正方形がたてに8個つながったもの(計8林班で800ha)とする。

(2) 施業

最大集材可能距離を2,000 m とする。林道開設により集材可能面積は増大し、毎年その面積の50分の1が伐採され、その時の伐採材積は250 m³/ha とする。

(3) 林道開設・開設費用

長方形を縦に半分にする格好で1年で1,000 m ずつ開設され、8年で完成する。開設単価は実質平均価格の84,400 円/m とした。

(4) 林道維持費

維持費単価は開設後は割高であるが、路面の安定に伴って減少するので、説明変数にトレンドを採用した。回帰分析の結果、

$$\log(\text{維持単価}) = 8.40 - 0.132 \times \text{トレンド} \\ (46.12) \quad (-9.94)$$

標本数: 23 個 自由度: 21 $R^2 = 0.825$ () 内は t 値
となり、推定した係数は 1% 有意であった。この回帰式をもとに林道維持費を想定した。

(5) 集材費用関数

説明変数を集材距離とし、回帰分析を行った結果、

$$\log(\text{集材費用}) = 6.32 + 0.347 \times \log(\text{集材距離}) \\ (116.9505) \quad (32.77172)$$

標本数: 139 自由度: 137 $R^2 = 0.887$ () 内は t 値
となり、ここでも推定した係数は 1% 有意であった。この回帰式をもとに集材費用を想定した。

(6) (素材価額-集材費) の増大

林道開設によって集材可能面積は増大するので便益は「(素材価格-集材費単価) × 材積」の増大分となる。

素材価格には平成 3 年度立木価格変動動向要因分析調査報告書(林野庁 1992) から「立木価格 + 集材労賃」の ¥21,600 を採用した。また集材費単価は (5) より、材積とその変化は平均集材距離の変化(未掲載)と (2) から求められる。これらにより「素材価額-集材費」の増大分を推計することができる。

c. 計算結果

上記の仮定(以下、基本仮定)の下で内部収益率は 6.9% となった。この数値を検討するために同じ内部収益率である造林利回り(表-1)と比較してみる。基本仮定における林道利回り 6.9% とほぼ同水準なのは 1966 年の 6.5% であるが、この年の造林実績は過去最大である 61 年の実績の 88%、ほぼ 9 割である。このことから考えると造林の利回り 6.5% は経営に対して強いインセンティブを示すものと考えられる。同様に林道開設の利回り 6.9% も強いインセンティブを示すと考えられる。

表-1 造林利回りと造林実績
Table 1. IRR and past records of forestion

年	スギ造林利回り	造林実績 (ha)	1961=100
1961	8.1%	415,035	100
66	6.5%	366,560	88
71	5.3%	336,697	81
76	4.2%	211,371	51
81	2.8%	156,220	38
86	2.0%	93,298	22
91	1.3%	57,111	14

注: 熊崎(1989)

したがって林道網整備は十分に進んでよいはずであるが、全国森林計画の林道整備計画に対する進捗率は 50.0% となっているのが現状である。現実の内部収益率はモデルの内部収益率よりも、もっと低いことが想定される。モデルの仮定（経営林の形状と大きさ、施業等）が現実を必ずしも反映していないために内部収益率を過大にしていると思われる。以下、モデルの仮定を変えて、異なる条件下での内部収益率を求めてみる。

3. さまざまな条件下での内部収益率

毎年の開設距離（以下、年開設距離）、林道の計画延長（基本仮定では 8,000 m、以下、全開設距離）を変更してさまざまな条件下での内部収益率を計算した。

a. 最適な年開設距離

年開設距離をさまざまに変更して内部収益率を計算し、そのうち最良の内部収益率をもたらす最適年開設距離を求めた。開設が終了する年数が 1, 2, 3, …, 50 年となるように、年開設距離は 8,000, 4,000, 2,667, …, 160 m の 50 パターンを設定した。この結果は図-3 の通りである。

開設終了年が延びれば、すなわち年開設距離が短くなれば短くなるほどそれに伴って内部収益率は上昇していく。従って林道開設を効率的に実施しようとするれば、年々の開設距離は短くなり林道計画の達成には長期間を要することになる。

b. 全開設距離

これまでは全開設距離を 8,000 m として内部収益率を計算してきたが、ここでは 8,000 m に 6,000 m, 7,000 m を加えた 3 つのパターンを設定した。こうしたパターンを設定したのは最大集

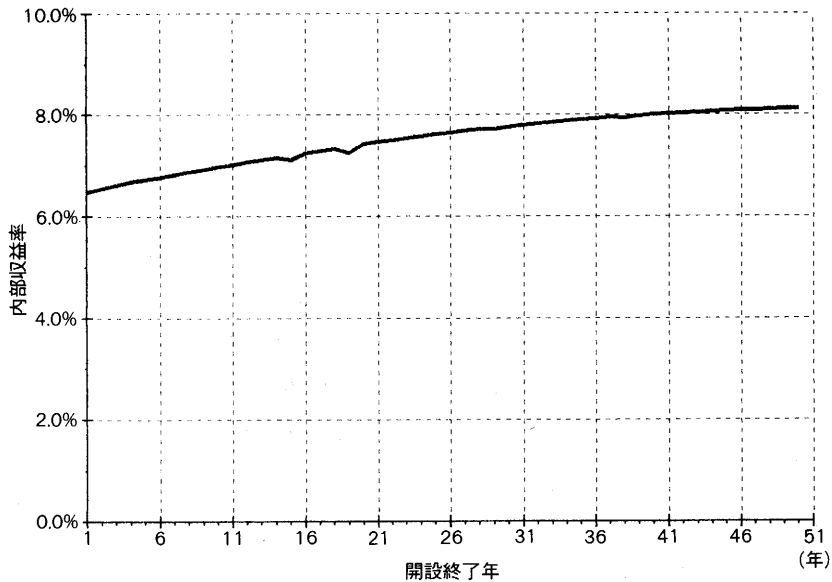


図-3 開設終了年に対する内部収益率。

Fig. 3. IRR with various completion years of construction.

表-2 全開設距離別の最良内部収益率

Table 2. The best IRR by planned length of road

全開設距離 (m)	6,000	7,000	8,000
最良内部収益率 (%)	8.9	8.3	8.1
最適開設終了年数 (年)	1	40	50

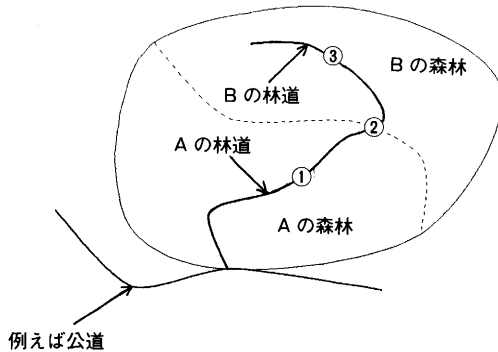


図-4 A,Bの森林・林道。

Fig. 4. Forests and Forest roads owned by A, & B.

材距離を2,000 mに設定したので、全林地を集材するためには6,000 mまで林道が開設されていればよいし、また林道延長が7,000 mを越えると林道を開設することによる集材距離の短縮度合が小さくなっていくためである。最良の内部収益率を実現しようとするれば、全開設距離は8,000 mではなく、6,000 mや7,000 mになると思われる。

表-2には全開設距離とその時の最良内部収益率およびそれをもたらす最適開設終了年数を記した。これによれば、最も内部収益率が良いのは全開設距離が6,000 mの時である。しかも開設は一気に全部を行った方がよい、との結果

である。かたや全開設距離が7,000 mや8,000 mでは最適開設終了年数は40~50年となっている。最適開設計画がこうした少々極端な結果になったのは、我々が毎年の開設量を一定と仮定したからと考えられる。この仮定を緩めて毎年の開設量を自由にとれるとすれば、始めに開設量を大きくするような計画が最適であることは明らかである。終点に近いところでは林道の便益の及ぶ面積が小さくなるからである。さて以下では上記の結果をもとにして進捗率が低いことを説明しよう。

図-4の通りA所有森林はふもと、B所有森林は奥地にあるとする。林道開設の足がかりとなる既設林道・公道などはもちろんAの森林側にある。

さてAは自分の林地に林道を開設しようと考えているが、彼にとっての最適な行動は表-2の結果によれば、6,000 mの開設、つまり図中①までを短期間で開設することである。しかし①までの開設であればBの林地に林道を開設することはできない。従ってBの林地にも林道を通すためには②までの開設が必要なのであるが、その開設の最適な方法は長期間をかけることであった。

もしこれらA、Bの林地が分割所有されておらず一人の所有者に所有されているものであったら、最適な林道開設方法は③まで短期間で開設することである。あるいはもしAとBとの間での取引のための費用がゼロであれば、取引をすることによってあたかも森林が一人によって所有されているかのごとく林道開設を効率的に進めることができるであろうが、機会費用を考えただけでも取引費用はゼロにはなりえない。したがって森林が分割して零細所有されていることが林道開設を遅らせているといえよう。

c. 造林を考慮した内部収益率の計算

次に伐採跡地への造林を考慮することによって、より現実に近づいた内部収益率を計算することを試みる。また本モデルの計算期間は50年となっているが、これを100年以上に延長する場合、再生産つまり造林の必要が生じてくるため、造林を考慮した内部収益率の計算が有用となってくる。

さてこの造林を考慮した内部収益率の計算には造林費用関数が必要となるが、この関数を推計するデータがないため大川畑（大川畑1988）の推計した次の造林費用関数を使用することにする。

$$\text{造林費用 (円/ha)} = 1,655,800 + 200 \text{ } hz \cdot X$$

ここで X : 林道からの平均到達距離

hz : 造林手の歩行費単価 (=2.14)

造林を考慮した場合、これまでの便益と費用は当然のことながら異なったものになる。まず費用は造林費用が加わり以下ようになる。

$$\text{費用} = \text{林道開設費} + \text{林道維持費} + \text{造林費用}$$

さらに便益も変化する。造林費用は前述の造林費用関数の通り、固定費の部分(1655800)と平均到達距離によって変化する変動費の部分(200 $hz \cdot X$)に分かれる。従って林道開設によって平均到達距離が短縮されることにより造林費用も減少することがわかる。この時便益は次のようになる。

$$\text{便益} = (\text{素材価額} - \text{集材費}) \text{の増加分} + \text{造林費用の減少分}$$

全開設距離別の結果は表-3の通りとなった。表-2と比較して内部収益率は大きく低下している。表-2との大きな違いは全開設距離が6,000mの時とともに7,000m, 8,000mの時も最適開設終了年数が1年となっていることである。

造林を考慮する場合はいずれも早急な開設が一番望ましいわけである。しかし、一度に6,000mも開設するには非常に多額の資金が必要となり、先述したような零細な林家にはそのような資金負担力はあるはずもなく、結果林道開設の進捗を遅らせることになっていると思われる。そして開設のテンポが遅くなれば遅くなるほど内部収益率は悪化していくので、開設へのインセンティブは弱まってしまう。

しかしいずれにしても造林を考慮した場合の内部収益率は最大でも3.9%であるから、最初から林道開設へのインセンティブは存在しない可能性もある。このような弱いインセンティブを高めるための方策として補助金があげられる。そこで一般補助林道のうち多くを占める普通林道の補助率45%を適用して内部収益率を計算した。結果は表-4である。このように補助によって内部収益率は大きく上昇し、造林を考慮してもなお林道開設が投資案件になるくらいの内部収益率となっている。

表-3 造林を考慮した内部収益率

Table 3. Road construction IRR with forestation

全開設距離 (m)	6,000	7,000	8,000
最良内部収益 (%)	3.9	3.4	2.8
最適開設終了年数 (年)	1	1	1

表-4 補助金を考慮した内部収益率

Table 4. IRR with a subsidy

全開設距離 (m)	6,000	7,000	8,000
最良内部収益率 (%)	7.3	6.6	5.6
最適開設終了年数 (年)	1	1	1

4. 今後の課題

跡地への造林を行って補助金を受けた場合での内部収益率は最低でも 5.6% であり、林道開設が投資として望ましい水準と計算された。しかし現実には 50.0% の進捗率である。本モデルの仮定は内部収益率を過大評価しているようである。

長方形の形状や全森林を経営林としていることなどは大きく現実から離れており、過大評価の一因となっている。また毎年集材可能面積の 50 分の 1 が伐採されるという仮定もその一因であろう。本研究でもさまざまな条件の下で内部収益率を計算したが、今後の課題としては、より一般的なモデルの設定があげられるだろう。

本モデルでは林道開設による便益を「素材価額－集材費」の増大分としていた。すなわち林道を開設しても収穫がなければ便益は計上されない。さらに毎年ある程度の収穫をして便益を計上しなければ、多額に及ぶ林道開設費をまかなうことはできない。本モデルの仮定ではある程度の便益が計上できるように設定されており、この点が現実を十分に反映していないと考えられる。いわゆる長伐期化である。長伐期化によって、開設した林道を利用しての収穫の機会が少なくなり、従って享受できる便益も少額になってしまう。したがって長伐期化つまり伐採を控えることによって林道を開設しないことがもたらされる。もちろん林道開設によって林地の見回りなどが強化できて、公益的機能の増進などがもたらされるかもしれないが、開設のインセンティブになるのはこのような森林所有者に還元されない便益ではなく、あくまでも経済的な便益である。したがって伐採が少なければ林道開設は進捗しない。

また、林道開設による便益や費用を計算する上で、簡単化のため、便益は「素材価額－集材費」、費用は「林道開設費＋林道維持費」と限定しているが、便益については歩行費の減少、費用については開設による林地の減少などが存在する。詳細な分析を行うためにはこれらの便益・費用についても計算に含め、より正確な林道利回りを算出することが二つめの課題である。

要 旨

林道開設による経済的効果を計測するために、長方形の林地を仮定し、便益を「素材価額－集材費」の増大分、費用を「林道開設費＋林道維持費」として、内部収益率を計算した。結果は 6.9% となり投資対象としてかなり好ましいと判断できる。しかしながら全国森林計画の林道整備計画に対する進捗率 50.0% であり、投資対象としてあまり魅力がないのが現実である。そこで、さまざまな条件を想定して内部収益率を再計算することによって、

- 内部収益率を最大にするような年開設距離が短いこと、
- 森林の零細・分散所有が開設進度を遅らせること、
- 費用に跡地への造林費用を考慮するとさらに内部収益率は小さくなること、

が低い進捗率を説明するものとしてあげることができた。

キーワード: 林道開設による経済的効果, 内部収益率, インセンティブ, 進捗率

引用文献

永田 信・寺下太郎: 「国勢調査」に見る林業就業者の推移—コウホート法による分析—。林業経済, 546, 1994.

小林洋司: 山岳林における林道路網計画法に関する研究。宇都宮大学学術報告特集, 38, 1983.

林野庁: 平成3年度立木価格変動動向要因分析調査報告書。1992.

熊崎 実: 林業経営読本, 日本林業調査会, 東京, 1989.

大川畑 修: 架線集材における路網計画に関する研究。林業試験場研究報告, 351, 3-4, 1988.

(1994年4月28日受付)

(1994年10月3日受理)

Summary

To measure economic effects of forest road construction, we calculate the internal rate of return (IRR) assuming that the hypothetical forest land is rectangular and that we can measure the benefit by the increase in the stumpage value, i.e., total timber value minus yarding cost, and the cost by forest road construction cost plus forest road maintenance cost. The IRR we calculate is 6.9%, which indicates that a forest road construction is a lucrative opportunity. In actuality, however, the progress rate, measured as the completed forest road construction divided by its plan in National Forest Plan is ONLY 50.0%, contradicting with our expectation.

We recalculate the IRR under various conditions to find out which factors are essential in accounting for the low progress rate. We find the followings are important;

- a. a slower forest road construction gives a better IRR.
- b. a petty and dispersed distribution of forest land ownership hinders the progress.
- c. IRR with reforestation cost is lower.

Key words: Economic effects of forest road construction, Internal rate of return, Incentive, Progress rate