

急傾斜地における搬出施設について I

—徳島県における「固定索道」の例—

酒 井 徹 朗

Studies on the hauling equipment in difficult terrain (1)

—A case of aerial cableways in Tokushima-ken

Tetsuro SAKAI

要 旨

徳島県下の索道の利用状況について調査した。年間搬出材積は一線あたり上那賀町で 500 m³、木屋平村で 200 m³ であった。その違いは森林資源の構成の違いによる主伐面積の差にあると思われる。伐採地一ヶ所あたりの材積は上那賀町で 91 m³、木屋平村で 42 m³ と差があり、前者は主伐が、後者は間伐が主であった。伐採地点は積込み土場から平均で上那賀町は 160 m、木屋平村で 220 m であった。

巾 400 m、奥行き 1,500 m の矩形モデルにより索道の架設スパン長のモデル計算を行った。1 m³ あたりの搬出人工数はスパン長 1,100 m 前後で最小値をとり、搬出材積が少い程導入による搬出人工数の減少率は大きい。900~1,200 m のスパン長の時は人工数の変化は少い。搬出経費の軽減からみると、ある程度搬出材積がまとまらないと導入による効果は少ない、事業費を上回る軽減をしようとすれば、一ヶ所 200 m³ 位の搬出材費が欲しい。その場合 1,100~1,200 m 附近で軽減量は最大値をとる。

ま え が き

林道の開設が進むにつれて、索道の運材施設としての役割を林道がはたすようになった。また架線技術の発展や、集材機の大型化、多胴化に伴い、架線集材—トラック運材が奥地まで可能となり、索道のような固定的な施設でなく、架線のような一時的な施設が多く用いられるようになった。このようにそれ自体としては運材施設としての機能が少なくなった索道であるが、徳島県下では地形が急峻で林道開設が困難な谷に数多くの「固定索道」と呼ばれる索道施設を導入し、副林道としての役割をはたさせている。そこで実態を知るため現地調査を行ったのでその結果について報告する。また索道導入により搬出経費がどの様に変化するか、また最適な位置設定はどうあるべきか、モデル計算を行い考察したのであわせて報告する。

調査及び調査地の概要

調査した「固定索道」は徳島県美馬郡木屋平村で大北線をはじめとする 8 線、同那賀郡上那賀町で小足谷線他 6 線の計 15 線、第 2 次林業構造改善事業によって導入されたものを主体として行

った。調査は現地における聞き取りと県をはじめとする関係団体にある設計書、森林基本図、森林簿等の文書によって行った。

両町村は四国背りょう山地をはさみ流域を異にしており、林業の発展も異っていたが、地形的には共通点がおおい。

上那賀町は北は剣山山系に、南は海部山系に囲まれその間を東流している那賀川流域に位置する。地形は一般に急峻で、地質はかなり複雑で、東西に走る仏像構造線によって、北部の秩父帯と南部の四万十帯に大別される。主な岩石は砂岩、泥岩、礫岩、凝灰岩、チャート等よりなっている。林地の土壌は基岩が風化した砂質系土壌によりなり、一般に深度が深く適潤性褐色森林土が広く分布している。

那賀川筋の木材搬出手段^{1),2)}は昭和20年代まで修羅又は木馬一管流といった流送が主であった。昭和26年、那賀川地域が総合開発の特定地域に指定されダム・道路の建設がすすむにつれ流送は徐々に減少してきた。昭和30年、長安口ダムが那賀川本流を全面的に堰き上めたことにより本流筋の流送は完全に終止符がうたれた。そのあいだダム保障による一般道路の拡張、開設が並行して行われトラック輸送が順次普及していた。しかし谷の大きな支流域では、トラック積込み土場までの木馬一管流方式はしばらく続いていた。その頃、那賀川支流沿いに奥地林道設置事業が行われたが、地形が急峻で難工事が多く進捗ははかばかしくなかった。その後、森林開発団による公団林道建設事業がはじまり、それが軌道にのりようやく架線集材が一般化し、架線一トラックの陸送体系が定着してきた。

また、上那賀町は隣りの木頭村、木沢村とともに木頭林業地域を形成している。上那賀町の森林面積は全町面積の96%を占め、そのうち人工林は88%で、全面積の84%が人工林であり、人工林の98%までがスギである。人工林率は木頭林業地の中でも最も高く、この地区の平均70%や県平均59%に比べるとさらにたかい。

一方、木屋平村^{1),3)}は吉野川の支流穴吹川流域の上流部に位置する山村で、降水量も多く、土壌条件も良いためスギの生育にはむいているが、地形が上那賀町同様急峻で県下でも有数の地すべり地帯である。そのため、台風や豪雨による林地崩壊、道路の穴壊がしばしば生じており、林道建設のうへでおおきな障害となっている。

木屋平村における木材搬出の方法¹⁾は、上那賀町と同様、戦後までは穴吹川を利用した流送か、人肩や牛馬により川井峠を越えて鮎喰川筋へ出す方法であったが、道路の開設がすすむにつれ架線一トラック体系に移行していった。木屋平村³⁾は林野率97%、うち人工林率65%でそのうち63%がスギ林である。上那賀町に比べ人工率は低い。

林内道路の状況についてみると表1のとおりである。上那賀町では林内道路の約7割が県道等の公道で、那賀川の本支流沿いに発達している。木頭林業地の中では、林内道路の道路密度は高いほうである。一方、木屋平村では同じ穴吹川流域の穴吹町とともに美馬郡の中では低い。県平均9.36 m/haに比べると両町村とも低く、道路の開設が遅れている。その大きな原因は地形が急峻でかつ地質も複雑で、地すべり地帯を含んでいるため、工事費が他の地域に比べ高くなるためである。

現況および利用状況について

木屋平村における「固定索道」の導入は昭和46年の「集団林業索道導入パイロット事業」という県単事業にはじまり、昭和48年から51年にわたる第2次林業構造改善事業へとひきつがれ

表1 道路状況 (Circumstances of road in forest)

Area of private forest 民有林面積 ha	Forest road 林道 m	Public road 公道 m	Total 計 m	Forest road density 道路密度 m/ha	
Kaminaga. t 上那賀町	16,496	38,886	91,368	130,254	7.90
Kito. v 木頭村	21,860	98,829	33,016	131,845	6.03
Kizawa. v 木沢村	12,444	29,526	61,240	90,766	7.29
Koradaira. v 木屋平村	8,868	20,419	47,548	67,967	7.66
Tokusima. ken 県計	297,777	1,930,671	858,117	2,788,788	9.36

1978.4

ていった。その間、パイロット事業で9線一総対象面積 448.7 ha, 総スパン長 12,420 m-が、二次林構では8線一総対象面積 268.25 ha, 総スパン 6,750 m-が導入された。

また、上那賀町では木屋平村における成果を踏まえ、昭和49年より二次林構で7線一総対象面積 386.84 ha, 総スパン 8,348 m-が導入された。

昭和50年に行なわれた「固定索道の利用状況調一覧表」からその現況及び利用状況についてみると、調査索道数29線で平均利用対象面積 49.4 ha, 平均スパン長 1,173 m, 平均年稼動日数 22.8日, 年平均搬出材積約 200 m³ であった。また対象区域内平均伐採面積は年・1線あたり 3.40 ha で、うち主伐が 0.68 ha, 間伐が 2.72 ha と間伐が主であった。事業費は1ヶ所平均 213 万円で設置場所の状況や設計内容により差があった。

表2は今回調査対象とした林業構造改善事業で導入された索道施設の現況と利用実績を両町村単位でまとめたものである。これによると一路線あたりの受益者は5~22名と平均11名程度であ

表2-1 上那賀町の「固定」索道の状況 (Aerial cableway in kaminaga town)

Cable way 線名	Beneficiary 受益者 (名)	Benetited area 利用対象面積 (ha)	Span スパン長 (m)	Investment 総事業費 (千円)	Utilization 利用実績 '74	(m ³) '75	'76	'77	Total 計
Kasitsuke カシツケ	9	22.23	1,000	4,237	—	375	291	1,043	1,709
Kitagatani 北ヶ谷	16	74.85	1,710	6,514	—	—	0	1,395	1,395
Ino 井野	15	30.96	880	4,306	—	—	58	0	58
Gaidani 蟹谷	16	102.41	1,671	6,655	—	—	—	735	735
Koashidani 小足谷	8	39.46	846	3,519	—	—	—	1,100	1,100
Yahazudani ヤハズ谷	22	60.52	1,350	4,143	—	—	—	475	475
Mizodani 溝谷	14	56.41	891	3,451	—	—	—	20	20
Total 計	100	386.84	8,348	32,825	—	375	349	4,768	5,492
Average 平均	14.3	55.26	1,193	4,689	—	375	175	681	—

注 一は導入年度を示す

表2-2 木屋平村の「固定」索道の状況 (Aerial cableway in Koyadaira village)

Cable way 線名	Beneficiary 受益者 (名)	Benetited area 利用対象面積 (ha)	Span スパン長 (m)	Investment 総事業費 (千円)	Utilization 利用実績 '74	(m ³) '75	'76	'77	Total 計
Takeo 竹尾	5	23.30	1,855	2,763	154	0	107	242	503
Kawakami 川上	11	48.20	1,100	2,400	—	98	150	181	429
Kasihara 檻原	11	43.30	1,800	3,475	—	121	160	274	555
Okita 大北	11	24.00	540	1,340	—	—	151	328	479
Tengudani 天狗谷	6	46.00	810	2,120	—	—	110	205	315
Nakaedani 仲枝谷	12	35.45	830	2,823	—	—	236	372	608
Makibuchi 槇瀨	6	29.00	670	1,895	—	—	—	415	415
Tochidani 栃谷	5	19.00	1,103	2,819	—	—	—	256	256
Total 計	67	268.25	8,708	19,635	154	219	914	2,273	3,560
Average 平均	8.4	33.53	1,089	2,454	154	110	152	284	

注 一は導入年度を示す

る。利用対象区域は上部土場（索道の終点）が嶺線にある場合、利用区域として嶺線を越えた他の小流域も含まれる時もあるが、一般に上部土場、あるいは中間土場に集材可能な小流域からなる。その面積は上那賀町で平均 55 ha、木屋平村は 34 ha と上那賀町の 6 割程度である。上那賀町の蟹谷線は利用対象面積が他に比べ広い、これは谷が大きく、曲折するなど地形的諸条件から生じた索道施設の効用の少い準対象区域も含まれているためである。スパン長は索長（斜距離）で表わされている。北ヶ谷線の場合下部土場から中間土場まで 410 m あり、中間土場で 370 m と 930 m の 2 路線に分岐しているが表のスパン長はその合計値である。索道はすべて複線循環式（多支間連送式）の部類に属し、設計基準は中央垂下比 0.03~0.035、積荷荷重は 550~600 kg である。スパン長と利用対象面積は正の相関関係にあり、相関係数は木屋平町で 0.675、上那賀町では 0.836 であった。

事業費は架設費と機械器具費を含めたものである。架設費は事業費の 2 割程度を占めており、労務費と資材費に大別できる。架設の平均人工数は、伐開・索張りで 100 m あたり 7 人工（2~11 人工）、盤台 1 ケ所あたり 5 人工（3~8 人工）、支柱作設は立木利用で 1.5 人/1 ケ所、木材埋込みで 4 人工、アンカー作設は立木利用で 1.5 人工、木材埋込みの場合 6 人工、コンクリートアンカーの場合 1 m³ あたり 4 人工かかる。中間支柱は立木利用で 3 人工、木材埋込みで 5 人工、鉄柱（H 型鋼）の場合は基礎が必要となり更にかかる。このように労務費はスパン長の他に中間支柱の数やどのような支柱にするかにより変動するが、労務費とスパン長は正の相関関係（ $r=0.828$ ）にある。資材費はアンカー、支柱等に用いる材料によって大きな差がある。アンカーや支柱の場合、立木利用が一番安く、コンクリートや鉄柱が高くつく。

機械器具費は制動機や集材機の機械費とワイヤーや滑車等の器具費に大別される。機械費は集材機械やウインチを含む場合 100 万円を越すかなりの金額になり事業費に占める割合が高くなる。ワイヤーは主索に 16~22 mm、曳索に 8~12 mm を用いている。ワイヤーの費用はスパン

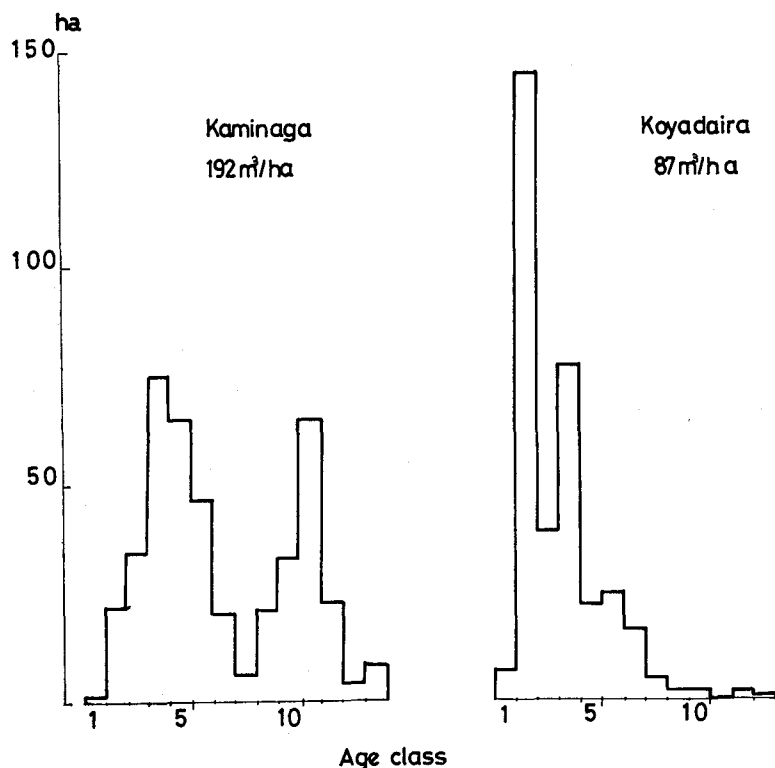


Fig. 1 Distribution of age classes in planted softwood forest

10 m あたり 1 万円前後 (昭和51年当時), 他の器具費は支柱 1 ケ所あたり約12万円である。

100 m あたりの事業費は上那賀町で約40万円, 木屋平村で約30万円である。導入年度に2年程度の差があり物価上昇の影響もあろうが, 上那賀町では集材機の導入台数や, コンクリートアンカー, H型鋼による支柱作設等が多いので割高になったと思われる。

利用実績についてみると上那賀町では年間一線あたりの平均搬出量が 500 m³, 年間最大搬出量 1,395 m³ であり, 木屋平村の平均搬出量約 200 m³, 年間最大搬出量 415 m³ に比べかなり多い。これは利用対象面積の差によるものばかりでなく, 森林資源の構成の差によるものだと思う。利用区域内の森林資源の構成についてみるため, 両町村別の人工林・針葉樹林の令級別面積構成を図1に示した。利用対象区域内の人工林・針葉樹林の面積比率は上那賀町で97%, 木屋平村では67%で各々の町村平均を大きく上回っている。図1よりあきらかなように木屋平村では幼令級にピークがあり, その大部分は8令級以下の林分で主伐の対象となる高令級の林分は少い。一方, 間伐の対象となる4~7令級の林分は全体の4割を占めており間伐材の搬出に今後とも重点がおかれると予想される。上那賀町の森林資源の構成は4令級を中心とした3~7令級と, 11令級を中心とした高令級の2つに分かれている。前者は間伐対象の林分であり, 後者は主伐が対象となる林分である。このような資源構成の違いが搬出量の違いとなってあらわれてきているとおもわれる。

利用対象区域内の一施業単位の面積を知るため, 各索道毎に森林簿と施業図をもとに同一所有者(親子も含む)で同一樹種, 同一林令の「筆」で隣接しているものを合筆し「団地」としてその面積を求めた。図2は面積階別団地数を両町村単位でまとめたものである。上那賀町では1団地の面積が1 ha 以下の林分が全体の48%を占め, 0.5 ha 以下が26%もある。木屋平村では1 ha

以下の団地数は45%で上那賀町と似ているが、0.5 ha 以下が17%と少くなっている。一団地あたりの平均面積は上那賀町で 1.95 ha 木屋平村で 1.84 ha とほぼ同じであった。

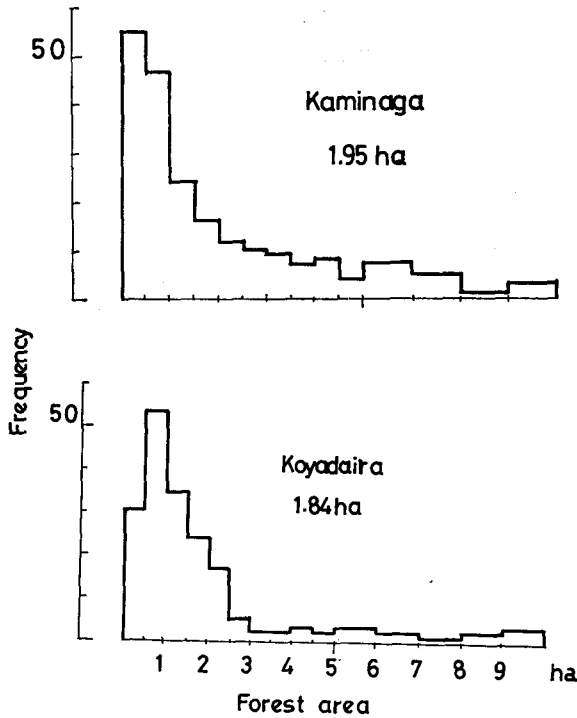


Fig. 2 Frequency distribution of forest area.

搬出経費について

索道を利用した一般的な搬出方法は2つに大別できる。上部土場あるいは中間土場へ機械集材する方法と人力で木寄せする方法である。後者は土場上部斜面で比較的短距離の林分に限られる。ここでは機械集材により集材し搬出する方法について経費計算を行ってみた。機械集材としては集材機による架線集材、モノケーブル集材などがあるが、普通広く利用されているエンドレスタイラー式により架線集材するものとした。

架線による集材費は搬出距離、スパン長、搬出材積、横取り距離等により左右されるが、ここでは搬出距離によって1日1組当りの搬出量と架線の架設・撤去人工数を一次近似とした。それをを用いて式(1)に示

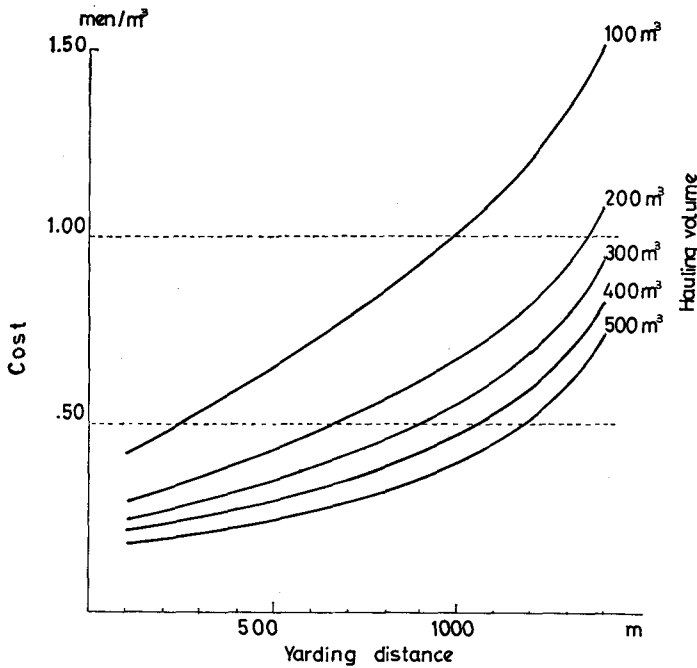


Fig. 3 Hauling cost of skyline logging

すように、ある搬出材積 (V) における、ある搬出距離 (l) での m^3 当りの搬出人工数 (C) を求めそれを搬出経費 (人/ m^3) とした。

$$C = 4.6167l/V + 21.9667/V + 1/(6.8409 - 0.3788l) \quad \dots\dots\dots (1)$$

図3は搬出材積毎に搬出距離と搬出経費の関係を(1)式より計算した結果である。

索道による搬出経費 (C') は架線の場合と同様に考え、索道のスパン長 (S) によって1日1組当りの搬出量を近似し、 m^3 あたりの搬積人工数を求める(2)式を作った。

$$C' = 1/(10.5982 - 0.2768S) + 0.1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

索道の架設費、機械器具等の投資額の償還等については搬出経費の計算から省いた。そのかわり索道利用料一才あたり2円、 m^3 あたり598円を約0.1人工/ m^3 とみなし搬出経費に加えた。

搬出経費の計算は図4のようなモデルを用いて行った。索道の下部土場(始点)を P 、上部土場(終点)を Q 、矩形内の任意の搬出点を R で表わす。導入された索道 PQ のスパン長(水平距離)を S 、矩形の幅を $2a$ 奥行を b とする。この時の各土場への集材距離は RQ 、 RP で表わされ、いずれか短い方をその地点の集材距離とすれば、図4より明らかなようにスパン S が $2/3 b$ の時平均集材距離は最小値をとる。図5はモデルにおいて $b=1,500$ m とし a の値を200~500まで変化させた時のスパン長 S と平均集材距離の関係を示している。

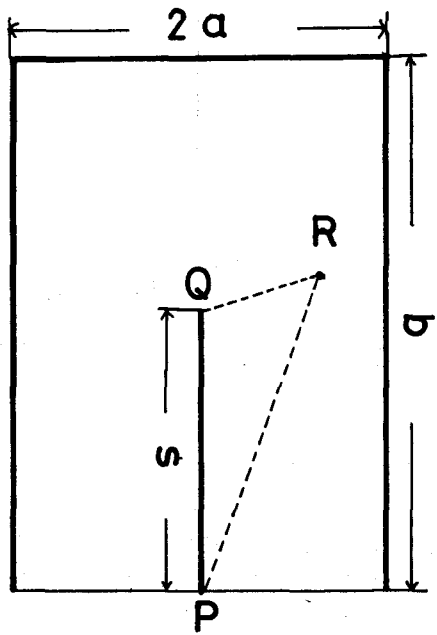


Fig. 4 Model for calculation of hauling cost

搬出経費は矩形内の任意の搬出点 R より $V m^3$ 搬出するとし、 R より下部土場 P へ出す方法と R より上部土場 Q を経て索道を利用して搬出する方法につき前述の(1)、(2)式を用い計算し、安い方をその地点の搬出経費とした。 R の位置は矩形を100 m メッシュで区切りできた方形の図心点を代表として用いた。計算は上那賀町の利用区域の平均面積と流域の幅を考慮して $a=200$ m, $b=1,500$ m とし行い、その結果を図6に示す。これはある搬出材積における索道のスパン長と搬出人工数の関係を表わしている。搬出人工数はスパン長が1,100 m 附近の時最小値をとる。900~1,200の間では各搬出材積でもあまり大きな変動はない。平均集材距離が $2/3 b$ 地点(1,000 m)で最小値をとる事を考え合わせれば、900~1,200 m の巾の中で、対象区域内に終点として適当

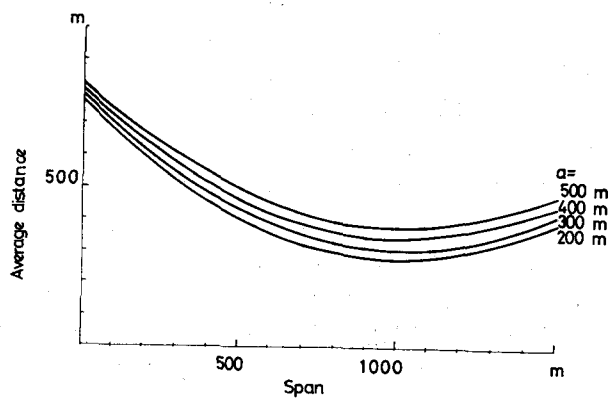


Fig. 5 Relation between the average of yarding distance and the span of aerial cableway

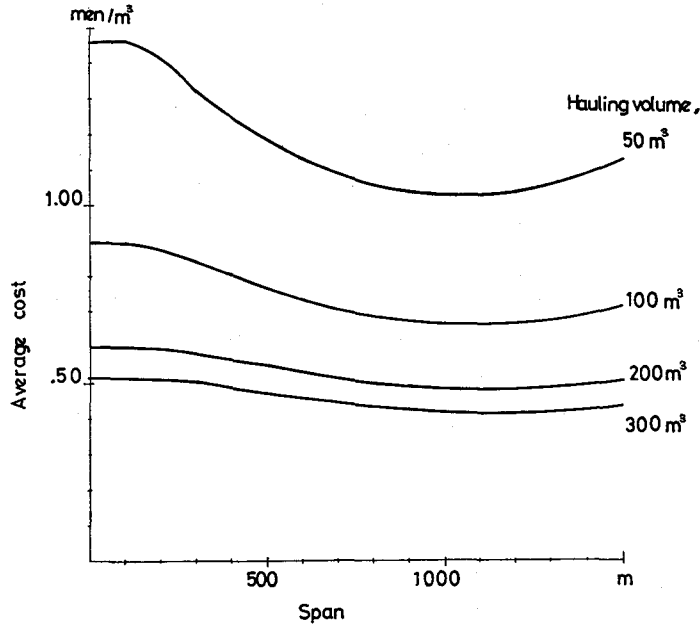


Fig. 6 Relation between the average of hauling cost and the span of aerial cableway

な地点を選定すれば充分であると考えられる。搬出材積が 50 m^3 とか 100 m^3 と少い場合、索道導入による m^3 あたりの搬出人工数の減少は大きく、 200 m^3 とか 300 m^3 といったまとまった材積のある場合は減少の割合が少い。

1 搬出単位における搬出経費の軽減量を索道導入前後の搬出経費の差とすると m^3 あたりの搬出人工数の減少が小さくてもその材積が多いと軽減される人工数は多い。例えばスパン長 $1,000 \text{ m}$ の索道がモデル区域内に架設された場合、搬出材積が平均 50 m^3 であれば 1 搬出単位で 22.2 人工、 300 m^3 であれば 27.4 人工搬出総人工数が軽減される。

実際問題として、 1 m^3 あたり搬出のみに数人工もかかるような場所は、搬出される材がよほど高価でない限り、搬出の対象とならない。昭和51年7月に行った徳島県下30ヶ所の事業所（民有林）の伐出事業量の調査によれば、伐木・造材費が主伐の場合才あたり 9.6 円、機械集材費は平均で才あたり 15 円（ $6 \sim 40$ 円）であった。間伐の場合は伐木・造材費が 5 令級以下で平均 14 円/才であった。当時の賃金が $5 \sim 6,000$ 円程度であったから、 1 m^3 あたりの平均搬出人工数は $0.7 \sim 0.8$ 人工、間伐だと 1.2 人工前後と推定でき、そのへんが搬出の際の一応の目安となる。

そこで索道導入後の平均搬出人工数が 0.7 人工以下になり、索道を利用して搬出した方が安価である場合について、その搬出経費の軽減即ち導入前後の搬出経費の差がどの程度になるか計算してみた。図7は前述のモデルの場合について 1 搬出単位の材積が 200 m^3 の時、導入に伴い 1 m^3 当りの搬出人工数が 0.7 、 0.6 、 0.5 人工以下になる場合について、その搬出経費の軽減人工総数とスパン長の関係を図示したものである。索道の事業費が 100 m あたり 40 万円、人件費が 5 千円（架設当時）とすれば、 100 m あたりの事業費は 80 人工と換算できる。搬出人工数が 0.7 人工以下の場合、スパン長 750 m 以上で、 0.6 人工以下の場合だと $1,050 \sim 1,400 \text{ m}$ 範囲で搬出経費の軽減人工数が事業費のそれを上回る。搬出材積が 300 m^3 の時は 200 m^3 の場合より軽減人工数は多くなるが、 100 m^3 の時は少なくなり事業費を下回る。

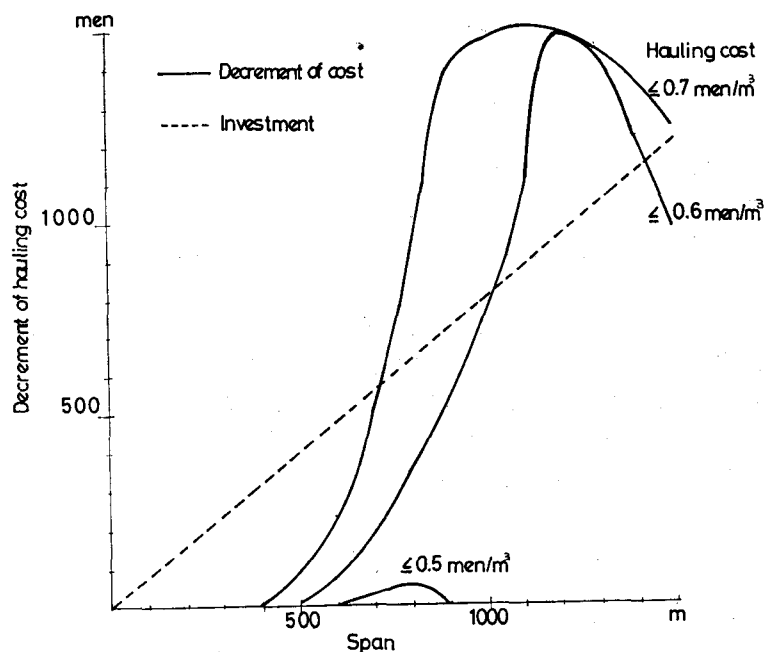


Fig. 7 Relation between the decrement of hauling cost and the span of aerial cableway

又導入に伴う経費軽減の恩恵を受ける地点は図7のモデルの様に搬出材積が 200 m^3 で搬出人工数が 0.7 人工以下の場合 $1/3$ 程しかない。索道がなくても $2/3$ の地点が下部土場まで 0.7 人工以下で集材でき、 400 m 未満の索道の導入はなんら効果がない。 $4\sim 900 \text{ m}$ の索道導入により効果が及ぶ地点がではじめ 900 m で全地点が 0.7 人工以下になる。このことは図7で軽減人工数が $4\sim 900 \text{ m}$ で急増している事からもわかる。このように搬出対象林分の位置と搬出材積により索道の経費軽減効果はかわるので設計計画時には充分検討する必要がある。

現地調査により得た搬出実積から経費軽減についてみると、上那賀町では昭和51年～53年の伐採地点14ヶ所の平均搬出材積は 291 m^3 ($50\sim 735 \text{ m}^3$)、積込土場(索道)までの平均集材距離 165 m ($0\sim 350 \text{ m}$)、導入前の平均集材距離 810 m ($300\sim 1,300 \text{ m}$)であった。積込土場までの木寄せはすべて架線集材ではなく人力木寄せもあるので単純に比較できないが、すべて架線集材とし(1)、(2)式を用い計算してみると1ヶ所平均で 8.8 人工の軽減となった。一方木屋平村においてはパイロット事業で導入した索道の分も含めて、57伐区の調査では平均搬出材積 42 m^3 、平均集材距離 220 m 、導入前の集材距離 690 m であった。この平均値をもとに搬出人工数を求めると、導入前 1.45 人/m^3 、導入後 1.08 人/m^3 と 0.37 人工少く1ヶ所あたり 15.5 人軽減できる。木屋平村の場合は間伐材が主で人力木寄せで積込土場まで搬出する場合がおおいので搬出人工数は若干少くなると思われる。

索道の欠点として途中積込みができない点があげられるが、今回調査した「固定索道」では集材機とアベックキャリアを用いる事で途中での積込み一むしろ集材を可能にし、集材機器や苗木等の上部土場搬入を行うなど、幅広い利用をしているところもあり、「固定索道」というより「固定架線」的な面もあった。

お わ り に

索道の最適位置の選定は利用地域の搬出対象林分の材積とその位置により大きく左右されるばかりでなく、搬出経費の上限を 1 m^3 あたりどの程度にするかにより評価が変わるので、かなりの中がある。しかし一応の目安としては流域の深さの7割程度のスパン長が適していると思われる。又、あまり長い索道は上部土場まで作業員が行くのに時間がかかり不合理であるので、林道の拡充はやはり必要であり、索道はその補完的な存在であろう。今後も他地域の索道についても機会があれば調査をしてゆきたい。

なお本研究をすすめるにあたり有益な御意見と調査に御協力をいただいた徳島県林業課の植林業専門技術員、演習林の山本講師、快く資料を提供していただいた徳島県林業課、上那賀町森林組合、木屋平村の関係の皆様には厚く御礼を申し上げ謝意を表したい。本研究の一部は昭和53年度の文部省科学研究費（奨励研究）によって行った。また計算ならびに施業図・地形図の読図には演習林の計算器及びデジグラマ座標読取り装置を使用した。

引 用 文 献

- 1) 徳島県：徳島県林業史（1972）
- 2) 四手井綱英，半田良一：木頭の林業発展と日野家の林業経営（1969）
- 3) 全国林業構造改善協会：第2次林構事業の成果と課題，p. 69-p. 97（1977）

参 考 文 献

- 日本林業技術協会：林業技術史第4巻（1974）
 上飯坂実他：林業土木学（1974）
 徳島県：間伐技術指針（1978）

Résumé

We researched the actual situation of aerial cableways in Tokushima-ken. The aerial cableways which are set up in difficult terrain, take place of the forest road. Hauling volume per year-way is 500 m^3 in Kaminaga-town and that is 200 m^3 in Koyadaira-village. The difference is caused by the constitution of the forest resources and the working arrangement. The average distance from felling site to loading place is 160 m in Kaminaga and that is 220 m in Koyadaira. The introduction of aerial cableways decrease the hauling cost, so we calculated the decrement of hauling cost using the model as in Fig. 4. The minimum of the hauling cost per a cubic meter is obtained when the span is 1,100 m as in Fig. 5. When the hauling volume is small, the decreasing rate of the hauling cost is large. If the hauling cost per a cubic meter is less than 0.7 men per a cubic meter and the volume is 200 m^3 the decrement of the hauling cost is more than the investment of the aerial cableways as in Fig. 7. The optimum span of the aerial cableway is 1,100 or 1,200 m in the case of this model.