

北海道演習林における 林道の計画と施工に関する資料

Notes for the Studies of Forest Roads
in the Tokyo University Forest in Hokkaido

上飯坂実, 南方 康, 峰松浩彦, 大川畑修

Minoru KAMIIZAKA, Yasusi MINAMIKATA, Hirohiko MINEMATSU and Osamu OOKAWABATA

はじめに

林道の計画と施工は、森林の自然環境に適応したものでなければならぬことは言うまでもない。森林の施業計画は、計画対象となる森林の自然環境を十分に考慮しながらたてられる筈であるから、林道の計画と施工はその森林の施業方針に基づいて行なうべきである。

本来以上の如き考え方によって、林道は計画され施工されているが、伐出方法の進展あるいは林業以外の社会情勢の変化等によって林道網計画の再評価が必要になるであろうし、複雑な土と水の問題の研究が進むことによって解明される点があろうし、誤りが明らかになることも当然おこるであろう。つまり計画と技術の再点検が必要である。林道の計画と技術に関しては問題が山積しているが、我々はまだ身近かなところでこの問題を掘り下げて見ることを考え、先ず東京大学農学部附属北海道演習林において、直接間接に林道の計画と施工にたづさわの人達と研究会をもつこととした。研究会は昭和49年3月5日北海道演習林において行なった。

当日は(1)北演の林道は如何なる役割を果しているか(2)機能別に必要な路網(3)どのような構造を必要とするか(4)施工方法(5)維持補修その他と言う順序で論議をすすめた。

研究会に参加していただいた方々は次の諸氏である。(アイウエオ順)

安達守, 穴沢力, 五十嵐秀雄, 稲葉文吉, 伊原重男, 岩本己一郎, 太田重之, 小沢慰寛, 尾野多吉, 影山稔, 加藤力雄, 今野進, 後藤太成, 佐藤烈, 佐藤義弘, 柴田前, 鈴木朝美, 高田功一, 高橋延清, 西田信雄, 仁原勝男, 藤原登, 山本勝彦。

本報告は当日の記録に基づいて、討議内容をとりまとめ、それに若干考察を加えたものである。

1. 林道の機能と分類

林道は本来それがもつべき機能によって、到達林道、経営林道（事業林道）、作業林道というように三種類に分類されることが多い。この場合到達林道とは、一般公道から分岐して山村地域の集落を連絡し、経営の対象となる森林内に到達している林道で山村地域に多く見られる。一般にこの地域は地形は緩斜地が多く、林道の開設は比較的容易であるが、まとまった蓄積にめぐまれない、集材作業機械化の規模も小さいので、経営林道等にくらべると、林道が公共的役割を果す比重が高い。

さらに奥地に森林が展開している場合、その森林内に開設される林道は、その森林が厚生休養林でない場合は、林業経営のため以外に利用されることが少なく、林業的機能を果す比重が高くなる。ここで林業経営とは、造林、保育から伐出および森林の管理までを含む。このような地域は、一般に地形は急斜地が多く、森林蓄積も豊富なので集材作業も機械集約的となるが、前者にくらべて林道開設費は高くなる。経営林道、作業林道と呼ばれる林道はこの地域に集中している。

さらに奥地の稜線地域では、伐出利用対象となる森林は少なく、林道がそのような地域にまで延びている場合は峰越林道となることが多い。したがって、この地域に開設される林道は到達林道としての役割を果すことが多い。

このように、到達、経営および作業林道と言う用語には本来それぞれに賦与された機能があり、それに基づいて開設されるわけであるが、一般公道から作業林道に至るまで一本の連続した道路であることに変わりがなく、利用のされ方は必ずしも明確に区別し難い。即ちこの分類は用語としての分類でしかないということになる。

それでは何故このような分類をしなければならなかったかと言う点が問題となるのであるが、大体1955年以前には、こう言う用語はほとんど使われず、むしろ幹線林道（主林道）、支線林道（副林道）と言う分類が用いられていた。したがって、到達、経営あるいは作業林道と言う用語は林道密度の問題に関連して使われるようになったと言える。林道密度の大小は林業経営の集約度と密接な関係があるが、異常に林道密度の低かったわが国の林道密度を高めるために、林道の機能を点検し、如何なる機能をもつ林道を開設すべきであるかを考える過程で生れてきたものである。しかし、その時点では作業道と言う用語はあったが作業林道と言う用語はまだ使われていなかった。

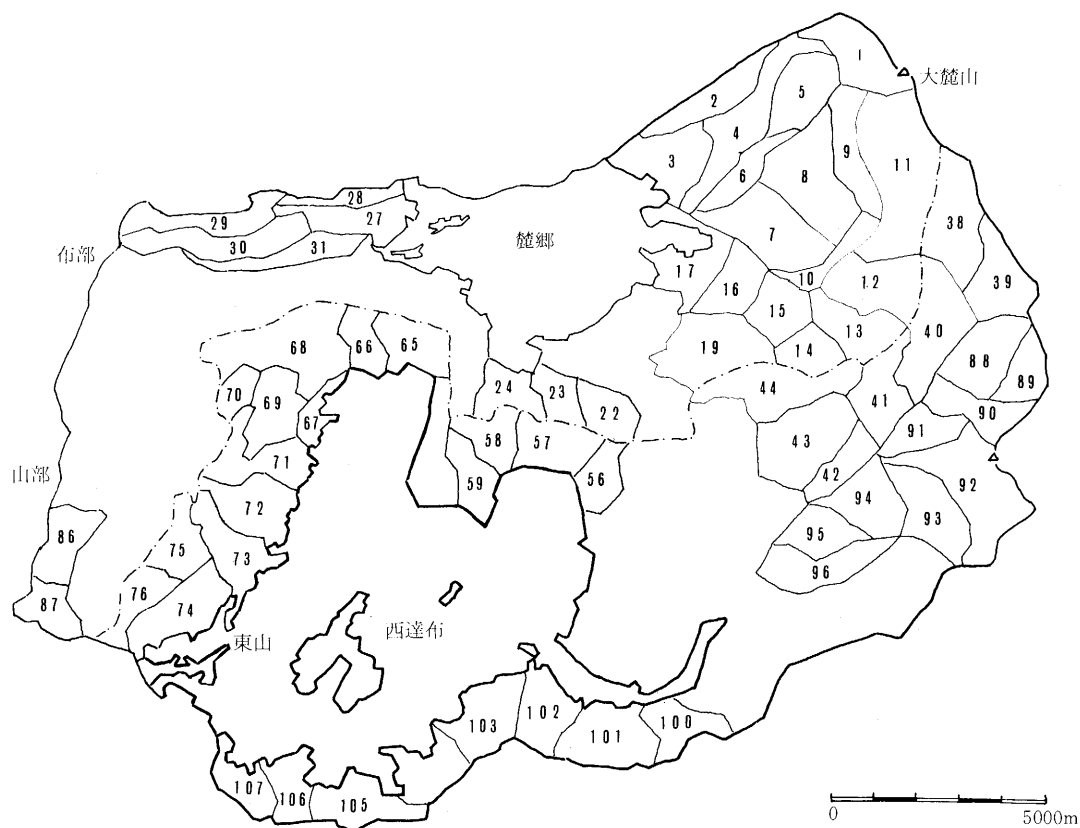
路網密度は林道開設費と密接な関係があり、林道開設費は林道の構造と密接な関係があるが、林道開設費の負担が一般的には決して小さくないことから、政策的に作業林道あるいは作業道と言う用語が盛んに使用されるにおよんで、密度を高める効果のあった反面、林道の機能別名称にいささかの混乱を招く結果となった。それにくらべて幹線林道（主林道）、支線林道（副林

道) という分類は林道の使い方を示すと共に、構造をも規制した明確な用語である。

北海道演習林(以下北演と呼ぶ)においては、幹線林道、経営林道、作業林道(この他に作業線あり)という用語が使われているが、この分類は先きに述べた点よりすれば統一されていないことになる。

北演においては昭和48年3月現在で535.2kmの林道が開設され、森林面積20,820ha(施業制限地、鉦区等を除く)に対する路網密度は25.7mとなっている。幹線林道は84,300mで、あとの450,900mは経営および作業林道である。

幹線林道のうち西達布と麓郷を結ぶ川松沢線は、地利的条件から公道的機能を果しているが、



図一 北海道演習林(林班は文中説明のあるもののみ記載)

その他の幹線は林業的機能にウエイトがおかれている。したがって、北演の幹線林道は到達林道ではなく、一部に公道的機能をもちながら、あくまでも林道網構成の根幹をなす路線である。

経営林道は「幹線または一般公道から分岐して施業区内に入る路線で、施業区内の経営・管理上の枢要部を占める路線」であるから、明らかに幹線林道とはその機能上異なるのであるが、路網密度が高まり、新しい路線が連絡されると以前に開設された路線の機能改変を余儀なく

され、幹線林道と経営林道の区別が不明確となることがあるが、北演の場合はそれがあらわれている区域があるようである。この点は経営林道と作業林道においても同じことが言える。

「作業林道でも山のパトロールに使う頻度が高いので、しり切れとんぼの道をつけず、連絡するのが望ましい」とか「利用頻度からすれば作業林道が最も多い。造林の場合は、最初ジープを使うことを考えた作業林道であっても将来はマイクロバスが通れるようにすべきである。現在勾配の強いところはジープでないと登れない」とか「里山の作業林道は主伐のローテーションが早いので、パトロール用に使えるようにした方がよい。」と言う意見のあることは、作業林道と経営林道に構造上の差をつけることに疑問を抱かせる。北演の場合、経営林道と作業林道には本質的な差がなく、施業法によって林道の使われ方が違うと言うのが実態ではないかと考えられる。

以上の論議より、幹線、経営、作業林道という現在の分類より、幹線、支線あるいは1級、2級、3級と言う構造的分類の方が適切であるし、混乱を生ずることも少ないであろう。1級、2級、3級と言う分類は使用期間、通行車両の種類および補修の難易等と関連させて基準を示すことによって、一層明確なものとなろう。

II 路網密度とそれに関連する問題

北演における路網計画は、藤原ら¹⁾によってその一部が報告されている。そこで取り上げている密度算定の根拠はマチュース理論に基づくものであるが、これによって得られる値は作業線を除いた林道の路網計画立案のためにおおよその目安を与えるものと考えてよい。ただマチュース理論では林道の開設効果を集材費の節減にまとをしぼっており、造林、撫育あるいは管理パトロール等に与える効果を考えていないので、この点についての実証的検討は必要であろう。

路網密度はそこで行われる集材方式と関係があるが、集材方式はまた地形と密接な関係がある。

いま北演の地形を平均傾斜(%)の分布によって示すと図-2の通りである。方眼の一ますは500 m × 500 m で、平均傾斜(%)の算定は次式によった。⁴⁾

$$S_g = 1.571 \times \frac{h \cdot N}{\sum \ell}$$

ここで

h : 等高線間隔

N : 方眼と等高線との交点総数

$\sum \ell$: 方眼線の全長

傾斜区分は0~14%(I), 15~34%(II), 35%以上(III)の三分区としたが、0~14%(8°30')はトラクタ集材適地、15~34%(19°20')はトラクタまたは集材機、35%以上は集材機によらな

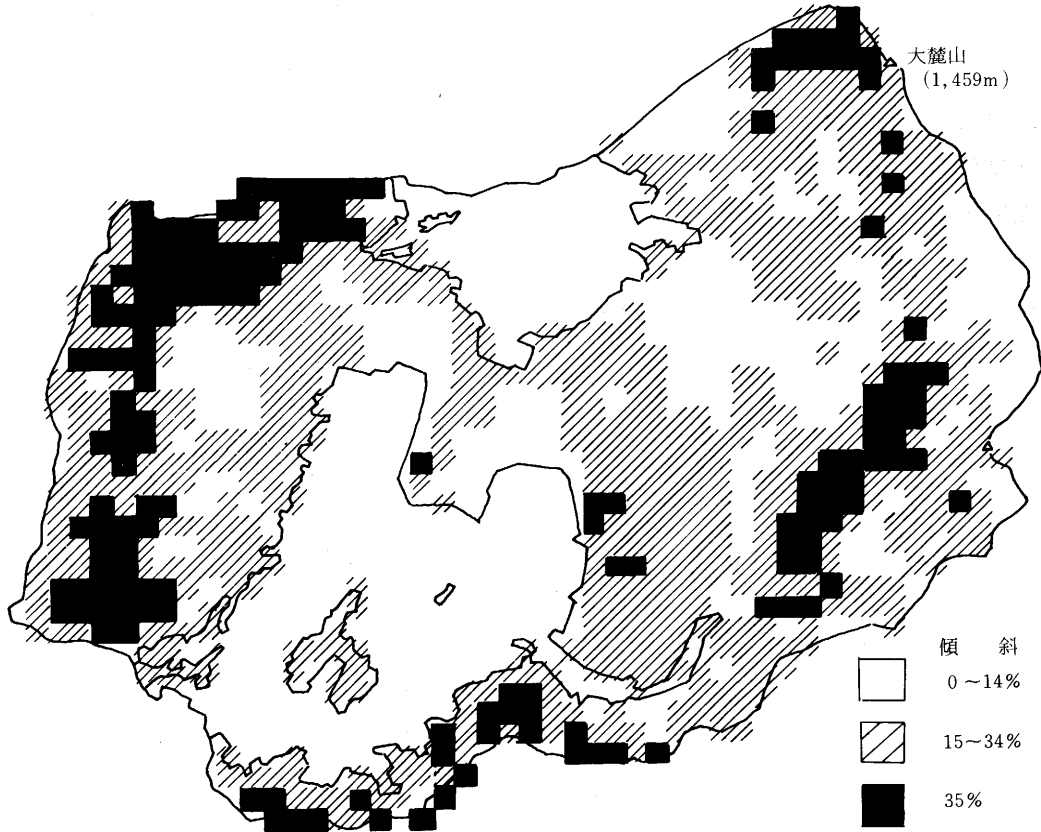


図-2 傾斜分布

ければ集材困難な区域と考えてよい。それぞれの面積比率は I が33%、II が51%、III が16%であった。

地形区分の結果、トラクタ適地は2林班付近、12・13・14・15・16・17・19林班の麓郷・東山事業区界の七曲から麓郷飯場沢周辺に至る平坦部、43、44林班を含む区域、西瓜峠を中心とする23、24、57、58、59林班を含む区域、平沢の65林班付近および70林班付近に見られ、集材機によらなければ集材困難な区域は、大麓山付近、40、41、42林班の奥沢流域、90、91、94、95、96林班の本流域、27、28、29、30、31林班の布部川流域、川向いおよびオンコ沢流域に集中している。また100林班から107林班にかけての南部境界付近も集材機集材作業適地が多い。北演における集材機作業適地は面積的には、全面積に対し16%足らずでしかないが、最も多くを占める平均傾斜15~34%の地域にも集材機による方が有利と見られる地域が少なくない。そのような地形の急斜地域では立木処分による伐出が行なわれており、集材は専ら作業線を利用した馬搬によっているが、麓郷東部の比較的緩斜地ではトラクタによる伐出が行なわれている。一般にトラックあるいはトラクタによる作業システムをとる場合は、集材機による場合にくら

べ林道の路網密度は高いが、現在の平均25m/haという値はトラクタ型伐出タイプの略々標準的な密度である。トラクタ集材においては、トラクタ作業道を作設するが、ここで言う路網密度にはそれは算入しない。

路網密度の問題は、最適密度とロケーションの問題に集約されるが、マチュース理論に基づく密度算定式から求めた値と実際の路網密度を比較検討し、もしその値に差があればそれは何に起因するのか、またその値が一致していてもそれはどの程度の意味をもつのかと言う点を明らかにしておく必要がある。

川松沢上流の57林班付近は、既に述べたとおり地形区分の結果トラクタ集材適地であったが、開設された林道密度は33m/ha（昭48）で、密度算定式から求めた値（30～33m/ha）とほぼ一致している。¹⁾したがって、このような場合は現場において何をよりどころとして林道配置計画を行なったかと言う点が問題となる。

以下これらの問題に関する論議を抄録する。

「官斫をやった地域（西達布第2施業区）では路網密度はha当り60mぐらいだ。」

「官斫をやっているところは路網密度が最も高く、収穫される材積も平均ha当り50m³で最も多い。」

「トラクタ集材距離100～150mを目安に路網計画をする。」

「川松は大部分が皆伐であったということが理論値と一致したことになると思う。里山で択伐の場合は、収穫材積がha当り30m³程度で、しかも一本のm³廻りが小さく、更新のよいところでは馬搬によるのでha当り20～30mぐらいだ。」

「もどりの沢には約400haのところにはha当り50mぐらいの路網がある。」

「直営の場合は、ブル集材で短幹材でもあり集材距離150m前後で集材し、1カ所に80～140m³集める。第1作業級では馬が多い。第2作業級の奥地はha当り立木本数500本前後で小径木も少ないのでブルも認めている。里山では800～1,000本もあるのでブル集材をすると被害が多すぎる。」

「馬搬の搬出距離は200mぐらいで、300mはないと思う。」

「官斫ではトラクタ集材を前提とすれば、ha当り50～60mが山を荒らさないための限度だろうと思う」(ただし、この値には作業線が含まれている。)

「経営林道と作業林道あわせてha当り30mぐらいを目安とし、作業線を20mぐらい入れてha当り50mというのが目標である。」

以上論議の主要点を抄録したが、ここにはトラクタ集材を中心にすえながら、施業方針あるいは森林の自然条件によって馬搬も考慮していること、将来の路網密度目標を作業線を含めてha当り50～60mとしていることが示されている。

図3に昭和48年3月現在の林道開設状況を示す。

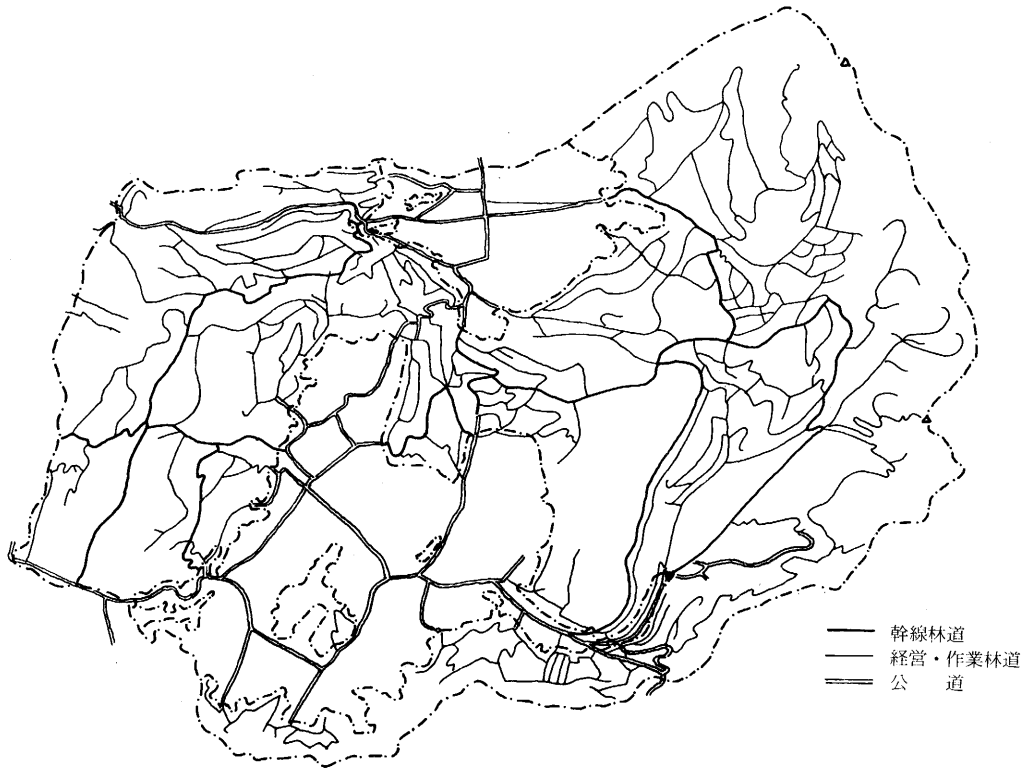


図-3 林道配置図(昭48. 3. 現在)

表1 路網密度と地形

対象林班	面積ha	林道延長 m	林道密度m/ha	平均傾斜%
3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1,895.4	34,600	18	21
10, 11, 12, 13, 14, 15	930.3	45,300	49	17
16, 17	359.7	9,800	27	11
18, 19, 20	753.4	16,100	21	15
22, 23, 24	224.3	7,000	31	18
27, 28	308.5	10,600	34	35
29	190.1	2,400	12	37
35	232.0	6,000	26	31
36, 37, 83	464.5	11,600	25	31
86, 87	269.2	7,200	27	27
68, 69	625.3	26,500	42	18
72, 73, 74, 75, 76	1,083.8	17,200	16	24
38, 39, 40	594.4	8,300	14	17
45, 48, 49, 50, 51, 52	1,738.4	27,400	16	25
88, 89, 90, 91	566.7	9,400	17	22
92	240.0	6,100	25	20
93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100	2,156.4	40,700	19	26
101, 102, 103	700.3	26,500	38	30
105, 106, 107	510.9	12,100	24	30

注：林道延長は概略値である。

次に図2および図3に基づいて、路網密度と地形および路網配置について若干考察を加えて見よう。

路網密度と地形との関連を表1に示す。

以上の資料によれば、路網密度と平均傾斜の間にはほとんど関係が認められない。もっとも資料の平均傾斜は大半が15~34%で地形区分IIのタイプであったが、路網密度は12mから48mまであり、ここでは地形の差は問題とはなっていない。

次に林道が相互に連絡した路網を形成しているか、袋小路となっているかという点から、その路網の道路としての効率を調べて見る。

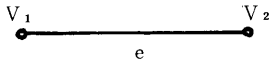


図-4 β 指標

いま図4に示す路線において、その端点の数を V 、端点を結ぶ線の数を e とすると e/V は路網の効率を示す指標と考えることができるが、これを β 指標⁵⁾と呼ぶ。図4では $\beta=0.50$ で、

三角形路網では $\beta=1.00$ となり、 V と e が増してゆくと β は

1.50に近づいてゆく。つまり路網としての効率が高まってゆくと考えられる。

いま3, 4, 5, 6, 7, 8, 9林班を一団地にとって β 値を求めると $\beta=1.40$ となる。

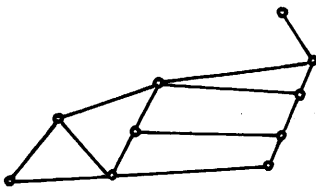


図-5 路網パターン $\beta=1.40$

計算の基礎となる路網図は図5のとおりである。ここでは北演における林道網調査書(昭和48年3月)に示されているNo. 10路線(3~8林班線)とNo. 11路線(前山線)を一つの路網としてとりあげた。路網の一部には幹線麓郷本線が入っている。

端点の選択の方法によって V 、 e の数に違いを生じ、 β が違った値をとることになるが対象を広くとればその違いは僅かである。ここでは、あくまでも対象区域の路網効率が良くなるように端点を選択しているの、対象区域外の隣接林班に端点を選択している場合もある。

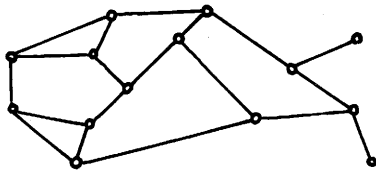


図-6 路網パターン $\beta=1.35$

同様にして56, 57林班を対象とした路網は図6のようになり、 $\beta=1.35$ であった。

その他いくつかの路網を対象として β 値を求めると表2のとおりであった。

表2は β 値の高い路網、すなわち結合性の高いものから順にならべてあるが、 β 値が1.00以下の路線は循環路でなく袋小路路線から形成されており、結合性の悪いことは明らかである。 β 値の大小と地形の緩急は負の相関があると考えられるが、この点に関してはなお検討が必要である。表2の資料No. 1および2の路網はかなり高い結合性を示すが、 β 値を路網計画の判断基準とするためには、さらに対象区域の面積あるいは形状との関連を明らかにする必要がある。

表2 β 値の計算例

資料番号	対象林班	V	e	β
No. 1	10, 11, 12, 13, 14, 15	44	64	1.45
2	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10	14	1.40
3	56, 57	14	19	1.36
4	72, 73, 74, 75, 76	13	17	1.31
5	101, 102, 103	23	28	1.22
6	68, 69	16	19	1.19
7	22, 23, 24	6	7	1.17
8	105, 106, 107	12	12	1.00
9	88, 89, 90, 91	10	9	0.90
10	86, 87	10	9	0.90
11	27, 28	14	12	0.86

Ⅲ. 設計と幾何構造

北演における林道の構造基準は表3に示す通りである。

表3 北演における林道規準

種類	伐開幅 m	幅員 m	勾配 %	最小半径 m
幹線林道	15	4.6	12以下	15
経営林道	10	4	14 "	8
作業林道	7	4	16 "	8

このように設計基準が示されているが、幹線林道を除けば、ほとんどが現地の地形あるいは土質状況などを検討しながら設計図面を作成することなしに林道が開設されていることから、構造基準はあくまでも一つの目安として示されたものであると考えられる。この点はまだ林道密度が低い場合には、必ずしも不都合であるとは言えない

が、路網密度が次第に高まり、林道作設経験が積み重ねられれば、目安として当初示された構造基準も場合によっては再検討する必要が生ずる。たとえば縦断勾配があげられる。

林道の幾何構造を決定する諸因子のうち、縦断勾配の大小が運材面における経済性あるいは路面侵食に対する抵抗性に与える影響が極めて大きい。運材面における経済性とは、勾配の増大にともなうトラックの燃料消費量の増大を指すが、ここでは特に路面侵食に対する抵抗性の問題をとりあげた。

一般に縦断勾配は6～8%を越すと土砂道の場合、路面侵食は急激に増大されると言われるが、北演において幹線林道の制限勾配を12%としている点は再検討の必要がある。

以下ここで論議された問題の要点を述べると次の通りである。

(1) 現地で路線を検討しながら作設しているので、地形によっては勾配の急になるところが

生じ易い。

(2) 距離を短縮して、早く目的地に到達しなければならないという考え方も働くので勾配は急になりがちである。

(3) 曲半径も一般に小さいが、車輛が大型化しているので急勾配箇所改良と共に曲半径も大きくとりなおす必要がある。

(4) 一般に作業林道という観念が強いので勾配が急になり易いのではないか。

(5) 計画段階で経営林道と作業林道を明確に区別する必要がある。

縦断勾配の大小は、既に述べた如く林道の場合は特に路面の侵食に影響を与える。もちろん、北演における年降水量約1,200mmは冬季の積雪量がこれに含まれているので、決して多いとは言えず、従来は路面侵食がそれ程には問題にならなかったのであろう。しかし、石英粗面岩風化土を路床・路盤とした林道は、締固めによって良好な路面を形成しているが、火山灰土と同様に路面侵食に対する抵抗性はあまり高くない筈である。したがって利用度の低い林道では維持補修がおろそかになりがちであるため路面の傷みが甚しくなる。路面の傷みは、切取法面保護の状況あるいは排水施設の有無との関連が大きいが、縦断勾配との関連も大きく、その意味において構造基準の制限勾配値の検討は重要である。

論議の過程で提起された「緩急くり返えしの縦断勾配」はその点で恰好の研究素材となろう。

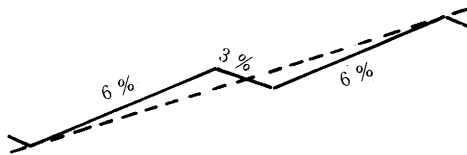


図-7 波状縦断勾配

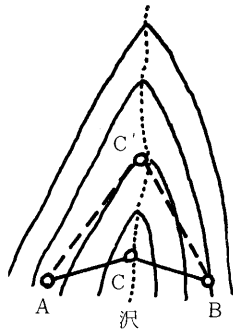


図-8 沢を渡る場合の路線選定

波状縦断面を形成することによって、路面侵食を少なくさせながら路面排水を行わせる試みは、米国北東部のアパラチア山系で行われているが、²⁾そこでも路面勾配を予め10%以下におさえることが前提になっている。図7に波状縦断面の例を示す。逆勾配箇所の作設間隔は路線勾配や土質条件により異なる。

波状縦断面の効果の問題は低コスト林道においては特に興味のある問題であるが、このような方法を取り上げるためには、いきなり現地において林道開設を行わず、簡易測量によって計画路線の縦断測量を行う必要があることも指摘された。

路線設計の具体的な問題としては、内カーブの箇所における路線選択について問題が提起された。この問題は林道設計、特に低

規格林道設計の場合常に論議される。

論議されたのは図8に示すような地形において、ACBルートとAC'Bルートのいずれをとるべきかと言うことであった。CC'の距離は30~40mである。ルートの選択が問題となるのは比較的急斜地の場合であるから、いま急斜地でルートのとり方によって生ずる因子のうち特に重要なものをあげて、両ルートについて比較すると次のとおりである。

表4に示すように、ここでとりあげた6因子に関する比較では優劣は略々半々と言うことになるが、ACBルートで盛土をすれば路線勾配変化は少なくなるので、ACBルートで盛土条件がある程度そなわれれば有利となる。

表4 路線選択因子の比較

路 線	路線勾配 の 変 化	路線距離	曲線半径	水 量	切土量	盛土量
A C B	大	小*	大*	差なし	小*	大
A C' B	小*	大	小	〃	大	小*

* 印は有利な場合を示す。

ルートを沢に深くとることによって、沢に集中する水を林道によって拡散させる考え方は、降雨量の少ない場合には考慮の余地がある。

かくして、一般的にはACBルートをとることになるだろうが、この場合は盛土材料の適否ならびに出水時の排水に対する十分な配慮が必要である。

林道開設に際して伐開幅を広くとることは路面を乾燥させるという点で、林道の維持管理にとって有利となるが、反面風害に対する森林の抵抗力の低下、森林内への光線の入りすぎによるササの繁茂あるいは乾燥による森林への影響等自然環境の変化が予想されるので、この点に関する追跡調査等が必要であり、路網計画とそれの実行面での緊密な連携の確保が今後の重要な課題である。

IV 法面工および排水施設

法面保護工および排水施設は林道開設単価を上昇させるので、低規格林道ではこれを省略することが多い。北演の林道は、必ずしも全路線が低規格林道为目标としているわけではないが、総じて崩壊あるいは路面侵食を受けることが少ないので、ほとんどの林道で法面保護あるいは排水施設を省略している。しかしながら、法面の崩壊も小規模ながら場所によっては頻発し、特に融雪期にはきまって法面の崩落が見られ、崩落土量は少ないが無視できない。

徳島県西南部の林道（古屋川・大越線）について1973年に行った調査（上飯坂・南方・峰松・伊藤）によれば崩壊箇所数は平均1km当り4カ所であった。この林道は仏像一糸川構造線附近

に開設されているので破碎された硬岩が多く、極めて法面崩壊の多い路線である。それに対し北演における1973年の調査結果によれば(藤原),平均1km当り7カ所であった。1カ所当りの崩壊規模は北演の場合小規模であるが、個所数では決して少ないとは言えない。

従来、北演における林道開設は林道の幅員をある程度広くとって法を自然に崩す、自然安定工法によっているが、崩落して2~3年経過すると法が自然に安定する所が多く、特に石英粗面岩地帯は開設後3年程ではほぼ安定する。しかし一方では、法切りを行なわないと、法肩の植生がササの場合には法肩が残って、法面の中央部が掘れて新しい崩落を誘発するので法切りの必要性も痛感されている。

地域的には85林班等に見られる輝緑凝灰岩のかなり粘土化した急斜地、あるいはオンコ沢・砂金沢の頁岩地域は崩壊・崩落土量が多いので、法面保護工および排水施設に関する総合的な検討の必要性が認められる。

なお川向いの86林班においては、かつてニセアカシアの播種あるいはヤナギの直挿し等によってある程度、法面崩落を防ぐことができたことが述べられた。

また石英粗面岩地域は一般に安定しているが、本沢から右一帯にかけての大麓山地域で山腹傾斜が15°以上の場所では融雪後にかなりの土砂が崩落しており、車両の通行に支障をきたすことも述べられた。

以上のことから考えれば、北演における林道法面は降水量が少ないために保護工を必要とする程の崩壊に直面していないのではなく、崩壊は小規模ながら融雪後には毎年繰り返され、同時多発的であると言える。林道開設時には法切りを行わず、荒削りのままで自然に安定するのを待ち、しかる後に必要な部分に法面保護工を行なうのは、林道の機能が確保されておるのであれば得策であろう。したがって、その場合には崩落土砂を除去しながら路面の補修が行なえる補修機械の使用を考える必要がある。

法面崩壊の問題に関連して、盛土部をトラックが通行する場合の安全性の問題も論議された。

トラックの通行する道幅は、例えば100%地山で確保されれば路床は堅固であるが、捨土処理に問題が残るのでふつう幅員の30~50%は盛土部分となる。その場合、盛土部分の地山傾斜が何度になれば滑落の危険を生ずるかという問題は簡易工法において常に懸念される点であるが、盛土部分がよく締固められておれば、地山傾斜 θ と地山と盛土接触面の摩擦係数 μ との間に $\mu > \tan \theta$ なる関係があれば盛土は滑落しないし、この関係は盛土部分にトラックが載っても変わらない。したがってトラックが載ることによって盛土が破壊するのは、締固めが不十分のためにタイヤが盛土部に没入し、側方に土を押し出すことに起因する。したがって盛土部分が滑落の危険があるか否かは山腹傾斜には直接関係はないが、地山と盛土部のなじみが悪い場合は、その部分を滲透水が流下して μ が小さくなるので、トラックが載らなくとも崩落する。その場合地山傾斜が急であれば μ と $\tan \theta$ のバランスがくづれやすいが、崩落の危険が予想される

場合には法尻に法留根切溝を設けたり、杭打ちをするなどの処置が必要となる。

これらの問議は、基本的には路面排水の問題に帰着するが、林道が簡易工法に依存する度合が強いだけに適切な工法を見出すことがむづかしく、それだけに現場における実績・経験の記録が重要である。

参考文献

- (1) 藤原登・河原漢：「合理的林道密度式」に基づいて算出した林道密度の一例，日林北支講，17，1968。
- (2) Kochenderfer, J. N. : Erosion Control on Logging Roads in the Appalachians, U. S. D. A. Forest Service Research Paper NE-158, 1973(森林利用研究会資料No. 83, 南方康訳)
- (3) 高橋延清：林分施業法，pp127，全国林業改良普及協会，1971。
- (4) 山本莊毅編：陸水，pp374，共立出版，1968。
- (5) Yeates, M. H. : An Introduction to Quantitative Analysis in Economic Geography. McGraw-Hill, 1968 (高橋潤二郎訳：計量地理学序説，好学社，1970)