

(社)北海道治山林道協会 北海道民有林治山林道100選講演会

と き 平成21年5月20日

ところ KKRホテル札幌

第2部 森林路網とその役割について

独立行政法人森林総合研究所北海道支所

主任研究員 佐々木 尚 三 氏

I はじめに

森林総合研究所北海道支所の佐々木と申します。新谷先生のすばらしい講演の後で大きなプレッシャーですが、私に与えられた題は林道です。演者の格の違いは別にして、もちろん林道も治山に負けず劣らず非常に重要な大事なテーマであります。よろしくお願いします。

先ほど紹介いただきましたように、私自身は林業工学が専門ですが、この中には、林道も含まれております。ただ、最近の仕事は林業機械を使いました低コスト化、そして若干の作業路に関する調査・研究ですから、林道そのものについては、やや不勉強な部分があります。本来であれば、今

回は「林道とその役割について」という題目でお話させていただくのが良かったと思うのですが、そのような事情がありまして森林路網ということにさせていただきました。従って中身につきましては、林道そのものではなく作業路を中心とした中身になってくることをご了承ください。では、早速本題に入っていきたいと思います。

森林路網とその役割について

平成21年5月20日
北海道治山林道100選講演会

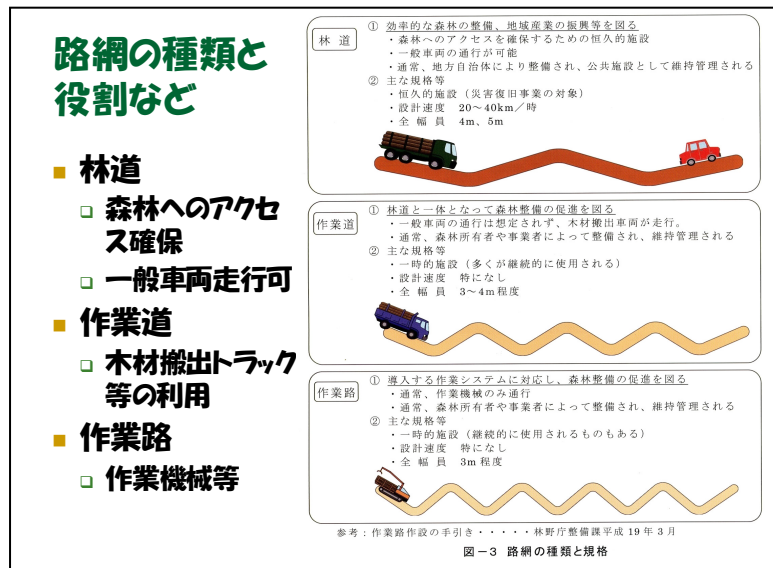
独立行政法人 森林総合研究所 北海道支所
佐々木尚三

II 路網の必要性・種類

1. 路網の種類と役割など

まず、路網の種類と役割ということで、整理したいと思います。皆さんご専門ですので、今さらという部分もありますが、我々、林業工学の研究者でもよく言い間違えます。ややもすると、お互いに作業道と言っているのに、一方は作業道、片方は作業路の話をしているということがあります。そのようなことで、なかなかちゃんとした議論ができないということがありますので、まずは路網の種類と役割がどうなっているかを整理したいと思います。

林道とは： まず林道ですけれども、このスライドに書いてありますように、効率的な森林の整備、地域産業の振興を図るという目的でつくるわけです。直接の目的は、森林へのアクセスを確保する



ための恒久的な施設であり、その特徴として、一般車両が走行可能ということです。この辺は皆さんの分野であると思いますが、通常地方自治体により整備され、公共施設として維持管理されるということです。規格はいろいろありますが、例えば設計速度が20キロから40キロ、もっと早いのもあると思います。また幅員が4mとか5m、その他いろいろな種類があるということです。

作業道とは： 次に作業道ですが、主に木材搬出トラックが利用するもので、林道と一体となって森林整備の促進を図るというものです。ただし、一般車両の通行は想定されていません。定義上は一時的な施設となっていますが、多くの場合は継続的に使用されます。規格は、設計速度は特になしで、幅員は3から4メートル程度が多いです。

作業路とは： 最後に、混同されやすいのが作業路です。作業路は、林業作業を行う機械等が走る道です。だから、トラックが走ることは想定されていない。作業路は、導入する作業システム（伐木集運材の話ですけれども）に適応した形で、作設されることになっています。作業路はこれまで一時的な施設とされてきましたが、最近は作業路を森林経営の基盤として継続的に維持しようとする考え方が多くなってきています。幅員は3メートル程度とされていますが、従ってこれもケースバイケースということです。ちなみにこの図はよくごらんになっているかと思いますが、林野庁が19年につくったものです。

2. 林道の路網機能

路網機能（林道）		
大分類	小分類	内容
林業的機能	施業機能	森林保全整備、森林施業の適正化、森林作業の機械化、能率化、安全化、軽労化
	輸送機能	林産物、機材、人員輸送の合理化
	到達機能	森林への到達性、接点性の改善
公道的機能		一般公道の機能、生活道路、通勤通学、迂回路、観光、レクリエーション

森林路網の機能について少し細かく入っていきます。林道とは、林業的な機能と公道的な機能の二つを合わせ持っている道と言えます。

林業的機能： 林業的な機能というのは施業の機能。作業の機械化とか高効率化、安全性を高める面で、非常に大きな役割を果していると思うのですが、それだけではなくて、森林全体をマネージメントしていくためのベースに

なるものです。そしてもう一つは輸送機能。林産物などを運ぶということ。それから機材を逆に搬入したり、人員の輸送を担うということです。輸送と到達は似たようなものですが、森林の特定の場所に行くためには、林道が必要であるということです。

公道的機能： さらに公道的な機能がついているということ。これは生活道路であったり、レクリエーションの場であったり、迂回路であったり。今回の100選に選ばれた林道は、その迂回路機能を持っていたことがポイントになって選ばれた林道があったように記憶しております。

路網機能（作業道）

- ・林業の施業機能に重点。公道的な機能はあまり無い
- ・路網の骨格を林道が担い、末端部分を作業道が担う構造
- ・高密度に配置された作業道によって到達距離を短縮させることで、高度な施業機能が発揮される
- ・地域に適応した多様な林業機械を導入して、高能率・低コストの現代林業を構築するために欠かせない

3. 作業道の路網機能

それに対しまして作業道は、（余り字ばかりでおもしろくないので少し飛ばしていきますが、）林業の施業機能に重点が置かれているということです。路網の骨格を林道が担って、末端部分を作業道が担うという構造になっているということです。

4. 路網の種類

路網の種類で、この図は行政上の分類です。今回100選の中で銀賞に選ばれた浜益実田線は森林基幹道に分類されていました。また、金賞と銅賞を獲得した、チョペタン線と弥生線は森林管理道（普通林道）にあたるということです。林道がこのような多くの種類に分類されているのは、主に予算上のことだと思います。また同様に、作業道も多くの分類がなされています。

路網の種類

路網の種類		
名称	管轄主体	目的等
森林基幹道 (広域基幹林道)	北海道・市町村・森林組合等	森林整備の基礎や生活環境の改善にも資する骨格的な林道(利用区域1,000ha以上)
森林管理道 (普通林道)	北海道・市町村・森林組合等	森林整備に直結する林内路網で恒久的施設として整備すべき林道(利用区域30~1,000ha)
ふるさと林道	北海道・市町村	地域が緊急に対応しなければならない課題に応じて早急に行う必要のある林道
小規模林道 (経営・生産林道)	北海道・市町村	とらない小規模な林道(経路網(生産林道)の整備など)
普通林道 チョペタン線 森林管理道 弥生線	北海道(道有林)	林道と直結するための林道を補完する作業道(多くの網状に使用される)
基幹作業道	北海道(道有林)	林道、基幹作業道を補完する附帯的な施設
施業道	北海道(道有林)	林道、基幹作業道を補完する附帯的な施設
作業道	市町村・森林組合・森林所有者	間接で作設される。造林事業の附帯施設(林道と一体となって森林整備の促進を図るための一時的施設(多くの網状に使用される))
作業路	市町村・森林組合・森林所有者	造林事業実施に伴う附帯施設(導入する作業システムに対応し森林整備の促進を図るための一時的施設)
造材路	森林所有者・造材生産業者等	集材のために作設されるブル道など

5. 林道密度

次に林道密度について復習したいと思います。林道密度は一般の管理が必要な森林と、継続的な施業が必要な森林とに分けて考えて、目標の値が少し変わっています。

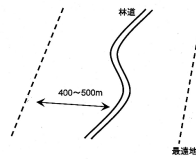
一般管理の林道密度： 一般的な管理というのは、歩行時間を30分以内にする観点から密度を決めたものです。苗木やチェーンソー等を運びながらの歩行、現場到着後も肉体的に負担の大きい作業を想定して、林道から常に500mの範囲で林地のどこにでも行けるというように考えられています。この結果、1ヘクタール当たり17.5mという林道密度になります。

一般管理・施業に必要な林道密度

林道密度

森林管理のために必要な基礎的密度（歩行時間の観点から森林が500mの範囲内となる17.5m/ha）

森林施業のために必要な基礎的密度（多様な作業システムに共通して必要な最小限の密度から、森林が400mの範囲内となる22～25m/ha）



一般管理に必要な森林

（森林管理のために必要な基礎的密度）

- ◇林内歩行時間を30分以内
- ・苗木やチェーンソー等を選びながらの歩行である。
- ・現場到着後も肉体的に負荷の大きい作業を行う。

最遠林内作業距離500m（高低差200m）

路網（林道+公道等）密度 → 17.5m/ha

継続的な施業に必要な森林

（森林施業のために必要な基礎的密度）

- ◇繰り返しの間伐や小面積分散伐採に対応する多様な作業システムのための基礎的なアクセスとして、比較的作業距離の長い高性能林業機械を用いた作業が適切に実施できる密度を確保

最遠林内作業距離400m

路網（林道+公道等）密度 → 22～25m/ha

施業のための林道密度： 森林施業のために必要な基礎的密度として、多様な作業システムに共通して必要な最小限の密度を400mの範囲内と定めています。比較的作業距離の長い高性能林業機械を用いることで、作業が適切に実施できる距離と言うことです。その結果、林道密度は22～25m/haとなります。

6. 目標林道密度の実態

林道密度の目標の変遷を説明している表です。算定方法は1966年までが中欧方式（距離基準方式と同じ）、その後コストミニマム方式になり、2001年に再度距離基準方式になっています。

目標（民有林）林道密度および道内の実態調査（H17）結果

区分	1966 (昭和41)	1973 (昭和48)	1980 (昭和55)	1987 (昭和62)	1996 (平成8)	2001 (平成13)
林道計画延長算定方法	中欧方式	コストミニマム方式				距離基準方式
目標林内道路密度(m/ha)	13.6	18.4	19.6	20	20	20

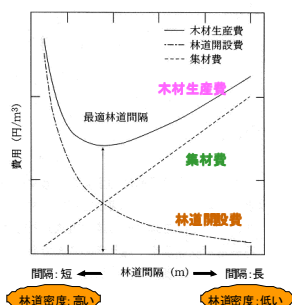
* 距離基準方式は従来学会で中欧方式と呼称していたものと同じ方式

区分	全体	一般民有林	道有林
公道	19,867,583 m	18,739,943 m	1,127,640 m
林道	7,422,471 m	4,485,134 m	2,937,337 m
作業道	4,254,000 m	4,254,000 m	— m
施業道	9,264,000 m	— m	9,264,000 m
計	40,808,054 m	27,479,077 m	13,328,977 m
民有林森林面積	2,387,308.11 ha	1,778,571.63 ha	608,736.48 ha
林内路網密度			
作業道除き	11.4 m/ha	13.1 m/ha	6.7 m/ha
作業道含む	17.1 m/ha	15.5 m/ha	21.9 m/ha

機械や作業のやり方が時代と共に変わってきていることから、算定方式も変更され、その結果目標密度も13.6から20.0に変更されています。下の表は北海道内の平成17年実態調査のデータをいただいたものですが、一般民有林と道有林の合計では、林道だけで11.4m/ha、作業道を含むと17.1m/haという数字になっています。

コストミニマム方式とは

マチュースによって理論化された原価管理理論に基づくコストミニマムによる林道密度の考え方。単位材積当たりの集材費と林道開設費の合計費用を最小とする林道間隔を求め、この間隔から単位面積当たりの密度を算出して適正な林道密度を求める。



加藤はコストミニマムによる林道密度研究を発展させ、林道と作業道に迂回率を導入した矩形モデルを基に下記の適正林道密度公式を考案した。

$$D = 50 \sqrt{\frac{s \times V \times (1 + \eta)(1 + \eta')}{r}}$$

ただし、 D （林道密度（m/ha））、 s （集材費（円/m³・m））、 V （丸太生産量（m³/ha））、 r （林道開設単価（円/m））、 η （林道迂回率）、 η' （作業道迂回率）。

7. コストミニマム方式とは

コストミニマム方式というのは林道をつくることによって、そのコストが最小になるための林道密度を決めていく考え方です。マチュースによって理論化された原価管理理論に基づくコストミニマムによる林道密度の考え方です。単位材積当たりの集材費と林道開設費の合計費用を最小とする林道間隔を求め、この間隔から単位面積

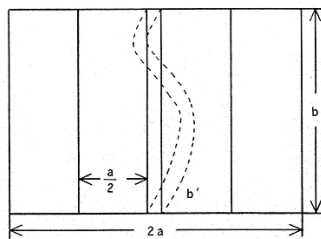
当たりの密度を算出して適正な林道密度を求めるというものです。グラフ上で林道の開設費は左側のカーブになります。X軸は林道間隔で、右に行けば広がります。広くなるということは密度が小さくなるということであり、密度が小さくなれば開設費は当然小さくなります。それに対して集材のコストは高くなるということで、これの足し算が真ん中のカーブになりまして、このミニマムの部分で林道の密度を決めてやろうということです。非常にシンプルな考え方なのですが、これですべてなのかというようなこともあるかと思います。

距離基準方式とは

距離基準方式は、適用する集材用機械の**最大適正距離**から林道密度を算定する方法。簡単に妥当性のある矩形モデルを用いて路網密度を算定すると次のようになる。

距離基準方式による路網密度の算定方法

$$d = \frac{10^4 \cdot b \cdot (1 + \eta)}{2 \cdot a \cdot b} = \frac{10^4 \cdot (1 + \eta)}{2 \cdot a}$$



d : 林道密度 (m/ha)
a : 最大集材距離 (m)
η : 迂回率

$$d = \frac{5000 (1 + \eta)}{a}$$

8. 距離基準方式とは

距離基準方式は、コストの方ではなくて適用する集材用機械の最大適正距離から林道密度を算定する方法です。近年適用する集材機械がいろいろ変わってきていますから、その機械を使うためには、どの程度の林道間隔が必要かというような考え方で密度を決めていくものです。図のように矩形モデルを用いると、林道密度は右下に示す式で計算できます。

9. 迂回率とは

林内の2点を結ぶには、直線の道が最短となります。しかし実際の道は地形などに合わせて曲線との組み合わせになりますので、実延長距離は直線より長くなります。この長さの伸びた割合が迂回率と呼ばれ、この図に示す式で表すことができます。

下の表は迂回率を実測して、林地傾斜と迂回率の関係を表にしたものです。非常に古いデータですが、傾斜が大きくなれば当然、林道はくねくね曲がりながら斜面を上がっていきますので、迂回率は大きくなるという傾向がわかります。

迂回率とは

$$\text{迂回率} = \frac{\text{測定区間の路線延長} - \text{測定区間の直線距離}}{\text{測定区間の直線距離}}$$



$$\eta = \frac{a - b}{b}$$

η : 迂回率
a : 延長距離
b : 直線距離

林道の迂回率

林地傾斜(度)	迂回率
10	0.20
15	0.30
20	0.37
25	0.44
30	0.50
35	0.55
40	0.60
45	0.65

資料:「林業試験場研究報告」第51号

率は大きくなるという傾向がわかります。林地傾斜が45度あると迂回率は0.65と、真っ直ぐ行くのに対して1.65倍になるということです。

林道の開設費

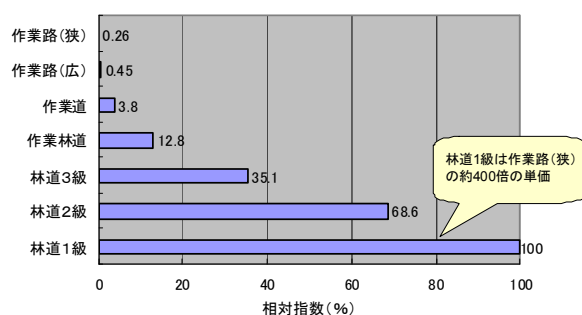
区分	細分	開設単価(円/m)
民有林林道	広域基幹林道	154,790
	普通林道	102,717
	林道開設事業	128,745
国有林林道		40,725

*平成10年度

10. 林道の開設費

以上のように目標の林道密度を決めても、実際には開設費が大きな問題となります。この表は大分古いデータですが、民有林林道と国有林林道の平均的な単価を示しています。

路網規格別の開設単価の相対指数

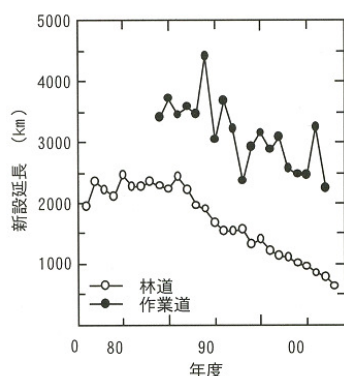


11. 路網規格別開設単価

路網の開設単価は規格を下げていけば当然低くなっていきます。このグラフは、1級林道の開設コストを100とした場合、他の規格の道がいくつになるか示した棒グラフです。1級林道は狭い作業路をつくった場合の400倍の単価になっているということです。もちろん林道と作業路を直接比べて、こっちは安いではないかという話にはならないのですが、最近

はできるだけ低コストの作業路を開設して、その結果低コスト作業をして行こうという考え方が増えてきています。その比較するために、このグラフがよく使われます。

林内路網の動向



12. 林内路網の開設動向

実際に新設の林道と作業道がどのくらい開設されているかを表すグラフです。林道も作業道も少なくなる傾向ですが、特に林道は非常に少なくなっています。作業道や少しでも低コストの道をつくって、低コストの施業をやっていくというような形になっていくのではないかと思います。

1 3. 林道・作業道の規格構造に考慮すべき事項

以上のようにできるだけ低コストの路網作設が全体の流れになっていますが、そのためには単純に規格を下げていけば良いのかという疑問があります。

大径木化： 複層林や長伐期化が推進されており、伐採木は大径化するというのが一般的な考え方。

道外需用増大： 去年あたりから状況変わってきていますが、道外からの需要増大がありました。この一、二年はちょっと違う状況になっていますが、全体の流れとしてはまた同じような傾向が出てくるのではないかと考えます。

過積載問題と燃料代高騰： トラックの過積載が厳しく取り締られるようになっていきます。そのため、積載量の低下というよりも適正化が起きています。また燃料代高騰による輸送コストの増大も深刻です。

高性能林業機械の運搬： 大型化する高性能林業機械の運搬も考慮する必要があります。現在の高性能林業機械は0.45m³クラスの油圧ショベルが多いですが、このサイズは道交法の制限から一

般のトラックで輸送できる限界のサイズです。

このような問題は、林業全体を低コスト化しようという一連の動きにも繋がっている話です。このことを考慮すると言うことは、路網の開設費を抑える一方で、大型の車両が通行できるような林道も必要になってくると考えられます。

林道・作業道の規格構造に考慮すべき事項

- 複層林施業や長伐期化による伐採木の大径化
- 内地からの需要の増大
- 過積載への取締り強化による積載量の低下
- 燃料価格の高騰による輸送コストの増大
- 高性能林業機械の運搬

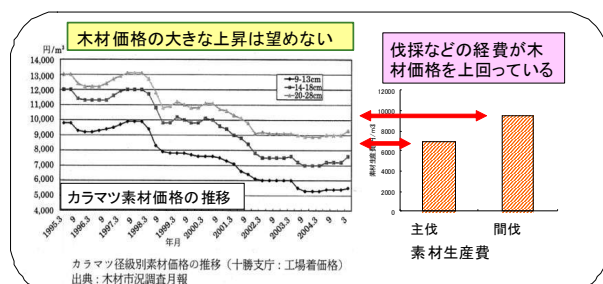
→ 材や機械の効率的な運搬のため、これまでより大型の車両通行に対応する必要あり

Ⅲ 低コスト作業路の概要

1. 低コスト作業システム

次に少し話題を変えて、いまその必要性が叫ばれている作業路を中心とした低コスト作業システムについてお話しします。

低コスト作業システムの必要性



再造林コスト負担ができなければ産業としての持続性は保てない

低コスト作業システムの必要性について1： カラマツの素材価格の推移を見ると、結局ずっと下がり続けているということです。去年少し上がって、また下がったりしていますけれども、基本的には木材価格の大きな上昇は望めないとは言えるのではないかと思います。それに対して素材の生産費ですが、これは全国平均

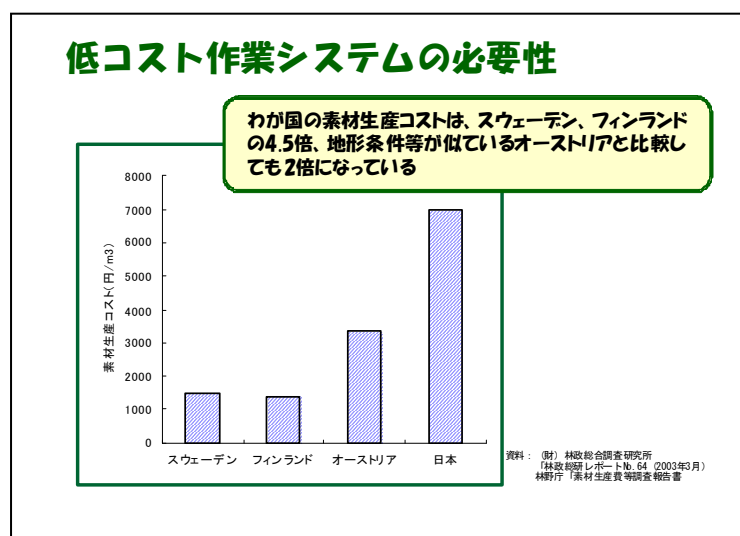
的な値ですが、主伐であれば1 m³当たり8千円程度、間伐の場合は1万円近い数値になっています。生産費が素材価格を大きく上回っていることで、補助金等を加算してやっと間伐などができているという形です。そのような現状であるため、山林所有者は再造林コストを負担できません。これでは、森林も産業としての持続性も保てないことになってしまいます。そんなことで、割合の大きい素材生産コストを、何としても下げる必要があります。

2. 低コスト作業システムの必要性について2

我が国の素材生産コストをヨーロッパ諸国と比較すると、スウェーデン・フィンランドなど北欧諸国の4.5倍にもなっています。また地形条件が比較的似ているオーストリアと比べても、2倍になっています。北欧の4.5倍と聞いて、あちらは地形が真っ平なので比較にならんとよく言われますし、非常に均一でいい材なんだろうと言われたりします。さらに、玉切り種類も少なくなくて簡単に切っているのだからとかいうことも、よく言われるわけです。

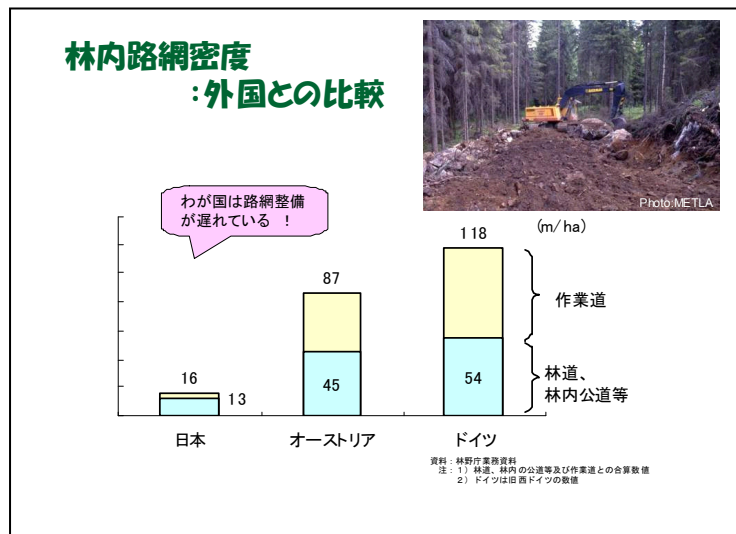
実は最近フィンランドでちょっと話を聞いてきたのですが、そういうことは全然なかった。まず立木材積ですが、フィンランドではリットルで表現しています。日本ではどんな小さい木でも何立mという形で表現すると思うのですが、フィンランドは全ての単木材積をリットルで表現していました。FOUR HUNDRED LITERとか、400リットル、0.04 m³ですね。そのような単位が使われるほど、単木材積が小さいということです。そのこと一つ取ってみても向こうが完全に有利な条件だということにはならないのではないかと思います。

もう一つ言いますと、日本では例えばカラマツなんかだったら、利用側のオーダーに応じて非常にき細かい作業が必要になっており、玉切りのサイズが10種類以上ある。そのため作業能率がどうしても低くなってしまうという話をよく聞くのですが、実はフィンランドでも玉切りサイズは10数種類以上ありました。だからそのことに関しても、向こうが有利だという話にはならないと思います。地形につきましては、もちろん平らなところが多い。ただ、必ずしも真っ平らというと、そうでもないかなという感じがします。大きな石がごろごろしていたり沼があったりで、向こうは向こうでやっぱり不利な条件がありますので、日本は条件的に不利なのでコストの差は仕方ないと考えるのは、ちょっとまずいのかなと思ってしまいました。



3. 林内路網密度の比較

この4.5倍の理由の一つとして、林内の路網密度の差が大きいです。これはドイツとオーストリアと日本の路網密度を比較した図です。たった今さんざんしゃべったフィンランドのデータが入って



いてませんが、要は日本の林内路網は整備が大きく遅れていることがコストを低くできない原因の一つと考えられます。

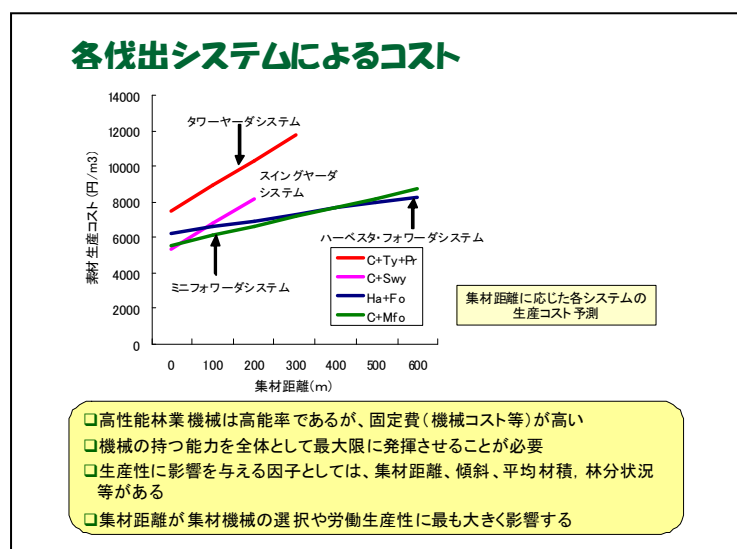
もう一つ、よく言われるのは作業システムができていないこと。機械の作業システムというのは、路網との組み合わせで成立しますので、やっぱり路網の整備が非常に遅れていることが大きな問題になってくると思います。

4. 各伐出システムによるコスト

高性能林業機械は高い生産性が期待できますが、固定費、機械コストが高くなります。そのため機械の持つ能力を最大限に発揮させることが非常に重要です。生産性に影響をあたえる因子として、集材距離と傾斜がありますが、これは二つとも路網に関係するファクターであると思います。さらに平均材積や林分状況などが挙げられますが、材積については先ほどフィンランドの状況をお話したとおり、必ずしも日本は悪くないということです。

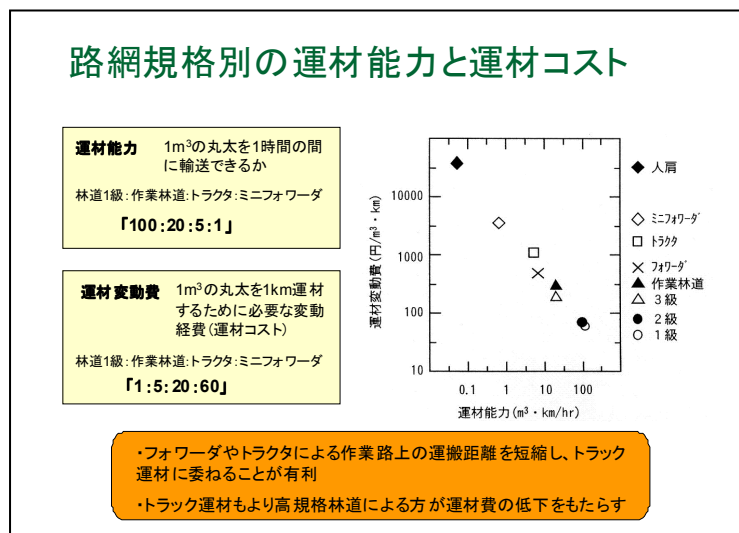
特に集材距離が集材機械の選択や労働生産者に最も大きな影響を与えるというのは、今までいろいろデータからはっきりしていることです。グラフにありますように、どの作業システムでも集材距離が長くなると素材生産コストは高くなります。集材距離が伸びるとということは、伐木作業が路網から離れたところで行われるということです。路網密度が小さくなる（X軸を右に行くと）、コストが大きくなる。すなわち路網密度と素材生産コストは反比例関係にあります。やはり路網が非常に大事であり、この整備を着実に

に行っていく必要があるとわけです。



5. 路網規格別の運材能力と運材コスト

以上のように、低コストで作業するためにはできるだけ低コストの道がいいのだという話になっていますが、いつでも必ずそうなのでしょうか。図に示しているように、 1 m^3 の丸太を1時間にどれだけ輸送できるかを比較すると、

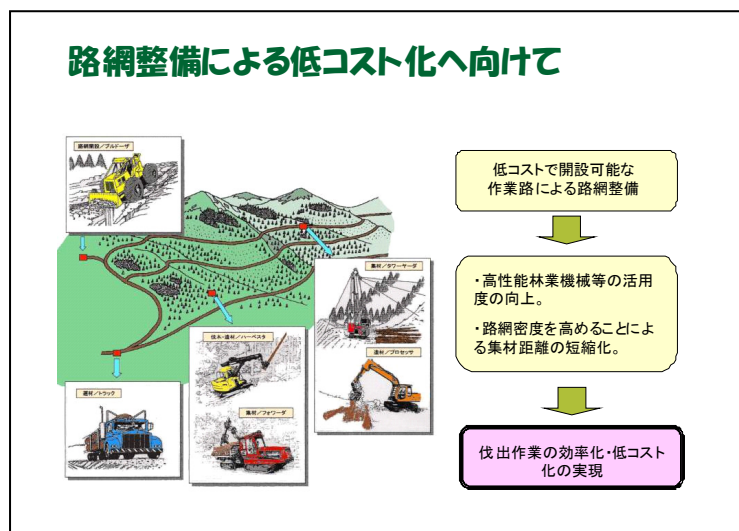


林道をトラックで運んだ場合には、作業路をミニフォワーダで運ぶ場合に比べて100倍にもなります。また 1 m^3 の丸太を1km運材するために必要な経費(運材コスト)は、作業道の場合が林道の60倍にもなっています。このように運材コストについては、低コストの作業路を小さなフォワーダで運んだ方が非常に高くついています。従って、条件をクリアーできるの

であれば、規格の高い林道をできるだけ奥までアクセスできるような形でつくるのが、全体のコストを下げる可能性があると言えます。最終的な立木にアクセスする部分についてだけ、作業路を使うのが良いと言えるのだと思います。森林路網を拡充して、フォワーダやトラクターによる作業路上の運搬距離をできるだけ短縮し、トラック運材にゆだねることが有利になると考えられる訳です。

6. 路網整備による素材生産の低コスト化

できるだけ低コストで開設可能な作業路によって路網を整備するということで、高性能林業機械の活用度を向上させること。それから、集材距離を短縮化するということで、伐作業の効率化、低コスト化を実現しようとするのが、全体のストーリーです。



7. 作業路作設の基本

作業路をつくるための基本的な考え方としては、当然のことながら切土と盛土の均衡をさせるということ。それから、傾斜が35度以上になったら構造物が必要であるが、それ以下では基本的に構造物は無しとする。土工量と切取り法面そして崩落防止の観点からは、切土法高というのは、できるだけ

小さく1.4m以下にしたいということです。1.4m以下にするということは、当然傾斜によって幅員が上限ができてしまいますので、仮に30度ぐらいの地形のところだったら2.2mの幅の道しかできませんよということになります。2.2mだと 0.45 m^3 の油圧ショベルをベースにした機

作業路作設の基本

■ 作設工法

- 切土と盛土の均衡
- 傾斜 $>35^{\circ}$ では盛土部分の構造物が必要
- 土工量・切取りのり面崩落の観点から、切土のり高は1.4m以下にしたい $>$ 傾斜によって幅員の上限(e.g. $2.2\text{m}/30^{\circ}$)
- 作業路による林地損失面積は数%

械は走れません。

ということで、これは一つの目安なのですが、できるだけこういう観点から作業路をつくりたいということです。いずれにしましても作業路による林地の損失面積はそんなに大きくないので、高密路網をつくることによって面積的な損失というのはそれほどないだろうということです。

8. 表土ブロック積み工法

今推奨されている方法の一つとして、表土ブロック積み工法というのがあります。これは単純に切取・盛土を行うだけではなく、まず路面全体を切取り、その上にブロックを積上げるという工法です。一般に、斜面上の作業路は盛土の部分はどうしても崩れやすい。特に低コストの工法で作設すると崩れやすいと考えられます。

低コスト作業道の作設方法の例 表土ブロック積み工法

A工法:通常工法



山側の法面を切り取り、その土を谷側へ移動させて盛土をつくる

盛土が斜面上にできるので低コスト道では不安定になりがち

B工法:表土ブロック積み工法



盛土高まで地山部とともに掘削し、締め固めながら盛土し、路盤をつくる。

地山の上に盛土の路体ができるので締固めがしっかりできれば、安定した路体となる

それを避けるために、あえて一部は手間のかかる工法を採用して壊れにくい路盤をつくっていく、そういうやり方です。通常の工法では、盛土が斜面上にできるので不安定になりがちですが、この工法では、地山の上に盛土の路体ができるので、しっかりした作業路がつくりやすいという考え方です。

ただし、この方法は路面全体を締固めをしなければいけないので、締固まりにくい土質であるとかえって軟弱な道になるおそれがあります。どこでも使える方法ではないと考えています。

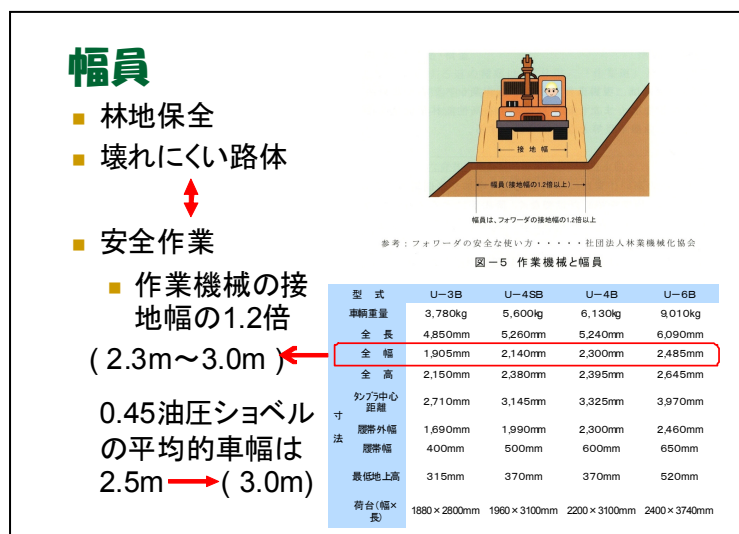
9. 低コスト作業路の例

この写真は表土積ブロック工法で作設した低コスト作業路です。現地で発生した伐根などを埋込んで盛土部分を補強しています。このような補強によって、崩れにくい作業路になると言われています。



10. 作業路の幅員と機械幅

先ほど幅員 2.2 m という話が出ました。壊れにくい路体という面では、できるだけ幅が狭い方がいいのです。さらに幅員が小さいと、作設費、林地への影響を小さくでき、少人数で小形車両による



効率的な作業が可能と考えられます。反対に幅員が大きければ、積載量、走行速度、機械の耐久性、作業能力などを大きくできます。また安全作業の面から、使用する機械の接地幅よりある程度広い必要があります。作業路の機械に対する幅員の余裕は、大体 1.2 倍必要とされています。

表にはフォワーダの仕様を示していますが、北海道で比較的良好に使われる U 6 B の全幅は 2.48 m です。それから、0.45 m³ クラス油圧ショベルも 2.5 メートル程度の全幅があります。そのことから道内の作業路の幅員は 2.5 m の 1.2 倍ということで、やはり 3 m は必要と考えられます。道外の急傾斜林分で、小型のフォワーダを想定して設計される作業路では、2.2 m の幅員も考えられるということです。

幅員と機械幅

- 幅員と車両
 - 幅員大: 積載量, 走行速度, 機械の耐久性・作業能力が大きい
 - 幅員小: 作設費, 林地への影響が小さく, 少人数・小形車両による効率的な作業が可能
- 1.5~2m: 小形運材車による間伐
- 2.3~2.9m: タワーヤード, 小形フォワーダ間伐
- 3m: ホイールトラクタ, 高性能林業機械(ハーベスタ, プロセッサ, フォワーダ..)

縦断勾配

- 切盛法高・伐開幅の抑制
- 安全通行・作業可能な勾配
- 路面排水を考慮

縦断勾配(目途)
平均18%(10°)以下
下げ荷の場合は最大36%(20°)まで

11. 作業路の縦断勾配

すでに述べましたように、切り盛り法面の高さはできるだけ抑制したいです。それから作業路作設のための伐開幅もできるだけ狭くすることが望ましい。通常、林道をつくる場合にはかなり余裕を持って伐開するかと思うのですが、作業路の場合は幅員のぎりぎりに伐開を行うことになります。道のすぐわきに立木が立っていることになりませんが、このことも作業路

の安定に積極的に利用しようとする考えです。

それから安全性と作業性を考慮して、縦断勾配は平均18%（10度）以下にします。ただし、下げ荷集材に利用するのであれば、部分的には最大36%（20度）まで許容することにします。これは路面の排水という問題も考えてということです。

12. 路網の設計・施工

作業路は舗装されませんし、掘削して簡単に転圧しただけの道になりますので、水を上手く路外に排水することが非常に重要です。路上の水はできるだけ流さないようにして、速やかに路外に排水

路網の設計・施工-排水と環境保全を配慮する

- 分散排水
 - 路網全体の排水機能をデザイン
- 木製構造物の利用
 - 耐用・強度の特性を理解する
- 樹幹と雨滴衝撃・溪畔域での配慮
 - 影響調査・マニュアルの整備

水できるような線形、配置、構造が求められます。また排水も大量の水が1カ所に集まらないような形で、分散排水するようなデザインが必要です。そのため場合によっては、外カントと言われている通常の道の常識からいうと逆方向の外側、つまり谷側に少し傾いたような形の道を実際につくっているところもあります。ただし外カントで実際に機械に乗っていると非常に怖い感じがするようです。

分散排水の観点からは外カントは一つの良いアイデアですが、安全の面からはどうなのかなという感じします。

次に木製構造物の利用ですが、作業路作設場所で発生した伐開等の支障木等を利用して、できるだけ構造物をつくるようにします。その場合、耐用年数や強度の特性をよく理解して利用することが必要です。先ほど写真にありました伐根の利用も、一種の構造物と考えられます。

それから樹幹と雨滴衝撃による路面保護の問題や、特に重要なのは、排水関係などに溪畔域での配慮が必要ということです。

作業道の環境・水土保持に対するプラスの効果

- 作業道自体も一つの排水施設（砂防ダムに匹敵する機能）と考える
 - 作業道の構造や配置を工夫することで、土砂や水の流れを制御する
 - 側溝に土砂を貯留させる
 - 降雨を地下浸透させる
 - 路面を流れる雨水を減らし、下流域への土砂流出を抑える

13. 環境に対するプラスの効果

このことは作業道と作業路または林道どれについても該当しますが、路網が環境と水土保持に対してプラス効果があることが議論されています。路網自体も一つの排水施設、道自体が砂防ダムに匹敵する機能があるという考え方です。

そのためには、側溝の機能を損うことなく土砂を貯留させること、降雨をできるだけ地下に浸透させるやり方、それから路面を流れる

雨水をできるだけ減らして下流域の土砂率を抑えるなど、きめ細かな設計が必要です。さらに作業道などの線形や配置を工夫することで、土砂はできるだけ作業道から出さないようにし、排水だけすみやかにできる形に制御できれば、このような効果も大きくなっていくのではないのでしょうか。

Ⅲ まとめ

とりとめもない話になってしまいましたが、最後にこのスライドでまとめいたします。

路網の必要性・種類： 林道は森林管理の動脈であり、作業路は毛細血管の役割を担うものです。低コスト作業道の必要性が非常に高くなっていますけれども、一方で大型車両が走行できるような規格の高い林道も重要になっています。

低コスト作業路の概要： 作業道、作業路はもともとの定義では継続利用しないことになっていましたが、現在は継続使用される道としてメンテナンスされることが多くなっています。その線形や

まとめ

1. 路網の必要性・種類

- 林道は動脈、作業道(路)は毛細血管の役割を担う
- 低コスト作業道の必要性が高くなっているが、一方で大型車両が走行できる林道も重要である

2. 低コスト作業路の概要

- 作業道(路)は、継続使用される道で、その線形・幅員などは、作業と地形等自然条件に依存する。
- 壊れにくい作業道(路)が重要。作り方を誤らなければ、森林環境、地球環境にプラスにも働く

幅員などは、想定する施業・作業や、地形など自然条件に合わせて作設する必要があります。また、壊れにくい作業道・作業路をつくることが非常に重要です。作り方を誤らなければ、森林環境にプラスの効果も期待できると考えられます。

以上で、私の話を終わらせていただきたいと思います。ありがとうございました。

(拍手)

○司 会：ありがとうございました。

林道技術者にとっても大変具体的なお話をしていただいたわけですが、ここで質問を受けたいと思いますが、どなたかいらっしゃいますか。

○広 野：治山林道協会の広野ですけれども、先ほどの林道の開設費用の資料がございました。民有林林道と国有林林道が比較されておりましたけれども、随分価格が違うということがありましたので、国有林の規格構造というのを手元の資料をお話いただければと思います。

○佐々木：この数値はいろいろなデータが入っている平均だと思います。国有林の林道は基本的に全く舗装していませんが、民有林の林道は舗装して、ガードロープがついていたりするような林道も結構多いのではないのでしょうか。そういう意味では、単純に比較するのは不適當であったかもしれません。

○司 会：ありがとうございました。

では、先生にもう一度拍手をお願いいたします。

(拍手)

○司 会：どうもありがとうございました。

これもちまして講演会を終了させていただきます。長時間にわたりありがとうございました。