基礎・共通編



1 基本・共通事項

1-1 「森林作業道」とは

「森林作業道」は、主として林業機械の走行を予定するものであり、走行する車両には2 t 積程度の小型トラックなどを含み、森林施業のために特定の人が利用するものである。

森林路網とは、林道、作業道、森林作業道(集材路)から成り、これらを総称して森林路網(Forest road net)と呼ばれてきましたが、平成22年7月、国の「森林・林業再生プラン」の「路網・作業システム検討委員会」で、路網の区分が見直され、以下のとおりと定義されました。

- ※ 「森林作業道」は、主として林業機械の走行を予定するものであり、走行する車両には 2 t 積程度の小型トラックなどを含むものとして整理し、森林施業のために特定の人が 利用するもの。

「森林作業道」は、特定の者が森林施業のために利用するものであり、主として林業機械(2 t 積程度の小型トラックなどを含む)の走行を予定するものです。また、集材等のために、より高密度な配置が必要となる道で、作設に当たっては、経済性を確保しつつ、丈夫で簡易な構造とすることが求められます。

そこで本書は、この区分に準拠した「森林作業道」について、その作設方法等の基本的な事項を 取りまとめました。

					以 1 1 林州 木色 V 全 木 5 木 1				
路	網		X	分	森林作業道				
	目的			的	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整備				
走	行	Ē	₽	両	林内作業車両、一部2t級トラックの走行も想定				
整	備	•	管	理	通常、森林所有者や事業者によって整備され、維持管理される				
使	使 用 期 間 継続的に使用できるもの(ただし、簡易な補修で復旧す		継続的に使用できるもの(ただし、簡易な補修で復旧できる施設)						
構	造		造物		簡易的構造物(現地発生材等)				
設	設計速度		度	特に規定なし					
計	計 幅員(全幅員		幅員(全幅員)		2.5~4.0m以内(3.0m程度)				
	曲線半径		径	R=6.0m以上(場合によりスイッチバック可)					
条	縦	14代	<i>(</i>	#J	10度 (18%) 以下				
件	机比		断勾配		<u> </u>			(クローラタイプの場合は 10 度以上可、短区間に限って)	

表 1-1 森林作業道の基本的条件

1-2 森林作業道作設の目標

森林作業道は、「低コストで、壊れにくく、耐久性のある道」でなければならない。

森林作業道は、「低コストで、壊れにくく、耐久性のある道」でなければなりません。また、簡易な修復で復旧できる森林作業道を作設することを目標とします。

(1) 森林づくり・林業活動における役割

森林づくりを持続的に進めていくためには、木材資源を有効に活用しながら、森林所有者や事業体の経営が成り立っていくことが重要です。現状では、木材価格の状況等から間伐材の生産利用は限られていますが、可能な限り収益を上げて森林所有者に還元し、将来植栽する際の資金に充てられるような仕組みづくりが求められます。そのためには低コストで間伐材を生産できるよう、それぞれの地域に合った作業システムを構築していく必要があります。また、森林資源が将来にわたりスムーズに生産・流通・利用できる仕組みを構築するために、長期にわたる資源の維持、確保と計画的な施業が不可欠であるため、集約化(団地化)を行う必要があります。

これらの対策として、林内道路網の整備と高性能林業機械等を組み合わせた低コストで効率的な作業システムの構築が有効な手段となります。地域に即した作業システムによる施業に直結した効率的な路網づくりを行うことは、森林づくり・林業活動における低コスト化になります。さらに、簡易な修復で復旧できる森林作業道を作設することは、持続的な森林経営の礎となり、森林経営のトータルコストを抑制できる「低コスト林業」の一翼を担うことになります。

(2) 道づくりにおける低コスト化

高性能林業機械は、生産能力が高いものの高価であるため、高性能林業機械等の林内作業車を有効に使用するためには、林内路網は'低コスト'で作設する必要があります。森林作業道は、公共施設ではありません。森林施業に特化した道であることから、低コストで作設することも重要です。

ただし、丈夫な構造の道でなければ、森林を荒廃させる要因にもなり、トータル的に高コストになってしまうこともあります。

(3) 壊れにくく、耐久性のある道

森林施業を効率的に実施するためには、 安全に作業ができることが必須条件となります。そのため、車両通行だけでなく、 路体自体が作業ヤードとなる森林作業道は、'壊れにくく、耐久性がある'ことが 条件となります(図 1-1)。

さらに、森林作業道を作設して施業しただけで '後は知らない' では困ります。森林作業道が山地災害 (荒廃) の誘因となる可能性も考えられるため、「壊れにくく、耐久性のある森林作業道」が必要です。

路体が壊れやすく、耐久性がないと安全な作業ができません!



図 1-1 「壊れにくく、耐久性のある作業道」は、 作業の安全性を高めます

1-3 作設地域の自然特性の把握

森林作業道作設に当たり、対象地域の地形、地質、土壌などの自然特性の把握に努める。

森林作業道の作設に当たり、対象地域の地形、地質、土壌、気象などの自然特性の把握に努めてください。これは、森林作業道の作設だけでなく、森林の管理など林業活動にも必要な事項です。 地形、地質、土壌等は、既存の資料を用います。森林基本図等(長野県版森林 GIS)、地形図にもいろいろありますが、地形を読み取るには、対象地の市町村等が保有する都市計画図など、最新の地形図を用いることをお勧めします。

また、現在は、地形図、地形分類図、地質図、土壌図などがインターネットで閲覧または入手可能となっています。「土地基本分類調査」にはこれらの図面が揃って公開されていて、国土交通省のホームページからダウンロード可能です。さらに、地形の計測などに使用できるフリーソフト(数値地図「カシミール 3D」など)もあり、これらを活用します。

1-4 地形・傾斜の把握

対象地域の地形概要を把握し、作設の難易度や作業システムを検討する。

既存資料を用いて地形概況を把握して、作設の難易度の検討や作業システムの選択根拠とします。 上記(1-3)の資料を用いて対象地域の自然特性等を把握しますが、下記に長野県の地形、傾斜等 の概要を記載します。

(1) 地形

長野県は山地の総面積が84%を占める山岳県です。そしてその地形は、山地(火山地を含む) と低地との対照が明確です。

長野県内には、日本の広域的な地質構造区分上特異な地帯であるフォッサマグナや、西南日本から連続する中央構造線と呼ばれる大規模断層などがあり、しかも山地と盆地がモザイク状に入り組む複雑な地形が発達しています。

県の北東部はフォッサマグナに属し、主に 1000~2000m級の山地からなり、浅間山や八ヶ岳等の火山も多く分布します。フォッサマグナの西縁には糸魚川-静岡構造線という大規模断層があり、この構造線に沿って松本盆地や諏訪盆地などが連なります。盆地内には、多くの扇状地やはんらん原からなる低地が分布します。また県の東側中央には南から北へ千曲川が流れ、これに沿って佐久・上田・長野・飯山盆地が分布します。

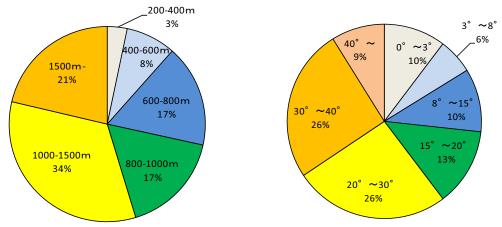
県の南西部には、日本アルプスを構成する赤石・木曽・ 飛騨山地と呼ばれる3000m級の大起伏山地が、それぞれ北東南西方向の軸をもちながら南北に並行配列しています。これらの山地の間には木曽川や天竜川が流れ、とくに天竜川沿いの伊那谷には古い扇状地に由来する多くの段丘地形が発達しています。



図 1-2 長野県全域

(2)標高と傾斜

長野県の標高分布は、標高 200m以下の低地はほとんどなく、標高 1000m以上が全体の55%を占めています(図 1-3 左、図 1-5)。



※「縮尺20万分の1土地分類図付属資料(長野県)」参考※標高・傾斜分布面積は昭和48年土地分類調査時点の面積から旧山口村面積を控除図1-3 標高分布割合(左)と傾斜分布割合(右)

傾斜分布は、20度以上の丘陵山地帯が全体の61%を占めています(図 1-3 右、図 1-6)。 長野県内を東信・南信・中信・北信の4区分として、県行政区分(地方事務所単位)による傾斜 分布は以下のとおりとなります。

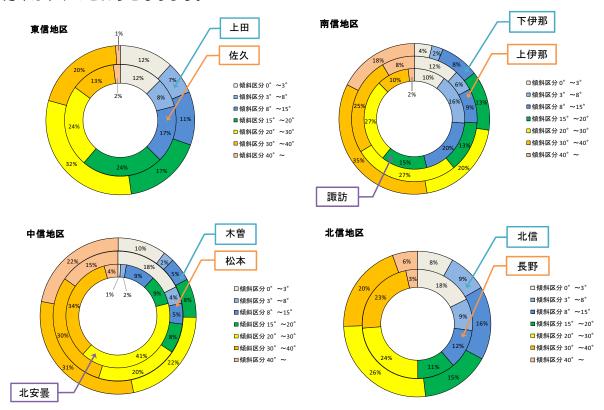


図 1-4 県内 4 区分(東信・南信・中信・北信)の 県行政区分(地方事務所単位)による傾斜分布

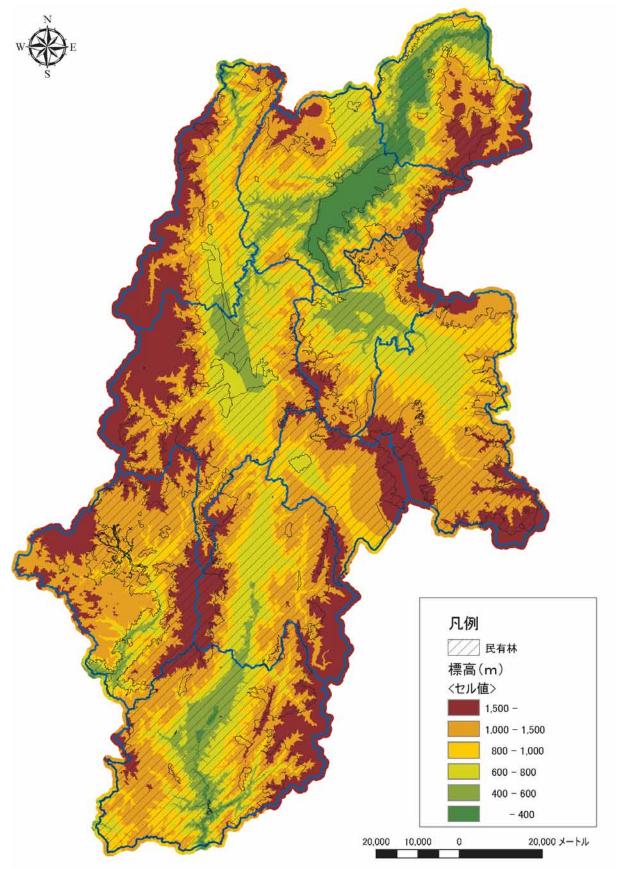


図 1-5 長野県の標高分布

国土地理院の50mメッシュ数値地図データを用いて標高分布図を作成。民有林区域は図中黒斜線部。 (作成: 県林業総合センター戸田堅一郎)

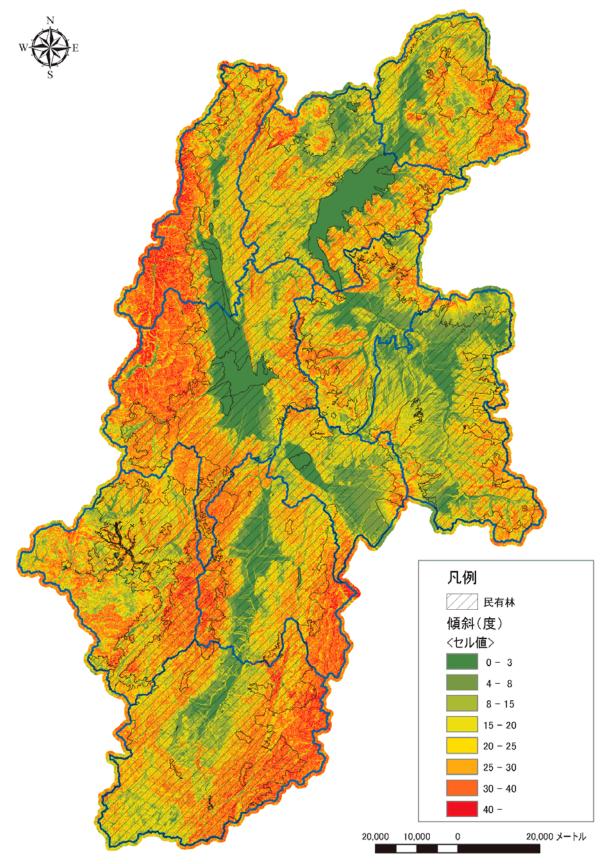


図 1-6 長野県の傾斜分布 国土地理院の50mメッシュ数値地図データを用いて傾斜分布図を作成。民有林区域は図中黒斜線部。 (作成:県林業総合センター戸田堅一郎)

1-5 地質と崩壊地

対象地域の地質概要を把握し、作設の難易度や作業システムを検討する。さらに、対象地域周 辺の崩壊地、地すべり地等を把握する

地質構造は地形傾斜とともに森林作業道の作設における重要な因子です。対象地の地質構造の把握に努めてください。既存資料を用いて地質概況と周辺地域の崩壊地や地すべり地の分布を把握して、作設の難易度の検討や作業システムの選択根拠とします。前述(1-3)の資料を用いて対象地域を把握しますが、下記に長野県の地質と崩壊地及び地すべり地の分布の概要を記載します。

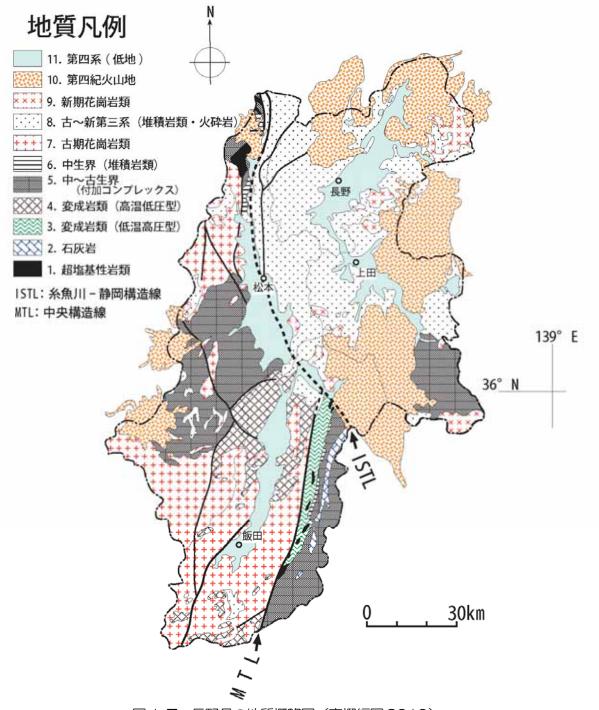


図 1-7 長野県の地質概略図 (富樫編図,2010)

(1) 地質

長野県の地質は複雑です。長野県は、糸魚川-静岡構造線(図 1-7 の I STL)と呼ばれる大規模断層を境に、県の南西部と北東部で基盤地質が大きく変わります。

県南西部は主に中生代以前の地質時代に形成された古期岩層の分布域で、県北東部は新生代新第三紀以降に形成された中期岩層の分布域です。古期岩層は西南日本に広域に連続分布する地質の延長で、それらはさらに諏訪湖付近から南~南西方向へ走る中央構造線(図 1-7 のMTL)と呼ばれる大規模断層によって二分されます。中央構造線を境に東ないし南東側は西南日本外帯の地質区に、西ないし北西側は西南日本内帯の地質区に分けられます。

また、県北東部はその全域がフォッサマグナと呼ばれる地質区に属しています。フォッサマグナとは、日本列島中央部に認められる大陥没構造をもつ地帯のことで、新生代新第三紀の時代には海が入り込んで厚い海成層が堆積しましたが、その後隆起に転じ、山地をつくった変動帯です。

県南西部を構成する地質は、泥岩・砂岩・礫岩などの堆積岩類や、花崗岩などの火成岩類、あるいは結晶片岩・片麻岩などの変成岩類といった多種多様な岩石からなっています。そのなかには石灰岩や超塩基性岩(蛇紋岩)といった特殊な化学組成をもつ岩石が含まれます。

一方、北東部のフォッサマグナ地域は、主に新生代新第三紀の海底に堆積した、泥岩・砂岩・礫岩・火砕岩やそれらに貫入した小規模な花崗岩体からなります。県北部の北部フォッサマグナ地域には、比較的軟質な新第三紀の堆積岩類が分布し、第四紀以降の地殻の変形や隆起運動などの影響により、地すべりが集中する地域となっています。

さらに、上記の地質を覆って、第四紀の最新の地質時代に形成された新期堆積物が分布します。 新期堆積物は、火山活動にともなって堆積した火山砕屑物と、低平地に分布する扇状地性の堆積物 に二分されます。前者の分布は、第四紀火山の分布域と一致し、溶岩流・火砕流・泥流・火山灰な どの堆積物から構成されます。後者は主に砂層・礫層・泥層からなる陸成の未固結堆積物で、それ らは河川の氾濫や土石流などの繰り返しによって山地から供給され、盆地や基盤の凹地を埋めるよ うに堆積したものです。山地と低地の境界付近や盆地の縁にあたる部分には活断層が多く存在しま す。

「参考」「付加コンプレックス」

地球上に起こっている種々の地殻変動を統一的に説明する理論として、プレートテクトニクス理論があります。

付加コンプレックスは、この理論の進展とともに認識されるようになった特徴的な地質体の名称です。大陸地殻や島弧の縁の海底で斜め下方に向かって海洋プレートが沈み込んでいく際に、海洋プレートの上に堆積していた地層がはぎとられ、大陸地殻につぎつぎと付け加わっていきます。このようにして形成された地質体が付加コンプレックスです。日本では1970年代以降の研究によって、それまで「秩父帯」「美濃帯」「四万十帯」などという名称で呼ばれていた地層の大部分が、中生代~古第三紀にかけて形成された付加コンプレックスであることがわかっています。付加コンプレックスの中には砂岩層や泥岩層とともに、様々な規模のチャートや石灰岩などの地質ブロックが、強く変形を受けながら泥質岩中に混在するような地質体が大量に含まれるという特徴があります。

解説: 富樫 均委員(長野県環境保全研究所)

(2) 崩壊地分布と地質との関係

1970年代から80年代にかけて、長野県全域を対象に崩壊地分布を調査した結果があります(北澤1999)。それによれば、県全域で61,494箇所の崩壊地があり、崩壊面積80.22Km²、崩壊面積率0.59%となっています。また地域別の崩壊面積率は、下伊那1.16%、上伊那1.05%、北安曇1.02%で、もっとも低いのは千曲市周辺(旧埴科郡)の0.07%となっています。さらに、県の北東部と南西部で崩壊地を集計し比較した結果では、崩壊地は圧倒的に県南西部の古期岩層分布域に多く、崩壊の規模も大きいとされています(図1-8左)。この集計では崩壊地に地すべりは含まれません。

(3) 地すべり地分布と地質との関係

平成 11 年(1999年)3月時点における長野県の地すべり危険箇所数は、1949箇所で全国 都道府県の中でもっとも多く、また同年の地すべり防止区域の指定状況は、587箇所で全国3位 の箇所数となっており、平成16年(2004年)3月時点には615箇所に達しています((社)日本地すべり学会、2007)。

県内の地すべりを地質条件との関連からみると、長野県北部から新潟県にかけての新第三紀層の 分布域は、わが国における典型的な第三紀層地すべり地帯であり、高密度に地すべり地が集中しま す。県北部のフォッサマグナ地域に県内の地すべり分布の約70%が集中しており、その他には県 南部の中央構造線沿いなどに、まとまった地すべりの分布が認められます。また、県南部において 南アルプスの西麓を走る中央構造線の周辺には、破砕帯地すべりの例が多く、さらに、県中央から 東北部の火山地域の周辺には温泉地すべりの例がみられます(図1-8右)。

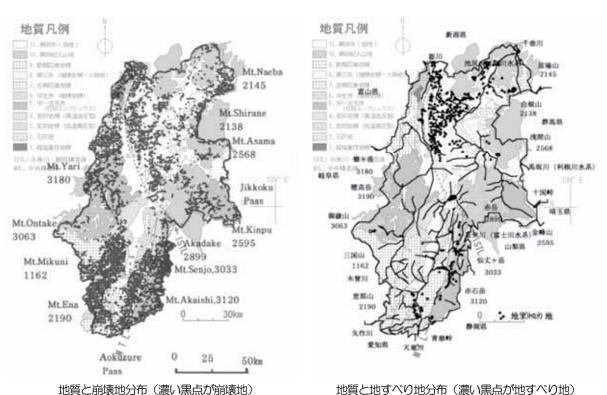


図 1-8 長野県の地質と崩壊地、地すべり地分布 富樫編図 (図 1-7) に北澤 (1999) の崩壊分布図を画像処理にて合成

(4) 脆弱と想定される地質

地質に関する評価は、一般に岩石種だけではなく、地質年代、あるいは亀裂の発達程度や風化状態などによっても大きく左右されます。そのため、地質と災害を一義的に対応づけることはできませんが、地盤構成物質として相対的に脆弱と考えられるものとしては、以下のような地質があげられます。

例えば、砂や泥、砂と粘土、礫・砂・粘土の互層などの未固結堆積物や未固結の火山砕屑岩、マサ土とも呼ばれる花崗岩の強風化部分、あるいは片理の発達した変成岩類、鉱物組成や化学組成がやや特殊な岩石である蛇紋岩(超塩基性岩)などには注意を要します。また、断層や摺曲構造などの地質構造が、斜面崩壊等の発生箇所の分布に影響する場合も多いとされます。

長野県の地質は多種多様で構造も複雑であるため、小縮尺の地質区分図だけで判断することは危険で、地域の特性ならびに対象地周辺の崩壊状況及び露岩状況等を確認して、危険度を推定する必要があります。

主な地質の特徴を以下に示します。

表 1-2 長野県内に分布する主な地質(岩種)の特徴

以12 以上がらにのできる上のの点(口住)の方面							
地質区分 (図 1-7 参照)	岩種別	特 徴					
11. 第四系 10. 第四紀火山地 (火砕岩など)	未 固 結 堆 積 物	続成作用(石化作用)がすすんでおらず、固結していない堆積物の総称。多くは低地や山腹斜面の表層部に分布する。					
8. 新〜古第三系 6. 中生界(堆積岩類) 5. 中〜古生界 (付加コンプレックス) 2. 石灰岩	堆 積 岩	既存の岩石が風化・削剥されて生産された礫・砂・泥、または 火山灰や生物遺骸などの粒子(堆積物)が、海底や湖底などの 水底や地表に堆積し、続成作用を受けて固結した岩石。固結の 程度が弱い泥岩層等は、崩壊や地すべり発生の際の弱線(すべ り面)になる場合がある。					
10. 第四紀火山地 (溶岩など) 9. 新期花崗岩類 7. 古期花崗岩類	火 成 岩	地下深くに存在するマグマが冷えて固まって出来た岩石。火成岩は火山岩(火山噴火によりマグマが急に冷えて固まったもの)と深成岩(マグマが地下でゆっくり冷えて固まったもの)に大きく分けられる。また、岩石に含まれる二酸化珪素(SiO ₂)の量や鉱物組成、岩石組織の違いにより、玄武岩、安山岩、花崗岩などのように岩質が細かく分類される。					
4. 変成岩類 (高温低圧型) 3. 変成岩類 (低温高圧型)	変 成 岩	既存の岩石が強い熱や圧力を受けて形成される岩石で、再結晶作用によって変成鉱物が晶出し、片理などの特有の構造がみられる。広域変成岩、接触変成岩、動力変成岩に分類され、さらに、鉱物組成や岩石組織により、緑色片岩、ホルンフェルス、マイロナイトなどのように細かく分類される。					
1. 超塩基性岩類	蛇紋岩※	かんらん岩等の二酸化珪素(SiO ₂)に乏しい超塩基性岩類が風化・変質して出来る岩石。かんらん石や輝石が変質して生じた蛇紋石と呼ばれる粘土鉱物が多く含まれる。不規則な亀裂が発達して脆弱化しやすいため、崩壊等の土砂災害の素因となりやすい。県内では、県南部の中央構造線の近くや県北部の北アルプス北部地域に分布する。植生復元は困難。					

「災害に強い森林づくり指針解説長野県林務部、2008」pp63-66,富樫均分担を一部加筆

※蛇紋岩は岩石分類名であるが、脆弱化しやすいため、特に記載した。

1-6 土壌

対象地域の土壌概要を把握し、作設の難易度や作業システムを検討する。

森林土壌は作設における土工等の難易度などを判断するうえで重要な因子です。対象地の土壌分布の把握に努めてください。前述(1-3)の資料を用いて対象地域を把握しますが、下記に長野県の森林土壌の概要を記載します。

(1) 森林土壌型の分布

長野県民有林の土壌型別分布面積率は、褐色森林土群 79%、ポドゾル群 4%、黒色土群 16%、その他(未熟土・受食土等) 1%となっています(図 1-9)。

褐色森林土群(Brown forests soil group: p 15 参考写真.1 左)は、ほぼ全県で 70%以上を占め、下伊那地方が 94.4%と最も高い割合を示します。黒色土群(Black soil group: p 15 参考写真.1 右)は、諏訪地方で 42.1%、佐久地方で 30.5%となっています(図 1-10)。

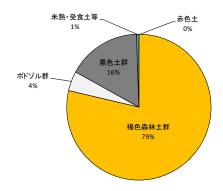


図 1-9 長野県民有林の

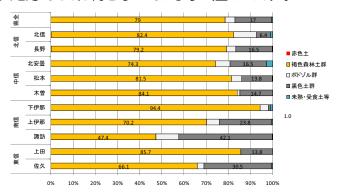


図 1-10 県内地域別の土壌型分布面積率

(図中値は、褐色森林土群と黒色土群の割合)

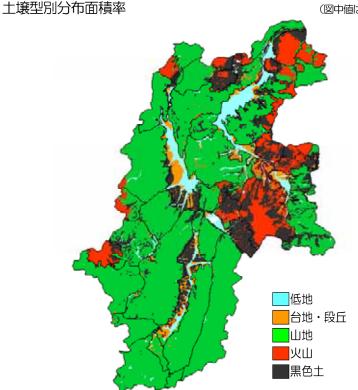


図 1-11 長野県の地形分類と黒色土分布図 (国土交通省土地・水資源局国土調査課 20 万分の1土地分類調査 GIS データを使用)

(2) 森林土壌の物理性

土壌の物理性の指標である細土容積重(単位容積あたりの細土量)は、褐色森林土群は黒色土群 よりも各層位とも大きな値を示し、固相率(細土、根、礫からなる固体部)も同様な傾向を示しま す。透水速度において褐色森林土群が黒色土群より大きな値を示します(表 1-3)。

	10 0	190///117			
土壌群名	層位名	細土容積重 (g/cc)	固相(%)	透水速度 (ml/min)	試料数 (N)
	A, A1	71	27	103	56
 褐色森林土群	A2	85	31	121	8
梅巴林怀上群 	B, B1	94	33	68	55
	С	99	35	58	20
	A, A1	54	23	81	43
田在上刊	A2	59	23	68	24
黒色土群	B, B1	76	28	49	36
	С	77	27	33	11

表 1-3 褐色森林十群と黒色十群の十壌理学性

※表中値は、資料平均値(資料数は実数)

※片倉正行(2010)長野県民有林の土壌,p60,表-3を転記(一部控除)

【参考】 '黑色土'

黒色土は、厚い黒色ないし黒褐色の層(A層)があり、火山山麓台地や隆起準平原などの緩斜 面に主として分布します。農業土壌では'黒ぼく土'と呼ばれ、肥沃度が高く重要な土壌とされ ています。森林内では大部分は適潤性ないし弱湿性として分布します。

この土壌は火山灰が関与したものと考えられており、世界土壌図区分では 'アンドソル' (a ndo=日本語の暗土)として、火山灰を母材とする土壌として分類されています。

上記表 1-3 の透水速度の結果をみると黒色土群は褐色森林土群よりも透水速度が小さくなっ ていて、黒色土群の方が水はけに劣ることが分かります。軟弱になり易いこともあり、森林作業 道の作設には注意が必要な土壌です。



褐色森林土 (B_D)



黒色土(Bln)

写真.1 土壌断面写真

1-7 気候・気象

対象地域の気候・気象条件、特に降水量を把握し、作設時期の検討を行う。

対象地域の気候・気象条件を調べ、特に雨の降り易い時期、降水量を把握して、作設時期の検討を行います。以下に長野県の気象・気候特性を記載します。

(1) 気象・気候概要

長野県は海岸から遠く離れた内陸に位置していることから、全県的に内陸特有の気候が明瞭となっています。一日のうちで最も高い気温と、最も低い気温との差(日較差)、一年のうちで最も高い月の平均気温と、最も低い月の平均気温との差(年較差)が海岸地方に比べて大きく、湿度が低くなっています。一年の降水量も少なく、特に北部や中部の盆地では東日本の太平洋側、北海道および瀬戸内海と並ぶ年間 1,500mm 以下の雨の少ない地域となっています(図 1-12)。

また、冬季では、北部は季節風の影響で雪の日が多く、中部や南部の平地は季節風が山脈を越えてくるため空気が乾燥し、晴れの日が続きます。

(2) 災害をもたらす気象

長野県内の降水量は6月から9月にかけて多く、一年を通して降水量の最も多い月は7月もしくは9月です。7月と9月の平均降水量を地域ごとに比較すると、伊那谷南部から木曽地方にかけてと、北アルプスの山沿いで多くなっています。この傾向は年平均降水量にも現れていて(図1-13)、長野県に低気圧が西から移動してきた際に県西部の山岳部で雨雲が上昇し、多量の降水がもたらされること、前線の停滞時に本州の南海上から湿った暖かい空気が流れ込んだ場合に木曽・伊那地域の山岳部の南西向きの斜面で上昇気流により、雨雲が発達して降水量が多くなることによります。

豪雨による災害地域の分布は、平均降 水量の分布とほぼ同じで、降水量の少な い東信地方で少なく、南信地方や中信地 方で多い傾向となっていましたが、近年 の災害発生については、年平均降水量の 少ない地域での局所的な集中豪雨(参 考:ゲリラ豪雨参照)によるものが多く なっています。

豪雨災害は、長時間にわたって一定以 上の雨が降り続く長雨で発生する場合

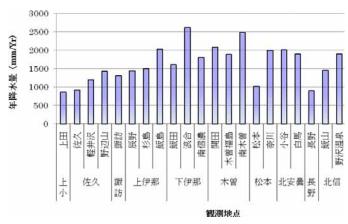


図 1-12 県内の主な地点の平年の年間降水量 (統計期間: 長野、松本、飯田、軽井沢、諏訪は1971~2000年、その他の地点は1979~2000年)

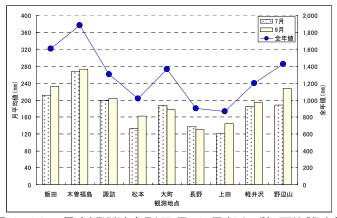


図 1-13 県内観測地点別7月、9月および年平均降水量 (県内アメダス観測データ、飯田、諏訪、松本、軽井沢、長野は1971~2000 年の30年続計値、その他は1979~2000年の22年続計値)

と、短時間の強雨で発生する場合及び長雨と短時間強雨の両方が同時(複合して)に発生する場合があります。台風や梅雨前線などによる豪雨は、両方が同時に発生することが多いので総降水量が多くなり、被災面積が広くなるなど災害規模が大きくなります。一方、短時間強雨のみによる大雨は、局地的に発生するので被災面積が狭い傾向となります。近年、このような降雨が頻繁に発生しています。平成22年7月~8月にかけて発生した災害も、局地的で被災面積が狭いものでした。季節的には、前線の停滞(梅雨前線、秋雨前線)や南方からの高温・多温の空気が入り込むこと

季節的には、前線の停滞(梅雨前線、秋雨前線)や南方からの高温・多湿の空気が入り込むことの多い6月から9月にかけて、豪雨災害の発生が多くなります。特に、停滞する梅雨前線に南から湿った空気が吹き込み(湿舌)、集中豪雨がしばしば発生する梅雨期後半の7月、秋雨前線に加えて台風の襲来が多い9月は、豪雨災害の発生頻度が高くなっています。

【参考】 'ゲリラ豪雨'

近年、局地的な集中豪雨が発生しています。このような突発的に起こる局地的な大雨を「ゲリラ 豪雨」と呼んだりします。「ゲリラ豪雨」は正式な気象用語ではありませんが、主に集中豪雨の代わりとして使われている言葉です。

局地的な集中豪雨の発生のメカニズムとしては、上空に入った冷たい空気と上昇した地表付近の 湿った暖かい空気が混ざることで積乱雲が発達し、大気の状態が不安定になって局地的な大雨をも たらします。通常の豪雨と違うのは、1時間当たりの降雨量で、局所的にかつ短時間に集中的に降 るのが特徴です。梅雨期や夏季に多く発生し、梅雨期では、この発生のメカニズムにもとづく大雨 が1日や2日で終わらず、長く続くことも特徴です。

平成22年(2010年)も長野県内でこのような集中豪雨が発生しました。7月には、梅雨前線が日本海沿岸から東北地方に停滞し、前線上を低気圧が北東に進み、低気圧や前線に向かって南

から暖かく湿った空気が次々と流れ込み、14日昼前から16日にかけて南部を中心に所々で1時間に30mmから50mmの激しい雨が降りました。南信濃地域気象観測所(飯田市)では14日の日降水量が223.0mmとなり、1979年の統計開始以来、7月としての極値を更新するなど、下伊那地域では記録的な大雨となりました(図-1)。

また8月には、県内各地で大気の状態が不安定となり所々で激しい 雷雨が発生しました。1日から2日には上田で1時間に57.0mmの 非常に激しい雨を観測し、統計開始(1976年)以来第1位を記録し ました。6日には南木曽で1時間に42.5mmの激しい雨を、10日に は菅平で1時間に51.5mm、笠岳で1時間に51.0mm、奈川で1時間に43.0mmの激しい雨を観測し、統計開始(1979年)以来8 月として第1位を記録しました。

過去に見られた年降水量に比例したような豪雨災害ではなく、降水量の少ない県内の地域でも、今後このような集中豪雨が発生する可能性があります。梅雨期や夏季の雷雨が発生しやすい時期には気象情報を十分に確認してください(後述p47)。

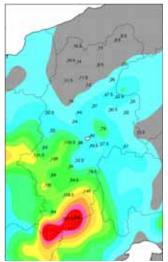


図-1 平成22 年7 月14 日から15 日12 時までの 降水量分布図

長野地方気象台

参考: 平成22年7月14日から15日の長野県の大雨に関する気象速報 平成22年7月16日 長野地方気象台 平成22年7月11日から16日の長野県の大雨に関する気象速報 平成22年7月23日 長野地方気象台 2010年(平成22年)8月の長野県内の天候 平成22年9月1日 長野地方気象台

1-8 作業システムと森林作業道

施業地の地形条件と既存の路網配置(林道等)を十分把握して、導入する林内作業機械と森林 作業道の組み合わせを検討する。

森林作業道も作業システムの一部と考えます。作業システムを検討する場合、施業森林の立地条件が重要です。最も影響を受ける要因は地形傾斜(山腹傾斜)で、既存の研究結果からも30度以上の勾配では森林作業道を含めた作業システムの適用が困難となります。前述(1-3)の地形の把握結果によって導入システムと森林作業道の組み合わせを検討します。

参考として、長野県内の地形区分によって、比較的用いられている作業システムを以下に記載します(表 1-4)。

区分	作業	作業システムの例				
	システム	伐採	木寄せ・集材	造材 (玉切り)	運搬	
緩傾斜地 (O~15°)	車両系	ハーベスタ	グラップル	プロセッサ	フォワーダ トラック	
中傾斜地	車両系	ハーベスタ チェーンソー	グラップル ウインチ	プロセッサ	フォワーダ トラック	
(15~30°)	架線系	チェーンソー	スイングヤーダ	プロセッサ	フォワーダ トラック	
急傾斜地	車両系	チェーンソー	グラップル ウインチ	プロセッサ	フォワーダ トラック	
(30~35°)	架線系	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ 短距離簡易架線	プロセッサ	フォワーダ トラック	
急峻地 (35°~)	架線系	チェーンソー	タワーヤーダ 大型架線	プロセッサ	トラック	

表 1-4 作業システムの適用例

【参考】 '作業システムの例'





(長野県林務部「森林づくり指針」より)

[※]この表は、長野県内で想定される作業システムを示したもの。

[※]緩傾斜地では、車両系(チェーンソー → トラクタ・ブルドーザ等土引き → プロセッサ → フォワーダ)が主流の地域もある。

[※]近年、導入がみられるロングリーチ式、テレスコ式は、グラップル、ハーベスタに含む。

【参考】'林業機械'

ハーベスタ: 伐採、枝払い、玉切り(材を一定の長さに切りそろえるこ

と)の各作業と丸太の集積作業を一貫して行う自走式機械。

(harvest: 収穫する)

プロセッサ:伐採木の枝払い、玉切り、丸太の集積作業を一貫して行う

自走式機械。 (process:加工する)

グラップル:油圧シリンダーによって動く一対の爪で丸太をつかんで集積する機能を持ったアタッ チメント(付属品)。建設用ベースマシンのアームの先に装着して利用するが、装着 した状態のベースマシンも含めて「グラップル」と呼んでいる。(grapple: つかむ)







スキッダ : 装備したグラップルにより、伐倒木を牽引式で集材する集材専用トラクタ。

(skid:引きずって運ぶ)





スイングヤーダ:建設用ベースマシンに集材用ウインチを搭載し、旋回可能なブームを装備する集 材機。(swing:回転する、yarder:集材機)





タワーヤーダ: 架線集材に必要な元柱の代わりとなる人工支柱を装備し

た移動可能な集材車。

フォワーダ: 玉切りした材をつかみ荷台に積載して運ぶ集材専用トラク (forward:運送する)







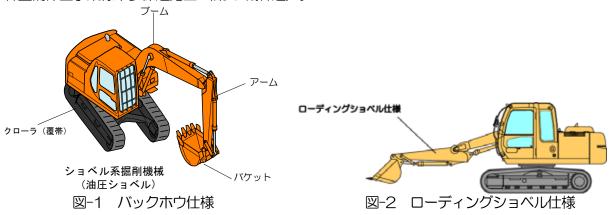
(長野県林務部「森林づくり指針」引用・一部加筆)

【参考】 "作設機械"

現在、作設重機として用いられているショベル系掘削機械は、「油圧ショベル」が主流で、「バックホウ」、「パワーショベル」、「ユンボ」などと称され、英語ではエクスカベータ(excavator)と呼ばれています。

掘削に用いるバケット(ショベル)がオペレータ側向きに取り付けた形態のものが一般的ですが、これをバックホウ仕様といいます(図-1)。一方、バケット(ショベル)がオペレータと反対側向きに取り付けた形態のものを「ローディングショベル仕様」といいます(図-2)。

建設工事歩掛においては、土工における機械掘削の機種表示はバックホウ(B.H)が一般的となっていて、「バックホウ掘削はバックホウによる掘削及び積込作業をいう。」と定義されています。例えば「掘削機種:バックホウ」、「規格:クローラ型、バケット容量山積 0.45m³」などです(森林整備保全事業標準歩係道路土工,第3編林道)。



油圧ショベルは、日本工業規格(JISA8304-1-5)によってその仕様等が規定されています。油圧ショベルの表し方をバケット容量で表すことがあり、多くの場合、バケット容量 0.45m³ クラスなどと呼びます。メーカーでは油圧ショベルの表し方を機体重量とし、バケット容量 0.45m³ クラスの機械は、9-13 トッの重量であることから、12 トックラスと呼んでいます。機械の大きさを区分すると、一般的に機体重量が 6 トッ以下を小型(ミニショベル)、6 トッから 40 トッ以下を標準、40 トッ以上が大型ショベルとなります。また、近年の油圧ショベルの形態として標準型や現場条件によって狭所作業にも適する後方小旋回型、超小旋回型など多くの機種があります(本文図 1-18)。

油圧ショベルは、油圧本体にエンジンと油圧発生装置が搭載され、運転室には操作装置が配置されています。また、足回り装置、ブーム・アームで構成されています。足回り装置は走行するための装置で、クローラ(履帯)式とホイール(タイヤ)式がありますが、クローラ式は接地面積が広く不整地走行性に優れているため、多く使われています。クローラ式には、鉄製シューとゴムクローラがあります。鉄製シューは標準シューとシングルグローサシューがあります。ゴムクローラは、鉄製シューに比べ耐久性の点では劣りますが、路面を傷めることが少なく、市街地の工事などでみられ、舗装道の自走に適しています。なお、鉄製シューにパッドを取り付けたものもあります。

1-9 幅員の決定

森林作業道は、作設する地形傾斜と、作業システムとして想定した林内作業機械によって、効率性と安全性を確保する幅員を決定する。

作業機械を考慮した場合は、機種車幅の1.2倍以上を確保する。

森林作業道は、作設する地形傾斜と作業システムとして想定した林内作業機械によって、効率性と安全性を確保する幅員を決定します。

(1) 地形勾配

①25 度以下

比較的緩やかな地形傾斜の場合、切土、盛土による移動土砂量を抑制した路体構築が可能です。 作設重機がバケット容量 0.25m³(6~7.5 t)級の場合は、2.5m幅で、作業空間、路肩として 0.5m程度を確保した 3.0m程度の幅員とします。

作設重機が0.45m 3 ($9\sim13$ t)級の場合は、3.0m幅で、作業空間、路肩として0.5m程度を確保した3.5m程度の幅員とします。

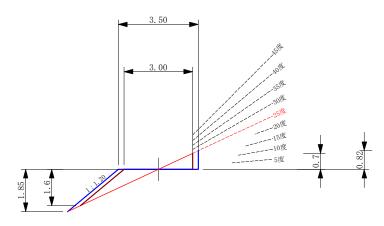


図 1-14 地形傾斜 25 度以下の基本路体横断面図

②25~30度以下

地形傾斜 25~30 度以下では、切土、盛土による移動土砂量が大きくなります。可能な限り、作設重機はバケット容量 0.25m³(6~7.5 t)級を用い、2.5m幅で作業空間、路肩として 0.5 m程度を確保した 3.0m程度の幅員とします。

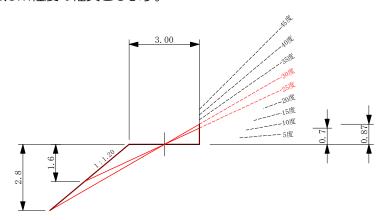


図 1-15 地形傾斜 25~30 度以下の基本路体横断面図

③30度以上

地形傾斜 30 度以上では、切土、盛土による移動土砂量が必然的に大きくなります。コンクリート構造物等を想定しない森林作業道では、カ(力学的に)で路体を構築しないため、「壊れにくい道」を作設するのは困難になってきます。30 度以上の斜面では、2.0m幅で作業空間、路肩として 0.5m程度を確保した 2.5m程度の幅員とします。この場合、作設重機は 0.25m³(6~7.5 t)級未満で、走行車両は小型車両となります。

なお、急傾斜で、路体構築が困難な場合は、無理な作設はやめ、作業システムを架線系などに変更する必要があります。

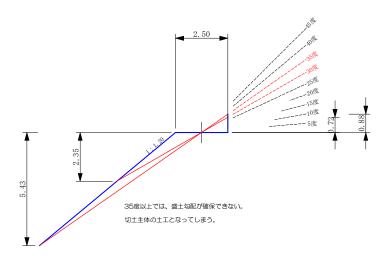


図 1-16 地形傾斜 25~30 度以下の基本路体横断面図

(2)作業機種

作業機種を考慮して幅員を決定する場合は、表 1-5 に示す機種車幅の 1.2 倍以上を確保します (図 1-17)。また、車幅だけでなく、作業の安全性も考慮する場合や森林作業道上で木寄せ・集材をする場合などは、作業機械の選択によっては、幅員の取り方で安全な作業や機械の旋回が困難になります。使用する機種も検討して幅員を決定します(図 1-18)。

区分	機種(通称)	車幅(m)	安全率1.2 (m)	安全率1.5 (m)	全幅員の 目安(m)	車幅と目安 との割合
	0.11	1.8	2.2	2.7	2.5	1.4
	0.16	2.0	2.4	3.0	2.5	1.3
ベースマシーン (ショベル系掘削機械)	0.25	2.3	2.8	3.5	3.0	1.3
(フヨ・ソレス・10年日・10名10年)	0.45	2.5	3.0	3.8	3.5	1.4
	0.70	2.8	3.4	4.2	4.0	1.4
	3tクラス	1.9	2.3	2.9	2.5	1.3
フォワーダ	4tクラス	2.3	2.8	3.5	3.0	1.3
	6tクラス	2.5	3.0	3.8	3.5	1.4
	ダンプ	1.7	2.1	2.6	2.5	1.5
2tトラック	平ボディー	1.9	2.3	2.9	3.0	1.6
	クレーン付	1.9	2.3	2.9	3.0	1.6

表 1-5 機種と全幅員の関係

※ベースマシン(ショベル系掘削機械)の機種は、バケット容量規格

※フォワーダは積載量による標準規格

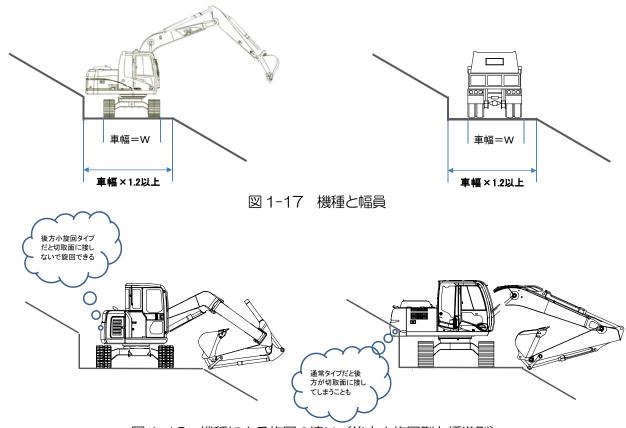


図 1-18 機種による旋回の違い(後方小旋回型と標準型)

【参考】 '大型化する林業機械'

森林作業道の幅員は、適用する作業機械の規模・規格で決まりますが、年々搬出現場で目にする 高性能林業機械が大型化してきているようです。

ハーベスタ、プロセッサ、グラップルは中型(O.45=12 t 級)のベースマシン、運材で活躍するフォワーダも 4 t 級以上が主体になってきています。東信地域の主な木寄せ・集材機械であるブ

ルドーザは、旧式 (D3,写真.1) は小型で 2m程度の幅員でも十分に 稼動していますが、最新式ブル型 (D5,写真.2) は全長 4,865mm、 全幅 2,890 mm、全高 2,765mm のサイズでした (メーカ公表デ ータ)。

森林作業道の規格は、一般的に幅員3.0m程度が多く、ハーベスタなどベースマシン中型(0.45=12 t 級)を導入する場合は、最低幅員3.0m(幅員の1.2 倍)が必要となります。4 t 級フォワーダでは最低2.6m、最新式ブル型では幅員3.5mが必要となります。

最新式ブル型以外は、幅員 3.0mがあれば、ほぼ走行には問題はないのですが、森林作業道を作業ヤードとして伐採、造材作業をする場合は多少問題があります。

作業の安全性が確保されなければ、本当の「低コスト林業」とはいえません。大型化するのであれば森林作業道の規格も大きくする必要があります。



写真.1 旧式 B.D



写真.2 新式 B.D

1-10 平面線形

森林作業道の平面線形は、地形に沿った屈曲線形を原則とする。

森林作業道は、運搬による土の流用は想定しません。したがって平面線形は、地形に沿った屈曲線形が原則となります。

切盛法高の高い森林作業道は、切盛土量の増加や路側構造物の設置等、開設コストが増加し、降雨等による法面崩壊の危険性が高まること、間伐等の森林施業の実施に支障をきたすことも想定されます。

平面線形は、等高線を考慮し切盛法高を抑え、できるだけ路側構造物の設置が少なくなるような線形を検討します(図 1-19)。なお、地形や路線配置の関係からヘアピンカーブを設置することが必要となる場合は、尾根部を活用します。尾根部は、山腹斜面に比べて傾斜が小さく地質的に安定していることが多いことや水が集まりにくいことからヘアピンカーブに適地とされています(図 1-20)。

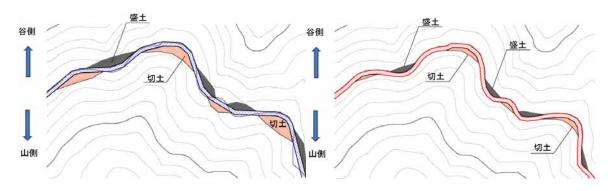


図 1-19 直線型線形(左)と屈曲線形における切・盛土の変化

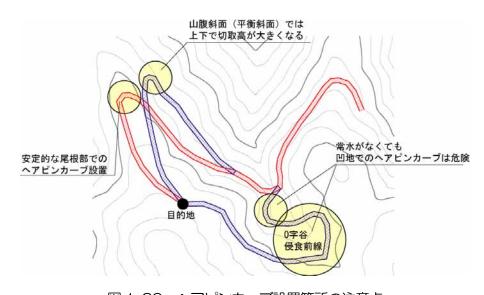


図 1-20 ヘアピンカーブ設置箇所の注意点

1-11 曲線半径

曲線半径は使用する林内作業車に対応した最小半径を設定する。なお、2 t 以下のトラックを走行させる森林作業道においては、安全に走行できる曲線半径 6.0m以上を確保する。

使用する高性能林業機械等に対応した最小曲線半径となるよう設定します。

(1) 林業機械

森林作業道の曲線半径は、使用する高性能林業機械等の規格及び生産する素材の長さ等を勘案して決定します。その際、高性能林業機械等は走行速度が自動車と比べて低いため、理論上は作業道よりも小さな曲線半径の設置が可能ですが、通行及び使用する林業機械の規格や搬出する素材の長さ等を考慮する必要があります。また、フォワーダについては、急勾配の前後に半径の小さな曲線を配置することは、安全面から避けます。

(2) 2 t トラック以下の車両

2 t トラック以下の車両の走行のためには、最小半径 6.0m以上を確保します。2 t 級トラックは、幅員 3.0m、曲線半径 6.0mで十分に走行できますが、2 t 級トラックでもクレーン付のトラックは車幅も広く、全長も長いため曲線半径 8.0m以上が必要です(図 1-21、表 1-6)。さらに、内輪差、スリップを考慮して拡幅部をとるようにします。

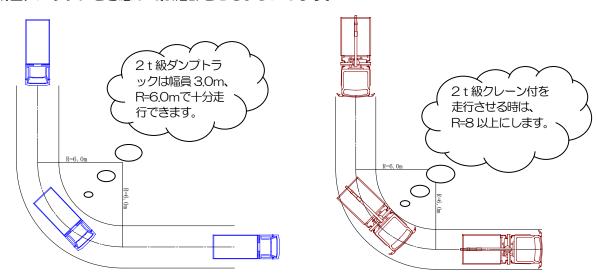


図 1-21 幅員 3.0m、曲線半径 6.0mの 2 t ダンプトラックと 2 t クレーン付トラックの走行模式図

	文 1-6 とし放下プラグの標準が行						
品名	, 1		2tダンプ		2t平ボ	ディー	2tクレーン付
全長(mm)		4,690	4,690	4,690	5,990	5,980	5,980
全幅(mm)		1,690	1,690	1,690	1,880	1,930	1,930
全高(mm)		1,960	1,990	1,950	2,215	2,150	2,540
床面地上高(mm)		840	1,030	840	1,020	855	1,390
車両重量(kg)		2,620	2,620	2,760	3,110	2,470	3,440
最大積載量(kg)		2,000	2,000	2,000	1,500	2,000	2,000
最小回転半径(m)		4.6	5.5	4.8	6.2	6.2	7.2
登坂能力	(tan $ heta$)	0.59	0.47	0.59	0.49	0.51	0.47
	(度)	30.5	25.2	30.5	26.1	27.0	25.2

表 1-6 2 + 級トラックの煙準規格

※標準的な規格(登坂能力はあくまでも最大能力であり、走行制限勾配ではない)

1-12 縦断線形

森林作業道の縦断線形は、地形等を考慮して、切盛法高や切盛土量の抑制と、路面排水を図る ため波形線形(波形勾配)を基準とする。

一般的に林道等の縦断勾配は、自動車の通行を前提としているため、通行する車両が同一の走行 状態が得られるよう定められるものですが、これに対し、森林作業道における勾配決定に際しては 平面線形と同様に、切盛法高や切盛土量の抑制、災害防止等を重視する必要があります。

このため、地形等を考慮して、安全に通行可能な縦断勾配とするとともに、路面排水を考慮した波形線形(勾配)が基本となります。

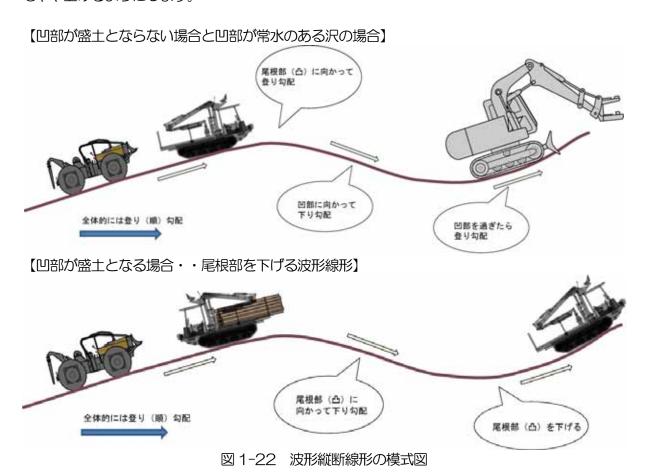
切盛法高や切盛土量の抑制を図る波形線形(勾配)を基準とし、同一の勾配を長距離にわたって継続させないことが重要です。

(1)凹部が盛土とならない場合と凹部が常水のある沢の場合

尾根部や常水のある沢部等では、縦断勾配(路面)を下げ前後の路面水を安全に流下させます。また、凹地形を通過するとき、路体が盛土とならない場合は、凹部に向かって縦断勾配を下げます(図 1-22 上)。このように、凹地形に向かい逆勾配(一)、凸地形に向かい順勾配(+)をこまめに用います。

②凹部が盛土となる場合や凹部が脆弱な場合

常水のない小さな谷部(凹地形)は水が集まりやすくなります。路体が盛土となる場合は、縦断 勾配(路面)を上げる工夫をします(図 1-22 下)。また、尾根部と常水のある沢部の間の中腹部 もやや上げるようにします。



1-13 縱断勾配

縦断勾配は使用する林内作業車が安全に走行できる勾配とし、基本的に 10 度(18%)以下とする。

縦断勾配は使用する林内作業車が安全に走行できる勾配とし、縦断勾配は基本的に10度(18%)以下とします。

ただし、短区間に限って概ね14度(25%)までを限度とします。

(1) 林内作業車

クローラタイプの建設機械(ベースマシン 0.45 級)では、荷積で登坂できる基準(登坂能力: 単位は tan θ)として最大 30 度の性能の機種がほとんどです。林業作業機械は、これらをベース マシンとする機種では 30 度の勾配を登坂できますが、運搬用のフォワーダなどのクローラタイプ (ゴム履帯)では 14 度(25%)程度として、可能な限り 12 度(21%)以下とします(図 1-23)。

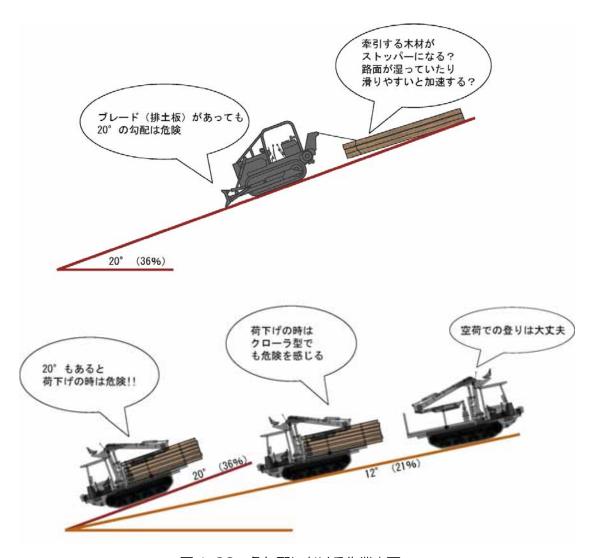


図 1-23 急勾配における作業車両

(2) 2 t トラック以下の車両

2 t 級以下のトラックを走行させる場合は、最大縦断勾配を 10 度(18%)以下とします(図 1-24)。この勾配は、林道規程にも示されている想定車両の最大勾配です。森林作業道において 林業作業車として 2 t トラックの走行を想定する場合は、同様に自動車道としての基準範囲とします。

なお、表 1-6 (p25) に掲載したトラックの登坂能力は、あくまでもトラックの能力であり、 一般走行における登坂制限勾配ではありません。

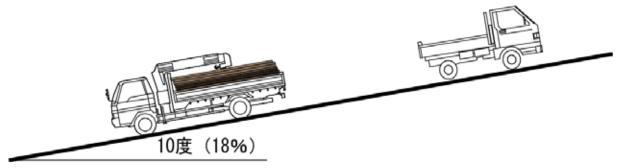


図 1-24 2 t 以下のトラックを想定車両とした場合の最大縦断勾配(10 度=18%)

(3) 縦断勾配の留意点

縦断勾配を急勾配にした場合は、路面水の流勢の増加による洗掘が発生しやすくなるため、横断勾配の工夫等による適切な排水対策を講じること、急勾配の前後には安全走行のため緩勾配区間を設けることが重要です。

また、曲線部やその前後では、急勾配をできるだけ避けます。曲線部は遠心力が働き、急勾配区間は重力加速度が増加します。安全に走行するためには、急力ーブと急勾配の組み合わせを避ける必要があります。地形条件からこのような組み合わせが必要な場合は、曲線部への侵入手前(前後)に緩勾配区間を設けたり、一時停止や低走行となるような表示、施設(水切工の設置)などの処置を行い、運転者が注意を行うようにします。

さらに、曲線部内に縦断勾配の変化点を設けることは、運転者の目の錯覚を招く可能性があります。 曲線部内は一定の勾配とします。

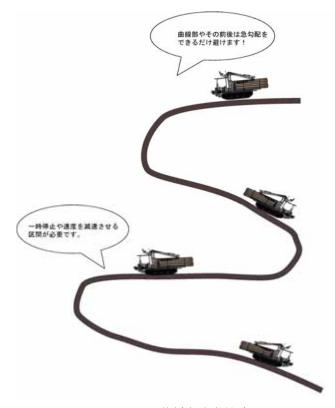


図 1-25 曲線部と縦断勾配

1-14 路体構築

森林作業道の路体構造は、土構造を基本とする。

路体構築は土工量の抑制を図る切土、盛土とし、路体及び法面の安定が確保できる構造とする。

森林作業道の路体構造は、土構造を基本とします。路体構築は、現場の地質・土質条件を十分精査して、切取勾配、盛土勾配を決定します。中心線を基準として「半切り・半盛り」が基本となります。なお、「半切り・半盛り」の場合、盛土の土量が不足する場合があり、切土を高くして補おうとしがちですが、盛土工にも留意して可能な限り「半切り・半盛り」を基本とします。

なお、軟弱地盤帯では、極力作設を回避しますが、やむを得ず通過しなくてはならない場合は、 粗朶排水(水抜き)、現地発生丸太利用、砂・砕石を用いた簡易サンドマット工法などの軟弱地盤 対策を行います(後述p72)。

(1) 切土

切取勾配はおおむね1:0.6(6分)としますが、1.5m以内の直切も可能です。林道の切取勾配は、通常土砂の場合1:0.8の勾配が基本となりますが(図1-26上)、森林作業道では締った地山の場合、1.5mまでは直切が可能です(図1-26下)。切土高は林地傾斜が急になるほど高くなりますが、可能な限り切土高は高くしないようにします。急傾斜地やヘアピンカーブ入口など、区間によっては切土高が高くなりますが、縦断勾配を調整して高い切土が連続しないようにします。

ただし、沢沿いの崩積土地帯(崖錘)を通過する場合は、直切では危険な場合があります。近くの同質の土質の現場状況をよく観察して切取勾配を決定することが必要です。

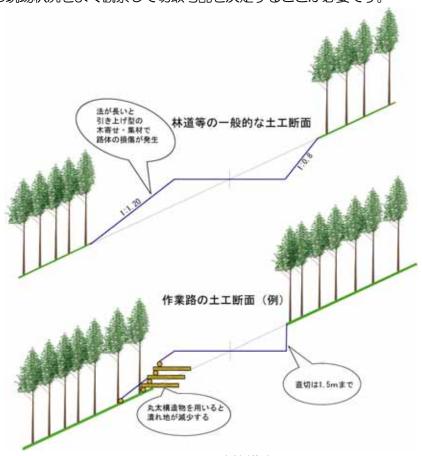


図 1-26 路体模式図

(2)盛土

盛土勾配は、盛土高さや土質等にもよりますが、原則1:1.2(1割2分)より緩い勾配とします。急傾斜地では盛土高を抑える丸太構造物などの工法を採用する場合がありますが、画一的に丸太構造物などを用いることはやめましょう(後述p90)。

盛土工は、地山の地形・地質等を十分把握して、使用する重機の重量などを考慮して、支持力を 有する路体構築に努めなければなりません。

基本的な締固めは、一般土木工事に準じて30 cm程度の層厚で十分に行います。一般的には、盛土面の地山に階段切り付け(段切)を行い30cm層厚で転圧します。土質的に強度を有しない土(シルト、粘性土など)の場合は、地山と盛土を区分せず、一体として30cm層厚で締固めて路体を構築します(後述p69)。

【参考】'崩積土'

崩積土の特徴は以下のとおりです。

- ・ 重力の作用で移動または崩落堆積したもの。
- ・ 急斜面の下部にそれよりやや緩傾斜をなして堆積している。
- · 表層から下層に至るまで大小の角礫が多量に含まれていることが多い。
- ・ 通気透水の良い林地になっている場合が多く、水分、養分の供給も多い。
- 特に急傾斜をなして半円錐状に堆積したものを「崖錐」という。

崩積土地帯には、上記にあるように通気性、透水性の良く、水分、養分の供給も多いことから、 スギの適地となっている場合が多く、良質な木材が生産されます。したがって、森林作業道を作設 する場合も多くなります。

ただし、崩積土地帯は大小の角礫が多量に含まれていることから、比較的締った路体を構築することが可能ですが、切土部は礫間を充填している粘着性に富む土質(マトリックス)が少なく、切取面が不安定になりがちです。特に崖錐部は落石や崩落が頻繁に発生します。また、切土高が高くなると円弧型の法面崩壊が発生しやすくなります。

どうしても通過する場合は、「切土高を極力抑え、盛土だけで路体を構築する」、「切土法尻に 現場発生の巨石などを並べ、法留対策を行う」などを検討してください。



1-15 路体の横断勾配

路体の横断勾配は、水平(フラット)を原則とする。

森林作業道の横断勾配は、直線部、曲線部とも水平(フラット)を原則とします。

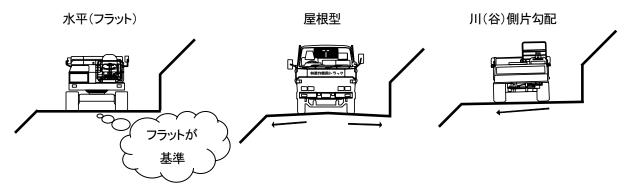


図 1-27 路体(路面)の横断勾配

未舗装の林道等の横断勾配は、一般的に両路肩外縁から車道中心線に向けて取り付ける屋根形 (図 1-27 中央)が用いられています。横断勾配は、排水上の目的で決定することとし、路面の洗掘を起こさない限度において 3~5%以下が基準となります。

「林道規程―運用と解説―(2008)」では、「林道の利用形態が、もっぱら森林施業の実施であって、かつ自動車道の区分が3級の場合にあっては、川側に片勾配を附することができる。」とされ、川側片勾配の横断勾配は、5%以下とし、以下の条件の全てを満たす箇所に設置することができます(図 1-27 右)。

- ・縦断勾配が5.0%以下の箇所
- ・路面の凍結のおそれがない箇所
- ・地形傾斜度が20度程度以下の箇所

川側片勾配は、コストの低減のほか、地形の改変量の減少、路面水の集中を避ける等の効果が期待でき環境の保全面からも有効なものであり、森林作業道ではその実績が多く報告されています。

路面水の集中を避ける分散型への対処ですが、極端な川側片勾配は走行性、安全性等、実際の運転者からの疑問も挙げられています。さらに、川側片勾配では森林作業道における高性能林業機械による引き上げ型の木寄せ・集材作業でも安全性についてオペレータの不安感が増大するとの意見もあり、画一的な川側片勾配の採用は避ける必要があります(図 1-28)。



図 1-28 極端な川(谷)側片勾配の模式図

一般的には、トラックの走行、林業機械の走行によって轍部が沈下し、路面中心附近は盛り上がり、実質的には路面中心附近から轍部にかけて、自然に横断勾配に近い形となる場合があるなど、路面変化が早期に発生するため、直線区間も曲線部も路面勾配はフラット(勾配 0%)で仕上げます(図 1-27 左)。

1-16 路面(路盤)

森林作業道の路面は、土工により形成される現場土砂で構築するが、林内作業車両の走行に支 障がある場合は、現場発生の石礫を用いて路面を仕上げるか、安価な石礫資材を用いての路面 処理を検討し、路面の安全の確保を図る。

一般に砂利道の構造は、自動車の重量化にともなう支持力の不足、地下水、地表水などの排水の不完全による軟弱化、寒冷地における凍結、融解などの諸条件に適応したものであり、特に砂利道の路盤工の厚さは、砂利道表面から路床へ伝達される自動車荷重を広く分散するなど、交通量、輪荷重の大きさ、路盤工材料、路床土の性質、地下水位、凍結深さなどの諸要素を考慮して決定するものとしています。

森林作業道は、土工により形成される現場土砂で構築し、林内作業車両の走行に支障がある場合は、現場発生の石礫を用いて路面を仕上げるか、安価な石礫資材を用いての路面処理を検討し、路面の安全の確保を図ります(後述p99)。

1-17 排水対策

森林作業道作設には、適切な排水対策を行う。

路面排水は、分散型排水とする。沢の横断は、関連法規(規制)を確認の上、原則「洗い越し」 とする。

(1)路面排水

既設の林内路網の主な破損原因は、雨水による法面崩壊や路面洗掘で、特に路面水については、路面洗掘の発達と、路面水の集中で路肩崩壊が発生する場合が見られます。このため、こまめな排水対策を講じる必要があります(後述p77)。

前述(1-15)の路面の横断勾配をフラットにしたうえで、縦断勾配を波形線形にすることにより、分散型排水により処理します。路面水の排水先(流末処理)は、盛土部、凹部を避け、地山が強固と想定される凸部の尾根などで処理します。盛土が連続する場合などは明瞭な沢などで排水しますが、側溝等の導水対策は一般的に行わないため、盛土の始まりと終わりの地点で必ず排水するように水切工等を設置します。

(2) 沢の横断

小渓流などの横断 (渡河) には暗渠工ではなく、原則として「洗い越し」とします (後述p84)。 洗い越しには、暗渠併設タイプなどもありますが、森林作業道の場合は現地発生の巨石や丸太を用いた洗い越しとします。渓流の横断に当たっては、河川法、砂防指定など制限指定されている場合があり、関係機関との調整を行う必要があります。制限等によっては、仮設工として暗渠により横断し、作業終了後に撤去する場合などがあります。

(3) 湧水処理

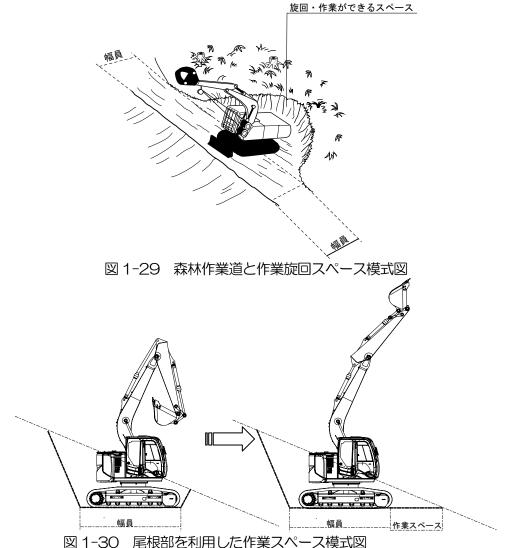
計画段階で識別される湧水箇所については、地形改変を極力回避することとしますが、やむを得ない場合は簡易な暗渠を設けること等により、湧水の流路を遮断しないように努めます(後述p82)。

1-18 待避所・車廻し・作業ヤード

森林作業道は、木寄せ・集材作業のフィールドになるため、平面線形を利用したスペースに、 適度に待避所と同規模の作業スペースを設置する。

森林作業道は、木寄せ・集材作業のフィールドにもなり、こまめに待避所と同規模の作業スペースを設置することが望ましいと考えます。幅員を確保して緩傾斜の箇所(図 1-29)や凸地形などを有効利用した作業スペースを設置します(図 1-30)。

集積場までの運材路となることから、フォワーダの方向転換が可能な車廻しを路線の中間部や路 線終点部に設置します。また、他の作業道、森林作業道との交差・分岐する箇所や集材等の行われ る拠点となる箇所には、作業スペース等を設置します。



通常の場合(左)と尾根部をカットして作業スペースを確保した場合(右)

【参考】'集積場'

高性能林業機械の稼動を想定した路網配置においては、集積場等の林業作業用施設の配置が重要です。

林道・森林専用道は主に木材の運搬路として利用されますが、既存の林道の利用形態を見ると路上において木材の搬出作業や丸太の積込等が行われており、他の通行車両に支障を及ぼしている実態がしばしば見受けられます。

さらに、今後は施業団地の集約化などによって今までよりも多い木材の搬出量が想定されるため、これまでよりも規模の大きい造材、椪積、積込み作業ができる集積場を設置することが望ましいと考えます。

集積場の配置は、林道・林業専用道の終点部または森林作業道との分岐点に設置することが必要です。集積場は、林道・作業道等の路体と一体的に設置することが望ましく、土場は水平で、グラップル等の稼動に安全な地盤支持が得られるものとします。

集積場の規模は、仮に造材も可能とする場合、プロセッサ稼動の安全性を考慮すると、幹材長の2倍程度を確保できるスペースが必要です。

さらに、椪積、積込み作業を考慮すると積込みグラップルのブーム・アームを伸ばした 2 倍の半径の距離の円内と、材を送る前後の方向が危険区域であることから、グラップルのブーム・アームを伸ばした 2 倍程度(20m程度)のスペースが必要となります。



写真.1 作業道、森林作業道分岐点に設置した大型トラック積込み用の集積場(面積 910 ㎡)





写真.2 上記集積場での集積・積込み作業

2 配置・測量

2-1 路線配置

森林基本図 (1/5,000) の図上で路線計画を検討し、可能な限り路線計画箇所の概要を把握する。 既存の路網(林道等)との接続、危険地区などの把握に努める。

前述(1-3~7)の対象地域の自然環境をあらかじめ把握したのち、森林基本図(1/5,000)を用いて図上で路線計画を検討します。この場合、森林基本図・計画図の他、航空写真、地質図等の既存資料によって、可能な限り路線計画箇所の概況を把握します。また、図上での路線計画の決定に際しては、下記の事項に留意し、間伐等の施業が継続的に予定されている一連の森林での効率的な施業に対応できるよう、路線及び作業ポイントの配置や起終点位置等について検討します。

【線形】

- 施業が計画されている箇所を有機的に結ぶ線形となっているか。 (施業実施箇所等の必須通過ポイントを全て通過しているか。)
- 効率的な線形となっているか。(急傾斜の箇所を可能な限り避けているか。大規模な切土・盛土が必要とはならないか。)

【安全性】

想定される高性能林業機械等の通行に支障はないか。(搬出材積載時の下り走行で安全に走行できるか。曲線部の通行に支障はないか。)

【災害誘引】

• 完成後の災害発生の恐れはないか。開設を避けるべき箇所及び周辺路網の既往被災箇所と同形態の箇所を図面上で把握した上で確実に避けているか。なお、避けるべき箇所は一般的には以下の形態が想定され、事前調査において、注意する必要がある。

【危険地区の判定】

- 地すべり地、破砕帯、崩壊地、温泉変質帯一般的には、森林計画図等の地形図を用いて判断する。機械的な読み取りではなく、人の目によって、これまでの知見を踏まえて判断する。地すべり地図、地質図を用いて把握する。
- リニアメント(地形上に認められる連続する直線状の模様のことで、断層や地質の不連続面などを反映する場合が多い)

地形図、航空写真で判断する。地形図で判断する場合には等高線の変曲線の連続性を見る。 航空写真で判断する場合には、植生の色調の違い等を見る。 森林計画図及び航空写真で判断する。

【社会的条件】

人家裏、公道及び鉄道の上部等における森林作業道開設は、できるだけ避けますが、林道・公道等との接続部など、やむを得ない場合は、土砂流出の防止のため、木製構造物の設置など必要な対策を講じます。

- 用地的問題はないか。 (周辺の所有形態、用地確保に支障はないか。)
- 起点位置において、既設道路と森林作業道の接続部分の規格・構造が使用する機械の通行に支 障がないか。
- 終点位置において車廻し等が確保されているか。

2-2 現地踏杳

事前調査で森林計画図に記載した路線計画に関して、詳細に踏査を行い、詳細な現場条件を把握することに努める。

現地踏査では、事前調査で森林計画図に記載した路線計画に関して、詳細に踏査します。併せて、 森林計画図等で判読できない現場条件(土質、岩盤、小規模崩壊地、湧水、転石等)に関して、路 線部分及び周辺森林の状況を踏査します。

危険区の判定では、避けるべき箇所は、岩の露頭や植生状況から判断することになるため、路線計画箇所だけでなく周辺の既往の路網の状況も参考とします。

また、路線計画と併せて、簡易構造物、洗い越し、路面工の必要な箇所を森林計画図等に図示しておきます。

事前調査及び現地踏査の結果を基に、森林作業道の中心線を立木等に印す際は、高性能林業機械等が搬出材積載時の下り走行で安全に走行できる縦断勾配となっているかを確認しながら進めます。

2-3 予測

現地踏査等を踏まえ、予測を行い、縦断勾配を確認する。

森林作業道もハンドレベルを用いて予測を行うことが望ましいと考えます。前述の現地踏査等を 踏まえ、予測を行います。ハンドレベルで縦断勾配を確認(目標勾配以内であるか)します。

実際にハンドレベルを用いた予測では、設定した勾配よりも設計勾配、仕上がりが高くなる場合があります(15%で設定すると仕上がりは16~17%程度になることが多い:経験則)。

したがって、制限勾配(18%)に近い場合は、緩め(16~17%以下)にハンドレベルの勾配を設定して、予測を行います。

2-4 測量・設計

土工量の極小化や必要な幅員の確保等を勘案し、中心線の調整を行いながら延長の確定、標準的な横断勾配を測量する。

土工量の極小化や必要な幅員の確保等を勘案し、中心線の調整を行いながら延長を確定する測量を実施します。

地形変位地点、曲線部となる箇所には中心杭(交点杭)を設置します。中心杭を設置した箇所で横断勾配を計測します。

一般的には、森林作業道は詳細な設計図作成は行いません。設計において土砂の流用計算等も行わず、標準断面による切土盛土計算により、開設費を見積ります。

3 森林作業道の維持と環境への配慮

3-1 壊れにくい道と維持

適切なルート選定と作設技術により、壊れにくい森林作業道の作設を図り、対象森林の維持管理等に資する長期使用の道として管理する。

(1) 壊れにくい道は長期使用可能な道

例えば、幅員 3.0mの森林作業道は、同じ幅員 3.0mの林道と比較して開設単価 (円/m) が 1/3 ~1/30 程度で作設されます。低コストで、作設も短期間で実施できますが、適切なルート選定及び作設を行わないと、林道と比較して損壊しやすいことも事実です。

'安い・早い・壊れやすい'、'土砂災害の原因(誘引)が森林作業道'といわれないためにも、 的確な路線選定と作設が求められます。



里山に作設された森林作業道。森林作業道起点部分(写真左)は歩道として利用されているが、放置された 先線(写真右)はクズに覆われ歩行することもできない。

写真 3-1 森林作業道のその後

現在まで森林作業道は、搬出間伐等において木寄せ・集材、運材のみに使用する短期使用の道として考えられてきました。使用後は'山に戻す'ことが原則とされていました(写真 3-1 中段右)。

しかし、一度改変した土地は簡単には山に戻りません。 '山に戻す' といっても、その後路面を掻きほぐし、植栽するなどの事例は極めて稀で、ただ放置する場合がほとんどでした(写真 3-1 中段、下段)。

今後は、森林作業道では一般車両の通行は不可能で も、森林の維持管理等に資する施設として使用し、搬 出期の1度だけの施設として放置しないことが必要で す。このことが山地保全にもいつながるものと考えま す(写真 3-2)。

したがって、今後作設する森林作業道は、全て長期間使用するものとして配置及び作設を行う必要があります。

(2)維持管理

森林作業道は、作設後すぐに搬出作業車両などの車両が走行します。また森林作業道上で作業する場合もあります。当然、森林作業道には負担がかかるので、轍ができたり法面が痛んだりします。壊れにくい道や長期使用の道として維持していくためには、作業終了後に路面の轍の補修(不陸整正)をして作業を終了するように心がけましょう(写真 3-3)。

(3) 安全管理と環境保全

森林作業道は一般車両の通行を想定していません。 したがって、一般車が進入すると事故が発生したりします。また、誰も通行しないような道には、ゴミなどの不法投棄が発生したりします。不法投棄は森林作業道のせいではないのですが、不法投棄の温床とならないように注意する必要があります。

そのためには、作業時には連絡道に看板(作業中等)を設置して周知を図ります(写真 3-4)。森林作業道 起点にはバリケードなどを設置して一般車両の進入を 規制してください。

作業終了後には、一般車両が進入できないようにゲート(ちょっと高価になります)やバリケード、長期間使用しない場合は、素掘りや高盛土をして、進入防止対策などを行ってください(写真 3-5)。



写真 3-2 植生が侵入した作業路 作設後1年で植生が侵入しているが、歩行は可能。 搬出間伐後の維持管理に歩道として有効利用する ことが望ましい。また、数年後、この路体を有効 利用して搬出を行うと低コスト化につながる。



写真 3-3 不陸整正 搬出作業で変状した路面(轍)を直して 作業終了!



写真 3-4 連絡道に設置した看板



写真 3-5 作業路起点の溝(素掘り) 進入防止対策

3-2 地形改変による自然環境への影響

対象地において希少野生動植物の生息・生育に配慮して森林作業道を作設する。保護対策が必要と判断された場合は、関係機関との協議を行う。

森林整備・林業活動が積極的に進められている施業団地であっても、その現場における野生動植物の種類や分布状況について、あらかじめ詳しく把握されている例は少ないと思われます。

そこで、地形の改変等を伴う森林作業道の作設にあたっては、希少野生動植物への配慮が求められます。

環境保全を担う森林整備が、 '貴重な自然環境の破壊' ということにならないように注意しましょう。

(1)希少野生動植物

複雑で多様な地形や気候に適応し、長野県には国内でも有数の多種多様な動植物が分布しています。長野県は「長野県版レッドデータブック〜長野県の絶滅のおそれのある野生生物〜」を作成するとともに、希少野生生物の保護のために「長野県希少野生動植物保護条例(以下保護条例という)」を施行しています。

この保護条例では、希少野生動植物の個体や生息地の保護のための規制や保護回復事業等に関して必要な事項が定められています。保護条例では、希少野生動植物のうちで特に保護を図る必要のあるものを「特別指定希少野生動植物」もしくは「指定希少野生動植物」とし、それらの個体の捕獲・採取、踏み荒らし及び開発行為等については、原則として禁止、もしくはあらかじめ知事に届出をしなければならないとされています。

①指定希少野生動植物(動物)

保護条例では、脊椎動物の9種が指定希少野生動植物に指定され、そのうちの2種が特別希少野生動植物に指定されています。また無脊椎動物では4種(5亜種及び2地域個体群)が指定希少野生動植物に指定されています。

②指定希少野生動植物(植物)

県内に自生する在来植物は2,979種に上ります(長野県植物誌編纂委員会編1997)。長野県版レッドデータブック(維管束植物編)では、これらの植物のうち759種が絶滅の危機に瀕していると報告されています。保護条例では52種が指定希少野生動植物に指定され、そのうちの14種が特別指定希少野生動植物に指定されています(表3-1)。

なお、国では1993年に「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」を施行しています。これにより23種の植物が国内希少野生動植物種に指定され、そのうち7種は特定国内希少野生動植物に指定されています。長野県に自生する種としては、アツモリソウ、ホテイアツモリが特定種に該当します。詳細については、環境省のホームページで確認してください(URL http://www.env.go.jp/nature/yasei/hozonho/index.html)。

【長野県指定希少野生植物】							
センジョウデンダ	ハナノキ	ヒメシャガ					
トヨグチウラボシ	ルリソウ	ユウシュンラン					
カザグルマ	ツキヌキソウ	コアツモリソウ					
オキナグサ	ツツザキヤマジノギク	キバナノアツモリソウ					
シラネアオイ	ヤマタバコ	サワラン					
エンビセンノウ	ホソバノシバナ	キリガミネアサヒラン					
ヤマシャクヤク	ウラシマソウ	モミラン					
ベニバナヤマシャクヤク	ヒメカイウ	サギソウ					
コイワザクラ	シライトソウ	ミズチドリ					
クモイコザクラ	ヤマユリ	トキソウ					
サクラソウ	ササユリ	カヤラン					
シラヒゲソウ	ハナゼキショウ	ヤクシマヒメアリドオシラン					
タヌキマメ	ミカワバイケイソウ						
【長野県特別指定希少野生植物】							
ヤシャイノデ	シナノコザクラ	キンラン					
ウロコノキシノブ	コマウスユキソウ	クマガイソウ					
ツクモグサ	イワチドリ	アツモリソウ					
トガクシソウ	ヒメホテイラン	ホテイアツモリ					
タデスミレ	ホテイラン						
RS/目 3 小 RS 小 手がすけの (2) まな たい お							

表 3-1 長野県指定希少野生植物と長野県特別指定希少野生植物

※長野県希少野生動植物保護条例指定植物

長野県環境部のホームページ (URL http://www.pref.nagano.jp/kankyo/hogo/kisyou2/index.htm)



写真 3-6 ルート選定時に確認されべニ バナヤマシャクヤク 長野県希少野生動植物保護条例指定種である ため、関係機関と協議し、保護対策を講じた



写真 3-7 林道環境影響調査で確認され たヤマトイワナ(2008年)

森林作業道の予定ルート付近にあらかじめ希 少な動植物の分布が知られている場合には、計画 段階で関係機関と協議をします。植生等について の状況が不明の場合は、作設前にルートセンサス などの植生調査を実施しておくことが望ましい といえます(写真 3-6)。

調査時期としては、なるべく春(花が多い時期) や秋(花や実が多い時期)に行うほうが、他の時 期よりも多くの植物を確認しやすく効率的です。

(2) 河川や渓流の流域の環境保全

森林作業道の作設は土工が中心となりますが、 河川や渓流に作業道作設に起因する土砂の流出 (崩壊を含む)を発生させてはなりません。陸水 生物等に直接悪影響を与えるばかりでなく、より 下流域の河川環境にも悪影響を与える可能性が あります。

また、奥山の施業団地ではヤマトイワナ(日本 固有亜種)のような絶滅が危惧される渓流魚等の 生息も想定されるため、環境保全に十分に配慮し ましょう(写真 3-7)。 さらに、下流域に養魚池等がある場合や、漁業に影響を及ぼす可能性がある場合は、作設前に関係機関と協議等を行い、関連法規や許認可の有無についても確認します。

(3) 猛禽類への配慮

森林には多様な動物が生息しています。森林整備を 実施するにあたり、とくに猛禽類(ワシタカ類)への 影響の有無が問題になる場合があります。森林作業道 の作設にあたっては、必ずルート選定時に猛禽類の営 巣木の有無を確認してください(写真 3-8)。

また、作設のための先行伐採時にも営巣木の有無を確認しながら実施してください。希少な猛禽類が生息している場合には、騒音や振動等も繁殖活動に影響を与えることがあるため、ルートの回避ならびに繁殖期を避けた作設を行うなどの慎重な配慮が必要で、計画段階で関係機関と協議をします。



写真3-8 作設予定地で確認された猛禽 類の古巣

(4) 外来植物の持ち込みへの対策

森林作業道の作設にあたり、外来植物の種子等が工事用機械に付着して森林内に持ち込まれることのないように注意します。

とくに河川敷や荒れ地等で使用した作設機械を使用する場合は、機械の搬入前に付着した土等を 洗い落としておく等の配慮が必要です(図 3-1)。

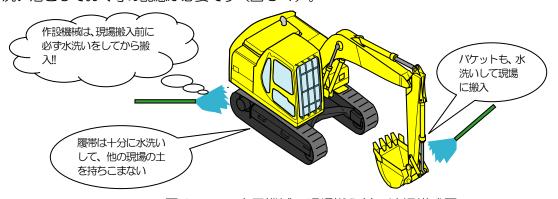


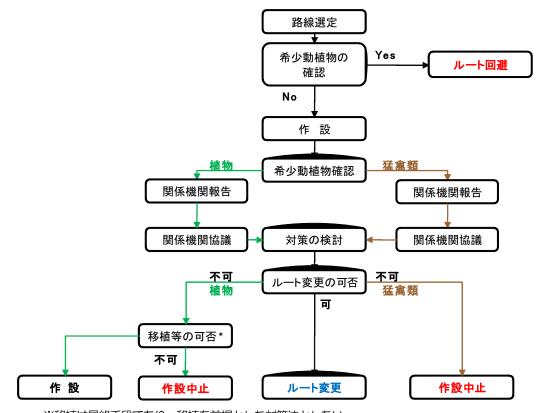
図3-1 工事用機械の現場搬入前の清掃模式図

(5) 希少野生動植物が確認された場合

注意すべき希少野生動植物が作設時に確認された場合は、工事を中断して関係機関に報告し対策を協議します(図3-2)。その際、希少野生動植物の分布情報は関係機関のみに伝え、一般に公開することは控えます。

対象が保護条例における指定希少野生動植物の場合は、原則作設は中止してください。故意に生息地・生育地を改変したり、採取したりした場合は条例違反となり罰せられます。

森林作業道の場合、可能な場合はルート変更をしますが、ルート変更が困難な場合は、その区間までの延長としてください。



※移植は最終手段であり、移植を前提とした対策法としない 図 3-2 希少動植物が確認された場合の対策検討の流れ

(6) 埋蔵文化財包蔵地や史跡への配慮

野牛動植物の保護・保全とともに、文化財等の歴史遺産を保護することも重要です。

長野県内には森林の中にも多くの遺跡が分布しています。段丘化した扇状地上や、起伏の小さい 火山山麓等には旧石器時代や縄文時代以降の古い遺跡が多く、また盆地を見下ろす山地の稜線付近 には山城の跡等が多く分布しています。

埋蔵文化財については、当該市町村の教育委員会でその分布状況を調べることができます。原則として埋蔵文化財包蔵地内での作設は行いません。

埋蔵文化財包蔵地とされていない森林において、作設時に土器等の遺物や遺構が発見された場合は、作設を中止して関係機関に連絡してください(図3-3)。知り得た状態で報告をせずに作設を続けると、文化財保護法に抵触します(文化財保護法第96条)。また、仮に土器等を採取してしまうと、遺失物法に抵触します。

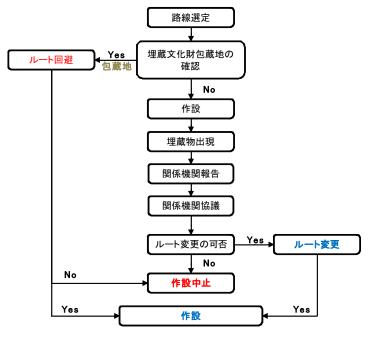


図3-3 文化財・史跡等が確認された場合対策検討の流れ