



## 第IV章 森林の把握

### ～ 解 説 ～

市町村森林経営管理事業は、森林経営に適さない森林と民間事業者に経営管理実施権を設定（配分）できていない森林を対象とします。とくに、防災・減災、生活環境を守る森林を対象として管理することから、その森林の状態を把握することが重要です。

ここからは、森林管理に必要な森林の把握について記載します。必要な項目を選択して参考にしてください。





## IV-1 対象森林特定に必要な情報

### IV-1-1 情報の整理

県内の民有林 68 万 ha のうち、森林経営管理制度の対象となる経営管理が行われていない森林は約 8 万 4 千 ha と推計されています。これは県内人工林の約 4 分の 1 に相当します (図 4-1、図 4-2)。

「市町村業務マニュアルⅠ～市町村森林経営管理制度に係る事務手引きの補足～」p21・p76

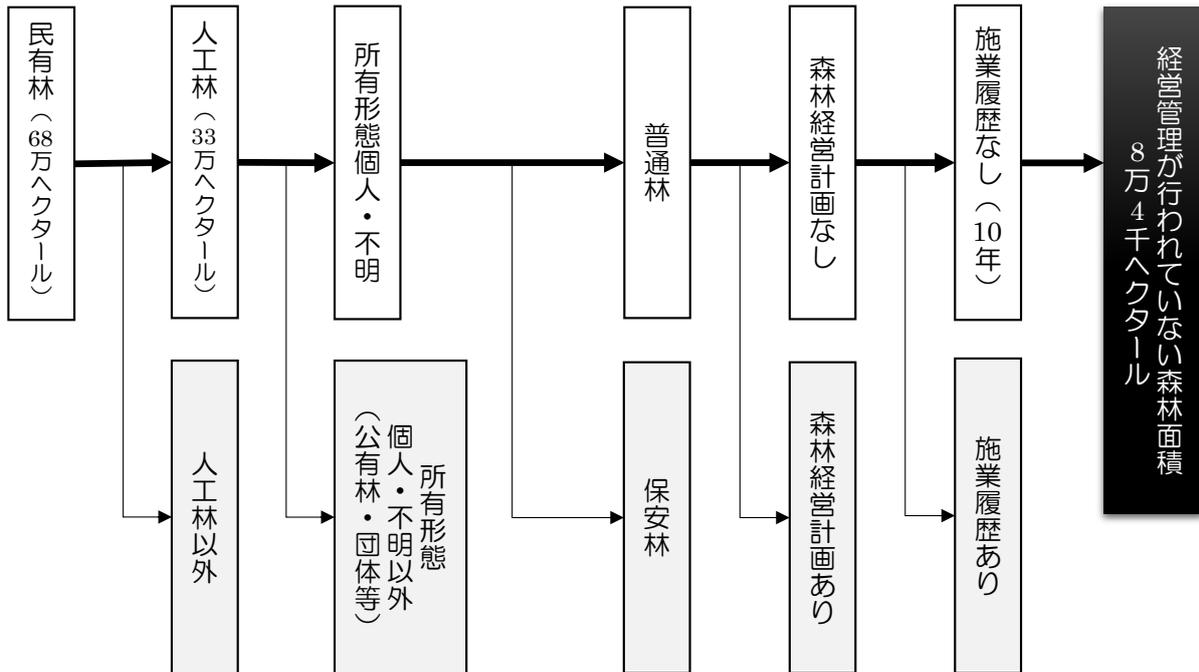


図 4-1 県内の森林経営管理制度の対象となる森林

「市町村業務マニュアルⅠ～市町村森林経営管理制度に係る事務手引きの補足～ (令和2年3月)」 p76 を改変

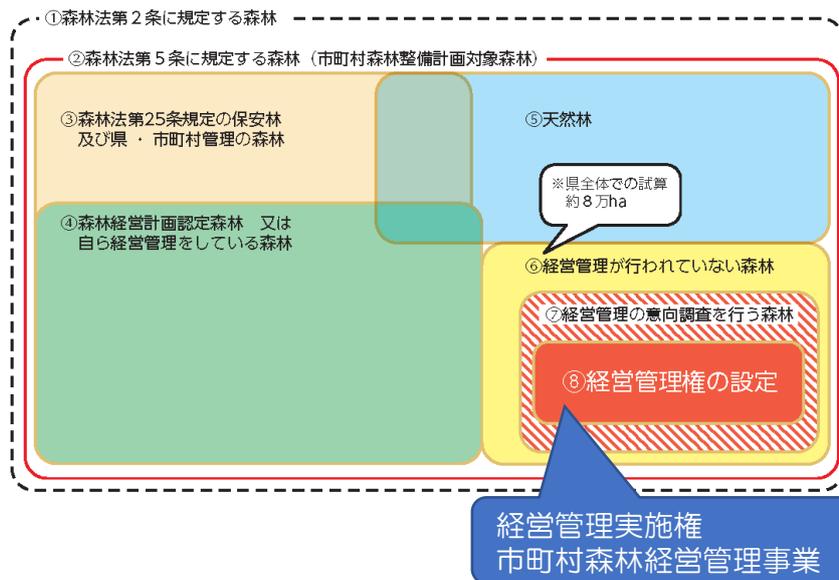


図 4-2 県内の森林経営管理制度の対象となる経営管理が行われていない森林

「市町村業務マニュアルⅠ～市町村森林経営管理制度に係る事務手引きの補足～ (令和2年3月)」 p21



これらの森林経営管理制度対象森林のうち、森林経営に適さない森林を特定するための基礎情報となる長野県の個人有林の状況と長野県の立地環境、社会環境を図 4-3 に整理します。

所有形態と森林面積を把握することで、集約化が可能な森林かを把握する必要があります。立地環境は、普遍的な情報として10年、20年、50年以上の重要な基礎情報となります。森林立地の社会環境は、森林経営の難易度を把握するには必要な情報となります。これらの情報を把握して、森林の特定を行う必要があります。

なお、本項は県内の基本的な情報です。本来、市町村別にこれらの情報を整理し、対象森林を特定する、または特定するためのゾーニングや絞込み作業を行うことを推奨します。

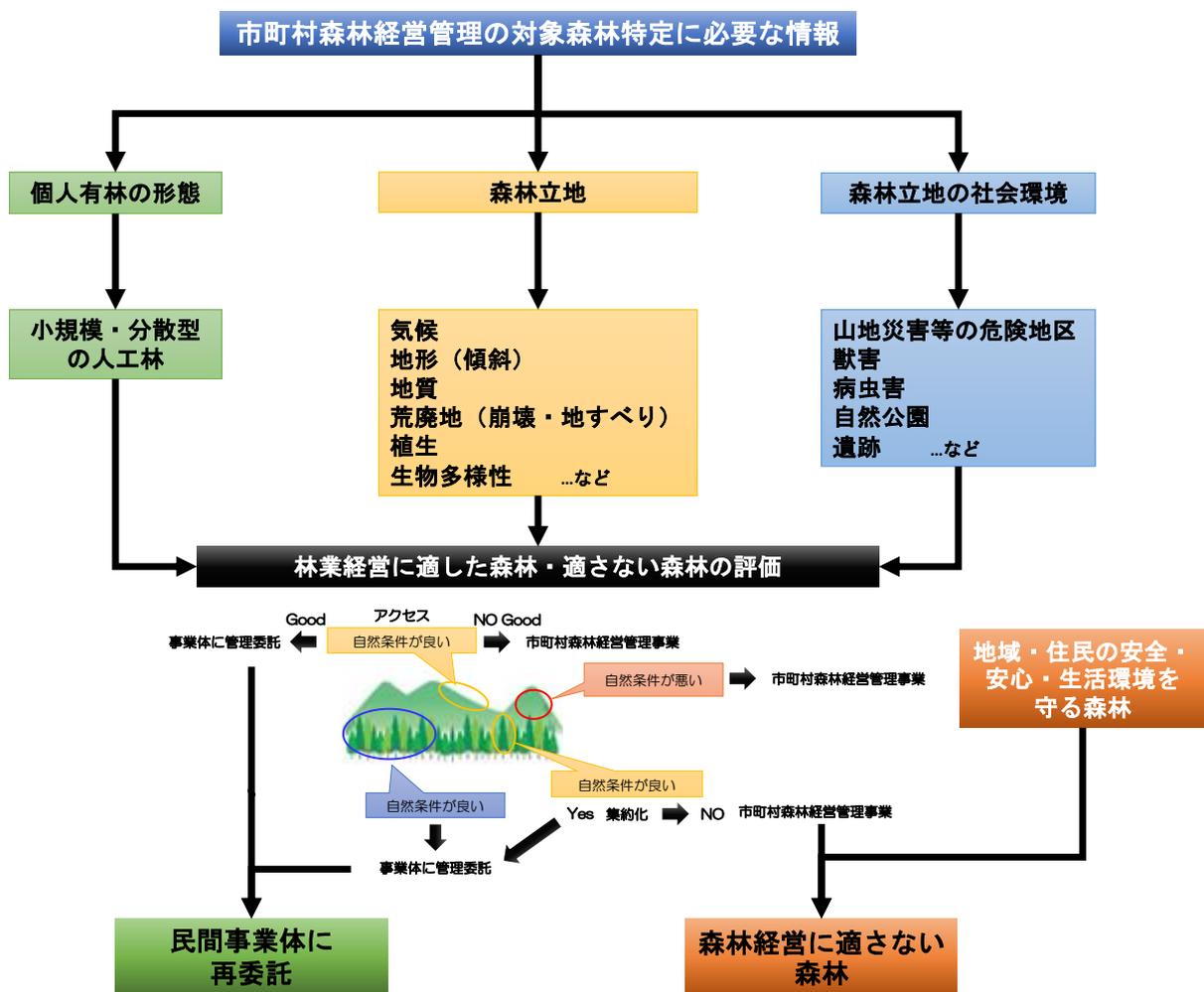


図 4-3 市町村が管理する森林の特定に必要な情報



IV-1-2 長野県の個人有林

令和2年(2020年)9月1日現在(長野県2020)、長野県の民有林面積は687,343ha、このうち個人有林は281,339haと40.9%を占め(表4-1)、所有者不明森林も10,847haと1.6%存在します(図4-4)。

また、所有形態は公有林、私有林合計187,129戸のうち、個人所有者(林家)数は165,507戸で88.4%を占めています(図4-5)。

さらに、個人有林の所有面積規模は、0.01haから0.10haの小規模所有者が110,086戸と66.5%を占め、100haを超える所有者は僅か32戸(0.02%)にすぎません(図4-6)。

表4-1 森林計画区別の個人有林の面積及び林家数

項目	種別	県計	千曲川下流	中部山岳	千曲川上流	伊那谷	木曽谷
個人有林面積(ha)	実数	281,339	63,595	53,078	38,582	95,368	30,717
	比率(%)	100	23	19	14	34	11
個人有林家数(戸)	実数	165,507	46,619	26,762	32,216	53,286	6,624
	比率(%)	100	28	16	19	32	4
個人有林の規模(ha/戸)	実数	1.7	1.4	2.0	1.2	1.8	4.6

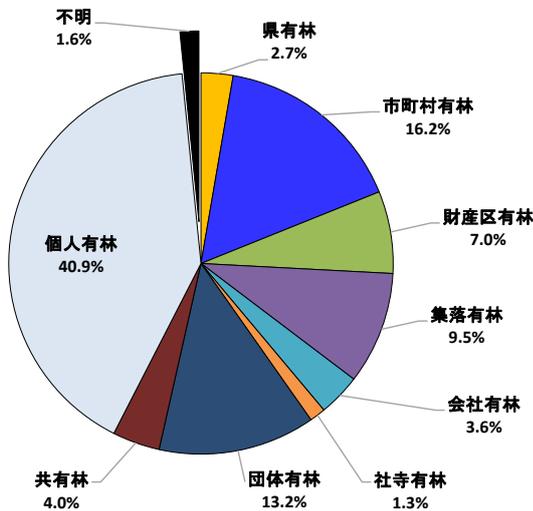


図4-4 長野県民有林の所有形態別面積割合

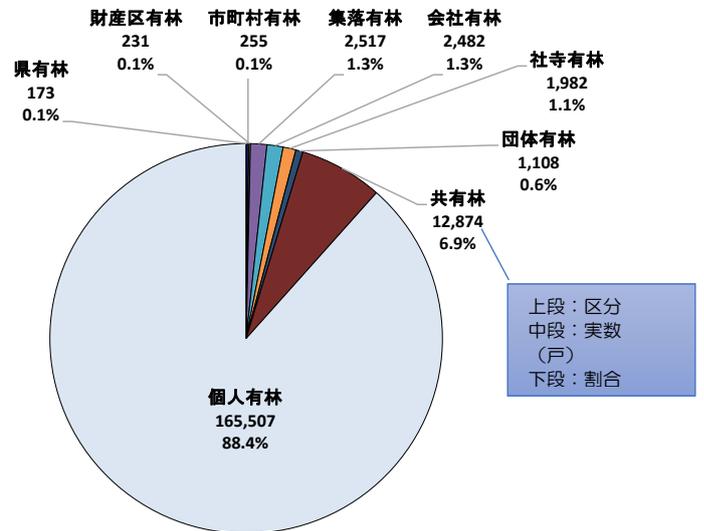


図4-5 長野県民有林の所有形態別所有者数割合

個人有林1戸当たりの平均面積は1.7haとなっています。個人有林を含めた私有林等の人工林率は45%となっています(表4-2)。

長野県の個人有林の森林も所有形態は、小規模・分散的であることがわかります。

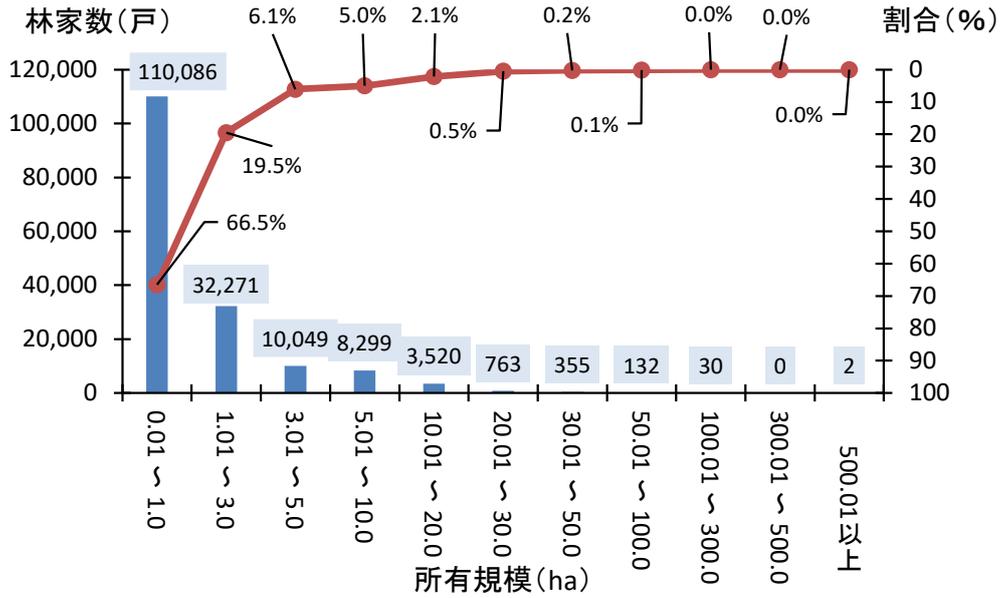


図 4-6 長野県個人有林の所有規模

表 4-2 所有形態別の森林面積

(単位: ha)

所有形態	立木地				竹 林	無 立 木 地	困 難 地 更 新
	人工林		天然林				
	針葉樹	広葉樹	針葉樹	広葉樹			
県	14,049.36	69.98	467.39	3,072.27	1.43	796.37	1.00
市町村	56,711.32	701.75	7,961.67	40,380.53	7.40	5,266.94	226.66
財産区	25,466.74	418.58	5,840.22	14,275.56	3.27	1,867.00	24.22
集 落	27,804.02	210.86	5,904.42	29,752.11	8.32	1,813.30	54.33
団 体	54,485.78	433.56	5,682.26	27,298.33	4.00	2,664.42	157.76
私有林他	153,582.83	1,036.32	34,124.81	157,346.73	1,589.26	5,735.07	44.37
総計	332,100.05	2,871.05	59,980.77	272,125.53	1,613.68	18,143.10	508.34





IV-1-3 長野県の森林立地

(1) 長野県の気候

① 気候概要

長野県の気候<sup>※4-1</sup>について、長野地方気象台の「長野県の気候の特徴」を引用して記載します。

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、内陸特有の気候が明瞭となっています。長野県は南北に約2度の緯度差がありますが、地形が複雑なために気温の分布はおおむね標高によって決まります。長野県のような内陸では、海（海風）の影響が少ないため、気温の日較差や年較差が大きくなっています。

また、一年に降る降水量も少なく、長野県の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（表4-3）。

表 4-3 長野県内の主な地点の平年年間降水量

地点	年間降水量 mm	地点	年間降水量 mm	地点	年間降水量 mm
長野	932.7	白樺湖	1,765.3	飯田	1,611.5
野沢温泉	1,881.3	北相木	1,149.9	浪合	2,581.8
信濃町	1,262.1	高遠	1,389.3	南信濃	1,814.0
笠岳	1,420.4	軽井沢	1,241.7	木曾福島	1,884.9
信州新町	1,119.7	野辺山	1,439.9	開田	2,065.4
菅平	1,219.2	上田	890.8	南木曾	2,491.6
聖高原	1,156.5	諏訪	1,281.0	松本	1,031.0
東御	979.6	辰野	1,420.9	奈川	1,962.3
鹿教湯	1,253.2	伊那	1,421.9	小谷	1,995.2
佐久	960.9	杉島	1,506.5	白馬	1,904.7
立科	1,040.8	飯島	2,007.2	飯山	1,446.4

※アメダス統計期間10年以上の観測所

※平年年間降水量の統計期間は1981～2010年、累年の統計は、複数年にわたる期間について行う。累年の統計の主なものとして、西暦年の一の位が1の年から数えて30年間の値を平均して求める平年値

長野県は、冬に積もる雪の深さに気候の違いがはっきりと現れます。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、晴れの日が続くことです。季節風とは季節によって特有な風向を持つ風です。

内陸は空気が清浄で雲ができにくいいため、長野県内の日照時間は全国的にみても多くなっています。平年の年間日照時間は、諏訪や松本、佐久地域は瀬戸内海と並んで日照時間の多い（長い）地域です。

※4-1 ある地点、あるいはある地域で、一年を周期として毎年決まった順序で繰り返され、最も起きる確率の大きい大気の状態。



長野県は 3,000m 前後の山脈に囲まれているので、盆地では風が弱くなっています。冬には気圧が西高東低の「冬型の気圧配置」が続くため、北よりの風となります。夏は太平洋高気圧から吹く南よりの風が多くなります。しかし、県内は地形が極めて複雑なために、川や谷の走向に沿った風の向きとなり、その地域で特有の強い風となることもあります。また、強い風の吹く回数が多くなるのは、3月～4月の春先です。

## ② 森林災害をもたらす気象

防災・減災を考えると、気象<sup>※4-2</sup>災害の特徴を把握する必要があります。

災害をもたらす気象災害の要因としては、豪雨、雪崩、大雪、雨氷、強風、干害、凍害、霜害が該当しますが、森林管理に影響を及ぼす主な豪雨、大雪、雨氷、強風についての概要を示します。

### ア) 豪雨

明確な定義ではありませんが「豪雨（大雨）」の目安は1回の降雨量が50mm以上です。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、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。近年は年平均降水量の少ない地域でも台風の襲来（令和元年東日本台風：台風第19号）による洪水、崩壊（写真4-1）、土石流災害などが発生しています。



写真 4-1 令和元年東日本台風豪雨による崩壊

また、局所的な集中豪雨（通称：ゲリラ豪雨）が多くなっています。このような降雨は、局地的で被災規模が大きいものの、被災区域面積が狭い傾向にあります。

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（平成7年豪雨、平成18年豪雨、令和2年7月豪雨災害など）、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。

### イ) 大雪

「多雪（大雪）」は1回の降雪がおおよそ25cm以上です。長野県北部では、12月になると本格的な冬の訪れとなり、「冬型の気圧配置」となる日が多くなります。冬のシベリア

※4-2 大気の状態、および雨・風・雪など大気中で起こる諸現象大気の状態。





#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

大陸では、放射冷却により非常に冷たい空気が蓄積され、高気圧が発達します。一方、日本付近を低気圧が発達しながら通過した後、カムチャツカ半島あるいは日本の東海上で、その低気圧が猛烈に発達することがあります。このような「西が高く東が低い」気圧配置（冬型の気圧配置）になると、シベリア大陸から日本列島に向けて冷たい季節風が吹き、本州の脊梁山脈を境にして天気が二分され、長野県の北部では雪の日が多くなります。中部・南部の大雪は、東シナ海などで発生した低気圧が、日本の南海上を進むときに発生しやすく、「かみ雪」と呼ばれます。2月から3月にかけて、低気圧が太平洋の沿岸を発達しながら進む場合には、北からの冷たい気流が流れ込み、中部・南部を中心に「大雪」になることがあります。大雪による森林被害は、湿った雪が樹木に付着して大きな冠雪を発達させ、樹木が雪の重量を支えきれずに、折れたり倒れたりする「冠雪害」と、積雪の沈降圧と移動圧によって生じる「雪圧害」があります。

#### ウ) 雨氷

4月の中頃までは、本州の南を低気圧が通過する時に、長野県では標高1,000m前後の地域を中心に着氷が発生し森林被害が生ずる場合があります。着氷とは、空気中の過冷却した小さな水滴が、樹木や架線、電線、地上の物体に衝突し凍結してできる氷のことで、その時の気象条件によって、霧氷（Air hoar and rime）と雨氷（Glaze）に区分されます。

雨氷は、過冷却の雨滴が0℃以下に冷えた木や物体に当たり、凍結して物体表面を透明な氷で覆う現象をいい、雨氷が発生する条件は、南からの暖かい空気が上層に入って、0℃以上の逆転した層ができ、これより上の層から降る雪が、この層で溶けて水滴となり、下層の0℃以下の冷たい層の中を過冷却状態で通過して、0℃以下に冷えた地上の物に当たって凍結する現象です。架線、電線、樹木に付着し、電車の運休、倒木などの被害をもたらします。樹木に雨氷が生じると枝や幹が透明な筒状の氷で覆われ、氷の荷重によって枝折れや幹折れ、新芽の枯死被害などで、近年では平成28年（2016年）1月29日夕刻から未明にかけて、県内中部の標高800m～1,300mのベルト状に発生しました（写真4-2）。



写真 4-2 2016年1月29～30日発生 of 雨氷



## 工) 強風

「強風」は10分間の平均風速が10m/秒以上の風を指します。台風や低気圧及び寒冷前線などの接近や通過、季節風の吹き出し、竜巻、雷雨（ダウンバースト：雷雨などに伴う鉛直方向の激しい下降気流のこと）などにより発生する強風や突風、またはそれらに地形効果が加わって起きる局地風など、強い風によって発生する災害を強風害（暴風害）と呼びます。

長野県は内陸県で、周囲を山で囲まれているため、強風は吹きにくく、災害は少ない地域ですが、森林の暴風害は、地上10mの風速が20m/秒になると起こり始め、風速30m/秒以上になると耐風性の高い森林にも団地状に被害が発生します。



写真 4-3 風倒木被害

2007年（平成19年）台風第9号災害.最大瞬間風速は東の風27.7m/秒（軽井沢 AMeDAS）。

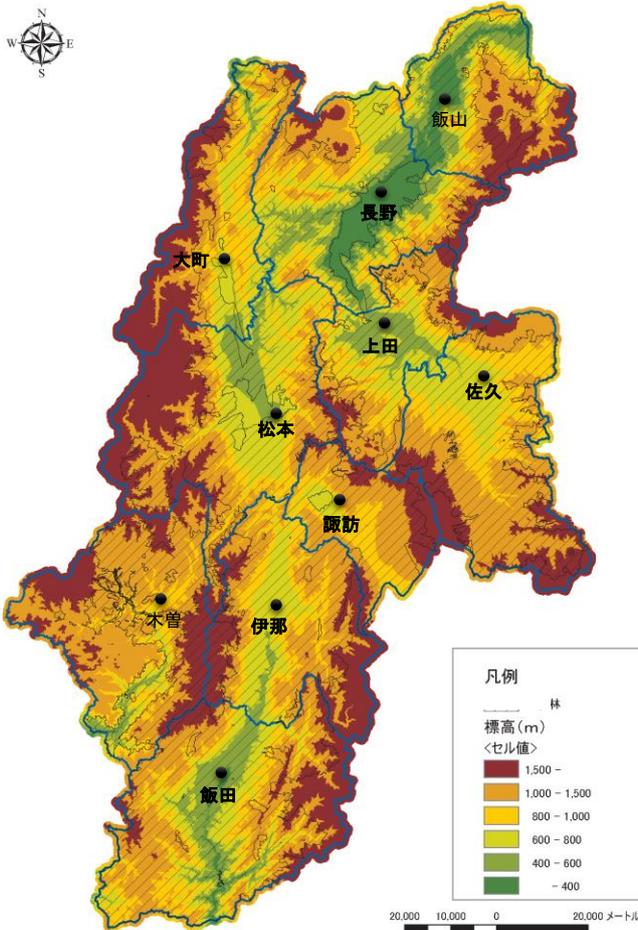


図 4-7 標高分布図

また、暴風の継続時間が長く、風速の乱れが強いほど被害が激しくなります。被害形態別に見ると、根返りと幹折れでほぼ90%を超えます。風害被害地は、山地全体に一様には発生せず、激害区域は飛び飛びに団地状に現われることが多く、一般的な風害危険地は、大地形として山岳の風向面、暴風経路に向かって開いた河川沿いの底部、山脈の稜線部、孤立した高山の側面の中腹部以上などです（写真4-3）。

### (2) 長野県の地形

長野県の地形は、日本アルプス（飛騨山脈・木曽山脈・赤石山脈）や八ヶ岳火山などに代表される大起伏山地と、山地の間にモザイク状に分布する複数の内



**【倒伏形態】**

暴風による森林被害形態を、さらに詳しく区分すると、

- ➡ Stem break (幹の折損)
- ➡ Stock break (根元の折損)
- ➡ Root break (根の折損)
- ➡ Tree throw (倒伏)

の4種類ありますが(下図)、Tree break (Stem break と Stock break) と Tree throw (root break と tree throw) を、それぞれ'Wind break'と'Wind throw'に区別します。

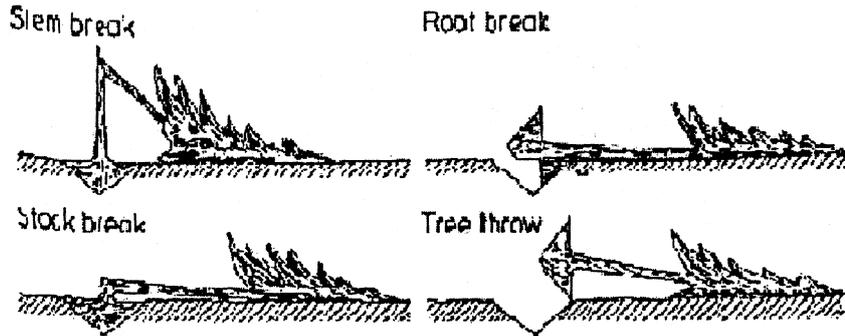


図.強風による森林被害の形態 (Mayer:1987)

Wind break は、樹木の破壊応力より大きい風加重が短時間に作用すると生じます。また、モミやマツのように深根性樹木は、Wind break の被害を受けやすいといわれています。

一方、Wind throw は、風による曲げ応力が土壌の限界せん断応力を超えると生じます。この限界せん断応力は、土壌の滑り面に影響を及ぼす圧縮応力と土壌の特性に左右されます。滑り面に対する圧縮応力が減少するとそれにもない限界せん断応力も減少し、樹木は倒れやすくなります。

樹木の種類によって限界せん断応力は異なり、ヒノキなどの浅根性樹木は、平たく薄い根系分布を持つため、倒木しやすい傾向があります。中間型根系樹木は、よく根系が発達すると最も力学的に安定で、せん断応力が大きく倒れにくいのですが、土壌の摩擦によって安定性が保たれているので、長雨などで根系と土壌間の限界せん断応力が著しく減少すると倒れやすくなります。

いずれの樹種でも風による曲げ応力が土壌の限界せん断応力に達すると、Tree throw が生じます。

(以上：松岡ら,2002：一部加筆)



**Stock break (根元の折損)**  
2007年9月台風9号災害(佐久市内山)  
カラマツ：H=20m、DBH=26cm



**Tree throw (倒伏)** (写真：長野県林業総合センター)  
2007年9月台風9号災害(御代田町)  
カラマツ：H=32m、DBH=70cm  
根株直径6m、根株深1.5m



陸盆地（長野盆地・松本盆地・伊那盆地・上田佐久盆地・諏訪盆地など）によって特徴づけられます。

標高は、最高地点の奥穂高岳（海拔 3,190m）から姫川沿いの最低地点（約 170m）まで、約 3,000m に達する大きな標高差があります（図 4-7）。離れて分布する各内陸盆地の標高は 350～700m 程度で、盆地と盆地は河川で結ばれ、それらの間にはしばしば先行性の峡谷が形成されています。主な水系は、日本海に注ぐ信濃川（千曲川）水系・姫川水系、そして太平洋に注ぐ天竜川水系・木曽川水系などです。これら大河川の源流はいずれも県内の山地内にあり、山稜の一部は日本海側と太平洋側に向かうそれぞれの水系の分水界をなしています。

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（図 4-8）。県内 4 地域別（地域振興局別）の森林以外を含む傾斜分布は図 4-9 となっています。

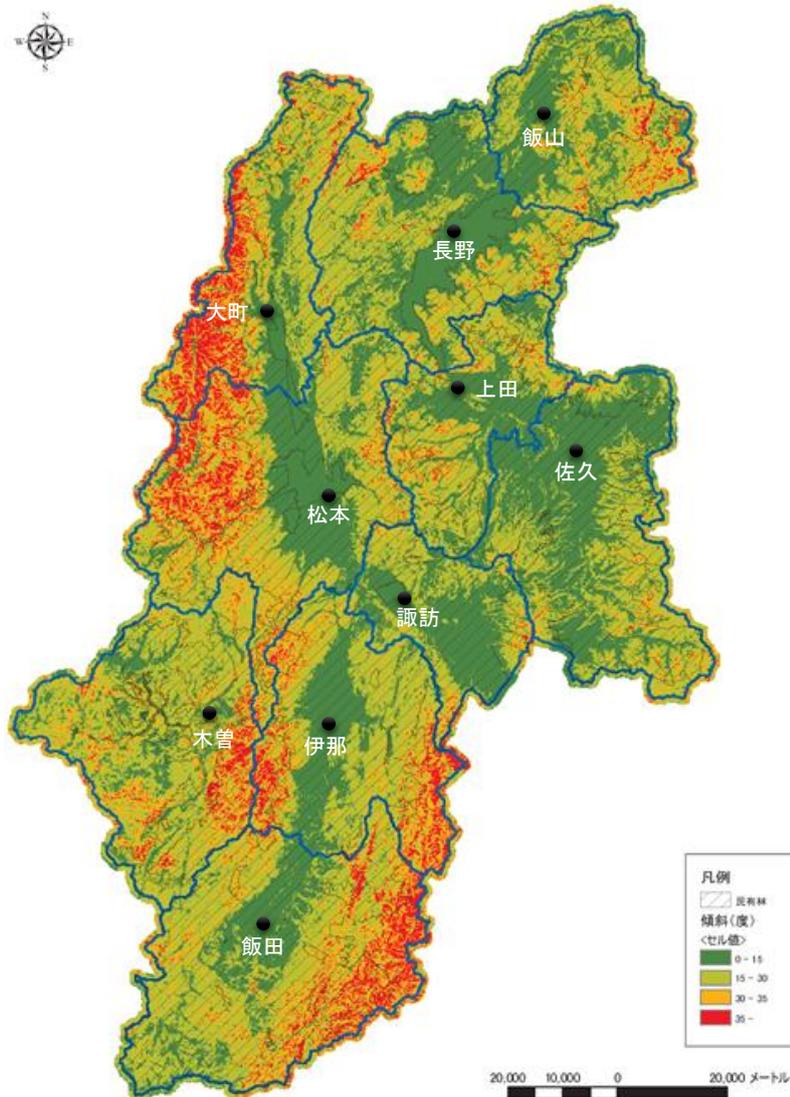


図 4-8 長野県の傾斜分布図  
 国土地理院の 50mメッシュ数値地図データを用いて作成（民有林区域は図中黒斜線部）



#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

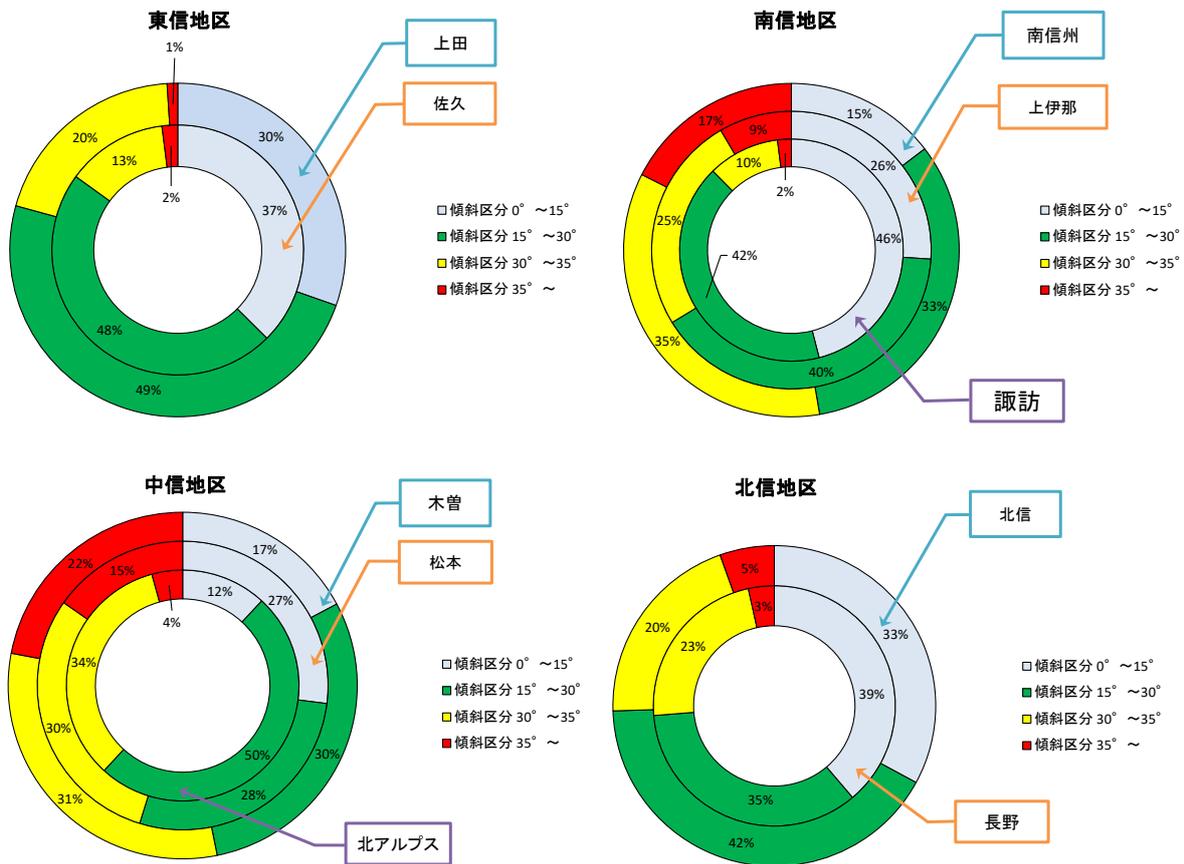


図 4-9 県内 4 地域別（地域振興局別）の森林以外を含む傾斜分布

県内民有林の林業経営における傾斜区分（第 1 章 I -16 ページ）では、0～15 度未満が 27.6%、15～30 度未満が 51.6%、30～35 度未満が 12.8%、35 度以上の急峻地が 8.0%で、林業経営において基盤となる林道や作業道を作設するのに注意が必要となる 30 度以上の傾斜は 20.8%を占めています（図 4-10）。

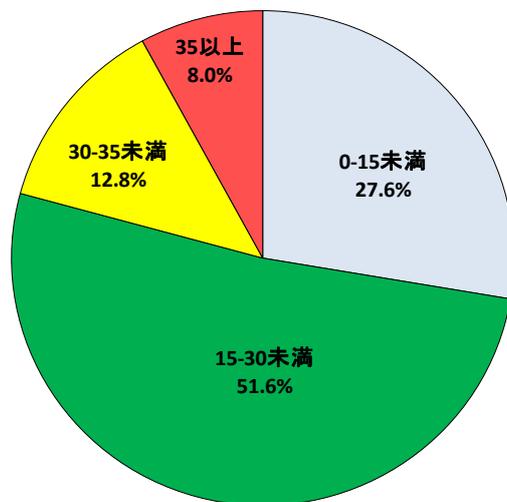


図 4-10 長野県民有林の傾斜 4 区分割合



**【傾斜区分図】**

傾斜区分図は、任意の傾斜区分ごとに色分けした地図で、傾斜角度が色により「見える化」されているため、自分の知りたい場所のおおよその傾斜を確認することができます。本文図 4-8 は傾斜 4 区分で作成していますが、5 区分や 8 区分などで色別区分されている傾斜区分図もあります。

現在の傾斜区分図は、航空レーザ測量成果の数値標高モデル（DEM：Digital Elevation Model）を用いて GIS で作成するのが一般的です。国土交通省では 5m メッシュ、10m メッシュの DEM を公開しています（<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php>）。長野県林務部では民有林全域を 0.5m メッシュの細密 DEM データを保有しています。

DEM を用いることで、メッシュサイズに合わせた傾斜区分図を作成できます。広範囲の傾斜情報が確認できるため、路網の設計などにはとても有効です（下図左）。また、施業番号単位で傾斜区分を行うこともでき、森林経営管理における対象森林の傾斜を確認することができます（下図右）。

傾斜区分図があることで、本文表 4-10（第IV章 39 ページ）の森林管理の簡易区分に当てはめることができます。前述のゾーニング情報の全てを整えるのが難しい場合は、傾斜区分図だけでも作成しておくことを推奨します。

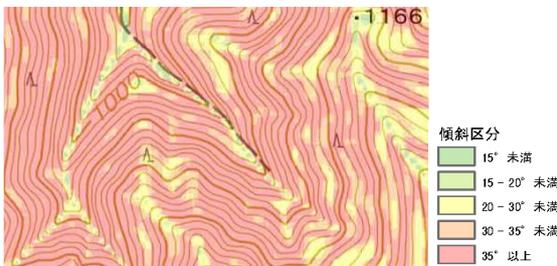


図 10mDEM メッシュサイズに合わせた傾斜区分図

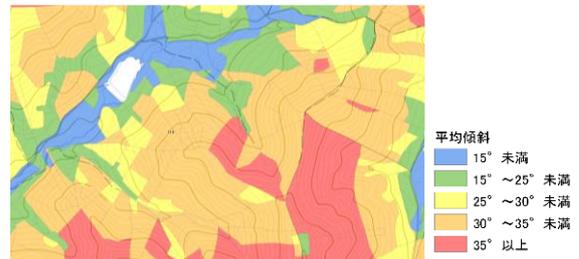


図.施業番号単位の平均傾斜で示した傾斜区分図

現在、Web サイトで傾斜量を確認できます。傾斜量とは地面の傾きを示す量のことです。このサイトでは傾斜角 45 度の場合の傾斜量を 1 としています。傾斜量図の初期設定では、傾斜量が 0 の時（水平の時）は白く、傾斜量が 1 以上（傾斜角が 45 度以上）の時は黒くなっています。また、中心点の傾斜量、傾斜角、標高、座標が表示されます（下図）。ピンポイントに傾斜を確認したいときにもとても有効です。

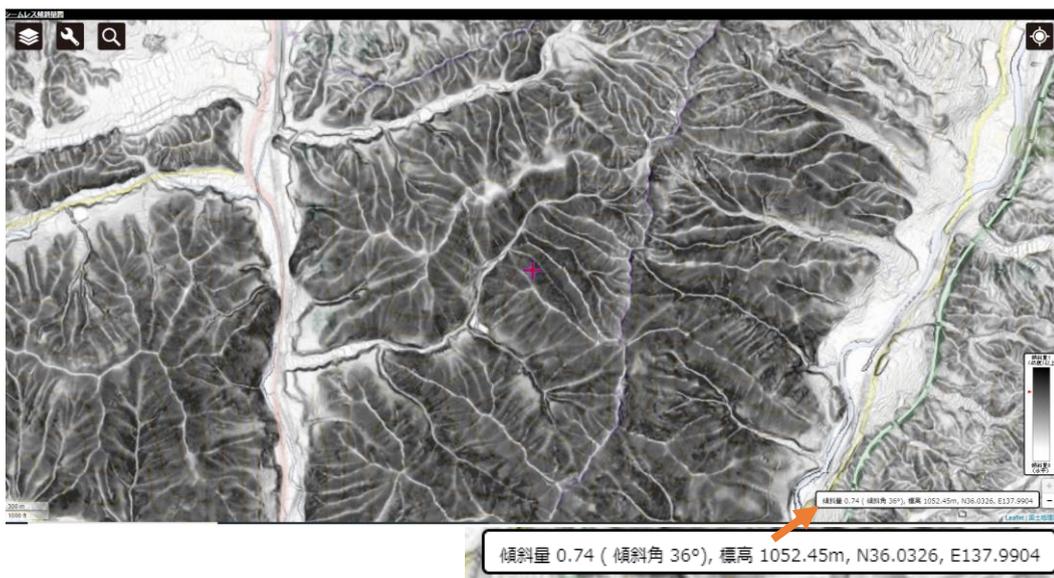


図.産業技術総合研究所シームレス傾斜量図 <https://gbank.gsj.jp/seamless/slope/>



(3) 地質と荒廃地（崩壊・地すべり）

長野県の地質は複雑です（図 4-11）。長野県は糸魚川-静岡構造線（図 4-11 の ISTL）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 4-11 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ていましたが、その後隆起に転じ、山地をつくった変動帯です。

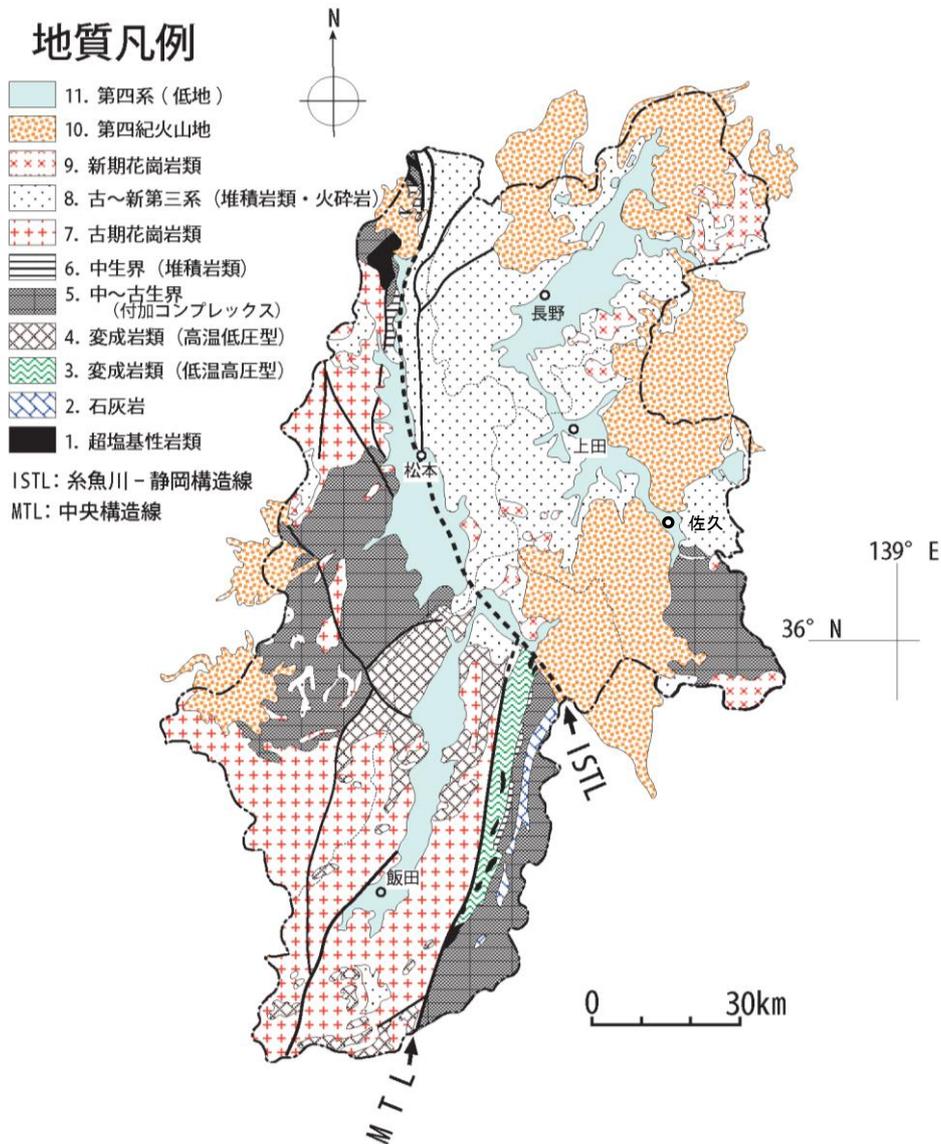


図 4-11 長野県の地質概略図（富樫編図 2010）



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ります。その中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持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分布しています。

長野県の北東部と南西部で崩壊地を集計し、比較した結果(北澤 1999)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。佐久・上田地域は県内でも崩壊地が少ない地域です(図 4-12 左)。長野県は全国でも有数の地すべり地形が分布します(図 4-12 右)。

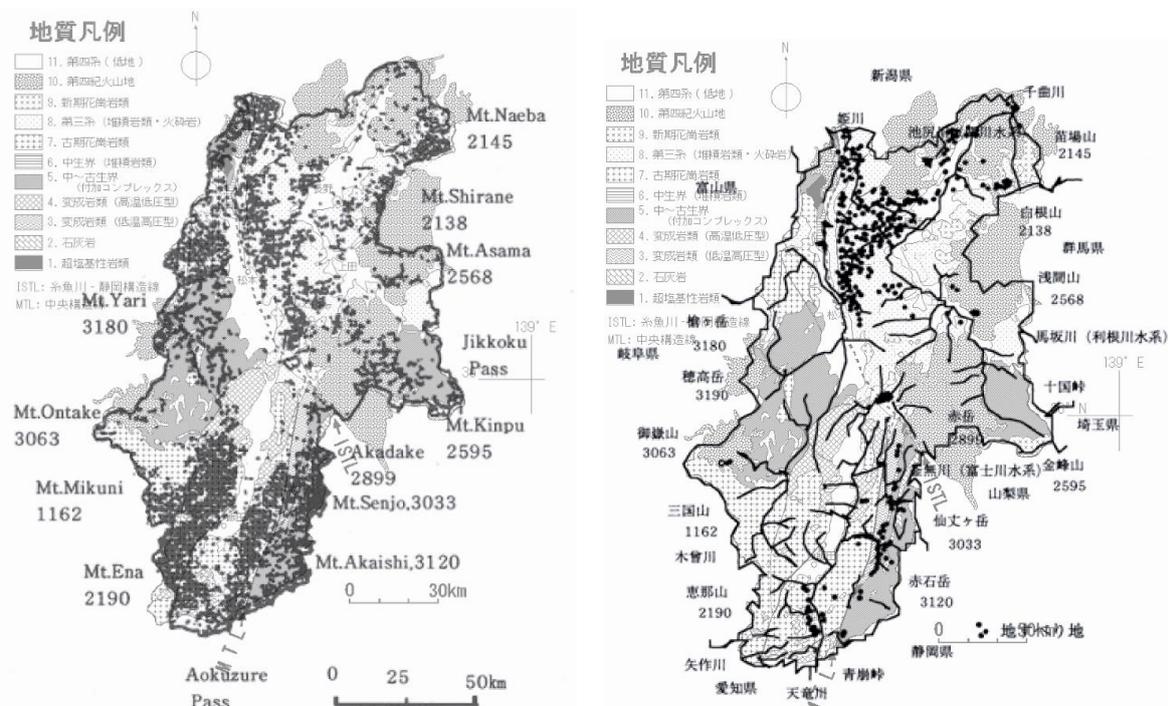


図 4-12 長野県の地質と崩壊地分布 (左) と地すべり地分布 (右)

左：濃い黒点が崩壊地、右：濃い黒点が地すべり地  
富樫編図(図 4-11)に北澤(1999)の崩壊分布図を画像処理にて合成。  
長野県「災害に強い森林づくり指針」解説, p65



第IV章 森林の把握 ～解説～

地形という地殻表層の凹凸は、長い時間をかけて形成されてきた自然の造形です。地形は、構成物質である表層地質の物理化学的な性質と、様々な地形営力の働きによって形成されます。地形と起こりうる災害は相互に関連性をもっており、地形分類された各地形単位ごとに、今後起こりうる災害のタイプをある程度予想することができます。地形分類の内、森林が分布する地形の特徴とその地形で発生する可能性のある災害タイプは表 4-4 となります（水谷 1987）。

表 4-4 地形と災害との関連

地形分類	地形の特徴	災害の種類およびその危険の大きい地形
山地・丘陵	標高、起伏の大きい地表の高まり。起伏の比較的小さい波状地は丘陵。峰、尾根、斜面、谷の集合体	山崩れ 凹型急斜面 土石流 急勾配溪流 地すべり 地すべり地形
山麓地	山地と低地の境界部にある比較的平滑な緩傾斜地。主としてマスウェイディング（マスマーブメント）による土砂の堆積によって形成	土石流 沖積錐 山地洪水 開折谷底
台地・段丘	低地よりも一段高い位置にあり、広い平坦面を持つ卓状の地形	内水 凹地・浅い谷
谷底低地	山地・丘陵内あるいは台地内の河谷沿いに形成された幅狭く細長い低地	山地洪水 山地内急勾配谷底 内水氾濫 市街化台地内谷底 地震 台地内谷底（泥炭地）
緩扇状地（扇状地性平野）	比較的大規模な河川が山地から低地へ流れ出す出口付近に形成された扇形状の堆積地形	河川洪水 旧流路
氾濫平野（自然堤防地帯）	河川が流路を変え氾濫を繰り返して形成された河成堆積面。自然堤防、後背低地、旧河道で構成。	河川洪水 後背低地・旧河道 内水氾濫 //

(4) 土壌

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 4-13）。

褐色森林土群（Brown forests soil group）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）は、諏訪地方で 42.1%、佐久地方で 30.5%となっています（図 4-14）。

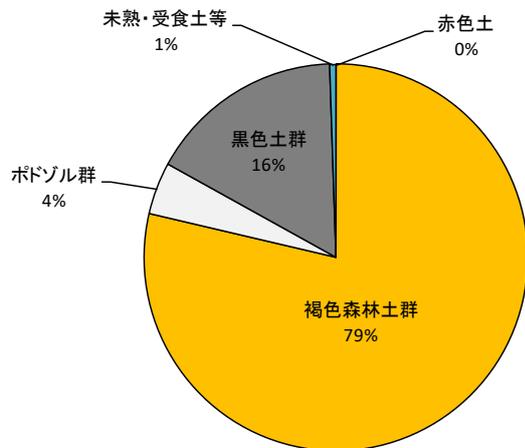


図 4-13 長野県民有林の土壌型別分布面積率

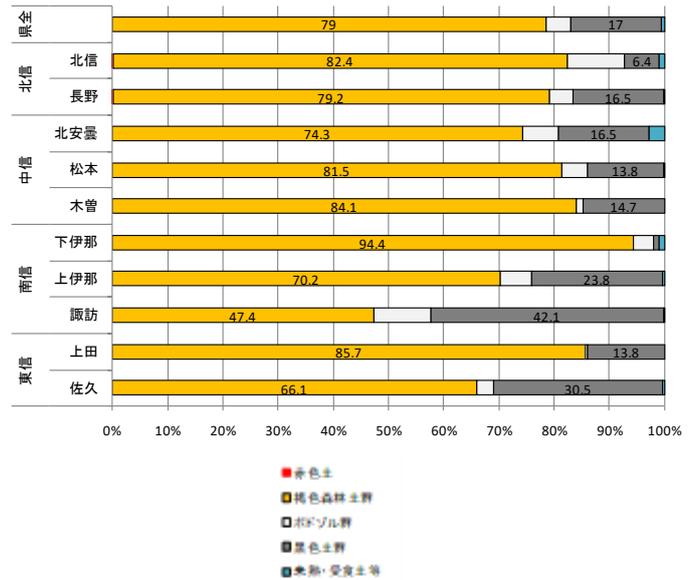
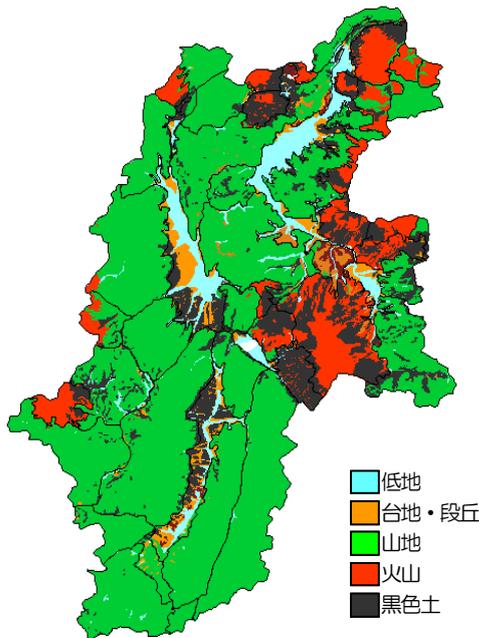


図 4-14 長野県の地形分類と黒色土分布図（左）と県内地域別の土壌型分布面積率（右）  
国土交通省土地・水資源局国土調査課 20 万分の1 土地分類調査 GIS データを使用（岡本,2010）

(5) 植生

ある地域に生息しているすべての生物の集まりを“バイオーム(生物群系)”と呼びます。バイオームは相観※4-2 にもとづいて分類され、バイオームの違いは主に年平均気温と年降水量の違いに対応しています。

日本では、バイオームの違いは気温の違いを反映しています。緯度の違いによって生じる水平方向のバイオームの分布を水平分布、標高の違いによって生じる垂直方向のバイオームの分布を垂直分布と呼びます。一般に、標高が 1,000m 増すごとに気温は 5 ～ 6 °C 低下するため、山岳地帯にはバイオームの明瞭な垂直分布が見られます。

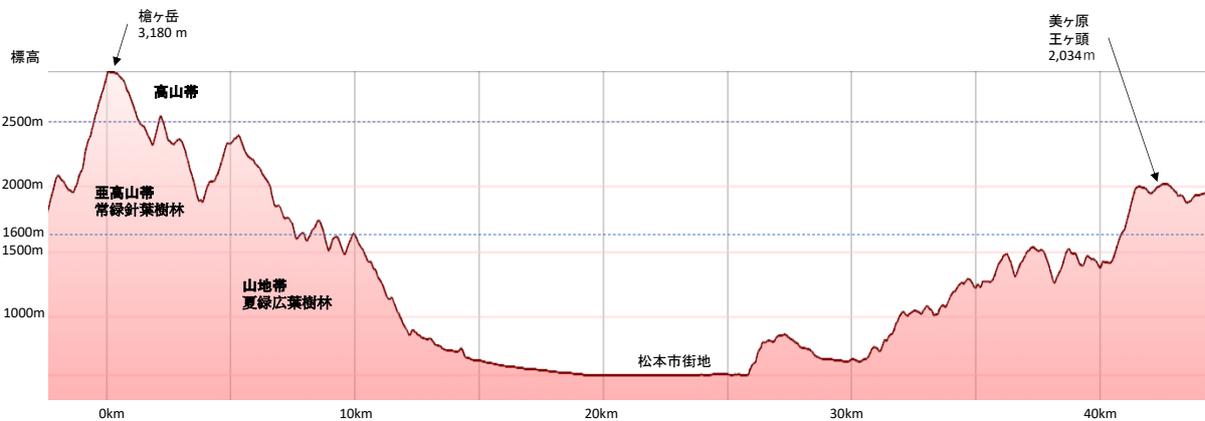


図4-15 垂直分布の例（松本市の槍ヶ岳から美ヶ原までの垂直断面）

※4-2 植物群落を形成する種類・密度などによって示される特徴的な景観。



#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

長野県の植生分布は、県の最南部に丘陵帯常緑広葉樹林が分布するものの、内陸部の大部分は冷温帯域で、標高 1,600 m 付近まではクリ、コナラ、ミズナラなどの山地帯夏緑広葉樹林が卓越しています。また中部山岳を中心として、山地帯より上部にはシラビソ・コメツガなどの亜高山帯常緑針葉樹林、さらに標高約 2,500m 附近より上部はハイマツやシヤクナゲなどの高山帯植生の発達をみることができます（図 4-15）。

### (6) 植物分布と生物多様性

長野県の地形は複雑で起伏に富み、盆地も点在し、大河川の源流が県内にもいくつも流れており、生物にとって幅広い環境が提供されています。複雑な地形・地質に加え、日本海型と太平洋型の両方の気候の影響を受けるという多様な環境条件が、高山・森林・草原・湿原・湖・河川などの「生態系の多様性」を育てています（長野県生物多様性概況報告書 2011）。

長野県内で確認されている動物は 567 種、全国の 43.2%にあたります。哺乳類は、北海道のヒグマを除く、日本の大型獣 4 種すべてが長野県に数多く生息しています。爬虫類は 13 種、両生類は 20 種が生息します。淡水魚類は 32 種で、種数は多くありません。昆虫類・無脊椎動物は、その実態は部分的にしか解明されていませんが、チョウ類は研究が進み 150 種の生息が確認されています。

維管束植物は、長野県に 2,826 種が確認されおり、この数は日本全体に生育するとされる約 7,000 種の 40.4%を占めています。



#### 【絶滅危惧2類のマツタケ】

令和 2 年 7 月、国際自然保護連合 (IUCN) がマツタケ (*Tricholoma matsutake* (S.Ito & S.Imai) Singer) をレッドリスト最新版で、「絶滅の危険が増大している」種という位置付けの“絶滅危惧 2 類 (危急: VU)”

へ分類されました。日本の環境省のレッドリスト 2015 植物Ⅱ (菌類) でもマツタケは“準絶滅危惧 (NT)” に分類されています。

長野県はマツタケ生産量日本一を誇ります。しかし、松枯れ被害の拡大や植生遷移の進行によるアカマツの衰退等でマツタケの生産量が年々減少しています。里山の恵みであったマツタケも希少種となってしまいました。

地域特性としてマツタケの産地では、放置されたアカマツ林に対し、森林経営管理実施権を設定してマツタケ再生を行うことも可能です。



写真. 令和 2 年発生 of 信州マツタケ  
(写真提供: 山宮 幸政氏)



IV-1-4 長野県の森林立地の社会環境

(1) 保安林

長野県民有林の保安林は 234,468.61ha、全森林面積の 34.1%を占めています。保安林種の割合は図 4-16 となっています。

保安林は森林法に定められた保安林制度によって運用・管理されますので、森林経営管理制度の重要な位置付けとはなりません。ただし、保安林に隣接する森林などが対象となる場合は、保安林種などを確認する必要があります。

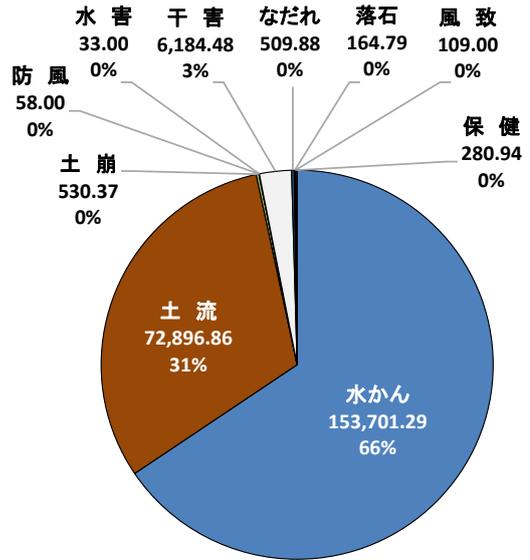


図 4-16 長野県民有林の保安林種別面積とその割合 (2020年9月1日現在)

(2) 山地災害危険地区等の森林

森林を、山腹傾斜角、地況・林況、地質特性、災害特性、荒廃現況及び保全対象の有無などを調査し、人家や病院、学校、道路等の公共施設などに直接被害が及び恐れがある森林を山地災害危険地区として指定しています。山地災害危険地区は、荒廃状況や災害の予想発生形態により次の3種類に区分されています。現在、長野県林務部が所管する山地災害危険地区は、県全体で7,253箇所となっています(表4-5)。

- 山腹崩壊危険地区：山腹崩壊(山崩れ)や落石などにより災害が発生する恐れがある地区
- 崩壊土砂流出危険地区：山腹崩壊などによって発生した土砂などが土石流となり、災害が発生する恐れがある地区
- 地すべり危険地区：地すべりにより災害が発生する恐れがある地区

表 4-5 長野県の山地災害危険地区

区分	県計	振興局									
		佐久	上田	諏訪	上伊那	南信州	木曾	松本	北アルプス	長野	北信
山腹崩壊危険地区	3,248	269	143	73	319	719	379	420	190	520	216
地すべり危険地区	386	2	10	2	18	36	0	69	40	184	25
崩壊土砂流出危険地区	3,619	286	161	131	371	872	345	484	233	595	141
合計	7,253	557	314	206	708	1,627	724	973	463	1,299	382

※長野県林務部森林づくり推進課治山係資料



#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

なお、山地災害危険地区は、法律に基づく指定ではなく、法的な規制はありません。山腹崩壊、地すべり、崩壊土砂流出による災害が発生する恐れがある地区を知っていただき、警戒避難等の早期対応をすることで、災害の発生を未然に防止するために設定しています。山地災害危険地区で対策工事を行う場合は、保安林に未指定の場合は、必要な範囲を原則として保安林に指定して対策を進めています。

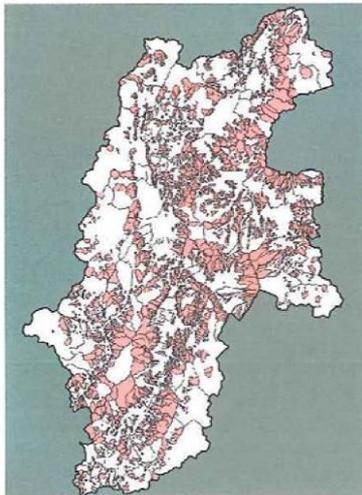
長野県林務部が所管する山地災害危険地区の他に、長野県建設部砂防課が所管する土砂災害危険箇所があります。土砂災害危険箇所は県内に、「土石流危険渓流」が 5,912 箇所、「地すべり危険箇所」が 1,241 箇所、「急傾斜地崩壊危険箇所」が 8,868 箇所指定されています（表 4-6、図 4-17）。

表 4-6 長野県の土砂災害危険箇所

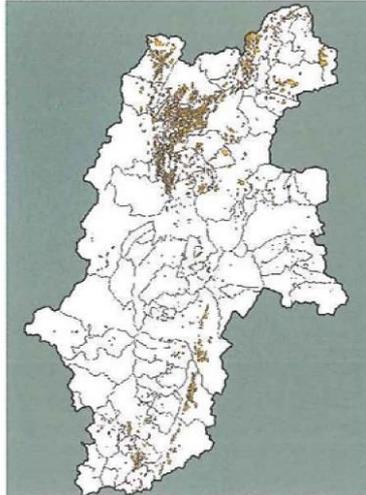
分類	土石流危険渓流 (H15調査)	地すべり危険箇所 (H9調査)	急傾斜地崩壊危険 箇所 (H15調査)
人家5戸以上の箇所	4,027		3,197
人家1～4戸の箇所	1,093		3,784
人家はないが今後新規の住宅立地が見込まれる箇所	792		1,887
合計	5,912	1,241	8,868

※地すべり防止区域にはⅠ～Ⅲの分類はなし  
 ※長野県建設部砂防課  
 ※平成26年8月15日現在

土石流危険渓流



地すべり危険箇所



急傾斜地崩壊危険箇所

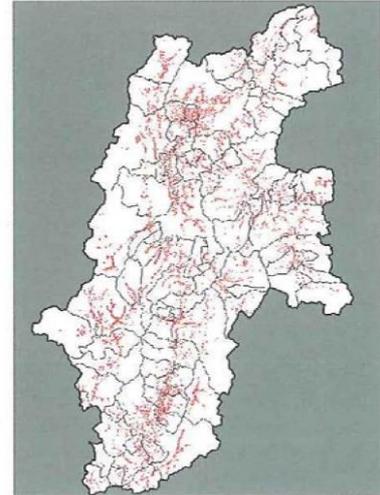


図 4-17 長野県の土砂法指定区域

長野県建設部砂防課 <https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/documents/kikenkasyo.pdf>

また、一般的に“土砂法”と呼ばれている法律（土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）があり、この土砂法では、基礎調査を行い、土砂災害の土石流、がけ崩れ、地すべりの種類に応じた「土砂災害警戒区域」と「土砂災害特別警戒区域」の指



定が行われます。「土砂災害警戒区域」は土砂災害の恐れがある区域、「土砂災害特別警戒区域」は建物が破壊され、人命に大きな被害が生ずる恐れがある区域です。令和2年6月25日現在の長野県の土砂災害警戒区域等の指定状況は、県内 77 市町村全てに指定されており、表 4-7 となっています。

表 4-7 長野県の土砂災害警戒区域・特別警戒区域

土石流		地滑り		急傾斜地の崩壊	
警戒区域	特別警戒区域	警戒区域	特別警戒区域	警戒区域	特別警戒区域
6,701 箇所	5,502 箇所	1,518 箇所		18,795 箇所	15,847 箇所
長野県合計	土砂災害警戒区域	土砂災害特別警戒区域		市町村	
	27,014 箇所	21,349 箇所		77 市町村	

長野県建設部砂防課 <https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/documents/keikaikuiki0625.pdf>

これらの防災の情報は、「長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップ」で確認することができます。このサイトの「防災」を選択すると（図 4-18）、すべての防災情報が確認できます。山地災害危険地区も確認することができます。

ホームページアドレスは <http://wwwgis.pref.nagano.lg.jp/pref-nagano/Portal> です。



図 4-18 「長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップ」トップページ

### (3) 野生鳥獣被害

県内の野生鳥獣による農林業被害は、ニホンジカ（写真 4-4）が最も多く、イノシシ、ツキノワグマ（写真 4-5）、ニホンザルなどの獣類の被害は 8 割程度を占めています。令和元年度の農林業被害総額は 7 億 3 千万円に達します（図 4-19）。また近年は、カラスなどの鳥類による被害の割合が増加傾向で、約 2 割を占めています。このほかに、カワウ等によ





#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

る漁業被害も発生しているほか、高山植物の食害による自然環境の破壊などを含めると、被害の影響は極めて甚大な状況になっています（長野県 2017）。



写真 4-4 ニホンジカの水飲み  
センサーカメラ記録



写真 4-5 ツキノワグマ （伊那市 2016）

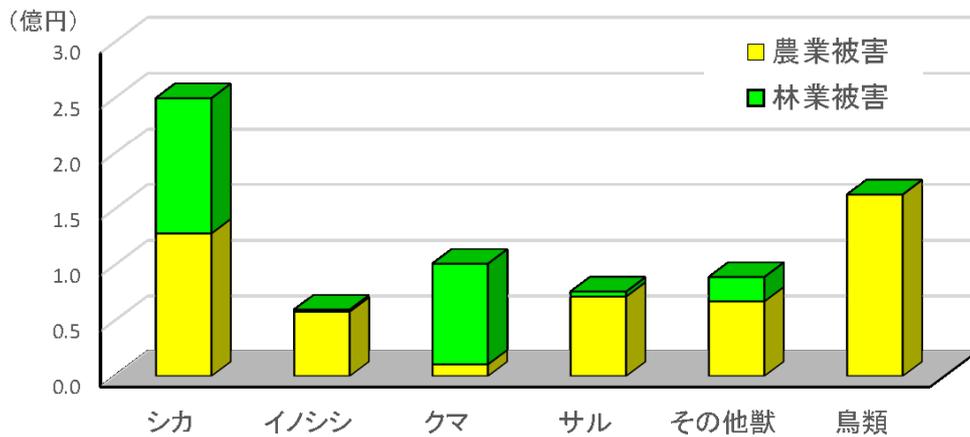


図 4-19 県内の令和元年度加害獣別の農林業被害の状況（長野県 2020）

近年、集落や住宅地などに近い里山が、広葉樹林の成長などによって、ツキノワグマやイノシシなどの獣類の好適な生活圏になってしまっている場合が増えており、人身被害を発生させる事例が増えています。それらの多くをツキノワグマによる被害が占めています。

これらは、里山が野生獣の生活圏として定着してきていることで、一層出没し易い環境がつけられてきていることを背景にしているものと考えられ、そこからイノシシやツキノワグマなどが河川敷などを伝って市街地にまで出没する状況も出ています。放置された里山の整備が重要です（参照：第IV章 118～122 ページ）。

👉「市町村業務マニュアルⅢ～森林・林業基礎編～」 p37～38



**(4) 森林病虫害**

森林に被害を与える病虫害には多くの種類がありますが、現在の県内において課題とされる病虫害は松くい虫被害とカシノナガキクイムシによる被害です。

① 松くい虫被害

現在の県内において最も森林被害を拡大させているのが、マツ材線虫病 (*pine bark borer*, 以下:「松くい虫被害」) です(写真 4-6)。



写真 4-6 松くい虫激害地のアカマツ林

長野県における松くい虫被害は、昭和 56 年以降年々増加し、平成 7 年度には 5 万 7 千 m<sup>3</sup> となり、その後平成 11 年度にかけて減少傾向にありましたが、再び増加に転じ、平成 25 年にそれまでの最高となる 7 万 8 千 m<sup>3</sup> となりました。現在は 7 万 m<sup>3</sup> 台 で推移しています(図 4-20)。全国的に見ても最も多い被害量となっています。地域別では、上伊那、松本、長野地域で増加、他の地域では減少傾向にあります。

長野県m<sup>3</sup>

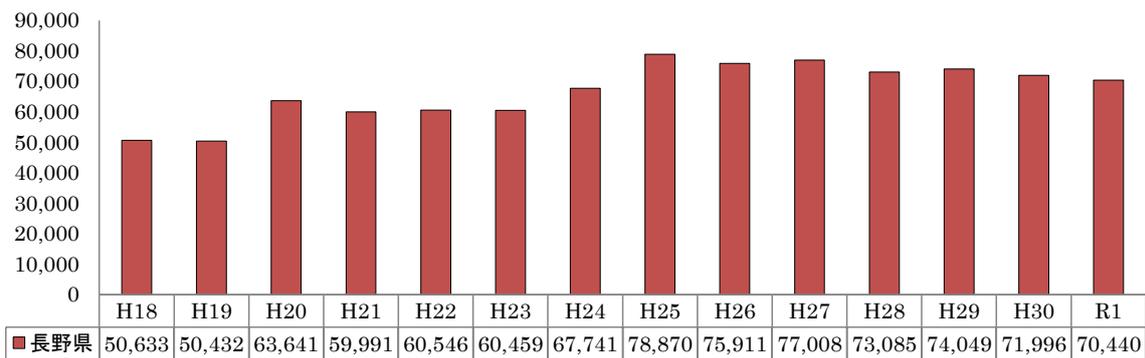


図 4-20 平成 18 年 (2006) から令和元年 (2019) までの松くい虫被害量の推移  
※森林づくり推進課保安林係

松くい虫被害の危険度は、MB 指数という 15℃ 温量指数 (月の平均気温から 15℃ を超えた値を積算した値) で推計します。ここで、MB 指数 19 以下は「自然抑制域」、MB 指数 19~22 は「移行帯」、MB 指数 22 以上は「危険域」となります(図 4-21)。





第IV章 森林の把握 ~解説~

ある県内区域の AMeDAS の 30 年間の月別平均気温から、標高に対応する気温減率  $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  で MB 指数計算を計算すると図 4-21 となりました。現在この区域の気温による MB 指数 19 以下の「自然抑制域」は標高 875m、MB 指数 22 以上の「危険域」は標高 750m 以下と推計されます。

市町村内の気温の記録から、5~10 年間の月別平均気温を用いてこの MB 指数を計算すると、今後の被害拡大の予測ができます。

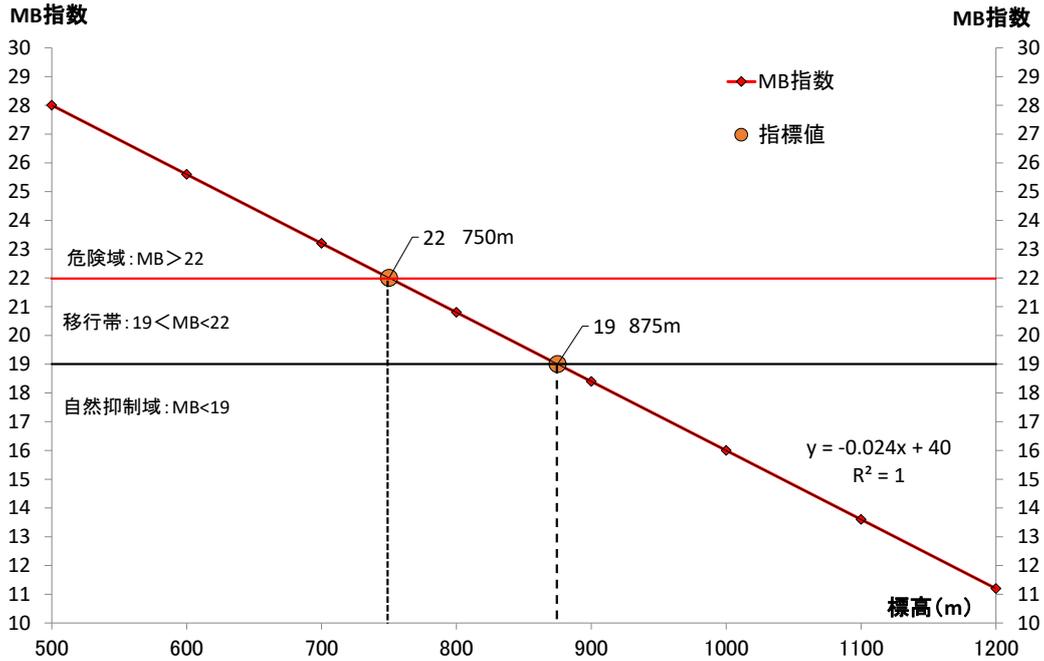


図 4-21 MB 指数  
AMeDAS (標高 633m) の 18 年気象統計 (1993~2010 年)、気温減少率  $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

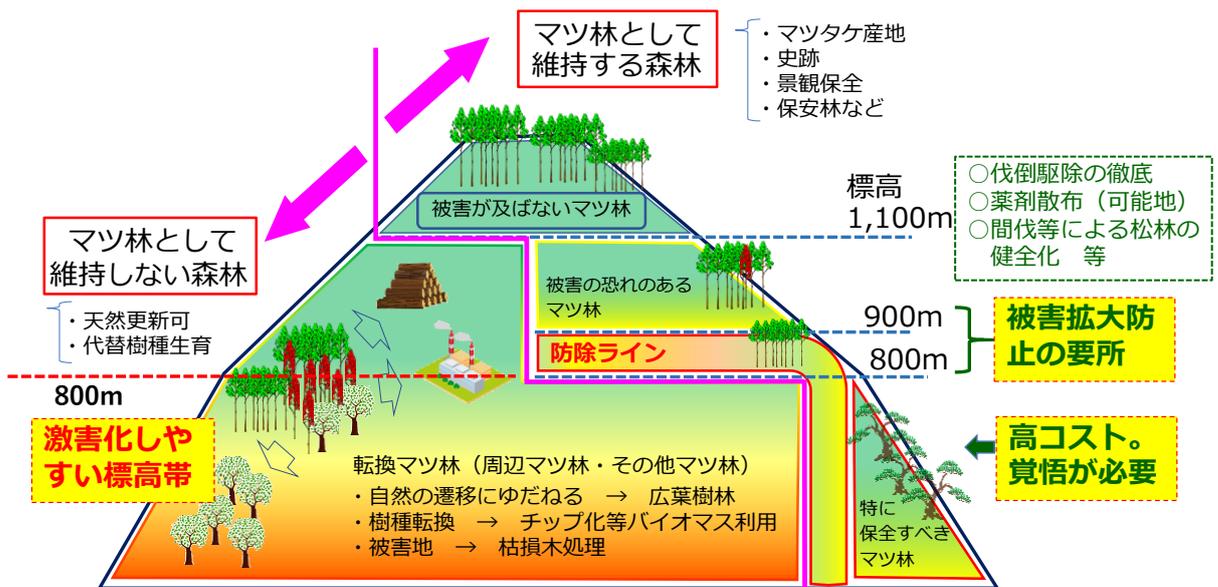


図 4-22 標高帯で示す松林保全  
※森林づくり推進課保安林係



長野県では、図 4-22 のとおりの標高帯で松林の保全について示しています。この図とともに、「長野県アカマツ林施業指針（案）」を参考にしてください。

<https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/ringyo/hoanrin/kyougikai2.html>

☞「市町村業務マニュアルⅢ～森林・林業基礎編～」 p33～34

## ② カシノナガキクイムシ被害

甲虫目ナガキクイムシ科のカシノナガキクイムシ（*Platypus quercivorus*、以下：「カシナガ」）は、本州、四国、九州に生息分布して、「ナラ枯れ」を発生させます。ナラの材内に穿孔し、媒介した共生菌（ナラ菌）により大量穿入（マスアタック）を受けて主にコナラやミズナラの大径・老齢木が枯死します。穿入孔から大量の木屑（フラス）を出すのが特徴です（写真 4-7）。

☞「市町村業務マニュアルⅢ～森林・林業基礎編～」 p35～36



写真 4-7 カシノナガキクイムシ被害

長野県では平成 6 年（2004）8 月に飯山市、信濃町で確認されました（岡田ら 2006）。平成 6 年以降、南信州、北アルプス地域に拡大し、平成 22 年（2010）にピークを迎え、県内 13 市町村で計 12,810 本の被害が確認されました。その後平成 28 年以降は 200 本台で推移していましたが、令和 2 年（2020）になり急増傾向となっています。





#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

令和2年10月現在、過去最多の26市町村で確認され、被害木は上伊那25本、南信州994本、木曽1,360本、北アルプス10本、長野883本、北信19本の3,291本に達しています（図4-23）。

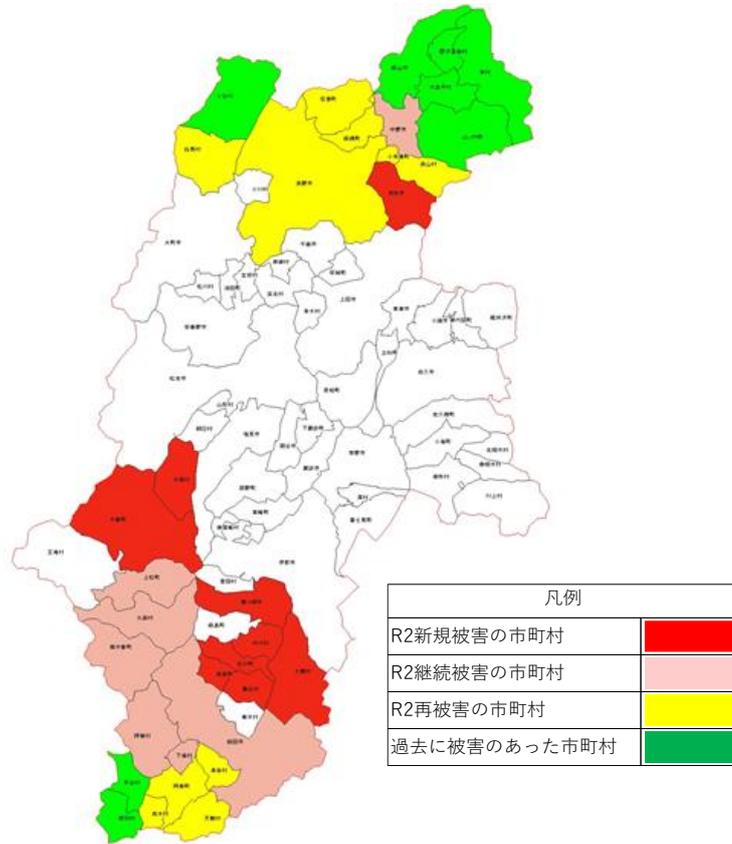


図4-23 カシノナガキクイムシ被害市町村図（令和2年.10 現在）  
※森林づくり推進課保安林係

#### (5) 自然公園

長野県は、5地域の国立公園、4地域の国定公園、5地域の県立自然公園があります（図4-24）。

さらに、長野県自然環境保全条例に基づき、優れた天然林や特異な地形・地質、貴重な動植物の自生地や生息地などの良好な自然環境を保全するため、8地域の自然環境保全地域を指定しています。また、市街地等の周辺における森林、草地、湖沼等、郷土的又は歴史的な特色のある区域を含む土地で、良好な自然環境と熟成した自然環境を形成しているものとして、36地域の郷土環境保全地域を指定しています。

これらの自然公園や保全地域内には、民有林が存在している場合があり、これらと隣接する森林において未整備の森林が存在すると、地域の環境保全に悪影響を与えます。

これらの他、多くの市町村には、森林公園や自然公園が存在します。これらに隣接する森林も地域の環境保全にとって重要となります。



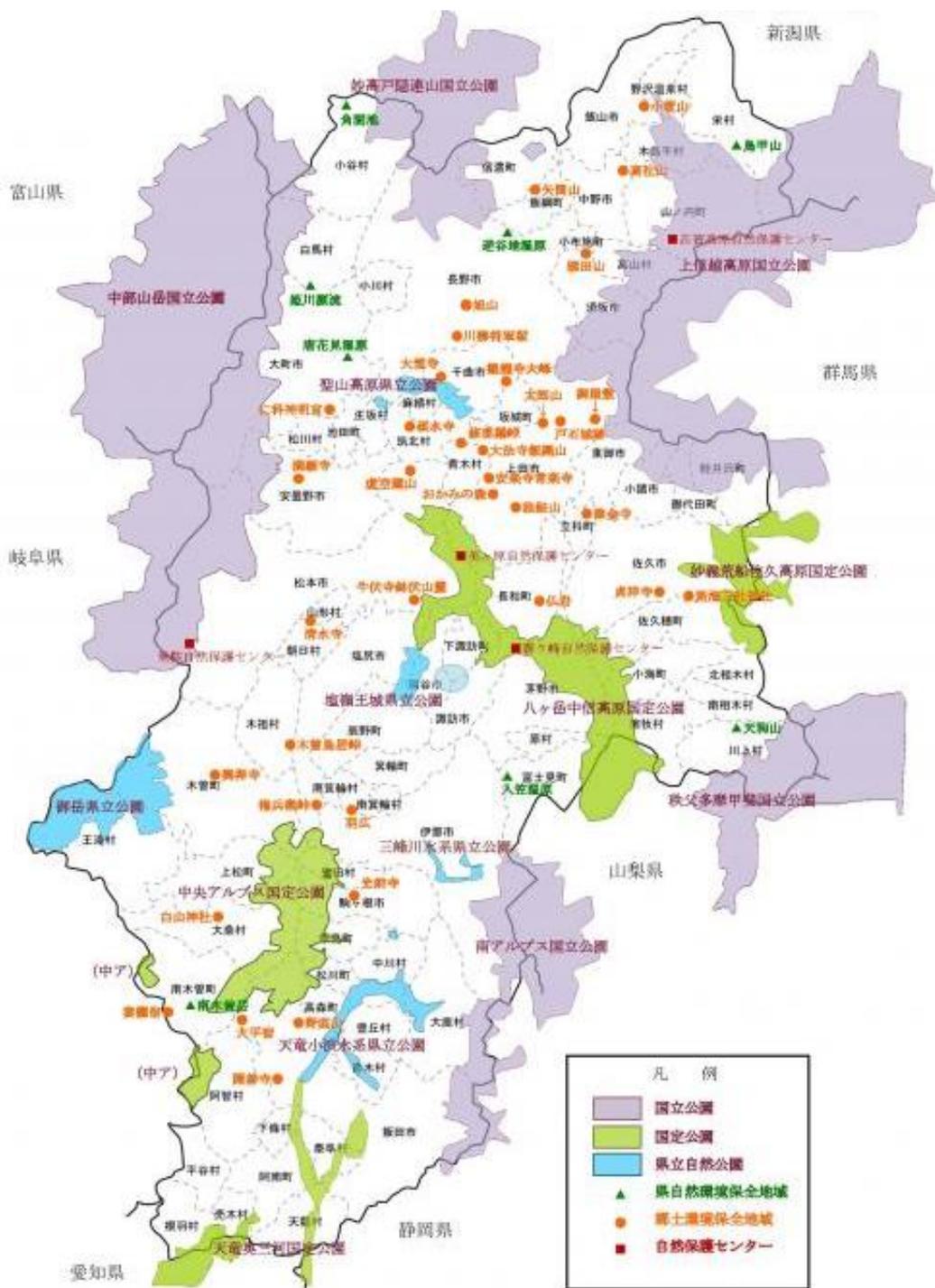


図 4-24 長野県の自然公園





(6) 長野県内の遺跡

長野県は、遺跡や中世の城館が多く、森林内に分布している場合があります(図4-25)。

長野県の遺跡は、『長野県史考古資料編遺跡地名表』に12,665箇所の遺跡が記載されています。それらの遺跡数を時代別に示すと、旧石器時代330箇所、縄文時代7,970箇所、弥生時代2,099箇所、古墳時代884箇所、奈良・平安時代3,206箇所、中近世(鎌倉～江戸時代)約1,000箇所となっており、これらの数字の合計は15,000を超えています。これらの数字を見てもわかるとおり、「信州は縄文遺跡の宝庫」などと呼ばれ、多くの遺跡が存在します。長野県は縄文時代の最も繁栄した地域だと指摘するように、長野県の原始・古代の遺跡が大きな特徴となっています(長野県立歴史館)。

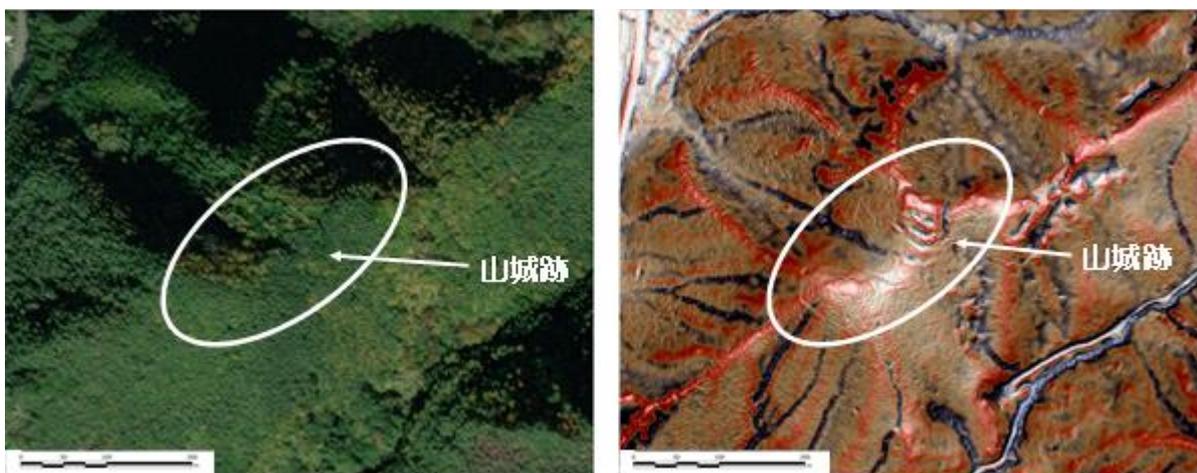


図4-25 森林で覆われている中世の山城跡(中信地方)  
左の空中写真では樹木に覆われて城郭(曲輪)はわからないが、右のCS立体図では城郭が鮮明に判読できる。

また、中近世の多くの城館跡があります。平安時代末から戦国時代の間には多くの城館が築城され、これらの城館は、人々に親しまれてきました。城跡公園として各地域の人々の憩の場に活用がなされている等の例が数多くみられます。長野県の城館跡数は1,262箇所、うち未確認・不明等の城館跡数は41箇所となっています。地域別の城館跡数は、東信地区313箇所、南信地区365箇所、中信地区340箇所、北信地区244箇所です(長野県教育委員会1983)。

各市町村では、教育委員会で文化財保護法第95条により、地域のどのような場所に埋蔵文化財包蔵地が存在するかについて、番号を与え、その詳細(時代や種類・面積)をまとめた「遺跡台帳(包蔵地台帳)」を作成し、範囲を地図上に示した「遺跡地図(包蔵地地図)」を作成しています。



## IV-2 地形情報の把握

### IV-2-1 基礎資料で立地を調べる

対象とする森林の位置を確認し、森林に影響を与える地形情報を把握する必要があります。ここでは、既存の図書や Web から取得できる情報を記載します。

#### (1) 地形

地形とは、地表面そのものの形態を表し、地球表面での多種・多様な自然の働きと、人間の土地利用（改変）の歴史の、現在に至る最終生成物です（日本の地形 I より）。

国土地理院は、地形分類を「地形を形態、成り立ち、性質などから分類したもので、その土地が山地か台地か、低地かまた同じ低地の中でも高燥な土地か、低湿な土地か、あるいは自然の地形を人工的にどのように改変しているかなどを、区分したもの」とし、表 4-8（次ページ）のように分類しています。

地形図または Web で閲覧できる地図サイト等からその場所の地形を読み取るのは、①標高、②尾根と谷、③傾斜、④斜面縦断形の凹凸等です。

地形情報を確認できる Web サイトやフリー地形図ソフトでは次が有効です。

- 🌿 地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp/>
- 🌿 Google Earth <https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/>
- 🌿 カシミール 3D <http://www.kashmir3d.com/>

#### ① 標高

松くい虫被害森林の対策では、被害の拡大を予測するのに標高がその指標となります（第 IV 章 24 ページ、図 4-21）。奥地・奥山の森林を対象とする場合は、亜高山帯に位置するかを確認します。地形図による標高の読み取りは比較的簡易にできます（図 4-26）。

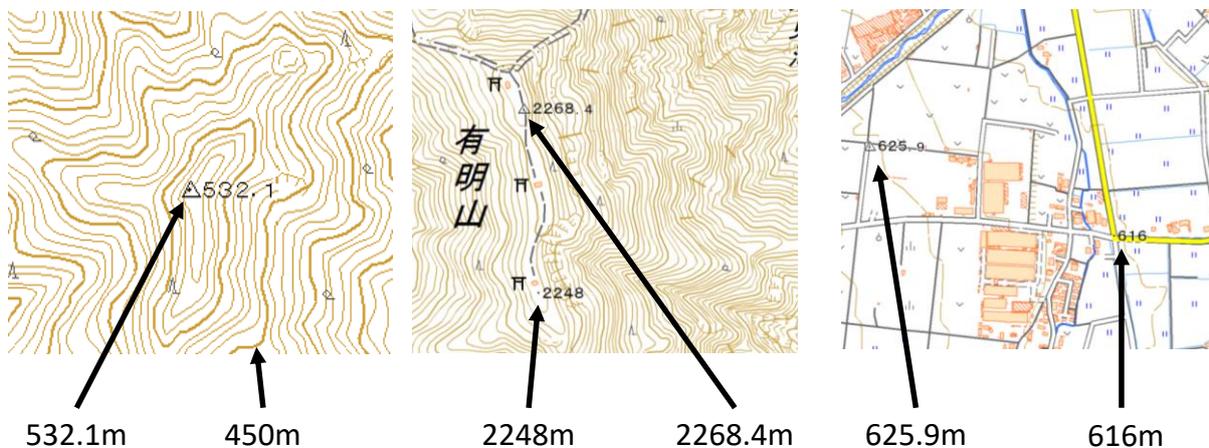


図 4-26 地形図からの標高の読み取り（判読） ※国土地理院数値地図を基図として作成





表 4-8 主な地形分類項目

分類項目		定義
山地斜面等		山地・丘陵または台地の縁などの傾斜地
変形地	崖	自然にできた幅の狭い急斜面
	地すべり地形	動きの緩急は問わず、山体の一部が土塊として下方に移動してできた地形。滑落崖は地すべり頭部にできた崖、移動体はすべった土塊の到達範囲
台地・段丘	更新世段丘	台地または段丘面のうち、更新世に形成されたもの
	完新世段丘	台地または段丘のうち、完新世に形成されたもの
山麓堆積地形		斜面の下方、山間の谷底または谷の出口等に堆積した、岩層または風化土等の堆積地形面で、崖錐・麓屑面・土石流堆などをいう
低地の微高地	扇状地	山麓部にあつて主として砂礫からなる扇状の堆積地形
	自然堤防	洪水時などに河川の流路沿いまたは周辺に砂やシルトが堆積してできた微高地
	砂州・砂堆・砂丘	砂州・砂堆は現在及び過去の海岸、湖岸付近にあつて波浪、沿岸流によってできた、砂または礫からなる浜堤、砂州・砂嘴などの微高地。砂丘は風によって運ばれた砂からなる小高い丘
	天井川・天井川沿いの微高地	堤防によって囲まれた河床が堤内地（堤防によって洪水から守られている人家や農地の側）より高い部分と、天井川に沿って形成された微高地
凹地・浅い谷		台地・段丘、低地の微高地などに細流や地下水の働きによって形成され相対的に低い地形。合流扇状地の境界付近における相対的に低い部分
低地の一般面	谷底平野・氾濫平野	山地・丘陵あるいは台地・段丘を刻む河川の堆積作用が及ぶ平坦地、及び河川の堆積作用により形成された、広く開けた平坦地
	海岸平野・三角州	過去の浅海堆積面が海退により陸化した平坦地、及び河川の河口部にあつて主としてシルト、粘土などの細粒物質からなる平坦地
	後背低地	河川の堆積作用が比較的及ばない沼沢性起源の低湿地
	旧河道	過去の河川流路の跡
頻水地形	高水敷・低水敷・浜	堤外地（堤防にはさまれて水が流れている側）のうち高水時に冠水する部分、及び暴浪時に冠水する海岸の岩場、砂礫地
	湿地	地下水位が地表面に対して著しく浅い土地
水部	河川・水涯線及び水面	河川は原則として常時水流がある部分。水涯線は、自然状態における水陸の境界。水面は河川、湖沼、海、貯水池などの表面
	旧水部	海、池、沼などを、盛土や埋立等により人工的に陸化したもの
人工地形	平坦化地	山地・丘陵地、台地などの斜面を切り取り整地した平坦地または緩斜地
	農耕平坦化地	山地・丘陵地、台地などの斜面を農耕地として切取りにより整地した土地
	切土地	山地・丘陵、台地・段丘などの造成地のうち、切取りによる平坦地または傾斜地
	盛土地・埋立地	主として低地及び水部に土を盛って造成された平坦地または傾斜地。山地・丘陵、台地・段丘などの造成地のうち、盛土による平坦地または傾斜地
	干拓地	水部を干して陸地化した土地
	改変工事中の区域	現在人工的に地形の改変が進行中の区域

国土地理院地形分類 ([https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc\\_configuration.html](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_configuration.html)) 転記



## ② 尾根・谷

尾根と谷を確認します。図 4-27 の赤線が尾根（凸）、青線が谷（凹）となります。地形図による尾根・谷の読み取りは比較的簡易にできます。

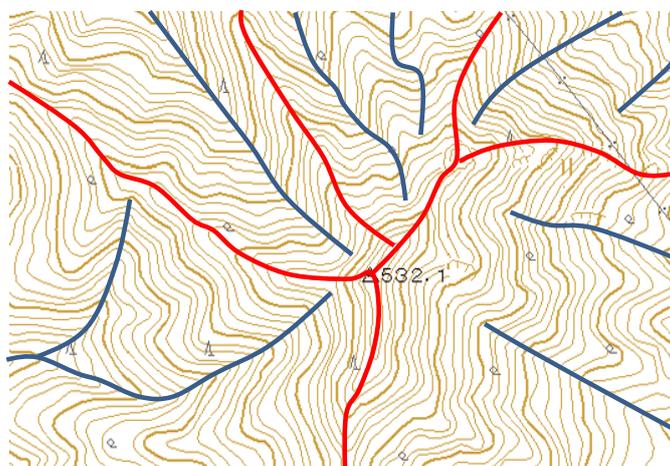


図 4-27 地形図からの尾根と谷の読み取り（判読）  
※国土地理院数値地図を基図として作成

## ③ 傾斜

傾斜は森林管理にとって重要な因子です（参照：第 I 章 16 ページ）。等高線の間隔が広い所は傾斜が緩く、等高線の間隔が狭いところは傾斜が急となります（図 4-28）。地形図による傾斜の緩急の読み取りは比較的簡易にできます。

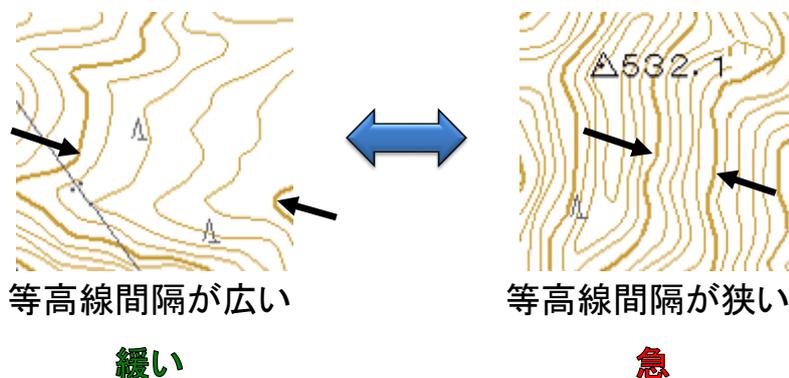


図 4-28 地形図からの傾斜の読み取り（判読）  
※国土地理院数値地図を基図として作成

ここで、市町村の民有林全域の傾斜区分図を作成しておく、地形図からの読み取りをしなくても、対象森林の傾斜を把握できます（図 4-29）。【参考：傾斜区分図（第IV章 13 ページ）】を参考にしてください。

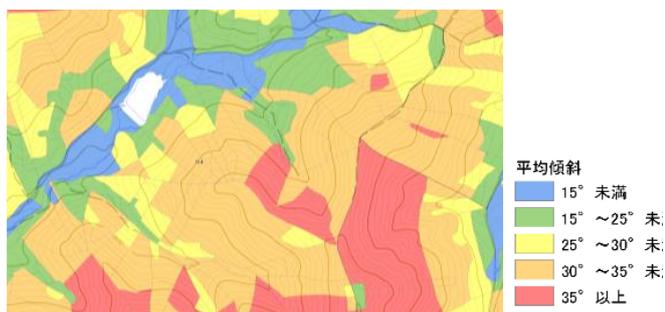


図 4-29 施業番号単位平均傾斜の傾斜区分図



#### ④ 傾斜形状（縦断形）

斜面の垂直断面形（縦断形）は、樹木の成長に影響を及ぼす水分状況と密接に関係しています。地形図からは等高線の間隔から、急になっている箇所（遷急線）、緩やかとなっている箇所（遷緩線）を見つけ、縦断形状を読み取ります（図 4-30）。

なお、鈴木（2000）は斜面縦断形について、「中部直線部がどの斜面よりも常に最も急傾斜である」としています。尾根から沢（低地）にかけての縦断形状は中腹部が急であると想定してください。

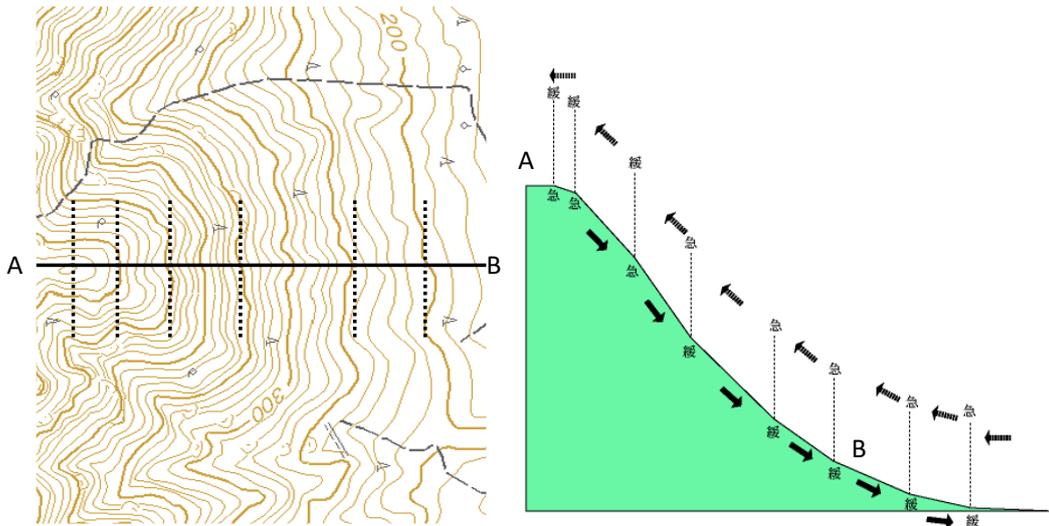


図 4-30 地形図からの縦断形状の読み取り（判読）※国土地理院数値地図を基図として作成

#### ⑤ 斜面方位

対象森林の斜面方位を確認することは、樹木の成長、植物へのストレス、林地の土砂生産の目安を把握することになります。北向きや北東向き斜面は、日射の制限を受けます。また冬季の気温低下の影響もあります。南向きから南西斜面は、日射は良好ですが、過度の気温上昇などで植物の生育にストレスが生じる場合があります。さらに南西斜面は冬季の凍結融解作用が大きく、林地の土砂生産量が大きくなる傾向を示します。

斜面方位は、斜面の上から下を向いた時の方位です。地形図は北が上方で描かれています。図 4-31 の赤点線の区域が対象森林であるならば、斜面方位は南西（S40W：北0度の場合 220度）となります。



図 4-31 斜面方位の模式図  
※国土地理院数値地図を基図として作成



## (2) 地質

森林の基礎となるのが山地・丘陵地などの地山を構成する地質です。地表から数メートルの深さまでの地盤の状態（表層地質）に関する情報を把握することが必要です。



写真 4-8 花崗岩地帯の土壌（左）とヒノキ人工林（右）

山地斜面では表層地質は基盤岩石とその上に存在する風化によって生成された物質、もしくは斜面上方などから移動して堆積した物質から構成されます。地表近くに分布する森林土壌は、風化生成物もしくは堆積物が土壌生成作用を受けて形成されたものです。

花崗岩地帯などでは強風化した基岩の上の薄い土壌に成立している森林などがあります（写真 4-8）。また、強酸性や強アルカリ性などの地質条件によって特殊土壌を形成したり、植物の生育も異なる場合があります。

地質は、次の地質図や Web 地質図などで確認します。

- 🌱 国土調査 5 万分の 1 土地分類基本調査（長野県） <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/5-1/prefecture20.html#prefecture20>（注：全域無、19 図幅のみ）
- 🌱 国土調査 20 万分の 1 土地分類基本調査 [https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l\\_national\\_map\\_20-1.html#prefecture20](https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l_national_map_20-1.html#prefecture20)
- 🌱 新版長野県地質図 ver.1（縮尺 1/50,000） <https://www.pref.nagano.lg.jp/kanken/chosa/kenkyu/chishitsu/chishitsuzu.html>
- 🌱 長野県デジタル地質図 2015 <https://www.shinshu-u.ac.jp/project/chishitsuzu/about/>
- 🌱 20 万分の 1 日本シームレス地質図 <https://gbank.gsj.jp/seamless/>
- 🌱 地質図 Navi - 産総研 <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>





### 【酸性特殊土地帯】

県内で温泉変質を強く受けている地帯は、火山地帯を中心に志賀高原、菅平、北小谷、ハヶ岳地帯などで、局所的には温泉が噴出している身近な地域にも分布しています（下図）。

温泉変質帯は、粘土化するなど極めて脆弱で、また熱水変質作用により硫酸性の強酸性土壌である場合もあります。地表攪乱で、地表に変質帯（硫黄鉱脈など）を露出してしまうと、植生回復が困難になるだけでなく、酸性水を下流に流出させることになります（写真）。

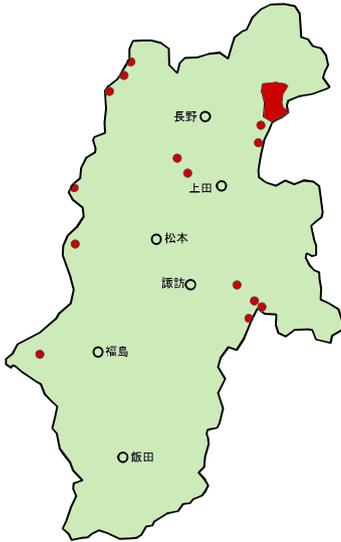


図.温泉変質帯の主な分布

「日本の熱水変質帯分布図,鮮新世後期-完新世;地質調査所発行(1979)」を基に作成。

写真.熱水変質作用による変質を受けた地質(温泉地周辺)

pH=3.0程度の強酸性を示す。

### (3) 土壌

森林の土壌は、立木の成長を左右するだけでなく、そこに生じる林床植生も異なるものとなります。「適地適木」の基本情報です。森林の環境を知る上で土壌を知ることは重要です。

森林の土壌は、地表に堆積した落ち葉や落枝の層(A<sub>0</sub>層)があり、その下に腐植によって着色され暗い色をした表層土壌(A層)があります。A層の下には茶褐色をした次の層(B層)があり、その下部には岩石が風化したC層、基盤岩からなるR層と続きます(図4-32)。

土壌は、そこにある岩石や地表に降り積もった火山灰や風で飛ばされてきた土などを材料として、物理的及び化学的に風化してできた砂やシルト、粘土といった細かな粒子

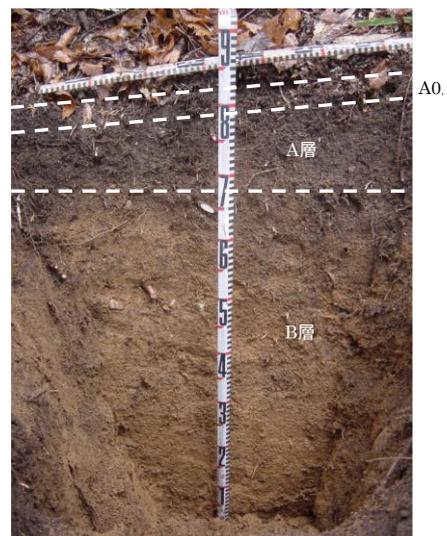


図 4-32 土壌断面 (適潤性褐色森林土)





と、落ち葉など植物遺体から溶け出した物質や、これらを食したり分解したりする土壤動物や微生物の糞や遺骸など生物活動の影響を受けて蓄積した腐植と呼ばれる有機物を主要要素として形成されています。

日本の森林に分布している土壤は、ポドゾル、褐色森林土、赤・黄色土、黒色土、暗赤色土、グライ、泥炭土、未熟土の8つの土壤群に大きく分けられています(表4-9、写真4-9)。

表4-9 林野土壤分類 1975による土壤分類一覧表

土壤群	土壤亜群	土壤型	亜型	細分例
ポドゾル P	乾性ポドゾル P <sub>D</sub>	P <sub>DI</sub> , P <sub>DI</sub> <sub>II</sub> , P <sub>DI</sub> <sub>III</sub>		
	湿性鉄型ポドゾル P <sub>W(Fe)</sub>	P <sub>W(Fe)I</sub> , P <sub>W(Fe)II</sub> , P <sub>W(Fe)III</sub>		
	湿性腐植型ポドゾル P <sub>W(h)</sub>	P <sub>W(h)I</sub> , P <sub>W(h)II</sub> , P <sub>W(h)III</sub>		
褐色森林土 B	褐色森林土 B	B <sub>A</sub> , B <sub>B</sub> , B <sub>C</sub> , B <sub>D</sub> , B <sub>E</sub> , B <sub>F</sub>	B <sub>D</sub> (d)	
	暗色系褐色森林土 dB	dB <sub>D</sub> , dB <sub>E</sub>	dB <sub>D</sub> (d)	
	赤色系褐色森林土 rB	rB <sub>A</sub> , rB <sub>B</sub> , rB <sub>C</sub> , rB <sub>D</sub>	rB <sub>D</sub> (d)	
	黄色系褐色森林土 yB	yB <sub>A</sub> , yB <sub>B</sub> , yB <sub>C</sub> , yB <sub>D</sub> , yB <sub>E</sub>	yB <sub>D</sub> (d)	
	表層グライ化褐色森林土 gB	gB <sub>B</sub> , gB <sub>C</sub> , gB <sub>D</sub> , gB <sub>E</sub>	gB <sub>D</sub> (d)	
赤・黄色土 RY	赤色土 R	R <sub>A</sub> , R <sub>B</sub> , R <sub>C</sub> , R <sub>D</sub>	R <sub>D</sub> (d)	
	黄色土 Y	Y <sub>A</sub> , Y <sub>B</sub> , Y <sub>C</sub> , Y <sub>D</sub> , Y <sub>E</sub>	Y <sub>D</sub> (d)	
	表層グライ系赤・黄色土 gRY	gRY <sub>I</sub> , gRY <sub>II</sub> , gRY <sub>bI</sub> , gRY <sub>bII</sub>		
黒色土 Bl	黒色土 Bl	Bl <sub>B</sub> , Bl <sub>C</sub> , Bl <sub>D</sub> , Bl <sub>E</sub> , Bl <sub>F</sub>	Bl <sub>D</sub> (d)	Bl <sub>D</sub> -m, Bl <sub>E</sub> -m
	淡黒色土 lBl	lBl <sub>B</sub> , lBl <sub>C</sub> , lBl <sub>D</sub> , lBl <sub>E</sub> , lBl <sub>F</sub>	lBl <sub>D</sub> (d)	lBl <sub>D</sub> -m, lBl <sub>E</sub> -m
暗赤色土 DR	塩基系暗赤色土 eDR	eDR <sub>A</sub> , eDR <sub>B</sub> , eDR <sub>C</sub> , eDR <sub>D</sub> , eDR <sub>E</sub>	eDR <sub>D</sub> (d)	eDR <sub>D</sub> (d)-ca eDR <sub>D</sub> (d)-mg
	非塩基系暗赤色土 dDR	dDR <sub>A</sub> , dDR <sub>B</sub> , dDR <sub>C</sub> , dDR <sub>D</sub> , dDR <sub>E</sub>	dDR <sub>D</sub> (d)	
	火山系暗赤色土 vDR	vDR <sub>A</sub> , vDR <sub>B</sub> , vDR <sub>C</sub> , vDR <sub>D</sub> , vDR <sub>E</sub>	vDR <sub>D</sub> (d)	
グライ G	グライ G	G		
	偽似グライ psG	psG		
	グライポドゾル PG	PG		
泥炭土 Pt	泥炭土 Pt	Pt		
	黒泥土 Mc	Mc		
	泥炭ポドゾル Pp	Pp		
未熟土 Im	受蝕土 Er	Er		Er-α, Er-β
	未熟土 Im	Im		Im-g, Im-s, Im-cl

土じょう部 1975(1976) 280:1-28 林業試験場研究報告

ポドゾルは、寒冷で湿り気の多い気候下においてみられ、堆積有機物層が発達し、溶脱層とそこから移動した鉄分あるいは腐植の集積層をもつ土壤です。ポドゾルよりも温暖な気候



#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

条件にある温帯から暖帯にかけては、褐色森林土が広く分布しています。長野県においても民有林では褐色森林土群は 79%を占めます（参照：第IV章 16 ページ）。褐色森林土の分布域の上限、ポドゾルとの分布の境界には、寒冷多湿な気候条件により有機物の分解が遅れることで十分に分解されなかった多量の腐植が蓄積された暗色系褐色森林土が分布します。



適潤性黒色土



適潤性淡黒色土



適潤性褐色森林土



受蝕土



未熟土



乾性火山系暗赤色土

写真 4-9 長野県内の代表的土壌断面

ポドゾルや褐色森林土は、気候条件に応じた分布域を示すものであるのに対して、母材や地形条件が特殊な場合において発達する土壌として、黒色土や暗赤色土、グライ、泥炭土があります。黒色土は、土壌群としては森林において 2 番目に多く長野県の民有林では 16%を占めます。火山山麓や準平原といった傾斜が緩いまたは平坦な地形において草原あるいは草原であった場所にみられます。グライ土壌は、地下水や停滞水の影響により土層の一部が還元され灰白色となったグライ層を持つ土壌です。グライ土壌は、湖沼の周辺、地下水の高い台地、水はけが悪い平坦地あるいは水が集まりやすい斜面の下端に沿った平坦地などでみられます。沼沢地など、常に滞水するところでは、植物遺体の分解が進まず、これらが堆積



した有機質の泥炭土が生成されます。

明瞭な層位を持たない土壌は、未熟土とされます。未熟土群は、氾濫、土石流、泥流などによる堆積物など、母材の堆積が比較的新しいため土壌生成の過程を経過した時間が短く、層位の分化が不明瞭または微弱な未熟土と、植生が失われ禿山となり表土が流亡するなど、受蝕（侵食）によって土層の一部が欠如している受蝕土に細分されます。

森林は尾根から斜面、谷部、平地と起伏に富んだ様々な地形に存在しています。この複雑な地形によって土壌に水分環境の違いが生じ、それによって林木の成長は大きく影響を受けます。林野土壌の分類は、地形に対応した水分環境の違いから7段階の土壌型として区分しています（表 4-9）。分布が最も広い褐色森林土群を例にとると、尾根から斜面上部にかけては乾性型の土壌（BA、BB、BC）、斜面中部には適潤性型の土壌（BD、BD（d））、斜面下部から谷部には湿性型の土壌（BE、BF）が分布します（図 4-33）。

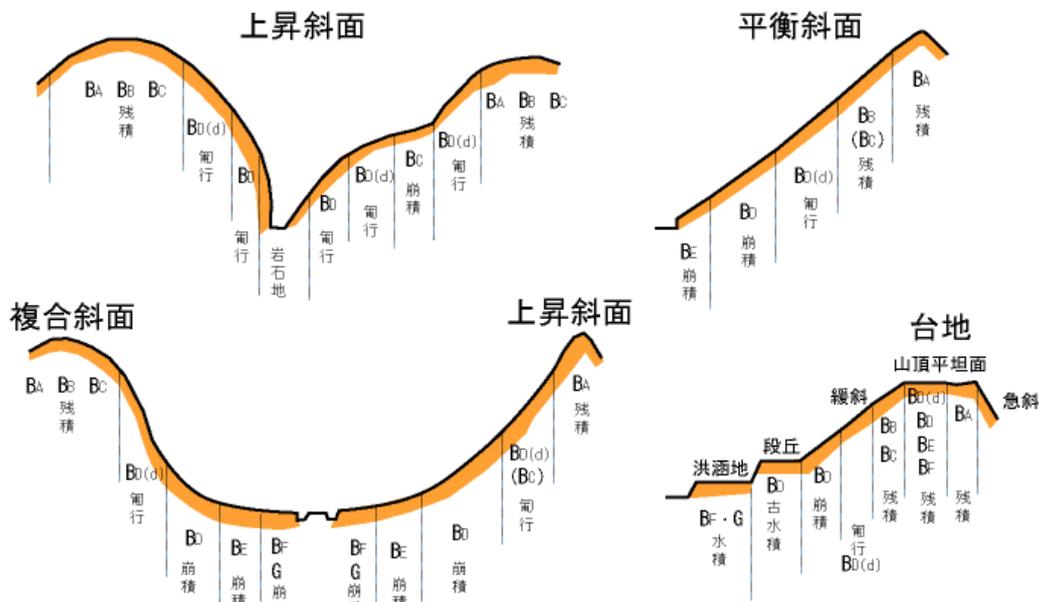


図 4-33 土砂の堆積様式（林業技術ハンドブック p648 より）  
河田弘・小島俊郎（1979）生態学研究法講座 30 環境測定法IV 共立出版

乾性型の土壌では、有機物の分解が遅いため落葉層は厚くなりますが、土壌への腐植の供給が少なく A 層は薄くなります。乾湿の繰り返しにより土壌構造は細かく堅いものや土壌表層に菌糸が発達し、乾燥が著しい場合には菌糸がマット状になっています。

一方、湿性型の土壌では、有機物の分解が速いため地表には新鮮な落葉のみが存在して落葉層が薄く、有機物の分解によって供給された腐植が土壌の深くまで浸透して厚い A 層を形成し、軟らかく比較的大きい土壌構造が発達します。斜面位置によって、土壌の水分条件だけでなく、これらの有機物の分解様式や窒素の供給様式が異なっています。



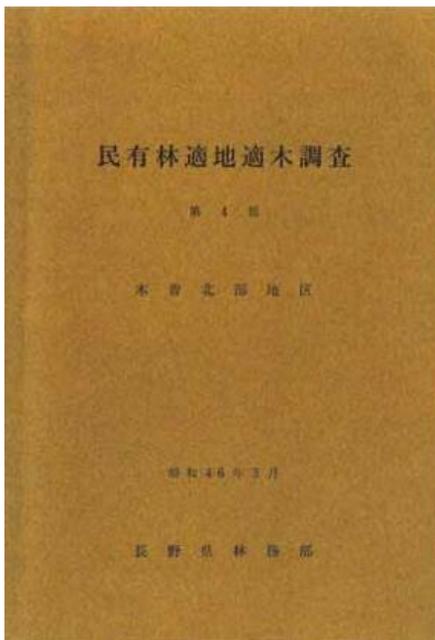
#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

土壌は、次の土壌図や Web 土壌図などで確認します。

- ✿ 民有林適地適木調査（長野県林務部）第 1 報～第 17 報
- ✿ 国土調査 5 万分の 1 土地分類基本調査（長野県）<https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/5-1/prefecture20.html#prefecture20>（注：全域無、19 図幅のみ）
- ✿ 国土調査 20 万分の 1 土地分類基本調査 <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/>
- ✿ 森林立地学会土壌図 <https://shinrin-ritchi.jp/wp/wp-content/uploads/2016/01/Dojouzu.jpg>
- ✿ 農業・食品産業技術総合研究機構農業環境変動研究センター <https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/figure.html>

土壌分類には「林野土壌の分類」のほか、「農耕地土壌分類体系」があり、Web 等で確認できる土壌図は、「農耕地土壌分類体系」となっています。

長野県の森林土壌は、1969～1977 年にかけて発行された「民有林適地適木調査（長野県林務部）第 1 報～第 17 報」で確認することができます。県内 17 地域別（参照：第 II 章 22 ページ）の森林土壌図と土壌タイプ別に適地適木について解説されていますが、その存在数が少なく、またデジタル化されていません（図 4-34）。確認が必要な場合は、地域振興局林務課、長野県林業総合センター、長野県林業コンサルタント協会にお問い合わせください。



地域	号報No	報告年
下伊那南西部地区	1	昭和 45 年 3 月
下伊那南東部地区	2	昭和 45 年 3 月
佐久南部地区	3	昭和 46 年 3 月
木曾北部地区	4	昭和 46 年 3 月
下伊那北部地区	5	昭和 47 年 3 月
安曇南部地区	6	昭和 47 年 3 月
更埴地区	7	昭和 47 年 3 月
佐久北部地区	8	昭和 48 年 3 月
上田地区	9	昭和 48 年 3 月
木曾南部地区	10	昭和 49 年 3 月
上高井地区	11	昭和 49 年 3 月
高水地区	12	昭和 49 年 3 月
安曇北部地区	13	昭和 50 年 3 月
上伊那地区	14	昭和 51 年 3 月
長野地区	15	昭和 52 年 3 月
諏訪地区	16	昭和 53 年 3 月
松本地区	17	昭和 53 年 3 月

図 4-34 民有林適地適木調査



**(4) 道路からの距離（地利級）**

自然環境の立地だけでなく、道路からの距離といったアクセスについても基礎情報を把握します。

持続的な森林経営管理を行っていくためには、効率的な作業や巡視が容易に出来ることが重要です。とくに、林道や森林作業道などの「道」からの距離が近いことは、作業を行う上での利便性が高く、作業にかかる経費を軽減することができます。このように道からの距離は地の利に関係する指標であることから“地利”と呼び、地利の善し悪しは「地利級<sup>※4-3</sup>」と呼ばれる階級で区分されます。

長野県民有林では、地利級を道からの距離（施業番号の中央から道路までの距離）に応じて1等地から7等地までの7段階に区分しています（表4-10）。

この7段階を長野県林内路網整備指針（参照：第I章16ページ）で示された作業システムの適応例を参考として、上中下の3段階で区分すると次となります。

- 上：地利級 1等地（道からの距離が 100m 未満）
- 中：地利級 2、3等地（道からの距離が 100m 以上～500m 未満）
- 下：地利級 4～7等地（道からの距離が 500m 以上）

表 4-10 長野県における地利級

地利級	区分（道からの距離）	3区分 地形傾斜・作業システムタイプ
1等地	100m 未満	上
2等地	100m 以上～200m 未満	中
3等地	200m 以上～500m 未満	
4等地	500m 以上～1,000m 未満	下
5等地	1,000m 以上～2,000m 未満	
6等地	2,000m 以上～3,000m 未満	
7等地	3,000m 以上	

※4-3 「地利級」は全国共通ではなく、木材の搬出・輸送距離の長短による搬出難易等経済的位置の有利不利の度合を示すものを「地利」、「地利級」は、樹種別に当該林分における1m<sup>3</sup>当たりの立木価格の千円単位（百円単位を四捨五入）の数値をもって表記する都道府県もある。



(5) 地利級と森林造成

県では、地利級と地位（参照：第I章9ページ、第IV章95~99）から人工林造成が可能な土地の目安を示しています（長野県2015）。

地利級（表4-10）と地位区分から「人工林造成に最適」を◎、「人工林造成に適する」を○、「条件は悪いが人工林造成可能」を△、「人工林造成には適さない」を×とすると表4-11となります。

表4-11 地理級と地位と作業性による人工林造成が可能な土地

地利級 \ 地位	平均以上 (I~III)	やや悪い (IV)	悪い (V)
上(1等地)	◎	△	×/△
中(2、3等地)	○	△/×	×
下(4~7等地)	△	×	×

◎：人工林造成に最適、○：人工林造成に適する、△：条件は悪いが人工林造成可能、×：人工林造成には適さない  
「皆伐施業後の再造林の手引き」（平成27年3月長野県林務部発行）のp9、「③立地条件から見た人工林造成の適否」表1-2.

地利級は、道からの距離によって定められていますので、基盤整備等により搬出・保育にかかる経費の低減が可能な体制を整備することにより、人工林造成が可能になります。

表4-11は、森林経営管理制度の林業事業体に再委託する“経営管理実施権”設定の森林や、市町村森林経営管理事業の森林の選定（特定）の目安となります。



**【道からの距離】**

対象森林と道との距離を把握しておくことは、市町村森林経営管理事業だけでなく、地域の林業活動、資源の有効利用にも重要な情報となります。

下図は、伊那市の木質バイオマス基礎調査における地利級の情報です。CS立体図と路網数値地図（国土地理院数値路網図）を用いて、伊那市内の林内路網を全て抽出して路網からの林分（施業番号）の距離を算出しています。計算された既存路網からの距離は0～996mの範囲で平均値は158mでした。ここで、傾斜35度未満で木寄せ・集材の作業システムをウインチ・スイングヤード系が採用できる200mまでの林分を抽出すると、17,131.29ha、立木総本数は11,273,174本、材積（蓄積）は7,272,933m<sup>3</sup>と推計されています。地利級を把握することは、効率的な搬出作業が容易にでき、搬出作業にかかる経費が抑えられることがわかるなど、林業活動にとって重要です。

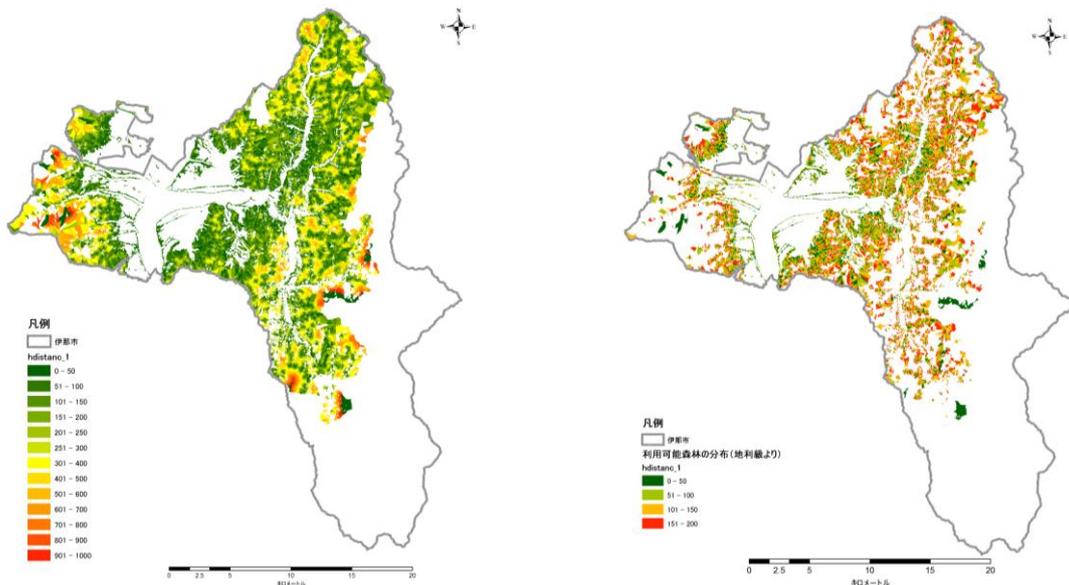


図.道からの距離（地利級）の分布（左）と傾斜35度未満かつ集材可能な森林分布（右）

市町村森林経営管理事業において、道や住宅地から100mや200mとした範囲にある森林を対象森林の優先的候補とする考え方があります。GISを用いてバッファ（buffer：余地とか緩衝領域といった意味）として特定の距離の範囲を作成したり、民有林全体を距離により区分したりして森林の特定の参考としています（下図）。

先の（第IV章 13 ページ：参考傾斜区分図）と合わせ、このような図面を作成しておくこと、市町村森林経営管理事業における森林の特定の参考になります。

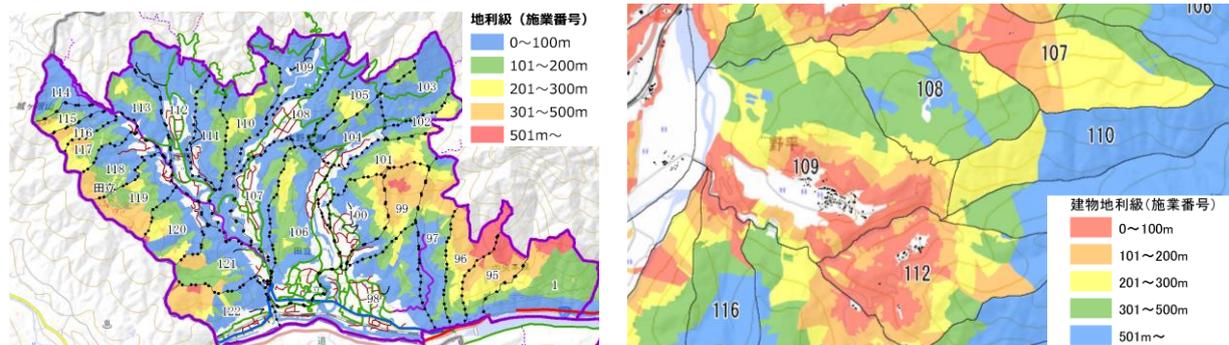


図.道からの距離による地利級（左）と国土基盤図に示される建物からの地利級（右）





### IV-2-2 危険が潜む地形の把握

防災・減災型の森林では、森林の立地の危険情報を把握しておくことが必要です。そのためのツールとして、CS 立体図と SHC 図を活用することを推奨します。

☞「市町村業務マニュアルⅢ～森林・林業基礎編～」 p55～56

#### (1) CS 立体図

「CS 立体図」は、長野県林業総合センター（戸田堅一郎研究員）が考案した地形表現図です。CS 立体図は、曲率（Curvature）と傾斜（Slope）との組み合わせにより、視覚的・直感的な地形判読を可能にします。

CS 立体図は、地形図から判読できる 3 つの地形量「①標高」、「②傾斜」、「③凹凸（曲率）」を異なる色調で彩色し、複数枚を重ねて透過処理することで立体表現した図法です。このため、地形種の判読に必要な要素を視覚から直感的に読み取ることができ、「地形種」の判読が容易になりました。

また、曲率計算の前処理として、判読したい地形規模に応じて平滑化処理を行います。これにより、大地形（断層や地質等の地質構造の違いによる大規模な地形）や小地形（表層崩壊、湧水や人工改変等などの小規模な地形）を強調して表現することができ（図 4-35）、地すべり地形や深層崩壊跡地形などの判読が容易になります（図 4-36）。

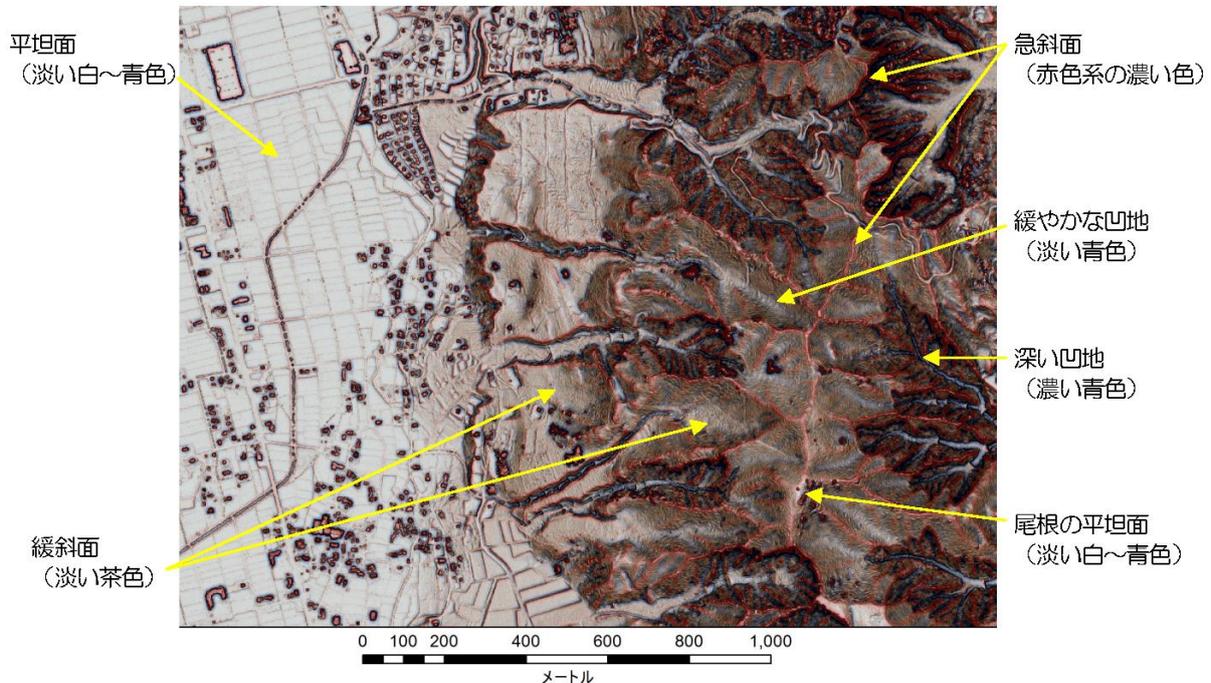


図 4-35 CS 立体図で判読（解釈）できる地形

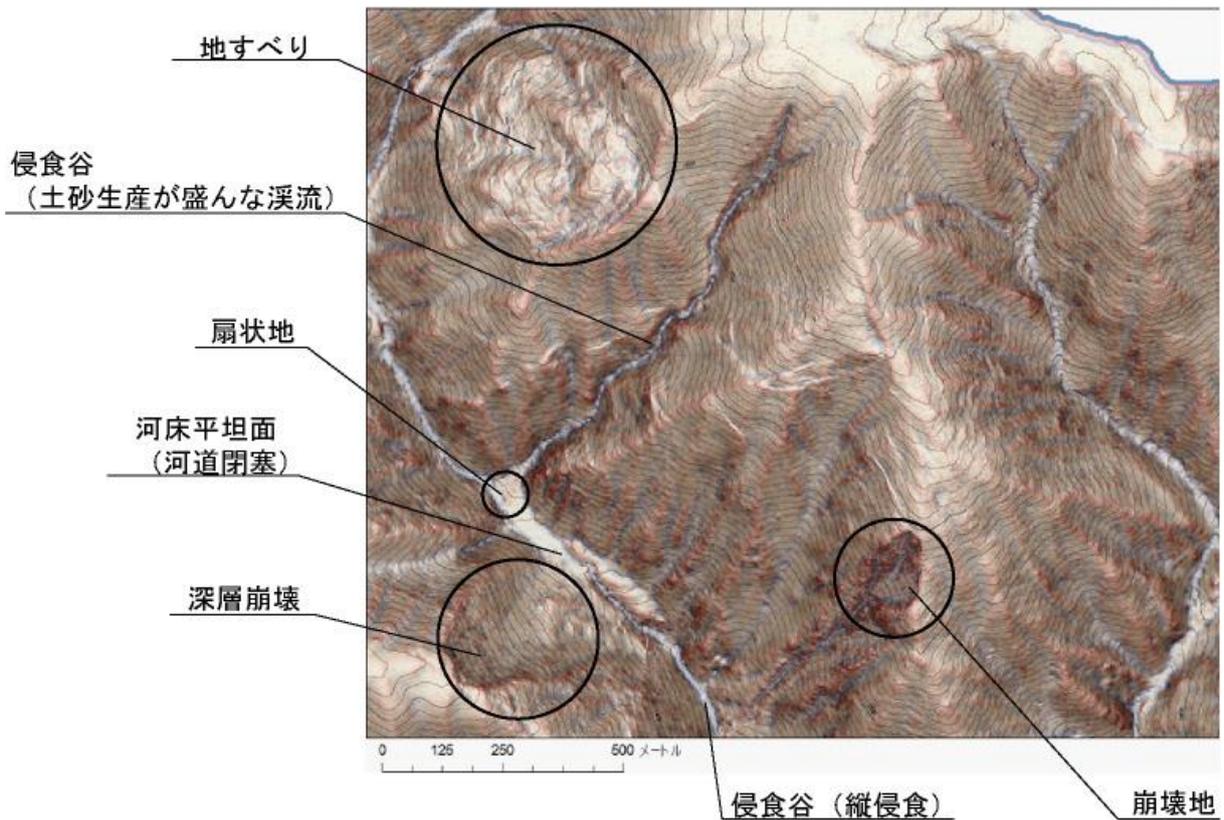


図 4-36 CS 立体図で判読（解釈）できる山地の地形

CS 立体図の作成には、数値標高モデル（DEM：Digital Elevation Model、以下「DEM」）を使用しています。国土地理院が発行する 10mメッシュ DEM から作成した CS 立体図は大地形の判読に適し、航空レーザ測量成果から作成した細密な DEM から作成した CS 立体図は小地形の判読に適します。現在長野県では航空レーザ測量成果から作成した 0.5m メッシュ DEM 使用の CS 立体図が整備されています。

図 4-37 は土石流発生地の CS 立体図です。住宅を倒壊させた土石流は、写真の最も左側の青い色となっている凹地形を流下しました。また、その隣の凹地形からも土石流が発生しています。この一帯は、川に向かい谷が発達しており、沢上部の凹地形の侵食が顕著に認められる地形です。さらに、谷の発達とともに土砂が移動したような地形が認められます。

図 4-38 は崩壊が発生した箇所の CS 立体図です。この崩壊地の青色の凹地形は、0 次谷と呼ばれる侵食前線で、最も土砂生産が盛んな箇所となります。山地の中で表層崩壊や土石流の発生源になりやすい箇所といえます。

崩壊や土石流が発生している箇所の CS 立体図に共通するのが、青色で表現された凹地形が存在することです。ここは、過去に崩壊が発生した箇所であったり、河道の最上流部であったり、縦侵食が発達した河道であったりします。



下流

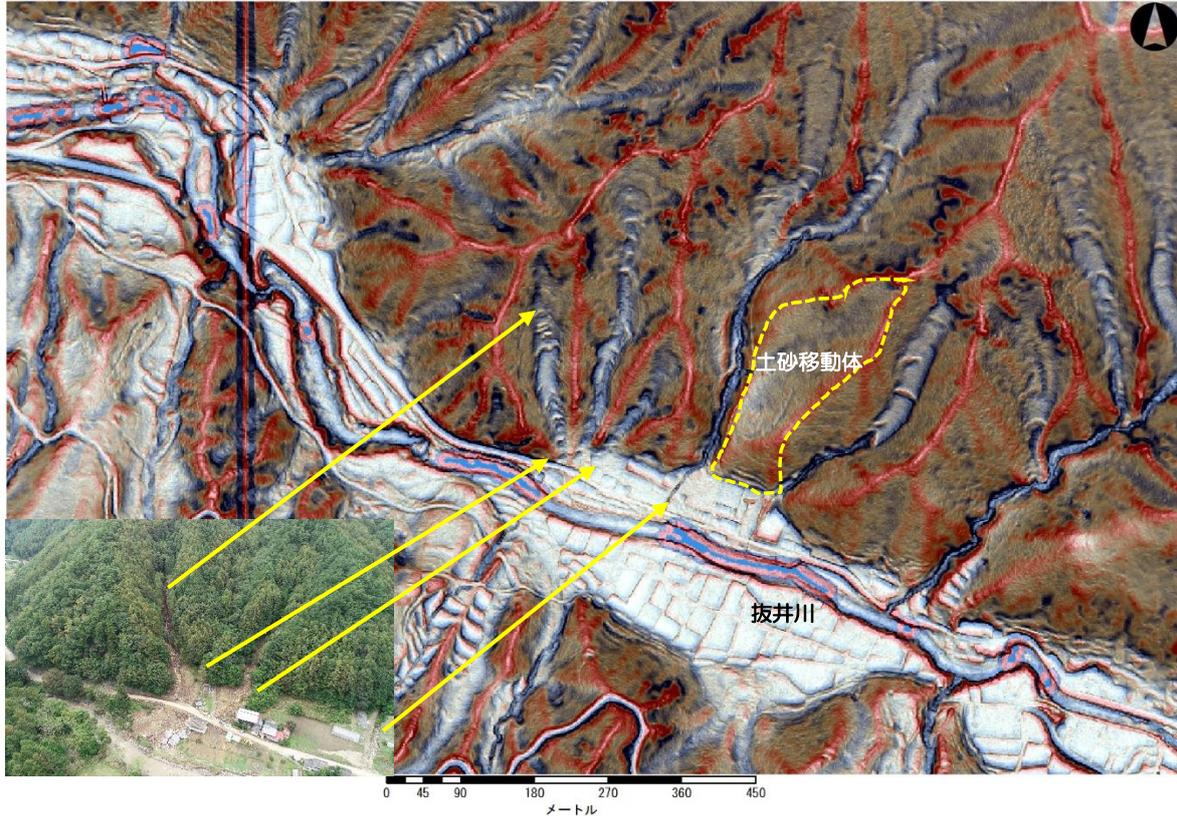


図 4-37 土石流発生地の CS 立体図（崩壊前の地形情報）

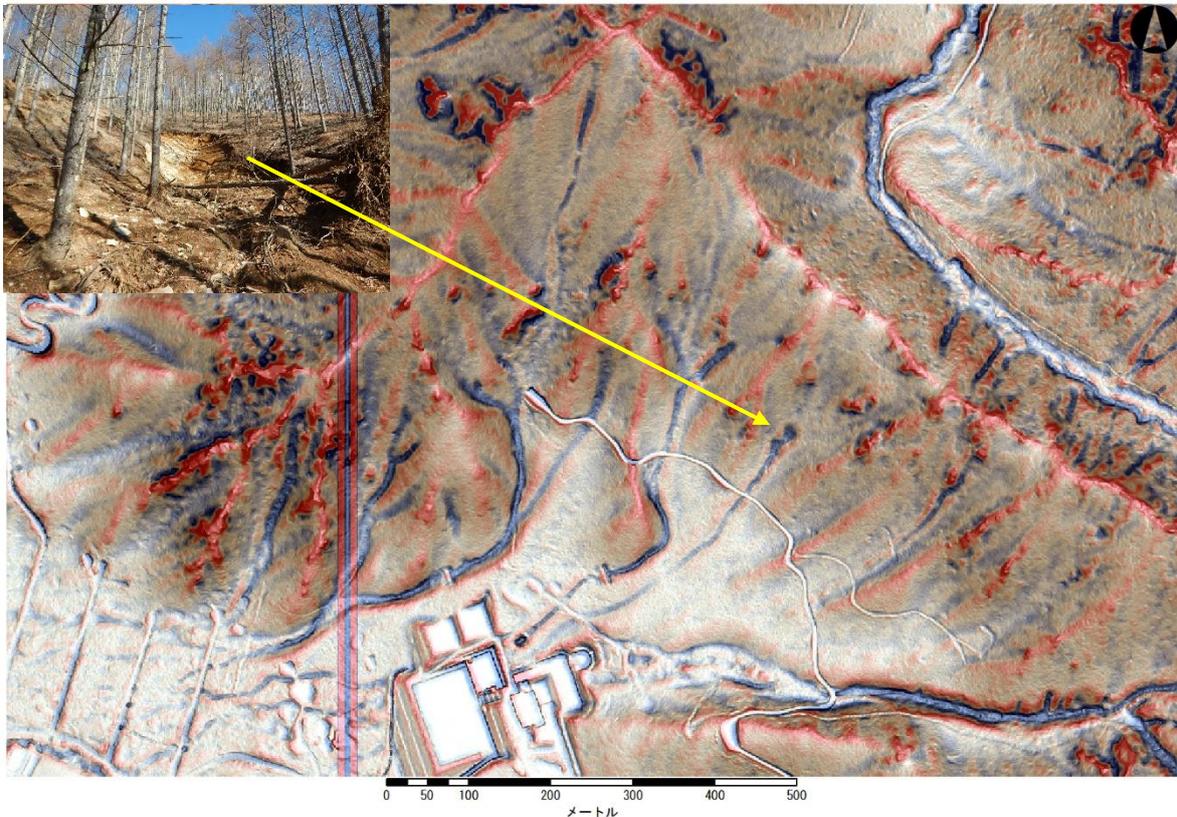


図 4-38 崩壊地の CS 立体図（崩壊前の地形情報）

IV

森林の把握



山地災害による土石流は、①源頭部の崩壊によってもたらされるものと、②土石流が河道堆積物を侵食することによってもたらされるものがあります。0次谷と呼ばれる凹地があって、その箇所の下に筋状の青色の凹地（河道）がある箇所は土石流の危険性があるといえます。

地域のCS立体図から、どのような色合いの山地が多いか、どのように溪流や河川が流下しているかを確認することは、防災・減災に資する森林整備に必要な項目です。

CS立体図はオープンな図法で、出典を記載すれば誰でも自由に利用することができます。長野県の民有林区域は、市町村別に整理されていて“G空間情報センター（[https://www.geospatial.jp/gp\\_front/csmmap](https://www.geospatial.jp/gp_front/csmmap)）”からダウンロードすることができます。

また、CS立体図による判読事例については、長野県森林整備加速化・林業再生協議会で作成した「長野県型立体地形図＝CS立体図を用いた林内路網の路網配置検討手順」（<https://www.rincon.or.jp/sinrinseibikasokukaringyosaiseikyogikai/index.html>）を参照してください。



**参考**

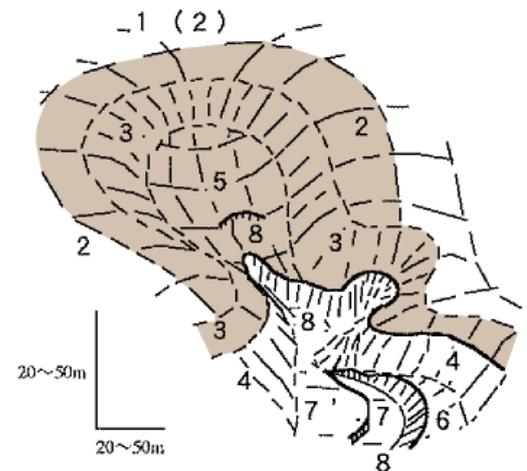
### 【0次谷】

山地は一般に河道と斜面に区分され、河道は概ね常時表流水がある箇所を指すのに対し、斜面は豪雨時を除き、表流水は見られない箇所を指します。

1次河道の上部（1次河道の延長線上）斜面には集水地形が見られることが多く、この斜面上の集水地形のことを1970年代に塚本良則が1次谷流域より1オーダー小さい流域として「0次谷流域」と定義しました（右図）。

0次谷は、洪水流出の形成場や斜面崩壊・土石流の発生源として重要であると考えられています。

CS立体図では、この0次谷は青色の凹地形として表現されています（本文図4-38）。この箇所は崩壊しやすい、土砂の生産が多いと想定して、防災・減災の森林整備を実施する必要がある箇所です。



1：頂部平坦面 2：頂部斜面 3：上部谷壁斜面  
4：下部谷壁斜面 5：谷頭凹地 6：麓部斜面  
7：谷底面 7'：谷底面（段丘化） 8：水路

図.山地谷頭部を構成する微地形単位模式図  
 図中番号5 谷頭凹地が0次谷。  
 図中番号3 上部谷斜面が0次谷頭部。



(2) SHC 図

SHC とは斜面の形態を表す新たな指標として、長野県林業総合センター（戸田堅一郎研究員）が考案した指標です。斜面の平面曲率の標準偏差を求めた指標であることから SHC：Standard deviation of Horizontal Curvature と命名されました（図 4-39、図 4-40：戸田 2019）。

SHC は一定面積の円内（100m<sup>2</sup> など）における平面曲率の標準偏差を計算することで求められ、地形の入り組み具合を表現することができます。例えば、同じ傾斜でも、谷が多く入り組んだ地形では SHC の値が高く計算されます。

斜面形状	谷型斜面	直線斜面	尾根型斜面	波型斜面
模式図				
傾斜	同じ			
平面曲率	-	0	+	-+-+-
SHC (平面曲率の標準偏差)	小	小	小	大

図 4-39 SHC のイメージ（戸田 2019）

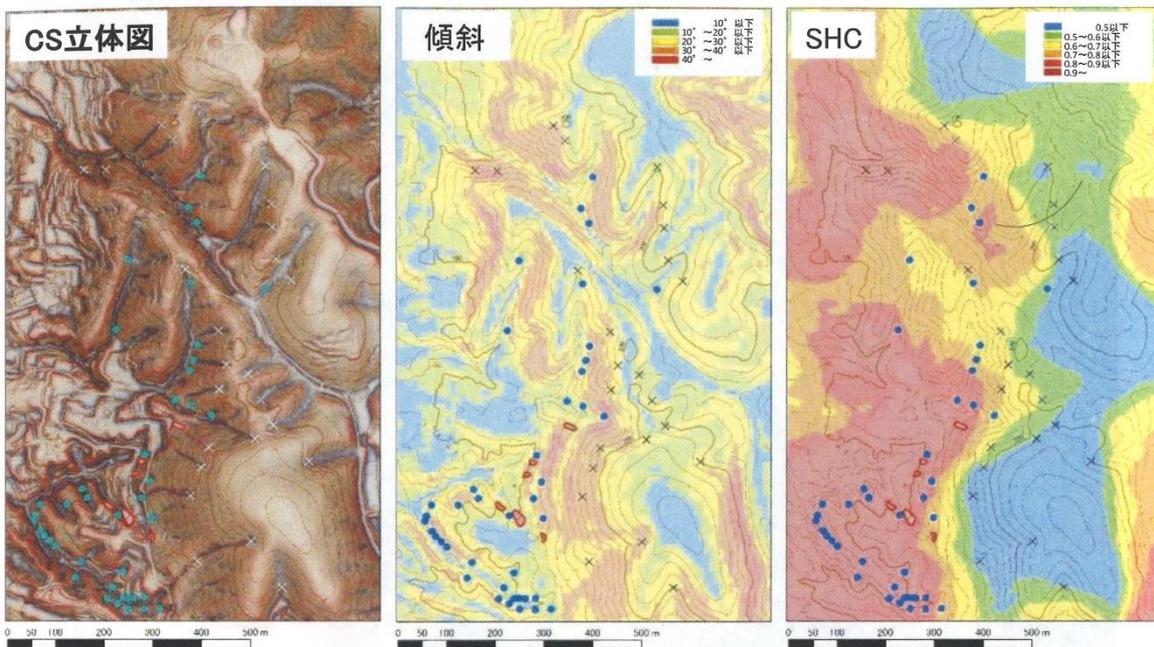


図 4-40 SHC による解析事例（戸田 2019）

近年の崩壊履歴（赤罫）と踏査時の湧水箇所をマッピング。急傾斜地には崩壊履歴や湧水が少なく（傾斜区分図）、SHC が高い場所に崩壊履歴や湧水が集中していた（京都市清水：堆積岩での事例）



曲率とは、面の曲がり具合を示す量で、そのうちの水平方向の成分を平面曲率といいます。地形面には様々な方向の凹凸が存在し、その成因により特定の形状を呈しますが、水と重力の作用によりできた崩壊地形は、等高線に直角方向に発達します。このため、崩壊地における平面曲率の絶対値は周辺に比べて大きくなり、崩壊発生密度が高い場所では、平面曲率のバラツキが大きくなります。SHC は一定範囲内の平面曲率の標準偏差により算出しているため、崩壊発生頻度の高い場所ではその値が高くなるのが予想できます（戸田 2020a）。

この SHC は、長野県林務部森林づくり推進課治山係が所有する航空レーザ測量成果の 0.5m 数値地形モデル（DEM）を用いて SHC 図として整備され、長野県民有林の全域が市町村ごとに分割図化されています。

SHC 図はカラー表示で、SHC 値が高い場所は赤、中程度の場所は黄、低い場所は青となるようにグラデーションで表示されています（図 4-41）。また GIS で操作する場合、シンボル設定で 0.0～1.0 の範囲表示になるように調整されています（戸田 2020）。

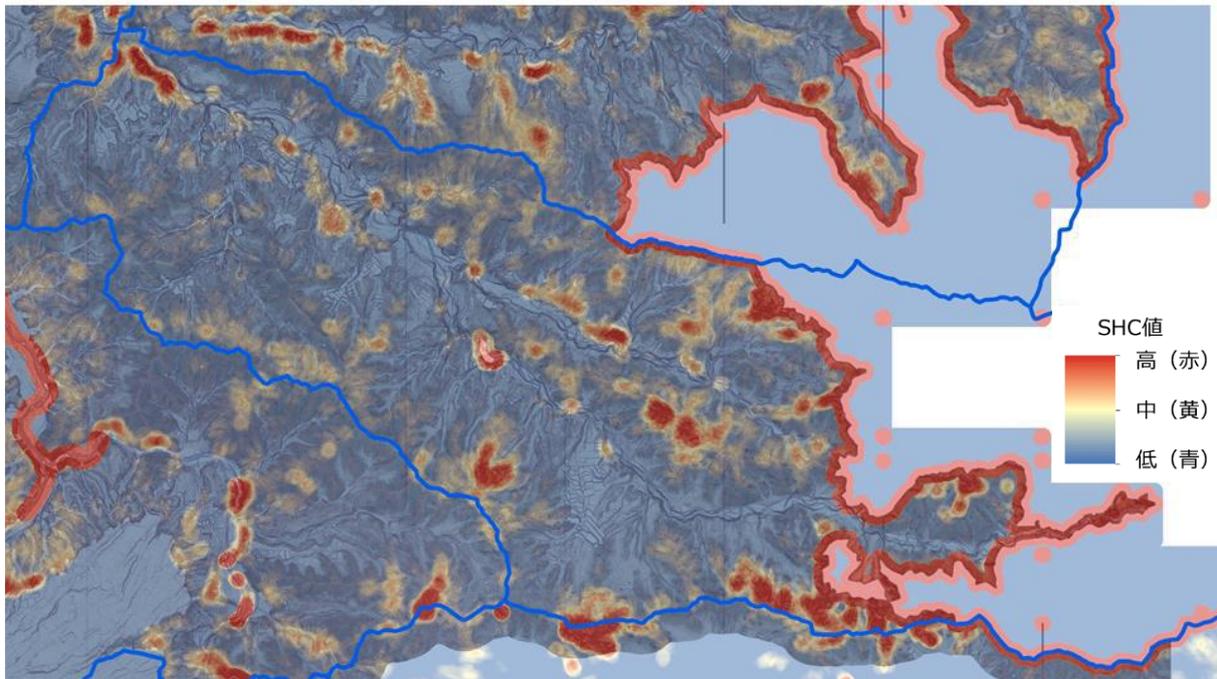


図 4-41 SHC 図（戸田 2020）

SHC 図を前述の CS 立体図と重ねることで、CS 立体図では地形の凹凸を解釈することができ、SHC 図では黄色～赤色の区域が地形の入り組み具合が大きいと読み取ることができます。

実際に土石流が発生した箇所の SHC 図を図 4-42 と図 4-43 として掲載します。図 4-42 の土石流の発生要因となった源頭部の崩壊地は高い値の SHC 値（0.72）、図 4-43 の崩壊地は中庸～高い SHC 値（0.48～0.51）となっています。



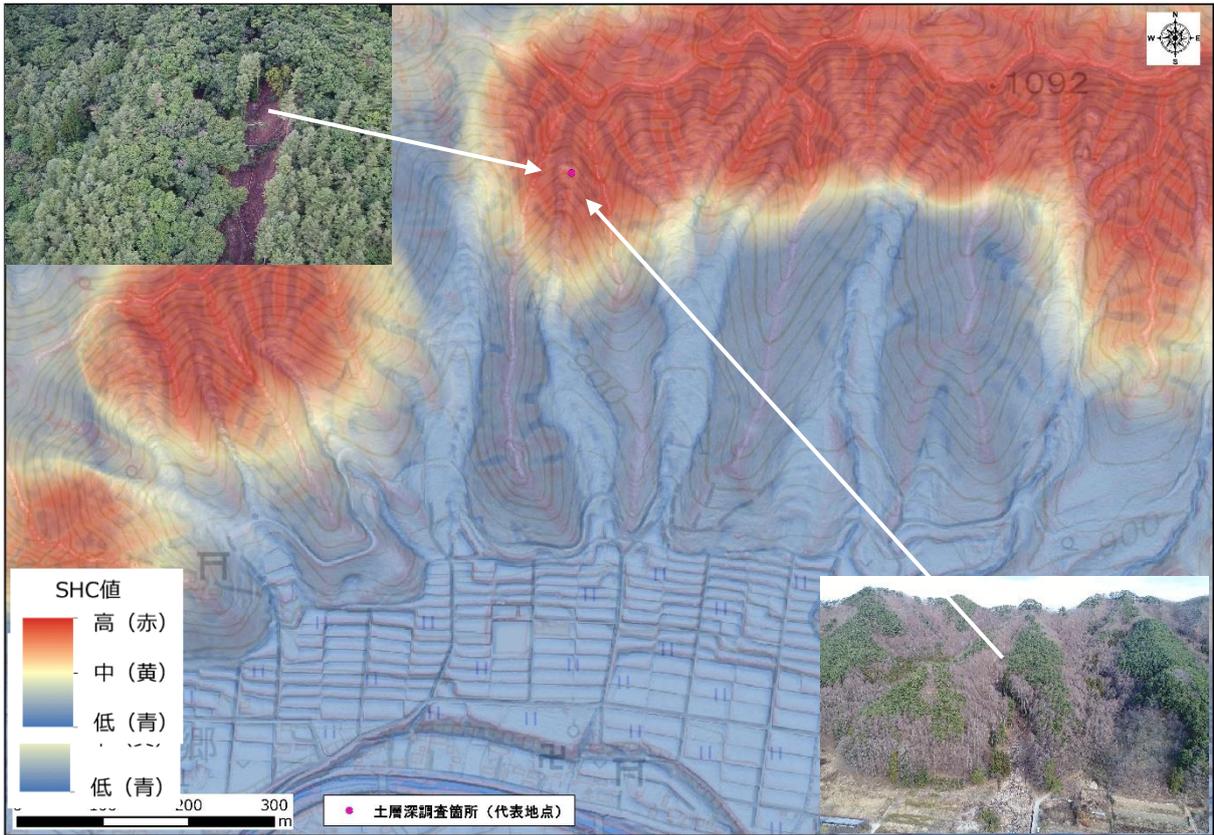


図 4-42 土石流発生地の SHC 図と CS 立体図の合成図

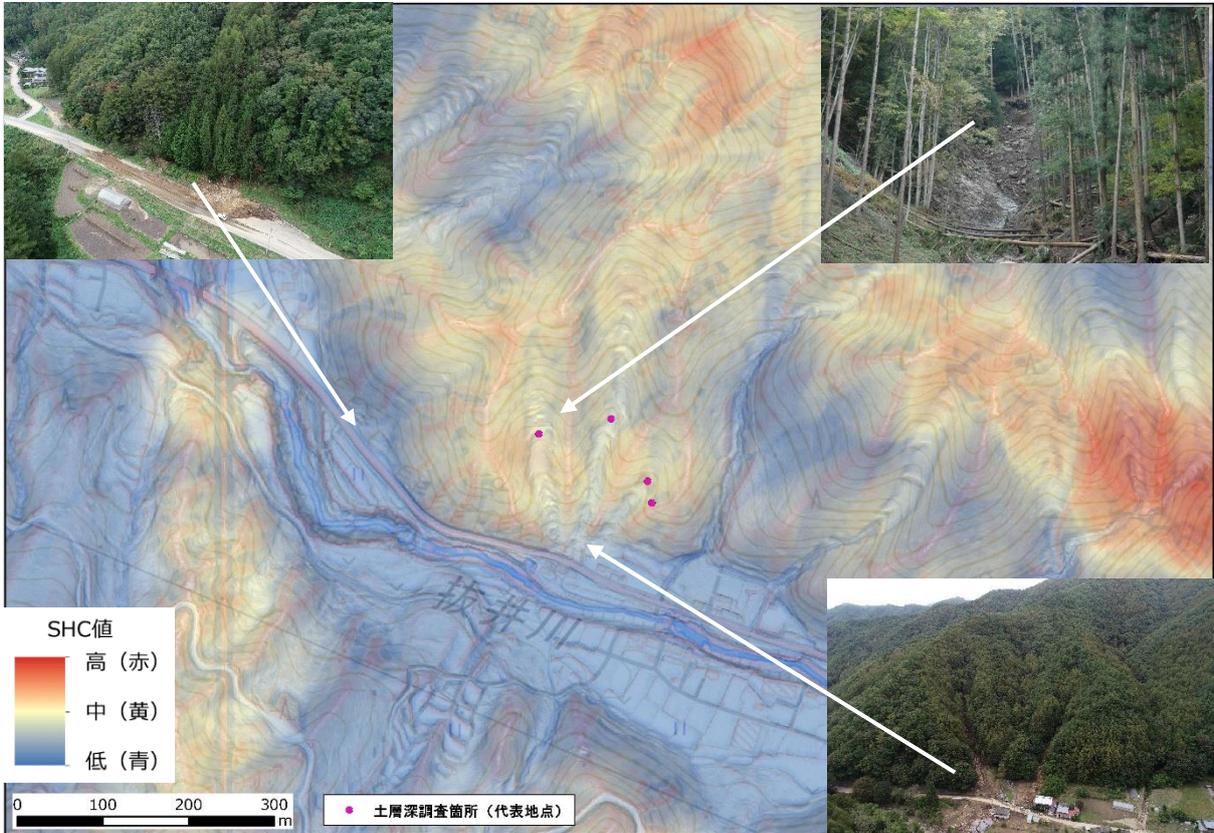


図 4-43 土石流発生地の SHC 図と CS 立体図の合成図



### (3) その他の立体図

CS 立体図の他に詳細な地形を確認する方法として“赤色立体図”があります。赤色立体図も DEM によって 3 次元的に表現している地形表現技法で作成された地図です。赤色立体図はアジア航測株式会社の特許（第 3670274 号等）ですが、インターネットの地理院地図で誰でも閲覧可能です（図 4-44）。

また“G 空間情報センター（<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/red20>）”からダウンロードすることができます。

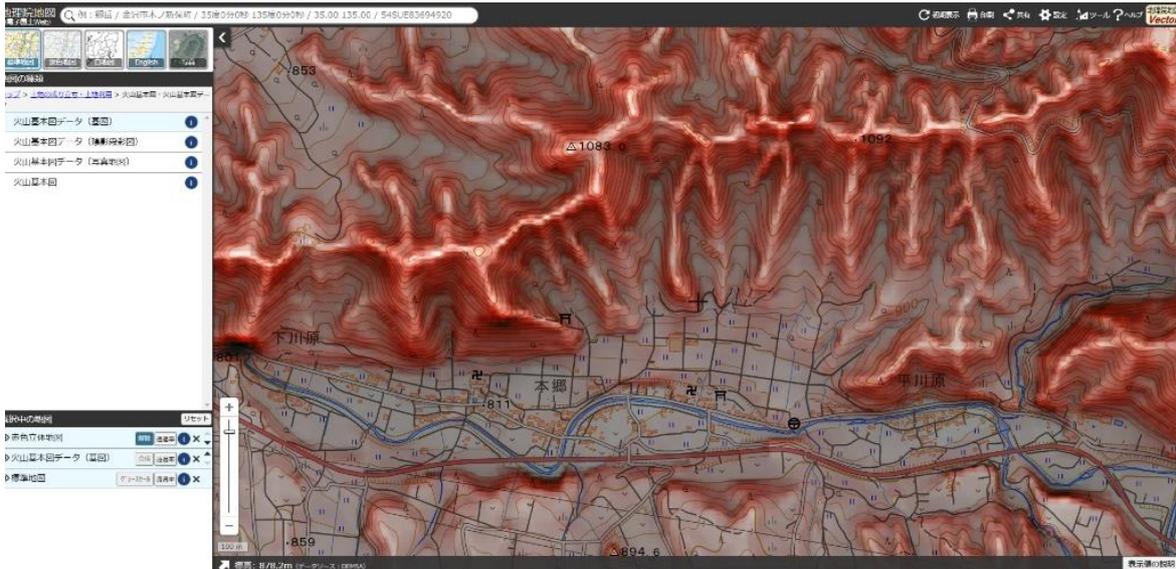


図 4-44 赤色立体図

地理院地図 [https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/release\\_thematic\\_maps](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/release_thematic_maps)

赤色立体図は NHK のプラタモリで度々登場。2015 年 8 月第 16 回のプラタモリ軽井沢の回でも赤色立体図が登場

その他、次の Web サイトも参考にしてください。

- 地理院地図 / GSI Maps <https://maps.gsi.go.jp/>（上記赤色立体図の他、色別標高図、自分で作る色別標高図、デジタル標高地形図、デジタル標高地形図（全球版）、陰影起伏図、陰影起伏図（全球版）、傾斜量図、全国傾斜量区分図（雪崩関連）、アナグリフ（カラー）、アナグリフ（グレー）が確認できる）
- 産業技術総合研究所シームレス傾斜量図 <https://gbank.gsj.jp/seamless/slope/>





**IV-2-3 現地で地形情報を調べる**

森林を知るためには、調査する場所がどんなところか確かめる必要があります。プロットを設定する箇所の傾斜角や方位はプロットの設定時にクリノメーターやトランシットコンパス、現在はスマートフォン等のアプリを使用して計測します。さらに斜面形状や微地形、堆積様式などについて調べることが重要です（表 4-12）。

これにより、調査する箇所がどのような地形の発達過程を経てきたのか、またどのような力が作用しているのか、土壌型などを推測することができます。

また、再度、現地に来ることができるように、目標物を記録したり、現在位置の座標をGPSで確認して記録します。

表 4-12 現地における林地環境調査

調査条件	調査項目	調査手法
地形条件	調査位置	GPS
	傾斜角	トランシットコンパス・クリノメーター スマートフォンのアプリ
	斜面形状	目視判定
	微地形	目視判定
	斜面方位	トランシットコンパス・クリノメーター・GPS スマートフォンのアプリ
	標高	GPS
地質・土壌条件	地質	基礎資料に基づいて現地確認
	土壌	基礎資料に基づいて現地確認
	堆積様式	目視判定



**【木の成長は地形によって変化する】**

山へ行くと、いろいろな形の地形に出会います。たとえば、山の下側に厚く土壌が堆積しているもの、山の上側は緩やかなのに、山を少し下がると急な地形に変わるもの、山の上から下までほぼ同様な傾斜で下方まで続く地形など.....。

このような地形は、どのようにして形作られるのでしょうか。土壌母材となる岩石や土壌は、重力や地表を流れる水流によって斜面の下方へ移動しますが、斜面の傾斜角と傾斜の形状によって、どのような形で堆積するかはほぼ決まっているようです。一般にこのことを堆積様式と呼んでいます。

それぞれの堆積様式によって、土層の厚さが異なることから土層中の水分量に差が生じ、生育する立木の成長の差となって表れてきます。斜面形状が凹型斜面の場合、崩積土という堆積様式で、水分が多く水はけが良い土層を形成することから一般にスギなどに適した環境になります。同じ林齢の林の斜面をみると山の下から上方にしたがって樹高が低くなっていくのを見たことがあると思いますが、これは、山の上側へ行くとつれて土層が薄くなり、水分量に差が生じるためです。

森林を調べるためには、その立地環境を把握することが重要です。



## IV-3 森林の調査

### IV-3-1 調査の方法

#### (1) 林分調査

日本における森林の測定は、戦後の復興から高度成長期における木材需要の拡大期（立木の売買が盛んになったこと）に急速に発達しました。山の価値を評価すること、とくに材積（成長量・蓄積）を把握することを主目的とした調査が行われてきました。これは、日本の森林計画の基本となっており、常に成長量・蓄積に主眼を置いたものとなっています。立木の直径を計測し、樹高を計測することは、その木の材積を求めることです。現在用いられている森林の混み具合（密度）を判断する収量比数（ $R_y$ ）も最多密度の幹材積を指標としたものです。

森林を調べるといっても、「何のために森林を調べる」かによって、その調査項目や調査方法が異なります。例えば、ある面積の森林の立木本数を知りたい、その混み具合（密度）を知りたい、その材積を知りたい、その森林の成長量を知りたい.....など、調べる内容は多岐に及びます。また、その精度も目的によって異なります。必ず、「調査の目的は何か」を明確にして調査項目や方法を設定する必要があります。

市町村森林経営管理事業を実施する森林は、木材生産を図るものではなく、主に防災・減災、生活環境のための整備を行うことから、現在の森林が防災・減災、生活環境にとってどのような状態であるか、どのような課題を抱えているかを把握することが重要です。

#### (2) 林分調査方法の種類

標準地調査は、森林から平均的な林相の一部を標準として、樹種、樹高、胸高直径を対象となる全体に反映させる調査法です。標準地調査におけるサンプリング手法には大きく分けて標準地法（sample plot method）と標本地法(sampling survey technique)の2種類があります。表 4-13 は林分標準地調査方法の分類です。

標準地法は、あらかじめ全体の概査や空中写真（Google earth も）等で把握し、現地において樹種構成、樹高、樹冠、直径、疎密度などの平均的な場所、要するに標本を調査する方法です。標準地調査法は、統計学的には有意抽出法に分類されます。母集団から標本を抽出するに当たって大切なことは、調査者が知識や経験に基づいて代表的な林分を選定することです。有意抽出は、誤差を客観的に評価できないことが問題とされています。したがって、標準地調査は、林相が均一な林分や、立木本数の多い林分を対象にすることが望ましいとされています。

これに対して、標本地法は、大面積の森林調査に有効な方法です。標本地法の調査の設





定は人の意志によらず無作為または系統的に行い、調査によって求めた値から全体の数量を推定する手法です。この調査方法は、無作為に調査地を選定することから、統計的に客観的に判断できるのが特徴です。

これらの標準地調査方法以外に、林分の全立木を測定する毎木調査（complete enumeration:全林毎木法）があります。毎木調査法は、主に小面積で価値の高い林分の調査や研究目的とした林分の成長過程を調査するために行われます。

表 4-13 標準地調査方法の分類

サンプリングの方法	標本単位		調査法
標準地法： 有意抽出	単木		標準木法（断面積平均木法、材積平均木法）
	プロット （正方形、矩形、三角形、多角形、円形、帯状）		標準地法
標本地法： 無作為抽出 または 組織抽出	単木		標本木法
	プロット	一定 （正方形、矩形、三角形、多角形、円形、帯状）	標本地法（プロット法）
	ライン または ポイント	可変（円形、矩形）	プロットレス法 （ポイントサンプリング、ラインサンプリング）
	距離（ポイント単木間、単木相互間）		距離法による ha 当たり本数の推定法

\*「林業技術ハンドブック、p329」

ここでは、私たちが最も多く用いている標準地法による調査方法の説明をします。

### (3) 調査区の形や大きさ

標準プロットの形には正方形、多角形、円形、帯状などがあります。標準地の設定面積は、対象とする林分の大きさ、林分構成のバラツキの度合い、調査時間、経費、精度などを考慮すると全林分面積の5～10%で、調査地1箇所当たりの面積はおよそ0.1～1.0haとされています。

また、林分の成立段階別による調査面積の大きさは、幼齢林（約40～50年生）では0.1～0.2ha、壮齢林（～約150年生）では0.5ha程度、老齢林（約150年生以上）では1.0haとすることが多いようです。

#### ① 方形プロット

現在、森林整備事業の森林整備調査で最も多く用いられている標準地形です。標準地の大きさは100m<sup>2</sup>（10m×10m）、200m<sup>2</sup>（10m×20m、14.1m×14.1m）の方形プロットが多く設定されています。





方形プロットの場合、一般的に谷側下方左側を原点 (X=0、Y=0) として斜面上部方向を Y 軸、斜面横方向を X 軸とします。プロットの設定はトランシットコンパスなどを用いて方形角、斜面傾斜角を測定して、方形の四隅を正確に設置します。また、同時に斜面方位も計測します。さらに、プロットの 4 隅に杭を打設し、目印となる棒を立てた後、外周をテープで囲って視認性を確保します (写真 4-10、図 4-45)。



写真 4-10 方形プロット状況

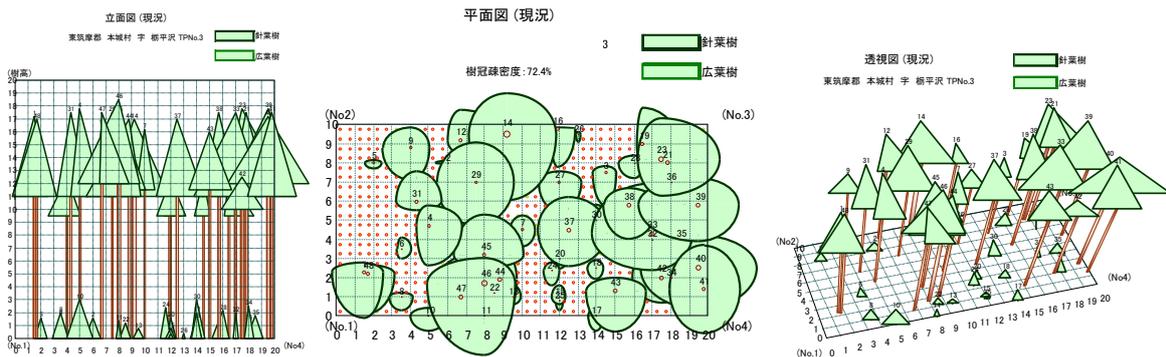


図 4-45 方形プロット調査成果の例

## ② 円形プロット

円形プロット調査法は、林内で中心点を決定し、中心点から一定半径 (m) の円内の林木を調査する方法です。中心点から棒の一端を持って腕を水平に伸ばして、身体を軸に一回転して、棒の先端が描く円内に入る立木を全て測定する方法です (写真 4-11、図 4-46)。この方法は、面積確定のための区画設定を必要とせず、適正な半径で行えば非常に効率が良い調査法です。

チェツェ(Zetzse)の方法では 3m の棒を用いて、腕の長さを加えて 3.64m の円(41.6m<sup>2</sup>)を 24 箇所実施して 0.1ha とします。4.0m の棒を用いた場合は 1 箇所当たり 50m<sup>2</sup>、5.64m の棒を用いた場合では 100m<sup>2</sup> となります。

なお、傾斜地の場合は傾斜補正をして計算値を補正するか、正確に水平を保って釣竿で範囲を回す必要があります。



写真 4-11 円形プロット調査状況

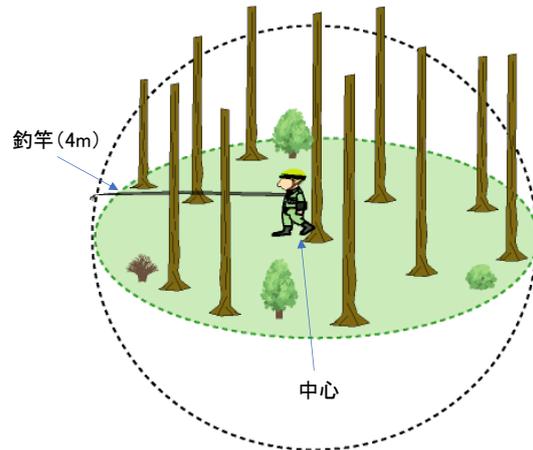


図 4-46 円形プロット調査模式図

### ③ 帯状標準地

帯状標準地は、対象となる林分の中心に10～30mの幅の長い区画を設定するものです(図 4-47)。色々な樹種が混ざる混交林などの複雑な林相の林分調査に有効といわれています。一般的に沢から尾根方向に一定区間の中心線を設定し、その両側に5～15mの線を設定してこの区間の立木を調査します。

### ④ 帯線標準地

林分内において無作為に中心ラインを設定し、帯状標準地より幅を狭くして、その両側の立木調査する方法です(図 4-47)。中心線から両側に2.0m程度の幅を設定すると、50m(水平換算)×4m=200m<sup>2</sup>となります。複雑な林相の林分調査に有効といわれ、沢から尾根方向だけでなく、中心線の途中で方向を変えたり、直交させることもできます。単純ですが、効率性に優れ、低木層を除去(刈払い)しないで行うことができる調査です(図 4-48)。

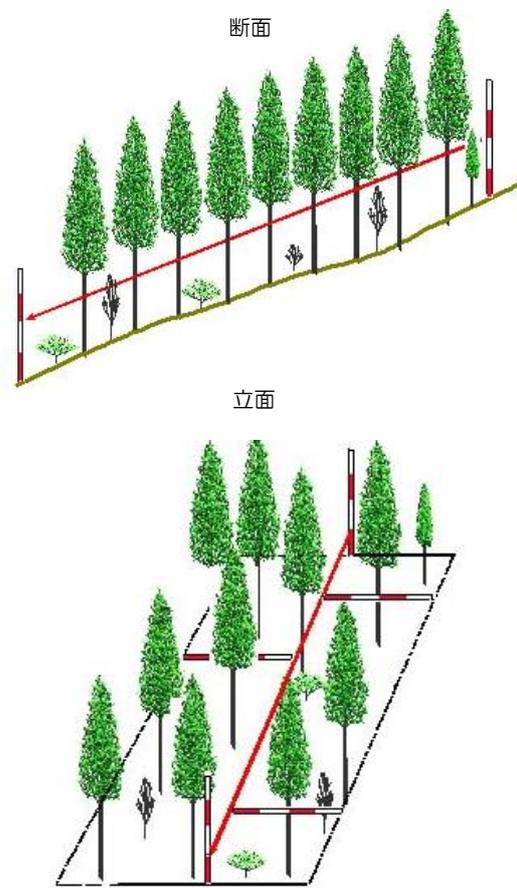


図 4-47 帯状・帯線標準地法の模式図  
幅を5～15mにすると帯状・2～4m程度だと帯線

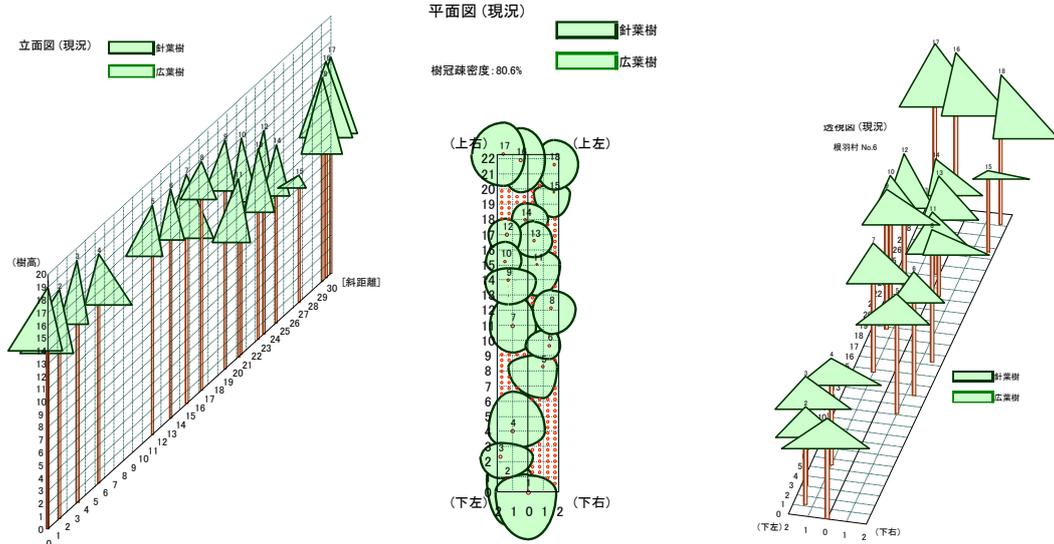


図 4-48 帯線標準地調査成果の例

**(4) どの手法を用いるか**

「どの標準地法を用いるか」は、その調査目的や精度によって違います。効率性を求めるならば、円形、帯線が有効です。複雑な林分では帯状、帯線が有効です。また業務的には方形が経験上有効とされます。

表 4-14 に各方法の利点や欠点などを記載します。

表 4-14 調査法の特徴

方法	主な利点	主な欠点	効率性	業務の特徴
方形	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹冠状況などを投影しやすい</li> <li>単層林など、単純な林相では効率である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設定する場合、比較的本数の多い場所を選定しやすい</li> <li>周囲を確定する場合、見通しのため刈払いをする場合がある</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的で調査者、施工者ともなれている</li> <li>出来形管理が可能</li> <li>モニタリングが可能</li> </ul>
円形	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡便にできる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>傾斜地の補正などが必要</li> <li>精度にやや欠ける</li> </ul>	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>林分概況調査などには有効</li> </ul>
帯状	<ul style="list-style-type: none"> <li>色々な樹種が生育している混交林などの林相が複雑な林分調査に有効</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>測線が長く、幅も広いことから効率性に劣る</li> </ul>	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>複雑な林相で、林分特徴をより正確に用いたい場合に有効</li> </ul>
帯線	<ul style="list-style-type: none"> <li>林相が複雑な林分調査に有効</li> <li>中心線の途中で方向を変えたり、直交させることも可能</li> <li>低木層を除去(刈払い)しないで行うことができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左右の幅を狭めた調査では樹冠投影を求める調査に精度が劣る</li> </ul>	◎	<ul style="list-style-type: none"> <li>複雑な林相で、林分特徴をより正確に用いたい場合に有効</li> <li>出来形管理にやや難あり</li> </ul>





**【帯状・帯線標準地法】**

市町村森林経営管理事業では、林分の構成と特徴、さらにどのような森林に誘導するかが求められます。この視点から考えると、その

林分の構成を明確に調査することが必要です。

平地林を除き、一般的な森林では同一林分であっても木の成長、種の分布が微妙に異なります（右図）。急峻な長野県の森林の特徴を調べる場合、沢から尾根に向かい山腹縦断面形の調査をすることが有効であると考えられます。また、森林は一様ではなく、ギャップがあったり、密生していたりします。単層林でなく混交した林分もあります。このような林分に対し、林分の特徴を比較的把握でき、効率的に出来るのが、帯状・帯線調査です。

（国研）森林総合研究所の新山ら（2020）が、約90年前の天然林調査報告書を再確認し、論文として取りまとめています。その中に下図の「青森営林局内のミズナラ林の森林断面図と樹冠投影図（宮城県、白石事業区、刈田岳国有林）」が掲載されました。

昭和初期から帯線（帯状）の調査が行われていたことがわかります。

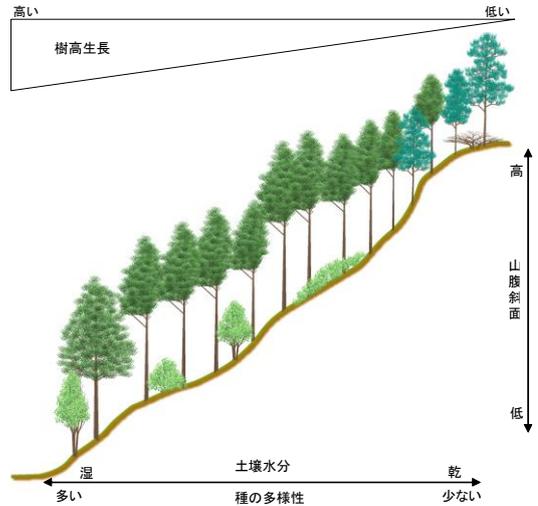


図.山腹縦断面形の森林構成の模式図

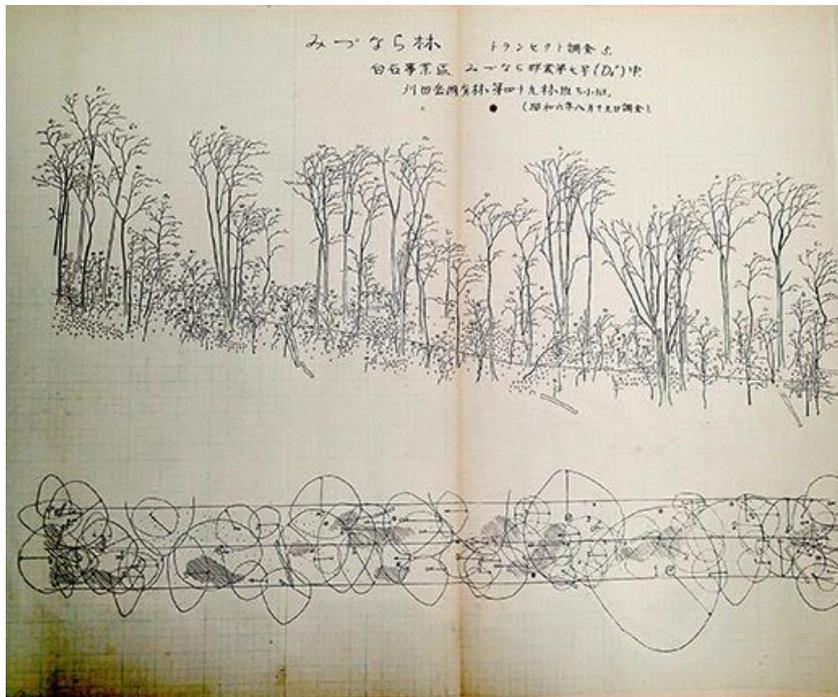


図.青森営林局白石事業区刈田岳国有林のトランセクト図

新山馨、柴田銃江、黒川紘子、松井哲哉、大橋春香、佐藤保（2020）昭和初期の国有天然林調査報告書の発見。森林総合研究所研究報告、19巻3号.p275～324（令和2年10月）。Photo 6-2、p322。（掲載に際し、図の右側を調整）



## IV-3-2 木を測る

### (1) 木の太さを測る

幹の太さの測り方は一般的な手法として、幹の直径を計測する方法と幹の周囲を計測する2つの方法があります。幹の太さを測るという行為が行われたのは、木材を取引するときに損をしないように材積を正確に知るために始まったものとされています。昔は巻尺で周囲長を計測して材積を求めていたようですが、現在では調査の効率化を図るため、直径測定による計測が行われるようになりました。

直径の測定は、立木の幹と地面の交わる地際から1.2mの高さの直径(胸高直径:diameter at breast height : DBH)を計測することになっています。また、傾斜面上の立木では山側を地際として計測を行います。1.2m以下で幹が分岐している場合は、それぞれ個別に測定し、胸高位置より上で分岐している場合は1本として測定します(図4-49)。

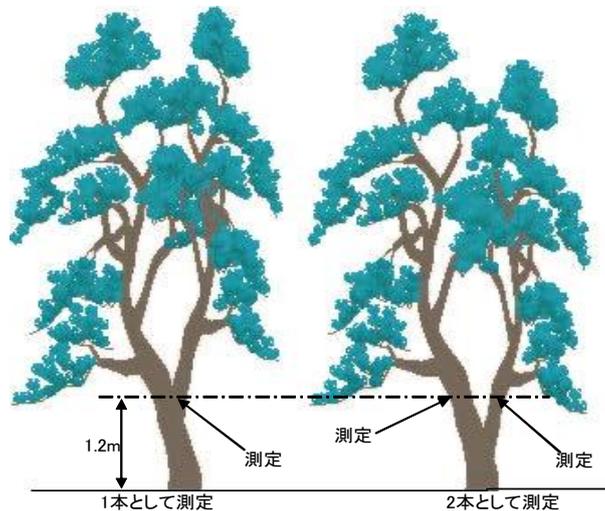


図 4-49 分岐木の測定

測定の単位は、調査の目的によりますが、通常2cmまたは1cm活約で行われています。

測定器具は、直径測定のための輪尺が一般的です(写真4-12)。短時間に多くの木の直径を測りたい場合に有効です。また、凸凹を避けて測定することもできます。

それに対して大径木や精度の高い測定を必要とする場合は、直径巻尺を使用します(写真4-13)。直径巻尺は輪尺に比べて計測に時間がかかりますが、精度が高く、しかも手のひらに入る大きさのものもあり、持ち運びも便利です。注意点として不正円の割合が大きい場合は、輪尺よりも大きい値となるようです。





写真 4-12 輪尺による胸高直径の測定状況



写真 4-13 直径巻尺による胸高直径の測定状況

- 輪尺による測定の注意点は、
  - ➔ 傾斜地では測定する木の山側に立ち、正しく胸高位置（地表から 1.2m の高さ）に当てます。
  - ➔ その時、輪尺本体と幹軸が直交するようにして目盛を読みます。
  - ➔ 胸高位置が不正円の場合は、2 方向を測定して平均します。
  - ➔ こぶ、節などで盛上っている場合は、その上下 2 箇所を測定して平均します。
- 直径巻尺による測定の注意点は、
  - ➔ 傾斜地では測定する木の山側に立ち、正しく胸高位置（地表から 1.2m の高さ）に巻きます。
  - ➔ その時、巻尺がねじれないように注意して、幹軸が直交するようにして目盛を読みます。
  - ➔ 市販されている巻尺には、通常の cm 目盛と円周率で補正されたものが両面表示されていますので、読み違いに注意します。



**参考 【国や地域によって木の測り方は違う】**

胸高直径の測定する高さは、直立した大人の胸の高さに当たる位置で測定するのが世界の通例となっています。胸の高さは国や地域によって異なり、日本では 1.2m(北海道などは 1.3m)、アメリカでは 1.37m、イギリスなどヨーロッパでは 1.3m が採用されています。

現在の材積計算根拠が 1.2m の高さになっているため、日本は 1.2m の高さを用いていますが、理学系の調査では 1.3m が用いられています。



## (2) 木の高さを測る

木の高さを測るのは大変です。樹高の測定方法は、簡易的なものでは、目測、三角定規などを用いた計測などがあります。測定したい木にポールなどを当て、その高さを基準に指折り数えて測ったりします。樹高 10m 前後までなら目測でも正確に樹高を測ることが可能であるとされています。

これまでは、樹高測定には、測桿（写真 4-14）やブルーメライス測高器などが使用されてきましたが、近年では超音波式樹高測定器（バーテックスⅣ）による樹高の測定が行われています（写真 4-15）。

- ① まず、トランスポンダーを調査対象木に設置します。設定した高さは、測定器に設定した高さです。
  - ② 調査対象木の根元から一定の設置高に取り付けたトランスポンダーを視準して信号を送信して自動的に測定者から対象木までの距離を測定します。この際、同時に府角が測定されます。
  - ③ 次いで、立木の樹冠を視準することで仰角が測定され、トランスポンダーから梢端までの高さが計測されます。
  - ④ 初期設定により根元からトランスポンダーまでの高さを加えた樹高が表示されます。
- なお、バーテックスⅣの計測誤差は 10cm です。



写真 4-14 測桿



写真 4-15 超音波式樹高測定器、トランスポンダー（左）とバーテックスⅣ（右）

その他、樹高の測定には角度が読み取れる計器と、距離が測れる計器やメートル縄、最後に三角関数の機能が付いたポケット計算機があれば大丈夫です。





#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

これらを使用した樹高測定の手順は次の①～⑤のとおりです（図 4-50）。

- ① 測定者は対象木の梢端の見える位置に立ちます。
- ② そこから測定者の目の高さ（ $h$ ）と同じ位置の樹幹の高さ（ $=h$ ）までの斜距離（ $SL$ ）をメートル縄や距離が測れる器械（超音波測距）で計測します。
- ③ 角度が測れる機器（ハンドレベル、クリノメータなども OK）で、測定者の目の高さ（ $h$ ）と同じ位置の樹幹の高さ（ $=h$ ）の角度（ $\theta 1$ ）を計ります。
- ④ 引き続き、梢端の角度（ $\theta 2$ ）を計ります。
- ⑤ これらの値から、ポケット計算機を用いて樹高（ $H$ ）を計算します。

$$H = SL \times \cos \theta 1 \times (\tan \theta 1 + \tan \theta 2) + h$$

\*  $SL \times \cos \theta 1$  = 水平距離が求まります。

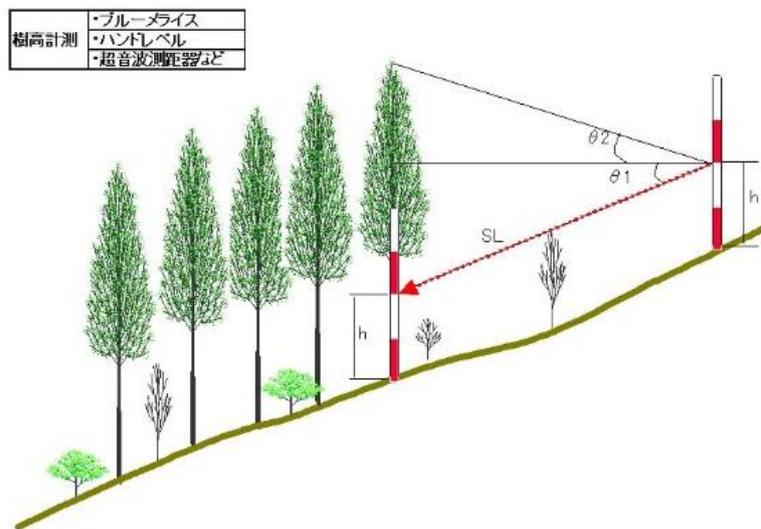


図 4-50 角度、距離計測器を用いた樹高の測定模式図

計測する位置は、見通しがよく、なるべく等高線に沿った位置か、斜面上部が理想的です。混みあった林分では、視準したい梢端がほかの樹種と重なり合っかなか見られません。細い木では他の調査者に揺らしてもらったりして対象木を確定します。樹高測定も2名以上で行うことが必要です。

図 4-51 のように傾斜した木の高さは山側の地際から最も高いところまで計測することになっています。

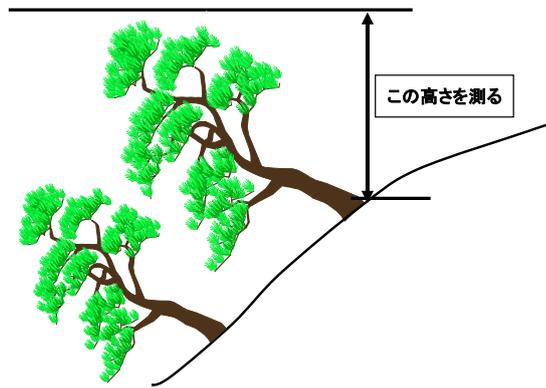


図 4-51 傾斜した木の樹高の計り方

毎木調査など多くの木を調べる場合には、胸高直径は全て測定しますが、樹高は 5～10 本に 1 本の間隔で測定して、樹高を推定する方法もあります。これは、直径と樹高の関係から樹高曲線を作成して、この樹高曲線を利用してそれぞれの樹高を算出するものです。計算式を作成できれば計算式から直径階級別の樹高を算出します。計算式の作成が難しい場合は、図上で読み取ります。図 4-52 の樹高曲線は対数近似式（ヘンクソン式）が当てはまりました。この場合は計算式で樹高が求まります。

なお、正確な結果を求める場合は、伐倒調査を行い、測定結果の偏差修正を行う必要があります。

(例)

胸高直径 13cm の場合は、 $y = 4.989\text{Ln}(x) - 3.9615 = 4.989\text{Ln}(13) - 3.9615 = 8.8\text{m}$

25cm の場合は、 $y = 4.989\text{Ln}(x) - 3.9615 = 4.989\text{Ln}(25) - 3.9615 = 12.1\text{m}$

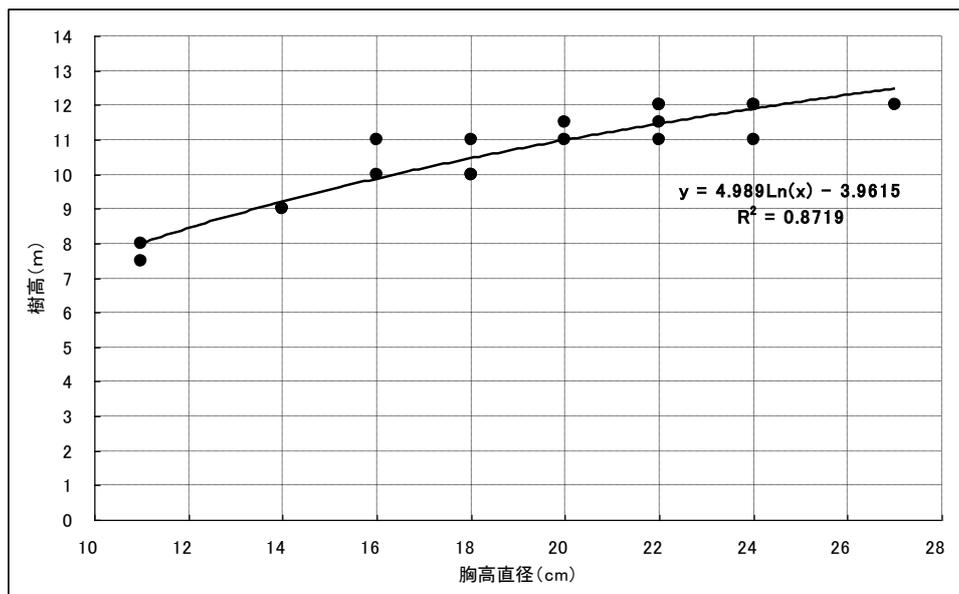


図 4-52 直径階級と樹高曲線 (DBH=1.2m) \*カラマツ 43 年生



**(3) 木の枝の高さを測る**

枝下高（clear length）の測定はまとまった葉のついている生きた枝の中で、最も低い位置にあるものの高さを測ります（図 4-53）。

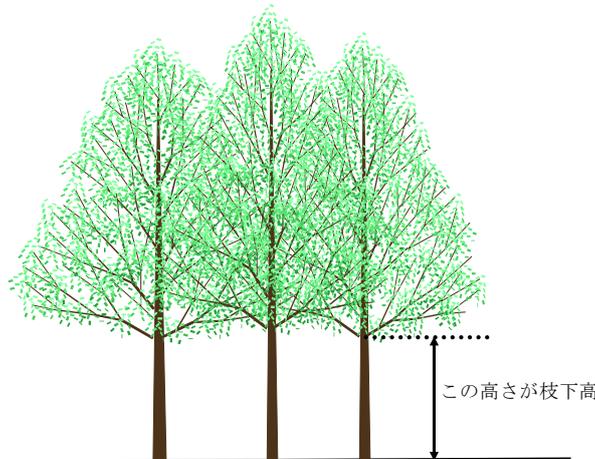


図 4-53 樹木の枝下高さの計測

測定方法は、樹高の測定を参考にしてください。枝下高は林分密度の指標でもあり、林分密度が高い場合枝下高は高く、低い場合枝下高は低くなります。通常、枝下高の高さは樹高の 50～60%が望ましいとされています。

対の表現として樹冠長（crown length）があります。樹冠の先端部（梢頭）から最も下部に位置している枝までの長さです。樹冠長の長さの樹高に対する比を樹冠長率といいます。この樹冠長率も立木密度の影響を表す目安とされています。

**(4) 木の位置を測る**

森林における立木の配置を調査するため、木の位置を現地で測定します。

木の位置を調べることで森林の空間的な構造を把握することができます。立木位置は方形プロットの場合、原点（ $X=0.0$ 、 $Y=0.0$ ）から X 軸、Y 軸を設定し、立木の座標を巻尺や測量ポールなどを用いて測定します。立木位置の計測の仕方は巻尺法、メッシュ法、コンパス法など（図 4-54）がありますが、これまでの経験からメッシュ法による計測が最も効率が良いと思われます。

測定の対象とする立木をすべて測るには大変な手間がかかります。通常は直径 4cm 以上の立木を測定対象にしていますが、調査の目的によっては直径 1cm の立木も対象にすることがあります。

調査したデータは立木配置図を描くための資料となります。木は曲がって生育しているものがあり、樹冠の中心点と根元部分の位置にずれが生じます。そこで、立木配置図は立木の根元位置で表すことが決まりとなっています。

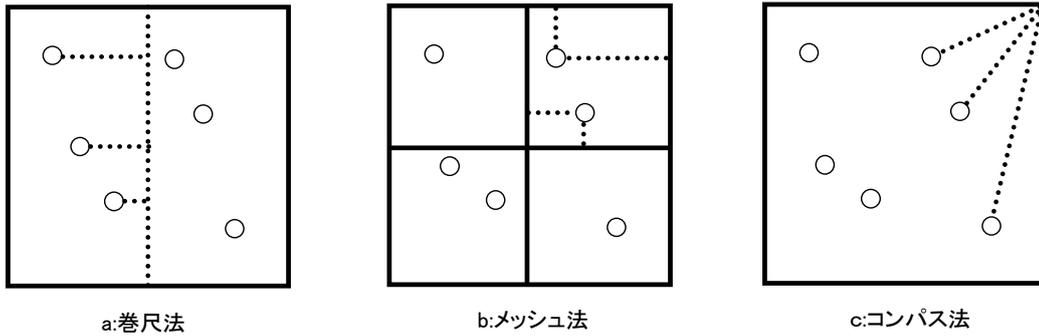


図 4-54 立木位置図の計測手法（方形プロットの場合）  
 「森を調べる 50 の方法」 社団法人 日本林業技術協会 編 東京書籍 1998」を参考に加筆

**(5) 木の樹冠を計る**

樹木が成長して樹冠が大きくなり、樹冠同士が接することで、林冠が形成されている状態を「閉鎖(crown closure)」といいます。樹冠の閉鎖度合は樹冠の混み具合を示すもので、森林構造を表現する上で重要です。

そこで、樹冠投影図を作成して樹冠疎密度(crown density)を測定します(図 4-55)。

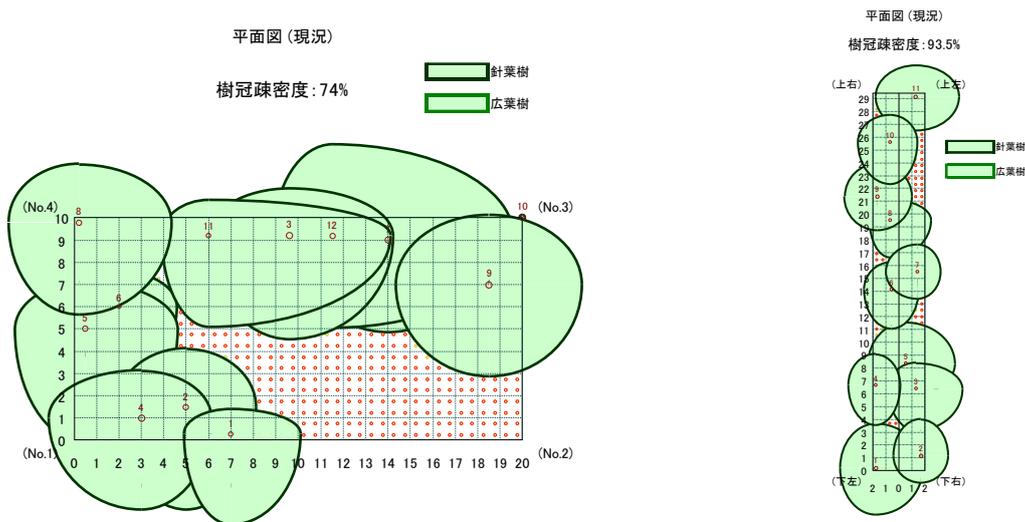


図 4-55 方形プロット樹冠投影図(左)と帯線標準地樹冠投影図(右)  
 樹冠投影図を作成し、空間優占割合(樹冠疎密度)を計算

樹冠の広がりを知る方法としては、基本的に立木の周りを 8 方位に分割し、それぞれの方角において枝の先端の真下に立って立木の根元からの距離を測定して、枝張りの長さとして測定します(図 4-56)。簡便な方法としては、樹冠空間の測定は一般的に立木の中心から山側、谷側、また山谷線を挟んだ左右直角方向、合わせて 4 方位の枝先までの距離を測定しています。

なお、樹形偏倚など必要があれば特記します。

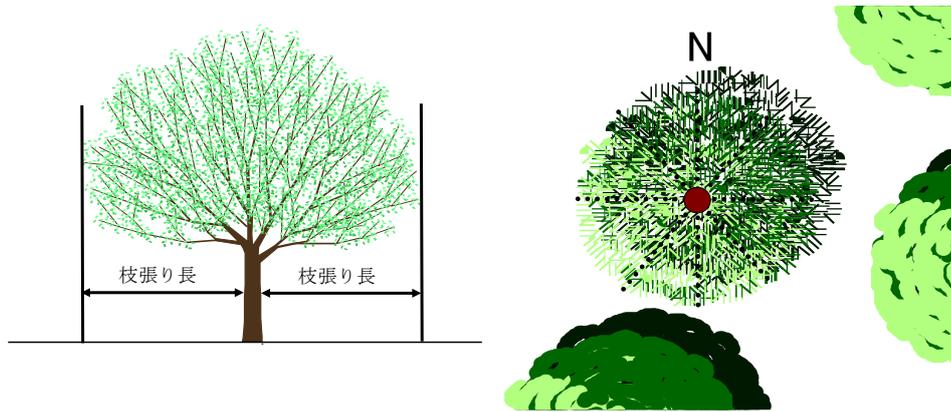


図 4-56 樹冠の広がり の計測手法



**【林冠】**

樹冠が相接して連続状態となったものを「林冠 (canopy)」言います。森を外からみると、複数の木々が集まってひとつの樹冠を形成しているように見えますが、森に入って樹冠を見上げてよく観察してみてください。上層木の樹冠はほぼ重なることがないように枝を伸ばしています。これを「縁取り」、海外では「crown shyness」と呼ばれています。

はっきりした成因はまだ解っていないようですが、これには光の量が大きく関係しており、枝同士が重なると日影になった枝は十分な光を得ることができず、枯れてしまいます。また、枝の先端同士が触れ合いそうになると、葉がエチレンなどの植物ホルモンを出して自らの成長を抑制するようです。

この「縁取り」は林内の光環境を向上させ、樹下植栽木や下層植生の成立に影響する重要な要因となっています。

**(6) 木の年齢を測る**

木の年齢のことを林齢 (stand age) と言いますが、林齢は対象林分の成長量を推定する上で重要な要素です。

林齢の測定において最も正確な方法は立木を根元から伐倒して、地際の年輪 (annual ring) 数を数えることです。年輪を数えるときは、外側から数えます (写真 4-16)。

この方法は確実ですが、その都度木を切って調べるのは大変です (写真 4-16)。そこで、生きた木の年輪を取り出すことのできる成長錘とよばれる調査器具を使用します (写真 4-17)。成長錘は、立木の樹皮の部分から幹の中心に向けて φ6mm ほどの筒状の穴をあけ、立木の一部をサンプルとして取り出すものです。この取り出されたサンプルを調べると、立木の林齢が分かります。

なお、成長錘による方法は地際では使用しにくく、年輪の中心部に的中しないなどの欠点があります。また、年輪を読み取る場合、偽年輪が生じている場合があるので樹種によ



っては注意を要します。偽年輪（false annual ring）とは、正常な年輪以外の個々の成長輪を指し、病虫害による落葉や春の霜などによる被害を受けた場合、一時的に肥大成長に異常が生じ、偽年輪が形成されます。



写真 4-16 伐倒年輪調査



写真 4-17 成長錘によるサンプル採取

年輪によらない測定方法としては、マツ類は1年ごとに輪生枝を出して成長することから、輪生枝や落枝跡を数えることにより林齢を知ることができます（図 4-57）。なお、この方法は地表から4～5m までの落枝部の計測に経験を要します。

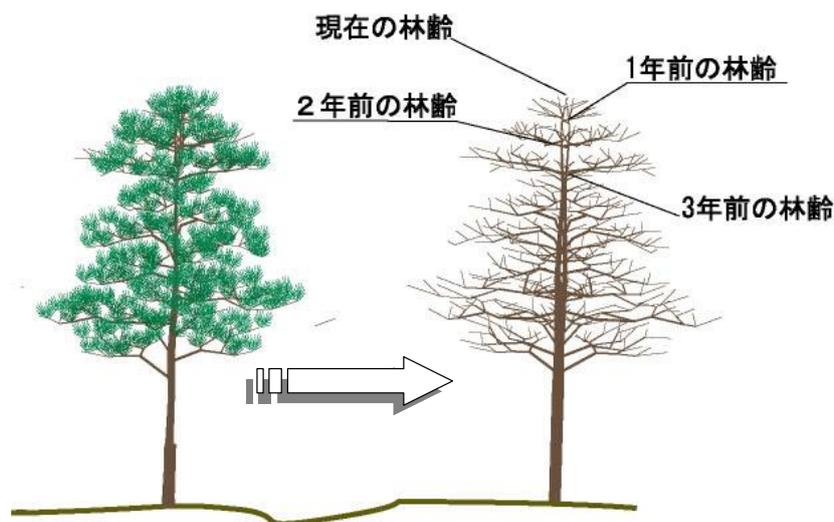


図 4-57 輪生枝による樹齢の想定（マツ類など）

### (7) 成長過程や立木の詳細を調べる

樹木の成長過程や形状を調べるものに樹幹解析（Stem analysis）があります。立木の高さを一定間隔で輪切りにして円板を採取して、年輪を計測して樹木の成長過程等を確認する方法です。次に一例を記載します。





#### 第IV章 森林の把握 ～解説～

採取供試木（調べる木）の伐倒前にマーキングスプレーによる基準方位（北側）の印付けを行い（写真 4-18 の①と②）、伐倒後、伐倒木の樹高を巻尺により 1cm 単位で計測します（写真 4-18 の③）。試料円板は、幹足部 0.2m、胸高直径位置の 1.2m を基準とした 2m 間隔（1m 間隔も OK）での採取をし、切断箇所に節等が出現した場合は、節の影響のない箇所で区間材長を計測して採取します（写真 4-18 の④～⑥）。梢までの長さが 3m 未満になった場合は、1m 単位で採取を行います。



写真 4-18 調査木の伐倒・円板採取の流れ

採取試料円板は、円板の計測面（上面）の南北と東西が直交する 4 方位方向に線を引き、外側（外皮側）から林齢階級（5 年）ごとの直径を読み取ります（写真 4-19）。

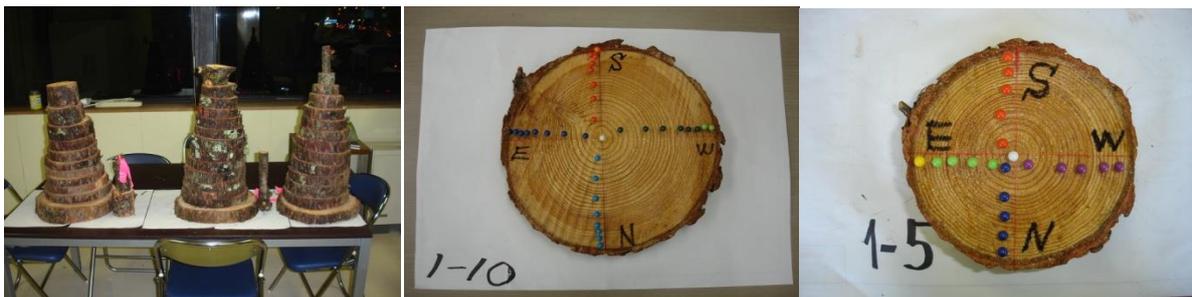


写真 4-19 採取円板と林齢測定

直径計測から樹高総括表を作成し、断面ごとの材積を求めます（図 4-58 左）。計算式は、根基から断面高 0.2m の樹幹断面幹足部（ナイロイド）は Smalian 式、断面高 0.2 m から梢端部までは Huber 式、梢端部は円錐式とし、これらの積算として単木幹材積を求めます。また、齢階（5 年）ごとの過去の成長経過を樹幹解析図として取りまとめます（図 4-58 右）。



対象とする森林の平均的な立木を数本、樹幹解析を行うことで、林齢、胸高直径、樹高、地位、材積、形状比（H/D）などが正確に把握できます。

$$V = \frac{g_0 + g_n}{2} \times L \quad \dots \dots \text{Smalian}$$

$$V = \gamma \times L \quad \dots \dots \text{Huber}$$

ここで、

- $g_0$  : 元口の断面積
- $g_n$  : 末口の断面積
- $L$  : 丸太の長さ（断面高）
- $\gamma$  : 丸太中央の断面積

円板番号	半径(cm)				合計 (cm)	直径 (cm)	丸太面積 (m <sup>2</sup> )	材積 (m <sup>3</sup> )	計算式	
	1(S)	2(N)	3(W)	4(E)						
最低部	0.0					34.10	0.0913	0.0177	スマリアン	
2-16	0.2	15.00	16.50	17.00	17.50	66.00	33.00	0.0855	0.0725	スマリアン
2-15	1.2	13.30	13.70	15.00	13.00	55.00	27.50	0.0594	0.1188	フーバー
2-14	3.2	12.50	12.50	13.70	12.10	50.80	25.40	0.0507	0.1013	フーバー
2-13	5.2	12.00	13.40	12.60	12.40	50.40	25.20	0.0499	0.0998	フーバー
2-12	7.2	11.80	12.50	12.90	12.50	49.70	24.85	0.0485	0.0970	フーバー
2-11	9.2	11.10	11.70	12.40	11.00	46.20	23.10	0.0419	0.0838	フーバー
2-10	11.2	10.40	11.40	11.80	10.40	44.00	22.00	0.0380	0.0760	フーバー
2-9	13.2	10.40	10.40	11.00	11.20	43.00	21.50	0.0363	0.0726	フーバー
2-8	15.2	9.40	9.40	10.50	9.00	38.30	19.15	0.0288	0.0576	フーバー
2-7	17.2	9.00	8.60	9.50	8.20	35.30	17.65	0.0245	0.0490	フーバー
2-6	19.2	7.80	7.80	8.80	7.90	32.30	16.15	0.0205	0.0410	フーバー
2-5	21.2	6.50	7.00	8.00	6.80	28.30	14.15	0.0157	0.0314	フーバー
2-4	23.2	5.70	6.60	7.20	5.90	25.40	12.70	0.0127	0.0254	フーバー
2-3	25.2	4.40		5.50	4.70	14.60	9.73	0.0074	0.0148	フーバー
2-2	27.2	1.90	1.90	1.90	2.00	7.70	3.85	0.0012	0.0024	フーバー
2-1	28.2	0.80	0.85	0.85	0.80	3.30	1.65	0.0002	0.0005	円錐
								0.9611		

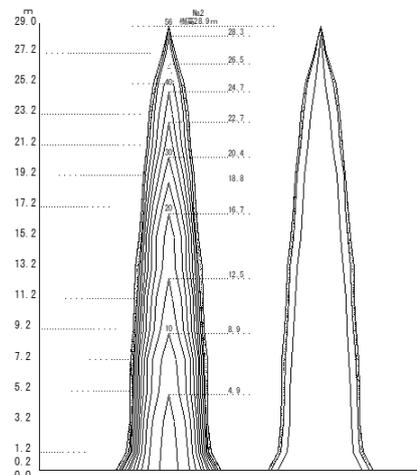


図 4-58 樹幹解析の樹高総括表、材積計算表（左）と樹幹解析図（右）

**(8) 立木の材積を調べる**

一般的に立木の材積を調べる方法は、樹高と胸高直径による幹材積計算から求めます。県内の樹木に対応する幹材積は「立木幹材積表 長野県」または「林野庁計画課編 立木幹材積表 東日本編」として表（冊子）にまとめられています（図 4-59）。

購入することも可能ですが、（国研）森林総合研究所の次のアドレスから確認することができます。県内の樹木に対応する幹材積計算表は、表 4-15 に示すものが該当します。

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/shukakushiken/03gyomu/>



図 4-59 立木幹材積表東日本編（日本林業調査会出版物）



表 4-15 長野県内の樹木に対応する幹材積表

発行	発行年	資料名
林野庁	1958	長野営林局カラマツ立木材積表調製説明書
林野庁	1960	長野営林局ブナ群・サワグルミ群立木材積表調製説明書
林野庁	1961	長野営林局人工林ヒノキ立木材積表調製説明書
林野庁	1962	長野営林局天然林ヒノキ立木幹材積表調製説明書
林野庁	1962	長野営林局天然生サワラ・ヒバ・ネズコ立木材積表調製説明書
林野庁 林業試験場	1964	関東・中部地方モミ類・ツガ類など針葉樹立木材積表調製説明書
林野庁	1964	長野営林局アカマツ立木幹材積表調製説明書
林野庁	1965	長野営林局スギ立木幹材積表調製説明書

この幹材積表は、少し変わった計算式（指標と仮数）表示がされているため、自分で計算ソフトに計算式を入力するには手間がかかります（図 4-60）。

直 径 級	材 積 式
6~10 cm	$\log v = \bar{5}.77430 + 1.87385 \log d + 0.94852 \log h$
12~20	$\log v = \bar{5}.58495 + 1.96416 \log d + 1.04523 \log h$
22~30	$\log v = \bar{5}.67205 + 1.84173 \log d + 1.11080 \log h$
32~50	$\log v = \bar{5}.79071 + 1.74034 \log d + 1.13316 \log h$

備考 v ; 幹材積 d ; 胸高直径 h ; 樹高

図 4-60 長野営林局カラマツ立木材積表調製決定計算式  
林野庁（1958）長野営林局カラマツ立木材積表調製説明書 p28.表 22

そこで、幹材積を調べたいときは、(国研) 森林総合研究所が公開している「幹材積計算プログラム(表計算ソフト Excel)」を使用してください。林野庁計画課監修「立木幹材積表(東日本編・西日本編)(1970年)」に収録されている83種類の材積表に対応しています。

次のアドレスからダウンロードできます(stemvolume.zip)。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/database/stemvolume/index.html>



**【幹材積計算と現実立木の幹材積】**

林野庁は1955年「立木幹材積表調製要綱」を制定し、1969年までに72種類の材積表を作成し公表しました。立木幹材積表は既に50年を過ぎようとしていますが、現実の立木とその精度はどのくらい整合しているのでしょうか？

県内のアカマツについて、樹幹解析による材積計算結果と幹材積表（1964年調整）による材積を比較してみました。

アカマツの樹幹解析は、県内の地位Ⅰで38個体、地位Ⅱで16個体、地位Ⅲで15個体、地位Ⅳで9個体、地位Ⅴで1個体の計79個体を用いました。幹材積表の計算式は次のとおりです。

直径階級～12cm 未満	$LogV = -5 + 0.7639 + 1.7700 LogD + 1.0987 LogH$
直径階級 12～22cm 未満	$LogV = -5 + 0.71335 + 1.78364 LogD + 1.13056 LogH$
直径階級 22～42cm 未満	$LogV = -5 + 0.65368 + 1.88856 LogD + 1.067932 LogH$
直径階級 42 cm～	$LogV = -4 + 0.063020 + 1.68385 LogD + 0.985842 LogH$

その結果、幹材積表の計算式による材積と樹幹解析による材積は、原点回帰分析の結果、 $V = 0.9673x$  ( $R^2 = 0.921$ ) の相関関係にあり、立木幹材積式と樹幹解析材積とに大きさの差は認められませんでした（下図左）。このことは、現在の立木においても幹材積表の計算式は適合していることを示します。

なお、直径階級 12～22cm 未満 (N=9)、直径階級 22～42cm 未満 (N=62)、直径階級 42cm 以上 (N=8) の直径階級別に原点回帰分析を行った結果では（下図右）、直線回帰式の係数（傾き）は、42 cm 以上 (1.0469) > 12～22cm 未満 (0.9785) > 22～42cm 未満 (0.9291) となり、直径階級 12～22cm 未満と直径階級 22～42cm 未満では立木幹材積式材積が樹幹解析材積よりも大きくなる傾向を示し、直径階級 42 cm 以上では立木幹材積式材積よりも樹幹解析材積が大きくなる傾向を示しました。立木幹材積 1 m<sup>3</sup> 以下の材積については回帰直線上に散布されている個体が多いものの、1 m<sup>3</sup> 以上の材積については回帰直線から開きが認められました（松澤 2019）。

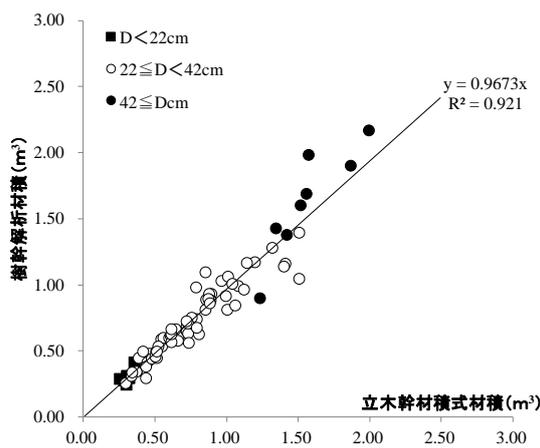


図.立木幹材積式と樹幹解析材積の関係

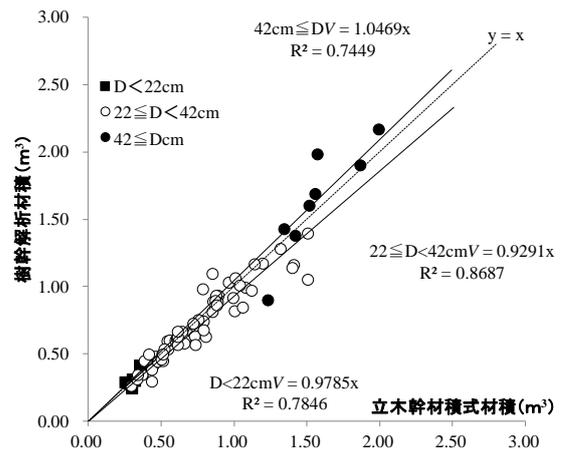


図.直径階級別の立木幹材積式材積と樹幹解析材積の関係

