

# 災害に強い森林づくり 奈良県 ガイドライン



奈良県農林部  
平成28年3月

## 災害に強い森林づくり 奈良県ガイドライン

1. はじめに .....	1
2. 「災害に強い」とは .....	1
3. 「森林づくり」とは .....	2
4. 「災害に強い」について分かってきたこと .....	2
5. ガイドラインのポイント .....	7
6. 資料編 .....	8

### 1. はじめに

平成23年の紀伊半島大水害などに見られるように、広域の森林において、これまでの想定を上回る規模の激甚な林地荒廃や林道施設災害等が発生しており、住宅地、公共施設を守る「災害に強い森林づくり」への県民の要望が従来にないほど高まってきています。

「災害に強い森林づくり」を推進していくためには、災害に強い森林の形態や、そのために必要な施業について調査・分析を行い、森林の危険度評価要素を抽出するとともに、その結果を踏まえて、各地域に合った森林づくりを考える判断材料が必要となります。

そのため県では平成24年度より、有識者、関係行政機関職員を交えて、実際の林地崩壊箇所（表層崩壊箇所）において現地検討会を開催する一方で、国や他府県の研究機関や大学などと連携しながら、森林を崩壊させないためにはどうすべきかについて検討を重ねてきたところです【資料1】。

このガイドラインでは、主に「考え方」について記載しました。具体的な手法や手段につきましては、引用文献や参考文献を参照願います。地域の方々が地域の森林を将来どういう姿にしたいかを考える際、ヒントとなることを期待しています。

### 2. 「災害に強い」とは

平成23年の紀伊半島大水害では、およそ1,800箇所もの崩壊があったとされています。しかし、そのなかには大規模で、樹木の根系（根の深さは、深く根が入る種類においても概ね2m程度）の影響範囲をこえる深さから崩壊する「深層崩壊」も多数見受けられました。ここでお示しするガイドラインは、そのような「深層崩壊」は対象としていません。あくまで、樹木の生育状況によって災害が軽減できであろうと考えられる範囲の崩壊、いわゆる「表層崩壊」を対象としています。

そこで、改めて「災害に強い」という表現において、どんなことがイメージできるでしょうか？

- 広葉樹の森林は「災害に強い」
- スギ・ヒノキ人工林を間伐しないで放置すると「災害に弱くなる」

など、皆さんが一般にイメージするのは、こんな感じでしょうか？これは本当なのでしょう？

なお、今回の「災害」には気象害や病虫獣害は考慮していません。しかし、実際はこれらの災害も考慮すべきでしょう。

### 3. 「森林づくり」とは

「森林づくり」と聞いて、何をイメージしますか？

- ①スギ・ヒノキ人工林を広葉樹の森に作り変える
- ②スギ・ヒノキ人工林を適切に間伐し管理していく
- ③スギ・ヒノキも残して育成しながら、その地域にもともとあった樹種の育成を図り、多種多様な森林にしていく
- ④天然林はそのまま保全、里山林など二次林は一定の手入れをして管理していく

など、いろんなイメージが浮かぶと思います。確認ですが、そのイメージには「経済性」も考慮されていますか？その地域の森林づくりにおいては、作っていかうとする森林からの生産物により生業を営む人々の事も考慮しなければなりません。よって、目指すべき姿の森林からは経済的な収益が見込まれることも重要な要因です。

先進的な林業国であるスイスやドイツでは、近年、「恒続林」と言われるような、自然の力を最大限に活かし、非皆伐・天然下種更新を基本として多種多様な樹種で構成された森づくりが主流となっています。そこでは、生物多様性に富み、災害に強く、かつ林業としても持続可能であり、「環境」と「経済」が両立しているそうです。このような方法をお手本にするのも良いかもしれません。



図1 スイスの恒続林

### 4. 「災害に強い」について分かってきたこと

#### 4-1 災害の要因

林野庁が平成24年度から全国調査した結果を分析すると、災害の要因は地形や降雨などの地域特性が大きく、森林の影響はそれほど高くないのではないかという意見がありました。豪雨を誘因とし



て発生する「表層崩壊」の素因を百分率で見ると、傾斜や縦断及び横断面形という「地形」によるものが61%、土の層の深さである「土層」によるものが8%、樹種や齡級という「樹木」によるものが31%という結果が一例として示されています【引用文献等1】。

表1 豪雨を誘因として発生する表層崩壊の素因

山腹崩壊危険地区 危険度判定の例  
(傾斜30°、火山岩類(第4類)、針葉樹、8齡級)

区分	地形要素	単位	区分	点数	得点率
地形	傾斜 (等高線本数)	度	27~35度	71	61%
	縦断面形		凹形	14	
	横断面形	度	~150	28	
土層	土層深	m	1.0~2.0m以下	14	8%
樹木	樹種		N	43	31%
	齡級		~8	14	

\*平成25年度「災害に強い森林づくり」のための森林施業方法に関する検討委員会  
第3回検討委員会資料を奈良県森林整備課で調整

#### 4-2 紀伊半島大水害における崩壊地の傾向

本県の東部・南部地域における森林構成は人工林が約6割、天然林が約4割であるにもかかわらず、崩壊した森林の箇所数及び面積をしてみると大きな差は確認できませんでした【引用文献等2,3】。

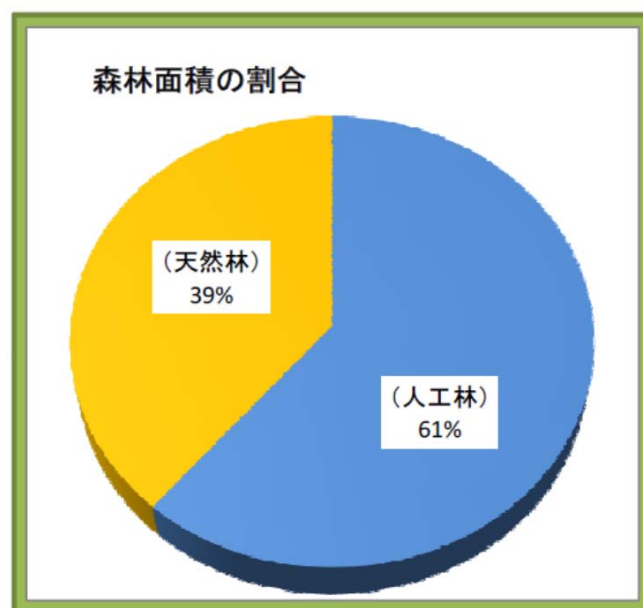
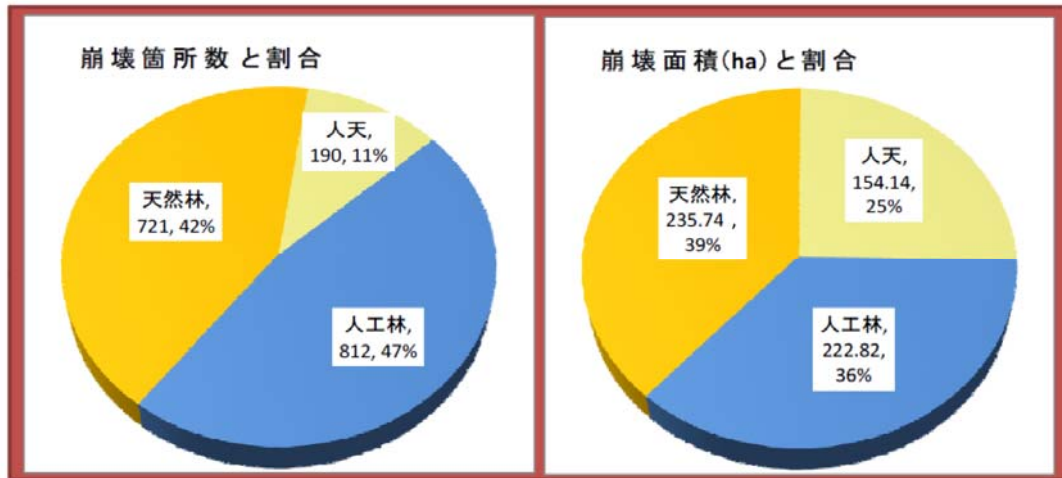


図2 本県の東部・南部における森林面積の割合



「人天」は、人工林と天然林の両方にまたがって発生した大崩壊

図3 本県の東部・南部における崩壊箇所・崩壊面積の割合

さらに詳しく調べるため、崩壊地のデータから奈良県が定義する「深層崩壊」地54箇所のデータを除いて分析をしてみました【引用文献等4,5,6】。すると意外なことに、「人工林よりも天然林や未立木地の方が高い確率で崩壊が発生」・「間伐の有無・崩壊の発生と間伐後経過年数には関係がない」などの結果が得られました。

\*【表2～4】崩壊発生率(%) = 崩壊地内林分(セル)数 ÷ バッファ内林分(セル)数 × 100

\* バッファ：崩壊地の外周から50mの範囲で囲まれた区域（崩壊地を含む）

表2 林種別の崩壊発生率

林種	バッファ内林分数	崩壊地内林分数	崩壊発生率(%)
人工林	6165	2529	41.0
天然林	2606	1316	50.5
伐採跡地	17	10	58.8
竹林	27	7	25.9
未立木地	667	402	60.3
全体	9482	4264	45.0

表3 間伐実施・未実施別の崩壊発生率

	バッファ内 林分数	崩壊地内 林分数	崩壊発生率 (%)
実施	1159	516	44.5
未実施	5006	2013	40.2
計	6165	2529	41.0

表4 間伐後経過年数別の崩壊発生率

間伐後 経過年数	バッファ内 林分数	崩壊地内 林分数	崩壊発生率 (%)
1年	141	63	44.7
2年	198	90	45.5
3年	118	49	41.5
4年	86	38	44.2
5年	195	87	44.6
6年	99	39	39.4
7年	19	10	52.6
8年	118	52	44.1
9年	122	60	49.2
10年	42	18	42.9
11年	21	10	47.6
計	1159	516	44.5

この結果を受けて、平成25年12月24～25日に実施した現地検討会の際に、根系の影響が及ぶ小規模な崩壊のみを分析してみたかどうかという委員の意見を踏まえて、同じデータを用いて崩壊の規模別での分析を試みました。実際には根の影響のある深さ2mまでの崩壊を対象とすべきですが、航空写真等からでは深さの情報を得ることが困難なので、便宜上面積の大小で代用し、分析を行いました。結果は、林種別・樹種別・齢級別にみたところ、崩壊地等の未立木地においては小さい規模の崩壊でも崩壊発生率が高い傾向がみられましたが、針葉樹や広葉樹の樹種による差は認められませんでした【資料2】。

\*【資料2～4】

崩壊発生率(%) = 崩壊地面積 (ha) ÷ 崩壊地を含む施業班全面積 (ha) × 100

また、スギ・ヒノキ人工林における間伐実施・未実施による差もほとんどありませんでした【資料3】。

さらに、間伐時の齢級と間伐後の経過年数との関係の中で崩壊発生の傾向をみると、4齢

級（20年生）までの若齢林を間伐し、4～5年経過した頃に崩壊しやすいのではないかという結果が得られました【資料4】。これは、一定面積以上の皆伐一斉造林の場合、間伐して手入れを行っても、どうしても災害に弱い時期が発生するのではないかという事が示唆されます。

#### 4-3 平成25年度「災害に強い森林づくり」現地検討会で得られた知見

詳細な検討結果については報告書（奈良県森林整備課HP：<http://www.pref.nara.jp/dd.aspx?menuid=36878>）を参照していただきたいのですが、検証ポイントは、以下のとおりとなっています。

- 紀伊半島大水害時の表層崩壊では、降水量の差異が最も大きく影響していた
- 緩傾斜での表層崩壊は少なく、30°以上の斜面に多かった
- 森林の種類（人天別）による崩壊発生傾向の差異は明確でなかった
- 崩壊の発生には、表層の不安定な土層の厚さによる影響が大きい

また、この検討会に参加していただいた、奈良型作業道など先駆的な取組で著名な指導林家でもある清光林業株式会社の岡橋清隆副会長から、作業道等を起因とした崩壊の割合が非常に多く、特に水の対応が非常に重要である旨のアドバイスをいただきました【引用文献等7】。



図4 路網は諸刃の剣

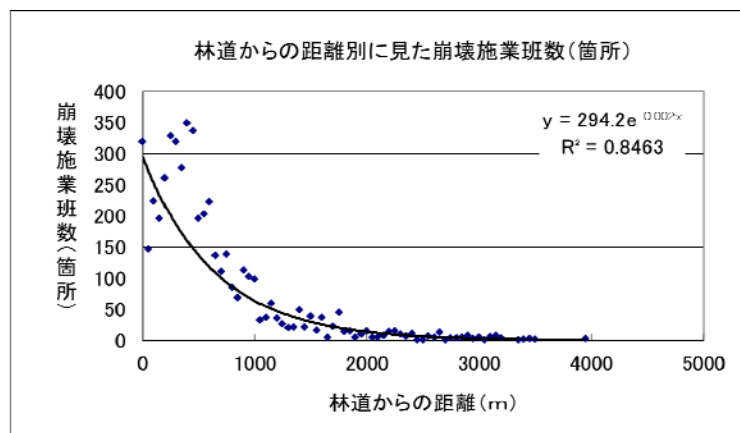


図5 林道からの距離別に見た崩壊地数

検討会で話題となった水の情報を知る手段として、最近では「長野県型立体地形図（CS立体図）」など、水が存在する場所や崩壊しやすい地形を可視化する技術【資料5、引用文献等8】や、地下にある水の音を聞くことができる「地中音測定装置」という機器【資料6,7】も開発されています。

## 5. ガイドラインのポイント

以上見てきたように、崩壊は一つの要因だけで語ることはできませんが、森林を捉える際には、まず「地形の危険度」（傾斜、地質など）を見極めることが先決です。崩れやすいところで林業をしたところで、収穫までに崩壊すれば元も子もないです。

次に、樹木の育成に適した土壌であるか、また、収穫を考えたときに効率よく収穫できるのかどうかという「地位、地利」の視点で森林を見て下さい【引用文献等9】。

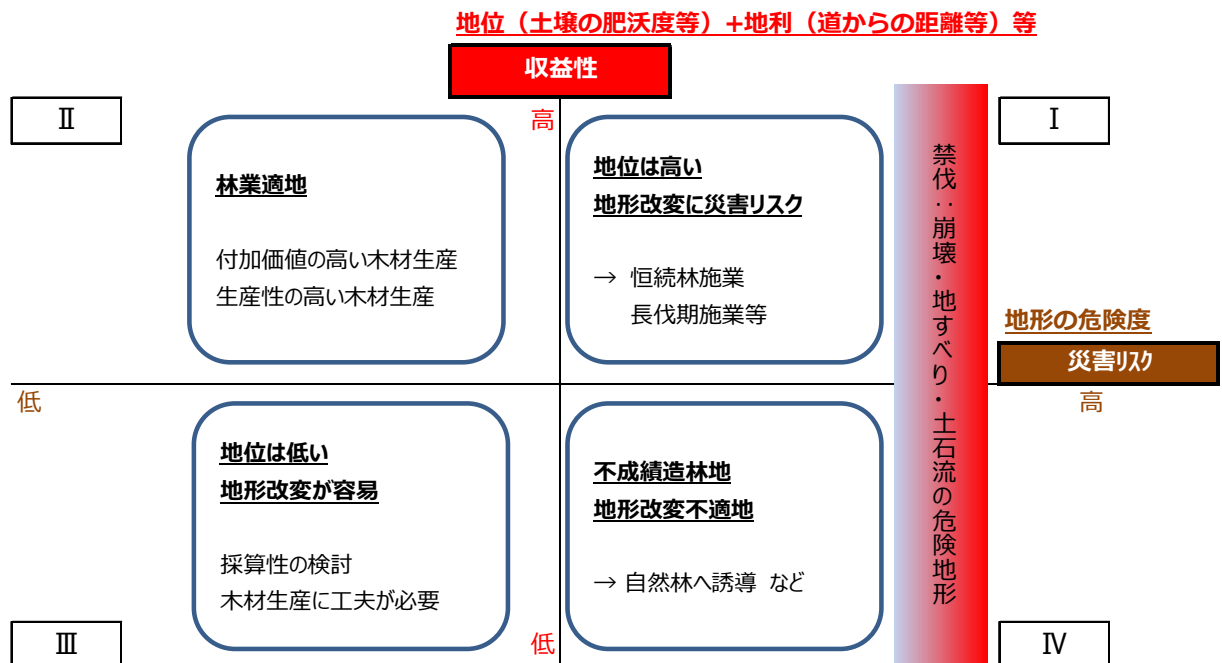


図6 崩壊等の災害面から森林づくりを考える視点

林野庁が平成24年度から取り組んだ「災害に強い森林づくり」は「災害に強い」という表現を「土砂流出機能の高い」というように変更し、根系の引き抜き抵抗による崩壊防止機能と、流下している土砂が立木を抑止する土砂補足機能に限定したうえで、「土砂災害防止機能の高い森林づくり指針」【引用文献等10】というガイドラインをまとめています。その中で、「森林による土砂流出防止機能を高めるには『土砂流出災害の危険性が高い箇所において、樹種を問わず、幹の健全な肥大成長を確保し、適正な密度管理をすること』が重要です。そのための代表的な施業法が『間伐』です。適切な間伐による成長と密度管理を行い、災害に強い森林をつくっていきましょう。」という記載があります。

間伐することは、「災害に強い森林づくり」に寄与することはほぼ間違いないでしょう。しかし、間伐にはコストがかかりますので、収穫時にそれ以上の収益が見込まれない場合、間伐する動機がなくなります。林業をとりまく近年の困難な状況を勘案すると、これまでとは違った森林管理によって、間伐と同様な効果を図り、「災害に強い森林づくり」に取り組む必要もあるでしょう。

また「裸地」や「未立木地」は確実に「災害に弱い」という結果も得られています。よって、このような状態を発生させないことに取り組むことを優先すべきでしょう。

前段で触れたスイスの事例では法で皆伐が禁止されているため、択伐及び天然下種更新により多



種多様で多層な森林づくりが主流です。そこでは、自然の力を最大限に引き出すことでコストを抑え、「災害（この場合、気象害や病虫獣害も含む）に強い森林づくり」に成功していると聞いています。奈良県でも参考にすべきだと思います。

このガイドラインは、こうすべきという結論を示すものではありません。まず、その地域の森林の将来あるべき姿を考えて下さい。もともと、その地域はどんな森林であったのか、どういういきさつで現在の森林の姿になっているのか、そして将来はどのような森林にしたいのか。そこから考えて下さい。

そのうえで「地形の危険度」及び「地位・地利」の視点で森林を見極めて下さい。そうやって森林をゾーニングすると、やるべきことが分かりやすくなるはずです。

最後になりますが、「森林づくり」に普遍化された絶対的なやり方は存在しません。しかし参考事例は多数ありますので、お手本としながらやってみて、うまくいかなかったら修正して、うまくいくまで取り組んでみましょう。このような方法を「順応的管理」とよんでいます。森林づくりは結果がでるのが孫の代、100年先という息の長い取組です。それ故やりがいもあると思いますので、しっかり記録をつけながら管理していくことをお勧めします。

## 6. 資料編

### 6-1 資料

- ・【資料1】奈良県における「災害に強い森林づくり」現地検討会等の取組（H24-26）
- ・【資料2】崩壊規模別にみた崩壊地の傾向把握（林種別、樹種別、齢級別）
- ・【資料3】崩壊規模別にみた崩壊地の傾向把握（間伐の有無別）
- ・【資料4】崩壊規模別にみた崩壊地の傾向把握（間伐時齢級と間伐後経過年数の関係）
- ・【資料5】長野県型立体地形図（CS立体図）
- ・【資料6】地中音測定装置による計測結果（雨季データ：H27.7.24計測、乾季データ：H27.10.26計測）

### 6-2 引用文献等

- 1)林野庁（平成26年3月7日）：平成25年度「災害に強い森林づくり」のための森林施業方法に関する検討委員会第3回検討委員会資料（P7,8）
- 2)奈良県農林部（平成24年3月）：紀伊半島大水害流木発生要因調査報告書（P31,32）
- 3)奈良県農林部（平成26年3月）：平成25年度「災害に強い森林づくり」調査検討報告書（P55, 56～60）
- 4)奈良県（平成27年2月）：平成23年紀伊半島大水害大規模土砂災害に関する調査・研究報告（P4）
- 5)和口美明（奈良県森林技術センター、平成26年1月9日）：「平成23年台風12号で発生した表層崩壊」に関する分析調査報告書
- 6)和口美明（奈良県森林技術センター、平成25年12月25日）：平成25年度「災害に強い森林づくり」現地検討会発表資料「森林簿情報と数値標高モデルを使った紀伊半島大水害の表層崩壊発生傾向分析」
- 7)岡橋清隆（清光林業株式会社、平成25年12月25日）：平成25年度「災害に強い森林づくり」現地検討会発表資料「林業家から見た「災害に強い森林づくり」
- 8)長野県林務部、長野県森林整備加速化・林業再生協議会路網部会（平成26年3月）：『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（路網部会有識者会議編）

- 9)多田泰之（（国研）森林総合研究所関西支所、平成27年）：講演資料「みなさんにぜひ知ってほしい道を作る上での危険地形の特徴について」
- 10)林野庁（平成27年3月）：土砂流出防止機能の高い森林づくり指針（P1）

### 6-3 参考文献

- 1)大橋慶三郎、岡橋清元（2007年10月）、全国林業改良普及協会：「写真図解 作業道づくり」
- 2)大橋慶三郎（2011年9月）、全国林業改良普及協会：「作業道 路網計画とルート選定」
- 3)大橋慶三郎（2015年5月）、全国林業改良普及協会：「図解 作業道の点検・診断、補修技術」

平成28年3月

【問い合わせ先】

奈良県農林部森林整備課

TEL：0742-27-7612 FAX：0742-22-1228

URL：<http://www.pref.nara.jp/1673.htm>

【資料1】 奈良県における「災害に強い森林づくり」 現地検討会等の取組 (H24-26)

\* 敬称略

H24年度

		名	所属	備考
林野庁	委員長	北原	信州大学農学部 森林科学科 山地環境保全学 教授	
	委員	植木	信州大学農学部 森林科学科 森林生産利用学 教授	
		山田	名古屋大学 大学院生命農学研究科 准教授	
		高橋	独立行政法人 森林総合研究所 研究コーディネータ(国土保全・水資源担当)	
		菅谷	長野県林業総合センター所長 (長野県林業総合センター研究員)	
		田中	奈良県農林部 次長 (森林整備課長事務取扱)	
		今泉	林野庁整備課造林間伐対策室長	H24のみ
<b>■災害につよい森林づくり現地検討会(H24.12.26-27)</b>				
奈良県	有識者	松村	京都府立大学大学院 森林土木	
		落合	独立行政法人 森林総合研究所 研究コーディネータ(山地防災)	
		今泉	林野庁整備課造林間伐対策室長	国委員
		井上	林野庁治山課山地災害対策室長	

※ H24は、奈良県現地検討会を国検討会と合同開催

(現地検討会、その他の参加者)

		名	所属	備考
林野庁		千村	整備課 造林事業班 造林調整係長	
		水見	治山課 災害調整班長	
奈良県		伏原	農林部森林整備課課長補佐	
		内田	農林部森林整備課係長	
		河合	森林技術センター所長	
		室垣内	森林技術センター総務企画課長	
		和口	森林技術センター総括研究員	
財団法人 奈良県林業基金		熊澤	事務局長	
		谷岡	業務課森林管理係長	
(コンサルティング) 国土防災		田中(賢治)、大野、田中(淳)、朝日		
		杉浦、中本、伴、田畑		
(コンサルティング) 朝日航洋		世古口、守岩、中内		
		安井、田中(利和)		

26日：宇陀市大宇陀栗野 基金造林地(大蔵寺団地)

収量比数等をもとに、崩壊要因について検討

27日：奈良市登大路町 奈良県文化会館

H25年度

		名	所属等	備考
林野庁	委員長	北原	信州大学農学部 森林科学科 山地環境保全学 教授	
	委員	植木	信州大学農学部 森林科学科 森林生産利用学 教授	
		阿部	日本大学 生物資源科学部 森林資源学科 教授	新任
		山田	名古屋大学 大学院生命農学研究科 准教授	
		高橋	独立行政法人 森林総合研究所 研究コーディネータ(国土保全・水資源担当)	
		菅谷	長野県林業総合センター所長 (長野県林業総合センター研究員)	
		佐野	奈良県 農林部 森林整備課長	

<b>■災害につよい森林づくり現地検討会(H25.12.24-25)</b>				
		名	所属等	備考
奈良県	有識者	松村	京都府立大学大学院 生命環境科学研究科 教授	
		長谷川	京都大学フィールド科学教育研究センター 准教授	
		落合	独立行政法人 森林総合研究所 企画部長	
		宮澤	林野庁整備課造林間伐対策室長	欠席
		吉村	林野庁治山課山地災害対策室長	欠席
		井口	林野庁治山課 水源地治山対策室 水源地治山企画班 課長補佐	
		門脇	林野庁治山課 施設実行班 課長補佐	欠席
	林業家	岡橋	清光林業株式会社 副会長	
	オブザーバー	田中	農林部次長	欠席
		佐野	農林部森林整備課 課長	
		伏原	農林部森林整備課 課長補佐	欠席
		熊澤	森林技術センター 所長	
	事務局	和口	森林技術センター 総括研究員	25日のみ
岡本		株式会社 森林テクニクス		
小阪		株式会社 森林テクニクス		
藤平		農林部森林整備課 総務企画係		
吉村		農林部森林整備課 総務企画係		

24日：吉野郡上北山村西原 清光林業森林

崩壊の多い斜面と少ない斜面において現地にて比較検討

25日：高取町吉備 森林技術センター

H26年度

<b>■災害につよい森林づくり現地検討会(H26.12.18-19)</b>						
		名	所属等	備考		
				18日	19日	
奈良県		大丸	(独) 森林総合研究所水土保全研究領域		○	
		鈴木	(独) 森林総合研究所林業工学研究領域	○	○	
		多田	(独) 森林総合研究所関西支所	○	○	
		齊藤	信州大学農学部 近未来農林総合科学教育研究センター 助教	○	○	
		戸田	長野県林業総合センター		○	
		臼田	岐阜県森林研究所	○	○	
		和多田	岐阜県森林研究所	○	○	
		矢部	鳥取県林業試験場	○	○	
		小山	鳥取県林業試験場	○	○	
		長谷川	京都大学フィールド科学教育研究センター 准教授	○		
		白澤	京都大学 研究生	○	○	
		渡邊	京都大学 学生 (M1)	○		
		村上	(独) 森林総合研究所		○	
		中島	国土地理院		○	
		中埜	国土地理院		○	
		西口	静岡大学 学生		○	
	<b>県外 参加者 計</b>				10	14
		岡橋	清光林業株式会社 副会長	○		
		野村	清光林業株式会社 部長		○	
		熊澤	森林技術センター 所長		○	
	迫田	森林技術センター	○			
	藤平	農林部森林整備課	○	○		
<b>県内 参加者 計</b>				3	3	
<b>合計</b>				13	17	

18日：吉野郡上北山村西原 清光林業森林

CS立体図、地中音測定器等にて現地検討

19日：吉野郡川上村下多古 清光林業森林

【資料2】 崩壊規模別にみた崩壊地の傾向把握(林種別、樹種別、年齢別)

○ 全ての崩壊地の傾向把握

1 林種別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
人工林	7,917.54	216.432	2.73%
天然林	11,245.55	228.514	2.03%
伐採跡地	29.11	1.073	3.69%
竹林	1.30	0.101	7.77%
未立木地	244.61	56.055	22.92%
全体	19,438.11	502.175	2.58%

2 樹種別林分面積

樹種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
スギ	6,281.30	184.268	2.93%
ヒノキ	1,459.97	30.089	2.06%
マツ	167.32	1.856	1.11%
カラマツ	19.28	0.217	1.13%
モミ・ツガ	330.78	9.467	2.86%
コウヤマキ	2.76	0.026	0.94%
その他針葉樹	165.41	10.017	6.06%
クヌギ	20.39	0.381	1.87%
ブナ	5.36	0.319	5.95%
ケヤキ	0.12	0.003	2.50%
その他広葉樹	10,710.40	208.303	1.94%
伐採跡地	29.11	1.073	3.69%
竹林	1.30	0.101	7.77%
工事跡	12.56	2.456	19.55%
崩壊地	166.36	51.140	30.74%
焼跡	15.01	0.168	1.12%
土場	2.68	0.875	32.65%
採草地	0.44	0.092	20.91%
原野	45.15	1.202	2.66%
その他	2.41	0.122	5.06%
全体	19,438.11	502.175	2.58%

3 年齢(H23年当時)別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
裸地	275.02	57.229	20.81%
1～5年齢	1,531.19	49.961	3.26%
6～10年齢	8,406.31	170.479	2.03%
11～15年齢	3,815.09	105.047	2.75%
16～20年齢	3,676.55	78.975	2.15%
21～25年齢	950.84	25.725	2.71%
26～30年齢	448.39	5.561	1.24%
31～35年齢	253.19	8.527	3.37%
36～40年齢	67.86	0.461	0.68%
41～45年齢	4.63	0.158	3.41%
46～50年齢	9.04	0.051	0.56%
全体	19,438.11	502.174	2.58%

・・・10%以上の崩壊発生率

○ 崩壊面積0.5ha未満の崩壊地の傾向把握

1 林種別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
人工林	7,452.65	170.648	2.29%
天然林	9,318.77	105.067	1.13%
伐採跡地	29.11	1.073	3.69%
竹林	1.30	0.101	7.77%
未立木地	193.05	33.104	17.15%
全体	16,994.88	309.993	1.82%

2 樹種別林分面積

樹種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
スギ	5,826.01	140.615	2.41%
ヒノキ	1,450.37	27.958	1.93%
マツ	167.32	1.856	1.11%
カラマツ	19.28	0.217	1.13%
モミ・ツガ	243.30	2.642	1.09%
コウヤマキ	2.76	0.026	0.94%
その他針葉樹	126.66	1.824	1.44%
クヌギ	20.39	0.381	1.87%
ブナ	5.36	0.319	5.95%
ケヤキ	0.12	0.003	2.50%
その他広葉樹	8,909.85	99.874	1.12%
伐採跡地	29.11	1.073	3.69%
竹林	1.30	0.101	7.77%
工事跡	11.62	1.657	14.26%
崩壊地	130.44	29.843	22.88%
焼跡	15.01	0.168	1.12%
土場	2.68	0.875	32.65%
採草地	0.44	0.092	20.91%
原野	30.45	0.347	1.14%
その他	2.41	0.122	5.06%
全体	16,994.88	309.993	1.82%

3 年齢(H23年当時)別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
裸地	223.46	34.278	15.34%
1～5年齢	1,306.78	31.693	2.43%
6～10年齢	7,443.85	116.610	1.57%
11～15年齢	3,383.05	76.842	2.27%
16～20年齢	3,214.72	37.114	1.15%
21～25年齢	739.57	8.406	1.14%
26～30年齢	420.40	2.814	0.67%
31～35年齢	181.52	1.566	0.86%
36～40年齢	67.86	0.461	0.68%
41～45年齢	4.63	0.158	3.41%
46～50年齢	9.04	0.051	0.56%
全体	16,994.88	309.993	1.82%

○ 崩壊面積0.3ha未満の崩壊地の傾向把握

1 林種別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
人工林	6,751.40	133.152	1.97%
天然林	8,448.59	76.234	0.90%
伐採跡地	21.38	0.755	3.53%
竹林	1.30	0.101	7.77%
未立木地	175.29	24.470	13.96%
全体	15,397.96	234.712	1.52%

2 樹種別林分面積

樹種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
スギ	5,213.05	107.688	2.07%
ヒノキ	1,413.62	24.291	1.72%
マツ	118.78	1.426	1.20%
カラマツ	19.28	0.217	1.13%
モミ・ツガ	231.15	2.240	0.97%
コウヤマキ	2.76	0.026	0.94%
その他針葉樹	126.66	1.824	1.44%
クヌギ	20.39	0.381	1.87%
ブナ	-	-	-
ケヤキ	0.12	0.003	2.50%
その他広葉樹	8,054.18	71.291	0.89%
伐採跡地	21.38	0.755	3.53%
竹林	1.30	0.101	7.77%
工事跡	11.62	1.657	14.26%
崩壊地	113.74	21.886	19.24%
焼跡	15.01	0.168	1.12%
土場	1.62	0.198	12.22%
採草地	0.44	0.092	20.91%
原野	30.45	0.347	1.14%
その他	2.41	0.122	5.06%
全体	15,397.96	234.713	1.52%

3 年齢(H23年当時)別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
裸地	197.97	25.326	12.79%
1～5年齢	1,192.03	25.794	2.16%
6～10年齢	6,606.55	85.874	1.30%
11～15年齢	2,988.64	58.237	1.95%
16～20年齢	3,086.96	30.098	0.98%
21～25年齢	660.67	5.397	0.82%
26～30年齢	419.89	2.466	0.59%
31～35年齢	163.72	0.851	0.52%
36～40年齢	67.86	0.461	0.68%
41～45年齢	4.63	0.158	3.41%
46～50年齢	9.04	0.051	0.56%
全体	15,397.96	234.713	1.52%

○ 崩壊面積0.1ha未満の崩壊地の傾向把握

1 林種別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
人工林	4,713.76	55.987	1.19%
天然林	5,420.04	27.003	0.50%
伐採跡地	17.45	0.074	0.42%
竹林	1.30	0.101	7.77%
未立木地	116.92	8.774	7.50%
全体	10,269.47	91.939	0.90%

2 樹種別林分面積

樹種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
スギ	3,549.70	43.673	1.23%
ヒノキ	1,144.87	11.844	1.03%
マツ	46.17	0.569	1.23%
カラマツ	-	-	-
モミ・ツガ	96.31	0.652	0.68%
コウヤマキ	2.76	0.026	0.94%
その他針葉樹	59.43	0.486	0.82%
クヌギ	0.39	0.082	21.03%
ブナ	-	-	-
ケヤキ	0.12	0.003	2.50%
その他広葉樹	5,234.05	25.655	0.49%
伐採跡地	17.45	0.074	0.42%
竹林	1.30	0.101	7.77%
工事跡	4.79	0.284	5.93%
崩壊地	77.54	7.942	10.24%
焼跡	15.01	0.168	1.12%
土場	1.14	0.075	6.58%
採草地	0.44	0.092	20.91%
原野	15.75	0.199	1.26%
その他	2.25	0.015	0.67%
全体	10,269.47	91.940	0.90%

3 年齢(H23年当時)別林分面積

林種	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率
裸地	135.67	8.949	6.60%
1～5年齢	792.94	9.655	1.22%
6～10年齢	4,550.16	34.240	0.75%
11～15年齢	2,140.76	24.727	1.16%
16～20年齢	1,854.03	10.431	0.56%
21～25年齢	425.35	2.387	0.56%
26～30年齢	147.22	0.550	0.37%
31～35年齢	144.95	0.474	0.33%
36～40年齢	64.72	0.315	0.49%
41～45年齢	4.63	0.158	3.41%
46～50年齢	9.04	0.051	0.56%
全体	10,269.47	91.937	0.90%

林種別・樹種別・年齢別にみたところ、崩壊地等の未立木地においては小さい規模の崩壊でも崩壊発生率が高い



【資料3】 崩壊規模別にみた崩壊地の傾向把握(間伐の有無別)

○ 全ての崩壊地の傾向把握

	施業班面積	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
崩壊施業班	19,438.11	502.175	2.58%
間伐実施	2,774.28	53.736	1.94%
間伐未実施	16,663.83	448.439	2.69%

1 間伐実施年度別林分面積

間伐実施年度	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
12年度	45.20	0.558	1.23%
13年度	14.65	1.870	12.76%
14年度	236.46	2.860	1.21%
15年度	254.11	5.430	2.14%
16年度	214.56	5.564	2.59%
17年度	225.17	5.306	2.36%
18年度	444.72	8.490	1.91%
19年度	258.68	2.682	1.04%
20年度	136.40	3.900	2.86%
21年度	332.49	7.668	2.31%
22年度	611.84	9.407	1.54%
全体	2,774.28	53.735	1.94%

○ 崩壊面積0.5ha未満の崩壊地の傾向把握

	施業班面積	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
崩壊施業班	16,994.88	309.994	1.82%
間伐実施	2,599.66	40.160	1.54%
間伐未実施	14,395.22	269.834	1.87%

1 間伐実施年度別林分面積

間伐実施年度	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
12年度	45.20	0.558	1.23%
13年度	10.55	1.288	12.21%
14年度	236.46	2.860	1.21%
15年度	189.29	2.123	1.12%
16年度	154.44	2.598	1.68%
17年度	216.19	3.958	1.83%
18年度	434.88	6.819	1.57%
19年度	258.68	2.682	1.04%
20年度	133.84	3.277	2.45%
21年度	328.86	6.291	1.91%
22年度	591.27	7.707	1.30%
全体	2,599.66	40.161	1.54%

○ 崩壊面積0.3ha未満の崩壊地の傾向把握

	施業班面積	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
崩壊施業班	15,397.96	234.713	1.52%
間伐実施	2,350.48	30.835	1.31%
間伐未実施	13,047.48	203.878	1.56%

1 間伐実施年度別林分面積

間伐実施年度	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
12年度	45.20	0.558	1.23%
13年度	10.55	1.288	12.21%
14年度	197.68	1.239	0.63%
15年度	149.34	1.772	1.19%
16年度	154.44	2.598	1.68%
17年度	213.83	2.743	1.28%
18年度	368.72	5.051	1.37%
19年度	200.35	1.968	0.98%
20年度	128.17	2.951	2.30%
21年度	307.68	4.746	1.54%
22年度	574.52	5.922	1.03%
全体	2,350.48	30.836	1.31%

○ 崩壊面積0.1ha未満の崩壊地の傾向把握

	施業班面積	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
崩壊施業班	10,269.47	91.939	0.90%
間伐実施	1,492.93	11.724	0.79%
間伐未実施	8,776.54	80.215	0.91%

1 間伐実施年度別林分面積

間伐実施年度	施業班 個別面積計	崩壊地面積	崩壊発生率 (ha,%)
12年度	44.21	0.220	0.50%
13年度	4.79	0.346	7.22%
14年度	186.25	0.812	0.44%
15年度	115.70	0.844	0.73%
16年度	101.78	1.295	1.27%
17年度	161.60	1.046	0.65%
18年度	220.95	2.004	0.91%
19年度	75.42	0.579	0.77%
20年度	86.39	0.540	0.63%
21年度	193.99	1.860	0.96%
22年度	301.85	2.177	0.72%
全体	1,492.93	11.723	0.79%

...10%以上の崩壊発生率

**間伐実施・未実施による崩壊発生率に大きな差はない**

【資料4】 崩壊規模別にみた崩壊地の傾向把握(間伐時齢級と間伐後経過年数の関係)

間伐時齢級・間伐後経過年数別崩壊発生率(施業を行って0.1ha未満の崩壊が発生した林地を対象として)

(ha,%)

間伐後経過年数	1~4 齢級			5~8 齢級			9~12 齢級			13 齢級~			全体		
	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率
1	0.326	21.47	1.52%	0.813	108.84	0.75%	0.920	147.35	0.62%	0.067	23.56	0.28%	2.126	301.22	0.71%
2	0.109	4.03	2.70%	1.029	150.12	0.69%	0.574	34.84	1.65%	0.150	5.00	3.00%	1.862	193.99	0.96%
3			ND	0.180	24.20	0.74%	0.348	40.14	0.87%	0.011	22.05	0.05%	0.539	86.39	0.62%
4	0.079	0.29	27.24%	0.161	17.01	0.95%	0.312	46.60	0.67%	0.025	11.52	0.22%	0.577	75.42	0.77%
5	0.569	11.78	4.83%	0.707	125.47	0.56%	0.516	49.51	1.04%	0.209	34.19	0.61%	2.001	220.95	0.91%
6	0.102	8.23	1.24%	0.504	144.33	0.35%	0.269	7.17	3.75%	0.139	1.77	7.85%	1.014	161.50	0.63%
7	0.178	4.89	3.64%	0.832	73.03	1.14%	0.228	5.73	3.98%	0.058	18.13	0.32%	1.296	101.78	1.27%
8	0.269	6.84	3.93%	0.351	85.15	0.41%	0.172	3.85	4.47%	0.052	19.86	0.26%	0.844	115.70	0.73%
9	0.281	15.64	1.80%	0.446	142.56	0.31%	0.083	3.51	2.36%	0.000	24.54	0.00%	0.810	186.25	0.43%
10			ND	0.115	2.25	5.11%	0.134	2.36	5.68%			ND	0.249	4.61	5.40%
11			ND	0.034	2.08	1.63%	0.077	14.15	0.54%	0.004	27.05	0.01%	0.115	43.28	0.27%
総計	1.913	73.17	2.61%	5.172	875.04	0.59%	3.633	355.21	1.02%	0.715	187.67	0.38%	11.433	1,491.09	0.77%

間伐時齢級・間伐後経過年数別崩壊発生率(施業を行って0.3ha未満の崩壊が発生した林地を対象として)

(ha,%)

間伐後経過年数	1~4 齢級			5~8 齢級			9~12 齢級			13 齢級~			全体		
	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率
1	0.464	26.37	1.76%	2.498	312.12	0.80%	2.239	165.51	1.35%	0.670	69.89	0.96%	5.871	573.89	1.02%
2	0.209	4.82	4.34%	3.140	259.44	1.21%	1.004	37.82	2.65%	0.394	5.60	7.04%	4.747	307.68	1.54%
3			ND	1.782	47.30	3.77%	0.909	44.00	2.07%	0.257	36.87	0.70%	2.948	128.17	2.30%
4	0.079	0.29	27.24%	1.197	97.81	1.22%	0.665	90.73	0.73%	0.025	11.52	0.22%	1.966	200.35	0.98%
5	0.727	11.99	6.06%	2.923	264.35	1.11%	0.943	56.67	1.66%	0.456	35.71	1.28%	5.049	368.72	1.37%
6	0.102	8.23	1.24%	1.550	159.90	0.97%	0.920	43.83	2.10%	0.139	1.77	7.85%	2.711	213.73	1.27%
7	0.616	11.03	5.58%	1.698	119.55	1.42%	0.228	5.73	3.98%	0.058	18.13	0.32%	2.600	154.44	1.68%
8	0.566	20.67	2.74%	0.981	104.96	0.93%	0.172	3.85	4.47%	0.052	19.86	0.26%	1.771	149.34	1.19%
9	0.281	15.64	1.80%	0.873	153.99	0.57%	0.083	3.51	2.36%	0.000	24.54	0.00%	1.237	197.68	0.63%
10			ND	0.485	6.50	7.46%	0.272	2.54	10.71%	0.286	1.20	23.83%	1.043	10.24	10.19%
11			ND	0.372	3.07	12.12%	0.077	14.15	0.54%	0.004	27.05	0.01%	0.453	44.27	1.02%
総計	3.044	99.04	3.07%	17.499	1,528.99	1.14%	7.512	468.34	1.60%	2.341	252.14	0.93%	30.396	2,348.51	1.29%

間伐時齢級・間伐後経過年数別崩壊発生率(施業を行って0.5ha未満の崩壊が発生した林地を対象として)

(ha,%)

間伐後経過年数	1~4 齢級			5~8 齢級			9~12 齢級			13 齢級~			全体		
	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率
1	0.464	26.37	1.76%	3.194	326.32	0.98%	3.329	168.06	1.98%	0.670	69.89	0.96%	7.657	590.64	1.30%
2	0.209	4.82	4.34%	3.871	266.15	1.45%	1.349	45.38	2.97%	0.864	12.51	6.91%	6.293	328.86	1.91%
3			ND	2.109	52.97	3.98%	0.909	44.00	2.07%	0.257	36.87	0.70%	3.275	133.84	2.45%
4	0.079	0.29	27.24%	1.580	104.89	1.51%	0.996	141.98	0.70%	0.025	11.52	0.22%	2.680	258.68	1.04%
5	1.834	15.96	11.49%	3.252	275.29	1.18%	1.274	107.92	1.18%	0.456	35.71	1.28%	6.816	434.88	1.57%
6	0.102	8.23	1.24%	2.317	161.37	1.44%	0.920	43.83	2.10%	0.587	2.66	22.07%	3.926	216.09	1.82%
7	0.616	11.03	5.58%	1.698	119.55	1.42%	0.228	5.73	3.98%	0.058	18.13	0.32%	2.600	154.44	1.68%
8	0.566	20.67	2.74%	0.981	104.96	0.93%	0.172	3.85	4.47%	0.403	59.81	0.67%	2.122	189.29	1.12%
9	0.719	22.65	3.17%	2.056	185.76	1.11%	0.083	3.51	2.36%	0.000	24.54	0.00%	2.858	236.46	1.21%
10			ND	0.485	6.50	7.46%	0.272	2.54	10.71%	0.286	1.20	23.83%	1.043	10.24	10.19%
11			ND	0.372	3.07	12.12%	0.077	14.15	0.54%	0.004	27.05	0.01%	0.453	44.27	1.02%
総計	4.589	110.02	4.17%	21.915	1,606.83	1.36%	9.609	580.95	1.65%	3.610	299.89	1.20%	39.723	2,597.69	1.53%

間伐時齢級・間伐後経過年数別崩壊発生率(施業を行って崩壊が発生した全ての林地を対象として)

(ha,%)

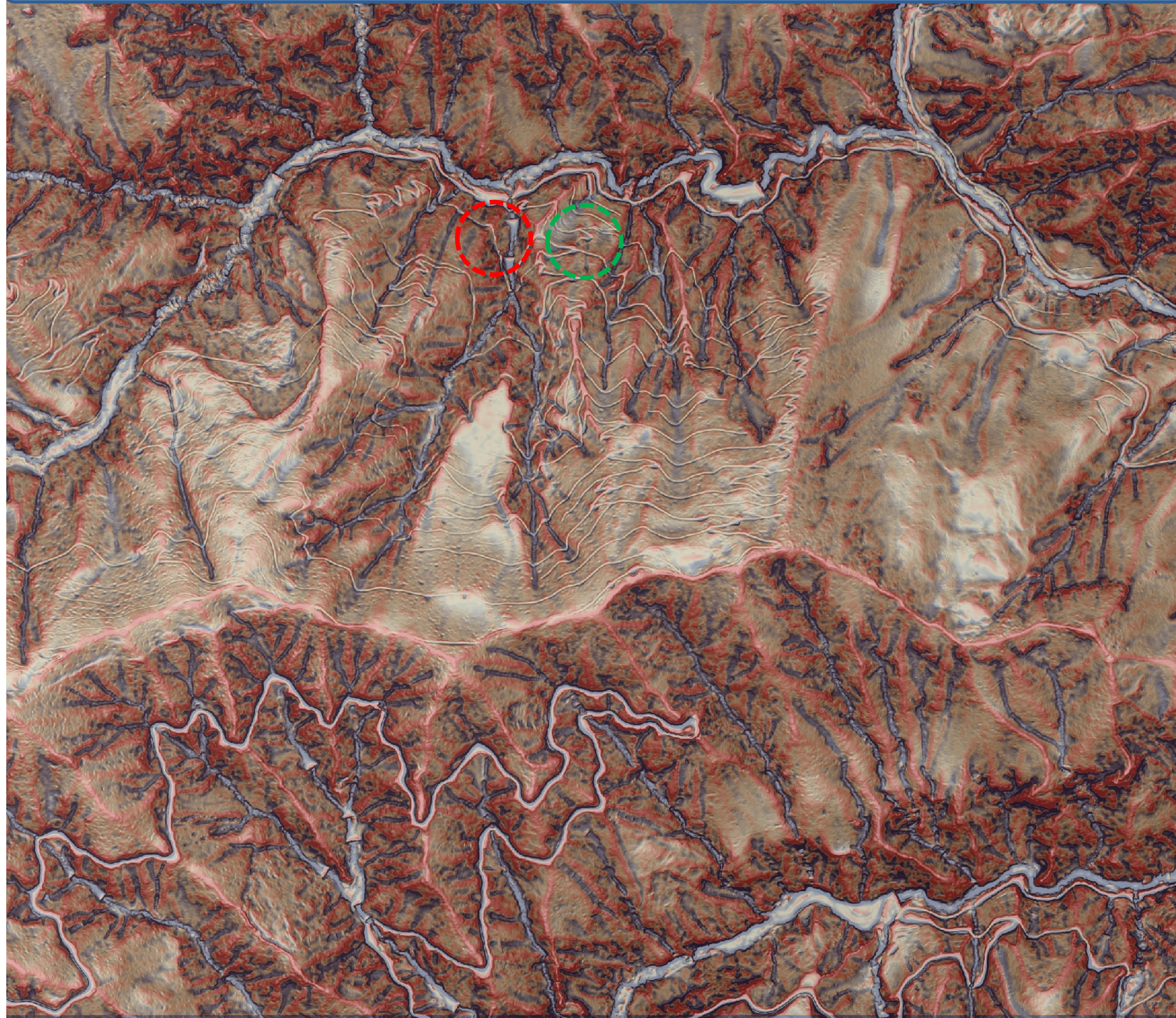
間伐後経過年数	1~4 齢級			5~8 齢級			9~12 齢級			13 齢級~			全体		
	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率	崩壊面積	施業班面積	崩壊発生率
1	1.011	32.00	3.16%	3.194	326.32	0.98%	4.482	183.00	2.45%	0.670	69.89	0.96%	9.357	611.21	1.53%
2	0.209	4.82	4.34%	4.480	266.92	1.68%	2.118	48.24	4.39%	0.864	12.51	6.91%	7.671	332.49	2.31%
3			ND	2.109	52.97	3.98%	1.531	46.56	3.29%	0.257	36.87	0.70%	3.897	136.40	2.86%
4	0.079	0.29	27.24%	1.580	104.89	1.51%	0.996	141.98	0.70%	0.025	11.52	0.22%	2.680	258.68	1.04%
5	2.958	18.40	16.08%	3.252	275.29	1.18%	1.274	107.92	1.18%	1.004	43.11	2.33%	8.488	444.72	1.91%
6	0.102	8.23	1.24%	3.665	170.35	2.15%	0.920	43.83	2.10%	0.587	2.66	22.07%	5.274	225.07	2.34%
7	0.616	11.03	5.58%	4.664	179.67	2.60%	0.228	5.73	3.98%	0.058	18.13	0.32%	5.566	214.56	2.59%
8	0.566	20.67	2.74%	2.594	158.40	1.64%	1.213	12.47	9.73%	1.056	62.57	1.69%	5.429	254.11	2.14%
9	0.719	22.65	3.17%	2.056	185.76	1.11%	0.083	3.51	2.36%	0.000	24.54	0.00%	2.858	236.46	1.21%
10			ND	1.068	10.60	10.08%	0.272	2.54	10.71%	0.286	1.20	23.83%	1.626	14.34	11.34%
11			ND	0.372	3.07	12.12%	0.077	14.15	0.54%	0.004	27.05	0.01%	0.453	44.27	1.02%
総計	6.260	118.09	5.30%	29.034	1,734.24	1.67%	13.194	609.93	2.16%	4.811	310.05	1.55%	53.299	2,772.31	1.92%

…10%以上の崩壊発生率

若齢林(4 齢級以下)を間伐した場合、4~5年経過した頃に崩壊しやすい(0.1ha未満の小規模崩壊においても確認できる)



## 【資料5】 長野県型立体地形図(CS立体図)



### ○ CS立体図の表現方法

CS立体図は、谷（凹）地形を青色、尾根（凸）地形を赤色、緩斜面を淡い色、急斜面を濃い色で段彩化しているため、色彩の濃淡で微少な地形の凹凸が表現され、特異な箇所等を判読することが可能です。

淡い白～青色で表現される箇所は平坦面です。緩斜面では淡い茶系の色調になります。急斜面は赤色系の強い濃い色調として表現されます。一方、窪地や凹地形は青系の色で表現され、深い落ち込みは濃い青色で、緩やかな落ち込みは淡い青色で表現されます。これらは沢や侵食地などに現れます。

### ○ 左図の説明

#### 赤破線○印

崩壊が多い林地（調査地129林班）  
治山堰堤2基、濃い赤色（急斜面）、  
濃い水色（凹地：水がよく集まる場所）  
などが確認できる。

#### 緑破線○印

崩壊が少ない林地（調査地128林班）  
比較的淡い色が多く、安定している。

図中にあるつづら折り状の白線は作業道

### 【地図の所在地】

平成25年度「災害に強い森林づくり」現地検討会  
検討会場（調査地）

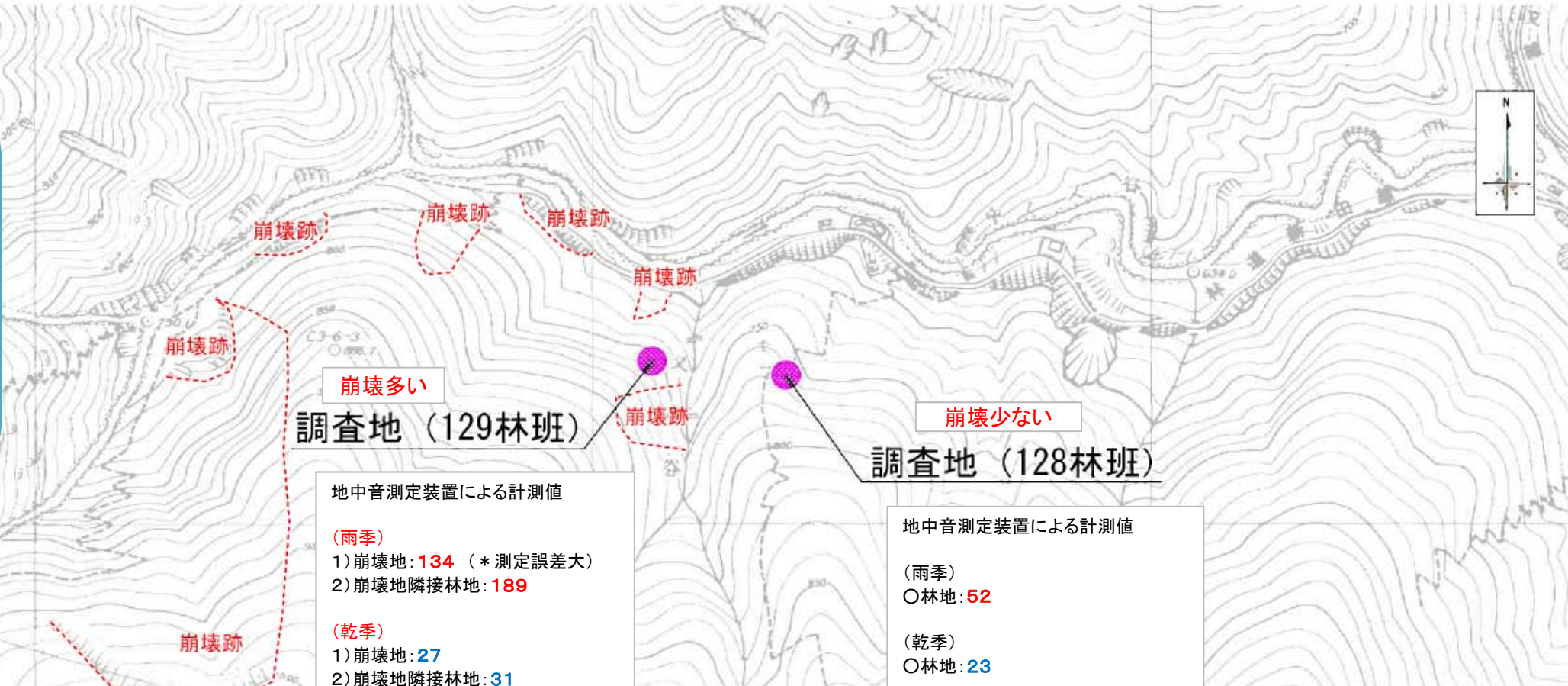
- ①崩壊の多い調査地：129林班
- ②崩壊の少ない調査地：128林班

奈良県吉野郡上北山村西原  
清光林業株式会社 所有山林



# 【資料6】 地中音測定装置による計測結果(雨季データ:H27.7.24計測、乾季データ:H27.10.26計測)

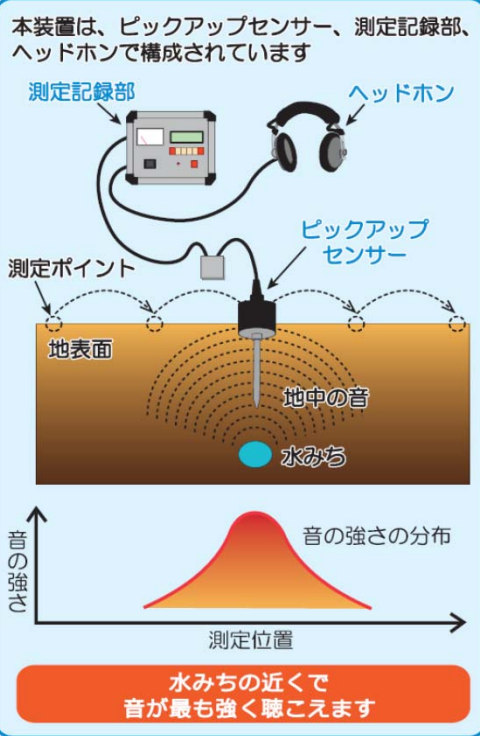
**【地図の所在地】**  
 平成25年度「災害に強い森林づくり」現地検討会  
 検討会場(調査地)  
 ①崩壊の多い調査地 : 129林班  
 ②崩壊の少ない調査地 : 128林班  
 奈良県吉野郡上北山村西原  
 清光林業株式会社 所有山林



崩壊多い  
**調査地 (129林班)**  
 地中音測定装置による計測値  
 (雨季)  
 1) 崩壊地: **134** (\*測定誤差大)  
 2) 崩壊地隣接林地: **189**  
 (乾季)  
 1) 崩壊地: **27**  
 2) 崩壊地隣接林地: **31**

崩壊少ない  
**調査地 (128林班)**  
 地中音測定装置による計測値  
 (雨季)  
 ○林地: **52**  
 (乾季)  
 ○林地: **23**

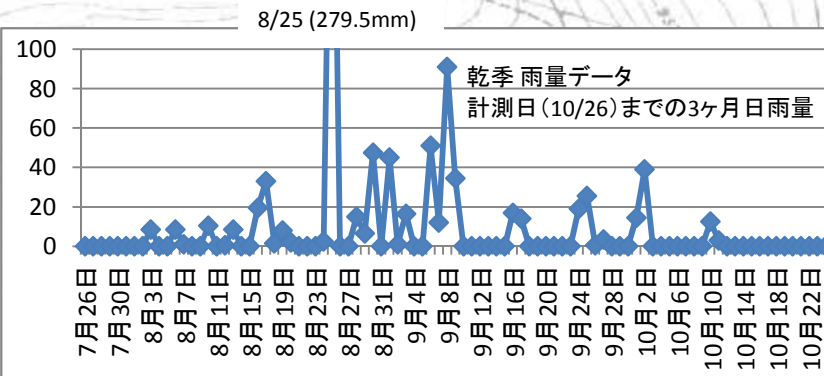
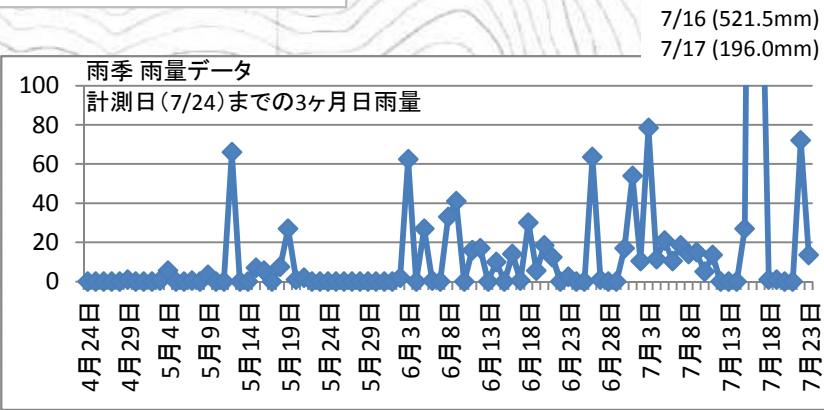
■測定イメージ



■測定方法

- ピックアップセンサーを地表に挿し込む
  - ノイズカットフィルター、音量を調節する
  - 地中の音を聴き、音の強さをメータや液晶画面で確認する
  - 記録ボタンを押し、測定点の地中音を記録する
  - 次の測定したいポイントに移動して、地中の音の収録を繰り返す
  - 記録したデータを集計し、最も音の強い場所(=水みち)を特定する
- 
- 測定の様子

	崩壊多い林分 129林班		崩壊少ない林分 128林班
	1) 崩壊地	2) 崩壊地隣接林分	
<b>雨季測定値</b>	<b>134</b>	<b>189</b>	<b>52</b>
<b>129林班/128林班</b>	<b>2.6</b>	<b>3.6</b>	
<b>乾季測定値</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>23</b>
<b>129林班/128林班</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	
<b>雨季/乾季</b>	<b>5.0</b>	<b>6.1</b>	<b>2.3</b>
<b>考察</b>	・崩壊の多い林分は少ない林分に対して、雨季に吸収する水量が多い。 ・崩壊しやすい地質であるため、水分をため込みやすいと判断できる。 ・また、水分吸収量の増加率が大きいことも崩壊の要因だと考えられる。		



地中音測定装置GAS-03(株式会社拓和)カタログより

\*測定値: 地下流水音 (W/m2)