

## 研究資料 (Research record)

# 2013 年台風 26 号により伊豆大島で崩壊が発生した斜面周辺に見られる風倒木の特徴について

村上 亘<sup>1)</sup>、小川 明穂<sup>2)</sup>

### 要旨

2013 年 10 月 16 日の台風 26 号の通過に伴う豪雨により伊豆大島で発生した崩壊斜面に近接する崩壊していない斜面の林内において複数の風倒木を確認した。風倒被害が発生した樹木の樹種および発生分布の特徴を明らかにするために、風倒木の樹種、樹高、根の深さ(根系深)や広がり(根系幅)、分布位置および傾動方向について調査した。風倒木の多くはハチジョウイヌツゲ (*Ilex crenata* var. *hachijoensis*) であった。風倒木は面的には発生しておらず、林内に 1~複数本、点在して発生し、緩傾斜の斜面で発生が認められた。風倒木の根系深は大部分が地表から 50cm 以内の浅い範囲に分布しており、浅い範囲に根を広げた樹木が風倒被害にあったことが推測された。また、風倒木の傾動方向は、調査範囲によってばらつきが多い場所もあるが、南西~北向きが多く、今回の台風の通過の際の最大風速が観測される前の、南東からの風によって倒れた可能性が考えられた。

キーワード：伊豆大島、台風 26 号、風倒木、樹種、根系分布

### 1. はじめに

伊豆諸島北部では 2013 年 10 月 16 日の台風 26 号の通過に伴い 16 日未明から明け方にかけて非常に激しい雨となり、この豪雨に伴い伊豆大島では大規模な斜面崩壊が発生した。これまでに行われた緊急調査により、崩壊は表層から 1m 以浅のごく浅い部分で発生したこと、崩壊した斜面では根系の侵入があまり認められていないことなどが報告されており、樹木が成立することによる斜面の補強効果が弱かった可能性が指摘されている(平成 25 年 10 月台風 26 号による伊豆大島豪雨災害緊急調査団 2014)。一方で、斜面に成立していた樹種構成と根系の補強効果との関係、あるいは地形(傾斜)・地質と成立する樹種との関係など、明らかにされていないことが多い。このため、筆者らは台風 26 号の通過に伴う豪雨により発生した崩壊斜面縁辺部において、倒木の樹種、樹高、根の深さや広がり(幅)といった根系の分布状況について調査を行い、報告した(村上ら 2016)。

上記の調査を進める際に、崩壊していない斜面の林内においても複数の風倒木を確認した。確認された風倒木の多くは後述する理由により今回の台風によって発生したことが推測された。風倒木の発生した斜面ではその後の降雨により崩壊の発生が多くなることが複数の報告でなされているが、これらの報告は斜面の広域が風倒被害にあった事例である(牧本 2009, 稲垣 1999 など)。今回の伊豆大島で確認された風倒木は後述するとおり面的には発生しておらず、林内に 1~複数本、点在するのみであった。確認された風倒木の分布が今後の崩壊発生と

関係するかどうかは現時点では不明であるが、風倒被害が発生した樹木の樹種、および発生場所の地形的な特徴(傾斜等)との関係を明らかにすることは、今後の台風あるいは降雨による斜面崩壊の発生を予測する際の指標となると考える。

本調査では、村上ら(2016)で行った崩壊斜面縁辺で行った調査と同様の調査を行い、崩壊していない斜面の林内で確認される風倒木の樹木根系の分布状況について明らかにするとともに、風倒木の傾動方向から、台風が通過する際のどのような風向で倒木が発生したかについても検討した。限られた期間内で林内を踏査しての調査のためすべての風倒木を確認したわけではないが、これまでに調査した結果について報告する。

### 2. 調査範囲および調査方法

調査は Fig. 1 および Fig. 2 で示す台風 26 号の通過に伴う豪雨により伊豆大島西部に位置する元町地区の東側、三原山の外輪山斜面で発生した崩壊地より頭部の林内で行った。Fig. 3 に調査を行った範囲を示す。調査は 2つの範囲(調査区 A および B)で行った。調査区 A は約 1.7ha、調査区 B は約 1.3ha である。伊豆大島の植生図(東京都環境局・アジア航測 2013)によると、調査区 A、B ともにハチジョウイヌツゲ群集が成立する範囲に位置している。調査区 A は崩壊地より頭部(東側)の稜線付近の西向き斜面にあたり、傾斜は稜線付近では概ね 20~30°であるが、下方の崩壊地に近い斜面では 35°以上となっている。調査区 B は調査区 A よりも北側に位置し、

原稿受付：平成 28 年 2 月 10 日 原稿受理：平成 28 年 5 月 24 日

1) 森林総合研究所水土保全研究領域

2) 元森林総合研究所水土保全研究領域

\* 森林総合研究所森林研究部門森林防災研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

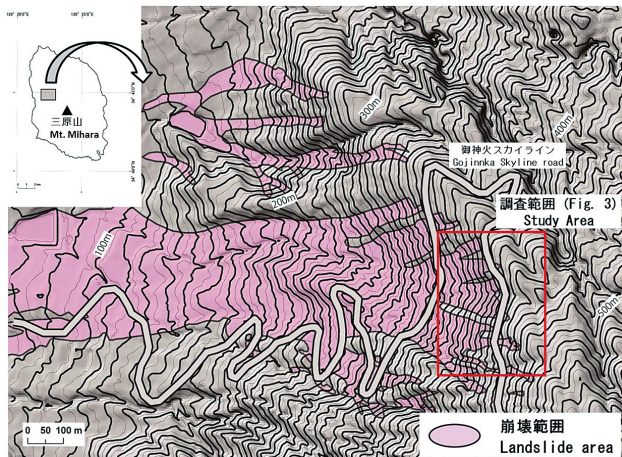


Fig. 1. 調査位置図  
Location

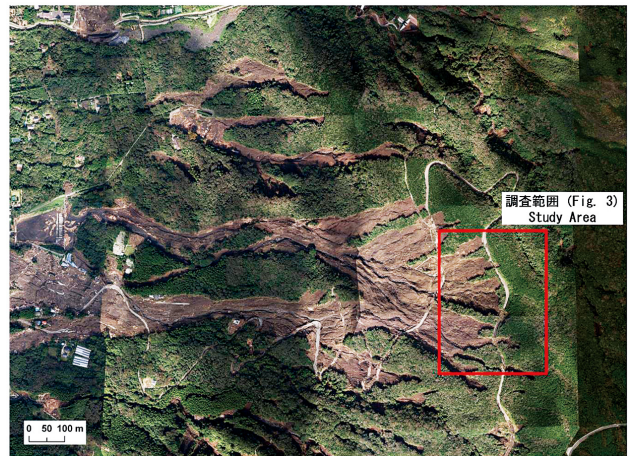


Fig. 2. 調査地のオルソ画像  
写真画像は災害後に東京都が撮影した。  
Ortho photograph of study area  
Ortho photograph was taken after the hazard by Tokyo  
Prefecture.

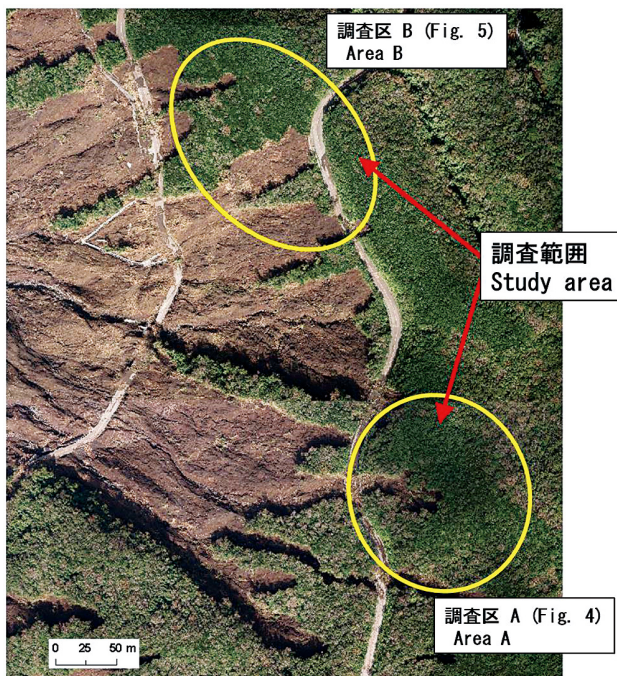


Fig. 3. 調査範囲  
Study area

崩壊地の右岸（北）側および頭部の稜線部より西側に位置する。傾斜は頭部の稜線付近では調査区 A と同じくおおむね  $20 \sim 30^\circ$  であるが、崩壊地の右岸（北）側の斜面では傾斜は  $30^\circ$  以上となっている。

調査はそれぞれの調査区の林内を踏査することで風倒木を確認した (Fig. 4)。確認された風倒木はハンディ GPS で位置を計測するとともに、風倒木の樹種、樹高、根の深さ（根系深）および根の広がり（根系幅）といった根系の分布状況について調査した。根系深および根系幅については Fig. 4 に示す根系の露出部分を計測した。樹高については調査した風倒木の多くは近接する樹木に倒れかかり、直接計測することは困難であったため、目

測で求めた。計測した風倒木の根系の分布状況については計測項目間の関係性を検討するとともに、地形（傾斜）との関係についても検討した。風倒木の生育する斜面の傾斜は ArcGIS 10.2 を使用して国土地理院の 10m メッシュ DEM から作成した傾斜分布図に計測した風倒木の位置情報を重ねて取得した。さらに、本調査では樹木の傾動方向についても調査し、樹木が風倒した際の風の状態についても検討した。なお、本調査では根鉢の状況などから 2013 年 10 月 16 日の台風 26 号の通過の際に倒れたものと推測された倒木のみを対象とした。倒木の中には萌芽が認められるものもあったが、これらは今回の台風以前に倒れたものであると判断し、調査対象からは除外した。

### 3. 調査結果および考察

確認した風倒木の樹種およびその分布位置およびその傾動方向の調査結果は、調査区 A については Fig. 5 に、調査区 B については Fig. 6 に示す。調査範囲で確認された風倒木は調査区 A で 27 本、調査区 B で 16 本の合計 43 本であった。これらの風倒木は萌芽が認められておらず、倒れる際に発生した亀裂も新しいことから今回の台風によって発生したと判断した。調査区 A の風倒木の分布は調査した範囲に分散して分布していたが、調査区 B の範囲では南西 - 北西の曲線上に並んで分布する傾向があった。調査した風倒木の樹種、樹高、根の深さおよび幅については Table 1 および Table 2 に示す。調査範囲全体で見ると、倒木の多くはハチジョウウイヌツゲ (*Ilex crenata* var. *hachijoensis*) であった。調査範囲ごとに見ると、調査区 A の範囲ではハチジョウウイヌツゲが多く、次にオオシマザクラ (*Prunus lannesiana* var. *speciosa*)、ヒサカキ (*Eurya japonica*) が多かった。調査区 B の範囲では確認された倒木のほとんどがハチジョウウイヌツゲで

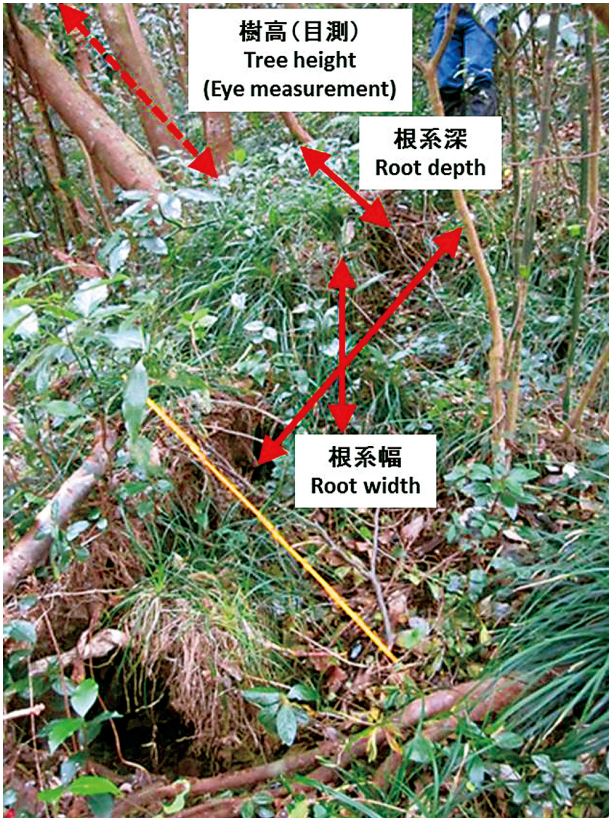


Fig. 4. 調査範囲の林内で確認された風倒木  
矢印は計測項目と計測位置。  
Wind-fallen tree in the study area  
Red arrows show the survey method of root depth, root width and tree height.

あった。伊豆大島の植生図 (東京都環境局・アジア航測 2013) によると、風倒木を調査した範囲にはハチジョウイヌツゲ群集が成立していることとなっており、倒れていない樹木も踏査した限りでは多くはハチジョウイヌツゲであると判断されることから、調査した風倒木の樹種は調査範囲の代表的な樹種であると判断した。

調査区ごとの風倒木の樹高と根系深との関係を Fig. 7 に、根系深と根系幅の関係を Fig. 8 に示す。林内で確認された風倒木の根系深は、調査区 A ではほとんどの樹木で地表から 50cm 以浅に分布していた。また、樹種に関係なく樹高および根系幅との間に正の関係が認められるが有意な相関は認められなかった。調査区 B では樹高および根系幅と根系深との間には相関は認められず、調査した風倒木すべてが表層から 20cm 以内と根系が表層付近にのみ分布する傾向が認められた。村上ら (2016) は崩壊斜面縁辺の倒木の根系深が地表から 80cm 以内であると報告しているが、本調査での風倒木の根系深の調査結果は、崩壊地縁辺の倒木の調査結果よりもさらに浅い結果となった。根系深が浅いことはどの樹種でも同じ傾向にあることから、村上ら (2016) で報告する樹種ごとの違い以外の要因が調査範囲においては考えられる。風倒木が分布する位置の傾斜と根系深との関係を Fig. 9 に示す。根系深と傾斜との間には有意な関係は見られず、30°以下の比較的緩傾斜地でも倒れている傾向が認められた。調査した範囲はスコリア丘の頂部に近いことから、崩壊地で認められる地質構造とは異なることが考

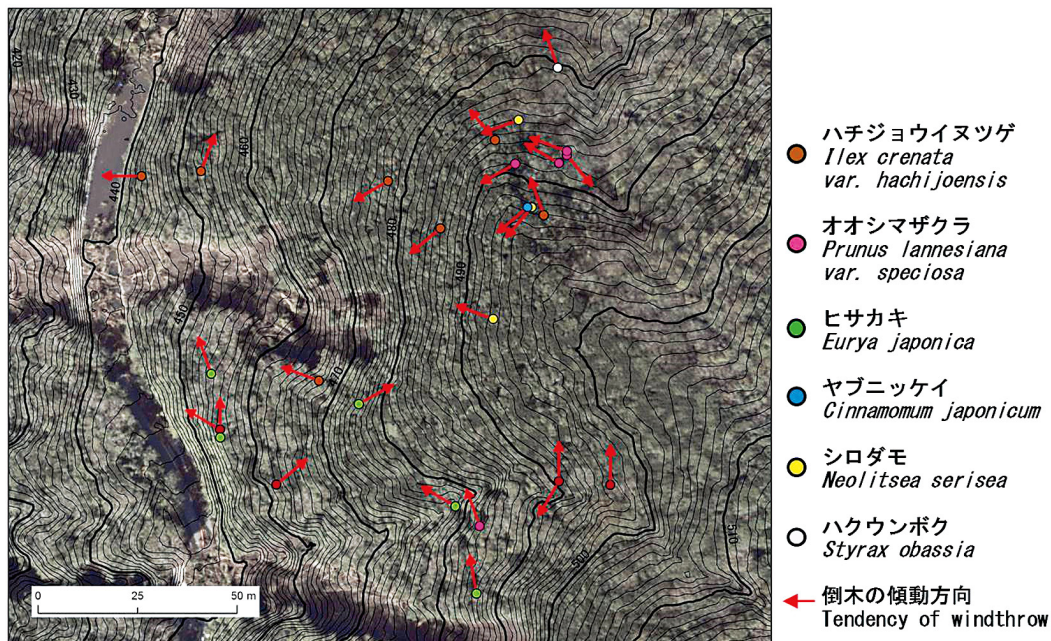


Fig. 5. 調査した風倒木の分布と傾動方向 (調査区 A)  
等高線は災害後に東京都が計測した航空レーザー測量データより ArcGIS 10.2 を使用して作成した。  
Distribution of wind-fallen trees and tendency of windthrow (Area A)  
Contour map was made from LiDAR data measured after the hazard by Tokyo prefecture, by using ArcGIS 10.2.

Table 1. 調査区 A で調査した風倒木の樹種、樹高、根系深、根系幅および傾動方向  
 Measured wind-fallen tree's species, height, root depth, root width and direction of windthrow in Area A

樹種 Species	樹高 (m) Height	根系深 (cm) Root depth	根系幅 (cm) Root width		平均 Average	傾動方向 (°) Direction	備考 Remarks
			長辺 Long side	短辺 Short side			
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	8.0	30	100	100	100.0	0	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	7.0	30	70	90	80.0	210	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	7.5	30	100	90	95.0	0	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	7.0	25	100	100	100.0	50	株立 3 本
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	7.5	25	160	140	150.0	300	株立 2 本
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.3	20	100	60	80.0	290	株立 2 本
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	6.5	20	110	120	115.0	20	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	3.8	30	55	45	50.0	270	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	6.2	25	100	80	90.0	340	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	6.5	30	170	80	125.0	320	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	6.2	20	140	110	125.0	230	
ハチジョウウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	4.8	5	35	60	47.5	240	
オオシマザクラ ( <i>Prunus lannesiana</i> var. <i>speciosa</i> )	9.0	30	115	110	112.5	340	
オオシマザクラ ( <i>Prunus lannesiana</i> var. <i>speciosa</i> )	8.5	40	150	130	140.0	140	
オオシマザクラ ( <i>Prunus lannesiana</i> var. <i>speciosa</i> )	7.5	25	140	80	110.0	300	
オオシマザクラ ( <i>Prunus lannesiana</i> var. <i>speciosa</i> )	7.0	20	100	90	95.0	290	
オオシマザクラ ( <i>Prunus lannesiana</i> var. <i>speciosa</i> )	5.8	25	90	60	75.0	240	
ヒサカキ ( <i>Eurya japonica</i> )	8.0	50	290	110	200.0	350	
ヒサカキ ( <i>Eurya japonica</i> )	7.9	30	100	80	90.0	300	
ヒサカキ ( <i>Eurya japonica</i> )	5.5	30	110	70	90.0	60	株立 3 本
ヒサカキ ( <i>Eurya japonica</i> )	6.0	30	120	90	105.0	0	
ヒサカキ ( <i>Eurya japonica</i> )	7.0	30	140	110	125.0	340	根にテンション有
ヤブニッケイ ( <i>Cinnamomum japonicum</i> )	6.9	35	170	100	135.0	230	
シロダモ ( <i>Neolitsea serisea</i> )	7.2	35	235	160	197.5	250	太い根がちぎれている
シロダモ ( <i>Neolitsea serisea</i> )	6.4	230	130	30	80.0	220	
シロダモ ( <i>Neolitsea serisea</i> )	8.0	25	180	60	120.0	290	
ハクウンボク ( <i>Styrax obassia</i> )	5.4	25	170	110	140.0	340	

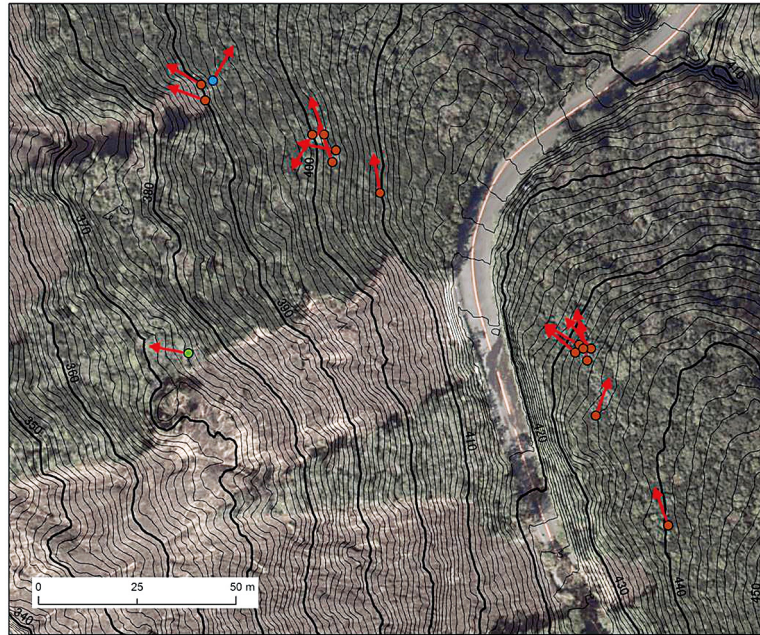


Fig. 6. 調査した風倒木の分布と傾動方向 (調査区 B)

凡例は Fig. 5 と同じ。

Distribution of wind-fallen trees and tendency of windthrow (Area B)

The legend is the same as Fig. 5.

Table 2. 調査区 B で調査した風倒木の樹種、樹高、根系深、根系幅および傾動方向  
Measured wind-fallen tree's species, height, root depth, root width and direction of windthrow in Area B

樹種 Species	樹高 (m) Height	根系深 (cm) Root depth	根系幅 (cm) Root width		傾動方向 (°) Drection	備考 Remarks	
			長辺 Long side	短辺 Short side			
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.8	20	95	80	87.5	350	株立 2 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.2	20	60	55	57.5	340	
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.6	10	70	65	67.5	280	
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.6	5	80	75	77.5	340	
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	4.2	5	40	40	40.0	210	
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.2	5	110	100	105.0	300	
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.4	5	110	90	100.0	290	株立 3 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	5.2	20	140	90	115.0	300	株立 5 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	3.5	20	160	70	115.0	320	株立 4 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	3.5	15	60	80	70.0	350	株立 5 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	4.6	15	70	50	60.0	310	
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	4.2	15	150	100	125.0	350	株立 5 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	4.3	5	90	60	75.0	20	株立 2 本
ハチジョウイヌツゲ ( <i>Ilex crenata</i> var. <i>hachijoensis</i> )	6.2	15	70	90	80.0	340	
ヒサカキ ( <i>Eurya japonica</i> )	6.8	20	180	90	135.0	280	
ヤブニッケイ ( <i>Cinnamomum japonicum</i> )	3.5	20	130	110	120.0	30	

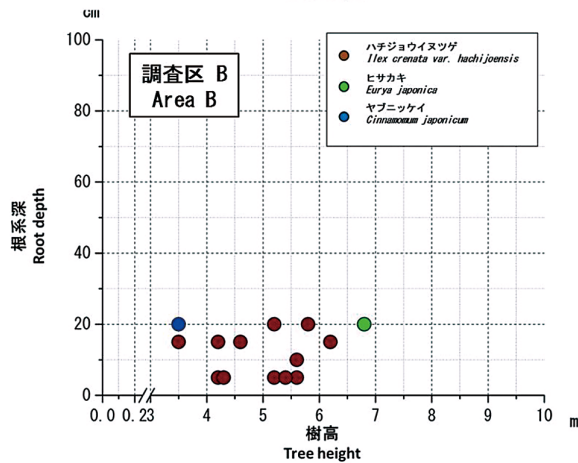
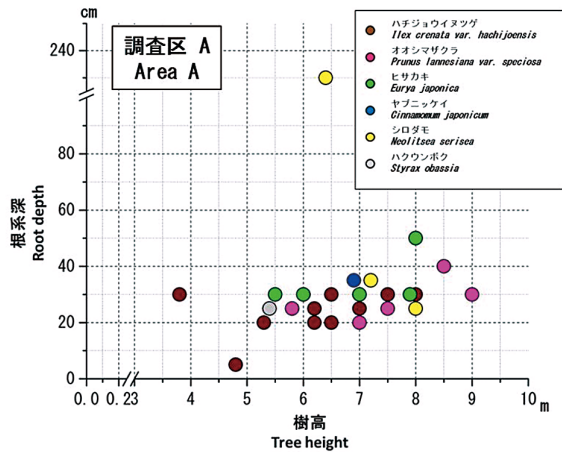


Fig. 7. 風倒木の樹高と根系深との関係  
Relationship between tree height and root depth

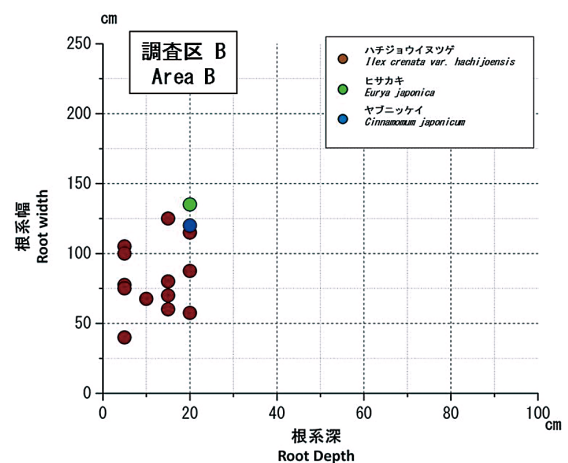
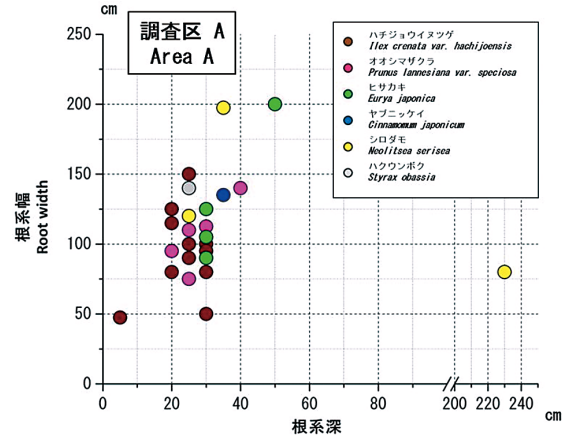


Fig. 8. 風倒木の根系深と根系幅との関係  
Relationship between root depth and root width

えられる。実際、風倒木が発生した場所の周辺の地面を観察すると、緩傾斜の斜面でもレスや風成の火山灰は厚く堆積しておらず、溶結したスコリアが地表付近に露出していることが多かった。このことから、地質構造的に地表から浅い範囲にしか根系を広げることができなかった樹木に風倒木が多く発生したことが考えられる。

調査区ごとの風倒木の傾動方向を Fig. 10 に示す。風倒木の傾動方向は、南西～北方向が多かった。このうち、調査区 B ではほとんどが西～北方向であったのに対し、調査区 A の範囲では西～北方向が多いものの、調査区 B に比べるとばらつきが多かった。東京管区気象台 (2014) の報告では、台風通過時の最大風速の風向は北～北西方向であったが、防災科学技術研究所 (2013) の報告では、調査地付近で南東からの強い風が吹き、その後、北～北西方向に急変したことを報告している。調査区 B の範囲の風倒木の傾動方向は西～北方向であることから、最大風速が観測される前の、南東からの風によって倒れた可能性が考えられる。

#### 4. まとめと今後の課題

今回の報告は、限られた期間内で崩壊地周辺の林内を踏査した結果であり、島内すべての風倒木を確認したわけではないが、崩壊が発生していない島内のほかの斜面でも複数の風倒木が存在することが推測される。調査した範囲のうち、調査区 A の範囲で確認された風倒木の発生割合は調査区 B に比べると高いが、風倒木の発生が今後の崩壊の発生と関係していくかどうかは現時点では不明である。今後はそれらについても調査し、今後の崩壊発生との関連性について検討を進めていきたいと考えている。

#### 謝辞

調査にあたっては東京都庁伊豆大島支庁の東亮太氏に便宜を図っていただいた。本研究は、森林総合研究所交付金プロジェクト「局所的豪雨による山地災害の発生機構」により実施した。

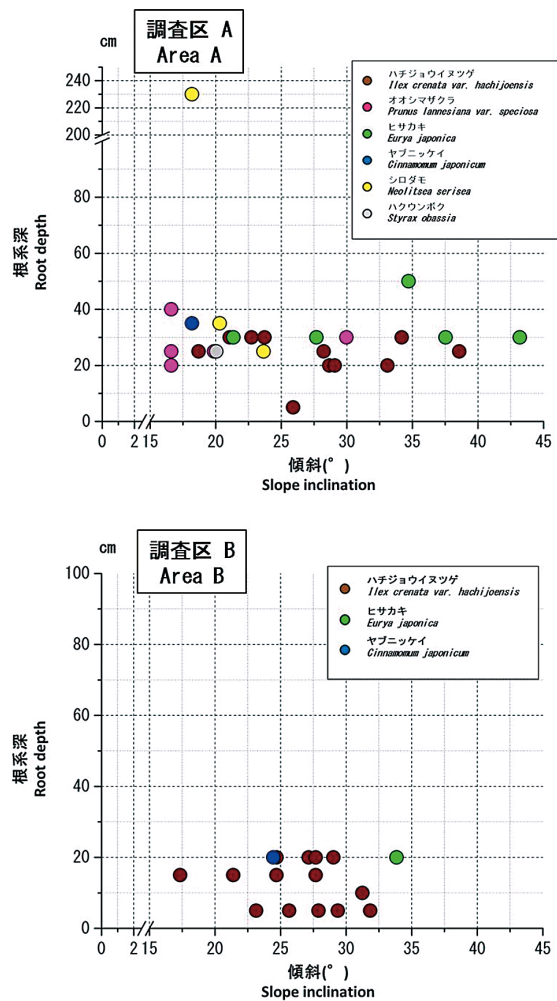


Fig. 9. 風倒木の斜面傾斜と根系深との関係  
Relationship between slope inclination and root depth

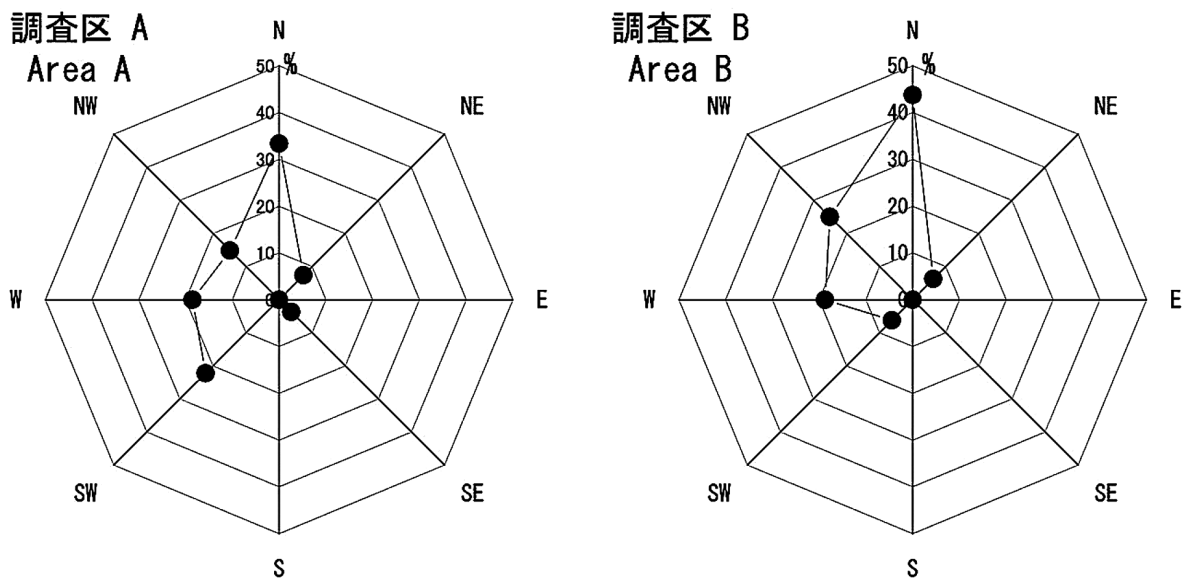


Fig. 10. 風倒木の傾動方向  
各調査区で調査した風倒木の倒れた方向ごとの本数を各調査区の風倒木の総数で割った割合(%)で示している。  
Tendency of windthrow  
The units show the percentage obtained by dividing the number of each direction of windthrow by the total windfallen tree's number of each area.

## 引用文献

- 防災科学技術研究所 (2013) 2013 年 10 月台風 26 号に伴う伊豆大島の大雨土砂災害 . 防災科学研究所 HP : <http://mizu.bosai.go.jp/wiki/wiki.cgi?page=2013%C7%AF10%B7%EE%C2%E6%C9%F726%B9%E6%A4%CB%C8%BC%A4%A6%B0%CB%C6%A6%C2%E7%C5%E7%A4%CE%C2%E7%B1%AB%C5%DA%BA%BD%BA%D2%B3%B2> (2015 年 12 月 4 日閲覧)
- 平成 25 年 10 月台風 26 号による伊豆大島豪雨災害緊急調査団 (2014) 平成 25 年 10 月台風 26 号による伊豆大島豪雨災害調査報告書 . 土木学会・地盤工学会・日本応用地質学会・日本地すべり学会 , 90pp.
- 稲垣 秀輝 (1999) 植生の違いによる風倒木の発生と斜面崩壊 . 応用地質 , 40-4, 196-206.
- 東京管区气象台 (2014) 災害時気象速報 平成 25 年台風 26 号に伴う 10 月 15 日～16 日の伊豆大島の大雨 . 22pp.
- 東京都環境局・アジア航測 (2013) 平成 24 年度伊豆諸島植生図 , 平成 24 年度東京都 (伊豆諸島) 現存植生調査委託報告書 (別冊) . 東京都環境局自然環境部計画課・アジア航測株式会社 .
- 牧本 卓史 (2009) 台風被害地における崩壊危険度の評価と植生回復 . 岡山県林試研報 , 25, 1-11.
- 村上 亘・小川 明穂・小川 泰浩・大丸 裕武 (2016) 2013 年台風 26 号により伊豆大島で崩壊が発生した崩壊斜面頭部の樹木根系の分布状況について . 森林総合研究所研究報告 , 15, 31-38.



# Characteristic of wind-fallen trees on the slope near the landslide occurred by Typhoon No.26 (Wipha), 2013, in Izu-Oshima Island

Wataru MURAKAMI<sup>1)\*</sup> and Akiho OGAWA<sup>1)</sup>

## Abstract

We investigated the distribution of root systems of wind-fallen trees on the not-landslide slopes near the slopes where landslides occurred by the Typhoon 26 (Wipha) in October 16, 2013, in Izu-oshima Island. Wind-fallen trees were scattered in the study area. We surveyed the species, tree height, root depth, and root width of wind-fallen trees, in order to clarify the difference of root systems between the wind-fallen trees and the not wind-fallen trees around them. Many of the wind-fallen trees were *Ilex crenata* var. *hachijoensis*. The wind-fallen tree produced even on the gentle slope and the wind-fallen tree's roots were distributed in a shallow range than 50cm from the ground. Therefore, it was guessed that trees that roots are distribution in a shallow range were damaged by wind. Tendency of windthrow was often southwest-north direction. For this reason, it was considered that the trees might have fallen by the wind from the southeast before the maximum wind speed at the time of the passage of the typhoon is observed.

**Key words :** Izu-oshima Island, typhoon No. 26 (Wipha), wind-fallen tree, tree species, root systems

---

Received 10 February 2016, Accepted 24 May 2016

1) Department of Soil and Water Conservation, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

\* Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN  
e-mail: wmura@ffpri.affrc.go.jp