

Ⅲ 編

「山地災害箇所緊急調査」

1. 令和元年房総半島台風（千葉県）

1.1 緊急調査報告書

1.2 森林被害に関する検討

2. 令和元年東日本台風（宮城県、神奈川県）

2.1 緊急調査報告書

1. 令和元年房総半島台風（千葉県）

1. 1 緊急調査報告書

台風第 15 号の森林被害等の学識経験者による緊急調査について（概要）

1. 調査日程等

調 査 日：令和元年 9 月 27 日（金）～28 日（土）

学識経験者：石川芳治 東京農工大学名誉教授（調査団長）

志賀和人 千葉県森林審議会会長（元筑波大学教授）（27 日のみ参加）

重永英年 （国研）森林総合研究所 植物生態研究領域長

鈴木 寛 （国研）森林総合研究所 森林災害・被害研究拠点長

服部 力 （国研）森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域長

参 加 機 関：林野庁、千葉県

調 査 箇 所：千葉県山武市、富津市ほか（全 6 箇所）

2. 調査概要

(1) 現地調査を踏まえた被害の特徴（主なもの）

- ・粘土瓦が飛散した家屋が広範囲に分布しており、どこで風倒被害がおきてもおかしくないほどの強風が広域的に吹いたと想定。これに地形的な要因が相まって、人工林や天然林、樹種などに関わらず風倒被害が発生。
- ・比較的平坦な地形に小規模な被害地が広範囲に散在するのが今回の被害の特徴。
- ・サンプスギの多くに溝腐病による腐朽がみられ、腐朽箇所で幹折れしたスギを確認したが、溝腐病に罹病して倒れている事例や倒れていない事例、罹病していても腐朽箇所以外で幹折れしている事例など、被害の発生形態は多様であり、溝腐病に罹病していたことが倒木の発生原因とは必ずしも言えない。

(2) 調査結果を踏まえた今後の対策等（主なもの）

- ・道路や配電線等の被害を及ぼす可能性のある被害木については、優先度を考えつつ、除去していくことが必要。
- ・地上調査のみならず、リモートセンシング技術も活用して被害地分布等の状況を広域的に明らかにした上で、気象条件、地形条件、森林の現況、施業履歴などと被害状況の関係を明らかにし、風倒リスクの評価分析を行うことが必要。
- ・風倒被害地に植栽を行う場合には、適地適木の観点から樹種・品種を選定することが必要。また、シラカシ等の広葉樹の幼木が多く存在する被害箇所では、これを更新木として活用できる可能性があるところ。
- ・集落、道路等に近接した被害箇所での復旧に当たっては、森林整備のみならず、土砂流出、流木等による災害発生リスクを踏まえ、必要に応じて土留工、治山ダム等のハード対策を実施することが必要。
- ・溝腐病罹病木を林外に搬出することは溝腐病の防除につながると考えられるところ。その搬出を進めるには、例えばバイオマス利用を推進することが有効。

（以上）

台風第15号の森林被害等の学識経験者による緊急調査の調査状況

【9月27日（金）】

・ 山武市中津田地区



（↑谷部の風倒被害↑）



（↑サンプスギの根返り）

（↑サンプスギの幹折れ）

・ 山武市戸田地区



（↑線状に風倒被害が発生）

・ 八街市沖地区



（↑防風林の一部樹木で被害）

【9月28日（土）】

・富津市金谷地区

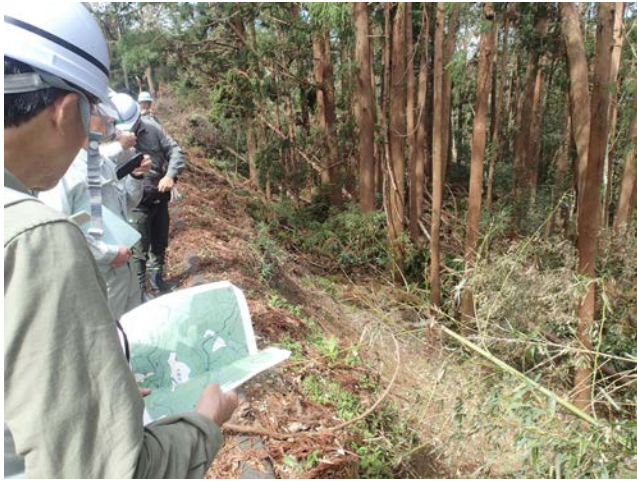


（↑人工林、天然林が近接した被害）



（↑道路沿いの広葉樹の根返り）

・君津市糸川地区



（↑道路沿いの被害↑）

・富津市鹿野山地区



（↑写真奥の林内の一部で被害）



（↑サンプスギ以外のスギ人工林の被害）

台風第 15 号の森林被害等の学識経験者による緊急調査

- ・ 調査日 : 令和元年 9 月 27 日(金)～28 日(土)
- ・ 学識経験者 : 石川芳治 東京農工大学名誉教授(調査団長)
志賀和人 千葉県森林審議会会長(元筑波大学教授)(27 日のみ参加)
重永英年 (国研)森林総合研究所 植物生態研究領域長
鈴木 覚 (国研)森林総合研究所 森林災害・被害研究拠点長
服部 力 (国研)森林総合研究所 きのこと・森林微生物研究領域長
- ・ 調査参加機関 : 千葉県、林野庁

I. 調査概要報告

1. 千葉県山武市中津田地区(27 日調査)

(1) 被害概要

山武市中津田地区では、サンブスギ^{※1}の造林地において風倒被害^{※2}が発生した。近隣のアメダス(横芝光)では最大瞬間風速:37.5m/s を記録している。周辺地域と被害状況を比較すると、中津田地区では面状に被害が発生したのに対し、次に述べる調査地である近接する戸田地区では線状に被害を受けており、幹の中間から根元付近での幹折れ^{※3}や根返り^{※4}が確認された。また、中津田地区の被害区域付近の電柱・配電線が倒木によって被災していた。

※1「サンブスギ」: 山武地方で古くから育てられてきた、さし木スギの一品種のこと。

※2「風倒被害」: 風により、樹木が傾いたり、折れたり、ひっくり返ったりする樹木の被害のこと。

※3「幹折れ」: 強風等の外力により、樹木の幹が折れること。

※4「根返り」: 強風等の外力により、樹木が根こそぎひっくり返ること。

(2) 樹種・施業履歴等

スギ人工林(サンブスギ)。平成 17 年度に、千葉県のサンブスギ林再生事業による再造林が一部行われている。平成 26 年度に間伐が一部行われている。

(3) 被害規模・形態

- ・ 被害面積は約 0.5ha 程度で、北総地域での風倒被害が 0.1ha 程度のスポット的な被害が多い中で、比較的被害面積の大きい箇所である。
- ・ 風が集中しやすい谷状の地形であり、局所的に強風・突風が発生した可能性がある。また、根返りが多く認められたが、これは、土壌が軟らかかったことなどが影響して、根系による土壌に対する緊縛力が弱かった可能性がある。
- ・ 多くのスギが非赤枯性溝腐病^{※5}(以下、「溝腐病」という)に罹病していた。罹病してい

る樹木をみると、特に腐朽が進んでいるものはその箇所から折れていたが、腐朽箇所以外で折れている樹木や、根返りしている樹木もあった。他方、罹病していながらも被害を受けていない樹木もあり、溝腐病の有無と倒木との関係は複雑であり不明確な部分もある。

※5「非赤枯性溝腐病」：キノコ的一种であるチャアナタケモドキという木材腐朽菌を原因とし、罹病すると幹の腐朽により溝が形成されて木材としての価値が失われる。サンプスギに被害が多い。

2. 千葉県山武市戸田地区(27日調査)

(1) 被害概要

山武市戸田地区では、サンプスギの造林地において風倒被害が発生した。近隣のアメダス(横芝光)では最大瞬間風速：37.5m/sを記録している。周辺地域と被害状況を比較すると、近接する中津田地区では面状に被害が発生したのに対し、戸田地区では線状に被害を受けており、幹の中間から根元付近での幹折れや根返りが確認されている。

(2) 樹種・施業履歴等

スギ人工林(サンプスギ)。施業履歴は確認できていない。

(3) 被害規模・形態

- ・被害木がほぼ同一方向に倒れていることから、筋状に強風・突風が吹いたことが推定される。
- ・被害林分の周辺では、風倒被害を受けやすいとされる形状比※6が高い樹木や樹冠長率※7が小さい樹木が被害を受けていない状況も確認されたが、調査箇所においては局所的に大きな被害が発生していた。

※6「形状比」：樹木の形状を示す指標の一つ。樹木の高さをその樹木の直径で割った値で、値が高い樹木ほど、風倒被害を受けやすいとされている。

※7「樹冠長率」：樹木の形状を示す指標の一つ。樹木の高さに対する上部の葉が茂っている部分の割合を示す値で、値が低い樹木ほど風倒被害を受けやすいとされている。

- ・被害の形態としては、根返りは少なく、幹折れが多い。
- ・幹折れしたものには、溝腐病の腐朽箇所でも折れたものもあるが、これ以外の腐朽が原因になったものもみられる。また、溝腐病の罹病木であっても、溝腐病による腐朽箇所以外で折れている樹木もみられた。

3. 千葉県八街市沖地区(27日調査)

(1) 被害概要

八街市内には、防風保安林が179ha指定されている。このうち、同市沖地区の防風保安林であるヒノキの林帯(帯状の林地)において風倒被害が発生した。近隣のアメダス(佐倉)では最大瞬間風速：33.9m/sを記録している。沖地区では、林帯の一部で樹木の幹折れ、根の浮き上がりが確認されたが、倒木による農業用ハウス等の保全対象への被

害は確認されていない。

(2) 樹種・施業履歴等

ヒノキ林。平成 9 年度に千葉県のサンプスギ溝腐病総合対策事業による再造林が行われた。

当該事業ではないが、現地において枝打ちの実施が確認された。

(3) 被害規模・形態

- ・一部の樹木で根返りがみられたほか、今回の災害を受ける前から枯れていたと思われる枯死木の腐朽箇所で幹折れもあったが、被害は非常に軽微であった。
- ・一部で根元周りの土壌が失われており、枝打ちしたことにより樹冠下を通過する風が増速されて根元周りの土壌が飛ばされた可能性がある。
- ・風倒を免れた樹木の多くで、風による幹の揺れが影響したと考えられる、根元部分の浮き上がりがみられた。

4. 千葉県富津市金谷地区(28 日調査)

(1) 被害概要

富津市金谷地区では、山腹斜面から尾根部にかけて広範囲に風倒被害が散在している。近隣のアメダス(木更津)では最大瞬間風速：49.0m/s を観測している。サンプスギ等のスギ人工林の幹折れ、根返りに加え、天然林(広葉樹)の根返りによる被害が多く確認されている。

(2) 樹種・施業履歴等

スギ人工林(サンプスギ)、天然林(広葉樹)。施業履歴は確認できていない。

(3) 被害規模・形態

- ・広葉樹では、薄い表土、急傾斜という立地条件のため、基岩表面から根系がはがれるような形態の根返りが発生していた。
- ・溝腐病に罹病したスギの中でも、胸高直径 30cm 超のものに根返りが多く、20～30cm のものは幹折れとなる傾向にあった。
- ・調査箇所に至る道路の法面でも、生育していた広葉樹の根系部が基岩からはがれるように根返りしていた。
- ・倒木の向きから、高速道路に沿って強風が吹き上がり、トンネル上部に設置された土留擁壁を超えたところで、高速道路と直交する方向に向きを変えたと考えられる。

5. 千葉県君津市糸川地区周辺(28 日調査)

(1) 被害概要

君津市糸川地区では、県道 93 号線(久留里鹿野山湊線)沿いを中心に、風倒被害が発

生している。この地区の山林の一部は土砂流出防備保安林に指定されている。近隣のアメダス(坂畑)では最大瞬間風速:33.6m/sを記録している。風倒被害は、幹の中間あるいはそれより上部での幹折れが多く、これらによる配電線への被害も発生していた。

(2) 樹種・施業履歴

スギ人工林(サンブスギ)等。施業履歴は確認できていない。

(3) 被害規模・形態

- ・県道沿いのサンブスギの幹折れは、溝腐病による腐朽箇所で折れている事例が多い。ただし、サンブスギ以外のスギ・広葉樹の根返りや幹折れの被害も一部確認された。
- ・道路に近い被害箇所には不安定な被害木が残存している可能性があり、今後の強風等により、配電線等への新たな被害をもたらすおそれがある。

6. 千葉県富津市鹿野山(28日調査)

(1) 被害概要

富津市鹿野山の県営林では、スギ、ヒノキの人工林で風倒被害が発生している。近隣のアメダス(坂畑)では最大瞬間風速:33.6m/sを記録している。風倒被害は、幹折れ、傾き、根返りが確認されている。

(2) 樹種・施業履歴等

スギ人工林(サンブスギ以外)、ヒノキ人工林。昭和53年に植栽し、枝打、間伐等を実施してきており、平成31年1月に上層木を中心とする本数で約20%の間伐を実施している。

(3) 被害規模・形態

- ・調査地にはサンブスギはなく、それ以外の品種のスギに幹折れを主体とする被害が発生し、一部根返りもみられた。
- ・今年1月に間伐を実施したばかりであったことから、風倒被害を受けやすかった可能性がある。

II. 現地調査を踏まえた被害の特徴

- ・粘土瓦が飛散した家屋が広範囲に分布しており、どこで風倒被害がおきてもおかしくないほどの強風が広域的に吹いたと想定される(日本版改良藤田スケール※8によれば、粘土瓦が飛ぶ場合の風速(3秒の平均)の代表値が35~45m/s、針葉樹の根返りが発生する風速の代表値が40m/s、幹折れが発生する風速の代表値が50m/s)。これに地形的な要因が相まって、人工林や天然林、樹種などに関わらず風倒被害が発生したものと考えられる。

※8「日本版改良藤田スケール」：気象庁が策定した、突風の強さを評定する尺度。

- ・比較的平坦な地形に小規模の被害地が広範囲に散在することが今回の被害の特徴である。
- ・サンブスギの多くに溝腐病による腐朽がみられ、腐朽箇所で幹折れしたスギを確認した。

他方で、溝腐病に罹病していないスギが倒れている事例、溝腐病に罹病していても倒れていない事例、溝腐病に罹病していても腐朽箇所以外で幹折れが発生した事例などもみられ、被害の発生形態は多様である。発生形態の多様さからは、溝腐病に罹病していたことが倒木の発生原因とは必ずしも言えない。

Ⅲ. 調査結果を踏まえた今後の対策等

1. 緊急を要する対策について

- ・被害を受けた樹木の中には、今後、道路や配電線等に被害を及ぼす可能性のあるものもある。これらについては優先度を考えつつ、除去していくことが必要である。
- ・溝腐病に罹病したもののうち腐朽が進行して腐朽箇所が露出しているものは危険度が高いと判断されるが、腐朽が進行していないものは危険度がわかりにくい。街路樹診断などを参考に何らかの危険度判定基準を検討する余地がある。
- ・傾斜の急な風倒被害地では、特に根返りの場合に樹木の根系による土壌に対する緊縛力が失われるため、山腹崩壊等のリスクが高まる可能性がある。このため、巡視・点検の強化や必要に応じた治山対策の実施が必要である。

2. 被害状況の全容の把握・分析の必要性について

- ・地上調査のみならず衛星画像等で得られる森林の活性度合を被害発生前後で比較して被害地を特定するなど、リモートセンシング技術を活用して被害地分布等の状況を広域的に明らかにする必要がある。
- ・台風による風速・風向などの気象条件や、尾根・谷・傾斜度などの地形条件、樹種・林齢などの森林の現況、間伐等の施業履歴などと被害状況との関係を明らかにするため、広域的な調査を進め、風倒リスクの評価分析を行うことが必要である。

3. 風倒被害地の森林再生に向けた対策について

- ・風倒被害地に植栽を行う場合には、適地適木の観点から樹種・品種を選定することが必要である。また、シラカシ等の広葉樹の幼木が多く存在する被害箇所では、これを更新木として活用できる可能性がある。
- ・竹林が隣接する被害林分では、今回の風倒被害がタケの侵入と繁茂に繋がるリスクがあることから、状況に応じてタケの侵入を防止するなどの対策が必要である。
- ・山武地域は、シカの生息が一部でしかみられないことから食害リスクは小さく、天然更新を実施できる可能性がある。ただし、将来的に本地域のシカの生息密度が高まった場合、更新木の保護対策が必要となる。
- ・集落、道路等に近接した被害箇所での復旧に当たっては、森林整備のみならず、土砂流出、流木等による災害発生リスクを踏まえ、必要に応じて土留工、治山ダム等のハード対策を

実施することが必要である。

- ・ 溝腐病の罹病木を放置することと溝腐病の拡大の関係について検証した報告はないが、林地残材に腐朽菌の胞子を飛散させる子実体※9が発生することが知られていることから、罹病木を林外に搬出することは溝腐病の防除につながると考えられ、緊急度等を考慮して対策を行うことが必要である。その搬出を進めるには、例えばバイオマス利用を推進することが有効と考えられる。

※9：「子実体」：菌類が孢子形成のために作る集合体。大型のものはしばしばキノコと呼ばれる。

（以上）

1.2 森林被害に関する検討

「風害による森林被害に関する因子（概要版）」

1. 風害による森林被害に関する因子（概要版）

1.1 概要

（1）検討に用いた因子

要因分析は、表 1-1 に示す千葉県内の森林地域全体を対象とした場合に収集可能なデータを検討対象とし、10m×10m のメッシュデータでの解析を行った。

表 1-1 検討対象とした因子及びデータ

検討対象とした因子	使用したデータ
樹種	林野庁及び千葉県による国有林、県有林、民有林の樹種データ
斜面方位	国土地理院の基盤地図情報 10m 標高モデルから作成した斜面方位データ
横断面形	国土地理院の基盤地図情報 10m 標高モデルから作成した横断曲率データ
傾斜度	国土地理院の基盤地図情報 10m 標高モデルから作成した傾斜度データ
標高	国土地理院の基盤地図情報 10m 標高モデル

- 上記の因子について、千葉県全体の森林地域と自動抽出で得られた被害メッシュと重なるメッシュの地形量等の値をそれぞれ抽出し、メッシュ数を集計した。
- 集計したメッシュ数をもとに因子ごとの分布傾向を把握するため、次式よりメッシュ数の割合を算出した。またそれぞれの因子種及び階級ごとに被害の程度を分析するため、因子種別・階級別のメッシュ数と因子種別・階級別の被害メッシュ数の割合を被害率として次式より算出し、分析に用いた。

- ・森林地域のメッシュ数割合＝因子種別・階級別森林地域メッシュ数／森林地域全体メッシュ数
- ・被害森林のメッシュ数割合＝因子種別・階級別被害森林メッシュ数／被害森林全体メッシュ数
- ・被害率＝因子種別・階級別被害森林メッシュ数／因子種別・階級別森林メッシュ数

（2）検討ケース

森林被害範囲は千葉県内の森林地域（一部海岸部を除く）全域を対象として抽出しているが、市町村別の集計ではその被害率は 0.3% から 20.0% と差があるため、千葉県全域に加え、被害森林の面積が最も広い富津市においても検討を行った。

1.2 千葉県全域を対象とした要因分析

1.2.1 樹種

<方法>

風害の影響を受けた森林（以降「被害森林」）において、樹種による特徴を把握するため、自動抽出により得られた被害森林のメッシュ（以降「被害メッシュ」という）に重なる樹種データを抽出し、メッシュ毎の樹種を集計した。

<結果>

樹種別の分析結果を以下に示す。

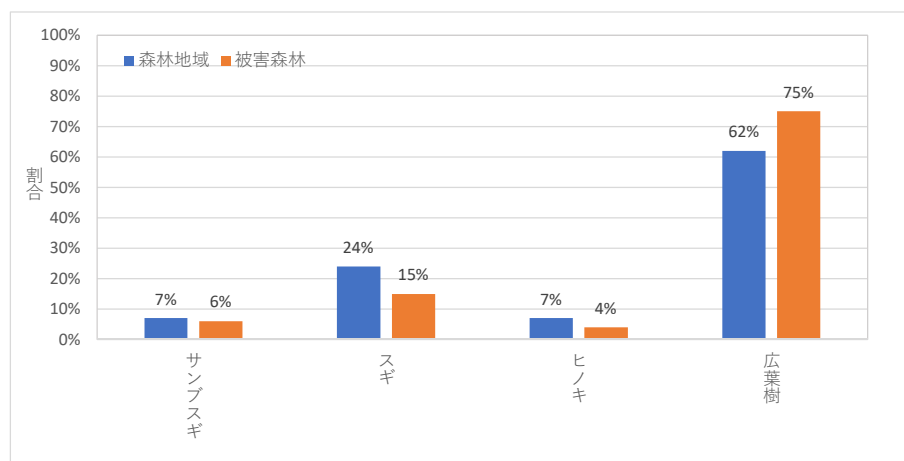


図 1-1 樹種別被害森林等のメッシュ数の割合

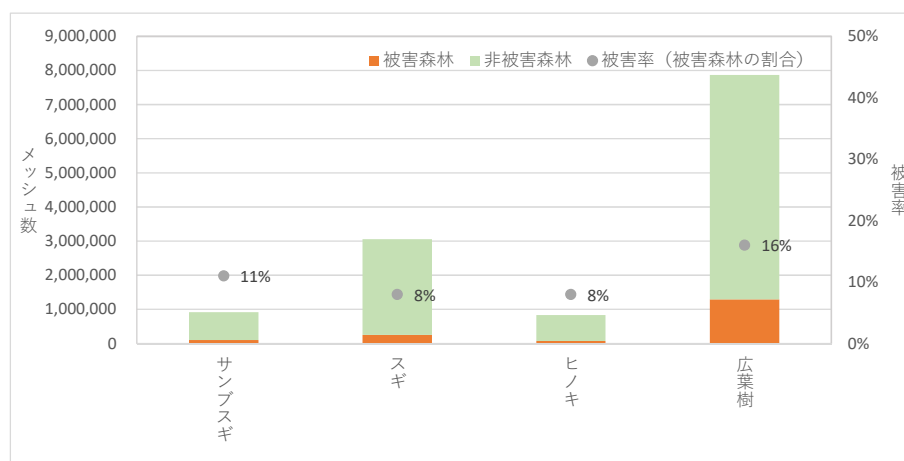


図 1-2 樹種別被害森林等のメッシュ数及び被害率

図 1-1 より、森林地域内に見られる樹種は広葉樹が最も多く、メッシュ数割合は 62%であった。次いで、スギが 24%、サンプスギとヒノキは 7%であった。一方、被害森林では広葉樹が最も多く、メッシュ数割合は 75%であった。次いで、スギが 15%、サンプスギが 6%、ヒノキは 4%であった。

次に、図 1-2 に示した樹種ごとの被害率は、広葉樹が最も高く 16%であった。次いで、サンプスギが 11%、スギ、ヒノキがそれぞれ 8%であった。

1.2.2 斜面方位

<方法>

メッシュごとの標高の変化が最大となる方向をメッシュの面が向いている方向とし、北を基準に時計回りに0～360度の角度で算出、8方位に区分して分析した。

<結果>

斜面方位別の分析結果を以下に示す。

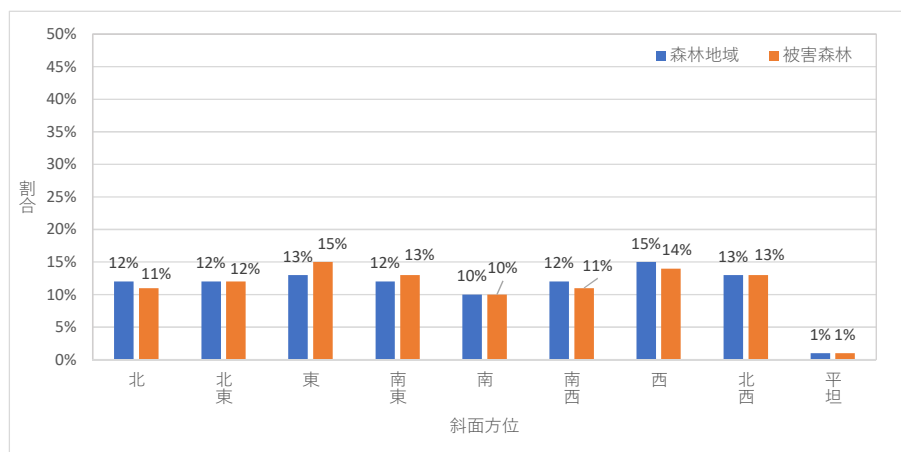


図 1-3 斜面方位別被害森林等のメッシュ数の割合

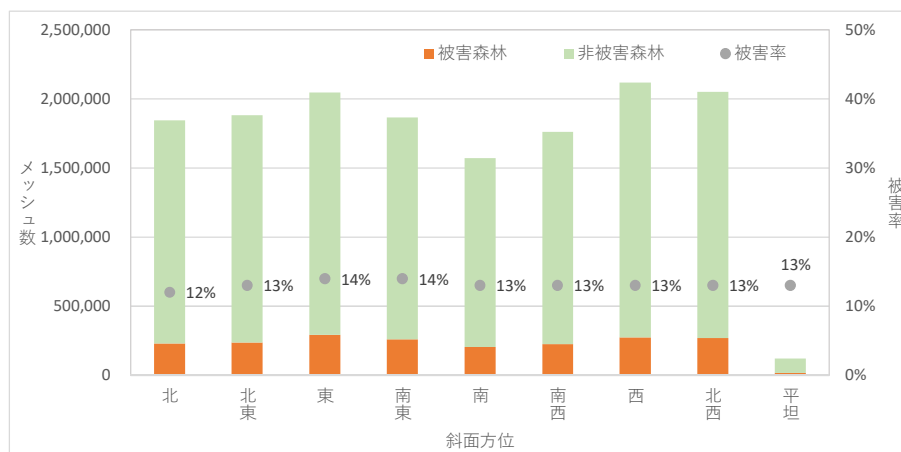


図 1-4 斜面方位別被害森林等のメッシュ数及び被害率

図 1-3 より、森林地域内の斜面方位は西向き斜面が最も多く、メッシュ数割合は 15%であった。また平坦地以外では南向き斜面が最も少なく、メッシュ数割合は 10%であった。一方、被害森林では東向き斜面が最も多く、メッシュ数割合は 15%であった。また南向き斜面が最も少なく、メッシュ数割合は 10%であった。

次に、図 1-4 に示した斜面方位別の被害率は、東～南東向き斜面が最も高く 14%であり、その他の斜面方位では 12～13%であった。

1.2.3 横断面形

<方法>

地表面の凹凸を表す指標の1つである曲率のうち、平面曲率は斜面の横断形状の評価に用いることができることから、被害メッシュの横断面形を判定し、特徴を分析した。

ア) 水平曲率 ≤ -0.05	・・・凹地
イ) $-0.05 < \text{水平曲率} \leq 0.05$	・・・等斉斜面
ウ) $0.05 \leq \text{水平曲率}$	・・・凸地形

「流木災害対策の必要な森林を抽出する手法」手引書（案）（平成28年3月 林野庁）より抜粋

図 1-5 水平曲率と横断面形の関係

<結果>

横断面形別の分析結果を以下に示す。

図 1-6 より、森林地域内の横断面形は凸地が最も多く、メッシュ数割合は48%であった。また等斉斜面が最も少なく、メッシュ数割合は13%であった。一方、被害森林においても凸地が最も多く、メッシュ数割合は48%であった。また森林地域と同じく等斉斜面が最も少なく、メッシュ数割合は14%であった。

次に、図 1-7 に示した横断面形別の被害率は、等斉斜面が最も高く15%であり、凸地及び凹地ではそれぞれ13%であった。

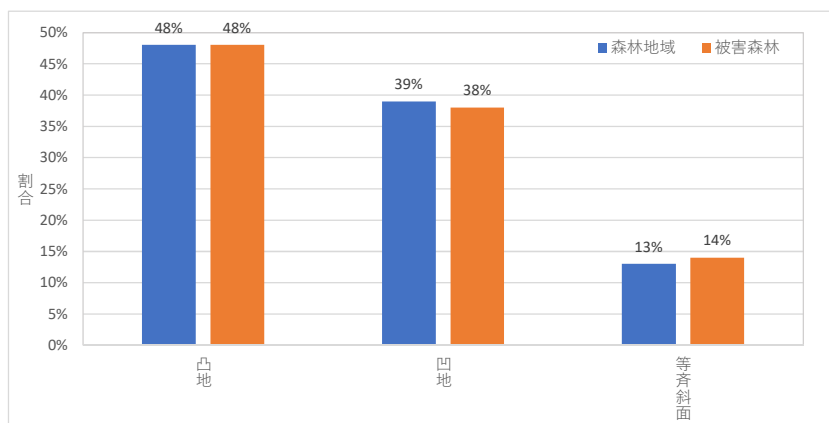


図 1-6 横断面形別被害森林等のメッシュ数の割合

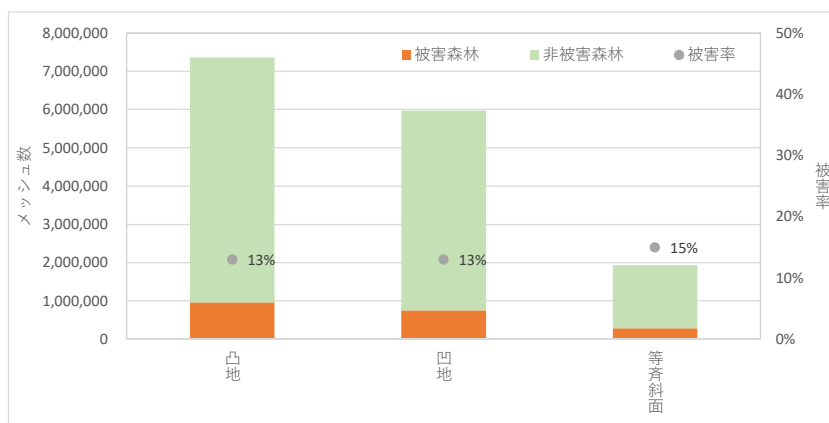


図 1-7 横断面形別被害森林等のメッシュ数及び被害率

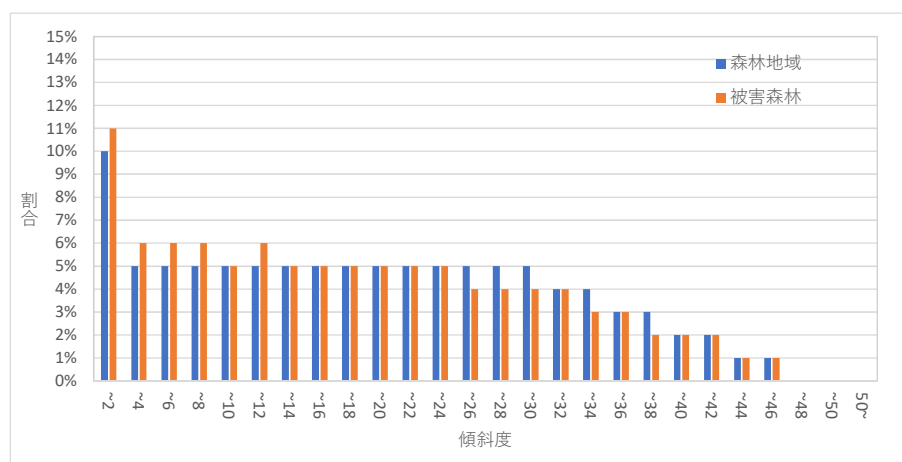
1.2.4 傾斜度

<方法>

傾斜度はメッシュごとの傾斜度を算出し、分析した。

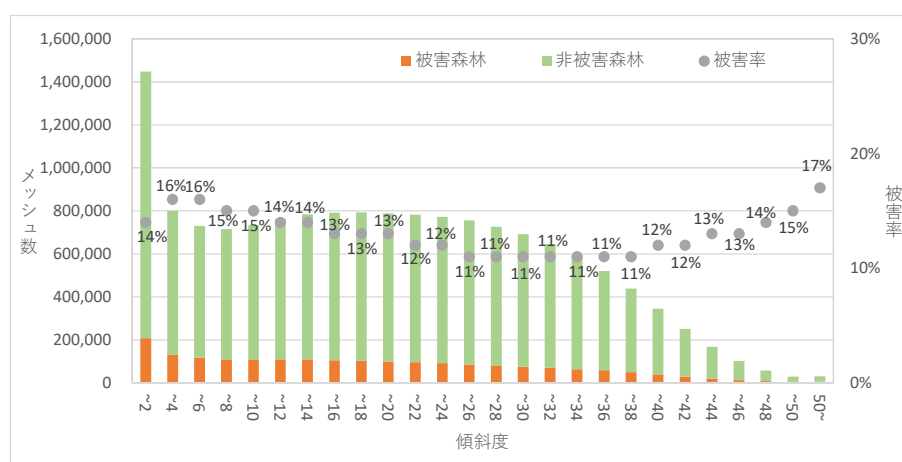
<結果>

傾斜度別の分析結果を以下に示す。



例：「~2」は2°以下、「~4」は2°より大きく4°以下

図 1-8 傾斜度別被害森林等のメッシュ数の割合



例：「~2」は2°以下、「~4」は2°より大きく4°以下

図 1-9 傾斜度別被害森林等のメッシュ数及び被害率

図 1-8 より、森林地域内の傾斜度は2°以下が最も多く、メッシュ数割合は10%であった。また42°より大きい傾斜度が最も少なく、メッシュ数割合は1%以下であった。一方、被害森林においても2°以下が最も多く、メッシュ数割合は11%であった。また42°より大きい傾斜度が最も少なく、メッシュ数割合は1%以下であった。

次に、図 1-9 に示した傾斜度別の被害率は、2°～6°以下及び50°より大きい傾斜度が最も高く、サンプル数に違いがあるため直接比較はできないが、2°～6°が16%、50°より大きい傾斜度が17%であった。その他の6°～38°の区間では、傾斜度が急になるほど被害率が漸減する。

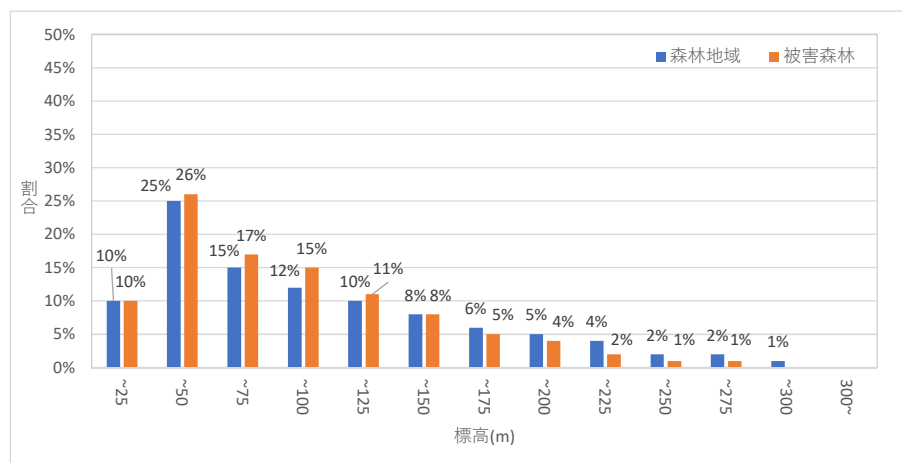
1.2.5 標高

<方法>

メッシュごとの標高値を抽出し、分析した。

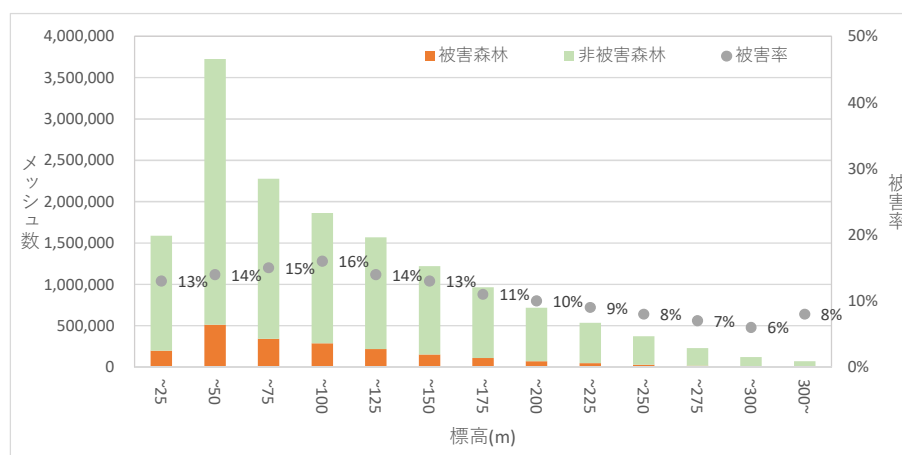
<結果>

標高別の分析結果を以下に示す。



例：「~25」は25m以下、「~50」は25mより大きく50m以下

図 1-10 標高別被害森林等のメッシュ数の割合



例：「~25」は25m以下、「~50」は25mより大きく50m以下

図 1-11 標高別被害森林等のメッシュ数及び被害率

図 1-10 より森林地域内の標高は、25～50m以下が最も多く、メッシュ数割合は25%であった。また275mより高い標高が最も少なく、メッシュ数割合は1%以下であった。一方、被害森林においても25～50m以下が最も多く、メッシュ数割合は26%であった。また225mより高い標高が最も少なく、メッシュ数割合は1%以下であった。

次に、図 1-11 に示した標高別の被害率は、75m～100m以下が最も高く16%であり、その他の階級では、6～15%であった。

1.3 富津市を対象とした要因分析

1.3.1 樹種

<結果>

樹種別の分析結果を以下に示す。

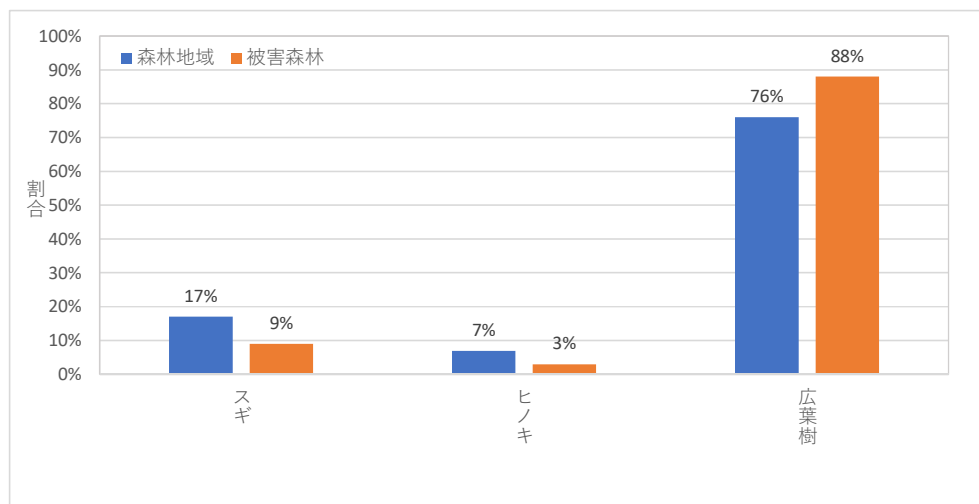


図 1-12 樹種別被害森林等のメッシュ数の割合（富津市）

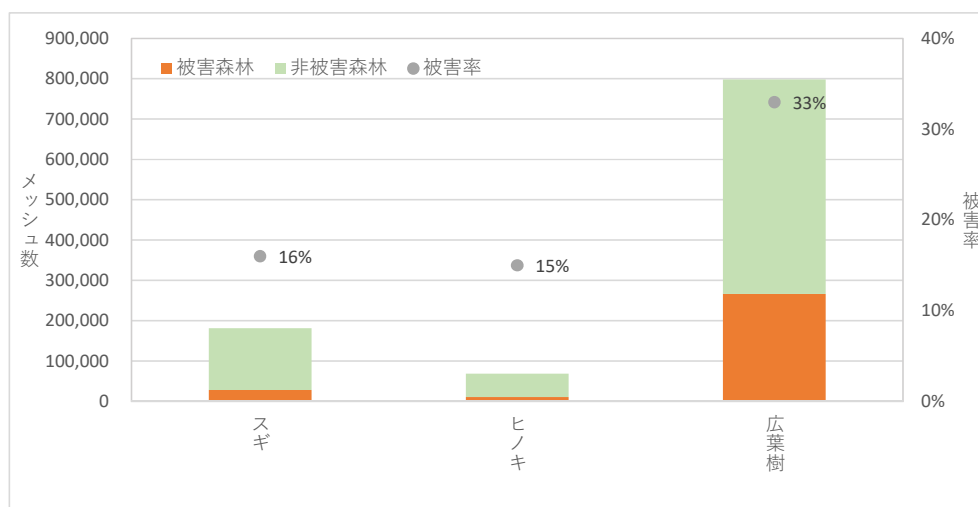


図 1-13 樹種別被害森林等のメッシュ数及び被害率（富津市）

図 1-12 より、森林地域内に見られる樹種は広葉樹が最も多く、メッシュ数割合は 76%であった。次いで、スギが 17%、ヒノキは 7%であった。一方、被害森林では広葉樹が最も多く、メッシュ数割合は 88%であった。次いで、スギが 9%、ヒノキが 3%であった。

次に、図 1-13 に示した樹種ごとの被害率は、広葉樹が最も高く 33%であった。次いで、スギが 16%、ヒノキが 15%であった。

1.3.2 斜面方位

<結果>

斜面方位別の分析結果を以下に示す。

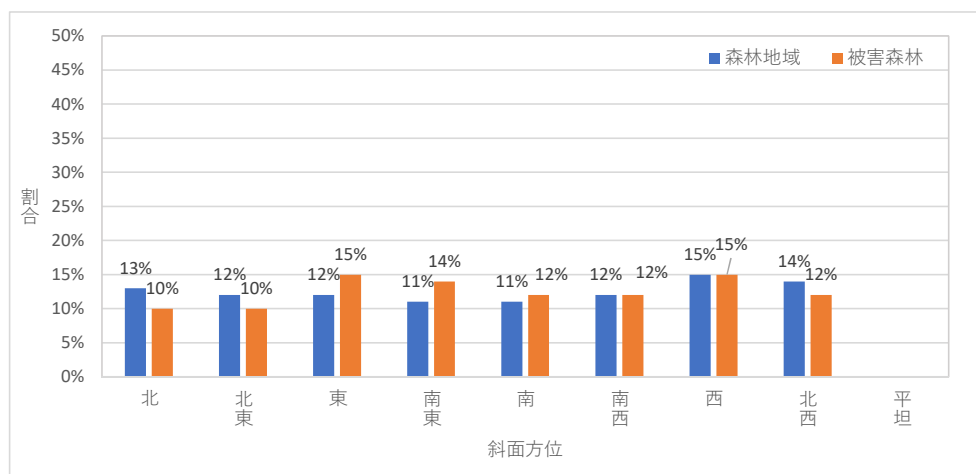


図 1-14 斜面方位別被害森林等のメッシュ数の割合（富津市）

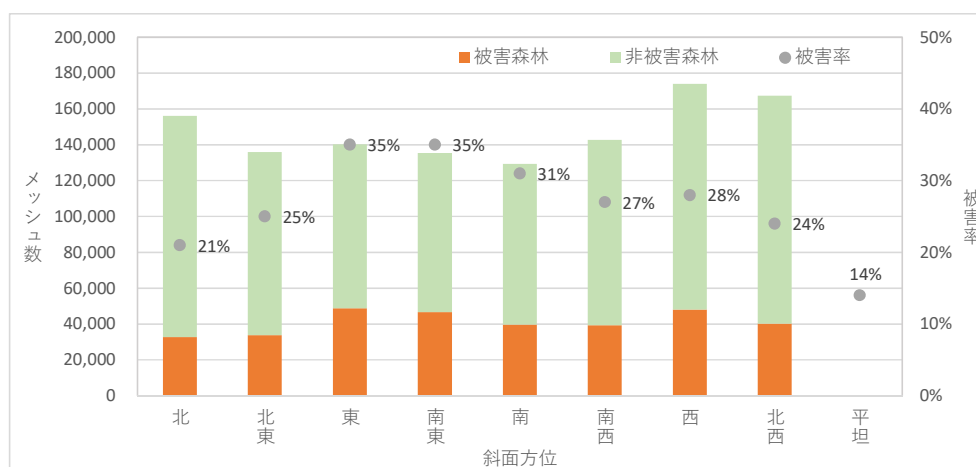


図 1-15 斜面方位別被害森林等のメッシュ数及び被害率（富津市）

図 1-14 より、森林地域内の斜面方位は西及び北西向きが最も多く、メッシュ数割合は 14～15%であった。また南及び南東向きが最も少なく、メッシュ数割合は 11%であった。一方、被害森林では東及び西向き斜面が最も多く、メッシュ数割合は 15%であった。また北及び北東向き斜面が最も少なく、メッシュ数割合は 10%であった。

次に、図 1-15 に示した斜面方位別の被害率は、東～南東向き斜面が最も高く 35%であり、次いで南向き斜面が 31%、西向き斜面で 28%、南西向き斜面で 27%であった。北向き及び北東、北西向き斜面の被害率は、東～南～西向き斜面と比べて被害率は低かった。

1.3.3 横断面形

<結果>

横断面形別の分析結果を以下に示す。

図 1-16 より、森林地域内の横断面形は凸地が最も多く、メッシュ数割合は 52%であった。また等斉斜面が最も少なく、メッシュ数割合は 5%であった。一方、被害森林においても凸地が最も多く、メッシュ数割合は 53%であった。また森林地域と同じく等斉斜面が最も少なく、メッシュ数割合は 4%であった。

次に、図 1-17 に示した横断面形別の被害率は、凸地及び凹地が最も高く 28%であり、等斉斜面は 22%であった。

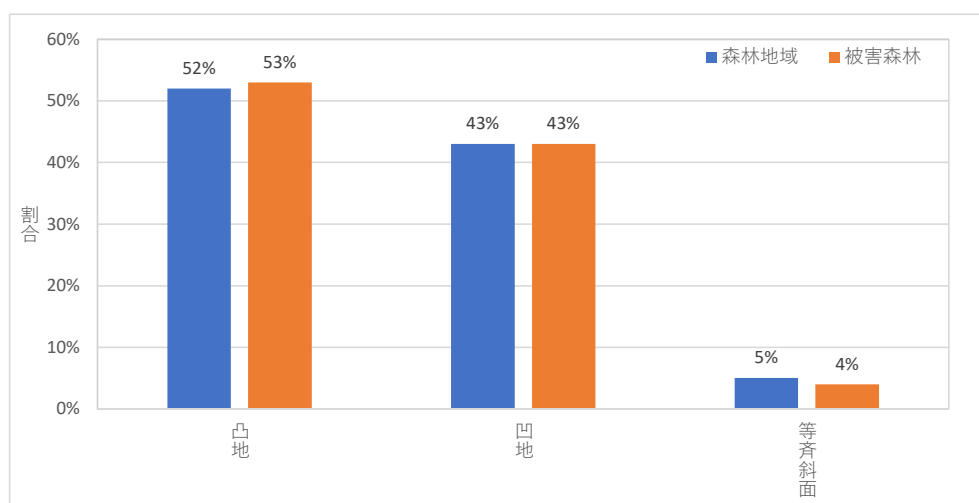


図 1-16 横断面形別被害森林等のメッシュ数の割合（富津市）

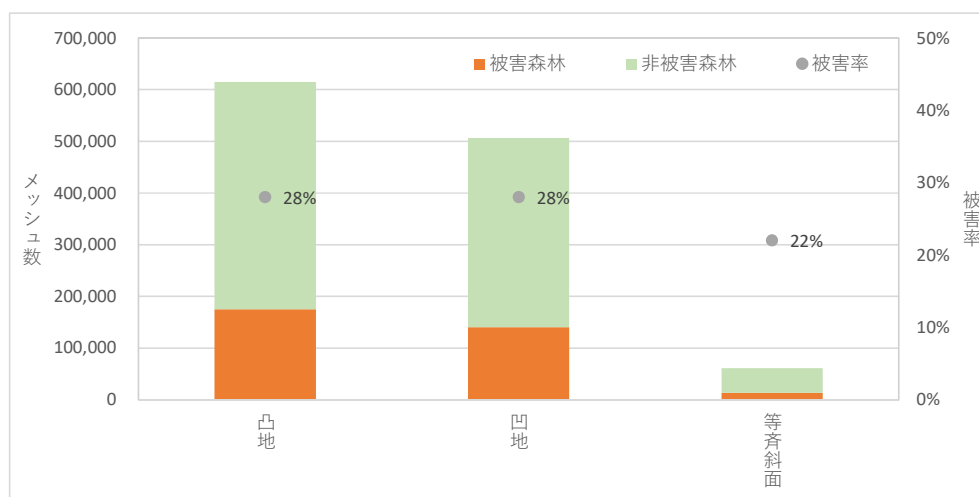
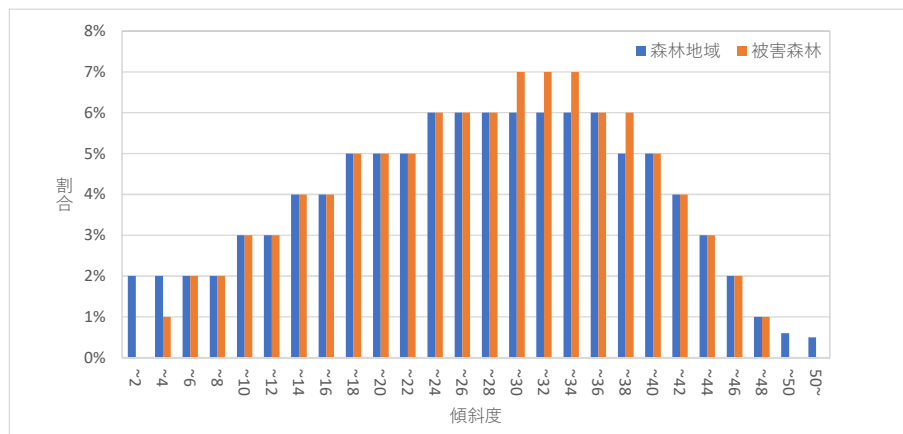


図 1-17 横断面形別被害森林等のメッシュ数及び被害率（富津市）

1.3.4 傾斜度

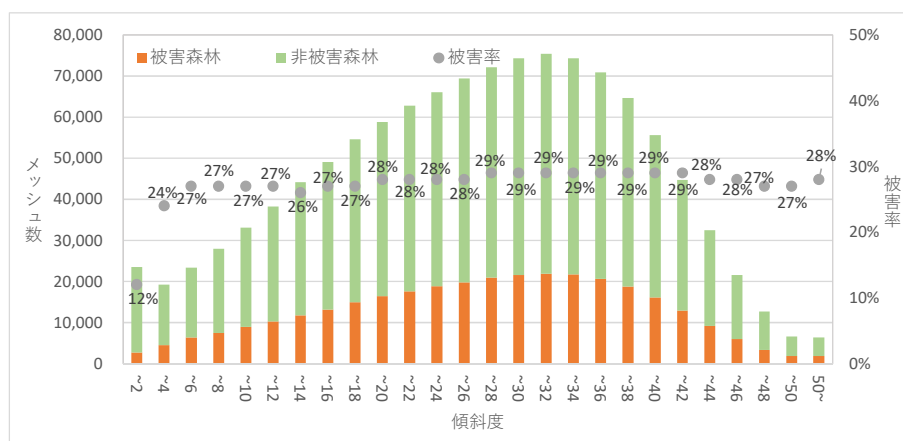
<結果>

傾斜度別の分析結果を以下に示す。



例：「~2」は2°以下、「~4」は2°より大きく4°以下

図 1-18 傾斜度別被害森林等のメッシュ数の割合（富津市）



例：「~2」は2°以下、「~4」は2°より大きく4°以下

図 1-19 傾斜度別被害森林等のメッシュ数及び被害率（富津市）

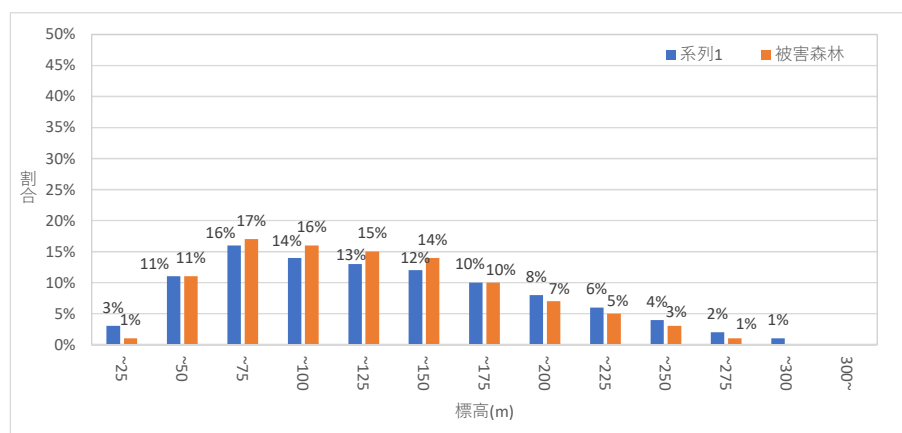
図 1-18 より、森林地域内の傾斜度は22~36°が最も多く、メッシュ数割合はそれぞれ6%であった。また8°以下及び44°より大きい傾斜度が最も少なく、メッシュ数割合はそれぞれ2%以下であった。一方、被害森林においても28~34°が最も多く、メッシュ数割合はそれぞれ7%であった。また8°以下及び44°より大きい傾斜度が最も少なく、メッシュ数割合はそれぞれ2%以下であった。

次に、図 1-19 に示した傾斜度別の被害率は、2°以下が最も低く12%であった。また26~42°が最も高く29%であり、その他の2~24°以下及び42°より大きい傾斜度は、24~28%であった。

1.3.5 標高

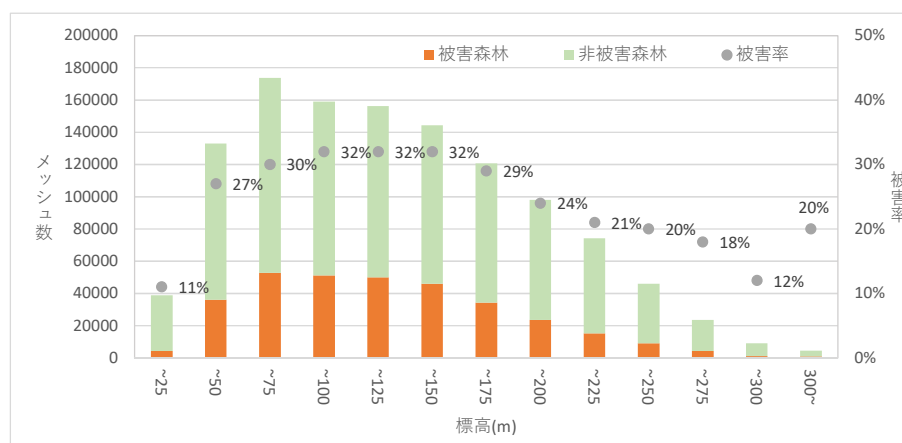
<結果>

標高別の分析結果を以下に示す。



例:「~25」は25m以下、「~50」は25mより大きく50m以下

図 1-20 標高別被害森林等のメッシュ数の割合（富津市）



例:「~25」は25m以下、「~50」は25mより大きく50m以下

図 1-21 標高別被害森林等のメッシュ数及び被害率（富津市）

図 1-20 より森林地域内の標高は50～75m以下が最も多く、メッシュ数割合は16%であった。また275mより高い標高が最も少なく、メッシュ数割合は1%以下であった。一方、被害森林においても50～75m以下が最も多く、メッシュ数割合は17%であった。また250mより高い標高が最も少なく、メッシュ数割合は1%以下であった。

次に、図 1-21 に示した標高別の被害率は、75～150m以下が最も高く32%であり、次いで50～75m以下が30%、150～175m以下で29%であった。なお、300mより高い標高で被害率が上昇しているのは、もとのサンプル数が少ないことが影響していると考えられる。

1.4 まとめ

要因分析結果を以下に整理した。

因子	千葉県全域の分析結果	富津市の分析結果
樹種	広葉樹林の被害率が 16%と高く、針葉樹林の被害率は 8～11%であった。	広葉樹林の被害率が 33%と高く、全県の傾向と比べても高い傾向が見られた。針葉樹林の被害率は 15～16%であった。
斜面方位	東～南東向き斜面の被害率が他の斜面方位と比較して高かった。	東～南東向き斜面の被害率が最も高く、次いで南～南西～西向き斜面が高かった。
横断面形	等斉斜面の被害率が他の横断面形と比較して高かった。	凸地及び凹地の被害率が高かった。
傾斜度	2～6° 以下の被害率が他の階級と比較して高かった。	0～2° 以下の被害率が最も低く、26～42° 以下で最も高かった。
標高	75～100m 以下の被害率が他の階級と比較して高かった。	75～150m 以下の被害率が他の階級と比較して高かった。

1.5 考察

上記の要因分析で得られた結果を踏まえ、千葉県全体と富津市で同様の傾向が得られた因子を対象に、今回の台風で発生した風害の影響による森林被害について以下に考察する。

(1) 樹種

- 樹種別の分析より、広葉樹林の被害率が針葉樹林と比較して高いという結果が得られた。
- 一般に、広葉樹は針葉樹と比べて風倒が発生しにくいとされており（例えば、木上ほか（2006））、今回の調査により得られた樹種別の被害率の傾向は、一般的な風倒被害の傾向と異なる。
- 林野庁及び千葉県が実施した現地調査においては、富津市金谷地区を中心に広葉樹林の幹折れ、根返り等の被害が面的に発生したことが確認されている。また、災害直後に撮影された航空写真からも、広葉樹林における広域的な被害が確認されている。これらも踏まえると、樹種を問わず風倒が発生するほどの強風が、広葉樹林が広がる地域で発生したことにより、広葉樹林の被害率に影響を与えたと考えられる。
- また、本調査では、倒伏や幹折れ等の風倒木地を航空写真の目視判読で抽出した箇所の NDVI 比（災害前後の衛星画像から作成した NDVI 値の変化）をもとに、衛星画像による自動抽出によって被害森林を抽出している。NVDI 比では、倒伏や幹折れ等による変化と枝葉が風で吹き飛ばされたことによる変化の区別は出来ないため、この方法では、枝葉が飛ばされた（木上ほか（2006）の示す「葉が引きちぎられた」に該当）森林も含む「風害の影響を受けた森林」が被害森林として抽出されていることにも留意が必要である。

(2) 斜面方位

- 斜面方位別の分析では、千葉県全体では東～南東向き斜面で被害率が最も高く、他の斜面方位と比べて台風による強い南東～南～南西方向の風による影響を受けたと考えられる。
- 上記の傾向は富津市の分析でより顕著に出ており、東～南～西向き斜面の被害率が他と比べて

高かった。台風による強い風に正対するこれらの斜面が影響を受けたと考えられる。

- 過去の事例でも、台風の影響で南～南西向き斜面で風倒木被害が多く発生していることが報告されており（例えば、（宮本ほか、1992））、今回の分析結果もこれと概ね整合する。その一方で、東向きや西向き斜面でも風害の影響が見られた要因としては、台風が通過する際に成田や千葉のように東向きや西向きの強い風が吹いた影響もあったのではないかと推察される。

(3) 標高

- 標高別の分析では、県全体では標高 75～100m 以下、富津市では標高 75～150m 以下の標高帯の被害率が他と比べて高い結果が得られた。
- 既往の報告では、風倒木の発生条件として風が加速する斜面中腹から上部で風倒木被害が発生しやすくなることが指摘されており（宮本ほか、1992）、標高が上がるにつれ被害率が上がることが予想されたが、今回実施した標高別の分析では、そのような結果は得られなかった。このような結果が得られた原因は不明であるが、千葉県はもともと標高が低い地域に多く分布しており、既往の報告のような山地に成立する森林とは立地条件が異なるため、風倒木の発生条件がこれまでの事例に当てはまらない可能性がある。

(4) その他の因子

- そのほかの横断面形状及び傾斜度といった地形因子では千葉県全体と富津市で同様の傾向が見られなかった。今回の台風では、千葉県内の多くの気象観測所で過去の最大瞬間風速の記録を塗り替える強い風が広い地域で観測されていることから、地形的な要因よりも風の要素が被害の有無に大きく影響した可能性がある。

以上

【参考文献】

- 木上真一郎、村上拓彦、溝上展也、吉田茂二郎（2006）：九州における風倒木被害の発生リスクに関する研究レビュー、九州森林研究 No59、292-295pp
- 宮本邦明、岡田寛、高濱淳一郎、三重野友親、岩男道也、中尾剛（1992）：1991 年台風 19 号による風倒木に関する調査、砂防学会誌 No45-3、18-23pp