

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

2022年8月下越豪雨災害による土砂堆積域でのスギ林枯死の実態解明

研究代表者氏名 若月 強¹⁾
研究分担者氏名 西井 稜子²⁾¹⁾ 防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門 ²⁾ 新潟大学 災害・復興科学研究所

研究要旨

2022年8月下越豪雨災害では、溪流沿いや扇状地頂部に立地する森林によって土砂や流木の一部が捕捉されたが、災害約1年後にはそれらの森林の一部が枯死していた。本研究では、枯死林の分布範囲を把握するとともに、枯死・生存木の判別手法の構築を試みた。その結果、光学衛星画像を用いた正規化植生指標に基づく河道沿いにおける枯死林の推定総面積は、約25,000 m² (河道の6.7%)であった。また、ロジスティック回帰分析によるスギ人工林における枯死危険度評価は、地表の傾斜、冠水指標 (災害後の河床標高から旧地表面標高を引いた値) を説明変数にすることで適中率74%を示した。特に、冠水指標は、オッズ比が10.1と大きく、枯死への影響が大きいことが明らかになった。

A. 研究目的

2022年8月の下越豪雨では、崩壊に伴う土砂・流木が下流域の人家・田畑・道路等に甚大な被害を引き起こしたが、一部の土砂・流木は溪流のスギ人工林によって補足されることで流出が抑制されていた (緩衝林機能の効果を発揮)。しかし、災害直後は健全に見えたこれらのスギ林の一部は約1年後には枯死 (立ち枯れ) していた (図1)。次の災害時でも緩衝林機能を発揮させるためには、枯死した場所の樹木転換が必要であるが、このような問題は国内ではあまり認識されていない。今後、災害に強い森林整備 (例えば、広葉樹への転換等) を



図1 災害約1年後の河道沿いのスギ枯死林

進めていくには、枯死分布の実態調査と原因解明が不可欠と考えられる。そこで、本研究では、下記の3項目を実施した。

- (1) 2022年下越豪雨による立ち枯れ林の被害範囲の把握
- (2) スギの枯死・生存の判別手法の構築
- (3) 年輪解析を用いた冠水・土砂堆積によるスギ林の成長抑制の実態把握

B. 研究方法

- (1) 立ち枯れ林の被害範囲の把握

2022年下越豪雨によって表層崩壊が群発した新潟県村上市・関川村の山地流域 (19.6 km²) において、ArcGIS Pro (ESRI社) を用いて、航空レーザ測量データ (2022年撮影) から河道エリア (0.37 km²) を設定し、このエリア内を枯死林抽出対象範囲とした。そして、災害後の可視画像 (表1) からスギ枯死林5箇所 (計1,109 m²) を抽出し、この枯死林エリアで計測した災害前後の正規化植生指標 (NDVI) を閾値として、枯死林を抽出した。

表1 解析に用いた衛星画像

撮影日		衛星	空間分解能 (m)
2022/7/6	災害前	Pleiades	0.5
2022/9/14	災害後	Pleiades	0.5
2023/7/21	災害後	Pleiades Neo	1.2

(2) スギの枯死・生存の判別手法の構築

昨年度に現地調査したスギ枯死林(約 6,000 m²)において、計 301 本の枯死・生存木のスギを対象に、堆積土砂厚(災害前後の航空レーザ測量データの標高差分値)・地表の傾斜・冠水指標(災害後の河床標高から旧地表面標高を引いた値)を説明変数としたロジスティック回帰分析を行い、スギの枯死危険度モデルを作成した。なお、説明変数の選択は増減法を用いた。

(3) 年輪解析を用いた冠水・土砂堆積によるスギ林の成長抑制の実態把握

上記(2)の対象地および周辺において、計 52 本の枯死・生存木から年輪コア計 86 本を採取した。なお、年輪コアの解析が途上のため、本報告書では調査結果は示さない。

C. 研究結果

(1) 立ち枯れ林の推定被害範囲

NDVI の閾値を基に抽出された枯死林の推定総面積は約 25,000 m²であり、解析河道エリアに対する枯死林割合は 6.7%であった。抽出された枯死林と災害後の可視画像を比較すると、実際に赤褐色を示す枯死林が抽出された状況が確認されたが、一部に誤検出や枯死林の未検出も確認された(図2)。誤検出された場所は、流木の堆積域や地面であった。

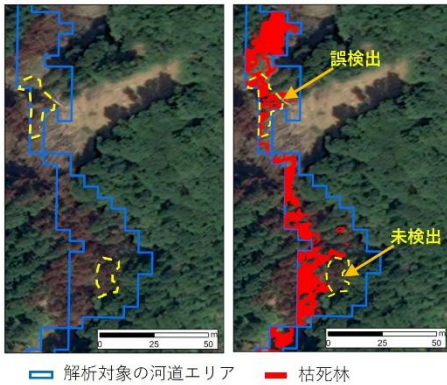


図2 枯死林の抽出例

(2) ロジスティック回帰分析を用いたスギ人工林の枯死危険度の評価

回帰分析の結果、地表の傾斜 SL と冠水指標 F を説明変数として、スギの枯死発生確率 P は下式のように示された。

$$P = 1 / \{1 + \exp(-(-0.332SL + 2.313F + 0.383))\}$$

……(1)

傾斜、冠水指標のオッズ比は、それぞれ 0.7 と 10.1 を示し、冠水指標が枯死に及ぼす影響が大きいことが明らかになった。ROC 曲線の左上隅から最も近い値 ($P = 0.444$) を枯死・生存の閾値とした場合、適中率は 74%であった。

D. 考察

スギ人工林の枯死危険度の評価モデル

ロジスティック回帰分析の結果、枯死に影響を及ぼす変数として冠水指標の寄与が大きいことが明らかになった。これは、地下水位が高いと考えられる場所においてスギの枯死が顕著であった現地観察結果と一致する。溪畔林のような冠水耐性を保持しないスギが長期間にわたって冠水したことにより根の機能不全等が生じ、最終的に枯死に至ったのではないかと考えられる。本調査では各立木の冠水継続期間の値を入手できていないが、冠水継続期間は枯死・生存の境界条件として重要な要因と考えられるため、今後、確率モデルを改善する際には新たな説明変数候補として検討する必要がある。なお、土砂堆積厚は有意でないとして本確率モデルの説明変数から除かれたが、その理由の一つとして、堆積土砂が薄かった可能性(枯死・生存木の平均堆積厚は 0.53 m)が考えられる。土砂堆積厚の寄与度については、今後、堆積厚が大きな他の調査地点等を加えるなどして、その影響度を検討することも必要だろう。

E. 結論

NDVI 閾値に基づく枯死林の推定総面積は約 25,000 m²(河道の 6.7%)であった。ただし、誤検知や未検知が存在したため、改善が必要である。ロジスティック回帰分析によるスギ人工林における枯死危険度評価は、地表の傾斜、冠水指標を説明変数にすることで適中率 74%を示した。

F. 研究発表

1. 論文発表 なし

2. 学会発表 西井稜子・若月強・秋田寛己、2022 年 8 月下越豪雨の土砂堆積域におけるスギ林の立ち枯れ被害、第 137 回日本森林学会大会、2026 年 3 月、つくば。

G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)
なし