

倒木危険領域のスクリーニング評価に関する検討

西日本高速道路エンジニアリング四国（株）○正会員 林詳悟，正会員 橋本和明，正会員 松田靖博
 東京大学 非会員 山田利博

1. はじめに

高速道路敷内外には，安全・安心の確保，快適性の確保及び持続可能な社会への貢献といった観点から数多くの樹木が植栽されている．高速道路敷内外にある植栽木の管理は，定期的に点検を行い，故損木や交通阻害の恐れのある樹木を剪定や伐採している．近年，異常気象に伴う突風・豪雨や，周辺森林の荒廃により，樹木の倒木の発生リスクが問題視されており，効率的な点検を行うための調査・評価手法が必要となっている．

本文は，リモートセンシング技術及び画像処理技術を用いて，高速道路を管理する立場から倒木危険領域の検出技術についての基礎的な検討を行った．

2. 基礎検討概要

2. 1. 被験木

樹木が健全かどうかを判断する実験を行うためには，健全木と枯死木の教師データが必要となる．そこで，常緑針葉樹と常緑広葉樹の苗木を対象に，苗木を鉢のまま生育させたもの（①健全状態），根元付近の幹を削孔し断面減少状態を再現したもの（②半枯死処理），根のほとんどを切除したもの（③枯死処理）の3種類の被験木を準備した．試験は冬場に実施したが，タブノキ枯死処理では外観上枯死に至った．

2. 2. 撮影カメラ

撮影を行うカメラは，既往の論文¹⁾を参考に，赤外線カメラ，ハイパースペクトルカメラ，ビデオカメラの3種類とした．また，日射による影響を想定し，日陰状態と日向状態の2パターンで撮影を行ない，カメラ特性と倒木発生リスクの検出能力を比較した．

3. 赤外線カメラによる植生活性度の検出

外気温と日射の影響により，活性度の低い木あるいは枯死木の温度は健全木よりも高くなることが知られている．赤外線カメラにて樹温を測定した結果，図-1のとおり，タブノキで枯死が進行した2月4日以降，健全木と枯死木の温度差が増大していることを確認した．

4. ビデオカメラの周波数解析を用いた倒木危険樹の検出

枯死すると揺れが大きくなると仮定し，ビデオカメラで連続的に取得した画像から，画像上の同一位置の画素の輝度の揺らぎに対してフーリエ解析を行い，画像の各画素の卓越周波数を算出した．風速と卓越周波数との関係を図-2に示す．枯死木は，風速が大きくなると健全木と比較して，周波数の違いが大きくなり倒木危険樹の検出が可能である．なお，クジャクヒバについては全体的にばらつきが多く，明確な差が確認できない

表-1 被験木種別

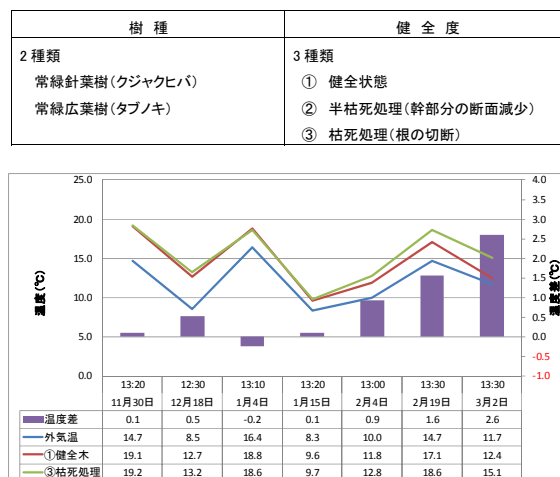


図-1 赤外線カメラによる温度測定結果(タブノキ)

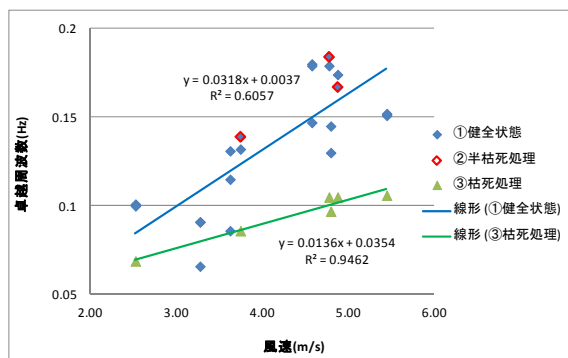


図-2 風速と卓越周波数の関係(タブノキ)

キーワード 倒木リスク，赤外線サーモグラフィ法，ハイパースペクトルカメラ，予測手法

連絡先 〒760-0072 高松市花園町三丁目1番1号 TEL087-834-1121 FAX087-834-0150

ことから、記載を割愛した。これは葉の面積や枝振り、処理に対する生理学的反応の違いなど樹種の影響と推測する。

5. ハイパースペクトルカメラを用いた植生の活性度の検出

5. 1. 分光反射率の算出

ハイパースペクトルカメラは、各波長域の反射光の強度測定値の画像化が可能である。解析に必要な分光反射率を得るため 420 nm～890 nm の波長域に着目し、5 nm 毎に抽出した 95 波長成分について、白板分光強度で除した分光反射率を算出し、撮影時の陰影や角度の補正のため、正規化した。

5. 2. 教師データの取得

教師データについては、カテゴリ別に、100 個を目安に取得した(図-3)。エリア面積は 100 個のデータ取得が困難な場合(葉の面積が小さい場合等)には、50 個の教師データとした。

5. 3. 解析式の作成と画像化

前項で取得した教師データを用いて、解析式を作成した。多変量解析には IBM モデラーを使用し、1 段階目に樹木とその他を判別し、2 段階目で樹木の状態を判定する手法を用いて行なった(図-4)。解析を行なった結果、図-5 に示すとおり、健全木と枯死木(上)あるいは落葉木(下)は多変量解析を用いることにより、高精度で推定できることが確認できた。

6. まとめと今後の課題

本検討結果を表-2 にまとめた。

赤外線カメラでは、幹の空洞などは検出できる可能性があるが、根返しなど、樹木の活性度が高くとも発生する倒木の検出は困難であることが確認できた。

ビデオカメラによる周波数解析では、樹種の選定には向かないものの、倒木しやすさ自体を測定できる可能性がある。ただし、固定点からの撮影となるため、効率的な点検には運用上の工夫が必要である。

ハイパースペクトルカメラでは、樹種や活性度を高精度で推定することが可能であり、倒木リスクスクリーニングに有効であるが、根返し等の倒木事象の検出は出来ないため、別手法との併用を検討する必要がある。

表-2 検討結果一覧表

	赤外線カメラ	ビデオカメラ	ハイパースペクトル
倒木(幹空洞)	△～○	○	△
根返し	×	◎	×
枯損木	△～○	△	○
樹種選の推定	×	×	◎
特徴	移動撮影可能	固定撮影	移動撮影可能

参考文献

1) 樹木活性の判定方法の検討：日本緑化工学会誌，第 17 巻第 2 号，1992

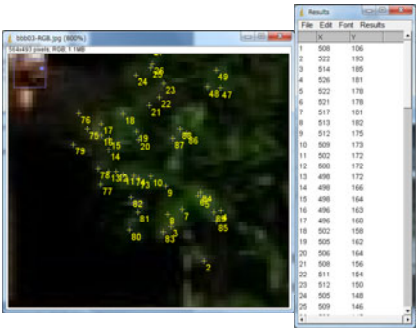


図-3 教師データの取得(葉部分)

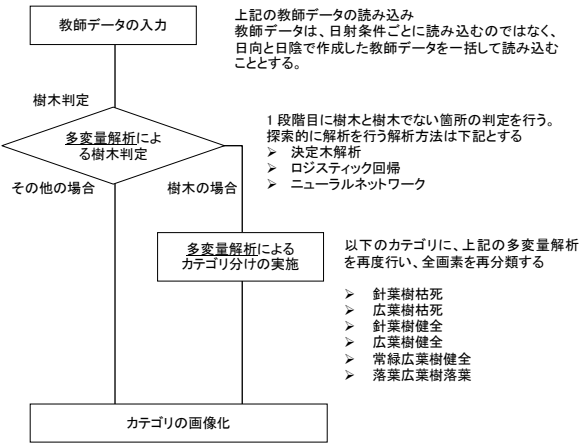


図-4 解析フロー

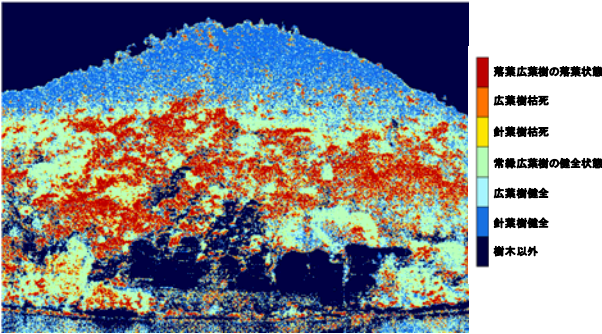
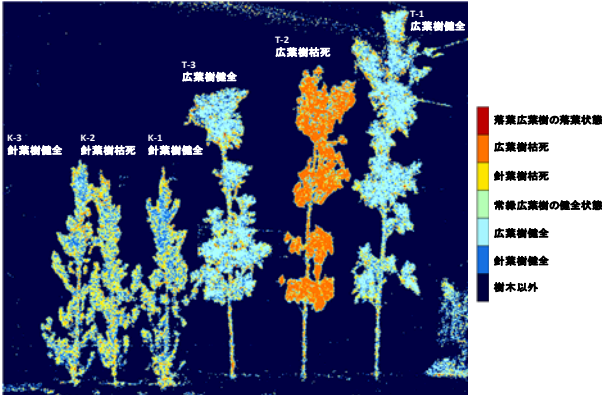


図-5 判定画像
(上：被験木，下：自然林)