

衛星リモートセンシングによる植栽維持管理技術に関する検討

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) ○正会員 中野敬浩, 林詳悟, 橋本和明, 松田靖博

西日本高速道路(株) 技術本部 正会員 宇野久水

香川大学 工学部安全システム建設工学科 正会員 准教授 野々村敦子

東京大学 大学院農学生命科学研究科 非会員 山田利博

1. はじめに

高速道路敷内外には, 走行快適性の確保や持続可能な社会への貢献を目的に数多くの樹木が植樹されている他, 経年変化により侵入木が増大している. これら樹木に対し, 植栽の維持管理のため定期点検を実施し, 枯損木や腐朽木(写真-1)など倒木による交通障害の恐れのある樹木について, 剪定や伐採を実施している.

本論は, 衛星画像を利用して, 倒木の危険領域検出を可能とするリモートセンシング技術について検討したものである.



写真-1 腐朽による倒木事例

表-1 伐採理由と樹種の関係

順位	樹種	倒木対策(伐採)理由					総計
		枯損	害虫	衰弱	腐朽	幹折れ	
1	マツ	21	2	1			24
2	サクラ	12	2	1	2		17
3	クスノキ	6					6
4	コブシ	2		1	1		4
4	スダジイ	2		1	1		4
6	クチナシ	2	1				3
6	コナラ	1		1	1		3
6	イヌシデ	1			2		3
9	フジ	1	1				2
10	ケヤキ	1		1			2

2. 倒木が懸念される樹種

倒木危険領域の検出には, 倒木が懸念される樹種と活性度を推定する必要がある. 表-1 は四国管内の高松自動車道沿線において, 倒木対策として伐採本数が多い順に, 樹種と伐採理由を取りまとめたものである. 本結果と倒木リスク点検マニュアルを参考に, 倒木が懸念される樹種の特徴について以下のとおり整理した.

- 1) ナラ枯れは枯損から倒木に至りやすいため, 早期対応が必要, カシ類・ナラ類の樹種は要注意.
- 2) マツ枯れはナラ枯れよりも緊急性は低いが, 注意が必要.
- 3) 幹が柔らかいサクラは虫害や枯損の影響を受け易く注意が必要.
- 4) アカメガシワなど生育が早い侵入木は注意が必要.

3. 衛星画像による検討

3. 1 検討フロー

本論では, 広域調査が可能な衛星のパンクロマチック画像とマルチスペクトルデータを用いた評価について検討する. 図-1 に検討フローを示す. 高速道路沿線 11km について, 着葉期に現場調査とWorldView-3による衛星画像撮影を行った. 画像解析は, 現地調査で確認した教師データ(樹種)を従属変数, 衛星画像から取得した特徴量を独立変数とし, 最も適合性のある解析手法を樹種推定に採用する. この樹種推定結果と画像解析により得た活性度から, 健全度をグレード判定するフローを提案する. 解析結果の可視化のため, 衛星画像上に健全度を表示する.

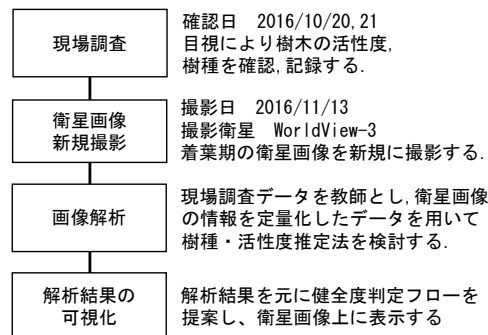


図-1 検討フロー

3. 2 樹種と活性度推定の検討

衛星画像には, 樹木形状によって輝度分布に違いが見られた. そこで樹種推定には, パンクロマティック画像から得られる輝度分布の基本統計量(最頻値, 平均値, 標準偏差, 尖度, 歪度)5項目と, テクスチャ解析手法である同時生起行列(GLCM: Gray-Level Co-occurrence Matrix)²⁾により得た特徴量14項目と, 8バンドのマルチスペクトル正規化データを用い, 活性度推定には正規化植生指標¹⁾を用いた(表-2).

キーワード リモートセンシング, 維持管理, マルチスペクトル, 決定木分析

連絡先 〒760-0072 高松市花園町三丁目1番1号 TEL 087-834-1121 FAX 087-834-0150

樹種判別推定の解析に用いる教師データは 780 本の樹木とし、判別手法についてはニューラルネットワークモデル、ロジスティック回帰分析など複数の多変量解析の中から、最も相関が高い決定木分析を採用した。なお、本検討では対象樹木の標本数が少ない樹木はその他樹種としてグループ化している。表-3 に本判別の検証結果を示す。表中の網掛け太字は正答箇所を示し、本判別手法による樹種推定精度は 92% (780 本中 716 本) と広域調査として十分な結果であった。

表-2 解析データ

推定項目	解析値
樹種	パナクロマティック画像 450~800 nm (解像度0.5m/画素) 輝度統計量 同時生起行列 (GLCM)
	マルチスペクトル正規化データ (解像度2.0m/画素) BAND1 400-450nm(コースタル) BAND2 450-510nm(青) BAND3 510-580nm(緑) BAND4 585-625nm(黄) BAND5 630-690nm(赤) BAND6 705-745nm(レッドエッジ) BAND7 770-895nm(近赤外1) BAND8 860-1040nm(近赤外2)
活性度 (正規化 植生指標: NDVI)	各バンドの反射率から次式で算出 $NDVI = (BAND7 - BAND5) / (BAND5 + BAND7)$ BAND5 630-690nm(赤) BAND7 770-895nm(近赤外1)

3. 3 健全度判定の検討

樹種推定結果と樹種別の倒木リスクと活性度の関係から考察した健全度判定フローを図-2 に記す。判定は活性度推定 (NDVI) 値を基本とし、推定した樹種を倒木が懸念される樹種の特徴を参考にグレード分類することで、健全度を5段階で判定する。なお、植栽点検員の近接目視による点検結果と本判定を照合した結果、約 7 割が一致したことから、本フローの有用性が確認できた。

また、判定結果に基づき、衛星画像の樹木毎に健全度ランクで識別することで、倒木の危険領域を視覚的に把握することができる (図-3)。

4. おわりに

本検討の結果、衛星リモートセンシングを用いた植栽維持管理技術として、樹種と活性度を推定することを可能とし、健全度判定フローを定めることで、広域に渡る道路沿線について、倒木の危険領域のスクリーニング技術としての活用性を示した。

今後、以下に挙げる課題の検討を進め、植栽の維持管理の効率化に繋げたい。

- 1) 解析データがばらつく原因として考えられる衛星画像撮影角度や、地球と衛星と太陽の位置関係に対する補正方法を検討することで、推定精度向上を図る。
- 2) 建設時に植栽した代表的な樹種の教師データの拡充と、地域特性のある異種教師データの追加により、推定の適用性を拡大する必要がある。

参考文献

- 1) 林詳悟, 橋本和明, 松田靖博: 倒木危険領域のスクリーニング評価に関する検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会, Vol. 72, No. 1, pp. 1813-1818, 2013. 7
- 2) 新編画像解析ハンドブック, 高木幹雄, 下田陽久, pp. 1260-1268, 東京大学出版会

表-3 樹種判別結果検証表

	解析(樹種推定)結果											合計
	アカメカシ	アラカシ	クリ	クスノキ	クス	サクラ	ナキンハゼ	マツ	メタセコヤ	その他		
ヤマト地区	アカメカシ	35				3	1			3		42
	アラカシ		47			1	1	1		8		58
	クリ			15					1	4		20
	クスノキ				6	1			1	1		9
	クス					96	1			10		107
	サクラ	1					39	1		4		45
	ナキンハゼ						12			3		16
	マツ	1		1		1		79	1	4		87
	メタセコヤ								29	5		35
	その他					1		2		358		361
合計	37	47	16	6	103	43	13	83	32	400		780

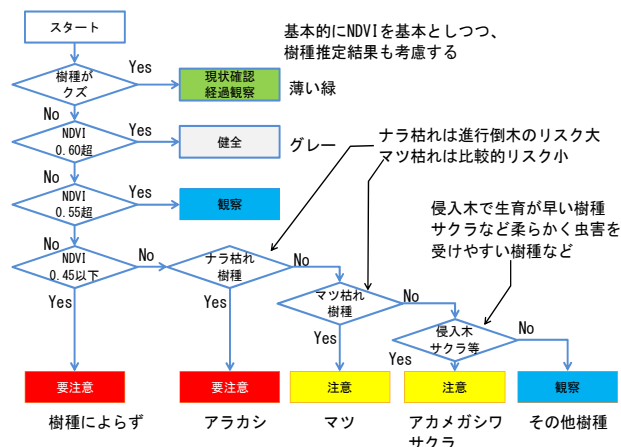


図-2 健全度判定フロー

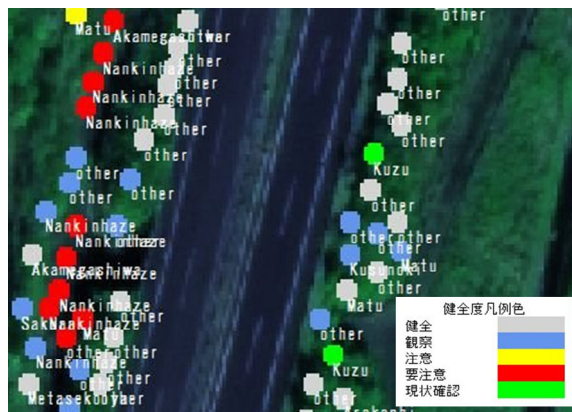


図-3 樹木の健全度判定結果表示例