

緑被再生プロセスの衛星画像による監視の可能性について
—2002 年岐阜林野火災跡地の経年変化—

福井高専 正 会 員 辻 子 裕二
福井高専 正 会 員 辻 野 和彦
福井高専専攻科 学生会員 ○吉田 亮治
豊橋技術科学大学 正 会 員 河 邑 眞
大日コンサルタント 若原雄一朗

1. はじめに

平成 16 年 7 月福井豪雨の際、鯖江市河和田地区八幡山の山腹で、スギ林皆伐後 15 年間放置された林分において斜面崩壊が発生した。同災害に対する筆者らの調査で、崩壊は皆伐された林班のみで発生し、隣接するスギ未伐採域での被害が一切なかったことを確認している。阿部¹⁾によれば、皆伐と植林を同時に実施した場合であっても皆伐後約 10 年で斜面の安全率が最低となることが報告されているが、上述の災害事例は、このシミュレーション結果と整合するものである。このように自然斜面や法面の表層安定に対して樹木の根系が補強効果を持つことは、一方で森林伐採や風倒木、山火事による森林の焼失によって、次世代の森林が生長するまでの期間、土壌層が不安定な状態となることを意味する。

以上のような背景から、森林のような広大な対象を根系の腐朽速度に応じて定期的に観測し、斜面安定の計算あるいはハザードマップに反映することが望まれる。また、この情報源として衛星画像は重要と考えられる。上空から直接地下根系を推定することは困難であるが、樹種や樹齢（樹高）が特定されれば樹冠の状態から根系の状態を実用的な精度で推定できるとされる既往の成果を利用し、筆者らは時系列での広範な根系分布の推定方法を検討している。本報では、衛星画像と地上の状態とを比較し、時系列での緑被再生プロセス／根系追跡が可能かについての検討を行うものである。なお、本研究では、ケーススタディーとして図-1 に示す岐阜林野火災被災地（権現山）を対象とした。

2. 岐阜林野火災の特徴とこれまでの経過

岐阜林野火災は 2002 年 4 月 5 日、岐阜市芥見権現山において発災した。塚本ら²⁾は衛星画像を用いて同地域を解析し、表-1 に示す樹冠火および樹幹火の合計が約 250ha であることを示した。この被災面積は災害対策本部が公表した 510ha とは大きく異なる結果となった。現地

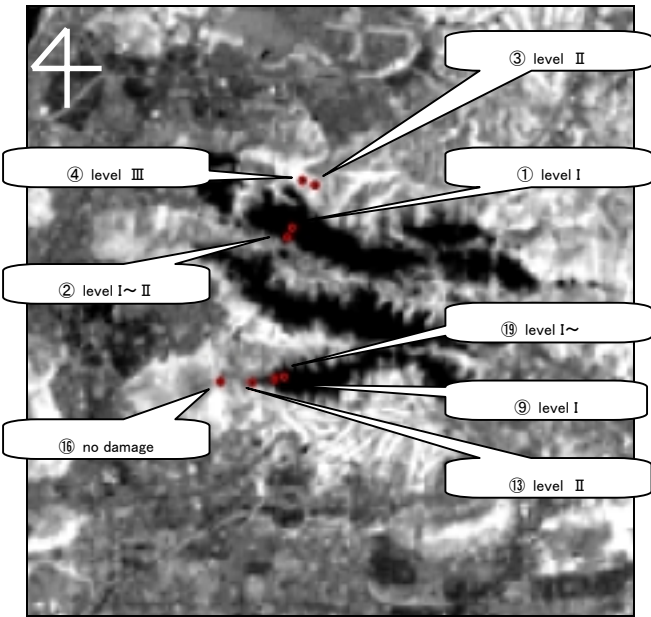


図-1 解析対象地域（権現山）と調査地点

LANDSAT7 ETM+ バンド 4 (2002 年 5 月 20 日)

表-1 設定した被災レベル

被災レベル	内 容
樹冠火 (level I)	地表面には草木(下草)が存在せず、かつ、樹木の葉がその大きさを問わず完全に焼失し、地表には黒焦げの立ち木が散在している状態
樹幹火 (level II)	地表面には草木(下草)が存在せず、かつ、立ち木(の頂部)に若干の緑が残っている状態
地表火 (level III)	地表面には草木(下草)が存在しないが、立ち木のほとんどが残っている状態

調査により、実際の被災域は衛星画像による解析結果にはほぼ一致した。樹冠に覆われることで衛星画像からは確認できない地表火は僅かであり、衛星画像からの被災域の推定が実用的に十分であることが示された。

また、筆者らは発災直後から現在まで継続して被災域の現地調査を実施し、時間の経過に伴う倒木の増加を確認している。同地域周辺の被災していない樹林で倒木が確認されないことから、火災に起因した樹木の腐朽が原因と判断できる。

3. 使用データならびに現地調査

使用した衛星画像一覧を表-2に示す。IKONOS(パンシャープン)および他一部のデータは radiance 変換を適切に実現できなかったため、ほぼ同時期の画像を用いてヒストグラムマッチングにより補正した後、NDVI を計算した。現地調査は被災直後よりこれまでに計10回実施し、LAI は LAI2000 法によって求めた。

4. 対象地域の経年変化

(1)NDVI の変化に見る衛星画像監視の可能性

図-2は NDVI の推移である。被災地北面は11月30日の撮影時刻では日陰となり極端な低 NDVI となっている。地点①②⑨⑬における2004年4月15日の NDVI 増分は下草の緑被によりものである。この段階で一部植林地地点を除き樹木の萌芽は確認されていない。樹幹火ならびに地表火については上空からの監視は困難であり、また再生プロセスの初期では下草の萌芽が卓越することから、樹木の生長プロセスを精度良くモニタリングすることは困難であった。ただし、根系の腐朽に関しては焼失時期が判ればよく、樹冠火においては十分に対応可能と考えられる。ただし、一部樹幹火の調査地点で発災から遅れて樹冠まで腐朽・倒木した地点もあるため、この時間差を考慮することが課題として挙げられる。

(2)NDVI-LAI 関係に見る衛星画像監視の可能性

図-3は発災前後の NDVI-LAI 関係の推移を示したものである。LAI は衛星画像撮影時に最も近い調査結果を使用している。同図中実線で示される地点①および地点②における推移から考察する。山火事発生後は LAI, NDVI ともに極端に低下することがわかる。一方、再生プロセスにおいては下草が活力を増すことで NDVI が上昇を示すものの、胸高より高い樹種は枯損していることから LAI に反映されていない。このため、既往の研究における関係式と異なった傾向を示した。

5. おわりに

元々アカマツ林であった被災地の再生プロセスにおける NDVI-LAI 関係は、発災前、発災直後の同関係とは異なる結果となった。再生プロセスにおいて、実際には下草や優先種の萌芽に伴う一定度の緑被しか見られない(低 LAI)山腹であっても、NDVIはアカマツが卓越している山林と遜色ない値を示すことで誤差が生じた。したがって、根系の腐朽により危険となる発災後5年から10年目の緑被あるいは根系の状態を面的に知る上では、一時期の NDVI だけでは不十分であると判断できる。この対応には、幼木と成木を見極める方法などとの併用が必要と考えられる。

表-2 使用した衛星画像

センサー(入手先)	撮影日
LANDSAT-5 TM(HEOC)	1998年6月18日
LANDSAT-5 TM(HEOC)	2000年11月30日
IKONOS(JSI)	2001年9月16日
LANDSAT-7 ETM+(広島)	2002年5月20日
LANDSAT-5 TM(中国)	2004年4月15日
IKONOS(JSI)	2004年11月20日

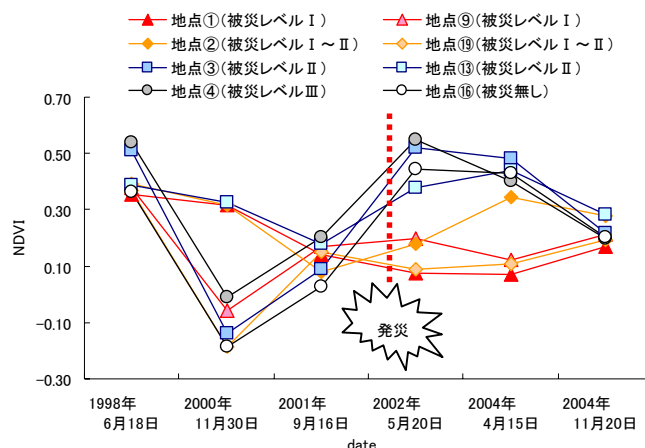


図-2 NDVI の推移

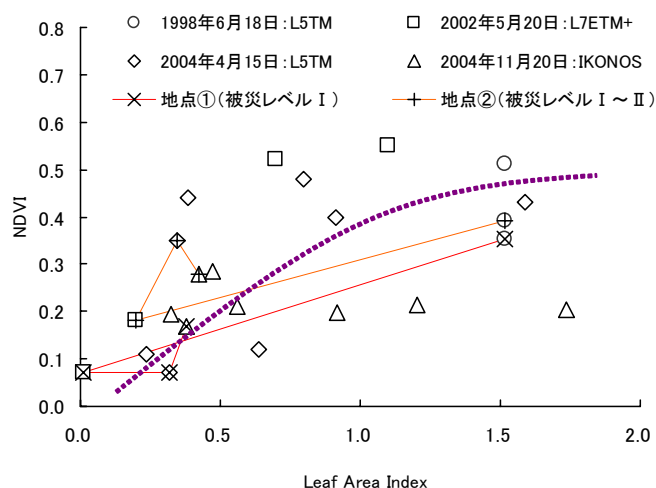


図-3 LAI-NDVI 関係(破線は塚本による関係式)
(LAI は衛星画像撮影時に最も近い調査結果を使用)

謝辞 本研究の遂行にあたっては、(株)JSI の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 阿部和時：原位置一面せん断試験によるスギ根系の斜面崩壊防止機能の研究，日本緑化工学会誌，Vol.22, No.2, pp.95-108, 1996.
- 2) 塚本靖之，若原雄一郎，河邑眞，辻子裕二，辻野和彦：衛星画像による岐阜林野火災後の森林再生モニタリング，土木学会年次学術講演会講演概要集，第4部，Vol. 58, pp.521-522, 2003.