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

福井工業高等専門学校専攻科　学生員　○塚本　靖之
大日コンサルタント（株）　若原雄一朗
豊橋技術科学大学　正会員　河邑　眞
福井工業高等専門学校　正会員　辻子　裕二
福井工業高等専門学校　正会員　辻野　和彦

1．研究概要

2002 年 4 月 5 日午後，岐阜県岐阜市芥見 4 丁目から同各務原市須衛町 1 丁目にかけて（権現山）林野火災が発生した．火災は異常乾燥と折からの強風に煽られて非常に速い勢いで燃え広がり，隣接の各務原市まで含め大規模な被害をもたらした．筆者らは既に衛星画像の利用を想定した焼失程度の設定を行い，その程度に応じた被災図を作成している[1)]．また，衛星画像より得られる NDVI や温度，後方散乱係数と植物の葉の面積に関する指数 LAI（Leaf Area Index）との関係も求めている[2)]．本論では，論文 2）の調査結果に 8 点分の調査結果を加えた成果より，衛星画像を用いた森林再生過程のモニタリングに必要な基礎的知見を整理する．

2．焼失程度（被災レベル）の設定

本研究で設定した被災レベルは以下のようである．現地調査ではこの 3 分類に加えて健全な樹木も測定した．

被災レベルⅠ（激：樹冠火）	被災レベルⅡ（中：樹幹火）	被災レベルⅢ（微：地表火）
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	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

図 1　被災レベルの設定

3．被災図と現地調査地点

図 2 は Landsat-7/ETM+（2002 年 5 月 20 日）を用いて作成した被災図である．図中の背景は被災後の NDVI 図である．また，図中の○は現地調査を実施した地点である．被災図の作成にあたっては ISODATA クラスタングを初期クラスタ数 30 で適用した．しかし，被災レベルⅢの領域の抽出はできなかった．なお，空中写真から判読された被災域と解析によって検出された被災域との重複率は 92.4%であった．因果関係は明らかになっていないが，被災レベル I の領域は被災前の NDVI が相対的に低い領域に一致した．

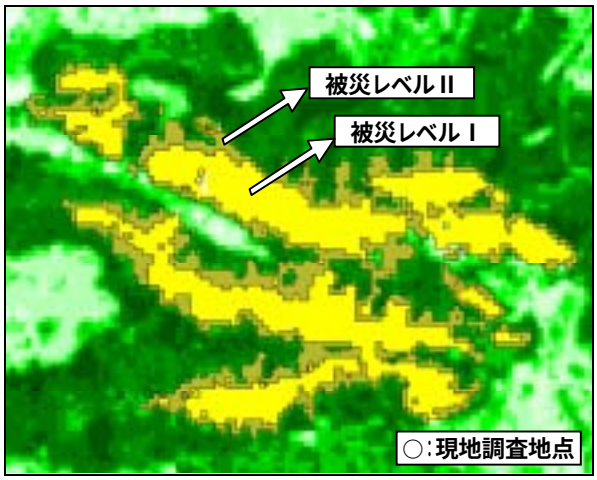

図 2　岐阜林野火災被災図
（岐阜市芥見権現山）

4．現地調査結果

図 3 は現地調査地点における LAI と NDVI との関係を示したものである．■，▲，●および◆はそれぞれ被災レベル I，II，III および被災なしの現地調査地点であり，白抜きは各被災レベルの平均値である．平均値に着目すると NDVI の上昇に従い LAI が指数関数的に上昇することを見出すことができる．これは両者の物理的背景からみても整合性の高い結果である．図中①は健全な樹木と被災レベル III との NDVI の差分を示しているが，

キーワード　林野火災，NDVI，放射温度，LAI，森林再生
連絡先　〒916-8507 福井県鯖江市下司町　福井工業高等専門学校　TEL 0778－62－8302

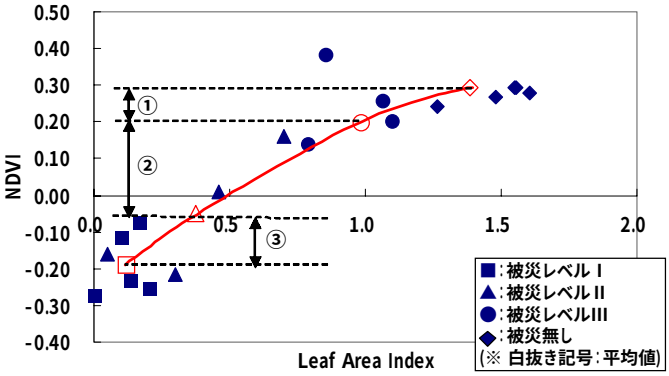

図 3　LAI - NDVI の関係

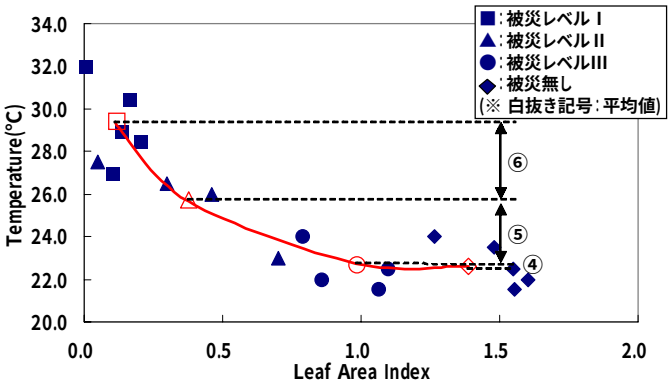

図 4　LAI - 温度の関係

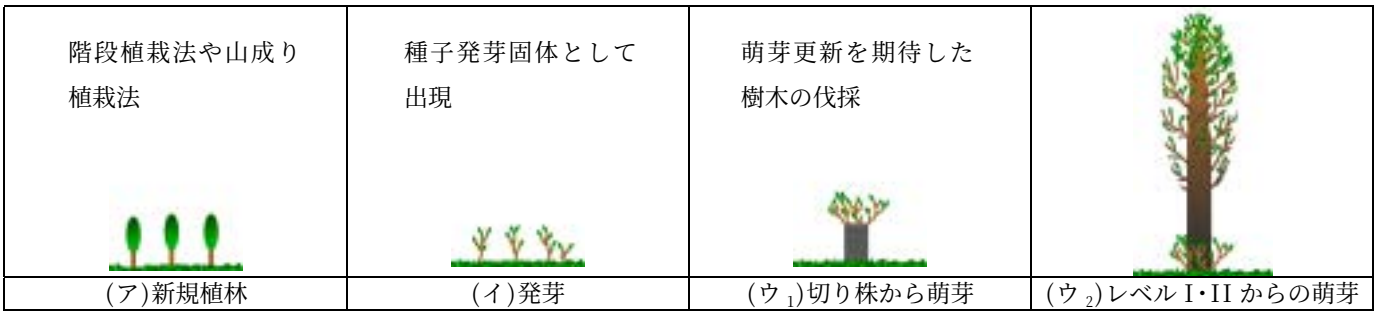

図 5　森林再生の例

地表火によって下草が燃焼したことに起因する差分（約 0.09）と考えられる．同様に②は葉層の下層部分の焼失および樹幹が焼け焦げたことによる差分（約 0.25），③は葉層の上層部分の焼失による差分（約 0.14）と考えられる．図 4 は現地調査地点における LAI とバンド 6 から計算される放射温度との関係を示したものである．傾向は図 3 と比べて正負が異なるだけで同様の関係が確認できる．ただし，被災レベル III と被災なしの地点はほぼ同じ温度となっている．これは気温低下を支配する葉着の状態は両者間で差が小さく，下草が蒸発散に大きくは寄与していないことを示すと考えられる．以上より，各被災レベルの分離（分類）を行うにあたっては NDVI が適当であり，①によって下草のみの生長を，②によって樹冠および樹幹の再生を，③によって樹冠のみの再生を評価することが可能と判断できる．なお，衛星通過時の岐阜市の気温は約 21℃であった．

5．衛星画像からの森林再生モニタリングに関する考察

森林の再生として，図 5（ア）新規植林（植栽），（イ）発芽，（ウ）萌芽の 3 形態を挙げることができる．（ア）は被災地の皆伐による階段植栽が代表的であり，既に被災地の一部ではボランティア活動によって実施されている．（イ）は種子発芽固体として新規に出現する場合である．（ウ）には切り株からの萌芽や焼け焦げた立ち木の地際からの萌芽がある．その他（エ）既存の芽から再度葉層を増す場合などがある．図 3 より樹木のどの部分の変化（被災＝減少，再生＝増加）が NDVI にどの程度の変化を与えるかが示されたことから，各再生形態の樹木生長プロセスを考慮することで衛星画像からの森林再生モニタリングが可能となると考えられる．

最後に衛星画像による継続的な森林再生モニタリングを考える場合の問題点（課題）をまとめる．

(1) 上記森林再生のプロセスは，その他（エ）を除き被災の進行プロセスに対して可逆的ではないことから，「被災レベル」を「再生レベル」に読み替える際に工夫が必要である．

(2) （ウ）の形態では立ち木が存在した状態で生長する場合があるが，立ち木は黒く焦げているため相対的に NDVI が低く計算されてしまう可能性がある．

＜謝辞＞本研究の遂行にあたり，岐阜県ふるさと地理情報センターならびに岐阜県森林文化アカデミー竹島講師らから多大な支援を得た．ここに記して謝意を表する．

＜参考文献＞

1) 若原雄一朗，河邑眞，辻子裕二，辻野和彦 ：ETM+による岐阜林野火災の被災状況の把握，日本写真測量学会秋季学術講演会論文集, pp.27-30, 2002.

2) 塚本靖之，河邑眞，辻子裕二，辻野和彦，若原雄一朗 ：岐阜林野火災における被災レベルと衛星データから得られる諸指標との関係，土木学会中部支部平成 14 年度研究発表会講演概要集, pp.409-410, 2002.