

## Terra/MODIS データを利用した岐阜県の森林の開葉日のモニタリング Monitoring leaf-out day of forests in Gifu, Japan using Terra/MODIS data

粟屋 善雄<sup>1\*</sup>, 永谷 泉<sup>2</sup>

Yoshio Awaya<sup>1\*</sup>, Izumi Nagatani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学流域圏科学研究センター, <sup>2</sup> 日本船用エレクトロニクス

<sup>1</sup>River Basin Research Center, Gifu University, <sup>2</sup>Nippon Hakuyo Electronics, Ltd.

今日、大気中の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度の急激な上昇が地球温暖化を引き起こすとされ、気候変動が生態系に及ぼす影響を解明することが求められている。湿潤な温帯では植物は気温によって生育状況が左右される。気温が高い春から秋までは光合成を行う生育期間であり、気温の低い冬期は光合成を行わない休眠期である。このため、気温の上昇により生育期間が長くなると予想される。一年を通じて光合成が可能になると落葉植生にとっては、生育適地が移動することを意味する。温暖化の影響を評価する視点から、植物のフェノロジーのモニタリングは重要と考えられるが、地上で広域の森林のフェノロジーを観測することは難しい。

Terra と Aqua 衛星に搭載されている MODIS センサは、地上分解能は粗いものの広域を毎日観測している。MODIS は植生解析に有効とされる赤と近赤外の波長を 250m 分解能 (直下) で観測しており、反射係数に変換後、幾何補正されたデータが公開されている。日本は湿潤で雲が頻繁に発生するエリアに位置するため、MODIS データは雲に阻まれて地上を観測できない日が多い。このため、MODIS では 8 日間や 32 日間のデータをモザイクしてクラウドフリー画像を作成している。このようなデータを利用して、正規化植生指数 (NDVI) を計算して平滑化処理を施した後に、カーブフィッティングによってフェノロジーを解析する研究例がある。しかし、平滑化処理とカーブフィッティングは NDVI の値を変化させてしまうため、解析結果の精度が下がることも懸念される。

そこで、本研究では森林の開葉期の NDVI の経時変化を直線でモデル化し、毎日の MODIS-NDVI データに当てはめて、森林の開葉日を推定することを試みた。処理過程は次の通りである。1) 数年間の MODIS データを利用して、元旦からの通算日 (DOY) に基づいて 3 日間の移動最大値を求め、さらに 7 日間の移動中央値を求める。2) 開葉期間について DOY を独立変数、NDVI 値を従属変数として、両者の関係を示す 1 次式を求める。3) 秋の落葉期の NDVI を探索し、開葉を示す NDVI の閾値を定める。4) 回帰式と閾値を組み合わせて、各画素について、毎年の毎日の NDVI から開葉日を推定する。

この方法の利点は、1) 開葉日を画素ごとに日単位で判定できること、2) 平滑化やカーブフィッティングが無い場合、NDVI 値の日変化の特徴を損なわずに解析できること、3) 1 画素に森林タイプが混在する割合が変わっても、同じアルゴリズムを適用できること、などである。一方、雲のように NDVI を低下させるノイズの影響を排除できるが、大気補正のエラーによって NDVI が過大になる場合は、ノイズの影響を排除できない。

この方法によって 2000~2012 年までの MODIS データを解析した結果、季節変化の大きい多雪地帯の落葉林では適切に開葉日を推定できることが分かった。これに対して、季節変化の小さい常緑林では一次式を推定する時の決定係数が小さく、モデルの信頼性が低くて開葉日を推定できない画素が多かった。常緑林では推定できた画素でも、年々変動が大きく現れ、オリジナルデータ中の大気補正に起因するノイズが影響していることが危惧された。また、森林や市街地、農地などが混在する画素でも開葉日の推定が困難だった。落葉林では開葉日の年々変動をマッピングできると判断したが、解析期間が短いため、温暖化の影響を検証するには至っていない。

本研究は農林水産省プロジェクト「地球温暖化が森林及び林業分野に与える影響評価と適応技術の開発」で実施し、MODIS データの処理には、農林水産研究情報総合センターにご協力頂いた。

キーワード: フェノロジー, 開葉日, MODIS, 正規化植生指数

Keywords: phenology, leaf-out day, MODIS, NDVI