

研究主論文抄録

論文題目 温暖湿潤気候高植被率地域を対象とした土壌水理特性の推定と地質工学的応用  
に関する地植物学的リモートセンシング研究  
(Development of Geobotanical Remote Sensing Methods for Estimating Soil  
Hydrologic Properties in Humid Warm-Temperate Forest Areas)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学専攻 生命環境科学講座  
(主任指導 小池克明教授)

論文提出者 小出 馨  
(by Kaoru Koide)

主論文要旨

本研究は、地下構造物などのサイト選定、設計・建設及び安全評価に必要とされる地下水流動に関する情報をリモートセンシング技術により広域的に取得する手法の開発を目的とする。この目的に向け、従来困難と考えられてきた温暖湿潤気候下の高植被率地域（森林地域）において、衛星リモートセンシングデータのマルチスペクトル情報から表層の地中水賦存状態や地盤の安定性に起因する植生状態差の抽出手法を考案した。

乾燥地域の場合、植生への水分供給の大部分が地下水に依存するため、当該地域の植生分布は直接的に表層の地中水賦存状態を示しているといえる。これが乾燥地域におけるオアシス調査などでリモートセンシング技術が幅広く利用されている理由である。一方、わが国のような温暖湿潤気候下では、豊富な降水量により、地下水流出や高地下水位による植生状態への効果が顕在化しづらく、植生の種類や状態から表層の地中水賦存状態を推定することが困難であると考えられてきた。

この課題を解決するため、本研究では以下の二つの作業仮説を設定した。

- ① 夏季に発生する早魃などによる植生への影響（水ストレス）は、地下水流出域や高地下水位地区において軽微である。
- ② 二つの地区の植生影響因子状態が同一である場合、両地区の植生は類似した状態となる。前者が真とすれば、木本類の場合、単一年の成長差異が僅かであっても、長い成長期間中でその差異が累積されるため、地下水流出域や高地下水位地区における樹木の成長量は他の場所に比べ良好な値を示すと期待できる。一方、後者が真とすれば、地下水以外の植生影響因子状態が同一であるにも関わらず、植生状態に差異が認められる場合、その原因は表層の地中水賦存状態の差異と考えることができる。したがって、地下水以外の主要植生影響因子状態が同一になるように対象範囲を領域区分し、領域毎に植生状態を評価すれば、地下水流出や高地下水位の効果により成長量の高い森林部分を高植生指標地点として

抽出することが可能と考えられる。

上記の考えに基づき、森林地域における地下水流出域及び高地下水位地区の抽出方法を検討するため、岐阜県東濃地域に研究対象地区（約 5km 四方）を設定した。最初に研究対象地区の自然地理学的特性（地形特性、表層地質・土壌、植生の種類）を抽出するため、デジタル標高データ（DEM）及びデジタル地質図（DGM）を作成した。植生の種類に関しては、既存林相図の精度が解析に用いる衛星データ（SPOT HRV）の空間分解能（20m）に及ばないため、樹種間の植生フェノロジーの変化に着目した多時期衛星データによる林相区分解析により林相図を作成した。また、植生状態をより適切に把握するため、高植生率箇所において飽和傾向が指摘されている植生指標 NDVI の問題点解決と水ストレスに対する感度向上を目的にして、新規に植生指標（AgNDVI）を考案した。

高植生指標地点の抽出にあたり、地形特性（標高、斜面傾斜・方位）と林相（常緑針葉樹林、落葉広葉樹林、針広混交林）に基づき、研究対象地区を領域区分した。抽出の閾値は、各領域における AgNDVI 値の統計量とヒストグラムの形状に基づき、平均値+1.0 $\sigma$ とした。抽出した高植生指標地点は、地形学的・地質学的に地下水流出が発生し易い斜面の傾斜変換点や地層境界付近に多く分布していることが DEM・DGM 解析で示された。また、森林計測データに基づくアカマツ林の生育状況の対比により、高植生指標地点の林分の成長量や葉の容積が他の場所に比べ大きいことが明らかとなった。さらに、水文調査結果（湧水点調査、地下水位・土壌水分観測）との対比により、湧水点の近傍に高植生指標地点が分布していること、高植生指標地点では斜面上部においても地表下 1 m 付近まで地下水の毛管現象や宙水によって植生が利用可能な水分が供給されていることが明らかとなった。

本手法の応用として、日本の代表的な地すべり地域（秋田県八幡平地域）を対象に、地すべりの構造や運動に起因すると考えられる高・低植生指標地点を抽出した。その結果、高植生指標地点は滑落崖直下の移動体主部、地すべり末端外縁部などの地下水流出が期待でき、比較的安定な部分に分布している。一方、低植生指標地点は滑落崖外縁部、移動体主部の側方境界、移動体押し出し部などに分布しており、斜面移動や土砂が崩落し易い箇所など、不安定斜面上に位置していると考えられる。さらに、低植生指標地点が密集している地すべり地が、解析に用いた衛星データ観測日の 4 年後に再活動したことから、低植生指標地点は不安定斜面の指標となり得る可能性がある。

以上の結果より、本研究で考案した植生指標及びそれに基づく植生異常地点抽出方法は、地下水流出域や高地下水位地区の推定、斜面の安定性評価に有効な手段と考えられ、大深度利用分野の地質環境調査のみならず、水資源開発や防災分野にも広く応用できると結論づけられる。