

衛星画像を用いた水源林簡易評価手法の提案

岐阜大学 正会員 ○児島 利治 岐阜大学 非会員 Edwina Zainal
 岐阜大学 正会員 大橋 慶介 岐阜大学 正会員 篠田 成郎

1. はじめに

2003 年に高知県で森林環境税が導入されて以来、各県において森林環境税、水源税の導入が進んでいる。森林環境税を財源として森林の保全を行う際に、どのような地域を保安林、水源林として設定すればよいかが問題となってきた。水源涵養機能が高い森林を水源林として保護すべきか、または現状では低い森林を良好な森林とするべく保護すべきかについては議論の必要があるが、それらの評価のためには各々の森林の水源涵養機能を定量的に評価する手法が必要である。水源涵養機能とは、洪水流量（直接流出量）を減少させ、無降雨時の河川流量（基底流量）を増加させる機能であるが、これらの機能は遮断、浸透、中間流出、表面流出、蒸発散等の様々な水文過程の相互作用によって形成されるため、一部の森林観測情報のみで簡易に広範囲の森林を評価することは非常に困難である。降水量、流出量を観測している集水域のみが定量的に評価可能であるが、大部分の集水域に適用することは困難である。本研究では、水文観測データと衛星画像を利用して、簡易的な水源涵養機能の評価手法の提案を目的とする。

2. 対象地域の概要と衛星画像の解析

岐阜県中津川市福岡地区（旧福岡町）、ニッ森東斜面のガマン沢集水域を解析対象とする。本集水域では、ガマン沢下流（GS; 3.2km²）、ガマン沢上流（GU; 0.6km²）、森ヶ洞（MR; 0.5km²）の3つの集水域において量水堰による流量観測と雨量観測が実施されている¹⁾。集水域の地質は濃飛流紋岩、樹種構成はスギ 4.3%、ヒノキ 67.0%、アカマツ 4.5%、その他の針葉樹 4.3%、広葉樹 19.9%である。本集水域では解析対象期間初期に間伐施業が実施された以降、伐採は行われていない。森林の経年変化を確認するために1984年～2010年に撮影されたLandsat/MSS, Landsat/TM, Terra/ASTER VNIR画像を用いて対象域のNDVIの経年変化を評価した。図1に示すように各集水域において、森林の成長に伴いNDVIが増加していることが分かった。

3. 水源涵養機能の評価

a) 水文量の経年変化

対象集水域は冬季に積雪があり雨量計による観測に大きな誤差が生じる。そこで6月～11月の降雨量と流出量を用いて対象地域の降雨流出量の評価を行った。流出ハイドログラフから各イベントで直接流出成分を分

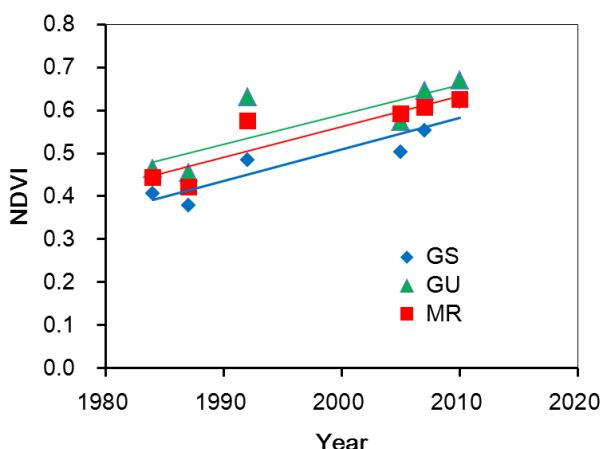


図1 対象地域のNDVIの経年変化

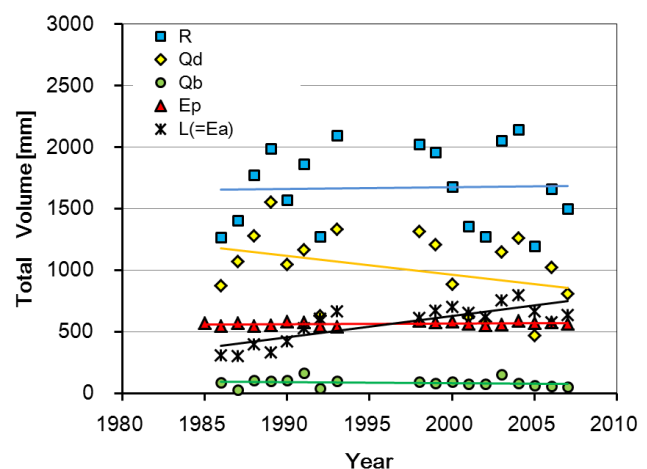


図2 GS集水域の短期水収支の年変動

キーワード 水源涵養機能, 洪水抑制機能, 渇水抑制機能, GIS, NDVI, 可能蒸発散量

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1 岐阜大学流域圏科学研究センター TEL 058-297-2070

離し、各年の6月～11月の総直接流出高 (Q_d) を算出した。基底流出高 (Q_b) は総流出高と総直接流出高との差より求めた。ティーセン分割により各集水域の平均雨量を算出し各年の総降雨量 (R) を算出した。また、対象地域に最も近い気象観測点 (黒川) の気温データよりハモン式により可能蒸発散量 (E_p) を算出した。また、短期水収支法では、総降雨量と総流出高の差 (L) が実蒸発散量 (E_a) となる。図2にGSにおける短期水収支の解析結果を示す。森林の成長に伴い Q_b はほぼ一定であるが、 Q_d が大きく減少傾向にあることが分かる。また、森林の成長に伴い E_a は増加傾向にあるが、気温に依存する E_p はほぼ一定であることが分かった。

b) 短期水収支法による実蒸発散量の評価

ハモン式は簡易な手法で E_p を算出できるが E_a とは差が生じる。この差の補正に蒸発散量補正係数 (f_{Et}) が用いられる。

$$E_a = f_{Et} E_p \quad (1)$$

本研究では、 f_{Et} は森林の増加に伴って変化すると仮定し、NDVI との対応関係の評価した。図3のように良好な相関が得られ、以下のような推定式が得られた。

$$f_{Et} = 0.110 + 1.65 \text{NDVI} \quad (2)$$

c) 直接流出量 (洪水抑制機能) の評価

流出量は降雨量に比例するため、流出高を総降雨量で除した流出係数で評価する。直接流出係数 ($f_{Qd} = Q_d/R$) と NDVI を比較すると、図4のように負の相関が得られた。

$$f_{Qd} = 0.926 - 0.744 \text{NDVI} \quad (3)$$

洪水抑制機能は、森林の量だけではなく地形の影響も大きいと考えられる。集水域の平均斜面勾配 (i ; degree) を用いて、重回帰分析により以下の式を得た。相関係数 $R^2=0.388$ と、NDVI だけの式(3)よりも精度が向上した。

$$f_{Qd} = 0.809 - 0.805 \text{NDVI} + 0.00551 \quad (4)$$

低い f_{Qd} を示す領域が高い洪水抑制機能を持つ領域である。

d) 基底流出量 (渇水抑制機能) の評価

本研究の解析データでは、基底流出高は NDVI や地形データとの関係性を見いだせなかったため、他の評価指標より算出する方法を採用する。総基底流出高は総降雨量から総直接流出高、実蒸発散量を除いたものであるため、基底流出係数 (f_{Qb}) は以下の式を用いて評価することができる。

$$f_{Qb} = 1 - f_{Qd}(\text{NDVI}, i) - f_{Et}(\text{NDVI}) E_p / R$$

ここで、 R はある時点での降雨量、 E_p は可能蒸発散量である。高い f_{Qb} を示す領域が、高い渇水抑制機能を持つ領域と評価できる。

7. おわりに

本研究では、水源林の選定に寄与することを目的として、衛星画像や GIS を用いて森林の水源涵養機能を評価する簡易的な手法の検討を行った。本研究の成果はあくまで目安程度の指標の提案であるが、水源林の指定にほとんど根拠が無い現状においては、非常に有益な知見であると考えられる。本研究では濃飛流紋岩で構成された集水域での観測データを用いた実施した。地質の違いは、水源涵養機能に大きく影響する要素の一つと考えられる。今後は異なる地質で構成された流域での観測データを用いた解析が重要である。

参考文献

- 1) 岐阜県：水土保持機能強化総合モデル事業(森林理水機能調査)木曽川地区 事業効果と効果調査, 20p., 2004.

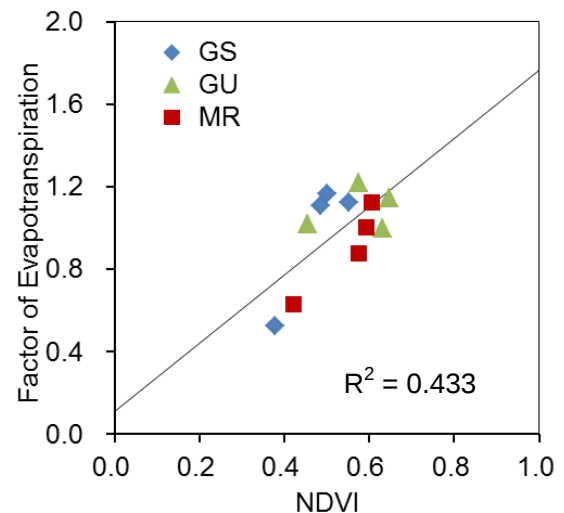


図3 NDVI と蒸発散係数の関係

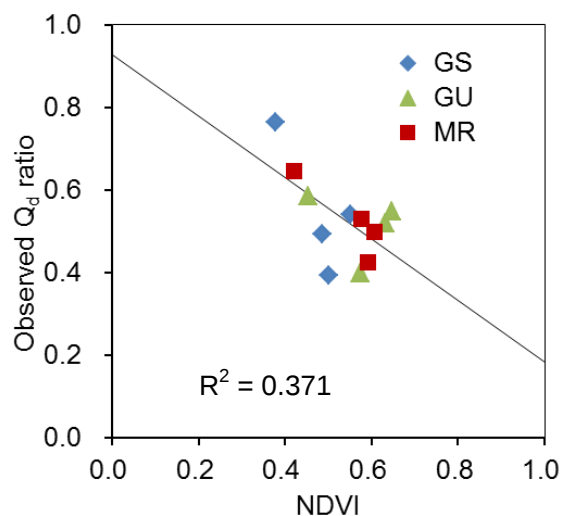


図4 NDVI と直接流出係数の関係