山地小流域における NDVI と日貯留量の関係

東北大学大学院　学生会員　横尾善之
上　　智　正会員　古沢芳徳
東北大学大学院　フェロー　沢本正樹
東北大学大学院　正会員　風間　聡

1. はじめに

近年，森林の水資源涵養機能が注目され，日本各地で植林が行われている．その際，落葉樹の方が常緑樹よりも水資源涵養機能が高いのではないかという考えのもとに，落葉樹の植樹が推奨されている．しかし，現状では樹種の違いが河川流出量や流域貯留量に与える影響についての定量的知見は十分ではない．そこで本研究は，水文データと現地観測結果をもとに，落葉樹域と常緑樹域の流出形態の違いに関する知見を得ることを目的とする．本報は，日本国内の5流域において両者の違いを検討した結果を報告する．

2. 解析対象流域

解析の対象流域は，茨城県内の水沼ダムおよび花貫ダム，宮城県内の大倉ダム，南川ダム，および樽水ダムの合計5流域である．各ダムの位置および諸元を図-1 に示す．

ダム名	流域面積(km²)	勾配
水沼	37.0	0.087
花貫	44.0	0.062
大倉	88.5	0.075
南川	22.5	0.101
樽水	9.7	0.055

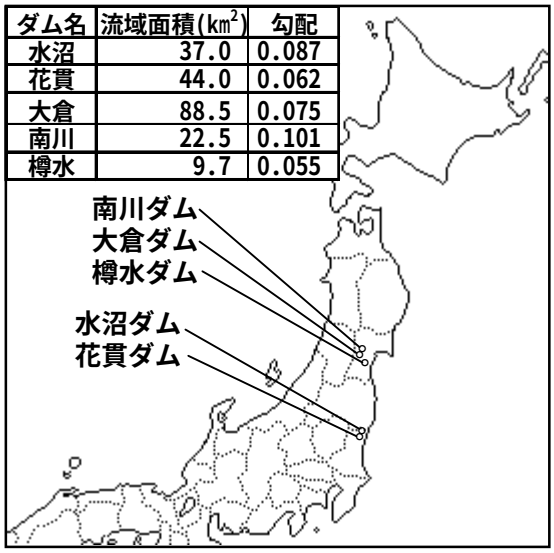

図-1　解析対象流域

2.1 植生指標 NDVI の年変動

NDVI は人工衛星データから求まる緑色植物の活性度を示す指標である． 解析対象の5流域における NDVI の年変動を図-2 に示す．図-2 から，水沼ダムと花貫ダムの NDVI の変動幅が他の3流域よりも小さいため，この2流域は常緑樹林域が占める割合が高いと推測される．よって本研究ではこれ以降，水沼，花貫の両ダム流域を常緑樹林域，残りの3流域を落葉樹林域として扱う．

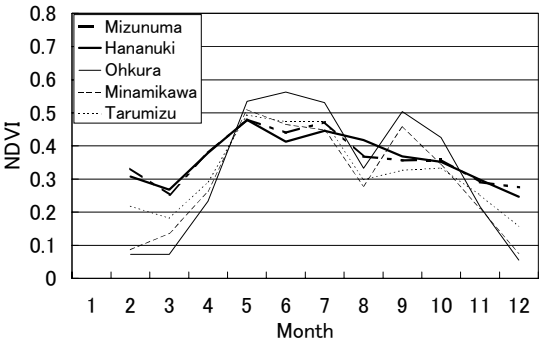

図-2　NDVI の年変動

2.2 現地調査結果

落葉樹林域の代表として大倉ダムを，常緑樹域の代表として水沼ダムおよび花貫ダムを対象として，流域植生の状況，落葉層厚，ならびに表層土壌厚の合計3点に着目した調査を実施した．

NDVI から推測した通り，水沼，花貫の両ダム流域に占める常緑樹域の割合は，大倉ダム流域よりも高かった．落葉層厚は，流域間で顕著な違いは見られなかった．表層土壌は，写真-1 中の箱尺目盛 20cm 付近が示すように，上層の黒色土壌と下層の茶色土層に分けられた．落葉樹林域では黒色土壌層が 50cm 以下であったが，常緑樹林域では黒色土壌層厚が 1m 以上となる場合が多かった．また，森林所有者の植林，維持，管理作業のためか，常緑樹域の土壌は空隙に富んでおり極めて柔らかい状態にあった．

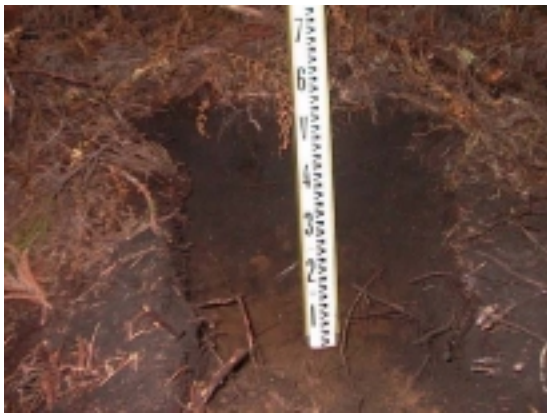

写真-1　表層土壌

キーワード：構成樹種，貯留容量，NDVI
連　絡　先：〒980-8579　仙台市青葉区荒巻字青葉06　東北大学大学院工学研究科土木工学専攻
水環境システム学研究室　TEL：022-217-7515　FAX：022-217-7453

3.　水文量の算定

3.1　使用データセット

解析対象の各ダム流域それぞれについて，平成 8 年から平成 10 年までの日降水量，ダムへの日流入量，日平均気温のデータを収集した．日平均気温は，日蒸発散量の推定に使用した．なお，大倉ダム流域の降水データは流域面積および最大標高差が大きいため，他の流域よりも流域大代表性に乏しい．

3.2　日貯留量ΔS

図-3 に，式（1）から求めた日貯留量ΔS の年変動の一例を示す．式(1)中の日蒸発散量 C･E は Hamon 式より求めた．

$$\Delta S = P - D - C \cdot E \qquad (1)$$

（ΔS：日貯留量 (mm/day)，P：日降水量 (mm/day)，D：日流出量 (mm/day)，C：換算係数，E：蒸発散能 (mm/day)）

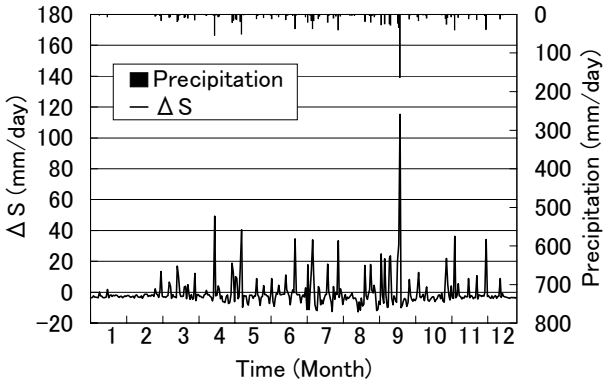

図-3　日貯留量

4.　樹種構成と日貯留量の関係

NDVI から流域の植生状況を示す 1 つの有効なパラメータは夏季の NDVI と冬季の NDVI の差である．夏季の NDVI として NDVI の年間最大値を，冬季の NDVI として 11 月の NDVI を選び，両者の差を NDVI-D とした．この NDVI-D とデータ収集期間の最大日貯留量 ΔS_{max} の関係を示すのが図-4 である．両者には負の相関があり，NDVI-D が小さい常緑樹林の多い流域の方が落葉樹林の多い流域よりも最大日貯留量が大きいことがわかる．同様に，NDVI-D とデータ収集期間の最小日貯留量 ΔS_{min} の関係を図-5 に示す．両者には正の相関があり，NDVI-D の大きい落葉樹林が多く分布する流域の方が，ΔS の最小値が示す貯留量の日減少量が大きくなることが読み取れる．

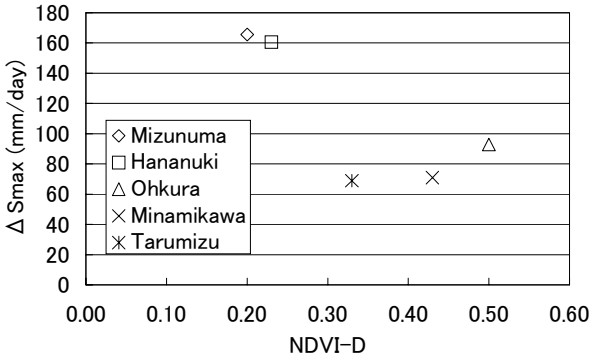

図-4　NDVI-D と最大日貯留量の関係

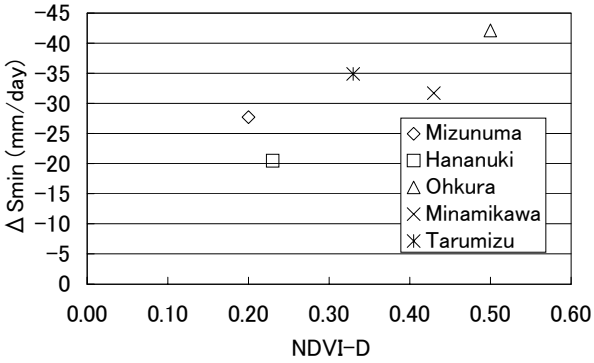

図-5　NDVI と最小日貯留量の関係

5.　まとめ

落葉樹が多く分布する流域と常緑樹が多く分布する流域の日貯留量について検討した結果，流域樹種構成を示す 1 つの指標である NDVI-D と流域の日貯留量の最大値と最小値は，それぞれ負の相関，正の相関があることがわかった．つまり，落葉樹の多く分布する流域の方が，常緑樹の多く分布する流域よりも流出が早い傾向にある．これは，常緑樹域の土壌が多くの空隙を有し，柔らかいという現地調査結果とも合致する結果である．限られた流域での解析結果ではあるが，本解析結果は一般的な考えに反しており，非常に興味深いものである．

謝辞

本研究は，日本学術振興会特別研究員研究奨励金および平成 11 年度科学研究費補助金（特別研究員奨励費）の助成を受けて行われました．ここに感意を表します．また，仙台地方ダム総合建設事務所，宮城県庁河川課，水沼ダム管理事務所，花貫ダム管理事務所，大倉ダム管理事務所，株式会社東京発電茨城事業所，および茨城県庁河川課の皆様から貴重なデータ等を提供して頂いたことに心より御礼申し上げます．

参考文献

1)塚本良則：森林水文学，文永堂出版，1992.　2)朝倉正・関口理郎・新田尚：気象ハンドブック，朝倉書店，1995.
3)土木学会：水理公式集，1999.