

耕作放棄水田の土壤水分判別手法の検討

Investigation of a method for determining soil moisture in abandoned paddies

○石原佳紘*, 吉川夏樹**, 正垣良健*, 宮津進**

Yoshihiro ISHIHARA, Natsuki YOSHIKAWA, Ryouken SYOUGAKI, Susumu MIYAZU

1. はじめに

近年, 中山間地域では農業従事者の減少・高齢化や市町村の過疎化により, 水田を含む農地の耕作放棄が急速に進んでいる。有田ら¹⁾は水田の耕作放棄による土地利用変化のほとんどが不可逆的であり, 一旦耕作放棄をすると容易に復田できないことを示している。今後, 低迷する日本の食料自給率の向上はもとより, 生態系サービスの維持に対しても, 水田の耕作放棄地の拡大がもたらす影響の予測が求められている。

では, 水田の耕作放棄は流域の流出特性にどのような変化をもたらすのか。増本ら²⁾は, 耕作放棄水田と耕作水田を比較し, 干ばつを境に流出率や流出高, ピーク流出高が変化することを明らかにした。また, 太田ら³⁾は, 耕作放棄田を乾湿に分け, 乾燥状態の耕作放棄水田は耕作水田より浸透能が高く, 経過年数とともに浸透能が上昇する傾向を示した。

以上の研究から, 耕作放棄水田の土壤水分状態が河川のピーク流量に影響を与える可能性が示されている。本研究では, 耕作放棄水田の土壤水分が流域の水文過程に与える影響の定量評価に向け, 土壤の水分状態の判別手法の確立を目的とする。

2. 調査内容

2.1 研究概要

調査対象地は, 福井県池田町, 新潟県新発田市および佐渡市である。耕作放棄水田は Google Earth Pro を用いて, 過去と現在の航空写真を比較することによって選定した。耕作放棄水田の乾湿判別のための指標として浸透量と植生分布を把握した。これらのデータを正解値として, 簡便に広域の耕作放棄水田の土壤水分を判別でき, 将来の放棄地の乾湿を推定する手法を検討した。

2.2 浸透量の計測

耕作放棄水田の乾湿判別の手法として, まずはシリンドーインテークレート試験を実施した。この試験は区画内に直径約 26 cm の円筒を打ち込み, 円筒内を水で満たし, 時間経過ごとに浸透量にあたる水位低下量を求める試験である。この試験は植生の種類ごとに実施した。試験時間は一回あたり約 1 時間

を要するうえ, 測定結果は短期的な気象条件に大きく影響される。そのため, 試験は同時期に降雨が数日間観測されていない数日間で行った。

2.3 植生調査

より長期的な土壤水分状態を把握するため, 植生調査を実施した。調査は対象放棄水田において目視により植生を記録した。しかし, この方法では多大な労力と時間を要する事に加え, 同一区画内で異なる植生が混在する場合の記録に困難を抱える。そのため, 小型 UAV による撮影を同時に実施した。撮影した画像を用いてオルソ化し, 踏査による植生の記録と合わせて植生の判別を試みた。

3. 結果と考察

3.1 植生による乾湿判別

本研究では, 植生によって土壤の水分状態を湿潤タイプと乾燥タイプの植生の二種類に判別した。オルソ画像のみを用いた場合, 形状や色味が類似する植物の判別が困難であったが, 踏査結果と合わせて検討することで, より正確な植生の範囲を特定できた。植生調査結果によって, 耕作放棄水田の同一区画内に両タイプの植生が混在することが明らかになったため(図 1, 図 2), 圃場内の土壤の水分状態は均一ではなく, 地下水位の影響を受けて生育に適した植生が出現することが推察された。

3.2 植生と浸透量の関係

新発田の透水試験結果と植生の関係を図 3 に示す。乾燥タイプの植生ではエノコログサの 60 分積算浸透量が最も高い値を示し, セイタカアワダチソウとススキが 35 mm 以上の高い値を示した。一方, 湿潤タイプでは, マコモおよびヨシの 60 分積算浸透量が 0 mm, アキノウナギツカミとミゾソバが 10 mm 以下であり, 乾燥タイプの植生が生育する土壤と比較して小さい値であった。このことから植生による土壤水分量の判別は浸透量と関係をもつことが示された。浸透量を植生に紐付ける利点として短期的な気象条件に影響を受けづらく, 区画内に混在する植生で浸透量を分類できることが挙げられる。しかし, 判別範囲が約 10 ha と狭小であり, 将来放棄される水田の乾湿の判別が困難となる。そのため,

より広域で容易に取得でき、時間的な変化量の小さい指標と土壌水分量の関係を検討した。

4. 土壌の水分状態の判別手法の検討

4.1 地形の状態からみた乾湿判別

地形から判別する指標として水の溜まりやすさを表す地形湿潤指標 (Topographic Wetness Index, 以下, TWI) を使用した。これは、電子標高モデル (DEM) の情報のみから算出できる指標である。本研究で作成した TWI は国土地理院が提供する DEM を用いて、[1] で求めた。

$$TWI = \ln \frac{a}{\tan b} \quad [1]$$

ここに、 a : 上り勾配の寄与面積, b : 傾斜角度 (度) である。

TWI と植生の関係を有意差 5% の t 検定により検証した結果、佐渡では有意差が見られなかった一方、新発田では有意差がみられた。TWI は土壌水分状態を反映する植生のタイプを判別できる可能性が示された。

4.2 衛星データを用いた乾湿判別

衛星データを用いた指標には、共同研究者である Atriyon Julzarika 氏から提供を受けたデータを用いた。Sentinel-1 および Grace の衛星データと教師データである新発田で取得した植生分布ごとの土壌水分状態を用いて、深層学習を経て作成したデータである。そのデータと新発田、佐渡の植生分布の整合性を有意水準 5% のカイ 2 乗検定によって検証した。新発田では両指数に関係が認められ、佐渡では認められなかった。これは深層学習で用いた教師データが新発田の土壌水分のみを反映しており、佐渡の水分状態を十分反映できていないと考えられる。

5. まとめ

本研究では、植生は土壌水分状態を反映することが判明した。しかし、透水試験は時期や降雨に影響するため、土壌水分状態と気象条件の関係の解明が求められる。また、オルソ画像を用いた植生の判別では踏査を兼ねれば判別が可能であるが、判別範囲が狭小であるため広域での判別は困難であることが示された。TWI と衛星データを用いたデータの判別では、植生に基づく土壌水分状態と合致していたが、本研究では解析対象と教師データが少なく、佐渡での関係は認められなかった。今後は、踏査によるさらなる教師データの取得に加えて、今回検証した指標に代わる指標の検証を検討する予定である。



図1 同一区画内に混在する異なる植生タイプ

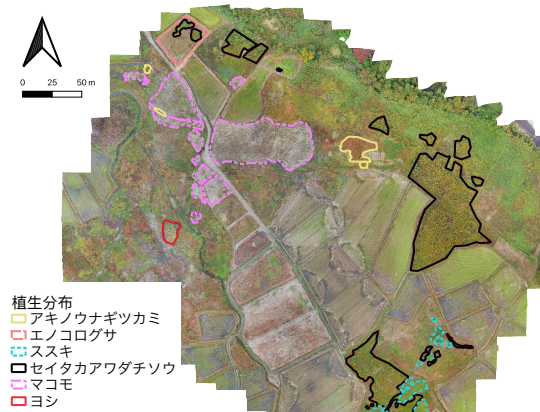


図2 植生分布図 (新発田市の事例)

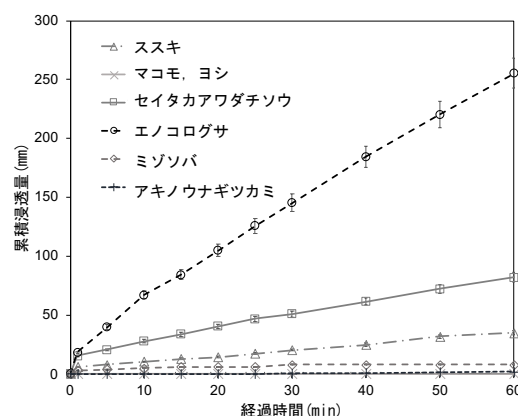


図3 各植生の経過時間ごとの累積浸透量

参考文献

- 1) 有田博之・山本真由美・友正達美, 大黒俊哉 (2003) : 耕作放棄水田の復元コストからみた農地保全対策—新潟県頸城郡大島村を事例として— : 農業土木学会論文集 225, pp381-388
- 2) 増本隆夫, 高木強治, 吉田修一郎, 足立一日出 (1997) : 中山間水田の耕作放棄が流出に与える影響とその評価, 農業土木学会論文集 189, pp.389-398.
- 3) 太田健・谷山一郎・草場敬・森沼憲・荒谷博 (1996) : 耕作放棄棚田における土壌特性の経年変化: 土壌の物理性 73, pp3-10