

## 河川流況変動の階層的クラスタリングを用いた 河川流況と田植え日の変動パターン関連性の検討

### A preliminary study on the relationships between the drought flow and the patterns of shifts in the planting date using hierarchical clustering of the flow variability

○星野裕輝\*, 吉田武郎\*\*, 高田亜沙里\*\*, 丸山篤志\*\*\*, 福田信二\*

○HOSHINO Yuki\*, YOSHIDA Takeo\*\*, TAKADA Asari\*\*, MARUYAMA Atsushi\*\*\*, FUKUDA Shinji\*

#### 1. はじめに

日本では、温暖湿潤な気候を生かし、水稻栽培が盛んに行われてきた。その規模は地域によって様々であるが、水稻は用水を大量に必要とするため、水田の規模に関わらず、安定的な取水が求められる。また、水稻の田植え時期は、国の政策や品種改良、早場米の生産などの影響を受け、全体的に早期化傾向であったが、近年では、極端気象現象等に起因する気温上昇によって、水稻の高温障害が頻発するようになっており、田植え時期の調整（主に、晩期化）や掛け流し灌漑による対策が取られている（友正ら，2009）。いずれの対策も利水に大きく影響を及ぼすことから、全国スケールで河川流況を解析し、営農形態と照合することにより、水資源開発の社会的・技術的背景の理解深化が期待できる。河川流況に関しては、流況の時系列変動のクラスタリングによって地域を類型化し、気象モデリングと統合することで、将来流況を予測した研究（Brunner et al., 2020）があるが、河川流況と水稻の作付け時期の関連性に着目した研究は少ない。そこで本研究では、階層的クラスタリングを用いて全国の河川流況を類型化し、田植え日の変動パターンと河川流況の相対変化量に着目することにより、人間活動の影響を評価することを目的とする。

#### 2. 解析手法

本研究では、1970年と2000年を基準として、解析期間を3つのフェーズに区分した（1951年～1970年：フェーズ1；1971年～2000年：フェーズ2；2001年～2020年：フェーズ3）。各年の田植え日は、作物統計を参照し、都道府県ごとに同一の数値を使用した。田植え日の変動パターンは、各フェーズの初年と最終年の田植え日の差を早期化日数とし、フェーズ間で早期化日数を比較することで都道府県ごとに定義した。解析は、全42地点の流量観測所を対象としている。また、観測所が属する都道府県の田植え日の変動パターンを図1のように定義した。農業取水と河川流況の関係を考慮するために、国営かんがい地区の取水地点の上流にある観測所を中心に選定した。流量データは水文水質データベースと雨量・流量年表データベースを参照した。渇水流量は、フェーズ内の下位10%tile値と定義し、半旬平均渇水流量と月平均渇水流量を算出した。そして、河川流況変動について解析するために、フェーズ $p$  ( $p=2,3$ )における $i$ 月 ( $i=1,2,\dots,12$ )の月平均渇水流量 $M_iQ_p$ と、フェーズ1における $i$ 月の月平均渇水流量 $M_iQ_1$ を用いて、 $(M_iQ_p - M_iQ_1) / M_iQ_1$ により月別相対流況変動量を算出した。そして、月別相対流

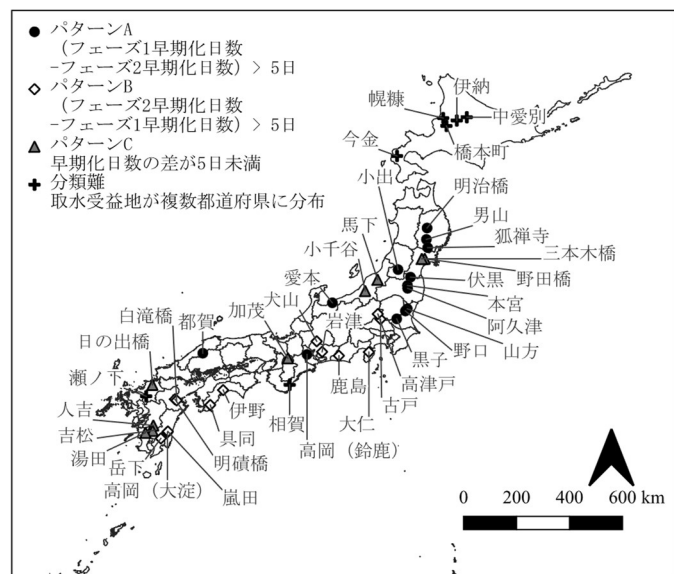


図1 流量観測所分布図（地理院タイルを加工し作成）

Fig. 1 Distribution of gauging stations

況変動と河川流況の関係を考慮するために、国営かんがい地区の取水地点の上流にある観測所を中心に選定した。流量データは水文水質データベースと雨量・流量年表データベースを参照した。渇水流量は、フェーズ内の下位10%tile値と定義し、半旬平均渇水流量と月平均渇水流量を算出した。そして、河川流況変動について解析するために、フェーズ $p$  ( $p=2,3$ )における $i$ 月 ( $i=1,2,\dots,12$ )の月平均渇水流量 $M_iQ_p$ と、フェーズ1における $i$ 月の月平均渇水流量 $M_iQ_1$ を用いて、 $(M_iQ_p - M_iQ_1) / M_iQ_1$ により月別相対流況変動量を算出した。そして、月別相対流

\*東京農工大学大学院農学府, Graduate school of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology \*\*農研機構 農村工学研究部門, National Institute for Rural Engineering, NARO \*\*\*農研機構 農業環境研究部門, Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO

キーワード：流況変動，水資源管理，田植え日

況変動量を対象に、凝集型階層的クラスタリング (Lance et al., 1967) を用いて解析した。凝集型階層的クラスタリングは、各観測所のデータ間の距離を計算し、距離が近いものからクラスタとする操作を、最終的に一つのクラスタになるまで繰り返す解析手法である。なお、本研究では、かんがい期を4月から9月と定義し、相対流況変動量を解析した。

### 3. 結果

フェーズ2のクラスタリング結果のうち、特徴が顕著なもの(図2)では、流量が大きく増加したクラスタ(流況が改善)、減少したクラスタ(流況が悪化)のほか、田植え日の変動パターンAやBに属する観測所が多く属するクラスタが存在した。パターンAクラスタでは、6月に流量が増加、7~8月に流量が減少しており、パターンBクラスタでは、4, 8, 9月の流量増加が顕著であった。北海道の観測所は、5月の流量の増加が共通していた。

フェーズ3のクラスタリング結果(図3)では、フェーズ2と同様に、流況が改善したクラスタと悪化したクラスタが存在し、地域性が確認できる点が特徴的である。例えば、北海道・東北傾向クラスタと九州・東海傾向クラスタがみられ、後者には、かんがい期を通して流量が増加する傾向があった。

### 4. 考察

特にフェーズ2において、田植え日変動パターンに関係したクラスタがみられたことは、本研究における田植え日パターンが、フェーズ1とフェーズ2の値のみを用いて算出されたことによると考えられるが、フェーズ2では、農業形態と河川流量の変動の関連性が、フェーズ3より強かった可能性がある。フェーズ3では観測所の地域性がみられ、例えば、東北地方では北上川や阿武隈川に属する観測所において流況が改善しており、水資源開発の影響だと推察される。また、図1に示したように、東北地方には田植え日変動パターンAに属する観測所が多く、フェーズ1において田植えが早期化し、取水時期も早期化したが、現在においても流況が改善傾向にある地域だといえる。しかし、将来の気候変動に適応するために、新たな用水需要が生じ、水稻の作付け時期が今後も変動するとした場合、適切に水資源を管理し、河川流況変動の要因を総合的に解明することが求められる。

謝辞: 本研究の一部は、環境研究総合推進費(JPMEERF20S11814, 環境再生保全機構)により実施した。

引用文献: Brunner et al. (2020) *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 24, pp.3951-3966 友正ら (2009), *農村工学研究所技報*, 209, pp.131-138 Lance et al. (1967) *Classificatory sorting strategies*, pp.373-380

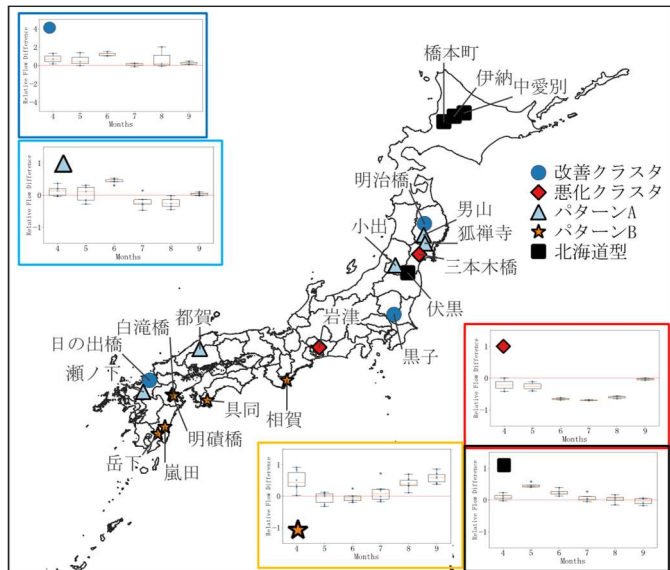


図2 クラスタリング結果 (フェーズ2)

Fig. 2 Result of clustering (phase 2)

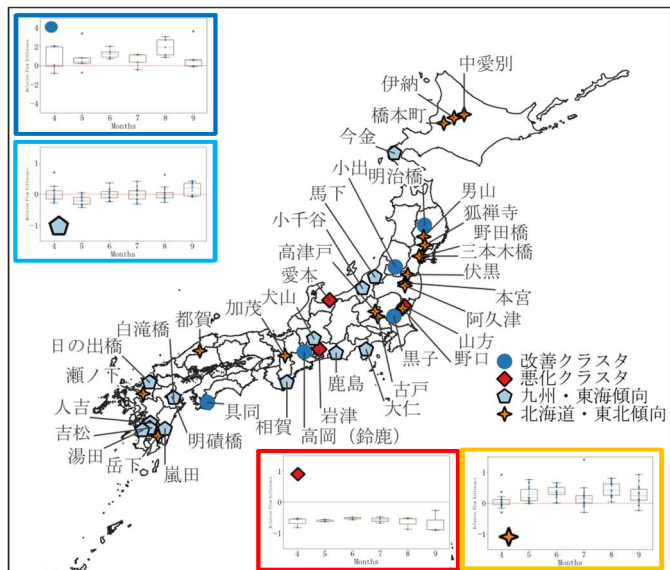


図3 クラスタリング結果 (フェーズ3)

Fig. 3 Result of clustering (phase 3)