

分布型水循環モデルを用いた気候変動が農地水利用へ及ぼす影響予測

Impact Assessment of Climate Change on Agricultural Water Use by a Distributed Hydrological Model

工藤 亮治^{1*}, 増本 隆夫¹, 吉田武郎¹, 堀川直紀¹

Ryoji Kudo^{1*}, Takao Masumoto¹, YOSHIDA Takeo¹, HORIKAWA Naoki¹

¹農研機構 農村工学研究所

¹National Institute for Rural Engineering

1. はじめに

気候変動に伴う農業水利用への影響は、通所水文・水循環モデルを通して影響評価が行われるが、これまで利用されてきたモデルでは集中型流出モデルや水田主体の農地水循環過程の要素を持たないモデルが多用されてきた。そのため、農業用水利用に対する影響評価の高度化にあたっては、その過程を表現できるモデルの開発が重要である。

そこで、本研究では長野県、新潟県にまたがる関川流域を対象とし、流域レベルの農地水利用を考慮した分布型水循環モデルを構築するとともに、気候予測モデル(GCM)による温暖化予測実験結果を開発した分布型水循環モデルに入力し、気候変動が農地水利用に与える具体的影響について検討した。

2. 農地水利用を考慮した分布型水循環モデル

本モデルは基準蒸発散量推定モデル、作付時期・作付面積推定モデル、農地水利用モデル、流出モデルの4つのサブモデルから構成されており、メッシュごとに各種推定結果が得られる。各セルには、森林、天水田、灌漑水田、畑地、水域の各土地利用の面積割合、ならびに、水田体系に応じた灌漑や作付けのパターンを設定しており、期別の作付状況や土壌水分に応じて灌漑水量を推定できる構造となっている。さらにこのモデルの豪雪地帯を有する関川流域での適用にあたり、積雪融雪モデルを組み込んだ。関川流域では流域を1kmメッシュに分割し計算を行うが、1kmメッシュでは取水施設に対して受益地が複数セルにまたがるため、取水後の配水過程をモデル化する必要がある。そこで、日本水土図鑑に登録されている情報(土地改良区の範囲、水利施設の地点、幹線水路の経路)から取水施設と受益面積の関係を決定した。さらに、受益地内での用水配分過程のモデル化を行った。一方、水利権取水量が定まっている日本においては、取水量は受益地の用水需要に応じて変動するのではなく、必要水量を超えた水量分が排水となって河川に還元している。そこで、河川からの取水量は河川流量と灌漑施設容量(水利権取水量)の大小関係で決定し、水田への配水量は受益地内での利用可能水量、各セルの水田必要水量、用水路の配水容量から決定するようにモデル化を行った。また、気候変動がダム管理に及ぼす影響の評価を行うため、ダム管理モデルの開発を行い、分布型水循環モデルに組み込んだ。

3. 解析資料

気候変動シナリオには、東京大学気候システム研究センターなどによって開発されたMIROCによる温暖化予測実験結果(A1Bシナリオ)を採用した。期間は現在値(1981-2000)、近未来(2046-2065)、21世紀末(2081-2100)の3期間である。ただし、温暖化実験による現在気候値

の計算値と気象観測地点の実測気候値の間には大きな差異があることから、影響評価を行う際にはバイアス補正を行った。ここではバイアス補正法として、確率分布を用いた方法を採用し、日降水量、日平均風速、日平均気温、日平均湿度の4要素について補正を行った。この方法は実測気候値、GCM計算気候値のそれぞれに確率分布をあてはめ、両者の分布が一致するように補正を行うことで、平均や分散といった統計量を一致させるものである。確率分布として日降水量と日平均風速にはガンマ分布を、その他の要素には正規分布を用いて補正を行った。また極値の補正効果を高めるため、各月ごとに月最大日降水量を抽出し、極値分布の一つであるGumbel分布をあてはめて極値のみの補正も併用した。将来気候値の補正については、現在の観測値と予測値の間のバイアスが将来も変化しないと仮定し、現在の確率分布をそのまま利用してバイアス補正を行った。

4. 解析結果

バイアス補正を行った温暖化予測実験結果を開発した分布型水循環モデルに入力し、気候変動が灌漑に与える影響について検討した。得られた結果は以下のようなものである。

(1) 将来の気温上昇に伴い、4～5月の融雪流出量が大きく減少した。また降水量の増加により、6月以降の流量に増加傾向がみられた。

(2) 融雪流出量の減少に伴い、代かき期の取水堰からの実取水量が小さくなった。また、実取水量の減少により、代かきの降水への依存性が高まることが予測された。

(3) 平年的な作付面積は現在と将来であまり変化しないが、少雨年における作付面積は現在よりも減少した。これは、少雨年ではモデル上で設定した期間内に代かきが終了せず、作付けが行われないメッシュが多くなったことが理由として考えられる。

(4) 農地水利用を考慮した分布型水循環モデルを用いることで、従来流出モデルでも推定可能な河川流量における影響だけではなく、代かき水量や代かき日数、流域内の主要水利施設における実取水量や水田の作付面積など、農地水利用について各種の具体的な温暖化影響評価が行えることを示した。