

20 世紀の気候変動に伴う農業水需給関係の時空間変動特性

*石郷岡康史・桑形恒男・後藤慎吉・大野宏之・鳥谷均（農業環境技術研究所）

1. はじめに

本研究では、年々変動する気候条件下における農業水需給関係を明らかにすることを目的に、ユーラシア大陸東半分を対象として、灌漑のような農耕地特有の水循環過程を再現可能な大陸スケールの水循環モデルを構築した。このモデルを使用して 20 世紀 100 年間の水循環シミュレーションを行い、算定された利用可能な水資源量と作物生育に必要な給水量（以下、灌漑要水量）の関係から、水資源の逼迫が想定される農業地域を抽出し、その時空間的特徴を調べた。

2. 方法

対象領域は 13480 の小流域と 18422 の河道で表される。このモデルは、小流域の鉛直方向の水収支を計算する「流域流出モデル」と、各々の小流域からの流出量を流路網に従い下流へ流下させる「河道流下モデル」の 2 つで構成される。

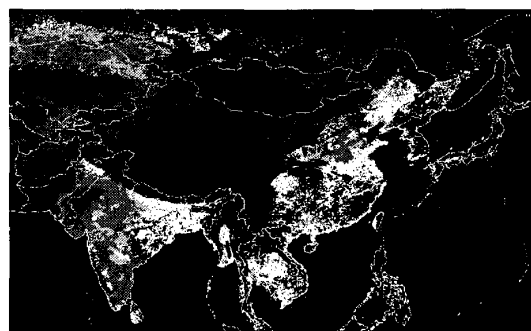
各小流域は、土地被覆の種類によって 9 種類（水体、灌漑水田、灌漑畑地、非灌漑水田、非灌漑畑地、非耕作地、草地、森林、裸地）に分割され、水収支は土地被覆毎に計算される。蒸発・蒸散量は FAO-56 (Allen et al., 1998) の手法に従い、修正 Penman-Monteith 式で算出される基準蒸発散量と作物係数の積で算定される。この手法では、植生フェノロジーに応じて相互変化する 2 つの作物係数を使用することにより、蒸発量と蒸散量を分けて算出できる。作物係数の決定には NDVI 時系列値を使用し、蒸発散量推定にフェノロジーを反映させた。流域の土地利用は USGS 土地被覆図を、NDVI は SPOT-Vegetation を、土壌物理性は FAO 土壌図を元に整備した。モデルに入力する日別気象値は、CRU データセット(1901~2000; 月別値)に Weather Generator を使用して作成した。

水ストレスによる制約を受けていない状態では蒸散量は可能蒸散量に等しいと仮定し、この状態を維持するために自然降水では不足する場合の給水量を「純灌漑要水量」とした。純灌漑要水量は、農耕地における作物生育期間内の可能蒸散量と実蒸散量の差で表される。小流域内の灌漑水田および灌漑畑地における純灌漑要水量は、当該小流域に対応する河道から取水可能な量だけ取水することとした。

3. 結果と考察

各小流域内の農耕地において、生育期間における実蒸散量が可能蒸散量の 80% 未満ある地域を、水資源が不足する農耕地と定義する。30 年間の水文要素の累年平均値から、農耕地を、水需要に対して供給が降水のみで充足、灌漑により充足、不足の 3 つのカテゴリに分類した(図 1)。降水のみでは水供給が不足する地域は、中国華北やインド西部からパ

キスタン、中央アジアに分布しており、流量の比較的多い河川に沿った一部の地域では灌漑により充足が可能である。各カテゴリを水系毎に集計し、面積割合の年次変化を調べた。一例として、黄河水系の集計結果を図 2 に示す。年次変化は非常に大きく、水需給関係が不安定であることが認められた。中国について、水供給が不足する領域の全農耕地面積に対する割合を集計して、その年々変動を統計資料から得た旱魃被災面積割合と比較した(図 3)。両者は概略一致することから、本プロセスにより農耕地水需給関係が妥当に再現できることが確認された。



□ 降水のみで充足 (実蒸散量(降水のみ) \geq 可能蒸散量 $\times 0.8$)
 □ 灌漑により充足 (実蒸散量(灌漑を考慮) \geq 可能蒸散量 $\times 0.8$)
 ■ 不足 (実蒸散量(灌漑を考慮) $<$ 可能蒸散量 $\times 0.8$)

図 1 農耕地の水需給に関する分類結果(1961-1990 年の累年平均値)

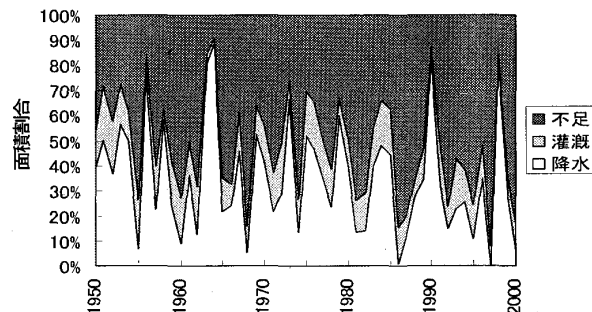


図 2 黄河水系における、農耕地の水供給に関する各分類の面積比率の年次変化

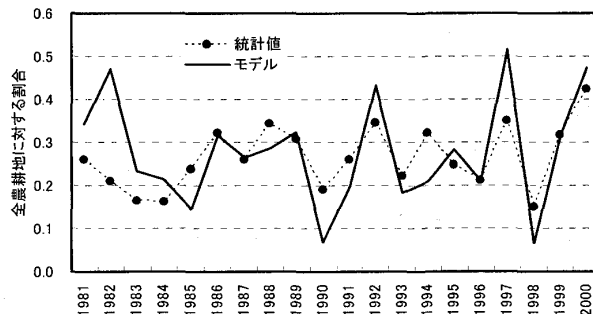


図 3 中国全土の農耕地における、モデルによる水分不足領域割合と、統計資料による旱魃被災面積割合の年次変化