

審査の結果の要旨

氏名 JARANILLA-SANCHEZ, PATRICIA ANN ASICO
サンチェズ パトリシア

アジアモンスーン域は平均的には水環境の豊かな領域であるが、急激な人口増加と経済的発展による水需要の増大化によって、水不足が懸念されている。加えて、モンスーンがもつ大きな変動性に伴う渇水は、脆弱な同地域の水利用の脅威となっている。サンチェズ パトリシア氏は、これらの問題に対処するために、水循環の空間的分布特性と時間的変動特性を表現する水循環モデルを開発、検証し、そのモデルの出力を用いて渇水の程度を表現できる指標を開発し、その有用性を確かめた。また気候変動の渇水への影響評価や、渇水の季節予測可能性を検討するとともに、水循環モデルと農作物モデルや河川水質モデルとを組み合わせ、渇水によって生じる農作物被害や河川水質の悪化を表した。さらに、これらの手法を統合的に用いて、アジアモンスーン地域の4河川について渇水対策の指針を提案している。

同氏は、まず陸面モデルと分布型流出モデルを組み合わせた水・エネルギー収支分布型水循環モデル(WEB-DHM: Water and Energy Budget-based Distributed Hydrological Model)をフィリピンのパンパンガ川流域に適用して、19年間の河川流量の再現性に注目して、モデルの妥当性を検証した。WEB-DHMは、長期の河川流量のみならず、通常は広域観測が困難な土壌水分量、地下水量、蒸発散量を算定できることから、これらのモデル出力を効果的に用いた渇水指標を提案している。この指標は各水文量をその平均値と分散で正規化し、それぞれの水文量の出現頻度をもっともよく表す確率密度関数を定めて、その関数の平均と分散から算定される標準偏差指数(Standard Anomaly Index (SA))である。観測から得られる降水量のSAを気象渇水指標、WEB-DHMから得られる河川流量と地下水位のSAを組み合わせ、水文渇水指標、同じく蒸発散量と土壌水分量のSAを組み合わせ、農業渇水指標としている。さらに同氏はこれらの各指標の流域内の分布や、指標の組み合わせによる渇水の内容やその程度を示す可視化手法を提案している。これらの研究は、水文・水資源学分野の代表的国際誌であるWater Resources Researchへの掲載が決定している。

サンチェズ パトリシア氏は、これらの指標を用いた気候変動の渇水への影響評価も実施している。これは各水文量をガンマ分布関数で近似し、現在気候の再現計算と気候変動予測の出力を用いて各水文量のSAを算出し、その変化を検討している。その結果、パンパンガ川の事例では植物根系土壌層と蒸発散のSAが気候変動によって特に大きく上昇し、気候変動に伴う農業渇水の危険度の増加を指摘している。また同氏は、大気海洋結合モデルと大気大循環モデルを

組み合わせて計算された3カ月季節予報値を用いて、パンパンガ川での渇水予測を試みている。エルニーニョ時に渇水が顕著な同流域にあっては、降水量予測の絶対値では依然として大きな違いがみられるが、河川流量については渇水の強度および渇水傾向が強まるか弱まるかの傾向の予測において多くの事例で妥当な結果を得ている。これは渇水予測の先駆的研究として評価できる。

渇水と農業生産高の関連について、同氏はエルニーニョを表す指標、土壤水分 SA、および農業生産高のトレンドからの偏差の、それぞれの時系列的な関係をパンパンガ川において比較し、エルニーニョ発生時には土壤水分 SA が明確な渇水傾向を示し、同時に農業生産高が低下することを示した。そこで、作物モデルの一つである ORYZA2000 と WEB-DHM とを、植生指数 LAI と土壤水分(水分ストレス)を用いて関連付けて計算することによって、天水田を対象として稲の成長期に水分ストレスが増加すること、水分ストレスが大きいと LAI 成長量が減ることを示している。

同氏は以上の解析から、フィリピンのパンパンガ川の渇水対処方針を提案しており、同様の手法をマレーシア、インドネシア、タイにも適用している。なお、インドネシアでは水質汚染モデルを組み込み、渇水が水質に与える影響も評価している。

以上本研究は、WEB-DHM と SA とを用いて、気象、水文、農業渇水指標を開発し、渇水の内容、強度の時空間分布を表現する手法を開発するとともに、それを基盤として、気候変動が渇水に与える影響の評価、渇水の季節予測の可能性の評価を行った。さらに作物モデルや水質モデルと組み合わせて、渇水によって生じる農作物被害や河川水質の悪化を表し、これらの手法を統合的に用いて、アジアモンスーン地域の4河川について渇水対策の指針を提案した。この科学的、工学的成果は、水資源、農業、生態系などの社会的利益分野にも貢献するところが大きく、科学的、社会的有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。