

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 マヌチパロム チャヤニス

タイはアジアモンスーン域に属し、世界でも有数の農作物輸出国である。熱帯というイメージからは水資源量も多いと思われがちであるが、年降水量は日本よりも概して少なく、しかも5月～10月の南西モンスーンの期間中にそのかなりの分が降ってしまうため、乾季の耕作は灌漑に頼らざるを得ない。そして、その乾季作の作付面積は水資源がどの程度利用可能であるかに依存し、ひいてはそれが乾季作物の収穫量に大きく影響を及ぼす、という風に、水資源問題が食料生産、国としての輸出量に密接に関連しているのである。

本論文は、そうした背景の下、論文提出者の母国であるタイの水資源問題に真っ向から取り組み、よりよい水資源マネジメントのあり方を提言したものである。

筆者は、洪水、干魃、水質汚濁、その他の水問題の中で、発生頻度や影響の深刻さを考えると、渇水がもっとも深刻な問題であることを抽出している。そして、現状の水配分システムが、本来定められた競合セクター間の優先順位に従っておらず、いくつかのセクターにとっては非効率的で非組織的な水配分になっていたことを指摘した上で、優先順位概念による水配分の平等性と効率性を確保しつつ限られた水を分配するルールカーブを新たに作成、提案している。このルールカーブの採用により、様々な深刻度合いの渇水に対して公正で体系的な水配分が可能になるのみならず、経済評価的にも全体として利益が向上することが示されている。

さらに、現状の問題点として、水文気候学的予測の精度が十分ではないため、実際の配分計画に用いられることがほとんどなく、結果として不適切な水資源配分になってしまっている点が指摘された。関連研究によると、非線型的な予測誤差の増大を引き起こす力学的不安定性のため、この地域の特に降水量に関する物理的数値モデルによる予測は難しく、季節予報精度は現在のところ充分ではない。そこで本研究では、エルニーニョ南方振動(ENSO)が当該地域に及ぼす影響を利用して、人工知能ネットワーク(ANN)により、タイの水文気候状況の定量的な長期予測が試みられた。

まず、チェンマイにおける雨量・流量が ENSO 指標のカテゴリーごとにどのような関係になっているかが調べられた。その結果、チェンマイ地点の平年以下、平年以上の雨量並びに流量はそれぞれエルニーニョ並びにラニーニャとそれぞれ関係していることが明らかとなった。エルニーニョ年とラニーニャ年の雨量、

流量の差は ENSO イベント年の 5 月から 6 月頃にピークとなる。それらの差の有意性を Student の t 検定で検討したところ、カテゴリー分析と一致した。また、流量には雨量よりもより有意な差が見られた。これは、良く知られた ENSO と流量との強い相関関係に対応している。また、月雨量と全球海面水温(と SOI) とには 3 年ラグに対しても有意な相関が見出されたため、雨量の長期予測は可能であるとの立場から研究が進められた。

次に、ENSO 指標と降雨量との 1 ヶ月～3 年間のラグ相関が調べられ、可能な予測期間、代表的予測因子、そしてモデル構成が吟味された。その結果を利用して、チェンマイにおける月降水量を 1 年前に予測する様な後方伝播(BP)アルゴリズムを伴う ANN が一年後の月雨量を予測するために導入され、70%以上の有効指数という充分利用可能な誤差で予測できることがわかった。

さらに、多変量解析による月流量の長期予測手法も試され、より洗練された ANN による統計モデルと比較された。結果としては、ANN の方が MR よりも予測精度に関しては優れていて、ANN を用いた場合には、74%の効率と十分な精度で 12 ヶ月先の流量を予測することが可能であることが示された。

最後に、予測結果の現実社会における潜在的な利用可能性に関して議論された。長期間の平均的な気候値ではなく、予測結果を用いて算定した場合に穀物用水量がどの程度異なるか、という面から予測情報の有用性が検討され、平年と大きく雨量が異なる場合には、用水量予測値も大きく異なり、予測情報が重要な役割を果たす可能性があることが示唆された。

現在では、ENSO イベントは約 1 年前に予測可能である。もし ENSO 予測精度が十分に高ければ、水文気候条件はさらに事前に予測可能と期待される。この先導的本研究を除いては、タイにおける長期予測に関する研究はない。本研究によって示された長期予測手法は、現在のタイにおける水資源マネジメントの仕組みを改良できる可能性がある。

これまで、本研究の様な長期の水文予測に ANN が用いられたことはなく、本研究の様に高い精度で 1 年後までの月雨量が予測可能であることが示されたのは極めて画期的である。しかも、そうした高精度予測が得られる場合、水資源マネジメントにどのようにすれば生かすことができるか、という点にまできちんと包括的に取り組んでいる点は、ややもすれば予測計算の精度向上で終わりがちな当該分野の研究としては極めて稀であり、高く評価される。

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。