

深層学習を用いた全球月表面温度による SPI 予測モデルの開発と精度検証

富山県立大学大学院 学生会員 ○善光寺慎悟

富山県立大学 正会員 手計太一

富山県立大学 非会員 榊原一紀

1. 背景

干ばつは社会経済や人間活動に大きな影響を及ぼす。国連食料農業機関(FAO)によると、2005 年から 2015 年の 10 年間に於いて開発途上国の農業は 290 億ドルの被害を被った¹⁾。近年、タイでは 2014 年の大規模な干ばつ等、深刻な水資源不足に直面している。近年、一言ら(2016)の深層学習を利用した河川水位予測手法の開発を筆頭に、気象及び水文分野でも機械学習を用いた研究が行われており、その有用性が確認されている²⁾。本研究では、深層学習を用いて全球月平均表面温度よりタイのプミポンダム上流域における 1～12 か月の SPI 予測モデルを作成し、その精度評価を行った。

2. 対象領域及び使用データ

図-1 に予測対象領域であるタイのプミポンダム上流域(図中赤枠矩形)を示す。

本研究で使用したデータセットは気象庁 55 年長期再解析(JRA-55)プロジェクトにより提供されたものである^{3), 4)}。解析データは 1958 年 1 月から 2017 年 8 月における全球月平均表面温度及び月平均日降水量である。学習期間は 1958 年 1 月～1988 年 12 月、検証期間は 1989 年 1 月～2007 年 12 月、試験期間は 2008 年 1 月～2017 年 8 月である。月平均日降水量[mm/day]は各月の日数を乗して月降水量[mm]として使用した。

3. SPI 予測手法

SPI は式 (1) を用いて算出された。

$$SPI = (X_i - \overline{X_i}) / \sigma_i \quad (1)$$

ここで、 X_i は i 月日の降水量、 $\overline{X_{ik}}$ は i 月の降水量の 60 年間の平均、 σ_i は i 月の降水量の 60 年間の標準偏差である。

本研究で使用した手法は深層学習手法のアルゴリズムの 1 つである畳み込みニューラルネットワークである。畳み込みニューラルネットワークは 3 次元データの処理に優れているアルゴリズムである。

$$\text{Input data} = SPT_{ti} - \overline{SPT_i} \quad (2)$$

ここで、 SPT_{ti} は i 地点の t 月の全球月平均表面温度であり、 $\overline{SPT_i}$ は i 地点の全球月平均表面温度の全期間平均である。入力データは式 (2) を用いて算出した SPT_{ti} と $\overline{SPT_i}$ の差分であり、出力データは 1～12 か月累計降水量から算出した SPI である。

図-2 に本研究で作成したデータセットの概要図を示す。作成した SPI 予測モデルは、 t 月の全球月平均表面温度を利用した場合、 $(t+2)$ 月から $(t+2+\Delta t)$ 月までの SPI を予測する。

4. 予測結果

図-3 に検証期間における各リードタイムの JRA55 の月降水量から算出した SPI と予測 SPI から算出した MAE, RMSE の結果を示す。図-4 に試験期間における各リードタイムの JRA55 の月降水量から算出した SPI と



図-1 予測対象領域
SPI算出

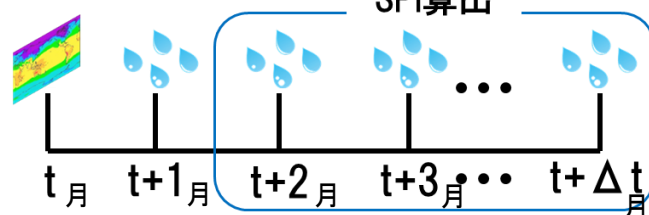


図-2 本研究で作成したデータセットの概要図

キーワード：干ばつ, SPI, 降水量, 深層学習, タイ

連絡先：939-0362 富山県射水市黒河 5180 TEL. 0766-56-7500 Email : t957003@st.pu-toyama.ac.jp

予測 SPI から算出した MAE, RMSE の結果を示す。検証期間では、1~6 か月予測 SPI は MAE, RMSE 共に小さい値を示しているが、6~12 か月予測 SPI においては期間が長くなるにつれて MAE, RMSE 共に大きくなる結果となった。試験期間でも検証期間と同様に SPI 算出に利用した降水量の期間が長くなるにつれて予測精度が低下した。

図-5 に試験期間における各月の JRA55 から算出した 1~6 か月 SPI と 1~6 か月予測 SPI から算出した RMSE の結果及び月平均日降水量の全期間平均を示す。1 か月 SPI においては月降水量平均が小さい時は RMSE の値が小さく、月降水量平均が大きい時は RMSE の値が大きくなる結果となった。次に、2~6 か月 SPI においては 5 月から 11 月にかけて RMSE の値が小さくなり、12 月~5 月にかけて RMSE の値が大きくなった。雨期(5~10 月)前の 1~4 月の RMSE の値が大きくなったのは、SPI を算出する際に雨期の月降水量を利用するためである。5 月~11 月にかけて RMSE の値が小さくなったのは、SPI を算出する際に乾期の月降水量を利用するためである。特に、雨期から乾期に移行する 9・10 月の予測精度は高い結果となった。しかし、乾期から雨期に移行する 4・5 月の予測精度は低い結果となった。また、7~12 か月 SPI においては、SPI 算出に利用した期間が長いために 1~6 か月 SPI と比較して乾期(11~4 月)の精度低下が著しかった。この結果の要因として、ある 1 か月間のみの表面温度から長期的な SPI を算出することが困難であるためであると考えられる。

5. まとめ

深層学習を用いて 1~12 か月 SPI を算出した結果、SPI 算出に利用する月降水量の期間が長くなるにつれて予測精度は低くなった。特に SPI を算出する期間が 7 か月以上になると、予測精度は著しく低くなる結果となった。次に、SPI 予測の精度を各月で比較した結果、雨期の月降水量を利用して SPI 値を算出すると予測精度は低くなり、乾期の月降水量を利用して SPI 値を算出すると予測精度は高くなった。特に、雨期から乾期に季節が移行する 9・10 月の予測精度は高い結果となった。

と、予測精度は著しく低くなる結果となった。次に、SPI 予測の精度を各月で比較した結果、雨期の月降水量を利用して SPI 値を算出すると予測精度は低くなり、乾期の月降水量を利用して SPI 値を算出すると予測精度は高くなった。特に、雨期から乾期に季節が移行する 9・10 月の予測精度は高い結果となった。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 15H05222 と JST/JICA SATREPS の助成を受けたものである。利用したデータセットは、文部科学省の委託事業により開発・運用されているデータ統合解析システム(DIAS)の下で、収集・提供されたものである。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- 1) Food and Agriculture Organization of the United Nations : <http://www.fao.org/news/story/en/item/1106977/i-code/>, (2020 年 3 月 1 日閲覧)。
- 2) 一言正之, 櫻庭雅明, 清雄一 : 深層学習を用いた河川水位予測手法の開発, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.72, No.4, I_187-I_192, 2016。
- 3) JRA55 : https://jra.kishou.go.jp/JRA-55/index_ja.html, (2020 年 3 月 1 日閲覧)。
- 4) データ統合・解析システム(DIAS) : <http://www.diasjp.net/>, (2020 年 3 月 1 日閲覧)。

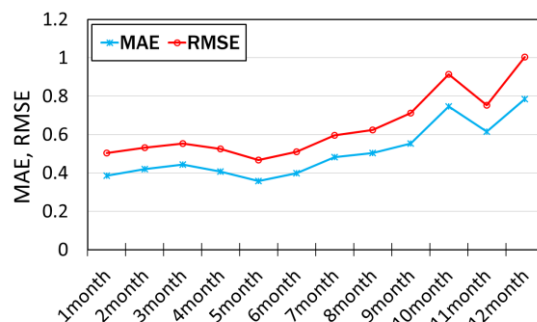


図-3 検証期間における各リードタイムの JRA55 の月降水量から算出した SPI と予測 SPI から算出した MAE, RMSE の結果

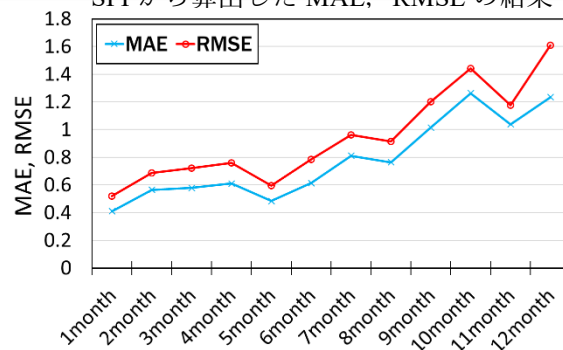


図-4 試験期間における各リードタイムの JRA55 の月降水量から算出した SPI と予測 SPI から算出した MAE, RMSE の結果

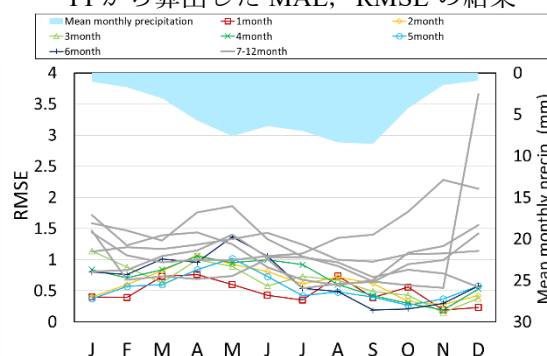


図-5 試験期間における各月の JRA55 から算出した 1~12 か月 SPI と 1~12 か月予測 SPI から算出した RMSE の結果及び月平均日降水量の全期間平均