

## インドネシア Kahayan 川を対象とした流出予測の研究

室蘭工業大学大学院 学生員 ○吉田 ちあき  
 室蘭工業大学大学院 正会員 中津川 誠  
 (独) 土木研究所 正会員 工藤 俊

## 1. はじめに

インドネシアのカリマンタン島において、農業開発に伴った地下水位の低下による泥炭火災が国際的な問題となっている<sup>1)</sup>。そのため地下水位と連動している河川水位をコントロールし、泥炭地の乾燥を抑制することが考えられる。研究対象とした Kahayan 川流域は地理情報、水文情報が充実していないため、データが乏しい中での水位予測手法の確立が必要である。本研究では、比較的観測データの多い雨量データから Nearest-Neighbor Method (以下, NNM) を用いて雨量を予測し、これをタンクモデルに入力することで流出予測を行う。さらに得られた流量を H-Q 式を用いて水位に換算することで、水位の予測を試みた。

## 2. Kahayan 川の概要

Kahayan 川はインドネシア・中部カリマンタンに位置する。本研究では周囲に泥炭地が広がる PalangkaRaya 観測所(流域面積 12,570km<sup>2</sup>)を対象とした予測を行った。

(図-1 参照) PalangkaRaya 観測所周辺は、Kahayan 川と隣接する Sebangau 川に接続する Kalampangan 運河が存在し、そこへの排水によって泥炭地の乾燥化に大きく関係しているとみられる。

## 3. NNM の概要

NNM はパターンマッチング手法の一種であり、現在の雨量パターンと類似した雨量パターンを過去の雨量データから抽出し、抽出された過去の雨量パターンの将来雨量を予測雨量とする手法である。連続する雨量の個数(以下, M) と過去からの事例の抽出数(以下, K) は様々な

組み合わせがあり、図-2 は M=4, K=2 の例である。また、他の水文データの現在と過去のパターンの比較も合わせて利用でき、これを構成因子という。

## 4. NNM を用いた雨量予測の検証

本章では流域内水文情報として、PalangkaRaya 観測所と KualaKurun 観測所の2地点で観測された雨量の算術平均値を流域平均雨量(以下, 実測雨量)とした。さらに、全球降水気候計画(Global Precipitation Climatology Project)(以下, GPCP)のプロダクトである 0.5°グリッドデータ(Full Data Reanalysis Version6)を使用することとし、流域内に存在するグリッドを5点抽出(図-1)した後、それらのデータを算術平均した流域平均雨量(以下, GPCP 雨量)も用いた。また、工藤ら<sup>2)</sup>は Kahayan 川の水位変動と El Niño event を左右する Sea Surface Temperature (以下, SST)は相関関係を有していることを示しており、SST を NNM に組み込むことを提案している。SST データは、気象庁が El Niño event 発生判断基準としているペルー沖のエルニーニョ監視海域「NINO.3」(5N-5S, 150W-90W)の月毎の海面水温値を使用した。

これらを NNM に構成因子として組み込んだ雨量予測を行い、それぞれを比較検証した。

## 4.1 構成因子 M, K の選定

NNM による雨量予測を行うにあたり、実測雨量の M (以下, MR), GPCP 雨量の M (以下, MR(G)), SST の M (以下, MS), K は、実測値と予測値の誤差が小さくなるような組み合わせを選定する。

誤差評価には、平均二乗誤差平方根(以下, RMSE)を用い、RMSE が小さいものを誤差が小さいとみなす。

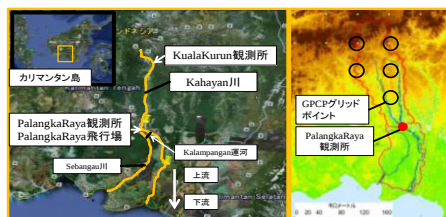


図-1 Kahayan 川の位置、流域内観測点  
流域界、GPCP グリッドポイント

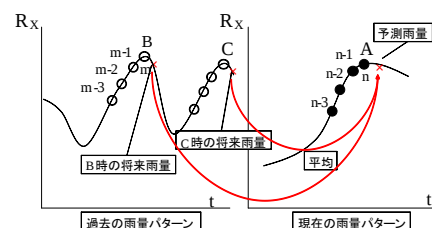


図-2 NNM のイメージ図

キーワード 雨量予測, 流出予測, Nearest-Neighbor 法, GPCP, SST, Kahayan 川

連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 国立大学法人 室蘭工業大学 TEL 0143-46-5276

また、全期間の RMSE とは別に、本研究では乾季に着目した誤差として、7～9 月の 3 ヶ月を抽出した RMSE（以下、Dry-RMSE）も合わせて用いる。

#### 4.2 実測雨量、GPCP 雨量を用いた雨量予測

本節では構成因子の組み合わせを 4 パターン考え、それぞれについての 1 ヶ月先の雨量予測（表-1、予測パターン①～④参照）を行った。予測対象期間は、近年において比較的欠測が少ない連続して観測が行われている 2004 年～2007 年とし、NNM を適用する上でのデータベース期間は 1981 年～2003 年とした。

表-1 の予測パターン①～④の RMSE、Dry-RMSE の値を比較する。SST を組み込んだ予測パターン②、④は SST を組み込まない予測パターン①、③の RMSE、Dry-RMSE より小さな値が得られ、SST を構成因子に組み込むことで予測精度が格段に向上することがわかる。また、図-3 には実測雨量と予測パターン②、④の比較を示す。図より、2 つの予測雨量は実測雨量を良好に再現できていることがわかる。以上より、水位予測では SST を考慮した予測パターン②、④の予測雨量を用いる。

### 5. 雨量予測とタンクモデルを用いた水位予測

#### 5.1 タンクモデルを用いた流出予測

本節では、工藤ら<sup>2)</sup>が検証したタンクモデルを用いて流出予測を行う。ここで実蒸発散量を Hamon 法で求めた可能蒸発散量に 2/3 を乗じたものとし、前章で求めた予測パターン②、④の予測雨量から実蒸発散量を差し引いたものを有効雨量としてタンクモデルに入力した。また、本研究で使用したタンクモデルは日単位の流量を算出するため、これを月平均流量になおし、実測流量と比較したものを図-4 に示す。図より、2 つの予測流量は概ね実測流量を再現できていると言える。

表-1 予測パターンと結果の一覧

| 予測パターン | 予測対象 | リードタイム | 構成因子                   | 連続データ数(M)    | 抽出データ数(K) | RMSE        | Dry-RMSE    |
|--------|------|--------|------------------------|--------------|-----------|-------------|-------------|
| ①      | 雨量   | 1ヶ月    | 実測雨量                   | MR=3         | 3         | 130(mm/mon) | 172(mm/mon) |
| ②      | 雨量   | 1ヶ月    | 実測雨、SST                | MR=3、MS=4    |           | 88(mm/mon)  | 68(mm/mon)  |
| ③      | 雨量   | 1ヶ月    | GPCP雨量                 | MR(G)=2      | 5         | 128(mm/mon) | 109(mm/mon) |
| ④      | 雨量   | 1ヶ月    | GPCP雨量、SST             | MR(G)=2、MS=4 |           | 100(mm/mon) | 83(mm/mon)  |
| ⑤      | 水位   | 1ヶ月    | 予測パターン②の予測雨量をタンクモデルに入力 |              |           | 0.890(m)    | 0.734(m)    |
| ⑥      | 水位   | 1ヶ月    | 予測パターン④の予測雨量をタンクモデルに入力 |              |           | 0.961(m)    | 0.977(m)    |

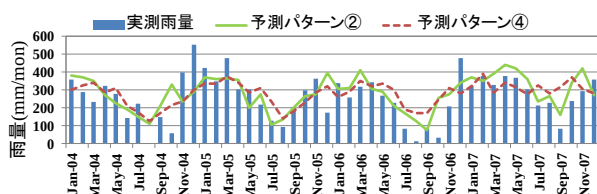


図-3 NNM を用いた雨量予測

#### 5.2 H-Q 式を用いた水位予測

前節で求めた月平均流量を H-Q 式を用いて水位に換算した。H-Q 式は、現地の観測データを基に作成した、 $H=0.13Q^{0.5}-0.15+15.15$  (m, ASL) を用いる。結果を表-1（予測パターン⑤、⑥）、図-5 に実測水位と予測パターン⑤、⑥の比較を示す。以上の結果より、2 つの予測水位は共に実測水位を概ね再現できていると言える。

### 6. まとめ

本手法により、雨量データを用い、El Niño event といった気候変動の影響も勘案しての水位予測が可能であることを示すことができた。また、本研究では実測雨量と GPCP 雨量の 2 つを用いた流出予測について比較検証をしてきた。結果より、実測雨量と GPCP 雨量を用いた各予測値には大きな差は見られないため、現地の観測データが不足している場合でも GPCP 雨量を用いることで実測雨量の代替として流出予測が可能であることがわかった。今後、GPCP 雨量の定量的な補正、タンクモデルの各パラメータの検証等を行い、GPCP 雨量を用いた流出予測精度の向上を図っていきたい。

### 謝辞

本研究では地球規模課題対応国際科学協力 (SATREPS) プロジェクトの「インドネシアの泥炭・森林における火災と炭素管理」(代表：大崎満)の一部である。本研究に関わる皆様に謝意を表する。

### 参考文献

- 1) JST/JICA Project, パンフレット：Wild Fire and Carbon Management in Peat-Forest in Indonesia.
- 2) 工藤俊，中津川誠：インドネシア Kahayan 川のエルニーニョ現象に着目した水位予測に関する研究，水工学論文集，第 57 巻，2013.

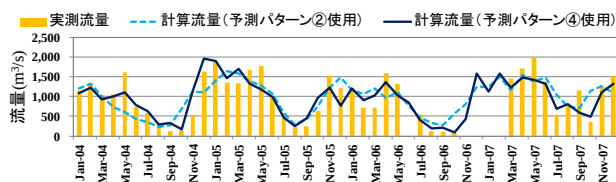


図-4 タンクモデルを用いた流出予測

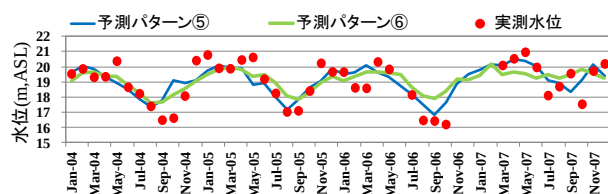


図-5 H-Q 式を用いた水位予測