

熱帯泥炭湿地林域の地下水環境へ及ぼす気候変動の影響評価と排水路管理方策の検討 Impact Assessment of Groundwater Level in a Tropical Peat Swamp Forest Area by Climate Change and Rehabilitation of Agricultural Drainage Canal

○神田亜希子・城戸由能・中北英一・峠嘉哉・平野高司

○Akiko KANDA, Yoshinobu KIDO, Eiichi NAKAKITA, Yoshiya TOUGE, Takashi HIRANO

In recent years, tropical swamp peatland in Indonesia has dried because of the drainage canals which have been constructed for agriculture. A large amount of carbon dioxide is discharged by forest fire and soil degradation, and that has become a global environmental problem. Some research reports show that improvement of drainage canal is required in order to restore groundwater level. In this study, two-dimensional groundwater flow model is built up in study region for quantitative evaluation of the effect of canal repairing.

1. はじめに

1980 年代, インドネシア・カリマンタン島では農業生産拡大と開拓民移住を目的としたメガライスピロプロジェクトが実施され, 灌漑や熱帯泥炭湿地の排水を目的とした人工排水路が造成された. 排水された泥炭湿地では地下水位の低下が進行し, 森林火災拡大や土壌分解による二酸化炭素の大量排出が地球規模の問題となっている. 地下水位低下抑制のため, 人工排水路の水路幅縮小および水門設置・運用といった水位管理方法が検討されている¹⁾が, 定量的な評価不十分であるとともに将来的な気候変動による影響評価も行われていない. 本研究では, 飽和平面二次元地下水流動モデル, 陸面過程モデル, 河道流下モデルを結合させ, 排水路改修による地下水位回復効果と地下水位に対する気候変動影響を定量的に評価するための基礎的な検討を行った.

2. 対象領域

インドネシア・中央カリマンタン州を流れるカハヤン川とセバンガウ川を含む南北 55km, 東西 46km を主要な解析対象領域とした. 二つの河川の間にはドーム状の泥炭湿地林が存在し, メガライスプロジェクトにより両河川を結ぶカランパンガン運河とタルナ水路が造成された(Fig. 1).

3. 解析手法と基礎データ

(1) 使用モデル: 連続式と Darcy 則を基礎式とする, 平面二次元の飽和帯水層を対象とした地下水流動モデルの基礎式を以下に示す.

$$\lambda \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ k(h-s) \frac{\partial h}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ k(h-s) \frac{\partial h}{\partial y} \right\} + \varepsilon \quad (1)$$

ここで, λ : 有効間隙率, h : 地下水位(m), k : 透水係数(m/s), s : 帯水層基盤標高(m), ε : 涵養量(m/s), x, y : 空間座標, t : 時間とする. この式で示される涵養量のうち, 地表面浸透は Horton の浸透能式に基づいて降水涵養量を決定し, また河川メッシュ上では河川と地下水間の鉛直浸透量を考慮して

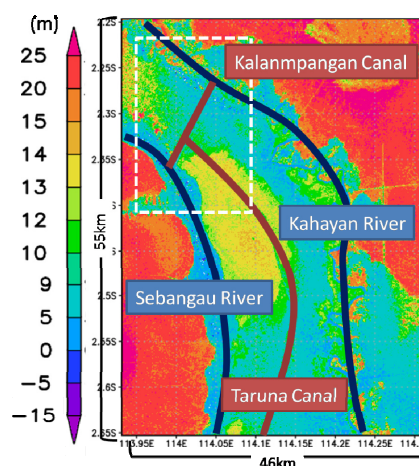


Fig. 1 対象領域

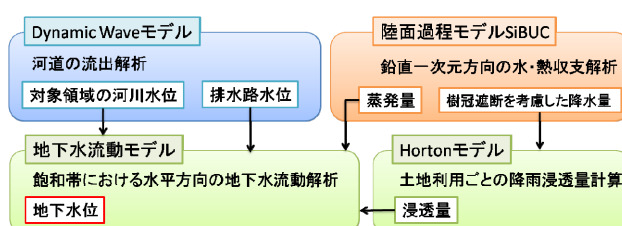


Fig. 2 解析手法

いる．空間解像度は 100m，時間解像度は 1hr で解析を行った．

(2) 基礎データ：地表標高は SRTM 衛星地形データ (90m 解像度) を用いた．C バンドレーダで作成されているため樹高を反映している可能性が高いと考えられ，現地踏査情報に基づき泥炭ドーム上の樹高を最大 15m として標高補正を行った．基盤標高は計算領域一様に -15m としている．降水量は地下水位観測地点における日降水量データを利用し，陸面過程モデルで算定した蒸発散量に基づき，日降水量の 8.4 割を樹冠遮断を考慮した降水量とした．対象領域は非常になだらかな地形となっているため，河川・水路水位を Dynamic Wave モデルを用いて計算した．河川の上流端流量は各河川観測点における水位を HQ 式に適用することで求め，下流端水位は河口のジャワ湾における潮汐水位変動を用いた．地下水流動に関するパラメータは，文献や各種調査記録に基づき数値範囲を設定した感度解析を実施し，透水係数 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ，初期浸透能 100mm/h，最終浸透能 60mm/h，有効間隙率 0.3 とし，対象領域に一様に与えた．

3. ダム設置による地下水位変動計算結果と考察

井上らの水路改修案²⁾に基づき，Fig. 3 の×印地点に高さ 3m の簡易土留めダムを 3 基および 6 基設置した場合の地下水位回復効果を評価した．地下水位低下が顕著であった 2009 年降雨条件下における，ダム設置時の回復水位を Fig. 3 に，カランパンガン水路の乾季平均水位断面図を Fig. 4 に示す．現況再現計算では乾季の水路水深はゼロであるが，ダムの存在により水路水位が維持され周辺地下水位も上昇する範囲と，逆にダムがあるこ

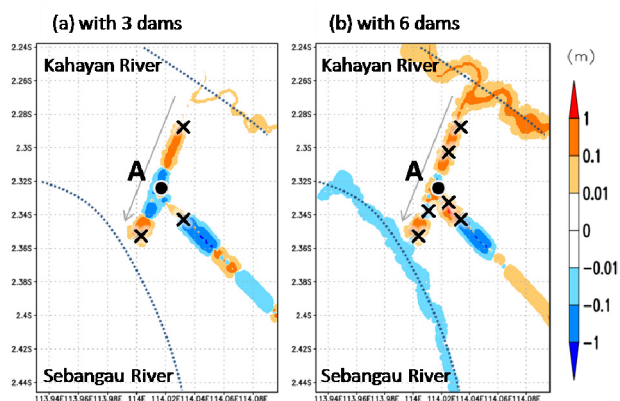


Fig. 3 地下水位差

(a) : (ダム 3 基設置した場合)-(現況)

(b) : (ダム 6 基設置した場合)-(現況)

とで河川から水路への流入が遮られ地下水位が低下する範囲もみられたことから，ダム設置位置が重要と考えられる．全体的にはダム 3 基よりもダム 6 基の方が回復効果は大きく，カランパンガン水路・タルナ水路合流地点 A の 2009 年における水路水位 (Fig. 5) を比較すると，ダム 6 基設置した場合，乾季の地下水位低下を 1m 程度抑制できる可能性があるという結果が得られた．

今後は陸面過程モデル SiBUC により，将来気候下における中央カリマンタンの蒸発散量・流出量を算出し，河道流下モデル・地下水モデルを結合させた気候変動による地下水位への影響評価と，排水路管理方策の検討を行っていく．

参考文献：

- 1) 地球規模課題対応国際科学技術協力「インドネシアの泥炭・森林における火災と炭素管理」終了報告書 (代表・大崎 満，北海道大学)，2014.
- 2) 井上 元：「メガライズプロジェクト⇒泥炭森林の乾燥化⇒火災と土壌分解」シナリオは本当か？第 5 回 KURA 理工会資料，pp.15-22，2012.

謝辞：北海道大学・大崎満教授，高橋英紀教授から水文観測データの提供を受けたことを記して謝意を表す．また本研究は研究大学強化促進事業 SPIRITS，環境省・環境研究総合推進費 (代表：京都大学・小林繁男教授) の支援を受けた．

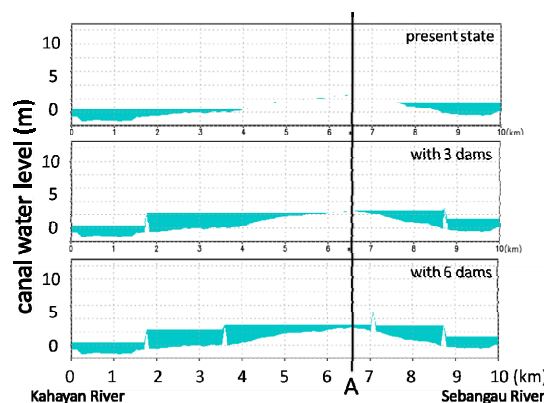


Fig. 4 乾季におけるカランパンガン水路水位

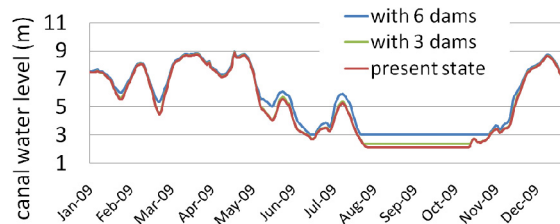


Fig. 5 地点 A における水路水位