

筑後・佐賀平野における水循環構造に関する研究

Study on water cycle structure in the Chikugo and saga plains

水循環・まちづくりグループ 研究員 後藤 勝洋
 水循環・まちづくりグループ グループ長 柏木 才助
 水循環・まちづくりグループ 研究員 山西 聡

1. はじめに

これまで地下水の過剰採取により、各地で地盤沈下等の地下水障害が発生した。その後の揚水規制により現在では地下水位は回復傾向にある。これらの地域で地下水を活用するには、表流水、地下水一体の水循環構造を解明し、正しく理解した上で、保全・利用を図っていくことが重要である。しかし、地下水は目に見えないことから、地下水の流れ、水量、地下水揚水による影響等の水循環構造が明らかでなく、管理手法を検討する上での課題となっている。

本研究は、今後の水資源管理に向けた基礎的検討として、筑後・佐賀平野（地盤沈下防止対策等要綱地域）を対象地域とした水循環解析モデルを構築し、解析結果から当該地域の水循環構造の特徴、人為的な水利用による影響を分析するものである。

2. 水循環解析モデルの概要（表-1）

水循環解析モデルは、筑後佐賀平野の関係河川流域（筑後川（瀬ノ下流量観測所地点下流）、嘉瀬川、六角川等）の気象、地形、地質、土地利用、水文、水利用などのデータに基づき、表流水・地下水の水循環構造を物理法則に従って再現できる解析モデルを用いた（図-1：地質構造モデルを例示）。

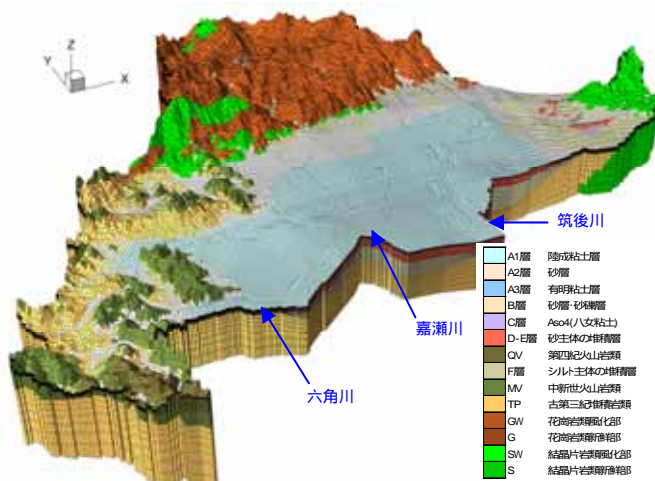


図-1 筑後・佐賀平野水循環解析モデル（地質構造モデル）

水循環解析は、人為的な水利用のない自然状態の水循環の再現、人為的な水利用を考慮した現状の水循環の再現、地下水揚水量増加（昭和50年代の揚水規制前の地下水揚水量を考慮）の3ケースを実施した。解析結果の再現性については、表流水分布（河川の位置）、河川流量、地下水位の観測値と解析値を比較し、良好な再現結果であることを確認した。

表-1 水循環解析モデル基本条件・検討ケース

項目	仕様・条件	
基本 条件	流体システム	水・空気2相2成分系
	表流水モデル	マニング式による開水路流れ
	地下水モデル	一般化ダルシー則
	空間スケール / 分解能	（水平）約1,508km ² / 約250m （鉛直）約-1km / 30層 （格子総数）815,460
	時間スケール / 検証期間	日 / 2005～2009年
検討 ケース	自然状態 （人為的な水 利用なし）	平均降水量を与え続けた非定常解析により、降水量・地形・地質構造がバランスした平衡状態の水循環を再現
	現状再現 （2005～2009 年）	自然状態を初期流動場として、検証期間における降雨量及びダム運用、河川取水、地下水揚水などの人為的な水利用の実績値を与えた非定常解析により、現状の水循環を再現
	地下水揚水量増加 （昭和50年代 の地下水揚水量を考慮）	地形等の基盤条件、雨量、河川取水量は現状のまま、規制地域の地下水揚水量のみを現状より大きくした場合の感度分析を行い、地下水揚水規制前を想定した水循環を再現

3. 水循環構造の分析

自然状態、現状、地下水利用増加の3ケースの解析結果から、筑後・佐賀平野の水循環構造の特徴、水利用に伴う水循環への影響を分析した。以下に主な結果を示す。

3-1 表流水・地下水流線網

(1) 人為的な水利用のない自然状態の再現（ケース）

・自然状態の第1帯水層を出発点とした流動経路（図-2）は、ほとんどの地下水（赤い流線）が河川へ湧き出した後、表流水（青い流線）として海へ流出する傾向が確認された。筑後川と嘉瀬川の河口付近で広い地下水の集水範囲を持っており、流域界を越えて嘉瀬川流域から筑後川流域へ移動する流線が見ら

れた。

- ・自然状態の第2帯水層を出発点とした流動経路は、第1帯水層からの流線とは異なり、ほとんどの地下水がそのまま海へ流出する傾向が確認された。

(2) 人為的水利用を考慮した現状の再現(ケース)

- ・現状の第1帯水層を出発点とした流動経路は、非灌漑期、灌漑期で異なる傾向が確認された。灌漑期に比べて非灌漑期は、農業用揚水量の多い白石地区へ流線が集中しており、流域界を越えた水の移動が見られた。
- ・現状の第2帯水層を出発点とした流動経路も、第1帯水層からの流線と概ね同じパターンであった。
- ・自然状態と比べても、筑後川左岸域や白石地区など地下水揚水が盛んな地域に流線が集中するなど、地下水揚水の影響が流線の変化に顕著に表れる。

(3) 地下水揚水量の増加(ケース)

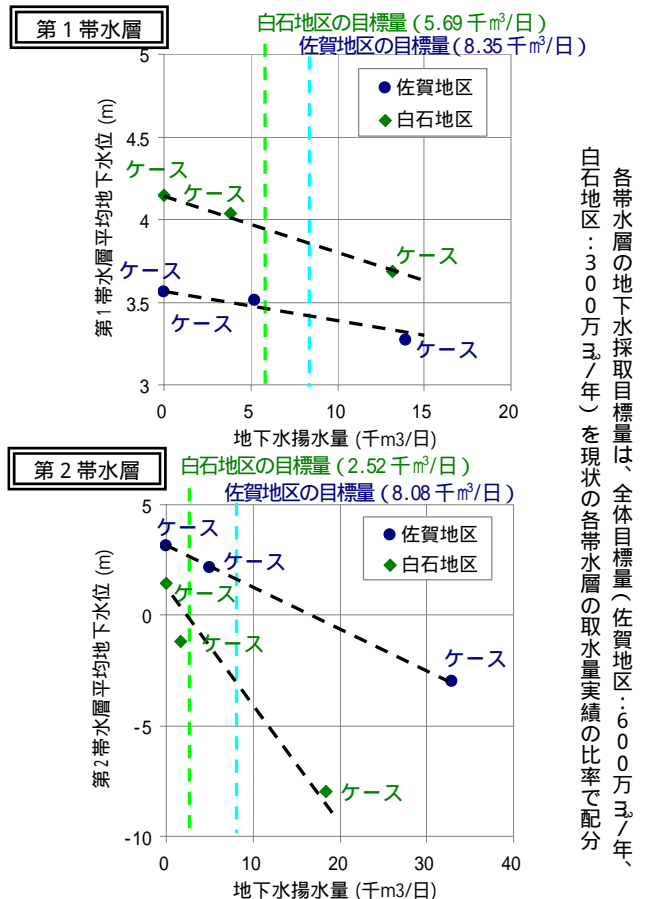
- ・地下水揚水量を昭和50年代見合いに増加させたケースでは、第1帯水層、第2帯水層共に、当時地下水揚水量が多かった佐賀地区南部へ流線が集中するなど、地下水揚水に対して流線は敏感に応答する傾向が確認された。

3-2 地下水揚水と地下水位の関係(図-3)

- ・筑後・佐賀平野地盤沈下防止等対策要綱対象地域となっている佐賀地区、白石地区においては、地下水揚水量の増加と地下水位の低下の間にほぼ線形の関係が確認された。
- ・特に白石地区の第2帯水層で地下水揚水量に対する地下水位の変化の度合いが大きい。これは、白石地区の第2帯水層への地下水流入量に対して揚水量の比率が高いため、揚水の影響を受けやすいという水収支の関係に対応している。

4. おわりに

本研究は、筑後・佐賀平野を対象とした水循環解析モデルを構築し、解析結果から当該地域の水循環構造が地下水揚水に関係して変化していることを示した。これは、適正な地下水の利用を検討していく上での基礎資料になるものである。



各帯水層の地下水採取目標量は、全体目標量(佐賀地区:600万m³/年、白石地区:300万m³/年)を現状の各帯水層の取水量実績の比率で配分

図-3 各ケースの地下水揚水量と地下水位の関係(上:第1帯水層、下:第2帯水層)

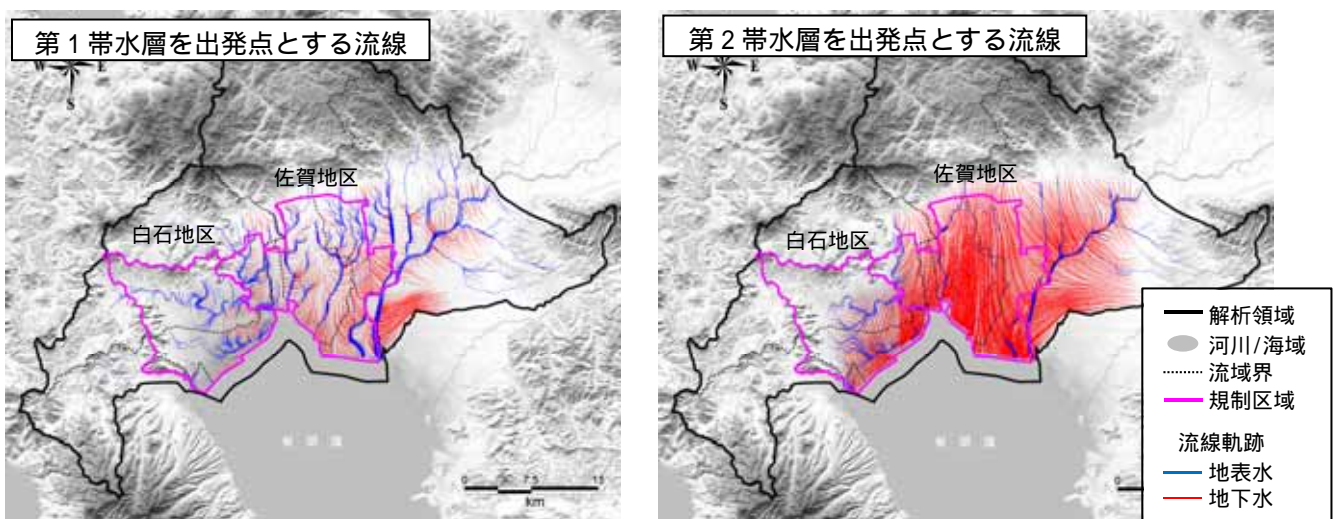


図-2 自然状態での表流水・地下水流線網(左:第1帯水層、右:第2帯水層を出発点とする流動経路)