

# 木曽川水系における健全な水循環系の構築に向けて

国土交通省中部地方整備局 木曽川上流河川事務所 調査課長 菊池 秀之

## 1. はじめに

濃尾平野では、高度成長期における過剰な地下水の汲み上げにより地盤沈下が進行したが、その後の規制等により現在では沈静化し、地下水位も回復傾向にある。一方、近年の小雨化傾向や地球温暖化に伴う気候変動等の新たな問題も顕在化しており、治水、利水及び河川環境の保全といったバランスの取れた適正な水資源管理が求められている。そのためには、木曽川水系における健全な水循環系の構築を図ることが重要である。本稿では、表流水（河川水を含む）や地下水等を含めた水循環解析モデルの構築を行うとともに、解析結果から判明した課題・特徴等の抽出を行った。

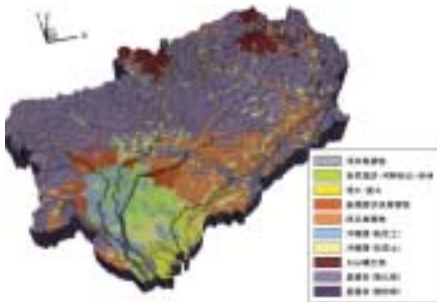


図-1 木曽川流域水循環解析モデル（地質構造）

## 2. 木曽川流域水循環モデルの概要

水循環解析モデルは、木曽川流域の気象、地形、地質、土地利用、水文、水利用などのデータ（表-1）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モデルを用いた（図-1：地質構造モデルを例示）。なお、濃尾平野全体の水循環構造を再現するため、木曽川流域に加えて庄内川流域も解析領域に含めるものとした。

水循環解析は、人為的水利用のなかった過去における自然状態の水循環、人為的水利用を考慮した現状の水循環の2段階で再現解析を行った。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、地下水位の実測値と解析値を比較し、十分な精度であることを確認した。

## 3. 木曽川流域の水循環構造の推定

自然状態及び現状の2パターンの解析結果から、木曽川流域の水循環構造を解析するとともに、水利用に伴う変化を分析した。以下に主な解析結果の特徴を示す。

(1) 過去～現状の流域水収支の変化（表-2）

- ・自然状態に比べて、現状の河川流出量は3割減少し、地下流出量は10倍に増加している。
- ・木曽川流域全体では、地下水の伏没量及び湧出量は半減しているが、水利用の多い濃尾平野では増加している。
- ・水利用の影響は、地表水・地下水間の流出入の減少、特に河川流量の減少にみられる。

表-1 水循環解析モデル基本条件・データ

項目	仕様・データ	
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
	空間分解能	約250m格子（下流の主要な河川は約100m格子）
気象データ	降水・積雪	気象庁アメダス 国土交通省テレメータ
	気温	気象庁アメダス
地形データ	陸域	国土地理院数値地図 （5m/10m/50mメッシュ）
	河道断面	国土交通省横断測量・LP
土地利用	利用区分	国土交通省国土数値情報 （100m/1kmメッシュ）
地質	表層地質	産業総合技術研究所20万分の1地質図 総理府資源調査委員会木曽川流域濃尾平野水害地形分類図 国交省5万分の1土地分類調査
	地下地質	既往調査資料
水文	河川水位・流量	国土交通省テレメータ
	地下水位・位置	既往調査資料
水利用	ダム諸量	国土交通省等運用実績
	河川水取水量	河川水取水実績・水利権量
	地下水揚水量・位置	地下水揚水実績

表-2 木曽川流域（庄内川流域含む）水収支（年間値）

要素	①自然状態	②現状	差（②-①）
降水量	226 億m <sup>3</sup>	226 億m <sup>3</sup>	（変化なし）
	26 億m <sup>3</sup>	26 億m <sup>3</sup>	（変化なし）
河川から海への流出量	172 億m <sup>3</sup>	124 億m <sup>3</sup>	-51 億m <sup>3</sup>
	（同上）	（同上）	（同上）
地下から海への流出量	0.2 億m <sup>3</sup>	2 億m <sup>3</sup>	+1.8 億m <sup>3</sup>
	（同上）	（同上）	（同上）
地下水伏没量	87 億m <sup>3</sup>	43 億m <sup>3</sup>	-44 億m <sup>3</sup>
	15 億m <sup>3</sup>	23 億m <sup>3</sup>	+8 億m <sup>3</sup>
地下水湧出量	87 億m <sup>3</sup>	37 億m <sup>3</sup>	-50 億m <sup>3</sup>
	16 億m <sup>3</sup>	18 億m <sup>3</sup>	+2 億m <sup>3</sup>
河川水取水量	-	25 億m <sup>3</sup>	-
	-	10 億m <sup>3</sup>	-
地下水取水量	-	5 億m <sup>3</sup>	-
	-	（同上）	-
地下水帯水量	1080 億m <sup>3</sup>	1080 億m <sup>3</sup>	（変化なし）
	913 億m <sup>3</sup>	913 億m <sup>3</sup>	（変化なし）

上段：木曽川流域、下段：濃尾平野

(2) 過去～現状の表流水・地下水流線の変化

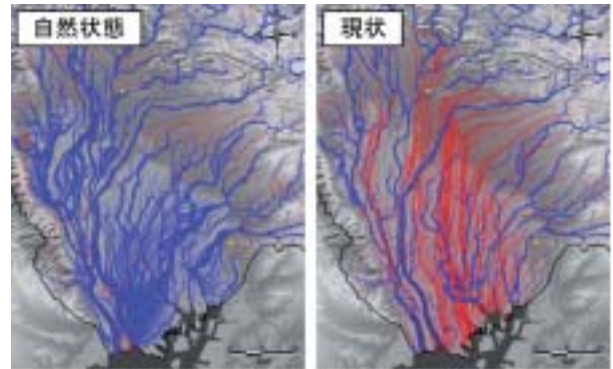
- ・地表面直下を起点とする流線（図-2（a））に着目すると、自然状態の流線は地上に湧出し表流水として河川へ流れる傾向にあるが、現状の流線は地下水の状態のまま海へ流れる傾向にある。
- ・主要な帯水層となっているG1礫層を起点とする流線（図-2（b））に着目すると、自然状態の流線は地表に湧き出すものと、地下水のまま流動するものが混在しているが、現状の流線は地下水のまま海へ流れる流線が多く、木曾川へ湧き出す地下水流れがない等の特徴が見られる。
- ・G2、G3礫層を起点とする流線は、ほとんどが地下水のまま海へ流れる傾向にある。
- ・水利用の影響は、水取支の変化でも見られるように、地下水から地表水への湧出が減少し、地下水から海への流出が増加する傾向にみられる。

(3) 各河川の湧出、伏没状況（図-3：緑の棒グラフ）

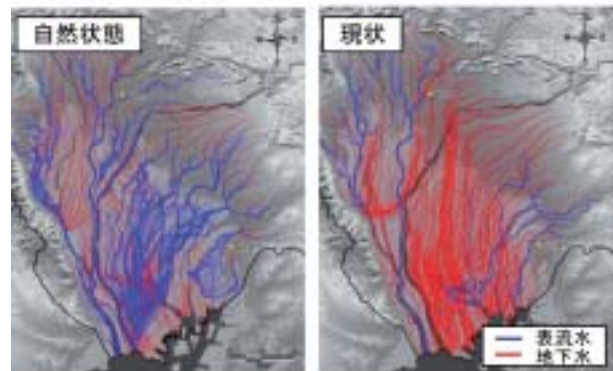
- ・木曾川では、犬山～笠松間（55k～40k）で伏没が卓越し、その下流（39k～26k）で湧出が卓越し、全体としては伏没量の方が大きい傾向（縦断積算量 $0.53\text{m}^3/\text{s}$ ）にある。
- ・長良川では、鏡島大橋～墨俣間（48k～39k）の湧出が卓越しており、全体を通じて伏没量は小さく、湧出量が多い傾向（縦断積算量 $2.67\text{m}^3/\text{s}$ ）にある。
- ・揖斐川では、岡島～万石間（57k～40k）で湧出と伏没が交互に見られる複雑な構造を呈しており、全体としては湧出量の方が大きい傾向（縦断積算量 $0.84\text{m}^3/\text{s}$ ）にある。

4. おわりに

以上のように、表流水や地下水を含めた水循環解析モデル構築による基礎検討を行った。今後は、近年の小雨化傾向や地球温暖化に伴う気候変動等も考慮したうえで、木曾川水系における健全な水循環系の構築に向けた検討を進めていく予定である。



(a) 地表面直下を始点とした地下水の流跡線



(b) G1 礫層を始点とした地下水の流跡線

図-2 濃尾平野の表流水・地下水流線網

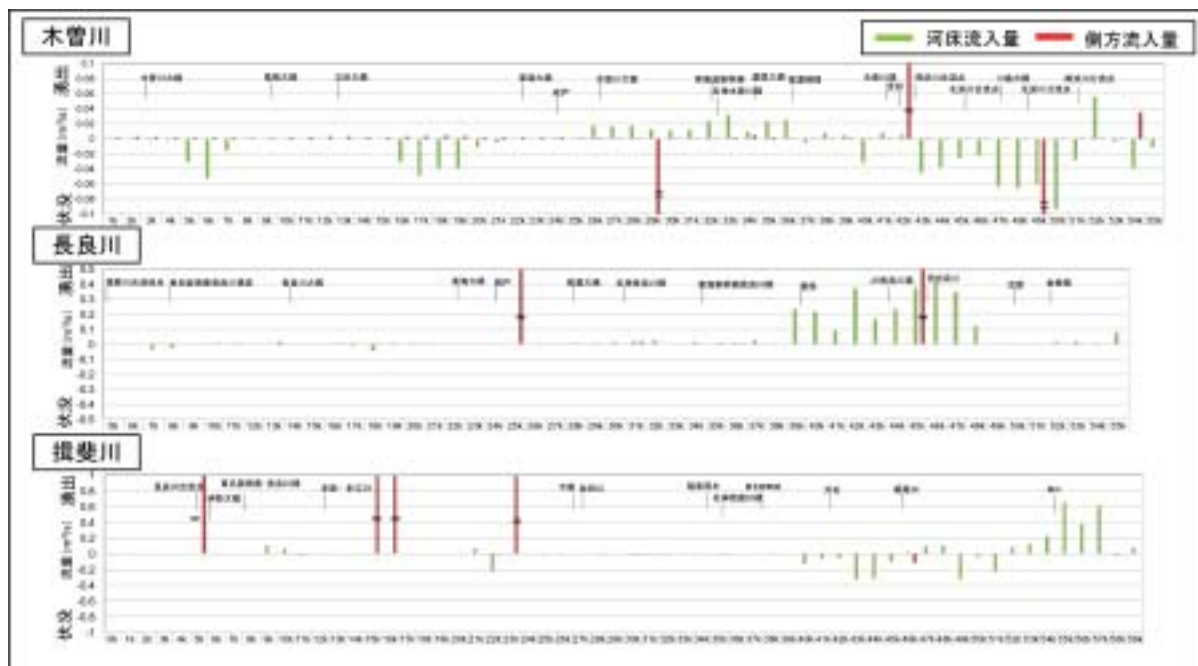


図-3 各河川における地下水の湧出・伏没量の縦断分布（現状再現）