

TOPMODEL を用いた地下水涵養の定量的評価

Assessment of groundwater recharge using TOPMODEL

廣瀬 裕一*・近森 秀高**・永井 明博**

Yuichi Hirose*, Hidetaka Chikamori** and Akihiro Nagai**

研究目的 水資源を有効利用する上で地下水涵養を定量的に評価することは重要である。本研究では、TOPMODEL を用いて、流域の地形および土地利用が地下水涵養量に及ぼす影響をシミュレーション的に検討した。

対象流域と解析資料 対象流域は、岡山県吉井川水系倉見川にある黒木ダム流域(49.2km²)と関東平野南西部にある鶴見川のうち横浜市港北区亀の子橋より上流の鶴見川流域(133.6km²)である。対象期間は、各 20 年間である。

解析には日単位の降雨、流量データを用い蒸発散量は Makkink 式で計算した。また、地形図上に 200m 間隔でプロットした格子点の標高を読み取り地形情報とした。

TOPMODEL 流出解析には、流域の地形情報を基に流域表層の空間的な乾湿状態を計算し地表流の発生を空間的に算定できる TOPMODEL (図 1) を用いた。TOPMODEL は根群域、飽和域は集中型、不飽和域は分布型として計算する準分布型の降雨-流出モデルである。ここで、SRZ は根群域貯留不足量、SRMAX は根群域水分利用可能量、 S_i は貯留不足量、 UZ_i は不飽和域から飽和域への水分供給量、 SUZ_i は根群域からの超過流入水分の貯留分である。本研究では UZ_i を地下水涵養量を表す指標、 S_i を土壌への雨水の浸透のしやすさを表す指標として地形および土地利用の違いによる変化を調べた。

解析結果 図 2 に、TOPMODEL を用いた黒木ダム流域における長期流出解析の結果を例示する。ハイドログラフの波形から見て、TOPMODEL による流出の再現性は良好である。また鶴見川流域は流域外からの流入水があり、その補正が影響したと考えられる誤差はあったが、全体的に再現性は良好であった。

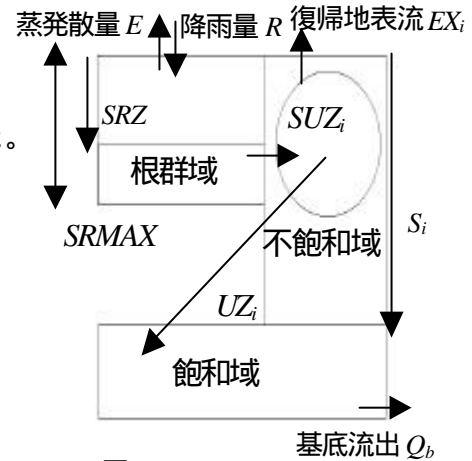


図 1 TOPMODEL

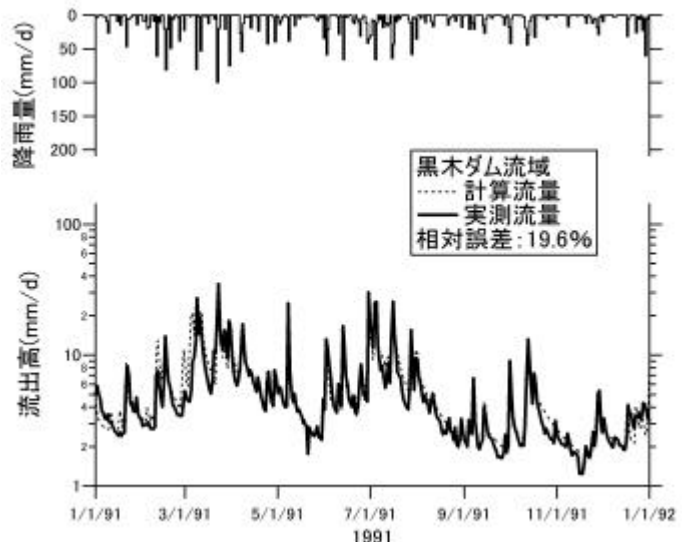


図 2 黒木ダム流域での解析例

*岡山大学大学院自然科学研究科, Graduate School of Science and Technology, Okayama University

**岡山大学環境理工学部, Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University

．流域平均貯留不足量 図3に、黒木ダム流域および鶴見川流域における各格子点の貯留不足量 S_i の流域平均値(流域平均貯留不足量)の超過確率を示す。両流域を比較すると、流域平均貯留不足量は平野部主体の鶴見川流域で小さく、黒木ダム流域と比べ、雨水の土壌への浸透が少ないと考えられる。

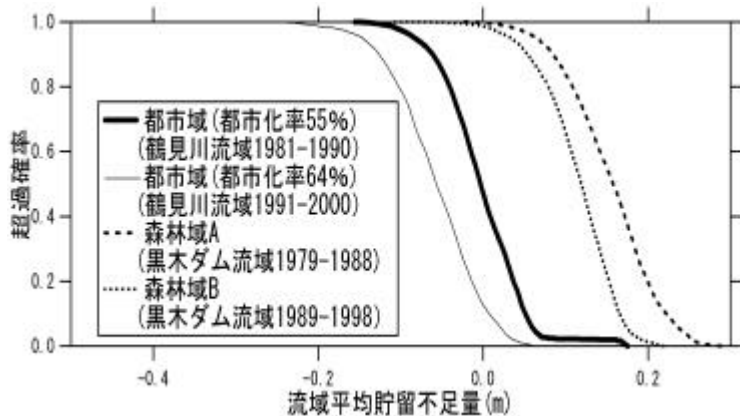


図3 流域平均貯留不足量の超過確率

．地下水涵養量 図4は鶴見川流域と黒木ダム流域の日雨量と日地下水涵養量の関係を示したものである。図から、黒木ダム流域が鶴見川流域より同一降雨に対する地下水涵養量が多いことが分かる。

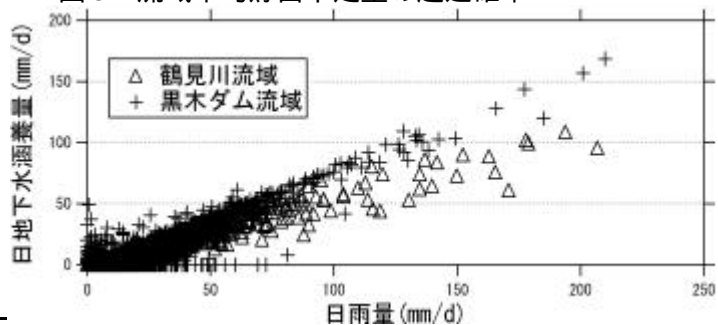


図4 日雨量と日地下水涵養量の相関

．土地利用による地下水涵養量の変化 黒木ダム流域および鶴見川流域で同定されたパラメータセットをそれぞれ森林域および都市域を代表するものとして、同一流域における土地利用と地下水涵養量との関係をシミュレーション的に検討した。表1に平野部主体の流域である鶴見川流域と山地部主体の流域である黒木ダム流域における土地利用と年平均地下水涵養量(UZ_i)の関係を示す。

表1 土地利用と地下水涵養量

パラメータセット	土地利用	年平均地下水涵養量(mm)	
		鶴見川流域	黒木ダム流域
黒木ダム 79-88	森林域	711.2	1459.9
黒木ダム 89-98	森林域	703.3	1454.7
鶴見川 81-90	都市化率 55%	661.1	1413.8
鶴見川 91-00	都市化率 64%	617.8	1363.7
年平均降水量(mm)		1553.8	2507.1

表中、黒木ダム 79-88 は、黒木ダム流域を対象に 1979 年～1988 年の水文データから同定されたパラメータセットで、森林域の土地利用を代表している。このパラメータセットを用いて鶴見川流域を対象に流出シミュレーションを行った結果、年平均地下水涵養量は 711.2mm であった。一方、鶴見川流域を対象に 1991 年～2000 年の水文データから同定された鶴見川 91-00 のパラメータセットは、都市化率 64%の都市域を代表している。このパラメータセットを用いると、年平均地下水涵養量は 617.8mm であった。すなわち、森林域の場合に比べ、都市域では地下水涵養量が約 100mm/y 少ないことが示された。黒木ダム流域においても、同様のシミュレーションの結果、森林域の場合に比べ、都市域では地下水涵養量が約 100mm/y 少なかった。以上の結果から、都市域では、地形に拘らず森林域に比べ地下水涵養量が少ないと言える。

．参考文献 Beven, K. J : Rainfall-Runoff Modelling : the primer, John Wiley & Sons, 2000 ; 多田明夫、波平篤、田中丸治哉、畑武志 : 山林小流域の長短期流出解析への TOPMODEL の適用、水文・水資源学会誌、Vol.15, No.4, pp.399～412, 2002 .