

## 1.背景と目的

近年、閉鎖性水域において窒素やリン等の栄養塩類の過剰流出による富栄養化が問題となっている。栄養塩の流出経路は河川経路による表面流出と地下水経路による直接流出によると考えられる。両者による栄養塩の負荷比を推測するためには、閉鎖性水域へ流出する河川流量と地下水量の把握が必要だが、地下水流出量を測定することは困難である。

本研究では地下水涵養モデルと準3次元淡塩2相地下水流動モデルを適用して、福岡県福岡市西部の瑞梅寺川流域を対象として水収支解析を行い、今津湾へ注ぐ河川流量や地下水流出量を算出する。

## 2.内容

### 2-1.対象流域概要

図1に瑞梅寺川流域の概要を示す。瑞梅寺川は福岡県福岡市西部を流れる二級河川であり、脊振山地の井原山を源流として、川原川・赤崎川・汐井川の3つの支川と合流して今津湾に注ぐ。流域面積は52.6km<sup>2</sup>、幹川延長は13.2kmである。流域上流には瑞梅寺ダムがあり、糸島市および福岡市西部に生活用水や農業用水を供給している。瑞梅寺川上流および中流では糸島花崗閃緑岩が分布し、下流では瑞梅寺川により運搬堆積されて形成された砂・泥・礫等の堆積物が広く分布している。

本研究ではモデルの計算期間を2009年から2011年に設定し、瑞梅寺川流域を50m×50mのメッシュ毎に分けて土地利用を整理した。また、河川流量の実測値は池田流量観測地点の値を用い、上久保雨量局で観測された時間降水量、対象流域から西に約3.8kmに位置するアメダス前原観測所によって観測された日平均気温データも用いた。

### 2-2.適用する数値モデル

本研究で使用するモデルは地下水涵養モデルと地下水流動モデルを結合させたものである。また、今津湾付近における陸域の上層には粘土層が体積しており、本研究ではこれを加圧層としてとらえ、粘土層の下部に

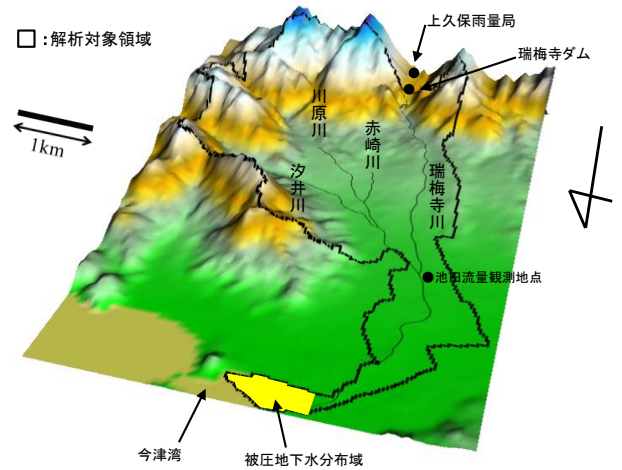


図1 瑞梅寺川流域概要

位置する領域を被圧地下水分布域とし、それ以外の領域を不圧地下水分布域とする。被圧地下水分布域は図1に示す。

### (1) 地下水流動モデル

地下水涵養モデルは図2に示すように、降水量 $P$ を蒸発散量 $EVT$ 、直接流出量 $q_r$ 、地下水涵養量 $q_w$ の3成分に分離させるモデルである。このモデルは1段タンクからなり、その基礎式はタンク内の水位変化を表す式と地下水の涵養量を表す式の2式からなる。本モデルでは、ハモン式により推定される可能蒸発散量を基に、タンク内から蒸発散させるほか、森林域では遮断蒸発、低地部では地下水位に応じて地下水面からの蒸発を考慮する。また、不圧地下水分布域においては地下水涵養

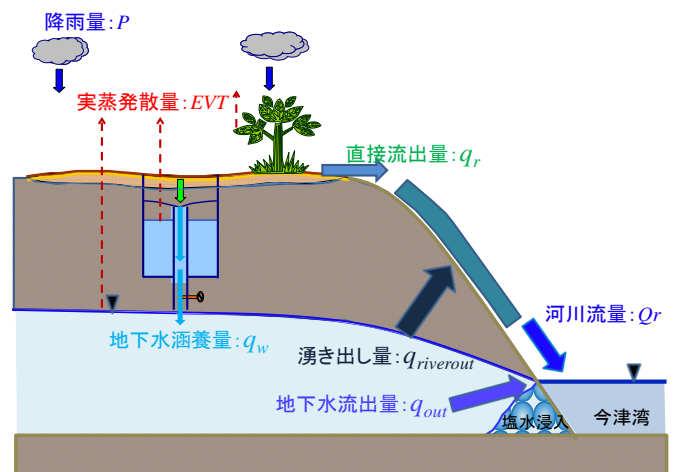


図2 モデルの解析による水収支

表1 地下水涵養モデルによる解析結果

	計算値				実測値
	直接流出量	蒸発散量	地下水涵養量	合計量	降雨量
	(mm/year)	(mm/year)	(mm/year)	(mm/year)	(mm/year)
2009	370	606	1293	2269	2276
2010	397	624	1673	2693	2694
2011	356	604	1613	2573	2565
平均値	374	611	1526	2512	2512

表2 地下水流出量と全流量の関係

	湧き出し量	地下水流出量	全流出量	地下水流出量/全流出量
	(mm/year)	(mm/year)	(mm/year)	(%)
2009	995	298	1663	17.94
2010	1368	304	2069	14.70
2011	1431	182	1969	9.23
平均値	1265	261	1900	13.76

モデルを用いて降雨による地下水涵養量を考慮し、それを地下水流動モデルに連動させる。一方、被圧地下水分布域においては、地下水涵養量は考慮しない。

**(2) 準3次元淡塩2相地下水流動モデル**

準3次元淡塩2相地下水流動モデルは、降雨浸透により引き起こされる地下水流と低地部での淡塩2相流の2つの地下水流動を求めるモデルである。広域領域において水平流速を無視できる、いわゆる準一様流の仮定の基において3次元現象を平面2次元の近似式にした淡塩2相流モデルである。地下水涵養量  $q_w$  の内、中間流出量を湧き出し量  $q_{riverout}$  とすると、地下水流動モデルにおいて河川流量の計算値  $Q_r$  は式(1)で算定され、地下水流出量の計算値  $q_{out}$  は式(2)で表わされる。

$$Q_r = q_r + q_{riverout} \quad (1)$$

$$q_{out} = q_w - q_{riverout} \quad (2)$$

**3.結果**

表1に地下水涵養モデルで算出した3成分の量、その合計量、上久保雨量局で観測された降雨量を示す。各年において地下水涵養量が降雨量の60%近くを占める一方、表面流出量はその13%程度である。解析対象領域の約48%が森林や果樹園・畑であり直接流出率は小さくなるため、地質が花崗岩類となっており降雨が地下に浸透しやすいためだと考えられる。

表2に地下水流出量と全流出量の関係を示す。全流出量は河川流量と地下水流出量の合計量である。全流出量に対する地下水流出量の割合は、一般的に1割から2割程度であると見積もられており<sup>1)</sup>、本研究の結果は概ね妥当であると考えられる。

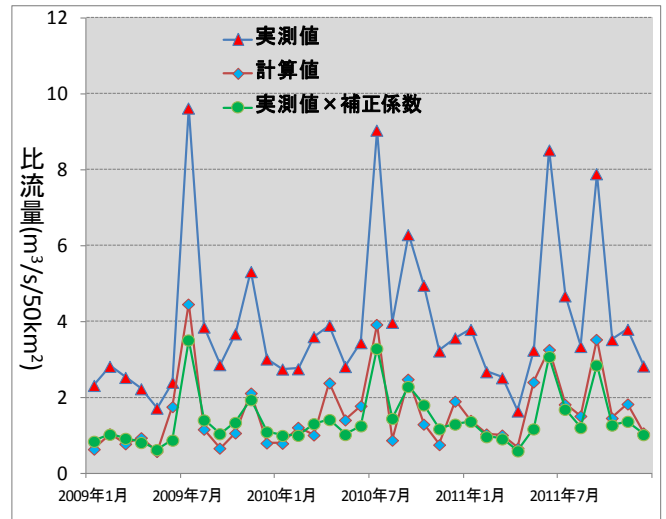


図3 河川比流量の実測値と計算値

次に、図3において河川比流量の月平均値を実測値と計算値と比較した。月毎の降雨量の違いによる比流量の増減の傾向は似ているが、計算値は実測値を大きく下回った。その原因は河川流量の実測値と上久保で観測された時間降雨量から算出した流出率が1を超える結果となったことにある。池田で観測された流量はダム建設時(1969~1977年)に作成されたHQ式を基に算出された値であり、河道断面が変化した現在では流量が過大評価されていると考えられる。そこで対象流域に隣接しかつ土地利用状況も類似している大原川の流出率(流出率=0.58, 1997~1999年の平均値)<sup>2)</sup>を参考に、対象流域の解析期間全体の流出率の値が大原川の値と一致するように、河川流量の時間観測値に一律の補正係数を乗じて算出した比流量を示した。その結果、計算値は実測値と概ね一致した。

**4.結論**

本研究は、2つの数値モデルを適用することで瑞梅寺川流域の水循環機構を明らかにすることができた。今後は、今津湾付近の河川および地下水水質を調査して、河川流量・地下水流出量における栄養塩の負荷比の推定を行ってきたい。

**参考文献：**

1) : Taniguchi, M, Burnett, W.C., Cable, J.E. and Tuener, J.V.(2002) : Investigation of submarine groundwater discharge, Hydrol. Process. 16.  
 2) : 堤敦, 神野健二, 森牧人, 広城吉成(2003) : 表流水-地下水系循環機構の解析 : 九州大学新キャンパス建設地を対象として, 土木学会論文集, 747, 29-40.