

糸島半島における水循環機構の解析

九州大学大学院 学生会員 ○野村哲裕 (株)エスジー技術コンサルタント 正会員 堤敦
九州大学工学研究院 正会員 神野健二 九州大学工学研究院 正会員 広城吉成

1.はじめに

土地利用の変化は流域の水循環に影響をあたえる。例えば、土地利用が農地からアスファルトなどの不浸透域になると、雨水の地下水への涵養量が減少し、大雨時に河川のピーク流量が増加するなどの問題が生じる。また、沿岸部では地下水中への塩水侵入状況が変化することも考えられる。本研究の対象地域である糸島半島は、現在九州大学の移転事業が進行中で、今後人口の増加とともに土地利用形態が変化し、都市化することが予想される。これまで、この糸島半島では、九州大学新キャンパス建設地のみを対象として、水循環系の解析が行われてきた¹⁾。しかし、将来的に考えれば、糸島半島全域を対象とし、水循環解析を行い検討する必要がある。そこで本研究では、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との結合モデルを用いて、糸島半島全域での水循環機構を解析し、本モデルの妥当性について検証した。

2.研究対象地域

2.1 糸島半島

本研究では、糸島半島内にある桜井川と井戸(32地点)のデータを用いて解析を行った。図-1に北部九州の航空写真と糸島半島の土地利用を示す。糸島半島は福岡県西北部、玄海灘に突出した半島である。雷山山塊に連なっており、100m~300m級の山が多数存在する。地質は半島の北西-南東に帯状に繋がる三郡変成岩の断層が通っており、この

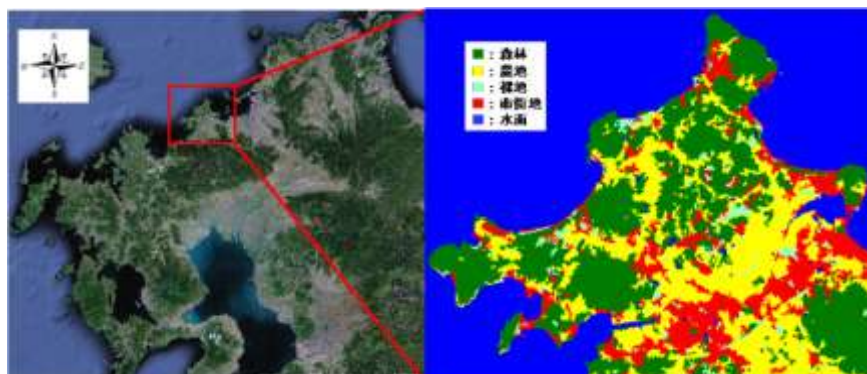


図-1 北部九州の航空写真と糸島半島の土地利用

断層を堺に北側に片岩、南側には花崗岩が分布している。糸島半島部の土地利用は図-1に示すように³⁾、森林が全体の54%、農地が28%、市街地が13%、裸地が4%、水面が1%を占める。糸島地区の主な水源は地下水であるが、水資源に乏しく、志摩町では自己水源率が40%である。そのため、水資源の把握とその管理は重要である。また、低平地では地下水の塩水化が生じている。なお、使用した降水量および気温データは最寄りの前原アメダス地点のものである。

2.2 桜井川

本研究で解析した桜井川(図-5)は、半島西北部に位置しており、流路長5.57km、流域面積12.6km²の二級河川である。この他に、糸島半島内にある32地点の井戸のデータを用い、水収支解析および地下水流動解析を行った。解析期間は2005、2006年である。本モデルでは解析領域を東西50m×南北50mの格子間隔に分割し、各格子で土地利用、地盤標高、水理基盤面について整理した。

3.数値モデル

本研究では、土地利用状況を考慮した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との結合モデルを用いた。それぞれのモデルについて下記に述べる。

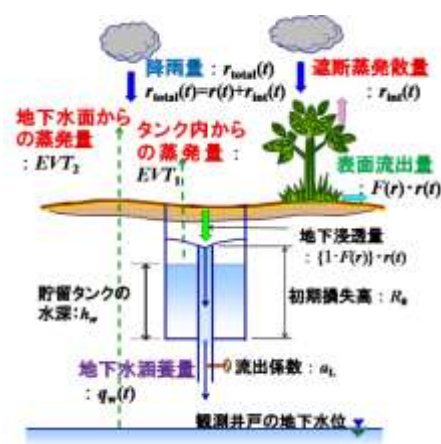


図-2 地下水涵養モデル

キーワード：糸島半島、健全な水循環、地下水流動、塩水化

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 九州大学大学院工学研究院環境都市部門, Tel 092-802-3429

3.1 地下水涵養モデルおよび準3次元淡塩2相地下水流動モデル

図-2に地下水涵養モデルを示す。地下水涵養モデルは、土地利用状況に応じて降雨量を直接流出量 q_d 、蒸発散量 EVT 、地下水涵養量 q_w の3成分に分離する。また森林領域を対象とする場合は遮断蒸発量 $r_{int}(t)$ を考慮し、その値は近藤ら²⁾が推定した遮断蒸発量と月降水量の関係により決定した。可能蒸発散量は、ハモン法により推定した。また、準3次元淡塩2相地下水流動モデルは不圧帯水層を対象とした非混合の淡塩2相流モデルであり、その詳細は堤他(2003)を参照されたい¹⁾。

4. 計算結果・考察

本モデルの妥当性を検証するため、桜井川において感潮区間より上流域(図-5)を対象として水収支解析を行った。図-3に河川比流量の実測値と計算値の比較を示す。図より、計算値は実測値と概ね一致しており、本モデルの妥当性が確認された。

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

$$Q_{out} - Q_{in} = q_{recharge} - q_{riverout} - \Delta S - EVT_2 \quad (2)$$

ここで、 Q_r は河川流量、 q_r は地表面に到達した降雨のうち直接河川に流出する成分、 $q_{riverout}$ は地下水からの基底流出量と中間流出量の合計であり、地下水流動モデルより求めた。 Q_{out} は流域外への地下水流出量、 Q_{in} は流域外からの地下水流入量、 $q_{recharge}$ は降雨の涵養量、 ΔS は流域内貯留水の変化量、 EVT_2 は地下水面からの蒸発量である。なお、 ΔS は0と仮定し、 EVT_2 は地下水位と地盤標高との差が1.5m以内の場合に生じると仮定している。以上の方法より計算した結果、2006年の降雨量2063mm/year(100%)の内、直接流出量190mm/year(9.2%)、地下水涵養量1337mm/year(64.8%)、蒸発散量480mm/year(26.0%)となった。更に $Q_{out} - Q_{in}$ は277mm/yearとなった。求めた直接流出量 q_r は、河川流量の実測値に対して図解法により求めた直接流量202mm/year(9.8%)と概ね一致している。また、計算結果より、図-4に調査地点WL7における地下水位の実測値と計算値の比較、図-5に地下水の流動方向と桜井川の集水域とWL7の位置を示す。図-4より計算値は概ね実測値と一致した。図-5より、地下水は山間部から河川または沿岸部に向かって流れており、山が点在する糸島半島の地形的特性をよく表している。

5. 結論

本研究では地下水涵養モデルと準3次元地下水流動モデルを用いて糸島半島の水循環機構について検討した。桜井川の河川流量、32地点の地下水位の算定結果は実測値と概ね一致し、地下水流動も良好に再現できており、本モデルが糸島半島に適用できることが確認できた。今後は、更なる地下水データを収集し、塩水化の問題を検討するとともに、糸島半島の北西―南東を通る浸透性が高い三郡変成岩の地質データをモデルに取り入れ、その流出機構について解析する。

参考文献: 1) 堤敦他(2003): 表流水―地下水系水循環機構の解析―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 NO.747/II-65, pp29-40, 2) 近藤純正ほか: 日本の水文気象(3)―森林における蒸発散量―, 水文・水資源学会誌, 第5巻4号, 1992, 3) 村上拓彦(2006): 糸島半島の土地利用: 九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト「糸島地域における健全な水循環系の構築(平成15-16年)報告書(代表神野健二)

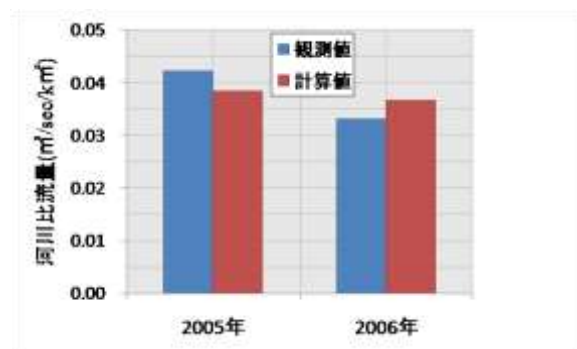


図-3 河川比流量の比較

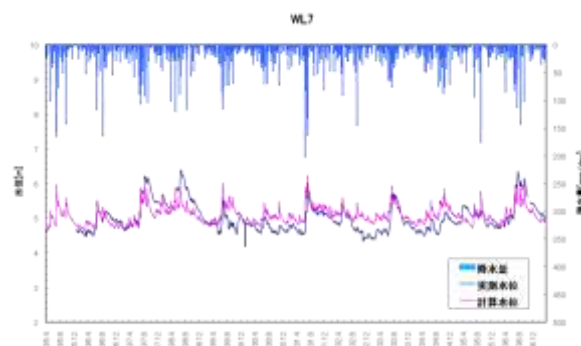


図-4 地下水位の比較

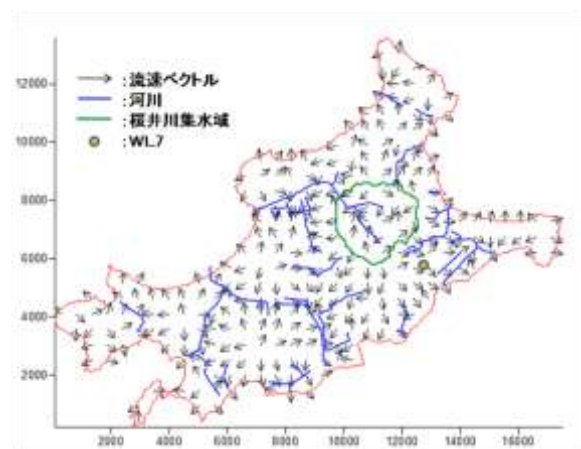


図-5 地下水流速ベクトル