

1.背景と目的

九州大学伊都キャンパス建設により、雨水の地下への浸透、流出、涵養過程等に影響が及ぶことが懸念されている。また、キャンパス移転により周辺地域の地下水利用に影響を及ぼす可能性もあり、地下水保全への配慮が求められている。九州大学伊都キャンパスでは、雨水の一時的な貯留や地下への浸透を促進することのできる空隙貯留施設の設置が計画されている。そこで本研究では、地下水涵養モデルを用いてキャンパス内の地下水涵養能力を把握し、空隙貯留施設の効果的な配置場所を提案する。

2.内容

2-1.研究対象領域概要

図1に福岡市西区元岡の九州大学伊都キャンパスを示す。キャンパス周辺では農業や商業、生活用水など様々な用途で地下水の利用が行われている。また、キャンパス内にある幸の神湧水は古くから周辺地域の重要な農業用水源として利用されてきた。本研究では2008年から2012年までをモデルの計算期間に設定し、キャンパス内を10m×10mのメッシュに分けて土地利用を整理した。これに加え、30地点の地下水位観測井戸のデータ、標高データ、アメダス前原観測所の日平均気温、時間降水量データを用いた。

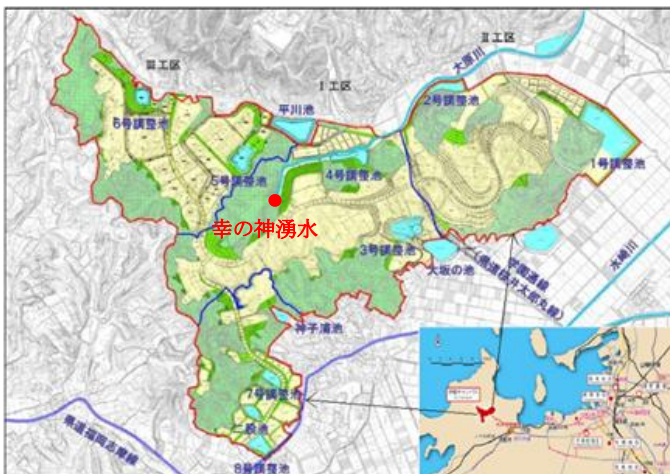


図1 研究対象領域

2-2.モデルの概要

遮断蒸発を考慮した地下水涵養モデルの概要を示したものが図2である。降雨は表面流出成分 $\{F \cdot r(t)\}$ と地下浸透成分 $\{(1-F(r)) \cdot r(t)\}$ と蒸発散成分(EVT)の3成分に分離される。タンクへ入った地下浸透成分は、その中に設けられた高さ R_0 のパイプにより一時的に貯留される。タンク内の水位が R_0 を超えると地下水面への涵養が開始される。これは、地下水が地表面から地下水面までの不飽和態を通過する過程で生じる降雨の損失高を表わすもので、この効果により時間遅れが考慮された地下水涵養量 $q_w(t)$ が得られる。また、ハモン式によって推定される可能蒸発散量を基に、タンクからの蒸発散量 $EVT_1(t)$ を考えるほか、森林域においては遮断蒸発を考慮する。本モデルの基礎式は次の3つである。

$$\frac{dh_w}{dt} = \{(1-F_i(r)) \cdot r(t) - q_w(t) - EVT_1(t)\} \quad (1)$$

$$q_w(t) = a_L \cdot \{h_w(t) - R_0\} \times Y[h_w(t) - R_0] \quad (2)$$

$$F_i(r) = \frac{r(t)}{r(t) + (r)^{1/2}} \cdot F_{i\infty} \quad (3)$$

(1)式はタンク内の水位 $h_w(t)$ の変化を表わす式であり、(2)式は地下水への涵養量 $q_w(t)$ を表わす式である。(3)式は表面流出率 $F_i(r)$ を表わす式で、土地利用条件に依存する値 $F_{i\infty}$ と降雨強度 $r(t)$ によって変化すると考える。この $F_{i\infty}$ は技術資料の値を使用(表1)し、他のパラメータは堤による値¹⁾を参考にした。

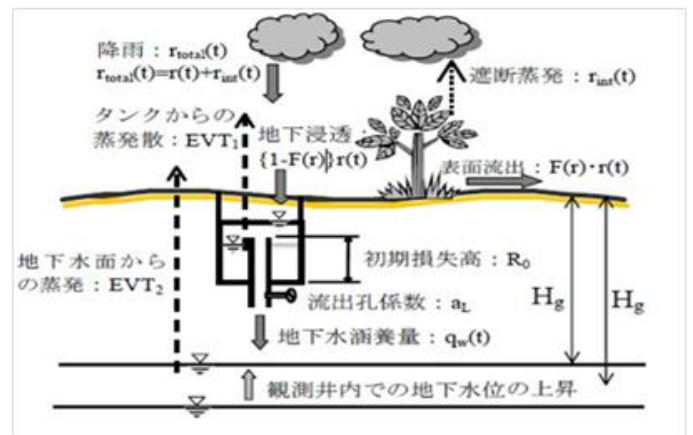


図2 地下水涵養モデル概要

表 1 土地利用に応じた表面流出率 $F_{i\infty}$

対象土地利用	表面流出率 $F_{i\infty}$	対象土地利用	表面流出率 $F_{i\infty}$
森林	0.30	裸地	0.30
建物	1.00	道路	0.80
調整池	0.75	駐車場	0.80
草地	0.30	天然芝	0.15

表 2 解析結果

	計算値				実測値
	表面流出量 (mm/year)	蒸発散量 (mm/year)	地下水涵養量 (mm/year)	合計量 (mm/year)	
2008	269	637	746	1652	1659
2009	323	590	794	1707	1712
2010	325	640	931	1896	1897
2011	267	555	850	1671	1660
2012	303	617	810	1730	1744
平均値	297	608	826	1731	1734
配置時平均	291	605	835	1731	1734

2.3.空隙貯留施設

浸透トレンチ、浸透マス、透水性舗装等の様々な雨水貯留浸透施設の中で、空隙貯留施設は他の雨水貯留浸透施設に比べ、底面や側面から雨水を地中に浸透させることにより、多量の雨水の地下への浸透と涵養が期待できる。空隙貯留施設は、プラスチック、発泡スチロールを主原料とするものや、碎石を主原料とするものがある。また、形状や寸法を自由に設定することができ、駐車場や避難場所など地表上貯留に支障がある場合などに用いられる。

3.結果

表 2 に地下水涵養モデルを用いて算出した表面流出量、蒸発散量、地下水涵養量、これらの合計量、降雨量実測値を示す。各年において地下水涵養量は降雨量の約 48%、表面流出量は約 17%程度である。解析対象領域の約 60%が森林であり降雨が地下に浸透しやすいため、表面流出率は低く、地下水涵養率は高くなる。また、この 5 年間に於いて、降雨量に対する地下水涵養量の割合は大きく変化していない。これは、キャンパス西側において、2008 年の時点で表面流出率の高い建物の建設はほとんど終了しており、2012 年までの間に大きな土地利用の変化がなかったためであると考えられる。

図 3 が地下水涵養モデルを用いて算出した 5 年間での地下水涵養量であり、色が濃い場所ほど地下水涵養量が多いことを示す。キャンパス東側の地域においてはほとんどが裸地や森林であるため、建物より表面流出量が少なく、地下水涵養量が多くなっている。西側の地域においては、建物が建設されている場所の涵養量が少なく、建物の南側の領域も涵養量が少ないことが分かる。

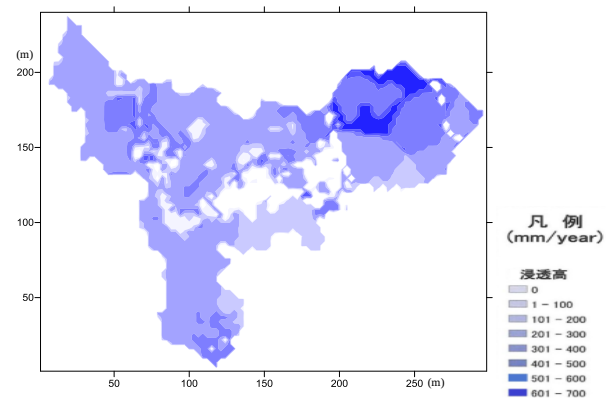


図 3 地下水涵養量

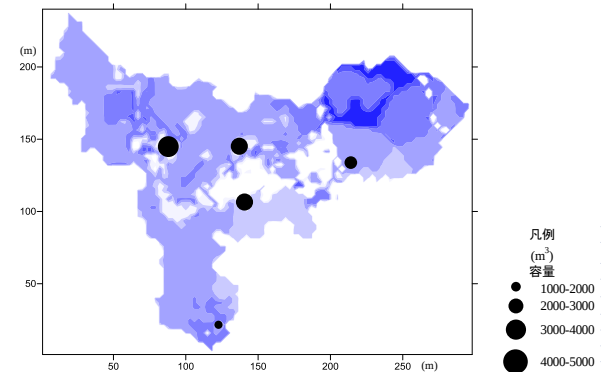


図 4 空隙貯留施設設置提案場所

図 4 に空隙貯留施設の設置提案場所を示す。設置場所は、本解析により涵養量が少ないと推測され、かつ九州大学伊都キャンパス移転事業終了後の土地利用計画²⁾において建物及び保全緑地の予定場所以外とし、規模は各設置場所の流域面積に応じたものとした。また、空隙貯留施設を設置した場合、表 2 に示すように 1 年あたり約 9mm 地下水涵養量が増加するという結果が得られた。これにより、土地の開発による雨水の表面流出量が減少し地下水涵養量が多くなり、地下水位の低下を抑制することができると思われる。

4.結論

本研究では、遮断蒸発を考慮した地下水涵養モデルを適用して九州大学伊都キャンパス内の地下水涵養量を推定した。今後は、キャンパス周辺地域まで解析領域を広げ、実際の地下水利用状況を踏まえた上で、地下水保全のための対策を提案していきたい。

【参考文献】

- 1)堤 敦：表流水－地下水系循環機構の予測モデルの開発と適用－九州大学伊都キャンパス建設地を対象として－，九州大学学位論文，2006
- 2)九州大学新キャンパス計画専門委員会：九州大学新キャンパス水循環系保全整備計画，2004