

(29) TSR モデルを用いた気候変動が都市流域の雨水流出現象に与える影響評価について

首都大学東京 ○正会員 天口 英雄
 首都大学東京 正会員 河村 明
 SMHI 非会員 Jonas Olsson

首都大学東京 正会員 中川 直子
 東京都 土木技術センター 正会員 高崎 忠勝

1. はじめに

近年、スウェーデンの南東部に位置する Arvika では、集中豪雨による地下室の浸水被害が発生している。今後は、気候変動により降水量が増加するとの予測もなされており、浸水被害の軽減には将来降水量が増加した場合を想定し、現況排水施設にどの程度の影響があるかを評価することは重要である。そこで本研究では、複雑な都市流域の雨水流出過程を詳細に再現可能な TSR (Tokyo Storm Runoff) モデルを用いて、気候変動により計画降雨が増加した場合のシミュレーションにより現況の排水施設を評価するとともに TSR モデルの有用性を確認する。

2. TSR モデルの概要¹⁾

本研究で用いる TSR モデルが現在多用されている分布型流出モデルと大きく異なる点は、地表面の形状をグリッド型で与えるのではなく、地物データ GIS を用いて地表面の土地利用を忠実に表現する点である。TSR モデルが対象とする雨水流出過程を図-1 に示す。代表的な雨水流出過程を述べると、流域内への降雨は高度な地物データ GIS から作成される土地利用地物要素それぞれに与えられる。街区内では、土地利用地物要素が持つ浸透・不浸透特性に応じて不浸透域の降雨および浸透域の浸透能を超えた降雨を直接流出として計算し、建物の雨水は近傍の道路要素への流出量として算定する。道路要素の雨水は、その要素内にマンホールが存在する場合には雨水・下水道管路に流入し、存在しない場合には道路要素上を流下する。こうして、雨水・下水道管路へ流下した水は数々の管路網を合流して最終的には河川要素に流出して流域外へと流去する。

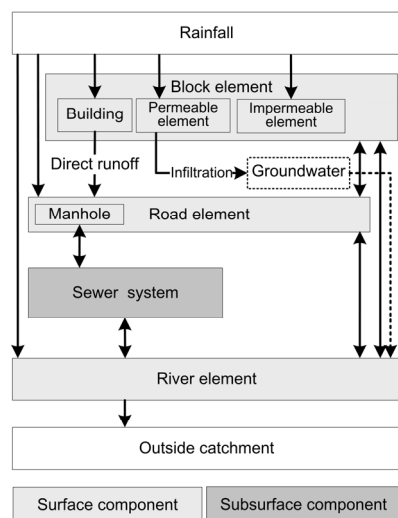


図-1 TSR モデルの概要

3. 対象流域の概要とモデル構築

図-2 は本研究で対象とした Palmviken 流域の概要図である。対象流域はスウェーデン南西部 Arvika に位置し、流域面積は 0.92km²、雨水は全てが下水路を通じて Glafsforden 湖 Kyrkviken 湾に排水されている。流域の土地利用は主に、住宅地の中上流部と商業施設が立地する下流部からなる。

対象流域の高度な地物データ GIS の構築には、基礎的地物データ GIS、航空写真、デジタル標高データそして雨水・下水道管路網データを町役場から収集した。本研究では、地表面地物として道路地物、建物地物、不浸透地物および浸透地物を設定し、建物地物以外は手作業により分割を行った。構築した地表面地物数は約 18,000 で、不浸透面積率は約 47% である (図-3(a))。収集した雨水・下水道管路データは幹線管路データのみであったため、マンホール位置、道路の雨水流入位置、建物の屋根からの排水先が敷地内か雨水・下水道管路かを現地調査により特定し、データベース化を行った。構築した雨水・下水道管路データのうち、管路数は約 1,800 である (図-3(b))。

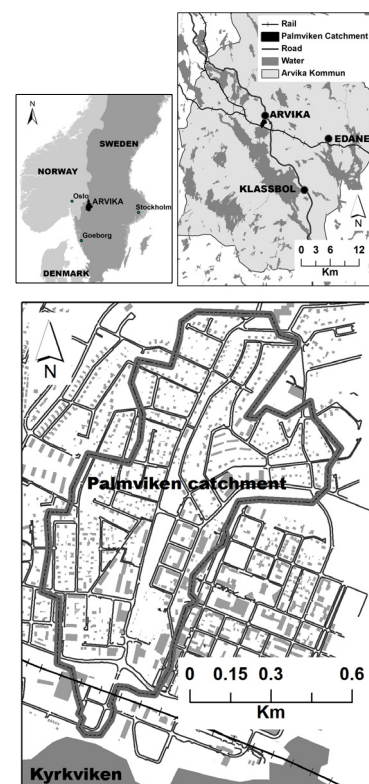


図-2 対象流域の概要

4. 洪水流出シミュレーション

対象降雨は Palmviken 流域で計画対象とされている 10 年確率で、現況 (TC と表記) と将来 (F3 と表記) を適用する。降雨波形は図-4 に示すような形状で、F3 のピーク雨量は TC よりも 30% 程度大きい。なお F3 は、IPCC シナリオ A1B で 2071-2100 年を対象に全球気候モデル ECHAM5 により解析²⁾されたものを領域気候モデル RCA3 によりスウェーデン領域をダウンスケール化³⁾して求められ

たものである。

洪水流出シミュレーションに用いたパラメータは、文献等から標準と思われる値を設定した⁴⁾。雨水・下水道管路の下流端条件としては、計画湖水位である46.5mを設定した。対象降雨は1分単位で与え、地表面および雨水・下水道管路に関する流れの解析は約0.2秒間隔で行った。

図-4は、TCおよびF3をTSRモデルに適用して得られた雨水・下水道管路の最下流端、すなわちKyrkviken湾への流量を图示したものである。現況から将来にかけてピーク雨量が約30%増加したことに対し、ピーク流量は約15%のみの増加と少ないが、流出率は23%から40%に増加する結果が得られた。

図-5はマンホール水位が道路地盤高よりも高くなった箇所を示したものである。TCの場合にも溢水が発生しているが、F3の場合には溢水箇所がさらに上流域に広がっている。対象流域では流量が観測されていないため本モデルの検証材料は少ないものの、2006年6月に発生した豪雨による浸水区域は、TCによる解析に概ね一致する結果が得られている。

5. むすび

本研究では、スウェーデンの都市小流域を対象に、気候変動が雨水流出現象に与える影響を現況および将来の降雨を、複雑な都市流域の雨水流出過程を詳細に表現可能なTSRモデルに適用することにより、現況排水施設の評価を行った。TSRモデルを用いることにより、流出量だけでなく、マンホールからの溢水箇所など、一連の雨水流出現象を評価することが可能であることを確認した。今後は、将来降雨に対応した施設を想定し、TSRモデルによる評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 天口英雄, 河村 明, 高崎忠勝, 中川直子, 個別の地物情報を考慮した密集市街地におけるTokyo Storm Runoff Modelの提案
- 2) Aghedo, A.M., S. Rast, M.G. Schultz (2010), Sensitivity of tracer transport to model resolution, prescribed meteorology and tracer lifetime in the general circulation model ECHAM5. In: *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 3385-3396. - doi: 10.5194/acp-10-3385-2010.
- 3) Olsson, J. and Willen U. (2010) Downscaling extreme RCA3-precipitation for urban hydrological applications, Research Department, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, *Mistra-SWECIA Working Paper*, No3.
- 4) Amaguchi, H., Kawamura, A., Olsson, J. and Nakagawa, N., Analysis of climate change impact on urban runoff in Arvika, Sweden by the Tokyo Storm Runoff Model.

キーワード：TSR (Tokyo Storm Runoff) モデル, 高度な地物データ GIS, 浸水解析, スウェーデン, Arvika

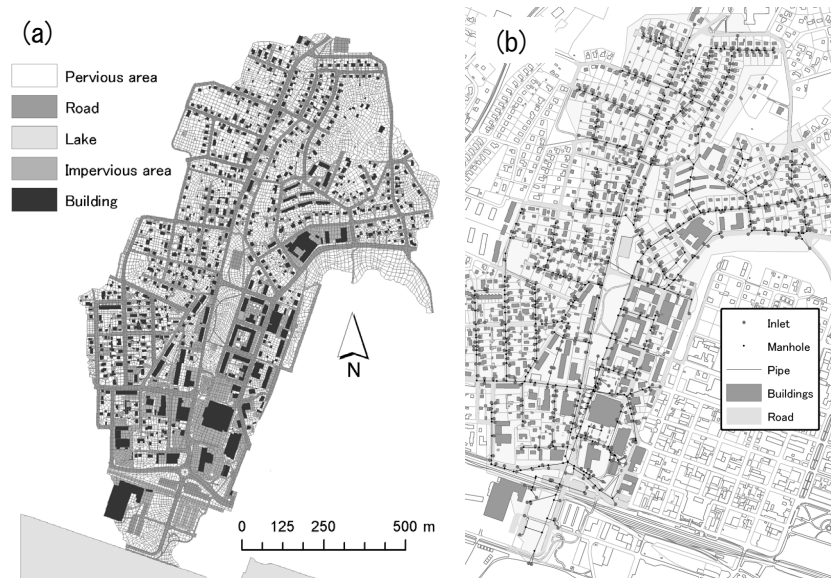


図-3 高度な地物データの構築 (a) 地表面地物, (b) 雨水・下水道管路

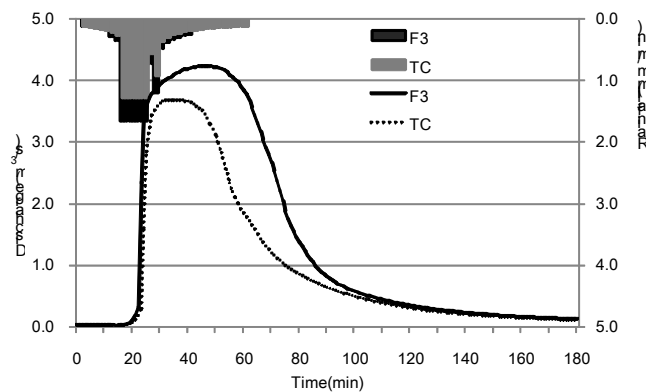


図-4 解析結果



図-5 溢水マンホール (a)TC, (b)F3