都市河川流域における山地が持つ治水および環境機能の検証

福岡大学工学部　正会員　○浜田晃規
福岡大学工学部　正会員　渡辺亮一
九州大学大学院　フェロー会員　島谷幸宏

1. はじめに

現代の中小河川は都市化に伴い河川流量の涸渇化が問題となっている．河川流域の土地利用の変化(図-1)による不浸透面の増加(図-2)とともに，雨水の地下への浸透量の減少，またそれに伴う地下水位の低下により，河川の平常流量が明らかになりつつある．しかし，都市化の影響により，降雨時には河川に流れ込む流出量が増加している．これによって，現代の都市河川は晴天時には河床が見えてしまう程水位が低下し，降雨時には洪水の発生源としかみられなくなっている．このことが多くの文献でも言われている．2009 年 7 月 24 日に発生した九州北部豪雨では，今回の解析対象である樋井川（田島橋付近）で水位が最大 4.24m まで上昇し，短時間で 3.34m 増加し(図-3)流域内に甚大な被害をもたらした．そこで本研究では，樋井川流域内の油山が洪水緩和機能としてどの程度寄与しているのか，また基底流量の増加にどれほど貢献しているのかを研究目標とする．

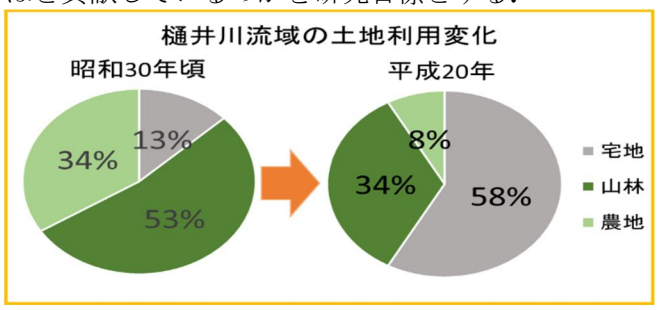

図-1　福岡市の土地利用の変化

図-2　1956 年と現在の南片江周辺

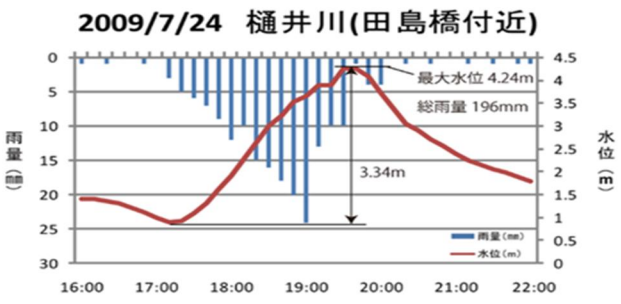

図-3　九州北部豪雨

2. 対象領域

本研究では樋井川流域を対象に降雨流出解析を行う．樋井川は水路延長 12.9km，流域面積 29.2km^2 の二級河川である．また，現在の土地利用状況は宅地 65%，山林 32%，農地 3%であり，都市化の進行した流域内に，約 1/3 の山地が占めている河川である．今回は樋井川本川の下屋敷橋と桜橋に設置されている 2 か所の水位計に着目し，下流から 6k460m 地点までを解析対象と設定する．対象領域である源流部～桜橋の区間を A1，源流部～下屋敷橋の区間を A2 と設定し，A1 は山地のみ，A2 は山地と都市域で構成されている．

図-4　解析対象流域

3. 対象降雨

2013 年 8 月 30 日から 9 月 7 日にかけて降った雨を対象降雨とする．8 月 30 日と 31 日の 2 日間は台風 15 号の影響のため，福岡市内で 1 時間に最大 71mm の降雨を観測した．

4. 研究方法

4. 1 流出解析

水位観測地点において流出解析を行うことで評価した．解析には MIKE シリーズ MIKE11 を用い，集中概念モデルである NAM モデルを採用した.このモデルは流出成分（地表流，中間流，基底流）を個別の貯留における含水量として計算し，タンクモデルとして表現することができる．

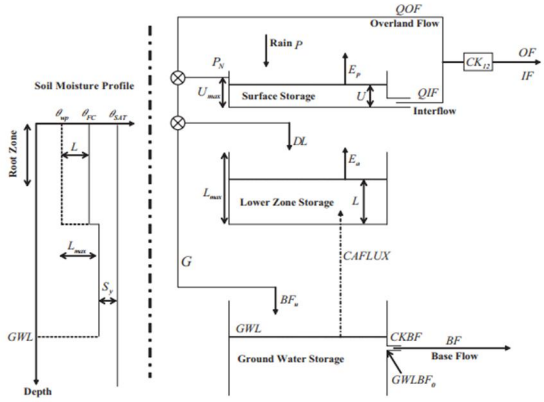

図-5　NAM モデル概念図

4. 2 手順

(1)Arc GIS を用いて解析対象流域を A1 と A2 に分割し，それぞれの流域面積を算出する．
(2)(1)で算出した流域面積を基に樋井川全体のモデル図を作成する．
(3)対象降雨を設定し，MIKE11 にインポートする．
(4)MIKE11 の NAM モデルを用いて対象領域 A1, A2 それぞれのシミュレーションを行いキャリブレーションにより諸係数を同定する．
(5)都市域を含む領域において(4)で同定した諸係数を用いて A1 が都市化した場合を仮定し，解析結果を比較し，森林が持つ治水効果について検証する．

5. 解析結果

5. 1 キャリブレーション

本研究では樋井川流域内の下流から 6k460m を研究対象とし，源流部から桜橋までの領域 A1 と，源流部から下屋敷橋までの領域 A2 のシミュレーション結果をそれぞれ示す．キャリブレーションを行う際，ピーク流量の値が一致するように諸係数を同定した．

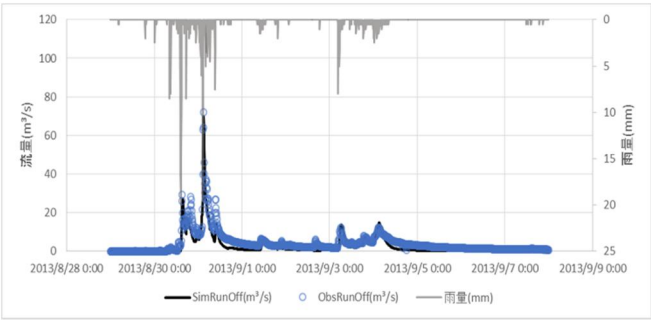

図-6 A1 シミュレーション結果

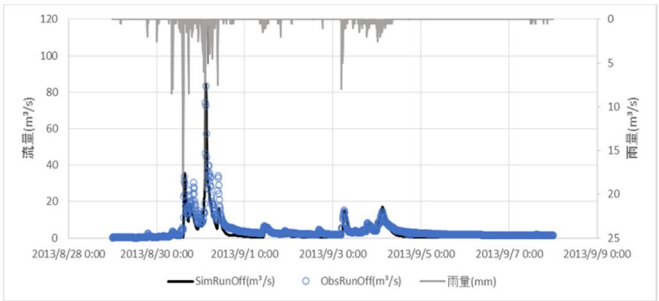

図-7 A2 シミュレーション結果

表-1 初期条件のパラメータ

項目	A1	A2	項目	A1	A2
Umax	13.7	13.7	U/Umax	0.5	0.5
Lmax	158	89.7	L/Lmax	0.5	0
CQCF	0.99	0.99	QOF	0.2	0
CKIF	943	885	QIF	0	0
TOF	0.98	0.86	BF	0.4	0
TIF	0.92	0.12	CKBF	3720	1637

A1 と A2 のパラメータが異なる部分をハッチングで示した．

Umax:地表面貯留の最大含水量(mm)
Lmax:ルートゾーンタンクの最大含水量(mm)
CQCF:地表面流出係数
CKIF:中間流に関する時間定数(h)
TOF:地表面流出発生の閾値
TIF:中間流出の発生の閾値
QOF:地表面流出量(mm)
QIF:中間流出量(mm)
BF:基底流出量(mm)

5. 2 森林保水力の評価

キャリブレーションで同定した諸係数を用いて A1 が都市化した場合を仮定し検証を行った結果，都市化により油山の保水力が無くなると想定した．河川流量は雨が降っていない平常時に 0.19(m^3/s)減少し，降雨時で最大 38.6(m^3/s)増加した．この結果より，流域内の油山は樋井川の基底流量を約 12%増加させていることが分かる．また，ピーク流量を約 36%緩和する保水能力があると考えられる．

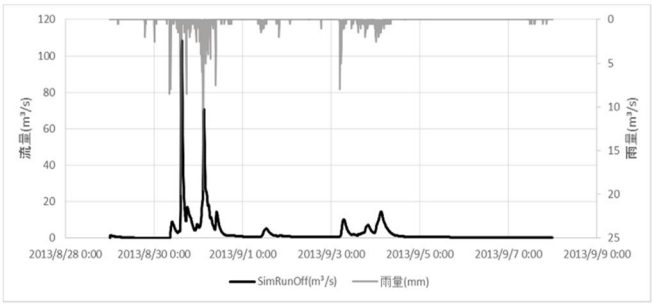

図-8 A1 シミュレーション結果

6. まとめ

本研究では水理水文モデルである MIKE11 の NAM モデルを用いて樋井川流域の流出解析を行った．その結果，油山は樋井川の基底流量を増加させ，また洪水緩和に貢献していることが分かった．今後の課題として，異なる降雨パターンでの検証が必要である．

この研究の一部は JST-RISTEX(研究代表者:島谷幸宏)による助成で行われた研究である．ここに記して謝意を表す．

7. 参考文献

1)森 清和，日常的自然としての都市河川，横浜市郊外研究所報 第 5 号，1980
2)角屋 睦， 都市化に伴う流出の変化， 土木学会論文集 第 363 号，1985
3)楢原朋晃，2009.7.24 豪雨に対する樋井川の防災上の課題，2010
4) 土屋十圀・和泉 清，都市河川流域における地下水位変化と河川の固有流量，水工学論文集 第 36 巻，1992