

都市河川流域における GI 実装の可能性と流出抑制効果に関する研究

福岡大学工学部 正会員○藤井友来 正会員 渡辺亮一・浜田晃規

1. はじめに

西日本を中心に甚大な被害をもたらした 2018 年(平成 30 年)7 月豪雨を皮切りに、福岡県久留米市は 2021 年(令和 3 年)まで 4 年連続で内水氾濫による浸水被害を受けることとなった。同市では 70 年前にも「昭和 28 年度筑後川大水害」を経験しており、日本三大暴れ川に数えられる筑後川との共生を図るため、様々なハード対策を施し、これまで河川氾濫による被害を防止することに成功してきた。しかし、近年では前述の様に 4 年連続で被害に見舞われる事態が発生し、これまでと同様の治水対策では被害を抑止できないことが明らかとなった。この要因として挙げられるのが、降雨形態の変化と都市化の進行である。2021 年 8 月 9 日、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) より第 6 次報告書が公表され、同報告書は「人間の影響が大气、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」と断言した。地球温暖化が人類に与える影響は甚大であり、その内のひとつに「異常気象による内水氾濫の頻発化」がある。近年、線状降水帯を伴う短時間集中豪雨が増加傾向にある。加えて、都市化が進行したことにより、都市域の総括流出係数が増加、都市に降った雨がより素早く、より多く河川に排水されてしまっている。こういった要因が重なることで、河川の流下能力を超える雨水が河川に流入し、内水氾濫を引き起こしている。この対策として、同市では、

- ・豪雨時用の緊急排水路を増設
- ・フラップゲートによる外水の逆流防止
- ・ポンプ付水門による強制排水

といったハード対策を打ち出している。しかし、これらの対策は全て筑後川への排水が可能であることを前提として計画されているため、筑後川がポンプ排水の停止条件となる H.W.L に達したとき治水機能が停止することになる。

これを受けて、同市では流域治水プロジェクトを発足。久留米大学のグラウンドに 25 メートルプール 50 杯分の雨水 (21,800t) を貯留する貯留施設の整備を進めるなど、降った雨をその場に留め、河川へと流出するピークをずらす対策を新たに計画している。

本研究は、久留米市東町を源に市内を流れる池町川流域を対象として、降った雨水をその場に留めるグリーンインフラ (以下 GI) の実装により得られる効果とその可能性について検証するものである。

2. 研究目的

都市化が進行したことと降雨形態がより短時間集中的なものへと変化したことにより、下水管や雨水管の排水能力を超えた雨水が管路に流入した結果、内水氾濫が引き起こされることが増えている。その対策として、降った雨水をその場に浸透、貯留するオンサイト方式の治水が有効であると考えられるが、具体的に計画を立てるには、どの程度

の整備を進めれば十分な効果が得られるのか、明らかにする必要がある。そこで本研究では、現在の土地利用に着目し、土地利用図から現在の総括流出係数を算出、GI 実装による流出抑制効果について検証していくこととする。



図-1 研究対象領域

3. 研究方法

(1) 土地利用図を作成

図-1 に示す池町川流域を対象とした土地利用図 (図-2) を作成。ArcGIS を用いて、田んぼ、舗装地、非舗装地、道路、緑地、建築物、水域に土地を分類しポリゴンを作成した。

(2) 面積割合の測定

ArcGIS を用いて作成したポリゴンを統合し、各土地利用形態の面積を測定。その合計を流域面積とし、流域面積を分母に面積割合を算出した。

(3) 総括流出係数の算出

工種別基礎流出係数¹⁾を基に、各土地利用形態の流出係数を決定。面積割合に乗じて、対象領域内に降った雨水が流出する割合を算出した。

$$\text{総括流出係数} = \sum (A \times I)$$

(A: 面積, I: 流出係数)

(4) GI を実装した場合の流出雨量高を検証

駐車場等のアスファルト舗装地を対象に透水性舗装に置き換えた場合、非舗装地を対象に地盤改良工法を施した場合、各家庭に雨水タンクを設置し屋根に降った雨水を貯留した場合といった状況を想定して流出高の計算を行い、それぞれの条件での雨水流出抑制効果について検証した。ここで流出雨量高は対象降雨を 100mm/h とし、これに総括流出係数を乗じることで求めている。

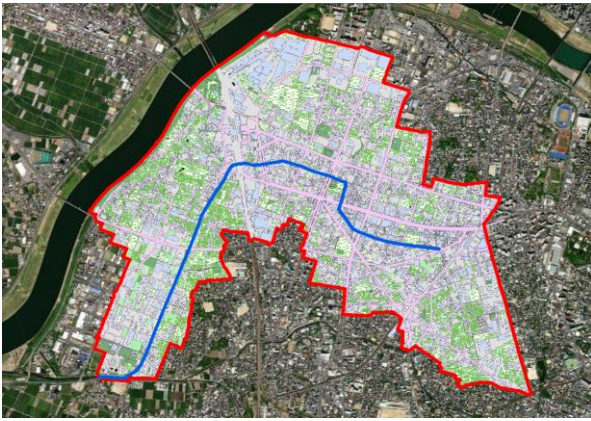


図 - 2 土地利用図

4. 研究結果

表 - 1 に池町川流域における現在の雨水流出高を示す。工種別基礎流出係数¹⁾は設定に幅があるため、その中間値を採用し、対象領域に1時間で100mmの雨が降ったものとして流出高を算出している。現在の土地利用では、アスファルトやコンクリートで舗装された駐車場や庭が32%と最も高い割合を占めており、次いで屋根(29.3%)と道路(20.8%)の占める割合が高くなっている。この面積割合上位3つを合計すると、池町川流域全体の8割に及び、かなり都市化が進行していることがわかる。その結果、池町川流域に降った雨100mmのうち79.2mmが流出するという状況になっている。

表 - 2 にアスファルトやコンクリートで舗装された駐車場や庭の舗装面を浸透性舗装に変更した場合の雨水流出高について示す。浸透性舗装に使用される素材の透水係数は砂質土の10倍以上と規定されている³⁾ため、流出係数は0.1に設定している。その結果、流出高は53mmと現況と比較して26.2mmの改善が見られた。

表 - 3 に舗装されていない庭や駐車場の地盤を改良した場合の流出高について示す。今回採用した地盤改良工法はATTAC工法であり、この工法によって改良された地盤は終期浸透能が100mm/hを超えるため、1時間降雨強度が100mm程度の雨であれば、その土地に降った雨水の全てをその場に浸透させることができる。しかし、ATTAC工法は地盤の表面を改良する工法であるため、表層の改良土が飽和状態に至ったとき、下層地盤の浸透能の影響を受けることが考えられる。よって、流出係数は0.1に設定した。その結果、流出高は5.7mm減少し、47.3mmとなった。

表 - 1 流出高 (現在)

	面積割合	工種別基礎流出係数	流出高
水田	0.009	0.75	0.6
舗装地	0.320	0.9	28.8
非舗装地	0.142	0.5	7.1
道路	0.208	0.9	18.7
緑地	0.029	0.2	0.6
屋根	0.293	0.8	23.4
総括流出係数		0.79	79.2

表 - 2 流出高 (浸透性舗装)

	面積割合	工種別基礎流出係数	流出高
水田	0.009	0.75	0.6
浸透性舗装地	0.320	0.1	3.2
非舗装地	0.142	0.5	7.1
道路	0.208	0.9	18.7
緑地	0.029	0.2	0.6
屋根	0.293	0.8	23.4
総括流出係数		0.53	53.0

表 - 3 流出高 (地盤改良)

	面積割合	工種別基礎流出係数	流出高
水田	0.009	0.75	0.6
浸透性舗装地	0.320	0.1	3.2
地盤改良地	0.142	0.1	1.4
道路	0.208	0.9	18.7
緑地	0.029	0.2	0.6
屋根	0.293	0.8	23.4
総括流出係数		0.47	47.3

5. 考察

今回の研究で、比較的土の改良が容易な舗装地、非舗装地を対象とした地盤の改良だけでも大きな流出抑制効果が期待できることがわかった。この状態から更に各家庭に雨水タンクを設置することにより、総括流出係数を下水道整備計画立案当初の0.40²⁾まで改善することも十分に可能であることが考えられる。また、学校や総合公園といった多くの人が利用する施設が隣接するグラウンドにATTAC工法を組み合わせた地下貯留槽を整備することで、直接の改良が難しい土地に降った雨を引き込み、流出抑制効果を高めることが可能となると考えられる。今回はArcGISを用いて簡略的な流出雨量高の検討を行ったが、実際の雨を降らせた際の各地点における浸水深の検討が不足している。そのため下水管渠の整備状況と小区画毎の流出係数を考慮した流出解析を行うことでGIを導入した流出抑制効果について詳しく検証する予定である。

6. 参考文献

- 1) 都市計画に基づく開発行為許可等の審査基準 久留米市 <https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1500sos-hiki/9102kensi/3010oshirase/files/kaihatsu-kijun20170401.pdf>
- 2) 雨水流出抑制施設等の整備事例集 国土交通省 : <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001429913.pdf>
- 3) 構内舗装・排水設計基準 国土交通省 <https://www.mlit.go.jp/common/001157901.pdf>