

熊本城下町の形成に見る近世の水防災の取り組みと現代への応用

熊本大学 正会員 ○松尾和巳, 山田文彦, 柿本竜治, 田中尚人, 藤見俊夫

1. はじめに

現在, 洪水被害から地域を守るためには, 治水のハード整備とソフト対策の連携が求められている。現代のハード整備は主として川を氾濫させないためのものであり, 河川と氾濫域を積極的に切り離す考え方である。一方, ソフト対策では住民への避難情報の提供などがあげられるが, これは川が氾濫する状態を想定したものであり, 河川と氾濫域とを切り離さず, 連続して捉える考え方である。現在, ソフト対策として洪水ハザードマップの作成が進められている中で, ハザードマップに対する住民の認知度や利用度が必ずしも高くない理由としては, 現代の治水の基本となる 2 つの考え方の根本的な相違が要因として考えられる。

これに対して, 近世の治水の基本的な考え方は, その土地の地形条件を生かした, 川に逆らわない水防災であったと考えられる¹⁾。しかし, その水防災の考え方や機能を工学的に定量評価し, その中から現代に通じ応用できる事項を抽出・整理した研究例は非常に少ない。そこで本研究では, 近世治水の例として 1588 年の加藤清正の入国によって築かれた熊本城下町に着目した。その立地場所は, 阿蘇カルデラを流域に持ち, 洪水時には大量の水と土砂をもたらす暴れ川である白川に接しており, 改修が進む現在においてもたびたび河岸満杯で洪水が流れる場所である。本研究の目的は, このように洪水被害の危険性が高い場所に立地した熊本城下町における水防災の考え方, 機能を定量的に評価し, その中から現代に通じ応用できる事項を抽出・整理することで, 現代の水防災の一助とすることである。

2. 熊本城下町の地形的特性²⁾

熊本城下町は白川が山間部から平野部に出てきた直下に位置し, 洪水時には最も氾濫しやすい場所に立地している。白川は大量の土砂を運ぶ川であり, 運ばれた土砂によって熊本城下町周辺の平野が形成されており, 標高が最も高い場所を白川が流れ, 左右岸の堤内地に向かって白川から離れるほど標高が低くなっている。城下町はこのような白川の右岸側を中心に形成された。

図-1 に示すように白川右岸側には, 熊本城が築城された茶臼山や京町台地等の山や台地があり, その間を坪井川, 井芹川が流れ, 白川とは石塘(石造りの背割堤)で接する。石塘は白川と坪井川を完全分離するものではなく, 堤脚に水抜き穴を持ち, 高さも低い溢流構造で, 両河川の水の行き来ができるものであった¹⁾。また, 白川と坪井川の上流には, 白川に運ばれ堆積した土砂で堰き止められるような形で寺原田畑, 本妙寺田畑の低湿地が形成されていた。両田畑よりも下流に位置する城下町の方が地盤高は高い。両田畑が池になっていないのは, 農地として利用できるよう下流の城下町区間を流れる坪井川, 井芹川の河床を深く掘ったためと考えられる。

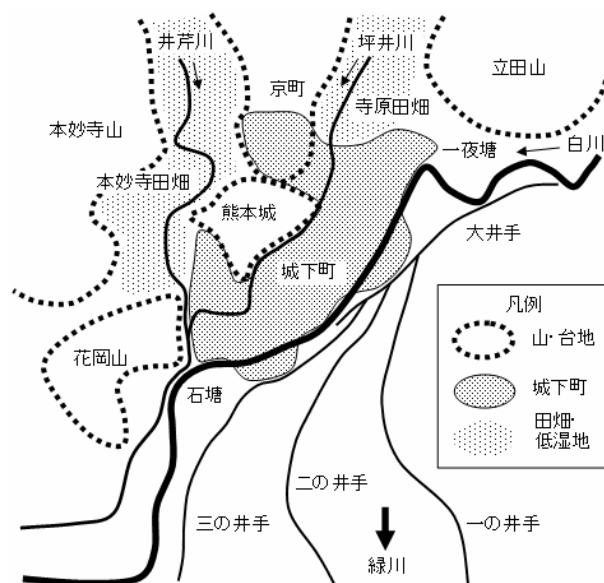


図-1 熊本城下町周辺部略図

3. 近世の白川水防災の概略

熊本城下町の水防災は, 白川が氾濫したときに溢れた水が流れる背後地を含めた地形条件を生かしたものであり, 本研究では, その基本的な考え方を以下のように仮定する。

白川の洪水を溢れなくすることは困難であるため,

- ① 氾濫時には, 右岸側より左岸側により多くの水を溢れさせる。なお, 左岸側では大井手から一の井手等へ, さらに緑川に向け広く氾濫させる。
- ② 右岸(城下町)側の氾濫水の受け皿は坪井川, 井芹川, および寺原田畑等の低湿地とし, 溢れた水を城下町に溜めないで速やかに排除する。

4. 計算手法の概略

上記の仮定の妥当性を検証するとともに, 現存する堤防等の施設の機能を評価するため, 数値解析を行った。熊本城下町の詳細な地盤高や土地利用状況は記録が残っていないこともあり, 計算手法は平面 2 次元の氾濫計算ではなく, 溢水条件下での一次元不定流計算を河道と遊水地部分について行うこととした。河道モデルは古図や明治期の地形図, 白川の平均年最大流量等をもとに作成した。坪井川は白川に直接合流していたものを井芹川に合流するように付け替えられており, 図-2 に示す 2 ケースの河道を設定した。ただし, 白川右岸(坪井川合流点より上流)で溢れた水は坪井川に流入する。白川の入力洪水としては, 平均年最大流量に相当するピーク流量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を河道満杯で流せる基本洪水とし, この河道にピーク流量 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ の洪水を流した。

白川からの溢水流量は, 河川流量と河岸高または堤防高との差で与える。河岸高設定の考え方は, 人工の堤防のように縦断方向に高さ管理されたものではなく, 洪水時に溢水, 土砂堆積を繰り返した中で形作られたものであり, 洪水時の水位縦断に対して

高低の変動がある。この高低の変動を確率分布と考え、溢水流量の期待値で表現する³⁾。具体的には、白川では溢水流量を制御するものとして、右岸側を中心に部分的に築堤が行われ、城下町の上流端に相当する位置に一夜塘と呼ばれる比較的規模の大きな堤防が築かれた。その一方、その下流については河岸嵩上げ程度の低い堤防が部分的に見られる程度である。このため、これらの堤防の機能を計算では

a) 一夜塘に見られる規模の大きな堤防は溢れさせないためのもの

b) その下流に見られる規模の小さな堤防は溢水を許容しながら溢水流量を抑制するもの
と取り扱う。b)については前述の河岸高の変動成分を用いてモデル化すると、図-3に示すように高低変動の低い部分を高いほうにシフトするとともに、変動幅を小さくするものとして置き換えられる。

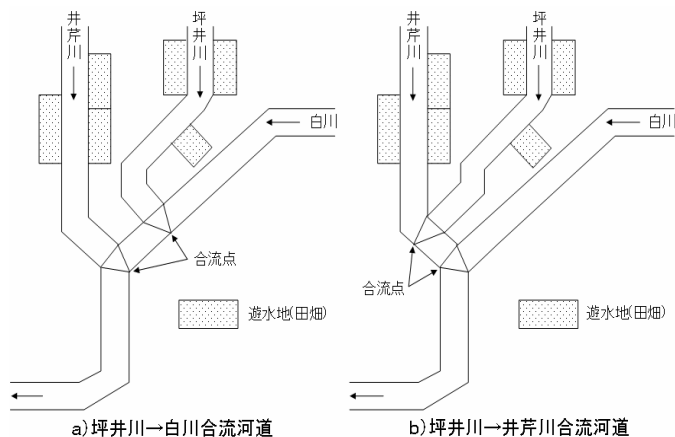


図-2 河道モデル略図

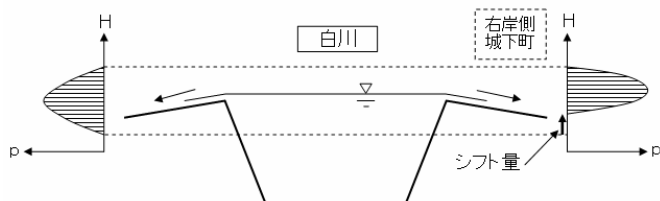


図-3 本モデルにおけるシフト量の概念図(右岸)

5. 計算結果と考察

図-4は、河岸高の変動を左岸は変動幅 $\pm 0.8\text{m}$ の一樣分布、右岸は上限高を左岸と同じとして変動幅 $\pm 0.4\text{m}$ の一樣分布と仮定した場合の計算結果である。横軸は流路延長、左側の縦軸は白川の各地点のピーク流量、右側の縦軸は200m区間ごとの左右両岸への溢水ピーク流量を重ねて表示している。上流端(17km)からの入力洪水はピーク流量 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ であるが、山間部から平野部に出てきた15.6km付近から溢水が始まり、井芹川合流点付近(10.8km)では河道満杯流量の $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 程度まで流量が減少している。左右両岸への溢水流量を比較すると、右岸では立田山の裾野とそれに続く一夜塘付近(14.6km)まで溢れず、その下流については左右両岸の河岸高変動の違いから、右岸側の溢水流量が少なくなっている。このように、城下町を守るために左岸側により多く溢れさせるという仮定①は、本モデルで再現された。

次に、右岸溢水流量ピーク時の水の流れを図-5に

示す。坪井川、井芹川ともに、寺原田畑、本妙寺田畑へ向かう(上流へ向かう)流れが生じている。

図-6は坪井川の合流点変更や両田畑の存在の効果を坪井川の水位を基準に比較したものである。現況のように坪井川が井芹川を経て1km下流で白川に合流する場合は、坪井川の水位が低下している。さらに両田畑なしで河道のみという極端なケースとの比較ではあるが、田畑によって坪井川の水位が低下することが再現されており、仮定②も本モデルで確認できた。

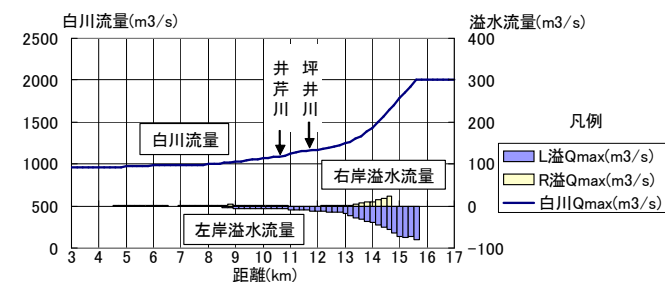


図-4 白川ピーク流量・溢水流量縦断面図

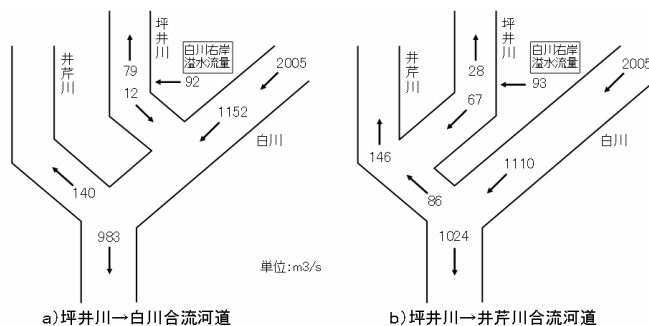


図-5 溢水流量ピーク時の流量と流向

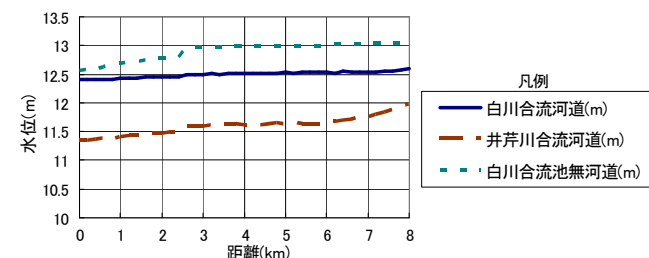


図-6 坪井川ピーク水位縦断面図

6. おわりに

地形的特性を生かし、白川の洪水から城下町を守る防災システムの考え方をモデル化することができた。それは洪水時の自然な水の流れを把握し、尊重し、わずかに手を加えた程度のものであるが非常に合理的なものであったと評価できる。このシステムをそのまま現代に適用することはできないが、洪水氾濫等の危機管理を進める上で参考にするべきところが多いと考える。

参考文献

- 1) 加藤清正土木事業とりまとめ委員会, 加藤清正の川づくり・まちづくり, 1995.
- 2) 柿本竜治, 坪井川とともにくらす, 成文堂 2007.
- 3) 望月達也ら, 水理講演会論文集, 41, 1997.