# 中島川周辺における墓地の内水氾濫への影響に関する研究

長崎大学　工学部　学生会員　柳浦俊希
長崎大学　工学研究科　正会員　田中亘

## 1. 研究背景・目的

長崎市街地では，風頭山の斜面に墓地（図-1）が分布しており，長崎市特有の景観要素となっている．こうした墓地（以下，寺町墓地）は，コンクリートにより固められ雨水の流出機能は著しく低いと考えられる（図-2）.長崎市は，昭和 57 年長崎大水害により,甚大な被害を被った.その後,様々な洪水対策が施され,中心市街地を流れる中島川においては長崎大水害の流量を安全に流下させることができるよう整備されている.しかし,寺町墓地による内水氾濫への影響は，明らかではない．そこで，本研究では，寺町墓地の流出特性とその長崎市街地の内水氾濫に及ぼす影響を評価した.

図-1 中島川周辺の土地利用　図-2 寺町墓地の様子

## 2. 方法

### (1) タンクモデルの作成

初めに墓地の浸透能を調べるためにタンクモデルの作成を行った.2020 年 9 月 15 日から 2020 年 12 月 30 日の期間で図-3 に示す地点 1 に水位計を設置した（集水面積 0.05km$^2$）.なお水位計は HOBO の U20L を使用した.また、雨量・水位計補正用の大気圧については長崎地方気象台のデータを使用した.浸透を考慮した直列 2 段タンクモデルを用いて,タイムステップ 1 時間，パラメータの推定は SCE-UA 法（50000 回試行）の条件で作成した.

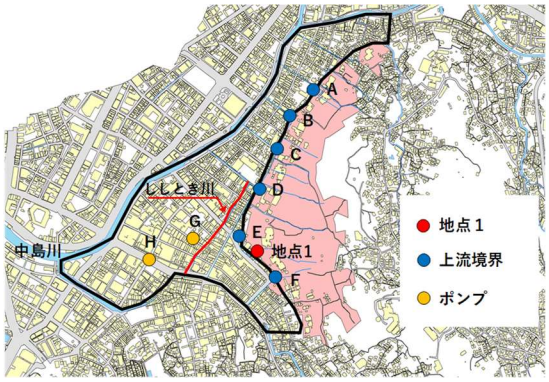


図-3　水位計の設置場所および解析範囲

### (2) iRIC を用いた内水氾濫解析

図-3 に示す中島川とその支流に囲まれた黒枠の範囲で 2 次元氾濫解析を行った．解析には iRIC Nays 2D Flood v5.0 を使用した．解析対象降雨は長崎大水害とし，解析期間は 1982 年 7 月 23 日 17:00~24 日 19:00 までとした．境界条件として表-1 に示す実測値及び推定値を用いた．上流境界として，(1)で作成したタンクモデルを用いて長崎大水害時の寺町墓地からの流出を再現し上流の境界条件として与えた.

また，下水道による区域からの排水を疑似的に考慮するため，現地の下水道台帳をもとに，各下水道排水系の最大通水能を計算して同等の排水能力を持つポンプを設置した．ポンプの設置位置は，予備計算により求められた各排水系上の最も深い浸水深が発生する箇所とした．地盤高は，国土数値情報 5m メッシュ DEM を使用した．また，解析範囲に存在するししとき川（図-3 赤線）を再現するため，ししとき川の位置の DEM を 2m掘り下げた.

また，寺町墓地の浸透を改善した場合の内水氾濫への影響を評価するため，上流境界からの流入量をタンクモデルの 1 段目の流出孔の高さをそれぞれ +30mm し，一段目の浸透係数（0.0115）を最大で時間 10mm/h 下段に浸透する値に調整（0.066）した場合の浸水深を計算した.

表-1 境界条件

| 境界条件 | 地点名 | 観測所 | 与えた諸量 |
|---|---|---|---|
| 上流境界 | A～F | タンクモデルによる推定量 | 流量 |
| | | 長崎地方気象台 | 雨量 |
| ポンプ排水 | G,H | 管径よりの推定量 | 排水量 |

## 3. 結果と考察

### (1) タンクモデルの作成

寺町墓地の水路の流量から作成した 2 段タンクモデルのパラメータを図-4(a)中に示す．なお，水位計測期間中の最大時間雨量は 11 月 19 日の 60.5mm/h であった．この降雨が発生した期間の水路の比流量の観測値とタンクモデルによる推定値を図-4(b)に示す．1 段目の下部の流出孔の高さが 9.77mm と低いことと，11 月 19 日の日雨量 88.5mm に対して地点 1 の観測比流量で 66.2mm が 24 時間で流出していることから，寺町墓地は極めて雨水の浸透が少ない場所であると推測される．

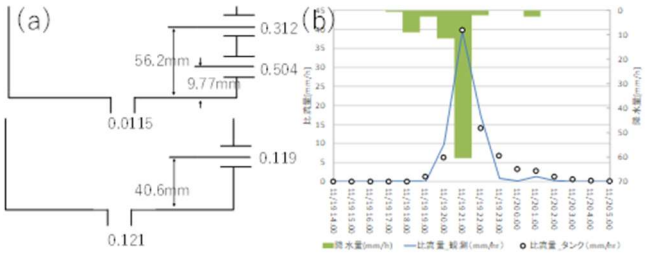


図-4(a)タンクモデルパラメータ (b) 2020 年 11 月 19 日降雨に対するタンクモデルの推定値

### (2) iRIC を用いた解析

降水のデータは昭和 57 年 7 月 23 日 17 時から翌 24 日 8 時のデータを使用した．

図-5 に現状の条件で計算した場合，寺町墓地の浸透を改善した場合（シナリオ）の最深水深地における時間と水深の関係を示す．降雨開始から 2 時間までの間で水深に差が出ている．“現状”の方は解析開始から 10 分後に浸水が始まり，1 時間後に最大水深となった．一方，”シナリオ”では解析開始から 40 分後に浸水が始まりそれから 20 分後に最大水深となった．”現状”と”シナリオ”では浸水開始時間がおよそ 30 分の差がある．大雨の際の 30 分は，避難行動等を考えると大きな差があると言える．

図-6 に”現状”と“シナリオ”の全解析期間における最大浸水深を示す．浸水範囲は大きく変わらないが，平均で約 3cm，鍛冶屋町，万屋町の辺りにおいて浸水差が 0.23m 程でている．

中島川は，長崎大水害による被災を経て，その流量を安全に流せるよう整備が進められてきた．しかし，本研究では，長崎大水害規模の降雨により中島川周辺の長崎市市街地にて依然内水氾濫が発生すると推測された．シナリオ解析によりこの内水氾濫に対して，寺町墓地の浸透改善が有効であることが示唆された．本研究では，下水道の排水効果などを疑似的に再現しており，結果の推定精度に一定の限界はあるものの，長崎市の流域治水の一要素として墓地を視野に入れる重要性が明らかとなった．墓地の区画底面にコンクリートを張るのでなく玉石を敷き詰めることなどにより 30mm 程度の初期浸透能と時間 10mm の浸透改善は十分可能であり，本研究のシナリオは十分実現可能であると考えられる．今後より詳細な解析により，墓地の内水氾濫への影響を明らかにする必要がある．

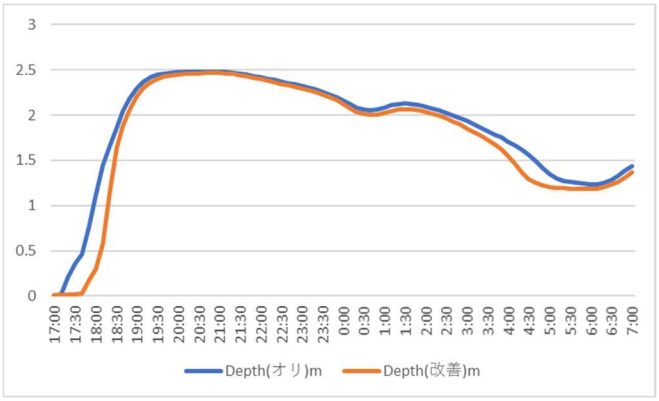


図-5 最深水深地における時間と水深の関係

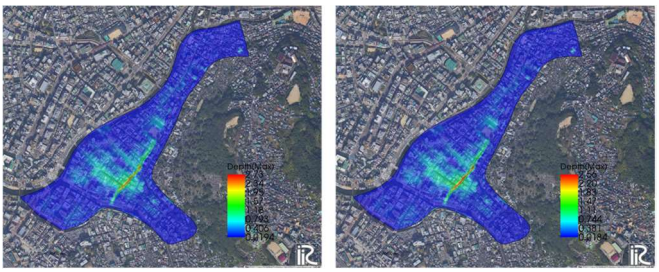

図-6(a)“現状”の場合の最大浸水深 (b) 寺町墓地の浸透を改善した“シナリオ”の場合の最大浸水深

### 参考文献

(1) IRIC 河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア https://i-ric.org/ja/(閲覧日：R3 年 1 月 2 日)