

世界の堤防位置データに基づく河川堤防の立地特性

芝浦工業大学院 学生会員 ○津村 悠虎
 芝浦工業大学 非会員 松森 翔
 東京工業大学 正会員 佐々木 織江
 芝浦工業大学 正会員 平林 由希子

1. 背景と目的

河川洪水は世界各地で毎年数十億ドルもの被害をもたらしている自然災害であり、洪水リスクは今後の社会経済の発展や気候変動により、さらに増加することが懸念されている。このことから、気候変動に伴う洪水リスクへの適応策の策定のニーズが高まっており、より詳細で正確な氾濫情報が求められている。河川堤防は洪水流の範囲と水深を規定する重要な要素である。しかし、現在の河川シミュレーションのよるハザードマップでは河川堤防のデータが不足しているため防護情報が簡易な方法でしか表現されず、堤防の有無が浸水域を規定するような、5年に1回などの高頻度の洪水に対するハザードマップを作成することができない。そこで本研究では気候や河川規模の異なる国の堤防データを整備収集し、その特徴を分析することで、全球河川モデルで堤防を考慮する際に重要となる河川堤防の立地特性を明らかにすることを目的とした。

2. データ

2.1 河川堤防の位置データ

河川堤防の位置データは、論文や政府が公表している資料などから取得したデータ¹⁾と、画像データ等から手作業で作成した堤防データの2種類を使用した。手作業で作成した堤防データの国は、ノルウェーとスロバキアである。手作業の堤防データは、政府が公開する堤防の画像データをGIS上に表示し、堤防ラインをなぞっていくことで堤防のシェープファイルを作成した。

2.2 集水域データ及び河道網データ

堤防の立地条件については、国ごとの分析の他に河川の単位集水域ごとに行った。

河川の単位集水域は、MERIT DEM²⁾から作成したものを利用した。また、河川長は河道網データである MERIT Hydro³⁾の河川中心線を用いて計算した。

2.3 その他のデータ

建物高さは衛星・航空画像データなどから作成された1kmメッシュのデータ⁴⁾を使用した。

人口データは、国勢調査に基づく全球30秒の人口のグリッドデータセットである Gridded Population of the World Ver.4⁵⁾の、2015年の分布を使用した。

GDPデータは、世界銀行のデータから作成された全球30秒の一人当たりデータ⁶⁾を使用した。

3. 手法

まず、河川堤防のデータが取得できた6か国(オランダ、ニュージーランド、スペイン、アメリカ、ノルウェー、スロバキア)について、堤防の総延長と主要な河川の総延長を集計し、防護割合(堤防長/河川長)を算出した。この算出手法では単位集水域ごとに割合を計算し、その後、国内に含まれる単位集水域の値を平均することで、両側堤防の場合は防護割合が200%となるよう算定した。また、2線堤や輪中堤のような形状の堤防がある場合は、河川の総延長より長くなってしまうため、200%を超えた場合は200%として扱った。結果では数値を2で割ることで、防護割合の最大値は、片側堤防が50%、両側堤防が100%とした。次にいくつかの河川流域について、どのような場所に堤防が立地しているかについて、目視による分析を行った。最後に、得られた知見を流域内のデータで確認するため、単位集水域ごとに人口データ、建物高さデータと防護割合の関連性について分析した。

4. 結果と考察

4.1 河川の防護割合

河川の堤防情報が揃っている6か国について、河川長さに対する堤防の長さの比の算出結果を図-1に示す。算出された防護割合は、オランダ(89%)とスロバキア(82%)の2カ国が80%を超えており、その他の国はスペイン(50%)、アメリカ(45%)、ニュージーランド(37%)、ノルウェー(17%)であった。

キーワード 河川堤防,洪水リスク,堤防立地特性,防護割合,単位集水域

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学

津村悠虎 mh22015@shibaura-it.ac.jp

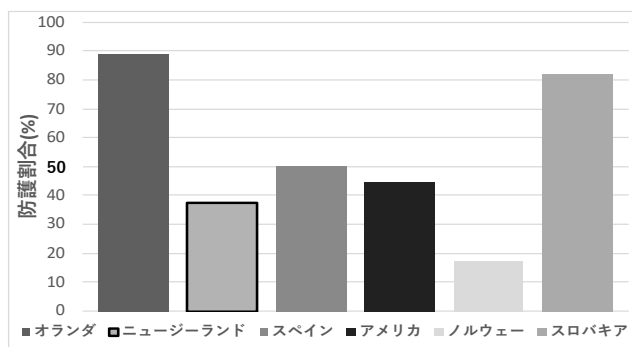


図-1 6ヶ国の河川防護割合(%)

国土の多くが低平地であり、そこに河川が流れているオランダや、山岳部に河川が少なく、平地に多く流れているスロバキアのような、平地に河川が存在する特徴を持つ国では堤防の必要性が高く、防護割合が高いと推察される。また、アメリカやニュージーランドなどの、河川の上流域に居住区の少ないため堤防がほぼ存在しない特徴や、都市部が洪水時の河川水位より高いところにあるため堤防が無くとも洪水の被害を受けにくい特徴を持つ国は、防護割合が低いことが推察される。河川堤防の立地特性は、以下のようなことが判明した。

(i) 河川堤防は、河川の中流部から下流部で都市や農地などの資産価値の高い地域に見られた。ダベンポート(図-2)やミランダ・デ・エブロなどがその例である。

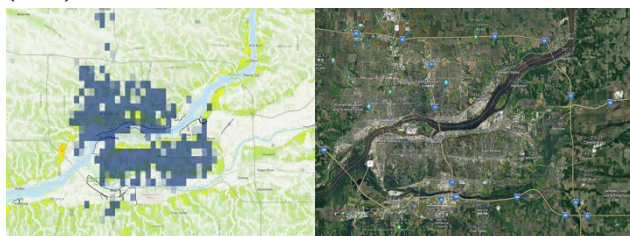


図-2 都市部のみ防護が見られる例(ダベンポート)

(ii) 連続堤防でない場所で一部だけ堤防が存在する河川では、河川の湾曲部の外側に堤防が存在する地域が見られた。スペインやアメリカで多く確認された。

(iii) 両側堤防は、河川と周囲の標高の差が小さい場所で見られた。特にオランダは、国が低平地であることから、すべての河川沿いに両側堤防が存在していた。逆に河川と周囲の標高の差が大きいため堤防がない都市も存在した。バーリントンがその例である(図-3)。

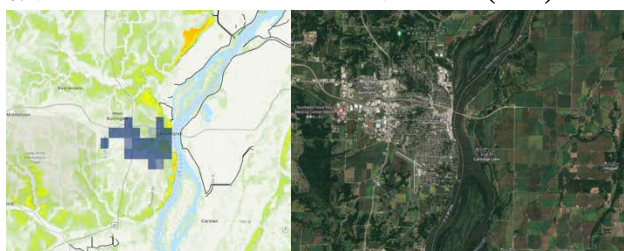


図-3 堤防がない都市の例(バーリントン)

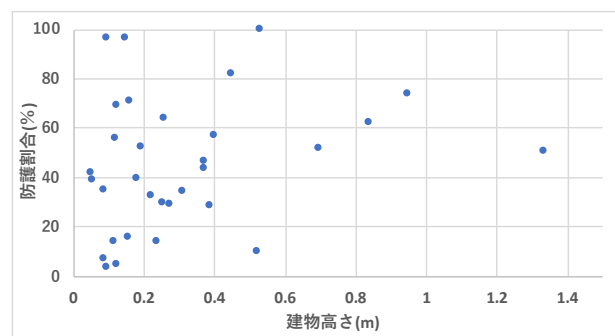


図-4 スロバキアの防護割合と建物高さ

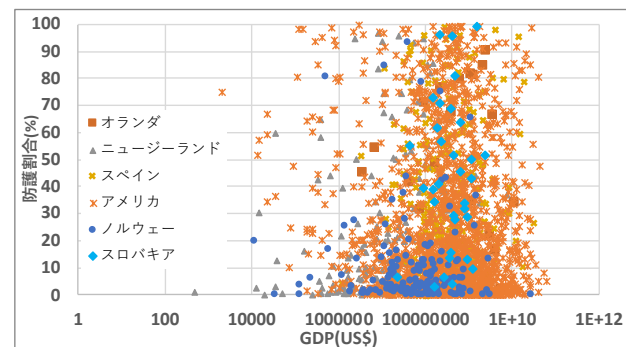


図-5 単位集水域ごとの GDP と防護割合の関係

4.2 各国の建物高さ・GDP と防護立地の関係

スロバキアの建物高さや防護割合(図-4)の相関係数は 0.24 であり、統計的に弱い相関があることが確認された。スロバキアの人口密度と防護割合の関係も調べたが、相関係数は 0.17 で統計的に相関は見られなかった。他の 5 か国の建物高さや人口密度と防護割合の分析結果では、相関関係は見られなかった。これは標高や降水量など、今回考慮しなかった要因が関わっているからと考えられる。また、6 か国の単位集水域ごとの GDP と防護割合の関係(図-5)においても、各国の相関関係は確認できなかった。しかし、GDP が 1 万 US\$ に満たない地域に堤防は非常に少なく、多くの堤防は GDP が 100 万～100 億 US\$ の地域に集中している特徴が見られた。

5. まとめ

世界 6 か国において河川堤防の立地特性を単位集水域ごとに分析した結果、堤防の配置場所には市街地と河川との距離や高低差などが関係していた。また、一定の GDP 以上の地域において堤防が集中しているという、堤防の存在条件について知見が得られた。

参考文献

- ¹⁾ Boulange et al.: Development of Global Levee Database, in prep.
- ²⁾ Yamazaki et al.: A high accuracy map of global terrain elevations. GRL, vol.44, pp.5844-5853, 2017
- ³⁾ Yamazaki et al.: MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography datasets, WRR, vol.55, pp.5053-5073, 2019
- ⁴⁾ Alvin ら：気象解析のための全日本都市幾何データベースの構築と世界への拡張可能性, 土木学会論文集 B1, 70 巻, 号 4, p331-336, 2014.
- ⁵⁾ Erin et al.: Taking Advantage of the Improved Availability of Census Data: A First Look at the Gridded Population of the World, Version 4, Papers in Applied Geography, Volume 1, Issue 3, p226-234, 2015.
- ⁶⁾ Kummu et al.: Gridded global datasets for Gross Domestic Product and Human Development Index over 1990–2015, Scientific Data 5, Article number 180004, 2018.