

水害との共生に向けた場への愛着と リスク認知の経時的変化に関する研究

名古屋工業大学 助教 中居楓子

洪水に対する水害リスク認知は、気候変動適応社会における住まいの選択や避難において重要な役割を果たし、それらの認知を社会的に維持していくことが求められる。本研究では、Web アンケート調査を用いて知識ベース（水害リスクがあることを知っているか）、行動ベース（水害リスクを想定して備えているか）の二種類の水害リスク認知を測定し、(1) それらと水害発生からの時間経過との関わり (2) 水害リスク認知を維持するようなコミュニティの特徴を分析した。現時点では、地域単位とした社会経済的／人口統計学的特徴は個人のリスク認知にあまり影響していないと言うのが暫定的な結論である。しかし、学習の機会や川辺での活動などはリスク認知に関わっていることが示され、水害のリスク認知を長期間維持するコミュニティの特徴を特定する、という本研究の目的は達成することができたといえる。

Key Words: flood, risk perception, questionnaire survey, memory decay

1. はじめに

気候変動により激甚化・頻発化する気象災害への適応の手段の一つに「危険な地域には住まない」という居住地の制限がある。日本の防災集団移転促進事業や、米国の managed retreat（戦略的撤退）などは、これを実現する制度的枠組みである¹⁻³⁾。しかし、日本では線引き都市計画区域における市街化区域面積の 31.5%が L1 浸水想定区域に含まれており、既存市街地を含むこれらの地域を撤退させることは不可能である。したがって、一定程度的水害リスクは受け入れる水害との「共生」の住まい方を考えていく必要がある。

「共生」においては住んでいる人々が水害リスクを無視せず、リスクを認知し備えることが必要不可欠である。また、水害の再現期間を考慮すると、人々のリスク認知や備えの高度様式は数十年にわたり個人を超えて社会全体で維持するための仕組みが求められる。こうした社会的なリスク認知の維持に関する既往の研究は、主に記憶の風化の文脈で議論されてきた。たとえば、1982 年長崎大水害後 10 年間の長崎新聞の報道量によって風化をとらえた矢守⁴⁾の研究では、報道量は指数関数的に減少していたことが示されている。また、社会水文学の文脈では集合的記憶 (collective memory) という概念において社会的な水害の記

憶の維持が議論されてきた。しかし、水害リスクの認知を定量的に示した研究は矢守⁴⁾や社会水文学分野のいくつかの研究^{5,6)}に限られている。また、政策や社会的実装を見据えるとリスク認知や記憶の風化過程だけでなく、それらの風化にどのような要因が関わっているかを明らかにすることが重要であるが、こうした問いに答える研究はこれまでに実施されていない。

以上の背景をふまえ、本研究では水害のリスク認知や過去の洪水の記憶を長期間維持するコミュニティの特徴を特定することを目的とし、具体的には (1) 洪水の集団記憶やリスク認知はどのように減衰するのか、(2) 洪水の集団記憶やリスク認知が長く維持される社会経済的／人口統計学的特徴は何か、という 2 つの具体的問いを明らかにする。なお、集合的記憶とリスク認知はいずれも「住まいの周辺で水害のリスクがある（あるいはあった）ことを認知しているか」という点において類似の概念であるが、本研究では以下、双方をまとめて「リスク認知」という用語で統一することとする。

2. 研究の方法

2.1 クラスタ分析によるサンプル調整

2 カ年研究用 (R6)

(1) 分析の概要

洪水の集合的記憶の減衰過程を定量的に捉えるためには、本来は水害が発生した地域でその後定期的な調査を行う必要がある。また、どのような社会経済的／人口統計学的特徴が記憶の維持に関わっているかを捉えるためには、類似の洪水イベントを経験し、かつ社会経済的／人口統計学的特徴が異なる地域間で比較する必要がある。しかし歴史的かつ包括的に洪水の集合的記憶を計測した調査データは存在しないため、そうした分析を実施することは難しい。この問題に対処するため、本研究では k-means クラスタ分析により「社会経済的／人口統計学的に似たコミュニティ」のグループを作り、各群内で洪水発生からの経過期間が異なる地域の間で集合的記憶を比較することで、同じ地域で継続的に調査した場合と似た状況を作り出す。これにより、洪水の水害リスク認知の減衰を定量的に明らかにする。

(2) 対象地域の選定

対象地域は、国土調査災害履歴図が整備されている地域（関東、中部、近畿）とした。災害履歴図は国土調査法に基づいて整備されており、国土交通省によれば、対象として特に大きな被害を与えた主要災害が選定されている。データは 1896

年以降のものから、図-1 の着色された地域のが 54 件（2023 年 12 月時点）整備されている。

(3) 社会経済的、人口統計学的特徴に基づくクラスタリングによるグループ化

本研究では表-1 のデータセットに含まれる社会経済的、人口統計学的特徴を示す特徴量（変数）を用いてクラスタリングを行い、対象地域の中で類似した地域群を特定する。これらは定量的データであり、使用するクラスタリング方法はこの利点を活かせる k-means 法を採用した。地域の単位は郵便番号境界とする。

クラスタリングには R の cluster パッケージの kmeans 関数を用い、最大繰り返し回数 1000、初期化試行回数 10 回、アルゴリズムは Hartigan-Wong で分割を実行した。K-means クラスタリングによって郵便番号別地域が 5 つのクラスターに分割された結果、図-1 のような分類となった。

(4) 水害からの経過年の考え方

各郵便番号地域における水害からの経過年は、国土調査災害履歴図をもとに与えた。各経過年での比較のためには、各経過年においてすべての地域特性を網羅する必要がある。各グループで十分な地域数を確保するため、記録がある年代をおお

表-1 アンケート調査のサンプル調整に用いたデータ
(No. 1-9 はクラスタリングに使用、No. 10 は水害からの経過年数として使用)

No.	変数名	符号化	入手元
1	病院の数	医療機関総数を郵便番号地域面積で除して標準化	国土数値情報医療機関データ第 2.1 版
2	駅の乗降客数	駅の乗降客数を郵便番号地域面積で除して標準化	国土数値情報鉄道データ第 2.3 版
3	河川の総延長	川の総延長を郵便番号地域面積で除して標準化	国土数値情報河川データ最新版
4	人口	住基人口総数（整数）を郵便番号地域面積で除して標準化	ゼンリンメッシュ統計地図データ 2020（500m）
5	世帯数	住基世帯総数（整数）を郵便番号地域面積で除して標準化	ゼンリンメッシュ統計地図データ 2020（500m）
6	出生時から居住人口	居住期間出生時から総数（整数）を郵便番号地域面積で除して標準化	ゼンリンメッシュ統計地図データ 2020（500m）
7	居住年数 10 年以下人口	居住期間 1 年未満総数、居住期間 1～5 年未満総数、居住期間 5～10 年未満総数を郵便番号地域面積で除して標準化	
8	就業者数	就業者総数（整数）を郵便番号地域面積で除して標準化	ゼンリンメッシュ統計地図データ 2020（500m）
9	第 1 次産業就業者総数	第 1 次産業就業者総数（整数）を郵便番号地域面積で除して標準化	ゼンリンメッシュ統計地図データ 2020（500m）
10	第 2 次産業就業者総数	第 2 次産業就業者総数（整数）を郵便番号地域面積で除して標準化	ゼンリンメッシュ統計地図データ 2020（500m）
11	水害頻度	郵便番号境界内グリッドの平均浸水回数	国土交通省の土地履歴調査 GIS データ（災害履歴図）（shp 形式）
12	水害年代カテゴリー	年代別カテゴリーに分類 - G1: 1939 以前の水害 - G2: 1940-1959 の水害 - G3: 1960-1979 の水害 - G4: 1980-1999 の水害 - G5: 2000 以降の水害	国土交通省の土地履歴調査 GIS データ（災害履歴図）（shp 形式）

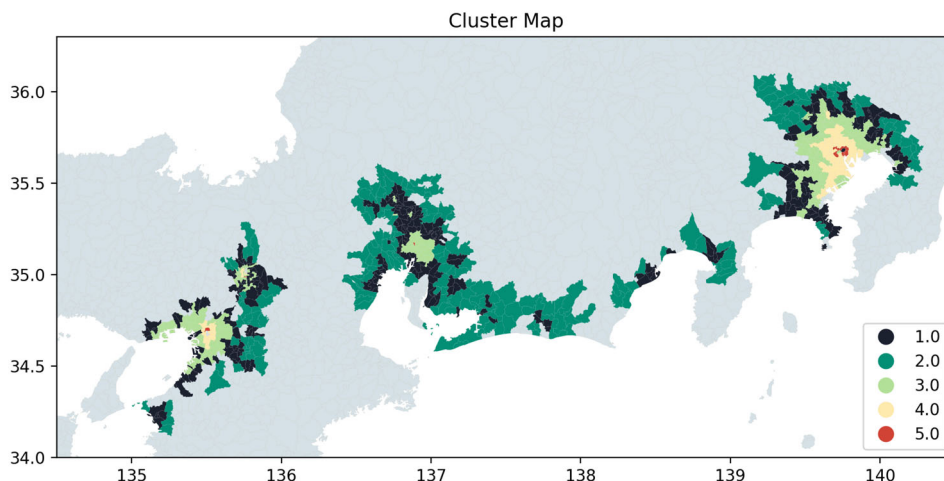


図-1 社会経済的、人口統計学的特徴に基づくクラスタリングの結果（5つのグループ別）

よそ 20 年ずつ区切った（表-1 No. 12）。

2.2 アンケート調査の概要

対象地域における水害の記憶の実態を明らかにするため 2023 年 12 月 22 日から 12 月 24 日の 3 日間で Web アンケート調査を実施した。対象者は株式会社マクロミルが保有するモニタ会員のうち、本アンケート調査への同意が得られた人々である。サンプリング方法は、地域の社会経済特性のクラスタリングによる 5 つのグループ 2 と水害からの経過年に基づく 5 つのグループを組み合わせた 22 のグループに層化した母集団から必要な回答数が満たされるまで収集を継続する形とした。各層の回答数はモニター数を考慮しつつ概ね均等に 270 から 310 を割り付け、合計 6,401 の有効サンプルを得た。

質問は最大で 29 問である。本論文では水害の記憶に関する項目のみに着目するが、研究計画全体では水害の記憶を土地への愛着や日頃の水辺との活動ベースのつながりの観点から明らかにする目的がある。そのため、それらに関わる項目として、i. 現在の住まいと転居の経験、ii. 住んでいる地域の川や水辺との関わり、iii. 水害の記憶と経験、iv. 個人、家庭、地域での水害への備えと考え（山田&柄谷⁷⁾の調査項目を参照）、v. 水害に関わる学習の経験などを質問内容に含めた。

2.3 水害からの時間経過に応じたリスク認知の変化の分析方法

本研究では、リスク認知を 2 つの方法により定量化する。1 つは「地域の過去の水害経験について知っているか」という問題への回答から算出する知識に基づくリスク認知である（以下「知識ベースリスク認知指標」とする）。アンケート調査項目のうち、「あなたが現在住んでいる自治体では、過去、川の氾濫により浸水した歴史がありますか」という問いでは、知識の確度に応じて（1）ある（場所や浸水深もある程度把握している）、（2）ある（詳細は知らない）、（3）あると思う、（4）ない、（5）わからない、という 5 択を設定し、単一回答とした。これを用いて下記（1）のとおり各グループにおける水害リスク認知指標を一次元化して定量化した。

$$M = \sum_i \left(\frac{w_i x_i}{\sum_j w_j x_j} \right) \quad (1)$$

x_i は選択肢（1）から（5）のそれぞれに回答した人の数、 w は知識の確度のレベルに応じた重みで選択肢と対応しており、それぞれ 4, 3, 2, 1, 1 とした。これをかけ合わせて総和を取ることで、 M は確度を踏まえた水害リスク認知を定量化したものと解釈できる。

もう一つの定量化手法は「実際に水害を想定して備えているか」に関する問題への回答から算出する行動に基づくリスク認知である（以下「行動ベースリスク認知指標」とする）。具体的には、「個人、ご家庭で準備されているものと水害対策を教

2カ年研究用 (R6)

えてください (選択式複数回答)」と「個人、ご家庭で実施されている水害のための家屋の対策について教えてください (選択式複数回答)」という質問に対して回答者個人が選択した対策 x_i に重み w_i をつけたうえでスコア化する。グループ n の指標値 A_n は個人のスコアのグループ内平均とする。

$$A_n = \frac{1}{N} \sum_i w_i x_i \quad (2)$$

2.4 住まいの場における愛着や活動がリスク認知に及ぼす影響の分析方法

各水害リスク認知指標に影響する要因をランダムフォレスト回帰による特徴量の重要度の分析によって明らかにする。この分析は個人単位で算出した指標に基づいておこなう。説明変数として、郵便番号境界を単位として整備した社会的・人口統計学的データ、アンケート調査で得られた個人の回答から抽出したデータを用いた。また、各特徴量を重要度によって明らかにする。

3. 結果

3.1 水害後の時間経過によるリスク認知変化

図-3 左に定量化された知識ベースリスク認知指標 M の結果をグループごとに表示した。横軸は水害からの経過時間、縦軸は M の値である。折れ線グラフはグループごとに異なる色で表示しており、図-1のクラスター (グループ) 別地図と対応している。グループ1については、生じた水害

からの経過時間が短くなるにつれ指標値が大きくなるという傾向が得られた。一方、グループ2, 3, 4, 5については必ずしも時間の経過に応じて遡増するわけではなく、40年前、20年前に水害が発生したケースで指標値が最大になり、最近の水害についてはむしろ値が小さかった。これらについては「記憶は風化する」という仮説とは反する結果と言える。洪水の集合的記憶がどのように減衰するのかという問いに対しては、地域によっては必ずしも経過時間に応じた減衰がみられないという結果が示された。

図-3 右に定量化された行動ベースリスク認知指標 A の結果をグループごとに表示した。横軸は水害からの経過時間、縦軸は A の値である。結果として経過時間に応じた傾向はほとんど見られず、グループ2, 3では水害から時間が経てば経つほど記憶が風化する傾向があるものの、グループ4はその逆である。また、グループ1と5には時間に依存した指標の変化は見られなかった。

3.2 水害後の時間経過によるリスク認知変化

知識ベースのリスク認知、行動ベースのリスク認知に対して影響力を持つ要因を調べるためランダムフォレスト回帰を用いた分析を実施した。表-4に示す特徴量を標準化した後、80%を訓練データ、20%をテストデータとして分割し、グリッドサーチにより過学習などを防ぐための最適なハイパーパラメータを探索した後回帰分析を実行した。またモデルの性能を評価するために5分割交差検証を実施した。

知識ベースリスク認知に対する特徴量の重要度 (各特徴量が分割においてジニ不純度を下げる

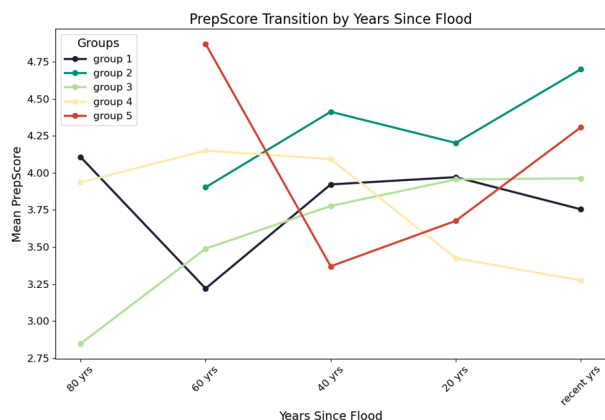
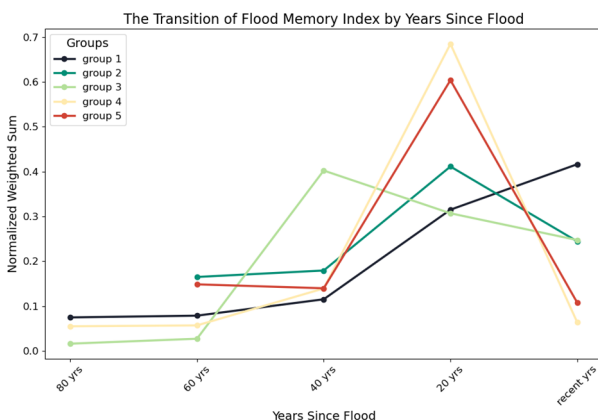


図-3 水害からの時間経過に応じた知識ベースリスク認知 (左) と知識ベースリスク認知 (右) の変化

程度)を分析した結果を図-4に示す。水害リスクに関する知識を得るきっかけとなった媒体の多さ(material)が大きく、川との距離(riverdist)を大きく引き離している。これらの結果から、知識ベースのリスク認知には住まいの場において学習の機会が多く提供されていることが最も影響していることが推察される。

行動ベースリスク認知に対する特徴量の重要度を分析した結果を図-4に示す。重要度が大きい順に、地域における水害や水に関する学習の機会(study)、水害リスクに関する知識を得るきっかけとなった媒体の多さ(material)、川辺での活動の多さ(activity)となった。これらの結果から、行動ベースのリスク認知には住まいの場において学習の機会が多く提供されていることや、川辺での活動など地域に愛着を持つような機会が多いことが影響していることが推察される。

知識ベース、行動ベースのリスク認知指標を定義し、社会経済的・人口統計学的に似たグループを同一地域とみなして水害からの経過時間ごとの指標値を分析した結果、一部のクラスターグループでは生じた水害からの経過時間が短くなるにつれ指標値が大きくなる、つまり、風化と見られる傾向が示された。しかし、時間の経過とは全く関係がないとみられるケースもあった。

このような仮説と反する結果が得られた理由には、社会経済的・人口統計学的に似たグループを同一地域とみなせると仮定した本研究の手法上の問題がある。クラスターグループは都心からの距離という点において地理的には似通った地域をグループ化できていたが、いくつか重要でありながら考慮できなかった特徴量もあったと考えられる。たとえば、グループ内で経験した水害の甚大さの違いなどは本研究では反映できていないが、影響していた可能性がある。本研究の対象地域は国土調査災害履歴図が整備されたエリ

4. 考察

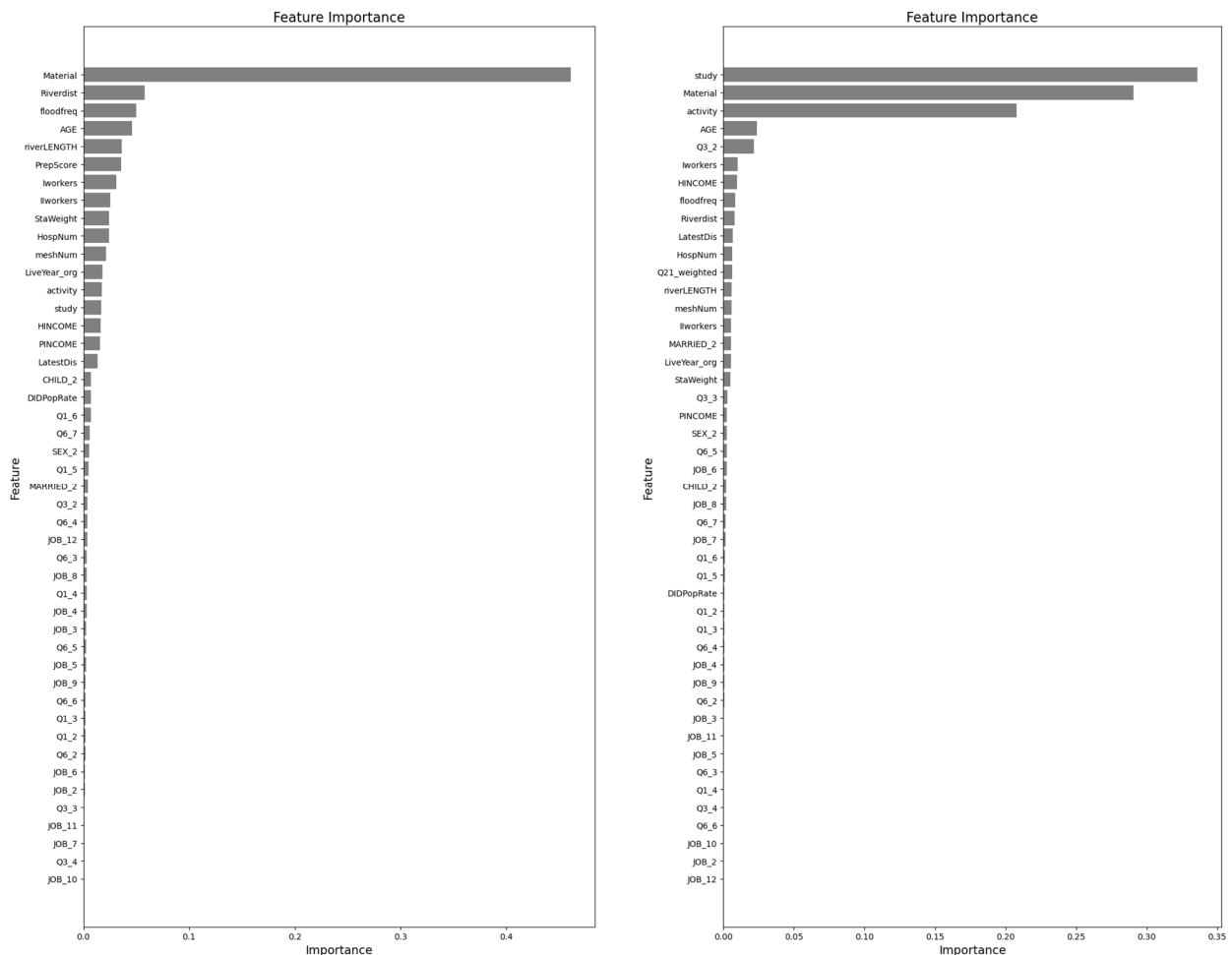


図-4 知識ベースリスク認知（左）と知識ベースリスク認知（右）に対する各特徴量の重要度

2 カ年研究用 (R6)

アであり、記録に残される程度には社会的な影響が大きい水害を経験した地域に絞られているが、それでも各地域が受けた被害はグループ間でも大きく異なっていたことが推察され、これが結果の一貫性に影響を及ぼした可能性がある。これを解決するためには、各クラスターグループの過去の被災状況に関する詳細なデータを収集し、水害規模も考慮した検討を行う必要がある。

もう一つの理由として、地域の社会経済的・人口統計学的がリスク認知に与える影響が小さいということが挙げられる。ランダムフォレスト回帰において知識ベース、行動ベースのリスク認知指標に大きく影響していたのはいずれもアンケート調査によって得られた個人単位の経験の有無であり、地域の特性は河川と住まいの近さや水害頻度などの特徴量を除いてあまり重要ではなかった。中国を対象とした先行研究⁹⁾では都市と農村において違いがあることが示されていたが、本研究ではそうした傾向は観察されなかった。

ランダムフォレスト回帰を用いた分析の結果、知識ベースリスク認知指標では水害リスクに関する知識を得るきっかけとなった媒体の多さが、行動ベースリスク認知指標では地域における水害や水に関する学習の機会、水害リスクに関する知識を得るきっかけとなった媒体の多さ、川辺での活動の多さが大きく影響していた。前節において、都市における社会経済的・人口統計学的特徴は風化に影響していないことが示されたが、学習の機会や川辺での活動が増えるようなまちづくりの取り組みを行うことでリスク認知が高く維持される可能性が示唆された。

5. まとめ

当初計画では、水害リスク認知の風化の過程を地域別の特徴とともに明らかにすることを検討していた。しかし、クラスターグループ別の基礎的な分析から、時間の経過が水害リスク認知の風化にあまり関わっていないように見られたことから、風化における地域別の特徴までは明らかにすることができなかった。したがって、具体的目的の一つめである「洪水の集団記憶やリスク認知はどのように減衰するのか」という問いについては、「そもそも減衰するとは限らない」というのが

暫定的な結論である。ただし、クラスターグループの作成においていくつかの課題があるため、今後さらなる検討を重ねたのち、答えを出す必要がある。具体的目的の2つめである「洪水の集団記憶やリスク認知が長く維持される社会経済的／人口統計学的特徴は何か」という問いについても、地域を単位とした社会経済的／人口統計学的特徴は個人のリスク認知にあまり影響していないと言うのが暫定的な結論である。しかし、地域別の特徴の分析に代えて実施したランダムフォレスト回帰分析では、社会経済的／人口統計学的特徴よりも支配的なその他の要因を特定し、学習の機会や川辺での活動など地域として取り組めるような政策変数がリスク認知に関わっていることを示すことができた。したがって、水害のリスク認知や過去の洪水の記憶を長期間維持するコミュニティの特徴を特定する、という本研究の目的は達成することができたといえる。

REFERENCES

- 1) Viglione, A., Di Baldassarre, G., Brandimarte, L., Kuil, L., Carr, G., Salinas, J. L., Scolobig, A., Blöschl, G.: Insights from socio-hydrology modelling on dealing with flood risk - Roles of collective memory, risk-taking attitude and trust, *Journal of Hydrology*, Vol. 518, No. PA, pp. 71–82, 2014.
- 2) Fanta, V., Šálek, M., Sklenicka, P.: How long do floods throughout the millennium remain in the collective memory?, *Nature Communications*, Vol. 10, No. 1, pp. 1105, 2019.
- 3) McEwen, L. J., Krause, F., Jones, O., Hansen, J. Garde: Sustainable flood memories, informal knowledge and the development of community resilience to future flood risk, Dubrovnik, Croatia, 2012, pp. 253–264. <http://library.witpress.com/viewpaper.asp?pcode=FRIAR12-021-1>, 2024.
- 4) Assmann, J., Czaplicka, J.: Collective Memory and Cultural Identity, *New German Critique*, No. 65, pp. 125, 1995.
- 5) Candia, C., Jara-Figueroa, C., Rodriguez-Sickert, C., Barabási, A.-L., Hidalgo, C. A.: The universal decay of collective memory and attention, *Nature Human Behaviour*, Vol. 3, No. 1, pp. 82–91, 2019.
- 6) Griffiths, H. M., Tooth, S.: Remembering and forgetting floods and droughts: lessons from the Welsh colony in Patagonia, *cultural geographies*, Vol. 28, No. 2, pp. 341–361, 2021.
- 7) Di Baldassarre, G., Kooy, M., Kemerink, J. S., Brandimarte, L.: Towards understanding the dynamic behaviour of floodplains as human-water systems, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 17, No. 8, pp. 3235–3244, 2013.
- 8) Shibata, N., Nakai, F., Otsuyama, K., Nakamura, S.: Socio-hydrological modeling and its issues in Japan: a case study in Naganuma District, Nagano City, *Hydrological Research Letters*, Vol. 16, No. 1, pp. 32–39, 2022.
- 9) Nakamura, S., Nakai, F., Ito, Y., Okada, G., Oki, T.: Levee system transformation in coevolution between humans and water systems along the Kiso River, Japan, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 28, No. 10, pp. 2329–2342, 2024.
- 10) Perera, C., Nakamura, S.: Conceptualizing the effectiveness of flood risk information with a socio-hydrological model: A case study in Lower Kelani River Basin, Sri Lanka, *Frontiers in Water*, Vol. 5, pp. 1131997, 2023.
- 11) Song, S., Wang, S., Fu, B., Dong, Y., Liu, Y., Chen, H., Wang, Y.: Improving representation of collective memory in socio-hydrological models and new insights into flood risk management, *Journal of Flood Risk Management*, Vol. 14, No. 1, pp. e12679, 2021.
- 12) @hanishina: 郵便番号境界, 地理地理 Sandbox, <https://hanishina.net/maps/yubindata.html>, 2024年10月03日現在. [@hanishina: Postal Code Boundaries, ChiriChiri Sandbox, October 3, 2024 accessed.]
- 13) 山田忠, 柄谷友香: 水害リスクの受容と防災行動の役割分担との関連性に関する研究 - 大垣市荒崎地区を対象に -, *自然災害科学*, Vol. 30, No. 4, pp. 441–453, 2012. [Yamada, T., Karatani, Y.: Analysis on Relationship between Acceptance of Flood Risk and Activities for Disaster Reduction in a Flood-Prone Area, *Journal of Japan Society for Natural Disaster Science*, Vol. 30, No. 4, pp. 441–453, 2012.]