

豪雨災害による局地激甚災害指定の可能性評価 -2021年7月から8月にかけて島根県の被害報を用いた日次解析-

Assessing the Possibility of Designation as a Regional Severe Disaster in the Heavy Rain Disaster: Daily Analysis using Damage Reports of Shimane Prefecture from July to August 2021

崔 青林¹, 花島 誠人¹, 臼田裕一郎¹

Qinglin CUI¹, Makoto HANASHIMA¹, and Yuichiro USUDA¹

¹防災科学技術研究所 防災情報研究部門

Disaster Information Research Division, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience.

Natural disasters cause the loss of physical assets in the affected areas such as housing, social infrastructure, and industry. The evaluation of the physical loss is generally based on an actual conditions survey. And it adopts the estimation method using the damage rate by region and the building unit price per tsubo etc. when evaluating the loss amount of a huge number of houses and business establishments. In this study, we evaluate the possibility of regional serious disaster designation in the heavy rain disaster using the actual value of house damage by following procedure: 1) propose an estimation method using socio-demographic data, 2) apply the method to the daily analysis of the heavy rain disaster that occurred in Shimane Prefecture from July to August 2021, and 3) verify the results of the analysis. Finally, based on the analysis results obtained, we discuss the prospects and challenges for early determination of regional severe disaster designation.

Keywords: *Early judgement, Serious Disaster Designation, Damage Reports, Time series analysis, Heavy rain disaster*

1. はじめに

自然災害は、被災地域に住宅や社会基盤、産業などの地域社会の物的資産の損失をもたらす。大規模な災害が発生すれば、災害対応・復旧復興のため、官民の各種機関が物的資産の損失について被害評価を行う。物的資産の損失が分かれば、復旧への対応に必要な政府の組織編成や必要資源の調達に資する。また、被災した地域（企業や家計）も被災地域の物的資産の損失の情報を早めに知ることによって、自らの適切な行動をとることができる。さらに、災害対応の現場における意思決定や災害対策関係法律等の根拠として用いられる場合が多い。従って、物的資産の損失について、その被害状況を早期に評価することは重要である。

物的資産の損失は、実態調査に基づく評価が一般的である。災害直後の物的資産の損失額を詳細に把握する方法は、全資産の損壊状況を悉皆調査し、それらの合計額を算出することである。物的資産の損失が、実態調査、情報の集約・共有、推計など、一連の災害対応フローを経て、評価結果として示される。そのため、大規模災害の場合は、これらの災害対応フローを実施するために多くのリソースが導入され、正確性を求めるほど時間をかけて行わなければならない。従って、物的資産の損失は前出のように積み上げ方式で算出されるにしても、膨大

な数の住宅や事業所の損額額の算定では、地域別の毀損率や坪当たり建築単価など、ある程度の平均値を用いた推計を取り入れた実運用が現場ではすでになされている。

物的資産の損失は、推計モデルを用いた推計方法もある。その場合、1) 推計結果やその空間的な広がりリアルタイムに評価できること、2) 多くのリソースを節約できること、の2点がメリットとして挙げられる。災害対応や復旧・復興において、例えば、災害対応業務や外部支援などの調整に目的を限定した場合、被害状況の実績値がなくても、被害状況のおおよその傾向が早期に分かれれば、意思決定のためになる。一方で評価結果は、精度や不確実性、その解釈については、実務において活用するための課題も残る。特に推計モデルの推計結果が、現況の法体系においては、まだ、法律や制度等の適用根拠にはなれない。

著者らは、災害対策本部や災害対応現場の被害報告の実績値を用いることで激甚災害制度の適用判定を行うことが可能と仮説を立てた。その際、実績値の時系列変化に基づき、物的資産の損失額を定量的に評価することが課題と考える。そこで、本研究では、住家被害の実績値を用いた局地激甚災害指定の可能性評価を試みた。そのために、災害対策本部の被害報に含まれる住家被害（棟）の時系列変化に基づく公共土木施設等の損失額の推計方法を提案した。なお、提案方法を検証するために、島根

県下19市町村の実データを用いた。島根県は、2021年7月から8月にかけての豪雨災害における激甚災害の指定を受けている市区町村がある。

2. アプローチ

(1) 背景

a) 激甚災害制度

災害対策に関する法律については、「災害対策基本法」を中心に、災害のフェーズ（予防、応急、復旧・復興）、災害の種類（地震・津波、火山、風水害・・・）毎に、各種法律を体系化することができる¹⁾。災害からの復旧・復興においては、公共的施設の復旧とともに、被災地復興の計画的実施、被災者の自立した生活再建のための対策、被災者の住まい確保対策、地域経済の復興対策等について、法律・税制・予算措置等による様々な措置が講じられることとなる²⁾。災害対策関係法律が制定されてから、災害の状況や防災対応の状況が大きく変わっていること、社会的ニーズも変わっていることから、社会保障の考え方や基準の変化の必要性が指摘されている³⁾。

特に、国民経済に著しい影響を及ぼし、かつ、当該災害による地方財政の負担を緩和し、又は被災者に対する特別の助成措置を行うことが特に必要と認められる災害が発生した場合には、激甚災害法⁴⁾により、その災害を政令で「激甚災害」として指定するとともに、災害の態様に応じて、当該激甚災害に対し適用すべき措置等を併せて指定することとしている制度（図1）である²⁾⁵⁾。なお、激甚災害の指定に当たっては、対象となる災害による公共土木施設や農地等の被害状況を踏まえ算出される災害復旧事業の査定見込額が激甚災害指定基準（いわゆる本激の指定基準）⁶⁾に該当する、又は災害復旧事業の査定見込額又は査定額が局地激甚災害指定基準（局激の指定基準）⁷⁾に該当する必要がある。その後、激甚災害の指定政令案の作成、中央防災会議への諮問・答申を経て、本激及び一部の局激については1～2箇月程度で指定される⁵⁾。局激の指定（内閣府）は、①災害名、②災

害の区域（市町村単位）、③適用措置が指定される。本激の指定（内閣府）は全国が対象のため、区域指定せずに、①災害名、②適用措置、が指定される。

b) リアルタイム解析・情報共有

既存研究では、迅速かつ効果的な災害情報の共有のための研究開発が着実に進められている。例えば、災害対策本部における地図活用の有用性に着目し、災害対策本部の実務者間、各関連機関との状況認識統一を支援する主題図作成支援ツールの開発が行われた⁶⁾。また、意思決定に資する情報処理を実現するシステム要件やデータ構造が体系的に整理されるようになった⁷⁾。ほかに災害報告の仕組みの整理⁸⁾、共有システム⁹⁾¹⁰⁾や情報項目⁹⁾¹⁰⁾の研究があった。

阪神・淡路大震災以降、地震による被害状況のリアルタイム被害推計システムを構築する研究が行われるようになった¹¹⁾¹²⁾。東日本大震災を機に、統合型基盤情報システム¹³⁾、リアルタイム地震速報J-RISQ¹⁴⁾の構築につながっている。さらに、SNS情報の自動解析による被災地域の情報収集・共有の報告もある¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。リアルタイムに得られる災害情報を最大限に活かすべく、発災直後から災害対応現場等において、災害時情報集約支援チーム（Information Support Team）の仕組みの試験的な構築および実践にまで至っている¹⁸⁾。

c) 被害報の時系列分析

被害報は、災害対策本部、政府現地災害対策本部、各実働機関等の協働を前提とするものである。被災都道府県の災害対策本部が実態調査等の災害情報を集約し被害報を一般公開できるようにとりまとめる。被害報には、テキスト情報から、定量的な数値情報までさまざまな形式な情報が含まれている。また、全てではないが、多くの災害対応現場において、被害状況の最新情報は、被害報に集約し共有されている。被害報には、「配備体制」、「主な被害状況」、「避難状況」が、一般的な災害情報として含まれる場合が多い。

CUIほかの研究¹⁹⁾では、被害報に含まれる災害情報を用いることで、1) 被害報告が更新されるタイミングの分析、2) 被害報告から読み取るデータの時系列分析、3) 被害調査・報告業務の進捗状況の可視化、の定量評価が可能であることが示唆されている。本研究の目的である激甚災害制度の適用に資するリアルタイム自動解析についても地震災害を対象とした一連の研究開発がある²⁰⁾²¹⁾²²⁾。また、被害情報の収集支援システム²³⁾や基盤的防災情報流通ネットワーク¹³⁾を活用すれば、情報収集・情報共有が効率化されることで、被害報の情報がより扱いやすくなる可能性を秘めている。

(2) 問題意識

リアルタイム解析・情報共有の研究成果は、災害発生から情報共有にいたるまでの被害報告の過程において、主に、1) 情報源の多様化、2) 情報システムの機能統合・高度化、3) 解析方法及びデータ構造の統一、4) 災害対応業務の改善や仕組み化、の4つの対策提案の方向性に整理できる。一方で、リアルタイム解析・情報共有の研究開発については、着実に進んでいるが、災害対応の実働機関等では、災害対応現場の課題解決に向けた社会実装のレベルに至っていない。その結果、災害発生直後の逼迫した状況下においては、災害に伴う被害状況を把握するための災害情報の入手が依然として困難な状況といえる。さらに、不確実性を含んだ様々な災害情報が流通されており、災害対応の関係者にとって災害情報が錯綜しており、例え、科学的根拠に基づく推計値であって

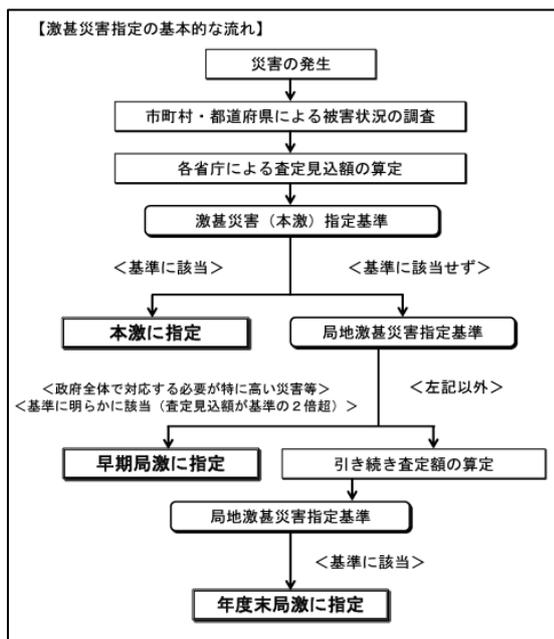


図1 激甚災害制度の概要図⁵⁾

も、現況の災害対策関係法律の枠組みにおいては、災害対策関係法律の適用根拠には使えない課題がある。

また、被害報を用いた災害情報の時系列分析は、被害報告の項目を対象に行われることが一般的といえる。被害状況であれば、比較的に早い段階から共有される被害報告の項目として、例えば、人的被害（人）、住家被害（棟）などの実績値の時系列変化（図2）を捉えることができる。ただし、被害報告の実績値は、例え同じ値だとしても、各被災自治体への影響の程度（自治体の被災度）が市町村によって異なる。また、被害報は都道府県別に実災害の規模や種別によっても内容や形式、情報項目等が異なっており、災害情報として解析や活用を行うための前処理が必要といえる。しかし、これら人的被害（人）や住家被害（棟）だけでは、激甚災害の指定を受けるほどの被害であるかどうか市町村単位で判断できない課題がある。

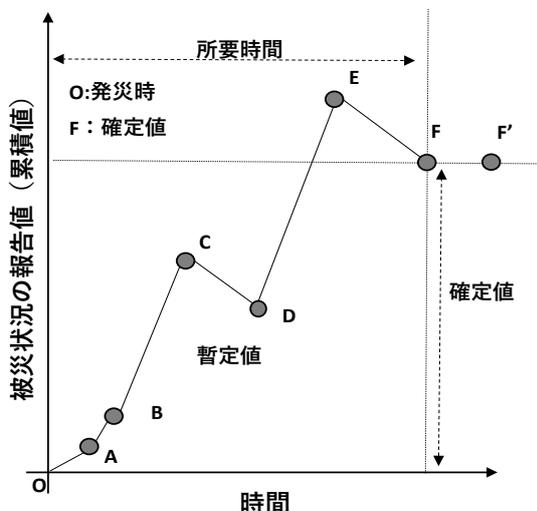


図2 被害報の時系列データ（概念図）¹⁵⁾

(3) 研究の枠組み

自然災害が発生した場合、激甚法に基づき、激甚災害指定基準（本激）に該当するか、また、激甚災害指定基準（局激）に該当する必要がある。自然災害ごとの市町村の査定事業費の積み上げは、一般的な対応としては、1) 地方公共団体が被害額を調査し、国（国土交通省、災害復旧事業所管省庁）に報告する。2) 災害復旧事業所管省庁が全国の被害額を集計し、内閣府に報告する。3) 内閣府は報告を受けた被害額について、被害が局地激甚基準（市町村）に該当するかを判断する。該当した場合、その後、激甚災害の指定政令案の作成、中央防災会議への諮問・答申を経て、本激及び一部の局激については1~2箇月程度で指定される⁵⁾。ただし、制度の運用上、激甚災害指定基準を超えたことは、あくまでも激甚災害に指定できる条件であり、該当した市町村は必ずしも指定されるとは限らない。

また、激甚災害制度の適用だけでなく、激甚災害指定の基準も、被災自治体等の被害状況の区分を評価する「自治体の被災度判定」の尺度の一つとして意義がある。激甚災害制度の枠組みにおいて具体的に記述される激甚指定の評価基準は、被災自治体等の被害状況の評価する目安となっている。現に大規模災害時の災害査定の効率化²⁴⁾の査定方針が策定され、運用が開始していることから、迅速な評価査定が現場のニーズとして求められているといえる。査定までいかなくても、意思決定や調整の

前提となる「自治体の被災度判定」の迅速化が課題となる。

本研究では、特に局地激甚災害制度（激甚法第2章 公共土木施設災害関係）の早期判定を試みる。以降、「局地激甚災害（公共土木）」と略して示す。局地激甚災害（公共土木）の早期判定を図るため、比較的に早期に被害報にて共有される「住家被害（棟）」の時系列データを用いた局地激甚災害（公共土木）の早期判定の方法を提案する。具体的に、過去の被害データ等を活用し、「住家被害（棟）」の時系列データから、「局地激甚災害（公共土木）」の判定に使われる「公共土木施設等」の被害額の推計値を計算する。また、2021年島根県下19市区町村単位での局地激甚災害の早期判定を試み、判定結果を検証する。島根県は、2021年7月から8月にかけての豪雨災害における局地激甚災害（公共土木）の指定見込みを受けている市区町村がある。なお、被害報の情報として、「住家被害（棟）」の時系列変化に着目した。本研究の枠組みは、図3に示した。

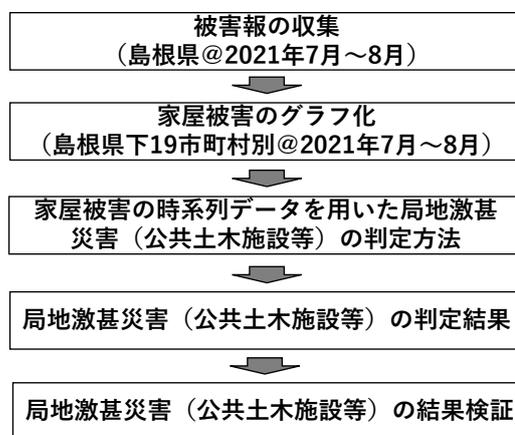


図3 研究の枠組み

3. 方法

本節では、局地激甚災害（公共土木）の早期判定の方法を述べる。なお、本研究では、災害対応期間中に、被害報を活用した「局地激甚災害（公共土木）」の判定について、提案の方法を用いた日次解析による情報更新を想定した。

(1) 基本的な考え方

局地激甚災害（公共土木）の早期判定は、「災害ごとの市町村の査定事業費（Ac）」を評価する必要がある。本研究の対象である局地激甚災害（公共土木）の判定は、激甚災害制度に基づき、下記の式[1]を採用した。

$$Ac > St \times 50\% \quad [1]$$

ただし、Ac：災害ごとの市町村の査定事業費（千円）

St：当該市町村の標準税収入（千円）

災害ごとの市町村の査定事業費（Ac）は、「公共土木施設等」の被害額の推計値(Ac')と同額と仮定すると、式[1]は式[2]に示せる。

$$Ac' > St \times 50\% \quad [2]$$

ただし、Ac'：公共土木施設等の被害額の推計値（千円）

St：当該市町村の標準税収入（千円）

(2) 判定基準値の設定

まず、局地激甚災害（公共土木等）の判定基準値を設定する。式[2]の右側は、激甚法に基づく局激の指定基準を用いる。すると、判定基準値（ St_i' ）は、式[3]で示せる。島根県下19市町村の標準税収入（表1）があれば、式[2]を用いることで、島根県下19市町村の判定基準値を設定できる。なお、本研究では、e-Statで公開される最新の市町村別標準税収入一覧表（令和元年災害統計，2019年調査）²⁵⁾を用いた。

$$St_i' = St_i \times 50\% \quad [3]$$

ただし、 St_i' ：i市町村の評価基準値（千円）
（島根県下19市町村：i = [1, 19]）

(3) 住家被害（棟）の時系列データ

本研究では、局地激甚災害（公共土木）の早期判定を行うための日次解析に用いる評価用データとして、島根県下19市町村の住家被害（棟）の時系列データを整備した。そのために、まず、毎日、島根県が公表した被害報（2021年度）の最終報を収集した。次に、被害報の最終報に含まれる「住家被害（単位：棟）」を用い、先行研究の時系列分析（図2）を援用した。なお、島根県災害対策本部が、2021年7月豪雨（仮）²⁶⁾、2021年8月豪雨（仮）²⁷⁾のように災害別に被害報を公表している。本研究では、島根県による被害報の災害区分に合わせて、「住家被害」の時系列データを作成した。図4、図5には、それぞれ2021年7月豪雨、2021年8月豪雨における「住家被害」の合計値（とりわけ、全壊、半壊、一部損壊、床上浸水、床下浸水）を示している。

表 1 島根県下 19 市区町村の標準税収入 ²⁵⁾

i	市町村ID	市町村名	標準税収入(千円)
1	32201	松江市	¥26,886,441
2	32202	浜田市	¥6,976,835
3	32203	出雲市	¥21,301,768
4	32204	益田市	¥5,121,933
5	32205	大田市	¥3,269,145
6	32206	安来市	¥4,955,716
7	32207	江津市	¥2,620,432
8	32209	雲南市	¥3,703,813
9	32343	奥出雲町	¥1,096,161
10	32386	飯南町	¥441,569
11	32441	川本町	¥287,712
12	32448	美郷町	¥399,576
13	32449	邑南町	¥962,908
14	32501	津和野町	¥643,260
15	32505	吉賀町	¥559,049
16	32525	海士町	¥222,791
17	32526	西ノ島町	¥299,369
18	32527	知夫村	¥51,185
19	32528	隠岐の島町	¥1,466,249

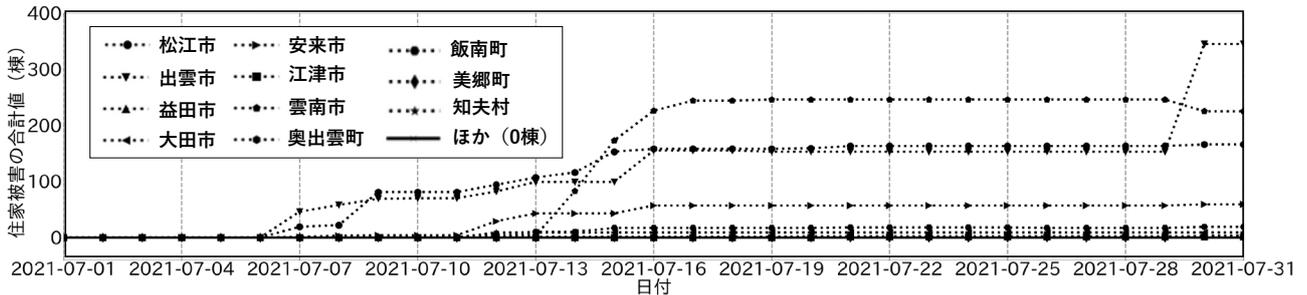


図 4 住家被害（棟）の時系列データ（2021年7月豪雨@島根県下19市町村別）²⁶⁾

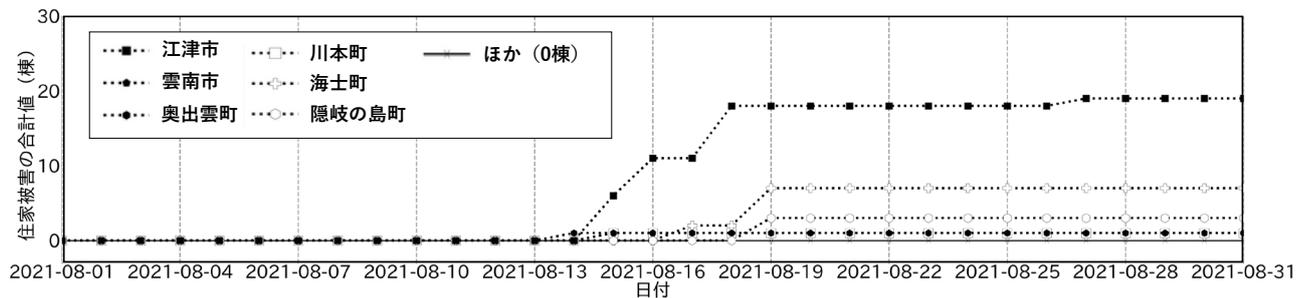


図 5 住家被害（棟）の時系列データ（2021年8月豪雨@島根県下19市町村別）²⁷⁾

(4) 住家被害の損失額の計算方法

次に、「住家被害（棟）」から、「住家被害の損失額（千円）」を求める計算は、式[4]に示した。

$$Hdci = Hdi \times S \times U \times r \quad [4]$$

ただし、 $Hdci$ ：i市町村の住家被害の損失額（千円）

Hdi ：i市町村の住家被害（棟）

S ：1住宅当たり延べ床面積（ m^2 ）

U ：住宅1 m^2 あたりの評価額（千円/ m^2 ）

r ：住家被害区分の評価割合（%）

豪雨災害等の住家被害は、全壊、半壊、一部損壊のほか床上浸水、床下浸水の区分で被害報にまとめられる。今回は、被害区分の違いを評価するため、住家被害区分の評価割合（ r ）を表2のように導入した。また、式[4]を用いて島根県に適用する場合、国土交通省の公開資料に基

づいてSとUが島根県の平均値として、それぞれ 123.08 (m²)²⁸⁾、208.5 (千円/m²)²⁵⁾を用いた。

表2 住家被害区分の評価割合

区分	評価割合 (r) の設定値
全壊	100%
半壊	50%
一部損壊	30%
床上浸水, 床下浸水	

(5) 公共土木施設等の損失額の計算方法

「住家被害」の損失額が求められた場合、「住家被害」の損失額を用いて、「局地激甚災害(公共土木)」の判定に使われる「公共土木施設等」の損失額を計算する方法を提案する。豪雨災害の損失額の内訳に着目すると、「一般資産」も「公共土木施設等」も損失額の一部に含まれる。また、「住家被害」の損失額は、「一般資産」の損失額の一部である。上記のような関係性を係数として取り入れると、一般資産等の損害額 (Gac) を求める式[5]、公共土木施設等の損害額 (Pcc) を求める式[6]となる。

$$Gac = K1 \times Hdc \quad [5]$$

ただし、Gac：一般資産等の損害額 (千円)

K1：係数 (Gac/Hdc の関係性)

$$Pcc = K2 \times Gac \quad [6]$$

ただし、Pcc：公共土木施設等の損害額 (千円)

K2：係数 (Pcc/Gac の関係性)

Gac：一般資産等の損害額 (千円)

(6) 係数の設定

本研究では、K1 (Gac/Hdc の関係性)、K2 (Pcc/Gac の関係性) を設定するために、e-Stat に公開される水害統計調査の統計データを活用した²⁵⁾。

具体的には、水害統計調査に含まれる一般資産等の損失額の内訳表が、年度別 (平成 12 年～令和 1 年) に公開されている²⁵⁾。中には一般資産等の損害額と住家被害の損害額を用いて、年度別の Gac/Hdc (N=20) を求めることができる。そこで、得られた Gac/Hdc (N=20) のバラツキを考慮して、K1 の下限値 (第一四位数 (25%)) と上限値 (第三四位数 (75%)) を統計的に設定した (図 6)。

また、同様に、水害統計調査に含まれる水害被害額等の損害額の内訳表が、年度別 (平成 4 年～令和 1 年) に公開されている²⁵⁾。中には公共土木施設等の損害額と一

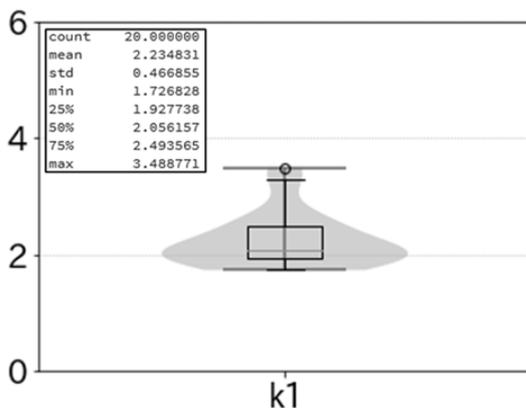


図 6 K1 の分布 (N=20)

般資産等の損害額を用いて、年度別の Pcc/Gac (N=28) を求めることができる。そこで、得られた Pcc/Gac (N=28) のバラツキを考慮して、K2 の下限値 (第一四位数 (25%)) と上限値 (第三四位数 (75%)) を統計的に設定した (図 7)。

K1 と K2 が確定すれば、災害対応期間中に、被害報を活用した「局地激甚災害(公共土木)」の判定について、提案の方法を用いた日次解析による情報更新が可能となる。そこで、局地激甚災害(公共土木)の早期判定の結果について、K1, K2, それぞれの係数設定の上限値の組み合わせと係数設定の下限値の組み合わせで、幅を持った推計結果 (Ac') が解析できるようになる。本研究では、式[4]、式[5]、式[6]を用いれば、局地激甚災害(公共土木)の被害額 (Ac') が式[7]のように計算できる。その際に Ac' の範囲として、上限値 (Pcc_max, K1, K2 が最大) と下限値 (Pcc_min, K1, K2 が最小) をそれぞれ計算することになる。Pcc の上限値は高く見積もる場合の結果と、そして Pcc の下限値は、低く見積もる場合の結果と解釈できる。

$$Ac' = (Pcc_min, Pcc_max) \quad [7]$$

(7) 市町村の被災度評価 (局地激甚災害(公共土木))

最後に、式[7]を用いた i 市町村の被災度の可能性評価について、「被害なし」、「被害あり」、「可能性あり」、「可能性が高い」、の 4 つの評価区分を定義し、その条件式を表 3 に示した。

市町村別の被災度評価は、上記の 4 つの評価区分を用いた日次解析を行う。日常の状態であれば、被害報の情報がまだない段階であり、県下市町村が、全て「被害なし」の被災度の区分となる。発災された場合、災害対策本部より、被害報が公開される。本研究では、毎日の被害報のデータ (毎日の最終報) で被災度評価を評価し、被災度評価の結果を更新する。なお、市町村単位の評価結果についてそのその評価区分が変化した日が、該当市町村に新たに適用された評価区分の評価確定日とする。

表3 被災度評価の条件式

区分	条件
「被害なし」	$Ac' = 0$
「被害あり」	$Ac' \neq 0 \text{ and } Pcc_max \leq St_i'$
「可能性あり」	$Pcc_max > St_i'$ and $Pcc_min \leq St_i'$
「可能性が高い」	$Pcc_min > St_i'$

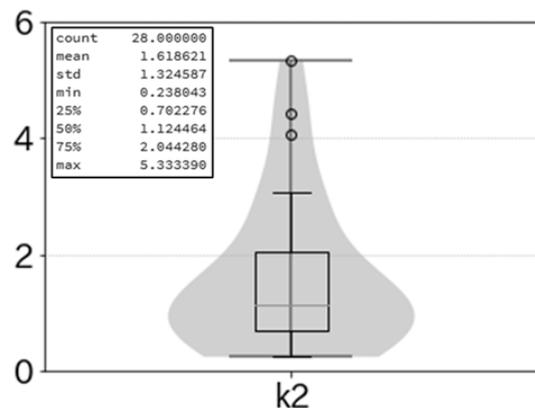


図 7 K2 の分布 (N=28)

4. 結果

本節では、2021年7月豪雨および2021年8月豪雨における島根県下19市町村の日次解析の結果を述べる。そのため、まず、雲南市、飯南町、海士町、西ノ島町の日次解析の結果(図8, 図9, 図10, 図11)を例示した。それから、2021年7月豪雨および2021年8月豪雨における島根県下19市町村の評価区分の時系列変化(表4, 表5)を示した。最後に、内閣府の評価見込み情報を用いて解析結果を検証した。

(1) 日次解析の例示

a) 雲南市の日次解析(7月豪雨, 8月豪雨)

雲南市は、その局地激甚災害(公共土木等)の判定基準値(St_i')が、1,851,907千円となっている。2021年7月

豪雨にも、2021年8月豪雨にも住家被害があったが、住家被害(棟)の時系列変化の程度によって、それぞれの被災度評価の区分が異なる結果となっている。

雲南市の日次解析の解析結果(2021年7月豪雨)を図8に示した。2021年7月豪雨において、雲南市の被災度評価の区分が、最終的に「可能性高い」と評価されている。雲南市では、2021年7月豪雨による住家被害は、最初に被害報に記載されたのが7月9日現在で、その内訳が、床下浸水の1棟のみであった。その後、7月13日現在に至っては、床上浸水の1棟と床下浸水の2棟であった。7月14日現在の被害報は、半壊の被害(10棟)も、床上浸水(10棟)も、床下浸水(63棟)も前日より一気に増えていることが確認できた。これにより、局地激甚災害(公共土木)の被害額(Ac')は、その上限値(Pcc_max)が雲南市の基準値(St_i')の2倍弱に上り、

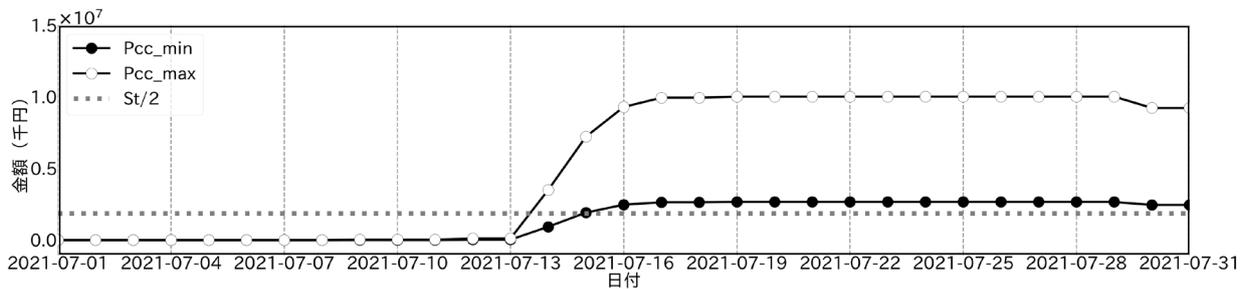


図8 雲南市の日次解析(2021年7月豪雨)

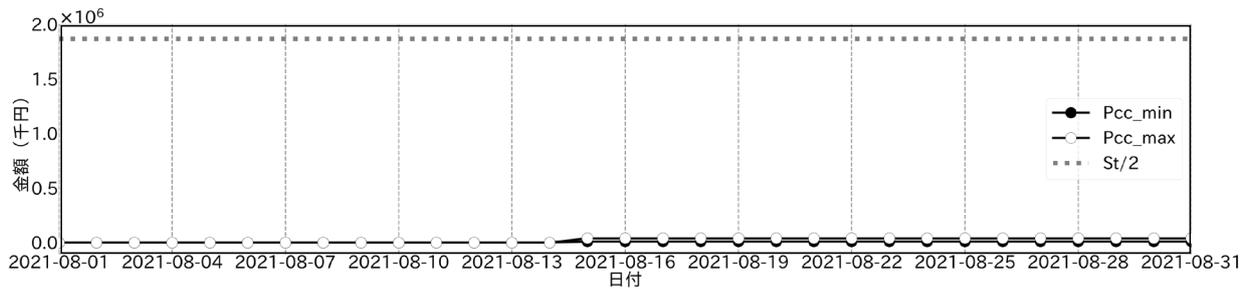


図9 雲南市の日次解析(2021年8月豪雨)

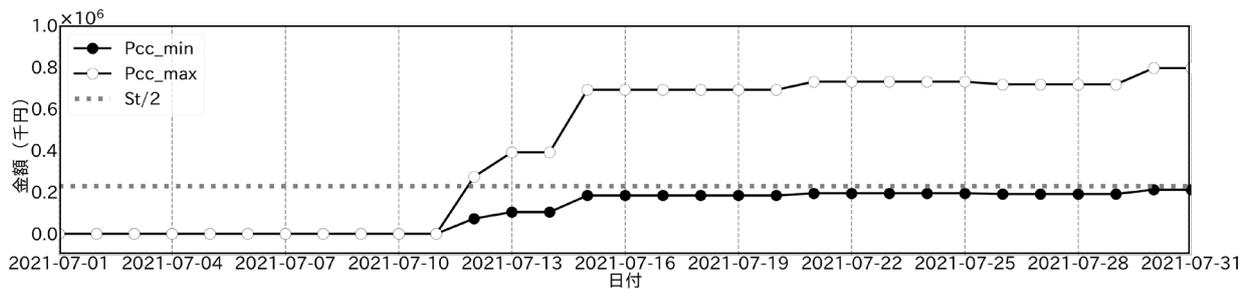


図10 飯南町の日次解析(2021年7月豪雨)

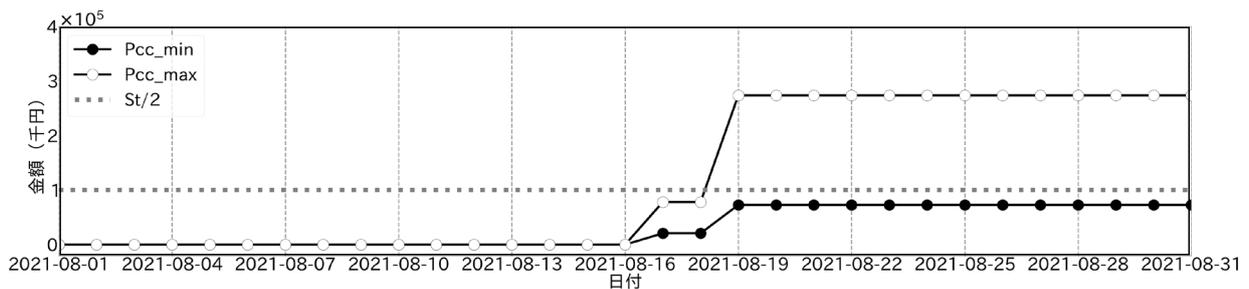


図11 海士町の日次解析(2021年8月豪雨)

被災度の評価区分が「可能性あり」と更新された。翌日の7月15日現在では、全壊（3棟）、半壊（7棟）、一部損壊（62棟）、床上浸水（11棟）、床下浸水（90棟）となり、局地激甚災害（公共土木）の被害額（Ac'）は、その下限値（Pcc_min）も市町村の基準値（St_t'）を超えるようになり、被災度の評価区分がさらに「可能性が高い」と更新された。以降7月17日の最大値まで上昇し、7月29日以降、建物被害の結果（半壊：+1棟、一部損壊ほか：計-22棟）が修正され、最終確定値となった。

雲南市の日次解析の解析結果（2021年8月豪雨）を図9に示した。2021年8月豪雨において、雲南市の被災度評価の区分が、最終的に「被害あり」と評価されている。雲南市では、2021年8月豪雨による住家被害は、最初に被害報に記載されたのが8月15日現在で、その内訳が、床下浸水の1棟のみであった。これにより、局地激甚災害（公共土木）の被害額（Ac'）は、0ではなくなり、被災度の評価区分が「被害あり」と更新された。以降、住家被害のデータ更新がなかったため、被災度の評価区分が「被害あり」と継続された。

b) 飯南町の日次解析（7月豪雨、「可能性あり」）

飯南町は、その局地激甚災害（公共土木等）の判定基準値（St_t'）が、220,785千円となっている。2021年7月豪雨による住家被害があったが、2021年8月豪雨による住家被害がなかった。

飯南町の日次解析の結果（2021年7月豪雨）を図10に示した。飯南町は、被害度区分の「可能性あり」と評価されている。2022年7月豪雨による飯南町の住家被害は、7月12日現在で初めて被害報に記載され、その内訳が床下浸水の7棟であった。その後、7月15日現在には、半壊が1棟で、床上浸水の2棟と床下浸水の14棟まで上昇した。その後も緩やかに上昇し、7月30日には最終確定値となっている。Pccの下限値は、市町村の基準値（St_t'）を超えなかった。

c) 海士町の日次解析（8月豪雨、「可能性あり」）

海士町は、その局地激甚災害（公共土木等）の判定基準値（St_t'）が、111,396千円となっている。2021年7月豪雨による住家被害がなかったが、2021年8月豪雨による住家被害があった。

海士町の日次解析の解析結果（2021年8月豪雨）を図11に示した。2021年8月豪雨において、海士町の被災度

表4 島根県の日次解析の結果（2021年7月豪雨）

市町村ID	市町村名	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	指定見込			
32201	松江市																																			
32202	浜田市																																			
32203	出雲市																																			
32204	益田市																																			
32205	大田市																																			
32206	安来市																																			
32207	江津市																																			
32209	雲南市																																			
32343	奥出雲町																																			
32386	飯南町																																			
32441	川本町																																			
32448	美郷町																																			
32449	邑南町																																			
32501	津和野町																																			
32505	吉賀町																																			
32525	海士町																																			
32526	西ノ島町																																			
32527	知夫村																																			
32528	隠岐の島町																																			

被害なし
 被害あり
 可能性あり
 可能性が高い
 激甚災害の指定見込み情報（7月30日現在）

表5 島根県の日次解析の結果（2021年8月豪雨）

市町村ID	市町村名	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	指定見込			
32201	松江市																																			
32202	浜田市																																			
32203	出雲市																																			
32204	益田市																																			
32205	大田市																																			
32206	安来市																																			
32207	江津市																																			
32209	雲南市																																			
32343	奥出雲町																																			
32386	飯南町																																			
32441	川本町																																			
32448	美郷町																																			
32449	邑南町																																			
32501	津和野町																																			
32505	吉賀町																																			
32525	海士町																																			
32526	西ノ島町																																			
32527	知夫村																																			
32528	隠岐の島町																																			

被害なし
 被害あり
 可能性あり
 可能性が高い
 激甚災害の指定見込み情報（9月30日現在）

評価の区分が、最終的に「被害あり」と評価されている。海士町では、2021年8月豪雨による住家被害は、最初に被害報に記載されたのが8月17日現在で、その内訳が、床上浸水と床下浸水の1棟ずつであった。これにより、局地激甚災害（公共土木）の被害額（Ac'）は、0ではなく、被災度の評価区分が「被害あり」と更新された。以降、8月19日には、床上浸水（1棟）と床下浸水（6棟）と住家被害のデータ更新があったものの、被災度の評価区分が「被害あり」のままで変更がなかった。

e) 西ノ島町の日次解析（「被害なし」）

西ノ島町は、その局地激甚災害（公共土木等）の判定基準値（St_t'）が、149,685千円となっている。2021年7月豪雨にも、2021年8月豪雨にも住家被害が記録されておらず、それぞれの被災度評価の区分が「被害なし」となっている。

(2) 日次解析の解析結果（島根県下19市町村）

a) 2021年7月豪雨

2021年7月豪雨における島根県下19市町村の日次解析の評価結果（7月31日現在）は表4の通りである。2021年7月1日から6日まで、19市町村が全て、「被害なし」となっている。同7月7日現在より、住家被害（棟）の時系列変化に基づいた評価結果には、計11市町村において被災度の区分の変化が見られた。その結果、被災度の区分が最終的に、「可能性高い」と評価した2市村（雲南市、知夫村）、「可能性あり」と評価した2市町（飯南町、出雲市）で、計4市町村を特定した。また、「被害あり」と評価した6市町（益田市、松江市、奥出雲町、江津市、太田市、美郷町）であった。残りの8市町は、住家被害が報告されなかったため「被害なし」のままであった。

2021年7月豪雨の検証事例では、見込み情報（公布日：同7月31日）が公布されている雲南市（評価確定日：同7月14日）と飯南町（評価確定日：同7月12日）を特定しており、見込み情報の公布日より約半月ほど早いことが分かった。

b) 2021年8月豪雨における日次解析

2021年8月豪雨における島根県下19市町村の日次解析の評価結果は表5の通りである。2021年8月1日から14日まで、19市町村が全て、「被害なし」となっている。同8月15日現在より、住家被害（棟）の時系列変化に基づいた評価結果には、計6市町において被災度の区分の変化が見られた。その結果、被災度の区分が「可能性高い」と評価した市町村がなかったが、「可能性あり」と評価した1町（海士町）であった。また、「被害あり」と評価した5市町（雲南市、隠岐の島町、奥出雲町、江津市、川本町）は、住家被害があったものの、解析結果（上限値も下限値も）が、局地激甚災害（公共土木）の基準値を超えることはなかった。残りの13市町は、住家被害が報告されなかったため、「被害なし」のままであった。

2021年8月豪雨の検証事例では、見込み情報（公布日：同8月31日）が公布されている隠岐の島町と西ノ島町を特定できなかった。

(3) 検証

本節では、日次解析の解析結果を検証した。検証は、島根県下の19市区町村について、検証用データの実績値と本研究の解析結果とのクロス評価を行った（式[8]）。なお、実績値は、内閣府が公開する局地激甚災害指定の

見込み情報を基準とした。

$$Y_i = (E_i, H_i) \quad [8]$$

ただし、 Y_i : i 市区町村のクロス評価の結果

E_i : i 市区町村の評価結果

H_i : i 市区町村の実績値

(1 : YES, 0 : NO)

式[8]のクロス評価の結果 Y_i を用いて、(1, 1), (1, 0), (0, 1), (0, 0) について、それぞれの市町村数を総計し (TP, FP, FN, TN) を集計し混合行列(Confusion Matrix)を示した。また、本研究の評価結果 (E_i) を検証するため、正解率(a)、適合率(p)、特異率(s)、再現率(r)、F₁スコア(f)を式[9]~式[13]のように計算した。

$$a = \frac{100 \times (TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)} \quad [9]$$

ただし、 a : 正解率 (%)

TP : $Y_i = (1, 1)$ の市町村数

FP : $Y_i = (1, 0)$ の市町村数

FN : $Y_i = (0, 1)$ の市町村数

TN : $Y_i = (0, 0)$ の市町村数

$$p = \frac{100 \times TP}{(TP + FP)} \quad [10]$$

p : 適合率 (%)

$$s = \frac{100 \times TN}{(FN + TN)} \quad [11]$$

s : 特異率 (%)

$$r = \frac{100 \times TP}{(TP + FN)} \quad [12]$$

r : 再現率 (%)

$$f = \frac{2 \times TP}{(2TP + FP + FN)} \quad [13]$$

f : F₁スコア

2021年7月豪雨および2021年8月豪雨の検証結果は、それぞれ、表6、表7に示した。それぞれ、89.5%、84.2%の正解率(a)を確認できた。災害対応のケースでの評価指標としては、激甚災害の可能性のある市町村をできるだけ広く検出するメリットがあるため、TPの高さとFNの低さがより重要と考える。とりわけ、本研究では、特に上記の要素が含まれている適合率(p)、再現率(r)を重視した。また、適合率(p)と再現率(r)のトレードオフ関係に着目し、2つの値の調和平均 (F₁スコア) を計算した。

2021年7月豪雨の検証結果は、“YES”評価の4市町村には、2市村の不正解が含まれており、適合率(p)が50%となっている。ほか、再現率(r)、特異率(s)、F₁スコアも

表6 日次解析の検証結果（2021年7月豪雨）

島根県 (2021年7月豪雨)	被災度の評価区分		
	YES	NO	
見込み 情報	YES	2	0
	NO	2	15
正解率 (a)		89.5%	
適合率 (p)		50.0%	
特異率 (s)		100.0%	
再現率 (r)		100.0%	
F1スコア (f)		0.67	

表 7 島根県の日次解析の結果（2021 年 8 月豪雨）

島根県 (2021年8月豪雨)		被災度の評価区分	
		YES	NO
見込み 情報	YES	0	2
	NO	1	16
正解率 (a)		84.2%	
適合率 (p)		0.0%	
特異率 (s)		88.9%	
再現率 (r)		0.0%	
F1スコア (f)		0.00	

総じて良好なパフォーマンスが示されている。一方で、2021 年 8 月豪雨の検証結果は、局地激甚災害指定を受けた 2 町(西ノ島町と隠岐の島町)が“NO”評価となっており、適合率(p)、再現性(r)、F1スコアが 0 となっている。また、いずれの検証事例でも特異率が 100%と 88.9%と高いこと、正解率の大部分を占めることが確認された。

5. 考察

本研究では、災害対策本部の被害報に含まれる被害状況の時系列データに基づく公共土木施設等の損失額の評価方法を提案した。豪雨災害が発生した際に、都道府県災害対策本部より実態調査をベースにまとめた被害報が公布される。被害報に着目することで、実態調査の結果に基づく公共土木施設等の損失額の評価を定量的に解析できる。ただし、住家被害（棟）から公共土木施設等の損失額を市町村単位で見積もる必要がある。そのために、過去 20 年の水害統計調査の統計データを用いて、評価結果の幅（上限値と下限値）を考慮した評価モデルを構築した。また、被害報による情報の更新を考慮し毎日のデータ更新および解析評価を行った。公共土木施設等の損失額は、日単位の時系列変化として評価結果を捉えることができた。

また、公共土木施設等の損失額の評価方法を用いた市町村の被災度評価（局地激甚災害（公共土木））を試みた。そのため、激甚災害指定の評価基準に従い、市町村単位の標準税収入をベースに被災市町村の特性として激甚災害指定の評価基準値を設定した。また、評価結果の幅を用いて、「被害なし」、「被害あり」、「可能性あり」、「可能性が高い」の 4 つの評価区分を定義した。その内「可能性が高い」、「可能性あり」の 2 つの区分は、評価結果の上限値や下限値が評価基準値を超えることから、激甚災害の指定を受けられる被災度の評価区分と解釈した。最後に、上記の 2021 年 7 月豪雨、2021 年 8 月豪雨の島根県の実データの日次解析を実施した。

2021 年 7 月豪雨、2021 年 8 月豪雨の激甚災害指定の見込み情報の実績値を用いて、本研究の評価結果とのクロス評価を実施した。いずれの検証事例でも 8 割強の正解率(a)だったが、特異度(s)が多く含まれていることが分かった。本研究の検証では、特に 2021 年 7 月豪雨の検証事例では、提案の方法は、高いパフォーマンスが確認されており、より早期に市町村の局地激甚災害指定の早期判定につながる可能性が示されている。一方で、2021 年 8 月豪雨の検証事例では、見込み情報（公布日：同 8 月 31 日）が公布されている隠岐の島町と西ノ島町を“YES”評価できなかった課題が確認できた。

検証事例の結果を踏まえ、課題の要因について、1) 豪雨災害の規模の違い、2) 局地激甚災害指定がされた自治体の規模の違い、の 2 点と検討した。前者は気象庁の雨量観測データと被害報のデータで読み取れる。本研究では、分析のために整理した住家被害を例にすると、住家被害があった市町村数がそれぞれ 11 と 6 で、図 4 と図 5 でわかるように、住家被害の棟数が約 5 倍の違いがあった。後者は、自治体の地域性で説明できる。“YES”評価できなかった隠岐の島町と西ノ島町は、いずれも離島の自治体であり、全国単位の統計データをもとに構築した評価モデルでは、説明できない可能性がある。また、住宅地と公共土木施設の立地は必ずしも重なるものではないことも考えられるため、ある程度の災害規模がないと提案方法の適用が難しいと判断し、大規模広域災害に限定した利活用を考えると望ましい。また、社会統計データから見ても、全国平均より大きく乖離している自治体の評価方法の改良や、住宅地と公共土木施設の立地を考慮した評価方法の提案が今後の課題と考える。

本研究では、1) 住家被害（棟数）情報の時系列データを用いること、2) 市区町村単位での被災度を評価しようとしていること、3) 統計データを持つデータの上限值と下限値を考慮した幅のある推計方法を提案していること、4) 被害報による情報の更新を考慮した日次解析を行うこと、の 4 点において新規性があり、その結果、豪雨災害による局地激甚災害指定の可能性評価につながる。この研究は、島根県における 2 つの災害でのケーススタディーであり、得られた知見の一般化には限界がある。また、本研究の提案方法を用いる実務的な有用性について、自治体担当者へのインタビュー調査を行う必要である。今後もデータに基づく政策・制度の適用判定であり、データ駆動型社会や防災行政の DX 化に資するため、検証事例を増やして、方法の検証と改善に努めたい。

6. 終わりに

本研究では、災害対策本部の被害報に含まれる住家被害の時系列変化（棟）に基づく公共土木施設等の損失額の定量評価を提案した。また、公共土木施設等の損失額の評価方法を用いた市町村の被災度評価（局地激甚災害（公共土木））を試みた。2021 年 7 月豪雨および 2021 年 8 月豪雨における島根県下 19 市町村の被害報の実データを用いた提案方法の検証を行った。得られた主な成果が下記の通りである。

- 1) 住宅被害（棟）と公共土木施設等の損失額（千円）の関係性に着目し、を見積もるため、過去 20 年の水害統計調査の統計データを用いて、評価結果の幅（上限値と下限値）を考慮した市町村単位の公共土木施設等の損失額（千円）の評価モデルを構築した。
- 2) 市町村単位の標準税収入をベースに被災市町村の特性として激甚災害指定の評価基準値を設定した。また、評価基準値と評価結果の幅（上限値と下限値）を用いて、4 つの評価区分を定義し激甚災害の指定を受けられる被災度の時系列変化を評価した。
- 3) 2021 年 7 月豪雨、2021 年 8 月豪雨の激甚災害指定の見込み情報の実績値を用いて、本研究の評価結果とのクロス評価を実施した。その結果、今後の

課題として、1) 豪雨災害の規模の違い、2) 局地激甚災害指定がされた自治体の地域性、への対応が挙げられた。

補注

(1) 激甚災害法

「激甚災害法とは、激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律（激甚災害法）」文献⁴⁾

(2) 激甚災害制度

「激甚災害制度は、地方財政の負担を緩和し、又は被災者に対する特別の助成を行うことが特に必要と認められる災害が発生した場合に、当該災害を激甚災害として指定し、併せて当該災害に対して適用すべき災害復旧事業等にかかる国庫補助の特別措置等を指定するものである」。文献⁵⁾

(3) 本激の基準、局激の基準

その指定については、激甚災害法に基づき、政令で指定することになるが、政令の制定・改正にあたっては、中央防災会議があらかじめ定めている「激甚災害指定基準」および「局地激甚災害指定基準」による。前者は、全国規模でその指定基準を上回る規模となった災害に対して指定される激甚災害（通称：本激）という。後者は、市区町村単位でその指定基準を上回る規模となった災害に対して指定される激甚災害（局地激甚災害、通称「局激」）という。文献⁴⁾

謝辞

本研究の一部は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）プロジェクト第2期「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」NR1 避難・緊急活動支援統合システム開発（代表者：臼田裕一郎）の予算を用いた。

参考文献

- 1) 田村栄一：災害関係法の主な体系，JIEIE Jpn. Vol. 26 No.4 241-243, 2006.
- 2) 牧紀男：災害対策基準法の統合性、計画性と巨大災害への対処-21世紀前半の巨大災害時代を踏まえた災害対策のあり方-，地域安全学会論文集 No.12, pp71-80, 2010.
- 3) 西田玄：災害対策関係法律をめぐる最近の動向と課題-頻発・激甚化する災害に備えて-，立法と調査 No. 404, pp. 99-114, 2018.
- 4) 激甚災害法
<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=337AC0000000150>
- 5) 内閣府：激甚災害制度の概要
https://www.bousai.go.jp/taisaku/gekijinhukko/pdf/index_01.pdf
- 6) 浦川 豪・林 春男・大村 径：災害対策本部における状況認識統一のための主題図作成支援ツールの開発，地域安全学会論文集 No. 14, pp. 99-109, 2011.
- 7) 中村豊：総合地震防災システムの研究，土木学会論文集 No. 531 /I-34, pp. 1-33, 1996.
- 8) 田口尋子・林春男・北田聡：逆算式アプローチによる「とりまとめ報」作成手法の提案-効果的な状況認識の統一の実現-，地域安全学会論文集 No.13, pp. 433-442, 2010.
- 9) 山田博幸・古戸孝・浦山利博・角本繁：自治体の地震防災に貢献する防災情報システムの構築に関する研究，地域安全学会論文集，No.6, pp.67-74, 2004.
- 10) 秦康範・鈴木猛康・天見正和：地方自治体災害情報様式で取り扱う情報項目に関する一考察，災害情報，No.6 pp.95-106, 2008.
- 11) 中村豊：総合地震防災システムの研究，土木学会論文集 No. 531 /I-34, pp. 1-33, 1996.
- 12) 桐山 孝晴：地震防災情報システム（DIS），消防科学と情報，第 58 号, pp. 16-21, 1999.
- 13) 防災科研 SIP4D: <https://www.sip4d.jp/>
- 14) 防災科研 J-RISQ : <https://www.j-risq.bosai.go.jp/report/>
- 15) Qinglin Cui, Makoto Hanashima, Hiroaki Sano, Masaki Ikeda, Nobuyuki Handa, Hitoshi Taguchi, and Yuichiro Usuda: An Attempt to Grasp the Disaster Situation of "The 2018 Hokkaido Eastern Iburu Earthquake " Using SNS Information, Journal of Disaster Research, Vol.14, No.9, pp. 1170-1184, 2019.
- 16) 崔 青林・庄山 紀久子・佐野 浩彬・半田 信之・花島 誠人・臼田 裕一郎：令和元年房総半島台風における SNS 情報を用いた関東都市圏の停電状況把握，地域安全学会論文集，Vol. 38, pp.47-57, 2021.
- 17) Qinglin Cui, Kikuko Shoyama, Makoto Hanashima, and Yuichiro Usuda: Early Estimation of Heavy Rain Damage at the Municipal Level based on Time-series Analysis of SNS Information, Journal of Disaster Research, Vol. 17 No. 6, pp.934-943, 2022.
- 18) 内閣府：ISUT（Information Support Team）について。
<https://www.bousai.go.jp/oyakudachi/isut/gaiyo.html>
- 19) Qinglin CUI, Makoto HANASHIMA, and Yuichiro USUDA: Time Series Analysis on the Damage Reports of the Kyushu Northern Rainstorm in July 2017, Journal of Disaster Research, Vol.15, No.6, pp. 698-711 2020.
- 20) Qinglin Cui, Mingji Cui, Toshihisa Toyoda, and Hitoshi Taniguchi: Simple Estimation Method for the 2016 Kumamoto Earthquake's Direct Damage Amount, Journal of Disaster Research, Vol.12, No.sp, pp.656-668, 2017.
- 21) 崔 青林・花島 誠人・佐伯 琢磨・佐野 浩彬・中村 洋光・臼田 裕一郎：地震による直接被害額のリアルタイム状況把握技術-2016年熊本地震をケーススタディーとして-，地域安全学会論文集 Vol. 33, pp.147-156, 2018.
- 22) Toshihisa Toyoda, Qinglin Cui, Masaki Ikeda, Hiromitsu Nakamura, and Hiroyuki Fujiwara: Rapid Estimation of Direct Economic Losses Caused by Significant Earthquakes: An Evidence-Based Model and Its Applications, Journal of Disaster Research, Vol. 18 No. 2, pp. 178-189, 2023.
- 23) 柴山明寛ほか：被害情報収集支援システムを用いた災害情報共有に関する研究，日本地震工学会論文集 第9巻，第2号，pp. 113-129, 2009.
- 24) 国土交通省：大規模災害時の災害査定効率化（簡素化）及び事前ルール化について～被災地の復興をより迅速に進める～，平成29年。
https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo06_hh_000045.html
- 25) e-Stat 令和元年水害統計調査
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00600590>
- 26) 令和3年7月6日からの大雨に係る被害状況等について
https://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bosai_shiryo/r30706_oaame.html
- 27) 令和3年8月12日からの大雨に係る被害状況等について
https://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bosai_shiryo/r30812_oaame.html
- 28) 国交省：令和3年度住宅経済関連データ
https://www.mlit.go.jp/statistics/details/t-jutaku-2_tk_000002.html

(原稿受付 2022.8.27)

(登載決定 2023.1.7)