

災害リスク評価の分布推定と被害想定との比較・評価

—大分県臼杵市内小学校保護者向けアンケート調査を通じて—

○秦 豊樹*¹ 廣田 裕子*¹ 小林 祐司*²

キーワード：災害リスク評価 防災 アンケート調査 GIS 被害想定

1. はじめに

大分県では南海トラフ巨大地震をはじめ、慶長豊後型地震、周防灘地震の被害を想定¹⁾した防災対策が県内各地で進められている。また、南海トラフ巨大地震で甚大な津波被害が想定されている大分県臼杵市では、平成29年9月台風18号豪雨災害により土砂災害や河川の氾濫による浸水など甚大な被害を受けた。つまり、地震津波だけでなく土砂災害、洪水、台風などのリスクも抱えているのである。しかし、防災教育や活動を通じて、地域住民の災害に対する危機意識の風化への対応や持続性確保の難しさは依然として残っているといえよう。今後発生する可能性のある大規模災害に向けて、より一層防災意識の向上を図る必要がある。住民当事者も含めて地域特性を客観的かつ多角的に評価し、本質的な地域課題を考慮した取り組みの提案と実践が求められている。既往研究として、石原ら²⁾は津波や風水害、柿本ら³⁾は洪水に着目して防災意識に関する研究を行っている。また、宇野⁴⁾らは南海トラフ地震に向けた地域における応急課題の抽出を行っている。しかし、人々の防災意識と実際の被害想定との比較や評価を行っている研究は少ない。

そこで本研究では、災害に対する地域の認識状況を把握し、認識状況と被害想定との比較から防災・減災上の課題を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

本論の先行研究として、廣田ら⁵⁾は大分県臼杵市を対象に、小学校児童保護者（以下、保護者）・小学校防災担当者・自治会長の三者へ防災意識に関するアンケート調査を実施し、災害対策を検討する上で基礎データとなる災害リスク評価の比較分析を行っている。しかし、定量的な分析を行っているものの、被害想定を考慮した上での空間的な検討は十分にできていない。また、小学校区単位で分析を行っており、地域ごとに詳細な分析を行うことで地域的傾向を明らかにするまでは至っていない。本研究では、空間的な地域課題を把握するために、災害リスク評価の分布推定を試みる。また国土数値情報⁶⁾が提供する被害想定との比較を行う。これにより、実際に被害が予想される地区に住む人々がどの程度災害を危険と評価しているかを把握することができ、災害に対する地域のウィークポイント解明に寄与できると考えられる。

3. 対象地域

臼杵市は大分県の南東部（図1）に位置し、北部に大分市、西部に豊後大野市、南部に津久見市・佐伯市が隣接している。平成の大合併を経て、平成17年1月1日に旧野津町（以下、野津地区）と旧臼杵市（以下、臼杵地区）が合併し、現在の臼杵市が誕生した。合併後の面積は約291km²、人口は38,099人（平成29年3月1日現在）であり、年々人口は減少傾向にある⁷⁾。臼杵市全体と各小学校の位置を図2に示す。

臼杵市は、自治体の取り組みとして防災マップ・マニュアルの作成、防災カメラの設置、自主防災組織活性化事業補助制度、小学校の高台移転計画等、防災・減災に関する取り組みを積極的に行っている地域である。加えて、比較的小規模なコミュニティ（行政、大学等）との連携が取れており、大分県内でも防災活動が進んでいる。



図1 大分県における臼杵市の位置

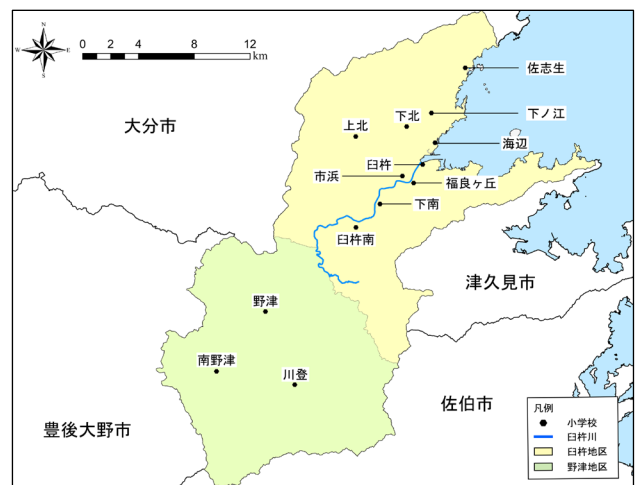


図2 臼杵市全体と小学校

4. 評価方法

4. 1 アンケート調査概要

廣田らは保護者・小学校防災担当者・自治会長の三者へアンケート調査を実施しているが、この中でも保護者の防災意識は重要であり、その防災意識が防災対策や活動へ影響を及ぼすことが考えられる。そこで、すでに実施したアンケート調査の結果を用いて、地域住民でもある保護者が認識している災害リスク評価の高低が空間的にどのように分布しているのかを分布推定的手法を用いて考察を行う。住民全体の傾向が読み取れるわけではないが、保護者の傾向を把握することは、上記のような「防災対策や活動へ影響するのではないか」という考えからすると重要な分析の一つであるといえよう。保護者アンケート調査の実施概要を表1、設問項目を表2に示す。内容は、防災対策や活動、学校や施設との連携状況、住んでいる土地の災害リスクをどのように認識しているかなどを把握するものとなっている。災害リスク評価に関する設問項目は問2の「災害別リスクの程度」である。

表1 アンケート調査の実施概要

実施日程	平成28年9月8日～9月28日
対象地区	大分県臼杵市内全域
対象者	市内各小学校へ通学する児童の保護者
配布方法	児童を介して個別配布
回収方法	各小学校毎に回収
配布数	1,343票
有効回答	1,099票（回収率：81.8%）

表2 アンケート調査の設問項目

問1	回答される方とご家庭について お子さんとの関係、年齢、自治会、お子さんの数と学年、お子さんの主な通学手段・通学時間・通学距離、災害要援護者の有無
問2	災害への事前準備について 災害別リスクの程度、家庭での防災対策や災害時の対策
問3	災害時の行動について 災害情報を得るための手段(複)、自宅にいた場合の避難方法、時間帯における心配の程度、子供の災害発生時の対応力、対応力の向上に必要な取り組み(複)
問4	学校との連携について 学校の防災対策・防災教育をどの程度知っているか、学校にいる場合の避難場所を知っているか、学校の防災対策・防災教育はどの程度重要か、引き渡し基準を知っているか、保護者間で助け合えるつながりがあるか・重要か
問5	自治会・地域との連携について 自治会・地域で行われる行事に参加しているか、防災関係のイベントは活発か、防災関係のイベントに参加したことはあるか、参加した防災関係のイベントの内容(複)、災害時地域で助け合えるつながりはあるか・重要か
問6	災害意識の変化について 熊本地震を受けて防災に対する意識がどれくらい変化したか、地震後に家庭や自治会の中で何か対策をとったか(自)
問7	自由記述 その他、学校や行政などへの要望や意見 (複) …複数回答可 (自) …自由記述

災害リスク評価とは、対象者が「起こりうる自然災害の結果生じる災害の危険度・安全性をどう考えているか」を災害別に7段階で評価したものである。7段階評価は、「非常に高い」「高い」「やや高い」「どちらでもない」「やや低い」「低い」「非常に低い」となっており、「非常に高い」から順に7点、6点、…、2点、1点と点数を設定し、平均値を算出し評価する。本論では、南海トラフ巨大地震の想定、近年の大分県における豪雨災害などを考慮して、津波・土砂災害・洪水の3つの災害に着目して考察を行う。

4. 2 地区単位

地域特性を把握する際、より細分化された範囲での検討が望ましい。そこで集計と可視化は自治会単位で行う。地理情報システム(GIS)を用いて、臼杵市に存在する308の自治会に災害リスク評価を与えたポイントデータを作成する。基準とする地点は避難所または公民館とし、住所は臼杵市提供の資料に基づく。7段階によるアンケート結果の平均値を各ポイントに属性として与える。

4. 3 災害リスク評価の分布推定方法

災害リスク評価の分布状況を視覚的に把握しやすくするため、カーネル密度推定法を活用する。これは密度解析の一つで、各点に与えた数値と空間的な関係をもとに全体的な数量の分布を推計する方法⁸⁾である。ただし、本手法はあくまで保護者の意識の傾向を推計するものであり、推定値に基づいた結果から考察を行うものとする。

5. 災害リスク評価の分布推定と被害想定との比較

小学校区ごとの集計結果を表3に、災害リスク評価の分布推定と被害想定との比較を図3～8に示す。

表3 災害リスク評価の平均値

小学校区	地域区分	津波		土砂災害		洪水	
		回答数	平均値	回答数	平均値	回答数	平均値
佐志生	沿岸地域 (臼杵地区)	15	6.8	14	4.9	15	5.3
下ノ江		28	4.0	29	4.7	29	3.4
海辺		62	6.1	61	4.6	62	5.0
下北		103	4.2	103	3.8	103	4.0
上北		30	4.6	30	4.7	30	5.1
臼杵南		38	1.9	38	4.2	38	2.9
下南		100	3.6	100	4.4	99	4.0
市浜		275	4.4	270	3.7	275	4.2
福良ヶ丘		76	5.0	75	4.2	75	4.8
臼杵		154	6.1	153	3.8	153	5.1
川登	内陸地域 (野津地区)	17	1.2	17	4.7	17	3.9
野津		123	1.7	128	4.0	127	2.7
南野津		29	1.4	28	4.9	29	3.5
全体		1050	4.2	1046	4.1	1052	4.1

独立性検定[**]:P<0.01

5. 1 災害リスク評価の把握

表3は保護者が考える災害リスク評価の平均値を小学校区ごとにまとめたものである。津波については、沿岸地域は内陸地域に比べて著しく危険とみなしていることがわかる。土砂災害・洪水については、地域ごとの平均値の大きな差はみられず、立地条件に関わらずある程度危険とみなしていることがわかる。

5. 2 津波について

(1) 津波災害リスク評価の可視化

推定図(図3)より、臼杵小学校・市浜小学校・福良ヶ丘小学校周辺の自治会に所属している保護者が津波による災害危険度が高いと認識していることが考えられる。沿岸部においては、極端に防災意識が低い自治会は少なく、全体的にみても津波災害の危険性について高い関心を持つ保護者が多いことがうかがえる。

(2) 津波浸水想定との比較

災害危険度が高いと認識している保護者が多い自治会周辺は、津波災害によって浸水被害を受ける地域(図4)に含まれていることが考えられる。この地域は二級河川の臼杵川が通る地域であり、臼杵川の下流部においては、狭小な平野を形成し、河口で三角州となっている。津波浸水想定範囲に広く含まれている地域は、他の地域より意識が高いと考えられる。つまり、河口付近の自治会に属する保護者は津波災害の危険性が高いと認識していることが考えられる。

南海トラフ巨大地震は、今後30年以内におよそ70%の確率で発生すると想定されており⁹⁾、対象地域である大分県臼杵市は、内閣府が定める「南海トラフ地震防災対策推進地域」¹⁰⁾に指定されている。臼杵市の津波到達時間は50分程度であり、南海トラフ巨大地震による津波の被害は甚大であると予想される。臼杵市においては、東日本大震災以降、様々な防災対策や活動が進められてきている。被害を最小化するためにも防災意識の持続性が今後の課題である。

5. 3 土砂災害について

(1) 土砂災害リスク評価の可視化

推定図(図5)より、臼杵小学校・下北小学校・野津小学校周辺の自治会に属している保護者が土砂災害による災害危険度が高いと認識していることが考えられる。臼杵市は周囲が山に囲まれており、山林が市の土地利用の面積の約68%を占めている。また表4、5に示すように市内には土砂災害危険箇所が計1,119箇所あり、そこ

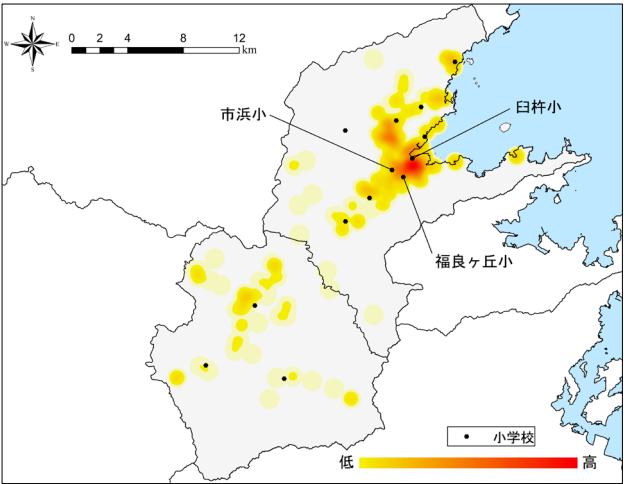


図3 津波災害リスク評価の推定図

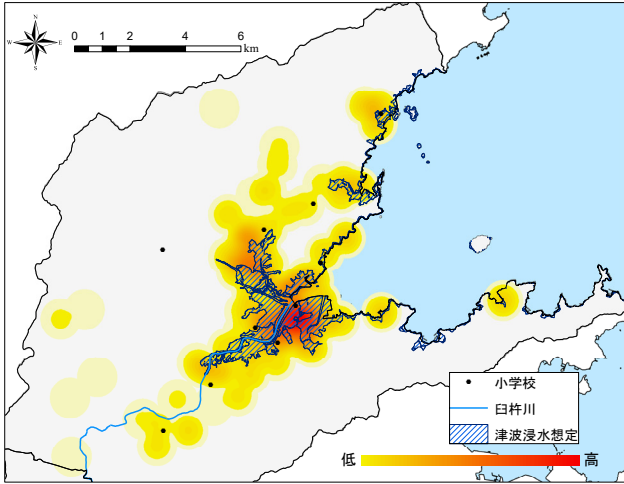


図4 津波浸水想定と津波災害リスク評価の推定図

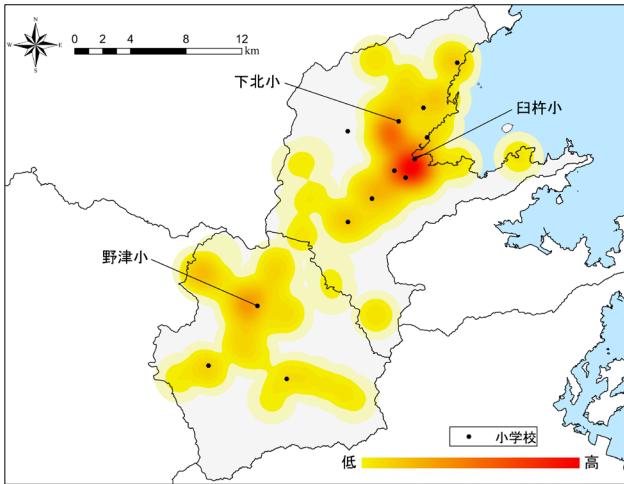


図5 土砂災害リスク評価推定図

に24,581棟の建物が含まれている¹¹⁾。このことから、身近な環境に山林が存在することが、土砂災害の災害リスク評価に影響を与えていることが考えられる。

表4 臼杵市の土砂災害危険箇所数

土砂災害 危険箇所数	A 急傾斜地 崩壊危険箇所		B 地すべり危険箇所		C 土石流危険渓流	
	箇所数	1kmあたりの 箇所数	箇所数	1kmあたりの 箇所数	箇所数	1kmあたりの 箇所数
1,119	746	2.56	11	0.04	362	1.24

表5 臼杵市の土砂災害危険箇所に含まれる建物棟数

建物棟数	A 急傾斜地 崩壊危険箇所		B 地すべり危険箇所		C 土石流危険渓流	
	建物棟数	割合	建物棟数	割合	建物棟数	割合
24,581	3,509	14.28%	621	2.53%	1,608	6.54%

（２）土砂災害警戒区域との比較

土砂災害警戒区域内（図 6）に住む保護者は、土砂災害による災害危険度が全体的に高いと認識していることが考えられる。ただ一部地域においては、土砂災害警戒区域内にも関わらず土砂災害を危険視できていないこともうかがえる。平成 29 年 9 月台風 18 号の記録的な大雨により臼杵市は市内各地で土砂災害の被害を受けた。地震や台風の二次災害としても発生する土砂災害は他の災害に比べ、発生する確率が比較的高い。土砂災害警戒区域内外に関わらず、住民は災害発生時にどのように情報を伝達するかなど、集落間の連携も考慮し、常日頃から意識して防災対策を取っておく必要がある。

５．４ 洪水について

（１）洪水災害リスク評価の可視化

推定図（図 7）より、臼杵小学校・市浜小学校・福良ヶ丘小学校周辺に住んでいる保護者が洪水による災害危険度が高いと認識していることが考えられる。臼杵市沿岸地域はリアス海岸が形成されており、水位上昇により河口付近では河川が氾濫する恐れがある。台風・豪雨に伴う洪水や河川氾濫に危険視している保護者が多いことがうかがえる。

（２）洪水浸水想定との比較

洪水浸水想定範囲内（図 8）の臼杵川が通る地域に住む保護者を中心に洪水の災害危険度が高いと認識していることが考えられる。ただ一部地域では、想定区域内にも関わらず危険と認識していないことが考えられる。

近年、大分県では台風や集中豪雨が多発しており、大規模な水害発生を前提とした避難対策の必要性がより高まっている。このため臼杵市は、水害情報の伝達強化や洪水ハザードマップの公表など、住民の避難対策を進めている。一方で、洪水時には浸水被害の状況などにより、必ずしも避難のみが適切な行動ではないが、避難勧告・指示などが発令された近年の水害において、低調な避難率にとどまり被害が拡大した事例が報告されている。住民個人の防災意識が高いほど、避難情報などからリスクを理解し避難を判断できる能力が上がると考えられることから、防災意識の啓発活動への参加促しが重要である。

６．災害リスク評価と人口分布の関係性

図 9 は臼杵市における平成 22 年国勢調査の人口総数を 500m メッシュ単位⁶⁾で示したものである。臼杵市の分布をみると、市街地部（臼杵小周辺）や地区の拠点部（野津小周辺）に一定程度の人口集積がみられるほか、郊外部にも

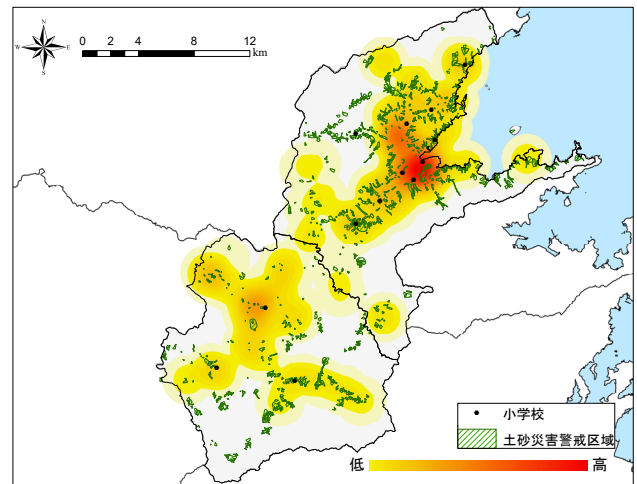


図 6 土砂災害警戒区域と土砂災害リスク評価の推定図

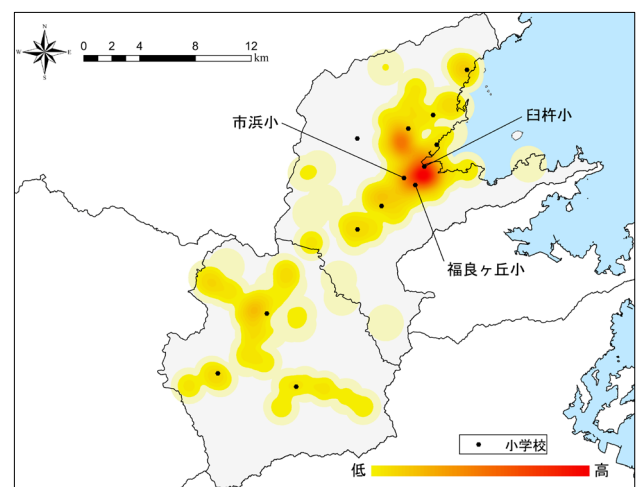


図 7 洪水災害リスク評価の推定図

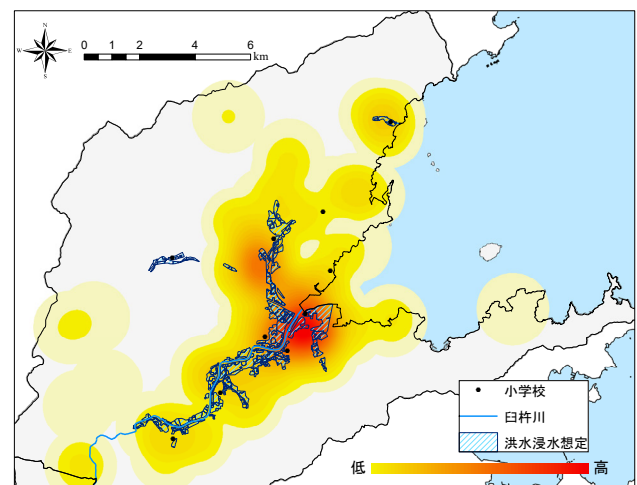


図 8 洪水浸水想定と洪水災害リスク評価の推定図

表 6 各災害リスク評価と人口分布の相関係数

	総人口	津波災害リスク評価	土砂災害リスク評価	洪水災害リスク評価
総人口				
津波災害リスク評価	0.709**			
土砂災害リスク評価	0.722**	0.759**		
洪水災害リスク評価	0.731**	0.845**	0.859**	

**：1%水準で有意

薄く広く人口が分布している。図3～8では、人口が比較的密集する市街地を中心に災害リスク評価が高い状況が考えられた。そこで災害リスク評価と人口分布の関係を明らかにするため相関分析を行った。「500mメッシュ別の人口総数」内の数値と災害別のカーネル推定値の相関係数をまとめたものを表6に示す。それぞれの相関係数が0.7以上を示しており、災害リスク評価と人口分布に有意な関係が確認された。人口分布が高くなることで、情報に接する機会やコミュニティへのつながりの機会が得られると考えられ、災害リスクの認知も高まることが期待される。

7. 総括

本研究では、大分県臼杵市を対象に災害リスク評価の分布推定と被害想定とを比較し、考察を行った。保護者アンケートの結果から、自治会単位で災害リスク評価の平均値を算出し、災害リスク評価の分布推定と災害リスクへの認知の高低を把握することができた。保護者の災害危険度の捉え方には、自らが属する地区が沿岸地域や内陸地域にあるか、または被害想定域内外かどうかなど、少なからず空間的要因があると考えられる。

臼杵市においては、比較的人口の多い沿岸地域の災害リスク評価が高い傾向がみられ、反対に、内陸地域の災害リスク評価は低い傾向にあることがみてとれた。また、人口が密集する市街地などを中心に災害リスク評価が高い傾向があり、災害リスク評価は人口分布と有意な関係があることが把握できた。同じ臼杵市内において、沿岸地域や内陸地域、また被害想定域内外かどうかで災害リスクの捉え方に差が出ているという課題を把握することは、今後の防災活動を進める上で重要な知見となる。津波だけに着目しても、最大クラスの津波は現在の科学的知見を基に、過去に実際に発生した津波や今後発生が予想される津波から設定されたものであり、これよりも大きな津波が発生する可能性¹⁾があることに留意しておく必要がある。

一方で、津波浸水想定・土砂災害警戒区域・洪水浸水想定だけでなく、他の災害について集計・比較することにより、空間的視点から住民の災害リスクへの認知を把握していくことも、地域の防災力・災害対応力を向上させるために必要であり、空間的傾向に合わせた対策を検討することも可能となるだろう。

大分県内では南海トラフ巨大地震をはじめ、今後さまざまな災害を受けると想定されている。災害時、より安全で適切な行動をとるためには、学校や地域全体で、日ごろから防災・減災に対する意識を維持することが重要である。本研究の結果を地域にフィードバックするなどし、今後の防災対策や活動へ寄与できる取り組みも並行して進めたい。

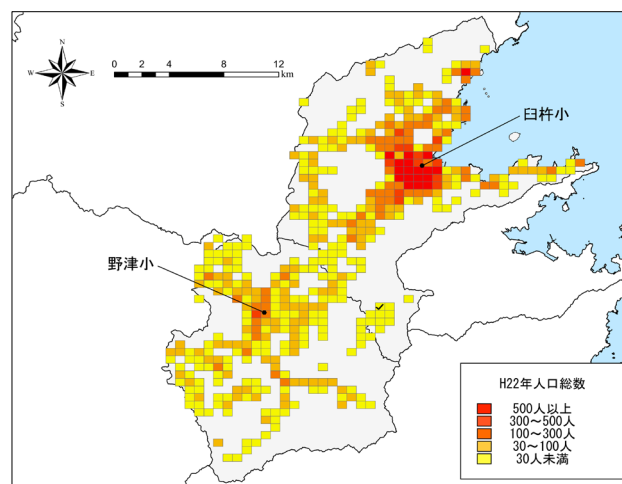


図9 臼杵市の500mメッシュ別人口総数
(平成22年国勢調査)

【謝辞】

本研究は、科学研究費補助金(基盤研究C・課題番号16K06648)による助成を受けて実施した。また、アンケート調査にご協力して頂いた、大分県臼杵市の全小学校保護者、地域自治会長、小学校防災担当者の方々に深く感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) 大分県津波浸水予測調査結果(確定値)
<http://www.pref.oita.jp/soshiki/13550/shinsuiyosokukakuteiti.html> 2018.7.11 最終閲覧
- 2) 石原凌河、松村暢彦：津波常襲地域における生活防災意識の構造に関する研究-徳島県阿南市を事例として-, Vol.47, No.3, pp.1069-1074, 都市計画論文集, 2012.10
- 3) 柿本竜治, 山田文彦, 山本幸：水害リスクコミュニケーションによる地域防災力向上のための実践的研究-熊本市壺川校区における実践的水害避難訓練に関するケーススタディ-, Vol.42.3, pp.625-630, 都市計画論文集, 2007.10
- 4) 宇野宏司, 瀬崎瑛：平成25年4月淡路島地震時の対応にみる南海トラフ地震に向けた応急課題の抽出, Vol.69, No.2, I 103-I 108, 土木学会論文集F6(安全問題), 2013.7
- 5) 廣田裕子, 道津佐三郎, 木原大志, 小林祐司：地域における自治会の防災意識・活動・連携状況の評価(その1) 大分県臼杵市を対象として, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)(都市計画), pp.835-836, 2017.8
- 6) 国土交通省国土政策局国土情報課 GIS HP
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> 2018.7.10 最終閲覧
- 7) 臼杵市役所 HP
<http://www.city.usuki.oita.jp/docs/2014012901154/> 2016.3.11 公開, 2018.7.10 最終閲覧
- 8) ESRI Japan HP
<https://www.esri.com/> 2018.7.10 最終閲覧
- 9) 地震調査研究推進本部 HP：将来の地震発生の可能性
http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/kaiko/k_nankai.htm 2018.7.10 最終閲覧
- 10) 内閣府防災情報 HP：南海トラフ地震に係る地域指標
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/> 2018.7.10 最終閲覧
- 11) 小林祐司, 池部仁哉, 小立雄大：大分県における土砂災害危険箇所の空間的分布特性, 日本建築学会・情報システム技術委員会／情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, No.38, pp.257-260, 2015.12

*1 大分大学大学院工学研究科博士前期課程 大学院生

*2 大分大学理工学部創生工学科 教授・博士(工学)

Comparison and Evaluation of Distribution Estimation of Disaster Risk Assessment and Damage Estimation - Based on Questionnaire Survey of Parents of Elementary Schools in Usuki City -

○Hoju SHIN^{*1} Yuko HIROTA^{*1} Yuji KOBAYASHI^{*2}

Keywords : Disaster Risk Assessment, Disaster Prevention, Questionnaire Survey, GIS, Damage Estimation

The disaster prevention measures assuming damage in Oita Prefecture, such as the Nankai Trough Huge Earthquake are proceeding in the prefecture. Also, Usuki City, Oita Prefecture, where huge tsunami damage is expected due to the Nankai Trough Huge Earthquake, has risks such as sediment disasters, floods, typhoons, as well as earthquake tsunami. It is necessary to further improve the disaster prevention awareness toward large-scale disasters that may occur in the future. It is required to evaluate regional characteristics objectively and multilaterally, and to propose initiatives that take regional issues into consideration. However, there are few studies that evaluate mutual disaster species. Therefore, in this research, we aim to grasp the recognition situation of the area against disasters and clarify the problem. Distribution of the Disaster Risk Assessment is estimated based on the results of questionnaire survey to parents. Then, we compare it with the damage estimate.

Usuki City is located in the southeastern part of Oita Prefecture, and the rias coast is formed. There is a danger that the Usuki River will be flooded near the estuary due to the rise of the water level. In addition, Usuki City is designated as the "Nankai Trough Huge Earthquake Disaster Mitigation Promotion Area" defined by the Cabinet Office in Japan. The arrival time of the tsunami to Usuki City by a Nankai Trough Huge Earthquake is about 50 minutes, and the damage of the tsunami is expected to be enormous, after the Great East Japan Earthquake, Usuki City carries out various disaster prevention measures.

In this study, the results of questionnaire survey to parents is used. The contents of the results of questionnaire survey to parents is the Disaster Risk Assessment. The Disaster Risk Assessment is the evaluation of seven levels of disasters which are tsunami, sediment disasters and floods. Since the consciousness of the parents may affect disaster prevention measures and activities, we use the results of questionnaire survey to parents in this study. Next, we estimate and consider the distribution of the Disaster Risk Assessment using the results of questionnaire survey to parents. However, the tendency of people's consciousness is estimated, and we consider from the result based on this method.

As a result, it seems that there are not a few geographical factors in how to catch parent disaster risks. The Disaster Risk Assessment tends to be higher in the coastal areas, and conversely the Disaster Risk Assessment tends to be lower in inland areas. Also, the Disaster Risk Assessment tends to be high, especially in urban areas where the population is dense. The Disaster Risk Assessment was considered to have a significant relationship with population distribution. In Usuki City, there seems to be a difference in how to catch disaster risk between coastal areas and inland areas. This is an important finding for future disaster prevention activities. The largest class tsunami based on the current scientific knowledge is set from the actual tsunami that occurred in the past, and the tsunami that is expected to occur in the future. Therefore, it is necessary to keep in mind that there may be a larger tsunami than estimated and past tsunami. It is necessary to grasp the perception of the resident disaster risk from a geographical viewpoint in order to improve the disaster prevention ability and disaster response capability of the region. It will be possible to consider countermeasures tailored to geographical trends.

In the future, we would like to feed back the results of this research to the area and carry forward efforts to contribute to disaster prevention measures and activities in the future.

*1 Graduate Student, Graduate School of Oita Univ.

*2 Professor, Div. of Archit, Fac. of Sci. and Technol., Oita Univ., Dr.Eng.