大分県における小・中学校区を対象とした被災想定規模の評価

○緒方　雄基*1　小立　雄大*1
小林　祐司*2

キーワード：防災　学校区　被災想定　GIS

１．はじめに

1995 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災では，地震や津波により，大規模な住宅被害やライフラインの機能停止が発生し，多くの避難者が発生した。避難所の多くとなったのは地域の学校であったが，それらの多くは地震の被害を受けており，加えて避難所開設時の混乱や避難生活の長期化に伴う運営上の問題を抱えていた [1)]。

この震災を契機に，学校施設の防災機能に関する研究や，各学校施設で防災対策が実施されている。また，近年では局地的な大雨による河川の増水および越水により多くの建物が浸水被害を受け，避難者が長期に及ぶ避難所生活を余儀なくされることもある。 消防庁国民保護・防災部防災課の防災拠点となる公共施設等の耐震化推進状況報告書 [2)]より，災害時に防災拠点となる公共施設の約 6 割が学校施設であることがわかっている。

既往研究において，南ら [3)]は，北海道釧路市の指定避難所を対象としたアンケート調査により，市町村における指定避難所の防災機能の実態を明らかにし，指定避難所の整備のあり方，および災害発生時の運営のあり方についての課題を考察している。しかし，これらは市内における指定避難所を把握するもので，広域的ではなく，また施設別ごとの実態を深く把握しきれていない。

本研究では，災害時に避難所や防災拠点となる地域の小・中学校を対象に各学校区の被災想定規模の評価を行い，各地域の特性を把握する。これにより各学校でとるべき安全教育や防災拠点としての備え等に関する指針の一助となることを目的とする。

２．研究方法

本研究では，大分県が巨大地震や台風などの災害で被害を受けると想定し，大分県内全域の小・中学校区における被災想定規模を地理情報システム（GIS）を用いて，明らかにする。本研究では，想定される災害の中でも大分県がハザードマップを公開している災害を対象とする。対象とした災害（以降，各災害）は以下のとおりである。

①急傾斜地崩壊危険箇所
②地滑り危険箇所
③土石流危険区域
④洪水による浸水想定区域
⑤津波による浸水想定区域

３．研究対象地について

大分県は山地が占める割合が高く，多くの河川が流れ，盆地を形成している。また南部の日豊海岸ではリアス海岸が発達している。図 1 に大分県の市町村の位置関係を示す。

地震調査研究推進本部から示されている南海トラフの地震活動の長期評価（第 2 版）概要資料 [4)]より，今後 30 年以内に 60～70%程度の確率で発生すると想定されている南海トラフ巨大地震では，地震とそれに伴う二次災害により大規模な被害が想定されている。

一方，2012 年 7 月九州北部豪雨では，土砂災害や河川氾濫による建物への浸水被害が大分県西部や北部で発生し，甚大な被害となった。大分県では，これらに伴い市町村ごとにハザードマップを作成するなどの取り組みを行っている。

図１　大分県の市町村

４．GIS を用いた被災想定規模の評価

４－１単純集計

本章では，GIS を用いて，大分県全域の小・中学校区[注1)]を対象に，各災害の被害想定区域に含まれる建物数を各学校区で集計する。次に，集計結果をもとにして各学校区が各災害に対してどの程度危険かの度合を表す被災想定規模を示す。また，本研究では集計にあたり小学校区と中学校区で学校区が重なっているが，特徴を比較し把握するため区別せず分析を行う。なお，建物用途は基盤地図情報の建物データを使用し，種別は考慮せずカウ

ントした。

表 1 は各市町村における小・中学校数および小・中学校区内の各災害の被害想定区域に含まれる建物数を集計したものである。

４－２．クラスター分析による被災想定規模の分類

各学校区内の各災害の被害想定区域に含まれる建物数を用いて，クラスター分析（Ward 法）を行う。その結果をもとに，各クラスターにおける被災想定規模の評価を行う。

表 2 は各クラスターにおける災害種別の被害想定区域に含まれる建物数および各指標である。図 2①～⑤は，表 2 の各クラスターの平均値を各災害の被害想定区域ごとに比較したものである。表 2，図 2①～⑤の結果から各クラスターの特徴を把握する。なおクラスター4 およびクラスター6 は度数が 2 と少ない数値を示したが，この 2 つのクラスターは，他のクラスターには含まれない異なった特徴がみられたため，今回はクラスターとして採用した。

クラスター1 は，各災害の被害想定区域に建物が含まれておりその平均値も高い。急傾斜地崩壊危険箇所に含まれる建物数の平均値が各クラスターの中で最大となっており，津波による浸水想定区域に含まれる建物数も多い。

クラスター2 は，最も多くの学校区が分類されたクラスターで各災害の被害想定区域に建物が含まれているものの，その平均値は低い。

クラスター3 は，急傾斜地崩壊危険箇所，地滑り危険箇所，土石流危険区域の 3 つの災害の被害想定区域に含まれる建物数の平均値が高く，地滑り危険箇所，土石流危険区域の平均値は各クラスターで最大となっている。

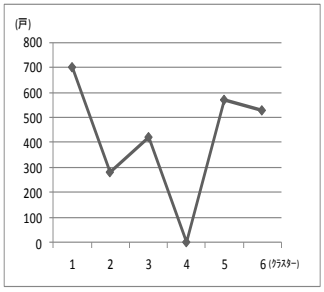

図２ ①急傾斜地崩壊危険箇所

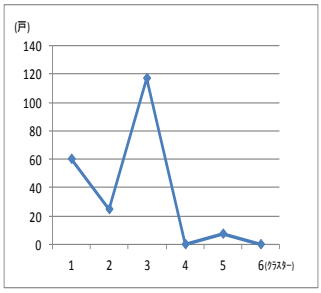

図２ ②地滑り危険箇所

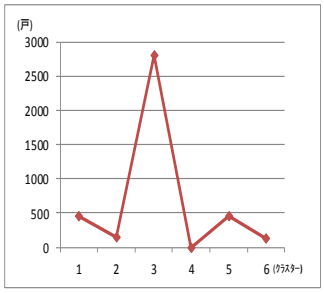

図２ ③土石流危険区域

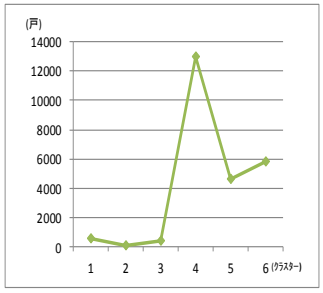

図２ ④洪水による浸水想定区域

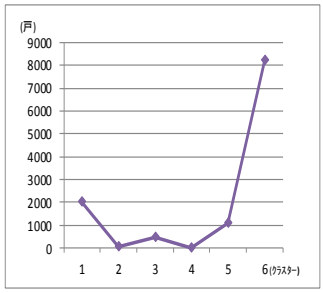

図２ ⑤津波による浸水想定区域

表１　各市町村における小・中学校数および各災害の被害想定区域に含まれる建物数

	学校数（校）		被害想定区域に含まれる建物数（戸）				
市町村	小学校	中学校	①急傾斜地崩壊危険箇所	②地滑り危険箇所	③土石流危険区域	④洪水による浸水想定区域	⑤津波による浸水想定区域
大分市	61	27	35,960	2,609	10,428	7,896	26,054
別府市	15	8	7,492	1,845	15,148	0	12,984
中津市	23	10	4,434	370	5,276	42,869	4,471
佐伯市	32	15	15,240	576	13,638	31,580	39,957
臼杵市	15	5	7,296	1,242	3,954	10,628	17,544
津久見市	8	5	9,438	15	5,456	3,810	5,060
竹田市	13	6	10,942	7	1,248	219	0
豊後高田市	12	6	4,222	11	4,192	2,122	6,984
杵築市	15	3	5,136	566	1,714	3,068	7,340
宇佐市	29	7	4,034	356	4,306	4,239	3,094
豊後大野市	11	7	8,114	1,888	1,654	433	0
由布市	15	3	4,472	508	8,142	3,104	0
国東市	14	4	5,476	88	4,886	4,108	1,519
姫島村	1	1	180	0	0	0	586
日出町	6	3	1,838	47	6,288	0	3,972
玖珠町	10	7	3,638	48	1,622	1,870	0
日田市	18	12	12,016	2,142	4,644	37,308	0
九重町	6	1	1,800	0	1,600	348	0
合計	304	130	141,728	12,318	94,196	153,602	129,565

表２　各クラスターにおける災害種別の被災想定区域に含まれる建物数および各指標

		クラスター						
	No	1	2	3	4	5	6	合計
	度数	35	376	7	2	12	2	434
①急傾斜地崩壊危険箇所に含まれる建物数	平均値	699	283	422	2	570	527	327
	標準偏差	716	317	244	3	456	224	386
	最小値	0	0	32	0	0	368	0
	最大値	2,483	2,822	817	4	1,219	685	2,822
②地滑り危険箇所に含まれる建物数	平均値	60	25	117	-	8	-	28
	標準偏差	108	68	153		26		74
	最小値	0	0	0		0		0
	最大値	358	502	328		90		502
③土石流危険区域に含まれる建物数	平均値	461	140	2,808	-	449	137	217
	標準偏差	595	188	516		670	174	440
	最小値	0	0	1,841		0	14	0
	最大値	2,258	1,322	3,229		1,644	260	3,229
④洪水による浸水想定区域に含まれる建物数	平均値	535	104	385	12,984	4,632	5,786	354
	標準偏差	666	264	658	433	1,735	2,734	1,278
	最小値	0	0	0	12,677	2,198	3,852	0
	最大値	1,977	1,734	1,353	13,290	7,739	7,719	13,290
⑤津波による浸水想定区域に含まれる建物数	平均値	2,027	69	450	-	1,071	8,240	298
	標準偏差	788	162	591		1,117	2,566	848
	最小値	978	0	0		0	6,425	0
	最大値	3,664	935	1,251		3,078	10,054	10,054

最小値　最大値　- 被害想定区域に建物が含まれない

クラスター4 は，洪水による浸水想定区域に含まれる建物数の平均値が各クラスターの中で最大となっているが，その他の災害では被害想定区域に含まれる建物がほとんどない。

クラスター5 は，地滑り危険箇所に含まれる建物数の平均値が低いが，洪水による浸水想定区域，津波による浸水想定区域に含まれる建物数の平均値が高い。

クラスター6 は，地滑り危険箇所以外での被害想定区域に建物が含まれており，津波による浸水想定区域の平均値は各クラスターで最大となっている。また洪水による浸水想定区域に含まれる建物数も多い。

以上から，各クラスターにおける災害危険度を評価する。表 3 は各クラスターにおける災害危険度を 6 段階で評価したものである。表 3 の評価の基準は，各クラスターで被害想定区域に含まれる建物数の平均が最大のクラスターを「危険度:1」とし，次いで順に「危険度:2」，「危険度:3」，「危険度:4」，「危険度:5」，最小のクラスターを「危険度:6」と設定した。また学校区の各災害の被害想定区域に建物が存在しない場合，一様に「危険度:6」とした。

表３　各クラスターにおける被災想定規模の評価

	高 ← 各災害の危険度 → 低					
危険度	1	2	3	4	5	6
クラスター1	①急傾斜地崩壊	②地滑り ③土石流 ⑤津波による洪水		④洪水による浸水		
クラスター2			②地滑り		①急傾斜地崩壊 ③土石流 ⑤津波による洪水	④洪水による浸水
クラスター3	②地滑り ③土石流			①急傾斜地崩壊 ⑤津波による洪水	④洪水による浸水	
クラスター4	④洪水による浸水					①急傾斜地崩壊 ②地滑り ③土石流 ⑤津波による洪水
クラスター5		①急傾斜地崩壊	③土石流 ④洪水による浸水 ⑤津波による洪水	②地滑り		
クラスター6	⑤津波による洪水	④洪水による浸水	①急傾斜地崩壊	③土石流		②地滑り

４－３．各地域の特徴把握

前節では各クラスターの特徴把握と被災想定規模の評価を行った。次に，大分県全域で特に他の地域と違いがみられた地域を選定し，特徴を整理する。

（１）別府市

図 3，図 4 は別府市における小・中学校区を各クラスターに色分けし，各学校にポイントを図示したもので

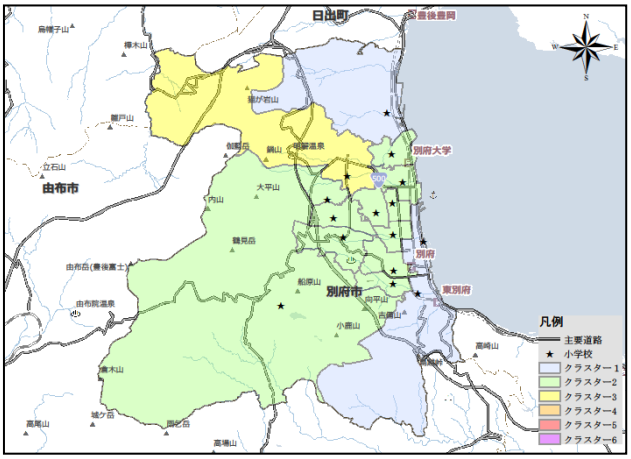

図３　別府市におけるクラスターの分布（小学校区）

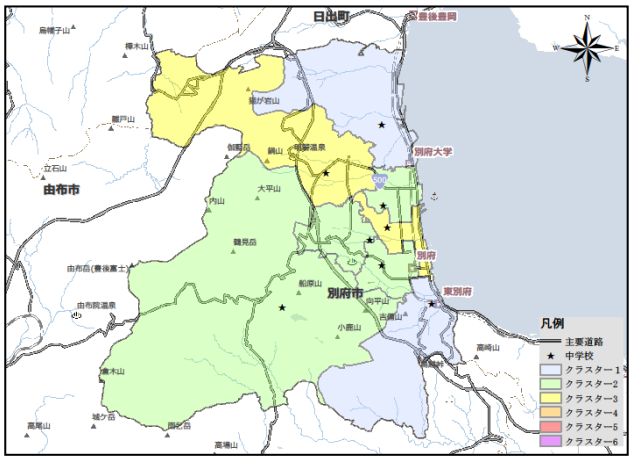

図４　別府市におけるクラスターの分布（中学校区）

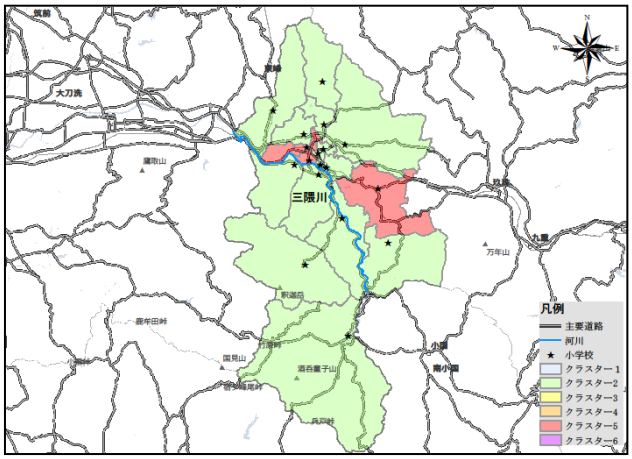

図５　日田市におけるクラスター分布（小学校区）

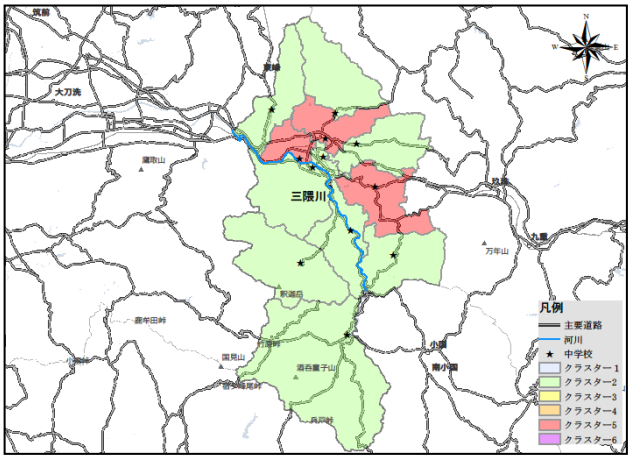

図６　日田市におけるクラスター分布（中学校区）

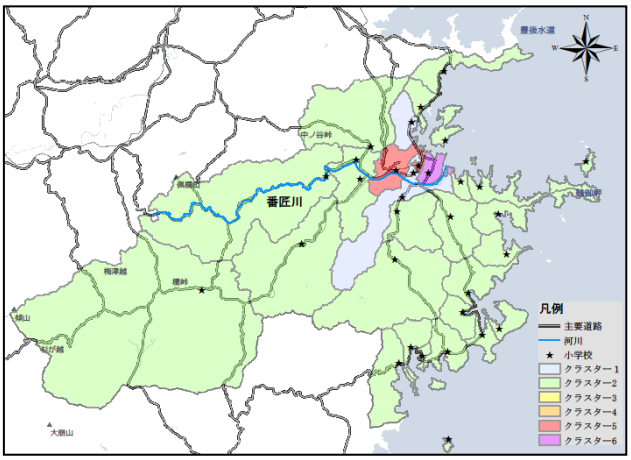

図７　佐伯市におけるクラスター分布（小学校区）

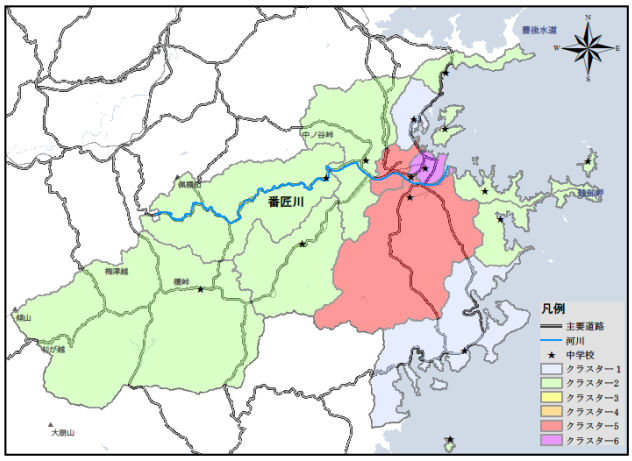

図８　佐伯市におけるクラスター分布（中学校区）

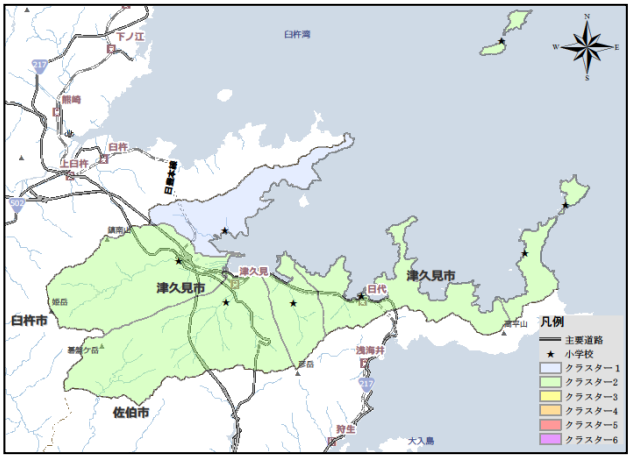

図９　津久見市におけるクラスター分布（小学校区）

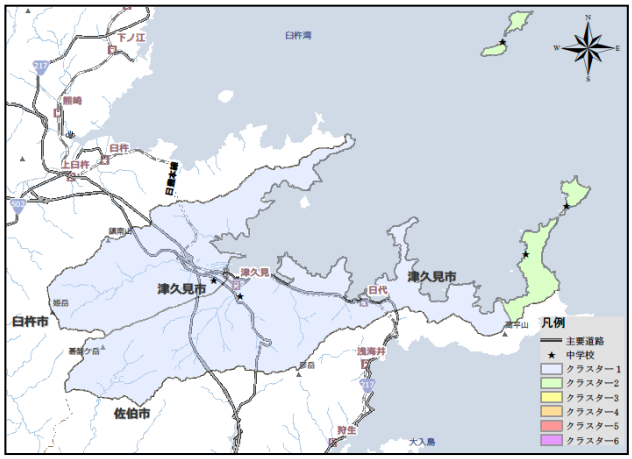

図１０　津久見市におけるクラスター分布（中学校区）

ある。別府市は大分県の中心部に位置し，大分県の市町村で最も人口密度の高い市である。図 3, 図 4 をみると，沿岸部にはクラスター1 が分布しており，北西部にはクラスター3 がみられる。クラスター1 が分布する沿岸部は各災害での被災想定規模が大きく，クラスター3 が分布する北西部では地滑りや土石流の土砂災害の被災想定規模が非常に大きいことがわかる。

（２）日田市

図 5，図 6 は日田市における小・中学校区を各クラスターに色分けし，各学校にポイントを図示したものである。日田市は大分県の北西部に位置する市で，周りを山で囲まれた盆地であり多くの河川が流れている。2012 年 7 月に九州を襲った豪雨災害では日田市の河川の至るところで越水し，日田市中心部で全壊 1 棟，半壊 1 棟，床上浸水 475 棟, 床下浸水 358 棟の浸水被害が発生した [5)]。図 5，図 6 をみると，一級河川である三隈川の近くにクラスター5 の小・中学校区が分布しており，大分県の市町村ではクラスター5 の分布が最も多い地域である。このことから日田市では，洪水による浸水による被災想定規模が非常に大きいことがわかる。

（３）佐伯市

図 7，図 8 は佐伯市における小・中学校区を各クラスターに色分けし，各学校にポイントを図示したものである。佐伯市は大分県の南東端に位置する市で，南海トラフ巨大地震による津波で甚大な被害が想定されており，同市内では最大津波高 13.5m, 最短到達時間（津波高 1m）は 26 分と予測されており [6)], 津波対策は喫緊の課題となっている。図 7，図 8 をみると，沿岸や河川沿いにクラスター1，河川沿いにはクラスター5，また河口付近にはクラスター6 が存在している。クラスター6 に分類されている小・中学校は大分県全域の中でもこの地域の 2 か所のみである。これらのことから佐伯市は各災害すべての被災想定規模が大きく，特に津波による浸水の被災想定規模は非常に大きいことがわかる。

（４）津久見市

図 9，図 10 は津久見市における小・中学校区を各クラスターに色分けし，各学校にポイントを図示したものである。津久見市は大分県の東部に位置する市で，急傾斜地崩壊危険個所，および土石流危険区域の面積当たり箇所数が大分県の市町村で最も多いことがわかっている地域である。図 9，図 10 をみると，クラスター1 が小学校

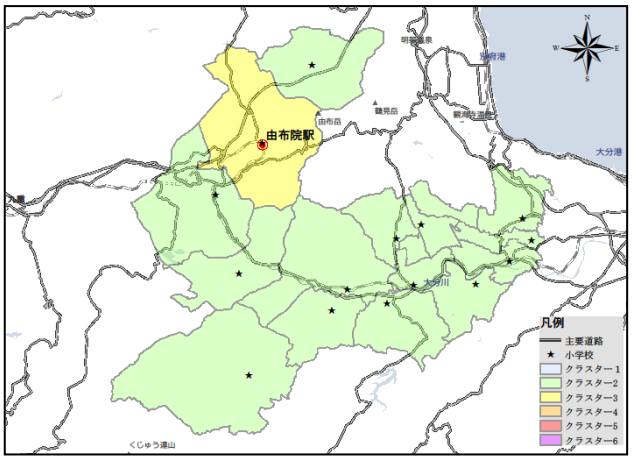

図１１　由布市におけるクラスター分布（小学校区）

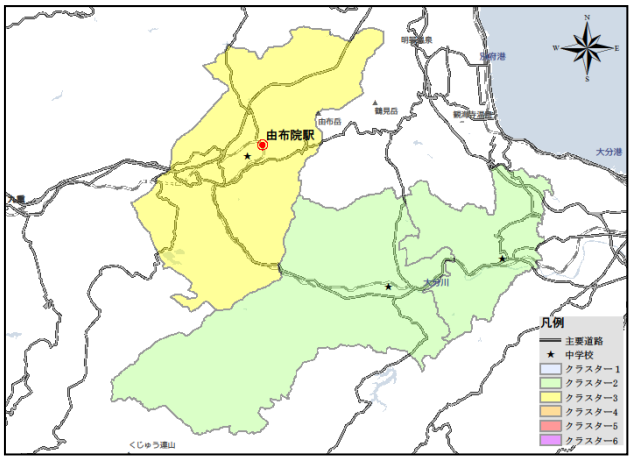

図１２　由布市におけるクラスター分布（中学校区）

区に一箇所，中学校区に二箇所分布している。津久見市は他の市町村に比べクラスター1 に分類される小・中学校区の割合が高く，このことから津久見市は各災害すべての被災想定規模が大きく，特に急傾斜地崩壊による被災想定規模は非常に大きい。

（５）由布市

図 11，図 12 は由布市における小・中学校区を各クラスターに色分けし，各学校にポイントを図示したものである。由布市は大分県の中央に位置する市で温泉地としての観光都市であり，大分市のベッドタウンでもある。また，2016 年 4 月 14 日に熊本で起こった震度 7 の地震とそれに伴う余震の影響を受けており，住宅被害や土砂崩れがおきている。図 11，図 12 をみると，大部分はクラスター2 であるものの，由布院駅周辺の地域はクラスター3 に分類されている。各災害に関して，このことから由布市の大部分は各災害に対する被災想定規模は小さいが，由布院駅周辺では地滑り，および土石流による被災想定規模が非常に大きいことがわかる。

５．総括

本研究では GIS を用いて大分県全域の小・中学校区の各災害における被災想定規模の評価を行った。今後の課題として，本研の研究にあたり，被災想定規模の評価の指標として採用した各災害の被害想定区域に含まれる建物数は，災害における危険性を評価する指標の一つに過ぎず，実際には年齢別人口やライフラインの状況等の様々な要因が含まれるため，十分とは言えない。また，GIS を使った被災想定規模の評価で対象とした各災害以外にも，大分県では火山の噴火に伴う降灰の影響を受けることも想定される。1995 年 10 月の九重山の噴火活動では，降灰が南西に約 60km 離れた地点でも観測されるほどであった。近年では熊本県との県境にある阿蘇山の噴火活動が活発で降灰による被害が危惧されている。また，竜巻や原子力災害などのさまざまな災害を受けると想定される。そのため，本研究で対象とした各災害以外の災害についても検証が必要である。

学校施設は各災害時に防災拠点となる場合が多く，また運営上の問題が発生することが想定される。そのため，避難所となる学校施設では，各地域で予測される災害を事前に把握し，各地域の特性に合った適切な災害対策が求められ，またその情報を関係機関や保護者との情報共有が必要である。

【謝辞】
本研究は，科学研究費補助金（基盤研究 C・課題番号 25420638 および 16K06648），平成 27 年度大分大学学長裁量経費（社会連携推進プログラム）による助成を受けて実施した。

［注釈］
注1）　2010 年時点で開校している学校を対象とする。

［参考文献］
1）内閣府 ：阪神・淡路大震災教訓情報資料集【01】避難所の運営，http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/detail/pdf/2-1-1.pdf，2000 公表（2015.7.6 最終閲覧）
2）消防庁国民保護・防災部防災課 ：防災拠点となる公共施設等の耐震化推進状況報告書，http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h27/02/270218_houdou_2.pdf，2015.2 公表（2015.7.6 最終閲覧）
3）南慎一・竹内慎一 ：指定避難所の防災機能からみた地区の避難計画に関する研究-釧路市におけるケーススタディ-日本建築学会計画系論文集，第 543 号, pp.215-221, 2001.5
4）地震調査研究推進本部 ：南海トラフの地震活動の長期評価（第 2 版）概要資料，http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13may_nankai/nankai_gaiyou.pdf，2013.5 公表（2015.12.8 最終閲覧）
5）国土交通省 ：水害レポート 2012，http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/pdf/suigai2012.pdf，2013.8 公表（2015.12.8 最終閲覧）
6）内閣府 ：南海トラフの巨大地震による津波高・震度分布等，http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_1.pdf，2012.8 公表（最終閲覧 2015.12.8）

＊1　大分大学大学院工学研究科　博士前期課程
＊2　大分大学工学部福祉環境工学科　准教授・博士（工学）

Evaluation of Damage Assessment on Elementary and Junior High School District in Oita Prefecture

○Yuki OGATA*1 Yudai OTACHI*1
Yuji KOBAYASHI*2

Keywords : Disaster Prevention, School District, Damage Assessment, GIS,

The South Hyogo prefecture Earthquake in 1995 brought about large-scale house damage, stop of lifelines and many refuges on January 17, 1995. The building which became the shelter was a local school. However, there were many problems with them. For example, it is building damage, confusion when shelter establishment and problem by operation. In this study, We carry out the evaluation of damage assessment on elementary and junior high school which becomes the shelter at the time of disaster.

We show degree of the evaluation of damage assessment on elementary and junior high school district in Oita Prefecture using GIS. Using the number of buildings included in the damage estimation area, We perform cluster analysis. And, We classify the damage assessment of each school district. As a result, These school district classified as follows. Cluster 1 has the mean of maximum in each cluster with slope failure susceptible areas. In addition, the mean of the anticipated inundation area by the tunami is high. Cluster 2 has small damage assessment of the thing which most school wards were classified in. Cluster 3 has the mean of maximum in each cluster with landslide hazard areas and debris flow hazard areas. In addition, the mean of the slope failure susceptible areas is high. Cluster 4 has the mean of maximum in each cluster with anticipated inundation area by the flood. However, cluster 4 is hardly included in other damage estimation area. Cluster 5 has the mean of the anticipated inundation area by the flood is high. Cluster 6 has the mean of maximum in each cluster with anticipated inundation area by the tunami. In addition, the mean of the anticipated inundation area by the flood is high.

We pick up the area that was characteristic in Oita Prefecture. In Beppu City, cluster 1 distributed over the coast, and cluster 3 distributed over the waterway neighborhood. From this, Beppu City is the area where the slope failure, landslide, and debris flow is easy to happen. In Hita City, cluster 5 distributed over a riverside and the upper reaches. From this, Hita City is the area that the degree of risk flood of the river is very high. In Saeki City, cluster 1 distributed along the coast and the river, cluster 5 distributed along the river, and cluster 6 distributed over the neighborhood of river mouth. From this, Saiki City is the area that the degree of risk tsunami is very high. In Tukumi City, cluster 1 distributed over the school district three places. From this, Tukumi City is the area that the degree of risk slope failure is very high. In Yuhu City, cluster 3 distributed around Yufuin Station. From this, around Yufuin Station is the area that landslide, and debris flow is easy to happen.

The schools often become the disaster prevention facility at the time of a disaster, and it assumed that a problem occurs in administration again. Therefore, in the school becoming the refuge, We grasp a disaster expected in each area beforehand. And it is important that it enforces disaster prevention measures suitable for each area and the information sharing with an engine and protector concerned.

＊1 Graduate Student, Graduate School of Oita Univ.
＊2 Associate Professor, Dept.of Architecture, Faculty of Eng, Oita Univ., Dr. Eng.