

災害を想定した佐伯市沿岸部集落の 自律分散性評価と防災対策の課題

○小立 雄大*¹ 池部 仁哉*¹
小林 祐司*²

キーワード：防災 災害 GIS 自律分散

1. 背景と目的

日本はこれまで数多くの自然災害を経験してきた。特に、地震による災害の教訓から、建築物の耐震化や避難所の整備など、様々な防災対策が推進されてきた。2011年3月11日に発生した東日本大震災では、津波により北海道から関東までの広範囲にわたって太平洋沿岸部に大規模な被害を及ぼしたことで、ハード対策の限界が明らかになると同時に、集落の孤立化などの都市・地域構造上の問題も露呈した。防災対策上の課題として、災害直後の集落あるいは生活圏内における災害対応力、すなわちいかに地域で危機を乗り越えるかが問われている。

既往研究において川口ら¹⁾は、ネットワーク解析を用いて生活圏の施設アクセシビリティ評価を基本単位区ごとに行っている。また、避難経路の高低差に着目し、避難開始地点から避難所までの経路を詳細に調査し、各避難経路の特徴の整理を行っている。その結果から、避難者に生じる負荷に応じて避難所の選定が必要であることを示した。また、寺田ら²⁾は大分県佐伯市の沿岸部集落において、標高別建物分布、避難経路、避難所の現状などを評価軸に、現地調査を中心とした津波防災に対する集落の課題について検討を行い、地震津波対策を行う上での集落の特性と課題を明らかにした。

しかし、次の災害に備えた都市機能における潜在的な防災力の把握や地域のリスクマネジメントが求められている。また、災害後の復旧・復興において、現在の都市が持つ課題や傾向を把握し、被災後の姿を想定することは重要であり、今後発生が予想される災害への対策を不断に行っていく必要がある。

そこで本研究では、大分県佐伯市沿岸部を対象として、集落の生活機能へのアクセス性評価と災害危険度評価からみた生活機能の充足度評価を行うことで、平時の集落単位での地域特性から災害時に支援が必要とされる重点集落を把握し、機能維持のための対策や連携体制などについて考察する。なお、本論における「自律分散性」とは、当該集落やその生活圏域において、災害時に当該集落に存在する生活機能施設により集落機能や生活などが維持できることを指すものとする。本論では、人口分布、生活施設数・種類、災害リスクなどを指標とし、その評

価を行う。

2. 研究方法

GISを用いて国土地理院が提供する基盤地図情報³⁾と国土数値情報⁴⁾を基に、本研究の対象地となる大分県佐伯市の地形的特徴（標高）と人口密度分布について把握を行う。次に、平成22年度国勢調査⁵⁾の人口データ、国土数値情報の生活施設のデータと基盤地図情報を用いたネットワーク解析による集落の生活機能へのアクセス性評価および災害危険度評価を行う。その結果より、クラスター分析から集落を分類し、各集落の地域特性を把握する。

3. 研究対象地について

佐伯市は、大分県の南部に位置し、面積が903km²であり九州で最も広い地域である。平成22年度国勢調査において大分県佐伯市の総人口は76,951人、20歳未満15.7% (12,071人)、65歳以上32.4% (24,825人)であり、少子高齢化が進行している地域である。

佐伯市の沿岸部は、東日本大震災において被害の大きかった三陸海岸と同じリアス海岸を有している。また、今後30年以内に約70%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においても、佐伯市の最大津波高さは13.5m（蒲江地区）であることから、大きな被害が想定されている⁶⁾。

今回、佐伯市沿岸部において分析を行ったが、各集落（全70集落）の地域特性を把握・分析を行う上で、県内で最大の津波予測高であり、被害が大きいと想定されている蒲江地区に特に着目し、他の地区の結果については割愛する。

4. 佐伯市の地形特徴の把握と人口分布

4.1 地形的特徴の把握

佐伯市は平地が少なく、内陸部に行くにつれて標高が高くなっている。また、沿岸部の狭い地域に市街地が形成されていることから、市街地は地震津波の発生により被害が集中すると考えられる。さらに、沿岸部・内陸部ともに傾斜地が隣接していることから土砂災害の危険性

5. 3 集落の生活機能へのアクセス性評価

各集落の中心から 1,500m 圏内の生活機能の施設分布を集計した。集計結果から施設へのアクセス性の特徴について考察する。表 3 に佐伯市沿岸部における生活機能の分布を示し、到達圏域において各施設数をみた集落の特性を A から G で示す。

蒲江地区における各集落の特性結果を表 4 に示す。蒲江地区の施設分布は、蒲江浦から畑野浦の範囲に集中している。また、他の地区と比べ施設数や種類は少ないが、近距離到達圏域内に分布していることから、集落内の施設利用の可能性が高いことが考えられ、自律分散性の高い地域であると考えられる。

6. 災害を考慮した集落の特性把握

6. 1 評価方法について

災害に対する危険度評価は、評価指標として表 5 に示す 5 項目（避難可能人数の割合、目安標高以上の避難可能人数の割合、津波被災予測人口の割合、土砂災害被災予測人口の割合、津波および土砂災害被災予測人口の割合）を設定した。そして、各指標の対象となる圏域の人口の割合を求めた。評価対象とする災害は、地震による津波災害と土砂災害を設定する。

避難所は、佐伯市のホームページ⁸⁾に記載されている 115 箇所を対象とした。また、東日本大震災が想定以上の津波被害をもたらしたことから、佐伯市は平成 26 年 3 月の佐伯市地域防災計画において、中央防災会議が検討した東南海・南海地震の同時発生による津波の浸水予測データとは別の避難の目安を設けており、市内沿岸主要地点の想定最大津波高の概ね 3 倍強の高さをもって避難の目安としている（表 6）。

佐伯市沿岸部の避難所のうち、この目安標高（想定最大津波高の概ね 3 倍強）以上の標高に存在する避難所は 19 箇所であった。本研究は、避難所から 500m 圏域^{注 19)}（徒歩圏域）の居住者の人口比率を求め、災害危険度の評価指標とする。津波浸水域においては、佐伯市が発表している南海トラフ巨大地震の津波浸水予測調査結果を基にメッシュデータを作成した。土砂災害においては、国土数値情報の土砂災害危険箇所（土石流危険箇所、急傾斜地崩壊危険箇所）のデータを使用した。

6. 2 佐伯市沿岸部の災害に対する危険度評価

表 5 の指標を用いてクラスター分析を行った結果、5 つのクラスターによって集落を分類することができた。各クラスターにおける集落数は、最大 28 集落、最小 6 集落となった。佐伯市沿岸部全域のクラスター分析の結果

表 3 佐伯市沿岸部全域の生活機能分布と評価方法

施設	近距離到達圏域 (m)					中距離到達圏域 (m)					遠距離到達圏域 (m)					合計施設
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	
医療	11	21	50	48	33	71	57	65	66	66	71	53	60	70	68	810
福祉施設	15	15	19	17	28	26	30	42	42	46	40	43	38	61	51	513
銀行	8	6	9	16	12	13	14	15	20	17	23	23	25	19	22	242
コンビニ	2	3	2	6	10	9	18	17	19	15	21	19	18	24	31	214
エンスストア	2	4	4	6	10	10	18	16	14	19	17	23	26	25	25	219
スーパー	2	4	5	11	8	10	18	9	10	15	19	13	11	19	13	167
学校	7	4	9	4	6	10	7	9	10	9	4	6	11	10	7	113
郵便局	1	2	0	3	2	0	0	3	3	6	2	2	1	4	2	31
警察	15	0	1	0	1	1	4	2	1	3	5	6	3	3	2	47
公民館	6	0	1	3	1	1	2	1	3	3	0	2	2	2	3	30
振興局	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
道の駅	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
消防	71	61	101	114	111	151	168	180	189	199	203	191	195	237	225	2,396
各圏域の施設数の合計																

- A: 施設数が少なく、分散している集落
 - B: 施設数が多く、分散している集落
 - C: 施設数が少なく、1,000~1,500m 圏域(遠距離到達圏域)内に分布している集落
 - D: 施設数が多く、1,000~1,500m 圏域(遠距離到達圏域)内に分布している集落
 - E: 施設数が少なく、0~500m 圏域(近距離到達圏域)内に分布している集落
 - F: 施設数が少なく、500~1,000m 圏域(中距離到達圏域)内に分布している集落
 - G: 1,500m 圏域に施設が分布していない集落
- ※表 1 中では、ドラッグストアを示しているが、1 集落のみの存在のため比較対象から外した。

表 4 蒲江地区の集落特性

集落名	集落の特性	施設数	施設の種類の数
畑野浦	E	9	7
楠本浦	E	3	3
竹野浦河内	E	6	5
西野浦	E	7	6
蒲江浦	B	19	11
猪串浦	E	1	1
野々河内浦	C	5	4
森崎浦	E	5	4
丸市尾浦	E	6	6
葛原浦	E	1	1
波当津浦	E	1	1
深島	E	1	1

表 5 災害危険度評価

指標	項目
避難可能人数の割合	避難所から 500m 圏域の人口の割合
目安標高以上の避難可能人数の割合	避難の目安(標高)以上の避難所から 500m 圏域の人口の割合
津波被災予測人口の割合	津波被災想定区域内の人口の割合
土砂災害被災予測人口の割合	土砂災害危険区域内の人口の割合
津波+土砂災害被災予測人口の割合	津波・土砂災害の 2 つが重なる被災予測人口の割合

表 6 避難の目安(標高)

地区	避難の目安(標高, m)	現行想定最大津波高(m)
上浦	9m 以上	2.73m
市街地	11m 以上	3.4m
鶴見	8m 以上	2.45m
米水津	19m 以上	6.24m
蒲江	12m 以上	3.95m

表 7 各クラスターの集落数

クラスター	集落数	避難可能人数の合計(人)
クラスター 1	28	19,873
クラスター 2	16	6,725
クラスター 3	6	2,567
クラスター 4	13	1,294
クラスター 5	7	287

について図3、図4および表7に示す。

クラスター1は、津波からの避難が十分可能な集落と考えられる。しかし、避難の目安標高以上の津波被災の想定においても避難可能人数が低いことから、津波によって甚大な被害を受ける可能性も否定できない。また、土砂災害による被害においても大きいと予想される。

クラスター2は、津波からの避難がある程度可能な集落と考えられる。しかし、両方の災害危険度が高く、避難の目安標高以上の津波被災の想定においても避難可能人数の割合が低いことから、土砂災害の被害とともに津波による被害も大きいと予想される集落である。

クラスター3は、津波による被害または土砂災害による被害が予想されるが、避難がある程度可能な集落と考えられる。また、避難の目安標高以上の津波被災における避難可能人数の割合も高い数値であることから、危険度は比較的低いと予想される。

クラスター4は、土砂災害による被害が大きいと予想されることに加え、避難可能人数の割合が低く、避難の目安標高以上の津波被災においても避難可能人数の割合が低いことから、危険度の高い集落であると考えられる。

クラスター5は、津波および土砂災害の被害が大きいと予想され、避難可能人数の割合も低く、さらに避難の目安標高以上の津波被災においても避難可能人数の割合が低いことから、危険度が非常に高い集落であると考えられる。

6. 3 蒲江地区の各集落の災害に対する危険度評価

前節と同様に、蒲江地区の各集落における災害に対する危険度評価を行う。表8に各集落の災害危険度評価を

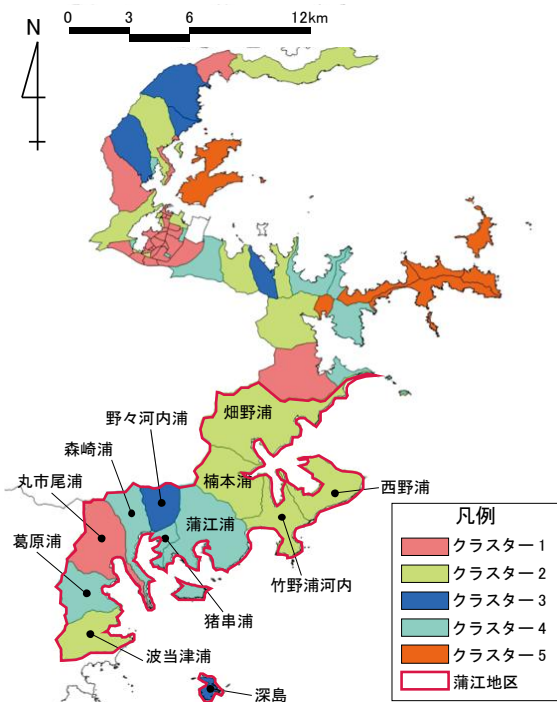


図3 災害危険度のクラスター分析結果

示す。

この結果、避難可能人数の割合は高い傾向でありながら、目安標高避難可能人数の割合に関しては、低い傾向であった。また、津波被災と土砂災害において災害危険度が高い集落が多いことから、両方の災害への対策が重要であることを示している。葛原浦と猪串浦以外の各集落には、最低1施設以上の避難所が設置されていることから、災害時には各避難所が災害時対応の拠点となることが想定される。このような災害時対応の拠点整備は、孤立する恐れのある沿岸部集落では課題の一つとしてあげられよう。

7. 自律分散性評価

本章は、前章まで行った人口分布の特性、生活機能へのアクセス性評価および災害に対する危険度評価を総合的にみることで、各地区の集落ごとの自律分散について評価し、地区の拠点となりうる集落について考察する。表9^{註2)}に自律分散性評価を示し、図5に蒲江地区・蒲江浦の圏域別施設数と人口比率を示す。平時における蒲江地区の拠点集落は、表9より施設数と施設の種類の数が多く、集落の特性として施設が分布している蒲江浦である。蒲江浦は、災害に対する危険度が非常に高く、災害時において周辺に与える影響は甚大であると考えられる。このことから、平時の自律分散性が高いのに対して、災害時には機能が停止し、生活機能の代替案、早急な機能回復のための方策を平時に検討しておく必要があると考えられる。

災害時の拠点としては、表9の各指標を考慮すると野々

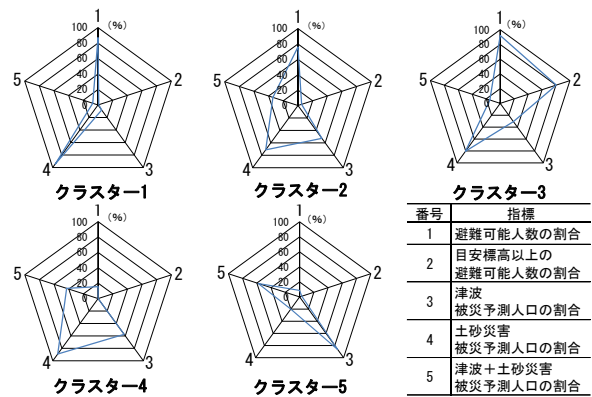


図4 災害に対する危険度評価と集落の類型化

表8 蒲江地区における各集落の災害危険度

集落	避難可能人数	目安標高避難可能人数	土砂災害被災予測人口	津波被災予測人口	土砂+津波被災予測人口	クラスター
畑野浦	○	×	×	×	△	2
楠本浦	○	×	△	△	△	2
竹野浦河内	○	×	△	×	△	2
西野浦	○	×	×	×	△	2
蒲江浦	×	×	△	×	△	4
猪串浦	×	×	×	×	△	4
野々河内浦	○	○	△	×	△	3
森崎浦	×	×	△	×	△	4
丸市尾浦	×	×	△	×	△	1
葛原浦	×	×	△	×	△	4
波当津浦	○	×	×	×	△	2
深島	○	○	×	×	△	3

避難可能人数の割合 0-30% : × ~60% : △ ~100% : ○ 被災予測人口の割合 0-30% : ○ ~60% : △ ~100% : × 悪 ← 良

Evaluation of Autonomous Distributed and Disaster Prevention Measures Assuming Disaster on Village in Coast Area of Saiki City

○Yudai OTACHI*¹

Masaya IKEBE*¹

Yuji KOBAYASHI*²

Keywords : Disaster Prevention, Disaster, GIS, Autonomous Distributed

Japan has been promoting the structural measures such as earthquake resistance from past disasters experience. In the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011, the limit of structural measures revealed by the tsunami in the Pacific Ocean coastal areas over a wide range of up to Kanto from Hokkaido. This study, by performing the satisfaction degree evaluation of life function as seen from the access assessment and disaster risk assessment to the settlement of life function, by grasping regional characteristics in the village unit of peacetime, emphasis village required assistance in a disaster, consider measures and cooperation system for the functional maintenance.

Saiki City has the same Rias coast where was took damage same as Sanriku coast in the Great East Japan Earthquake. Also the Nankai Trough huge earthquake is expected to occur in about 70% of probability within 30 years, and the tsunami which maximum height is 13.5m will come to Saiki area, so great damage is assumed. The results of the elevation shown in 250m meshes in Saiki, where has only a few flat lands, it was found that the elevation is higher with increasing toward the inland. In addition, the city is located in the coastal areas, the city is concentrated that will get a damage due to the tsunami. The results shown the population density at 250m mesh that it is concentrated in the coastal areas. In addition, the urban area and the around where the population distribution in the age group have low aging rate, aging rate of inland have a high tendency.

The research is performed for Saiki coastal areas in Oita Prefecture. It performs network analysis using ArcGIS, and grasp the population characteristics and the regional characteristics from accessibility to vital functions. In addition, assuming the damage of the earthquake tsunami from the population distribution and the Oita Prefecture tsunami inundation prediction research, having the risk assessment. Accordingly, the challenges of disaster prevention measures was revealed.

Saiki coastal areas have most of the life function in the city, Kamae district is low autonomous distributed resistance and there are many villages that depend on peripheral settlements. Although the risk of disaster was evaluated, from that village is formed by the sea, public facilities such as elementary school are also located in the coastal areas, and stagnation of function in a disaster such as an earthquake tsunami delay of confusion and restoration reconstruction of residents are worried. Using a result of the data of the shelter to specify, to the tsunami disaster that has been especially worried about the coastal areas because the altitude is low shelter there were many. We need to review the designation of shelter. Accessibility to Kamae district life function is low, the autonomous distributed and having low settlements since the population is distributed. Furthermore, since the central settlement and the self-dispersible low settlements are not adjacent, it is expected that settlements become isolated in a disaster. Therefore, if the autonomous distributed having low settlements are present, be envisaged cooperation system in a disaster, it is thought to lead to faster assistance and recovery and reconstruction.

*1 Graduate Student, Graduate School of Oita Univ.

*2 Associate Professor, Dept.of Architecture, Faculty of Eng, Oita Univ., Dr. Eng.