

渡名喜村における災害時要援護者に着目した 社会ネットワーク分析

田島 三志朗¹・神谷 大介²

¹学生員 琉球大学学生 工学部環境建設工学科

²正会員 琉球大学助教 工学部環境建設工学科

渡名喜村は過疎高齢化の進んだ離島地域の1つである。また、津波や高潮といった災害が想定されているが、重要伝統的建造物群保存地区に指定されているためハード的対策は困難である。そのため渡名喜村の被災リスクを軽減するにはソフト的対策が必要である。本研究ではこのための1つとして住民間の日常的なつながりに着目した。社会ネットワーク分析を用いて、出次数や入次数といった指標から各世帯が持つ減災効果を評価した。また、災害時要援護世帯と支援可能世帯の認知関係から、災害時要援護世帯の被災可能性の有無を分析した。この結果、学校職員を含む世帯が重要な支援力となることが分かった。また支援を受けられない可能性がある要援護世帯が存在することが明らかになった。

Key Words : *social network, vulnerable people in disaster, depopulation aging, disaster mitigation, graph theory*

1. はじめに

近年、都市化や過疎化が進むことによって各地域の社会構造は変化し、それに伴い災害リスクの形態もさまざまに変化してきている¹⁾。例えば、都市部の場合、居住地と勤務地が離れる構造になったことで、帰宅困難者の発生が課題としてあげられるようになった。また、過疎高齢化が進む中山間部や離島地域では、支援可能者となる若者が少ないため、住民間の助け合いができず被災リスクが高くなっている。また、外部とのアクセスが困難であることが過疎化の原因となっている地域が多く、そのことは災害時に他地域からの支援の妨げとなるため、被災リスクとなる。特に離島地域は、津波や台風の影響で船や飛行機などのアクセスが途絶える可能性が高く、他地域と陸続きである中山間部よりも危険性が高いと考えられる。

本研究の対象地域である渡名喜村もそのような離島地域の1つである。渡名喜村は沖縄県の離島の1つであり、那覇市から毎日上下1便出ている船以外にアクセスする手段は無い。また、村内には高等学校もないため若者が村外に出る傾向にあり、過疎高齢化が進んでいる。2008年には日本で2番目に人口が少ない村になっており、人口が440人、高齢化率が約40%となっている。そのため、渡名喜村は災害時要援護者となりやすい高齢者が多く、

被災リスクの高い地域であるということが出来る。また、渡名喜村の集落は標高10m以下の低い部分に形成されており、津波や高潮などによる被害が想定されている。しかし、集落内に避難ビルに指定できるような建物は小・中学校校舎のみであり、その3階部分の面積も100m²程度しかない。また、渡名喜村は重要伝統的建造物群保存地区に指定されているため、集落内に新たな避難施設を作ることも困難である。このため被災リスクの軽減にハード的対策は困難であり、ソフト的対策が必要であると考えられる。

本研究では、ソフト的対策の1つとして住民間の日常的なつながりに着目する。そして、住民間のつながりをもたらす減災効果を、社会ネットワーク分析により評価するとともに、過疎高齢島嶼地域における減災の方向性を示すこととする。

2. 調査の概要と言葉の定義

(1) 調査概要

社会ネットワーク分析に用いるデータは、現地において直接面談と留置によって実施したアンケート調査の結果を使用する²⁾。調査項目は、社会ネットワーク分析を行うための認知関係のほかに、個人属性、世帯属性、個

表-1 アンケート調査サンプル数

| | 人口 | 世帯数 |
|--------|-----|-----|
| 住民基本台帳 | 440 | 195 |
| 調査時の人口 | 325 | 166 |
| サンプル数 | 162 | 125 |

表-2 小・中学校の生徒および職員数と役場職員数

| | 人数 | 世帯数 |
|---------|----|-----|
| 小・中学校生徒 | 33 | 17 |
| 小・中学校職員 | 19 | 19 |
| 役場職員 | 29 | 26 |

人の生活行動データ、を収集した。これらのデータは、認知関係の成因を分析するために収集した。認知関係については、日常的に付き合いのある世帯の家を地図上で囲んでもらう方法で調査した。調査期間は2008年12月17-24日である。この結果、表-1に示すサンプル数を集めた。なお、渡名喜村には住民票だけあって実際には居住していない人も多くいるため、調査期間中に在住が確認できた人口および世帯数を、調査時の人口としている。分析においては世帯間の認知関係に着目し、各世帯を社会的行動単位（アクター）として分析を行う。なお対象世帯数は調査時の全世帯の166世帯とし、認知関係の質問に対する有効回答世帯数は63である。

(2) 要援護・支援可能に関する定義

本研究では個人及び世帯の要援護・支援可能に関する属性を以下のように定義する。

要援護者：アンケートに自力で避難できないと答えた者。もしくはアンケート未回答者から次の仮定に該当する者。（仮定：アンケート回答者における要援護者の割合を参考に、前期高齢者から3人、後期高齢者から15人を、年齢が高い者から順に要援護者と仮定。人数はアンケート回答者における割合から決定。）

支援可能者：アンケートに要援護者をおぶって避難できると答えた者。もしくは20～40代で世帯内に助けを必要とする個人(65歳以上か6歳未満)が居ない者。

要援護世帯：要援護者を含み、支援可能者を含まない世帯。

支援可能世帯：支援可能者を含み、要援護者を含まない世帯。

これらの定義より、渡名喜村の要援護世帯は23世帯、支援可能世帯は40世帯となった。

3. 社会ネットワーク分析の概要

社会ネットワーク分析とは、アクターとその間に定義

される社会的関係の集合で構成される社会構造に注目する分析手法である。各世帯内の個人は日常的につながりがあると考えられるため、本研究では世帯をアクターとして分析する。社会ネットワーク分析に用いる隣接行列は以下の方法で作成する。

隣接行列Aのi行j列成分 a_{ij} が以下のような0-1成分となる行列を作成する。

$$a_{ij} = \begin{cases} 1: \text{世帯 } I \text{ が世帯 } J \text{ を認知している場合} \\ 0: \text{世帯 } I \text{ が世帯 } J \text{ を認知していない場合} \end{cases}$$

なお、認知関係は個人に質問している。世帯間の認知関係は以下のように定義する。

(仮定1) 世帯Iの個人iが世帯Jの個人jを認知している場合、世帯Iは世帯Jを認知しているとする。

渡名喜村の小・中学校の生徒数および職員数と役場の職員数を表-2に示す。表-2のように職員数や生徒数が少ない職場および学校ではその成員どうしは十分に認知し合っていると考えられる。そこで以下のような認知関係を仮定した分析も行う。

(仮定2) 小・中学校の生徒および小・中学校職員を含む世帯どうしは認知し合っている。

(仮定3) 同じ職場に通う個人を含む世帯どうしは認知し合っている。

4. 社会ネットワーク分析の指標

社会ネットワーク分析の分析モデルは点と辺で構成されるグラフで表すことができる。本研究では、グラフ理論において各点が持つ数学的指標値を、各世帯がもつ減災効果と考えると、各世帯がもつ減災力を評価する。以下に各指標の概要と減災効果との関連性を説明する。

(1) 出次数

対象となる点から他の点へと出力する辺の数を表す。式は以下ようになる。なお a_{ij} は3で作成した隣接行列Aのi行j列成分を表し、 p は全ての点の数(本研究では166)を表す。

$$outdeg(i) = \sum_{j=1}^p a_{ij} \quad (1)$$

これはどれだけの世帯を認知しているかを表す。つまり、対象となる世帯が直接情報を伝えることができる世帯、および支援できる世帯の数を表すため、この値は減災への貢献度を表していると考えられる。

(2) 入次数

対象となる点へ他の点から入力する辺の数を表す。式

は以下ようになる。

$$indeg(j) = \sum_{i=1}^p a_{ij} \quad (2)$$

これはどれだけの世帯に認知されているかを表す。つまり、対象となる世帯へ直接情報を伝えることができる世帯、および対象世帯を支援できる世帯の数を表すため、この値は対象世帯の安全度を表していると考えられる。

(3) 到達可能点数

対象となる点から、辺の向きに従って到達できる点の数を表す。式は以下ようになる。ただし r_{ij} は、隣接行列Aから作成した到達可能性行列Rの*i*行*j*列成分とする。

$$reachnum(i) = \sum_{j=1}^p r_{ij} \quad (3)$$

これは対象となる世帯が間接的にどれだけの世帯に情報を伝達できるかを表す。

(4) 被到達可能点数

対象となる点へ辺の向きに従って到達できる点の数を表す。式は以下ようになる。

$$prereachnum(j) = \sum_{i=1}^p r_{ij} \quad (4)$$

これは対象となる世帯が間接的にどれだけの世帯から情報を入手できるかを表す。

(5) 放射中心性

対象となる点から他の点への逆距離の平均値を表す。逆距離とはネットワーク内の最も遠い2点間の距離から、対象となる2点間の距離を引いた値である。なお距離とは2点間を結ぶ辺の数の最小値である。放射中心性の式は以下ようになる。ただし rd_{ij} とは隣接行列Aから作成した距離行列RDの*i*行*j*列成分を表す。

$$RC(i) = \frac{\sum_{j \neq i}^p rd_{ij}}{p-1} \quad (5)$$

これは対象となる世帯の相対的な情報の送信のしやすさを表す。

(6) 統合中心性

対象となる点に対する他の点からの逆距離の平均値を表す。式は以下ようになる。

$$IC(j) = \frac{\sum_{i \neq j}^p rd_{ij}}{p-1} \quad (6)$$

これは対象となる世帯の相対的な情報の入手のしやすさを表す。

以上の6つの指標を表-3にまとめる。それぞれの指標の値は各世帯が社会ネットワークの構造により得られる減災効果の高さを表すため、減災ポテンシャルとする。それぞれの減災ポテンシャルは、その値が高いことが望ましい世帯属性があると考えられる。例えば、要援護世帯は安全度の減災ポテンシャルが高いことが望ましい。このような世帯を、各減災ポテンシャルを表す指標に対して「適した世帯」とする。各指標と適した世帯の関係を表-4にまとめる。

表-3 各世帯の減災効果を表す指標

| 番号 | 指標名 | 概念図 | 減災効果との関連性 |
|----|---------|-----|-----------------------|
| ① | 出次数 | | 対象世帯が持つ減災への貢献度 |
| ② | 入次数 | | 対象世帯のネットワークにおける安全度 |
| ③ | 到達可能点数 | | 対象世帯が情報を伝えることができる世帯の数 |
| ④ | 被到達可能点数 | | 対象世帯へ情報を伝えることができる世帯の数 |
| ⑤ | 放射中心性 | | 対象世帯の相対的な情報発信のしやすさ |
| ⑥ | 統合中心性 | | 対象世帯の相対的な情報入手のしやすさ |

表-4 各指標と適した世帯の対応表

| 番号 | 指標 | 適した世帯 | 適している理由 |
|----|---------|-----------|--------------------------|
| ① | 出次数 | 支援可能世帯 | より多くの世帯を支援できるため |
| ② | 入次数 | 要援護世帯 | より多くの世帯から支援されるため |
| ③ | 到達可能点数 | 役場職員を含む世帯 | 比較的早く災害情報が得られるため |
| ④ | 被到達可能点数 | 要援護世帯 | より早く災害情報を入手し、対応する必要があるため |
| ⑤ | 放射中心性 | 役場職員を含む世帯 | 比較的早く災害情報を入手できるため |
| ⑥ | 統合中心性 | 要援護世帯 | より早く災害情報を入手し、対応する必要があるため |

5. 指標から見た分析結果とその考察

6つの指標の平均値を表-5にまとめる。ただし、①③⑤に関しては、他の世帯への認知関係のデータが無い場合算出できないため、認知関係のある世帯のみで算出した。これらの平均値より指標の値が高い世帯を、対応す

る減災ポテンシャルが高い世帯と定義する。各指標において、適した世帯の半数以上がポテンシャルの高い世帯となっている場合、その指標は十分に減災効果を発揮していると考えられる。表-6、表-7に各属性における減災ポテンシャルの高い世帯の数を示す。なお、これらの表の網掛け部分が指標と適した世帯の対応部分である。

まず表-6の網掛け部分を見ていく。貢献度を表す①に適した世帯は支援可能世帯であるが、認知関係データのある20世帯中8世帯しか減災ポテンシャルの高い世帯となっていないことが分かる。このため、渡名喜村において貢献度のポテンシャルは十分に活かされていないと考えられる。次に、安全度を表す②に適した世帯は要援護世帯であるが、23世帯中5世帯しか減災ポテンシャルの高い世帯となっていない。このことから、安全度のポテンシャルも十分に活かされていないといえる。次に、③以降の情報伝達の指標をみると、全ての項目が、適した世帯の半数以上が減災ポテンシャルの高い世帯となっている。このことより、渡名喜村の社会ネットワークは情報伝達には優れた構造を持っていることが分かった。貢献度・安全度の指標は直接の認知関係にのみ影響を受けるが、情報伝達に関する指標は間接的な認知関係も考慮している。この違いから、渡名喜村のネットワークは、各世帯ごとの直接的な認知関係はそれほど多くないが、間接的な認知関係の網はかなり多くの世帯を包括していると考えられる。

次に表-7を見ていく。要援護世帯の②と⑥のポテンシャルが十分に活かされていないことが分かる。一方で、十分にポテンシャルが活かされている①、③、④、⑤の世帯数はかなり多くなっている。これは(仮定2)(仮定3)により、有職者を多く含む支援可能世帯や役場職員を含む世帯の認知関係が増え、減災ポテンシャルが上がったためだと考えられる。しかし、要援護世帯は無職の世帯が多く、生徒や学校職員を含む世帯が無いため認知関係が増えず、相対的に減災ポテンシャルの低い世帯となることが分かった。

6. 生活行動と職業からみた結果の考察

(1)生活行動からみた考察

日常的なつながりは、日常的な生活行動にその成因があると考えられる。表-8にアンケート調査で得られた生活行動データにおける外出時間と貢献度・安全度のポテンシャルの対応関係を示す。表-8より、どちらの指標もポテンシャルが高い世帯の方が外出時間が長くなっている傾向にあることがわかる。これは、外出時間が

表-5 各指標の平均値

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|----------------|------|------|-------|------|-----|-----|
| (仮定1)のみ | 9.7 | 3.7 | 113.7 | 43.8 | 4.4 | 1.7 |
| (仮定2)、(仮定3)を含む | 23.3 | 14.6 | 152.8 | 95.7 | 5.2 | 3.2 |

表-6 減災ポテンシャルが高い世帯の数(仮定1)のみ

| 世帯属性 | 総世帯数 | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|--------|------|-----|---|----|----|----|----|----|
| | ①③⑤ | ②④⑥ | | | | | | |
| 要援護世帯 | 5 | 23 | 2 | 5 | 3 | 20 | 3 | 14 |
| 支援可能世帯 | 20 | 40 | 8 | 26 | 17 | 22 | 17 | 30 |
| 役場職員 | 18 | 26 | 4 | 16 | 13 | 13 | 13 | 8 |

表-7 減災ポテンシャルが高い世帯の数(仮定2・3)を含む

| 世帯属性 | 総世帯数 | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|--------|------|-----|----|----|----|----|----|----|
| | ①③⑤ | ②④⑥ | | | | | | |
| 要援護世帯 | 6 | 23 | 2 | 1 | 5 | 23 | 2 | 7 |
| 支援可能世帯 | 37 | 40 | 30 | 28 | 37 | 40 | 33 | 32 |
| 役場職員 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |

表-8 外出時間と貢献度・安全度の関係

| | | (仮定1)のみ | | (仮定2・3)を含む | |
|-----|----|---------|----|------------|----|
| | | 平日 | 休日 | 平日 | 休日 |
| 貢献度 | 高い | 8 | 7 | 9 | 5 |
| | 低い | 6 | 4 | 6 | 5 |
| 安全度 | 高い | 8 | 5 | 9 | 5 |
| | 低い | 5 | 4 | 5 | 4 |

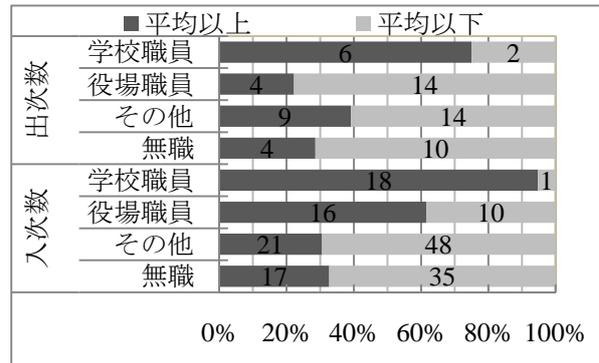


図-1 職業と貢献度・安全度の関係(仮定1)のみ

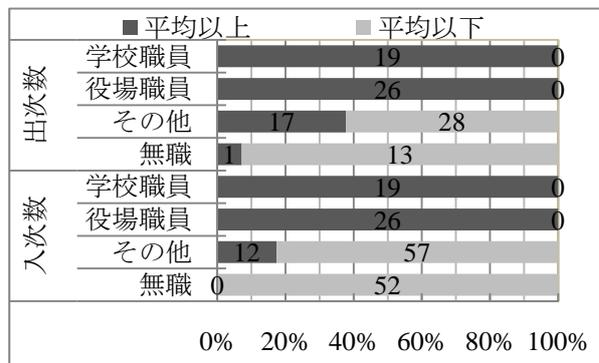


図-2 職業と貢献度・安全度の関係(仮定2)、(仮定3)を含む

長いほど他の世帯と関わる機会が多くなるためだと考えられる。このことより、要援護世帯がデイサービスにかけることも要援護世帯の安全度を上げることにつなが

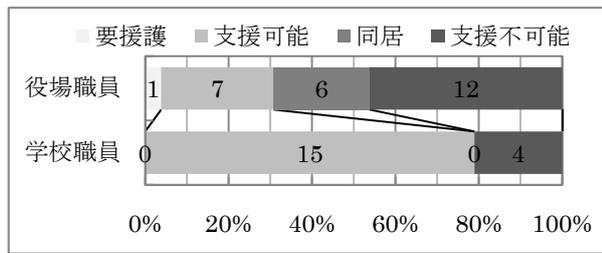


図-3 学校職員および役場職員を含む世帯の要援護・支援可能属性の内訳

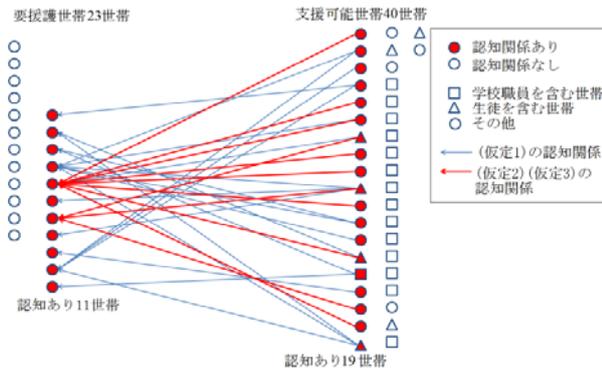


図-4 要援護世帯と支援可能世帯の直接的つながり

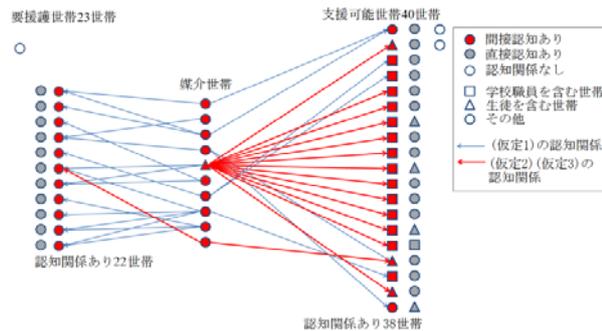


図-5 要援護世帯と支援可能世帯の間接的つながり

ると考えられる。

(2) 職業からみた考察

日常的な行動の最も多くの時間を占める活動は職業に従事する行動だと考えられる。各世帯の職業属性と貢献度・安全度の関係を図-1、図-2に示す。なお、各世帯には複数の有職者が含まれる場合もあるため、支援力となる若者が比較的多い「役場職員」と「学校職員」を優先順位を高くして、世帯の職業として代表させた。また、出次数のサンプル数は認知関係の得られた世帯のみとなっている。図-1、図-2をみると、「役場職員」と「学校職員」のどちらも、貢献度・安全度が高くなる傾向があることが分かる。このことから、この2つの職業の世帯は、渡名喜村における減災活動において中心的な世帯になるといえる。

この2つの世帯における要援護・支援可能属性のうちわけを図-3に示す。学校職員を含む世帯は、半数以上が

支援可能世帯である。このことから、学校職員を含む世帯は、特に重要な支援力を持った世帯であると考えられる。このように過疎化の進んだ地域では、他地域からくる学校職員は若者であることが多く、支援可能世帯となる可能性が高い。さらに、学校の成員数が少ないためほとんどの生徒および学校職員を認知でき、ネットワークにおいても中心的な世帯になるため、重要な支援可能世帯となると考えられる。

7. 要援護世帯と支援可能世帯のつながり

要援護世帯と支援可能世帯の認知関係より、要援護世帯の被支援可能性の有無を調べる。

(1) 直接的なつながり

災害発生時に支援可能世帯が要援護世帯を認知している場合、支援活動を行ってから避難すると考えられる。そのような認知関係のみを抜き出し二部グラフの形にしたネットワーク図を図-4に示す。図-4を見ると、要援護世帯は(仮定1)のみの場合で23世帯中10世帯、(仮定2)、(仮定3)を含めた場合で11世帯しか認知されておらず、半分以上の世帯が支援を受けられないことが分かる。また、支援可能世帯の職業に着目すると、重要な支援力をもつ学校職員の世帯が1世帯しか要援護世帯を認知していないことが分かる。

(2) 間接的なつながり

社会ネットワークにおいてアクターは、直接的なつながりを持つアクターのみならず、間接的につながるアクターからも影響を受けると考えられる。そこで要援護世帯と支援可能世帯の間接的なつながりを分析する。要援護世帯でも支援可能世帯でもない世帯（以下支援不可能世帯）が、要援護世帯と支援可能世帯の両方を認知している場合、その支援不可能世帯は要援護世帯が危険であることを知っているため、その支援不可能世帯が知っている支援可能世帯に支援要請を出すことが考えられる。このような状態にある支援不可能世帯を媒介世帯と定義する。媒介世帯によってつながる要援護世帯と支援可能世帯の認知関係を抜き出しグラフの形にしたネットワーク図を図-5に示す。図-5から、要援護世帯は間接的なつながりを含めても認知されない世帯が1世帯あることが分かる。学校職員を含む世帯に着目すると、全ての世帯が要援護世帯を認知できることが分かった。これは、媒介世帯に生徒を含む世帯がいるためである。このことから、生徒を含む世帯は、要援護世帯と学校職員を含む世帯を結び付ける重要な媒介世帯となることが分かった。

8. 結論

本研究では、社会ネットワーク分析により各世帯が持つ減災ポテンシャルの評価と要援護世帯の被支援可能性の有無を分析した。その結果、渡名喜村のネットワークは情報の伝達に優れているが、要援護世帯の減災ポテンシャルが高くない構造をしていることが分かった。また、間接的な認知関係を考慮しても支援を受けられない可能性がある要援護世帯が1世帯あることが分かった。また、渡名喜村の社会ネットワークにおいて、学校職員を含む世帯が重要な支援力を持っていることが分かり、生徒を含む世帯が媒介世帯となつてその支援力を発揮させる可能性があることが分かった。

以上のことから、渡名喜村における減災の方向性として、学校職員を含む世帯もしくは生徒を含む世帯と要援護世帯が交流をもつ機会を作ることで、渡名喜村全体の

減災力を上げることができる考える。

謝辞：本研究において笹原謙徳氏と難波建二郎氏の協力を得ました。また、渡名喜村の調査について、村役場の上原武美氏と渡口学氏の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 22 年版防災白書、特集 pp.3、2010
- 2) 神谷大介：過疎高齢島嶼地域における減災計画のための地域社会分析、日本地域学会第 47 回年次大会学術発表論文集、CD-ROM、2010

SOCIAL NETWORK ANALYSIS FOCUSED VULNERABLE PERSON IN DISASTER AT TONAKI VILLAGE

Sanshiro TAJIMA, Daisuke KAMIYA

Tonaki village is one of the depopulated and aged island. And this village has dangers of Tsunami and storm surge. But countermeasures by material are difficult in this village. Because this village is specified for Important Preservation District for Groups of Historic Buildings. So, intangible countermeasures are necessary for disaster mitigation of the village.

This research focused to connection between people. The disaster mitigation power was evaluated to each household by the network analysis. And possibility of vulnerable person to be supported was analyzed from appearance of connection between vulnerable person and supportable person. Result, it was understood that households including teachers is important supportable household in Tonaki. And it was understood that one vulnerable household can not be supported.