

## 1.はじめに

「どのような要因と情報提供により」「どの程度の割合の人が」身の危険を感じて避難行動を開始するのかを知ることは重要である。これにより、より適切な災害情報の提供が可能となり、さらに防災体制・情報伝達体制に住民意識の現状を与えれば現在の避難システムを評価することも可能である。

従来において、避難開始時間に関しては、永川・今村(2000)が過去の津波避難の実態を数量化分析し、現在の津波防災体制を地域毎に評価した。そこでは、来襲するであろう津波の到達時間と予想される避難開始時間の差として、ソフト対策を中心とした防災力の評価を行った。この手法によれば、具体的な数値(時間)で議論できるという利点もあるが、対象とする津波が異なったり情報提供のタイミングが違ったりすると、その評価が大きく変化するという問題点があった。また、条件によっては全員が避難行動を開始するとは限らない場合があり、適用が限定されるという課題もあった。

そこで、本研究は具体的な時間を設定するのではなく、どの要因と情報提供段階でどの程度の割合の人が避難行動を開始したのかをモデル化（意志決定モデル開発）し、各地域での防災体制の現状を入力することによりシステムを評価する方法を検討する。その際、具体的に地震発生後からの各要因と情報提供の時間を与えれば各段階の総和を避難行動開始時間の期待値として求めることも可能となる。

## 2. アイテム・カテゴリーおよび情報提供の整理

外力としての津波と情報提供という観点からの対応を図1に示す。ここでの情報は、気象庁から発表される津波情報、該当する地域の防災担当者によって発令される避難勧告だけではなく地震による揺れおよび周囲の人の勧誘や周囲の状況、さらに津波自体を直接目撃することも含める。これらの情報が地震発生後に時間の経過とともに住民に提供されることになる。それらの情報を受け取った住民は情報を理解し、避難する必要があるかを判断する。

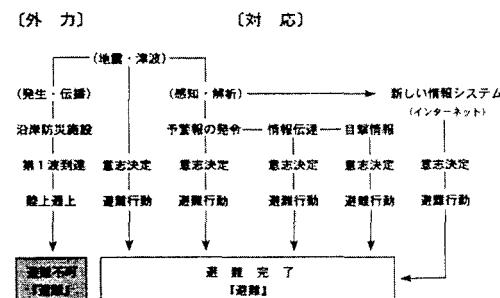


図1 外力としての津波とその対応

過去の津波調査結果に本研究で独自に実施したアンケート調査やヒアリング調査の結果を加えることにより、各情報提供段階による避難は「震度の大きさ」「場所」「津波経験」「発生時間」という4つの主なアイテムに左右されることがわかった。さらにこの各アイテムをその程度に応じて表1のようなカテゴリーに分類した。

### 3 各段階における避難率の予測

ここでは、数量化理論 I 類（たとえば菅、1993）を用いて各情報提供段階における避難率を求めるこにする。各情報提供段階における避難率が目的変数、震度の大きさ、住んでいる場所、津波経験、発生時間帯の各アイテムが説明変数となる。

過去の津波災害記録からサンプルごとに、各アイテムと各情報提供段階における避難率をサンプルデータとして表2のように設定した。アイテムの設定方法はカテゴリーによる分類である。このサンプルデータを用いて、数量化理論I類により平均的な避難率との差として各カテゴリーが持つ影響度を表すカテゴリーースコアを求める。このカテゴリーースコアが求まると、任意のカテゴリーに対して目的値である避難率の予測値が対応する各カテゴリーースコアの和と全体の平均値から求まることになる。これが本研究で提案する意志決定モデルである。

過去に発生した北海道南西沖地震や北海道東方沖地震などのサンプルデータより求めたカテゴリースコア及び偏相関係数、重相関係数の結果を表1に示す。まず、地震発生時避難率、警報発令時避難率、津波到達時避難率

においていずれも0.9程度の高い相関を得た。またこの結果から地震、警報、津波と地震の発生後時間が経過するに従って震度による影響が小さくなり、津波が実際に来るまでの避難行動の開始には特に災害経験によるところが大きいことがわかる。

表1 数量化1類による分析結果

アイテム	カテゴリ	地殻発生時避難率		警報発令時避難率		津波到達時避難率	
		スコア	偏相関係数	スコア	偏相関係数	スコア	偏相関係数
地殻	1:震度5以上 2:震度5以下	0.87 -26.5		9.4 -13.5	0.69 5.4	-3.4 0.32	
場所	1:危険 2:安全	2.5 -8.7	0.37	3.2 -10.5	0.44 -10.3	2.9 0.39	
津波経験	1:被災経験 2:津波経験 3:知識なし	29.1 5.4 -23.6	0.85	29.9 7.2 -26.3	0.9 0.87 -5.0	16.7 -0.8 -5.0	
発生時間帯	1:夜 2:日	0.2 -0.8	0.03	-1.7 5.5	0.23 25.4	-7.2 0.70	
重相関係数				32.0		31.0	46.9
				0.93		0.90	0.86

表2 意志決定モデルにおけるサンプルデータ

	地震名	地区・場所	震度	場所	経験	時間	避難率(%)		
							地震	警報	津波
1	北海道南西部地震	海東前・稀穂・助太沢・宮津	1	1	2	1	59.4	63.9	37.4
2	"	東風泊・球磨浦・佐渡	1	1	2	1	57.0	45.5	21.7
3	"	奥尻1,2,3街区	1	2	2	1	46.5	35.6	17.6
4	"	奥尻1,5街区	1	1	2	1	59.6	58.4	31.3
5	"	谷地・鳥頭川・赤石・恩納歌	1	1	2	1	65.6	50.6	49.3
6	"	松江・初松前・富里	1	1	2	1	73.7	—	59.8
7	"	音羽6・5K	1	1	1	1	83.7	57.8	66.7
8	"	音羽6,7街区	1	2	2	1	42.6	49.0	17.7
9	"	大成町	1	1	3	1	10.5	7.3	22.9
10	"	島牧村	1	1	3	1	11.0	6.8	40.4
11	北海道東方沖地震	大船渡(注意報)	2	1	3	1	0.0	5.1	37.0
12	"	大船渡(警報)	2	1	2	1	0.0	22.0	33.2
13	"	気仙沼(注意報)	2	1	3	1	0.0	1.3	52.0
14	"	気仙沼(警報)	2	1	2	1	0.0	6.0	60.2
15	日本海中部地震	本震時	1	2	3	2	19.5	5.5	55.5
16	"	余震時	2	2	2	2	0.0	9.9	79.7
17	石垣島南方沖地震	沖縄本島	2	1	2	2	12.9	32.8	75.6
18	"	石垣島	2	1	1	2	34.0	94.2	86.4

#### 4. 意志決定モデルによる避難開始時間の推定

3.で得られたモデルをもとに宮城県各地において予想される避難開始時間を推定した。地図や防災に関する資料（永川・今村, 2000）から推定に用いるための各アイテムを設定し、さらに想定津波を仮定して各地での予想される津波の到達時間、最大波の出現時間などと住民の予測避難率から求められる推定避難開始時間の差を調べれば津波来襲に対する危険度を具体的に知ることができる。ここでは図2のような宮城県沖での断層A、Bと評価する地域①～⑪を設定した。なお、図中の数字は第一波押し波予想到達時間である。

得られた結果をもとに津波の危険度を評価することができる。この地震が夜間に発生した場合の結果を表

3に示す。この結果から、矢本町や仙台市より南側の沿岸地域は時間的余裕が3分未満と危険であり、一方北側の地域は予想される津波到達時刻が早いものの15分程度の時間的余裕があるので比較的安全であるということがわかる。ただし、想定する断層の位置や断層パラメータの値が異なると津波到達時間が大きく変化し、評価の結果が違つてくることに注意されたい。

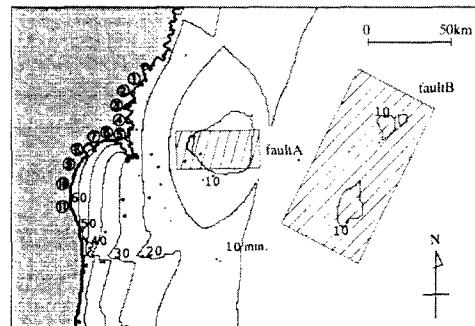


図2 想定地震と評価地域

表3 宮城県における津波到達時間と避難開始時間の推定値

領域	市町村名	震度	場所	経験	時間	到達時間(分)		期待値(分)	時間的余裕(分)
						第1波	最大波		
①	唐桑町 気仙沼市	1	1	2	1	26.3	46.0	37.0	21.1
②	本吉町	1	2	2	1	30.6	50.1	15.8	19.2
③	柴田町 志津川町 北上町	1	1	2	1	31.0	61.7	57.0	21.1
④	河北町	1	2	2	1	34.8	64.3	45.8	19.2
⑤	遊跡町 女川町 杜曲折	1	1	2	1	27.3	50.8	57.0	21.1
⑥	石巻市	1	1	2	1	52.2	68.1	57.0	21.1
⑦	矢本町	1	2	3	1	59.2	78.2	16.8	17.1
⑧	涌源町 松島町 利府町	1	1	3	1	63.1	78.5	28.0	11.2
⑨	仙台市	1	2	3	1	64.9	80.1	16.8	17.1
⑩	名取市 岩沼市	1	2	3	1	67.5	81.8	16.8	17.1
⑪	亘理町 山元町	1	2	3	1	66.9	80.4	16.8	17.1

#### 5.評価とまとめ

本研究では時間を基準とした従来の評価方法に情報提供段階という考え方を加えることで、現状での防災力や今後の災害教育や意識の向上を把握するための方法を提案した。ここでは予測される津波の到達時間と避難行動開始時間の期待値とを比較しているが、今後災害特性に応じた評価方法を行うためには沿岸に到達した津波が陸上を遡上する時間や実際の避難行動に要する時間も合わせて考慮すべきである。

#### 参考文献

- 永川賢治・今村文彦：津波防災対策の現状把握と防災力評価法の提案、土木学会東北支部講演概要、pp132-133、2000  
菅民郎：多変量解析の実践下、現代数学社、pp2-37、1993