

情報伝達・避難開始時間に着目した防災力評価法の提案

永川 賢治*, 今村 文彦*

1. はじめに

我が国の津波対策は、昭和三陸地震津波やチリ地震津波の被災を契機に始められた防災構造物の建設・整備が主なものであり、現在も継続されている。その対策はある程度有効に働き評価されている。しかしその間、津波に関する人々の記憶は希薄化し、また、構造物への安心感などから緊急を要する津波避難に関する潜在的危険性は逆に高まってきていると言える。今後は、施設整備などハードの対策に加えて、災害情報提供や避難などのソフト対策を充実させる必要がある(今村, 1998)。このような対策を進めていく上で、現システムの把握とその防災力を客観的に評価する必要性は高いが、現在まで、このような評価手法は提案されていない。そこで、本研究は、宮城県を例に(図-1)、まず始めに沿岸利用者や防災担当者へのアンケート調査、ヒアリング調査などから津波対策に関する現状を捉える。さらに、津波数値計算による想定外力の推定を行い、その上で避難対策を評価する1つの指標として、「時間」に着目した防災力評価法を提案し、各自治体での防災力を比較する。

2. 津波対策の現状把握調査と結果

2.1 沿岸利用者の意識調査

津波への利用者の意識調査する目的で、宮城県内での9箇所の海水浴場と仙台港、七北田川河口、関上地区の計12箇所でヒアリング調査を行った。実施日時は1999年8月7、8日の週末、期間中は概ね晴れで、海水浴、釣り等に適していた。表-1に実施場所を示

す。表中で括弧内の数字はアンケート回収数である。

質問内容は、以下に示す5問である。1) 海水浴客の居住地：市町村名、2) 交通機関：自家用車、電車又はバス、徒歩、自転車、3) 津波・高潮警報が発令された場合の行動、4) 避難する際に頼る手段(‘すぐに避難する’を選択した方へ)、5) 10分後に10mの津波が来ると仮定した場合の行動(複数回答)

これより次の事項が明らかになった。特に県北部で、また県南部でも隣県から訪れる人の割合が高い。仙台以北から県中北部では、隣接しない県内内陸市町村からの観光客が訪れ、仙台市内では、市内5区からのレジャー客が多数を占めている。従って、利用者は沿岸の地元だけではなく、むしろ周辺地区から来訪していることを忘れてはならない。場所に関係なく、公共交通機関の代わりに自家用車で大多数の人が訪れる。津波警報などが発令された場合の行動についてのアンケート結果を図-2もまとめる。仙台以北では、約8割が‘すぐに避難’を選ぶのに対して、仙台市内、県南部では約6割に減少し‘様子を見る’、‘気にしない’の割合が増加している。また、‘監視員の指示に従う’の割合が県北部で高く、県南部2つの海水浴場で‘同じ道に戻る’を選ぶ割合が高い。また、鳴瀬町以北(河北町を除いて)では‘徒歩で離れる’、‘高台を探す’のいずれかが2位であるのに対し、鳴瀬町以南では、‘駐車場に戻る’、‘荷物をまとめる’のどちらかが2位になっている。図-3には、地域別ではなく、年齢別に結果を整理し直した結果を示す。この結果は、年齢に伴い‘すぐに避難する’の割合が増加し、‘様子を見る’の割合が減少することと対応している。特に、‘監視員の指示に

*東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター

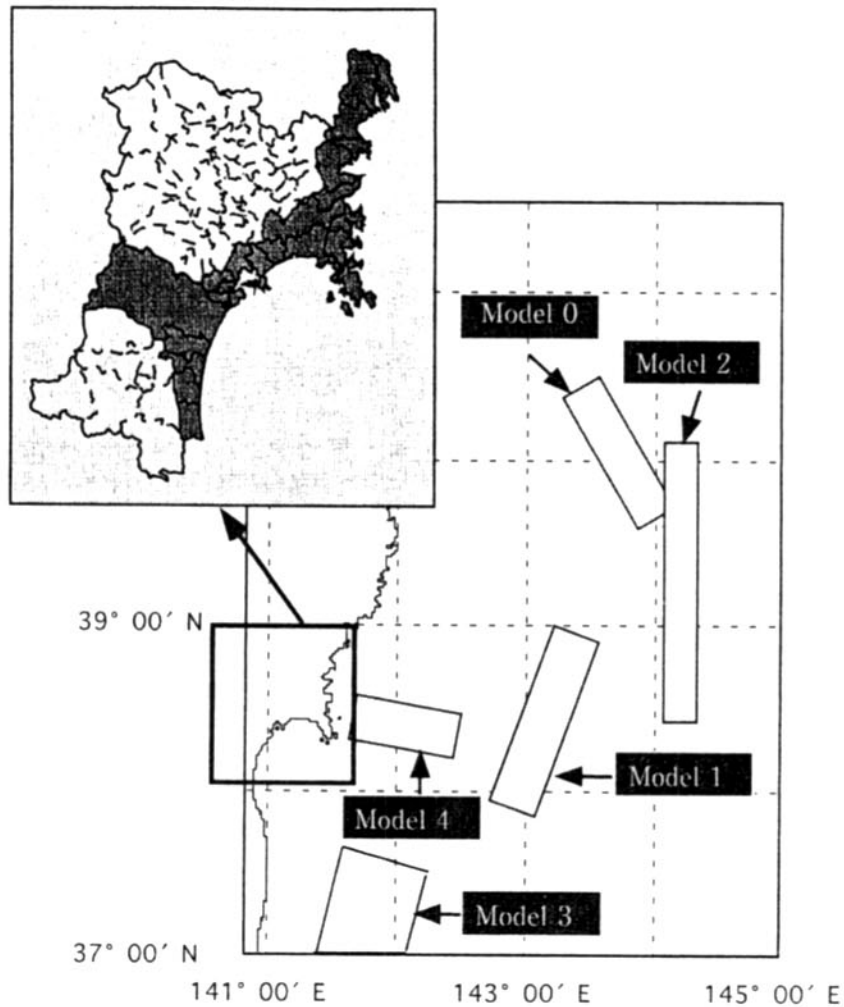


図-1 宮城県内での沿岸市町村

表-1 アンケート実施場所及び回収数

所在地	名称	回収数	所在地	名称	回収数
気仙沼市	お伊勢浜海水浴場	10	七ヶ浜町	葛蒲田浜海水浴場	10
本吉町	大谷海水浴場	9	宮城野区	仙台港	4
歌津町	長須賀浜海水浴場	7	宮城野区	七北田川河口	6
河北町	長面海水浴場	8	若林区	深沼海水浴場	28
石巻市	渡波海水浴場	4	名取市	関上海水浴場	20
鳴瀬町	野蒜海水浴場	10	亶理町	荒浜海水浴場	28

従う'の割合も若年層との差ははっきりしている。'荷物をまとめる+駐車場に戻る'の割合は20才~30才が一番多く、次いで10才~20才になっている。'高台を探す+徒歩で離れる'の割合は、30才~40才が一番高く、次いで50才~の世代が続いている。

以上より、津波時の避難において行動差を生む要因として対象地域と年齢が大きく関わっていることが分かる。特に、若年層に津波の認識や知識が低いため、教育、広報の役割の必要性が高い。また、県北部では、避難に関して意識の高い人を安全に誘導する施設

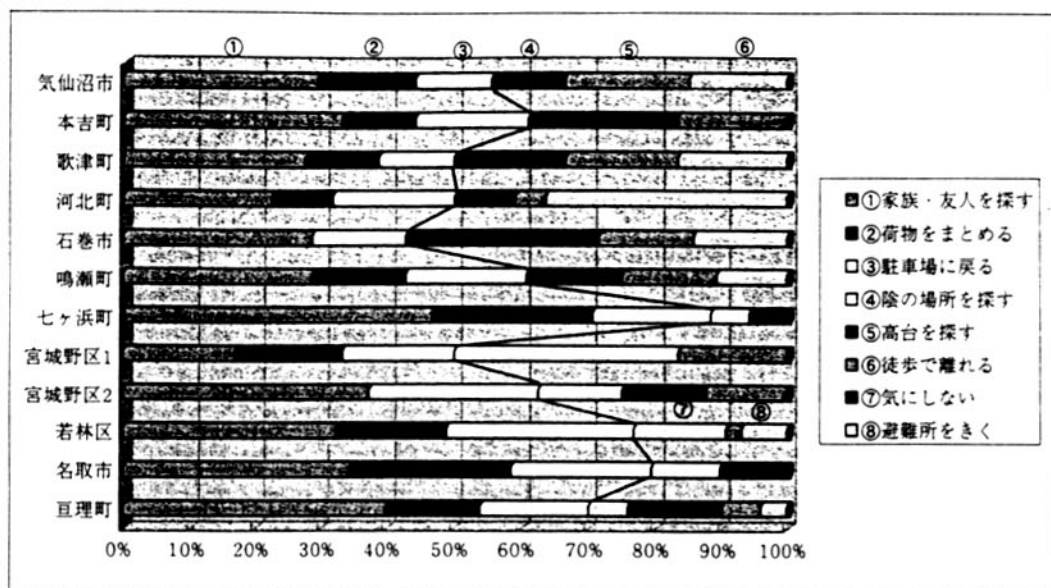


図-2 場所別の行動

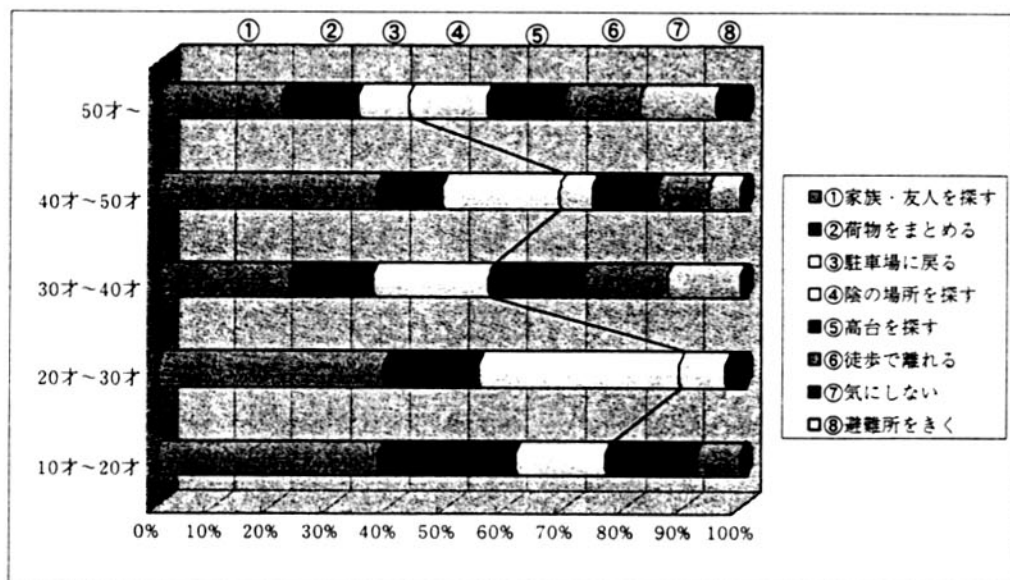


図-3 世代別の行動

および避難誘導者の確かな知識が必要である。また、県南部では、それに加えて津波に対する注意喚起が重要な課題である。

2.2 海水浴場の避難対策調査

前述の利用者意識調査を補完する目的で、9箇所の海水浴場の管理者（主に自治体の観光課）に海水浴客の避難対策についてアン

ケート調査（うち2市町は未回収）を行った。

質問内容は以下の通りである。1) 海水浴場で使用できる防災行政無線、スピーカーの有無、2) 一日最大入場者数、防災無線、スピーカー数、充足度、3) 海水浴場での津波・高潮情報の入手先、入手方法、4) 監視体制、5) 津波に関する注意喚起の看板等の設置状

況、6) 避難場所案内の設置状況、7) 指定避難所の問題点、8) 避難誘導先(15分以内、1時間以内に来襲する場合)、9) 観光施設への避難誘導の協力依頼、意識喚起などの活動状況、10) 海水浴場以外での観光客対策、である。

以下に、調査から判明した事項をまとめる。防災情報の伝達手段はシーズン中のみ設置する場所が多い。数万人規模の海水浴客が訪れる海水浴場でも防災無線を設置していない場所がある。多くの場所で、電話や防災無線からの市役所、役場による情報に頼っている。津波に対する注意看板はお伊勢浜海水浴場のみ、避難所の案内は2箇所のみで設置していた。避難の案内は、監視員に任せてあるという所もある。避難誘導人員の不足、避難経路がはっきりしていないなどの問題が多い。周辺地域への協力の依頼を行っているところはなく、また海水浴場以外で特に観光客対策をとっているところもなかった。

以上より、避難所案内、誘導標識、注意喚起など避難を補助するものが非常に少ないことが分かる。また市役所、役場から電話による情報提供を受けるところでは、特に休日の情報伝達、また監視員のいない時間での利用者のための配慮が必要であることも分かる。また避難所に問題がないと解答している大谷海水浴場、深沼海水浴場でも実際には、入場者数に対してあまりにも避難経路が狭く、多数が通過するには問題がある。避難所に関して問題がないと解答している自治体でも、実際には数万人規模の海水浴客に対して避難経路が狭く対策が充分であるとは言えず、特に、緊急時で不特定多数を想定した避難路整備が必要である。

2.3 沿岸23自治体の津波対策の現状

宮城県内には、県北の唐桑町から県南の山元町まで23の沿岸自治体がある。過去に津波によって大被害を受けた自治体もあり、津波対策は必要不可欠である。これまでの対策と今後の課題を把握するために1999年9月27日から約3週間、全自治体の防災担当者に口頭による聞き取り調査を行った。予め質問

事項を送付し、防災計画等の資料と伴に回答して頂いた。質問内容は以下の通りである。

1) 津波情報伝達 1-1沿岸(海岸、海水浴場等)に防災無線状況、1-2津波警報などの情報の入手方法、1-3津波監視方法、1-4津波計などの独自の監視・観測手段の有無、1-5避難勧告を発令するまでの時間・伝達場所とその方法(休日、夜間についても)

2) 防災施設 2-1海岸・河川防潮堤の設置状況、2-2現在の防潮堤で補強・改善の必要性、2-3防潮堤の新設・嵩上げの予定(高さとその根拠)、2-4津波・河川水門の構造と操作担当者、2-5海岸防災構造物の設置状況は?、2-6大津波が起きた際の二次災害につながる場所、2-7津波避難施設、津波避難ビルの指定状況、2-8防災対策及び都市機能維持に必要な施設の浸水危険と浸水対策の実施状況

3) 避難体制 3-1津波に関する防災・避難訓練実施の有無と内容、3-2災害弱者のための避難対策、3-3観光客を想定した津波対策状況、3-4避難所についての問題点、3-5避難方法(徒歩、自家用車など)の指定状況、3-6警報の伝達、避難誘導の遅れ、または欠落する可能性がある地域の有無、3-7夜間発災時の避難対策

4) 行政対応 4-1津波に対する土地利用計画の内容と実施状況、4-2既存防災施設の点検・整備状況、4-3被害予想区の面積と人口、4-4津波の知識、防災意識を高めるための活動状況、4-5小・中学校での津波に関する防災教育内容、4-6隣接市町村、ボランティア団体との連携状況、4-7自主防災組織の津波防災に関する活動内容、4-8漁業組合との連携状況

5) その他 5-1他の自治体と比べて進んでいる津波対策、5-2地域的な問題点(過疎化、高齢化など)、5-3防災対策上の想定津波、過去の津波に関する痕跡データの有無、5-4最近(過去10年程度)実施した主な津波対策

以下にそれぞれの項目に対する結果を示す。

1) 津波情報伝達 表-2, 3, 4にその

結果をまとめる。5市町で防災無線が設置されていない。遠隔操作設備がある自治体は多いが、自動放送装置があるのは3自治体のみ。県からの衛星ファックス、マスコミによる情報が基本的で、4自治体では独自に気象庁から入手している。気仙沼市、志津川、女川、石巻市のように潮位観測システムがある場所と、消防団の目視による場所に別れている。ただし、自動観測システムを持っている自治体は少ない。多くの自治体で、夜間に業者が防災ファックス情報を受けてから職員に電話、参集、広報活動、状況把握という対応をしている。津波注意報、警報発令時に第1報が防災行政無線で自動的に広報される自治体、職員自動参集装置、携帯無線によっていち早く参集できる自治体もある。職員が集まるのに5分から10分という所もあるが、夜間にはさらに時間がかかると思われる。自動広報のないところでは第一波の到達時間に間に合わないところがあるように思われる。(避難指示) 大津波警報が発令された時点で自動的に防災行政無線で避難を指示、状況判

断し確実に来る場合のみ避難の指示するところなどある。また地域防災計画に記してあっても実際には難しいという回答をする防災担当者もいた。

2) 防災施設 ほぼ整備は終了という自治体もある一方、予算の都合で作れない自治体もある。そこでは、激しい波の影響で老朽化が進行、観光、漁業活動のため作れない等様々な問題がある。アンケートでは、緊急で補強、改善が必要という自治体はないが、継続的に点検・整備する必要がある答えたところが多い。なお、新設、嵩上げの予定がある自治体は一部である。防潮堤の基準は、昭和三陸津波、チリ地震津波に対応した高さ、津波ではなく過去の高潮被害を想定して作った町などがある。小さな集落では、満潮時の天端高さが数10cmという危険な箇所もある。地元消防団が閉鎖という自治体がほとんど。水門、門扉は警報発令時に閉鎖、注意報で閉鎖など基準の差があるが、専門職員に委託、役場職員が直接閉鎖などもある。手動式が多数を占めている。津波堤防を設置している自

表-2 沿岸市町村での津波情報伝達手段の状況

市町村名	同報無線屋外支局数	戸別受信機	難聴地域	遠隔操作装置	自動放送装置
唐桑町	27	0	ほぼ無し	有り	無
気仙沼市	95	200	ほぼ無し	有り	無
本吉町	42	758	有り	有り	有り
歌津町	25	1424 (全世帯)	ほぼ無し	有り	無
志津川町	50	4000 (全世帯)	ほぼ無し	有り	有り
北上町	15	1119 (全世帯)	ほぼ無し	未確認	無
河北町	7	3500 (全世帯)	ほぼ無し	有り	無
雄勝町	32	2000 (全世帯)	ほぼ無し	未確認	無
女川町	59	3692 (全世帯)	ほぼ無し	無	有り
牡鹿町	41	23	ほぼ無し	未確認	有り
石巻市	161	11	ほぼ無し	有り	無
矢本町	64	4282	ほぼ無し	有り	無
鳴瀬町	54	2315	ほぼ無し	有り	無
松島町	12	0	有り	有り	無
利府町	0	0	有り	無	無
七ヶ浜町	36	0	ほぼ無し	有り	無
塩竈市	73	0	ほぼ無し	有り	無
多賀城市	0	0	ほぼ無し	無	無
仙台市	0	0	有り	無	無
名取市	0	0	有り	無	無
岩沼市	0	0	有り	無	無
亘理町	86	2002	ほぼ無し	未確認	無
山元町	51	1225	ほぼ無し	有り	無

表-3 津波情報の入手先(該当するものに○)

市町村名	衛星防災ファックス	消防	マスコミ	気象庁
唐桑町	○	○	○	
気仙沼市	○	○		
本吉町	○		○	○
歌津町	○		○	
志津川町	○		○	○
北上町	○		○	
河北町	○		○	
雄勝町	○		○	
女川町	○			○
牡鹿町	○			
石巻市	○	○		
矢本町	○		○	
鳴瀬町	○		○	
松島町	○		○	
利府町	○		○	
七ヶ浜町	○		○	
塩竈市	○		○	○
多賀城市	○		○	
仙台市	○	○	○	
名取市	○	○		
岩沼市	○		○	
亘理町	○		○	
山元町	○	○		

表-4 津波監視方法

市町村名	消防団員による目視	監視カメラ	その他
唐桑町		○	
気仙沼市	○	○	
本吉町	○		
歌津町	○		
志津川町		○	
北上町	○		
河北町	○		
雄勝町	○		
女川町	○	○	
牡鹿町	○	○	
石巻市	○		
矢本町	○		
鳴瀬町	○		
松島町	○		
利府町	○	○	
七ヶ浜町	○	○	
塩竈市	○	○	
多賀城市			
仙台市	○		
名取市	○		
岩沼市	○		
亘理町	○		
山元町	○		

自治体は少ないが、津波用を対象としている訳ではなく浸食、高潮対策で消波ブロックを設置している場合がある。既存の危険地域に加えて、歌津町の魚竜館、南気仙沼港岸壁、志津川町の人工海水浴場、マリナル女川など不特定多数が集まる施設がある。津波避難ビルを設定している自治体はないが、避難施設として使えるところを検討中している。庁舎の耐震検査を実施した自治体がある。浸水危険区域にの施設として、志津町が市街地全域、小学校1校、消防署（歌津町）があった。

3) 避難体制 津波に関しては、水門閉鎖訓練、情報伝達訓練、船の沖だし訓練、避難誘導訓練というのが一般的である。場所、想定を毎年変えて行うという所や、関係者のみ又は全町民を対象など様々である。訓練に関してはマンネリ化のため今年は行っていない自治体もある。参加意識が低く、行政の自己満足などの問題がある。また、住民についても名簿で把握はしているが、集落ごとの協力が頼りというのが現状である。戸別受信機に聴覚障害者用のものを設置しているところもある。しかし日中（若者がいない）や実際の緊急時は不安という自治体がほとんどであった。防波堤にスピーカーを設置、津波ボールの設置、津波注意の看板の設置のように対策をしているところもあるが、イメージの低下ということで反対する住民もいる。避難誘導看板の設置を検討中という自治体もあるが、予算等の問題で手がついていない。多くの自治体は、海水浴場周辺の防災行政無線情報による自主的避難、監視所に設置してある無線、電話で情報を流し、監視員に避難誘導させている。しかし過去に避難指示に従わないような問題もある。食糧、生活必需品の備蓄を行っている、避難所を含む公共施設には戸別受信機を設置、公共施設は補強工事または鉄筋製など避難所について特に問題はないという自治体がある一方で連絡手段がない、最寄り避難所まで低いところを2kmほど行く必要がある、地理的に孤立してしまう可能性があるなど問題を抱えているところもある。避難経路については住民の地理勘に任し

ているところが多い。転入者へ避難所を示した地図を配布しているなどもある。避難方法の明確な指定をしている自治体はない。ただし原則は徒歩で避難というところは多いが、車の方が迅速に避難する方がいいという判断をしている場所もある。広報車のみによる情報伝達の地域がある。広報車で行くことができない地区にいる釣り客、サーフィン客には情報伝達が遅れる可能性がある。夜間対策を行っている自治体はない。一部では携帯用サーチライトを設置している自治体もある。

4) 行政対応 県内では、津波が直接的原因で高地移転したという自治体は数少ない。総合防災訓練時に行っている自治体が多い。担当の建設課、消防団が定期的に防災施設を点検を行う自治体もある。防災マップを作成し、浸水区域内の世帯数等を把握している自治体が多い。一方で、防災マップを住民に知らせていない自治体もある。総合防災訓練により防災意識喚起をしている。また、津波経験者を学校に呼んで話をしてもらうという活動、津波避難訓練を行うところがある。地震、火災避難訓練というのが普通である。全市町で応援協定を締結している。また、他県の市町村と独自に災害応援協定を締結している自治体もある。ボランティアについては、検討中、検討していないなどが多い。婦人防火クラブによる初期消火訓練、炊き出し訓練というのが一般的である。消防団による水門閉鎖訓練などもある。漁協との協定を結んでいる自治体は少ない。津波時には協力するという自治体がほとんど。訓練時に、船の沖だし訓練をしている自治体もある。

5) その他 防災無線、戸別受信機、独自の潮位観測システム、警報自動受信装置などのシステムが整っている場所、防災行政無線、一部戸別受信機の設置がされているが観測システムがない場所、防災行政無線と広報車による情報伝達、広報車、消防のサイレンのみなど、自治体により違う。日中に若者がいない、津波経験者の高齢化、記憶の風化、海水浴避難、密集地域での避難が不安などの問題も指摘されている。痕跡データ、被害履

歴を把握している市町村は多い。想定津波は、被害の大きかったチリ地震津波、県で想定した金華山沖地震、昭和三陸沖地震を想定しているなど様々である。最近実施した津波対策としては、防災行政無線の設置、戸別受信機の設置というのが主として行ってきた内容である。

以上の調査結果をまとめると、情報伝達関連では、まず夜間・休日の対応に不安がある。業者が職員に電話連絡し、その後参集してから防災無線で放送、もしくは広報車で伝達する場合には、到達する津波に対して間に合わない恐れがある。防災無線のない県南部や広報車による連絡に時間が掛かる場所では尚更である。そのため人を介さず、できるだけ迅速に情報伝達できるよう整備する必要がある。24時間対応している消防などによっていち早く第一報を流すことも大切である。その際、遠隔操作によって複数の地域を担当している場合や火災発生時の処理により担当者が混乱しないようなマニュアルづくりも大切である。

3. 想定外力の推定

防災力を評価するためには、現況の防災体制やシステムの機能を評価するとともに、津波を想定し外力を把握し、その差を算出する。そこで、対象領域(図-1)において過去に発生した1896年明治三陸地震、1897年宮城県沖地震、1933年三陸地震、1938年塩屋崎沖地震、1978年宮城県沖地震の5つの地震津波を津波数値計算手法を用いて再現し、対象領域内の160地点での津波到達時間、波高の把握を行った。図-4に、沿岸市町毎に初動開始、第一波、最大波の平均最短到達時間を示す。この結果より、同じ県内でも南三陸沿岸と仙台湾内とは大きく到達時間に差があることが分かる。特に、初動開始、第一押波波峰到達時間に関しては、牡鹿町(牡鹿半島)を境に南北で時間に大きな差がある。ただし、同じ地域内(同一市町内)でのばらつきは小さい。一方、最大波波峰出現時間は、このばらつきが大きく、代表値を出しにくい。沿岸での地形と来襲津波の周期により、共振現象が起こったり起こらなかったり

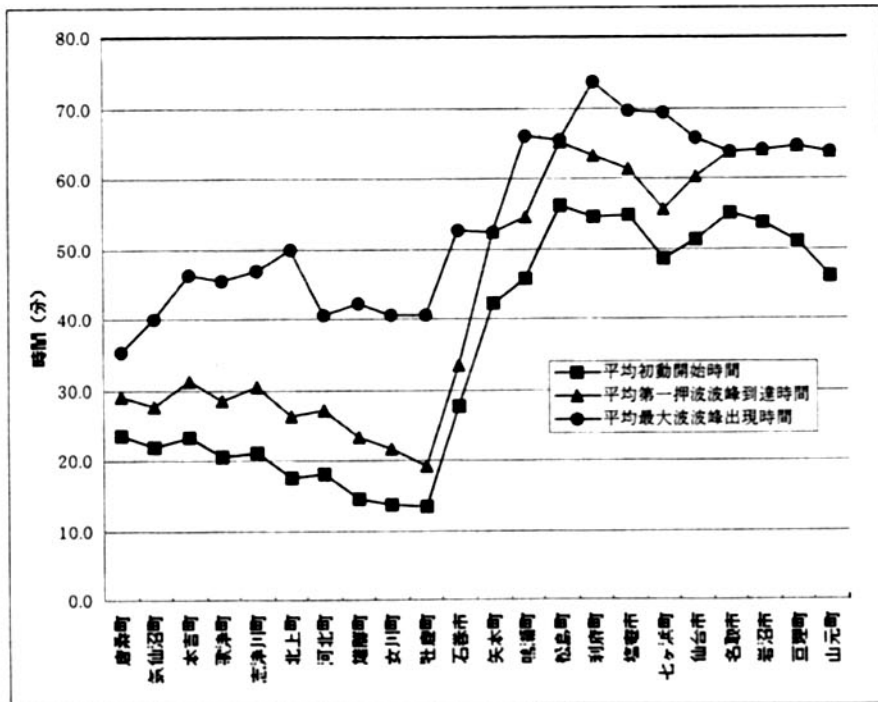


図-4 初動、第一波、最大波平均到達時間の推定値

しており、津波増幅のパターンが異なるためである。なお、県南に行くにつれて、第一押波、最大波波峰振幅が一致する傾向が見られる。これは、海岸地形が直線状であり、共振現象により増幅することが少ないために、来襲の第一波が最大波となるためである。以上より、同地区ではばらつきが少ない第一押波波峰到達時間を避難体制に対する外力の項目として採用することが、妥当であると思われる。

4. 津波防災力評価法の提案

4.1 評価方針の検討

津波対策の大きな目標の1つは、津波到達時間前に避難を終了することである。2, 3における検討結果からも、ソフト対策整備の効果を評価する尺度として‘時間’が大切であることに疑う余地はない。また、津波被害の対象地域は全国であり、地域性は考慮しつつも統一的な評価ができる事が望ましい。その点においても、津波の来襲時間と避難に要する時間の比較は適用性があると思われる。さらに、市町村の防災担当者が現状での問題点

を把握し易く、来襲時の対応の迅速化、補完対策の検討に利用できると期待される。

4.2 評価方法

本研究では、上記の方針の基に、図-5に示す津波発生から避難完了までの一連の経過を整理して考慮するために、「情報伝達段階」、「意志決定段階」、「避難行動段階」の3つに分割して評価を行う。各段階で必要な時間を合計し、津波予想到達時間に対し、どの程度時間的余裕があるかという観点で津波防災力の評価を試みる。ただし「避難行動段階」については、地域性が強く影響するため、現段階では課題を整理することに留める。評価対象地域は、宮城県沿岸23市町で、想定状況は、地震規模大で、昼間(ケース1)、及び夜間(ケース2)、地震規模小で、昼間(ケース3)、及び夜間(ケース4)の4ケースについて評価を行った。

表-5には、津波発生から住民への情報伝達完了までの情報伝達段階における情報の発信者、受信者の一覧を、表-6には、移動を開始するまでの意志決定段階において、過去の

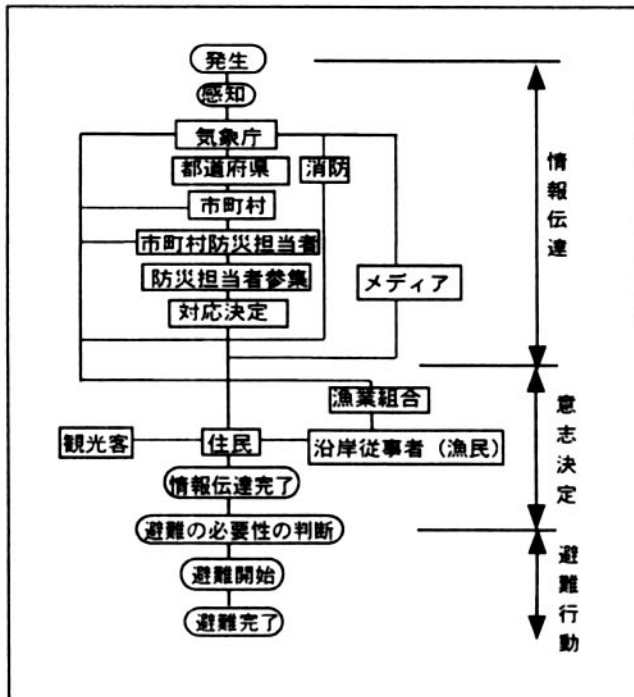


図-5 発生から避難完了までの一般的経過

津波時の住民の避難行動調査、アンケート結果などから避難行動に影響を及ぼす6つの影響因子を抽出し、各因子を構成している主要素をまとめた。表-7には、避難行動における影響因子と構成要素を示す。またそれぞれの段階において、情報伝達を補助し、伝達時間を短縮する関連事項を示している。以下、それぞれの段階における推定方法と対象領域

に適用した場合の予測時間を示していく。

4.3 情報伝達段階

津波情報は、気象庁で地震波を解析後、自治体や報道を通じて住民に伝えられる。しかしながら、伝達完了するまでの時間は一定ではなく、伝達手段、各自治体の対応、時間帯などにより異なるため、その時間を正しく把握しておくことは非常に重要である。機能や

表-5 津波情報段階での発信者と受信者

	発信者	受信者	情報・手段・関連事項
情報伝達	気象庁	都道府県	
		市町村	
		消防	
		当日、宿直の市町村 防災担当者	
		住民、観光客、漁協	
		報道・メディア	
	都道府県	市町村	
		住民、観光客、漁協	遠隔起動装置
	市町村	市町村防災担当者	市町村防災行政無線
		生活関連機関	地域防災無線
	消防	住民、観光客、漁協	遠隔起動装置
	報道・メディア	住民、観光客、漁協	テレビ・ラジオ
	当日、宿直の市町村 防災担当者	防災担当者全員	一斉呼出装置
	防災担当者全員	市町村対応決定	潮位・映像情報の共有化
			複数防災機関相互連絡装置
			自動起動装置
市町村対応決定	住民、観光客、漁協	市町村防災行政無線	
住民	観光客、漁民		
漁協	漁民	漁業無線	

表-6 意思決定段階のまとめ

	影響因子	構成要素	情報・手段・関連事項
意志決定	地震インパクト	震度	
	場所	海岸からの距離	標高表示案内
		標高	ハザードマップ
	時間	発生時間帯	
	津波経験	被害経験	啓蒙・訓練
		体験談	啓蒙教育
	情報インパクト	予・警報からの津波の 規模、予想到達時間	津波警告標識・浸水標識
		周辺住民	ハザードマップ
	避難準備	家族・友人の安否確認	啓蒙・訓練
		火の始末	学校教育
着替え			
貴重品の持ち出し		パンフレット配布	

表-7 避難行動段階のまとめ

	影響因子	構成要素	情報・手段・関連事項	
			時間	発生時間帯
避難行動	時間	発生時間帯	停電時対策	夜間照明・入り口表示
			経路選択	避難場所の知識
	誘導標識	誘導員・指示		
	標高表示・案内	担当者間相互連絡装置		
	避難方法の決定	ボランティア		
	移動	災害弱者の有無	アクセス道の整備	障害物除去
			ボランティア・介護	ボランティア・介護
			津波のスピード知識	パンフレット配布
		移動時間	津波避難ビル	ボランティア
			ボランティア	

表-8 要伝達時間の一覧

	発信者	受信者	推定時間(分)		方法
			昼間	休日/夜間	
情報伝達	気象庁	都道府県	3or4	3or4	A1
		市町村	4	4	A2
		消防	3or4	3or4	A3
		市町村防災担当者	3or4	3or4	A4
		住民、観光客、漁協	5	5	A5
		テレビ・ラジオ	4	4	A6
	都道府県	市町村	1or5	1or5	B
	市町村	市町村防災担当者	0	1or5	C
	消防	住民、観光客、漁協	2~	2~	D
	テレビ・ラジオ	住民、観光客、漁協	1	1	E
	市町村防災担当者	防災担当者参集後	0	実時間	F
	防災担当者参集後	市町村対応決定	1or5	1or5	G
	市町村対応決定	住民、観光客、漁協	2~	2~	H

(A1~A5、B~Hの内容については、表-12で使用)

性能から理想的な経過時間は算出できるが、現実的な状況において適用できるとは考えられない。そこで、表-8に示すように、過去の津波事例(東大, 1994:望月ら, 1994:(財)都市災害研究所, 1996:首藤, 1995)から、津波情報が住民に伝わるまでの経路を情報の発信者、受信者にそれぞれ分け、昼間、休日・夜間ごとの要伝達時間を推定した。これらを自治体の情報伝達手段の現状に照らし合わせ、その合計時間を求めることとする。

表-9a, bには、対象領域での自治体毎に、住民に津波情報の第一報を伝達するまでの最

短経路と所要時間の合計をまとめる。昼間では、自治体毎での対応を決定してから住民への情報伝達手段・方法(表-8中のH、特に防災無線の有無)により、時間の違いが生まれている。夜間の場合には、これに加えて防災担当者が職場にいないケースが多く、担当者の参集方法や自動防災無線システムの有無により、差が生じている。

4.4 意志決定段階

ここでは、過去の津波の事例を元に、避難行動を開始するまでの意志決定段階での必要な時間を推定する。津波情報伝達後におい

表-9 アンケート調査による推定避難開始時間

No	地震名	地名 代表値	地震直後	5-9分	10-14分	15-29分	30分以上	避難開始時間(分)
			2.50	7.00	12.00	22.00	30.00	—
1	北海道南西沖地震	奥尻島北部(海栗前, 稲穂, 勘太浜, 宮津)	55%	34%	11%	0%	0%	4.0
2	"	奥尻1-3区	35%	25%	12%	7%	25%	12.8
3	"	奥尻4-5区	42%	37%	10%	7%	4%	6.3
4	"	奥尻島中部(谷地, 鳥頭川, 赤石, 恩願浜)	52%	33%	8%	5%	3%	5.8
5	"	奥尻島南東部(松江, 初松江, 富里)	60%	33%	7%	0%	0%	3.6
6	"	青苗1-4区	72%	24%	2%	2%	0%	3.7
7	"	青苗5区	89%	2%	9%	0%	0%	4.6
8	"	青苗6-7区	45%	23%	13%	16%	3%	8.5
9	"	米岡	61%	13%	13%	13%	0%	7.2
10	"	藤内	80%	20%	0%	0%	0%	3.3
11	"	神威島	22%	48%	15%	15%	0%	7.0

No	地震名	地名 代表値	地震直後	5-9分	10-14分	15-29分	30分以上	避難開始時間(分)
			2.50	7.00	12.00	22.00	30.00	—
12	北海道東方沖地震 (警報)	大船渡市	0%	22%	14%	12%	51%	21.1
13	北海道東方沖地震 (注意報)	"	0%	5%	17%	19%	60%	24.4
14	北海道東方沖地震 (警報)	気仙沼市	0%	6%	19%	37%	37%	22.1
15	北海道東方沖地震 (注意報)	"	0%	1%	18%	33%	47%	23.8
質問内容		1	大変だと思わずに避難した。					
		2	それぞれ避難した方がいいと思った。					
		3	警戒は必要だが、避難は海の様子をみてからでよいと思った。					
		4	警報でも大きな津波は無く別に避難を考えるはない又はその他。					

No	地震名	地名 代表値	地震直後	5-9分	10-14分	15-29分	30分以上	避難開始時間(分)
			2.50	7.00	12.00	22.00	30.00	—
16	日本海中部地震 (本震時)	能代市	0%	10%	0%	50%	40%	23.5
17	日本海中部地震 (余震時)	"	0%	6%	0%	75%	19%	22.6
質問内容		1	大きな被害をもたらすような津波が来る。					
		2	津波は来るが、それほど大きな被害をもたらす津波はこない。					
		3	津波が来るとは思わなかった。					

て、住民が避難開始するまでに関係する意志決定段階の重要な因子として、表-10に示すように地震インパクト、場所、時間、津波経験、情報インパクト、貴重品の持ち出し、着替え等の避難準備の6つが挙げられた。それぞれの因子の内容は、表-10下にまとめている。ここでは、避難準備を除いた5つの因子について重回帰分析に基づく管(1993)による数量化理論I類を用いて、影響度に応じた必要時間を算定した。北海道南西沖地震、日本海中部地震、北海道東方沖地震のアンケート結果から避難開始時間を算定してデータセットを作成し、それを用いて得られたカテゴリースコアを表-11に示す。1~5において各カテゴリーを選び、その合計値に定数値(12.04分)を加えた結果が推定値とな

る。時間的に、最も影響の大きい因子は、津波経験であることが分かる。経験の有無により13分以上もの差があることが示されている。このスコアの妥当性を確認するために、図-4には、表-8での実際の避難開始時間とカテゴリースコアを用いた予測値との比較を示す。相関が高く、過去の事例に対応する場合には、推定精度は高いと判断できる。

これらのカテゴリースコアを各自治体に当てはめ、4.2で想定したケース1~4のそれぞれに応じた合計時間を求めた。表-12には、1例としてケース4での意志決定に必要な時間を対象領域での自治体別にまとめる。ここでも、津波の経験の有無により大きく結果が異なっている。志津川町や女川町では、啓蒙活動や避難訓練などを実施しており、住

表-10 意思決定段階データセット

No	地震名	地名	地震	場所	時間	経験	情報	避難開始時間(分)
1	北海道南西沖地震	奥尻島北部(海栗前, 稲穂, 勘太浜, 宮津)	2	2	1	2	1	3.0
2	"	奥尻1-3区	1	1	1	2	2	11.8
3	"	奥尻4-5区	1	2	1	1	3	5.3
4	"	奥尻島中部(谷地, 鳥頭川, 赤石, 恩願浜)	1	2	1	1	3	4.8
5	"	奥尻島南東部(松江, 初松江, 富里)	1	2	1	1	1	2.6
6	"	青苗1-4区	1	2	1	1	1	2.7
7	"	青苗5区	1	2	1	1	1	3.6
8	"	青苗6-7区	1	1	1	2	2	7.5
9	"	米岡	1	1	1	2	2	6.2
10	"	藻内	1	2	1	2	1	2.3
11	"	神威脇	1	2	1	2	2	6.0
12	北海道東方沖地震(警報)	大船渡市	1	2	1	4	2	20.5
13	"(注意報)	"	2	2	1	3	3	23.4
14	北海道東方沖地震(警報)	気仙沼市	1	2	1	4	2	21.1
15	"(注意報)	"	2	2	1	3	3	22.8
16	日本海中部地震(本震時)	能代市	1	1	2	4	2	22.5
17	"(余震時)	"	2	1	2	2	3	21.6

地震 1.大(震度5以上)、2.小(震度5未満)
 場所 1.集落の多くが標高10m以上又は海岸から200m以遠、2.一方も満たさない場合
 時間 1.非活動時間(22時～8時)、2.活動時間(8時～22時)
 津波 1.実被害経験あり、2.経験有り、3.伝聞のみ、4.知らない
 情報 1.聞かないで避難、2.津波警報レベル、3.津波注意報レベル

表-11 カテゴリースコアと偏相関係数(意思決定段階)

アイテム変数(影響因子)	カテゴリ	カテゴリスコア(分)	偏相関係数
地震インパクト	1.大	-0.96	0.63
	2.小	3.15	
場所	1.安全	1.77	0.38
	2.危険	-0.74	
時間	3.夜間	-0.51	0.47
	4.昼間	3.84	
津波経験	1.実被害経験	-4.03	0.93
	2.経験あり	-3.55	
	3.伝聞のみ	8.21	
	4.知らない	9.53	
情報インパクト	1.聞かないうちに避難	-2.97	0.64
	2.警報レベル	0.73	
	3.注意報レベル	1.94	

定数項 12.04
 重相関係数 0.97
 決定係数 0.94

民の意識が高い。この結果が合計時間に大きく影響している。

4.5 評価結果

図-5に、ケース1~4について情報伝達段階、意志決定段階での必要時間を自治体毎に合計し、津波第1波予想到達時間と比較した結果を示す。なお、この結果には避難行動段階の時間を加算していないことを注意する必要がある。図中、点線は数値計算で得られた平均第一波波峰到達時間の値を用いている。図-5より、津波予想第1波到達時間に対する時間的余裕は、宮城県北部地域ではほとんどなく、県南部でも状況により危険な場合があることが数値的に分かった。ケース1~4のすべてのケースに対して、20分以上の余裕がある自治体は、3箇所(13%)、10分以上ある自治体は、8箇所(36%)、5分以上ある自治体は、9箇所(41%)となっている。特に、夜間の対応に不安が残る自治体が宮城県北部で数カ所あるが、これらの自治体の特

徴は、特別な自動システムがなく、夜間第一報を町役場が対応しているところである。

表-13には、ケース4を例に、合計時間の中身を調べるために、情報伝達段階と意志決定段階の時間をそれぞれ明示している。1部地域では、双方ともほぼ同じ時間であるが、全体的には、意志決定時間が多くかかり、4倍以上の時間を要していることが分かる。本地域では、情報の伝達よりも住民が入手してから避難行動に移行するまでの過程が重要であることを示唆している。

以上のように求められた津波予想到達時間に対し、現在での情報の発令・伝達を通じて避難を開始する時間との差が防災力の1つの指標として考える評価方法を提案した。避難開始に必要な時間の中身は、表-5の項目別にまとめられており、現システムで、どこが問題なのかがわかりやすいという利点がある。

4.6 課題

本手法に関する課題をまとめる。本手法は、

表-12 ケース4のデータセットと合計時間(意思決定段階)

市町村名	ケース4(地震小、夜間)					合計時間(分)
	地震	場所	時間	経験	情報	
唐桑町	2	2	1	3	2	22.88
気仙沼市	2	2	1	3	2	22.88
本吉町	2	1	1	3	2	25.39
歌津町	2	2	1	3	2	22.88
志津川町	2	2	1	2	2	11.12
北上町	2	2	1	3	2	22.88
河北町	2	1	1	3	2	25.39
雄勝町	2	2	1	3	2	22.88
女川町	2	2	1	2	2	11.12
牡鹿町	2	2	1	3	2	22.88
石巻市	2	2	1	3	2	22.88
矢本町	2	1	1	4	2	26.71
鳴瀬町	2	2	1	4	2	24.2
松島町	2	2	1	4	2	24.2
利府町	2	2	1	4	2	24.2
七ヶ浜町	2	2	1	4	2	24.2
塩竈市	2	1	1	4	2	26.71
多賀城市	-	-	-	-	-	-
仙台市	2	1	1	4	2	26.71
名取市	2	1	1	4	2	26.71
岩沼市	2	1	1	4	2	26.71
亘理町	2	1	1	4	2	26.71
山元町	2	1	1	4	2	26.71

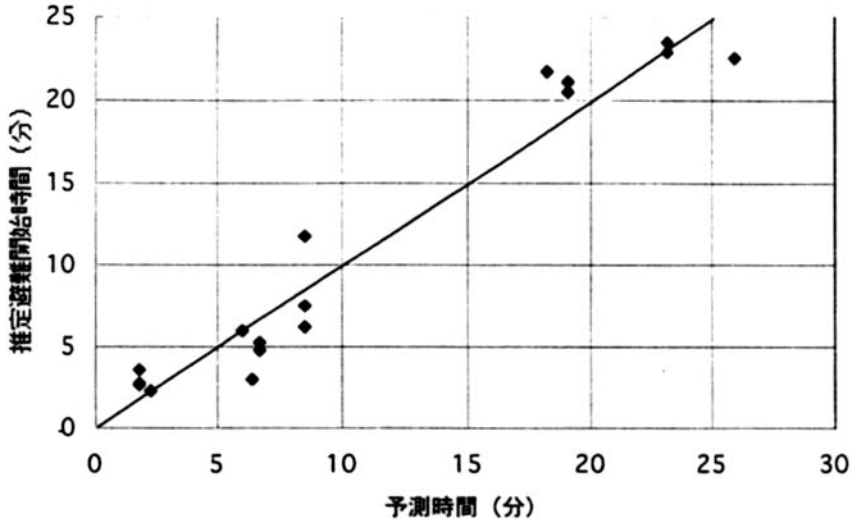


図-6 避難開始時間と予測値の比較

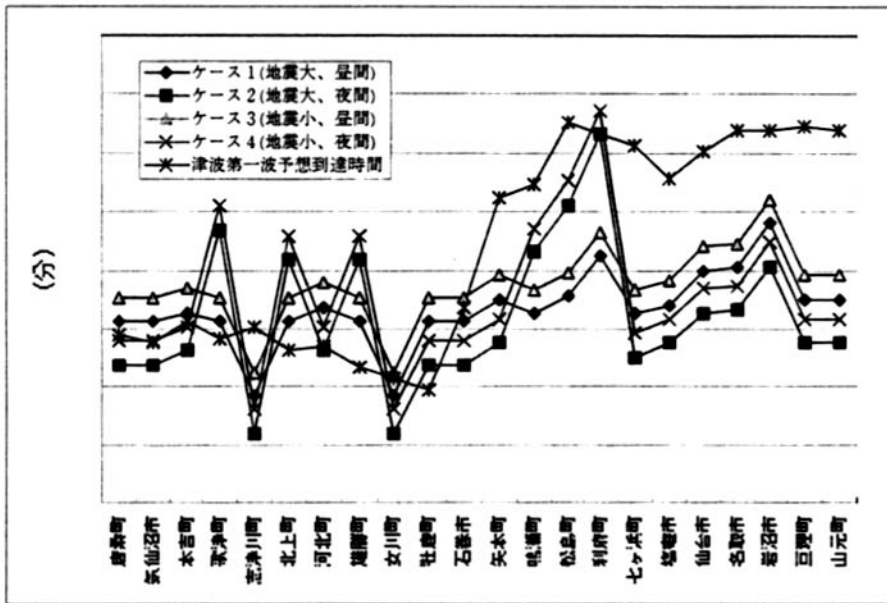


図-7 津波予想到達時間と避難開始に必要な時間

表-13 ケース4(地震小, 夜間)における合計時間

市町村名	ケース4(地震小, 夜間)		
	情報伝達	意志決定	合計時間(分)
唐桑町	5.0	22.9	27.9
気仙沼市	5.0	22.9	27.9
本吉町	5.0	25.4	30.4
歌津町	28.0	22.9	50.9
志津川町	5.0	11.1	16.1
北上町	23.0	22.9	45.9
河北町	5.0	25.4	30.4
雄勝町	23.0	22.9	45.9
女川町	5.0	11.1	16.1
牡鹿町	5.0	22.9	27.9
石巻市	5.0	22.9	27.9
矢本町	5.0	26.7	31.7
鳴瀬町	23.0	24.2	47.2
松島町	31.0	24.2	55.2
利府町	43.0	24.2	67.2
七ヶ浜町	5.0	24.2	29.2
塩竈市	5.0	26.7	31.7
多賀城市	-	-	-
仙台市	10.0	26.7	36.7
名取市	10.5	26.7	37.2
岩沼市	18.0	26.7	44.7
亶理町	5.0	26.7	31.7
山元町	5.0	26.7	31.7

あくまで過去の事例に基づいたものであり、評価に用いたカテゴリースコアを求める際のサンプルデータ数が少ないことや、多くの仮定をした上で評価を行ったため十分であるとは言えない。特に、津波に対する避難行動は、周辺環境、個人の知識などの背景のもとに行動が選択されるため、さらに様々な地震や津波時における人々の行動を詳しく追跡調査する必要がある。その中でも、情報を入手してから後、危険を認識し行動に移行するまでの課程が最も需要であり、津波災害の経験や認識の差に関連している。このようなプロセスを解明し、定量的に評価する必要がある。

参 考 文 献

- 今村文彦・李昊俊：津波発生・伝播の数値モデルの現状と課題，沿岸海洋研究，第36巻，pp.91-101，1998。
 今村文彦：津波監視システムの現状と広域ネットワークの提案，自然災害科学，

Vol.16, No.2, pp.143-151, 1997.

- 永川賢治：津波防災対策の現状把握と防災力評価法の提案，東北大学大学院工学研究科修士論文，1999。
 菅民朗：多変量解析の実践，現代数学社，pp2-42，1993。
 (財)都市防災研究所：災害時の危機意識と避難行動決定要因に関する基礎的、基盤的研究，pp107-132, pp234-260, 1996。
 首藤伸夫：1994年10月4日北海道東方沖地震による津波，東北大学工学部津波工学研究報告第12号，pp1-18，1995。
 東大社情研：1993年北海道南西沖地震における住民の対応と災害情報の伝達-巨大津波と避難行動-，東京大学社会情報研究所「災害と情報」研究会，372p., 1994。
 望月利男ら：1993年北海道東方沖地震の総合調査研究報告，東京都立大学都市研究センター，pp41-80，1994。