

## 1992年インドネシア・フローレス島地震津波 及び1993年北海道南西沖地震津波の調査

河田 恵 昭

### 1. 緒 言

1992年から93年にかけて、立て続けに3つの津波災害が発生した。まず、1992年9月2日にニカラグア地震津波が起こった。津波は地震後40ないし70分後に沿岸各地に襲来し、137名死亡したと報告されている<sup>1)</sup>。この地震はモーメントマグニチュードが7.2と小さかったにも関わらず、津波が大きかったことが特徴とされており、地震-津波発生メカニズムの再考が大きな課題となっている。12月12日にはインドネシア・フローレス島地震津波が発生し、地震と津波のためにそれぞれ千人の死者があったと報告されている<sup>2)</sup>。この津波は、地震直後に沿岸各地を襲っており、津波警報のシステムもなく、また住民の大半が津波に対する知識がなかったために大きな人的被害をもたらした。反射や回折、あるいは局所的に大きな海底地盤の変動によると推定される津波の変形があって、津波の波高が大きくなったところがあった。しかし、地震計の記録の少ないことや震源付近の精度の高い海図がないこともあって、やはり、地震-津波のメカニズムは解明されていない。そして、1993年7月12日に北海道南西沖地震津波が発生した。この地震のモーメントマグニチュードはフローレス島地震と同じく7.8であり、しかも津波被害の大きかった奥尻島をはじめ北海道南西の沿岸域には5分前後で津波が来襲し、234名の死者・行方不明者を出している。この地震は北米プレートとユーラシアプレートの衝突に起因するという説もあるが、断層運動は南海トラフの場合に比べて単純ではなく、津波の特性もそれを反映して非常に複雑であって、精度のよい結果を未だ得ていない。この事情は1983年の日本海中部地震津波のそれとよく似ている。

このように、三者に共通して、未だ地震-津波発生メカニズムに関して不明な部分があり、この分野の研究推進が非常に重要になっていることが理解できる。さて、著者はインドネシア・フローレス島地震津波と北海道南西沖地震津波の突発災害調査に参加し、現地を訪問して、津波災害の実態について調べた。なかでも、両災害を通して、地震直後に来襲した津波によってどういうことが起こったのか、そしてその教訓として津波防災において新たに考慮しなければならないとすれば、それはどういうことかについて検討を行ってきた。これには、いつ起きてもおかしくない東海地震や2010年頃と予想されている南海地震が発生すれば、沿岸各地で数分以内に津波が来襲する危険性があり、これに対処する方法を至急開発しなければならないという背景がある。とくに、東海地震については、地震予知できることを前提として避難計画が進められており、もし予知できなければ、あるいは震源が予想した位置でなければ甚大な被害が生ずる恐れがある。

そこで、本報告では、とくに人的被害の発生過程に注目して、その実態を明らかにするとともに、アンケート調査や聞き取り調査結果から、津波防災のあり方についての私見を述べる。

### 2. インドネシア・フローレス島地震津波調査

#### 2.1 概 説

Figure 1に示すように、インドネシア・フローレス島の北約10kmを震源とするM7.5の地震が、1992年12月12日(金)13時29分(現地時間)に発生し、その直後に津波が来襲して、地震と津波によってそ

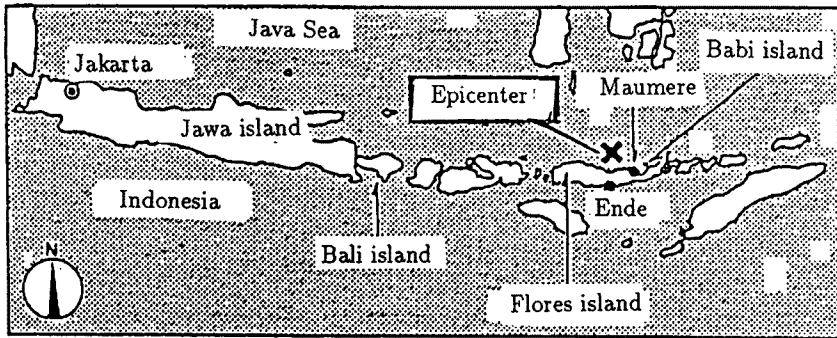


Fig. 1 Location of Flores Island and epicenter.

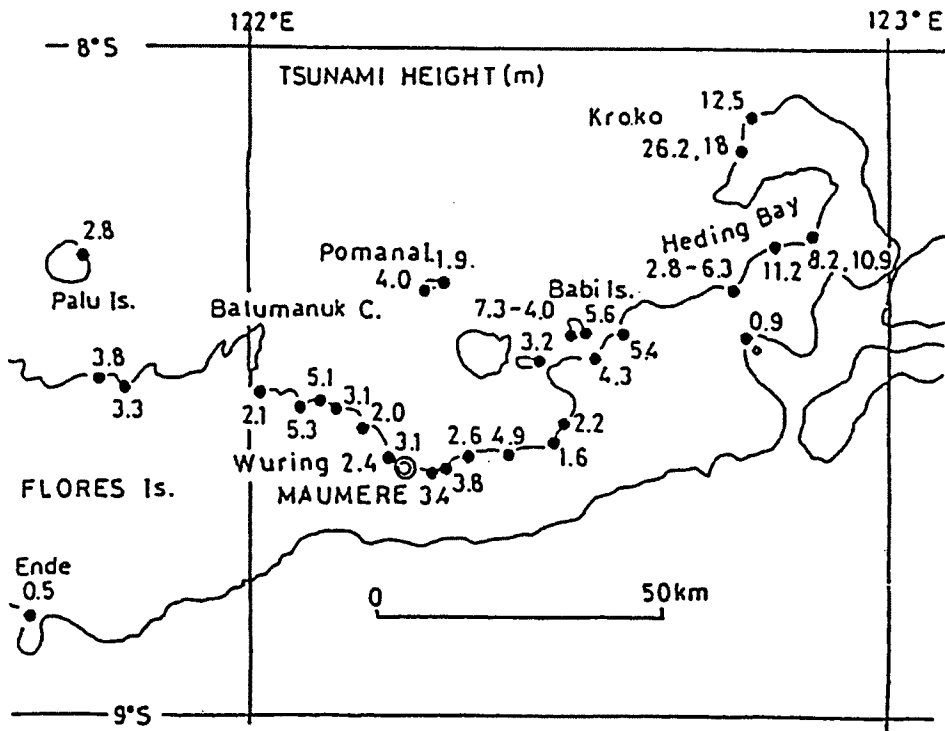


Fig. 2 Spatial distribution of tsunami height.

それぞれ住民約1,000人が死亡したと言われている。震源域が沿岸陸上部に及んでおり、沿岸各地に津波がほぼ5分以内に来襲した。大部分の住民の反応は後述するアンケート調査などから、つぎのように推定される。彼らには津波の知識がほとんどなかったため、地震直後に避難した人は皆無であって、地震の後すぐに潮が引き始め、海底が見えだしたことや、海から異音を伴って高波がやってくるのが観察されて大急ぎで逃げたと答えている。津波の規模としては、**Fig. 2**にまとめて示したように、局所的に極めて増幅された地域を除いて、1983年の日本海中部地震津波に相当するものであって、沿岸各地に想像を絶する津波が来襲したわけではない。しかし、自然海岸上とその背後に張り付くように集落が展開していたために、人的被害が広範囲に分布している。

さて、同じ地域に住んでいた住民の生死を分けたものは一体何であったのであろうか。助かった人のその時の行動はどうであったのだろうか。このような疑問を明らかにすることも1つの目的として、現地でアンケート調査を実施した。津波による人的被害の軽減には、まず津波の存在を知り、つぎに津波に関する豊富な知識をもつことであろう。そこで、本調査結果を示し、併せてどのような教訓が得られたかについて報告する。

## 2.2 フローレス島の地理と被害概要

フローレス島はジャカルタの東方約20,000kmに位置する、東西360km、南北は12kmから70kmの大きさをもつ細長い火山島である。島の中央部には2,000mに達する山脈が東西に走っており、その北部は乾燥域、南部は湿潤域となっており、林相が明確に相違し、前者の山岳部では無木地帯も多く認められる。小規模なトウモロコシ畑が点在し、ココナツが至るところで植林・栽培されているほかは、樹齢が若く、樹高の低い雑木が未利用地を覆っている。全島人口は140万人で、バリ島のデンパサールやチモール島のクパーンなどとのプロペラ機による1日数便の定期便の運航が行われている。マウメレ（人口4万人）がこの島の中心である。

インドネシアでは、1629年以降、津波を伴う地震が45回発生したと報告されている<sup>2)</sup>。フローレス島付近では、**Table 1**に示すように、今世紀に入って津波災害は発生していない。ただし、マグニチュード6クラスの地震はかなり高頻度で起こっている。この島の南部で東西方向に、アジアプレートの下にオーストラリアプレートが沈み込んでいる。後者にオーストラリア大陸が乗っていることから、もうこれ以上沈み込むのが困難と推定され、その結果、その背後に当たるフローレス島の北側で断層破壊が発生している。死者数は、12月26日の現地災害対策本部が公表していたデータによれば、2,080名である。**Figure 3**は死者数の地域分布であり、図中の括弧内に各地区ごとの死亡リスクを示してある。後述するウリン地区と奥尻島における死亡リスクがほぼ等しいことがわかる。フローレス島では地震と津波の犠牲者数がほぼ等しかったと推定されている。建物の全壊は、住居28,118戸、学校785棟、モスク（回教寺院）307棟、商店・事務所493店であり、ほとんどがレンガ造の建物で、地震による死者の大部分はこれで発生している。なお、回教国では金曜日は休日であって、校舎が多数倒壊したにもかかわらず幸いにも学童の被害が少なかった。

## 2.3 各地の津波被害とその対策私案

(1)ウリン（Wuring）地区：**Photo 1**はヘリコプターで上空から撮影したものであり、空地の大部分は津波で流失もしくは全壊した住居跡である。ここの住居は、**Photo 2**からわかるように、ほとんどが竹と木材による高床式で、地上1.2ないし1.5m付近に床がある。写真からわかるように、歯抜け状に家屋流失・全壊被害が表れているのは、海岸際で局所的に床まで津波で浸水した（したがって、津波による浸水深は1m強となる）家屋が破壊され、それがドミノのように隣接の家屋を破壊していったところである。また、係留されていた木造漁船が津波で打ち上げられて、家屋に衝突してこれを破壊し、やはり前述したと同じ過程で被害が伝播したものと推定される。なお、この半島状に突き出た地区の沖には東西に島があり、ここで回折した津波が東西両方向から来襲しており、アンケートに答えてくれた住民の多くはこれを2波と証

Table 1 Historical earthquakes occurred at near Flores Island since 1820.

Date	Universal Time		Location of Hypocenter		Magnitudes		Comments
					Etq. M	Tsn. m	
	h	m	S	E			
1820 XII 29	18:00+		7.0	119.0	7.5	3.5	Makkasar Is., Sumbawa Is. D* 400-500
1857 V 13	18:30+		8.0	125.5	7.0	2	Timor, D40
1891 X 6	4:45+		9.0	124.0	7.0	2	Timor
1896 IV 18	—		—	—	—	—	Timor, ALor D250
1908 III 23	20:00+		(8.7)	124.7)	6.6	(1)	Timor, Atapupu Tsunami in Ende
1928 VIII 4-5	—		8.4	121.7	volc.	1.5	Palu Is. D226 (Tsunami 128)
1938 II 1	19:40		5.2	130.5		1.5	Banda Sea
1938 X 20	2:19		9.2	123.2	(6.5)		Flores
1961 III 16	13:45		8.2	122.0	6.3	no	Flores Is D2, I*6
1975 VII 30	9:17		10.1	123.8	6.1	no	Timor, Kupang
1977 VIII 19	6:08		11.1	118.5	Mw8.3	3	Sumbawa Is. D189, I75
1977 VIII 27	7:12		8.0	125.3	6.8	no	Atauro Is. D2, I25
1979 VII 18	night		8.4	123.5	lands.	1.5	Lomblen Is. D539, M*700
1982 VIII 6	20:40		8.5	120.6	5.6	no	Flores, Ruteng
1982 XII 25	12:28		8.4	123.1	5.6	1?	Flores Is., land slide D13, I417
1987 XI 26	1:43		8.4	124.3	6.5	(1)	Pantar Is., D83, I108
1989 VII 14	20:42		8.1	125.1	6.2	no	Alor Is., D7
1989 VII 31	17:07		8.1	121.4	6.3	no	Flores, Maumere, D2, 3
1991 VII 4	11:43		8.1	124.7	6.4	no	Alor, D23, I181
1992 XII 12	5:29		8.4	122.4	Mw7.8	(3)	Flores Is., D2, 100

\*D : dead, I : injured, M : missing

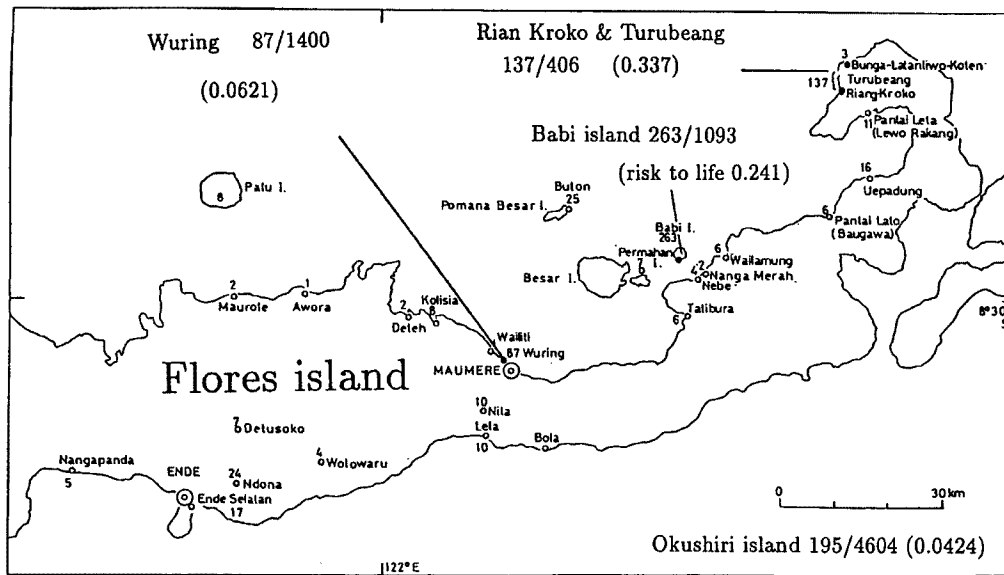


Fig. 3 Number of victims and risk to life at Flores Island.

言している。津波の波高は3m程度で、とくに西方向からの津波は、この半島の西側に広がった帽子のつば状のテラス地帯（幅約500m、当時の水深約1m）で少し増幅されたようで、東方向から来襲した津波による被害より大きい。流失せずに残ったモスクをはじめとする建物は、土台が高床式でなく、レンガ積みのような基礎をもつものであったが、津波による浸水と地震による壁の亀裂や屋根の落下などのため、建物として残ったものの、ほとんどが作り直す必要がある。ここでの（死亡リスク＝死者数／住民数）はおよそ100/1,400であった。

対策は、現地の風土と経済事情を考慮して、床の高さを現状より50cm程度あげることと、漁船の泊地の整備が考えられる。

(2)バビ (Babi) 島：**Photo 3** はバビ島を南側から撮影したものであり、直径2.5km、標高350mの野球帽のような島であって、つばにあたる南側の部分に**Fig. 4** のように2つの集落があった。ここでの（死者数／住民数）は263/1,093であった。**Photo 4** は西側の集落跡を上空から撮影したものであるが、モスクをはじめ高床式の住居などのあらゆる建物はすべて津波で破壊され、その残骸が**Photo 5** のように山際のココナツの林の中に5.6mの高さにギッシリと詰まっ



Photo 1 Aerial view of Wuring village damaged by tsunamis.



Photo 2 Ruined wooden-made houses of high floor type.

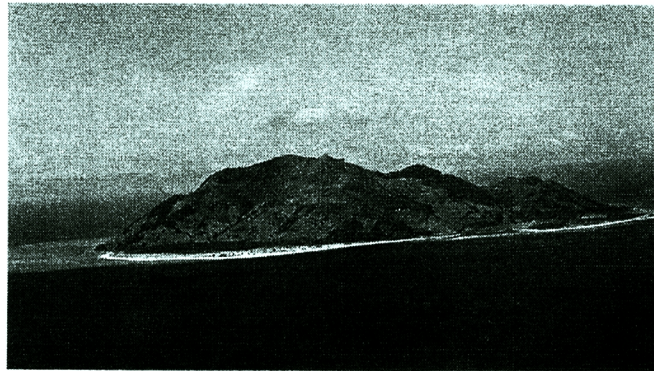


Photo 3 South-west side of Babi Island.



Photo 4 All houses in the village A were swept away.



Photo 5 Scattering of collapsed remains of houses in the coconut tree forest.

ているという惨状であった。津波は対岸のフローレス島で反射し、しかも回折波が重なった可能性があり、5から7m程度の津波が襲ったことは痕跡調査から明らかである。Fig. 5は津波の数値計算によるバビ島での波高と流速の時間変化であり<sup>2)</sup>、痕跡調査の結果と一致している。この規模の津波では山の畑地で農作業していた住民以外はかなり高い割合で死亡したといえる。

州政府は今後バビ島での居住を禁止するということがあったが、百年以上に1回程度の津波に対して日常生活の犠牲が余りにも大きすぎて、住民でなくてもこの案に賛成できない。海岸の高さ10m程度のココナツの木はほとんど被害を受けずに残っており、そのことからココナツの林を沿岸にベルト状に作ると、津波の軽減にかなり役立つことは確かであり、さらに集落の中心部にコンクリート製の津波シェルターを兼ねたモスクや教会を立てればよいと思われる。

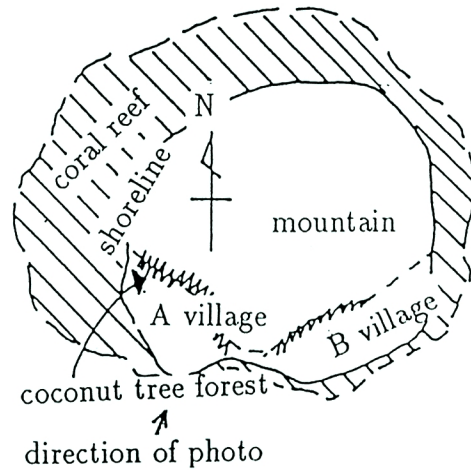


Fig. 4 Schematic diagram of Babi Island.

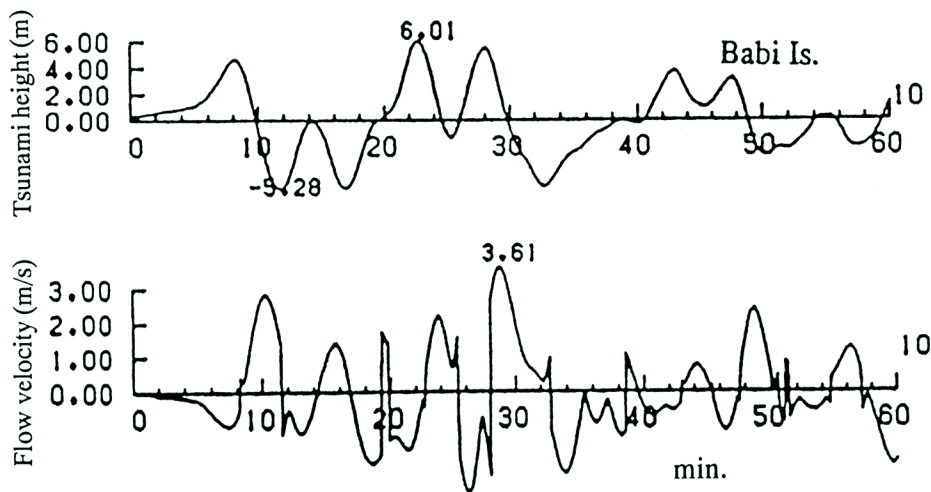


Fig. 5 Numerical results of tsunami height and flow velocity at Babi Island.



Photo 6 Side view of valley at which maximum tsunami runup height of 26.2m was recorded at Rian Kroko.

(3) リヤンクロコ地区 (Rian Kroko) : 今回の津波で最大の津波高 26.2m が測定された所である。住民の大半にあたる 137 人が死亡している。らっぱ状に沖に向かった地区であり、地震動も激しかったようで、大規模な山崩れや地滑りも多発しており、**Photo 6** の右手にもこれが撮影されている。津波対策は経済上の制約から立てようがないが、地震解析の成果などの援用を受けて、たとえば今後百年間は居住を許可し、それ以後は今回程度の規模の地震が起こるまで居住禁止するなどの行政指導も一案であろう。

#### 2.4 津波アンケート調査

アンケート調査票は、最初に英文で作り、これをインドネシア語に翻訳して、フローレス島に持参した。なお、アンケート調査票は、突発災害調査報告書<sup>2)</sup>に付録として掲載されており、詳しくはそれを参照されたい。アンケート内容は地震と津波に関するものであり、ここでは津波に的を絞ってアンケート調査結果を紹介して考察することにしたい。調査項目は約 50 の設問からなっており、沿岸各地の約 150 名の住民と面談した結果を記入し、集計した。アンケートは、今回の津波の特性、津波に関する一般的な知識、そして津波から助かったときの状況を明らかにすることを主眼としており、今後の津波災害調査の標準となるように考えて作成した。

1) 地震が発生したときに起こった現象：地震が発生したとき、回答者の周辺では、**Table 2** のように、地割れや地盤の液状化が多数観察されている。また、地滑りや落石などが起こっていることから避難の途上必ずしも安全でなかったことがわかる。これらは地震動そのものが大きかったことにも依存しているが、住宅地周辺の地形条件が人的被害の程度に密接に関係することを示している。

2) 地震後、津波来襲までの時間：住民の多くは腕時計を所持していないので、回答はあくまでも主観的であり、**Table 3** にその結果をまとめて示した。これから、回答者 99 人中 1 人を除いて 5 分以内と答えており、地震直後に津波が来襲したことがわかる。この災害前に津波のことを知っていたのはわずかに 9 人であって、ほとんどの回答者は知らなかったといえる。そのことから、地震直後に津波を恐れてすぐに行動したものは極めて少なかったと判断され、津波が来襲するのを目撃して避難した人が圧倒的に多かったといえる。

3) 津波の第 1 波：震源での地殻変動は、南東方向下がりの低角逆断層地震である。地域的には押波で始まった所もあるようだが、**Table 4** の結果を見る限り被害の大きかった所では引き波から始まっている。それは、海底が見えたと答えている住民が多いことから裏付けられる。ただし、海底が見えたということは、実際に津波がやってくるのがわかって走って逃げたことを意味しており、このことから地震後、すぐに避難行動を始めたわけでないことがわかる。

4) 津波来襲時の音：**Table 5** は津波がやってきたときどのような音がしたかを聞いた結果である。ドーンという雷の音と聞いた人やそれが連続したドラムを鳴らす音と感じた人が多い。これらの異音が津波来襲の前触れとして、たとえば津波予報に使えるようである。なお、飛行機の音というのは、海岸付近の浅いところでザーという音がしたことを言っているのであり、砕けながらやってきた津波を指している。

5) 海岸付近の津波の挙動：**Table 6** にあるように、ボアー状になって津波が来襲してきたとするものが多い。川のようなというのは、津波が陸上に遡上したときの様子を述べているものとも考えられる。

6) 津波の来襲回数とその大きさの順位：**Table 7** にあるように、来襲回数を 3 回としたものが圧倒的に多い。これには、島による回折のため、島の両端を回り込んで異なる方向から来襲したものを 2 波と数えている場合も含まれている。複数回来襲した津波で、**Table 8** のように、最大は第 2 波と答えた人が圧倒的で、59 人、1 回目と 3 回目はいずれも 7 人であった。

7) 津波高：**Table 9** からわかるように沿岸の至るところで巨大津波が来襲したわけではない。むしろバビ島やリヤンクロコ地区は例外であって、3 m 前後というのが一般的である。

8) 津波の来襲方向：**Table 10** から来襲方向が東西に分布していることがわかる。これは今回の津波の断層モデルからも予測される結果である。もちろん島による回折の影響のほか、バビ島の集落を襲った津波



Table 2 Phenomenon occurred at the moment of earthquake.

Abnormal Phenomenon	No. of R*
crack in the ground	105
gushing of water	102
gushing of sediment	97
landslide	22
falling rock	1

R\* : Residents

Table 4 Behavior of first tsunami at shore.

Examples of Answer	No. of R
firstly, backwash began	95
sea bottom was seen	78
sea bottom was not seen	10

Table 6 Behavior of coming tsunami.

Examples of Answer	No. of R
gently sea level rising	10
like bore	45
like river	18

Table 3 Tsunami coming time after earthquake.

Time Required	No. of R
1 (min)	6
1~2	8
1~5	1
2	10
2~3	29
2~5	6
3	11
4	3
5	24
10	1

Table 5 Sound in accompany with tsunami.

Kind of Sound	No. of R
dram	8
airplane	37
thunder	54
diesel engine	2
no sound	1
shower	2

Table 7 Number of tsunamis coming.

No. of Tsunamis	No. of R
1	1
2	11
3	56
4	2
5	4
6	1

のように、対岸で反射して南側から来襲したという回答例も見られる。

9) 災害経験：回答者の災害経験では、Table 11 に示したように噴火を知っていた例が31、小さな地震が日常的に起こっていたと答えた例が72あった。これらは、住民が異常な自然現象とは無縁でなかったことを示すが、この島の住民にとって生死に関わるような重大な事件ではなく、その意味で今世紀に初めて経験した自然災害とあってよいだろう。

10) 津波の学習効果：Table 12 は今回の津波を経験して、住民は津波に関してどのような知識をもっているかを調べたものである。まず、津波は地震によって必ず起こるか、という問に対して大多数がそうでないと答えている。住民は小さな地震をこれまで多く経験してきているから、このように答えることができたのであろう。高い波と津波との区分もかなりの住民ができるし、今回の津波を経験して、津波が1波でないことも学習したわけである。津波が来たとき走って逃げた人が圧倒的に多く、津波が来るのを見てあわてて走って逃げたというのが実情であろう。

11) 海岸からの距離と助かったときの状況：Table 13 から、54名の回答中、45名は津波来襲時に海岸から100m以内に居たと答えるなど、大部分は海岸の近くに居たと言える。つまり、ほとんどの住民は津波の存在を知らなかったため、地震の後すぐに避難などの行動をとらなかったと言える。Table 14 は津波がやって来たとき、身体の中の部分まで水に浸かっていたかを聞いたものである。津波が来たとき走って逃げ

Table 8 The order of the highest tsunami attacked.

The Highest Tsunami	No. of R
first	7
second	59
third	7

Table 10 Direction of tsunami coming.

Direction of tsunami	No. of R
W	39
Wand E	5
E	6
NE	14
N	7
NW	4
SW	1
S	4

Table 12 Tsunami disaster lessons.

Question	Yes	No
earthquake generates tsunami	3	70
high waves are not always tsunamis	64	16
tsunami is single wave	1	82
run away when tsunami came	79	6
stay in the house	7	

た者は79名であったが、全身まで水に浸かったと答えた者が大半であって、助かったものの危機一髪であったと考えられる。

## 2.5 津波の教訓

今回の地震津波災害から、つぎのような幾つかの教訓が得られる。

(1)今回は、局地的に津波高が大きくなったところを除いて、それほど大きな津波が襲ったわけではない。しかし、アンケート結果からもわかるように、そのような津波で助かった人でも、逃げるときには首まで水に浸かっている。間一髪で助かっているわけである。このように地震後すぐに津波がやってくる恐れのあるところでは、テレビ等を通して情報を得てから避難を始めては遅すぎるわけである。日頃より津波のことを知って、自分で判断して瞬時に安全な所まで避難する必要がある。

(2)過去の震源分布から、将来起こり得る地震の震源を予想して対策を立てた場合、その震源位置が大幅に予想とはずれた場合のこともある程度想定して、津波対策を立てておく必要がある。とくに、避難の途中で崖崩れや落石が起こる恐れのあるところでは、避難経路もしっかりと決めておかねばならない。

(3)津波は単に水位が上下するだけでなく、大きな運動エネルギーをもっていることを理解しておく必要

Table 9 Frequency distribution of tsunami runup height.

Tsunami Height	No. of R	Tsunami Height	No. of R
1 (m)	4	6 (m)	20
1.25	5	7	3
1.5	7	8	1
2	17	10	3
2~3	1	17	1
3	15	17~18	1
4	5	20	1
5	1		

Table 11 Experienced kind of natural disaster.

Kind of natural disaster	No. of R
flooding	1
volcano eruption	31
earthquake	72
drought	5

Table 13 Distance between tsunami eyewitness and shoreline at the moment of tsunami coming.

Distance	No. of R	Distance	No. of R
0 (m)	7	50 (m)	3
5	11	100	2
10	9	250	2
15	4	400	1
20	2	500	1
25	2	1000	3
30	5	2000	2
40	1		

Table 14 Water depth of submerged body in tsunami flooding.

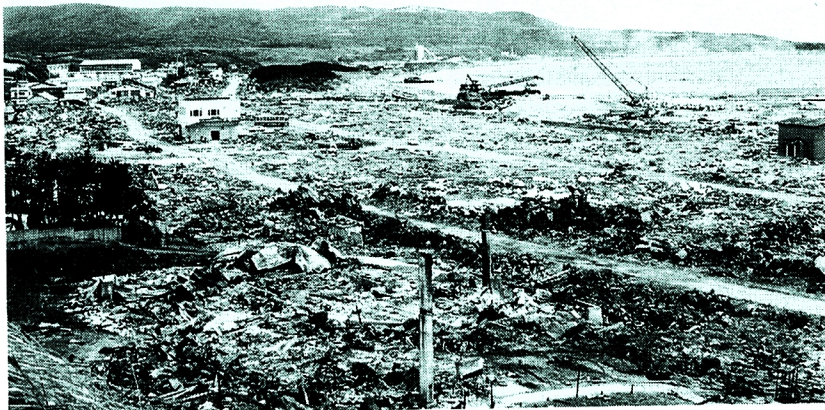
Submerged depth	No. of R
no inundation	9
ankle	5
knee	4
waist	14
whole body	45

がある。したがって、係留中の大型漁船や外洋ヨット、レジャーボートなどが津波で座礁・転覆後津波と一緒にあって沿岸部を襲い、防潮堤や防潮水門を破壊する恐れがある。東京、横浜や大阪などでは大型フェリーやコンテナ船がこれに加わる可能性がある。

### 3. 北海道南西沖地震津波調査

#### 3.1 概説

北海道南西沖地震津波によって、奥尻島を中心とする北海道南西部の日本海沿岸地域に大きな被害をもたらした。死者・行方不明者234名（奥尻島195名を含む）、負傷者236名、家屋の全壊558棟（その内、奥尻島の青苗地区の火災による全焼192棟）、半壊247棟、一部損壊2,193棟、床上浸水222棟、床下浸水223棟であった。地震直後に来襲した津波に対して津波警報が間に合わなかったことが人的被害を拡大させた大きな原因だと言われている。現在の津波予警報体制では、地震発生後、津波の計算、予警報の発令、



(a) North-east area



(b) South-east area

Photo 7 View of Aonae district, Okushiri Island.

住民への伝達の一連の作業に約10分を要する。したがって、地震直後の津波の場合、予警報の発令を待たずに、住民が自主的な避難行動をとることが必要となってくる。ところが現状では、これを想定した住民避難マニュアルがなく、また、住民の津波に対する知識の不足などのため、自主的な避難行動を期待することが困難となっている。そこで、本報告ではまず、被災状況を簡単に紹介した後、津波予警報伝達体制の現状を明らかにし、その問題点を指摘する。つぎに、津波の来襲までに、津波警報を伝達するのに十分な時間的余裕があった場合の人的被害の予測を行う。さらに、これらの成果をふまえ、津波に対してどのような避難マニュアルを作る必要があるかということについて述べる。

### 3.2 被災の実態

この地震津波災害については、報道各社によるテレビ放映、写真集の発刊が相次ぎ、また各種の機関からすでに20を超える報告書が公表されている。ここでは、これらと重複することを避け、トピックス的に被害の大きかった奥尻島の被災の実態を紹介する。

今回の災害でもっとも特徴的な被災形態は、奥尻島青苗地区での津波による火災の発生であろう。これは、複合災害の典型例であるが、同じ例が1933年の昭和三陸津波によって釜石市でも同程度の規模で発生しており、何も目新しいことではない。前述したフローレス島地震津波でも、ウリン地区で津波によってやはり火災が発生している。**Photo 7**は青苗地区の被災直後の写真であるが、津波で洗い流された地区を示す(a)と焼失した地区を示す(b)とを比較すると、後者に電柱が多く残っていることに気がつく。このほかに、家屋の土台のボルトの状態などからも津波と火災のいずれが家屋の破損につながったかを明らかにすることができる。

ここでは、1983年の日本海中部地震津波によっても被災し、当時死者が1名発生している。このため、その後この地区の海岸護岸や防波堤が1m嵩上げされている。これによって、天端高は平均海面上約5.5mになっている。この地区へ来襲した津波の推定高さは、第1波が西方向から来襲し、10m、第2波が東方向で6mと言われており、この天端高ではもちろん不十分であった。津波は高潮と違って大きな運動エネルギーをもっている。津波の周期によっても相違するが、直立の防波堤や護岸に衝突した場合、およそ津波の高さの2倍は水位が上昇すると考えてよい。津波防災の難しさの1つは、現場の担当者でさえこの現象を理解できない場合が多いことである。もし、海岸構造物だけで今回の津波対策を考えるとすれば、天端高が実に20m近い津波防潮堤が必要であり、実際上実現不可能である。しかも、**Photo 8**に示すように、生活の不便さから防潮水門が開いたままになっていたり、護岸の施工の悪さが随所に目だった。奥尻島では、今後少なくとも数十年間、今回程度の規模の津波が来襲しないと考えるのが妥当であり、長期的な地域計画に基づく低頭度巨大津波対策と中規模以下の津波対策をきっちりやっておく必要がある。

**Photo 9**は青苗から藻内に通ずる道路を撮影したものである。まず、海面上約10m以上の高さで笹が一直線状に枯れており、ここまで津波が遡上したことがわかる。この海岸では、夏休みに入ると北海道各地からキャンパーが訪れ、道路の両側にテントがビッシリと張られると言われる。彼らのために簡易水道が敷設されることも聞いた。仮に、地震津波が1カ月後であれば、人的被害は倍以上に膨らむことは必定であろう。社会が多様化するにつれて被災形態も偶然性に支配されることが多くなってきていると言える。**Photo 10**は今回の津波でもっとも大きい遡上高30.5mを示した藻内の海崖を海側から撮影したものである。この場所の沖に数百メートルの間隔で岩礁が海面上に突出しており、これらの影響もあって、特異の値になったと推定される。なお、著者らは災害調査で津波の遡上高の地域分布を調べたが、その結果はすでに他書で多く引用されているのでここでは触れないことにしたい。また、津波の数値計算も、地震から想定される断層を用いた結果と痕跡調査結果などとは未だ整合性がよくないので、ここでは紹介しないことにする。

### 3.3 警報伝達体制の現状と問題点

北海道南西沖地震津波によって大きな被害を受けた奥尻島及び渡島半島の日本海側地域の警報伝達体制の



(a) Broken coastal dike



(b) Never-closed water gate

Photo 8 Examples of poor maintenance and construction at Aonae.

現状を明らかにするために、奥尻町と渡島半島の函館市から寿都町までの16市町村の防災無線の設置状況を調べてみた。ここでは、それに基づいて警報伝達体制と問題点について考察する。

#### (1) 警報伝達体制の現状

1) 同報系無線の設置状況：災害発生時に市町村役場から住民へ情報を与えるための設備である同報系無線の設置状況であるが、16市町村のうちこれらの設備があるのは福島町、松前町、熊石町、奥尻町の4町のみである。熊石町、奥尻町についてはほぼ全家庭に戸別受信子局があり、さらに屋外受信子局も町内ほぼ全域をカバーしている。前者の、熊石町では17時15分以降は防災無線の本局を町役場から消防署に切り替えることによって24時間体制で防災無線システムを機能させており、戸別受信子局についても電気・電池を自動切り替えするようになっており、災害発生時の停電に備えている。また、奥尻町でも熊石町同様、戸別受信子局が電気・電池自動切り替えになっており、この2町については、ほぼ完璧といえる防災無線網であると考えられる。

一方、福島町および松前町については戸別受信子局は無く、屋外受信子局については松前町で町内の約50%しかカバーしていない。前者の福島町については屋外受信子局が3局という数字だけでは町内のどの程



Photo 9 Marks of tsunami runup on a hill slope along Aonae-Monai coast (the height is about 10m above M. S. L.).



Photo 10 Steep valley at which maximum tsunami runup height of 30.5m above M. S. L. at Monai.

度の面積をカバーしているのかは判断できないが、完全とは言い難いであろう。残りの市町村については不備であると言える。

2) 移動系無線の設置状況：つぎに災害発生時に市町村役場側が住民側より情報を収集するための設備である移動系無線の設置状況であるが、これについては16市町村中10市町村に設置されている。その中で、熊石町では町内の各地域に連絡員を置いてそれらの人に携帯用の無線を持たせている。これは災害発生時に道路の不通などで特定の地域が孤立してしまった場合などに威力を発揮するであろう。その他の市町村では役場の公用車（広報車など）に携帯用の無線を積んであるというところが多かった。

移動系無線が設置されている10市町村での設置台数については、具体的な数字を回答したところと、無線の有無だけを回答したところとがあった。移動系無線については、各市町村によって人口や面積などが異なるため、設置されている数からは、どの程度であれば十分であるかは一概には言えない。

3) その他の警報伝達手段：北松山町，大成町，松前町（20ヶ所のスピーカーは同報系無線として扱ったが，本来は消防団緊急招集システムと呼ばれるものである）では町内の消防団を招集する設備を防災無線の代替設備として使用している。また，島牧村では電話回線の空き時間を利用してのオフトークシステムがほぼ全戸にあり，これは定期的に村内の連絡（役場から住民へ）に利用されている。知内町では町内会の代表者からその町内の人々の家庭へのスピーカーが設置されている。これは役場から町内会の代表者の所へ伝達された情報を代表者が町内の人々へ伝達するというシステムである。江差町，瀬棚町では消防用のサイレン（主に火災用のもの）を用いている。

(2)問題点

今回調査した16市町村の大部分においては，警報伝達体制がまだまだ不十分であることが明らかであり，問題点はこの点に集約できると思われる。ただ，上ノ国町に代表されるように（上ノ国町では1994年4月1日より2,700台の戸別受信子局と23の屋外受信子局が設置される予定である），今回の津波を契機にこの地域では防災無線網が大幅に整備されることになっている。しかし，全国的には不十分な警報伝達体制しかもちあわせていない市町村がまだ多くあるものと推定される。確かに，数10年に1度，場合によっては100年以上に1度来るかどうかという津波に備えて防災無線網を充実させるといった状況下では，現在のようない地方自治体まかせの状態では，急速な整備は困難となっている。警報伝達体制の確立を目指すのであれば，どのような体制がその地域にとって理想であるとか，住民にとって警報体制が何故早急に必要であるかについての同意を得て，これを隣接市町村と整合性を保ちながら充実させることが肝要であろう。ついで，このような設備の導入では多額の予算が必要であって，その意味から，この問題を地域ごとの問題としてではなくもっと大きな視点から，国の津波防災プロジェクトとして取り組まなくてはならないだろう。

3.4 警報と人的被害の関係

本津波災害では，大津波警報が住民に伝わる前に津波が来襲したために，大きな人的被害が発生したと考えられている。それでは，津波来襲が警報伝達後，かなり時間経過してからやってきた場合，人的被害がどのようなようであったかを予測する。

(1)津波発生時の漁業関係者の避災行動

北海道南西沖地震津波のように地震直後に津波が来襲した場合，主として女性，子供，老人などの災害弱者が避難できずに被災したケースが多かった。しかしながら，地震後津波来襲までにある程度の時間的余裕があったにもかかわらず，多くの被災者を発生した日本海中部地震津波などでは，漁業関係者などが避難せずに被災した，あるいは間一髪助かったケースが多かったものと思われる。その点を明らかにするために日本海中部地震津波時の漁業関係者の行動について調べてみた。

Table 15は，漁港漁村建設技術研究所が日本海沿岸の24の漁港で行った「日本海中部地震津波来襲時に各漁船の船主がどのような行動をとったか」についてのアンケート調査<sup>3)</sup>のうち代表的な8つの漁港についてまとめたものである。すなわち，アンケートの回答のあった漁船を船主および乗組員が港へ船を見に来た場合と，港へは来なかった場合（港までは来たものの再び避難した場合も含む）との2つの場合に分けたとき，それぞれの漁船数及び漁港に来襲した津波の高さを表にしたものである。なお，『船を見に来る』とは，漁船を沖合いまで避難させる，係留しなおす，あるいは陸上に引き揚げる等の行動を取ることを意味する。また，Fig. 6はTable 15

Table 15 Number of fisher men who came or did not come to the fishery harbor.

N. of F. H.	A*	B*	Tsunami height
Aonae	32	0	3 m
Iwasaki	14	9	5
kodomari	26	5	5
Iwadate	2	8	8
Hachimori	0	14	10
Kitaura	4	5	8
Kaneura	8	1	3
Ryotsu	5	0	2

\*A : Persons who came to F. H.

\*B : Persons who did not come.

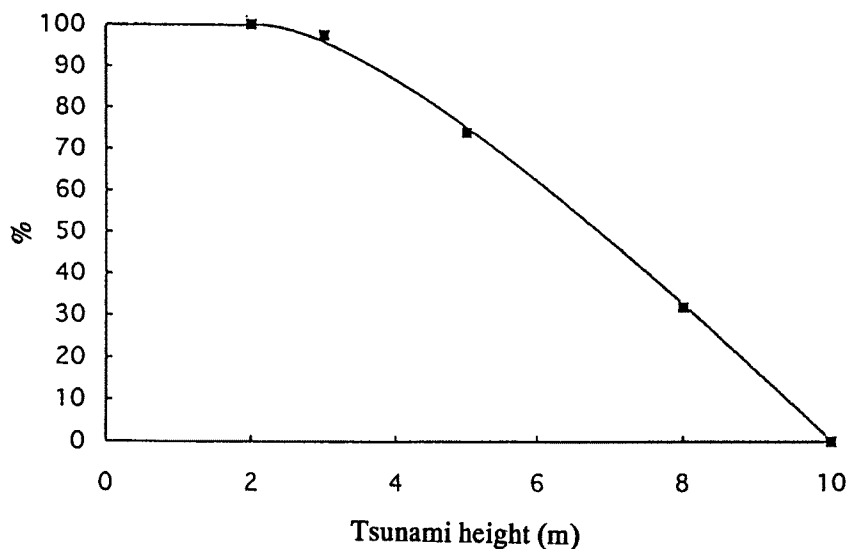


Fig. 6 Relationship between tsunami height and the ratio of number of fisher men who came at fishery harbor/their total number.

の結果から、全漁船のうち船主が港へ船を見に来た船の割合が、津波の高さとともにどのように変化したかを表したものである。

これらの表や図からもわかるように、津波高さが高くなるとともに船を見に行く割合は減少している。3 m以下の津波であれば、ほぼ100%、3~8mの津波であれば30~80%の船主が港へ集まっている。しかし、8 m以上の津波であれば、ほとんどの船主が船を見に行くことを諦めている。しかしながら、実際に船を見に行ったか否かは別として、とりあえず船を見るために港へ足を向けた船主の割合は、津波の高さに関係なく、ほぼ100%であった。つまり、船主や漁師は地震後とりあえず港まで行き、そこでさらに、船の係留状態などを確かめるために船のところへ行くか船を諦めて避難するかを判断していることになる。言い替えれば、これらの表や図は船主や漁師がどの程度の津波であれば命の危険を感じるかを表したものとさえ言えよう。ちなみに、漁港の船着場の海面からの高さは約1.5m程度であるので3 mの波高の津波が来れば、ほぼ確実に津波が陸上に遡上し、人的被害の発生する危険性がでてくる。

#### (2) 漁業関係者の被災の可能性についての予測

もし地震発生後、津波来襲までに避難勧告をすべての住民に伝えたくて避難するだけの十分な時間があったなら、津波による被災者は極端に少なくなっただろうか。(1)で述べたように日本海中部地震津波の際には、一旦安全な場所まで避難したにもかかわらず、再び高台から港へ船を見るために戻って来るといった行動をとった漁業関係者が数多くいた。つまり、たとえ時間的余裕が十分にあったとしても、一般住民からの人的被害の発生数は減少するであろうが、漁業関係者からの人的被害は逆に増加するため、被災者数は必ずしも減らなかったのではないかとこの疑問が生ずる。

このように、津波発生から津波来襲までにある程度の時間的余裕があった場合にも、津波による人的被害は、一般住民以外から、たとえば漁業関係者や海洋・海岸でのレジャー客などから発生する恐れが大きい。また、北海道南西沖地震津波の調査では、防災関係者、つまり警察、消防、災害対策本部等の要員は海面巡視を含めて、初めから危険覚悟の上で仕事に従事するという側面をもっていることがわかっており、これらの人員が各市町村で10人を下らないことから、この分野でも大きな被害発生が懸念される。そこで、ここでは北海道南西沖地震津波の被害を受けた地域を対象にして、津波発生から津波が来襲するまでに住民が避



難するの十分な時間があった場合、逆に漁業関係者の人的被害はどの程度のものになっていたかを予測してみた。

1) 漁船数、漁業従事者数：Table 16は北海道南西沖地震津波で死者の発生した5町村の漁船数と漁業組合員数をそれぞれの漁業組合に問い合わせた結果である。漁業組合員数が漁業従事者数と等しいとは言えないが、漁業従事者数を調べるのが不可能であったため、漁業組合員数で各町村の漁業従事者数を表すことにした。この結果より、これら5町村での漁船1隻当りの漁業従事者数は0.7人であることがわかる。

2) 漁船停泊率：漁業者には、対象とする漁種による漁期が季節によって変化する。すなわち、1日のうちで漁船の停泊時間が季節的に大きく変化すると考えられる。そこで、Table 17は1例として奥尻町の全登録漁船を漁の種類ごとに分類し、それぞれの数およびその漁船の操業期間、操業時間帯をそれぞれの漁協に問い合わせて調べたものである。つぎにこれらの表よりこの地域の各季節（1月、4月、7月、10月）ごとの代表的な時間帯別の漁船の停泊率を算出した。

3) 人的被害の予測の背景：前述したデータとその結果を用いて(1)で述べた日本海中部地震津波での漁業関係者の津波発生時の行動パターンに当てはめれば、各季節別、各時間別に津波の高さがどのくらいであれば、どの程度の漁業関係者が津波発生時に港まで船を見に来るかが予測できる。予測方法の手順については以下に示した。

①港に停泊している漁船数：津波時に船を見に来る漁業関係者の数をまず求めた。最初に対象とする月および時間を決定し、それぞれに対応する停泊率を求め、それに全漁船数（2,088隻）を掛ければ、それぞれのおよび時間における漁船の停泊数が求められる。

②漁に出ている漁業者の数：①で求めた漁船の停泊数にTable 16より求めた漁船1隻あたりの漁業従事者数（0.7人）を掛ければ、漁に出ている漁業者の数、すなわち、その時間に津波が来た場合、港へ船を見に行くことの可能な漁業者の数が求められる。

③船を見に来る人数：この地域に津波が来襲した場合の漁業関係者の行動が、日本海中部地震津波時に漁業関係者がとった行動と一致するものと仮定すれば、②の結果に、Fig. 6に示した各津波高さごとの船を

Table 16 Registered numbers of fishing boats and members in every fishery union.

Name of town	No. of fishery boat	No. of fishery men
Okushiri	696	405
Shimamaki	166	268
Sedana	601	254
Taisei	503	506
Kitahiyama	122	36
Sum	2,088	1,469

Table 17 Time table of fishing category in south-west littoral area in hokkaido Island.

kind of fishing	No. of boat	Working months	Working hours
cuttlefish	84	Jul-Jan	16:00~4:00
gill net fishing	16	Sep-May	3:00~9:00
shrimp fixed shore net	2	Oct-Feb	11:00~7:00
set-net fishing	2	Sep-Dec	6:00~14:00
sea urchin, abalone	720	Jun-Aug	5:00~9:00
longline fishing	34	Mar-May	13:00~9:00
squid	34	Feb-Jun	16:00~5:00

見に来る人数の割合を掛ければ、何メートルの津波が来れば何人の漁業関係者が、港に船を見に来るか求められる。したがって、次式となる。

$$\begin{aligned} \text{船を見に来る人の数} &= \text{全漁船数} \times \text{停泊率} \\ &\quad \times \text{漁船1隻あたりの漁業組合員数} \\ &\quad \times \text{各津波高さにおいて船を見に来る割合} \end{aligned}$$

予測結果の1例を表にしたのが **Table 18** である。ただし、これは、あくまでも心配して港に漁船を見に来る人の数（被災可能性人数）であって、これがそのまま被災者数とはならないことに注意する必要がある。

つぎに、予測結果の詳細については以下の通りである。まず、代表的な、各月、各時間帯の漁船の動向はつぎのようにまとめられる。

① 1月の13時頃：1月、7月、10月の各月の13：00～15：00の時間帯は、漁船の停泊率が1年を通して最大となる時間帯であり、そのため船を見に来る人の数も最大となる。そこで、これらの1例として1月の13：00のデータを示した。

② 7月の7時頃：7月の6：00～8：00は1年を通して停泊率が最小となり、そのため船を見に来る人の数も最少になるときである。これは、この地域の漁船の大半を占めている、うに・あわび漁の漁船が出漁しているためである。

③ 7月の10時頃：7月の9：00～11：00にかけては、漁に出ているうに・あわび漁の漁船が徐々に港へ帰って来る時間帯であり、これらの漁船の半数程度が、まだ漁を行っている時間帯と言えよう。

④ 7月の22時頃：7月の22：00は北海道南西沖地震津波が発生した時刻として取り上げた。この時間帯の停泊率は92.1%であり、出漁している漁船は主にイカ釣り漁船である。言い替えれば、北海道南西沖地震津波が来襲した際に、漁に出ているために被災せずすんだ、という人の数は116人程度であったと考えられる。

⑤ 1月の24時頃：1月については、1年を通して夜間の停泊率が最も低い時期である。これはイカ釣り、ヤリイカ敷網漁という漁期の異なる2つの漁が同時に行われているためである。

⑥ 4月の7時頃：停泊率が最低となる7月の同時時間帯との比較のために取り上げてみた。

⑦ 10月の22時頃：10月は、昼間を除けば、残りの時間帯（13：00～3：00）では7月とまったく同じ停泊率を示す。その1例として10月の22：00の結果を示しておいた。

#### 4) 津波の高さと死亡リスクとの関係

津波の高さと死亡リスクとの関係については、1933年の昭和三陸津波の例<sup>4)</sup>を示したものが **Fig. 7** である。図中の曲線 a は最も人的被害の大きい場合に、b は小さい場合に相当するものと考えられる。前者の場合は、たとえば不意打ちの形で津波がやって来た場合とか、海岸近くで海をながめていた場合にあってはまると推察できる。これらの値がバラつくのは、一言で言えば、被災環境が相互に相違することに起因している。

#### 5) 被災者数の予測

まず、津波を心配して漁港に駆けつける人数としては、**Table 18** に示した被災可能最大数をとることにした。これらの人たちは海辺とその近くにとどまると仮定できる。そうすれば、津波が来襲したときの死亡リスクを与える関係は近似的に **Fig. 7** の曲線 a になると考えられる。そこで、両者の値から、想定被災者数を求めた結果は **Table 19** のようになる。

今回の津波の高さの沿岸分布から、高さ5mの津波は奥尻島だけでなく北海道本島でも記録されている<sup>5)</sup>。平均的に高さ5mの津波が、津波警報が伝達された後にやって来たとしても、人的被害は減らない可能性がこの表からわかる。一部の地域では10mを超える津波が来襲しており、さらに犠牲者が増加する恐れもある。なお、今回、海面巡視を義務づけられている防災関係者の数を考慮しなかったが、各市町村で少なくとも10名程度の人たち（警察官、消防署員、災害対策本部の係員など）が数えられることから、さら

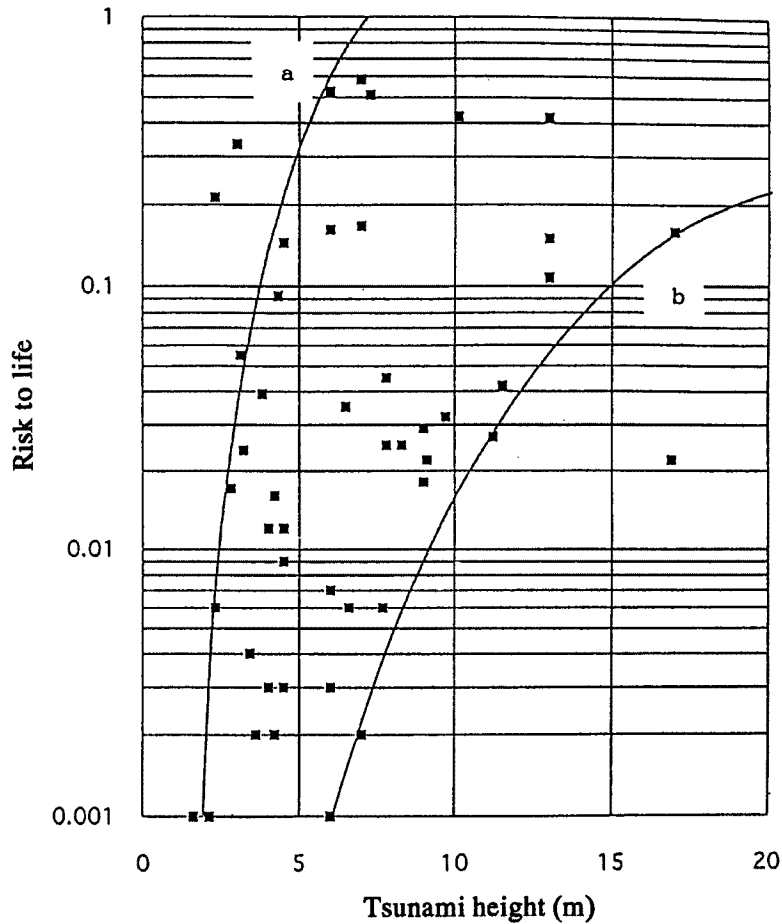


Fig. 7 Relationship between tsunami height and risk to life at Showa Sanriku Earthquake in 1933.

に犠牲者が増えることが予想される。

### 3.5 津波に対する避難マニュアル

#### (1) 避難マニュアル作成に必要な構成要素

避難マニュアル作成に先立ち、まず、地震発生から津波来襲以前に住民が避難を完了するまでの過程に存在する現状の問題点を明らかにし、それらの解決方法を考えなくてはならないだろう。Figure 8は現在の津波警報伝達のおおよその流れと、その問題点を示したものである。以下では、これらを1)～5)までの問題点にまとめ、そのそれぞれについて詳しく検討してみる。

1) 前述したように、現在の津波予報は震源の深さ、震源までの距離、地震の規模の3要素を基にして判断されているために、「地震は小さかったが、大きな津波が発生した。(専門的には津波地震という)」というような場合には、津波警報は発令されない。もし、このような事態が起これば、津波警報自体が発令されないわけであるから、住民の対応の遅れから、大きな人的被害を招くものと思われる。この問題については、地震のエネルギーと津波発生との関係などの研究を推進して、新たな津波予報体制を作り出すことによって、解決されることが期待される。

2) 津波予警報を受けた各地方自治体の長が情報不足や知識不足のために、住民に対する避難勧告の発令

Table 18 Numbers of fishing boats anchored at every fishery harbor in some typical fishing seasons.

Month	Hours	RA* (%)	Tsunami height				
			2m (100%)	3m (97.5%)	5m (74%)	8m (32%)	10m (0%)
Jan	0:00	89.5%	1,308	1,275	968	419	0
Jan	13:00	99.1%	1,448	1,412	1,072	463	0
Apr	7:00	90.3%	1,320	1,287	977	422	0
Jul	7:00	17.5%	256	250	189	82	0
Jul	10:00	65.7%	957	933	708	306	0
Jul	22:00	92.1%	1,346	1,312	996	431	0
Oct	22:00	92.1%	1,346	1,312	996	431	0

\*RA: Rate of fishing boats which stay in the harbor.

Table 19 Estimated number of loss of fishery mens' lives due to Hokkaido Nansei-oki Earthquake Earthquake.

Name	No of F. B.	Tsunami height	A*	Risk to life	B*
Okushiri	696	6.1	58	0.6	155
Shimamaki	166	5.8	63	0.55	37
Sedana	601	6	61	0.58	136
Taisei	503	5.5	67	0.5	108
Kitahiyama	122	6.5	45	0.8	20
					Sum 456

\*A: No. of persons who will come to F. H/No. of persons not come

\*B: Estimated No. of loss of lives

を遅らせてしまったり、誤った判断を下して避難勧告を出さなかったりするといった事態を招く恐れがある。その点についての解決策としては、気象庁側の津波警報の内容をさらに詳しいものに見直すこと、及び地方自治体側に避難勧告発令のための一定の判断規準、もしくは自動化をすすめることなどが、考えられる。

3) 適切な判断により、出された避難勧告も、すべての住民にすばやく伝わらなくては、宝の持ち腐れである。そのためにも、充実した防災無線網は必要不可欠である。

4) 適切な避難勧告が出されたとしても、住民側がこれに従い、すみやかに避難を開始しなくては、津波による人的被害の減少は望めない。この点については、結局、住民の自主的な判断に頼るしかないであろう。

5) 現在、各市町村では、それぞれの防災計画に基づいて、災害発生時の避難場所

**Occurrence of earthquake**

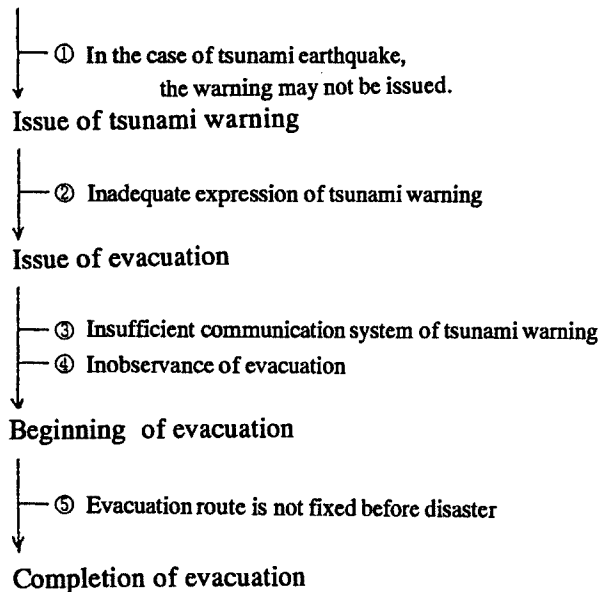


Fig. 8 Flow chart of occurrence of uncertain factors at the moment of earthquake tsunami.

については、指定されている場合が多い。しかし、そこに至るまでの避難経路については、はっきりしていない場合が多いようである。安全な避難場所を確保しておいても、安全な避難経路を確保しなくては、意味がない。この点の解決策としては、避難経路の災害発生時の安全性や、多人数が一度に避難できるだけの道幅があるのか、などについて各市町村が検討し、避難経路を指定することによって解決できるであろう。

以上が現在、推定される問題点である。このうち、4)以外の問題については、比較的、解決策が見出しやすいものと思われる。4)については、住民の判断を促すためのなんらかの方法を考えねばならない。この問題が解決されれば、津波による人的被害はかなり減少するであろう。ただし、これは地震発生後、津波の来襲までに、ある程度の時間があればという条件下の場合である。地震直後に来襲する津波による人的被害を減少させるためには、地震発生から、住民が避難を完了するまでの所要時間を、大幅に短縮する必要がある。そのためには、住民の反射的な避難行動が必要になってくるであろう。

ここで挙げた、住民が良識ある判断や自発的な避難行動を行うためには、“津波を知る”ということが最も重要であろう。“津波を知る”には、津波による被災の経験があるか、あるいは被災経験はなくても、津波についての正確な知識をもっている、ということのいずれかが必要である。しかしながら、津波の来襲というのは、非常に低頻度のものであり、被災経験があったとしても、長い時間が経過してしまえば経験が風化してしまう恐れがある。それゆえに、住民が学習によって津波についての正確な知識をもつということの重要性は一段と高いものとなる。

住民避難マニュアルには、津波に対する正確な知識を住民に記憶してもらうための工夫が必要不可欠である。以下に、その具体的な案を示すことにしたい。

#### 1) 津波危険地区の指定

津波危険地区の指定は、指定地区内の住民に、津波の危険性を常日頃から認識させるのに、おおいに役立つと思われる。津波危険地区の指定方法は、過去最大の津波遡上高を参考にしたり、津波シミュレーションを実施して危険地区を見出すという方法が考えられる。その際、防潮堤による効果は過大評価せずに、これで防げない場合の危険域を設定しておくことが望ましい。

#### 2) 津波の知識の普及

津波時に住民が正しくその危険性を認識し適切な避難行動をとるようになるためには、津波に対する科学的知識の普及をすすめるなくてはならないだろう。例えば、“海底地震の規模によって、その継続時間は長くなり、半日くらい余波が続くもので、津波来襲後、2時間くらいは十分な警戒が必要である。”というようなものである。こうした知識を避難マニュアルを通して住民に普及することは、人的被害の軽減に効果を発揮するであろう。

#### 3) 最大津波と最短来襲時間の推定

シミュレーションにより、その地域に來襲し得る最大の津波の規模、及び津波が來襲し得る最短の時間を推定しこれを避難マニュアル上で明示する。これにより、津波危険時に住民が常に最悪の津波被害を想定した行動をとることが期待できる。

#### (2) 避難マニュアルの普及方法

有効な避難マニュアルを作成したとしても、その内容がすべての住民に理解されていなくては、いざというときに役に立たない。そのためにも、常日頃から避難マニュアルの内容理解に努めておくことが、災害発生時に地域住民が、自主的に適切な行動をとり、また地域住民が災害対策本部の指示に従って秩序ある避難をする上で役に立つと考えられる。

そこで、避難マニュアルの内容を住民に理解させるための、方法をいくつか提案してみる。

#### 1) 広報活動

これは、最も一般的な方法であると思われるが、避難マニュアルの内容についてのパンフレットなどを定期的に配布し、住民理解を深める、という方法である。

#### 2) 学校における防災教育

防災のための安全指導は、学校教育のカリキュラムの1つとして取り上げられており、日本学校安全会では文部省体育局の協力を得て、学校関係者向けの防災に関する手引書を作成し、防災知識の普及を図っている。この方法は、学校教育を受けているすべての児童が参加するという点において効果的である。

### 3) 住民の避難マニュアル作りへの参加

これは避難マニュアルを作成したり、定期的にマニュアルの内容などの見直しを行うときに、なんらかの形で住民にも参加してもらうという方法である。たとえばグラフィックスを利用したビデオ作り、津波祭りなどのイベント企画、津波のモニュメント作りなども一案である。マニュアル作りに参加することによって、住民にとって防災活動というものが一段と身近なものと感じられるようになり、内容の理解に役立つであろう。

以上が主な方法であるが、避難マニュアルを作成し、それを利用するにあたっては、常にそれらの問題が地域住民にとって身近なものであり続けるようにすることが最も重要なことであろう。

## 4. 結 語

ここでは、インドネシア・フローレス島地震津波と北海道南西沖地震津波災害の調査結果を報告した。前者の場合、住民の大多数は津波のことを知らず、地震の後、津波がやってきたのを見て逃げだした人がほとんどであることがわかった。そのことから、統計には出ていないが子供や老人などの災害弱者の死者に占める割合が多かったと推察された。また、後者では、津波警報の発令方法・伝達システムについては、いまだ改良の余地が残されており、その内容も不十分であると指摘した。さらに、津波による人的被害の時間変化について予測したところ、地震発生から津波来襲までに、たとえある程度の時間的余裕があったとしても多くの人的被害が出る可能性があることがわかった。これら両者の津波災害の教訓として、津波による人的被害を減少させるには、まず、津波の危険性があるればすぐ避難するということである。そのために、住民が“津波を知る”ということが最も重要であり、地域の津波の特性を含む避難マニュアルを早急に作らねばならないことを指摘した。

## 参 考 文 献

- 1) 阿部邦昭ほか：1992年ニカラグア地震とその津波の調査，地震研究所彙報，Vol. 48，1993，pp.23-70.
- 2) 都司嘉宣ほか：1992年インドネシア国フローレス島地震とその津波に関する調査研究，突発災害調査報告，1993，115pp.
- 3) 漁港漁村建設技術研究所：1983年日本海中部地震による津波に伴う漁船行動及び被害状況調査報告書，1987，333pp.
- 4) 渡辺偉夫：日本被害津波総覧，1985，pp.115～120.
- 5) 石山祐二ほか：平成5年北海道南西沖地震・津波とその被害に関する調査研究，文部省科学研究費突発災害調査研究成果，1994，196pp.

FIELD SURVEY ON THE 1992 FLORES ISLAND EARTHQUAKE TSUNAMI  
AND THE 1993 HOKKAIDO NANSEI-OKI EARTHQUAKE TSUNAMI

By *Yoshiaki* KAWATA

**Synopsis**

The outline of damages due to the 1992 Flores Island Earthquake Tsunami and the 1993 Hokkaido Nansei-oki Earthquake Tsunami were presented. Both tsunamis inundated in the residential areas within five minutes. Through the questionnaire and field survey, tsunami characteristics and residents' behavior and warning systems were also described. Most residents in Flores Island have no knowledge on tsunamis and those in Okushiri Island, Hokkaido had not adequate information on tsunamis. In the former case, after looking at tsunami coming, they run away to safe places. In the latter case, tsunami warning issued by JMA took more than 10 min after the earthquake. Therefore, in both cases, the disaster weak such as children and old people might fell victim to the tsunami disaster. As disaster lessons, spread of tsunami information such as local tsunami characteristics and refuge programs are very important to mitigate the damages in tsunami-prone areas.