

2013 年度（第 49 回）水工学に関する夏期研修会講義集

水工学シリーズ 13-B-7

津波防災の歴史と今後の課題

東北大学 名誉教授

首藤伸夫

土木学会

水工学委員会・海岸工学委員会

2013 年 8 月

津波防災の歴史と今後の課題

Tsunami Defense Works in the Past and Problems for the Future

東北大学 名誉教授 首藤伸夫

1. はじめに

自然災害は、自然と人間社会が交差する所で発生する。通常は自然の恵みを享受して居ても、外力がある大きさを超えると災害につながる。外力が同じであっても、人間社会のあり方が変われば、規模や種類の異なる災害が起こる。津波災害も例外ではない。

人間の対抗手段が変われば、災害の規模が変わる。それを見て、人間の心に変化が生じる。心の変化が次の対応に繋がる。日本でこれが起こったのは、1960 年を境にしてと云ってほぼ差し支えない。

ここでは、文献によって昔の津波災害を知り、それぞれの時期の対策について見て行く事とする。文献の多くは津波デジタルライブラリ (<http://tdl.civil.tohoku.ac.jp>) で見る事が出来る。また、過去の津波高を知ろうとするときには、津波痕跡データベース (<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp>) を参照されたい。ここには、津波高を、発生位置情報のみならず、根拠となった文献の信頼度や数値そのものの信頼度も記入してある。

2. 過去半世紀間に自然との付き合い方は変化した

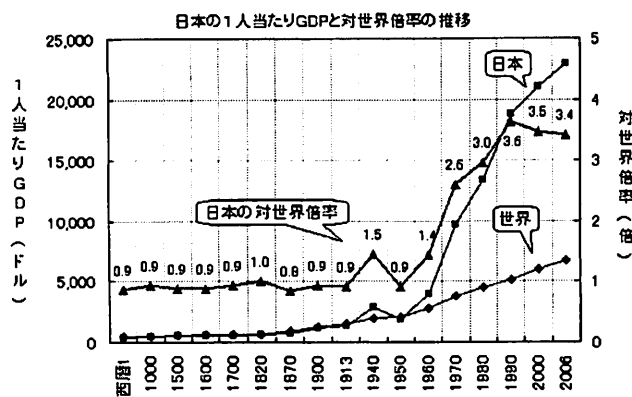
1940 年代の日本では、大雨があれば洪水になるのは当たり前であった。なにしろ、40 万平方キロの国土のうち、3/4 は山地である。年間 1700mm もの雨が、台風・前線性降雨・雪でもたらされ、山は世界平均の 10 倍もの速さで削られ、それが運ばれ落とされて出来あがった沖積平野が、我々が活動している場所である。国土面積のわずか 1/4 でしかない。

そこを利用した人々は、水が出て当たり前の生活をした。危険ではあるが、入り込めば実入りはよい。一時避難所を水山、水屋と云う形で用意したのは北上川下流地帯の人々である。一関市千歳橋東詰めでは、洪水が出るたびに家屋を綱で大木に繋ぎ、引き際のまだ浮いている家屋を元の場所に引き戻して住んだと云うたくましい例もある。大井川下流部の舟形屋敷もそうした類だし、長良・揖斐・木曾三川の輪中を知らない人は居るまい。

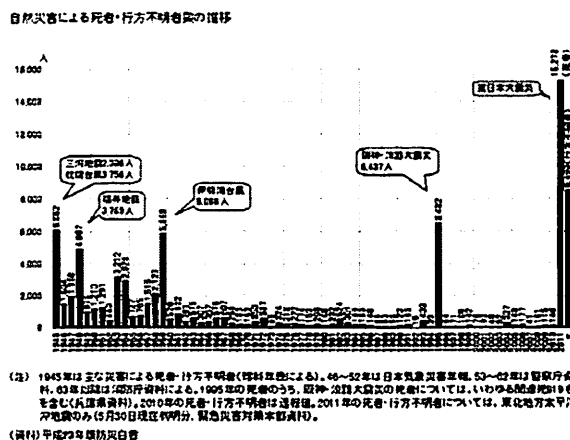
1958 年の事である。静岡県伊豆半島を縦断し沼津で海に出る狩野川が大氾濫を引き起こした。このとき、初めて河川技術者が災害直後の川を飛行機から眺めた。降りて来ての第一声が、「川は自分の流れたように流れて居た」であった。堤防や水門などの人工構造物は全く無視されたのである。当時の人はこのことを自覚して居た。

下って 1986 年、宮城県松島の北にある鹿島台町で、吉田川が破堤氾濫した。ここは品井沼と云って元禄時代から干拓の試みがなされ、明治以降に使われるようになった所である。破堤後 1 週間も経ったところ訪ねてみると、周囲はまだ惨憺たる有様なのに、もう普段の生活に戻っていた家が一軒あった。「さすが地元の人

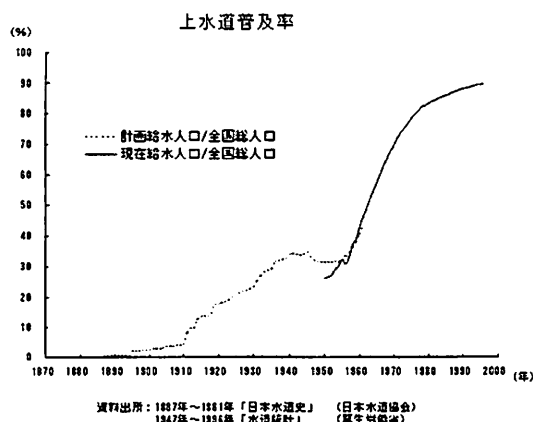
だ。昔、沼だった事を知って居たのだろう」と尋ねると、「違う。1950年に他所から来た。回りを見ると堤防がやけに高い。これは何かあるぞと、一階の壁は石壁にし、納屋には小舟を用意して置いた。36年目に役立ったね」。



図一 国民所得の推移



図二 自然災害による死者・行方不明者数の推移
(www2.ttcn.ne.jp/honkawa/4365.html)



図三 上水道普及率の推移

リ津波記念誌の写真の表題が、「人間は自然を制御するか？ 自然は人間を嘲笑するか？」となって居るように、本当に構造物で防げるのかと疑問に思っている。

チリ津波対策緊急事業が終了した直後、1968年5月16日、十勝沖地震津波が発生した。津波高がチリ津

今、平成大震災の事後処理において、「堤防が高くないと安心出来ない」との声が大きい。まったく正反対である。

どうしてこうした変化が生じたのか。いつ頃からそうだったのか。1960年がその境であったとして良いであろう。

1950年代から、エネルギーを水力発電に求めて、大型のダム建設が進行するが、資金は世銀からの融資等が主であった。自前の金がつぎ込まれるのは、1960年から始まる所得倍增計画が進行してからである。図一に示すように、国民所得が急増して行く。

こうして財源が確保された一方、構造物の材料は、それまでの土・木・石から、鉄・コンクリートに変わる。エネルギー源が石炭から石油に変わり、大型土木機械の運用も楽になる。傾いた堤防法面をコンクリートで覆うのも、バイブレーターの御陰で可能となった。

こうした対策の進行に伴い、自然災害による死者・行方不明者の数は激減する。図二がそれである。

これに加えて、災害防止以外の社会基盤も充実して行く。図三に、上水道の普及率を示すが、これも1960年を境として急に伸びて行く。それまでは井戸を自分で維持して居た。年に一度は自分で清掃をしなければ次の一年美味しい水を飲めなかった。良い水を供給するのは自分の責任であった。それが、きれいな水を供給するのは水道局の責任に変わった。こうして生活を維持するシステムが都市化するとともに、生活を営む考え方も都市化し、専門家に任せ頼る事になった。「水道の事は水道の専門家に。防災の事は防災の専門家に」となってしまう、場所毎に異なる自然災害を見る姿勢が忘れられて行く。

1960年5月、太平洋岸はチリ津波に襲われた。北海道から沖縄まで被害が発生した。高い所で6m程度、殆どの所で3, 4mであり、構造物で対処しやすい津波であった。そのため、チリ津波特措法には、「津波対策とは、構造物の新設または改良」と明記され、それ以外は無視されている。

だが、当時の住民は半信半疑であった。岩手県気仙地区のチリ津波記念誌の写真の表題が、「人間は自然を制御するか？ 自然は人間を嘲笑するか？」となって居るように、本当に構造物で防げるのかと疑問に思っている。

波より若干小さかったため、構造物主体の対策がほぼ完ぺきに働いた。そのため、津波は構造物で防げるとの考えが急速に広まって行く。

もっと大きな変化が農業に現れる。肥料の3要素と云われる窒素・リン酸・カリと水があれば、太陽エネルギーを人間の血となり肉となるものに変えてくれる。有機農業の時代、生物の排せつ物を主体とした窒素・リン酸・カリの3要素を土に補った。稲はそれを吸収して稔る。土にはまた3要素を補給する。これを土を作ると云った。窒素・リン酸・カリは循環していた。

今はこんな事はしない。水に溶いた化学肥料としての3要素を与える。稲の根に届けるには、地下に敷いた穴あきパイプで水ともども引き込む。使い残りの窒素・リン酸・カリはどこへ行ったか。もっと甚だしいのは、下水道である。3次処理までして見かけはきれいな水として海へ放出される。しかし、窒素・リン酸・カリを回収していると云う話を聞いたことがない。すべては海へ出された。その結果が、2011年津波で表に出た。あのヘドロで真っ黒な津波である。過去に砂が運ばれてきた例はたくさんあるが、ヘドロは今回が初めてである。

自然との付き合い方をどうするのか、真剣に考え直す好機である。

3. 明治以前の津波、被害と対策

3. 1 津波諸相

(1) 津波の発生

明治25年(1892)に設立された震災予防評議会が、同年に静岡県に古地震資料の収集を依頼した。その中に津波発生を目撃談がある(東京大学地震研究所、1977)。

「伝聞

伊豆加茂郡三浜村に伊浜と称する村落あり邑の北に高燈籠山あり海角の高山にして十数州を望むべし邑人常に秣を此山に取る安政元甲寅歳十一月四日邑人某同山に登る俄にして地大に震ふ已にして西方に爆声を聞く百雷の響の如し之を望めば巨大なる水柱の如き者海面に隆起して空際に登り忽ち海暝暗黒となりぬ忽ち変して巨大なる水輪となり下田伊豆諸島に向て進行し一方は駿河湾に向て進行す水柱の処は忽ち凹き事盆の如く暫時にして水又凸を為し一凸一凹数回の後海上漸く収まる・・・之を聞けば海嘯なりと云々」。

これが世界で唯一の目撃談である。まず巨大な水柱が立ち上がり、続いてその場所が窪み、また立ち上がり、数回凹凸を繰り返したと云う記述は、発生時点でも鉛直加速度が無視できないことを示唆し、現在の津波数値計算に反省をせまるものである。

なお、高燈籠山は現在は高通山と書くようで、松崎町HPによると、「高通山は標高519mの低山ですが、山頂からは北に西伊豆の海岸線と富士山、西に御前崎方面、南には変化に富んだ伊豆西南海岸が望める」見通しの良い場所である。また、高曽里山とも言われているそうである。

(2) 海底大地形との干渉 室戸岬野根の浦

1605年慶長津波の時である。四国室戸岬からの東岸では、場所に拠り津波高に大きな差が生じた。田山実の大日本地震資料(1904年)によると

「(置文写) 土佐国群書類従所載・・・

隣在所を聞くに、西寺東寺の麓の浦分にも、男女四百人余死す、野根浦は仏神三宝の加護ならん、潮不入、七不思議といふべし、突喰に老若男女貴賤三千八百六人死す、蓋伝へ聞に、南向の国は皆潮入、西北向の国は地震許にて潮不入、未来永代の言伝に書置者也・・・」と云い、また

「(三災録付録) 土佐国群書類従所載・・・

十二月十二月夜、頓に地震す、其時夜半ばかりに四海浪す、大塩入て国々の浦々を破損し、崎浜にも男女五十人余浪に死、御代官下代に津の国山田助右衛門殿と申侍夫婦小(子か)浪に被取り、朝の露ときへ給ふ、

あわれ哉、かなしひ哉、東寺西寺の浦々は、男女四百人余死す、甲浦は三百五拾人余死、宍喰には三千八百六人余死、此時野根の浦は、仏神三宝の加護にやあらん、塩不入、大成不思議也、東は（をカ）請南を請たる国は大汐入、西を請北を請たる国は、心動地震許にて塩いらず、是も未来永く之言伝に書置もの也」とされている。

これは突き出した岬の中ほどに極小値がでた例であるが、逆に襟裳岬での 1960 年チリ津波高分布を紹介しながら極大値が出たものとして、三好寿・山口和貞（1961）は、

「このように岬の先端からある距離の地点に極大があらわれるという例は、今次津波では犬吠岬南岸の飯岡に、また 1946 年のアリューシャン津波ではハワイ諸島の諸岬に、1933 年の三陸津波では同じく襟裳岬に見られたことがらである。」と紹介している。

（3）島の背後 瀬溝海峡

安政南海津波は瀬戸内海の奥で、しかも島影にあたる所でも大きな影響を及ぼした。岡山県瀬戸内市邑久町虫明の東端から離れて長島があるが、その西端と本土との間の幅 30m 程の海峡が瀬溝海峡である。この瀬溝海峡では平水より 2m 強の津波が襲来し、1m ほどの土砂堆積の発生が報告されている。

岡山県総務部消防防災課ホームページによると、

「1854 年（嘉永 7 年 11 月 5 日）安政大地震（M=8.4）

激震の際海嘯の徴あり、一昼夜に潮水の進退およそ 20～30 回にして、満潮の時、一時平水より 7 尺余を増し、これがため本村南岸字瀬溝海峡（虫明―長島）の如きは、およそ三尺の土砂をもって填塞し、字扇浦に泥土 2 尺余を埋塞せり。…略…300 余石積みの船舶を碇泊せしも今は漁船を入るのみ。（邑久郡史の裳掛村記事）。津波の波長は長いから、島の背後にも容易に入り込む。島の多い地形だから東西からの津波の位相差次第で海峡での流れが強くなり、大量の土砂が運ばれたのであろう。

（4）砂堆積

津波時に砂が運ばれて堆積した記録は数多いが、其中でも最大の堆積は静岡県南伊豆町入間に見られる。萩原直七の土地の旧家である外岡家の歴史を綴った「加美家沿革誌」（1958）によると、「島条並びに的場条方面」（現在の集落の中心地と思われる）は、津波前は遥かに低くかつ平坦であったが、津波により「各所に土砂堆積し」、「凹凸起伏極まりなき地勢」となり、「これがために島条方面は全部免租無年貢地」となったと記述されている。外岡氏の証言「津波以前は現在の集落地の西方に位置する外岡家から、集落地の当方に位置するビニールハウス付近の畠を見渡すことが出来た。しかし、現在は集落に阻まれており、その畠を見ることが出来ない。」、昭和 29 年代の水道敷設工事の際、道路下 12 尺の所から人骨が発見された事実、などから、高さ 8m、堆積量約 200 万 m³と推定されている。（浅井ほか、海岸工学論文集、45、371―375、1998）。

2m 前後の堆積は珍しいものではないが、8m にも達するものは他に見られない。

しかし、口碑ではあるがとして、684 年 11 月 29 日 天武 13 年 m=3 白鳳地震の際、

「高知市街の入口なる浦戸港の北方を孕という。距離 6,7 町の小海峡をなす。白鳳大變の時、大浪南方より打ち寄せ、この山脈を蹴破りて、小海峡をなせしが、当時その打欠ぎたる山の一部をば、なお潮勢にて北に押流し、孕より 20 丁ほど北方に坐らしめたり。これ今日の比島なり。

口碑も、こうなるとあいきょうがある。」（高知県史 古代中世編）なども興味を引くものとなってくる。

（5）大浸食

1498 年 7 月 9 日（明応 7 年 6 月 11 日）に発生した明応の津波で、浜名湖と海をつなぐ川が切れた。今切と呼ばれる事となる。東栄鑑には「明応 7 年 8 月 25 日、諸国大地震、遠州前坂と坂本の間の川に津波入り、一里余の渡しとなる、是を今切と号す」とある。

遠江とは、近江（琵琶湖：近淡海：ちかつあはうみ）の対としての遠江（遠淡海：とほつあはうみ）であったのだが、これ以来海に繋がりに入退潮する汽水湖になった。遠州と呼ぶ根拠は無くなったのである。

似たような地変で出来たのは伊豆大島の波浮の港である。もともとは 9 世紀に出来た噴火口であったが、

1703 年 12 月 31 日（元禄 16 年 10 月 23 日）の津波で海とつながったのである。伊豆七島志には、

「元禄十六年十一月二十二日地大に震ひ、波浮池決壊海と連なる、又海嘯にて岡田村人家五十八戸及回船漁船十八艘流没し、男女溺死する者五十八人（内流人二人）」とある。

3. 2 特殊な被害

（1）木材流出

1707 年 10 月 28 日（宝永 4 年 10 月 4 日）、我が国最大級のひとつとされる宝永地震に伴って $m=4$ の津波が紀伊半島沖を波源として発生した。産業が栄える場所ならではの災害が発生した。高知市では、「神谷庄屋家記云津浪松ヶ崎打越し巴堤を押切新町へ溢入其勢ひに三つ頭に積たる材木又何間か有穴両など何百本となく押込散乱すたまた大震に残り米漬の家蔵も是が為に打乱され微塵に成て流失したれば新町は樹木の外残る物なく満々たる海原となりたりし由」。

流木が凶器と化した最初の報告である。流木は現在でも大問題とされているが、十分な対策の取られて居ない港が多い。

（2）火事

盛岡藩雑書には、元禄 12 年 12 月 8、9 日（1700 年 1 月 28、29 日）の事として、「宮古代官所内の鍬が崎村に 9 日午前零時頃に津波が打ち寄せ、住民は山々へ逃げた。その後出火して 20 軒が焼失した。このほか 13 軒が津波によって大破したそうである」とあった。これは、津波で火事が起きた事を記す最古の文書である。

これは、米国西海岸のカスカディア沈み込み帯で発生した津波が日本に襲来した結果である。遠地地震であるから、もちろん地震の前触れはなく、何事が起こったかと大騒動になった。米国西海岸のインディアン伝説に大荒れの記憶があり、近傍の堆積物から発生年代が推定され、日本の記録と結び付いて、この津波の存在が実証された。日本では、この津波と思われる記事が那珂湊や田辺でも見つかっている。

（3）産業の潰滅

農業や漁業は常に津波被害を受けるのだが、1703 年 12 月 31 日（元禄 16 年 10 月 23 日）の元禄津波では産業の崩壊とも云うべき被害が生じた。その一つは伊東市の増訂豆州志稿に記述されている須美村和田である。早雲以来武具の町として栄えていたが、百六十余人死に、田地も砂原と化し、以後寒村になってしまった。作業場・作業道具・職人も全滅したからであろう。他は九十九里浜の地曳網漁業である。もともと関西漁民の技術伝播により成立し、関西の出稼ぎ漁民が関係していた。この関東出漁も、元禄 16 年の大津波をさかいに従来の活動は跡を断ち、これに代って地元漁民による地曳網漁業が一般化したとみられる。

3. 3 高地移転

（1）山ノ内

最古と思われるのは、岩手県山田町山の内に伝わる伝説である。昭和三陸大津波時に今村明恒が採話した。「役小角と津浪除け 此の行者が、一日、陸中の国は船越の浦に現はれ、里人を集めて数々の不思議を示し、後戒めて言ふには、卿等の村は向ふの丘の上に建てよ、決して此海浜に建ててはならない。若し此戒を守らなかったら、災害立どころに至るであらうと。行者の奇跡に魅せられた村人は能く其教を守り、爾来千二百年間敢て之に叛く様な事をしなかった。」（今村明恒、1933）。

（2）平の段

高知県土佐清水市の名勝龍串の近傍である。宝永津波（1707 年）は西の川を 1.5km 位遡上したらしい。平の段の東方杉の下に汐の打ち止めと云う所があり、津波の最後の地であるという。

羽鳥（1981）によると、藤井寺の北側あたりの標高 4m 付近にあった集落が現在の位置にあがったという。一方、三崎村誌によると、「そもそも平ノ段に人家聚落せしは此の亥の大変に依り今芝（小石山付近及び桜浜

地方)の本家敷、稗田(龍串地方)の三助家敷、爪白堺の勘六屋敷等住民の移住せしに充り、当時は一帯の竹藪なりしと伝う。」

(3) 文嶺(ぶんに)

壮大な失敗例もある(牧野、1968)。1771年八重山の明和大津波の後、石垣島では、最高行政庁である蔵元も4カ村も、従来の場所から凡そ3kmの高台、文嶺に移る事となり、その年の冬には希望者23戸が真っ先に移転した。蔵元も翌年には移ったものの、1774年には元の所へ再移転すべしとの意見が強くなった。

その理由は、

- ①船着き場から遠く万事不便、
- ②高地であるため用水が不自由、
- ③御用布の干し晒しは海岸でやるので、その点からも不便、
- ④離島民の往来に、時間労力に無駄が生じる、
- ⑤各地からの税穀や御用布を運ぶのに不便、
- ⑥津波後の食糧難、経済難で生活上困難な面が多い、

さらにマラリアの伝染の心配もあったという。

原位置へとの陳情を受け、僧侶、医者、諸役人、百姓一般の人々を集めて住民大会を開いて、再移転問題を討議し、採決の結果、文嶺を可とするものは僅か23人、否とするものは567人と云う結果で元に戻ってしまった。

3. 4 避難用の高台

(1) 日枝神社津波避難丘

千葉県鴨川市前原の鴨川平野南部の砂堆上にあるほぼ円形の2段からなっており、下段の径は30m、上段の径は20mで、直高は4m、標高は約10mである。房総災害史によると、「慶長津波(1605年)で前原浦は大被害を受けたので、盛土して塚を作った。元禄津波(1703年)来襲時には、この塚に逃げのぼったものは助かったが、他のものは水死した。元禄津波後、次の津波に備えてさらに盛土をした。」

(2) 静岡県浅羽町

遠州灘に面した浅羽町の中新田・大野・東同笠などでは「命山」、「塚」と呼ばれる人工的な小山を、屋敷の中や裏に7、8軒の単位で築かれている。塚の上には稲荷等の神仏が祀られている。可美村の大塚は、ある年の津波で村の多くの人が犠牲になったので村の一番高い所に犠牲者を葬った。その後、その塚を避難場所にすることを意識して、人工的に更に土盛りをして、熊野明神を祀るとともに、折にふれて浜の石を積み上げる習慣が出来た。(静岡県史、1996)。

3. 5 防潮堤

(1) 佐伯市

宝永4年(1707年)10月4日の地震津波で、倒壊家屋486戸、死者22人、田畑の損耗2千4百石余、城下の堤防崩壊160間余、等の被害が発生した。津波高は9尺5寸余と云われる。その日は昼夜7回にわたって潮が差しこんで来た。5日、6日にも地震が続き、潮が入り込んでくる。佐伯藩6代目藩主毛利高慶は、こうした海水浸入に備える堤防の築造を決意。杵形(現在の郵便局付近)から、蟹田(五所明神前下手石橋付近)までの堤防を10月21日に築造開始。役夫総数(延人数であろう)34,793人であった。12月24日に完成した。総延長37町49間(約4.1km)のうち新堤築造が11町53間(約1.3km)である。現在の番匠川の派川長嶋川沿いの位置で、当時はこちらが本川であったらしい。なお、堤防の高さについては記録がない。堤防の松並木を記憶して居る人もあったらしいが、現在は堤防も存在していない模様である。(佐伯市史)。

(2) 高知市宝永町

「更に下知の宝永町は、江戸時代の中世宝永年間に大海嘯の苦杯をなめた後、ここに堤を築いたのに始まるというから、ここから東は230年前にはまだ完全な陸地ではなかったものである」との話があるが、詳細は不明である。(土佐を語る)

(3) 広川町

和歌山県広川町(津波当時は広村)に、安政南海津波(1854年)ののち、地元の資産家浜口儀兵衛が私財をなげうって作った堤防である。堤防は3段構えになっている。最前面は汀線から10mに津波前に畠山氏が作った石垣(直高3.5m、上幅2m)を復旧した。それから約9mの幅に松数本、全部で数千本の防潮林をおき、最後が土の本堤である。敷き幅20m、直高5m、上幅2mで、ハゼの木を数百本植えてあり、総延長は約500mである。

浜口悟陵の堤防築造の意図は3つである。第一は、津波対策である。もともと低地のため安心して住めないと他所に移転する人が多い土地柄であり、それが加速されないようにとの思いがあった。第二は、津波で土砂が堆積した土地を堤防用地にすることで減免措置につなげた。第3は、職を失った人への失業対策である。工事は津波翌年の安政2年(1855年)2月に始まり当初は400人、その夏には人々も本来の仕事に戻るようになったので、その後は農閑期に工事を続け、完成は安政5年(1858年)12月であった。これらに要した費用は、4,600両に及んだ。(杉村楚人冠、1937)。

これが津波に対して効果を発揮したのは、1946年南海地震津波の時であった。

3. 6 言い伝え

医者にして文人であった橋南谿(たちばな なんけい・1753年生まれ)は1797年の冬、南紀地方を巡る旅をした。その記録が翌年刊行された西遊記(せいゆうき)続編である。

現在の三重県紀伊長嶋町にある仏光寺で津浪流死塔を見、その文面に感心した。この碑は今も残っている。

「宝永4年(1707年)10月4日14時ころ大地震があり、津波が来襲。長嶋に浸水して、数多く流失した。今後は大地震があれば津波が来ると心得て山の上に逃げるように」と、誰にもわかりやすく書いてあるのに、まず感動した。これからの命を救うのに役立つ教えであると。

高い所へ逃げる。これは現在でも津波避難の鉄則である。

余談ながら、津波を知らなかった橋南谿は、津波とは一体何なのかを訊いてまわる。90年後であるにも関わらず、記憶はきちんと残っていた。同じように南に開けていても、大きな津波となった浦もあり、そうではなかった湊もある。得た結論は、「海の幅が狭く、長く入り込んで、普段は風波も来ず、使い勝手の良い湊(=津)」ほど、危険となる現象なのであった。これこそ津波の原義である。

同じ宝永津波を知らせるものが高知県須崎の大善寺にある。安政3年150年忌に当たり古屋尉助が建てた宝永津浪溺死之塚で、それには「揺り出すや否や浪の入るに非ず少しの間はあるものなれば、ゆり様を見計ひ食物衣類等の用意して扱石の落ちざる高所を撰びて遁るべし」とあった。所がその近傍にあり、安政5年に地元の人々が建てたという宇佐の萩谷名号碑には、「昔宝永の変にも油断のもの夥敷流死の由。今度もその遺談を信じ、取りあへず山手へ逃登る者皆恙なく、衣食等調度し、又は狼狽にて船にのりなどせるは流死の数を免れず、可哀哉」と安政津波の記録がある。高い所へと云うのは共通しているが、食べ物の用意をするかどうかでは異なっている。

4. 明治三陸大津波(中央防災会議報告書、2005)

4. 1 津波と被害

明治29年(1896年)6月15日(旧暦5月5日の端午の節句)夜7時過ぎ、巨大津波が三陸地方を

襲った。先触れとなる地震は弱く、三陸沿岸では最大で震度2であった。このため、節句を祝っている人々には津波への備えが全くなかった。また、当日清戦争祝賀会があり花火を打ち上げている所も多く、津波の出す異常音を花火と取り違えて警戒につながらなかった。死者2万2千人、被害額は国家予算の約1割と見積もられている。

1896年明治三陸大津波を伝える風俗画報の見出しに「経験者多く死す」とある。

「今より41年前の津波は緩やかに来たものだから2階に居て潮水の引くのを待って降りて来て助かった。その経験から今度も驚かず、油断しておぼれ死んだ。昔の津波を知らないものほど、あわてて逃げだし助かった。前のと今度のとは津波が違った」としている。

明治29年6月30日の岩手公報には、

「大槌の安渡の区長であった道又さんは、思慮深く経験を積んだ人であった。津波が来たと人々が騒ぎ立てたが、『津波と云うものは大地震の後で来るものだ。海での音は海が荒れているからだろう。心配しなさんな』と家内をなだめているところへ、だしぬけに潮水が家に襲いかかり、はかなくも最後を遂げた。40年ほど前の津波を経験したがための誤りであった」と報じられた。

当時の調査記録としては、理科大学地質学生であった伊木常誠、岩手県の依頼を受けた山奈宗真のものがある。更に、昭和三陸大津波時に内務省技師であった松尾春雄がいくつかの聞き込みをして付け加えている。

このときの最高打上高は、現在の大船渡市綾里白浜の38mと云うのが定説であるが、山奈宗真は岩手県岩泉町茂師で45mを測っている。

4. 2 復旧復興対策

主要な対策は、主として地元の有力者や素封家による高地移転であった。宮城県では、県主導で行われたものもあるらしく、特に集落までの道路開削は県からの特別補助によった。

移転集落のその後を詳しく調べたのが山口弥一郎である。高地移転は43カ所で、そのうち集団移転は7カ所であった。これらのかかなりの部分が原地に戻ってしまう。その理由は、

- ① 居住地から浜が遠すぎる、
- ② 高地移転で飲料水が不足、
- ③ 交通路不便、
- ④ 先祖伝来の土地に対する執着心、
- ⑤ 津波未経験者の移住、
- ⑥ 津波襲来が頻繁でないこと、

等で、特に約10年経った頃からの復帰が目立つという。(田中館・山口、1938)。また、高度で15m以上、距離で400m以上浜から離れると原地に復帰した(山口、1952)。

しかし、見事な成功例もある。岩手県吉浜(現大船渡市三陸町吉浜本郷)では、U形湾の中央を流れる吉浜川の北岸にあった旧集落はほぼ全部流失し、死者300名以上となった。そこで集落を湾北岸に移し、道路も付け替え、元の屋敷は農耕地とした。新沼武左衛門等の主導で行われ、旧位置には一軒も残さなかった。昭和の津波でも、平成の津波でも、被害を免れたのである。(山口、1943)

5. 昭和三陸大津波

5. 1 津波と被害

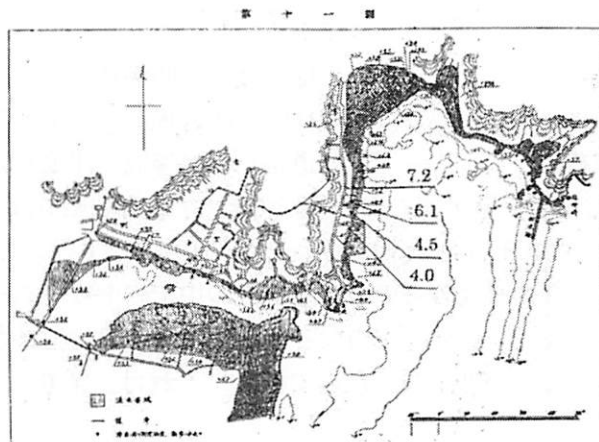
昭和8年(1933年)3月3日の早朝、激震の後で大津波が襲来した。地震をきっかけとして避難したが、死者は3千人を超えた。似非科学ともいえるべき思い込みが被害者を出した場所もあった。牡鹿半島に近い所では、明治三陸大津波の翌年、地震が強かったが津波は極小さいのを経験した。「地震が弱ければ津波が大き

い。地震が強ければ津波は小さい」と云う経験則が出来ており、「今度は地震が強いから津波は大丈夫」として避難しなかった。また、「明治の津波は地震後 30 分ほどで来襲した。もう 30 分経ったから津波は来ない」と帰宅直後に津波に攫われた人も出た。

津波後、内務省、東京大学地震研究所などが、組織的に調査に入った。地震研究所彙報別冊第 1 号はその結果である。



図—4 東京大学地震研究所の測定値



内務省仙台北土木出張所宮古港修築事務所調査

図—5 宮古港修築事務所の測定値

図—4 は、宮古市（当時は宮古町）周辺の結果で、鉾が崎では測点が 2 ヶ所、3m、4m となって居り、更に浸水域が赤線で示されている。このとき、宮古港修築事務所がもっと詳細に測ったのが図—5 で、内務省土木試験所の松尾春雄技師の報告書に記載された。4m の箇所から 120m も離れると、7.2m と大きくなっている。ともすればこうした局所性を見逃し、誤った津波像に繋がる事があるので注意が必要である。

このときの最高打上高は、やはり綾里白浜で生じ、28m 程と明治よりは小さかった。

5. 2 直後の対応

津波直後、岩手県出身の代議士は現地に入り、これらの人を中心に民政党が復旧復興対策案をまとめたのが 3 月 8 日という素早さであった。

「一、応急対策

(イ) 漁船、漁具、船溜、船揚場等の復旧

(ロ) 住宅の復旧

(ハ) 土砂埋没耕地関係、農業関係の復旧

(ニ) 道路、堤防、土木関係の復旧

右に必要な長期返還低利資金の融通、半額国庫補助

(ホ) 地租、所得税、営業収益税の一般的免除及び長期延納
(所得税営業収益税の一般的免除及び相続税の延期)

(ヘ) 衛生検査及び疫病の予防

(ト) 船大工を各県より招集して急行せしめること

二、恒久対策

(イ) 防波堤修築

(ロ) 住宅地域の制限

(ハ) 住宅地の調査 (住宅の地盛り)

(ニ) 漁村区域の整理 (漁村区画整理)

(ホ) 防風波林の設定

(ヘ) 三月三日を三陸海嘯記念日として三陸地方の各小学校に於て海嘯に関する講演会を開き災害の記憶を新にし併せて海嘯避難の訓練を行わしめること

(ト) 太平洋潮流及び金華山における海嘯の原因調査研究す。」(河北新報 3.9, 2 面, 岩手日報 3.9, 2 面)

文部省の震災予防評議会が「津浪予防に関する注意書」を公表したのが 6 月 10 日である。その対策を現在の分類で示すと、次のとおりである。

防災施設	防浪堤	護岸	防潮林	
津波に強いまちづくり	高地移転	防浪地区	緩衝地区	
防災体制	避難道路	津浪警戒	津浪避難	記念事業

事後対応は、国・県主導の高地移転であった。宮城県では 1 年後に十五浜村・唐桑村を除き宅地造成完了。岩手県では 1933 年 8 月に造成開始、翌年 8 月には 6 割が完成していた。折から、1929 年に始まった世界大恐慌、しかも満州事変の最中という状況の中での進捗であった。

防潮堤は、釜石、田老、山田など 5 か所。長部は地盤かさ上げで対応された。このころは、防潮堤の建造は経済的にかなり無理があったのである。これは、第 6 節に述べる室戸台風時の報告書に明記されている。

5. 3 土地利用規制の結果

民政党の提案にあった通り、住宅地域を制限しようとの考えを実際に県の条例として実行したのは宮城県である。土地を指定するとともに、違反した場合の罰則を決めた厳しいものであった。

しかし、これは当時の大日本帝国憲法「第 2 章 臣民権利義務 第 22 条 日本臣民は法律の範囲内に於いて居住及び移転の自由を有す」に抵触する可能性のあるものであった。

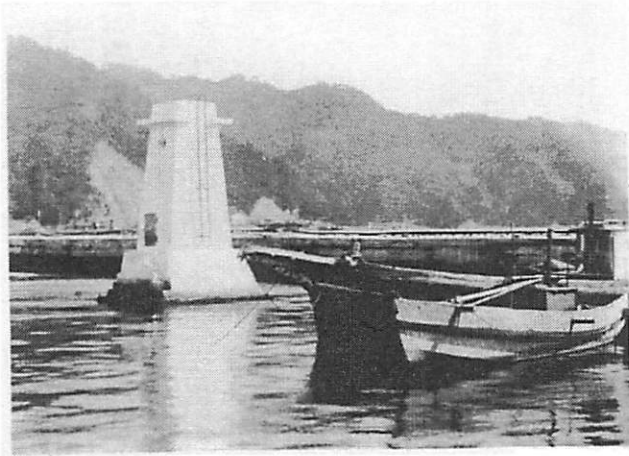
岩手県は条例案を作ったものの、草案のままに終わった。

宮城県では、県令第 33 号「海嘯罹災地建築取締規則」が 6 月 30 日付けで公布された。それにしたがって、高地移転とともに土地の使用方法が規制されたのだが、いつのまにか忘れられていく。例えば、現雄勝町相川の場合、海の見えない高台への移転が決まった。ここでは、漁業の人は海藻取りの人が数人で他は行商など必ずしも海が見えなくとも支障のない人々からなる集落であったから、移転が円滑に行ったと現地で聞いたことがある。ところが、終戦後、海辺の旧地に家が増えた。県令第 33 号は、廃棄したとの記録もないまま、1933 年より 1954 年の間にその存在も忘れられたのである。そして今回の津波で、上の集団地は無事であったが、海浜の旧地は全滅した。

現憲法でも、「第 3 章 国民の権利及び義務 第 22 条 何人も、公共の福祉に反しない限り、居住、移転及び職業選択の自由を有する」となっている。土地利用規制をかけるにあたっては、これとの調和をどうとるかが問題となろう。高潮被害を受けやすい米国東海岸アトランティック市で経験した例は次のとおりである。危険地帯に住むには、次の 2 つに同意すればよいという。第 1 は、指定される危険水位以下の部分は車庫あるいは倉庫などとし居室はそれ以上とすること、第 2 は、何が起こっても自己責任であるから行政に何も要求しないこと、である。現地を訪問すると、住み着いていた数軒の人々は「もちろん、そのことは良く知っている。でも自然豊かで良い所だよ。」と微笑んでいた。

5. 4 津波予報 (首藤、2011)

当時普及し始めたラジオを使って津波予報を伝えたらよかろうとの提案など、予報への期待が強くなった。『浮きに依る津波報知機』の新案特許出願の内容は、「同機は津波の波及地点たる市街地村落等より一里或は二里の距離を持った津波のコースに当たる即ち津波の原因たるべき現象の起こる地点に近い場所(沖合島岬)に設置し潮位の激変に際しては平常は(満潮位も)絶縁されている浮に或電気装置によって電気に感じ



塔置装報豫浪津内港石釜郡伊閉上

写真 - 1 釜石港に設置された津波予報装置

5. 5 知識の普及

慰霊のためではなく、将来への教訓を伝えることが主目的の記念碑が、大阪・東京朝日新聞社の後援で多数建立された。碑には、「地震があったら津波の用心」などが刻まれた。これを記憶していた三陸地方は 1960 年チリ津波の襲来後、「地震は無くとも津波は来る」と経験し、相矛盾する碑を並べて建てたところもある。そして、「自然の掟には前例も何もありません」と多様性を表現した。（五十嵐之雄、1993）。

6. 海岸法成立前後の構造物に対する考え方

1934 年室戸台風が襲来した。これについて土木学会風水害調査報告（1936 年）は、土地災害対策として（イ）防護工作物の施設、（ロ）建築地盤高の統制、（ハ）土地利用の規制、の 3 つを挙げるが、「これら防護工作物は設計の基準を数十年に一度と云う大災害を目途とする事は経済上許されざる所と考える」とした。前年の三陸大津波復興時に高地移転の方が優先されたばかりであった。

1950 年にジェーン台風が襲来して大阪を中心に被害が生ずる。室戸台風以降、外郭防波堤が防災対策の一つとして期待されていたが、このとき大型水理実験で効果がないと否定された。そのかわり、大阪では地域を取り巻く防潮壁が作られることとなる。1950 年代になって、人口集中地での防災施設が徐々に開始される。こうして作られた防潮壁は 1961 年第二室戸台風に対して効果を発揮する。

1953 年、13 号台風が襲来、知多湾、渥美湾を中心に海岸堤防が大規模に破壊される。この時の経験から、海岸堤防は三面張りが基準となった。しかし、13 号台風の復旧では重要な箇所のみ三面張りとなった。まだ経済的に弱体であったからである。

こうした経験を経て、1956 年に海岸法が成立し、第 14 条に「築造の基準」が規定されていた。その内容を明確に示したのが、農林水産省、運輸省、建設省の 3 省が共同で制定した海岸保全施設築造基準（1958 年）であり、その運用についての海岸保全施設築造基準解説は 1960 年 1 月に刊行された。海岸堤防の三面張りは当然のこととなり、さらに裏尻の保護も取り入れられる。海岸堤防の高さは高潮水位に風波の打ち上げ高を考慮して決められる。この時の計画対象の風波は有義波である。これを越える波は約 14% あるから、当然海岸堤防は越えられてしまう。したがって、表法、天端、裏法及び裏法尻の保護が必要と明記されたのであった。

1959 年伊勢湾台風後、名古屋前面に高潮防波堤が建設される。水理実験で無効とされたのは、周期の長い高潮に対してであり、これに伴う風波に対しては大きな効果があったから建設されたのであった。高潮防波堤という呼称が不正確なのである。

自動的に電鈴を以て陸上指定箇所（警察署町村役場）に報知するが或は該器械設置箇所にサイレンを吹鳴させ又はのろしを打揚げしむる装置」であるが、実現はしていない。

実現し今村明恒に激賞されたのは、岩手県が釜石港に設置した津浪予報装置塔（写真-1）である。

現実の津波予報は、1941 年三陸地方を対象とする津波警報組織によって開始された。測候所毎に、その管轄区域に対し、ラジオ及び警察署への電話連絡により、予報が伝達された。

7. 1960 年チリ津波（中央防災会議報告書、2010）

7. 1 津波

5 月 24 日早朝、太平洋沿岸をチリ津波が襲った。まだ津波予報の国際的な連携が組織されて居なかったから、ハワイ等からの情報も生かされなかった。現地からの異常な引き潮情報にも否定的な返答をしたり、津波到達後かなり経過して津波警報を出したりと混乱が生じた。

ハワイでは、津波予報が出されたための死者が生じた。小さかった 1952 年、1957 年の記憶が、物見高い人々を海岸に引き寄せ、午前 1 時頃到達した津波によって犠牲者が出たのである。ニュージーランドでも犠牲者が出た。異常な引き潮で座礁した船を見に行つて遭難した人が出た反面、原因不明の不自然な現象には近づかないとの姿勢を貫いた人々は無事であった。前者はヨーロッパ系の住民、後者は先住民マオリ系であった。

これほど大規模な津波になると、太平洋も大きくない。22, 3 回上下すると日本に到達する。チリの沿岸では、波源から直達した津波より日本から反射したものの方が大きかった場所が出た。地震後 45 時間以上も経ってからである。

日本に到達する間に短周期成分は島や海山に捕捉散乱され、長周期成分が優勢となった。我が国の太平洋岸では大きい所で 6m、ほとんどの場所で 3, 4m であった。長い湾の奥で津波被害が大きかった。

7. 2 被害

人的被害の大きかった岩手県大船渡湾の湾奥では死者・行方不明 53 名と全国の死者 140 名中の最多となったのだが、その理由として大船渡災害誌（1962）は、次のようなことを挙げている。

- ・ 近地津波では被害少なく安全地帯と思われていた。
- ・ 昭和 16 年大火で都市区画整理が行われ、そののち急速に発展した商業地区。
- ・ 転入者、津波無経験者が多数。
- ・ 毎年実施されていた避難訓練に消極的。
- ・ 夜遅く朝も遅い人が多い。
- ・ 最初のサイレンが魚市場のものであったから魚類水揚げの合図と誤認。
- ・ 近火信号と津波避難信号が同一（3 秒吹鳴・2 秒中断）。

地震が先行しなかったため、時ならぬ引き潮を津波と思わず、魚を捕りに出かけて犠牲になるなどの事例が多かった。

近代都市での津波被害が多数発生した。

八戸火力発電所の浸水事故は、発電所としての最初の例である。地上 50cm 程度の浸水であったが、重要機器の吊上げなどの対応に大奮闘したと記録されている。

7. 3 対応

津波高が前年の伊勢湾台風と同程度であり、構造物で対処しやすかった。そのため、チリ津波特措法(昭和 35 年 6 月 27 日 法律第 107 号)には「津波対策とは、施設の新設又は改良」と明記され、「施設は、海岸堤防、河川堤防、防波堤、防潮堤、導流堤、離岸堤、突堤、胸壁、護岸、防潮林、水門及び閘門とする」(特別措置法施行例、昭和 35 年 8 月 18 日政令第 240 号)と書かれたのである。

このため、津波予報の国際的連携が進んだものの、それ以外は構造物による対策のみであった。大船渡湾の湾口に世界で最初の津波防波堤が出来たのもこの時である。津波抑止効果は、電子計算機により確かめられた。とはいっても、外力としては正弦波を使い、湾口では流量が制限され、中に入ると瞬時に広がるという仮定の下での計算であった。

海岸堤防は津波を越えさせない高さにされた。一応三面張りにし、法尻に保護工を置くとしても、津波による大規模越流を考えたものではなく、風波の越波対策と同じものであった。

このとき現われた津波水門は、大型水理実験の結果で設計された。

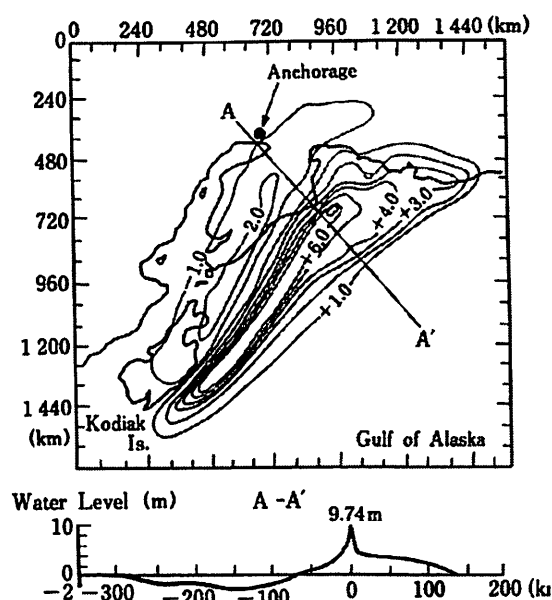
8. 1964 年アラスカ大地震

8. 1 唯一の初期波形測定例

1964 年 3 月 28 日午後 5 時半頃、アラスカ州アンカレッジの東で大地震があり、津波も発生した。

このとき、波源位置が浅海であったため、海底面の鉛直変位が測量された (Plafker, 1965)。直接測量して津波初期波形が確定したのは、これが最初で最後である。

A-A'線での断面図を下に示してある。450km 位の波に下幅 30km 高さ 5m 位の山が乗っている。波長の長い部分は主断層に対応するもので、これは地震情報から決定できる。短い山の方は、主断層に直交する副断層による変位であると言うのが、ほぼ定説になっているが、これは地震からは推定できない。これの地震への寄与は無視可能であろうが、津波ではそうはいかない。これの御陰で津波は最初から倍近い値になっているからである。



図・6 1964 年アラスカ大地震鉛直変位

8. 2 石油の絡んだ火事

波源に近いアラスカのスウォード、ホイティエ、ヴァルデズでは、石油の絡んだ火事で大災害となった。スウォードでは、地震発生から 35-45 秒間に石油タンクのバルブが壊れ、そこから油が漏れ始めた。タンクが傾き港内へ滑り落ちる時、大音響とともに爆発し、焰が 70m も立ち上った。そこへ 10m もの高さの津波が襲来して、燃える油を運び、火をつけて回った。

津波は遠くカリフォルニア州のクレセント市にまで及んだ。この津波に先立つ何度かの津波で、予報が空振りに終わったことから、当局が慎重になって居たこともあって、警報が遅れた。警戒しないまま給油していたタンクローリーが津波で流され、衝突したのが近くの車庫の配電箱という不運が重なり、衝突時の火花でこの車が燃え上がり、その火が近くのタンクヤードに広がった。数日にわたって燃えたため、救援道路が使えない事態が続いた。

その年の 6 月 16 日、新潟でも火事が石油で増幅した。地震で一つのタンクのパイプにひびが入った。ここから漏れた油が、地震で絞り出された地下水と浸水した津波とが溜った水面を広がり、5 時間後原因不明の火がついた。水面の油を通じて火が広がり、タンク約 100 基が次々と誘爆し、付近の家屋約 300 軒が焼失した。

9. 1968 年十勝沖地震津波一構造物効果の確認一

チリ津波緊急対策事業は 1967 年度で終了する。直後の 5 月 16 日に襲来したのが 1968 年十勝沖地震津波である。沿岸での高さがチリ津波より小さい所が多く、出来あがったばかりの構造物が完全に働いた。これにより、「津波対策は構造物で十分」との考えが急速に広まる。

チリ津波対策完了後、岩手県のみが昭和や明治の津波を対象にさらに防潮堤の嵩上げを実行する。ただ、

平成津波時にも、全部は完成して居なかった。

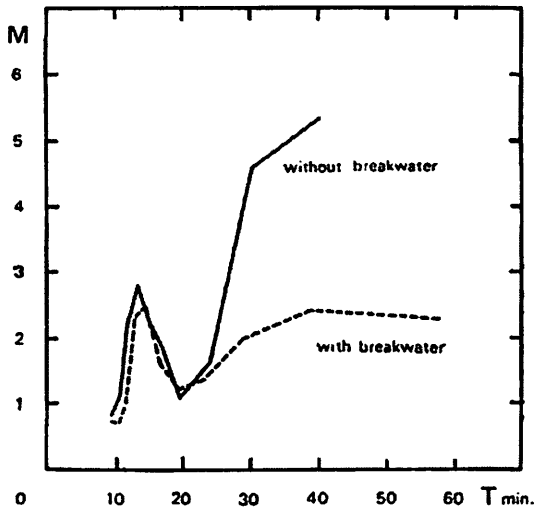


図-7 大船渡津波防波堤の効果

大船渡津波防波堤も効果を発揮する。湾外と湾奥の潮位記録の解析から、図-7のように周期 25 分以上の長周期成分には良く効いた事が確かめられた。ただし、周期 10~25 分程度では殆ど低減されず、近地津波への効果に疑問が残された（堀川・西村、1969）。

構造物が破壊された例は 1 例だけである。八戸港河原木河口防波堤はケーソン堤であったが、港内が -1m と水位低下した所へ次の津波が襲来し、外水位が 3.35m になり、この水位差による静水圧で破壊されたと結論された。それに加え、ケーソン堤背後の基礎マウンドが越流水で烈しく叩かれ不安定になった事が破壊を助長したとも云われた（堀口・横田、1968）。このように乗り越えてきた水流の効果が認識されたが、平成津波での防波堤の破壊形式から見て、これへの対策が考えられたとは思えない。

10. 1983 年日本海中部地震津波

10.1 津波

津波のない 1970 年代を過ぎ、1983 年 5 月 26 日正午頃、秋田県沖で津波が発生する。「日本海では津波はない」、「地震があれば浜へ行け」と云われていたとの報道が多かったが、必ずしも事実を伝えるものではなかった。現に、昭和 14 年（1939 年）には男鹿半島沖地震があり、その津波を記憶して居た女性が、あの程度だろうと高をくくって津波に吞まれた例が発生した。男鹿半島付近の海崖の迫った浜では、「地震で崖が崩れるから汀の方に行き、地震が収まったら上へ逃げろ」の後の半分がいつの間にか忘れられたのだと、後で修正された。

海の静かな晴天の日で、海に異常があれば津波であった。カメラや普及し始めたビデオで津波の様々な形が撮られ、数値計算手法の仕上げに役立つものとなった。砕波段波のみならず、海でも発達する波状段波、引きではなく押しで始まった津波などが記録された。砕波段波が岸沿いに走るエッジボアも明確にとらえられた。大型水理実験の結果（宇多、1988）、側方境界の僅かな変化で波形が大きく変わることが確かめられたこのエッジボアには、いまだ適応すべき理論がないことは特筆しておくべきであろう。

また、第 1 波は波源から来るものとすれば約 10 分早く現われ、プレスリップによるものであったかもしれないが、まだ結論は出て居ない。

10.2 潮位計特性

この津波来襲時には潮位計から自動的に水位が集まる仕組みが出来あがって居た。こうして集まったデータと被害程度を知らせる報道との間に大きな隔たりがあった。被害が津波水位に比べると桁違いに大きかったのである。図は深浦での記録波形（太線）と推定された実際の津波との比較を示している。記録波形では最大値は第 8 波の 1.1m で 13 時半過ぎに現われているが、実際には第 3 波目で 2m に近い。

潮位計には風波の影響を排除する機能がつけられている。計測井戸と外部とは、細くて長い導水管で結ばれている。これがフィルターとして、津波位の波にも効いたのであった。1960 年チリ津波は長周期成分の卓越した津波であったから、この水理フィルターは殆ど効かなかった。短周期成分が卓越した日本海中部地震津波では、記録が極めて歪んだものになったのである。（佐竹ほか、1988）。数値計算結果の検証に潮位計記

録を使う場合、計算波形に潮位計の特性から決まる水理フィルターを掛け、その結果と実測記録を比べなくてはならない。

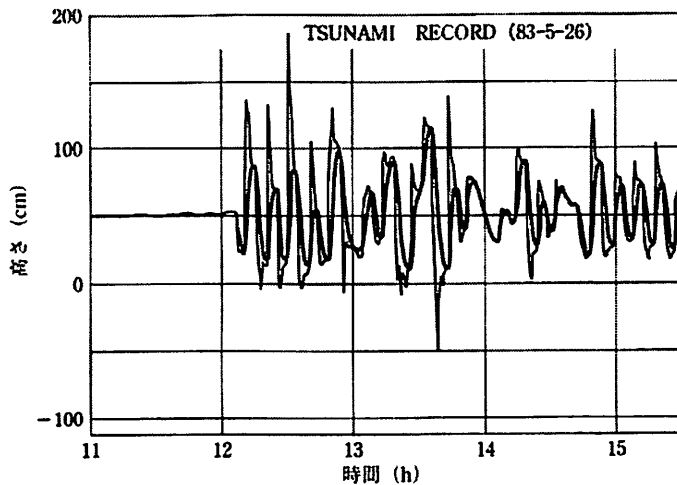


図-8 深浦の潮位記録（太線）と復元された実水位（細線）
ぐ逃げ道が判るような密度で、海側に階段が設置された。

10.3 構造物への若干の修正

(1) 防潮堤の階段

秋田県五里合の海岸では、高波による海崖の浸食を防止するため、消波ブロック堤が作られていた。その清掃中に津波が来た。人の背より高いため、これを乗り越えて逃げる事が出来ず、避難路を探して横に走り、津波につかまって3人が死亡した。高潮や高波と違い、津波はいつ来るかわからない。復旧に当たっては、危ないと思って陸側を見ればすぐ逃げ道が判るような密度で、海側に階段が設置された。

(2) 閉鎖しない津波水門

津波時に閉鎖しなくても良い水門が八峰町の泊川に出来た。本来なら5門の水門が作られる所であったが、泊川の河川堤防がかなりの高さを持っているため、3門分から津波が入っても堤防を超える事は無いと、数値計算で確かめられた。水門は両側に1門ずつ作られ、これは常時締め切られており、洪水のときにだけ開けられる。緊急時に海へと走る水防団の身の安全を考慮したのである。

11. 1993年北海道南西沖地震津波

11.1 津波と被害

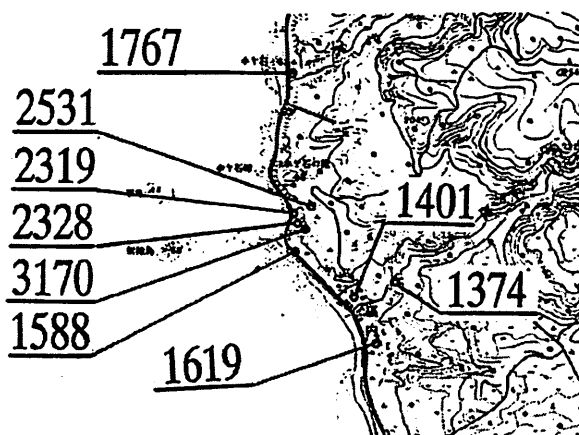


図-9 藻内周辺の津波痕跡高（単位：cm）

研究報告第11号、1994）。谷の入口ではせいぜい23mでしかない痕跡高が、僅か50m奥へ進んで9mも高くなるため、通常の津波計算では再現できない。鉛直加速度を小さいとした長波理論ではなく、三次元性を省略なく考慮した理論が必要である。

こうして2D-3Dハイブリッド計算と云う手法が生まれた。

11.2 総合的津波対策

1993年7月12日午後10時過ぎに奥尻島西方で発震。奥尻島南端の砂嘴上にあった青苗5区は高さ4.5mの防潮壁で守られていたが、高さ11mと推定される津波はそれを乗り越えて建物は全部流失。だが防潮壁はほぼ完全に近い形で残された。丘の陰にあって第1波には襲われなかった青苗3、4区は島の南北端を回って東側に入り込んだ津波に襲われた。汀と丘の間にある道路までしか上がらなかったが、浸水中に火が出た。数時間後、もう一つの出火もあり、青苗3、4区ともほぼ全焼した。

津波の最高打上高は、奥尻西岸の藻内北の狭い谷で生じた。谷の入口幅は約50m、ここから奥へ約50m行

ったところで31.7mの痕跡が発見された（津波工学研

構造物の効果に限界のあることを認識して、津波対策に関連する国土庁など7省庁が「地域防災計画における津波対策強化の手引き」（1998年）を取りまとめた。これは、1983年に建設省と水産庁が作成した「津波常襲地域総合防災対策指針（案）」とほぼ同様の内容を持っている。

まず、どのような津波を計画対象とするかであるが、2つの候補の大きいものを選ぶ。一つは過去最大の津波である。もう一つは、最近の地震学等から発生すると想定される最大地震が起こすであろう津波。この二つのうち大きな方を計画対象津波とする。1983年には、過去最大の津波のみが選ばれていた。その後の15年間に地震地体構造論等が発達し、後者の推定が可能になったのである。

対策は、防災施設・津波に強いまちづくり・防災体制の3つを組み合わせる。施設のみで防ぐとしたチリ津波後の対策は完全に見直されたのである。

防災施設で防ぎきる事を見直したのだが、施設を超える津波が来たとき防潮堤がどうなるかの検討はなされなかった。

2004年に内閣府ほか「津波・高潮ハザードマップマニュアル」を取りまとめて以降、想定浸水域図が各所で作られるようになった。

2006年には中央防災会議が防災対策の検討対象とする地震を提案するが、これでは過去の地震が主体となって居り、地震地体構造論等で予想される最大地震での津波は抜け落ちて居た。

1 2. 東北地方太平洋沖地震津波

1 2. 1 地震地体構造論の破綻

2011年3月11日午後2時46分に発震したこの地震は日本観測史上最大のものであった。それで発生した津波の打上高も約40mと大きなものであった。

日本列島とその周辺域の地体構造を地震活動に基づいて区分し、それぞれに最大期待地震規模を示したのが、地震地体構造区分図である。それによると、三陸沿岸は独立な3つの区域からなっており、最大の地震規模は8.5と想定されていた。所が、実際には3つが連動し地震規模は9となった。

1 2. 2 特徴的な被害

(1) RC建物の倒壊

女川町でRC構造が5棟、S構造が1棟、宮古市東赤前でRC構造が2棟、津波で倒壊した。基礎杭まで引き抜かれたものもある。これ以前にRC構造で倒壊したのは、1946年アリューシャン津波での灯台だけであった。これは台基礎の上に置かれただけと云っても良い程、基礎との結合が弱かったので、倒れても不思議はないと思われていた。所が、今回のビルは基礎杭まで引き抜かれてしまった。女川・東赤前の両地点に共通するのは、埋め立て地の建物で、いずれも昭和40年代のビルであることである。

いずれにせよ破壊原因を解明しなくては、今後津波避難ビルの指定可否を問う時に大問題となろう。

(2) 防浪地区の効果

宮古市鰺が崎本町では、多くの木造家屋が残った地域が出来た。その理由は、前面の岸壁に並んだ冷蔵倉庫などの堅牢な建物が津波の侵入を減少させたからである。

同様の効果が、釜石市でも見られた。全長300m近い倉庫が効果を発揮したのである。

こうした耐浪建築をまちづくりに取り入れるべきであろう。

(3) ハザードマップの過信

震災前、岩手県や宮城県では、想定浸水域図が配布されていた。多くの所では、過去の実績の外に、今後30年間に90%以上の確率で発生が予想されて居た宮城県沖地震での津波浸水域が付け加えられていた。こうしたハザードマップは、危険なところを示しているが、逆に域外の人には安全情報と受け取られた。たと

えば、岩手県大槌町吉里吉里では、県の配布した地図では浸水域外に当たり、しかも昭和三陸大津波後に高地移転した区域で、最も死傷率が高かった。

所与の情報に安心してしまい、現実に関前で生起する現象を見、自分で判断して行動する事が伴わなかったからである。

(4) 原子力発電所の被災

東京電力福島第一発電所では、6.1m の津波を想定し、1～4 号機の敷地は 10m の高さ、5, 6 号機は 13m の敷地に建設されていた。襲来した津波は約 13m で、その浸水深は 1.5m～5.5m (1～4 号機側)、1.5m 以下 (5, 6 号機側) となった。地震当時、4, 5, 6 号機は定期検査で停止中であり、1, 2, 3 号機は定格出力運転中であつた。地震で原子炉は自動停止した。地震の為外部電源は全て失われたが、非常用ディーゼル発電機が起動し、原子炉の安全維持に必要な電源はとりあえず確保された。

所が、続いて襲った津波により、多くの電源盤が被水・浸水して、6 号機以外の非常用ディーゼル発電機が停止して、交流電源を用いる冷却機能が失われた。また、冷却用海水ポンプも冠水し、除熱機能が失われた。1, 2, 3 号機では、直流電源も失われ、交流電源を用いない炉心冷却機能も順次停止していった。こうして、事故が連鎖的に拡大し、格納容器の減圧 (ベント)、建屋の爆発に至り、空気中への放射性物質の放出が発生した。海洋への放射性物質を含む汚染水の放出も起きて、甚大な事故に発展した。(東京電力株式会社、2012)

もっとも原子力発電所が津波に襲われたのはこれが初めてではない。2004 年インド洋大津波がインド南部カルパカムで、高速増殖原子炉の工事現場を襲った。地下 18m を掘削して行われていた基盤工事部分が水没したが、約 150 人の作業員は全員避難して無事であった。水没した建設資材も使用不能となり、再開まで 1 カ月ほどかかると云われる。この高速増殖炉は平均海拔 5m に出来る計画となっていた (毎日新聞、2005 年 1 月 13 日)。

1.3. 今後の課題

1.3.1 防潮堤設計方法の確定

チリ津波後、防潮堤が多く作られたが、その物理的根拠は薄弱であつた。マッシュアップな構造が津波に堪えた例から、構造を決めただけで、これに作用する力の測定もなされて居なかつた。防潮壁でさえ、津波波圧を算定した上での設計ではなかつた。1983 年日本海中部地震津波で、漁港の混成堤ケーソン部が砕波段波によって転倒しても、波力の算定は極最近に至るまで、発達しなかつた。

今までは構造物は津波を越えさせない事が設計条件になって居た。越えられる事がありうるとはしていても、その後の効果については言及して居なかつた。今後は越流後でもなにがしかの効果があることを期待すると云うのであるから、越流後に破堤しない堤防を作らねばならない。波圧だけでなく、流れの効果を考慮する設計法が求められる。

越流されても破壊しない構造物とした時、事後の排水を考慮しておかないと、大海水プールが多数発生することになる。チリ津波時、岩手県山田町では関口川から氾濫した津波が、昭和 8 年後に作られた防潮壁で遮られ、長時間滞水して町民に不安を与えた。1993 年北海道南西沖地震津波では、大成町大田で、かさ上げされた海岸道路を乗り越えた海水がやはり長時間引かず、恐怖を継続させた。

1.3.2 まちづくりとの調和

今、「大きな構造物を建造したい、今なら出来る」との意見が強い。果たして、それが本当に住民のためになるのか、住民はそれを望んでいるのかを、慎重に考える必要がある。それを作ったがために、住民がその場所で生活を続けて行く条件が阻害されないかを、常に考えながら復旧に努めなくてはならない。いくら丈

夫な構造物を作っても、生活が出来ないと住民が離れて行くならば、無人の地に大規模構造物だけが屹立して居る結果になる。

構造物だけに頼るのではなく、耐浪建築をも組み合わせ、津波にも強く日常生活とも調和したまちづくりをしなくてはならない。したがって、構造物を作る際には、これらを見合わせたいくつかの案を、その長所短所を明確にしながら示し、最終的には住民の意思によって決定するのが良い。その際、行政も住民も次の 13.4, 13.5 で述べる条件を理解して居なくてはならない。そうしなければ、当座は良くても、孫曾孫の時代に禍根を残す事になりかねない。

13.3 津波避難施設の設計法

東日本大震災で津波被害を受けた岩手、宮城県などの沿岸市町村には、震災時に計 88 か所の津波避難ビルがあり、このうち少なくとも 50 か所に住民が逃げ込んで助かっていた。宮城県気仙沼市では 2500 人以上が避難ビルで救われた。被災自治体では、復興計画に避難ビル活用を盛り込む動きが目立っているが、想定外の大津波でビル屋上まで浸水して職員の犠牲が出たケースがあった。(YOMIURI ONLINE, 2011.8.31.23:07)。

一方、冠水しても助かった例もある。宮城県の女川町生涯教育センターは、5 階建ての建物の屋根まで津波にのみこまれながら、窓のない最上階のボイラー室が 28 人の命を守った。地下にあることの多いボイラー室が、ここでは 5 階にあった。ボイラー室には窓はなく、出入り口のドアしかないため、海水が一気に室内に流れ込むことはなかった。引き波と共に水はドアから引いていった。多くのビルや家屋を破壊した津波に襲われても、センターは立ち続けた。(朝日新聞、2012.2.17)。

想定以上の津波に襲われても、窓のない部屋があれば助かる実例である。ただ、これを作ったとしても数十年の間、津波避難部屋として維持出来るであろうか。雑居ビル火災の際、避難階段が物置代りになって居り、避難の障害となった例は数多い。

13.4 構造物機能・強度の維持

構造物は完成した瞬間から老化し始める。地盤がそれほど良くない沿岸地帯に重い構造物を作るのだから、次の津波までの長年月、強度や機能を維持するのは容易なことではない。「いなむらの火」の、浜口悟陵の堤防は完成が 1858 年、津波を防いだのは 1946 年であった。こうした長期間、どうやって維持するのか。

たとえば、岩手県久喜海岸では築造後 20 年で、突如背後地盤が陥没した。風波の影響で浜が痩せ、次第に堤防下の砂が吸い出され、空隙が出来あがったからである。同じく岩手県船越海岸でも、海岸が痩せ、堤防に風波が届くようになった。この 2 例では、劣化の原因が風波であることは明白であるから、災害復旧で何とか処置することが出来た。

宮古市田老町防潮堤は、新旧二つの堤防からなっていた。昭和津波後の堤防は逆「く」字型の法線を持っていた。「く」字の中心から東に延びる野原の堤防と、同じく中心から南に延びる野中の堤防とは、昭和 40 年代に出来たものであり、それらの前面は漁港区域であった。野原の堤防の天端には亀裂が走り、そこに草が生える状態となっていた。おそらく、長内川の旧河道などで不等沈下が生じていたからだと思われる。「これが津波に乗り越えられると壊れますよ」と何度も警告したが、改善されなかった。波が直接当たる場所ではないから、劣化の原因外力を特定できない。したがって災害復旧のような財源が使えず、町の経費では手に余ったのであろう。そこへ今度の津波である。野原の堤防は破壊され、引き波で木造の家も人も海へ持って行かれた。野中の堤防は生き残り、引き波が弱かったため木造家屋の 2 階に逃れた人の命は助かった。今云う、粘り強い堤防の効果が現われたのである。

大きな構造物を作らねば安心出来ないとの声が高い。それを維持管理するシステムを伴わなくては、次の津波で反って犠牲が増える。時間が経つと、景観の点から無骨な構造物を何とかしろとの声が大きくなる。

上に植栽をするなどの修正をしたところもあった。こうすると、弱点の発見が遅くなる。様々な観点から維持を見込んだ構造物を築造しなくてはならない。

1 3. 5 人心の劣化への対策

釜石市唐丹本郷は、明治三陸大津波で 166 軒中 165 軒が流失、生き残ったのは当時夜漁に出て居た人の外は数人と云う大被害を受けた所である。一時数軒が高台にあがったが、10 年もしないうちに下にもどり、37 年後の昭和三陸大津波でも潰滅的な被害を受ける。こんどこそはと高台に移転する。そこは傾斜が急な所で空き地が殆ど無い。分家した人たちは低地に降りざるを得ない。しかし、低地と云っても浜から遠い場所ではあった。1960 年のチリ津波対策で高さ 5m 程の堤防が出来ると、20 軒ほどが浜に近い低地に出来、さらに 12m 程の嵩上げがされると、また 20 軒ほど低地に増加した。

そこへ今回の津波である。高台に住む昭和津波を経験した女性は、とにかく逃げると更に高い所に移動した。その娘さん世代の女性も高台に住んでいたが、「ずっと家で話し合ってたから」と避難した。低地に住む孫世代の 40 代の男性は、避難途中の母親が立ち寄り避難せよと云ったのだが、「なあに大丈夫。来やしないよ。来れば車で逃げるから」と高をくくり、津波が堤防を超えたのを見て車で逃げたがつかまった（信濃毎日新聞、2011.6.12）。幸い海に流されずに怪我で済んだが、大堤防への依頼心の結果であろう。

1 3. 6 経験を言い繋ぐ方法

人間は忘れ易い。7、8 年で忘れ始める。15 年もすると、被災体験者も非体験者も次の災害への備えに差がなくなる。30 年経つと世代が変わる。こうして、先の経験が次には役立たない。（首藤、2008）。

しかし、インドネシア・シムル島には、見事な例がある。1907 年の津波では数千人の犠牲者が出たと云われるこの島で、2004 年のインド洋大津波では、住民約 7 万 8 千人中、津波犠牲者は一人のみであった。津波予報もなく、サイレンもないこの島では、スモン（津波を意味するこの島での言葉）が来たら逃げよと、子守唄、昔話、叙事詩で歌い継いでいたからという（朝日新聞、2013.3.11）。海と生きる人々の間ではつながりやすい。タイのスリン島でも言い伝えが生きたと云われる。

宮古市姉吉の昭和の津波記念碑には、「高き住居は児孫の和楽 想へ惨禍の大津浪 此処より下に家を建てるな」と刻まれており、毎日の浜への往復でいやでも目に入る場所に立っている。明治大津波で 2 人、昭和津波で 4 人しか生き残らなかった教訓が繋がれている。しかし、多くの記念碑は、集落の発展や道路の建設・拡幅の際、移設され、陰に隠され、いつの間にか忘れられていった。

1 4. おわりに

津波対策上の主要な問題点は二つである。

第 1 は、我々は地球の事を殆ど知らないことから生じる。人生 50 年、地球は 50 億年として比べて見ると、人の 1 秒が地球の 2.5 年ほどである。いくら 25 年、30 年測ったと云っても、人を 10 秒間診察した程度でしかない。

津波は滅多に発生しないから、実測値は極めて少ない。それを基に何とか探ろうとして居るのが現在であり、それが大幅に改良される事を近い将来に望むことは出来ない。

文献や口碑を基にすると云っても、資料の豊富な日本でさえも、僅か 2、3 百年遡れるに過ぎない。

第 2 は、津波は一つずつ違い、同じ津波でも場所によって異なる事である。僅かな経験から判断すると大怪我をする。平成の津波でも、避難しなかった人の半数近くが、「今までの地震では津波が来なかったから」をその理由に挙げている。忘れ易さと自分に都合の良い思い込みが結合すると、次の津波で犠牲者零は達成できない。

「高台に住む」、「地震があれば高台に避難する」、「浜辺の建物は浸水を覚悟したものにする」。この三つを将来へ何世代も繋いで行かねばならない。

引用文献

- 東栄鑑：大日本地震史料、155、1907.
- 五十嵐之雄：津波災害文化の有効性と限界性、科研費報告書「災害多発地帯の『災害文化』に関する研究、79-102、1993.
- 伊豆七島志：増訂大日本地震史料、74、1941.
- 今村明恒：地震漫談 その1、地震第5巻、1933.
- 宇多高明：ボアの実験と理論、科研費報告書「日本海中部地震津波の発生・増幅機構と破壊力」、87-140、1988.
- 高知県史古代・中世編：新収日本地震史料、第1巻、4、1981.
- 国土庁・農水省構造改善局・水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁：地域防災計画における津波対策強化の手引き、99p.、1997.
- 佐伯市史：新収日本地震史料、第3巻、別巻、585-587、1983.
- 佐竹健治、岡田正実、阿部邦昭：駿潮井戸の応答特性、科研費報告書「日本海中部地震津波の発生・増幅機構と破壊力」、57-86、1988.
- 静岡県：静岡県史、別編2、自然災害誌、694-695、1996.
- 首藤伸夫：1993年北海道南西沖地震津波の痕跡高、津波工学研究報告、11、1994.
- 首藤伸夫：記憶の持続性 - 災害文化の継承に関連して - 、津波工学研究報告、25、175-184、2008.
- 首藤伸夫：昭和三陸大津波直後の、津波対策・復興計画への提案、津波工学研究報告、28、41-56、2011.
- 杉村楚人冠：浜口悟陵伝、楚人冠全集、第7巻、日本評論社、1937.
- 田中館秀三、山口弥一郎：三陸地方の津浪に依る聚落移動(3)、齊藤報恩会時報、第134号、1-33、1938.
- 橘南谿：西遊記続編一、新収日本地震史料、第3巻、別巻、302、1983.
- 中央防災会議・災害教訓の継承に関する委員会：1896明治三陸地震津波報告書、165p、2005.
- 中央防災会議・災害教訓の継承に関する委員会：1960チリ地震津波報告書、165p、2010.
- 東京大学地震研究所：安政元年11月4日東海沖地震に関する静岡県調査報告、明治26年、復刻版、4、1977.
- 東京電力株式会社：福島原子力事故調査報告書、2012.
- 土佐を語る：新収日本地震史料、第3巻、別巻、491-492、1983.
- 羽鳥徳太郎：高知県南西部の宝永・安政南海道津波の調査、地震研究所彙報、56、547-570、1981.
- 堀川清司、西村仁嗣：津波防波堤の効果について、第16回海岸工学講演会論文集、365-369、1969.
- 堀口孝男、横田基紀：十勝沖地震津波調査報告、第15回海岸工学講演会講演集、243-252、1968.
- 牧野 清：八重山の明和大津波、pp. 197—200、1968.
- 松尾春雄：三陸津浪調査報告、内務省土木試験所報告、24、83-112、1933.
- 三崎村誌：新収日本地震史料、第3巻、別巻、550、1983.
- 三好寿、山口和貞：北海道、チリ津波合同調査班、1960年5月24日チリ地震津波に関する論文及び報告、228-229、1961年.
- 山口弥一郎：津浪と村、恒春閣書房、38-39、1943.
- 山口弥一郎：津波常習地三陸海岸地域の集落移動、山口弥一郎全集、第6巻、331-430、1972.
- Plafker, G., Tectonic deformation associated with the 1964 Alaska earthquake, Science, 148, 1675-1687, 1965.