

津波発生及び来襲時の音響

—その2 昭和三陸大津波による沿岸での音響発生条件—

首藤伸夫*

1. はじめに

津波来襲時にきわめて大きな異常な音響が発生する事は、洋の東西を問わず、過去の津波の経験として語られて来ている。

例えば、昭和8年三陸大津波後に森嘉兵衛（例えば、文献1）は、津波襲来予知の教訓として、次の5条を提案している。すなわち、

「イ. 津波は周期的に来襲する事、少なくとも四十年に一回来襲する事

ロ. 津波を伴う大地震の起る前年は常に平常より大漁である事

ハ. 津波襲来は大地震後二十分乃至三十分位の時間差がある事

ニ. 津波来襲にはその十数分前に日常の干満に無関係な大引潮がある事

ホ. 津波来襲数分前は大砲を発射した様な大音響の伴う事」
であり、この大音響を来襲直前の予報とする事を推奨しているのである。

森だけではない。当時、震災予防評議会から出された「津波災害予防に関する注意書」（例えば、文献2）の中に、次の様な記載がある。

「第三章 浪災予防法

津浪警戒 津浪予知の困難なるは地震予知の困難なるに等し。然れども津浪の波及は緩慢にして其の発生より海岸に到達するまでに三陸東沿岸に於いては通例少なくとも二十分間の余裕あるを以て、器械或は体験によりて

其の副現象を観測し、之に依りて津浪襲来の接近を察知し得べし。

津浪の副現象は左の如し。

（一）津浪の原因たる海底変動によりて大規模の地震を伴う場合多し。地震動は之に緩急種々の区別あるも概して大きく揺れ且つ長く継続す。

（二）地震と津浪とは同時に発生するものなれども伝播速度に差あり。其の発生より海岸に到達するまでに地震は三十秒程度を要するに過ぎざれども津浪は二十分乃至四十分を要すべし。

（三）遠雷或は大砲の如き音を一回或は二回聞くことあり。地震後五六分乃至十数分目に来るを通例とす。

（四）津浪は三陸沿岸に於いては引潮を以て始まるを通常とすれども然らざる場合あり。爾後海水は一進一退を繰り返すこと多次なるべく、多くは第一波が最大なれども、第二波或は第三波が最大なることもあり。潮の進退は其の速やかなるときは毎秒十米に達することあり。

津浪は概して以上の如き順序によりて起るを以て、単に体験のみに依りても警戒の手段あり。若し之に加うるに地震計測、各部落を連ぬる電話網、団体組織等を以てせば一層有効なる警戒をなすを得べし。」

外国での例で云えば、Ambraseys（文献3）が津波強度を定義した中に、音についての記述が見られる。すなわち、その強度 v の定義の一部として、「Wave accompanied by strong roar」とされているのである。

このように、音響に付いて言及されているものの、その発生原因や発生条件は定量的に

*東北大学工学部附属災害制御研究センター
津波工学分野

は明確となっていない。著者は既に、発生する音響としてどんなものがあるのかの分類を、明治三陸大津波の記録を基にして行なっている(文献4)。しかし、この時には資料の不足から定量的な検討は為し得なかった。この論文では、昭和8年三陸大津波の記録を用いながら、どのくらいの波高なら、どの様な条件下で音響を発生させるかを決定するものである。

資料の多くは、地震研究所彙報別冊I(文献5)中の「昭和8年三陸地震津波調査報告及資料」の「答申書」及び「Reports on the Sanriku Tsunami of 1933」から引用してある。文中、何等の指定が無い場合は、この二つからの引用である。前者は地点毎に整理されており、又後者は測定した痕跡高が記載されている地図であるから、引用箇所を特定するのは容易である。

その次に多く使用された資料は、文献6である。これには複数の著者による複数の論文が掲載されているが、煩雑さを避けるため各々の論文名は引用せず、頁数のみを引用した。

2. 音響の種類

音響の種類については、既に文献4に分類してあるが、簡単にまとめると次の通りである。

(1) 地震あるいは海震によって生ずる音

地震直後、場所によっては地震直前に、地鳴、遠雷、砲声の様な音を聞く。聞いた場所は内陸地方全体に分布する。昭和三陸大津波時の分布は、本多弘吉、竹花峰夫(文献6, p.93)によって作図されている。地震とそれに伴う海震の音響ではあろうが、その音源を特定することは不可能であり、津波発生の有無を知るための現象としては使用できないようであるから、この論文ではこれ以上触れることをしない。

(2) 津波によって生ずる音

(a) 巨大な波が断崖に激突して生ずる音

砲声、遠雷、発破の様だと表現される。

湾の入口で発生する場合、予報として使用できる。

(b) 砕波が継続するために生ずる音 比較的勾配の緩い海岸で発生。

ノンノンノンと不思議な、不気味な音が続く。

ザーッ、ゴロゴロ、ゴーゴー、強風吹き荒ぶ等とも表現される。

音が発生し始めてから浜に到達するまで、3分乃至5分はある。

(c) 強い引き波による流れのため、浜の砂礫が移動して発生する音。

この他に、

(d) 浜辺で巻き波砕波を起こし、その際発生する大音響。

があるようである。

3. 大砲のような音

大砲のような大音響には、2種類の発生原因があるようである。第一は、大きな比較的前面勾配が急な津波が、険しい崖海岸に衝突して起こす衝突音である。同じ音をかなり遠方で、複数の地点で聞いているという特徴がある。

もう一つは、浜で大きな巻き波砕波が起り、その時に生ずる音響で、津波来襲地点を離れると殆ど聞いていないという特徴がある。

3.1 発生源が遠距離地点である事例

離れた地点で発生した大音響を聞くと、大砲のような音、発破のような音、雷鳴や遠雷、と表現される。音響を聞いた地点、音のした方向、音発生から津波到達時間の関係から、おおよそ発生源とそれを発生させた津波の大きさを特定できる例は、次の通りである。

(1) 久慈湾

久慈湾北岸の半崎では、津波来襲前5~6分に、自動車のエンジンに似た音を南方沖に

聞いている。

久慈湾中央の港でも、遠雷の様な音を地震後約30分に聞き、まもなく津波が来襲した。津波は南より来たとある。(文献6, p.188)。

来襲時刻と音の方向からすると、久慈湾南の小袖海岸より東の崖に衝突して生じたものと推定される。

半崎での第一波は20尺、久慈での痕跡高3.3米、4.0米、南の三崎をまわった久喜地点で痕跡高3.3米であることから、3～4米の津波で発生した音響であろう。距離は、7～8キロである。

(2) 岩手県普代

普代は直接外洋に面して位置しているが、そのすぐ南で海岸は東へと伸び、その突端が黒崎で、これから海岸は南へと向きを変え、崖海岸が続く。

第一波襲来4分前に、風の如き音が東南方で起った。この4分という数字は確かであると、わざわざ注釈が付けてあるところを見ると正確なのであろう。また、第二波に対応しても、大砲の如き音が東南方より聞こえているが、発生した時間は不明である。普代の浜から約3キロ離れた黒崎地点に衝突した津波によるものだと考えると到達時間もほぼ対応する。普代での第一波は15尺、第二波は16尺と報告されており、痕跡高は7.5米である。南に隣接する田名部では痕跡高は7.4米、8キロ東南方の羅賀では痕跡高8.4米であることを考慮すると、この音響を発生させた津波は、6～7米程度であろうかと推定される。音は3キロ程度遠くで聞くことが出来た。

(3) 宮古湾湾口およびそれより北の海岸

崎山村では、津浪来襲5分位前に、沖の方にノウノウという野砲の発砲位の音響を聞いている。

閉伊川川口付近で、午前3時2分風が吹き荒れるような沖鳴りを聞いた。その時湾内を見ると、鍛ヶ崎前棧橋に係留されていた発動機船が傾斜しているのが認められた(文献6, pp.189-192)。同じく佐々木氏の談として、

第一回の津波襲来約5分前にゴーと大きな音響が聞こえた(文献6, p.132)。

方向と時間から閉伊崎に衝突した津波が起こした音であろう。そこでの痕跡高は9.6米であり、距離は5～6キロである。

(4) 山田湾

山田湾北岸の大沢では、津浪来襲7～8分前、東南の方向に、遠くより自動車でも走って来るような音を聞いている。

山田と織笠の間にある伝作鼻では、地震後約10分に「ドーン」という砲声に似た音響を聞き、其後約10分で海水が引き始め、更に12、3分して津波第一波が波頭を光らせながら押し寄せた。(文献6, p.183)。

音響の方向と津波来襲までの時間から、霞露岳のある半島のさきに津波が衝突して起こした音響であると推定される。小谷島での津波高は6.6米、そこまでの距離は大沢で9キロ、伝作鼻で8キロである。

(5) 岩手県大槌湾

大槌湾の湾奥は太い二つの枝湾に分かれ、北側枝湾の奥に大槌、南側枝湾の奥よりやや東に箱崎があり、両地点とも音響を聞いている。

大槌では地震後12～13分(津波襲来前15～20分)に、雷鳴の如き音響を、東北から稍や北よりの方向に聞いている。方向としては、船越湾と山田湾の境である霞露岳のある半島の先端崖海岸の方向であるが、津波来襲まで10分以内の程度である筈なので、時間的には特定できない。もし、ここが発生源であるとすると、山田湾対岸の石浜で痕跡高7.2～8.3米、同じく姉吉の痕跡高が浜辺で12.8～14米であることから、7米程度の津波の衝突で発生したものと思われる。文献6(p.180)によると、駐在巡查部長も地震後約10分頃沖合に遠雷の如き音響を聞き、まもなく海水は沖の方に吸われるように急に減水したとなっている。

南側枝湾の鶏住居地区箱崎では、津波襲来約10分位前に、真東より15度位南の方向に、

遠雷のような音を聞いた。大槌湾と両石湾の境にある半島の先端であるとすれば、ほぼ到達時間も妥当である。直線距離は5キロ内外である。箱崎での痕跡高4.3米、隣接する両石湾内で痕跡高10米、さらに釜石湾内での痕跡高2.7~3.5米であることを考慮すると、5米以上の津波によって音響が発生し、5キロ程度の位置で、これを聞くことが出来たものと推定できよう。

(6) 釜石湾

この湾も湾奥で長さの短い二つの枝湾に分かれている。北側枝湾に釜石、南側枝湾に平田がある。

平田では津浪来襲前約5分、雷の如く、爆発物の如き音を聞いた。東に伸びた湾南側の半島の先端部尾崎地点に衝突した津波によるものと思われる。津波の高さは釜石湾北岸の泉田で痕跡高3米、鎌崎での痕跡高4.9米、平田で7尺痕跡高3.7米、この半島南側の佐須で痕跡高が6.1~8.5米等を考慮すると、5米程度の津波が崖海岸に衝突して生じたものと伺われる。ここまでの直線距離は6キロである。

文献6 (pp.177-178)によると、釜石でも、強震後約30分遙か東方沖合に当りどんとどんと底力のある遠雷の如き音響を3回聞いており、それより数分後海水の急速に減退するのを認めてもいる。これは平田で聞いた音響と同じ発生源によるものと推定される。

(7) 唐丹湾

湾奥に位置する小白浜では、津波襲来の7、8分前に遠雷の如き、大砲の如き、石垣の崩れるが如き大音響を、東南の方向に聞いている。唐丹湾南岸半島の死骨崎付近で発生したと考えるのが妥当であろう。この付近の津波高は不明であるが、唐丹湾北岸の佐須で痕跡高6.1~8.5米、南岸の半島を少し奥へ入った大石での痕跡高が5米、また南の吉浜湾北岸の千歳での痕跡高が6.3米であることから、5米内外であると推定する。直線距離は5.5キロである。

(8) 吉浜湾

文献6 (pp.133-134)によれば、吉浜小学校長談として、津波襲来15、6分前に沖合に大砲のような音が聞こえたという。また湾北岸の湾口に近い千歳では、地震後約20分余りして「ザアザア」と大風のような音がして、それから5分余り経ってから最初の津波襲来したと聞き込んでいる。千歳での痕跡高は、6.3米である。

湾入口から湾奥まで、津波の伝播時間は8、9分であるから、音が湾口での崖海岸に衝突して生じたものとする、やや時間的に不整合が生ずる。千歳で聞いた音は、そこより東北の死骨崎あたりで発生したものようであり、唐丹湾で聞いたものと同一であろう。発生させた津波高は5米内外、千歳までは3キロ、吉浜までは8キロの直線距離がある。

(9) 越喜来湾

北岸の湾口に近い崎浜では、津浪前15分位に、底力のあるダイナマイトのような音を聞いているが、その方向も述べられて居らず対応する発生源は不明である。

湾奥の浦浜では、津浪前5、6分位に、沖の方に、大砲を打った如き音を聞いている。もっとも、文献6 (p.174)では、小学校長の談として、強震後15分に遙か沖合に大砲の如き音を聞き、その後約15分で第一波が襲来した事になっている。

南岸の小石浜では、文献6 (p.158)によると、地震後20分乃至30分に、二度あるいは三度沖合の方向に音を聞いている。

それより湾口に近い砂子浜では、津波来襲約7~8分前、釜石以東の海上に大砲の如き音を聞いた。文献6 (p.158)では、地震後20分程で大砲の様な音を二度東方に聞いた、あるいは三回に聞いた人もあるという。

湾口から湾奥までの津波伝播時間は7、8分程度であり、この音響は北岸の大塩崎あるいは南岸の脚崎にあたった津波で発生したものようである。崎浜での痕跡高7.6米、小石浜痕跡高8.3米、綾里湾綾里岬先端近くの

痕跡高7.5米であるから、7米弱の津波で発生したものと推定できる。距離は、浦浜まで7キロ、小石浜4キロ、砂子浜3キロである。

⑩ 綾里港湾

港では津浪10分前、東方に遠雷の響のようにドドンと微音がした。文献6 (pp.157-158) では、此処で潮を注視していた人の談話として、地震が止んでから20分で平均満潮面から三尺程増水したその時に東の方でハッパの時の様な音響がした。10分位を経て潮が早い勢いで引いた、潮は恐らく湾口位(湾奥から約1キロ)まで減水、其後15分程で灯火ある船が早い早さで湾口から進んで来た、と記述している。

綾里岬あたりで発生したとすると、津波伝播時間は6、7分であるから、ほぼ該当するとして良いであろう。津波の痕跡高は綾里岬先端で7.5米である。7米程の津波で発生し、5キロ程度遠くで聞こえたとしても良い。しかし港地点は音の発生源とはその中間に山を隔てているためであろう、音が遮蔽されて小さかった事が伺われる。

⑪ 大船渡湾

下船渡では、津浪10分位前、ドーンと大砲でも撃った様な音を、釜石沖の方向に聞いている。強音であったという。この方向からは、綾里岬、脚崎などに衝突した音であろうかと思われる。ところがこれと反する証言もある。文献6 (pp.171-172) によると、大船渡の校長の談として、本震後30分位にして南東の方にドーンと云う余り大きくない音響を聞いた、としている。地震が2時31分、これが10分程続き、それから30分と云うと3時から3時10分頃に音を聞いた事となる。津波来襲は、下船渡3時5分、平3時10分、欠の下3時20分であるから、大船渡で聞いた音は、方向、時間からして、大船渡湾入口南岸の碁石岬、あるいは北岸の合足の南の長崎で生じたもののようである。碁石岬で痕跡高6.5米、長崎で痕跡高8.0米であるから、7米前後の津波の衝突によるものとして良い。聞こえた

距離は、7キロである。

⑫ 門之浜湾・大野湾

この両湾は双子湾のように隣接しており、二つの中間にかなり小さい湾入部があって、その奥に只出がある。ここでは、津浪前10分位に、東南方向に、発破のような音を聞いている。方向と時間からして根崎当りで発生した音と思われる。津波痕跡高は広田崎で10.5米、集で10.5米、岩倉で8.2~12米、黒崎社のある岬先端で7.5米である。7米強の津波で発生したのであろう。聞こえた距離は4キロである。

⑬ 広田湾西岸湾口付近 (文献6, pp.155-156)

泊港では地震後25分程で東の方から発破に似た音響があり、まもなく潮が引いて行った。根崎では、地震後20分程で東の方にあたって「パーン」と云う音を聞き、まもなく潮が引いて港内の船は海底に付いて覆ったものもあった。この記述は⑫の只出で聞いたものと同一波源であると思われる、発生源が黒崎社のある辺りとの想定を指示するものである。聞こえた距離は2~2.5キロである。

⑭ 広田湾奥 (文献6)

両替では、地震後約20分で音響を聞き、それから約8分の後に潮が引き、5~10分後に津波が来襲した (pp.155-156)。

高田では、本震後約20分位後南より少し東に偏った方に余り大きくない底力のあるようなドーンという物凄いな音響を聞いた人が沢山あった。この音響を聞いてから約10分後5尺位の津波が来襲した (p.167)。

この音は、津浪来襲約15分前に、海の方から、自動車のエンジンの響の大なる如き音響がしたとも表現されている (文献5, p.191)。

長部港では地震後約25分で音響を聞き、それから約10分程を経て湾口位まで潮が引いた。その後、約10分して第一波が来襲している (pp.155-156)。

津波伝播は広田湾内で湾口から湾奥まで10

分程度であるから、ここで聞いている音響も前述(12), (13)のものと同じ波源であろう。距離は、両替6キロ、高田10キロ、長部9キロである。

(15) 唐桑半島東岸 (文献6, pp.154-155)

小原木では、地震後20分ほどで音響が一度あり、其後5分で海水が引いた。これは根崎黒崎社先端付近での津波の音であろう。距離は8キロである。

それより南で、半島付け根付近の石浜では、発破のような音響を二回聞き、後の方がやや小さかったという。方向や津波来襲時間との関係が述べられていないので、発生源を特定できない。

半島半ばにある名勝巨釜半造の南に位置する欠浜では、地震後八分程でドーンという音を綾里の方(東北東方)に聞いた。又5分位でやや小さい音があり尚20分位を経てやや大きな音が聞こえ最後の音と殆ど同時位に津波が寄せてきた。最初の音は綾里岬(20キロ)、第二は大船渡湾口(13キロ)、第三は根崎黒崎社の先端(6キロ)で発生したものであろう。

(16) 唐桑半島西岸気仙沼湾内 (文献6, p.153)

鮪立では地震後20分で音響が一度鳴り、それから12分位で次のやや小さい音響が聞こえた。津波は一番目の音響後5分位で来た。

宿では、地震後25分で音があった。丁度ハッパのような音であった。そして20分で波がきた。

両地点間は1.5キロ程しか離れていない。津波の到達時間としては2, 3分もずれないほどの距離差である。第一の音響は両地点で聞こえ、地震後20~25分程度であったものと見える。第二の音は、鮪立への津波到達時間からすると気仙沼大島の先端付近あるいは唐桑半島先端で生じたものと思われる。宿はこれらの発生源に対し、山で遮蔽された位置にあるので、小さな第二の音が聞き取り難かつ

たものであろう。

大島通島崎の痕跡高は9米、唐桑半島御崎岬で痕跡高は9.5米であるから、9米前後の津波で発生した音であろう。距離は5.5キロである。

(17) 気仙沼湾口波路上半島岩井崎灯台 (文献6, pp.149-150)

灯台は海拔150米の高地にあり、この灯台長の談は次の通りである。

地震が余り大きいので震れ出してから3分で起き出した(地震は8分間も感じた)。地震後15分頃から潮が引いた。それと殆ど同時にダイナマイトの様な音響が東の方から聞こえて来た。まもなく(3分後)沖には白いウネリが一面に出た。

大島先端の通島崎から岩井崎までの津波到達時間は丁度3分であり、そこで9米の津波で発生した音として良い。距離は3キロである。

3.2 直前に発生した大音響

(1) 八戸市

種差海岸の近くである白浜では、押し寄せる直前には一時波音が絶え極めて静かになった。次いで水がモクモクと盛り上がるように来て岸にドット打ち付け、大きな轟音がした。各回とも同じであり、第一波は8尺、第二波は9尺、第三波は10尺であった。1.5キロ未満で水深20米、平均海底勾配は1/75であるが、浜近くの勾配はもっと急であると推定される。ほぼ3米位の波高で衝撃音を発したものと出来よう。

(2) 岩手県八木 (文献6, p.187)

外洋にほぼ直面する地形である。津波は地震後約35分に雷声の如き音響と共に第一波が襲来した。その大きさは1丈5尺、波頭は砕けて水泡を交えていた。痕跡高は陸中八木駅の辺りで3.5米、南の小子内で3米である。海中には岩礁が発達しているから、3~4米の津波が、岩礁や崖に衝突した音響と砕波の音響とによるものであろう。

(3) 大槌湾

南岸の箱崎白浜での第1波は6尺以上の大きさがあり、ドッと音響高く崩れた。ただし、怒濤岩と激突する勢いでは無かった。

(4) 大野湾

只出では浪は崩れて押し寄せて来たが、他の部落ではヂワヂワと音を立てて来た。また、文献6 (pp.168-169)によると、地震直後大砲でも打ったような大きな音が聞こえ、それより約15分か20分位後で何とも言われない物凄い音を立てて第一回の津波がやってきたが、波の高さは割合に小さくその次にやってきた波は大きく約10尺以上もあったそうである。

(5) 追波湾北岸 (文献6, pp.144-145)

大指での津波の高さは1丈6尺(4.8米)で、地震後40分程経て襲来した。雷光の様な光りとともに大砲の響のような音を津波の直前に聞いたという。……

「地震が強かったから津波の襲来を案じていた折から、非常に烈しい音がしたから海辺へ行ってみると、その音は水が引けるため船と船とが衝突し合うためであった。そして海水は海辺から6、70尺(沿道の深さで言えば1丈乃至1丈5尺)も引いてしまった。これは津波の前兆と察し、家へかえり子供を起こして上の道路まで連れて上がるや否や、背後で何とも例えようのない物凄い音がした、見れば既に長さ14間もある納屋その他数棟が押し流されているのであった。その間僅かに5分であった」

ここでの痕跡高は3.8米、水深20米まで1キロもない場所である。4米内外の津波が巻き波砕波したときの音、およびそれによる家屋等の破壊の音と考えられる。

(6) 宮城県鮫の浦湾 (文献6, pp.139-140)

湾口の寄磯は、津波に対してやや遮蔽されるような位置にあり、第1波が大きく、津波高は1.6米位、痕跡高は2.4米で、ここでは音を聞いていない。

湾奥でも大谷川の北にある鮫の浦では、やはり音を聞いていない。ここでの痕跡高は5米である。しかし、この鮫の浦地点のある小湾曲は、津波の主進行方向に対し90°の角をなす湾軸を有している。このため、津波によって水位が高まったにしろ、湾軸に沿って鮫の浦地点へと直進する運動量は、大谷川に比べて非常に小さいものであったに違いない。

湾奥の大谷川には、津波が直進して衝突する。ここでは津波来襲の前に何とも例えようのない物凄い音が2、3回したという。他地点で聞いていない事から、この音響は大谷川の浜で生じたものと言えよう。津波の高さは1丈7尺(5.2米)であった。痕跡高は不明である。5米内外の津波が浜で砕波して発生したものと考えられる。

3.3 大砲の如き音響を発生させる津波高と聞こえる範囲

(1) 崖海岸で生じた音響

以上の事例から、発生させる津波の高さは、普代6~7米、大槌5米、釜石5米、唐丹5米、吉浜5米、越喜来7米、綾里7米、大船渡7米、門之浜7米、気仙沼大島9米となっている。すなわち、5米以上の津波なら砲声のような大音響を発生させるとして良い。

聞こえる範囲は遮蔽条件により様々である。最も典型的な例を唐桑半島の東海岸に見いだせる。音響発生源から殆ど遮蔽されない欠浜では、20キロ先の音まで聞き、その後も13キロ先の音、6キロ先の音と次々と聞いている。

さらに空気の密度分布状況によっては、予想もしない遠方まで聞こえる事がある。その典型的な例としては、海岸への直線距離が20キロはある山地の、岩手県東磐井郡藤沢町で地震後約30分頃ドーンという音響を2回も聞いたというのがある(文献6, p.167)。これは発生時刻から云って地震とは直接関係なく、綾里や気仙沼で発生した音響を聞いたものと推定されるが、そのどれであるかは特定できない。

(2) 津波襲来地点の海浜で発生する条件
巻き波砕波の起こす音響である。大槌では
2米内外で生じているが、それほど大きなもの
ではないと、わざわざ注釈が付けられている。
何とも云えない位大きな音と表現される
のは、4米以上のものである。

4. 海鳴の如き音響

海鳴の様な音が連続して生ずる為には、津
波前面で砕波が連続して起る必要がある。津
波は風波等と異なり、砕波してもすぐ背後か
らエネルギーが供給されるため、波高減衰は
起こり難く、砕波は継続する。

沖であっても、津波波高が大きく、局地的
な前面の波形勾配がきついと、砕波が起り、
その音が沖鳴り、海鳴り、あるいは海がノン
ノンと鳴る、と表現される。

浅い海では、砕波の音の外に、海底の砂礫
の衝突音等も加わるようである。

4.1 寄せ波による音響事例

(1) 日高国幌泉郡庶野

襟裳岬の北約14キロの庶野では、津波はま
ず約2丁(平常の大干潮の3倍位)引き地鳴
りを生じて押し寄せた。遙か沖より一帯に水
嵩を増し、波の上部は崩れて白波を見せ、岸
を指して一直線に押し寄せた。

庶野での第1波25尺、第二波48尺、第三波
38尺とされる。痕跡高は庶野6.0~9.1米、襟
裳岬3.6米、11キロ南の小越で4.6米である。
この辺の海岸は9キロ行って水深50米、平均
海底勾配1/180である。

(2) 青森県百石町

三沢市周辺の長く伸びた海浜にある、相坂
川(奥入瀬川)川口から二川目までで海鳴を
聞いている。

二川目では、沖一帯に波が盛り上がり低
い黒雲が張りなびいた様であったという。そ
の音はノンノンと聞えた。津波高は二川目で
4米、5キロ北の四川目の痕跡高は3.8米で

あった。

川口では音が聞こえるや否や津浪がやって
きた。遠方から汽車でも走って来たようであ
ったという。津波高は10尺以上である。尚、
岩崎安太郎の証言として、第三波の音は、
ノンノンときこえたという。この津波の高
さも特定できない。

この辺の海岸は3キロで水深20米、海底勾
配1/150程度である。

(3) 野田湾(文献6, p.188)

発震後約30分で強風に似た鳴動と共に、第
一回以後12分間位の間隔を置いて、二回三回
の津波が来襲した。波の高さは約1丈8尺も
あった。

ここでの痕跡高は5.5米である。平均海底
勾配は2キロで水深20米、すなわち1/100
である。

(4) 田老

しばしば大被害を受けている田老では、

1) 来襲のかなり前に潮鳴りを聞いた(文献
7, p.44),

2) 津波を連想したものの砂浜を洗う波音が
緩いので安心していたところ、ノンノンと
強い波音にスワと波ね起きたときには電灯
も消えた(文献7, pp.8-9),

3) 湾口に突き当たる波の音を聞いて初めて
津波と感じた(文献7, p.9),

4) 地震後30分余り経ってから再び微弱な地
震を感じ、それから10分位してからゴーと
低い音響が2, 3回聞こえ、数分の後津波
が襲来した。津波襲来の前にあった音が低
く平素の波の音と紛らわしかった(文献
6, pp.132-133)。

5) 波は崩れて、丁度山上の林を暴風がサ
アアアと吹くような音響を立てて来襲
した。

痕跡高は10米である。田老湾口北岸の三王
岩辺で痕跡高4米、南岸の佐賀部付近で痕跡
高4.5米である。4米程度の波が崩れ砕波
を起こし、その音響であると推定される。

(5) 宮古湾中央部 (文献6, pp.189-192, p.132)

閉伊川川口付近で、午前3時2分風が吹き荒れるような沖鳴りを聞いた。その時湾内を見ると、岨ヶ崎前棧橋に係留されていた発動機船が傾斜しているのが認められた。測候所下の海岸では約20間海水が引き、水深は約7、8尺減じた。3時8分烈風が吹き荒れるような轟々という凄まじい音と共に波頭が砕け白波を立てた津波が襲来した。その高さは約2.5米という (pp.189-192)。この辺りの痕跡高は、3~4米である。

佐々木氏の談として、第一回の津波襲来約5分前にゴーと大きな音響が聞こえた (p.132)。

こうした事を総合すると、第一波前の音は閉伊崎に衝突した音で、崎山村で聞いた音と同一であろう (第3.1節, 例(3)参照)。

その波が浅い湾内で、激しい砕波を連続的に生じながら轟音を発して進行したものである。風波と違い、前面が砕波しても波高が下がらず、砕波が連続し、音響も連続するという特徴がみられる。

(6) 宮古湾奥 (文献6, p.191)

赤前では、午前8分頃遠方に微かに轟々という音を聞いた。この音は次第に高くなったのは、高浜や金浜に襲来した時であろうと思われる。3時15分頃より海水は急激に引き、遠浅のため7、80間干退した。3時22分第一回の津波が襲来した。

高浜、赤前及び堀内での痕跡高2米である。湾内で砕波しながら進行する津波の音響である。

(7) 船越湾

田ノ浜では、津波来襲3分位前から、遠潮鳴りのように (波の進行の音) を、南西の方向に聞いている。

当時の経験者太田さんの話 (1992年3月1日採話) によると、吉里吉里でもサーという音が次第に高くなって行ったという。

船越郵便局長の談 (文献6, p.181) では、

津波の第一波は午前3時5分頃トラック数台遠方より疾走して来る様な音を来き、其後2、3分してから到達したという。

これは船越湾内で津波が砕波しながら進行するときに生ずる音であり、明治三陸大津波でも経験されている。

津波高は田の浜で19尺、痕跡高は3.7米、田の浜南端で痕跡高3~3.5米である。船越で13尺、痕跡高は5米。浪板の痕跡高は5.2米、吉里吉里の痕跡高は5.5米である。

水深50米まで1.5キロ、平均海底勾配1/30の海岸であるが、出入りの無い汀線が5キロ以上つながっている。この海岸に沿って北上しながら、岸に近い方から砕け、連続的に音を発生したものであろう。津波の高さは3米以上であったものと思われる。

(8) 釜石湾

釜石では津波の第1波は午前3時5分頃、湾口沖合より突風吹き荒ぶ様なゴーゴーという物凄い音を発して沿岸に接近するに従って次第に波高をまして来襲した (文献6, pp.177-178)。

平田では、盛り上がる波の音が、強風の音の如く、津波襲来の1、2分前より沖の彼方に聞こえ、しかも次第に近寄って来た。平田での津波高7尺、痕跡高3.7米である。北岸でここより沖の白浜での痕跡高3.2米、対岸泉田の痕跡高3米である。釜石周辺でも痕跡高は2.7米から4.9米である。結局、3米程度の津波が砕波しながら進行しつつ、音響を発生したものであろう。

(9) 越喜来湾

湾奥の浦浜では、勢力最も強大であった第2波が引く際に「ゴーウゴーウ」と物凄い音響を発生した (文献6, p.174)。この第2波は約20尺であったという。恐らく引き波時に強い流れに砂礫が強く動かされて発した音であろう。

又、南岸の砂子浜では、「海嘯の襲来当時は微風だに無かりしに海湾内凜凜として宛も空林を亘る大風の如き音しつつ波濤の到れる

は岸を伝へて噛み来たれるものか或は又波の捲き廻しつつ洋上を渡れるものか定かならず……」と報告されている。

ここより湾奥の小白浜での痕跡高は8.3米である。また対岸の崎浜では痕跡高7.6米である。砕波しつつ進行する津波が発したおとであるが、7米近い津波の作ったものであるにも関わらず、湾内のその他の地点での記録が見られないのが奇妙な感じがする。

(10) 大船渡湾

下船渡に浪が打ちつけて来る時は、自動車でも走る様にガウガウと音を立てて来た。ここでの津波高は2～5尺、痕跡高はこの周辺で3.2～4.1米である。

3米程度の津波が砕波しながら進行して発生させた音響である。

(11) 広田湾東岸

瀬沢、矢之浦、両替、三日市の諸部落では、津波はヂワヂワと音を立てて来た。

瀬沢の津波高10尺、痕跡高3.5米、矢之浦の津波高7尺、痕跡高4～6.5米、両替(7尺、3米)、三日市(7尺、2.5～5米)である。

2.5米以上の津波が砕波しながら来襲したものと考えられる。

(12) 広田湾奥

広田湾奥、高田松原の東端付近の沼田、脇の沢では、津浪来襲前3分前に、沖の方よりゴーという音を聞いた。終始同じように聞いたと言っているので連続して聞いたものと思われる。

沼田での津波高10尺、痕跡高4.5米、脇の沢での津波高5尺、痕跡高4.6米であるが、湾内他地点で発生している音響であるから、その他の地点での津波高を調べる必要がある。東岸での痕跡高4～10米、西岸での痕跡高4～7米の範囲であるので、4米内外の津波によるものと推定できる。

(13) 追波湾南岸 (文献6, pp.143-144)

船越、名振ともに、津波の寄せて来る有様は比較的静かにザワザワと音を立てて海が高

まって来ると、表現されている。

船越の津波高4.5米、痕跡高3.7～4米、名振の津波高4.2米、痕跡高2.7～3.3米である。両地点とも八景嶋等に遮蔽された地形になっていることが影響しているかも知れない。

4.2 引き波時の音響の事例

(1) 越喜来湾

湾奥の浦浜では、勢力最も強大であった第2波が引く際に「ゴーウゴーウ」と物凄しい音響を発した。(文献6, p.174)。この第2波は約20尺であったという。恐らく引き波時に強い流れに砂礫が強く動かされて発した音であろう。

(2) 女川 (文献6, p.140)

津波は地震後40分で来たが、その直前ざわざわという非常な音を立てて埋立地の石の間を水が引いたので津波が来ることに注意した。その高さは8尺(2.4米)位である。痕跡高は2.2～2.8米である。

4.3 海鳴の如き音響の発生する条件

音の発生した津波高は庶野6米、百石4米、野田5.5米、田老4米以上、宮古2.5米、宮古湾奥2米以上、田の浜3米以上、釜石3米以上、越喜来7米、下船渡3米、広田湾東岸2.5米となる。

このことから、連続する崩れ波砕波によって生ずる音響は、宮古の例などから判断すると、浅い海では津波高2.5米位からであるとして良いであろう。この時は、砕波の音及び海底の土砂移動の音も加わっていることであろう。

深い海でも、十分波高が大きければ砕波が生じ、海鳴りと形容される音が生ずる。田老で聞いた音からすると、3米以上の津波で発生しているようである。ただし、砕波だけの音なのか、崖海岸近くで岸にあたって発生する音も入っているのかは、判定できない。

5. 結 論

音響の発生条件を検討した結果、次の様に決定できた。

崖に衝突して遠方まで聞こえる大音響は、津波高5米以上のものによって発生する。聞こえる範囲は地形条件により様々で、地形条件及び大気条件が揃えば、20キロ以上も聞こえることがある。崖に衝突した音響が遠地点でも認識されるのは、その地点にはまだ津波が到達していないため、津波による騒音が近辺で発生していないからであろう。

浜にきた津波が大きな巻き波砕波を起こして生ずる大音響は、津波高4米くらいから生ずる。この音響が認識される範囲は当該海浜のみと、局地的なものである。

崖に到達した場合の音響とは異なり、周辺の他海浜も津波による音響に満たされているためであろう。

浅い海が長く続く場合、前面の継続的な砕波と海底の砂礫の移動とによって不気味な音響が継続して発生する。浅い海では、波高2.5米くらいからこの音が発生する。

深い海でも、波高が大きいとやはり連続的な前面砕波が生じ、音響が発生する。その限界は明確でないが、3米以上であろう。

こうした音響の発生特性は、地形条件などを考慮して地点地点に合うよう判定できるか

ら、津波来襲直前の予報として有用な情報を与えるであろう。

津波強度や津波の形態との関連において、音響発生条件をまとめると、図-1のようになる。

引 用 文 献

1. 森嘉兵衛 (1982) : 岩手県津波史, 森嘉兵衛著作集 第一巻 奥羽社会経済史の研究・平泉論, 法政大学出版局, pp.31-32.
2. 例えば, 宮城県 (1935) : 宮城県昭和震嘯誌, pp.455-456.
3. Ambraseys, N. N. (1962) : Data for the investigation of the seismic seawaves in the Eastern Mediterranean, Bull. Seism. Soc. America Vol.52, pp.895-913.
4. 首藤伸夫 (1990) : 津波発生及び来襲時の音響, -その1 明治三陸大津波時の分類-, 津波工学研究報告, 第7号, pp.1-43.
5. 東京大学地震研究所彙報別冊 I (1934) : 昭和八年三月三日三陸地方津浪に関する論文及報告, 250p.
6. 中央气象台 (1933) : 昭和八年三月三日三陸沖強震及津浪報告, 験震時報第七巻, 第二報別冊, 260p.
7. 田老町 (1971) : 防災の町, 119p.

津波強度	0	1	2	3	4	5
津波高(m)	1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	岸で盛上がる	沖でも水の壁 第二波砕波	先端に砕波 を伴うもの が増える。	第一波でも 巻き波砕波を 起こす。	
	急斜面	速い潮汐	速い潮汐			
音			前面砕波による連続音 (海鳴り, 暴風雨)			
				浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴, 遠方では認識されない)		
					崖に衝突する大音響 (遠雷, 発破, かなり遠くまで聞こえる)	
木造家屋	部分的破壊		全面破壊			
石造家屋			持ちこたえる	全面破壊		
鉄・コン・ビル			持ちこたえる	全面破壊		
漁船			被害発生	被害率50%	被害率100%	
防潮林	被害軽微 津波軽減	漂流物阻止		部分的被害 漂流物阻止	全面的被害 無効果	
養殖筏	被害発生					
沿岸集落			被害発生	被害率50%	被害率100%	
打上高(m)	1	2	4	8	16	32

図-1 津波強度, 津波形態および津波による被害