

## 日本海東縁地震津波の朝鮮半島東海岸での歴史記録

都司 嘉宣\*

## 1. はじめに

富山湾最奥部から東北地方・北海道からサハリンにかけての海岸線の西方海域には、西方のユーラシアプレートとそれに東接する北米プレートの境界線が走っており、この線から東方の日本列島の海岸線までの海域は「日本海東縁海域」と呼ばれている。この海域では、1983年に秋田県西方に起きた日本海中部地震 (M7.7)、1993年に奥尻島付近の海域に北海道南西沖地震 (M7.8) が発生している。これらの両地震には、ともに大きな津波が伴っており、我が国の沿岸地方に多大の被害を生じている。そして、この両地震による津波は、ともに韓国の東海岸に達している。日本海中部地震 (1993) の津波では、日本側ではちょうど 100 人の死者が生じたが、韓国の海岸でも 3 名の死者を生じた。

日本海東縁の海域では、さらに、新潟地震 (1964, M7.5) および積丹半島沖地震 (1940, M7.5) が生じており、この 2 個の地震によっても、朝鮮半島の東海岸で小規模な津波が記録されている (都司ら, 1984, 1985)。

さらに、地震による津波ではないが、江戸時代の寛保元年 (1741) には、北海道江差沖の渡島大島の噴火に伴う大規模な津波が発生し、北海道松前・江差地方の海岸、および青森県津軽地方の海岸を襲っており、この津波による死者は、2,000 人を超えていたと推定されている (渡辺, 1998)。この津波も朝鮮半島東海岸で記録されている (都司ら, 1985)。

日本海東縁海域では、以上のほか、天保 4 年 11 月 26 日 (1833 年 12 月 7 日) に山形県沖地震が発生しており、この地震による津波

の最高浸水高は、山形県鶴岡市堅海苔沢での 12.9m (TP 上) であった (都司ら, 2015)。さらに、この津波によって、島根県の隠岐諸島で津波による浸水被害が記録されている。これらのことから考えて、この津波も当然朝鮮半島にも影響が及んだと推定されるが、までのところこれを裏付ける記録は見つけられてはいない。

以上は、日本列島に近い日本海東縁海域で発生した地震・津波が朝鮮半島東岸に及んだ例であるが、逆に朝鮮半島東海岸付近で大きな地震が起き、それによる津波が日本に及んだと考えられる例が 1 例だけある。1681 年 6 月 21 日 (朝鮮王朝 < 李朝 > 肅宗王 7 年 5 月 11 日) の江原道で起きた地震で、これは朝鮮半島で起きた最大の地震と考えられる (秋教昇ら, 2005)。この津波は、日本の出雲地方で気づかれていたと示唆される (都司ら, 2017-C)。

以上は、江戸時代の始まる 17 世紀初頭以後、近世近代の例であるが、16 世紀以前の事例はどうであろうか？ じつは、江戸時代以前の 16 世紀末までの日本の歴史地震・津波の記録の残存状況は、完全さが江戸時代と比較して大幅に低下している。ことに、新潟県以北、東北地方ではかなり著しい地震・津波があっても、現在まで記録が残存していないものが多く存在すると考えられるのである。この点、朝鮮半島の新羅王朝、高麗王朝の記録のほうむしろ欠落が少ないと考えられるのである。その証拠として、新羅王朝の正史である『三国史記』に記された新羅本記の紀元前 1 世紀 ~ 紀元後 1 世紀ころの日食記録が、きわめて完全に近いことが、筆者の天文計算によって確認されている (都司, 2023)。

このような事情で、16 世紀末までの日本海の津波記録は、日本側、朝鮮半島側にそれ

\*地震津波防災戦略研究所

ぞれ存在するが、日付が一致して相応する記録は一つもないのが実情である。

本稿では、第 2 節では、現在から 17 世紀初頭までに日本海に起きた津波事例を総覧する。

これらの津波事例の状況の大部分は、断片的には、ここに引用した参考文献の原文を個々に参照すれば、全容を掌握できるはずである。しかし、これには日本の津波研究者にとって入手困難な、韓国港湾協会の文献(李錫裕, 1993)や、中国北京の地震出版社の刊行物(李裕澈, 2021)などにも含まれている。また、1983 年日本海中部地震の津波の韓国海岸の浸水に対しては、正規の測量調査は行われておらず、ただ各地の証言集のみが原初資料となっているため、これらをもとに浸水高の数値を推定する際には、どうしても判断者(主として本稿の筆者)の主観的要素が混入してしまう。1964 年の新潟地震による津波は、朝鮮半島ではほとんど影響せず、被害もなかったために報道記録はなく、ただ釜山港の検潮記録が 1 件あるのみである。

以上のような事情を考慮して、日本海東縁海域に発生した津波が朝鮮半島東海岸に及ぼした影響の全容が本稿のみでほぼ全容を総覧できるように、重複をいとわずあえてここに載録する意味はあると考えられる。

第 3 節では古代から 16 世紀末までの年代に、朝鮮半島で記録された日本海に発生した津波事例を記述する。日本側の記録で裏付けられる例は皆無であるが、沿岸堆積物、あるいは湖沼底の堆積物の調査によって、将来日韓双方の文献の記載が地質学的物証によって相互に裏付けられる日が来ることを期待してこの節を執筆した。

## 2. 現在から 17 世紀初頭までに発生した日本海の津波

すでに、第 1 節に述べたように、日本海東縁の海域に発生した地震、および火山活動による広域津波は、新しい年代のものから順に列挙すると、1993 年北海道南西沖地震、1983 年日本海中部地震、1964 年新潟地

震、1940 年積丹半島沖地震、および 1741 年(寛保元年)渡島大島噴火に伴う津波の 5 回を数える。このほかに、1833 年(天保四年)出羽沖地震、1762 年(宝暦十二年)の佐渡北方を震源とする地震の津波があるが、これらは朝鮮半島では記録されていない。

以上のほか、朝鮮半島近海に震源があった地震で、日本海に津波を生じた例として、1581 年、1643 年、1681 年、1810 年の 4 個の事例を挙げるができる(李裕澈, 2021)。このうち日本の海岸に津波を及ぼしたと考えられる事例は 1681 年の 1 例のみである。

### 2.1 1993 年北海道南西沖地震の津波

1993 年(平成 5 年)7 月 12 日、22 時 17 分に北海道奥尻島の西方を震源とする M7.8 の北海道南西沖地震が生じた。この地震には大きな津波(羽島の津波規模は  $m=3$ )の日本側の津波浸水高は、都司ら(1994)に総括的に述べられている。

韓国東海岸での津波の浸水高の調査は、津波発生後 1 週間以内に成均館大学の Prof. Byongho Choi とソウル大学の呉林象教授(Prof. Imsang Oh)らによって調査され、その結果は李錫裕ら(1993)によって述べられている。それによると、慶尚北道蔚珍郡竹辺(Jugbyeon)以北、江原道巨津(Geojing)までの南北約 200km の海岸線上で合計 27 点で津波浸水高の数値(MSL 基準)が得られている。もっとも高い数値は慶尚北道蔚珍郡富邱(Bugu)での 2.57m であった。家屋浸水以外の被害はほとんど起きておらず、人的被害は皆無であった。図 2 には棒グラフの形で、津波の浸水高さの分布が表されている。図 3 には、27 個のすべての点での津波浸水高の測定数値を示してある。ただし、原資料の数値は 0.01m 単位で示されているが、図 3 では、四捨五入して 0.1m 単位の数値として示しておいた。

渡辺(1998)には、韓国東海岸の 7 点の検潮所で観測された水位記録から読み取られた最大全振幅値が記されている。それによると釜山(Busan) 28cm、蔚山(Ulsan)

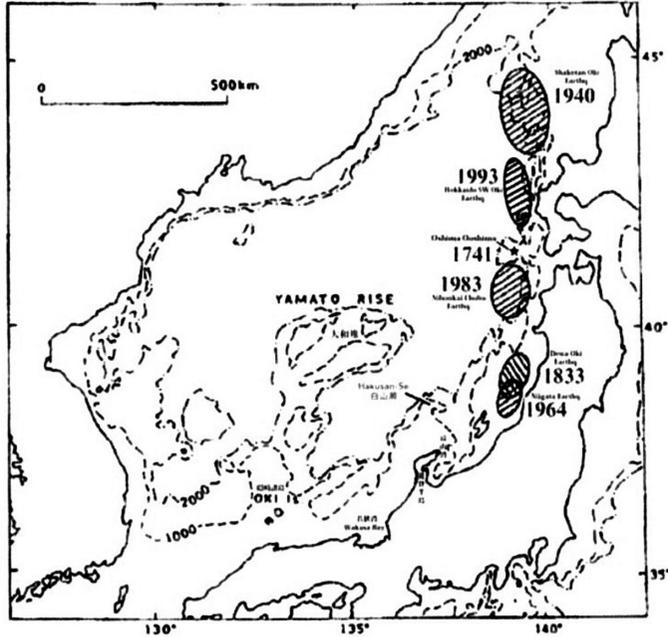


図1 日本海東縁の海域で17世紀以後に生じた5回の地震津波と、1回の火山噴火津波の波源  
1833年出羽沖(山形県沖)地震の津波記録は朝鮮半島には存在しない。

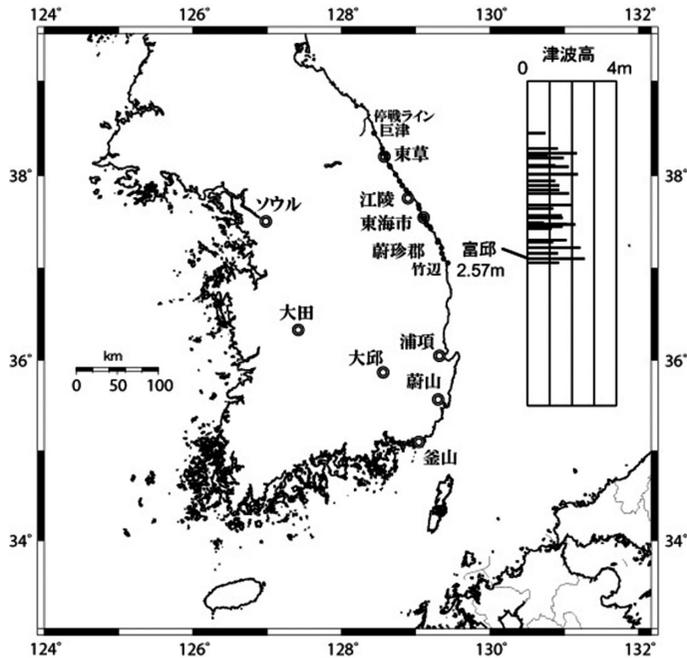


図2 1993年北海道南西沖地震の津波による韓国東海岸での津波浸水高

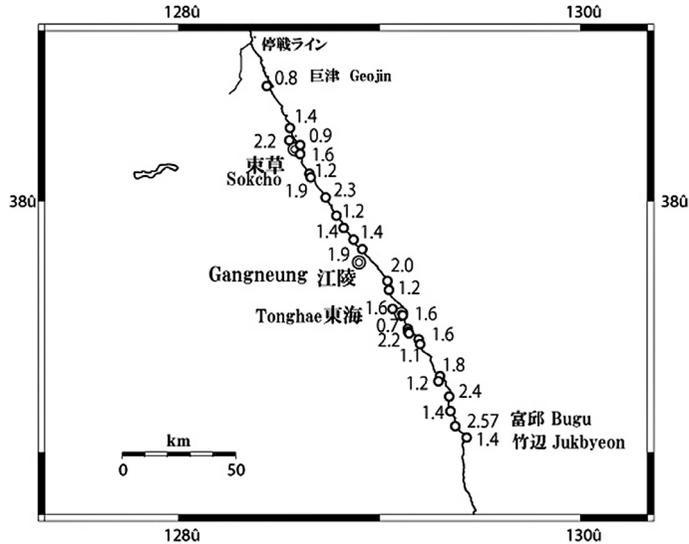


図3 1993年北海道南西沖地震の津波による韓国東海岸の27個の測定点での浸水高さ (m, MSL)。最大値を示した富邱以外は、0.1m単位の数値として示してある。

30cm, 浦項 (Pohang) 91cm, 鬱陵島 (Ulleung Do) 110cm, 墨湖 (Mukho) 245cm, 東海 (Donghae) 258cm, 東草 (Sokcho) 95cmである。検潮所の位置は図2を参照のこと。墨湖は東海の北方約8kmにある。

## 2.2 1983年日本海中部地震の津波

### 2.2.1 1983年日本海中部地震による津波の韓国東海岸での浸水高分布

1983年(昭和58年)5月26日11時59分、秋田県と青森県の県境点の東方海域でM7.7の日本海中部地震が発生した。港湾空港技術研究所(1983)によると、秋田県北部の峰浜村の水沢川河口付近の海岸で13.3mに達したことが記録され、また、東北大学工学部(1984)によると、この付近で14mを超える津波浸水高さが観察されたと報告されている。

この津波による日本側の死者はちょうど100人であった。

この津波の韓国東海岸にも津波が来襲していて、東海市で1人、臨院港で2人の死者を生じているので、浸水高2mを超えるような場所がいくつかあったことは明白である。しかし、津波の浸水限界の標高を測量器械を用

いて測定された地点は1点もなかった。

韓国気象台の白雲燮(Unseob Beak, 1983)は、江陵地方気象台、東草、蔚珍、鬱陵島の各測候所からの報告、および韓国エネルギー研究所、および韓国水路局の協力によって「東海岸地震海溢報告」をまとめた。都司ら(1985)には、その全訳を載せられている。この「報告」には、鬱陵島を含む韓国東海岸での多数の目撃証言記録と、それらを元に推定された各地点の浸水高さの推定値が「目撃者証言総合」と名付けられた表にまとめられている。また、証言記録を丹念に読み返すと、「総合」の表に漏れた数点での津波浸水高の数値を得ることができる。これらの原記載がたとえば3~5mとある場合には、そこでの浸水高さの値は4mと推定することにして、合計18点での津波浸水高の数値にまとめることができた。その結果が図4、および図5である。

津波浸水高の最高値は鬱陵島玄圃(Hyeongpo)での5mである。また2名の死者を生じた臨院(Imweon)では3.8m、1名の死者を出した東海市墨湖(Mukho)では、1.5mであった。

1983年日本海中部地震の津波の韓国側の

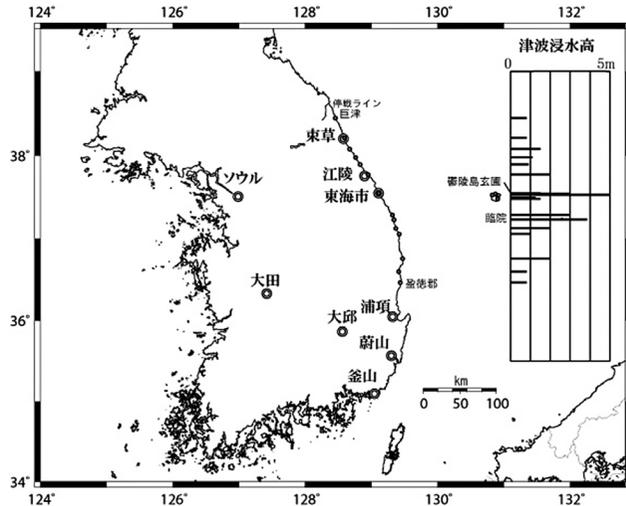


図4 1983年日本海中部地震津波の韓国東海岸の目視証言による津波高分布 (m)  
原初資料は白 (1983) による証言集。この記載に基づき本稿筆者が数値化したもの

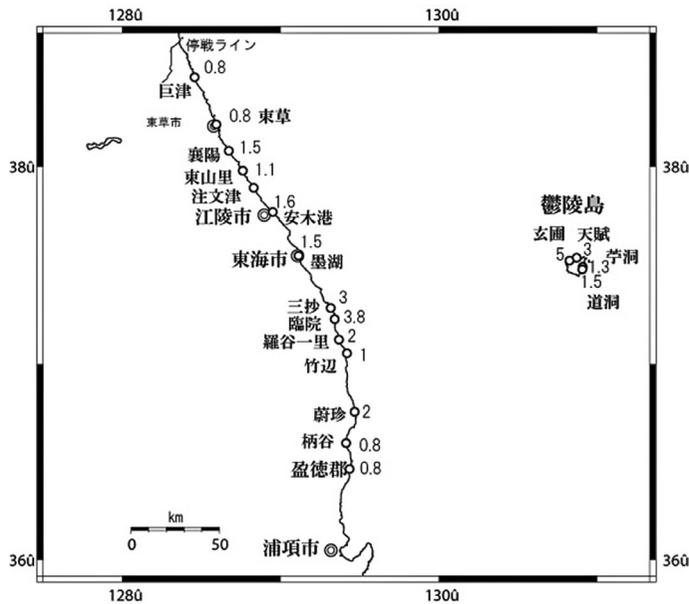


図5 1983年日本海中部地震津波の韓国東海岸の目視証言による津波高分布の地点ごと推定浸水高さ (m) 原初資料は白 (1983) による証言集。この記載に基づき本稿筆者が数値化したもの漢字地名の文教部式ローマ字表記, および韓国語発音に近似したカナ表記を次に掲げる。ローマ字表記で, 語頭の濁音字は清音で発音する。eu, eo は広口の「ウ」, 「オ」と発音する。巨津 Geojin コジン, 東草 Sokcho ソクチョ, 襄陽 Yangyang ヤンヤン, 東山里 Dongsan-ri トンサルリ (n-rの発音は-l), 注文津 Jumunjin チュムンチン, 江陵 Gangreung カンヌン (rの発音はn), 安木 Anmok アンモク, 墨湖 Mukho ムコ, 東海市 Donghae-si トンヘシ, 鬱陵島 Ulleug-Do ウルルンド, 玄圃 Hyeonpo ヒョンポ, 苧洞 Jeodong チョドン, 天賦 Cheonbu チョンブ, 道洞 Dodong, トドン, 三陟 Samcheok サムチョク, 臨院 Imweon イムオン, 羅谷 Nagok ナゴク, 竹辺 Jukbyeon チュクピョン, 蔚珍 Uljin ウルチン, 柄谷 Byeonggok ピョンゴク, 盈徳郡 Yeongdeok-gun ヨンドクン, 浦項 Pohang ポハン

記録として、東草、墨湖、東海市、鬱陵島、浦項、蔚山 (Ulsan)、釜山の七カ所の検潮所の記録がある。これらの検潮所での初動の向き、示現時刻 (日本時刻との時差はない)、第 1 波の高さ (最大偏差) を図 6 に示す。

またこれらの検潮所における上昇最大偏差の示現時刻と大きさを図 7 に示す。いずれも秋 (1984) の原資料による。鬱陵島、葎洞、東海市の最大偏差は、ほぼ津波第一波、すなわち波源からの直接波によるものと考えられる。

### 2.2.2 蔚山、および釜山での検潮記録の分析

韓国東海岸の南端に近い蔚山 (Ulsan) と釜山 (Busan) はほぼ対馬海峡を正面にみる海岸線に位置している。この両港には Fuss

式の検潮所が設置されており、鮮明な津波記録が得られている (図 8, および図 9, 韓国水路局の秋, 1984 による)。

蔚山の検潮記録 (図 8) には津波初動 (図 8 の P 点) が 14 時 20 分に記録された後、17 日午前 5 時まで、図 8 の A1 ~ A19 と記された時点で 19 回の明瞭なピークが記録されている。

図 8 の蔚山での検潮記録から、A1 から A17 間での極大点 (ピーク) の発生時刻 (時、分) と、前ピークから各ピークの発生時刻までの時間間隔を読み取ると、表 1 が得られる。

第 13 ピーク (A13) までは、ピークの間隔が極めて一定であって、そこまでの 12 個の間隔の平均値は 44.3 分、標準偏差は 4.4 分である。すなわち、蔚山での津波第 1 波到達

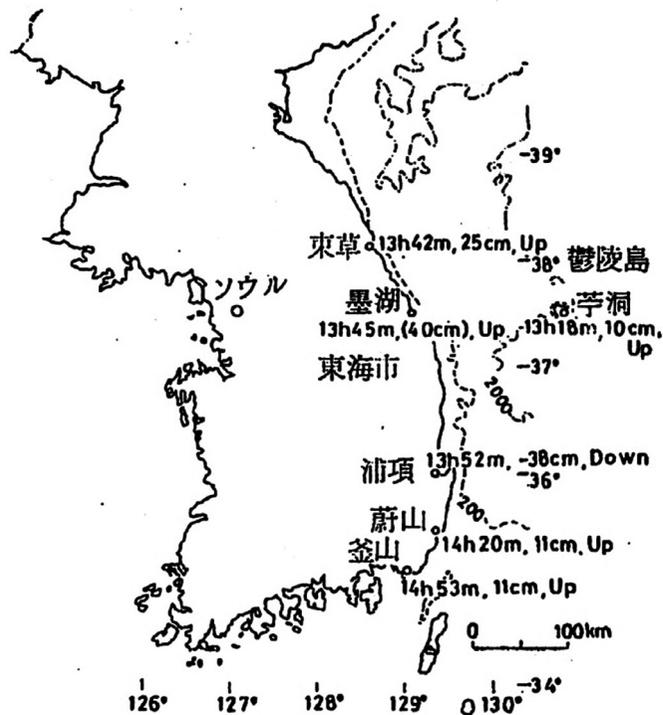


図 6 1983 年日本海中部地震津波による韓国の各検潮所での初動時刻と第 1 波の振幅と向き (日韓間に時差はない) 秋 (1984) による

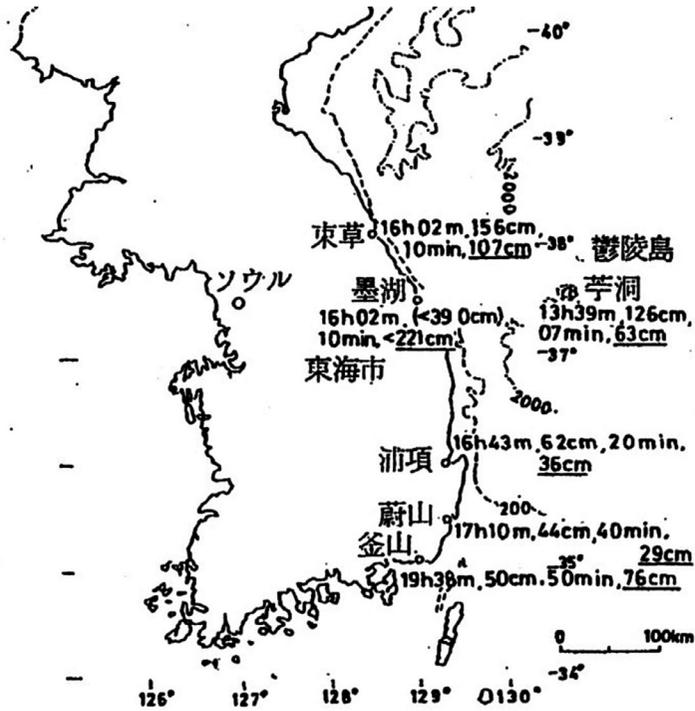


図7 1983年日本海中部地震津波の韓国各検潮所での振幅波の観測時刻とその値，最大波の継続時間，および上昇最大偏差（下線） 秋（1984）による

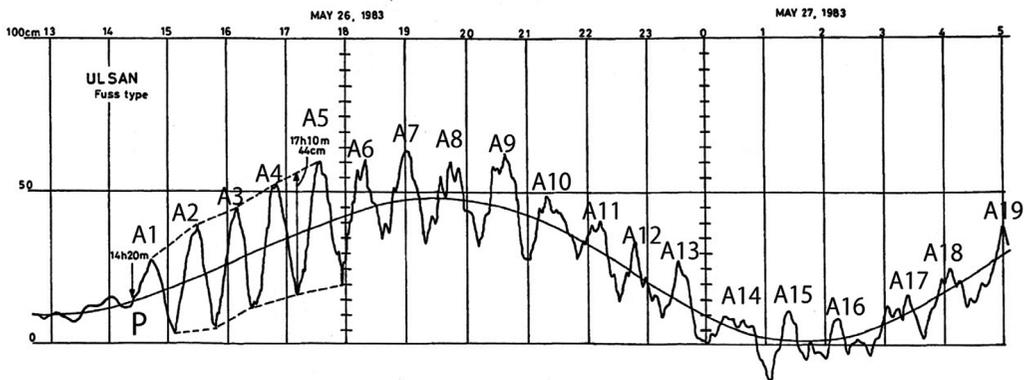


図8 1983年日本海中部地震津波による蔚山（Ulsan）の検潮記録（秋，1984）

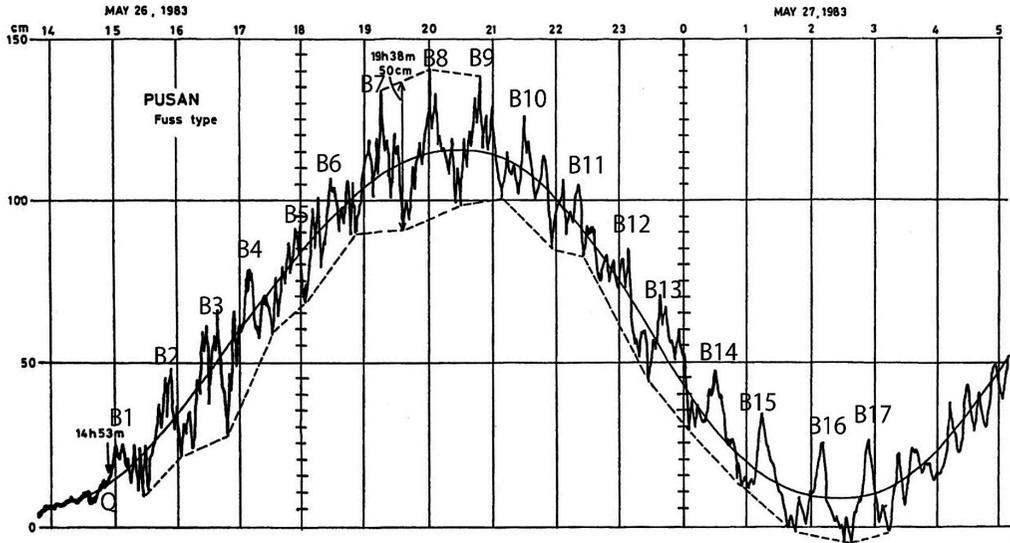


図9 1983年日本海中部地震津波による釜山 (Busan) の検潮記録 (秋 1984)

表 1 1983年日本海中部地震津波の蔚山での潮位記録 (図9) からA1～A17の17個のピークの発生時刻 (時:分) 時の欄で24を超えた数字は16日の夜半過ぎの時刻を表している。一番右の欄には、そのピークと、1つ前のピークとの時間間隔 (分) を示している。A13のピークまでの13個の波はほぼ44分間隔で観測されていると言うことができる。

波番号	時	分	前波間隔
A1	14	41.7	
A2	15	28.8	46.9
A3	16	10.2	41.4
A4	16	54.9	44.7
A5	17	33.1	38.1
A6	18	17.2	44.2
A7	19	1.9	44.7
A8	19	50.2	48.4
A9	20	33.9	43.3
A10	21	18.6	45.1
A11	22	12.6	53.9
A12	22	47.9	42.8
A13	23	30.7	42.8
A14	24	31.2	60.9
A15	25	23.3	52.1
A16	26	12.6	49.3
A17	27	26.1	73.9

後9時間以内には、ほぼ間隔が約44分前後の一定周期の上下動を繰り返していた、ということが出来る。

つぎに、蔚山で観測された津波のピークと、釜山で観測された津波のピークとの関係を見ておこう。蔚山で観測されたA1～A17の各ピークが、対馬海峡を西進する進行波であるとすれば、これら各ピークを示した進行波が蔚山の55km西方に位置する釜山でもそれぞれ対応するピークとなって現れているはずである。ただし、釜山の検潮所はやや複雑な湾の奥部にあるため、この湾の短振動の固有振動の影響が重なって記録されていると考えられる。このため、蔚山の記録のように明瞭なピークとして現れていないことが多い。それでも、図9には、ピークB1～B17までを読み取ることができ、これらは蔚山で観測された、同番号のピークにおおの対称していると考えられる。それら両検潮所における各ピークの出現時刻を比較し、おおの時刻差を算出したのが表2である。

表2によると、第3ピークまでは両地点でのピークの出現時刻の差は、およそ24～25分で安定している。第5ピークまでとっても、出現時刻の差は18分～25分の範囲に収まっ

しており、ここまでは津波は安定した進行波、すなわち、日本海から脱出して対馬海峡を西進する進行性の波となっていたと推定される。

ここで、蔚山・釜山間に対馬海峡軸方向に進行波が進んだときに、理論的にどれほどの時間差となるかを考察しておこう。蔚山と釜山の間の海岸線はほぼ直線的で、その間の距離は約 45km である。この海岸線と対馬海峡の海峡軸とは約 20 度の角度を成している。すると、進行方向である海峡軸に垂直方向に伸びた波頭は  $45\text{km} \times \cos 20^\circ = 42.3\text{km}$  進行すれば蔚山から釜山に達することになる (図 10)。対馬海峡の海域での水深  $D$  は約 100m であるから、津波の伝播速度  $V$  は

$$V = \sqrt{gD} = \sqrt{9.8 \times 100} = 31.3 \text{ m/sec}$$

となる。したがって、蔚山検潮所から釜山検潮所まで津波が伝播する理論的な時間  $T$  は、

$$T = 42.3 \times 1000 \div 31.3 \\ = 1351.4\text{sec} = 22.5 \text{ min}$$

となって、表 2 の第 5 ピークまでの移動所要時間である、18.6 分～25.2 分の数値に矛盾しない伝播時間となっている。以上の考察

は同時に、ピーク 5 までは、日本海から対馬海峡を通じて、進行波が外海 (東シナ海) へ通り抜けた波であることを示している。

ところが、第 6 ピーク以降は、両地点でのピークの出現時刻の差は安定せず、約 8 分から 21 分にまで散らばる。これは第 6 波以降には、(1) 釜山港内の副振動が増幅する、あるいは、(2) 海峡軸以外の方向から進入してくる津波成分が混入する、などの理由が考えられる。

### 2. 2. 3 対馬海峡を西進する進行波が、平均 44 分の周期であった理由

図 8, 図 9, および、表 1 から読み取れるように、日本海から対馬海峡に進行波として通過した津波は、比較的規則正しく平均 44 分前後の周期を持っていた。この規則正しい周期は、何によって定まったものであろうか？

#### 2. 2. 3. 1 波源域、あるいは日本海の横幅の定常波の仮説の検証

この節では蔚山で観測された周期 44 分前

表 2 蔚山検潮所記録に現れたピーク A1~A13 の出現時刻 (時, 分) と、釜山検潮所記録に表れたピーク B1 ~ B 13 の出現時刻 (時, 分)。一番右の欄は両者の時間差 (分)

蔚山 ピーク 番号	時	分	釜山ピー ク番号	時	分	時刻 差 (分)
A1	14	41.9	B1	15	7.01	25.2
A2	15	28.8	B2	15	53.5	24.6
A3	16	10.2	B3	16	34.2	24
A4	16	54.9	B4	17	13.1	18.3
A5	17	33	B5	17	51.3	18.3
A6	18	17.2	B6	18	28	10.8
A7	19	1.86	B7	19	16.2	14.4
A8	19	50.2	B8	20	5.26	15
A9	20	33.5	B9	20	47.3	13.8
A10	21	18.6	B10	21	30.7	12.1
A11	22	12.6	B11	22	20.6	8.04
A12	22	47.9	B12	23	8.77	20.9
A13	23	30.7	B13	23	48.2	17.5

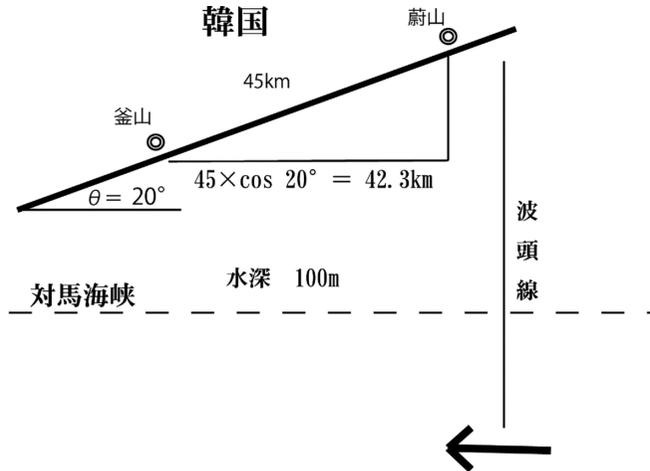


図 10 対馬海峡の海峡軸方向に進む進行波性の津波

後の規則正しい進行波の形成原因を、震源域のサイズ、および日本海の横幅の定常波ではないかという、2つの仮説を検証してみよう。

**【仮説 1】 波源のサイズと波源での速度から定まってくる周期である。**

この仮説 1 を検証しよう。図 11 は相田 (1984) による波源域の海底隆起量の分布である (相田の model-10)。おおよそ、南北に 100km、東西が 70km のサイズである。いっぽう、この海域の水深  $D$  は大雑把に 2,000m である。この水深の長波 (津波) の速度  $V$  (m/sec) は、

$$V = \sqrt{gD} = 140 \text{ (m/sec)} = 8.4 \text{ (km/min)}$$

となる。波源の南北サイズ約 100km をこの数字で割ると、11.9min、すなわち、約 12 分に過ぎない。さらに、東西方向のサイズ約 70km を長波速度  $V$  で割ると、生み出される津波周期はわずか 8.3 分にすぎない。事実、震源域に近い検潮点での卓越周期は、7～10 分程度と非常に短かったことが知られている (港湾空港技術研究所, 1983)。これらのことから、蔚山で観測された周期 44 分前後の津波周期の説明として、この【仮説 1】では到底観測事実と合致しないことがわかるのである。

**【仮説 2】 日本海を取り囲む日本列島側の海岸線とシベリア側 (沿海州) の海岸線の間の反射による定常波の固有周期として生じ**

**たものである。**

次に、この【仮説 2】を検証しよう。図 1 からもおおよそ読み取れるように、日本海の幅、すなわち日本列島の日本海側海岸とシベリア海岸の距離は、およそ 600km～1,000km である。したがって、この両側海岸を「固定端」とする定常波の波長  $\lambda$  は、この 2 倍の 1,200km～2,000km となる。いっぽう、日本海の平均水深は約  $D=3,000\text{m}$  であるから、長波速度  $V$  は

$$V = \sqrt{gD} = 171.4 \text{ (m/sec)} \\ = 10.3 \text{ (km/min)}$$

となる。すると、この定常波の固有周期  $T$  は

$$T = 117 \sim 194 \text{ (min)}$$

となって、やはり周期 44 分とはかけ離れているのである。

すなわち、【仮説 1】、および【仮説 2】とも、蔚山検潮所で観測された周期 44 分前後の規則正しい津波による周期振動の発生は説明しえないのである。

### 2.2.3.2 朝鮮半島東海岸の陸棚海域にトラップされたエッジ波ではないか？

この節では、蔚山で観測された周期 44 分前後の進行波は、朝鮮半島東海岸の陸棚海域にトラップされたエッジ波ではないか？ という【仮説 3】を検証してみよう。



$$T(f) = \int_{A \rightarrow B} \frac{\sqrt{(dx)^2 + (dy)^2}}{\sqrt{gD}} = \frac{1}{\sqrt{gm}} \int_{A \rightarrow B} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx \quad (1)$$

問題は、この汎関数  $T(f)$  が、積分した結果が極小になるような関数  $f$  を求めよ、という問題に帰着される。この問題は、変分の問題 (calculus of variations) と呼ばれる問題の一つである。

そこで、ここに現れた被積分を  $F(x, y, y')$  と置く。すなわち、

$$F(x, y, y') = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} \quad (2)$$

と置く。一般的には、この問題は微分方程式で表される Euler の式

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \left( \frac{\partial F}{\partial y'} \right) = 0 \quad (3)$$

を解くことによって、得られるが、(2) 式のように  $F(x, y, y')$  に  $x$  が含まれていない場合には、Euler の式の代わりに、次のように簡便化された式 (Beltrami の式) を解くことによって解の関数が得られる。

$$F - y' \frac{\partial F}{\partial y'} = \text{Const.} \quad (4)$$

式 (2) を式 (4) に代入すると、

$$\sqrt{\frac{1+y'^2}{y}} - y' \times \frac{y'}{\sqrt{y(1+y'^2)}} = C \quad (5)$$

となる。この式 (5) から少しの計算の後、 $\frac{1}{C^2} = 2a$  と置いて次の式が得られる。

$$y(1+y'^2) = 2a \quad (6)$$

この式は最終的に、次の式に達する。

$$y' = \sqrt{\frac{2a-y}{y}} \quad (7)$$

ここで、少し天下りの的であるが、パラメータ  $t$  を用いて  $y$  は次の形をとるとする。

$$y = a(1 - \cos t) \quad (8)$$

(8) 式を全微分すると、

$$dy = a \sin t dt = 2a \sin \frac{t}{2} \cos \frac{t}{2} dt \quad (9)$$

となる。いっぽう、(8) を (7) 式に代入し、途中半角の公式を使うと、次の結果を得る。

$$y' = \frac{dy}{dx} = \sqrt{\frac{a(1+\cos t)}{a(1-\cos t)}} = \frac{\cos \frac{t}{2}}{\sin \frac{t}{2}} \quad (10a)$$

$$\text{あるいは } dy = \frac{\cos \frac{t}{2}}{\sin \frac{t}{2}} dx \quad (10b)$$

(9) と (10b) を等置すると、

$$dx = 2a \left( \sin \frac{t}{2} \right)^2 dt = a(1 - \cos t) dt \quad (11)$$

式 (11) を積分すると、

$$x = a(t + \sin t) \quad (12)$$

となる。結局、パラメータ  $t$  を使って  $x, y$  は (12), (8) の関係があることになる。この関係はサイクロイド (cycloide) であって、自転車の 1 個の車輪の 1 点にチョークで印を付けて、自転車を走らせたときこの印の描く軌跡を表すことになる。 $a, t$  は、それぞれ自転車のタイヤの半径と、タイヤの回転角 (ラジアン) を表す。図 12 の  $P \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow Q \rightarrow R$  の曲線が Cycloid 形をしていて、この陸棚海域にトラップされる edge wave の wave ray の形を表している。

図 12 に戻って、wave ray が P 点から出発して海岸から最も離れた S 点に達するとする。S 点が陸棚の端の点の内側であれば、この wave ray はふたたび海岸線上の Q 点に戻る。この場合、この ray で表される津波成分は、帯状の陸棚域にトラップされるエッジ波となっている。

しかし、S 点が少しでも陸棚の範囲をはみ出してしまうと、その wave ray は沖に向かって発散してしまっ、陸棚海域から永久に抜け出してしまふ。

S 点が、陸棚の限界 ( $y = L$ ) にあれば、津波は陸棚海域にトラップされて安定して進行 (南下) するエッジ波となるのであるが、この場合、(8), (12) 式で表される ray の式の  $a$  の値は陸棚の幅の半分に等しくなる。すなわち、

$$a = \frac{L}{2} = 12.5 \text{ km} \quad (13)$$

が成り立つ。エッジ波性の津波の波長の短い成分は、海岸線での反射を繰り返すうちに急速に衰弱すると考えられるので、長距離伝播する卓越成分は、(13) 式がほぼ成り立つ

成分であろうと考えられる。

このエッジ波性の津波の波長 $\lambda$ は、図12において、サイクロイドを1回描く長さ、すなわち、P点からQ点までの長さであって、P点の座標は $t=0$ であるから(8)式と(12)式によって、P(0,0)である。Q点の座標は $t=2\pi$ であるから、(12)式、および(8)式から、Q( $2\pi a$ , 0)したがって、波長 $\lambda$ はPQの長さに等しく、

$$\lambda = 2\pi a = 78.5 \text{ km} \quad (14)$$

となる。一方、津波がサイクロイド線に沿ってP→A→B→Qと移動する時間 $T$ は(1)式によって求めることができ、

$$T = \frac{1}{\sqrt{gm}} \int_0^{2\pi a} \sqrt{\frac{1+y^2}{y}} dx$$

ここで、前に求めた(8)、および(10b)、(11)の値を代入すると、

$$T = \frac{1}{\sqrt{gm}} \int_0^{2\pi} \sqrt{\frac{1+\cos t}{1-\cos t}} a(1-\cos t) dt = \frac{2\pi\sqrt{2}a}{\sqrt{gm}} \quad (15)$$

1波長の長さ $\lambda (=2\pi a)$ と1波長分の進行に要する時間 $T$ が求めたので、このエッジ波性の津波の $x$ 方向への平均進行速度 $V$ を計算することができる。

$$V = \frac{\lambda}{T} = \sqrt{gam} = \sqrt{9.8 \times 12500 \times 0.008} \\ = \sqrt{9.8 \times 100} = 31.3 \text{ (m/sec)} \quad (16)$$

(14)式の波長を(16)式の進行速度で割ると、このエッジ波性の津波の周期 $P$ が計算できる。計算を実行すると、

$$P = 78500 \div 31.3 = 2508(\text{sec}) = 41.8(\text{min})$$

となって、この値は蔚山検潮所で観測された日本海中部地震の津波周期44分前後とほぼ一致している。(注記：この値は(15)式で得られる $T$ の値に等しい)。

したがって、本節の結論として、蔚山、および釜山の両検潮所で観測された周期44分前後の津波は、朝鮮半島東海岸域の陸棚にトラップされたエッジ波性の津波の固有周期であった、とほぼ断定することができる。

### 2.3 1964年新潟地震の津波

新潟地震は1964年(昭和39年)6月16日13時01分、新潟県最北部海岸の沖合約25kmの、粟島付近を震央として発生したM7.5の地震である。この地震によって中規模の津波(羽島の津波規模 $m=2$ )が発生した。日本側海岸での津波の最大浸水高さは、新潟県村上市府屋での4.0mとされる(渡辺, 1998)。

この津波は規模が中程度であったため、韓国東海岸では目視現象としては全く気づかれておらず、ただ釜山の圧力式検潮所での記録が残されているのみである(秋, 1984)。地震発生後11時間あまりを経過した17日午前1時頃、全振幅30cmほどの最大波を記録し、

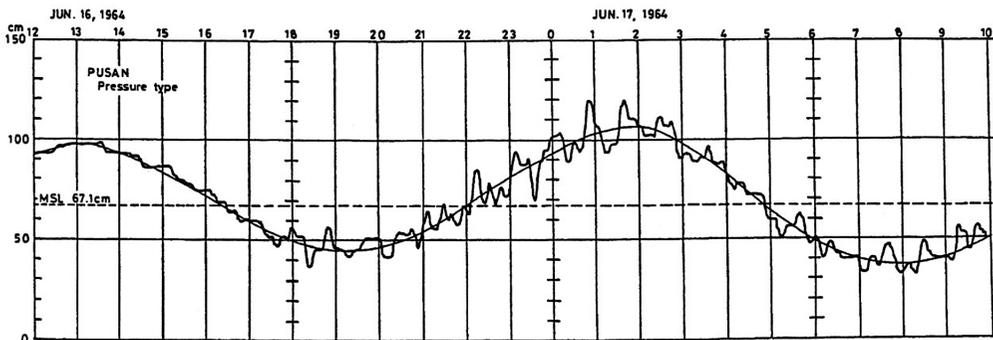


図13 1964年新潟地震津波による韓国・釜山港での検潮記録(都司ら, 1985による。ただし記録は韓国水路局の秋教昇氏の提供による)

最大偏差は 17 日 0 時 55 分ころ、18cm を示している。40 分程度の周期で、ピークが認められる。やはり、朝鮮半島東岸の陸棚にトラップされたエッジ波性の津波が現れていると認められる。

## 2.4 1940 年北海道積丹半島沖地震の津波

### 2.4.1 日本海岸側の記録

1940 年 8 月 2 日の未明 0 時 8 分、北海道積丹半島先端の神威岬の北西約 140km の地点、北緯 44 度 15 分、東経 139 度 28 分を震央とする M7.5 の地震が発生した。この地震による震度は羽幌、留萌、幌延、岩内など北海道各地で震度 IV となったが、地震の揺れによる被害はほとんど生じなかった。

中央気象台発行の「気象要覧・昭和 15 年下巻」によると、この地震による津波の浸水高は、利尻島仙法志 (141 度 12.6 分 E, 45 度 6.8 分 N) で「九尺五寸をさらに四～五尺上回った」と記されているので、津波浸水高は 15 尺であったことになる。すなわち、ここで浸水高は 4.5m であったと推定され、これがこの津波の浸水高さの最高値である。

さらに、オコツナイ (現在北海道苫前町北昭和、興津, 141 度 40.8 分 E, 44 度 20.1 分 N) で 3m であった。羽幌 (141 度 42.1 分 E, 44 度 22.2 分 N)、天塩 (141 度 44.5 分 E, 44 度 52.8 分 N)、初山別 (141 度 45.8 分 E, 44 度 32.1 分)、鬼鹿 (141 度 39.3 分 E, 44 度 09.3 分 N)、増毛 (141 度 31.8 分 E, 43 度 51.2 分 N)、および留萌 (141 度 38.5 分 E, 43 度 56.7 分) などの諸港で 2m 前後であった。天塩川河口では、10 人が津波のために死亡した。

渡辺 (1998) には、浜益村茂生 (もい) で 1.2m、小樽で 1.5m、余市で 1.2m、神威岬で 2m、岩内で 1.2m、奥尻島で 1.5m、渡島大島で 1.0m、松前で 1.0m と記されている。

このうち、浜益村茂生は、現在の石狩市浜益区浜益で浜益漁港のある集落である。

樺太の本斗 (現サハリン島 Nevel'sk, 141 度 51.3 分 E, 46 度 40.7 分 N) で床下浸水 2 戸を出し、渡辺 (1998) には津波高 2.5m と記されている。好仁 (現 Shebunino, 141 度

50.6 分 E, 46 度 25.9 分 N) で床下浸水 4 戸を出した。これらの地点で浸水高 2m と推定する。内幌 (現 Gornozavodsk, 141 度 49.4 分 E, 46 度 34.1 分 N) 漁船、漁具の流失があった。浸水高 1m と推定する。

石川県金石 (かないわ, 金沢市金石, JR 金沢駅北西 6km, 136 度 35.4 分 E, 36 度 36.0 分 N) では、5 時 30 分ごろ約 40cm の津波があり、また、京都府間人 (たいざ, 京都府丹後町間人, 135 度 05.6 分 E, 35 度 44.3 分 N)、網野町浜詰 (現京丹后市網野町浜詰, 134 度 58.0 分, 35 度 39.9 分 N) でも午前 2 時前後に 2～3 尺 (浸水高 0.8m とする) の水位上昇があった。

島根県の隠岐諸島では 8 月 2 日午前 1 時から 4 時までの間に、海水面は 45cm から 150cm 上昇し、浸水家屋 47 戸、浸水田 7 町 5 反を出した。海水面の変化が観測されたのはどの地点であったのかは「気象要覧」には記されていないが、気象官署 (測候所) のあった島後島の西郷 (133 度 20.2 分, 36 度 12.3 分) と推定する。ここでの津波浸水高さは 1.5m とする。

### 2.4.2 「気象要覧」による朝鮮半島海岸の記録

#### 2.4.2.1 感興北道羅津 (Najin, ナジン, 130 度 18.0 分 E, 42 度 14.4 分 N)

朝鮮半島は、第二次世界大戦の終結以前の 1910 年～1945 年の間、日韓併合の時期にあった。したがって、1940 年 (昭和 15 年) に起きた積丹半島沖地震の記述も日本の中央気象台の刊行の、「気象要覧・昭和 15 年下巻」に記載されている。

現在は北朝鮮の領域にある 感興北道羅津には検潮所があった。津波起時 (初動到達時刻は午前 1 時 50 分、津波周期は 30～40 分で最大全振幅は 0.5m で、14 時ごろまで相当大なる振幅を示した。

#### 2.4.2.2 感興北道漁大津 (Eodaejin, オデジン, 129 度 47.0 分 E, 41 度 23.0 分 N)

「気象要覧」によると、城津 (ソンジン)

測候所の報告として、感興北道漁郎面漁大津（オデジン）の警察による漁大津港での海水面異常の様子が、次のように記述されている。

「発現時刻は午前2時頃、終息時刻は午前7時半頃であった。午前5時頃より7時まで、干満最も激しく、30分毎に満干潮を来し、平均水位より3尺の満潮、4尺の干潮を示した。当時港内に停泊していた商栄丸(11トン)は、急激な干潮により船体転覆損傷す」

この記事によると、漁大津における津波による水位上昇量は0.9m、干満差は2.1mと判断される。

### 2.4.3 朝鮮総督府気象台・地震年報による現北朝鮮領の清津、城津、および元山の記載

「朝鮮総督府気象台」が昭和18年8月に発行した「地震年報」が気象庁図書室に所蔵されており、そこに現在の北朝鮮の領域に含まれる清津と城津、および元山の記載がある。

#### 2.4.3.1 清津 (Cheongjin, チョンジン, 129度45.7分E, 41度45.6分N)

「確かに津波が認められた」(地震年報)と記されているのみである。津波高は0.3mと推定しておく。

#### 2.4.3.2 城津 (Seongjin, ソンジン, 現代名は金策 Kimchaek, キムチェク, 129度12.2分E, 40度40.3分N)

「約30分毎に干満潮を示し、平均平水位より高きは3尺、低きは4尺程の昇降を示した由」(地震年報)と記されている。津波高さとして3尺(0.9m)を採用する。

#### 2.4.3.3 元山 (Weonsan, 127度26.9度E, 39度09.3分N)

「元山港内には津浪は入り込まなかったものと思われる」(地震年報)。ここでの津波高さは0mとする。

### 2.4.4 現在の韓国の海岸線上の状況 以下「地震年報」の記述に従って述べる。

#### 2.4.4.1 墨湖 (Mukho ムッコ, 現東海

市発翰洞墨湖, 129度06.9分E, 37度33.1分N)

墨湖検潮所の記録は次の通り。「津波起時、(8月2日)1時53分、初動は昇、周期7～8分、最大全振幅1.2m、14時頃迄相当大なる振幅を示し、後漸次衰へたり」と記されている。この記述から、津波高さは最大全振幅の半分の数値として、0.6mとする。

#### 2.4.4.2 三陟 (Samcheok, 129度18.4分, 37度17.4分)

新聞の報ずるところによると、「江原道江羅港(三陟)に於ては、漁船流失2、沈没4、家屋全壊10、半壊46」と述べられている。今井ら(2016)によると、津波によって家屋の全壊流失が生ずるのは、その家屋の敷地の上面に2m以上の冠水があった場合とされる。このことを考慮すると、**三陟では、津波浸水高は、3m程度**であったと推定される。

#### 2.4.4.3 蔚珍郡北面羅谷 (Nagok ナゴク) 一面 (129度22.3分E, 37度07.6分N)

この地に住んでいた Chang Tok Nyeon という日本海中部地震津波(1983)当時72歳の老女が、「40年ほど以前に水が上がりてきてあふれ、家中に入ってきたことがあるけれども、その時は、台所と居室まで浸水し、キムチを漬けた甕(チャンドク)が流された今回(1983年日本海中部地震津波)ほどではなかった」と証言している。この証言に言う1983年から40年前は1943年に当たる、1940年の積丹半島沖地震の津波のことと推定される。ここでは津波浸水高さは2mと推定する。この老女の29歳の時の出来事である。この証言は貴重である。

#### 2.4.4.4 鬱陵島南面玄圃 (Hyeonpo, ヒョンポ, 130度49.7分, 37度31.7分)

1983年の日本海中部地震の直後、ここに住んでいた76歳の河在植 (Hajesik, ハジェシク)氏は、25歳のころ津波を経験し、その時は漁船2隻が流されたといい、日本海中部地震の津波よりは小規模であった、と証言している。(鬱陵島測候所, Son Tac Seon氏採取)

単純にこの津波発生年を算出すると 1983 年から 51 年前であるから、1932 年のことになるが、これも 1940 年の積丹半島地震の津波であろう。ここでの津波浸水高さは 1m と推定する。

#### 2.4.5 ロシア沿海州の記録

渡辺 (1998) にはロシア・沿海州のテチューヘ (Tetyukhe) で浸水高 3.5m と記されている。この地名は、中国語の野猪河 (Yezhuhe) に由来するが、現在は廃され、**ルードナヤ・プリスタン** (Rudnaya Pristan, 鉱石の棧橋の意, 135 度 50.0 分 E, 42 度 22.0 分 N) となっている。ここでの津波浸水高 3.5m の数値は、利尻島・仙法志での 4.5m に次ぐ値であることに注目したい。

#### 2.4.6 1940 年積丹半島沖地震津波の浸水高分布の全体図

1940 年 8 月 1 日の深夜に発生した積丹半島沖地震の津波浸水高の総合図を図 14 に掲

げる。数値の単位は (m) である。数値に (x) を付したものは、検潮記録の最大全振幅の半分の数値を表示したものである。北海道積丹半島沖の推定波源域のおよその位置を楕円形で示しておいたが、この楕円の短軸のほぼ延長上に、最大の津波浸水高さ 4.5m を示した、利尻島の仙法志と、3.5m を示したロシア沿海州の Rudnaya Pristan が位置している事実

に注目すべきである。朝鮮半島側で、最大津波高を示したのは、三陟付近での 3m である。

1983 年の日本海中部地震津波の直後に津波研究者の一部で、日本海中央部の大和堆の浅海域によるレンズ効果によって朝鮮半島側のある 1 点に焦点を結び、そこで集中的に津波の浸水高さが大きくなる、と指摘されたことがある。もしこの指摘が正しいとすると、1983 年日本海中部地震、1993 年北海道南西沖地震、1940 年積丹半島沖地震の順に日本側の震源域が北上するにつれて、朝鮮半島側の焦点、すなわち浸水高さが最大になる点が

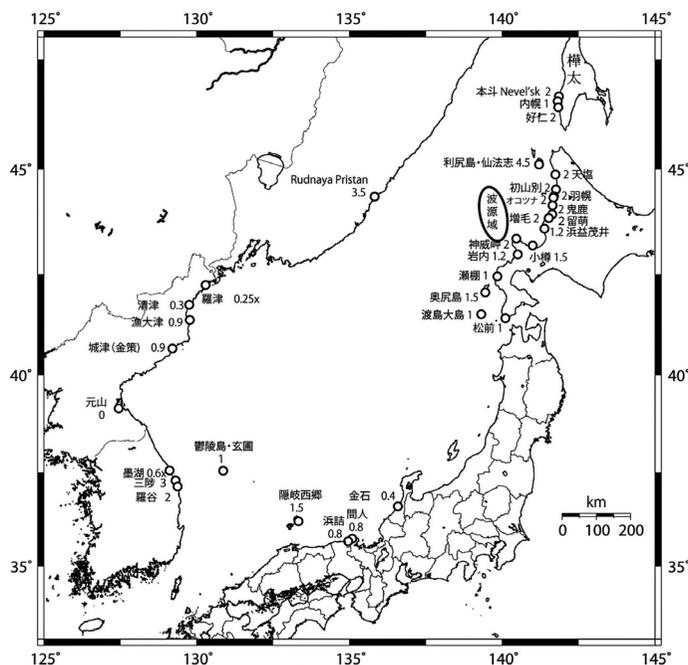


図 14 1940 年 8 月 2 日午前 0 時 8 分積丹半島沖地震による各地の津波浸水高 (m) (x) 印を付した数値は、検潮記録による最大全振幅の半分の数値を表している。

南下するはずである。しかしながら、事実は、1983年津波の臨院（37度13.8分N）、1993年津波の富邸（37度06.1分N）、1940年津波の三陟（37度17.3分N）の3つの浸水高さ最高点はの北緯は最大0度11.2分（南北21km）しか変わらず、日本海全体のスケール（約2,000km）に対して事実上同一点と言っているほどなのである。したがって、上述の指摘は成立しない、というべきであろう。

## 2.5 1741年8月29日（寛保元年七月十九日辛巳）渡島大島の噴火による津波

寛保元年(1741)7月19日(1741年8月29日)未明、北海道松前の西方沖に浮かぶ火山島の渡島大島の噴火によって、島の斜面で大規模な崩壊が起き、巨大津波が発生した。この津波によって、江戸幕府の公式記録では、松前藩支配下の蝦夷地（北海道）の海岸では死者1467人と記されているが、実際には約2000人の死者を生じていたと考えられる。

また、本州側でも津軽藩の海岸で29人の死者が記録されている。

この津波の日本側海岸の浸水高さに関しては筆者らは、江差町陣屋町で津波によって標高27.1mまで海水が浸水したと報告した（都司ら、2017-b）。

筆者らは、この津波が、朝鮮半島の記録『朝鮮王朝（李朝）実録』のうちの『英宗大王実録』に記録されていることを、1983年の日本海中部地震の翌年、韓国ソウル大学の図書室で見出した（都司ら、1984、および1985）。この原文の版刻本を図15に掲げる。

英宗大王17年7月17日（辛巳の日。日本暦の寛保元年七月十九日辛巳）の寛保津波を記述した部分の本文は次の通りである。この日は辛巳に相当する。

江原道平海等九郡、海水縮為平陸、項之水溢、一日輒（すなわち）七八溢海墻人家、多漂没、舟楫破碎

### 〔現代語訳〕

江原道（Gangweon-Do、朝鮮半島の日本海側海岸の中部）の平海（Pyeonghae）など

の九郡で、海水が引いて平たい陸地が現れた。しばらくして（項之）海水が溢れてきた。一日に七八回溢れ、そのたびごとに海辺の人家は、多く流失した。楫舟（かじふね）は多く破碎した。

### 〔語義〕

「輒 A, B」は「AすなわちB」と訓じ、「AするたびごとにBとなった」の意味。

「海墻（かいぜん）」は「海際のぬれた土地」の意味。

### 〔解説〕

冒頭にある「江原道（カグオン道）平海（ピョンヘ）郡」は、現在は所属の道（Do）が変更して慶尚北道蔚珍（ウルチン）郡平海邑（ピョンヘウプ）となっている。ここは第2次世界大戦以前は江原道に属していたが、大戦後、蔚珍郡とともに慶尚北道に属するようになった。「平海等九郡」というのは、江原道の海岸に並んだ九つの郡で、江陵、蔚珍、平海、三陟、高城、杆城、通川、歙谷・襄陽の各郡を意味する。このうち最も南に位置するのが平海郡である。通川郡は現在は、北朝鮮の領域にあり、その北の境界は元山市に接している。また高城郡は現在、郡内を韓国と北朝鮮の軍事境界線が横切っていて、南北に分断されている。杆城郡と歙谷郡は、現代地図には表記がなく、所在を知ることはできなかった。

この江原道の九郡の海岸線の最南の平海郡の南端から最北の通川郡の北端までの距離はおよそ400kmである。

江原道九郡は江原道全体の海岸線と意味するが、この海岸線でもっとも人口の多い中心地は当時も現在も江陵郡（市）である。また、江陵郡は江原道の海岸線のほぼ中央部に位置している。したがって、他に理由がなく江原道の海岸線全体を表現するには「江陵等九郡」と表記するのが自然である。それにもかかわらず、わざわざ人口の少ない、しかも当時の江原道のもっとも南端に位置する平海郡を代表地名として「平海等九郡」と記したのは、平海郡がこの津波の被害の最も大きかった地域であったことを反映していると推測される。

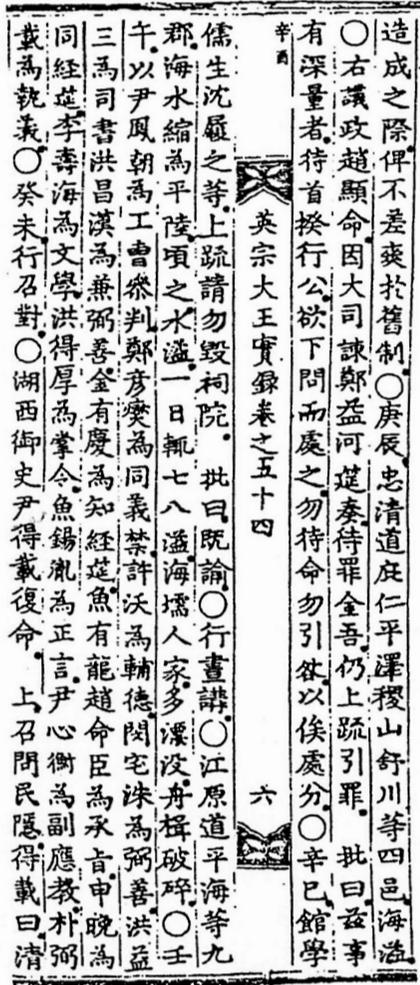


図 15 『朝鮮王朝実録』のうち『英宗大王実録 (巻五十四)』の寛保元年渡島大島の津波の記事

「津波が七八回押し寄せて、人家が多く漂没した」という事実は少なくとも平海郡では確実に起きた事実である、と判断してよいであろう。今井ら (2016) によると、津波によって家屋が流失、あるいは全壊するには、地上冠水厚さはおおむね 2m とされる。海辺集落の家屋の敷地の標高を 1m とすると、平海郡での津波による浸水高は約 3m 程度であったと推定される。平海郡以外の各郡でもそれぞれ被害を生じたと記述されているが、これら各郡での津波の浸水高さは 2m と推定しておく。

寛保津波の日本側の津波浸水高さについては筆者ら (都司, 2017-a, 2017-b, 2017-c) の詳細報告があるが、これらの報告から適宜日本列島側の各点の津波浸水高さを拾い出して図 16 を得る。

寛保津波の浸水高が、朝鮮半島側でもっとも大きかったのは平海郡 (36 度 43.5 分 N) と推定されるが、この地点は 1993 年北海道南西沖津波の最高点富邱 (37 度 06 分) のわずか 45km 南に過ぎない。寛保津波の朝鮮半島側津波浸水高の最高点は、1993 年、1983 年、1940 年の 3 回の津波とほぼ同じ、現在の地図の江原道と慶尚北道の境界付近で生じている、という共通の特徴を持っていると言えるであろう。

#### 付記：寛保元年 (1741) 渡島大島噴火による津波の前日の韓国西海岸の津波記事

本項の津波記事は、疑わしい記事ではあるが、『朝鮮王朝 (李朝) 実録』の原本に明記された記事であるので、いちおう論じておこう。図 15 は、寛保元年 (1741) 渡島大島噴火による朝鮮半島東側海岸をおそった津波の記事であって、この記事には疑う余地がない。ところが、図 15 に示された原本の第 1 行目に、これとは別に次の津波記事がある。

庚辰、忠清道庇仁、平沢、稷山、舒川等四邑、海溢

#### 〔現代語訳文〕

庚辰の日 (英宗王十七年七月十六日、寛保津波の前日)、忠清 (南) 道 (Chungcheong-Do) の庇仁 (Biin)、平沢 (現在平沢市中心部、Peongtaek)、稷山 (現在天安市西北区稷山、Jiksan)、舒川 (Seocheon) の 2 つの邑 (日本の町に相当する) に津波があった。

〔解説〕 この文には、不審な点が 3 個ある。まず、日付が寛保元年渡島大島津波の前日となっていることである。渡島大島に発した津波の記載であるとするならば、この日付はありえないことになる。日本の北海道や青森県地方よりも先に朝鮮半島に津波が来ていた、というのは、まずありえないことである。



側にこの津波に相応する記録はない。

### 3.2 西暦 914 年 5 月 慶尚北道迎日湾の津波

「新羅本記」第十二巻に記された新羅国第五十三代神徳王四年六月の条に次の記載がある。

槩浦水与東海水相撃，浪高二十丈許，三日而止。

#### 【現代語訳】

槩浦の海水と東海の海水がぶつかり合い、浪の高さが二十丈ばかりであった。

三日たってようやく止んだ。

#### 【解説】

井上秀雄（1980）によると槩浦（ざんぼ）というのは、慶尚北道迎日郡義昌面であるという。義昌面は第二次世界大戦以後に生じた地名である。すなわち、1957年に草谷洞・鶴川洞・城谷洞・里仁洞・大蓮洞が合併して義昌面となった。のち義昌面は義昌邑に昇格し、さらに1983年に義昌邑は浦項市興海邑

となった。いっぽう、原文面の東海は「日本海」（外洋）の意味ではなく、現在浦項市を構成する東海邑を意味する。というわけで、原文にある槩浦と東海の海岸地名の、現代の浦項市の詳細区分地図上の位置は図 17 のようになる。「新羅本記」の原文の筆者は、これら両地点の中間の A 地点付近で海の様子を観察していたと推定される。

新羅時代に用いられた尺度の基本単位は唐尺では、1尺 = 31.1cm、高麗尺ならば1尺 = 35.6cmである。一丈は十尺に相当するから、原文に記された「浪高二十丈許」は60m強となって、現実の津波の浸水高さとして理解するのは困難であるが、古記録の記載として、この通り尊重しておきたい。

日本暦の延喜十四年四月に当たるが、日本側にこの津波に相当する記録はない。

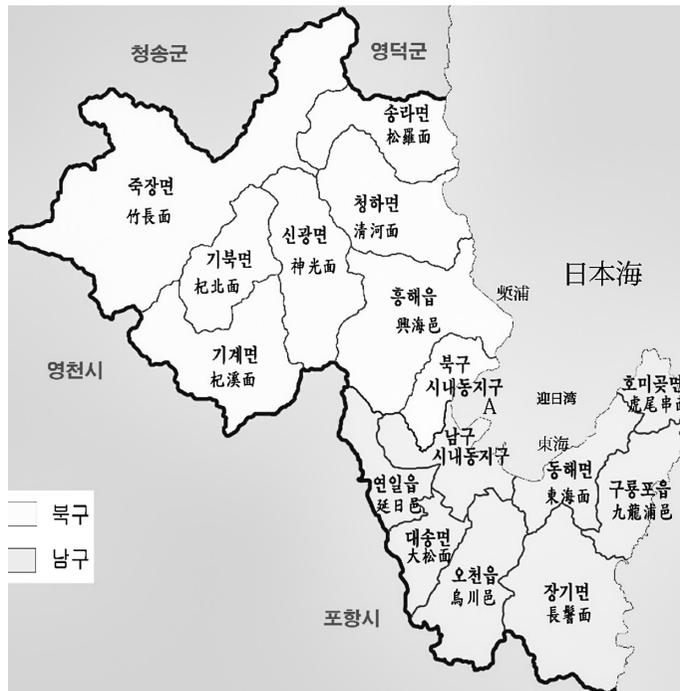


図 17 現在の浦項市を構成する邑・面の配置図 「三国史記」の原文に現れた槩浦と東海の現在地図上の位置に注意 原文の記述者は図の A 点付近に立って観察していたと推測される

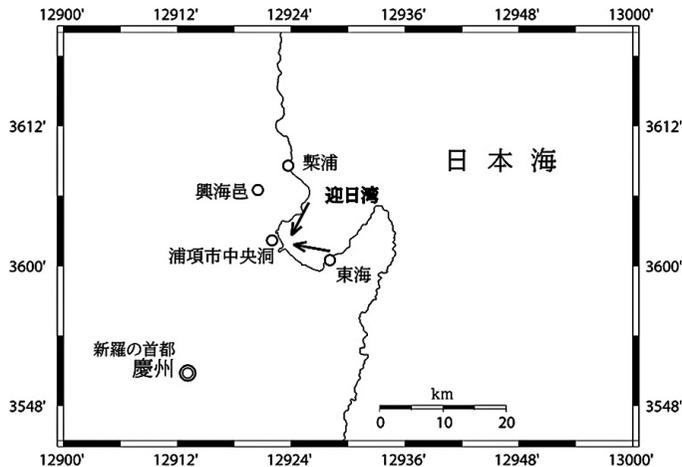


図 18 浦項・慶州付近の詳細図 914年の津波は、浦項市中央洞に居た人が、槩浦と東海から来た波（2本の矢印）が眼前で衝突した様子が記録されたと考えられる

#### 4 結語

日本海東縁の海域では、しばしば津波を伴う大きな地震が発生しており、津波は朝鮮半島東海岸に伝わって、ここでも大小の被害を生じた事例がある。18世紀以後の近現代では、1741年の渡島大島の噴火による津波、および、1940年の積丹半島沖地震、1964年新潟地震、1983年日本海中部地震、および1993年北海道南西沖地震の5回を数える。この5回の津波記録は、各津波には日本、韓国の双方にそれぞれ論文、あるいは気象要覧のような報告文類はあっても、文献が多岐にわたって一貫して検索し法則性を見出すには、大きな困難を伴う。この困難を軽減するために本稿を執筆した。

日本海の中央部には大和堆の浅海域がある（図1参照）。この大和堆の部分が凸レンズの役目をして、日本海東縁に発生した津波は、大和堆の中心部を通して、朝鮮半島の東海岸の1点に焦点を結び、そこで津波の高さが集中的に高くなるのではないかと、という仮説を立てることができそうである。もしこの仮説が当たっているならば、日本側で波源が北にずれれば、朝鮮半島側で津波が高く表れる場所が南にずれる、ということが成り立ちそ

うである。しかし、本稿で取り上げた5つの事例に見る限り、このことは成り立っておらず、むしろ、朝鮮半島側で、津波が高くなる場所はいつもほぼ決まっているように見える。すなわち、日本海東縁海域で発生した津波が朝鮮半島側で高くなるのは、ほぼいつも北緯37.0度～37.5度付近の海岸に固定していると考えたほうが妥当である。

日本海の西南側の出口付近に当たる韓国の海岸に位置する蔚山と釜山の検潮所では、1983年の日本海中部地震の津波の際に、周期約44分の非常にはっきりとした周期の波動は10回以上継続しているのが観察された。この波動の周期は、秋田県・青森県西方の震源域のサイズでも、日本側とシベリア沿海州側海岸の日本海の固有振動としても説明がつかないものであった。この顕著な波動は、朝鮮半島東海岸沖の海岸線と、その沖合約25kmに存在する陸棚外縁との間の陸棚海域にトラップされたエッジ波性の津波であることが判明した。

第3章で紹介した、古代朝鮮に存在した新羅国の「新羅本記」に記録された699年と914年の2回の津波記録は、日本海東縁海域を震源とする地震による津波であると憶測されるが、ともに日本側記録の乏しい奈良・平

安時代の事例である。この 2 個の地震事例が、東北と北海道の日本海側の沿岸堆積物のなかに痕跡が見いだせないであろうか？

わが国の歴史地震記録のなかには、日本海東縁海域ではしばしば津波を伴う大規模地震の発生があったことが示されている。その多くに、わが国側の津波記事が記録され、現地調査によって各地の津波浸水高さが解明されている。しかしその結果得られた、津波の分布図に、朝鮮半島東岸、およびロシア沿海州の様子が描かれていないとしたら、これらの個々の津波の全体像は把握できないであろう。

本稿で取り上げた個々の事項については、本稿の筆者の原初性（オリジナリティー）を主張しうるものはあまり多くはないが、日本の津波研究者にとって必ずしも原論文に接するのが容易ではない韓国の水路局、気象庁、あるいは朝鮮王朝（李朝）の記録、さらに古代に朝鮮半島に存在した新羅国の記録、および我が国にあっても閲覧が容易ではない第二次世界大戦以前の中央気象台の報告などを総合的に取り上げ、我が国の津波研究者の各位の前に提示し便宜を提供したことに、本項の筆者の功を認めていただければ幸いである。

## 5 謝辞

本項の執筆を進めるにあたって、朝鮮半島側の詳細な地名の現代地図上の位置照合にかなりの時間を費やした。そのさい、最も参照したのは、Google 社の Google Earth の衛星地図である。この地図によれば、韓国内のほぼ「字（あざ）、韓国語では里、あるいは洞」単位の地名を同定することができた。このような便宜を与えてくださった Google 社に感謝したい。

韓国水路局に長年勤務なされ、韓国の検潮記録を御提供いただき、しかも韓国側の地震・津波の歴史資料についても多数の知識を御教授いただいた秋教昇（Kyosung, Chu）氏に深く感謝申し上げたい。

## 参考文献

- 相田 勇, 1984, 1983 年日本海中部地震津波の波源モデル, 海洋科学, 16, 9, 496-502
- 白雲燮, 1983 年 11 月, 韓国東海岸地震海溢報告, 韓国中央気象台観測局, pp69 (韓国語)
- 中央気象台, 1941, 「気象要覧・昭和 15 年下巻」
- 秋教昇・朴昌業・都司嘉宣, 2005, 韓半島で発生した最大級の地震 - 1681 年 6 月韓国東海岸地震 -, 歴史地震, 20, 169-182
- 今井健太郎, 行谷祐一, 石橋正信, 2016, 歴史時代の津波による建築被害関数の特徴, 第 129 回東北水工学発表
- 井上秀雄 (訳注), 1980, 「三国史記」1, 東洋文庫 372, 平凡社, pp415
- 港湾空港技術研究所, 1983, 港湾技研資料, 470, pp299
- 李錫裕・秋教昇, 1993, 東海岸・地震海溢資料, 港湾, 韓国港湾協会, 17, 3, 1-27 (韓国語)
- 李裕澈, 2021, 「朝鮮半島歴史地震・海嘯・火山噴発 (公元 2 年 - 1904 年)」, 地震出版社 (北京市), pp485 (中国語)
- 都司嘉宣, 1987, 隠岐諸島の津波の歴史, 月刊地球, 9, 4, 229-234
- 都司嘉宣・白雲燮・秋教昇・安希朱, 1984, 韓国東海岸を襲った地震海溢, 海洋科学, 16, 9, 527-537
- 都司嘉宣・白雲燮・秋教昇・安希朱, 1985, 韓国東海岸を襲った日本海中部地震の津波, 防災科学技術研究資料, 防災科学技術センター, 90, pp92
- 都司嘉宣・加藤健二・荒井健一, 1994, 北海道南西沖地震による津波・二, 文部省科学研究費 (No.05306012 研究代表者: 石山祐二), 突発災害調査研究成果, No.B-5-2, 65-78
- 都司嘉宣・今井健太郎・畔柳陽介・木南孝博・松岡裕也・佐藤雅美・芳賀弥生, 今村文彦, 2015, 文化元年 (1804) 象瀉地震, および天保四年 (1833) 出羽沖地震による津波の秋田, 山形, および新潟県海岸での高さの分布, 津波工学研究報告, 32, 181-220
- 都司嘉宣・今井健太郎・岩瀬浩之・森谷拓

- 実・松岡裕也・佐藤雅美・芳賀弥生・今村文彦, 2017-a, 天保四年(1833)出羽沖地震津波の隠岐諸島, および島根半島での津波高, 津波工学研究報告, 33, 333-356
- 都司嘉宣・岩瀬浩之・森谷拓実・松岡裕也・佐藤雅美・芳賀弥生・今村文彦, 2017-b, 能登半島および若狭湾海岸を襲った寛保元年(1741)渡島大島噴火津波および天保四年(1833)出羽沖地震津波の浸水高, 津波工学研究報告, 33, 251-294
- 都司嘉宣・松岡裕也・小田桐(白石)睦弥・佐藤雅美・今村文彦, 2017-c, 百井塘雨著「笈埃随筆」に記された海嘯記事について, 津波工学研究報告, 33, 131-147
- 都司嘉宣, 2023, 朝鮮の史料『三国史記』新羅本紀の倭記事の信頼性を日食記事から判定する, 古田史学会報, 177, 69
- 東北大学工学部, 1984, 津波防災実験所研究報告1, pp267
- 渡辺偉夫, 1998, 『日本被害津波総覧, 第2版』, 東京大学出版会, pp236