

地中海の津波 —主にソロヴィエフ他に基づいて—

首藤 伸夫*

1. はじめに

地中海の津波を詳細に記述したものにソロヴィエフ他の津波カタログ¹⁾がある。紀元前 1380 年 (1380 ± 100) のサントリニ島爆発に始まり、紀元前が 14 津波、紀元 1 世紀から 16 世紀が 64 津波、17 世紀と 18 世紀が 67 津波、19 世紀が 139 津波、20 世紀が 64 津波、計 348 津波について記述されている。主としてこれに基づきながら、地中海で発生した津波をまとめて見る。下記において、文献番号抜きで (p.22) 等と示したものは、ソロヴィエフ他の津波カタログからの引用頁であることを示して居る。

2. 火山噴火で発生した津波

2-1 サントリニ島

津波の記録として最も古いものの一つがサントリニ島の火山活動で発生したものである。旧約聖書出エジプト記で、海が二つに割れてモーゼ達を通し、続いて渡ろうとしたエジプト兵は閉じた海の犠牲となったのは、この津波の所為だとする説明もある。

サントリニ島は図-1 に示すように 5 島からなっている。ウィキペディアによると、

「エーゲ海クレタ島の 110km ほど北にあるティラ島は、大きく湾曲した西海岸内にサントリニ島を抱えている。

サントリニ島 もしくは ティラ島は、エーゲ海のキラデス諸島南部に位置するギリシャ領の島。かつて大爆発を起こした火山が形成したカルデラ地形の一部で、その外輪山にあたる。サントリニ島の名はカルデラ全体、



図-1 サントリニ島とアナフィ島 (グーグル・アースに加筆)

すなわち本島を含めた 5 つの島々の総称としても用いられる。」

この島の過去の爆発は、次のように検証された。

「エーゲ海で季節的に主風の向きが変わる事を考えに入れると、層間の形状の特性から、最初の大爆発は冬に、第 2 の爆発は夏に生じたと云える。

アイソトープ測定により、第 1 回目の爆発は 2 万 5 千年以上前、第 2 のものは 5 千年以上前に起きたとされる。もっと正確には、サントリニ島の堆積灰の下に見つかった古木の炭素 14 からは B.C.1,400 ± 100 年と推定された。[Ninkovich and Heezen, 1965]。後に、同じサンプルを使っての測定からは爆発と灰堆積は B.C.1,700 年から B.C.1,620 年の間、最もありそうなのは B.C.1,820 年から B.C.1,640 年の間に起きただろうと推定された。[Antonopoulos, 1992]。」 (p.17)

そして、サントリニ島火山活動が津波を発生させたとの論拠は、24km 東のアナフィ島の堆積物から得られた。すなわち、

「1950 年代後半、サントリニ島東 24 キロに位置するアナフィ島での考古学調査の際、小川沿いの、海面より高い 4 カ所で、厚さ 5m の白い軽石の層が見つかり、化学解析の

*東北大学名誉教授

結果、サントリニ火山の噴火の後に出来たものと判った。

島西岸の 3 カ所では、軽石が岸から 350m くらいの、高さ 30 ~ 50m ほどの地点で見つかったが、北東岸の朝顔型の湾の奥では高さ 250m の地点で見つかった。この軽石は火山噴火ののち海面に浮いていたものが、津波で運びあげられ、引き潮時に置いて行かれたものであろう。この 250m と云う高さについて疑いを持つ人 [Pararas-Carayanis, 1988] ²⁾ もないではないが、アラスカ・リツヤ湾での

1958 年地滑りで起きた高さ 500m を超えるものを思えば、あり得る高さであろう。」(p.19)

火山活動による津波の這い上がり高最高値は、南大西洋で発見されている ³⁾。アフリカ大陸西岸のセネガル沖にあるカーボ・ヴェルデ共和国の最大の島サンティアゴ島の北端で、270m 以上の地点で津波石が見つかった。図 2 の中央部分に○で囲った部分の岩石が津波で破壊され、更に上部へ運ばれた。津波は、サンティアゴ島の西 70km にあるフォゴ火山の大山腹崩壊で起きたとのことである。

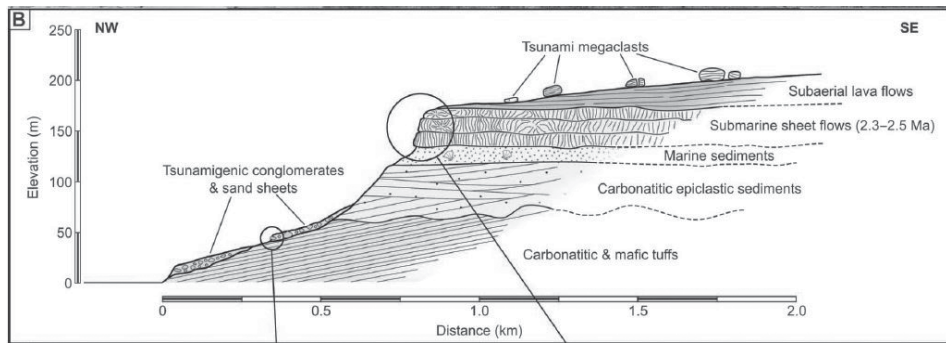


図 2 サンティアゴ島の津波石 (文献 3 による)

2-2 ストロンボリ

イタリア・メッシーナ海峡の北側出口より北北西約 70km に、リパリ諸島の一つストロンボリ島がある。

「1916 年 7 月 4 日 (3 日) 0 時 24 分

ストロンボリ火山の大噴火は地震を伴った。鉛直方向の揺れがリパリ諸島を襲い、3 秒間続いた。本土カラブリア地方でもアマンテアとヴァチカーノ岬の間でもリパリ諸島と同じく大きかった。ストロンボリ島では南の方向に 10m ほどの水柱が認められた。」(p.135)

この水柱の原因は何であろうか。

「1919 年 5 月 22 日 17 時 45 分 [?]

2 月に始まったかなり大きな活動ののち、ストロンボリ火山が空前の音響を伴って噴火

し、大量に噴き上がった大黒煙が全島を覆った。この爆発で海水が噴き上がり、海岸に溢れ、すべてのものが倒壊し、全船舶は岸沿いの葡萄畑に 300m 位打ち上げられた。この津波は、(大気圧の急激な上昇によって起こされたのは、明らかである。)」(p.135)

「1930 年 9 月 11 日 9 時 52 分。

ストロンボリ火山が噴火した。溶岩が噴出。大津波が発生。」(p.141)

火山活動によって生ずる津波の原因は多種にわたる。東南アジアに関してだが、火山活動の形態ごとに津波の高さや伝播距離をまとめたのに Paris 他 ⁴⁾ の論文がある。その結果を表 1 に示す。

表ー1 東南アジアの記録に基づく、火山活動の種類と発生した津波

発生機構	発生割合 (%)	発生源体積 (km ³)	体積流束 (m ³ /s)	波高(汀線での波高) (m)	伝播距離 (km)
水中爆発	25	<1	<10 ⁹	<10	<200
火砕流	20	1 ~ 200	10 ⁵ ~ 10 ⁸	<30	<300
地震	<20			<15	<500
山腹崩壊	15	1 ~ 500	10 ⁵ ~ 10 ⁶	<100?	<6000
カルデラ沈降	10	1 ~ 100	10 ⁶ ~ 10 ⁸	<20	<200
空気振動	5			<3	>1,000
火山泥流	<5	<1	<10 ⁵	<3	<10
溶岩段丘崩壊	<1	<0.01	<10 ⁶	<2	<10

3. 地震前の津波

3-1 ソロヴィエフ他の伝える津波

(1) イオニア海レフカス島

「1820年3月17日(あるいは3月20日、2月20日または1月18日)イオニア海レフカス島。非常に大きな地震が発生し、レフカス島の主要な街々を破壊した。地震はイオニア海の全島々及び大陸で感じられた。地震前に弱い地下のショックがあった。レフカス市は地震前に浸水された(?)。地震で海底地滑りが生じた。」(pp.76-77)



図ー3 レフカス島 (グーグル・マップに加筆)

(2) リグリア海

「1831年5月26日11時30分。リグリア海。カステッラーロで破壊的な大地震……。この地震はマルセーユ、サンレモ、ジェノア、トリノでも感じられた。サンレモでは、鉛直揺れと共に唸りが聞こえた。海が地震1分ほど前に引き、碇泊して居た船は船底が岩に乗り上げたかのような衝撃を受けた。」(p.80)

(3) アドリア海

「1845年8月16日16時38分。アドリア海 ダルマティア。ドゥブロヴニクでの地震は、発生前及び地震最中に、大きな地下鳴動を伴った。地震での震動は波のような揺れで始まり、すぐ鉛直方向になり、8秒間続いた。少なくとも5回の震動が、8月17日~20日、9月14日にあった。8月16日の地震1分未満前であったが、海面が通常の水位よりかなり高くなった。市内 Gravosa へのハイウエイはほぼ完全に浸水された。」(pp.83-84)

(4) エーゲ海イズミル

「1852年5月12日(あるいは5日)朝2時、エーゲ海に面するトルコ・イズミルで、弱い地震が発生した。その前日、風もなく穏やかであったのに潮が渦を巻きながら押し寄せてきた。そして5分後、水は数ヤード引き、海底が干上がった。こうした現象がその日一日中続き、陽が上がると共に増えて生き、そして次の日の朝2時に弱い地震が起きたのである。」(p.90)

(5) エーゲ海ロードス島周辺

「1863年3月22日午後10時15分に地震が2度発生した。第2のショックの方が大きく、20秒から一分続いた。これは鉛直方向震動が重なり合ったような揺れであった。これが起きる前、地下でブーンと唸る音響が長く続いた。そして地震が起きた。」

この直前の 3 月 16 日午後 9 時にも地震があり、その地震の前に地が震動し、その最中に潮が島を襲っていた。住民は 3 月 22 日の地震の時、大きな音響が海から聞こえてきたので、また津波かと恐れたという。」(p.103-104)

こうした地震前津波の発生原因について、ソロヴィエフ他は何も述べていない。



図-4 イズミル、ロードス島（グーグル・マップに一部加筆）

3-2 Altinik 他⁵⁾の伝える地震前津波

マルマラ海ボスポラス海峡付近での、1766 年、1894 年、1912 年の三つの津波についてソロヴィエフ他は、2, 3 行で述べる程度で済ませているが、Altinik 他は当時の新聞の引用などにより、3 例とも地震前の津波であったとする。

まず、1912 年 8 月 9 日午前 3 時半、マルマラ海で地震が発生した。ソロヴィエフ他は、「地震後に海が引き、次いで力強く戻って来たが、被害はなかった」(pp.132-133)と述べるだけであるが、Altinik 他は、当時の新聞記事を次のように引用する。



図-6 ボスポラス海峡付近⁵⁾

「当時イスタンブールでの伝紙 Stamboul の伝えるところによれば、Kadikoy の近傍では夜 11 時頃海は極めて荒れていた。明けて 1 時間ほど経った頃、大波が沿岸を襲い、だんだんと強くなって、地震 1 時間半前には異常な状態となった。そして地震後半時間で静まった。……」。

そして、さらに

「1894 年のイスタンブール地震でも Yesilkoy で、似たような津波が観測された。このとき、地震 10 分前に海が引き、次いで地震で発生した大波が襲来して海岸沿い建物の第 1 列を流し去った。」

この 1894 年 7 月 10 日津波についても、ソロヴィエフ他は「イスタンブールでは、海が引き、次いで、激しく襲った」とわずか 2 行で済ませている。(p.120)

ところで、Altinik 他は、地震前の海面状態を津波の印と解して、「ボスポラスでの海の状況は 1766 年 5 月 22 日イスタンブール地震時の Besiktas や海峡内部での現象と似ている。……海峡南入口での地震先行現象、海峡内部での地震後の現象は、さらに検討が必要である」と結論する。

1766 年津波についてソロヴィエフ他は、「地下の轟音がイスタンブールを南から北へと駆け抜け、直後に強い地下のショックが同じ方向に続いて生じた。これらは 2 分間続いた。街は崩壊した。海は異常に乱れた。

その日地下のショックは何回も起き、11 月まで感じられた。騒音は遮られることがなく特に海岸ではそうであった」(p.63)と 7 行述べるに止まる。

Altinik 他は、津波の原因は海底面変位ではなく、海底地滑りであろうとする。

4. 原因不明の地鳴りと海面異常

イタリア共和国トスカナ州リボルノ^{6), 7), 8)}は、現在はフィレンツェやピサへの海の玄関港として知られている西海岸の港

町である。ルネッサンス時代にはメディチ家が主要港にしており、現代ではイタリア沿岸で3番目に大きな港であると云われる。

このリボルノで1846年8月頃から地鳴りや水位急上昇下降などの異常が始まり、記録に残る限り1852年まで、断続的ではあるが発生した。



図-7 リボルノ位置 (グーグル・マップに加筆)

「1846年7月25日以降、リボルノ港灯台近くの海で、洞穴にこもったような虚ろな、ごろごろとなる地鳴り (A hollow underground rumble) が始まり、8月12日、13日には大きくなった。この地鳴りは海面の異常な波立ちを伴って居た。灯台近くの水面が一瞬にして上昇し、水は濁った。この近くの海底はシルト質で海草に覆われて居たのだが。港の反対側でも海面が上がったので、海水浴を楽しんで居た人々は溺れるのではと逃げていった。この異常は2分間続き、海面は2エル程上昇した。(1エルは45インチ=114cm)。そのとき吹いていた微風で海面にはさざ波が立ち、その小さな波が岩にぶつかり始めた時、地下空洞から来たかのような大きな轟音がした (a hollow rumble appeared, that seemed to arrive from the underground void.)。この地鳴りと海水面異常は8月14日10時30分まで増加し、主地震が10時50分に発生した。」(p.84)

「リボルノの海はこの数日間異常であった。表面は静かだが微弱な流れが東へ行ったり西へ行ったり、そして海底かららしい轟音 hollow noise が聞こえた。時には無風であるにもかかわらず水面が急に上がったり下がっ

たりしていた。そして8月14日の朝、特に10時、地震とともに海面が2m以上に上昇し、衝撃が終わる前に下降した。」(p.85)

その地震の震央を3人が求めており、それぞれわずかに異なるが、北緯43.5度 東経10.5度のあたりであって、図-7に☆印で示すようにリボルノの南東の陸地にある。(p.85)。

こののち1952年までの、不思議な地鳴り、急な水位変化を記録に従ってまとめたのが表-2である。

5. 沖合で感じた津波

5-1 海で感じた海震と津波

(1) イタリア南端部

1894年11月16日午後6時52分イタリア南端で、地盤に亀裂が入り、あちこちで陥没するような大地震があった。

Tropea から Canniterro の間で津波があった。両地点は直線距離55kmほどである。陸上での記述はないが、海上での体験談が多く述べられている。

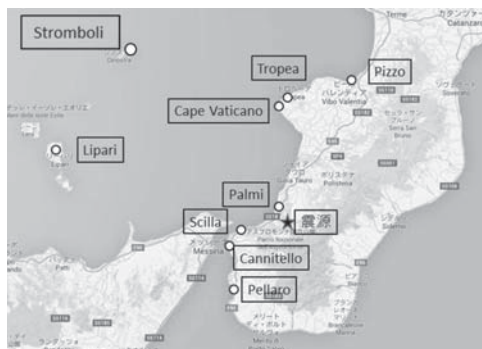


図-8 1894年関連図 (グーグル・マップに加筆)

「まず、地震の影響であるが、メッシーナ海峡の南出口に近い Pallaro では、漁船が水面下の岩にぶつかったと感じた。他のポートでは鮫がその下を通ったと思い、また、魚を気絶させるためのダイナマイトが船の下で爆発したと思った漁師もいた。

Lipari 諸島からの郵便船に乗っていた人は

表-2 イタリア・リボルノでの異常音響と水位変化

日時	音響	地震	水位変化
1846年7月25日開始 8月12, 13日へと大きくなる	リボルノ港灯台近くで、洞穴にこもったような虚ろな、ごろごろとなる地鳴り。		地鳴りは風波とは異なる三角波を伴う。灯台近くの水面が一瞬に上昇。水が濁る。この異常が2分続き、海面は2m上昇。こうした地鳴りと海水面異常が8月14日10時30分まで増加していく。
1846年8月14日 10時50分		主震発生	
1846年8月15, 16日			海面乱れ続く
1846年8月26日夜	音響		灯台付近で水位変化と渦。8月14日に酷似
1846年8月27日 10時			ゴルゴナ島の北東岸で東向きの急流発生。大波が東岸に来て直ぐ去ったかのような流れ。
1846年9月12日	地鳴り		晴天下で海面の動きが続く
1846年9月19日	岩礁周辺で下からの地鳴り		異常な海面上昇下降と渦
1846年11月14日 11時15分から一日中	地鳴りが繰り返す	弱震	海面かなり上昇。
1846年10月19日	海面下の岩礁付近から騒音		無風にもかかわらず海面の動きが激しい。
1846年10月24日	地鳴り		海面の上昇下降
1846年10月28日	地鳴り		海面の上昇下降
1846年11月29日 0時55分	非常に大きな地鳴り		数日前から異常な潮の動きが続いた。
1846年12月3, 4日 トスカーナ地方の余震		3日 強 4日 弱	津波でリボルノに被害
1847年4月15～16日			1846年8月14日同様の海の動き。
1847年5月16日			1846年8月14日同様の海の動き。
1847年10月20～22日			1846年8月14日同様の海の動き。
1850年1月21日			1846年8月14日同様の海の動き。
1850年4月15～17日			1846年8月14日同様の海の動き。
1850年5月16日7時	遠いところでの雷のような地鳴りも続いた。		灯台付近で急に水位低下、そして急な水位上昇。最大嵐での上昇量よりも大。昼頃まで続く。

1850年10月15日 15時15分		二度非常に弱い地震があり 灯台が揺れた。	
1850年10月20, 21日			それぞれ灯台近くで、水面低下 と上昇が1度。渦巻き流れ。
1851年7月28日 18時33分		地震がピザ、 で、10分ご とに。	
リボルノでは8月6日 まで継続。		リボルノでは 地震無し。	リボルノ灯台では急な水位上 昇下降と流れ。
1852年2月2日 7時30分	日中、地鳴り灯台近く で		灯台近くで水位上昇下降
1852年2月17日	灯台近くで明確な地鳴 り		水位上昇変化を伴う
1852年2月18日	前日と同じ		前日と同じ
1852年6月26日 7時15分		灯台付近で弱 い鉛直揺れ	
1852年6月27日			水位の上昇下降
1852年7月11日12時	一日中地鳴り	灯台近くで微 かな鉛直揺れ	一日中水位上昇下降
1852年11月10日 7時30分		灯台近くで微 震動	その前後に水位上昇下降

リボルノから南東約500km, ナポリ近くのサレルノでも同様の事が生じている。1853年4月18日17時50分, a hollow underground rumble を伴って海面の極めて異常な動きが生じた。(p.91)

大きな衝撃を感じた。

地震に伴う津波の体験も記録されて居る。Scillaの漁師はそのボートに座っていたが、急に持ち上げられたと感じた。海は全く静かだったのに。ついで、海水は激しく泡立ち、直ぐに又静かになった。他の漁師達はボートが水に沈み込んだと云う。

Pizzoでの海は地震の最中は静かであった。あるボートは沈むと見えたが、直ぐ元に戻った。海は泡だった。ちょうど船の駆動輪で起こされる水の動きに似ていた。

Palmiの岸近くに居た小舟達は、こちら側からあちら側、そしていろいろな方向に投げやられたので、乗員は船を漕ぐどころではなかった。

Cannitelloの漁師達は地震前に幾つかの引

き網を入れておいた。一つの網のロープは地震後ねじれて発見され、わずかな釣り針しかついていない状態であった。同様の事がVaticano岬近くでも起こった。漁師達が網を失って、見つけたのは破れたweep-netのよじれたロープであった。Scillaの漁師が云うには、網の錘がもつれて海底に落ちていた。

Cannitelloの漁師達がさらに云うには、地震後及びそれに続く数日間魚が異常に多かったのだそうだ。

Villa S. Gionanniの目撃者の証言として、地震数時間前からメッシナ海峡の水がtidal-lineで常になく泡立っていたし波の動きが不規則で異常であった。」(pp.120-121)

同じ海域で1905年にも海面異常を感じた

記録がある。9月8日午前2時43分、ティレニア海沿岸で、非常に大きな地震が40秒続いた時のことである。

Tropea で荷を積んで出港したスクーターが Stromboli から 20 海里の所で、午前3時、あたかも岩礁か砂州に乗り上げたかのように急に泊まった。そして右に左に投げられ揺すられた。船の側面がちぎられるかのようにであった。これが5分続き、その後スクーターは航海を続けた。(pp.123-124)

(2) ギリシャ西岸

「1953年8月9日～12日。イオニア海のイターキ島、ケファロニア島、その南のザキントス島で地震が続いた。9日9時40分、11日11時24分である。震源はケファロニア島内であった。

ケファロニア島アルゴスのツーリスト・キャンプにいた M. Grandazzi 氏によると、『新聞での報道とは違い、地震では津波は起きなかった』そうである。海震は起きた。アルゴス湾内の軍輸送船 Alfeios の甲板上にいた人々は、第3の地震で空へ投げ上げられた。ちょうど機雷にやられたかのように。舳い網はねじれ、レーダーが故障した。

イターキ島パティ村に近い停泊地の船上に居た乗客は船が沈む様な衝撃を受けた。ケファロニア島南西部の小さなビーチに居たフ

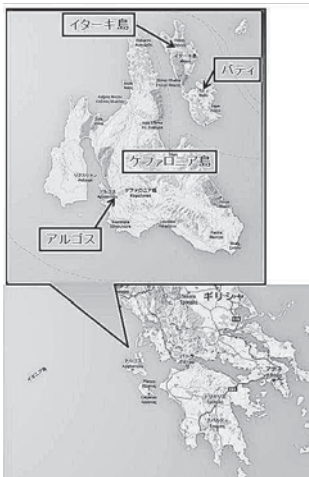


図-9 1953年関連図

ランス人観光客達は、海が泡立ち鋭い激しい風を経験したが、水位は変わらず、浜は浸水しなかったと証言している。ギリシャの地震学者 Galanopoulos 教授は、ある目撃者への手紙で、イオニア諸島には津波はなかったと書いている。しかしながら、新聞報道に基づいての事であるが、イターカ島では地滑りのためパティ湾で津波が起り、パティ港が浸水したと云われる。」(pp.146-147)

5-2 沖では海震のみ

上記5-1の1894年の場所と殆ど同じ場所での出来事でありながら、海上では津波を体験しなかったのが、1908年12月28日メッシーナで生じた地震と津波である。この時の犠牲者は8万人以上で、史上最悪の災害の一つである。東京帝国大学の森房吉教授が現地を訪ねた。初の国外現地調査である。この時、イタリアの学術雑誌に、「日本ではこのような現象を津波と云う」と紹介された。この雑誌には、5カ所での験潮記録も掲載されて居る。これに先立つ1896年の明治三陸大津波の際に、日本でも3カ所の験潮記録が得られた。こうした科学的議論のための資料が揃いつつある時代であった。

この地震の等震度線を図-10に示す。震源区域での津波の力は破壊的であった。レツジョディカラブリアの約10km南に位置しているペッラーロの近くで Fiumarella 川を渡る鉄道橋は、長さ40mの大きな鉄構造であったが、流失した。1端は橋台から10m、他端



図-10 1908年関連図 (文献1)

は38m 流された。

津波は海底の沈殿物をかきまぜた。海峡の水面へ気泡が立ち上がった。海の生物や魚で、漁師も知らない魚が1,600mの底から浜へ打ち上げられた。

しかし、浜から数マイル離れた沖の船では強い海震を経験はしたのみで津波を経験しなかったので、乗員達はなぜ海岸の全市街地で急に灯が消えたのか、訳がわからなかった。

(p.128)

6. 他現象と津波の同時生起

1863年3月22日午後10時15分に、エーゲ海ロードス島で起きた地震は次の様なものであった。長い地下の鳴動が続いてのち、2度発生し、第2の地震が大きく20秒から1分続いた。

この地震はカイロでも感じられ、第2の方が大きく、地下の鳴動を伴って居た。

このあと、沢山の余震がロードス島、イズミル、その他の場所で感じられた。ちょうどこの時、東地中海で嵐が起きており、嵐での被害と地震による海での被害の原因とが混同されている。

例えば、フランスの新聞 *Le Moniteur* は「地震が海にすさまじい嵐を起こし、多くの災難が発生した」と書く。この波濤によりキプロス島近傍で沢山の船が被災し、碇泊して居た多くの船が沈んだ。3月22日の夕刻、メルシンの港外錨地で数多くの犠牲者が出た。3月22日の昼にはタラーブルス近くの海には次々と大波が押し寄せた。(pp.103-104)。

ロードス島からメルシンまで約600km、キプロスまで約500km、タラーブルスまで720km、キプロスからメルシンまで約200kmの距離がある。

7. 地滑りや岩壁崩落で発生した津波

7-1 1914年11月27日イオニア海レフカス島 地震・地滑り、そして津波

島北端の Demossari 川河口部の埋立地で地震によって大規模な地滑りが起き8~10mの亀裂が生じた。この地滑りで2~3m(他の資料では11m)の波が発生した。(p.134)

7-2 1954年9月9日 アルポラン海。混濁流が津波発生源か

スペインの東南沿岸に弱い津波があったが、アルジェリア内陸に震源域を有する破壊的な地震によるのである。この地震によってアフリカ大陸の急勾配海面下傾斜面に生じた大規模な地滑りが生じ、混濁流となって下降する際に津波を引き起こしたと推定されて居る。

(p.149)

7-3 1928年ギリシャ沿岸 地震から数時間経って津波が発生

それは4月22日の大地震から始まる。「この日、コリント海峡で15分前の前震に引き続いて Ms=6.3, I=XI の大地震が派生した。12階級に分けられるメリカリ震度階級であれば「壊滅的：頑丈な建造物が全壊し、橋が崩落する」段階である。発震時刻はほぼ20時であったとされている。コリントとその北側のルートラキでは、3千の家屋が破壊され



図-11 1863年関連箇所図 (グーグル・マップに加筆)

20 人が犠牲となった。ルートラキでは無事な建物は一つもなかった。1 万 5 千人が家を失った。国際赤十字によると、被害額は 3 億ドラクマに及ぶと云う。

海水面の変化は、コリントから東へ 130km 離れたエウボイア島南部のカリストスで認められた。水面が急に 30cm 上がり 10 分間続いた。それから海面は岸から 3 ないし 4 ノットの早さで離れ、10cm ほど水位は低下した。こうした現象が 22 時間中に何度か繰り返された。最強のものは 11 時に起きた。このとき、一艘のボートでは漕ぎ手が一齐に漕いでも港から出ることが出来なかった。ある帆船は港に入れず、振り回されたあげく停泊地に錨を下ろしたのであった。

エウボイア島の東約 40km にあるスキロス

島でも不思議な水位低下が生じた。

こうした水位現象は 4 月 22 日の強大な地震と無縁ではないと思うが、時間的には対応していない。」(pp.137-138)。

発震時刻が 22 日の 20 時、エウボイアでの最強の津波がそれより前の 11 時というから、対応していないのである。

そして、4 月 24 日の朝 1 時 15 分頃、余震と思われる $M_s=5.0$ の地震があった。それから 25 日の朝まで、クレタ島北岸から北エーゲ海までのギリシャ沿岸で、異常な海の動きが見られた。

こうした水位変位をまとめたのが、表-3 及び図-12 である。

表-3 1928 年 4 月 24 日 津波の開始時間と津波の状況

場所	開始時間	潮位変化の記述
Piraceus	09 時	急速な上昇下降。周期は 10 分
Island of Andros	10 時	25 cm の下降
Island of Syros	09 時 30 分	20 cm の一回下降
Karistos		潮流向きが 5 分ごとに変化。
Chalkida	11 時	0.5 m の急上昇
Island of Mykonos	10 時	水平距離 15~20 m ほどの引き潮
Island of Milos		0.5 m の上昇
Heracleon		1.0 m の上昇
Nefplio	14 時 30 分	1.5 m の引き
Island of Samos	14 時 30 分	0.6 m の下降。周期は 9 分弱
Island of Chios		0.3 m の上昇
Alexandroupoli	17 時 30 分	0.8 m の上昇

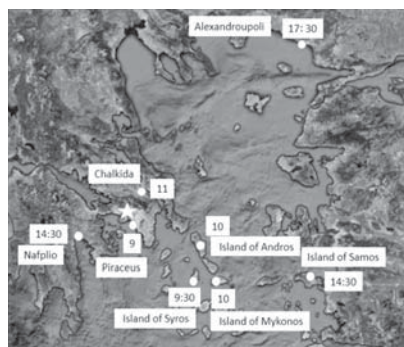


図-12 1928 年 4 月 24 日津波開始時刻

図-12に幾つかの地点とそこでの津波開始時刻を示す。☆印は震央である。これを震央近くでさえ8時間近い遅れがある。

したがって、津波発生原因は海底地滑りではないかと思われる。

このような、地震とは直接関係付けられない津波が、25日、27日にも体験された。

(pp.138-141)

7-4 1963年 コリント湾。地震と大雨が原因か

「1963年2月7日21時28分。コリント湾。

地震も無いのに大岩盤崩落が海峡の南岸で生じ、高さ3～6mの津波発生。南岸ではAiyionからPspathopyrgosまでの約20km、北岸ではMonastirakiまでDoubiaの海岸を壊滅させた。第1波には轟音が先行した。

南岸ではErineos川を挟んで、SliantikaからLambiriまでの3kmにわたり、漁船は岸にたたきつけられた。魚、樽、桶、その他が陸地に散乱した。ちやちな小屋は壊滅した。北岸のMarathiasからTrizoniaの間でも同様であった。2人が犠牲となり、12人が負傷した。

波は、Erineos川の西岸にあるSalmenikos岬で特に強かった。ここでは、ここでは海岸



図-13 コリント湾(グーグル・マップに加筆)



図-14 Erineos川(グーグル・マップに加筆)

沿いの55,000 m²が5～44mほど沈んだ。地滑り量は57,000 m³あった。

もう一つの地滑り(26,000 m³)が河川内で生じた。水は川の西側の堤防から500mほど溢れた。果樹は根からねじられ、両岸の葡萄園は150,000 m²にわたって荒廃した。津波の周期は2分であった。

この地滑りは、5日前に発生した7回の局地的な地震とそのときの豪雨とが遠因であろう。」(p.160)

7-5 1979年 リグリア海フランス沿岸 地震も無いのに津波発生

1979年10月16日14時。津波に似た波が突然フランス・リビエラを襲った。Antibes市La Salis通りの浜からニース近傍までの60km(グーグル・マップ上で測ると30kmほどしかないが)にわたって、海が300mほど引いた。そして高さ10mの二つの山が戻って来た。6人が犠牲となり、3人が行方不明となった。岸沿いの建物が数多く被害を受け、車がたくさんたたき壊され、つないであったボートは海へと流された。

この海面の振動は、長さ100kmの沿岸で4時間にわたって繰り返された。地震は無かったのだが、Var川河口部に水面下の基礎の上に作られていた堤防が延長300mほど数分で無くなり、同時に波が発生した。堤防の破壊だけでは、観測された海水の跳ね上がりをも説明出来ない。したがって、かなり大きな海底地滑りによって水位振動が起こったと推定される。水路部や他の機関による深浅測量によると、Le Paillon川の海谷東端、Var川の海谷西端で大きな川底の低下が確認された。

この地滑り総量は4億 m³にも達するから、あした波を発生させるに十分であったろう。(pp.162-163)

7-6 1996年 コリント湾 地上・海底両地滑りで津波発生

1996年1月1日1時から2時。局地的だが高さ2mに這い上がった波が、コリント湾Aiyion東のDolianitikaで報じられた。海岸道

路が浸水し、一部被害が生じた。この波は地震とは関係なく、地上地滑り及び海底地滑りによるものである。(p.172)

8. 地震後浜へ

8-1 地震の害を避けて浜へ

1983 年日本海中部地震の際、日本海側では地震に続いて津波が来るとの知識がなかったと云われた。たとえば、秋田県男鹿半島の地域では、「地震があれば浜へ逃げる」との言い伝えがあった。高い海崖が地震で壊れ落ちるからである。だが実は、これに続き、「地震が終われば浜から離れ高いところへ」とあったのに、後半分が忘れられてしまったのだとも説明された。

似たような痛ましい例の最初の記録が、イタリア西岸ティレニア海のナポリ湾にある。紀元 79 年 8 月 24 日 (23 日) 7 時。ポンペイを完全に灰で覆ったベスピオ火山大噴火の翌日の事である。

著名な作家小プリニウスが目撃したことを歴史家タキトゥスに書き送っている。「・・・私たちは、海が引いてゆくのを見ました。あたかも地球が震え、海を押しやっているかの様でした。浜が明らかに前方へと進みました。多くの海の生物が陸の上に残されました。」

別の手紙では、「・・・海は激しく、敵意を持って居ました」とも述べている。

ポンペイでの掘削から次の様な仮説が許されるであろう。「多くの住民が降灰を避けて海岸へ走り、やってきた波に浸かり内陸へと

運ばれ、赤くて熱い溶岩の下に埋められた」と。(pp.26-27)

1783 年にも、イタリア南西部メッシーナ海峡を挟んで、シシリー島のメッシーナ、対岸カンブリア地方のシッラで、地震の影響を避けて濱に集まり、やがて襲った津波で犠牲者が増えた。

「1781 年頃から、イタリア南部の、特にカラブリア地方ではシッラからレージョディカラブリア迄の約 20km の沿岸、シシリー島ではメッシーナからトッレ・ファロ (註：図-1 モルテッレの先端部) の約 12km の沿岸で、中規模の地震が続いていた。カラブリア地方のイオニア海沿岸でも同様であった。

1783 年 1 月 1 日に、シッラから 55km 東北のビーヴォ・バレンシアで中規模地震があった。

1 月 19 日には、更に 70km 北のコゼンツァで微震があった。これは 3 秒間続いたのだが、地下での鳴動を伴っていた。地下の動きは、地震の 15 分前位から、全カラブリア地方とシシリー島で始まっていた。

海でも、地震の前触れと思われる異常が発生して居た。

まず、2 月初めから、メッシーナから遠くない海面や他の場所に、深海の小魚 *cicirella* (イカナゴ) が大量に現れ始めた。この魚は、通常は海底を離れず、泥の中に隠れているのである。

第二に、2 月 5 日ビーヴォ・バレンシアの岸近くでは海は静かであったのに、かなり沖合では荒れていた。漁師の云うには、風もないのに沸き立つように荒れていて、戻らざるを得なかったものも居る。

第三には、地震直前の引き潮である。シッラやクトロで、潮が 10m くらい引き、直ぐゆっくりと元に戻った。クトロの住民は家を離れた。そのため、建物被害は大きかったが、住民は全部助かったのである。(pp.64 ~ 65)。

(註：シッラの場所はティレニア沿岸に図-15 のように確定できる。グーグル・マップによると、クトロは東側のイオニア海沿岸に



図-15 メッシーナ、シッラの位置図 (グーグル・マップによる)

あり、この両地点は130kmほど離れている。)

そして1783年2月5日12時ころ、メッシーナ海峡の海は非常に荒れてきて、急に水が引き海底が広い範囲にわたって現れ、ついで思いもかけず急に戻って来たので、家から浜へと地震を逃れてきていた人をさらって行った。高さ6mの浪が陸上に何度も溢れ、そして急速に引いていった。メッシーナ砦の指揮官は砦の中で見ていたが、「海は1/4マイルほど砦から引き、全く見たこともないほど膨れ上がり、わき上がった。信じられない程の陰鬱で恐ろしいうなりが、言いしれぬ恐怖を地震とそれからの三日三晩続いた。そのとき灯台の別の側では海は静かなままであった。」別の目撃者は、「海は最初は岸から引き、ついで停泊地にとてつもない力で殺到したので、泊地は破壊されてしまった。海岸沿いは浸水した。メッシーナ錨地は水で溢れ、30cmほど浸かった。ここでは海底がかなり浅くなったのは確かである。」(p.66)

「つづく2月6日朝1時6分、カラブリア地方で中規模の地震が発生。これは繰り返し続く地震の2番目のものであったが、破壊的な津波を伴った。被害は、カラブリアのレッジョデ、メッシーナ、その他に及んだ。リパリ諸島近くを航行中の帆船が大きく揺さぶられたが、被害はなかった。シッラでは地震で破壊されたものがあつたが、犠牲者はなかった。

それ以前の主地震の間に、シッラを取り巻く山の険しい斜面から土砂や礫が大量に滑り

落ちていた。こうした地滑りが2軒の家と3軒の小屋を埋め、女性2人子供2人が犠牲となっていた。」

シッラの町の西北側は海で、その浜は幅100m、長さ800mで、マリナ・グランデと呼ばれている。

「マリナ・グランデの南側(写真-1では左側)にある Monasina 山が、前日2月5日の21時頃大きく崩れていた。だからシッラの殆どの住民が又地滑りが起こることをおそれ、生き埋めにならないようにと、マリナ・グランデやその近くの浜へと逃げ出して、大小のテントや小舟やボートで過ごして居た。

地震の後(人によっては数分後とも半時間後とも云うが)、1分とは続かなかつたけれども、言い様もない陰鬱な大音響が発生した。シッラの西側海沿いの Pace 山が2kmにわたって崩壊したのだ。これは白亜紀の岩や石灰石で出来ていた山である。降り続いた雨がこの地滑りを促進したのかも知れない。これに加えて、2月5日の地震後に近くの Campalla 山の岸近くに泉が出現していたが、これからの噴水の効果も加わつたのかも知れない。

この地滑りは、この時全く静かであった海に突入し、60m、80m、110mの深さにまで到達し、Formicola という岩礁を42,000m²の広さで覆い、三つの新しい岬を作つたのであつた。そして、轟音が海から聞こえ、海水は物凄い早さで岸に押し寄せた。唸る波は引き、また激しく押し寄せた。波は家や教会の屋根に届き、不運と荒廃をもたらしたのである。浜でシッラの住民1,504人が死亡した。

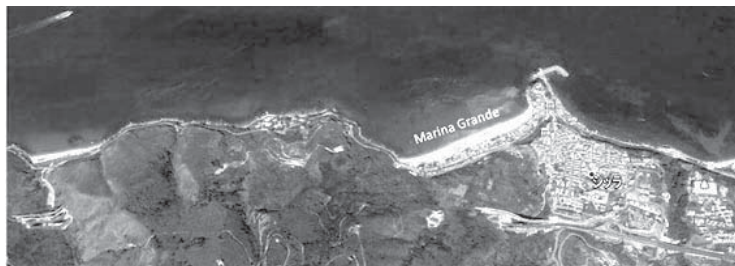


写真-1 長さ約800mのMarina Grande (Google Earthによる)



写真-2 現代のシッラの町 (Google Earth より)

人々は岸から引き去られ、人が身を守ろうと乗っていたボートは海岸の岩にたたきつけられて粉みじんとなった。その残骸は水たまりに引きずり込まれ、後で海へと運ばれた。

第1波ののち、海は通常よりも引き、ついで戻って来て陸へ再び浸水した。そして第3波がやや弱めに、と繰り返しながら、ついには静かになったのである。」(p.68)。

レゾディオカラブリアから10kmほど南のペッラーロで、1908年メッシーナ大地震の際に、同じ行動で犠牲者が出た。この地震では、地震と津波で8万人もの死者が出たのであったが。

「1908年12月28日5時20分に地震。その直後、他のデータでは10分後、津波が発生。まず、引きが先行し、次いで押し波。最初の3波が強大であった。

ペッラーロでは、高いのは6~7mに達し、地震で壊れた建造物を流し去り、残って居た建物を破壊した。残骸と共に、その下に埋もれた遺体をも持ち去り、建物基礎と幾つかの家屋を残すのみとなった。地震から逃れようと瀕に避難した人々は犠牲者となってしまった。(p.130)

8-2 魚を捕りに浜へ出る

(1) 津波で被害

「紀元365年7月21日夜明け前(または、355年、358年8月24日、362年、369年、376年、425年かも知れない)

地中海東部、ヘレニック弧。クレタ島の近くを震源とする強烈な地震と破壊的な津波。

クレタ島のクノッソス、ゴルティス、他8つの居住地が破壊された。津波は水位が大きく下降することから始まった。船は座礁し、海の生物が浜に残された。人々は干上がった浜へ魚を手捕りにしようとして急いで行った。約15分後、大波が大唸りと共に来襲し、すべてをなぎ払った。この来襲は、岸に集まった数千の人々の思いもよらぬものであったから、命が失われる事となった。ペロポネソス南西岸のメトーネでは、破船が汀線から2kmも運ばれた。ペロポネソス北のアカエア、ポエオティア、エピラスは被災した。ギリシャで約5,000人の犠牲者となった。」(p.29)

「アレキサンドリア(エジプトではなく、小アジアの Alexandria Troas であろう)では、海が遠くまで引き、大小の船が座礁した。沢山の人がこの光景を見に集まった。こうした船は、続いてやってきた速い大波で海岸堤を超えて投げ出された。700人が死亡したとある年代記は記し、別な資料では5,000人とされる。」(p.29)

Alexandria Troas はダーダネルス海峡の地中海出口近郊でトロイの南に位置している。

「1069年3月19日(1067年あるいは1069年かも知れない)。

パレスチナで強震があった。エジプトやシリアにも影響した。Ramallah での犠牲者は25,000人とされる。沿岸の Holon (Holots), Ashdod, Yavne で津波。海が遠くまで引いたので、人々は水の引いた浜に残された魚を捕ろうと押しかけ、続く押し波で多くが犠牲者となった。」(p.35)

(2) 津波はなかった

「1538年9月26日。ナポリ湾。ナポリ西のポッツオリで、地下の大きな震動が始まり、すべてのものが被害を受けた。9月26、27日には大地が絶え間なく揺れ、特に大きな震動があり、カラブリアの全海岸にも及んだ。ポッツオリでは海が200ヤードも引いた。魚が干上がった浜に残され、手押し車を持つ



図- 16 ナポリ湾 (グーグル・アースより)

た人々が集めて歩いた。新山 Monte-Nuove が 24 時間で成長し噴火を始めた。そこは、Lake Avernus と Mt Barabaro の間で Tripergola 温泉のあるところである。」(p.43)

この例では、干上がった浜に魚を捕りに行った人々が犠牲になったとの記述はない。新山は極く海辺に近いところに立ち上がったので、それに伴う全体の地盤上昇の結果、海が引いたのであり、それもゆっくりとした変位であったから、津波が発生しなかったのであろう。

「1698 年 5 月 14 日 (19 日) 10 時。ナポリ湾。ベスビオス火山が噴火する前、海が、投げた石が届く位の距離だけ引いていった。ナポリの市民、おそらくチビタベッキアの市民も、干上がった濱で魚を集めた。ナポリでは、潮は 1 時間に 5 回引いた。チビタベッキアでは、海の水位は 10 インチくらい下がった。海の引きは、トレデルグレコ、ヴィエトリ、ソレントでも明らかに認められた。(p.55)」

ナポリはベスビオス火山のすぐ西で山頂からの距離約 14km, ナポリ湾に面しているトレデルグレコとソレントは、それぞれ 6km, 22km, また、ヴィエトリはナポリ湾の南側の湾に面しており 30km の距離にあるから、この火山の影響と考えても良いであろう。だが、チビタベッキアはナポリの北西 250km も離れた所にあるので、ベスビオス火山と関係があるとは思われない。

いずれにしても引きに続く押し波はなかったのであろうか。魚取りによる被害は出てい

ない。

「1714 年 6 月 30 日。6 月 29 日から始まったベスビオ火山の活動の最中、ナポリの海が引いた。目撃者によると、20 時頃急に海が 7 ヤードほど引き、魚や海面に浮かんでいたボート 1 艘が浜に残された。水が引いた状態は 15 分ほど続き、一瞬に水が戻って来た。他のナポリ住民達によると、12 時、18 時にも水が同様に引いた。」(p.57)

9. 隕石落下による津波

「1823 年 8 月 20 日アドリア海。ドゥブロヴニクで強い地震が発生したが、それに先立ち隕石が海に落下した様な光が大気に閃いた。ボスニアでもこの地震で大被害が生じた。ドゥブロヴニクでは、海がほぼ 1 マイル引き、次いで物凄い力で押し返してきた。メッシーナでも波は認められた。」(p.78)

10. 終わりに

地中海の津波の記録は古くからある。文書として残されている最古のものはアテネ・スパルタ間のペロポネソス戦争を記録したトゥーキュディデース著「戦史」の中にある。紀元前 426 年夏に、エウボイア島で観察された津波である。

それらの中から、興味深いと感じたものを紹介した。

地震後の人間の行動には、昔も今も、また所は変わっても、変わらないものがある。

津波の発生原因にしても、未だ解明されて居ないものが残されている。特にリボルノでの異常は何が原因なのであろうか。

津波に関して、まだまだ研究しなくてはならないものが多く残されていると云わざるを得ない。

引用文献

1) Soloviev, S.L., O.N. Solovieva, C.N. Go, K.S.

- Kim and N.A. Schetnikov (2000): Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 B.C – 2000 A.D., Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol.13, Kluwer Academic Publishers, 237 p.
- 2) Paras-Carayannis, G. (1988): The tsunami generated from the eruption of the Volcano of Santorini in the Bronze Age, Science Tsunami Hazards, vol.6, No.1, pp.23-30.
- 3) Ramalho, R.S., G. Winckler, Jo. Madeira, G.R. Helffrich, A. Hipolito, R. Quartau, K. Adena and M.Schaefer (2015): Hazard potential of volcanic flank collapses raised by new megatsunami evidence, Sci. Adv., downloaded from <http://advances.sciencemag.org/> on November 30, 2015.
- 4) Paris, R., A. Switzer, M. Belousova, A. Belousov, B. Ontowirjo, P. Whelley and M. Ulvrova (2014): Volcanic tsunami: a review of source mechanisms, past events and hazards in Southeast Asia (Indonesia, Philippines, Papua New Guinea), Natural Hazards, Vol.70, pp.447-470.
- 5) Altinik, Y., B. Alpar and C. Yaltirak (2003); Tsunami of Sarkoy-Murefte 1912 Earthquake: Western Marmara, Turkey, Submarine Landslides and Tsunamis, edited by Yalciner et al., pp.33-42.
- 6) Wikipedia <http://ja.wikipedia.org/wiki/リヴオルノ>
- 7) Cruise Planet http://www.cruiseplanet.co.jp/eur/land_livorno.htm
- 8) MSC クルーズ http://www.msccruises.jp/jp_jp/Cruise-Destinations/Mediterranean/Italy/Livorno-Florence.aspx