

24. 日本沿岸で観測したコロンビア・ペルー 津波 (1960~1979年)

地震研究所 羽鳥徳太郎

(昭和56年6月23日受理)

1. はじめに

1586年(天正14年)から1906年(明治39年)の320年の間に、南米のコロンビア〜チリ北部沖におきた津波で、5個の津波が日本沿岸各地で記録された(湯村, 1961; 渡辺, 1968)。1906年1月のエクワドル津波は、鮎川・串本などの検潮所で全振幅40~50cmの波を観測(HONDA 他, 1908)したのみで社会的な影響は受けなかったが、それ以前の歴史津波は東北日本ほか広域に浸水被害を与えたのである。

最近20年の間(1960~1979年)に、コロンビア・ペルー沖でおきた地震に伴ない、5個の津波が本所の江ノ島津波観測所で観測された。そこで、これら津波計記録をはじめ、各地の検潮記録を収集して南米津波の調査を行った。ここで各津波の規模、日本沿岸における波高分布および津波の到着時間について報告する。

2. 地震データ

まず、津波を伴った地震の概要は次の通りである。米国 USCGS の PD 報告から、地震の震央、規模を Table 1 に示す。各地震の表面波マグニチュード M_s は 7.5~7.9 であり、このうち1979年12月のコロンビア地震がもっとも大きく、 $M_s=7.9$ であった。

Fig. 1 には、津波を伴った地震の余震域を示す。1979年コロンビア地震の余震域は、

Table 1. Earthquake and tsunami data in the region from Colombia to Peru.

Date	Earthquake				Tsunami	
	Epicenter		Location	d (km)	M_s	m^*
	Lat.	Long.				
1960 Nov. 20	6.8°S	80.7°W	Peru	—	(6.8)	2.5
1966 Oct. 17	10.7 S	78.7 W	"	38	7.5	2
1970 May 31	9.2 S	78.8 W	"	43	7.8	2
1974 Oct. 3	12.3 S	77.8 W	"	13	7.6	2.5
1979 Dec. 12	1.58 N	79.39W	Colombia	33	7.9	2.5

* Tsunami magnitude on the Imamura-Iida scale.
 M_s : Earthquake magnitude (20-sec surface-wave).

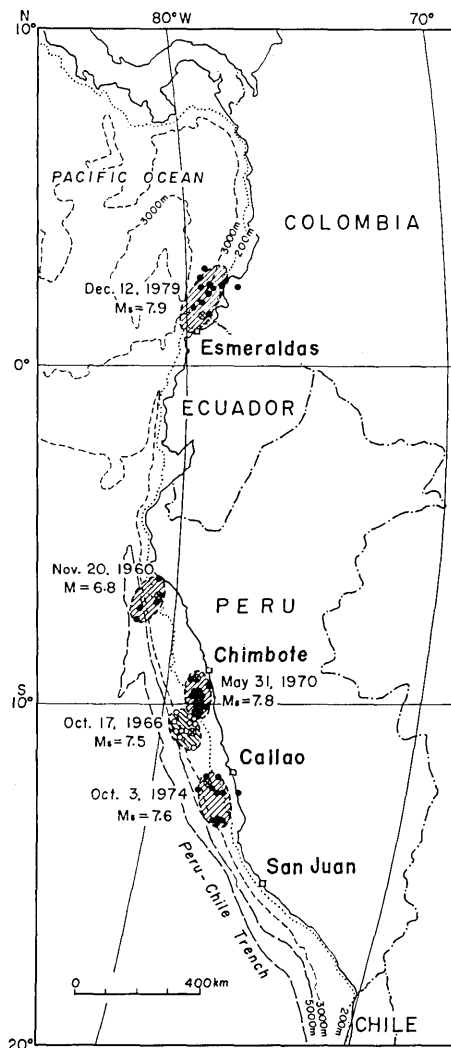


Fig. 1. Distribution of aftershock areas of the tsunamigenic earthquakes during the past 20 years (1960-1979).

たように、1966年・1970年ペルー津波は $m=2$ 、1960年・1974年ペルー津波および1979年コロンビア津波は $m=2.5$ ときめられる。それぞれの津波によって、4~5 m の波が波源に近い沿岸地域を襲い、流出家屋や死傷者を出した。ちなみに、 $m=2$ は1964年新潟地震津波、 $m=2.5$ は1968年十勝沖津波クラスの規模をもった津波である。

4. 日本沿岸の津波挙動

以上、震源付近の地震・津波の概要を述べたが、日本沿岸における津波の状況は次の通

コロンビアとエクワドル沿岸にまたがり、その長さは 270 km である。Charco から Tumaco に至る区間に 4~5 m の津波が襲い、地震と津波で 259 名の死者を出し、また San Juan 付近の沿岸で 50~60 cm の地盤沈下が報告された (PARARAS-CARAYANNIS, 1980)。

一方、ペルー沖地震では、1970年5月の地震が沿岸ちかくにおこり、余震域が沿岸ぞいにあるのに対し、1966年10月と1974年10月地震の余震域は大陸棚斜面に横たわり、これら余震域の長さは 120~200 km である。なお、1970年地震で大規模な山崩れがおこり、Yungay の町が土石流で埋った。1974年津波は Callao と San Juan の検潮器で観測され、最大波の全振幅はそれぞれ 1.6 m と 1.0 m であった (PARARAS-CARAYANNIS, 1975)。

3. 津波の規模

太平洋各地で得られた検潮記録の読取り値 (IDA 他, 1967; Tsunami Newsletter, International Tsunami Information Center, Hawaii の報告) をもとに、各津波の規模 (今村-飯田スケール, m) を次に示す筆者の方法 (羽鳥, 1978) できめてみる。

Fig. 2 はその方法を図示したもので、横軸に震央から観測点までの距離、たて軸に最大波の片振幅をとり、各津波の観測値をプロットしてある。この方法によれば、各津波の規模は Table 1 に示し

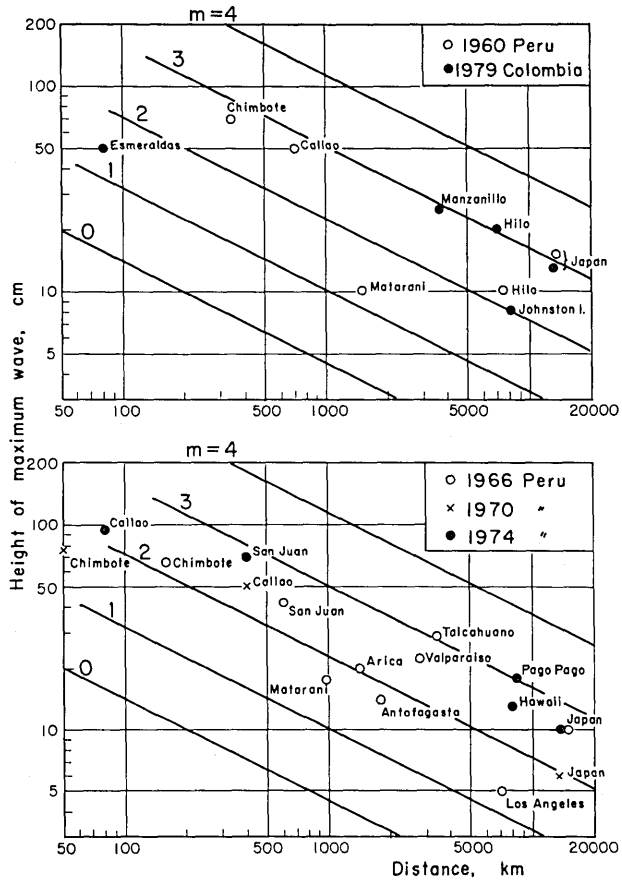


Fig. 2. Magnitude of the Colombia-Peru tsunamis. Tsunami magnitude on the Imamura-Iida scale is classified by the attenuation of tsunami height with distance from the epicenter.

りである。

宮城江ノ島の津波計で得られた各記録を Fig. 3 に示す。津波初動を矢印で示したが、いずれの津波も陸棚セイシュを励起させ、10 cm 未満の小振幅の波を記録している。Figs. 4 と 5 には、それぞれ1979年コロンビア津波と1974年ペルー津波における日本各地の主な検潮記録を示す。初動部分の津波の周期はいずれも約15分で、1960年チリ津波のように周期50~60分の長周期波ではない。Tables 2~4 に、それぞれ1979年・1974年・1970年津波の検潮記録の読取り値を示す。

これらの検潮記録から、各津波による日本沿岸における最大波の全振幅の分布は Fig. 6 のようになる。1966年と1970年津波の全振幅は 10 cm 前後であるが、1974年と1974年津波では平均 20 cm、北海道・三陸沿岸では 40 cm を記録し、1960年チリ津波の場合と同様な波高分布を示した。しかし、波高が大きく増幅したところは、広尾・島ノ越など港湾

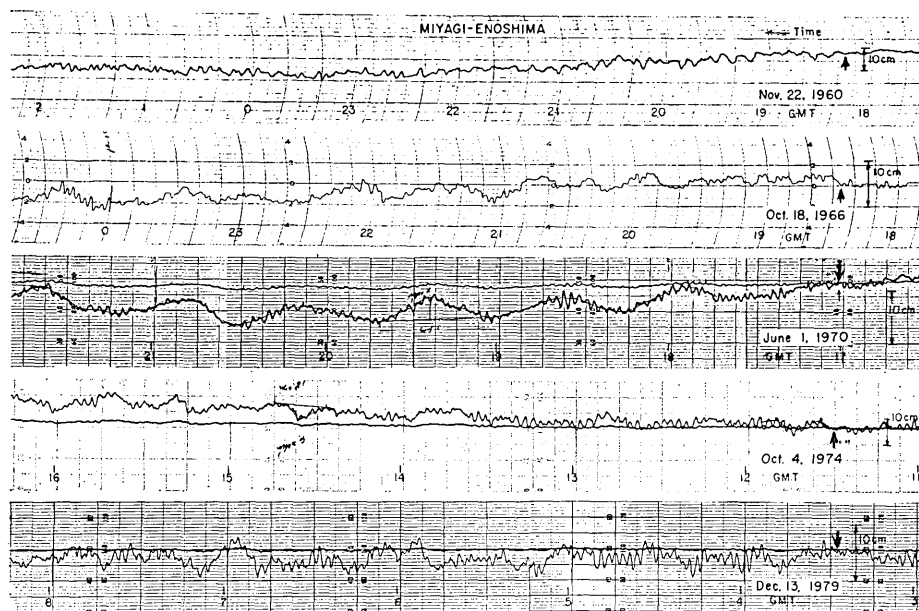


Fig. 3. Records of the Colombia-Peru tsunamis observed at Miyagi-Enoshima, northeastern Japan.

のセリシユが10数分の短周期をもつ地域であり、40~45分周期の宮古・大船渡など大型湾が大きく増幅した1960年チリ津波の場合と異なる。

では、コロンビア・ペルー沖でおきた津波が、地震から何時間後に日本沿岸に到達したであろうか。Fig. 7 に、1979年コロンビア津波について、震央から出発した津波の伝播図を画いてみた。これに、日本の主な地点における津波伝播時間の実測値(時:分)を比べてみると、伝播図は観測値と大体調和している。日本各地の伝播時間をさらに詳しく1979年と1974年津波についてみると、Fig. 8 のようになる。

1979年コロンビア津波では、東北日本の伝播時間は19.5時間、西日本では21時間となっている。波源がこれより南側の1974年ペルー津波では、東北日本の伝播時間は21.5時間、西日本では22.5時間である。また、1960年と1966年ペルー津波では、さきに報告したように(HATORI, 1968)、東北日本で20~20.5時間であった。1960年チリ津波では、東北日本の伝播時間は22.5時間であったが、波源が南米沿岸を南下するほど、日本沿岸の伝播時間が伸びることがわかる。そして東北日本と西日本との伝播時間の時差も1.5時間から30分に縮まってくる。

5. む す び

最近20年の間に、コロンビア・ペルー沖でおきた5個の津波について、日本沿岸で観測した検潮記録から調査した。いずれも日本沿岸では40cm末満の津波にとどまり、社会的な影響は皆無であった。しかし、この海域でおきた歴史津波をふりかえると、東北日本

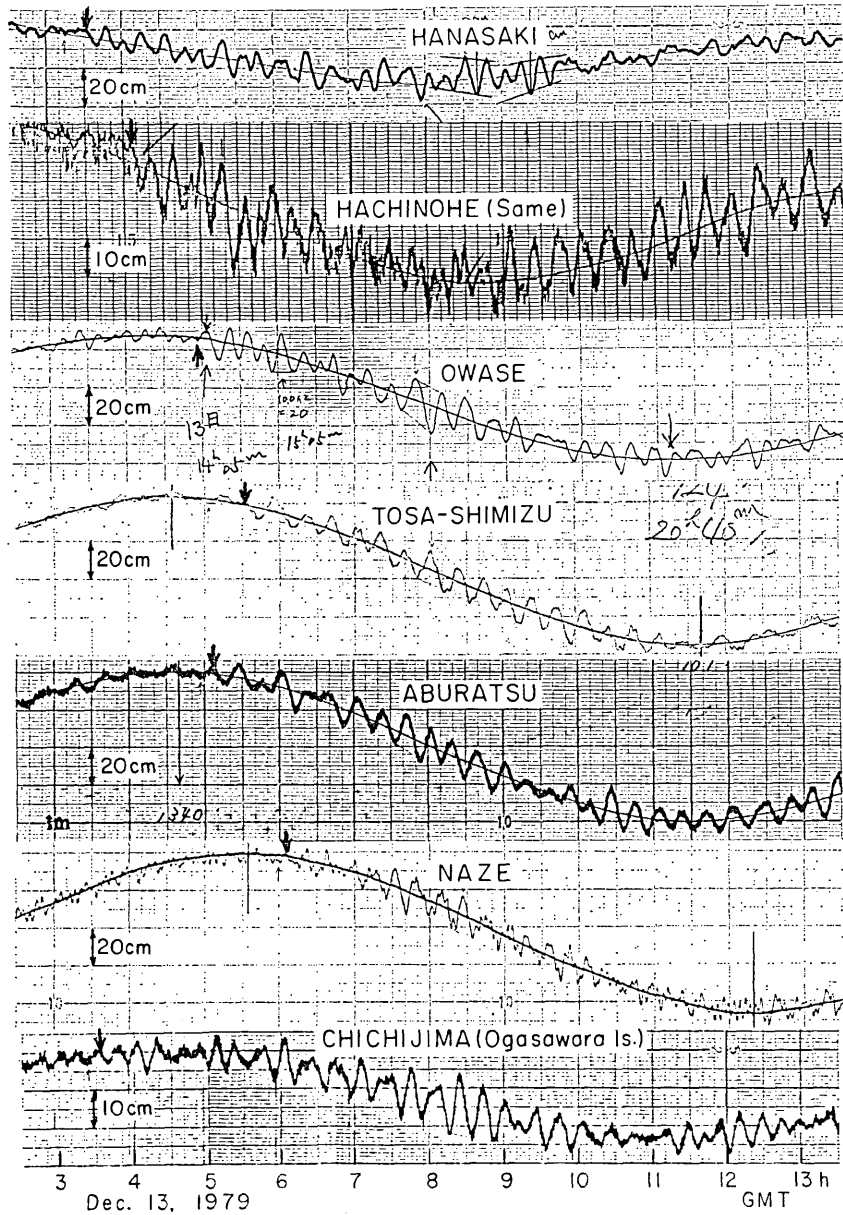


Fig. 4. Tide-gauge records of the Colombia tsunami on Dec. 12, 1979 observed at the Japanese tide stations. The locations are shown in Figs. 7 and 8.

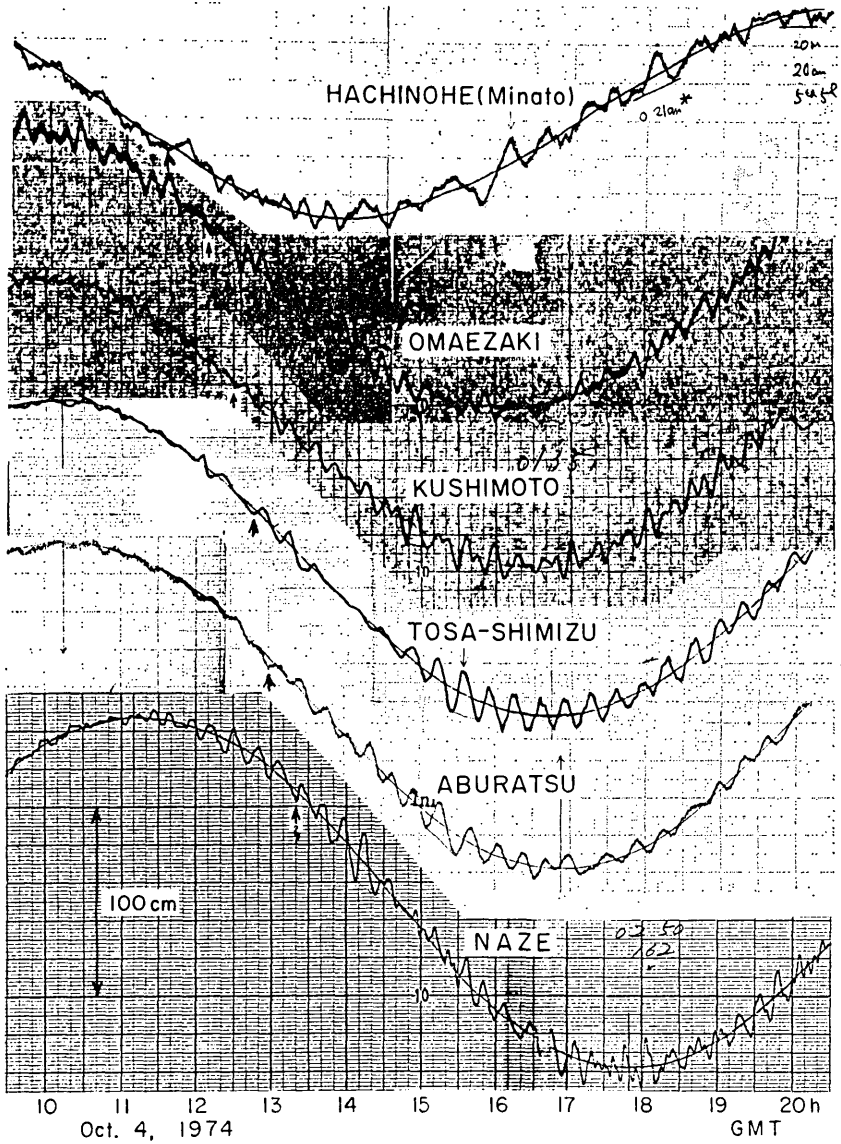


Fig. 5. Tide-gauge records of the Peru tsunami on Oct. 3, 1974 observed at the Japanese tide stations.

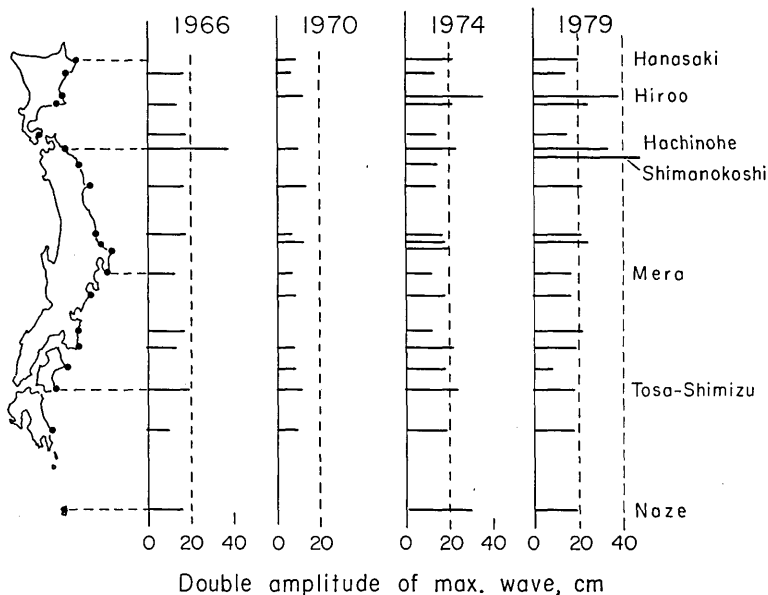


Fig. 6. Distribution of the maximum double amplitude of the Colombia and Peru tsunamis along the Japanese coast.

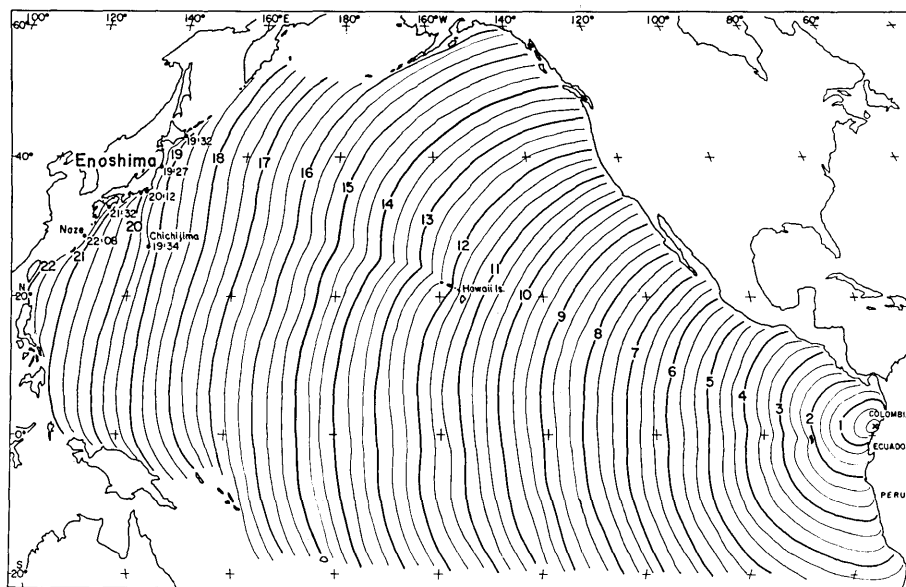


Fig. 7. Refraction diagram of the 1979 Colombia tsunami across the Pacific Ocean (time interval: 20 min). Travel times (h, m) observed at the Japanese tide stations are shown.

Table 2. The Colombia tsunami of Dec. 12, 1979, as recorded by tide gauges.
Wave originated near the earthquake epicenter (1.58°N, 79.39°W, M_s
=7.9, NOAA) off Colombia, at 07:59 (GMT), Dec. 12, 1979.

Tide station	Initial wave			Maximum wave		
	Travel time	Down	Period	Double ampl.	τ	H
	h m	cm	min	cm	h m	cm
Hanasaki	19 32	7	15	19	5 00	12
Kushiro	19 36?	4	20	15	1 46	10
Hiroo	19 28	4	14	39	2 12	25
Urakawa	20 04	3	20	26	3 54	12
Hakodate	20 20	5	24	15	3 35	9
Mutsu-Ogawara	19 58	4	16	12	2 04	6
Same	20 08	5	18	22	1 10	11
Hachinohe	20 10	7	15	34	1 08	20
Shimanokoshi	19 30	6	16	48	0 45	22
Miyako	19 34	6	15	19	1 15	11
Kamaishi	19 32	6	15	34	1 41	16
Ofunato	19 35?	5	15	20	2 58	14
Enoshima	19 27	2	16	6	3 28	4
Ayukawa	19 38	5	18	21	3 08	13
Onahama	19 50?	6	20	22	6 07	13
Hitachi	19 50?	4	18	25	3 35	13
Mera	20 12	3	18	17	3 40	10
Hachijo I.	20 30?	5	12			
Chichijima I.	19 34	2	15	16	4 52	8
Minami-Izu	19 56?	4	17	12	1 54	6
Omaezaki	20 46?	4	16	16	5 27	8
Owase	21 03	9	16	22	2 48	12
Uragami	20 56	7	17	21	0 42	12
Kushimoto	20 48	4	15	18	3 05	10
Muroto	?			9		5
Tosa-Shimizu	21 32	5	28	18	2 28	10
Aburatsu	21 08	4	22	18	2 35	10
Naze	22 08	4	14	20	2 20	10

τ : Time interval between the arrival of wave front and the maximum wave crest. H: Tsunami height above ordinary tides.

Table 3. The Peru tsunami of Oct. 3, 1974, as recorded by tide gauges.
Wave originated near earthquake epicenter (12.3°S, 77.8°W, $M_s=7.7$,
NOAA) off Peru, at 14: 21 (GMT), Oct. 3, 1974.

Tide station	Initial wave			Maximum wave		
	Travel time	Rise	Period	Double ampl.	τ	H
	h m	cm	min	cm	h m	cm
Hanasaki	20 33	5	12	32	3 13	12
Kushiro	20 53?	4	24	15	3 12	9
Hiroo	21 04	9	25	36	2 40	17
Urakawa	21 09	5	22	22	2 20	12
Hakodate	21 40?	2	32	14	4 00	7
Hachinohe	21 13	3	17	23	4 40	12
Miyako	21 25?	4	28	15	1 52	10
Ofunato	21 34?	4	20	8	2 00	5
Enoshima	21 08	3	15	7	4 04	4
Onahama	21 33	3	15	17	1 48	10
Hitachi	21 30?	5	22	18	4 00	10
Choshi	21 42	6	22	18	4 10	13
Mera	?			12		6
Minami-Izu	21 47?	4	12	6	4 06	3
Omaezaki	21 43?	4	20	18	1 22	8
Owase	21 42?	6	18	11	0 45	7
Uragami	21 52	5	22	13	4 30	8
Kushimoto	22 10	4	18	22	2 24	12
Muroto	22 25?	3	12	17	2 22	8
Tosa-Shimizu	22 25	5	18	24	2 50	12
Kamae	22 55	2	22	13	2 18	7
Aburatsu	22 40	4	18	20	2 14	10
Otomari	22 22?	4	12	12	1 42	6
Naze	23 00?	7	17	30	0 52	14

τ : Time interval between the arrival of wave front and the maximum wave crest. H: Tsunami height above ordinary tides.

に4個の津波被害を記録した。ことに、1877年5月のチリ北部でおきた津波では、千葉県九十九里浜に死傷者が出た。当時、明治10年の西南戦争中で、各新聞はこれを大きく報道し、津波記事を小さく取りあげた(三好, 1962)。もし、この津波を理解していたならば、1960年のチリ津波では人的被害は軽減されたのではなかろうか。

ペルー南部からチリ北部に至る 1,000 km の区間に、1868年4月と1877年5月におきた2個の津波は、日本沿岸では被害状況から推定して、高いところで2~3mの波高に達したと思われる。いらい100年以上を経過した。今後、ペルー南部からチリ北部にかけて、 $M8$ 以上の巨大地震がおこれば、日本沿岸に津波が22時間後に到達し、被害を与える恐れがあり、警戒する必要がある。

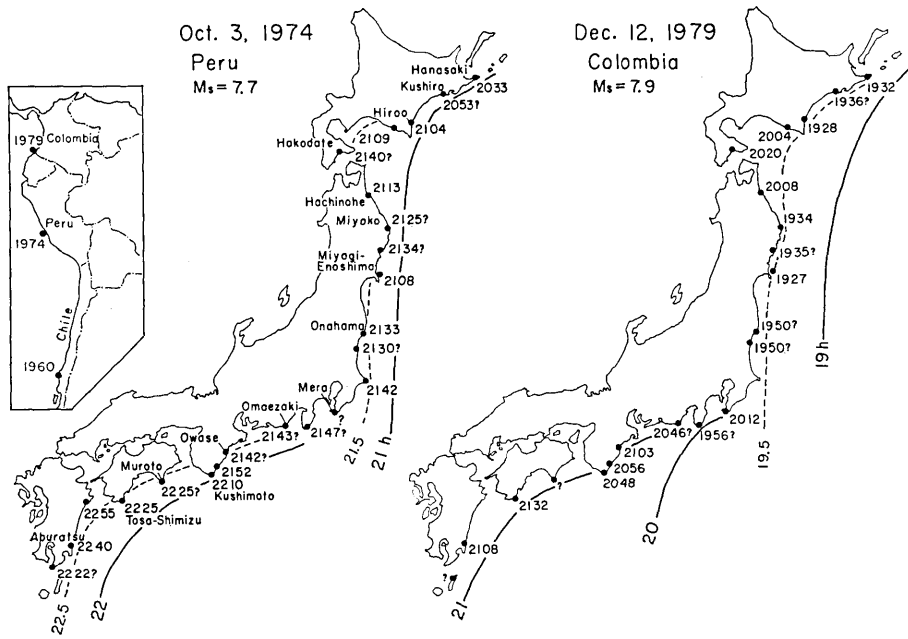


Fig. 8. Refraction diagrams of the 1974 Peru and 1979 Colombia tsunamis, in which arabic numerals indicate the observed travel times (h, m).

Table 4. The Peru tsunami of May 31, 1970, as recorded by tide gauges. Wave originated near the earthquake epicenter (9.18°S , 78.82°W , $M_s=7.8$, NOAA) off Peru, at 20: 23 (GMT), May 31, 1970.

Tide station	Initial wave			Maximum wave			
	Travel time	Down	Period	Double ampl.	τ		H
					h	m	
Hanasaki	20 22	6	16	9	0 40	4	
Hiroo	20 46?	5	10	12	1 36	6	
Hachinohe	20 47	2	40	10	4 23	4	
Enoshima	20 38	3	40	8	2 00	4	
Ayukawa	20 40	5	18	14	1 45	8	
Onahama	20 40	3	20	7	0 37	3	
Mera	?			7		4	
Omaezaki	20 52	4	18	9	2 56	5	
Kushimoto	?			8		4	
Muroto	?			9		5	
Tosa-Shimizu	?			13		8	
Aburatsu	?			10		4	

τ : Time interval between the arrival of wave front and the maximum wave crest. H: Tsunami height above ordinary tides.

謝 辞

本調査にあたり、津波の検潮記録を提供下さった気象庁、水路部、国土地理院、北海道開発局、ならびに岩手・福島・茨城・三重・高知・大分県の各検潮所管理機関に厚く御礼を申し上げるしだいである。

文 献

- HATORI, T., 1968, Study on distant tsunamis along the coast of Japan, Part 2: Tsunamis of South American Origin, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **46**, 345-359.
- 羽鳥徳太郎, 1978, 津波の規模と地震モーメント, *地震* [ii], **31**, 25-34.
- IIDA, K., COX D. C., and G. PARARAS-CARAYANNIS, 1967, Preliminary catalog of tsunamis occurring in the Pacific Ocean, Hawaii Inst., Univ. of Hawaii, HIG-67-10, Data Report No. 5.
- 三好寿, 1962, 津波, 日本海洋学会創立20周年記念論文集, 日本海洋学会, 265-271.
- PARARAS-CARAYANNIS, G., 1975, The tsunami of October 3, 1974 in Peru, *Newsletter, International Tsunami Information Center, Hawaii*, **8**, 18-21.
- PARARAS-CARAYANNIS, G., 1980, Earthquake and tsunami of 12 December 1979 in Colombia, *Newsletter, International Tsunami Information Center, Hawaii*, **13**, 1-11.
- 渡辺偉夫, 1968, 日本およびその周辺 (沖縄および南千島を含む) の津波の表, *地震* [ii], **21**, 293-313.
- 湯村哲男, 1961, 過去の遠地地震による津波の表, 昭和35年5月24日チリ地震津波調査報告, 気象庁技術報告, **8**, 247-255.
-

*24. Colombia-Peru Tsunamis that Observed along
the Coast of Japan, 1960-1979.*

By Tokutaro HATORI,

Earthquake Research Institute.

During the past 20 years (1960-1979), five tsunamis generated off Colombia and Peru were observed by tide-gauges in Japan. Based on these tide-gauge records, the magnitude and behavior of the Colombia-Peru tsunamis were investigated. According to the PDE (U.S.A.) reports, the earthquake magnitudes of the surface waves were in the range of $M_s=7.5$ to 7.9. The magnitude of the Colombia earthquake on Dec. 12, 1979 was the largest. The aftershock areas of these earthquakes except for the earthquake on May 31, 1970 lay on the continental slope, parallel to the bathymetric contours. The lengths of the aftershock areas were 120-200 km.

According to the author's method based on the attenuation of tsunami height with distance, the tsunami magnitudes (Imamura-Iida scale: m) of the Colombia-Peru tsunamis were determined to be $m=2$ to 2.5. Along the coast of Japan the maximum double amplitudes of these tsunamis averaged about 20 cm. The amplitudes in north-eastern Japan were recorded with a localized maximum of about 40 cm. The period of the tsunamis observed at most of the tide stations was 15 min, not as long as that of the 1960 Chile tsunami. The initial wave front of the Colombia tsunami reached north-eastern Japan in 19.5 hours, and then propagated along West Japan 1.5 hours later. The Peru tsunamis took 20 to 21.5 hours. The more southernly the South American tsunami source the longer the tsunami takes to reach Japan.