

6. 1973年根室半島沖津波の波源域と 1894年津波との比較

地震研究所 羽鳥徳太郎

(昭和48年12月24日受理)

§1. はじめに

北海道と周辺の地震活動の情報資料は、札幌管区气象台(1962)、宇津(1968)らにより整理され、宇津(1972)はさらにその後の調査から、近い将来、根室南方沖で $M8$ 程度の地震が起こる可能性が大きいと指摘した。この報告があつてから間もなく根室半島沖地震が起こり、地震予知に対する社会的な関心が急速に高まってきた。予測の主な根拠は周知のように、根室沖における最近の地震活動が周辺地域に比べてきわめて低調で、最近 80 年の間に目ぼしい大きな地震がなかったことと(1952年十勝沖地震と1969年色丹島沖地震に挟まれた空白地域)、北海道東部の地殻沈降が続いていることがあげられていた。しかし、地震規模は気象庁発表によると $M=7.4$ 、一方、NOAA からは $M_s=7.7$ ときめられ、両者の推定は大きくくい違った。そのため今回の地震で予測していた地震エネルギーがどの程度放出されたかが、地震予知連絡会(1973年8月)で議論的になった。

一方、本震(6月17日12時55分)に伴つた津波は、花咲で浸水被害をだし、本邦太平洋沿岸各地で観測された。また6月24日11時43分の最大余震($M=7.1$, JMA; $M_s=7.1$, NOAA)でも津波が起こされた。本稿では、各検潮所管理機関のご厚意で集めた検潮記録を用い、津波の規模、波源域の調査結果を報告する。

筆者(1971)は津波データから、北海道・南千島沖の波源域を調査し、1894年3月22日津波の波源域の推定を試みたが、今回の津波は果して1894年津波の再現であったであろうか。今回と1894年津波の調査結果をつき合せ、津波規模、波源域を対比するとともに、北海道東部周辺の津波との関連を考察したい。

§2. 1973年根室半島沖津波

6月17日の本震と、6月24日の余震による津波の主な検潮記録を Fig. 1 と Fig. 2 に示す。ここで宮城江ノ島の波形は、地震研究所江ノ島津波観測所で得られた Van Dorn 型津波計の記録であり、初動部分の周期は約10分の比較的短周期波である。二つの津波とも、各地で明瞭な押し波の初動が観測された。検潮記録の読取り値は Table 1 と Table 2 のようになり、本震の津波は九州まで観測されている。しかし余震の津波は、房総以西各地の記録から認められない。

今回の津波と1952年十勝沖、1969年色丹島沖津波について、震央から陸棚に沿つた伝播距離と津波の高さの関係は Fig. 3 のようになる。筆者の方法(1972)から津波マグニチュード、

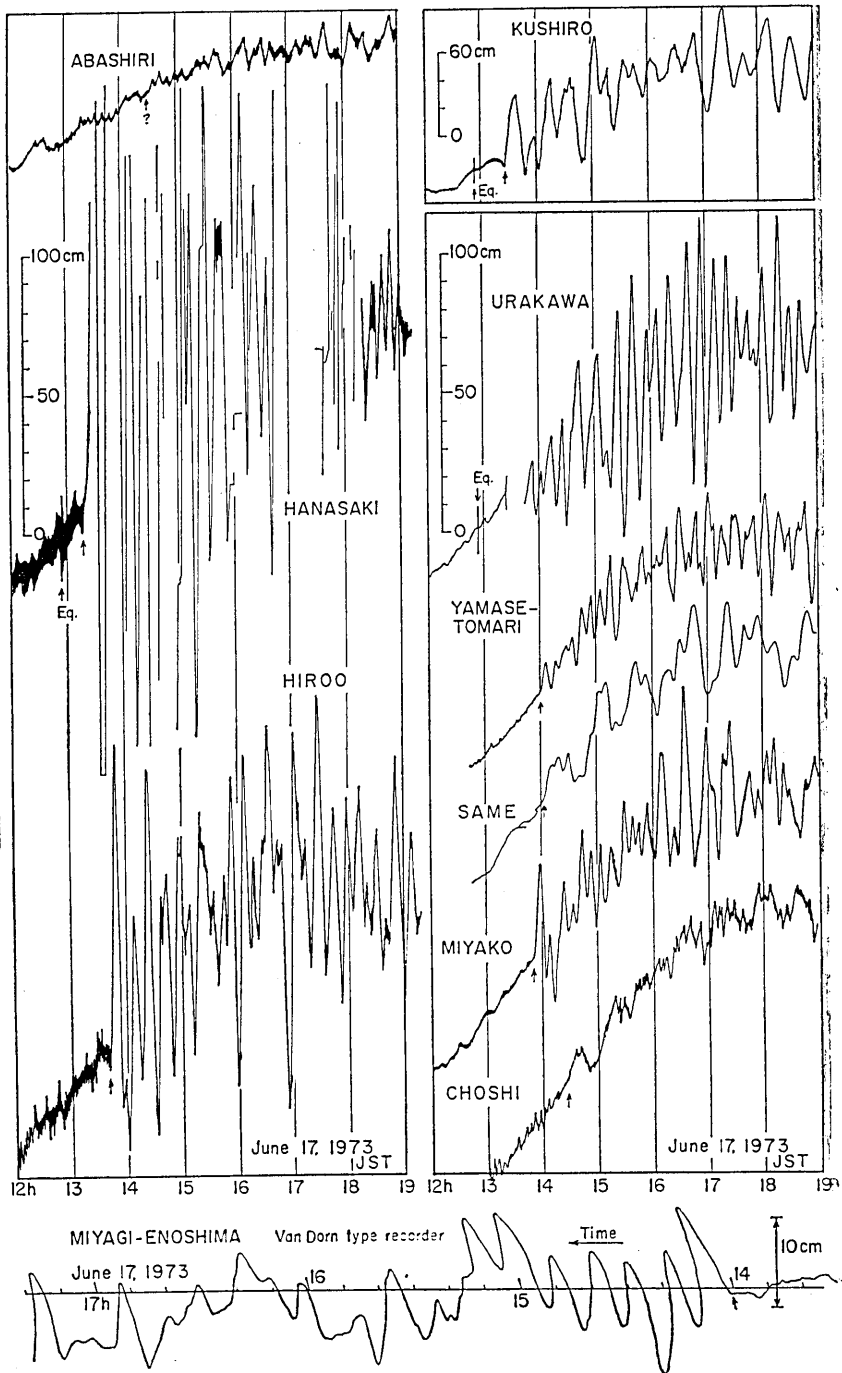


Fig. 1. Tide gauge records of the Nemuro peninsula-oki tsunami on June 17, 1973..

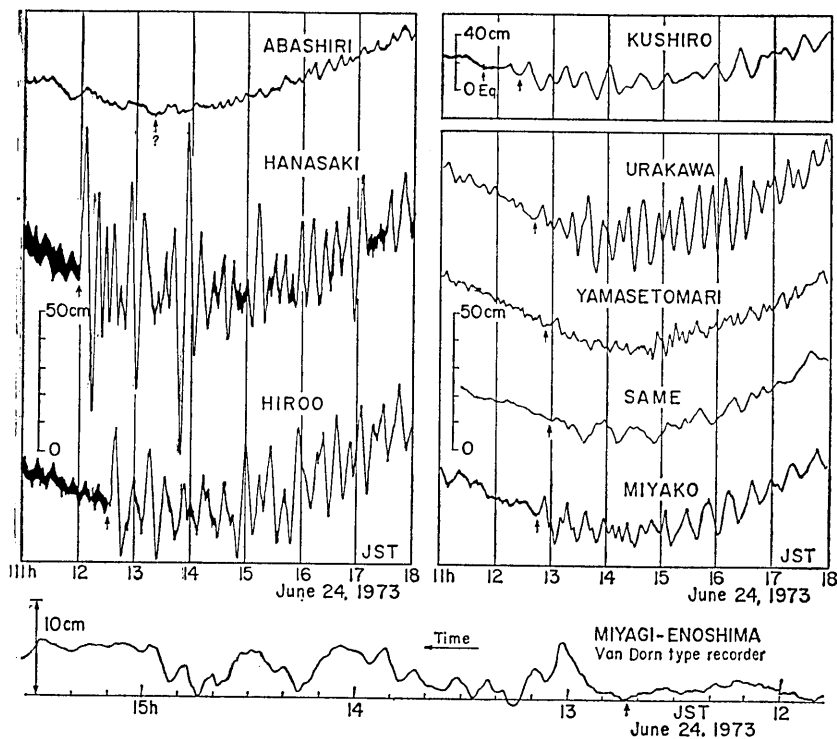


Fig. 2. Tide gauge records of the second tsunami generated by the largest aftershock on June 24, 1973.

m を今村・飯田スケールで格付けすると、今回の本震による津波のマグニチュードは $m=1.5$ と見積もれ、1952年津波、1969年津波と比べて1階級ほど小さく、津波エネルギーはこれらの $1/4 \sim 1/5$ とみなせる。また余震による津波は $m=0.5$ ときめ得る。

各地の津波到達時間をもとに、逆伝播図の最終波面から、波源域は Fig. 4 に示すように推定される。ここで、各波面には検潮所名とその伝播時間(分)が付記してある。6月24日の余震による津波では北海道、三陸沿岸の伝播時間は本震の津波のときより4~5分遅れて観測され、この波源域は本震のもの北東側に推定される。一方、NOAAの報告から6月17日の本震以後1日間の余震を黒丸でプロットすると Fig. 4 のようになり、推定波源域は余震域と合致する。また6月24日の津波を伴った最大余震以後1日間の余震を白丸で示すと、この分布は2回目の津波の波源域内に集中している。

以上、解析の結果、波源域は根室半島に比較的近い位置に等深線に沿って横たわり、長さは約130 km、面積にして $7.2 \times 10^3 \text{ km}^2$ である。また津波初動がすべて押し波であったことから、この領域は海底隆起域と考えられる。

Table 1. The Nemuro peninsula-oki tsunami, as recorded by tide gauges. Wave originated near the earthquake epicenter (42°58' N, 145°57' E, d=40 km, JMA) at 12: 55 (JST), June 17, 1973.

Tide station		Initial wave			Maximum wave			Remark		
		Travel time		Rise	Period	Double ampl.	τ		H	
		h	m	cm	min	cm	h	m	cm	
Hokkaido	Wakkanai	3	06?	5	38	11	6	40	8	
	Monbetsu	2	00?	4	22	16	4	35	10	
	Abashiri	1	34?	4	17	18	5	16	10	
	Hanasaki		24	>150	18	>250			>150	Scale out
	Kushiro		31	40	18	84	1	38	48	
	Hiroo		44	105	20	135			105	1st wave: max. rise
	Syoya		?	100		146			100	"
	Urakawa		53	15	10	96	3	10	45	
	Tomakomai	1	10	6	16	48	6	30	21	
	Muroan	1	22?	8	50	22	5	40	14	
	Yamasetomari	1	05	8	12	36	4	03	17	
Hakodate	1	28	6	30	50	3	20	27		
Sanriku	Same	1	08	10	47	34	2	45	19	
	Hachinohe	1	12	31	12	84	3	12	50	
	Kuji		?	44		75			44	
	Shimanokoshi		40	40	10	65			40	1st wave: max. rise
	Taro		?	45	10	80			45	"
	Miyako		53	30	10	65	2	46	40	
	Kamaishi	1	00	30	11	78	5	22	40	
	Nagasaki	1	00	18	12	26	2	28	16	
	Kesen'numa	1	10	20	20	53	3	00	30	
	Enoshima	1	06	10	10	15				
	Ayukawa	1	15	15	8	33	2	48	22	
Others	Matsukawaura	1	25	10	10	55	3	40	24	
	Onahama	1	25	10	18	25	5	03	17	
	Hitachi	1	40	11	12	30	7	00	20	
	Ooarai	1	42	12	12	25	6	05	13	
	Choshi	1	30	8	38	27	4	50	17	
	Katsuura	1	20	5	12	10	4	42	6	
	Mera	1	25	4	20	15	5	28	10	
	Kozu I.		?			12				
	Miyake I.		?			10				
	Minami-Izu		?			12				
	Omaezaki	2	00?	6	20	25	16	16	13	
	Nagashima	2	15	8	32	20	12	07	11	
	Owase	2	25?	4	26	24	7	50	12	
	Kushimoto	2	20	5	18	40	10	16	24	
	Muroto	2	42	6	15	32	9	25	17	

(to be continued)

Table 1. (continued)

Others	Tosa-Shimizu	2 57?	4	20	16	8 13	10
	Kamae	3 20?	6	15	16	9 10	10
	Aburatsu	3 53?	4	18	18	11 34	9
	Ootomari	3 55?	8	10	20	8 14	12
	Naze	?			8		

H: Tsunami height above ordinary tides.

τ : Time interval between the arrival of front and the maximum wave.

Table 2. The tsunami generated by the aftershock at 11:43 (JST), June 24, 1973. Wave originated near the earthquake epicenter (42°57' N, 146°45' E, d=30 km, JMA) off the Nemuro peninsula.

Tide station		Initial wave			Maximum wave			Remark
		Travel time	Rise	Period	Double ampl.	τ	H	
Hokkaido	Wakkanai	h m 3 06?	cm 3	min 15	cm 13	h m 10 17	cm 8	1st wave: max. rise
	Monbetsu	2 10	5	26	7		5	
	Abashiri	1 36?	3	26	5	4 30	3	
	Hanasaki	28	52	13	108	1 55	63	1st wave: max. rise "
	Kushiro	38	8	20	24	1 38	14	
	Hiroo	49	28	20	42		28	
	Syoya	?	28		66		28	
	Urakawa	58	6	10	27	3 40	16	
	Tomakomai	1 14	4	18	14	6 54	8	
	Muroran	1 32?	2	44	12	6 25	6	1st wave: max. rise "
	Yamasetomari	1 12	5	11	9	2 00	7	
	Hakodate	1 42?	5	16	14	3 08	8	
Same	1 14	2	18	7	3 20	4		
Sanriku	Hachinohe	1 18	9	12	16	3 15	9	1st wave: max. rise "
	Kuji	?	15		25		15	
	Shimanokoshi	45	13	10	25		13	
	Taro	?	15	8	28		15	
	Miyako	58	7	24	13	3 00	7	
	Kamaishi	1 02	12	20	24	5 48	14	
	Nagasaki	1 06	5	10	8	2 50	5	
	Kesen'numa	1 15?	6	30	20	7 45	12	
	Enoshima	1 10	5	8				
	Ayukawa	1 20	4	10	20	3 00	10	
Others	Onahama	1 30?	4	10	24	10 27	12	
	Hitachi	?			8		5	
	Ooarai	?			9		5	
	Choshi	1 37	4	8	11	5 52	4	
	Mera	?						

H: Tsunami height above ordinary tides.

τ : Time interval between the arrival of front and the maximum wave.

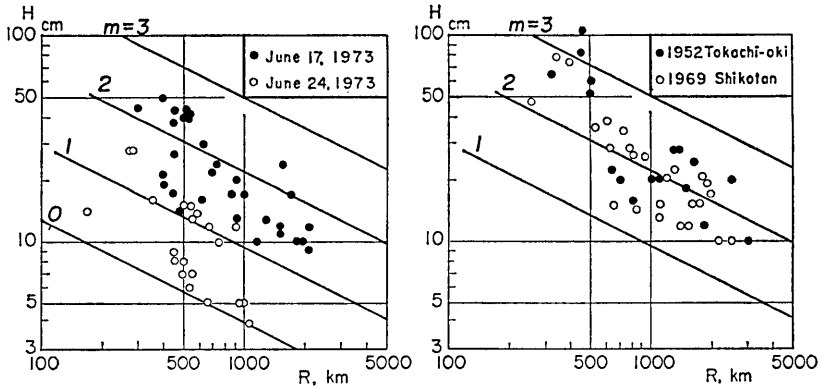


Fig. 3. Attenuation of the maximum wave height with distance from the tsunami source. m : Tsunami magnitude denoted by Imamura-Iida scale.

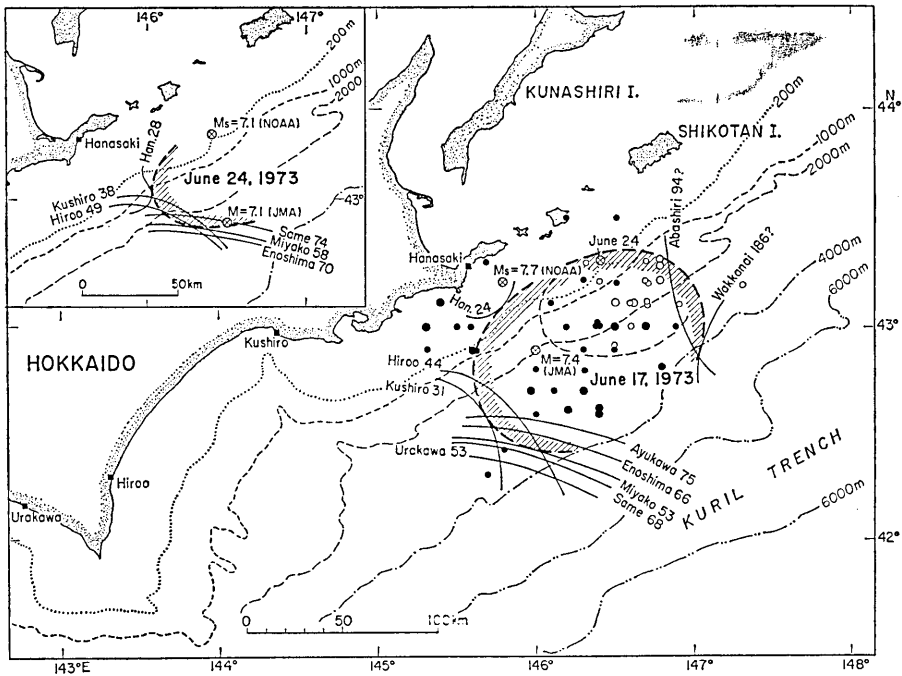


Fig. 4. Estimated source areas of the Nemuro peninsula-oki tsunamis which were generated by the main shock on June 17, 1973 and the aftershock on June 24, 1973. Closed circles show aftershocks occurred in the time interval of one day following the main shock (June 17) and open circles are those in the one day following the aftershock on June 24. The last wave fronts of the inverse refraction diagram are shown with the names of tide stations and travel times (min).

§ 3. 1893年と1894年の根室沖津波

1894年根室沖地震 ($M=7.9$) のあった10年前から、この地域の地震活動は活発であった(大森, 1895b), とくに1893年6月4日の地震では、色丹島で2~3m, エトロフ島シベトロで震後20分して1.5mの津波があったと報告されている (SOLOVIEV and FERCHEV, 1961). Fig. 5はこの地震と1969年色丹島沖地震 (HATORI, 1970; LEONOV et al., 1972) における震度と波高分布を示す。これによると、1893年地震は $M=7.5$ 前後であった可能性があり(理科年表では $M=6.6$), 波源域も1969年津波のもとと大体同じ領域が考えられよう。この地震のあった1週間後の6月13日の地震 ($M=7.3$) でも小津波があったとされているが(札幌管区气象台, 1962), 詳しいことは判っていない。

1894年3月22日19時23分ごろ、根室沖で起きた津波において、本邦で最初の津波記録が鮎川検潮所(宮城県)で得られた

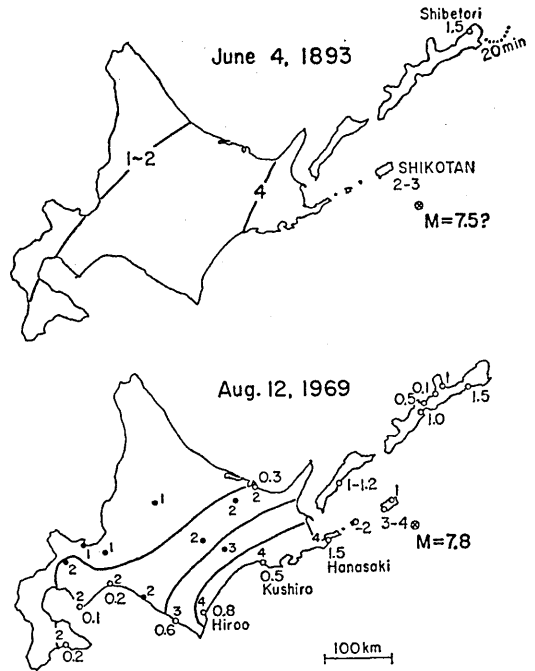


Fig. 5. Distributions of seismic intensity (JMA scale) and tsunami height (unit: m) for the Shikotan tsunamis on June 4, 1893 and Aug. 12, 1969.

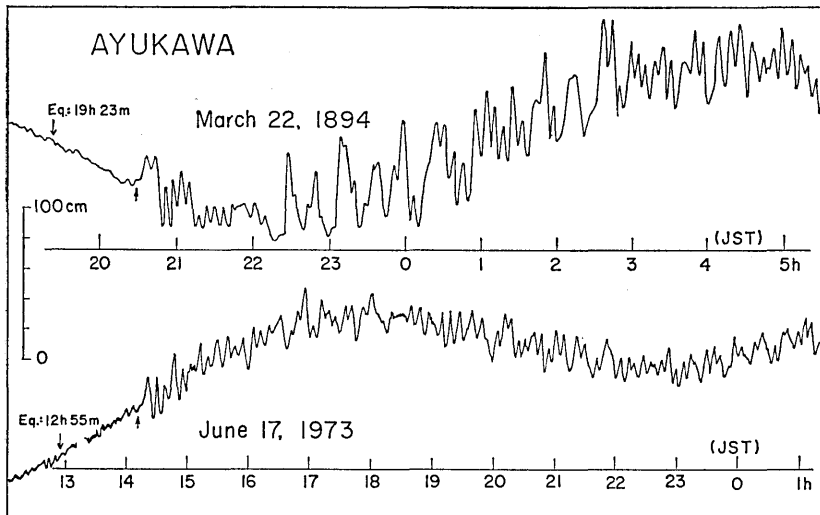


Fig. 6. Tide gauge records of the Nemuro peninsula-oki tsunamis on March 22, 1894 and June 17, 1973 observed at Ayukawa.

(大森, 1901). Fig. 6 は, 鮎川における 1894 年と今回の津波記録を示す (両記録の振幅スケールは同じであるが, タイム・スケールは異なる). この記録を比べて, 1894 年津波の振幅は今回のものより約 2 倍大きく, とくに 1894 年津波の場合, 周期の長いことに注目したい.

Fig. 7 は両地震の震度, 波高分布および波源域の比較を示す. 1894 年地震における震度 4 の分布 (札幌管区気象台, 1962) は, 今回の地震より広範囲であり, 厚岸地方では家屋などに地震被害があった. 1894 年津波における各地の津波の高さは大森 (1895a) の調査報告から図示したものである. このうちクナシリ, 色丹島における津波の高さは, そのほかの調査報告 (武者, 1953) により, 津波被害などの記事から筆者が推定した. 1894 年津波と今回の津波を比べると, 北海道沿岸では 1894 年津波の高さは今回のものより少し上まわる程度であるが, 三陸沿岸の状況はかなり異なる. すなわち三陸沿岸の調査結果は比較的詳しく述べているように, 津波の高さは 1~2 m に達し, 三陸各地に津波被害を与えたが, 今回の津波では 50 cm 程度に止まっている.

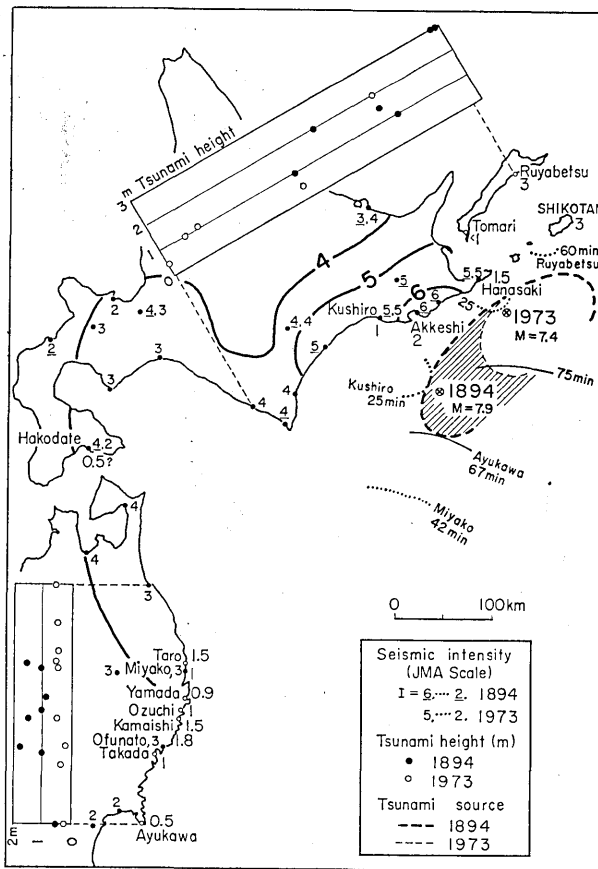


Fig. 7. Comparison with the Nemuro peninsula-oki tsunamis on March 22, 1894 and June 17, 1973 for seismic intensity, tsunami height (unit: m) and the estimated tsunami source.

1894年津波の波源域を推定する手掛かりとして、各地の津波到達時間は、クナシリ島ルヤベツで約1時間、根室釧路間で20~30分、宮古では42分と報告されている(大森, 1895a)。この目視観測データから、波源域の北東端は今回のものと大体同じ位置とみなせる。一方、南西端をきめる有力なデータとして、鮎川の検潮記録があり(Fig. 6), 1894年津波の伝播時間は今回の津波より8分だけ短い。従って1894年津波の波源域は今回のものより鮎川に近い方向に伸び、Fig. 7の斜線で示す約100kmほど長く、全長は約220kmと推定される。また、鮎川の記録で今回の津波より1894年津波の方が周期の長いことも、波源域の大きいことを暗示する。

§4. 波源域分布と考察

1894年以降の北海道東部の津波について、津波の観測データから推定された波源域の分布はFig. 8のようになる。ここで1952年十勝沖津波の波源域は多数の目視観測データから再検討を加えたものであり(羽鳥, 1973), 1969年色丹島沖津波の波源域(HATORI, 1970)は南千島の観測データ(LEONOV et al., 1972)をつけ加えて補正してある。

1893年津波は前に述べたように色丹島沖で起きたと考えられるが、この津波に続いて西側に1894年の津波が起こされた。今回の津波も1969年色丹島沖津波に続いて、この津波の西隣りに起こり、似たような発生過程をたどっている。しかし、今回の津波は1894年津波波源域の東半分を占めるのに止まり、津波エネルギーも1894年津波の1/5と考えられる。

余震分布の様相は、今度の地震で空白地域は殆んど埋めつくされたとみなされているが、津波データで判断するかぎり、1973年津波波源域の西隣り約100kmの領域は有意義な空白地域と考えられる。この領域は、今回の地震からとり残された地震エネルギーの蓄積地域とみなすべきであろう。

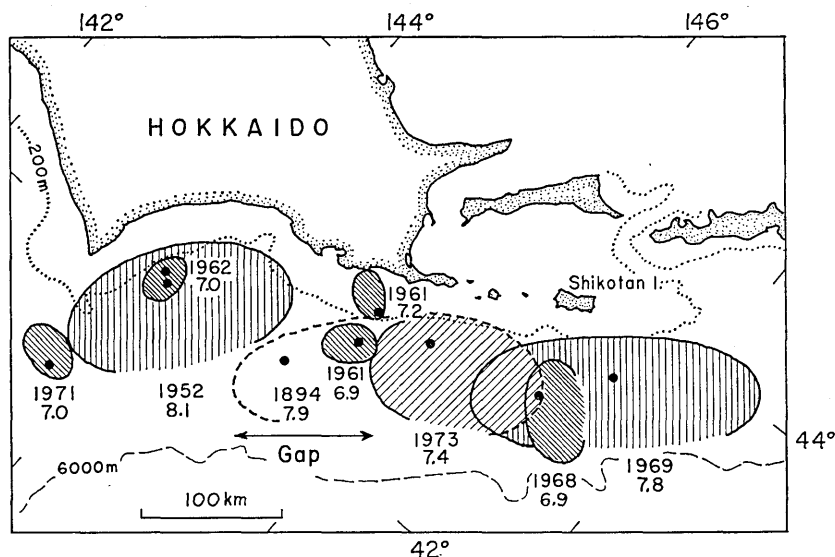


Fig. 8. Geographic distribution of the source areas of tsunamis generated in eastern Hokkaido since 1894. Dates and earthquake magnitudes are indicated.

謝 辞

この調査研究は、北海道開発局、気象庁、水路部、国土地理院、県土木部から提供された検潮記録をもとに行なったものである。これら関係機関各位のご厚意ある協力に対し、厚くお礼申し上げます。

文 献

- HATORI, T., 1970: An investigation of the tsunami generated by the east Hokkaido earthquake of August, 1969. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **48**, 399-412.
- HATORI, T., 1971: Tsunami sources in Hokkaido and southern Kuril regions. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **49**, 63-75.
- 羽鳥徳太郎, 1972: 1972年9月6日サハリン南西沖の津波, 地震 **2**, **25**, 218-224.
- 羽鳥徳太郎, 1973: 1952年十勝沖津波の波源の再検討, 地震 **2**, **26**, 206-208.
- LEONOV, N. N., OSKORBIN, L. S., SHCHETNIKOV, N. A., GO, Ch. N., BOYCHUK, A. N. and L. N. POPLAVSKAYA, 1972: Great earthquakes and tsunamis in the little Kuril Islands arc area, 1961-1969. *Acad. Sci. USSR, Yuzhno-Sakhalinsk*, **29**, 284-298 (in Russian).
- 武者金吉, 1953: 北海道の地震活動, 験震時報, **17**, 123-129.
- 大森房吉, 1895a: 明治27年3月22日北海道地震概報告, 震災予防調査会報告, **3**, 27-36.
- 大森房吉, 1895b: 北海道地震記録概調査, 震災予防調査会報告, **3**, 37-46.
- 大森房吉, 1901: 日本における津波につきて, 震災予防調査会報告, **34**, 5-81.
- 札幌管区气象台, 1962: 1611-1960年の北海道における地震活動, 気象庁技術報告, **20**, 1-96.
- SOLOVIEV, S. L. and M. D. FERCHEV, 1961: Summary of data on tsunamis in the USSR. *Acad. Sci. USSR, Bull. Counc. Seismol.*, **9**, 23-55 (in Russian).
- 宇津徳治, 1968: 北海道およびその周辺の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, **20**, 51-75.
- 宇津徳治, 1972: 北海道周辺における大地震の活動と根室南方沖地震について, 地震予知連絡会会報, **7**, 7-13.

6. *Source Area of the Tsunami off the Nemuro Peninsula in 1973 and its Comparison with the Tsunami in 1894.*

By Tokutaro HATORI,

Earthquake Research Institute.

Based on tide gauge records, the tsunamis accompanying the main shock ($M=7.4$) on June 17 and the largest aftershock ($M=7.1$) on June 24, 1973 off the Nemuro peninsula are investigated. The magnitudes of two tsunamis are $m=1.5$ and 0.5 respectively. The sea bottom of the tsunami source may be uplifted, judging from the initial motion of the tsunamis observed in the upward direction at the Hokkaido and Sanriku coasts. The source dimension is 130 km long parallel to the Nemuro peninsula and the area is 7.2×10^3 km². The estimated source area of tsunami agrees well with the aftershock area and that of the second tsunami lies in the east side of the main source.

The source area of the 1973 tsunami coincides in the eastern half of the 1894 tsunami source, because the travel time observed at Ayukawa is 8 min longer than that of the 1894 tsunami. Wave energy of the 1973 tsunami seems to be one-fifth of the 1894 tsunami. The behavior in space-time of tsunami activity in east Hokkaido suggests that the area to the SW of the 1973 tsunami may be a region of relatively high tsunami risk.