



Title	北海道とその周辺の地震活動の特徴とその予測の可能性
Author(s)	本谷, 義信; MOTOYA, Yoshinobu
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 61, 221-237
Issue Date	1998-03-20
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.61.221
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14271
Type	departmental bulletin paper
File Information	61_p221-237.pdf



北海道とその周辺の地震活動の特徴とその予測の可能性

本谷 義信

北海道大学理学部地震予知観測地域センター

(1997年12月20日受理)

Seismicity in and around Hokkaido and Foresight for It

Yoshinobu MOTOYA

Research Center for Earthquake Prediction, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received December 20, 1997)

After a series of large earthquakes along the Japan-Kuril Trench from 1952 to 1973, quite low seismicity continued for ten years from late 1983 to early 1993 in and around Hokkaido. A case that no earthquake larger than magnitude M7 occurred for a decade is the one time in recent 70 years. A large deep earthquake of M7.7 occurred in the central Sakhalin on May 12, 1990 and this event has affected the mode of seismicity in the Pacific side of Hokkaido, possibly causing two large earthquakes, one of M7.8 off Kushiro on January 15, 1993 and another of M8.1 off Shikotan Island on October 4, 1994.

We have found four cases that minor seismic activity preceded major one along the southern Kuril Trench. Main activity is to the southwest of premonitory one, 100 to 200 km apart. Time interval between two activities range from one week to two months. Moreover, there is a noticeable correlation between seismic activities off the southern Kuril Islands and off Sanriku, the northeastern Honshu, Japan. We describe seven counterpart activities that might forebode the others in time range from four days to two months.

I. はじめに

北海道えりも岬沖からエトロフ島沖までの千島海溝沿いの海域は地震活動が活発なことで知られている。最近では1952年から1973年までの間にマグニチュードM8クラスの巨大地震が6回発生し、北海道の太平洋沿岸地域を中心に地震動と津波による被害を与えている。その後20年間この領域では巨大地震は発生しなかったが、1993年釧路沖地震(M7.8)と1994年北海道東方沖地震(M8.1)が続いて発生した。さらに、1993年には北海道南西沖地震(M7.8)も発生しており、北海道とその周辺は大地震の活動期に入った可能性もあるので、これまでの地震活動の特徴を明らかにしておくことは今後の地震活動の予測に役立つと考えられる。

II. 資 料

発生頻度の低い大地震に関連して地震活動に変化があるかどうかを調べるには長い期間にわたって小さな地震までもれなく含んでいる地震カタログが必要である。ここでは時代とともに地震検知能力が向上していることを考慮に入れた上で、気象庁(JMA)の1926年からの地震カタログを基本資料として用いる。北海道大学理学部の地震観測は1967年の浦河地震観測所から始まり、1976年から地震予知観測地域センター(RCEP)に引き継がれて、微小地震の観測資料が蓄積されている。このデータも併せて使用する。

III. 北海道とその周辺の大きな地震

1926年から1997年9月までに北海道とその周辺で発生したM6以上の地震の震央分布をFig. 1aに示し、この70年間の大きい地震の空間分布の特徴を以下に述べる。よく知られているように、千島海溝南部から日本海溝北部に沿う海溝陸側で圧倒的多数の地震が発生している。オホーツク海では多数の深発地震が発生しているが、浅い地震としては1956年3月6日に発生した網走沖の地震(M6.3)が1個あるだけである。これに対して、日本海では深発地震よりはむしろ浅発地震の方が多く、とくに日本海東縁に沿って大きな浅発地震がいくつも発生している。この中でも、1983年日本海中部地震(5月26日、M7.7、震源域は秋田県沖)とその10年後に発生した1993年北海道南西沖地震(7月12日、M7.8)ではともに津波で100名を越す死者を出す被害があった。北海道内陸でMが6を越す浅発地震は弟子屈地域にだけ見られるが、ここでも1967年11月4日の地震(M6.5)以来30年間大きな地震は発生していない。

Fig. 1aに震央を示した地震の時間的な発生状況を見るために、地震の積算回数曲線と地震による放出エネルギーの積算曲線をFig. 1bに示す。また、放出エネルギー量に大きく寄与するM7.5以上の地

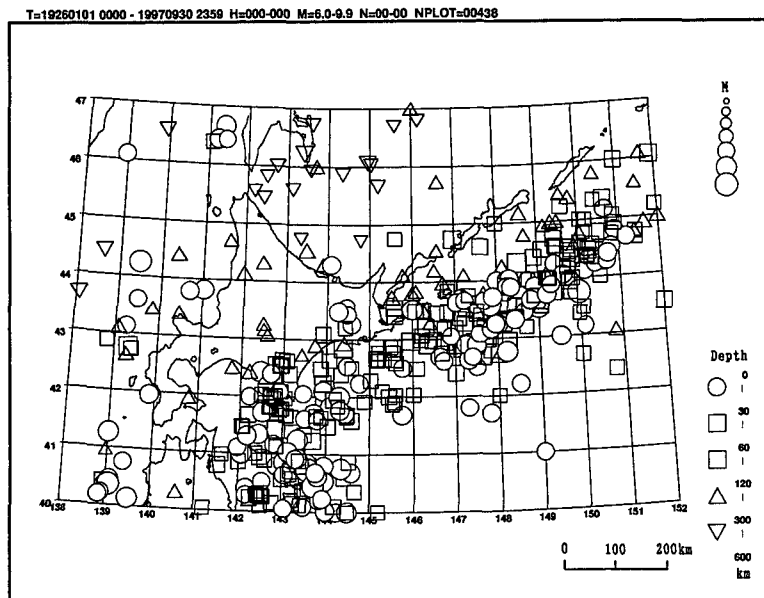


Fig. 1a. Epicenter distribution of earthquakes of $M \geq 6.0$ in and around Hokkaido from 1926 through September, 1997.

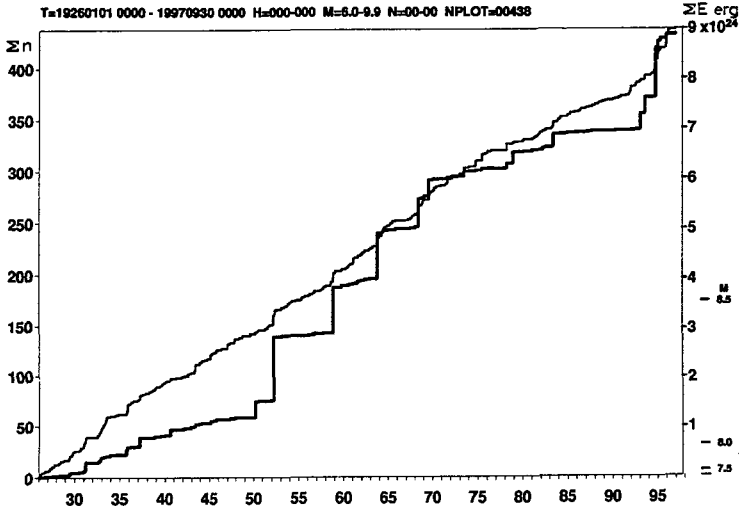


Fig. 1b. Cumulative number(thin) and energy(thick) for earthquakes in Figure 1a plotted against time.

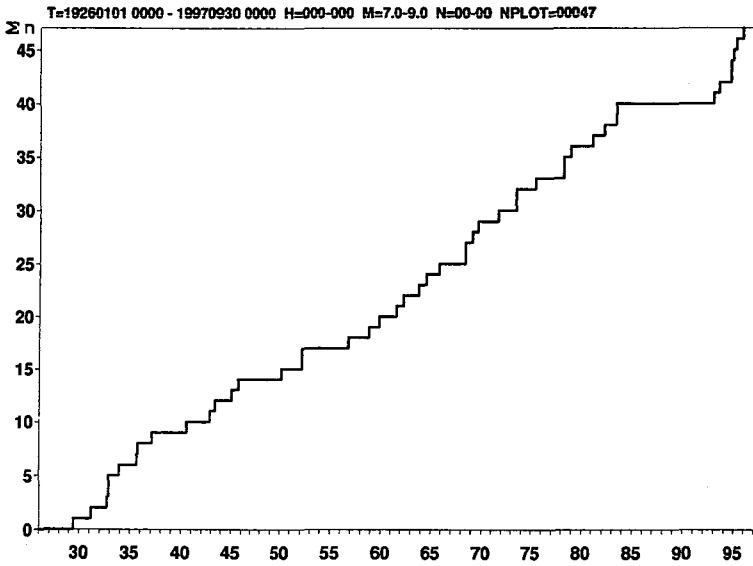


Fig. 1c. Cumulative number for earthquakes of $M \geq 7.0$ in the same region as Figure 1a.

震を Table 1 に示す。1973 年根室半島沖地震の M は 7.4 であるが、以下に述べるように重要な地震であるので Table 1 に加えてある。さらに、1990 年にサハリン中部で発生した深発地震は図の範囲外であるが、北海道とその周辺の地震活動を考える上で重要なので、この地震も加えてある。Fig. 1b から、1950 年から 1969 年までのエネルギー放出率が著しく高かったことがわかる。北海道と東北地方北部を乗せているオホーツクプレートの下に太平洋プレートが潜り込むことに起因する低角逆断層の発震機構を持つプレート境界型の大地震がこの期間中に 5 個発生している。これらの大地震は震源域が重ならないように海溝陸側に並んで発生した (Fig. 2)。宇津 (1972) は 1972 年の時点で根室半島沖だけ

Table 1. List of earthquakes of $M \geq 7.5$ in and around Hokkaido.

	Date	Time	Lat.	Long.	H	M
1931	Mar. 09	1249	41.200	142.500	0.0	7.6
1937	Feb. 21	1602	44.150	149.566	90.0	7.6
1940	Aug. 02	0008	44.250	139.466	10.0	7.5
1950	Feb. 28	1922	46.216	143.383	320.0	7.8*
1952	Mar. 04	1022	41.800	144.133	0.0	8.2
1958	Nov. 07	0758	44.300	148.500	80.0	8.1
1963	Oct. 13	1417	43.750	149.966	20.0	8.1
1968	May 16	0849	40.733	143.583	0.0	7.9
1968	May 16	1939	41.416	142.850	40.0	7.5
1969	Aug. 12	0627	42.700	147.816	30.0	7.8
1973	June 17	1255	42.966	145.950	40.0	7.4#
1978	Dec. 06	2302	44.733	146.966	100.0	7.7
1983	May 26	1159	40.356	139.076	14.0	7.7
1990	May 12	1350	48.748	142.892	590.0	7.7*
1993	Jan. 15	2006	42.850	144.383	107.0	7.8
1993	July 12	2217	42.762	139.317	37.4	7.8
1994	Oct. 04	2222	43.367	147.667	30.0	8.1
1994	Dec. 28	2119	40.452	143.722	0.0	7.5

Lat. = north latitude(deg), Long. = east longitude(deg), H = focal depth (km), M = magnitude by Japan Meteorological Agency (JMA)

* The mode of seismicity in the Pacific side of Hokkaido changed nearly two years after these deep earthquakes in Sakhalin.

Though JMA magnitude does not reach 7.5, this event is important in consideration of a series of large earthquakes along the Pacific plate boundary.

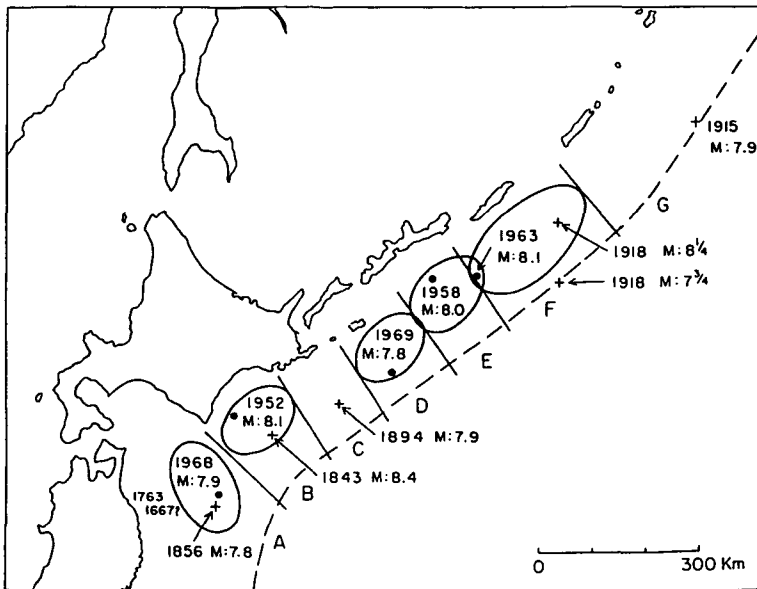


Fig. 2. Source region of large earthquakes along the northernmost part of Japan Trench and the southern part of Kuril Trench (dotted line). This figure had been drawn in 1972 by Utsu and an expectant large earthquake occurred in 1973 in the seismic gap between 1952 and 1969 events.

が震源域で埋まっておらず、ここでは1894年のM7.9の地震以来約100年間大きな地震が発生していないので、近い将来この領域でM8クラスの大地震が発生する可能性が高いことを指摘していた。1973年6月17日にこの空白域でM7.4の地震が発生して根室・釧路地方に被害を与えたので、気象庁はこの地震を1973年根室半島沖地震と命名した。しかし、Mが予測より小さかったので、この地震が予測されていた大地震なのか、まだ歪エネルギーが残っていて別の大地震が続いて起こるのかについて議論があった(阿部ほか, 1974)が、明白な結論は出なかった。その後20年を経過した現在では、1973年根室半島沖地震を含めて1952年十勝沖地震から始まった一連の活動によって海溝陸側が大地震の震源域で埋め尽くされたと考えられている。

1973年根室半島沖地震以降は地震活動の静穏期に入ったと考えられるが、特に1983年日本海中部地震から後の10年間にはMが7を越す地震はまったく発生していない。1926年からの67年間でこのような時期はなく(Fig. 1c)、異常に静かであったことは明らかである。Mが6以上の地震発生率も静穏期が始まって間もない1976年頃から低下していたことがわかる(Fig. 1b)。つぎに、根室半島沖からウルップ島沖までの領域で1980年から1997年7月までに発生した深さが120 kmより浅くM4.5以上の地震の震央分布をFig. 3aに示す。これらの地震の時空間分布を見ると、1980年後半から1991年11月までの期間には群をなす地震活動はほとんどなかったことがわかる(Fig. 3b)。地殻内の局所的な応力集中が著しい場合には地震が群になって発生すると考えられる(茂木, 1981)ので、地震群が発生していないことから、1991年11月の前約10年間は太平洋プレートの沈み込みに起因する歪がほぼ一様に蓄積されていたと推測される。同じ領域で深さが40 kmより浅くM4.5以上の地震の1960年からの積算地震回数をFig. 4に示す。この図からも1980年後半からの約10年間の地震活動はきわめて安定していたことがわかる。

この後1993年からエネルギー放出率が急増した(Fig. 1b)。これは、1993年釧路沖地震(M7.8)、1993年北海道南西沖地震(M7.8)、1994年北海道東方沖地震(M8.1)の3個の大地震が相次いで発生したためである。これが新しい地震活動期の始まりかどうかを検討した。上に述べた1952年から1973年までの活動期の大地震は太平洋プレートとオホーツクプレートの境界が滑るプレート境界地震であったが、上の3個の大地震は各々異なった特徴を持っている。すなわち、釧路沖地震と北海道東方沖地震は太平洋プレートの内部を破壊するプレート内地震であり、北海道南西沖地震は太平洋プレートに関連する地震ではない。したがって、少なくとも1952年からの活動期と同じ種類の活動期の再来とは考えられない。宇津(1984)は千島南部から北海道の海溝陸側の大地震に関して20年前後の活動期と30-60年程度の静穏期が交互の現れるようであると述べている。1993年の前に地震活動が静かであった期間は20年であり、次ぎの活動期までにはまだ時間があるのではなからうか。

Fig. 3bから、1992年の前後で地震活動の様相が明らかに変わったことがわかる。それまで群をなす地震活動がなかったのに対して、1991年12月から群をなす地震活動が4回発生している。うち1回は1994年北海道東方沖地震の本震とその余震活動である。この地震活動の変化に先立って1990年5月12日にサハリン中部で巨大深発地震(深さ590 km, M7.7)が発生したことが注目される。茂木(1994)は1950年2月28日にサハリン南部で発生した巨大深発地震(深さ320 km, M7.8)に続いて深発地震活動が活発化してから1952年3月4日に十勝沖地震(M8.2)が発生したことと、1990年の場合も巨大深発地震に続いて深発地震活動が活発化してから1993年1月15日に釧路沖地震(M7.8)が発生したことの類似性を指摘している。1990年の巨大深発地震は1993年釧路沖地震の発生に影響を与えただけではなく、広域的に応力場を変化させ、その中で1994年北海道東方沖地震も発生したのであろう。

北海道とその周辺が大地震の活動期に入ったとは言えないかもしれないが、上に述べたように、地

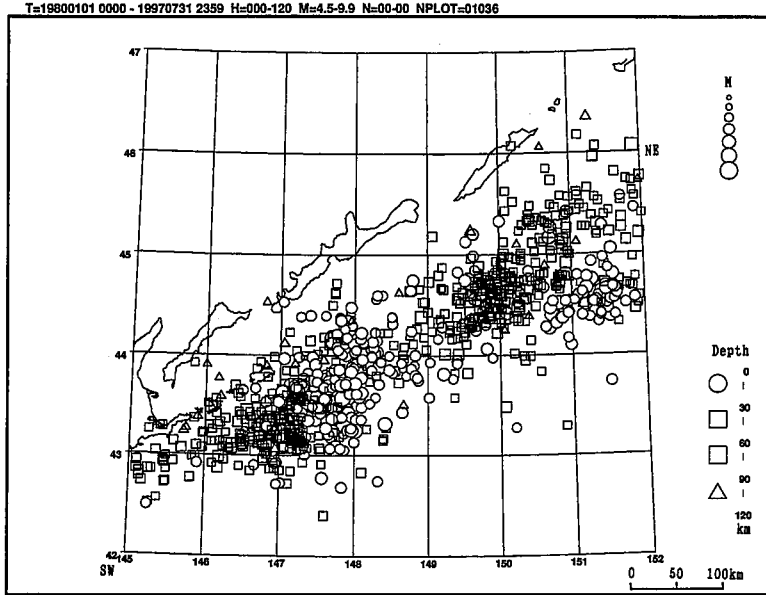


Fig. 3a. Epicenter distribution for earthquakes of $M \geq 4.5$ and $h \leq 120$ km along the southern Kuril Islands from 1980 through July, 1997.

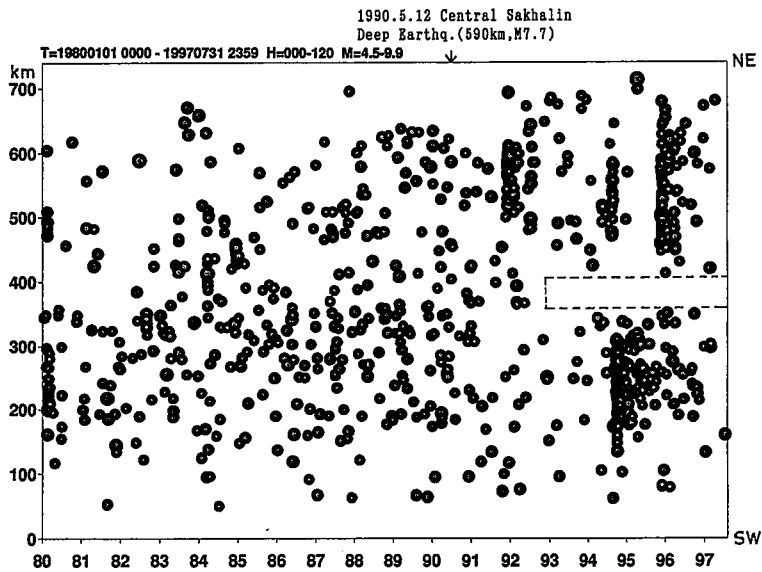


Fig. 3b. Space-time distribution for earthquakes in Figure 3a. Distance is measured from SW toward NE shown in Figure 3a. Inside of the area bounded with dotted line corresponds to a seismic gap in the central part of Figure 7. A large deep earthquake in central Sakhalin (arrow) has affected the mode of seismicity in the Pacific side of Hokkaido and the southern Kuril Islands since end of 1991.

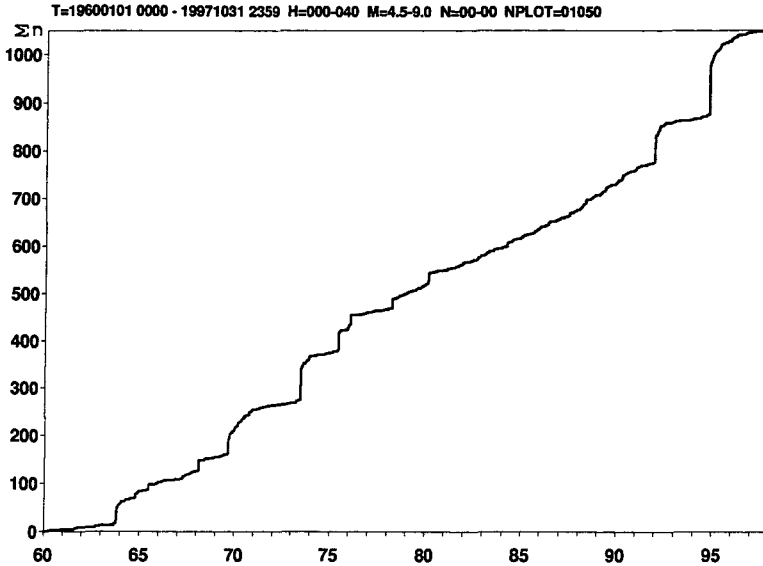


Fig. 4. Cumulative number for earthquakes of $M \geq 4.5$ and $h \leq 40$ km in the same region in Figure 3a. Note the constant rate of occurrence of earthquakes between late 1980 and 1991.

震活動の様相は1991年11月頃から明瞭に変化しているので、今後の地震活動の変化に注目しておくことが必要である。

IV. 千島南部－北海道の地震活動低下域

1. えりも岬から根室半島沖までの地震活動

1992年から1997年9月までの期間には、えりも岬から根室半島沖までの領域には40 kmより浅い地震でMが4.5を越えるものは発生していない (Fig. 5) ので、この領域が次ぎの大地震の前の地震活動空白域かどうかを検討した。1960年までさかのぼって同じ領域の地震の時空間分布を Fig. 6 に示す。1952年十勝沖地震の震源域では余震活動が次第に衰えて1990年頃から地震が発生しなくなって、この頃から空白域が形成されて7-8年経過しているとも考えられる。しかし、1952年十勝沖地震の前にはその震源域では短くても25年にわたりM5.5以上の地震が発生していなかった (宇津, 1968) から、現在空白域になっているとしても次ぎの大地震発生はまだ先のことではないかと思われる。また、この領域は1952年と1973年の2個の大地震の震源域に相当しているが、千島海溝南部では2つの大地震の震源域を同時に破壊する巨大地震は知られていない。今後の地震活動にブロックの境界を示唆するような変化が現れるかどうか注意しておく必要がある。

2. エトロフ島沖の地震活動

Fig. 7は1993年から1997年9月までにエトロフ島周辺で発生したM4.5以上で深さが100 kmより浅い地震の震央分布である。1994年北海道東方沖地震の震源域の北東端に地震が発生していない領域が目立っている。この領域は地震活動空白域で、ここを埋めるように大地震が発生するであろうか。同じ領域で1980年以降に発生した地震の時空間分布が Fig. 3b と Fig. 8 である。Fig. 3bは深さ120

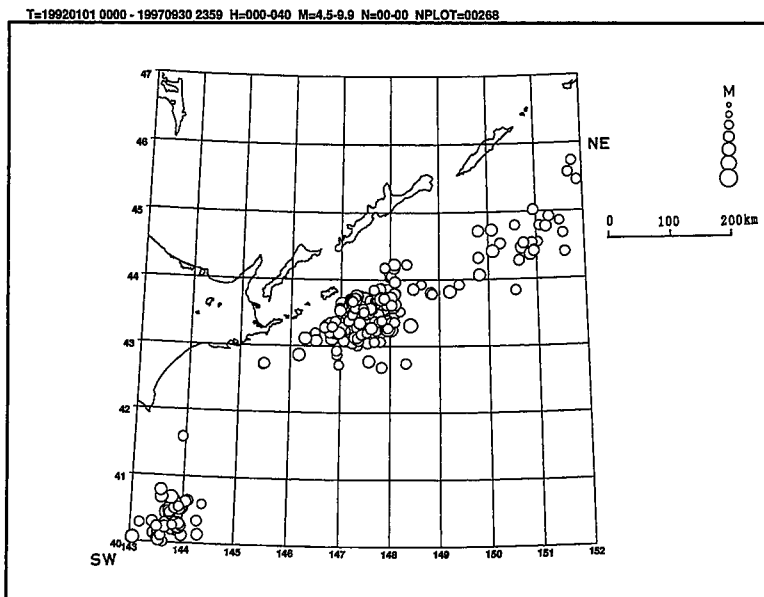


Fig. 5. Epicenter distribution for earthquakes of $M \geq 4.5$ and $h \leq 40$ km along the Pacific side of Hokkaido and the southern Kuril Islands from 1992 through September, 1997.

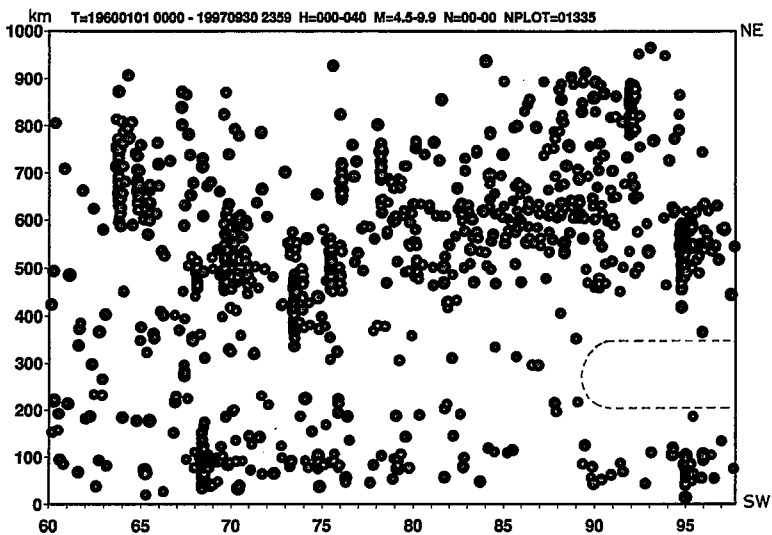


Fig. 6. Space-time distribution for earthquakes of $M \geq 4.5$ and $h \leq 40$ km in the same region in Figure 5. Distance is measured from SW toward NE shown in Figure 5. Inside of the area bounded with dotted line corresponds to a low seismic region off the Pacific in Figure 5.

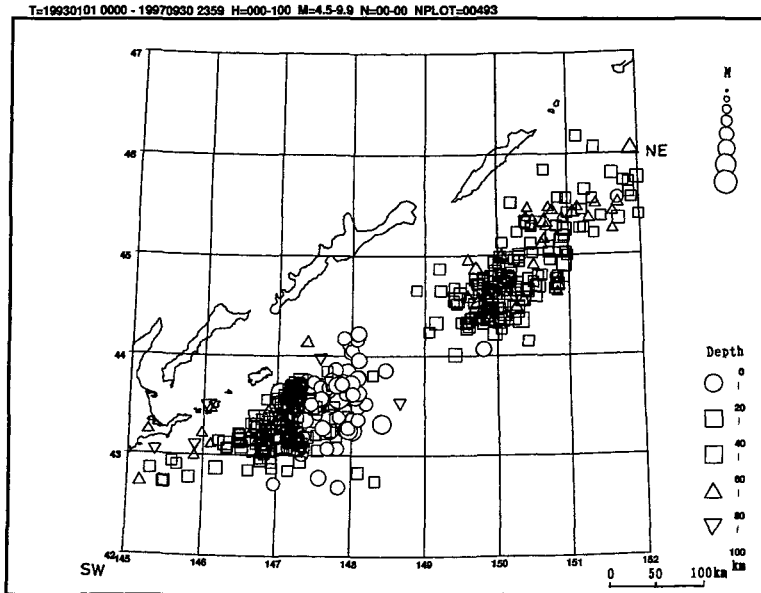


Fig. 7. Epicenter distribution for earthquakes of $M \geq 4.5$ and $h \leq 100$ km along the southern Kuril Islands from 1993 through September, 1997.

kmより浅い地震であり、Fig. 8は40 kmより浅い地震だけの図である。Fig. 7で空白域の北東側に見られる地震活動は主として2回の群発地震からなっており、40 kmより深い地震がほとんどであることがわかる。同じ領域には1991年12月にも顕著な群発地震活動があったが、この時の震源の深さは40 kmより浅いものであった。Fig. 8から、1994年北海道東方沖地震の直後からこの地震の震源域の北東側の広い領域で40 kmより浅い地震が発生しなくなっていることがわかる。これらの観測事実はFig. 7でエトロフ島沖に見られる地震が発生していない領域が2つの大地震の震源域の間に残された次ぎの大地震発生前の地震活動空白域ではないことを示唆していると考えられる。

なお、1994年北海道東方沖地震の前には明白な地震活動空白域は出現しなかったが、Fig. 8から1992年から本震発生までの期間の40 kmより浅い地震活動ははっきりと低下していたことがわかる。

V. 海溝陸側の地震群の特徴

1. エトロフ島-ウルップ島沖で発生した2つの地震群

Fig. 3bで1995年の終わりから1996年の始めに見られる地震群は、異なった特徴を持つ2つ地震活動からなっていることがわかった。この2つの地震群の震央分布、時空間分布、M-T図をFig. 9aとFig. 9bに示す。

1995年11月25日から始まった地震群はM 6.0以上の地震10個を含む「前震-本震-余震」型の活動であった。活動は11月25日02時41分のM 6.0の地震から始まり、M 6.0以上の前震はM 6.0, 6.2, 6.1, 6.8の順に本震の近傍で発生した。本震はM 7.2で12月4日03時01分に震源域の南西端で発生し、余震域は時間とともに南西方向に縮小して活動が終息した。M 6.0以上の余震がM 6.0, 6.3, 6.0, 6.3, 6.2の順に発生した。最初のM 6.3の余震は本震の3時間37分後に震源域の北西端で発生

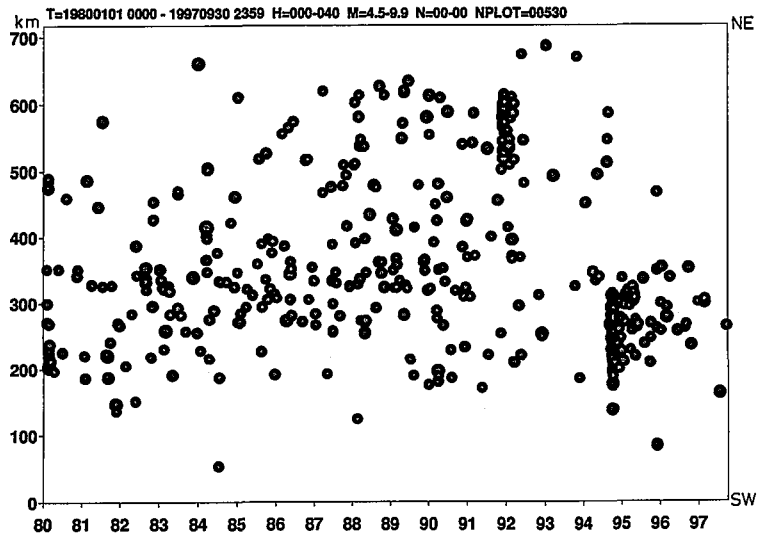


Fig. 8. Space-time distribution for earthquakes of $M \geq 4.5$ and $h \leq 40$ km in the same region in Figure 7. This figure is similar to Figure 3b except for focal depth and end of time. Note the quiescence beyond 400 km after late 1992 in comparison to Figure 3b.

した。12月11日07時23分に発生したM6.3の余震は2次余震を伴ったが、2次余震の活動域は本震の震源域の南西端にあり、本震の余震域を拡大するものではなかった。

1996年2月1日から始まった地震群は「群発」型の活動であり、M5.0以上の地震がM5.7, 6.2, 5.0, 6.7, 5.5の順に発生した。活動は上に述べた1995年12月4日の本震の近くで始まり、北東方向へ活動域が時間とともに拡大して行った。一方、活動初期から同じ領域でも活動が続いており、活動の後半では南西と北東の2つの活動域に分離したようである。北東の震源域で2月8日にM6.7の最大地震が発生し、震源域はさらに北東方向へ拡大した。

2. 大型地震群の特徴

内陸に発生する地震群は比較的小さな地震から構成されている場合がほとんどであるが、千島海溝の陸側ではM6以上の地震を数個以上含む大型の地震が群をなして発生することがある。これらの地震活動では発生する地震規模が次第に大きくなり、活動の末期近くに最大地震が発生する傾向がある。1978年3月と1991年12月の群発地震が典型的なものである(本谷, 1992)。上に述べた2つの地震活動の場合も最大地震の前に粒の大きい地震が多く、最大地震は活動の終わり近くに発生していたといえる。

1989年10月に三陸沖でも同じ特徴を示す大型群発地震が発生している(本谷, 1992)から、海溝沿いに発生する群発地震に共通して見られる特徴であるとすれば、地震活動の推移を予測するのに役立つであろう。

3. 前駆的地震活動

1994年10月の北海道東方沖地震の前の8月にその震源域から約200 km北東方向に離れた所で群れをなす地震活動があった(Fig. 10)。これだけでは8月の地震活動を北海道東方沖地震と関連させて

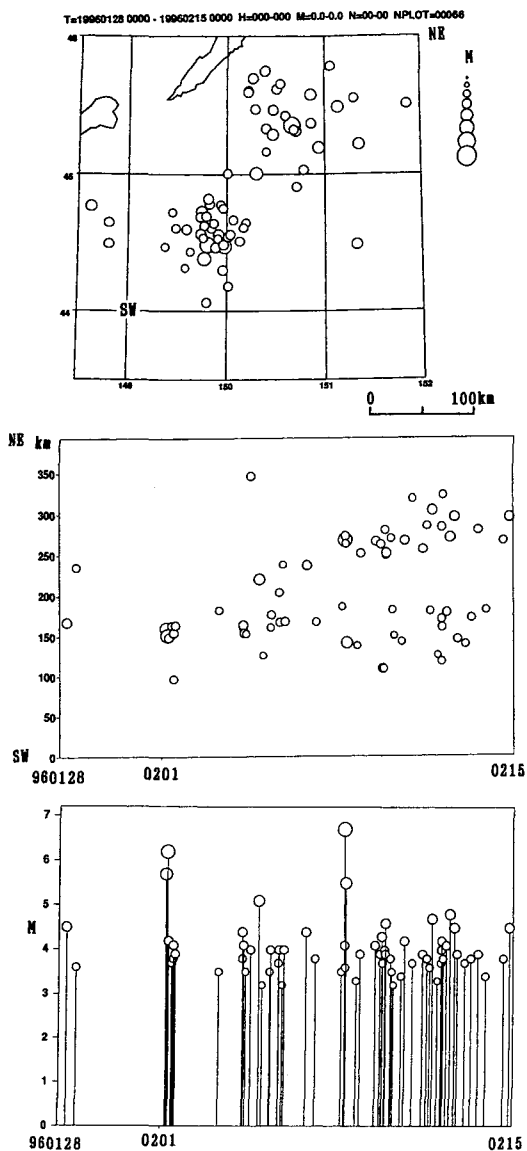
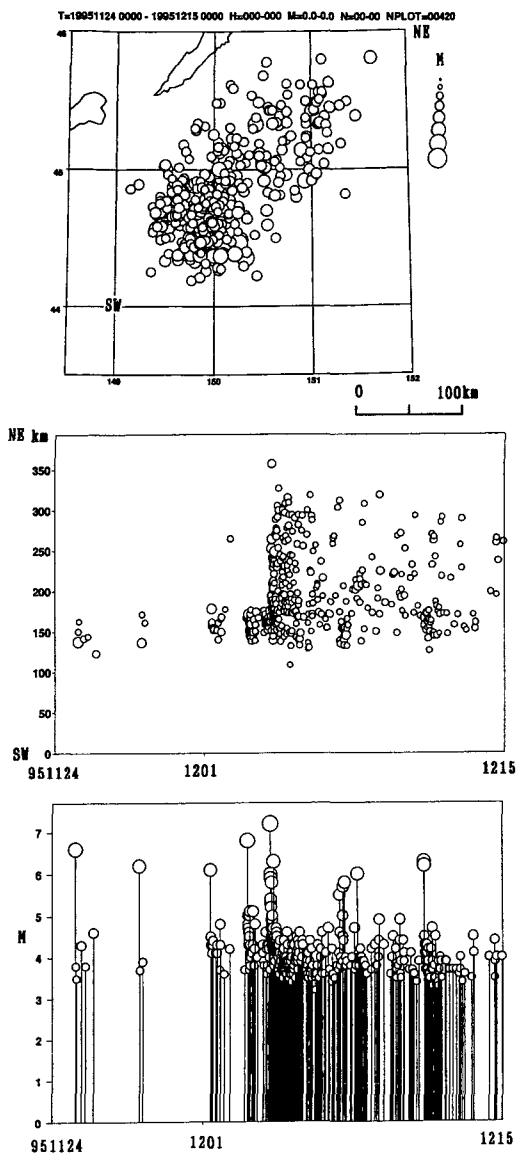


Fig. 9a. Foreshock - main shock - after-shock type activity off the southern Kuril Islands.

Fig. 9b. Swarm type seismic activity in the same region as Figure 9a.

考えることは困難であろう。しかし、著者は1969年8月12日の北海道東方沖地震(M7.8)、1973年6月17日の根室半島沖地震(M7.4)、1980年2月23日の色丹島沖の地震(M6.8)の3回の大地震でも同じような地震活動があったことを報告している(北海道大学理学部、1980)。いずれの場合も大地震の震源域の北東側で顕著な地震活動が大地震の発生に先行して発生している。これらの事例をまとめてTable 2に示す。この領域で顕著に群をなす地震活動が発生した場合にはその南西方向で大地震が発生する可能性を2ヶ月間程度は考慮に入れておくことも必要であろう。

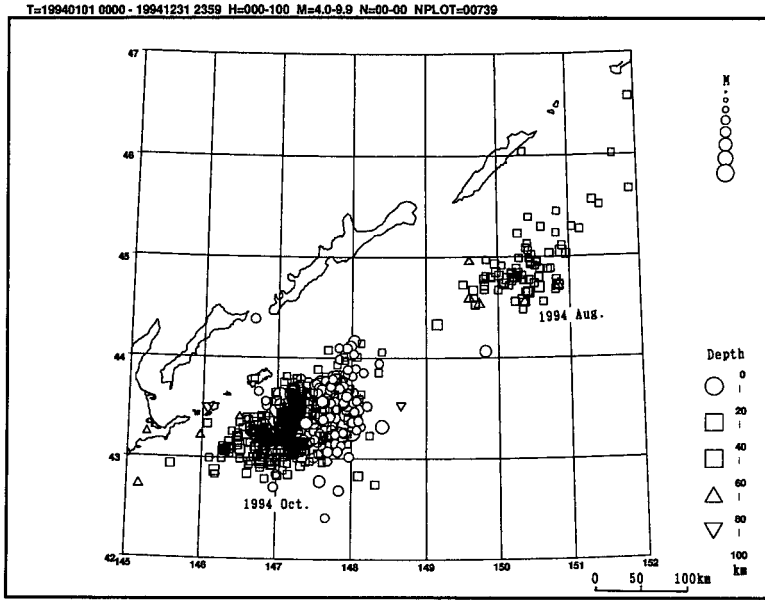


Fig. 10. Epicenter distribution for earthquakes of $M \geq 4.0$ and $h \leq 100$ km off the southern Kuril Islands in 1994. A seismic activity in August preceded 1994 Hokkaido-Toho-Oki Earthquake of M8.1 occurring in October.

Table 2. Description of premonitory seismic activities

Major events in pre-activity				Situation of pre-activity			Main activity		
Date	Time	M	TY	T	D	N	Date	Time	M
1969 Aug. 02	0844	5.1	F	10day	200	22(KMU)	Aug. 12	0612	7.8
	0935	5.3	A						
1973 Apr. 05	0651	5.3	F	2mon	100	36(KMU)	June 17	1255	7.4
	0857	5.0	F						
	0717	5.4	M						
	1048	5.4	M						
1980 Feb. 15	2141	5.1	F	1week	200	32(RCEP)	Feb. 23	1452	6.8
	2325	5.7	M						
	0001	5.5	A						
1994 Aug. 18	1342	6.3	S	52day	200	27($M \geq 4.5$)	Oct. 04	2222	8.1
	0337	6.3	M						

TY F = foreshock, A = aftershock, M = main shock, S = swarm

T time interval between pre-activity and main activity

D approximate distance(km) between pre-activity and main activity

N number of events in pre-activity. KMU = counted at Urakawa Seismological Observatory, RCEP = located by Research Center for Earthquake Prediction

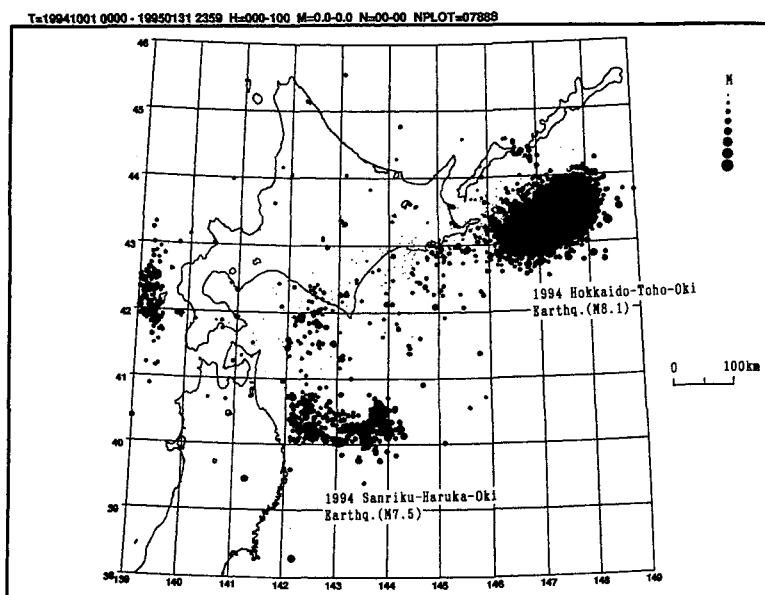


Fig. 11. Epicenter distribution for earthquakes of $h \leq 100$ km in and around Hokkaido from October, 1994 through January, 1995. Sanriku-Haruka-Oki Earthquake occurred nearly two months after Hokkaido-Toho-Oki Earthquake.

Table 3. Correlative seismic activities between off the southern Kuril Islands and off Sanriku, the northeastern Honshu, Japan

Main activity		T (day)	Related activity		
1968	May 16 M7.9 off Tokachi	4	Swarm	M5.8	off Etorofu Is.
1969	Aug. 12 M7.8 E off Hokkaido	-10	M-A	M5.6	off Uruppu Is.
		8	Swarm	M5.4	off Sanriku
1978	Mar. 22 M7.3 off Etorofu Is.	-30	M-A	M6.7	coast of Sanriku
1989	Oct. 27 M7.1 off Sanriku	79	F-M-A	M5.7	off Uruppu Is.
1991	Dec. 08 M6.7 Uruppu Is.	-12	M-A	M6.4	off Urakawa
		-4	Swarm	M4.4	off Sanriku
1992	July 18 M6.9 off Sanriku	-8	M-A	M6.4	off Etorofu Is.
		-6	(F)-M-A	M6.3	E off Aomori
1994	Oct. 04 M8.1 off Shikotan Is.	86	M-A	M7.5	far off Sanriku

T time interval between main activity and related activity. - means related activity precedes main activity.

type of activity : F=foreshock, M=main shock, A=aftershock

4. 千島列島南部と三陸沖の地震活動の呼応

Fig. 11 は 1994 年 10 月 1 日から 1995 年 1 月 31 日の間に北海道とその周辺で発生した深さ 100 km より浅い地震の震央分布である。この期間には 1994 年北海道東方沖地震と 1994 年三陸はるか沖地震の 2 つの大地震が発生している。この 2 つの地震活動のように、千島南部と三陸沖で呼応して発生していると思われる地震活動を著者はこれまでに 6 例報告している(北海道大学理学部, 1993)。これらと今回の事例について、M の大きい方の活動を主活動とし、M の小さい方の活動を関連する活動として、活動状況を Table 3 にまとめて示す。なお、地震活動域の空間分布を公表していない事例については図を付録としてつけておく。関連する活動が主活動に先行して発生することもあり、主活動の後から発生することもある。溝上(東京大学地震研究所, 1995)も異なった見方で千島列島と三陸沖の地震活動の関連性を指摘している。この特徴もつぎの地震活動を予測する上で 1 つの手がかりになるであろう。

VI. おわりに

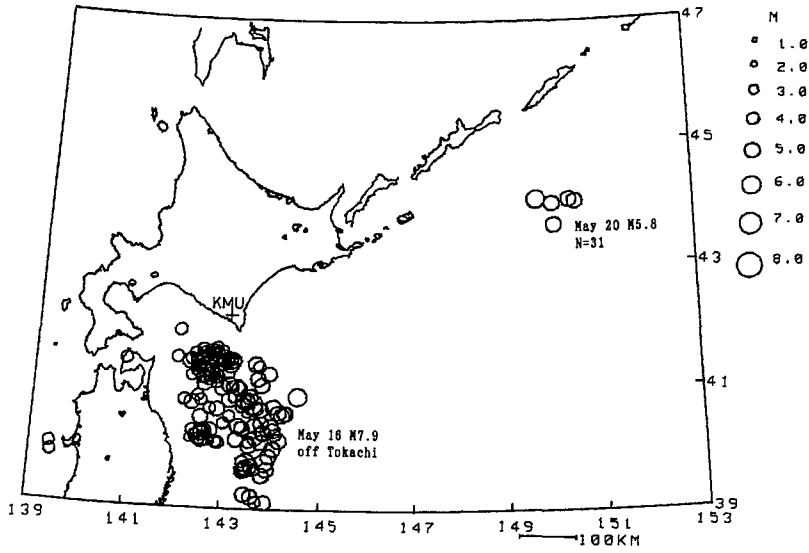
これまで著者が断片的に報告してきたことにいくつかの最近の事例を加えて北海道とその周辺の地震活動の特徴をまとめて述べた。地震活動に変化が現れることを予測させるような事例、つぎの地震活動の発生を予測させるような事例をいくつか示した。これらの事例の発生するメカニズムを解明することは重要なことであるが、経験事例を集積することだけでも地震活動のある程度予測するのに役立つものと考えられる。

文 献

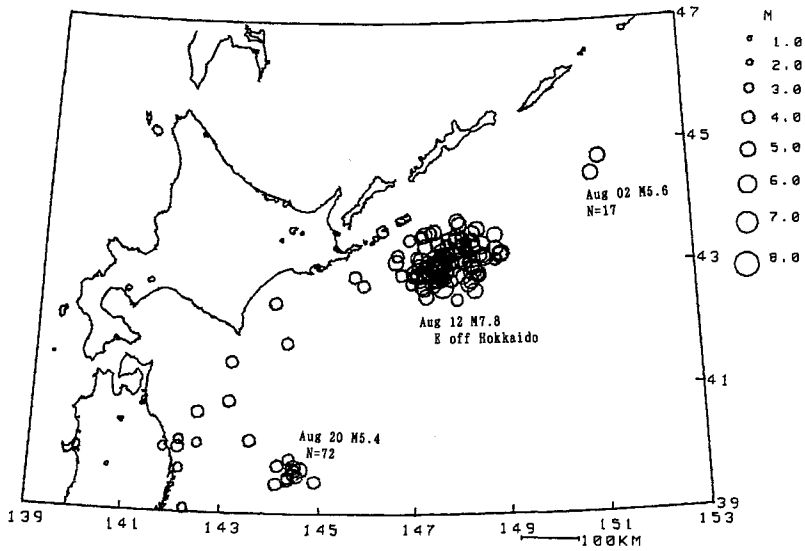
- 阿部勝征・横山 泉, 1974, 根室沖に期待される地震. 地震予知連絡会会報, **11**, 45-48.
 北海道大学理学部, 1980, 北海道東方沖の大地震に前駆した地震活動, 地震予知連絡会会報, **24**, 14-16.
 北海道大学理学部, 1993, 北海道とその周辺の最近の地震活動(1992年6月-11月). 地震予知連絡会会報, **49**, 1-5.
 茂木清夫, 1981, 地震 - その本性をさぐる, 東京大学出版会, pp. 52-55.
 茂木清夫, 1994, 1993年釧路沖地震前の地震活動の変化の特徴. 地震予知連絡会会報, **52**, 15-20.
 本谷義信, 1992, 1991年12月ウрупп島沖群発地震活動 海溝沿いの大規模群発地震の活動特性. 地震学会講演予稿集, 1992年秋, 172.
 東京大学地震研究所, 1995, 北海道東方沖・根室沖の地震活動の周期性および東北日本・太平洋沖の地震活動との連動性について. 地震予知連絡会会報, **53**, 57-60.
 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.
 宇津徳治, 1984, 地震学 第2版, 共立出版 pp. 160-162.

付 録

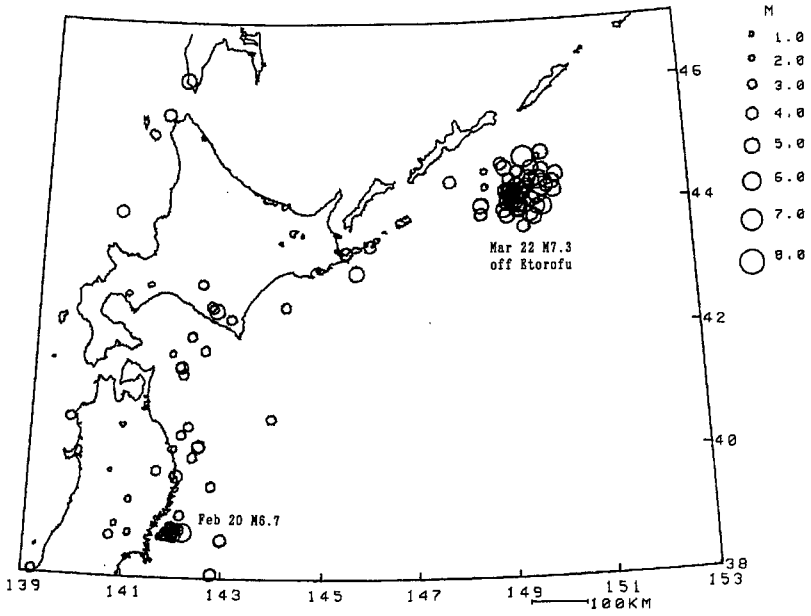
Table 3 の最初の 4 例について地震活動域の空間分布を図示する。RCEP で微小地震の震源決定が可能になったのは 1976 年であるから、A1 と A2 の関連する地震活動ではプロットされている地震数は多くない。このため浦河地震観測所 (KMU) の地震記録から同じ活動域の地震と判定した地震数を記入してある。A4a の震央分布図だけでは関連する地震活動が見えないので、地震の時空間分布図 (A4b) も示してある。



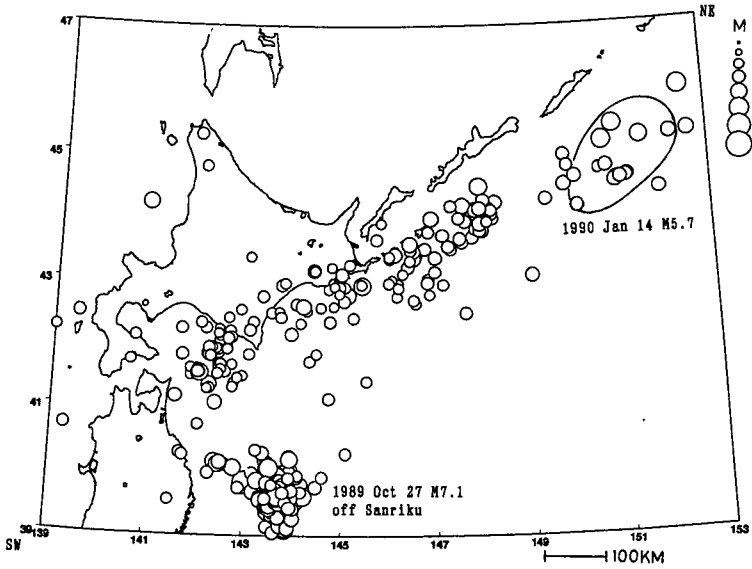
A1. Epicenter distribution for earthquakes of $h \leq 100$ km from May 16 through May 31, 1968. N is total number of events counted at KMU station (cross).



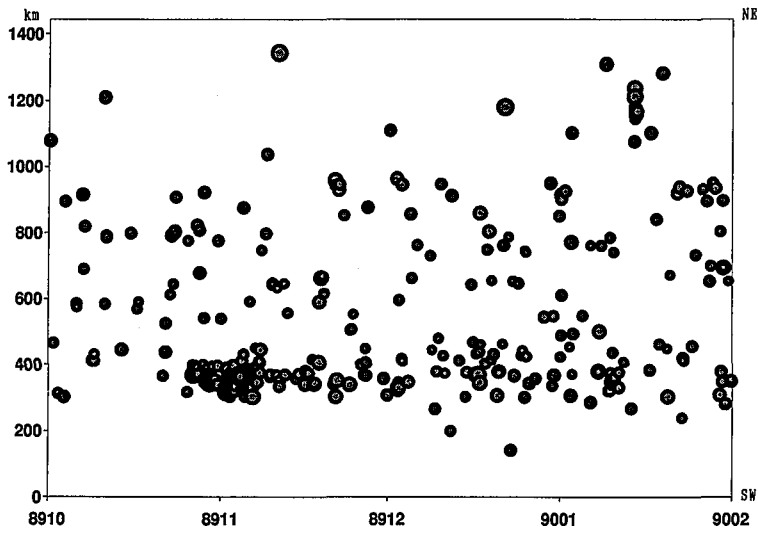
A2. Epicenter distribution for earthquakes of $h \leq 100$ km in August, 1969.



A3. Epicenter distribution for earthquakes of $h \leq 100$ km from February 20 through March 31, 1978.



A4a. Epicenter distribution for earthquakes of $M \geq 3.0$ and $h \leq 100$ km from October 1, 1989 through January 31, 1990.



A4b. Space-time distribution for earthquakes in A4a. Distance is measured from SW toward NE shown in A4a.