



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道東部弟子屈地域、アトサヌプリ周辺の地震活動（1926-1995）
Author(s)	本谷, 義信; MOTOYA, Yoshinobu; 一柳, 昌義 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 59, 211-220
Issue Date	1996-03-25
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.59.211">https://doi.org/10.14943/gbhu.59.211</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/14241">https://hdl.handle.net/2115/14241</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	59_p211-220.pdf



## 北海道東部弟子屈地域, アトサヌプリ周辺の地震活動 (1926-1995)

本谷 義信・一柳 昌義

北海道大学理学部地震予知観測地域センター

(1995年12月20日受理)

### Seismic Activity near Atosanupuri in Teshikaga Region, Eastern Part of Hokkaido, Japan (1926-1995)

Yoshinobu MOTOYA and Masayoshi ICHIYANAGI

Research Center for Earthquake Prediction,

Faculty of Science, Hokkaido University

(Received December 20, 1995)

On the basis of the routine data from Japan Meteorological Agency and Research Center for Earthquake Prediction, Hokkaido University, we depict the epicenter distribution of shallow earthquakes occurring in Teshikaga region from 1926 through 1995. Almost all events have occurred in the southeastern part of the region.

As seismic activity increased in June, 1994, RCEP set a seismic station at Nibushi (NBT) in order to investigate details of the activity. Many microearthquakes occurred around Atosanupuri volcano without any abnormal volcanic activity. Number of earthquakes observed at NBT increased unusually on October 4 and 5 and 1994 Hokkaido-Toho-Oki Earthquake of M 8.1 occurred at 22:23, October 4, 1994, off Shikotan Island. Although its source region is 150-300 km apart from NBT, we find a change in the initial push-pull motions of NBT seismograms just after this earthquake. We infer a stress state change associated with the large event may trigger the seismic activity in Teshikaga region.

#### I. はじめに

北海道東部の弟子屈周辺は浅発地震活動が活発であり、北海道の内陸では最大級のマグニチュード M 6 を超す浅発地震が発生する地域である。また、この地域には2つの活火山、雌阿寒岳とアトサヌプリが存在していて、火山活動に関連する地震も発生している。この地域ではこれまでも地殻活動の観測・研究が行われており、釧路沖から根室半島沖にいたる千島海溝南部の海溝沿いに発生する大地震に関連する広域応力場の変動に弟子屈周辺の地殻が鋭敏に応答することが指摘されている(笠原・鈴木, 1978)。このように北海道東部は地学的に重要な地域であるので、北海道大学理学部地震予知観測地域センター(RCEP)では1983年7月に弟子屈に地震と地殻変動の観測点を設置して以来、観測体制の強化をはかりながら、地球物理的諸観測を続けている。ここでは1994年6月頃から地震活動が活発化したので、この地震活動に焦点を当てつつ、この地域の地震活動を調べたので報告する。

## II. 弟子屈周辺の地震観測と資料

この地域では何回か臨時の地震観測が行われていて、その観測結果が報告されている(たとえば、広田, 1969; 北海道大学理学部移動観測班, 1972; 札幌管区气象台, 1981; 森谷, 1982; 北海道防災会議, 1986)が、以下で用いる資料は気象庁(JMA)およびRCEPの定常観測から得られたものである。

Fig. 1にRCEPと北海道大学理学部有珠火山観測所(UVO)が北海道内に展開している観測点のうちで、東経143度より東にある観測点を示し、これらの観測点情報を観測を開始した順番にTable 1に示す。RCEPは北海道とその周辺に発生する地震を観測対象として、1976年7月に北海道内9地点で観測を開始したが、Fig. 1の内枠で示す今回の調査対象領域には1983年7月まで地震計は設置されないままであった。1983年7月に弟子屈(TES)に観測点を設置してから北海道東部地域の観測体制は順次強化されてきたが、1989年までは調査対象領域には依然としてTESがあるだけであった。雌阿寒岳の火山活動を監

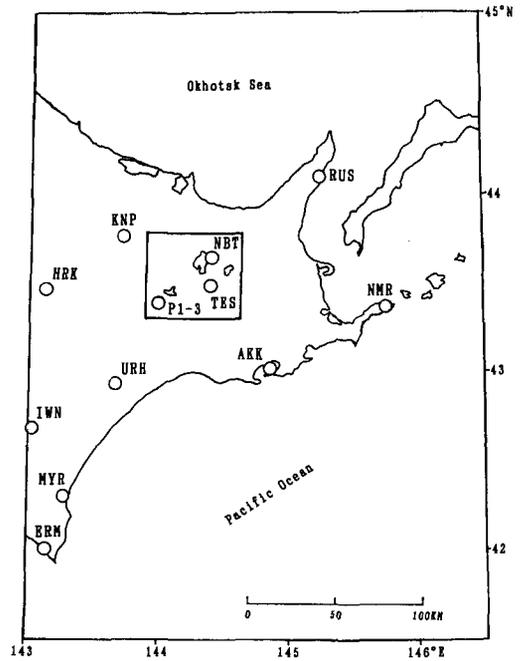


Fig. 1. Seismic stations operated by Hokkaido University and investigated region (inserted box).

Table 1. Hokkaido University Seismic Network (eastern part). List of stations located east of longitude 143° E.

Station	Code	Lat. N-deg.	Long. E-deg.	Height meter	Open time
Akkeshi	AKK	43.0167	144.8437	80	1976 July 01
Erimo	ERM	42.0150	143.1571	40	ditto
Moyori	MYR	42.2920	143.2874	80	ditto
Iwanai	IWN	42.6705	143.0462	135	ditto
Teshikaga	TES	43.4832	144.4029	220	1983 July 24
Nemuro	NMR	43.3650	145.7425	20	1984 March 07
Urahoro	URH	42.9261	143.6738	100	1984 April 21
Kun'neppu	KPN	43.7602	143.7122	180	1985 April 24
Horoka	HRK	43.4663	143.1286	695	1989 March 09
Meakan-1	P1	43.3884	144.0002	960	1990 Nov. 28
Meakan-2	P2	43.3878	143.9890	778	ditto
Meakan-3	P3	43.3908	143.9934	839	ditto
Nibushi	NBT	43.6381	144.4031	161	1994 June 24
Rausu	RUS	44.1043	145.2477	70	1994 Oct. 07

P1, P2, and P3 belong to Usu Volcano Observatory (UVO). Others belong to Research Center for Earthquake Prediction (RCEP). All data are telemetered to RCEP, Hokkaido University campus, Sapporo.

視するためにUVOが山体に設置した複数の地震計のデータが1990年からRCEPで利用出来るようになったが、これらの地震計間隔は小さいもので、調査対象領域全体の観測には多点としての機能を有効に発揮しているわけではない。弟子屈付近では、1994年6月頃から地震活動が活発化したが、この時点の観測体制では活動の詳細を知ることは困難であった。このため、1994年6月24日から仁伏(NBT)に観測点を設置し、観測を続けている。NBTの観測については後述べる。

地震活動の調査にはある規模以上の地震がもれなく観測されている地震資料が必要である。しかし、1976年7月から観測が開始されているとはいえ、上に述べたように観測体制が変遷しているため、弟子屈周辺の地震で観測もれない資料だけを用いようとすると、数の少ない規模の大きい地震に限られてしまう。ここでは、時期による地震検知能力の違いを考慮しつつ、観測されたすべての地震の資料を用いて、これまでの観測結果を整理し得られた結果を述べる。

### III. 弟子屈周辺の地震活動

#### JMAのデータでみた地震活動

JMAの震源データファイルが整備された1926年から1995年までの期間に、弟子屈周辺で発生したMが2.5以上で深さが50 kmより浅い地震の震央分布と時空間分布をFig. 2に示す。JMAの地震検知能力も時代とともに著しく向上しているため、その様子を見るために、各年の地震の最小のMを時間に対してプロットしたものがFig. 3である。これから、Fig. 2には1980年以前についてはM 3.4以下の地震は含まれていないことがわかる。しかし、やや規模の大きい地震については、その空間分布の特徴を示していると考えてよく、とくに屈斜路湖と阿寒湖を結ぶ線の北西側にはJMAの観測では地震活動がまったく認められない。

大きな地震の発生状況を見るために、2個以上地震が観測された年には最大の地震のMも黒丸でFig. 3にプロットした。1952年十勝沖地震(M 8.2)から1973年根室半島沖地震(M 7.4, Ms 7.7)まで千島海溝南部で大地震が相次いで発生し、大地震の活動期であったと考えられている(宇津, 1984)。弟子屈周辺ではこの期間にM 4以上の地震が11回発生しているのに対して、1973年から1995年現在までにM 4以上の地震は2回しか発生していないから、海溝沿いの大地震活動期には弟子屈周辺の浅発地震活動も活発であったことがわかる。1973年から1979年までの期間にはJMAではまったく地震が観測されていない。この間の地震活動が低かったことは確実で、1980年頃から活動がやや活発化したが、規模的にはまだ小さな地震しか発生していない。

Fig. 2の時空間分布から、弟子屈地方の地震活動は1959年から1972年までの活動期と、それに続く1979年までの静穏期を経て、1980年から新しい活動期に入ったと考えられる。震源決定精度の問題はあるが、2回の活動期では地震の空間分布も異なっていた可能性が高い。最初の活動期では、屈斜路湖の北東および阿寒湖の南西には地震は観測されていないのに対して、1980年以降では屈斜路湖と阿寒湖を結ぶ線の南東側の広い領域で地震が観測されている。広田(1969)は最初の活動期中の1968年に弟子屈地方で22日間の臨時観測を行って、すべての地震は屈斜路湖の南方に発生していて、湖の東湖畔からアトサヌプリ付近には地震がないことを示した。短期間の結果であるとはいえ、この極微小地震の震源分布はJMAによる長期間の結果と一致しているといえる。

#### RCEPのデータでみた地震活動

Fig. 4の震央分布はRCEPの震源データによる1976年7月から1993年までのものである。この図によっても、北西側と南東側の地震活動度の差異は明らかである。しかし、北西側では地震活動が低いとはいえ、RCEPの観測が始まる半年前の1976年1月4、5日に津別町(144度00分, 43度

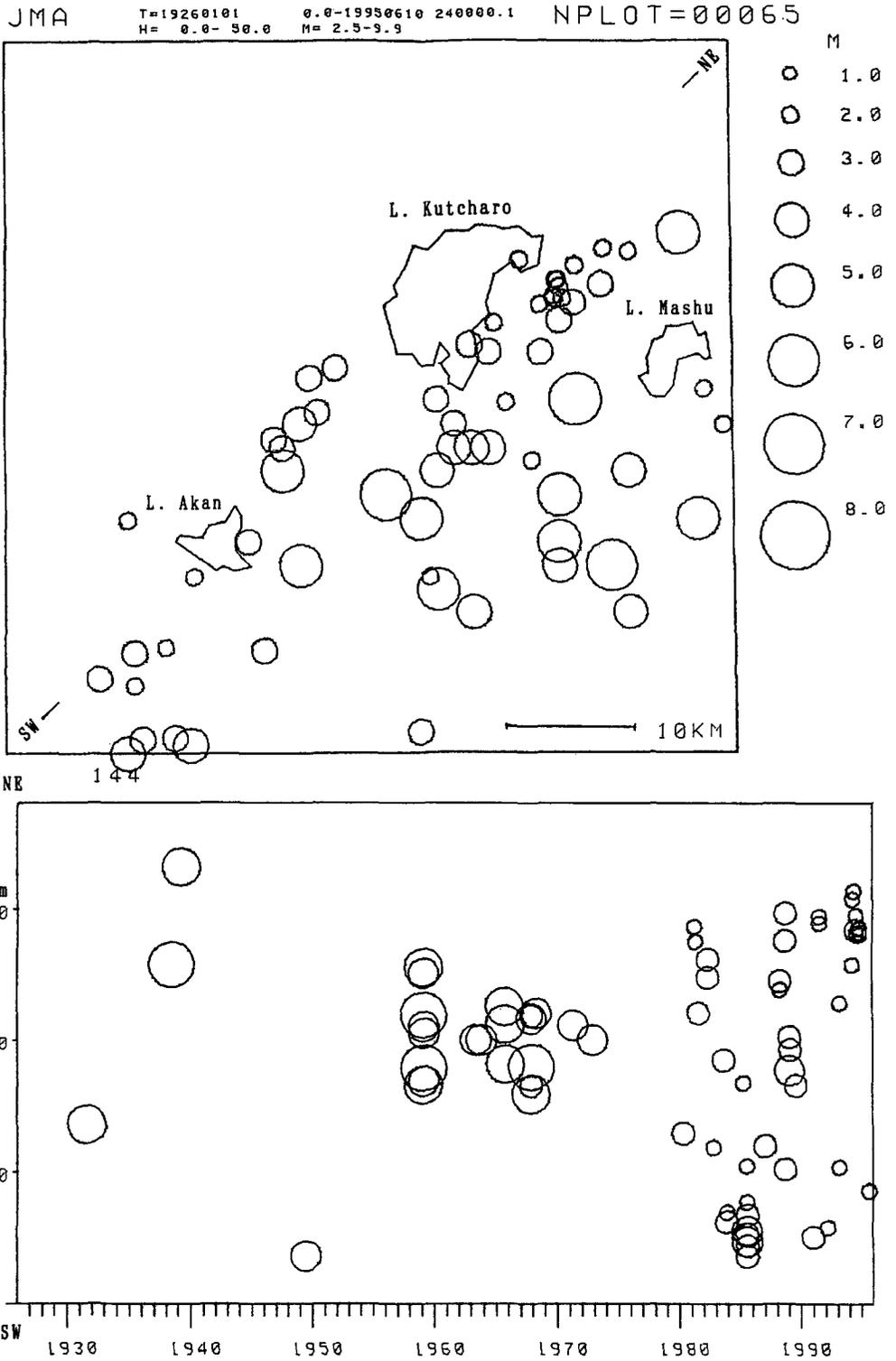


Fig. 2. Upper : Epicenter distribution of shallow earthquakes based on the data of Japan Meteorological Agency (JMA). Lower : Space-time distribution.

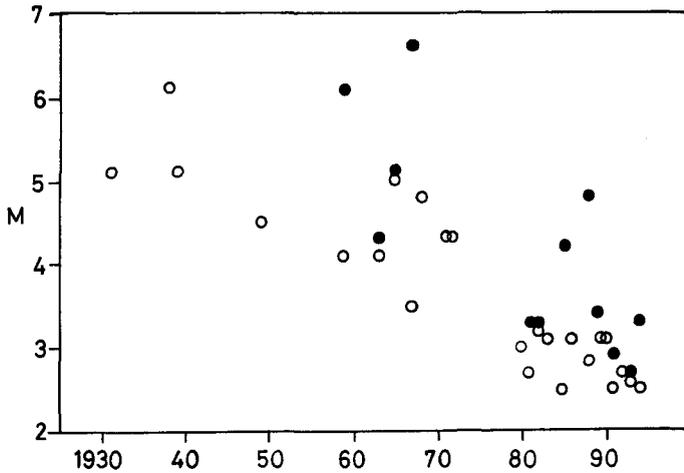


Fig. 3. Magnitude of the smallest (open circle) earthquake observed in a year and that of the largest (solid) in the case of two or more events in a year are plotted against time.

40分付近)でM 3.2を最大地震とする有感地震7回を含む群発地震があったことが知られている(北海道大学理学部, 1976)。また, 1936年の津別村相生付近の群発地震(鈴木, 1978)も同じ系統の地震活動であったと考えられる。

Fig. 4の震央分布と時空間分布から, 雌阿寒岳南西方の地震(北海道大学理学部, 1986)は1985年6月の終わりから7月の初めに時間的にも集中して発生したことがわかる。屈斜路湖西方に密集している地震は1988年12月23日に発生したM 4.8の地震とその余震である。1988年は南東側の領域全体で地震活動は活発であった(札幌管区気象台, 1988)。Fig. 4の震央分布には1994年6月頃から始まるアトサヌプリ付近の地震活動は含まれていないが, アトサヌプリを含む屈斜路湖東側湖畔に沿う領域ではこの15年間, 長期的にみても地震活動が高いことがわかる。

気象庁のデータで1980年から地震活動が活発化したことを指摘したが, RCEPのデータによる時空間分布(Fig. 4)では1978年から領域の東の方で始まった地震活動が1985年にかけて西方へ拡大していったように見える。また, 1984年から1992年にかけても, 東から西へ地震活動の移動傾向が見える。このことは, 弟子屈地域の地震活動を引き起こす応力が東方から伝わってくることを示唆しており, 北米プレートの下に沈みこんで応力源になっていると考えられる太平洋プレートの進行方向が千島海溝南部では西北西であること(瀬野, 1986)と調和的である。

#### IV. アトサヌプリ付近の地震活動

弟子屈周辺では1994年3月中旬頃から局所的な有感地震が発生し始めた。6月には6回の有感地震があり, 川湯などで震度3の地震もあった。地震活動は6月から明らかに活発化したが, RCEPではこの活動の詳細を知るために, 活動域に近いと思われる仁伏(NBT)に観測点を設置して, 6月24日から観測を開始した。

NBTの観測は上下動1成分だけであり, 地震計は摩周火山とアトサヌプリ火山が完新世に噴出した新しい火山堆積物(北海道防災会議, 1986)の上に設置せざるをえなかった。また, 周辺は観光地なので車によると思われるノイズも多く, 地震観測の条件はよくない。このため, ルーチンデータ処理でNBTだけで検出されている地震はすべて波形記録の見直しをした。以下では, NBTの記録か

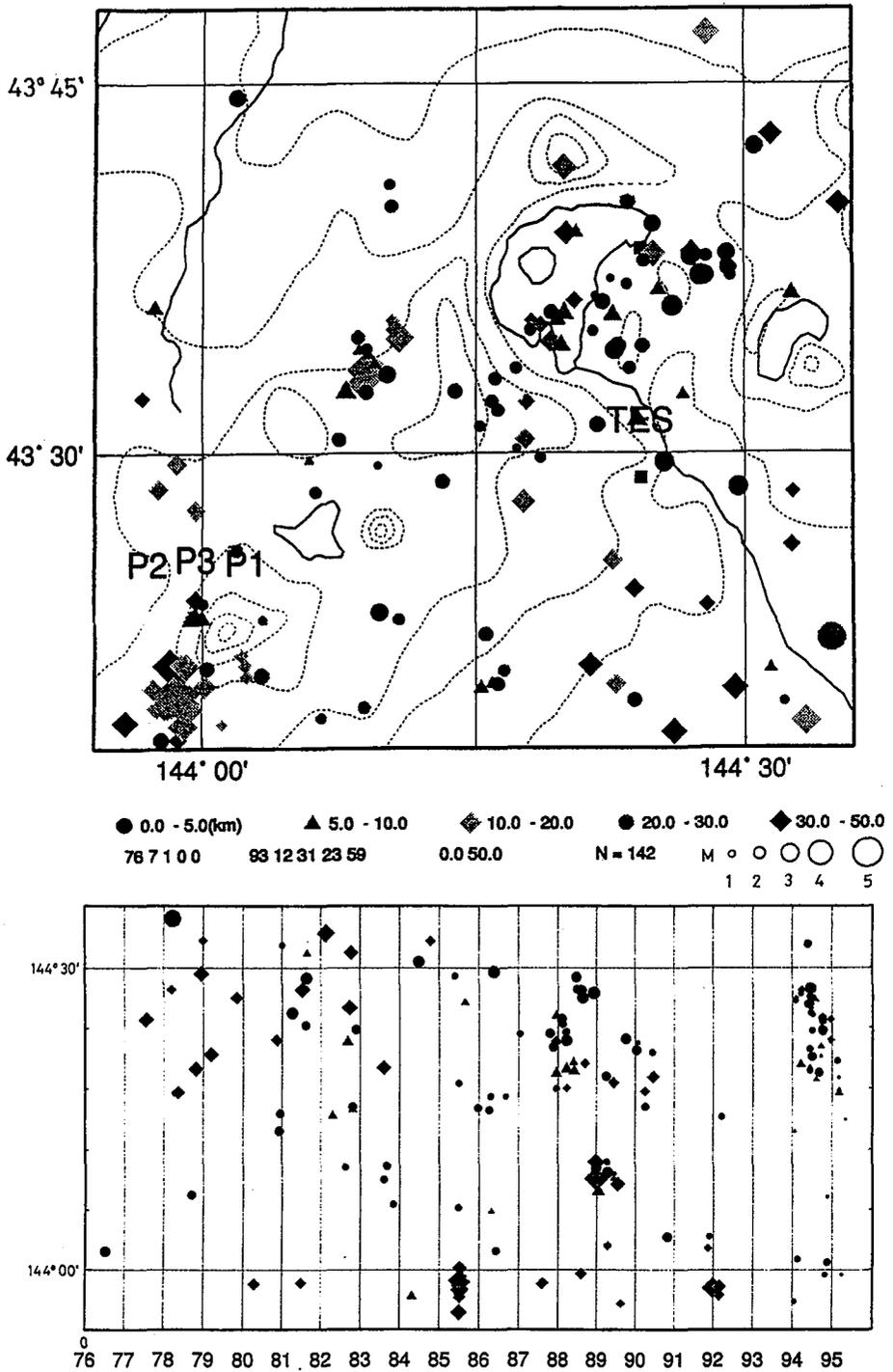


Fig. 4. Upper : Epicenter distribution of shallow earthquakes based on the data of RCEP. Dotted and solid lines represent the summit level of 100 m contour, and river or lake shoreline, respectively. Lower : Space-time distribution. Earthquakes in 1994 and 1995 are added.

ら弟子屈周辺で発生した地震であることが確認された地震をNBTの地震という。水平動の記録がないせいもあり、S波の検測がむずかしい地震もあった。S波の見えない地震には、アトサヌプリ火山の火山性B型地震が含まれているかもしれない。波形が相似の地震は少なく、いろいろな波形の地震があることから、ある程度広い領域で地震活動があるものと思われる。

RCEPのルーチンデータ処理で1994年1月1日から6月23日までの期間に22個の地震の震央が弟子屈周辺地域に決められている。この内の13個(59%)は計算上の深さが負になって震源の深さは求まっていない。6月24日から1995年4月30日までの期間には29個の震央が決められ、深さが求っていない地震は7個(24%)であった。NBTのデータが入ることによって、震源決定精度が向上したと思われるが、いずれにしてもこの領域には観測点が絶対的に少ないので精度の評価は困難である。ルーチンの震源計算は北海道とその周辺の地震を広く対象としているので、深さの初期値を50 kmとしているが、NBTのデータが入った震源の深さは12 km付近が最も多かったので、初期値を12 kmとしてすべての地震の震源を再計算した。その結果、NBTのデータが入る前後で空間的にかかなりの不連続が見られたが、再決定した震源分布ではそのようなことはなくなった。以下では、再計算した震源データを用いる。

Fig. 5 AはNBTの観測を始める前の1994年1月1日から1994年6月23日まで、Fig. 5BはNBTの観測を始めた後の1994年6月24日から1995年4月30日までの地震の震央分布である。アトサヌプリ付近で発生している地震については、NBTのデータが入ってからの方が狭い領域に集中しているが、活動が活発であった6月には実際に震源域が広がっていた可能性もある。しかし、これを確かめるだけの震源決定精度はない。アトサヌプリ付近とは別に、屈斜路湖の東から南の湖岸にもいくつかの地震が発生しているが、これはこの地域の最近の地震活動の背景となっていると考えられる震

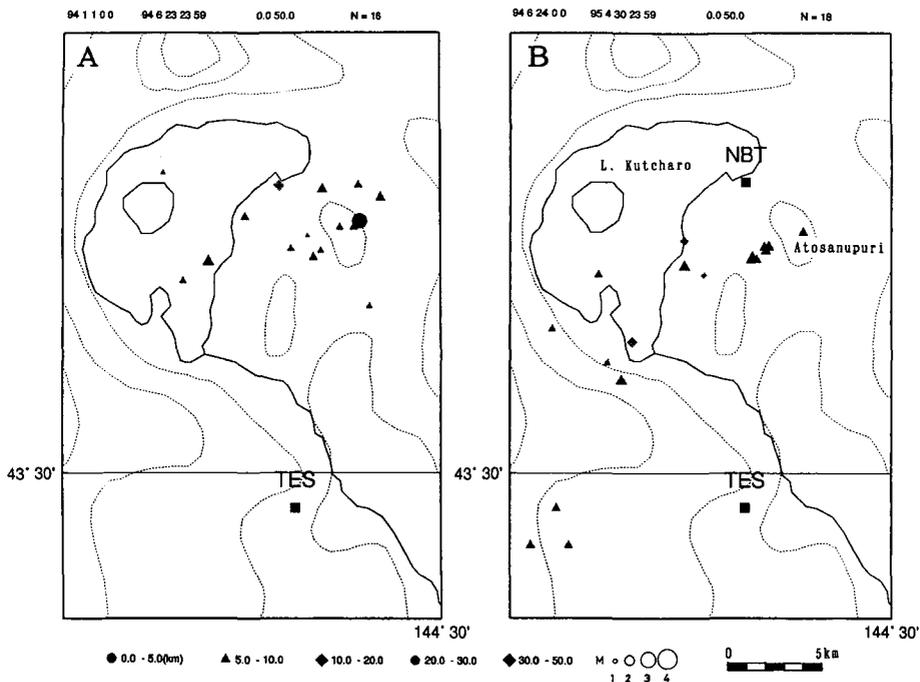


Fig. 5. Epicenter distribution of earthquakes before deployment of NBT (A) and after (B).

央分布 (Fig. 4) と一致している。また、屈斜路湖南岸で有感地震の報告があること (札幌管区気象台, 1995) と調和的である。

NBTの地震の75%はNBT 1観測点でしか観測されておらず、3観測点以上で観測された地震は7%に過ぎない。したがって、地震活動の経過を見るには震源決定された地震だけでは明らかに不十分である。Fig. 6はNBTの地震の日別回数である。1994年北海道東方沖地震 (10月4日, M 8.1)の前後で著しく地震回数が増えているが、この活動については後で述べる。7月以降は10月初めを除くと、ほぼ定常的に地震が発生していることがわかる。6月に活動が活発化してからNBTで観測を始めるまでの間の地震回数は不明である。Fig. 7はNBTの地震のS-P時間の時間的変化を示している。S-P時間は1.0-2.1秒の地震が多いが、時間的には大きな変動はない。地震が極端に集中して発生することや地震活動域の移動はなかったことがわかる。

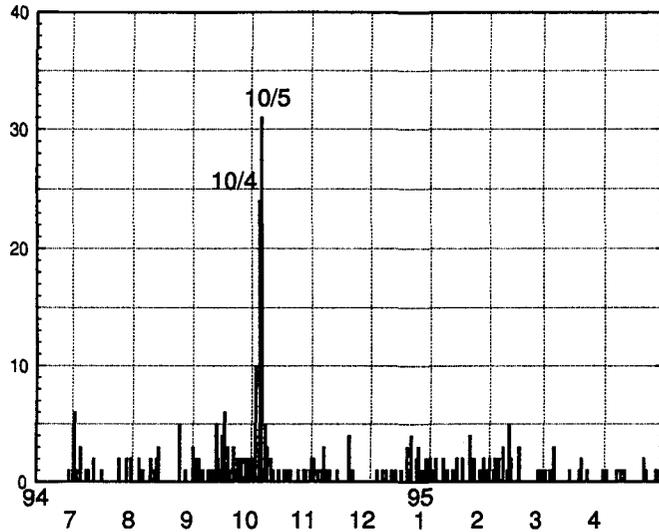


Fig. 6. Daily number of earthquakes observed at NBT station.

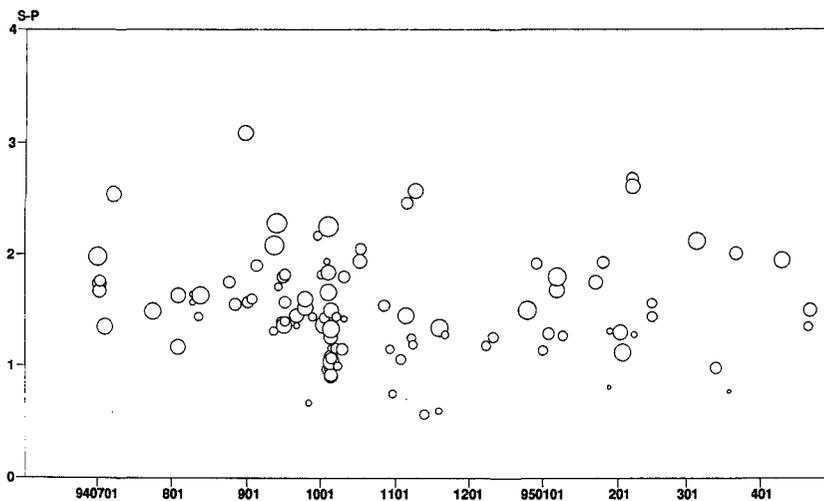


Fig. 7. S-P time at NBT plotted against time. Symbol size corresponds to magnitude of event. Magnitudes range between 0.6 and 3.1.

### V. 1994年北海道東方沖地震前後のNBTの地震活動

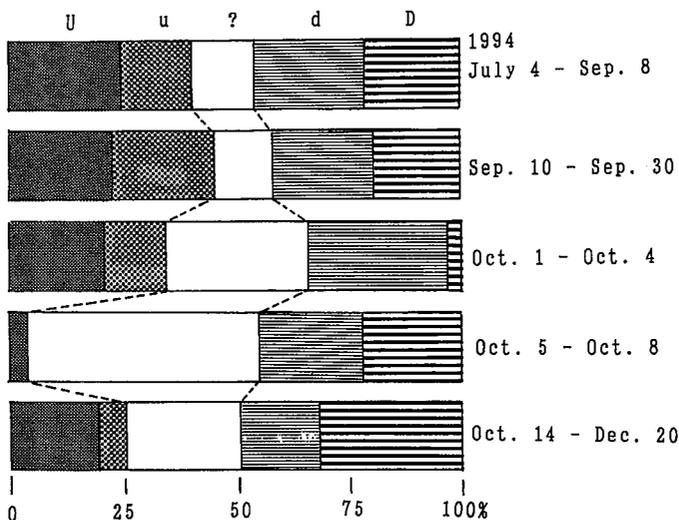
Table 2は1994年10月4日と5日のNBTの地震の時間別回数である。10月4日11-13時の間に15個の地震が観測され、その後地震回数が減少して、22時23分に東方沖地震(M8.1)が発生した。この大地震の震源域は色丹島沖で、NBTまでの距離は150から300kmの間にある。この地震の直後から余震が連続的に観測された。このためNBT付近の地震は識別不可能な状態が5日02時まで続いたが、その後の2時から9時までの間にはNBTの記録からみて、近い地震は観測されていない。9時以降に再び地震が発生し始め、14-16時には24個を数えた。定常的な活動度(Fig. 6)からみて、これら一連の活動が異常であることは明らかであり、東方沖地震の発生と関連している可能性がきわめて高い。地震数が増加し続けて大地震が発生したのではなく、また大地震直後から地震が発生し始めたのでもないことが注目される。

これらの地震は大地震によって引き起こされた広域応力場の変動の情報を持っているはずであるが、個々の地震の発震機構を求めて応力場を知るだけの資料はない。ここでは、波形記録からNBTで観測される初動方向に変化があったかどうかを調べた。Fig. 8は初動方向の出現割合を東方沖地震の前後で比較したものである。10月5日の地震では初動方向が判読出来たものはすべて引きで、押しの地震は7日18時20分に初めて確認された。東方沖地震の前には押し、引きの地震の割合はほぼ等

**Table 2.** Hourly number of earthquakes in October 4 and 5, 1994, observed at NBT station.

d \ h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
4	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	4	5	0	2	1	0	0	0	1	0	0	-
5	-	-	-	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	9	11	4	0	1	0	0	0	1	0

- Near events are not counted because of numerous aftershocks of the 1994 Hokkaido-Toho-Oki Earthquake (M8.1) which occurred at 22:23, October 4.



**Fig. 8.** Proportion of initial push-pull motions of NBT seismograms. U and u represent absolutely and probably upwards motion, respectively. D and d, downwards motion. ? Unknown polarity.

しく、東方沖地震の前後で発震機構に変化があったことは確実である。東方沖地震から数日して、地震前の状態に戻る傾向が現れているのも興味深い。東方沖地震前のNBTの地震数の急激な増加に対応する初動方向の変化はよくわからない。Fig. 8は、仮に東方沖地震の前に応力場に変化があったとしても、それはゆっくりしたもので、地震の後に応力場が急に変化したことを示している。

## VI. お わ り に

JMAおよびRCEPのルーチン観測の資料から、弟子屈地域に発生する地震の時空間分布が明らかになった。この時空間分布はこの地域の地震活動の基本的な背景になっていると考えられる。1952年から1973年までの千島海溝南部の大地震活動期とその後の静穏期に対応して、弟子屈周辺の浅発地震活動が変動していた。

弟子屈周辺では1994年3月中旬頃から局所的な有感地震が発生し始め、地震活動は6月から明らかに活発化した。地震はアトサヌプリ火山の周辺に多いが、火山活動に異常があったという報告はない(札幌管区気象台, 1995)。地震は屈斜路湖の東から南にも発生していて、この地震活動の活発化は1994年北海道東方沖地震の前後に生じた広域応力場の変動によって誘発された可能性がある。とくに、メカニズムは解明されていないとはいえ、この大地震の前後に急激に活発化したNBTの地震活動と大地震の発生が関連していることは否定しがたいと思われる。

これまでに弟子屈周辺では何回かの臨時観測が行われているが、その結果を長期的な地殻活動の中で評価することは定常観測が充実しないと困難である。NBTに定常観測点を設置したことで、地震活動の時間的変動を迫るようになった。しかし、まだ地震活動があったかどうかのわかる程度であり、個々の地震の震源決定をして、活動の詳細を調べるには今後の観測体制の充実を待つしかない。

**謝辞** 北海道大学理学部有珠火山観測所のデータを使わせて頂いた。北海道大学理学部地震予知観測地域センターの笠原 稔センター長にはこの稿をまとめるにあたり終始激励して頂いた。記して厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 広田知保, 1969. 弟子屈周辺の地震活動 (1926-1968). 北大地球物理学研究報告, **22**, 49-73.  
 北海道大学理学部, 1976. 1976年1月網走郡津別町局地震. 地震予知連絡会会報, **16**, 9-10.  
 北海道大学理学部, 1986. 阿寒, 徹別岳付近の双発型地震 (1985年6-7月). 地震予知連絡会会報, **35**, 5-7.  
 北海道大学理学部移動観測班, 1972. 北海道弟子屈・阿寒地域における最近の地震活動と観測状況. 地震予知連絡会会報, **8**, 1-4.  
 北海道防災会議, 1986. アトサヌプリ 摩周 (カムイヌプリ), 39-50.  
 笠原 稔・鈴木貞臣, 1978. 1973年根室半島沖地震前後の弟子屈および根室における地殻水平歪変化と弟子屈浅発地震について. 2つの特定地域における地震活動の研究, 自然災害科学科研費研究成果, 43-54.  
 森谷武男, 1982. 1981年4月北海道中央部に発生した二つの地震. 地震予知連絡会会報, **27**, 5-6.  
 札幌管区気象台, 1981. アトサヌプリ (昭和55年9月-10月実施). 北海道地域火山機動観測実施報告, **2**, 1-42.  
 札幌管区気象台, 1988. 1988年「北海道内陸部」の地震. 北海道地震火山月報12月号, 28-29.  
 札幌管区気象台, 1995. アトサヌプリ・摩周, 北海道地域火山機動観測実施報告, **16**, 5-43.  
 瀬野徹三, 1986. 日本列島の中期更新世-50万年前に何が起こったか?. 月刊地球, **8**, 708-715.  
 鈴木雄次, 1978. 北海道内陸部の地震 -主として局地的な地震について-. 手書き資料.  
 宇津徳治, 1984. 地震学 (第2版), 共立出版, 160-162.