



Title	4. 北海道およびその周辺の地震活動
Author(s)	宇津, 徳治; UTSU, Tokuji
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 20, 51-75
Issue Date	1968-09-20
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.20.51">https://doi.org/10.14943/gbhu.20.51</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13944">https://hdl.handle.net/2115/13944</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	20_p51-75.pdf



## 4. 北海道およびその周辺の地震活動

宇津徳治

(北海道大学理学部地球物理学教室)

—昭和43年5月受理—

### I. ま え が き

北海道は地震国日本の例に洩れず古来多くの大地震に見舞われている。本州等に比べて歴史的な大被害地震の数は少ないが、これは開発の歴史が浅く、人口密度が小さかったことによるものであろう。

地震に対する対策を立てるうえでも、まず第一に、北海道およびその周辺の地震活動に関する情報を集め整理し、地震発生の性状を知ることが必要である。北海道の地震活動についてはすでにいくつかの調査<sup>1)</sup>があるが、本論文はこれらの他、なるべく多くの資料を加え、とくに最近その緒についた地震予知研究に対しても参考になることを考慮して、考察を行なったものである。

### II. 被害地震の分布

第1表は有史以来知られている北海道に被害をもたらした地震を示したものである。震央、 $M$  (マグニチュード) は  $M$  の欄に (R) と付記したものは理科年表によるもので、1925年以前の地震で理科年表に記載されているものはこれを採用した。ただし1856年8月23日の地震は理科年表では駒ヶ岳東側海底となっているが、武者<sup>2)</sup> のようにこの位置は首肯し難いので、河角および札幌管区气象台<sup>3)</sup> 推定の震央を採用した。

(S) と付記したものは理科年表には記載されていない地震で、札幌管区气象台<sup>4)</sup> の推定によるものである。ただしこの場合、1885年から1925年までの期間中の地震の  $M$  は Central

1) 近年のものとしては

武者金吉; 北海道の地震活動, 験震時報, 17 (1953), No. 1-2, 123-129 (1952年十勝沖地震調査報告, 十勝沖地震調査委員会編 (1954) にも収録).

河角 広; 十勝沖地震並びに北海道の地震活動, 十勝沖震災誌 (1953), 135-179, 北海道.

札幌管区气象台; 1611~1960年の北海道における地震活動, 気象庁技術報告, No. 20 (1962), 1-96.

江田三雄・酒井良男; 北海道およびその周辺の既往の地震, 北海道に於ける特異地盤に対する地震緊急対策に関する研究, 第1編, 昭和40年度報告書 (1966), 北海道地震災害研究グループ, 5-35.

本谷義信; 北海道北部における微小地震観測—1961~66年の北海道付近の地震活動, 北大地球物理学研究報告, 18 (1967), 33-43.

2) 前出 1).

3) 前出 1).

4) 前出 1).

第1表 北海道被害地震表 (1967年まで)

Table 1. List of earthquakes accompanied by damage in Hokkaido.

西 曆 (年・月・日)	日 本 曆 (年・月・日)	震 央 地 名	震 央 °E °N	M	北海道における被害
1611. 12. 2	慶長16. 10. 28	三 陸 沖	143.8 38.2	8.1 (R)	大津波, 死者多し
1635. 3. 11	寛永12. 1. 22	松 前 付 近			松前で強震, 火災
1640. 7. 31	寛永17. 6. 13	駒 ケ 岳		6.5 (S)	噴火湾津波, 死 700 余, 駒ヶ岳噴火
1663. 8. 16	寛文 3. 7. 14	有 珠 山	140.8 42.6	6.5 (S)	有珠噴火, アイヌ死 5
1741. 8. 30	寛保元. 7. 19	渡 島 大 島	139.4 41.5	6.9 (R)	大島噴火, 大津波, 水死 1,467
1763. 1. 29	宝暦12. 12. 16	陸 奥 東 方 沖	142. 40.8	7.4 (R)	函館地方強震, 津波
1766. 3. 8	明和 3. 1. 28	津 軽	140.6 40.8	6.9 (R)	松前地方も強震
1780. —. —	安永 9. 4. —	ウ ル ッ プ 島 沖	151.2 45.3	7.0 (R)	大 津 波
1792. 6. 13	寛政 4. 4. 24	積 丹 半 島 沖	140.3 43.6	6.9 (R)	積丹半島東側津波, 死者あり
1822. 3. 12	文政 5. 1. 19	有 珠 山			有珠噴火
1833. 12. 7	天保 4. 10. 26	越 後 羽 前 沖	139.2 38.7	7.4 (R)	函館地方津波浸水
1834. 2. 9	天保 5. 1. 1	石 狩	141.4 43.3	6.4 (R)	地割れ, 家屋全壊若干
1835. —. —	天保 6. 8. —	不 明			北海道東部津波被害あり
1839. 5. 1	天保10. 3. 18	釧 路 沖	144.9 42.7	7.0 (S)	厚岸国泰寺で小被害, 津波あり
1843. 4. 25	天保14. 3. 26	釧 路 沖	144.8 41.8	8.4 (R)	根室, 釧路地方被害, 大津波, 死多数
1856. 8. 23	安政 3. 7. 23	尻 屋 崎 東 方 沖	142.3 41.2	7.7 (S)	函館より日高沿岸まで津波被害
1863. 9. 20	文久 3. 8. 8	留 萌 沖		5.9 (R)	山崩れ, 人家橋梁破損, 死傷者あり
1868. 8. 13	明治元. 8. 15	ベ ル ー ・ チ リ ー			函館などで津波
1874. 2. 28	明治 7.	留 萌 沖	141.6 43.9	6.4 (R)	津波あり
1877. 5. 9	明治10.	ベ ル ー ・ チ リ ー			函館などで津波
1881. 10. 25	明治14.	根 室 北 東 沖	147.3 43.3	7.0 (R)	クナシリ島, 根室地方で小被害
1885. 11. 25	明治18.	不 明			津波, 函館で浸水, 船舶破損
1893. 6. 4	明治26.	根 室 東 方 沖	147.0 43.1	6.6 (R)	エトロフ島, 岩石崩落, 小津波
1893. 6. 13	明治26.	根 室 南 東 沖	146.5 43.0	6.9 (S)	根室地方小被害
1894. 3. 22	明治27.	根 室 南 方 沖	146.3 42.4	7.9 (R)	根室, 厚岸, 釧路被害, 死傷あり, 中津波
1896. 6. 15	明治29.	三 陸 沖	144.2 39.6	7.6 (R)	十勝, 日高から函館まで津波被害, 死者あり
1896. 11. 18	明治29.	根 室 北 東 沖	146.0 43.5	7.6 (S)	根室地方で軽い被害
1899. 5. 8	明治32.	根 室 南 東 沖	146.0 43.0	7.2 (S)	根室厚岸地方小被害
1899. 11. 10	明治32.	根 室 東 方 沖	146.0 43.0	6.7 (S)	根室地方で軽い被害
1900. 8. 29	明治33.	青 森 県 東 方 沖	142.0 41.0	7.3 (S)	函館地方で軽い被害
1900. 12. 25	明治33.	根 室 南 東 沖	146.0 43.0	7.5 (S)	根室地方, 渡島半島で軽い被害あり
1901. 1. 14	明治34.	十 勝 沖	144.0 42.0	7.3 (S)	広尾で軽い被害
1902. 5. 28	明治35.	釧 路 沖	144.5 42.5	7.0 (S)	釧路地方小被害
1904. 3. 18	明治37.	根 室 南 方 沖	145.8 42.5	7.1 (S)	根室地方で軽い被害あり
1907. 7. 6	明治40.	根 室 南 方 沖	145.5 42.8	7.1 (S)	根室厚岸地方で小被害
1907. 12. 23	明治40.	釧 路 沖	144.5 42.5	7.4 (S)	釧路地方で軽い被害
1909. 9. 17	明治42.	浦 河 沖	143.0 41.2	6.9 (S)	浦河, 広尾地方で小被害
1910. 6. 16	明治43.	留 萌 沖 ?			留萌川筋の大和田炭山坑内出水(地震?)
1910. 7. 24	明治43.	有 珠 山	140.8 42.5	6.5 (R)	有珠山周辺で家屋半壊若干, その他

西 曆 (年・月・日)	日 本 曆 (年・月・日)	震 央 地 名	震 央		M	北 海 道 に お け る 被 害
			°E	°N		
1910. 9. 8	明治43.	留 萌 沖	141.4	44.0	5.9(R)	留萌郡鬼鹿, 苫前で家屋破損
1913. 2. 20	大正 2.	青森県東方沖	142.0	41.5	7.0(S)	帯広, 浦河等で軽い被害
1913. 8. 1	大正 2.	浦 河 沖	142.5	41.8	6.2(S)	浦河地方で軽い被害
1915. 3. 18	大正 4.	三 陸 沖	143.1	40.7	7.6(S)	帯広地方小被害, 死者 2
1916. 3. 18	大正 5.	十 勝 沖	143.7	41.2	6.6(S)	釧路で小被害
1918. 5. 26	大正 7.	留 萌 沖	141.5	44.2	5.6(S)	留萌郡鬼鹿で小被害
1918. 9. 8	大正 7.	ウッップ島沖	151.8	45.7	7.9(R)	大津波, ウッップ島で死 24
1918. 11. 8	大正 8.	エトロフ島沖	148.8	44.1	7.8(R)	小津波あり
1926. 9. 5	大正15.	十 勝 沖	143.7	42.0	6.8(J)	帯広地方小被害
1931. 2. 17	昭和 6.	浦河北西方	142.6	42.3	6.8(J)	浦河, 静内地方で小被害
1931. 3. 9	昭和 6.	青森県東方沖	142.5	41.2	7.6(J)	函館で小被害
1931. 3. 30	昭和 6.	十勝川河口	143.8	42.8	6.6(J)	釧路, 白糠, 音別方面小被害
1932. 11. 26	昭和 7.	新冠川河口	142.4	42.4	6.8(J)	日高地方一帯小被害
1933. 3. 3	昭和 8.	三 陸 沖	144.7	39.1	8.3(J)	大津波, 日高地方で死 13
1938. 5. 29	昭和13.	屈斜路湖	144.3	43.6	6.0(J)	震央地方で小被害, 死 2
1940. 8. 2	昭和15.	積丹半島沖	139.5	44.1	7.0(J)	日本海岸大津波, 死 10
1947. 11. 4	昭和22.	留 萌 沖	141.0	43.8	7.0(J)	小津波, 軽い被害
1952. 3. 4	昭和27.	十 勝 沖	143.9	44.1	8.1(J)	十勝, 日高, 釧路地方大被害, 死 28
1952. 10. 5	昭和27.	カムチャッカ沖	159	52.5	8.3(C)	太平洋岸小津波, 軽い被害
1953. 7. 14	昭和28.	熊石付近	139.9	42.2	5.4(J)	熊石で強震, 地すべり等あり
1956. 3. 6	昭和31.	網 走 沖	144.1	44.3	5.8(J)	網走地方で軽い被害
1958. 11. 7	昭和33.	エトロフ島沖	148.5	44.3	7.8(J)	根室, 釧路地方小被害, 小津波
1959. 1. 31	昭和34.	弟子屈付近	144.4	43.4	6.2(J)	弟子屈, 阿寒で小被害
1959. 11. 8	昭和34.	積丹半島沖	140.6	43.8	6.2(J)	小樽などで軽い被害
1960. 5. 23	昭和35.	チ リ ー	73½ W	41 S	8.5(C)	太平洋岸一帯大津波, 北海道で死 8, 不明 7
1961. 8. 12	昭和36.	根室南方沖	145.6	42.9	7.0(J)	釧路地方で小被害
1962. 4. 23	昭和37.	広 尾 沖	143.9	42.2	7.0(J)	十勝, 釧路, 日高地方で小被害
1963. 1. 28	昭和38.	養老牛付近	145.0	43.6	5.3(J)	中標津町養老牛で壁等破損
1963. 10. 13	昭和38.	エトロフ島沖	150.0	43.8	8.1(J)	釧路で軽い被害, 小津波
1964. 1. 20	昭和39.	知床半島	145.2	44.0	4.6(J)	羅臼町で軽い被害
1964. 5. 31	昭和39.	根室東方沖	147.2	43.3	6.7(J)	釧路地方で軽い被害
1964. 6. 23	昭和39.	根室南東沖	146.5	43.0	7.0(J)	根室, 釧路地方で軽い被害
1965. 8. 31	昭和40.	弟子屈付近	144.5	43.4	5.0(J)	弟子屈町で軽い被害
1967. 11. 4	昭和42.	屈斜路湖付近	144.3	43.5	6.5(J)	弟子屈, 阿寒で小被害

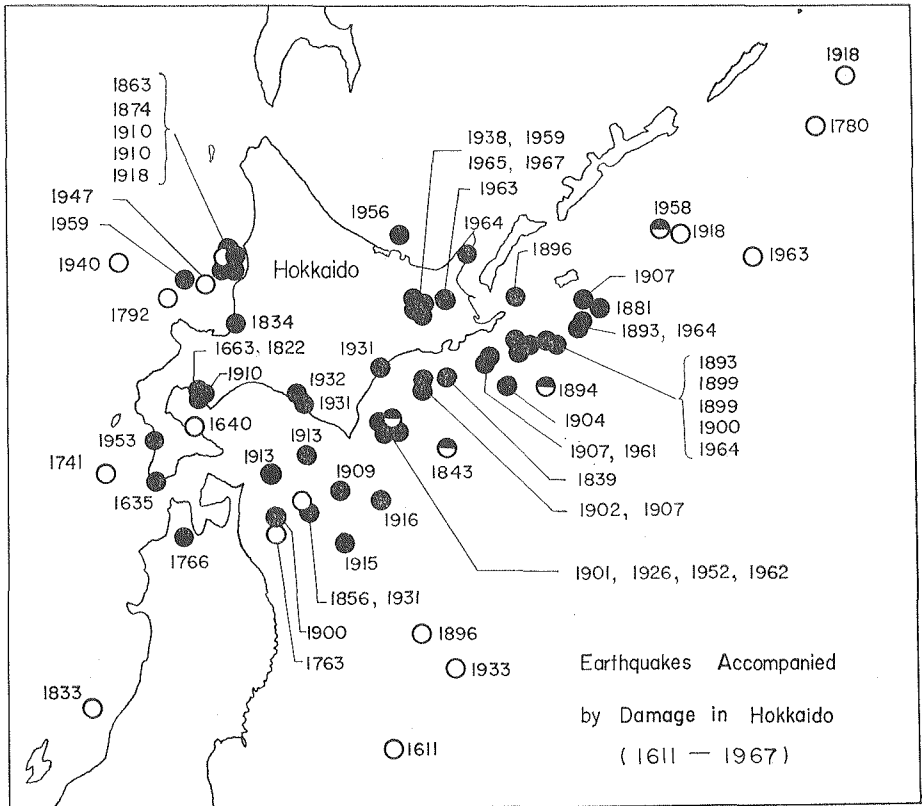
Meteorological Observatory 刊行の表<sup>5)</sup>に記載されている河角の決めたマグニチュードをそのまま採用したものとと思われるが, このマグニチュードは Tsuboi<sup>6)</sup> が述べているように平均し

5) Seismological Bulletin of the Central Meteorological Observatory for the Year 1950, (1952).

6) C. Tsuboi; Time Rate of Energy Release by Earthquakes in and near Japan—Its General Uniformity and Variability, J. Phys. Earth, 12 (1964), 25-36.

て0.4大き過ぎるので、第1表では札幌管区気象台のものから0.4を引いた値を記してある。なお1896年11月18日の地震は震度分布等からみてやや北に寄り過ぎているように思えるので0.5°南へ移した。

1926年以後の震央、*M*は気象庁の決定したものを採用し(J)と付記してある。ただし外地の地震はU. S. Coast and Geodetic Surveyが決定したもので(C)と付記してある。



第1図 北海道に被害をもたらした地震の震央分布

●: 地震動による被害 ○: 津波による被害 ◐: 両者による被害

Fig. 1. Epicenters of earthquakes which caused damage in Hokkaido.

Solid circle: damage due to shaking, open circle: damage due to tsunami, half-filled circle: damage due to the both.

第1表の被害地震の震央を地図上に示したものが第1図である。図中黒丸は地震動による被害を、白丸は津波による被害を、半黒丸は両者による被害を伴った地震である。大正時代およびそれ以前の地震の震央位置はかなり誤差があるものもあるが、だいたいの状況は示されていよう。すなわち北海道における地震被害は太平洋岸沖に発生する *M*7 以上の大地震によるものが多いが、内陸部および日本海岸沖に発生するやや小さい地震による場合も少なくないことがわかる。

被害の有無、大小は人文的要因も関係するので、第1表、第1図は物理的に大きい地震の分布を示すものではない。なお当然のことながら近年になるほど被害の記録が残っている地震の数は増してきている。物理的な地震活動を論ずるには、器械による地震観測が整備された時代(昭和初年頃以降)の観測資料を使わざるを得ない。

### III. 近年の浅い地震の活動

ある地域の地震活動の地理的分布を地図上に示すことは厳密に言えば非常にむずかしい。その一つの条件として、その地域に起ったある一定の大きさ以上の地震の震源位置と、マグニチュードが洩れなくわかっていなければならない。

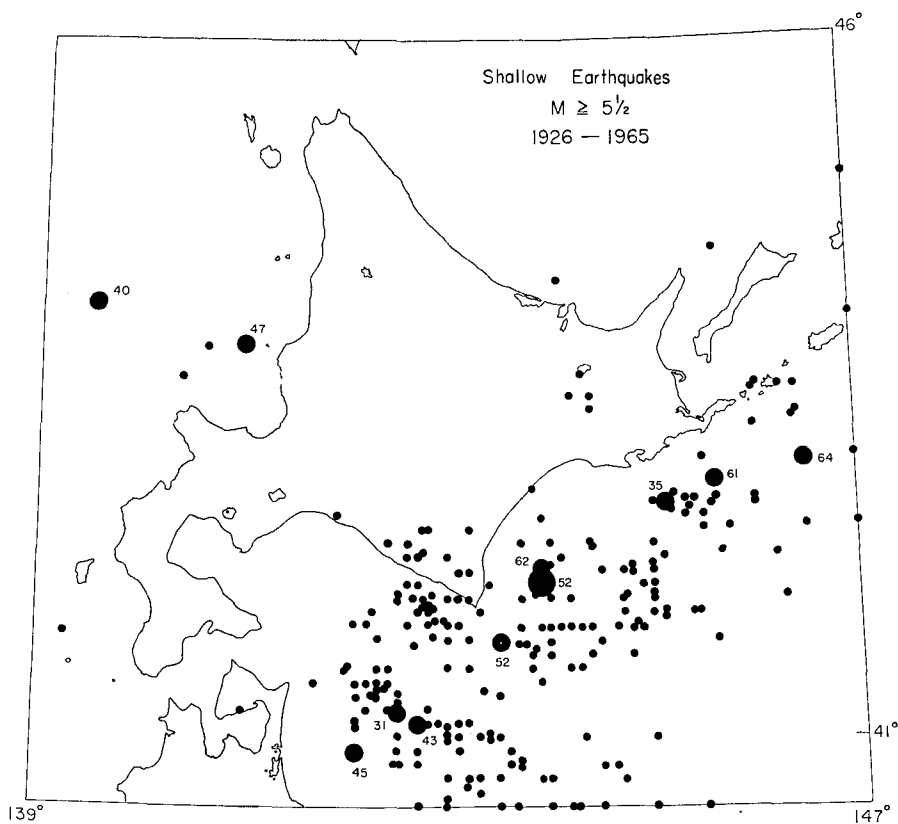
この数年間は世界の地震観測網の拡充とデータ処理能力の向上のため、北海道周辺の地震はだいたい  $M5$  以上ならばもれなく震源が決まるようになった。決まるといってもその精度についてはいろいろ問題があるが、これはデータの精度が悪いというよりはむしろ日本付近の地下構造の特異性によるものと思われる。

一方、気象庁の地震観測網もこの数年来改善され、以前よりも小さい地震まで精度よく震源が求められるようになったが、その能力は北海道内陸部および沿岸から 50 km 以内程度の海域を考へても、 $M4$  以下の地震では必ずしも震源が決められるとはいえず、地震の多発する太平洋岸沖合および南千島方面では  $M5$  程度でも震源が決まらないことがあると思われる。

1960年頃よりも以前では震源の決められた地震の  $M$  の下限はさらに高く、“震央が発表されている地震”を漫然とプロットした分布図、あるいはある一定の大きさ以上の地震に限ったとしても、その限度を観測網の能力ないしはデータ処理方法、公表の基準に留意せずに選んだものでは、沖合へゆくほど地震発生が実際以上に稀薄になってゆくように見える。今までも北海道周辺を含めて日本付近の地震活動を示す震央分布図は多数作られているが、上記のことを考慮してゆがみなく作られたものはほとんど見当らない。以下示す第3, 6, 11図も上記のような意味でゆがみのない震央分布図ではないので、その点注意を要するが、これらの図に関連した以下の議論にはこのことは本質的な影響は与えないであろう。

第2図は1926(昭和元)年から1965年末までの40年間に北海道周辺に発生した  $M5.5$  以上で深さ約 70 km 以浅の地震の震央を気象庁の資料を用いて示したものである。沖合に起った  $M5.5\sim6$  程度の地震が少数脱落しているかも知れないが、また、昭和初期および昭和20年前後のものは震央精度があまり良くないと思われるが、北海道周辺の地震活動の概況を示しているものといえよう。図中数字を付した大丸は  $M7$  以上の地震で数字は発生年(19を省略)を示す。これをみると太平洋岸沖合、日本・千島海溝に至るまでの部分で地震活動が著るしく高いことが明瞭にわかる。

第2図では空白となっている北海道の内陸部でも地震が起っていないわけではない。第3図は1953年から1967年末までの15年間に気象庁の観測網(区内観測所の震度観測も含む、火



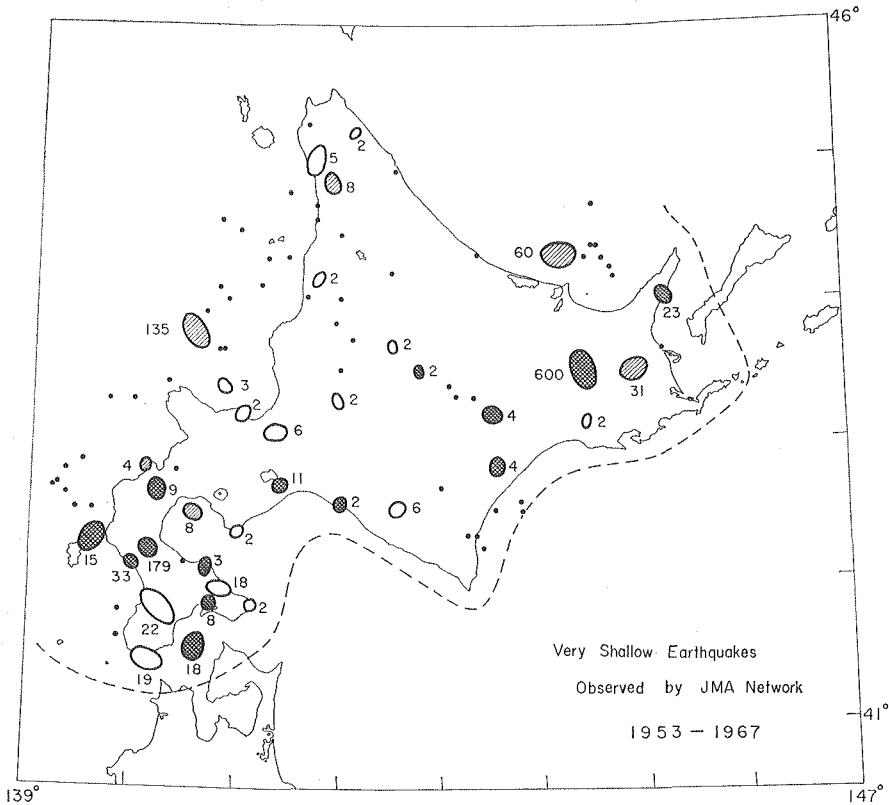
第2図 1926~1965年における  $M \geq 5.5$  以上の浅い地震の震央分布  
大丸は  $M \geq 7$  のもの

Fig. 2. Shallow earthquake epicenters with  $M \geq 5.5$  during 1926-1965.  
Large circles indicate earthquakes with  $M \geq 7$ .

山観測点のみで観測された地震は除く)で観測された深さ約 30 km 以浅と推定されるいわゆる極く浅い地震の震央分布を示す。楕円形の区域に数字を付してあるものは、その区域にその数だけの地震が観測されたことを示し、網目入の楕円はそこでの地震の起り方が群発地震型ないしはそれに近い型、すなわち比較的多数の前震を伴う「前震—本震—余震」型であったことを、斜線入の楕円は「本震—余震」型であったことを、白楕円は上記の型のように比較的短期間に多数の地震が発生する型ではなくて、むしろ長期間にわたって散発的に起っていたことを示す。

この図を見れば、 $M 5$  程度以下の小地震は北海道内でもかなり起っており、とくに渡島半島および道東部では群発性のものも多いことがわかる。なお、図中の点線より南側でも極く浅い地震が無いわけではないが、この地域の地震の震源の深さを精度よく決めて、極く浅い地震だけを選び出すことは困難であるので、この地域は調査の対象から除いてある。

深さ 100 km を越えるいわゆる深発地震は特別の分布をしており、地球物理学的には興味深いものであるが、震災とは直接関係がないのでここでは文末に付録として簡単に記述するに止める。



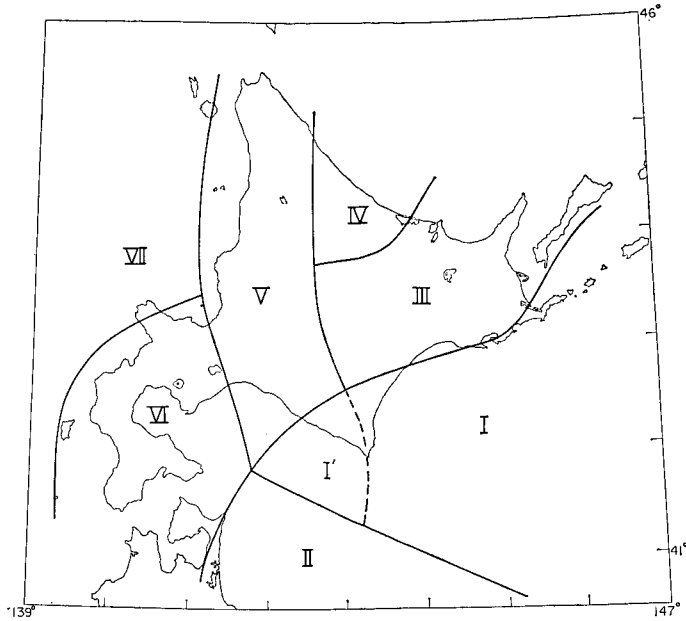
第3図 1953~1967年における極く浅い地震の分布  
(破線より上の地域)

Fig. 3. Epicenters of very shallow earthquakes in the area north of the broken line during 1953-1967.

#### IV. 北海道およびその周辺の区域分けと 各地区の地震発生の状態

第2, 3図およびその他の地震発生に関する知識を考慮すると、北海道おその周辺の浅い地震の活動は第4図に示すような7地区に分けて考えることが適当であろうと思われる。すなわち

- I) 道東部の太平洋岸沖合 (日高地方の一部を含む)
- II) 道南部および青森県の太平洋岸沖合
- III) 道東部
- IV) 道北東部およびその沖合
- V) 道北部および道央部
- VI) 道南部および津軽海峡方面
- VII) 日本海岸沖合



第4図 北海道およびその周辺の区域分け  
 Fig. 4. Seismic regionalization of Hokkaido district.

ただし、日高地方の一部とその沖合を含む I' 地区は I 地区の一部であるが、これだけを特別に考察する必要を感じたのでとくに設けたものである。

以下各地区ごとに地震発生の状況について考察を進めるが、ここで用いるマグニチュード  $M$  は第1表に示されているものの他は、気象庁が決定したものをを用い、それが与えられていないものは坪井公式により算出し、坪井公式を用いるための振幅のデータが得られない場合は、有感半径および気象庁観測網の地震計の最大記録距離（近年の高感度の地震計によるものを除く）と  $M$  との関係 (UTSU<sup>7)</sup>, Fig. 195) から推定した。1885~1925年の地震は Central Meteorological Observatory<sup>8)</sup> の表の値から 0.4 を引いたものを採用した。

### 1. I 地区

この地区は地震活動が高く大地震が多いが、第4図の範囲を越えてさらに北東方のものまで含めると  $M$  8 程度の第1級の大地震としては第2表のものが知られている。第5図にはこれらの震源域を示す。初めの四つは推定であるが、近年の三つはおもな余震の分布から決めたものである。

前記の大地震に次ぐ  $M$  7 程度のものは、1925年以降第3表に示す 21 個が発生している。1932年のものは気象庁の震央によれば V 地区に入ることになるが、第5節で述べるような理由からこの表に含めておいた。

7) T. UTSU; A Statistical Study on the Occurrence of Aftershocks, Geophys. Mag., 30 (1961), 521-605.

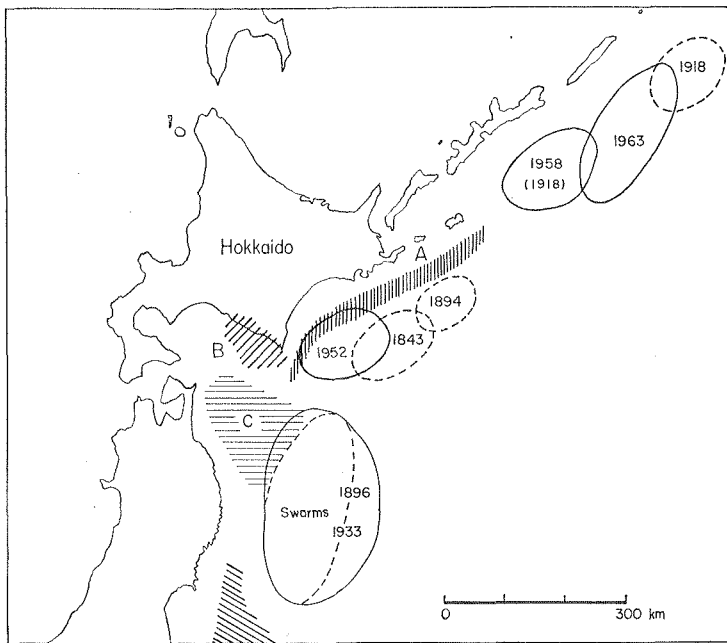
8) 前出 5).

第2表 I 地区およびその北東方における M8 級の大地震

Table 2. Earthquakes of magnitude around 8 in Region I and its northeast.

年月日	震 央	深さ (km)	$M_0$	地震群としての型	$M_0 - M_1$
1843. 4. 25	釧路南方沖		8.4	前震不明*, 大きな余震多数あった模様	
1894. 3. 22	根室南方沖		7.9	大きな前震群あり, 群発型に近かった	0.9
1918. 9. 8	ウルップ島沖		7.9	前震不明, 余震活動は普通	
1918. 11. 8	エトロフ島沖		7.8	不 明	
1952. 3. 4	十 勝 沖	40	8.1	2日前に前震1回 ( $M 6.0$ ) あり, 余震活動は普通	1.1
1958. 11. 7	エトロフ島沖	80	7.8	直前の前震は観測されず, 余震活動は普通	0.9
1963. 10. 13	エトロフ島沖	0	8.1	前日から $M 6.3$ を含む前震多数, 余震活動は普通	1.4

\* 本文参照。



第5図 I および II 地区, およびその隣接地区における M8 級の地震の震源域と地震区 A, B, C

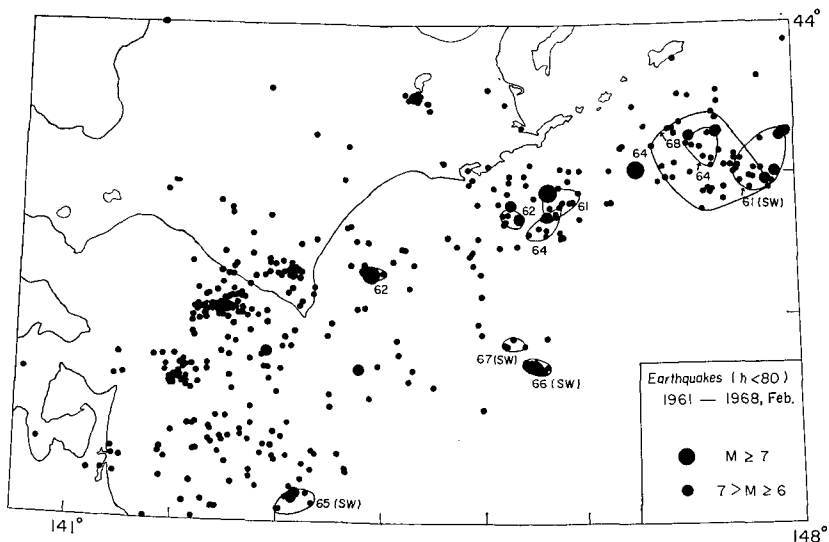
Fig. 5. Hypocentral regions of large earthquakes in region I and II and their adjacent areas.

これらの地震のうち種別欄に A と記してある 11 個は第 5 図に縦線で示した帯状の地域に発生したもので, 十勝沖地震の一余震 (1952 年 3 月 10 日) と 1968 年 1 月の根室東方沖のものを除くと震源がやや深く (60 km ± 20 km), 大きな余震を伴うことがなく, 本震と最大余震のマグニチュードの差  $M_0 - M_1$  は 2 前後である。

これに反して種別欄に S と記してある 6 個の地震は A 地帯の外側に起ったもので, うち少なくとも 3 個は余震活動が高く, 1925, 1961 年のものは群発型であった。M8 級の地震でも

第3表 I地区およびその東方(149°Eまで)におけるM7級の大地震  
 Table 3. Earthquakes of magnitude around 7 in Region I and east of it.

年月日	震央 °E °N	深さ (km)	$M_0$	地震群としての型	種別	$M_0-M_1$
1925. 2. 3	146.5 40.5		7.0	群発型	S	?
1925. 6. 23	142.5 41.7		6.8	前震なし, 余震なし	B	?
1926. 9. 5	143.7 42.0	40	6.8	8分前に前震あり, 余震なし	A	?
1931. 2. 17	142.6 42.3	40	6.8	前震なし, 余震多数	B	1.9
1932. 11. 26	142.4 42.4	40	6.8	前震なし, 余震多数	B	1.3
1935. 9. 11	145.1 42.7	60	7.1	前震なし, 余震少ない	A	2.1
1935. 9. 18	143.1 42.0	30	6.8	前震なし, 余震多数	B	0.8
1935. 10. 2	146.5 43.3	80	6.7	前震なし, 余震なし	A	?
1936. 3. 2	144.1 41.3	40	6.8	前震なし, 余震あり	S	0.9
1939. 12. 16	147.2 43.1	80	7.1	前震なし, 余震あり	A	?
1945. 6. 12	147.0 42.4	60	6.9	前震なし, 余震なし	S	?
1947. 4. 14	149.0 41.2	0	7.1	前震なし, 余震あり	S	?
1947. 11. 14	145.7 41.7	20	6.7	前震なし, 余震なし	S	?
1952. 3. 10	143.5 41.7	0~20	7.0	(十勝沖地震の余震)	A	—
1961. 2. 13	147.9 43.2	80	6.7	群発型に近い, $M \geq 6$ の余震3回	S	0.4
1961. 8. 12	145.6 42.9	80	7.2	前震あり, 余震普通	A	1.4
1961. 11. 15	145.6 42.7	60	6.9	(8月の地震の余震ともみなせる)	A	—
1962. 4. 23	143.9 42.2	60	7.0	前震なし, 余震少ない	A	2.2
1964. 5. 31	147.2 43.3	60	6.7	前震なし, 余震少ない	A	1.7
1964. 6. 23	146.5 43.0	80	7.0	前震なし, 余震少ない	A	?
1968. 1. 29	147.0 43.2	30	6.9	前震なし, 余震多数	A	1.1

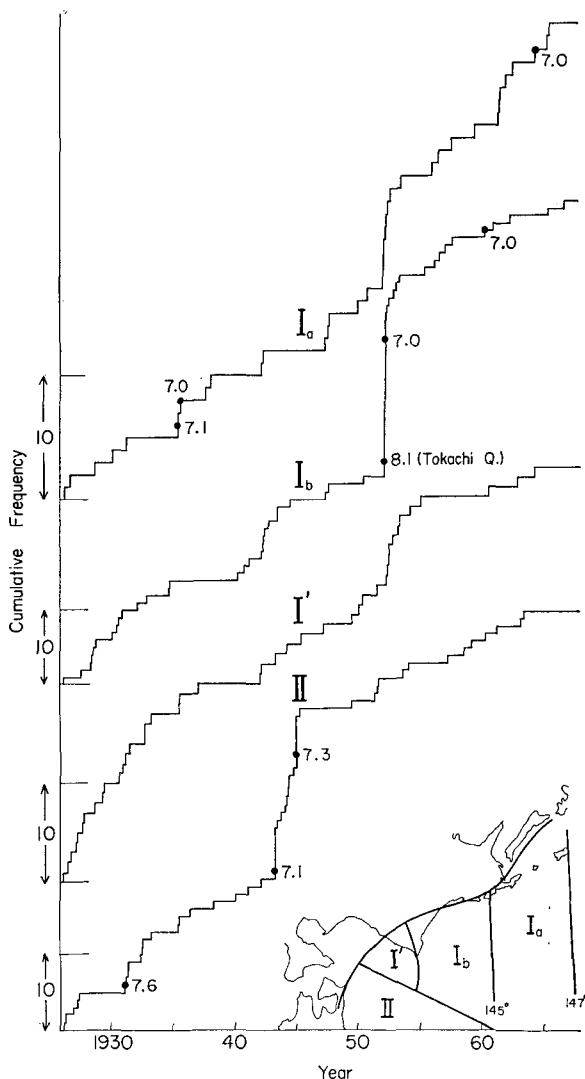


第6図 1961年~1968年2月における浅い地震の震央分布  
 Fig. 6. All shallow earthquake epicenters located by J.M.A. for 1961—February, 1968.

1894年の根室南方沖の地震は群発地震型に近かった。1843年の地震については詳しいことはわからないが、津軽で本震の半月ほど前から度々地震と感じ、本震の前日には大きなもの2回以上、本震後も大きなもの数回含む多数の地震を感じている。これがこの地震の前余震であったと断定はできないが、そうだとすればこの地震も群発型に近かったといえよう。これら両地震の震央はA地帯よりかなり沖合に位置していたものと思われる。

Mogi<sup>9)</sup>は三陸沖など日本海溝に近い斜面に震央を有する地震は、その内側のものよりも余震活動が高く、群発性を呈するものも多いことを述べているが、上記の地震もこの例に当るものであろう。和達<sup>10)</sup>は東日本の太平洋岸沖の深海に震央を有する地震を深海地震と名付け、その特徴として、群発性を有すること、記象型がP、S相とも不明瞭なことが多くゆるやかな波の振動が長く続くことなどを挙げている。前記1925年の地震は和達の挙げた深海地震の例の中に含まれている。

M5程度の地震までを含めた地震活動の状況は第6図に見られる。これは気象庁で震源が電子計算機で決められるようになった1961年以後震央が発表になったすべての地震(80 km以浅)をプロットしてあるから沖合へゆくほど大きな地震しか示されなくなる傾向はある。曲線で囲んで年号(19を省略)を付記したものはその年にまとまって起った地震群の範囲を示し(SW)と付記したものは群発型のものである。これを見ると日高沖から青森県東方沖方面で



第7図 M 5.5以上の地震の累積度数  
 Fig. 7. Cumulative frequencies of earthquakes with  $M \geq 5.5$  plotted against time.

9) K. MOGI; Regional Variation of Aftershock Activity, Bull. Earthq. Res. Inst., 45 (1967), 711-726.

10) 和達清夫; 深海地震の特異性及び三種類の地震に就て, 気象集誌 (ii), 6 (1928), 1-43.

は多数の地震が時間的にも空間的にも散らばって起っていること、1952年の十勝沖地震の余震域(第5図参照)ではすでに活動がだいぶ衰えており、むしろ根室南方沖で活動が高くなっていることなどがわかる。しかし、1894年の根室南方沖地震の震源域と思われるあたりはまったく空白であることも注目に値する。

浦河周辺のI'地区はM5~6程度の地震活動は高いが、地震観測が始まってからM7を越える大地震は知られていない。地震はほとんど深さが60km±20kmで、とくに浦河の南西沖での集中が著るしい。

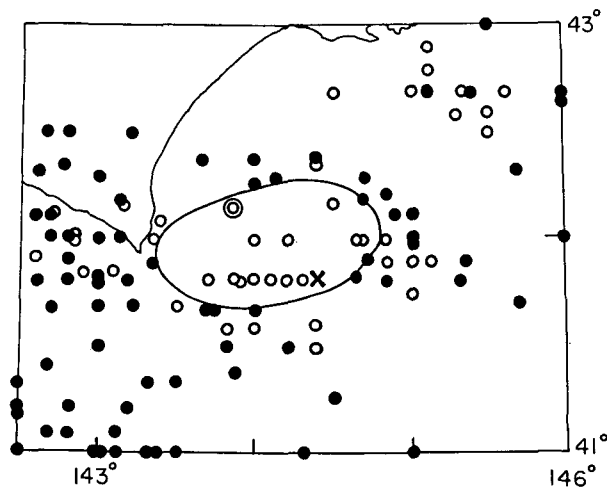
第7図には1926年以後のIおよびII地区の地震活動の時間的推移をみるために、I地区は3部分に分け、各部におけるM5.5以上の地震の累積度数を示した。この図から次のことがわかる。

(1) Ia地区(根室南東沖方面)では1952年の十勝沖地震以後傾斜が急、すなわち地震活動が活発になった。

(2) 1952年の十勝沖地震の本震と余震群の大部分を含むIb地区では、ほぼ4割の地震が同地震の直後に起り、その前後の期間では活動度に大きな変化がない。

(3) I'地区では1933年ごろまで活動が盛んで、十勝沖地震の前後で再び活動が高まり、以後現在まで活動は弱くなっている。

(4) II地区では1943~45年にかけて活動が高まった他は同程度の活動が続いている。



第8図 1952年十勝沖地震(二重丸)の前後におけるM5.5以上の地震の分布。黒丸は1926~1951年、白丸は本震後1955年までのもの。

Fig. 8. Distribution of earthquakes with  $M \geq 5.5$  before and after the Tokachi earthquake of 1952. Solid circles: earthquakes between 1926 and 1951, open circles: earthquakes after the Tokachi earthquake through 1955, double circle: the main shock.

十勝沖地震の影響はみられない。I 地区と II 地区の境は Tsuboi<sup>11)</sup> の地震区の境と一致している。

大地震の前にはその震源域では長期間にわたって地震活動が静穏であるという例がいくつか報告されている<sup>12)</sup>。第 7 図の Ib のグラフからは十勝沖地震についてこのことは見られないが、井上<sup>12)</sup> にならって 1926 年から 1951 年までの  $M 5.5$  以上の地震の震央をプロットしてみると第 8 図黒丸のようになり、十勝沖地震 (二重丸) およびその前震 (×印) を含む長径約 120 km の楕円の部分は空白となっている。白丸は十勝沖地震以後 1955 年までに起った  $M 5.5$  以上の地震である。

## 2. II 地区およびその南方

II 地区は本邦でもっとも地震活動の高い三陸沖地震区の北端に当たる。1900 年以後の  $M 7$  程度以上の地震は第 4 表のとおりで、ほぼ第 5 図の八戸沖に横線で示した区域 C に発生している。区域が狭い割に発生回数が多いが、 $M 8$  を越えるものは歴史上も知られていない。1901 年

第 4 表 II 地区における  $M 7$  級以上の大地震  
Table 4. Earthquakes of magnitude 7 and above in Region II.

年 月 日	震 央 °E °N	深さ (km)	$M_0$	地 震 群 と し て の 型	$M_0 - M_1$
1900. 8. 29	142 41		7.3	8 時間前に $M 5.4$ の前震あり	?
1901. 4. 6	142 41		7.2	} 大規模な群発地震の如し	—
1901. 8. 9	141.5 40.5*		7.7		—
1901. 8. 10	141.5 40.5		7.8		0.5
1901. 9. 30	141.9 40.2		7.3		—
1902. 1. 30	141.7 40.9		7.0		—
1902. 7. 8	142 40.3		6.9		—
1907. 12. 2	142.5 40.2		6.9		?
1909. 9. 17	143.0 41.2		6.9	前震, 余震不明	?
1913. 2. 20	142.0 41.5		7.0	前震, 余震不明	?
1915. 3. 18	143.1 40.7		7.6	前震, 余震不明	?
1931. 3. 9	142.5 41.2	0	7.6	前震なし, 余震活動普通	1.6
1943. 6. 13	142.7 41.1	20	7.1	5 分前に小前震あり, 余震活動大	0.6
1945. 2. 10	142.1 40.9	30	7.3	8 日前に $M 5.7$ の前震あり, 余震活動普通	0.8

\* この震央は八戸付近に当るが、小津波が銚子まで観測されたこと、震度分布が他の青森県東方沖の地震と似ていることから、震央はやや沖合であろうと思われる。同様に続く二つの地震も上記震央より沖合であろう。

11) C. Tsuboi; Earthquake Province—Domain of Sympathetic Seismic Activities, J. Phys. Earth, 6 (1958), 35-49.

12) たとえば

井上宇胤; 新潟地震前における震央付近および隣接地域の地震活動について, 験震時報, 29 (1965), 139-144.

L. R. Sykes; Spatial and Temporal Distribution of Earthquakes, ESSA Symposium on Earthquake Prediction, Feb. 1966, 38-43.

8月および9月のものは1902年1月のものを含めて大規模な群発地震を形成しているとも見られるが、他の地震は二三少数の前震を伴ったものもあるが、おおむね「本震—余震」型である。この地区の1900年以前の大地震としては1856年のもの( $M=7.7$ )が恐らく該当するであろうし、その前には1763年1月から3月にかけて3回の大地震( $M 7.1\sim 7.4$ )が発生している。

第5表 三陸沖に発生したおもな地震群の主震( $M\geq 7$ のもの、ただし著るしい群発地震は $M\geq 6$ のものも含めた)

Table 5. The main shocks of earthquake swarms and aftershock sequences off the coast of Sanriku (south of Region II).

年月日	震央 °E °N	深さ (km)	$M_0$	地震群としての型	$M_0-M_1$
1896. 6. 16	144.2 39.6		7.6*	前震あり、大きな余震多数、群発型に近い 1898年末までに $M\geq 7$ のもの約10回	0?
1905. 8. 25	143.0 38.0		7.0		?
1912. 6. 8	143.3 39.3		7.1	前震多し	?
1913. 10. 3	142.5 40.0		7.5	$M 7.3$ のもの2回、その他、群発型に近い	0.2
1915. 11. 1	143.2 38.8		7.1	群発型、 $M\geq 6$ のもの12回	0.3
1919. 5. 3	144.0 40.0		7.1	5カ月前に $M 6.9$ のものあり	?
1928. 5. 27	143.2 40.0	0~20	7.0	群発型、 $M\geq 6$ のもの5回	0.1
1929. 4. 1	144.2 39.0	20	6.3	群発型	?
1933. 1. 7	144.5 40.0	20	6.8	群発型、 $M\geq 6$ のもの3回	0.6
1933. 3. 3	144.7 39.1	0~20	8.3	上記のものを除くと直前の前震なし、余震多数	1.6
1935. 10. 13	143.6 40.0	40	7.2	前震なし、群発型に近い、 $M\geq 6$ のもの8回	0.1
1938. 12. 14	143.1 38.4	0	6.3	群発型、 $M\geq 6$ のもの3回	0.5
1939. 10. 11	143.0 38.4	40	6.8	大きな余震あり	0.5
1941. 3. 13	143.5 39.6	0	6.3	群発型、 $M\geq 6$ のもの3回	0.3
1952. 10. 27	143.4 39.4	50	6.6	群発型、 $M\geq 6$ のもの10回	0.2
1955. 4. 8	143.7 38.3	20	6.5	群発型、 $M\geq 6$ のもの5回	0.1
1960. 3. 21	143.5 39.8	20	7.5	前震あり、余震多数	0.8

\* GUTENBERG<sup>13)</sup>によれば  $m=8$ ,  $M=8.7$ , 1898年までの続震のいくつかについても同程度の大きな  $m$  を与えている。

II地区の南方(三陸沖)では $M 8$ を越える大地震が歴史上何回か知られており、北海道にも影響が及んでいる。1896年の津波地震以後この方面で起った顕著な地震は第5表に示すようにほとんど群発型ないしはそれに近い型である<sup>14)</sup>。これらの地震のうち1896年と1933年の $M 8$ 級の大地震を除くと、その震源域はほぼ第5図に Swarms と記した楕円の中に収まるようである。1933年の大地震( $M=8.3$ )の余震域はこの楕円を含み、更にその外側に拡がっており、その本震の震央はこの外側の部分に位置していた。このことはこの地震が群発的でなく $M_0-M_1$ が1.6と大きかったことに関連しているのかも知れない。

13) B. GUTENBERG; Great Earthquakes, 1896-1903, Trans. Am. Geophys. Un., 37 (1956), 608-614.

14) 石川高見; 三陸沖強震の習性, 験震時報, 7 (1933), 163-166.

## 3. III 地 区

この地区では知床半島から阿寒をへて十勝岳に至る火山地帯に極く浅い地震が多い。しかし1956年3月6日の網走沖地震はオホーツク沿岸沖には珍しい浅発地震で、 $M$  5.8、小津波を伴った。本震の2分前に前震らしい小地震が記録された他は前震活動は認められず、余震も約60回記録されたが最大のもので  $M$  4.0 程度であった。余震は3月中にほぼ終わったが、その後も少数のものが散発した。しかし1959年以降、余震域の東方で若干の地震が起るようになったが、これらはその震央位置、回数から考えて網走沖地震の直接の余震とは思えない。

1935年2月19日の地震 ( $M$  5.3) も震央は正確にはわからないが網走沿岸のものらしい。この地震には前震余震は観測されなかった。

火山地帯に起ったものは群発型を示すか、あるいは「本震—余震型」でも余震の時間的分布あるいはマグニチュードの分布が標準的な型とはやや異なるものが多い。

1964年の羅臼群発地震は1月8日ごろから有感地震が起り始め、14日に震度3があり、20日には震度4が9分間隔で2回 ( $M$  4.5 と 4.6)、以後も多数の有感地震が観測されたが4月10日の震度1を最後に終息した。

中標津、計根別付近には散発的に小地震が起っているが、1963年1月28日には養老牛部落を中心に  $M$  5.3 の地震が起り、現地では多くの余震が感じられた。

屈斜路湖から阿寒湖にかけての地域は1938年5月29日  $M$  6.0 の被害地震があったが、1953年以降について調査しても、第6表のようにいくつかの地震が起り、時折小被害を生じている。これらの地震は典型的な群発地震型でもなく、また普通の「本震—余震」型ともやや異

第6表 阿寒、弟子屈地方における最近15年間のおもな地震

Table 6. Strong earthquakes in Akan-Teshikaga area in recent 15 years.

年月日	時分	震 央 E N	深さ (km)	$M$	前 震	余震*	最 高 震 度
1953. 3. 4	05:52			4	な し	1	IV 屈 斜 路
1959. 1. 22	16:33	144°2' 43°35'	0~20	5.7	な し	1	V 上御卒別
1959. 1. 31	05:38	144°4' 43°35'	20	6.2	直前のものなし	305	V 上御卒別, 阿寒湖畔
1959. 1. 31	07:16	144°4' 43°45'	0	6.1	—	—	V 上御卒別, 阿寒湖畔, 弟子屈
1961. 4. 9	03:40	144°27' 43°26'	0	4.1	な し	5	IV 弟子屈, 川湯
1963. 4. 23	15:43	144°19' 43°30'	0	4.3	な し	3	III 阿寒湖畔
1963. 10. 5	13:22	144°19' 43°30'	0	4.4	な し	5	III 弟子屈, 櫻茶
1965. 8. 31	16:49	144°26' 43°29'	0	5.1	な し	43	IV 弟子屈, 川湯, 他
1965. 8. 31	17:03	144°26' 43°27'	0	5.0	—	—	IV 弟 子 屈
1965. 9. 9	13:39	144°18' 43°28'	0	5.1	—	—	IV 上御卒別, 阿寒湖畔
1967. 11. 4	23:30	144°16' 43°29'	0	6.5	な し	46	V 和 琴
1967. 11. 4	23:45	144°10' 43°30'	0	5.6	—	—	IV 厚 岸

\* 本震以後10日間に観測された数

なる起り方をしている。それは二つまたは三つの同程度の大きさの地震が続いて起り、それ以下の地震ははるかに小さい場合がしばしばあることである。

1959年1月31日の地震は  $M 6.2$  と  $6.1$  のものが約1時間半の間隔で起ったが、その次に大きい地震は  $M 4.9$  で前記2地震よりはるかに小さかった。1965年8月31日の地震は  $M 5.1$  と  $5.0$  のものが約15分間隔で起り、更に10日後  $M 5.1$  のものが起った。これらに次ぐ大きさのものは  $M 4.2$  であった。1967年11月4日の地震は  $M 6.5$  と  $5.6$  のものが15分間隔で起り、これらに次ぐ大きさのものは  $M 4.3$  であった。

また、余震が異常に少ない地震もある。1959年1月31日の地震の8日前にも  $M 5.7$  という地震が起っているが、この地震の余震はほとんど観測されず、わずかに余震かも知れないと思われる小地震 ( $M 3$  程度) が1回認められたに過ぎなかった。

#### 4. IV 地区

この地区は地震活動が極めて低く、 $M 4$  を越える地震は知られていない。

#### 5. V 地区

この地区の南端は30 km以深の地震が頻発しているI'地区に接しているので、この境界付近の30 km以深の地震はI'地区系統のものと考えたほうがよいであろう。ここで問題となるのは1932年11月26日の地震 ( $M 6.8$ ) で気象庁によれば震央は日高山脈西側  $42.4^{\circ}\text{N}$ ,  $142.4^{\circ}\text{E}$ 、深さ40 km、北田<sup>15)</sup>によれば  $42.4^{\circ}\text{N}$ ,  $142.3^{\circ}\text{E}$ 、深さ20 kmである。しかしこの地震の観測データをみると、この震央位置の精度は高いものとは思えない。この地震の被害は様似から門別まで及び、しかも内陸部の極く浅い地震にみられるような震央付近で局部的に被害が著るしくなる現象がみられないので、深さがやや大きいか、震央が沖合にあるものと思われる。一方震央が決められた余震 (これら余震は浦河、室蘭等のP-S時間が求められており、震源の精度は本震よりは高いと思われる) は皆、沖合の深さ40 km付近に集中しており<sup>16)</sup>、本震も内陸の浅い地震ではない可能性が大きい。従ってこの地震はV地区には含めないことにする。

また1930年12月13日の地震 ( $M 6.1$ ) も気象庁によれば日高山脈西側で深さ20~40 kmであるが、震度分布 (異常震域現象を示している) その他からみて、やや深い地震であろうと思われるのでV地区のものとは見なさなかった。

この地震を除くと最近40年間の大きな地震は1927年4月22日、1931年8月16日の日高山脈西側のもの ( $M 5.9$  と  $5.5$ )、1942年2月28日の鶴川付近のもの ( $M 5.6$ ) など、みなV地区の南部で起っている。北部から中部にかけては  $M 5$  以上のものは起っていない。最近15年間におけるものとしては1960年8月29日の天塩付近のもの ( $M 4.4$ )、1967年8月11日の名寄付近のもの ( $M 4.3$ ) などが大きかった。

歴史上では1834年の石狩地震 ( $M 6.4$ ) が最大である。現在札幌付近に散発している小地

15) 北田道男; 新冠川河口強震調査報告, 験震時報, 7 (1933), 103-110.

16) 野村新太郎; 北海道日高沿岸の地震調査, 気象集誌 (ii), 11 (1933), 465-467.

震の一部はこの地震の余震と考えられないこともないが、そのすべてをこの地震の余震とみなすには、本震直後の余震活動状況と改良大森公式を考え合わせると、その回数がやや多すぎようである。

1925年5月23日の地震は日高山脈西側と推定され (Central Meteorological Observatory<sup>17)</sup>によれば 42.7°N, 142.4°E)  $M$  6.3 である。震度分布からみて深い地震ではなさそうなので V 地区の地震としては大きいものである。前記 1927 年と 1931 年の地震や、第 3 図の日高山脈西側の 6 回の散発的な地震はこの地震と同系統のものかも知れない。

第 1 図にみられるように留萌沖では今から 50~100 年前活動が活発な時期があった。1863 年、1874 年のものは詳細不明であるが、1910 年 9 月 8 日のもの、1918 年 5 月 26 日のものは若干の余震が観測された。1910 年 6 月 16 日のものは地震計観測の記録がなく地震であるか否か疑わしい。

V 地区の北方への延長は樺太西半に当り、そこでの地震活動は SOLOV'EV<sup>18)</sup> の研究と比較すると V 地区とほぼ同程度である。

## 6. VI 地区

この地区には小地震は比較的多いが、大地震はまれである。最近 40 年間で最大のものは 1953 年 7 月 14 日熊石付近 ( $M$  5.4) であった。1892 (明治 25) 年 8 月から 10 月にかけて松山南部を震央とする地震が数回記録されており、そのうち最大のものは 10 月 22 日の  $M$  7.1 であるが、この  $M$  の値は大き過ぎるようである。しかしこの地震は札幌でも弱震を感じているからかなり大きかったものようである。ただし付録で述べるように深い地震にも若干の続発性があるので、深い地震であった可能性も皆無ではない。

この地区には群発地震が多い。最近 15 年間でも次の 5 群が起っている。

### (1) 1954 年の津軽海峡の地震群 (41.5°N, 140.6°E 付近)

1 月 31 日にこの付近に小地震があったが、5 月 12 日に  $M$  5.2 のものが起った。この 2 年前に前震があり、10 数回の余震が観測されたが、なかでも 7 月 31 日 ( $M$  4.8) と 10 月 16 日 ( $M$  4.4) のものが大きかった。

### (2) 1953 年の熊石群発地震 (42.0°N, 140.0°E 付近)

5 月 7 日より始まり 5 月中 10 回、うち 3 回は熊石で震度 3 を記録した。7 月に再開し、14 日のものは  $M$  5.4 で熊石で震度 5、地入り、道路の亀裂等を生じた。以後 17 日までに 18 回有感地震があり、また 8 月にも 3 回起った。

### (3) 1966 年の鉛川群発地震 (42.1°N, 140.1°E 付近)

1961 年に 3 回、1964 年に 1 回鉛川で局発地震があったが、1966 年 5 月 11 日ごろから鉛川で地鳴りが始まり、20 日ごろから震動も感じられるようになった。27 日 23 時 34 分と 28 日

17) 前出 5).

18) S. L. SOLOV'EV; Seismicity of Sakhalin, Bull. Earthq. Res. Inst., 43 (1965), 95-102.

0時1分に震度4 ( $M 3.7$ ) のものが起り、以後余震多く、5月中に有感地震80回、6月中86回、7月中4回が記録された。

(4) 1957年の奥尻島北東沖の群発地震 ( $42.3^{\circ}\text{N}$ ,  $139.6^{\circ}\text{E}$  付近)

5月12日から6月11日までに14回の地震が観測され、最大のものは5月30日の  $M 5.0$  であった。

(5) 1966年寿都南方の群発地震 ( $42.6^{\circ}\text{N}$ ,  $140.2^{\circ}\text{E}$  付近)

1959年に1回この付近に地震があったが、1966年1月2回、2月2回、3、4月各1回、5月2回地震が観測された。最大のものは4月8日の  $M 3.6$  で長万部で震度3であった。

以上のような群発地震は比較的短い期間にまとまって発生し、その期間以外ではほとんど起っていないが、ある地域ではかなり長い期間にわたって散発的に地震が発生している所もある。最近15年間の状況をみてもたとえば次のような地域がある。

(1) 松前付近 ( $41.4^{\circ}\text{N}$ ,  $140.2^{\circ}\text{E}$  付近)

1955, 58, 60, 61, 62, 63, 65, 67の各年にそれぞれ1ないし数回、松前または白神で地震を感じている。最大のものは1958年11月5日のもので、松前、江良、福島で震度4、 $M 4.4$  程度であった。1958年10月25日、1960年10月25日のものも震度4を記録している。しかしこれら三地震の前後数カ月間にはその前震余震と思われるものは観測されていない。この地域には1919年5~6月に群発地震があり震度4~5を含む数十回の地震が観測された記録がある。

(2) 江差~木古内間 ( $41.9^{\circ}\text{N}$ ,  $140.2^{\circ}\text{E}$ ~ $41.7^{\circ}\text{N}$ ,  $140.4^{\circ}\text{E}$  付近)

1955, 57, 58, 61, 64, 66, 67の各年に1ないし数回の地震が感じられており、最大のものは1955年5月6日のもので江差、木古内、河北で震度3、 $M 4.2$  程度であった。この地震の余震は観測されず、9日前に前震らしいものが1回あったのみである。

(3) 函館北東方 ( $41.9^{\circ}\text{N}$ ,  $140.9^{\circ}\text{E}$  付近)

1953, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 66, 67の各年に1ないし数回ずつ地震を感じている。最大のものは1956年12月12日のもので函館、恵山、大沼、大野で震度2、 $M 4.0$  程度であった。

以上のほか普通の「本震—余震型」を示したものとしては、1955年1月28日噴火湾内の地震  $M 5.1$  (余震6回)、1959年2月22日寿都付近の地震  $M 5.0$  (余震3回) などがあった。

この地域で歴史上大きな地震は有珠山の活動に伴ったもので、1663, 1822, 1910年の噴火の際などは多数の地震が群発し最大のものは  $M 6.5$  程度に達したこともあった。1944年の活動(昭和新山生成)の時の最大の地震は  $M 4.8$  程度であった<sup>19)</sup>。

## 7. VII 地 区

この地区も地震活動は高くないが、時に  $M 7$  を越える大地震が起り、沿岸に津波の被害を及ぼすことがある。最近40年間で最大のものは1940年8月2日のもので、気象庁の与えた

19) T. KIZAWA; A Study of Earthquakes in Relation to Volcanic Activity (I), Papers Met. Geophys., 8 (1957), 150-169.

$M$ は7.0であるが GUTENBERG-RICHTER<sup>20)</sup>は  $M$  7.7 を与えており、津波の浪源域もかなり広がったようである<sup>21)</sup>。しかしこの地震の前震は観測されず、余震も最大のもので  $M$  4.8 に過ぎず、その時間的減衰も非常に急であった<sup>22)</sup>。これに対し、1947年11月4日の留萌沖の地震 ( $M$  7.0)、1959年11月8日の積丹半島沖の地震 ( $M$  6.2)などは普通程度の余震活動を伴ない、かつ後者には本震の1分前に前震らしい小地震があった。

**V. 各地区の地震発生の特徴**

以上の7地区についてその地震発生上の特徴を比較してみる。

**1. 震源の深さ**

I, II 地区では気象庁の決めた震源によれば深さ 40 km またはそれ以深のものが多数あり、地殻の下、マントルの最上部で活動が高いように見える。沿岸に近い部分とくに I' 地区ではこのことは確実と思われるが、沖合の部分では震源の深さの精度には問題があり<sup>23)</sup>、群発型の地震などは震源がごく浅いものであるのかも知れない。詳しいことはこの地域の地殻構造が精密にわかり、それにもとづいて震源が決め直されるまでは何ともいえない。

III, IV, V, VI 地区の地震はほとんどすべて 30 km 以浅で地殻中に発生しているものと思われる (いわゆる深発地震はここでは考慮していない)。VII 地区の地震の深さは精度よく決め難いが、大部分は 30 km より浅いものと思われる。

**2. 地震活動度**

各地区について1926年から1966年までの40年間に発生した  $M$  5.0 (I, II, VII 地区では  $M$  5.5) 以上の地震の  $M$  別回数を調べ、これから  $M$  とエネルギー  $E$  (erg) との関係

$$\log E = 11.8 + 1.5M \tag{1}$$

の式により各地区に発生した地震の総エネルギーの年平均値を計算した。この値を第7表に示す。

**3. マグニチュードの度数分布**

第9図には I, I', II, III 地区について1926~1966年に発生したマグニチュードが  $M$  以上の地震の数  $N$  を  $M$  に対してプロットしたものを示す。  $N$  と  $M$  の間に

$$\log N = a - bM \tag{2}$$

が成り立つとして求めた  $b$  の最尤推定値を図中に示してある (II 地区では  $b$  の計算に  $M$  6 以

第7表  
Table 7.

地区	地震のエネルギー (ergs/year)
I	$2.6 \times 10^{22}$
II	$7.4 \times 10^{21}$
III	$1.1 \times 10^{20}$
IV	$0.0 \times 10^{18}$
V	$1.7 \times 10^{19}$
VI	$7.1 \times 10^{18}$
VII	$1.0 \times 10^{21}$

20) B. GUTENBERG and C. F. RICHTER; Seismicity of the Earth and Associated Phenomena, 1949, Princeton Univ. Press.

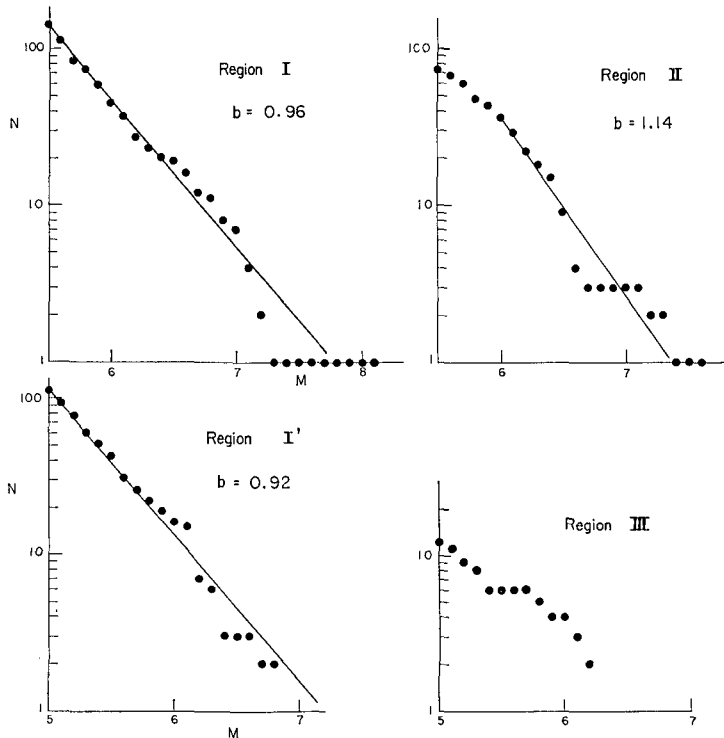
21) 宮部直巳; 昭和15年8月2日の日本海に起った津波, 震研彙報, 19 (1941), 105-114.

22) 前出 7).

23) K. AKI; Accuracy of Origin Time, Epicentre and Focal Depth of Local Earthquakes Determined Routinely by the Japan Meteorological Agency, Bull. Earthq. Res. Inst., 43 (1965), 23-38.

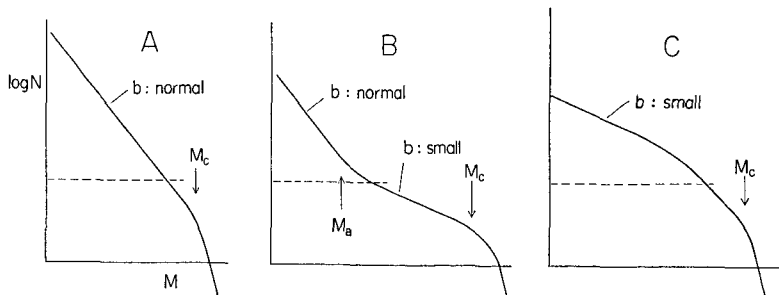
上のデータを使用した)。I, I', II 地区の間で  $b$  の値には有意な差は認められない<sup>24)</sup>。

マグニチュードの分布が (2) 式でよく表わされることは一般に認められている。しかしマグニチュードの広い範囲を扱うときなどはたとえば第 10 図の如く (2) 式とはやや異なった分布形式を考えたほうがよい場合もあるようである。第 10 図のようにある  $M_c$  以上では傾斜が急になることはしばしば見られる。MOGI<sup>25)</sup> はこの critical magnitude  $M_c$  が対象としている地域



第 9 図 マグニチュード・累積度数分布

Fig. 9. Magnitude-cumulative frequency relationship.



第 10 図 マグニチュード・累積度数分布の型

Fig. 10. Types of magnitude distribution of earthquakes.

24) 宇津徳治; 二つの地震群に対する  $b$  値の違いの有意性の検定, 地震 (ii), 20 (1967), 54-56.

25) K. MOGI; Regional Variations in Magnitude-Frequency Relation of Earthquakes, Bull. Earthq. Res. Inst., 45 (1967), 313-325.

の構造と関係していると述べている。また、ある  $M_B$  以上では傾斜がゆるやかで、 $M_B$  以下で普通になるものも考えられる。比較的大きい  $M$  の範囲 (たとえば  $M \geq 6$ ) の資料によると (2) 式の  $b$  が小さく求まる地域でも、そこにかかる小地震、余震などの  $b$  (または石本・飯田の式の  $m$ ) は普通の大きさあるいはやや大きく求まることがある。このような地域では広い  $M$  の範囲をみると第 10 図 B のような分布になっているのであろう。また深い地震は  $M$  の大きい範囲 (たとえば  $M > 5$ ) では  $b$  は普通あるいは普通より大きいものようであるが、小地震は数が比較的少ないことが指摘されている<sup>26)</sup>。この場合は第 10 図 C のような分布があてはまることになろう。

各地区における最近 42 年間の  $M 5$  ないし  $5.5$  以上の地震の  $M$  の分布、および最近 15 年間の  $M 5$  以下の小地震の観測回数と観測網の感度等を考え合わせると、各地区のマグニチュードの分布の型は次のようである。

I 地区は  $M > 5.5$  の範囲、II 地区は  $M > 6$  の範囲では第 10 図の A 型で、しかも  $M_C$  は  $8 \sim 8\frac{1}{2}$  程度と大きい。 $5.5 \sim 6$  以下の  $M$  の範囲については資料不足で何ともいえない。I 地区をみると  $M > 5$  では  $b$  は標準的な値であるが、浦河周辺の微小地震の観測の結果からみると  $M 1 \sim 4$  程度は  $b$  はかなり小さいのではないと思われる。すなわち第 10 図の C 型に近い。

III, V, VI, VII 地区ではそれぞれ  $M 5 \sim 6$ ,  $4.5 \sim 5.5$ ,  $4 \sim 5$ ,  $5.5 \sim 7$  の範囲で  $b$  の値はかなり小さいように見える。しかし  $M 3 \sim 4$  あるいはそれ以下の小地震は多数起っており、その  $b$  は普通程度と思われる。 $b$  が小さいと思われる範囲の地震の観測回数は少ないので統計的な変動のための見かけの現象と考えることもできるが、少なくとも形式的にはこれらの地区の分布型は第 10 図 B 型である。

#### 4. 起り得る最大の地震のマグニチュード

過去に起った地震の資料から推して、各地区に起り得る地震の大きさの上限は次のとおりである。I 地区,  $M 8\frac{1}{2}$ ; II 地区,  $M 8$ ; VII 地区,  $M 7\frac{1}{2}$ ; III 地区,  $M 7$ ; V, VI 地区,  $M 6\frac{1}{2}$ 。

#### 5. 時間的集合性の型

地震は時間的・空間的に群をなして起り易いが、MOGI<sup>27)</sup> にならってこれを第 1 型 (「本震—余震」型)、第 2 型 (「前震—本震—余震」型)、第 3 型 (群発地震型) と分類する。各型は漸移的で明確に境界を引くことはむずかしいが、地震の多くは上記のいずれかの型に属するものと見なすことができる。しかし、ある期間、地域、マグニチュードの範囲に注目すると、その範囲では地震の起り方が散発的で (なかには 2~数個かたまって起るものがあった) 全体としては

26) たとえば

S. SUYEHRO; A Search for Small, Deep Earthquakes Using Quadripartite Stations in the Andes, Bull. Seism. Soc. Am., 57 (1967), 447-461.

27) K. MOGI; Some Discussions on Aftershocks, Foreshocks and Earthquake Swarms—the Fracture of a Semi-infinite Body Caused by an Inner Stress Origin and Its Relation to the Earthquake Phenomena, Bull. Earthq. Res. Inst., 41 (1963), 615-658.

群をなして起っているとはいえない場合もある。このような例は深発地震などに見られる他、前記第1~3型の地震群が起った後その活動が弱まり、平常状態に戻ったときのいわゆる常時地震活動 (secular seismicity, background seismicity) と呼ばれるものなどに見られる。

このような分類によれば、I, II, V, VII 地区では第1, 第2型が大部分であるが、II 地区の一部と I 地区の海溝斜面から深海底にかけて起るものには第3型もある。I' 地区は  $M > 6$  程度の大きな地震には余震を伴うが、長期間にわたって全体的にみれば散發型である。III, VI 地区では第3図にも見られるように第2, 第3型が多いが、散發的な分布を示す地域もある。

## 6. 地震発生の時間的空間的特性

前述の前震、余震、群発地震等一連の系列に含まれる地震の間ではなく、独立した地震(あるいは地震群)の間にもその発生に何らかの関連があるのではないかという議論は以前からなされているが、多くの場合に通用する一般的法則のようなものは見出されていない。この問題はだいたい次の二つに絞られる。

### (1) 同一地域での大地震の間歇性と大地震前の地震活動の変化

$M 8$  級の大地震が同じ地域に数十~数百年ごとに繰返し起っている例が指摘されている<sup>28)</sup>。大地震の余震活動が衰えた後はその地域の地震活動は弱くなり、微小地震すらほとんど観測されなくなった例も報告されている<sup>29)</sup>。次の大地震はこの活動の弱い地域に起るが、時には次の大地震の数年ないし数十年前から、中小地震の活動が活発になってくる例も挙げられている<sup>30)</sup>。

北海道周辺の地震については、歴史が浅く古い大地震の記録がないので大地震の間隔は不明である。1952年の十勝沖地震の前少なくとも20年間はその震源域(の一部)は地震活動がその周囲に比べて静穏であったことはすでに述べた。また1894年の根室沖地震の震源域と思われる部分は、近年地震活動が極めて弱いが、1961年ごろからその周辺では活動が盛んで  $M \geq 7$  の地震がすでに3回発生している。また第5図でみられるように1958年エトロフ島沖地震の南西方(色丹島南東方)は  $M 8$  級の大地震がまだ知られていない。

一方、1843年の釧路沖地震 ( $M 8.4$ ) ではその4年前に  $M 7.0$  の地震が、また1894年の根室沖地震の前年には  $M 7$  弱の地震が2回、その震源域の周辺に起っている。

II 地区では1900年以後をみると1900~02の間に  $M 7$  以上のもの5回、11年間を置いて、1913~15に  $M 7$  以上のもの2回、16年間を置いて1931に  $M 7.6$  1回、12年間を置いて1943~45に  $M 7$  以上のもの2回起り以後今日まで23年間  $M 7$  以上のものは起っていない。

28) たとえば

今村明恒; 関東並びに近畿地方に於ける地震活動の循環と大震前の諸現象に就いて, 地震 (i), 1 (1929), 4-16.

29) J. N. BRUNE and C. R. ALLEN; A Micro-Earthquake Survey of San Andreas Fault System in Southern California, Bull. Seism. Soc. Am., 57 (1967), 277-296.

30) 前出 26).

II 地区の南方の三陸沖では 1896 年以後をみると数年ないし 10 年おいて大規模な群発地震が起っているが、1960 年以後は起っていない。

## (2) 震源の移転

一つの大地震が起るとその直接の余震ではないが、それに隣接するか、やや離れた地域で別の顕著な地震（あるいは火山活動）が比較的短い年月の間に発生するという例がいくつか挙げられている。ある地方である方向にこのような移転が起り易いとか、深い地震の後、浅い地震が起るとかいわれたこともある。北海道周辺の地震にはこの傾向の適当な例はあまり見当らず、以下述べるものも偶然の事象か否か判然としない程度のものである。

1952 年十勝沖地震、1958 年エトロフ沖地震、1963 年第二エトロフ沖地震と  $M 8$  級の地震の震源が 5~6 年の間隔で北東へ移動した。

1959 年の弟子屈地震、1964 年の羅臼地震群はそれぞれ 1958、1963 年のエトロフ沖地震の約 3 カ月後に起った。

1909 年 1~5 月の樽前山噴火、1909 年 9 月の浦河沖地震 ( $M 6.9$ )、1910 年 7 月の有珠山の噴火と続いた。

1856 年 8 月 23 日尻屋崎沖地震 ( $M 7.7$ ) に続いて 9 月 25 日駒ヶ岳が大噴火を起した。

1962 年広尾沖地震 ( $M 7.0$ ) の後、2 カ月たって十勝岳が爆発した。

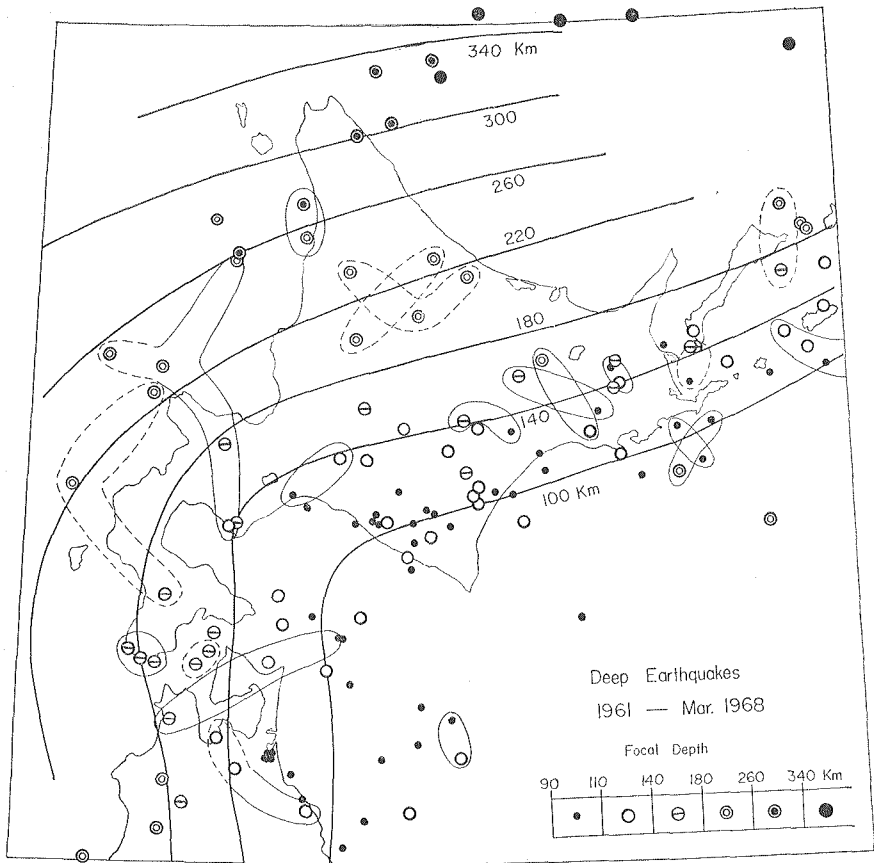
## VI. む す び

以上北海道およびその周辺を 7 地区に分け地震活動を概観し、その特徴を述べた。これが北海道における地震予知研究および防災上参考となれば幸いである。なお全体を通じて「北海道地震火山月報」、「北海道有感地震資料」など札幌管区气象台刊行の資料が大いに役立った。他地方では得られない詳細な資料の刊行を続けている同气象台に敬意を表する。

### 〔付〕 北海道およびその周辺の深い地震の活動

北海道周辺は深い地震も多いが、その分布はよく知られているように、太平洋側で浅く、日本海およびオホーツク海側にかけて次第に深くなっている。活火山地帯の下では深さ約 160 km 程度のものが起っていることも著るしい。第 11 図には 1961 年以降気象庁で電子計算機により震源が求められた深さ 90 km 以深の地震の分布を示す。深さ 100~120 km の地震が起る地域ではその上で 40~100 km の地震も多数起るが、深さ 140 km 以深の地震は図に記入された等深線によって表わされる曲面付近に集中して起っており、少数のものが例外的にこの面から数十 km 離れた所にも起っている。

1960 年以前の 30 年間ほどに起った深い地震の震源位置もだいたいこの面の付近に決定されているが、そのばらつきはかなり大きい。これは観測精度の問題もあるが、作図による震源決定の際の個人差に起因する点もあったと思われる。SYKES<sup>31)</sup> も Tonga-Kermadec 諸島方面



第11図 北海道周辺の深発地震の分布とその時間的空間的集群性

Fig. 11. Distribution of deep-focus earthquakes during 1961—March, 1968.

の深発地震が厚さ50~100 km程度以下の薄い傾斜層内に発生していると述べている。

この40年間で北海道周辺に起った最大の深発地震は1950年2月28日オホーツク海南部に発生した深さ320 km,  $M7.8$ のものである。この地震も含めて深発地震には余震がほとんど観測されない。しかし深発地震の発生がお互にまったく独立かというとはそうではなく、時間的空間的に多少まとまって起る傾向がある。第11図で細い実線で囲んだ二つないし三つの地震はこれらの地震が3カ月以内の間隔で起ったことを、点線で囲んだものは6カ月以内で起ったことを示す。ただし日高山脈南部付近の震源が密なところについてはこれらの線の記入を省略した。これをみると深発地震の発生はまったくランダムとはいえない。しかし ISACKS らの<sup>32)</sup>述べているような顕著な Multiplet はほとんど観測されていない。

31) L. R. SYKES; The Seismicity and Deep Structure of Island Arcs, *J. Geophys. Res.*, **71** (1966), 2981-3006.

32) B. L. ISACKS, L. R. SYKES and J. OLIVER; Spatial and Temporal Clustering of Deep and Shallow Earthquakes in the Fiji-Tonga-Kermadec Region, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **57** (1967), 935-958.

#### 4. Seismic Activity in Hokkaido and Its Vicinity

By Tokuji UTSU

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

Seventy-three earthquakes have been listed which caused damage in Hokkaido, Japan (*cf.* Table 1 and Fig. 1). The area in and near Hokkaido has been divided into seven regions (*cf.* Fig. 4) and the characteristics of the occurrence of shallow earthquakes in each region have been investigated using both historical and instrumental data. The seismicity of the land area and off the west coast of Hokkaido during the last fifteen years has been studied in more detail (*cf.* Fig. 3).

The magnitude of the largest earthquake, the magnitude-frequency relationship, and the type of clustering in space and time show appreciable regionality. Earthquake swarms are frequent in volcanic regions of eastern and southwestern Hokkaido. Large scale swarms occur close to the Japan-Kurile Trench. The hypocentral region of the Tokachi earthquake of March 4, 1952 ( $M=8.1$ ) was seismically inactive for at least 25 years prior to the earthquake. The region of the 1894 earthquake off Nemuro ( $M=7.9$ ) was quiet in recent years, whereas its adjacent regions became active since the Tokachi earthquake. In a region of Hidaka and its offing (region I' in Fig. 4) earthquakes with depths somewhat larger than normal and with magnitudes between about 5 and 7 occur fairly at random with respect to time. Several spots characterized by sporadic occurrence of small earthquakes are also found in the land area of Hokkaido.

Most deep-focus earthquakes occur in a thin dipping layer, the iso-depth lines of which are drawn in a map (*cf.* Fig. 11). A tendency for deep earthquakes to cluster in space and time is also found.

##### 〔校正時の追記〕

この論文を脱稿後、5月16日に襟裳岬南方沖に大地震(暫定的に $M7.8$ とされている)が発生し、北海道もかなりの被害をこうむった。この地震の調査は現在進行中なので、確定的なことは云いえないが、本震の震源域はII地区(第5図のC区域)に当り、余震は次第にその南方の三陸沖(第5図のSwarmsと記した群発型の地震の起り易い地域)に拡がったものとみられる。72ページに述べたように10数年ごとに $M7$ 以上の地震が起っているC区域で1945年以来23年間 $M7$ 以上の地震が起っていなかったこと、数年に1度の割合で顕著な地震群が起っている三陸沖で1960年以来8年間顕著な地震群がなかったことを考えると、今回の地震の発生の状況がある程度了解される。今回の地震は1968年十勝沖震と呼ばれているが、1952年の十勝沖地震(I地区に発生)とはまったく異った系統のものであり、むしろ1856年8月23日の地震と震度分布、津波の状況等がよく似ている。