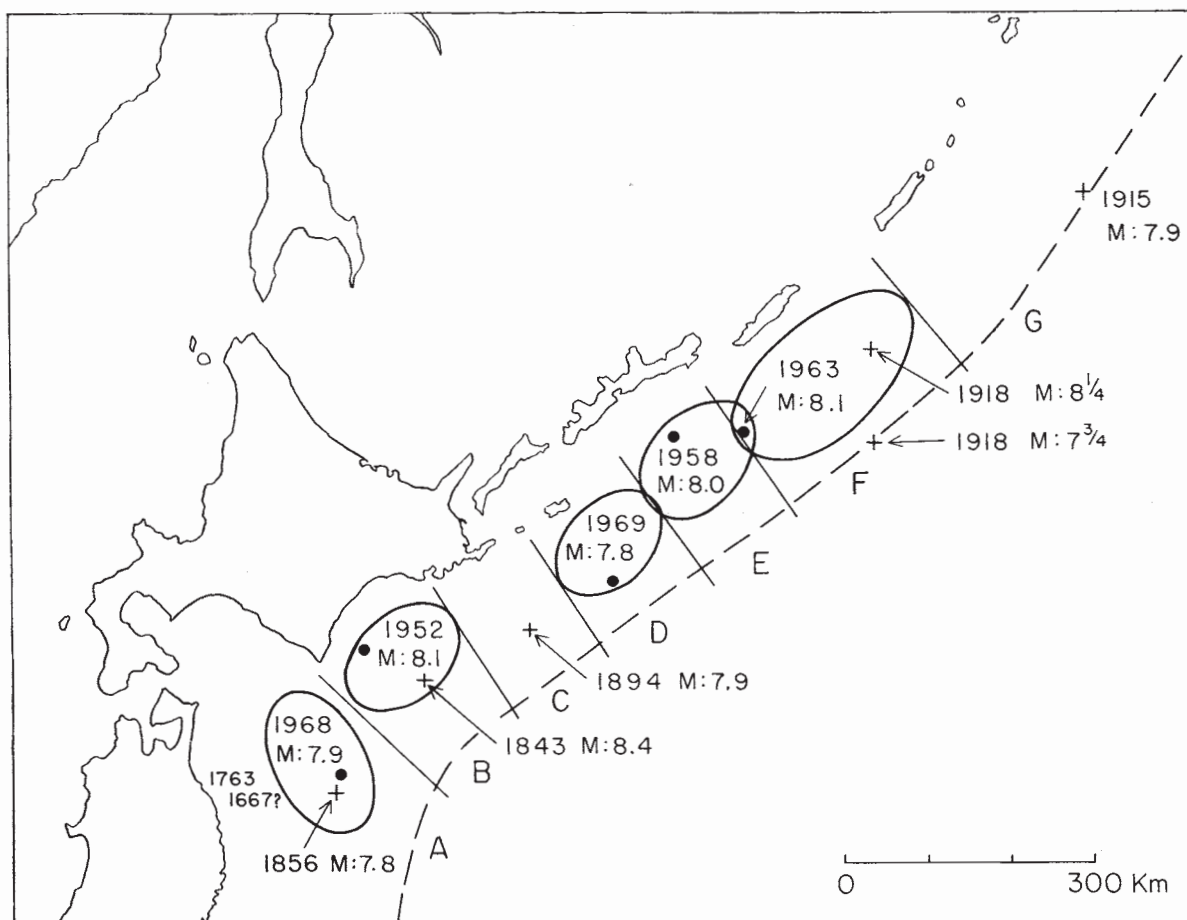


1 - 3 北海道周辺における大地震の活動と根室南方沖地震について

Large Earthquakes near Hokkaido and the Expectancy of the Occurrence of a Large Earthquake off Nemuro

北海道大学理学部 宇津徳治
 Tokuji Utsu, Faculty of Science,
 Hokkaido University

北海道周辺の M8 級の大地震はすべて北海道，南千島の太平洋岸と千島・日本海溝の間の海底に発生している。本震後数日以内の余震分布からこれらの大地震の震源域を推定すると，第 1 図 A, B, ……，F の各領域を占め，互にあまり重なることなく，近い過去に大地震の震源域となっていない部分を次々と埋めるように起っている（たとえば Mogi, 1968），相隣る震源域の境界は地体構造に関連しているという考えもあるので（たとえば Mogi, 1969），震源域が正



第 1 図 北海道周辺の M8 級大地震の震源域（楕円）とその震央（黒丸）

Fig. 1 Source regions of large earthquakes near Hokkaido

確にはわからない大正年代以前の大地震も第1図のA, B, ……., という領域をそれぞれの震源域として起った可能性が強い。次に各領域における大地震の起り方を概観してみる。

○ A 領域 (八戸沖)

1968年5月16日十勝沖地震, $M=7.9$, $40^{\circ}44'N$, $143^{\circ}35'E$ (気象庁)。この領域には近年大地震がなかったため、大地震が間近いといわれていた (たとえばFedotov, 1970)。本震の前の地震活動は低かったが、皆無ではなかった。5月2日本震の震源域内にM5.3の地震が起りその余震活動が続いて本震が起った。本震の約10時間後M7.5の大きな余震が起った。

1856年8月23日、理科年表 (旧版) では駒ヶ岳東側海底 $M = 6.9$ となっていたが、震害及び津波の分布は1968年十勝沖地震とよく似ており、理科年表の震央も $40.5^{\circ}N$, $143.5^{\circ}E$, $M = 7\frac{3}{4}$ に改められた。本震の4日前より函館で日に2~3回地震を感じたとあり、前震と思われる。

1763年1月29日、八戸、青森、函館などで地震強く、津波もあったので、これも1968年十勝沖地震と似ている。理科年表のM7.4より大きくM8に近かったのではないかと思われる。本震の1か月前より八戸で地震を感じ始め、以後活動止まず本震に至った。本震の1か月半後の3月11日、15日にも本震と同程度の地震が起っている。

○ B 領域 (十勝沖)

1952年3月4日十勝沖地震, $M = 8.1$, $42.15^{\circ}N$, $143.85^{\circ}E$ (気象庁)。本震前20年間以上にわたって震源域での地震活動は著るしく低かった (井上1965, 宇津1968)。本震の2日前にこの地震空白域内にM6.0の地震が起った。

1843年4月25日, $M = 8.4$, 理科年表の震央は $41.8^{\circ}N$, $144.8^{\circ}E$ でB領域内にはいるが、被害記事からはC領域の地震のような感じを受ける。本震の半月程前から津軽で度々地震あり、本震の前日大きいもの2回以上、本震後も大きいもの数回を含む多数の地震を感じており、これはこの地震の前・余震を感じたものと考えてもおかしくない。なお本震の4年前にこの領域で、M7程度の地震が起っている。

○ C 領域 (根室沖)

1894年3月22日, $M = 7.9$, $42.4^{\circ}N$, $146.3^{\circ}E$ (理科年表)。本震の数時間前にM6程度の地震2回を含む4回の地震があった。なお2年前に1回、9か月前に2回M7程度の地震が根室沖に起っている。余震は極めて多く、根室で同年中に震度4のもの11回を含む計690回の地震を感じていることから、大規模な地震であったことがわかる (第2図)。この地震以後78年間この領域にはM8級の大地震は起っていない。

○ D 領域 (シコタン島沖)

1969年8月12日, $M = 7.8$, $40^{\circ}08'N$, $142^{\circ}29'E$ (気象庁)。本震の前日M4.4の地震があったが、著るしい前震活動は本震の30分前から始り、M4以上の地震が少なくとも4回発

生した。なお約1年半前にM6.9の地震が本震の震源域の北部に起っているが、この地震はそのあたりにしばしば起る地震の深さ（60 km前後）に比べ浅く（気象庁 30 km, ISC 20 km ± 5.3 km）、かつ余震が多かった点で異常であった。

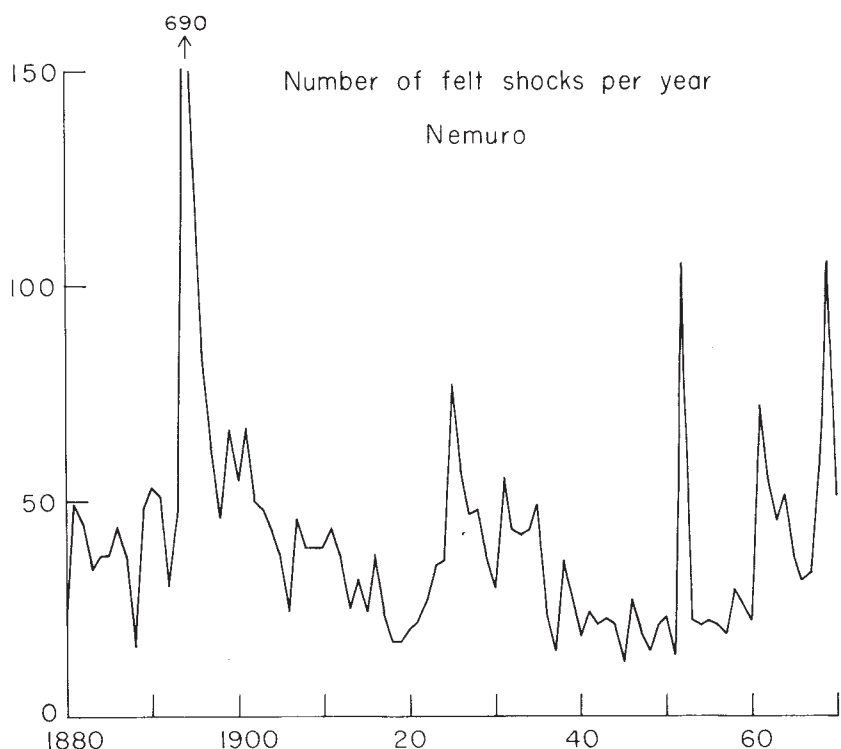
○ E 領域（エトロフ島沖）

1958年11月7日, M = 8.0, 44.3°N, 148.5°E（気象庁）, 44.4°N, 148.6°E（Rothe'）, 44.2°N, 148.5°E（USSR）。この地震の震源域での地震活動は数十年間にわたり静穏であったが、本震が近づくと活発化し約4か月前の7月21日のM6の地震（この地震はそれ自身の前・余震を伴った）を含む活動が認められた（Fedotov, 1969）。しかし本震直前の直接的な前震は日本の観測からは認められなかった。

1893年6月4日の地震は理科年表ではシコタン島沖M6.6, 根室, 釧路, 千島に強く2.5m程度の津波ありとなっているが、エトロフ島では震後20分で5尺の津波があったとの記録もありE領域に起ったM8に近い地震であった可能性もある。

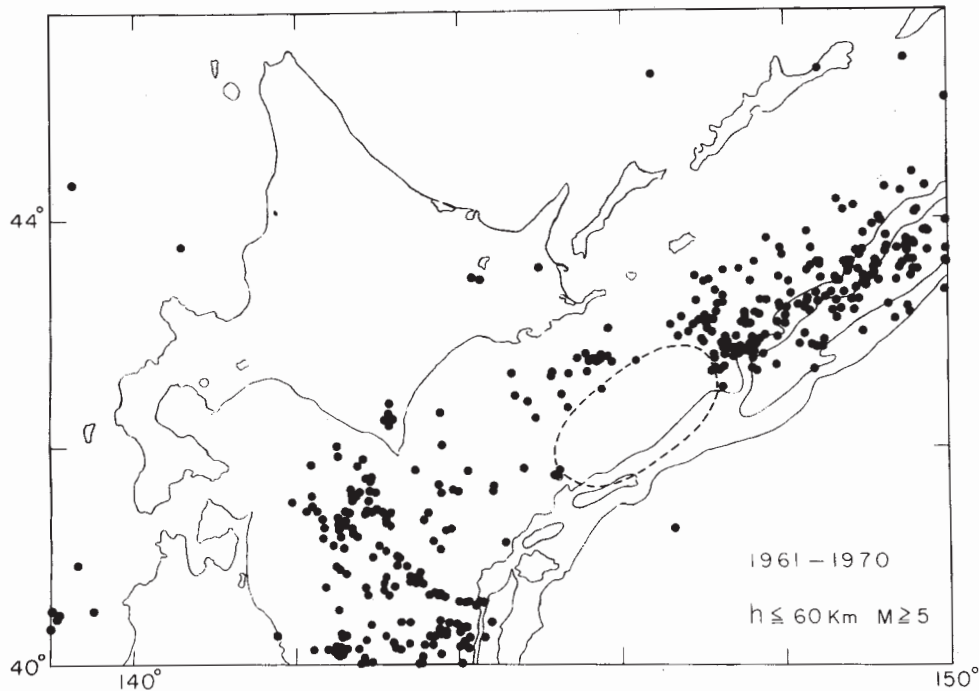
○ F 領域（ウルップ島沖）

1963年10月13日, M = 8.1, 43°45'N, 149°58'E（気象庁）, 44.8°N, 149.5°（Rothe'）, 44.6°N, 149.6°E（USSR）。前日本震の震源域の西端付近にM6.3の地震が起り続いてその付近に地震が頻発して本震に至った。



第2図 根室における毎年の有感地震回数

Fig. 2 Annual frequencies of felt earthquakes at Nemuro



第3図 最近10年間におけるM5.0以上の浅発地震の分布

Fig. 3 Distribution of shallow earthquakes of magnitude 5.0 and larger during 1961-1970

1918年9月8日, $M = 7.9$ 45.7°N , 151.8°E (理科年表), 45.5°N , 151.5°E (Gutenberg - Richter) 45.5°N , 151.4°E (USSR)。

同年11月8日にも $M7\frac{3}{4}$ 程度の地震があった。

1780年6月29日, $M = 7.0$, 45.3°N , 151.2°E (理科年表) ウルップ島で10~12mの津波あり, 北海道東岸へ波及とのことでM8に近いものと思われる。

○ G領域

1915年5月1日, $M = 7.9$, 47°N , 155°E (Gutenberg - Richter), 48.5°N , 155.3°E (USSR)。G領域というよりもその北東のH領域と称すべき所のものかも知れない。

以上の資料から次のことが気付かれる。

- (1) 同じ領域内でM8級の地震は数十年ないし百数十年の間隔でくりかえし起っているようであるが古い史料がないので詳しくはわからない。
- (2) AからFまでの6個の領域のうちCを除く5個までが最近20年間に大地震を発生している。
- (3) 大地震の起る前かなりの期間その震源域に当る所の地震活動は低い, 大地震の少し前(数十分前のときもあり数年前のときもある)から前震的活動が始まることが多い。

78年間M8級の大地震を発生していないC領域は第3図に示すように地震活動の空白が著しい。点線で囲んだ部分の直径は $D = 160 \text{ km}$ で, $\log D = 0.5M - 1.8$ (余震域とMの関係, Utsu,

1961) から D を求めると $M = 8.0$ となる。これまでの例によると空白部分の大きさよりも余震域のほうがやや大きいようなので $M = 8\frac{1}{4}$ 程度と考えたほうがよいかも知れない。第3図の空白域に面している根室・釧路地方ではこの70年間にわたって北北西向き沈下の地殻変動が進行していることが観測されている(国土地理院, 1970 a, b, 1971)。この地殻変動は海溝内側の大地震の原因をプレート・テクトニクス流に解釈すると、その量、方向ともよく説明できる。以上のことから判断すると、北海道周辺で次のM8級の大地震が起るのは根室南方沖のC領域である可能性が大きい。しかしその時期については現状では予知できない。ただし第3図の点線で囲んだ区域内にかなりの大きさの地震(たとえば $M \geq 6$)を含む地震活動が始まったならば警戒を要するであろう。

第4図は十字印を中心としてM8.0および $8\frac{1}{4}$ の地震が起った場合に予想される北海道内の震度分布図である。これらの図は1952年十勝沖地震(札幌管区気象台, 1953)および1968年十勝沖地震(北大地球物理学教室, 1969)の震度分布図に基づいて、標準の震度対震央距離曲線に各地のゆれ易さを補正して作ったものである。なお震害のほかに津波の被害も予想される。

次にある簡単な震源モデルによってC領域での大地震発生の確率を当ってみる。いま震源域のストレスは時間的に一定の割合で増大し、ある時点で地震が発生しストレス0の状態に戻り、再び同じ割合で増大してゆくと考える。岩石の破壊実験の結果を参考にして、破壊(地震発生)の確率 μ はストレス σ に関して指数関数的に増加し、 σ は時間 t と共に直線的に増加するとすれば

$$\mu(t) = A e^{Bt} \quad (A, B \text{ は定数})$$

となる。 $t = 0$ から出発して時刻 t までは破壊が起らず、 t と $t + dt$ の間に破壊が起る確率を $q(t)dt$ とすると

$$q(t) = \mu(t) \exp \left\{ - \int_0^t \mu(t) dt \right\} = A e^{A/B} e^{Bt} \exp \left(- \frac{A}{B} e^{Bt} \right).$$

従って t までに破壊が起る確率は

$$P(t) = \int_0^t q(t) dt = 1 - \exp \left(- \frac{A}{B} e^{Bt} \right)$$

となる。 $P(t) = 0.5$ となる t を \tilde{t} で表わし、 $B' (= B\tilde{t})$ をパラメタとして $P(t)$ を t/\tilde{t} に対してプロットすると第5図のようになる。

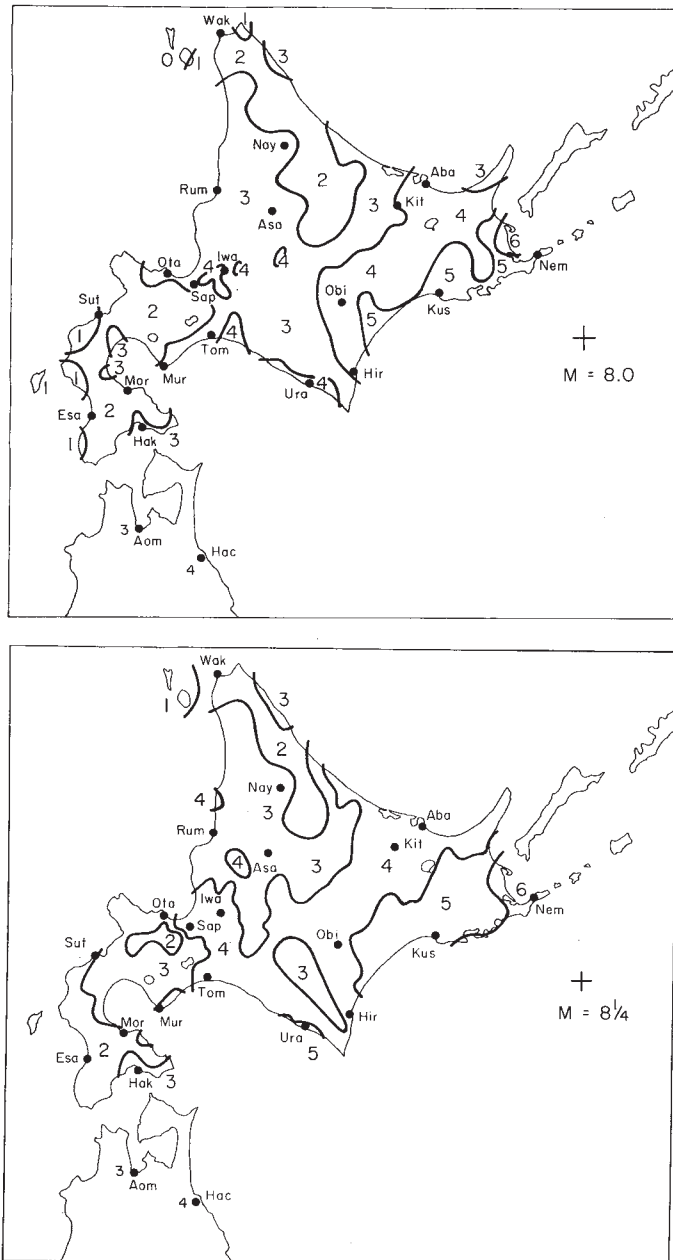
第6図は上記の $P(t)$ 曲線を北海道周辺の大地震資料と比較したものである。実線は各領域での大地震の間隔のうちかなり確かな5例を採用した場合($\tilde{t} = 90$ 年となる)で、破線はそれにやや不確実な3例を加えた場合($\tilde{t} = 109$ 年となる)である。それぞれ $B' = 3$ および5の曲線と合うものとし、C領域が現在 $t = 72$ 年(図中の矢印)であるとおいて 今後 τ 年間($\tau = 10, 30, 50$ 年)に大地震が起る確率

$$p = \frac{P(72 + \tau) - P(72)}{1 - P(72)}$$

を求めたものが図中に示されている。この値は上記のモデルを仮定したうえ、わずかな資料から推定した B, \tilde{t} の値を用いた結果であるから参考以上のものではない。なお上記のモデルにさらに隣接した領域間の干渉を考慮した場合の計算が行なわれている（成ヶ沢，1972）。

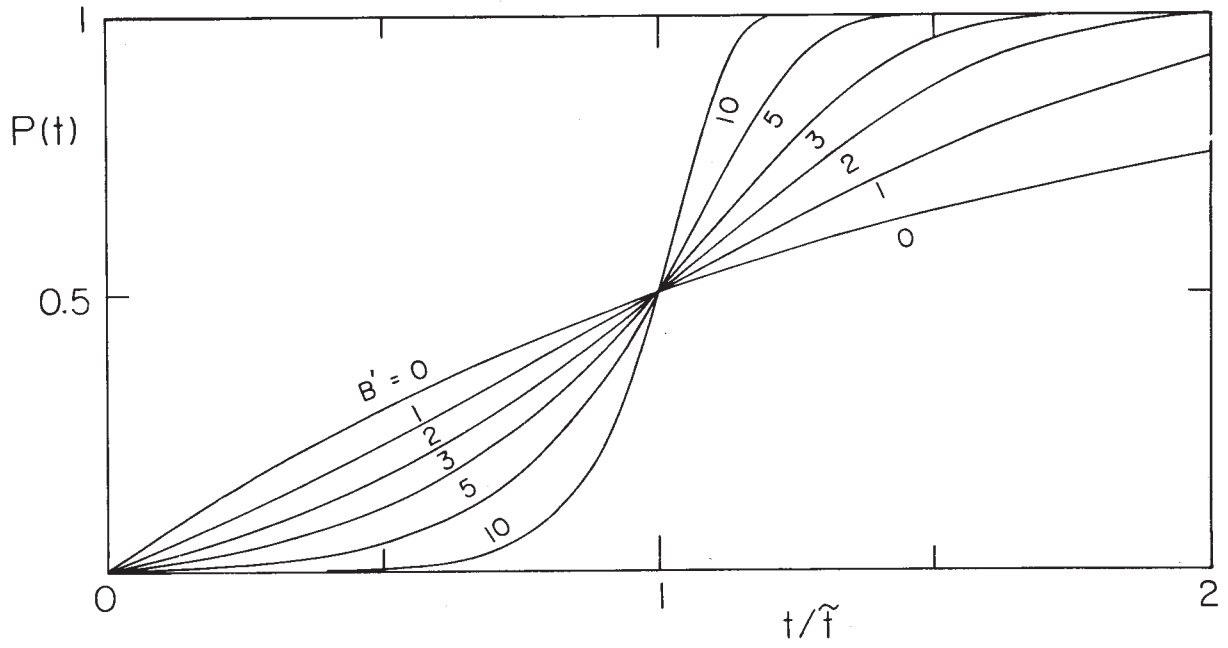
参 考 文 献

- Fedotov, S.A. 1969, I zv. A cad. Sci. USSR, Earth phys., 1 - 6.
- Fedotov, S.A. 1970, Tectonophysics, Vol. 9, 249 - 258.
- 北大地球物理学教室 1969, 十勝沖地震調査報告, 85 - 102.
- 井上宇胤 1965, 験震時報 Vol.29, 139 - 144.
- 国土地理院 1970a, 地震予知連絡会報, Vol. 2, 3 - 5.
- 国土地理院 1970b, 地震予知連絡会報, Vol. 4, 1 - 2.
- 国土地理院 1971, 地震予知連絡会報, Vol. 5, 1 - 2.
- Mogi, K. 1968, J.Phys. Earth, Vol. 16, 30 - 36.
- Mogi, K. 1969, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 47, 429 - 451.
- 成ヶ沢憲太郎 1972, 北大地球物理学研究報告, Vol. 28, (準備中).
- 札幌管区气象台 1953, 験震時報, Vol. 17, 76 - 82.
- Utsu, T. 1961, Geophys. Mag., Vol. 30, 521 - 605.
- 宇津徳治 1968, 北大地球物理学研究報告, Vol. 20, 51 - 75.

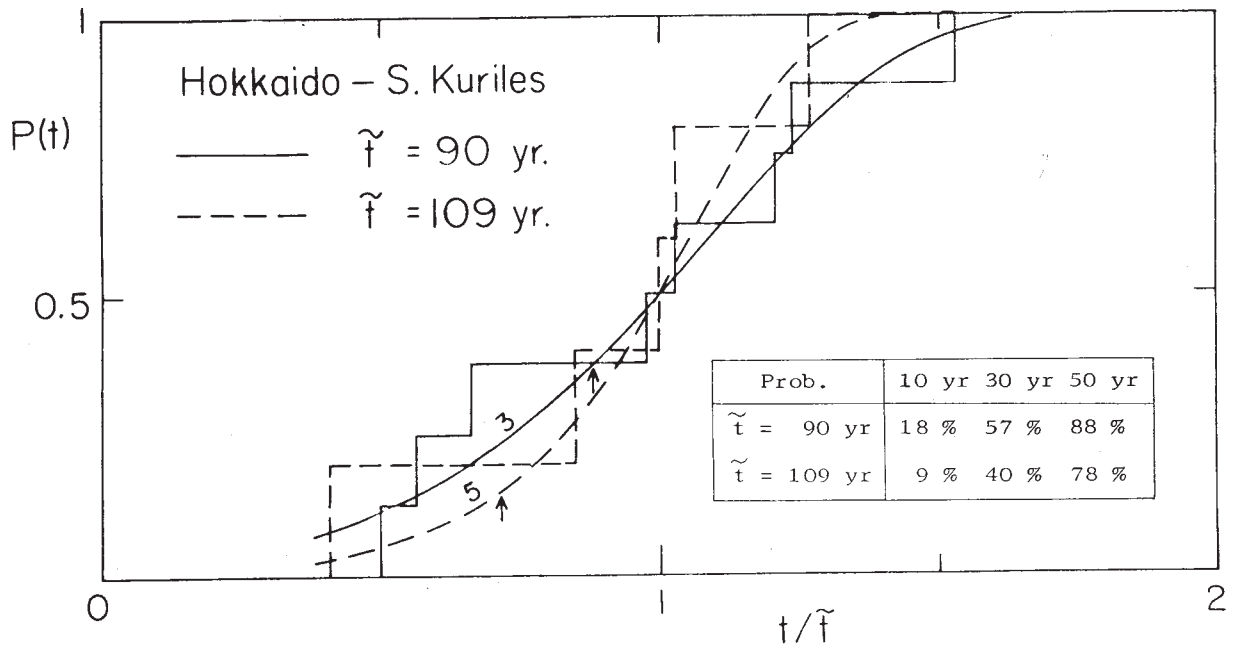


第4図 根室沖 (+印) に発生した大地震 (M8 および 8 ¼) による予想震度分布図

Fig. 4 Distribution of expected Seismic intensities in JMA scale for earthquakes of M 8 and 8 ¼ off Nemuro



第5图
Fig. 5



第6图
Fig. 6