

## M7クラスの地震と地体構造\*

長 宗 留 男\*\*

550.34

### Tectonic Structures Defined from Earthquakes of Magnitude about 7

T. Nagamune

(Meteorological Research Institute, J. M. A.)

The major shallow earthquakes ( $6.8 \leq M < 7.7$ ) in the seismic zones along the southern Kurile-Kamchatka trench, the Japan trench, and the Nankai trough, occur in nearly the same place, irrespective of lapse of time.

Based mainly on the epicenter distribution of the major earthquakes, the seismic zones are divided into several seismic regions. It appears that each region or two regions correspond to the source regions for great earthquakes of magnitude 8 or more.

The earthquake with source region extending to two(or more) seismic regions is inevitably greater in magnitude than the event relating to one region alone.

#### § 1. まえがき

海溝沿いに発生する大地震 ( $M8$ クラス) の時・空間分布には、ある種の規則性があり、それぞれの地震の震源域 (余震域あるいは津波の波源域から推定される) は、互いにあまり重なり合うことなく分布し、ある期間で地震帯をカバーする、といわれている [Mogi (1968), Sykes (1971), Kelleher et al. (1973), 等].

また、大地震の震源域は地体構造に関係していると考えられており、過去の大地震の震源域によって地震帯の地体構造を調べることがしばしば行われている。

日本列島及びその周辺の地震発生地域のうち、千島列島から九州にかけての太平洋側の地震帯は、大地震の震源域、地震活動の形態、海底地形等によって、いくつかの地震学的領域に分けられている [宇津 (1972, 1977), Utsu (1974), Mogi (1969), 南雲 (1972)].

一方、同じ地震帯で発生するマグニチュードの一段階小さい地震 ( $M7$ クラス) にも、大地震の場合と同様、その発生にある種の規則性があり、アリューシャン列島沿いの地震帯における例のように [例えば Sykes (1971)], このクラスの地震は、大地震の発生に關係する領域 (ブロック) の境目付近で起っているとみることができるよう思われる。

ここでは、千島中部から四国地方にかけての太平洋側の地震帯について、 $M7$ クラスの浅い地震の起り方 (主として発生場所) による地震帯の区分けを行った。また、得られた地体構造と大地震との関係について調べた。

#### § 2. 地震帯の地体構造

千島中部から四国までの太平洋側海域について、 $M7$ クラスの地震の震央分布、このクラスの地震の余震域の形、発震機構などを考慮してこの地域の区分けを行った。その結果をFig. 1に示してある。

使用した資料は、1927年から1978年 (9月) までの地震である。震源、 $M$ 等の値は、原則として気象庁地震月報及びその別刷によったが、おおよそ $147^\circ\text{E}$ 以東の地震については、ISC, USCGS (USGS), MOS, Kelleher et al. (1973), などによった。

図中黒及び白丸印は、期間中太平洋側の海域に起った  $6.8 \leq M < 7.7$  の浅い (深さ  $< 80$  km) 地震の震央である。ただし、明らかに大地震の余震と思われるものは除いてある。このうち白丸は、群発性の地震 (最大の地震とその次の地震との  $M$  の差が  $0.6$  より小さいもの) である。

1938年の福島県東方沖の群発地震の中には、上記の基準に合う地震が多数あるが、最初の地震の震央だけプロットし、点線で群発地震の震央域を示してある。

\*Received Dec. 20, 1978

\*\*気象研究所地震火山研究部

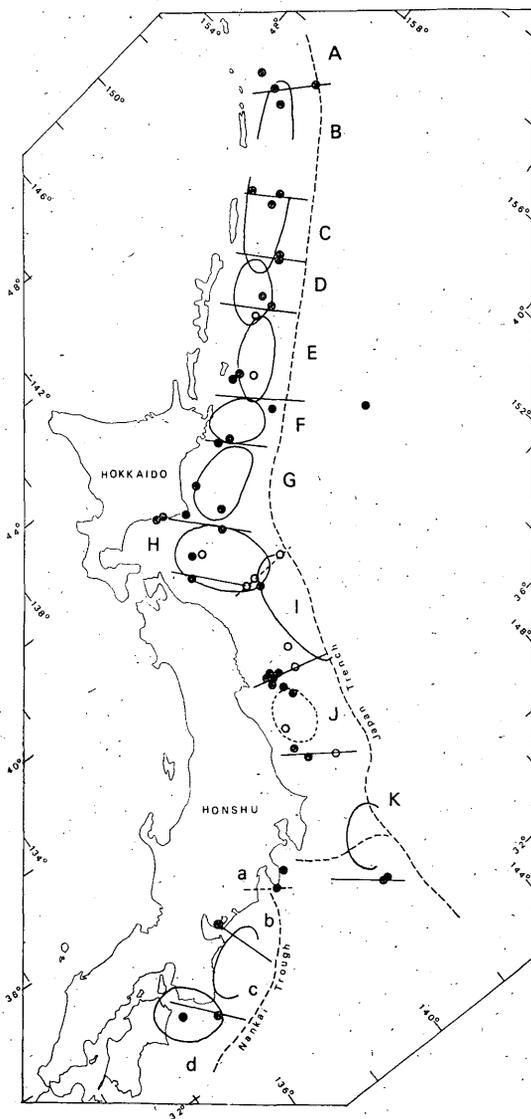


Fig. 1. Tectonic structure derived mainly from epicenter locations of major shallow earthquakes, and source regions of great earthquakes of magnitude about 8 or more.

Both solid and open circles indicate major shallow earthquakes ( $6.8 \leq M < 7.7$ , depth  $< 80$  km) which occurred during the last 52 years (from 1927 to September 1978). Open circles denote the earthquakes of swarm type (difference in magnitude between the largest earthquake and the second largest event is less than 0.6).

Dotted ellipse in the region J is the source region for the earthquake swarm, off east coast of Fukushima Prefecture in 1938.

Straight lines approximately perpendicular to the trench axis indicate boundaries of seismic regions.

M7クラスの地震は、南海トラフ沿いの地域にはあまり起っていないが、千島から北海道、本州東方沖にかけての地域にはかなり多く起っている。しかし、それらの震央は地域的にランダムに分布しているのではなく、何らかの規則性があるように見える。

主としてM7クラスの地震の発生場所に基づいて、Fig. 1のように、千島—カムチャッカ海溝、日本海溝沿いの地域についてはAからKまでの領域に、南海トラフ沿いの地域についてはa～dの4つの領域に分けた。

各境界線は、おおよ次のようにして決めた。すなわち、A、Bの境界からF、Gの境界までの線は、ほぼM7クラスの地震の震央の真中を通るように引いてある。E、Fの境界については、海溝の遙か外側に起った北海道南東沖の地震(1947年4月14日、M7.1)も考慮されている。

GとH及びHとIの境界については、大地震の震源域も参考にした。IとJの境界及びKの南の境界線には、丸印の地震の余震域の広がりの方角も考慮されている。

南海トラフ沿いで、aとbとの境界は、1974年伊豆半島沖地震(M6.9)におけるP波節線の走向及び余震分布の方角を参照して引いたが、これは茂木(1977)による構造線とも一致している。またbとcとの境界は、1945年1月13日の三河地震(M7.1)の余震分布と発震機構とを参照して決めた。

なお、Fig. 1に示した大地震の震源域は、それぞれ次の資料に基づいて画いたものである。

領域B、C：この2つの領域に広がる震源域は、1963年10月13日の千島の地震(M8.1)による津波の波源域〔Solov'ev (1965), Hatori (1971)〕であるが、Solov'ev (1965)による余震域もほぼ同じになる。

領域D：1958年11月7日のエトロフ島沖の地震(M8-8 1/4, Pasadenaによる)の震源域で、Kelleher et al. (1973)によって求められた余震のうち11月末日までのものの分布による。

領域E：1969年8月12日の北海道東方沖の地震(M7.8)の余震域で、札幌管区気象台・仙台管区気象台(1970)による。

領域F及びG：それぞれ、1973年根室半島沖地震(Ms7.7, USGSによる)及び1952年の十勝沖地震(M8.1)における約24時間以内の余震分布から求めたものである〔関谷ほか(1974)による〕。

領域H：1968年十勝沖地震(M7.9)の場合、約24時間内の余震分布及び津波の波源域を参考にして求めた。

領域I：1933年(3月3日)の三陸沖の地震(M8.3)による津波の波源域〔羽鳥(1974b)〕である。

領域K：1953年の房総沖地震(M7.5)における余震域〔中央気象台地震課(1954)〕である。

南海トラフ沿いの地域：1944年の東南海地震(M8.0)については羽鳥(1974a)による津波の波源域、1946年の南海道地震(M8.1)に対するものは、約24時間内の余震域である。

今回の区分けは、「M7クラスの地震」を基にして行ったので、宇津(1972, 1977)などによるものと比べると多少の相違がある。

Fig. 1でわかるように、M7クラスの地震は必ずしも各境界線上(またはごく近傍)に分布しているわけではなく引き方によっては境界線が多少移動する可能性はあるが、求められた領域は全体として大地震の震源域とも一致しており、かなり良く実際の地体構造を反映しているものと思われる。

### § 3. 地体構造と大地震の震源域

Fig. 1のうち、南海トラフ沿いの地域に発生する大地震と、この地域の地体構造との関係については、現在地震予知についての重点課題と考えられている「東海地震」に関連して、多くの調査結果がある〔例えば、Utsu (1974), Ando (1975), 宇津(1977), 石橋(1977), 青木(1977)〕。

千島—カムチャッカ海溝沿いの地域(領域BからHまで)についても宇津(1972)、宇津ほか(1977)の報告があるが、Fig. 1における領域の区分は、宇津によるものと幾分違ったところもあるので、次にこの地域の大地震とブロック構造との関係について少し検討してみる。

この地域は、1952年の十勝沖地震(領域G)から1973年の根室半島沖地震(領域F)までの間(約21年間に)、次々に発生した大地震の震源域で殆んど埋められ、この地域として1つの活動期が終ったとみることができると、長宗(1976)によると、この地域の地震活動の再来周期は約60年、前回の活動期は1900年前後であった(ただし、千島—カムチャッカ海溝と日本海溝の交叉部分である領域Hは除く)。

この領域では比較的規則的な大地震活動が繰返されており、前回(1900年前後)の大地震はFig. 2のように起ったと考えられる。

Fig. 2上図には、Fig. 1に示した領域及び大地震の震源域に、前回(1900前後)の活動期における地震の震央、津波の波源域等を重ねて示してある。下図は、大地震

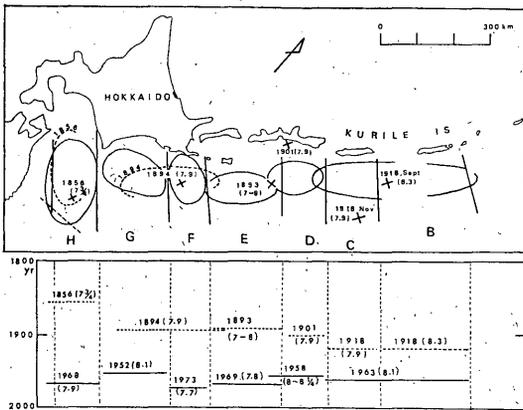


Fig. 2. Space-time distributions of great earthquakes in the recent two active periods, in the seismic zone along the southern Kurile-Kamchatka trench.

Dotted curves labeled by "1894" and "1856" in regions F and G, and the region H, indicate tsunami sources estimated by Hatori (1971, 1973) for earthquakes of 1894 ( $M: 7.9$ ) and 1856 ( $M: 7.3/4$ ), respectively.

の時・空間分布である。

1918年及び1901年の地震の震央,  $M$ はRichter(1958)の表 "List of Large Earthquakes" によった。1893年(6月4日)の地震は, 宇佐美(1975)により,  $44.^\circ\text{N}$ ,  $148.^\circ\text{E}$ ,  $M \geq 7$ と推定されており, 宇津(1972)によると,  $M8$ に近い地震であった可能性もある, とされている。ここでは  $M7 \sim 8$ としてある。

1894年及び1856年の地震の震央,  $M$ 等は, いづれも宇佐美(1975)によった。また, Hatori(1971)及び羽鳥(1973)による津波の波源域を点線で示してある。

Fig. 2から, 大地震は図に示したような1つ1つの領域を最小単位の震源域として起るが, 場合によっては隣接した2つ, またはそれ以上の領域を1つの震源域とすることがあるものと考えられる。

複数の領域が震源域となる地震は, 必然的に個々の領域を震源域とする地震より規模が大きくなるであろう。またこのような場合に, 多重震源になるものと思われる〔長宗(1978)〕

Fig. 2の例では, 1963年の千島の地震は, BとC2つの領域を震源域としたが, 前回は1918年9月及び11月にそれぞれの領域を震源域とした地震が別個に起ったと考えられる。また, 1894年の地震はF, G2つの領域を震

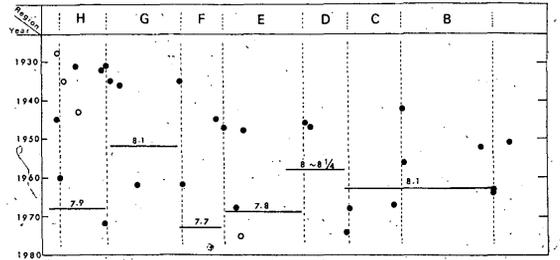


Fig. 3. Space-time distribution of great and major earthquakes in the seismic zone along the southern Kurile-Kamchatka trench, for the period from 1928 to 1977. Major earthquakes are shown by solid or open circles.

源域としており, 1973年根室半島沖地震や1952年十勝沖地震と比べて規模も大きかったものと思われる(図には  $M$ の値を示してあるが, 特に古い地震の値は精度があまり良くないと考えざるを得ないので, 大きさの比較のためには必ずしも適当ではない)。

なお参考のため, 大地震と  $M7$ クラスの地震の時・空間分布を Fig. 3に示してある(資料は1928年から1977年までのもの, 白丸は群発性の地震である)。両者の発生時期の間には特に系統的な関係はなく,  $M7$ クラスの地震は大地震の前後に分布している。

#### § 4. あとがき

千島列島中部から四国地方にかけての太平洋側海域に起った  $M7$ クラスの浅発地震の起り方(震央分布, 余震の分布, 発震機構等)と, 地体構造との関係について調べた。

資料は, 1927年から1978年9月の間に発生した  $M6.8 \sim 7.7$ の地震(ただし, 深さ  $< 80\text{ km}$ )で, 得られた結果の概要は次のとおりである。

$M7$ クラスの地震は, ほぼ決ったところで起っているとみられる。これによって, 地震帯をいくつかの領域(ブロック)に区分けすることができる。これらの領域は, おおよそ  $M8$ クラスの大地震の震源域に相当している(すなわち,  $M7$ クラスの地震は,  $M8$ クラスの地震の発生に関連する地体構造の境界付近で発生している)。

千島一北海道地域では, 大地震活動が, ほぼ規則的に繰返されており, 大地震の震源域と地体構造との関係も比較的是っきりしている。大地震は, それぞれの領域を最小の単位として発生する。地震の発生が複数の領域に

わたる場合には、必然的に地震の規模が大きくなるものと考えられる。

### 参 考 文 献

- Ando M. (1975): Source Mechanisms and Tectonic Significance of Historical Earthquakes Along the Nankai Trough, Japan, *Tectonophysics*, **27**, 119-140
- 青木治三 (1977): 東海地方における大地震の可能性, 地震予知研究シンポジウム (1976), 56-68.
- 中央気象台地震課 (1954): 房総沖地震調査報告, 験震時報, **19**, 42-70.
- Hatori, T. (1971): Tsunami Sources in Hokkaido and Southern Kurile Regions, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **49**, 63-75
- 羽鳥徳太郎 (1973): 安政3年 (1856年8月23日) 八戸沖津波の規模と波源域の推定, 地震, **2**, **26**, 204-205.
- 羽鳥徳太郎 (1974 a): 東海・南海道沖における大津波の波源-1944年東南海, 1946年南海道津波波源の再検討と宝永, 安政大津波の規模と波源域の推定, 地震, **2**, **27**, 10-24.
- 羽鳥徳太郎 (1974 b): 東北日本太平洋側における津波の波源, 地震, **2**, **27**, 321-337
- 石橋克彦 (1977): 東海地方に予想される大地震の再検討, -駿河湾地震の可能性-, 地震予知連絡会会報, **17**, 126-132.
- Kelleher, J., L. Sykes, and J. Oliver (1973): Possible Criteria for Predicting Earthquake Locations and their Application to Major Plate Boundaries of the Pacific and the Caribbean, *J. Geophys. Res.*, **78**, 2547-2585.
- Mogi, K. (1968): Sequential Occurrence of Recent Great Earthquakes, *J. Phys. Earth*, **16**, 30-36.
- Mogi, K. (1969): Relationship between the Occurrence of Great Earthquakes and Tectonic Structures, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **47**, 429-451.
- 茂木清夫 (1977): 伊豆, 東海地域の最近の地殻活動の一解釈, 地震研究所彙報, **52**, 315-331.
- 長宗留男 (1976): 北海道の地震活動および津波, 札幌気象100年記念論文集, 札幌管区気象台, 104-118.
- 長宗留男 (1978): 地体構造と多重震源, 地震, **2**, **31**, 457-467.
- 南雲昭三郎 (1972): 海底地震の研究, 海底物理, 海洋科学基礎講座9, 東大出版会, 185-330.
- Richter, C.F. (1958): *Elementary Seismology*, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- 札幌管区気象台・仙台管区気象台 (1970): 1969年8月12日北海道東方沖の地震調査報告, 験震時報, **35**, 15-35.
- 関谷 溥, 久本壮一, 望月英志, 小林悦夫, 栗原隆治, 徳永規一, 岸尾政弘 (1974): 1973年根室半島沖地震と北海道南方海域の巨大地震, 験震時報, **39**, 33-39.
- Solov'ev, S. L. (1965) The Urup Earthquake and Associated Tsunami of 1963, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **43**, 103-109.
- Sykes, L. R. (1971): Aftershock Zones of Great Earthquakes, Seismicity Gaps, and Earthquake Prediction for Alaska and the Aleutians, *J. Geophys. Res.*, **76**, 8021-8041.
- 宇佐美龍夫 (1975): 資料日本被害地震総覧, 東大出版会.
- 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.
- Utsu, T. (1974): Space-Time Pattern of Large Earthquakes Occurring off the Pacific Coast of the Japanese Islands, *J. Phys. Earth*, **22**, 325-342.
- 宇津徳治 (1977): 東海沖の歴史上の大地震, 地震予知連絡会地域部会報告, **1**, 1-8.
- 宇津徳治, 阿部勝征, 笠原慶一, 関谷 溥, 藤井陽一郎 (1977): 北海道東部における地震予知上の問題, 地震予知連絡会地域部会報告, **1**, 45-64.