

日向灘から奄美大島近海にかけての海域における地震活動

| | |
|----------|---|
| 著者 | 長宗 留男 |
| 雑誌名 | 鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学 |
| 巻 | 21 |
| ページ | 23-33 |
| 別言語のタイトル | Regional Features of Seismicity in the oceanic Regions of the East-South of Kyushu, Japan |
| URL | http://hdl.handle.net/10232/00001717 |

日向灘から奄美大島近海にかけての 海域における地震活動

長宗留男*

(1988年9月9日受理)

Regional Features of Seismicity in the Oceanic Regions of the
East-South of Kyushu, Japan.

Tomeo NAGAMUNE

Abstract

The regional characteristics of seismicity for shallow earthquakes in the oceanic regions along the trench off the east-south coast of Kyushu are analyzed by the use of the data for the period 1885-1987.

Referring to the pattern of occurrence of earthquakes, the regions are divided into three portions: the Hyuga-nada region, the South of Kyushu region, and the Near Amami-Oshima region.

In the Hyuga-nada region, the northern portion of the regions, the earthquakes of magnitude 7 class have taken place at intervals of 10-20 years, and the great earthquake whose source region might be as wide as the whole area of the region concerned does not occur, for the subducting Philippine Sea lithosphere should be divided into a few subregions. The annual average of energies released in the earthquakes of $M \geq 6.0$ amounts to $(2 \sim 3) \times 10^{21}$ ergs, which is equivalent to the energy of the earthquake of magnitude 6.4~6.5.

The activity of the earthquakes of $M \geq 6.0$ in the South of Kyushu region, has varied with time: the earthquakes of magnitude 7 class as well as 6 class took place frequently for the period from 1900 to around 1930, ever since the seismicity relaxed gradually, as an only earthquake of $M=6.2$ was located during the past 20 years in the region, where a number of earthquakes of magnitude 6 class occurred for the period from around 1930 to the middle of the 1960's.

In the Near Amami-Oshima region, which was probably the source region of the great earthquake of 1911 ($M=8.0$), the activity of earthquakes of $M \geq 6.0$ has become rapidly low after the time of the great earthquake. In particular, the activity since the middle of the 1950's seems to be abnormally low.

1. はじめに

九州から琉球列島にかけての太平洋側海域では浅い地震の活動が活発で、しばしば被害を伴うような地震も発生している。このうち、日向灘から奄美大島近海にかけての地域では、1911

* 鹿児島大学理学部地学教室 Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, Kagoshima, 890 Japan.

年11月15日の喜界島近海の地震 ($M=8.0$) のような巨大地震の外, $M7$ クラスの地震が多数発生している。

この海域は, 九州—琉球弧と南海トラフまたは琉球海溝との間の, いわゆる海溝沿いの沈み込み地帯であるが, 地震の起り方には場所によってそれぞれ特徴がある。例えば日向灘には古来 $M7$ クラスの地震がしばしば起っており, 被害を及ぼしたり津波を伴うことが多いが, 今まで $M8$ クラスの巨大地震が起った記録はない(長宗, 1988)。これに対し日向灘から南の海域では, 前述のような巨大地震の外 $M7$ クラスの地震も多数起っている。しかし過去50年間に限ってみれば, $M6$ クラスの地震は多数起っており場合によっては局地的な被害があったこともあるが, これよりも規模の大きい地震は1回も起っていない。

このように, この海域における地震活動は地域的にそれぞれ特徴をもっているが, このことはそれぞれの地域が地学的に異った構造になっていることを示すものと考えられる。ここではこの海域を地震活動の面からいくつかの領域に分け, 地域的な地震発生の特徴について調べる。資料は宇津 (1982), 気象庁 (1982) 及び気象庁地震月報による。

2. 地体構造とサイスミシティ

Fig. 1 は, 1900年から1987年末までの間に図の範囲に発生した $M7.0$ 以上の地震の震央分布である。日向灘の地震については, 長宗 (1988) により震源域も示してある。1914 (大正3) 年の桜島噴火に伴って起った地震を除き, $M7.0$ 以上の地震は日向灘から奄美大島近海にかけての海域で起っている。

Fig. 1 のA-A'はトカラ海峡に関係した左横ずれ断層 [小西 (1965), KIZAKI (1978)] で, これを境にしてその北と南における地震 (特に稍深発地震) の発震機構, 空間分布等には明りような差がみられる [CARR *et al.* (1973), SHIONO *et al.* (1980), 長宗 (1987)]。C-C', e-e'なども同様に地体構造の境界を表わす線であるが, 次にこれらについて説明する。

Fig. 2 は1983~1985の3年間の深さ50km以深の地震の震央分布である。気象庁地震月報から震源の求められている地震はすべてプロットしてある。A-A'はFig. 1と同じものであり, 80, 150及び200で示した直線は長宗 (1987) による稍深発地震の等深線である。ここで深さ50kmから70kmまでの地震の分布をみると, 地域的に非常に顕著な特徴がある。すなわち, 日向灘から四国沖にかけての海域には50kmより深い地震はこの期間起っていない。これに対しほぼ 31°N より南の海域では, 列島の軸から海溝までの海域に深さ50~70kmの地震が多く起っている。しかもこの地域と地震の起っていない日向灘の地域とは, 図でわかるようにC-C'によってかなり明りように分けられる。Fig. 1の1 C-C'はこの境界線である。Fig. 1にはKIZAKI (1978) または木崎 (1979) より串木野—鹿屋断層K-K'を示してある。これもトカラ海峡と同じく左横ずれの地質断層である。図のe-e'は, 四国沖で比較的地震活動の活発な地域と地震の比較的少ない地域との境界で, 岡野・他 (1985) を参照してひいた線である。この線より東では比較的多くの小地震が観測されている。

このように, この海域はe-e', C-C'及びA-A'によってそれぞれの領域に分かれており, それぞれの領域ではそれぞれ異った地震活動をしている。e-e'の東側は, いわゆる南海道地震の震源領域でこれから紀伊半島南方までの海域は1946年の南海道地震の震源域と考えられている [例えば, 茂木 (1981), 宇津 (1977)]。e-e'とC-C'との間の領域, 「日向灘」はいわゆる日向灘地震の震源領域で, 今までこの領域を1つの震源域とするような巨大地震が起った記録はないが, $M7$ クラスの地震はしばしば起っている。 $M7.0$ 以上の地震を拾ってみると1885年以降1987年

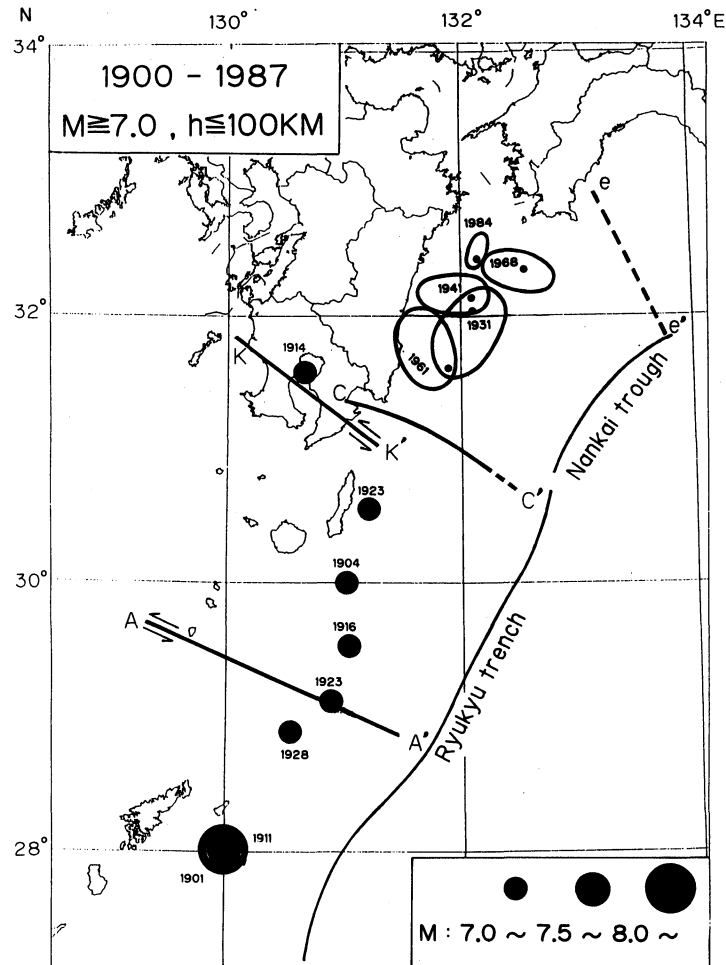


Fig. 1 Epicenter distribution of earthquakes of magnitude 7.0 or over for the period 1900-1987. For the earthquakes in Hyuga-nada, the source regions estimated from aftershock areas are also shown from NAGAMUNE (1988). A-A' and K-K' indicate geological faults, the Tokara Channel and the Kushikino-Kanoya fault, respectively. A-A' represents the discontinuity of the trend and dip of the Wadati-Benioff zone as well (NAGAMUNE, 1987). C-C' and e-e' are tectonic discontinuities proposed in this paper, on the basis of the regional characteristics of seismic activity.

未までに7回起っている(長宗, 1988)。C-C'とA-A'との間、「九州南方海域」ではFig. 2でもわかるように比較的小さい地震の活動が活発で、 $M7.0$ 以上の地震もいくつか記録されている。しかしこの領域においても巨大地震の記録はなく、 $M7.0$ 以上の地震も1923年以降は起っていない。さらに、後で述べるように最近は $M6$ クラスの地震もほとんど起っていない。A-A'より南の領域、「奄美大島近海」では以前 $M8$ クラスの地震が起っている。この地震の震央はFig. 1のように奄美大島南東沖になっているが、恐らくA-A'の南から奄美大島南東ないし南々東沖にかけての領域が震源域であったと思われる。[名瀬測候所の観測によると、本震の $P \sim S$ 時間は17.5秒、余震では $P \sim S$ 0.8秒から22.0秒まで分布しているので震源域もかなり大きかったものと考えられる。なお、MOGI (1969)はこの地震の震央はトカラ海峡付近としている。]

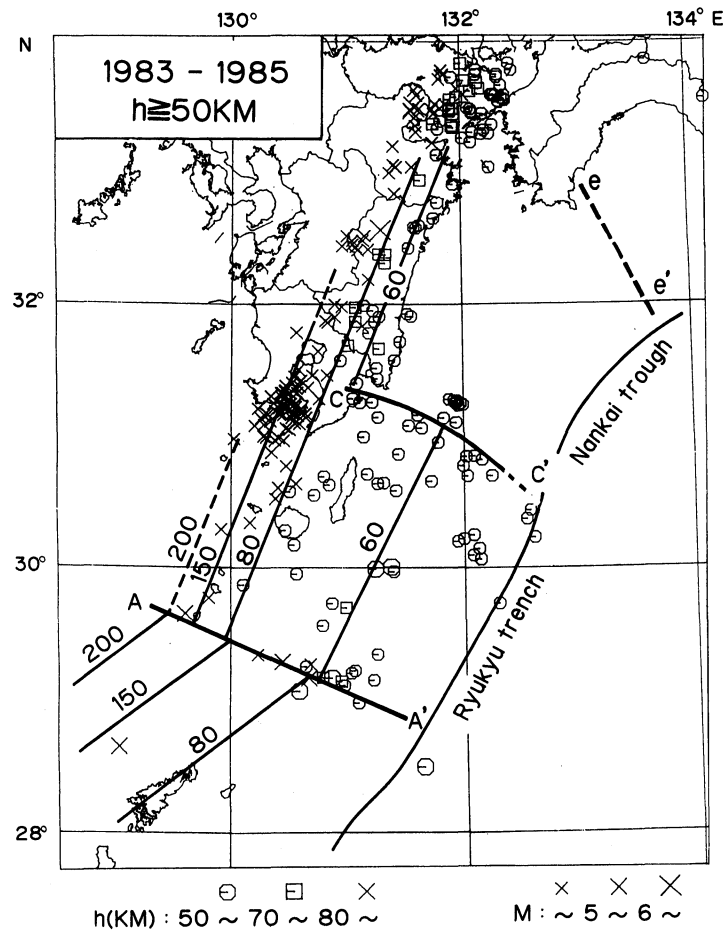


Fig. 2 Epicenter distribution of earthquakes deeper than 50 km for the period 1983-1985, and contours of depths of earthquakes. A-A', C-C' and e-e' are the same tectonic lines as in Fig. 1.

3. 地震活動の地域特性

Fig. 3 は1900年以降（1987年末まで）27°Nから33°Nまでの間の海溝沿いの海域に起った $M6.0$ 以上の地震の時間・空間分布である。古い資料では、特に南部の地域については $M6$ 程度の地震まですべて記録されているとは限らないが、最近は $M6.0$ 以上の地震がもれていることはないと考えてよいであろう。およそ31°Nより北が前節における「日向灘」、29°N～31°Nが「九州南方海域」、29°Nより南が「奄美大島近海」に相当する。この図から、この地域の地震活動についていくつかの特徴が読みとれる。すなわち、

- 1) : 1900年～1930年の約30年間は「九州南方海域」及び「奄美大島近海」では、 $M7.0$ 以上の地震が多数起っている。この間「日向灘」では $M7.0$ 以上の地震は起ってない。
- 2) : これに対し、およそ1930年以降は「日向灘」では $M7.0$ 以上の地震が10年～20年の時間間隔で起っているが、南の領域では $M7.0$ 以上の地震は全く起っていない。

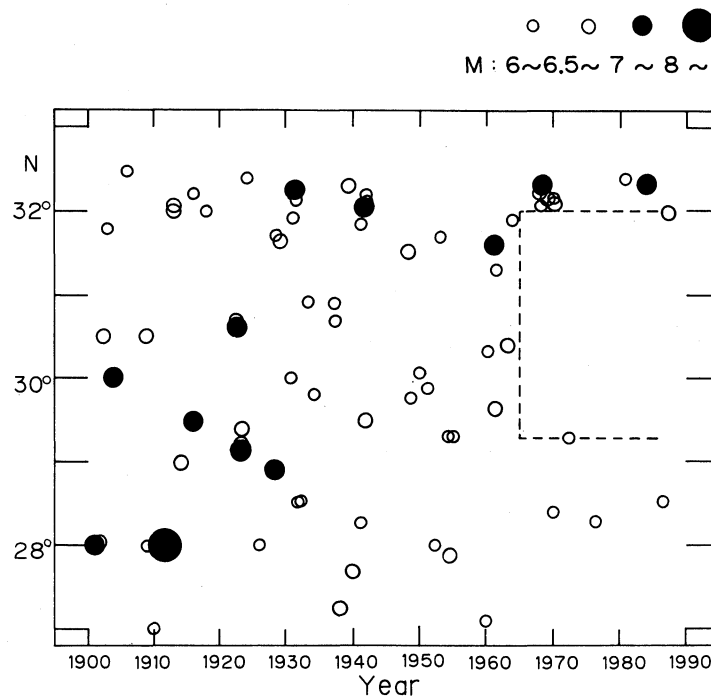


Fig. 3 Space-time distribution of earthquakes of $M \geq 6.0$ for the period 1900-1987. The earthquakes shallower than 100km, which occurred in the oceanic region between the Kyushu-Ryukyu arc and the Ryukyu trench or the Nankai trough are plotted.

3) : 32°Nより南の地域では、 M 6以上の地震でみる限り、1960年代半ば頃から地震回数が非常に少なくなっている。特に点線で示したおよそ29°N~32°Nの間で起った M 6以上の地震は1つだけである。それ以前にはこの地域の地震活動はかなり活発であったので、最近の状態は異常に静かであると言えるであろう。

次に各領域ごとの地震活動の推移を調べてみよう。Fig. 4は「日向灘」において過去約100年間に地震によって放出されたエネルギーの時間的変化を示したものである。細い縦棒は M 6.0以上の地震から求めた1年ごとの地震エネルギー(Gutenberg・Richterの式, $\log E = 1.5M + 11.8$ による), 太線は5年ごとの移動平均値である。前に述べたように、およそ1900年~1930年の間には M 7.0以上の地震はなく、放出エネルギーもこの期間相対的に少なくなっているが、全般的にみて、過去100年間では大体同じ程度のエネルギーが、ある期間において放出されており時間的にあまり大きな変動はない。放出エネルギーの年平均値は $(2 \sim 3) \times 10^{21}$ エルグ (M 6.4~6.5の地震1箇に相当) である。

これに対して南の領域ではおよそ1930年ごろまでは M 7.0以上の地震も多数起っているがそれ以降大きな地震は起っていない。さらに最近では M 6以上の地震も非常に少なくなっている。Fig. 3でもわかるようにこのような傾向は、「九州南方海域」及び「奄美大島近海」の2つの領域に共通のものである。さらに、Fig. 1でA-A'付近の地震はいつれも1911年の巨大地震に引き続いて起っており、この地震の余震とみることができる。1911年の M 8.0の地震の震源域は「奄美大島近海」と考えられるが、その余震は北隣りの領域でも多く発生したものと思われる。

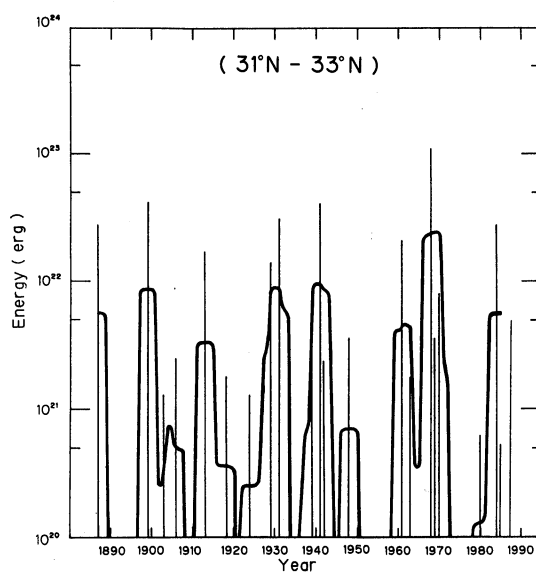


Fig. 4 Energy release in shallow earthquakes of $M \geq 6.0$, which occurred in the Hyuga-nada region. The thin bar shows the annual value of energy. The solid curve indicates the five-year moving average.

このようなことから、ここでは2つの領域をまとめて取り扱うことにする。

Fig. 5は、南部の2つの領域についてFig. 4と同様な地震エネルギー放出の時間的変化を示したものである。この図ではFig. 4の場合とは対比的に、 $M 8.0$ の地震が起った1911年ごろをピ

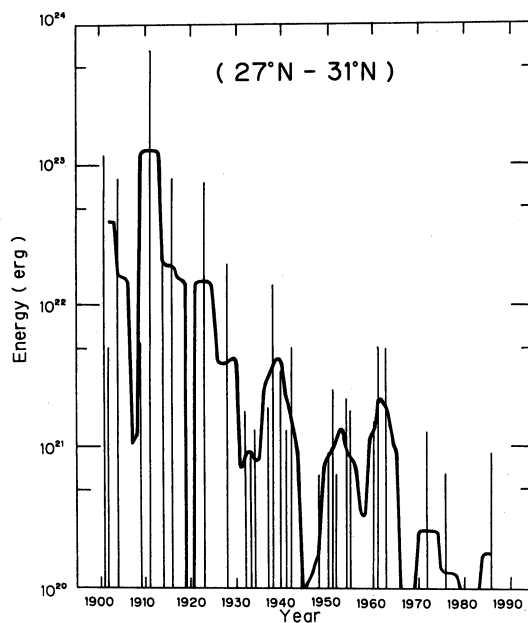


Fig. 5 The same as Fig. 4, but for the region between 27°N and 31°N.

一クにその後放出エネルギーは年とともに減少している。1930年ごろまでは1911年の地震の余震と思われる地震の活動が活発であった時期である。それ以後は $M 6$ クラスの地震の活動が比較的活発であったためエネルギーもかなり高い水準にあるが、1960年代半ば以降は、前述のように地震活動は異常に静かで、エネルギー放出量も非常に少なくなっている。

参考のため、Fig. 4の地域とFig. 5の地域における地震エネルギー ($M 6.0$ 以上の地震によ

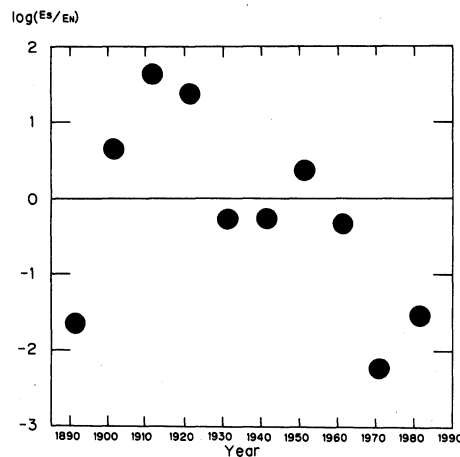


Fig. 6 Variation of energy released in earthquakes as a function of time. A ratio of the decennial energy radiated from the region between 27°N and 31°N , E_s , to that from the Hyuga-nada region, E_n , is plotted in the logarithmic scale for the data since 1887.

る)の比を求め、その時間的変化をFig. 6に示してある。図で縦軸は、1887年から10年間ごとのエネルギー量の比の対数である (E_n 及び E_s はそれぞれFig. 4及びFig. 5の地域における値である)。「日向灘」における地震活動は、前に述べたようにあまり大きな時間的変動はない(ただし、1920年前後及び1950年前後の各10年間は、全期間の平均値よりほぼ1桁小さくなっている)ので、この図は南の地域における活動の推移を表わしているものと考えてよい。

1900年以前は、南部地域について $M 6$ クラスの地震がもれなく観測されているかどうかかわからないが、南の地域におけるエネルギーは「日向灘」に比べ2桁近く小さい。1900年代から1920年代にかけては、1911年の $M 8.0$ の地震及びその余震活動が活発な時期で、南部地域において放出されたエネルギーが圧倒的に大きい。その後の約40年間は、南部の地域では $M 6$ クラスの地震の活動が活発であったため、両地域ほぼ同程度のエネルギーが放出されている。1960年代後半以降は、南の地域においては規模のやや大きい地震は異常に少なく、従ってエネルギー量も極端に少なく1900年以前とほぼ同じ値になっている。

4. 考 察

日本列島周辺の「海溝沿いの海域」ではしばしば大地震が発生するが、一般にこれらの大地震はそれぞれ独自の領域を震源域としている[例えばMogi (1969), Utsu (1974), 長宗 (1979)]。東海沖から四国沖にかけての、いわゆる南海トラフ沿いの海域も数個の領域に分かれ

ており、1944年の東南海地震 ($M7.9$)、1946年の南海道地震 ($M8.0$) などは、それぞれ単独あるいは連続した複数の領域を震源域としている。今までこの海域では、100年~200年程度の比較的長い時間間隔で巨大地震が発生している。

「日向灘」の地域は南海道地震の西側の領域になるが、この地域全体を1つの震源域とするような巨大地震は起り得ないで、比較的小さい領域を単位とする $M7$ クラスの地震によって歪が開放されている。UTSU (1974) は、この地域を3つの領域に分けている (これらは、およそ1968年、1941年及び1961年の地震の震源域に相当する)。この地域は南海トラフが南西方向に湾曲して琉球海溝に続く曲り角にあたっており、フィリピン海リソスフェアの沈み込み帯としては、構造的に、やや複雑なところである。例えば、一般に深い地震の等深線は海溝の軸にほぼ平行しているが、九州地方中部以北における稍深発地震の等深線は、Fig. 2のように南海トラフの軸とは平行していない。(九州下の稍深発地震の等深線、和達-ベニオフ ゾーンの構造等については改めて解析する予定である。) また、深さ100kmより深い地震の起るのは国東半島の先端付近まででそれより北では起らない [勝又 (1970), 西出 (1984)] し、フィリピン海プレートの四国下への沈み込みによる地震の起るのは深さ60~70kmまでで、四国下ではこれより深い地震は起らないこと (SHIONO, 1977) などが知られている。九州下の稍深発地震と四国下のマントル内地震は異った機構で起っているという考えもある (岡野・他, 1985)。

Fig. 2 及び7からもわかるように、四国の南西岸付近から伊予灘にかけての線を境にしてその西 (九州) 側と東側では地震活動にかなり顕著な差がみられる。九州側では東側に比べて一般的に地震活動が活発である。四国の南西端付近から伊予灘にかけての線は大きな地体構造の境界線になっているものと思われる。

「日向灘」の領域は、このような複雑な構造を反映していくつかの副領域に細分されており、この領域ではそれぞれの副領域が単位となって歪の蓄積・開放が行われているものと考えられる。

Fig. 7は1983年-1987年の5年間に起った地震 (震源の求められているものすべて) の震央分布である。「日向灘」の地域では深さが約50kmより深くなると地震の数が非常に少なくなる (Fig. 2) が、さらにトラフの軸からその内側100-150km (点線付近まで) の部分では深さに関係なく地震活動は極めて低調で、小さい地震も非常に少ない。大きな地震も大部分これより陸側で起っている (Fig. 1)。このことは、南の隣接領域では海溝付近から地震活動が活発であることと極めて対照的である。南海トラフから海のプレート (リソスフェア) が北西方向に沈み込んでいるとすれば、この部分ではプレート間のカップリングが比較的ルーズで、地震を起すような応力の集中度が弱いものと考えられる。

「九州南方海域」は、Fig. 1, 2あるいは3のように地震活動がかなり活発な地域であるが、最近の約20年間は活動が低調になっており「日向灘」の南半分を含め $M6.0$ 以上の地震は1つだけである。このような活動は、この地域のそれ以前の活動からみて異常に低いとも考えられる。このことがどのような意味をもつのか現段階ではわからないが、今後の地震活動に注意する必要があるだろう。

「奄美大島近海」は日頃、中・小地震活動の活発なところであると同時に、過去にはこの領域を震源域とする巨大地震も発生している。ただしこの地域に発生する巨大地震は、ほぼ同じような時間間隔で巨大地震が繰り返されている東海道沖、南海道沖などと比べ非常に長い再来時間をもっているものと考えられる。

この地域は、構造的には東日本弧における三陸沖と類似しているように思われる。すなわち、

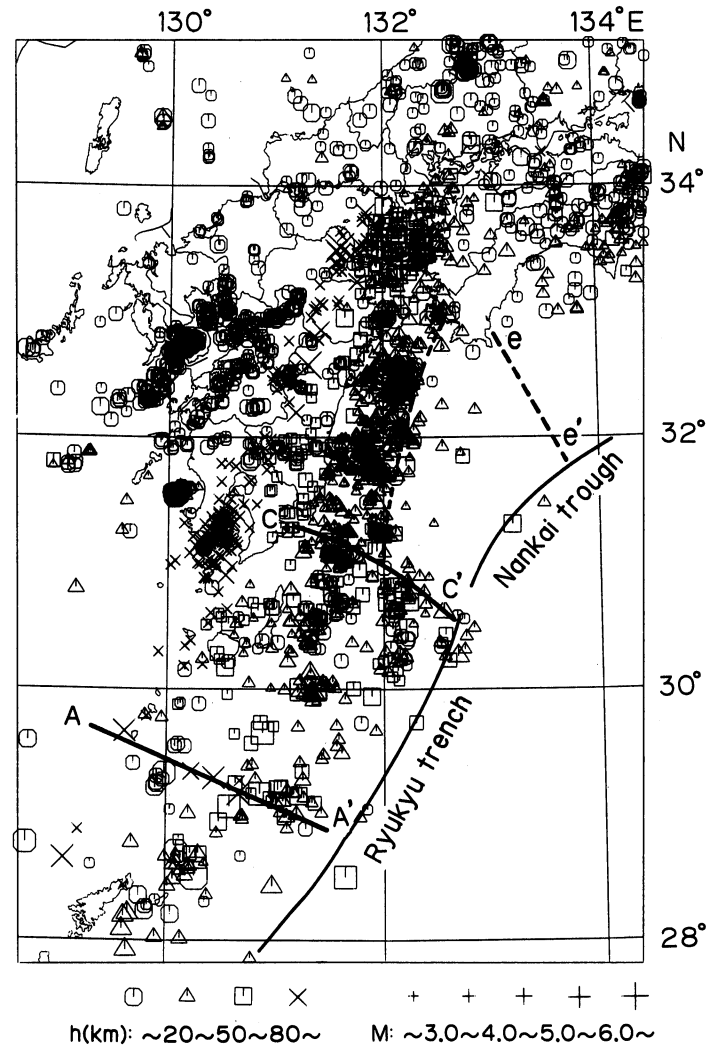


Fig. 7 Distribution of epicenters of earthquakes for the period 1983-1987.

千島南部から北海道南方にかけての千島海溝沿いの海域では、ほぼ60年ぐらいの時間間隔で巨大地震がそれぞれの領域で発生している [長宗 (1976), ただしこれには青森県東方沖に属するものは含まれていない。RIKITAKE (1976) は青森県東方沖の地震も含めたデータから平均時間間隔85年という値を求めている]。これに対して三陸沖には $M 8$ クラスの巨大地震が起こっているが千島海溝沿いの地域におけるような規則性はみられない。

Fig. 3からもわかるように、この地域でも最近の約30年間は地震活動は以前に比べ低調である。このことは、1911年の地震以後徐々に減少してきたサイスミシティが平常に復したとみるべきか、異常とみるべきか、「九州南方海域」と同様に今後の活動を監視する必要がある。

5. お わ り に

過去約100年間の資料によって、主として日向灘から奄美大島南東沖にかけての、海溝沿いの海域における地震活動について解析した。結果はおおよ次のとおりである。この海域は、Fig.

1あるいは2のように、地震の起り方によって大きく3つの領域（「日向灘」、「九州南方海域」及び「奄美大島近海」）に分けられ、それぞれの領域における地震活動にはそれぞれ特徴がある。

最も北の領域である「日向灘」の地域はいわゆる日向灘地震の震源域で、この領域を1つの震源域とするような巨大地震は起らないが、 $M7$ クラスの地震がおおよそ10-20年程度の比較的短い時間間隔で発生しており、過去約100年間はほぼ一定の割合いで地震エネルギーの放出が行われている。この地域においては恐らく将来もこのようなパターンが続くものと思われる。

「九州南方海域」では、特に大きな地震が起った記録はない。1930年ごろまでは $M7$ クラスの地震もいくつか起っているが、その後活動は比較的低調になり、特に最近の約20年間は異常に低調である。

「奄美大島近海」は、1911年の喜界島近海の地震（ $M=8.0$ ）の震源域と推定される。この領域の南の境界としては、例えばKizaki (1978) による奄美大島と徳之島の間の地質断層の延長付近が考えられる。この領域で起った巨大地震の記録は1911年の地震だけであるが、今後この領域を震源域とする大規模な地震の発生は十分考えられる。

「日向灘」以南の2つの領域においては、1900-1920年ごろは1911年の地震をはじめ地震活動が非常に活発であったが、その後徐々に放出地震エネルギーが少なくなり、最近の約20年間は地震活動が非常に低調になった。これは1900年以前の活動レベルとほぼ同程度である。このような活動はこの地域にとっては平常のレベルであるのか、あるいは異常に低いレベルとみるべきか、現段階では判断できないが、今後の地震活動に注意していく必要があろう。

謝 辞

使用した資料は、気象庁地震予知情報課から提供された震源データファイルである。地学教室大石剛正技官には図の作成等をお願いした。

文 献

- CARR, M. J., R. E. STOIBER and C. L. DRAKE, 1973, Discontinuities in the Deep Seismic Zones Under the Japanese Arcs, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **84**, 2917-2930.
- 勝又 護, 1970, 日本列島および周辺におけるサイスミシテとそれに関連する諸問題, *験震時報*, **35**, 76-142.
- 気象庁, 1982, 改訂日本付近の主要地震の表 (1926年-1960年), 地震月報別刷第6号.
- KIZAKI, K., 1978, Tectonics of the Ryukyu Island Arc, *J. Phys. Earth*, **26**, Suppl., S301-S307.
- 木崎甲子郎, 1979, 「九州西縁構造帯」とその意義, *地球科学*, **33**, 144-151.
- 小西健二, 1965, 琉球列島 (南西諸島) の構造区分, *地質学雑誌*, **71**, 437-457.
- MOGI, K., 1969, Relationship between the Occurrence of Great Earthquakes and Tectonic Structures. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **47**, 429-451.
- 茂木清夫, 1981, 地震-その本性をさぐる, 東大出版会.
- 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*, 104-118.
- 長宗留男, 1987, 九州-琉球列島における稍深発地震とテクトニクス, *地震2*, **40**, 417-423.
- 長宗留男, 1988, 日向灘における大地震の活動, *鹿大理紀要 (地学・生物学)*, **21**, 1-21.
- 西出則武, 1984, 伊予灘周辺の地震活動と1983年8月26日国東半島の深発地震 ($M6.8$) について, *地震学会講演予稿集*, No. 1, 68.
- 岡野健之助・木村昌三・許斐 直・中村正夫, 1985, 四国および周辺地域の震源分布, *地震2*, **38**, 93-103.

- RIKITAKE, T., 1976, Recurrence of Great Earthquakes at Subduction Zones, *Tectonophysics*, **35**, 335-362.
- SHIONO, K., 1977, Focal Mechanisms of Major Earthquakes in Southwest Japan and Their Tectonic Significance, *J. Phys. Earth*, **25**, 1-26
- SHIONO, K., T. MIKUMO and Y. ISHIKAWA, 1980, Tectonics of the Kyushu-Ryukyu Arc as Evidenced from Seismicity and Focal Mechanism of Shallow to Inter-Mediate-Depth Earthquakes, *J. Phys. Earth*, **28**, 17-43
- 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, 地震学, 共立出版.
- 宇津徳治, 1982, 日本付近の $M6.0$ 以上の地震および被害地震の表: 1885年-1980年, 地震研究所彙報, **57**, 401-463.