

歴史地震データに基づく震度Ⅲ～Ⅶの分布 の特徴と活断層分布域

東京大学名誉教授 宇佐美 龍夫^{*1}
大和探査技術株式会社 渡邊 健^{*2}
東京電力株式会社 八代 和彦^{*3}
東電設計株式会社 中村 亮^{*4}

Feature of the distribution of regions with intensity III~VII
based on the historical earthquake data and active fault

Tatsuo Usami^{*1}

1-8-1-6411, Takatsuka-dai, Kawai-cho, Kita Katsuragi-gun, Nara, 636-0071, Japan

Takeshi Watanabe^{*2}

Daiwa Exploration & Consulting Co. Ltd., 2-8-22, Kami-Meguro, Meguro-ku, Tokyo, 153-0061, Japan

Kazuhiko Yashiro^{*3}

Tokyo Electric Power Company, 1-1-3, Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0011, Japan

Ryoichi Nakamura^{*4}

Tokyo Electric Power Services Co.Ltd, 2-1-4, Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0011, Japan

§ 1. はじめに

歴史時代における震度データは、宇佐美・大和探査(1994)によりまとめられており、これらを用いれば震度分布の特徴を整理できると考えられる。震度Ⅵの領域は、余震域及び地震時の地殻変形域の面積とほぼ等しいという指摘がある(村松, 1969)。また、翠川・五艘(1997)は、震度Ⅵ・Ⅶをもたらす発生要因について調べ、多くは陸上の活断層に対応し、地盤条件により異なることを指摘している。また、武村ほか(1998)は、明治以降の内陸で発生した地震について、断層分布と震度Ⅶの発生条件を調べている。しかし、いずれも地震動と個々の断

層及び表層地盤との関係を調べたものであり、断層分布の地域性と震度Ⅵ・Ⅶレベルの地震動をもたらす地域性については検討されていない。一方、垣見(1991)は断層分布域と非分布域に着目し、M6.5以上の地震は大部分が断層分布域に発生していることを指摘しており、また、武村(1998)はM6.5を越える地殻内地震で被害が極端に大きくなることを指摘している。これらのことから、震度Ⅵ以上の大きな地震動をもたらす地域は活断層の分布域と何らかの相関性があると予想される。そこで、歴史時代データに基づき、震度Ⅲ～Ⅶの分布の地域的特徴を調べた。

§ 2. データ及び検討内容

用いたデータは、宇佐美・大和探査(1994)「わが国の歴史地震の震度分布・等震度線図」による。

この資料は、次のようにまとめられた。

- ①599年～1884年の各地震について、史料集の地震史料を整理し、それを現在の市区町村ごとに「地震被害記述一覧表」としてまとめる。
- ②地震予知連絡会会報第35号(1986)による震度判定表により各地点の震度を判定し、「地震被害整理表」としてまとめる。
- ③市区町村単位で震度を求める。その際、市町村の中の最高の震度を採用する
- ④震度記号としてプロットする。

このようにして描かれた震度分布の一例を図-1に示す。表-1は、図-1の震度記号と気象庁震度階級との対応を示したものである。e,E,Sと震度の関係は、近年の地震の震度分布と比較することにより経験的

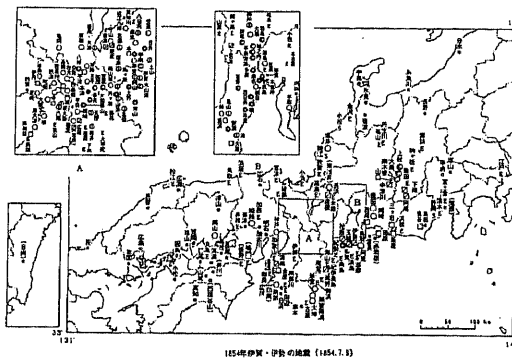


図-1 用いたデータの一例
宇佐美・大和探査(1994)による

表-1 震度記号と気象庁震度階級
宇佐美・大和探査(1994)による

震度 解 釈 表			注: —は震度の境		
記号	震度	震度の解釈	記号	震度	震度の解釈
e	地震	Ⅲ以上	○	V	V以上
△	Ⅲ	Ⅲ～Ⅳ	○	V～Ⅵ	Ⅵ未満
△	Ⅲ～Ⅳ	Ⅳ未満	○	V以上	Ⅵ未満
E	大地震	Ⅳ以上	◎	Ⅵ	Ⅵ以上
S	強地震	Ⅳ	◎	Ⅵ～Ⅶ	Ⅶ未満
□	Ⅳ～Ⅴ	V未満	●	Ⅶ	Ⅶ以上
□	Ⅳ以上				

に求められたものである。

一般的に東北～北海道の太平洋側の海域は地震活動が他の地域に比べて高く、大規模な地震が発生することが知られている。また、南海トラフに沿っても、約百年に一度の間隔で大規模な地震が発生することが知られている。一方、内陸の地殻内地震は、規模は小さくても大きな被害をもたらすことが多い。このような現象はある震度の地域的分布に特徴的に現れていることが考えられる。そこで、今回、すべての歴史地震の震度データを、各震度毎に全国的にプロットすることにより、震度Ⅲ～Ⅶの各震度における分布図を作成する。その上で、活断層の分布域などと比較・検討し、その地域的特徴について議論する。

図-2(a)～(e)に、599年～1884年の全期間における震度Ⅲ～Ⅶ(気象庁震度階級に相当する)の分布を示す。前述したように黒丸一つは、各地震について市町村ごとに与えられる。これらの図は、震度Ⅲ～Ⅴが日本全国に比較的均一に分布しているのに対して、震度Ⅵ及びⅦは地域的な特徴を示している。たとえば、東北地方では日本海側に多いのに対して、地震活動が活発な太平洋側では逆に少なくなっている。震度Ⅲの地点はⅣより少ないが、これは震度が低いので、残存記録が少ないためと考えられる。

図-2から先ず考えられるのは歴史時代における記録の有無の地域性である。震度Ⅳ及びⅤは北海道や九州南部で少ない傾向がある。図-3には、おおよそ江戸期以前は500年単位・以降は100年単位の期間で震度Ⅳの分布域を示す。これをみると、記録は江戸期以降がほとんどであることがわ

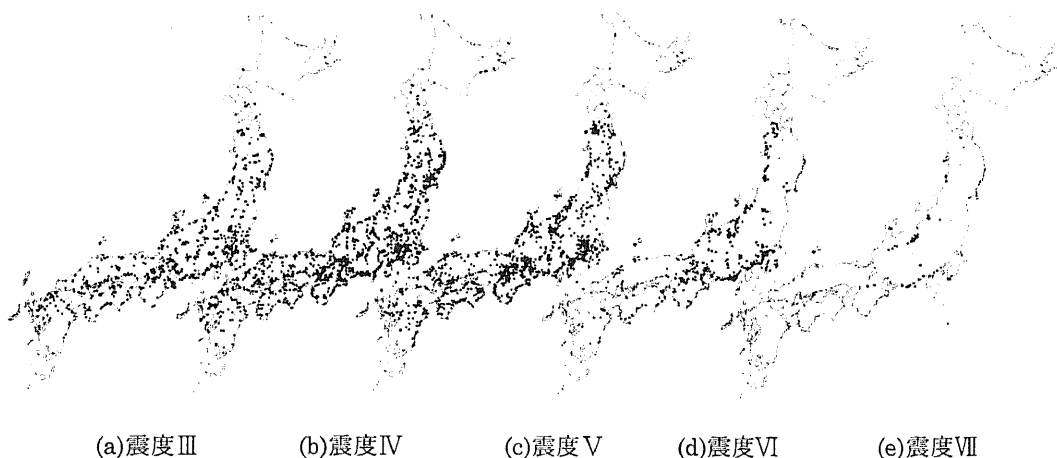


図-2 震度Ⅲ～Ⅶを受けた地点 (599年～1884年)

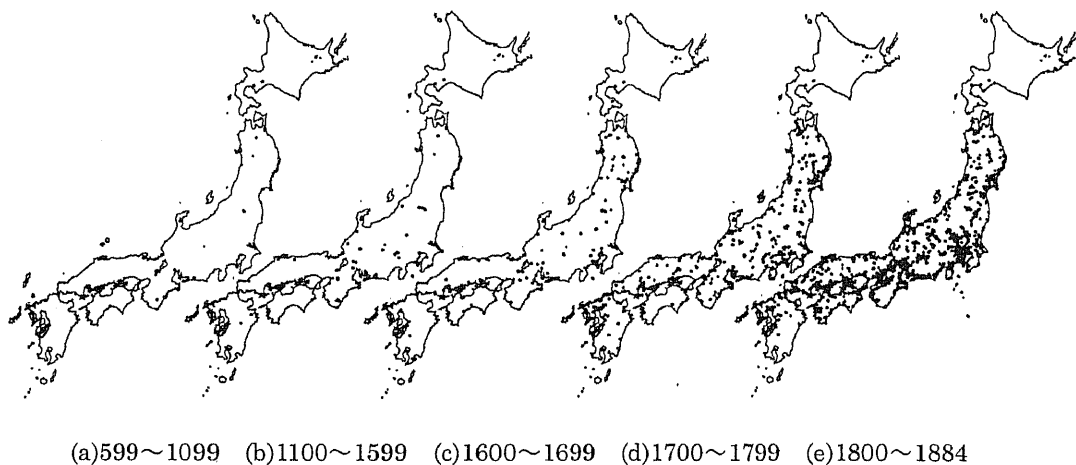


図-3 年代毎の震度Ⅳの記録の変化

かるが、この期間中でも、北海道地域が少ないのは、残存する記録が少ないためである。また、九州の主に南部の地域も震度点が少ない傾向が見られる。これは地震活動が少ないことと、残存する資料が少ないためと考えられる。一方、東北太平洋側では江戸期以降からデータが存在し、江戸期を通じて同様にデータがある。東北太平洋側

で震度Ⅵ・Ⅶが少ないという理由が歴史記録の存在自体のためとは考えにくい。

ところで、このような地域性については、地盤の影響も考える必要がある。東北太平洋側の震度Ⅵ・Ⅶの少ない地域には北上山地や阿武隈山地などの先第三系の岩盤地帯が広く分布しており、沖積層のような軟弱な地盤は海岸沿いに局所的であるが分布し

ている。この地域のように岩盤が広く分布し、沖積地盤が狭いという地質的条件は、比較的、西南日本の太平洋側の地域に似ていると考えられるが、西南日本太平洋地域でも図-2に示されるように局所的であるが歴史時代には震度VI・VIIが生じている。また、山岳地域でも1858年飛越地震などのように、谷間狭隘部の沖積層分布地域でも震度VIIが生じている例もある。

以上のことから、北海道や九州南部をのぞく震度VI及びVIIの分布の地域性、特に東北太平洋沿岸地域において震度VI・VIIが見られないのは地盤条件以外の理由があると考えらるべきであろう。

§ 3. 活断層分布との比較

震度VI・VIIの分布の地域性について考えるため、活断層の分布の特徴と比較する。

活断層の分布の特徴について大きくとらえたものとして、松田(1990)の「地震分帯図」、Kinugasa(1990)の「地震地体構造区」

があり、いずれも地震の起こり方を地域分けしたものである。

これに対し、垣見(1991)は、活断層がある範囲に存在するかしないかを、それぞれ「活断層地域」と「非活断層地域」分けた。

ここでは便宜上、松田(1990)やKinugasa(1990)の区分図を「活断層分帯図」と呼び、垣見(1991)の「活断層地域」を「活断層分布域」と呼ぶこととした。

3.1 活断層分帯図との比較

松田(1990)は、日本島弧の太平洋側沖合帯(沈み込み帯)、外帯、内帯、日本海沿岸海域、衝突帯などに大別し、歴史地震、活断層などを考慮して区分した。また、Kinugasa(1990)は、活断層の分布・性状・活動度の共通性を基に区分した。両者は若干の違いがあるものの、全体的にはほぼ同様の区域分けがなされている。

図-4は、震度VI・VIIの分布にこれらの分帯図を重ね描きをしたものである。これらによると、東北地方太平洋側の北上山

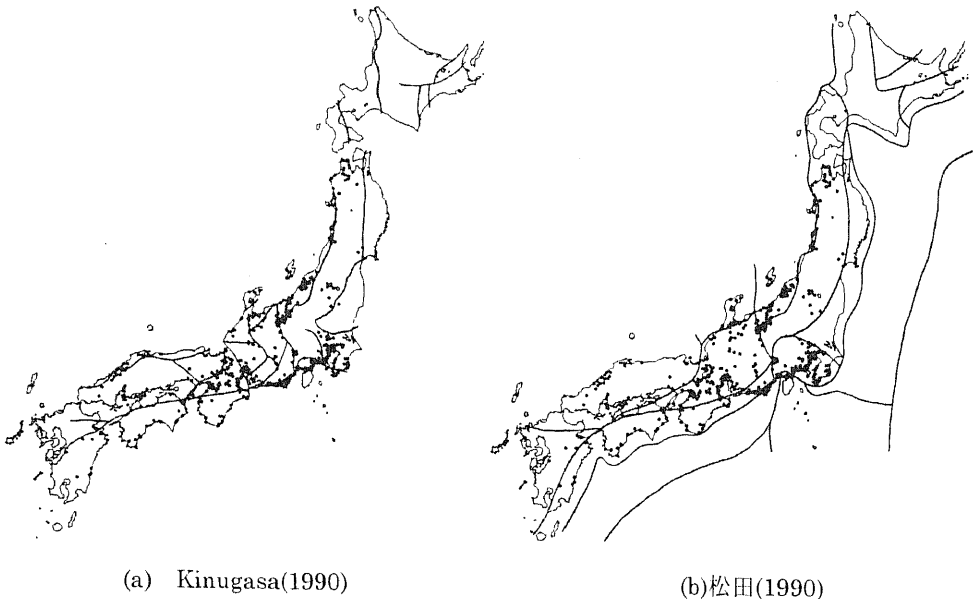


図-4 震度VI・VIIの分布(黒丸)と活断層分帯図の比較

地・阿武隈山地を含む区域では、震度VI・VII以上が無いことがわかる。この区域は Yamashina et al. (1978)による Aseismic belt にあたり、地震発生が少ない地域であり、地震震度VI・VIIをもたらすような近傍の被害地震の発生が歴史上無かったか非常に少なかったとため考えられる。また、東北地方中央を南北に連なるの奥羽山脈・出羽丘陵などを含む地域では震度VI・VIIが分布し、さらにその日本海側にあたる地域は震度VI・VIIの分布の密度が高くなっている。西日本では中部～近畿の区域、東海から紀伊南部、四国南部では震度VI・VIIが比較的多く起こっている。中国・九州地方では一部発生している。以上から、震度VI・VIIの発生する場所は、このような活断層分帯図とある程度関係しているようにみえる。

3.2 活断層分布域等との比較

垣見(1991)は、活断層から10km以内の地域を「活断層地域」、それ以外の地域を「非活断層地域」を分けた。垣見(1991)は、活断層データとしては活断層研究会(1980)の「日本の活断層」の確実度I・II、及び日本第四紀学会(1987)によるものの2種類用いている。さらに、これらの図と被害地震をプロットし、内陸のM6.5以上の地震は、ほとんどが活断層地域(分布域)に発生していることを指摘している。

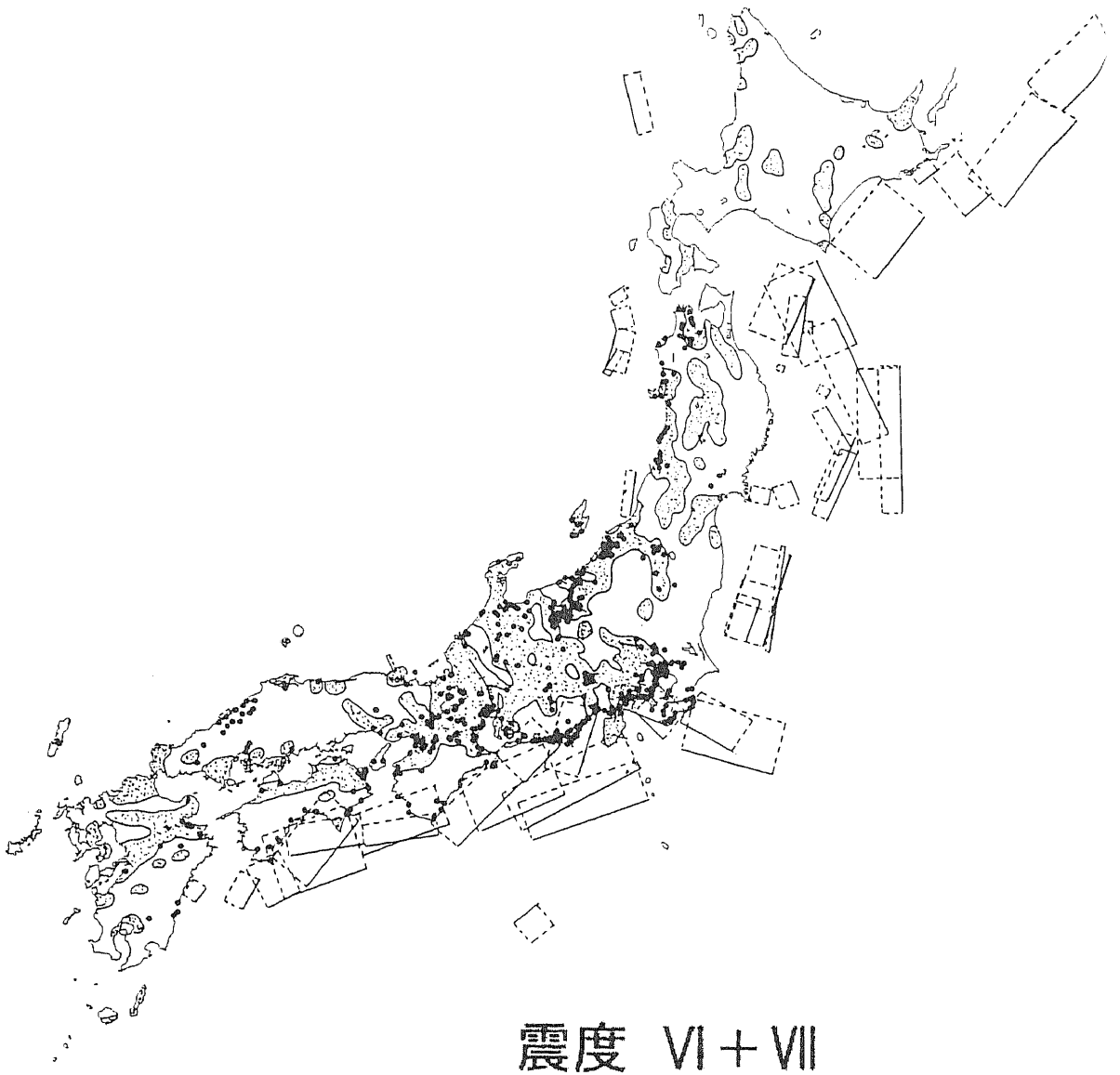
活断層分布域(砂目)と震度VI・VIIの分布を重ね描きしたものを図-5に示す。これによると、関東から西日本の太平洋沿岸及び1872年浜田地震等によるものを除くと震度VI・VIIの発生地域と活断層分布域の対応が良いことがわかる。また、同図には、佐藤他(1989)による「断層パラメーターハンドブック」による断層モデル位置(矩形)を加筆した。これは津波・測地・地震観測

などの地震学的データに基づいて断層パラメーターが決定された断層位置を示したものであり、フィリピン海プレートの潜り込みに伴う断層の地表への投影が陸域に入り込んでいるのに対して、太平洋プレートの潜り込みに伴うものは陸域に入り込んでいないことがわかる。

関東から西南日本太平洋側の地域は、地震学的な断層モデル位置からみると、フィリピン海プレートの潜り込みに伴ったと考えられる南海トラフ付近の断層の地表への投影が陸域にまで達しているような場所にあたる。また、浜田地震についても地震学的な断層モデルが示されている。しかし、浜田地震の震度VI・VIIの分布域は、他に比べてやや広いのが特徴的である。ただし、この地震は、地震後40年を経て本格的被害調査が行われたものであることや、地震学的断層モデルを求める際に用いたデータが乏しく信頼性に問題があるなど不明な点が多い。すなわち、全体的にみると震度VI・VIIは、活断層分布域(活断層から10km程度)やプレートの潜り込みに伴うような地震の断層位置付近に多く生じている。

§ 4. 議論

震度VI・VIIは、活断層の分布域及びフィリピン海プレートが内陸にまで入ってきた地域に発生する頻度が高い。東北太平洋沿岸地域の活断層があまり分布していない地域があるが、この地域では震度VI・VIIは歴史地震で生じていない。東北太平洋側は、日本の中でも地震活動が活発であることが知られており、大地震も発生しているが、その活発な地域は陸からある程度離れており、陸地に震度VI・VIIをもたらすようなものでないと考えられる。つまり、震度VI・



震度 VI + VII

図-5 震度VI・VIIの分布(黒丸)と活断層分布域(砂目)及び断層モデル(矩形)
活断層分布域は垣見(1991)による。断層モデルは佐藤他(1989)による。

VIIになる地域は、内陸地震の場合の活断層分布域や、プレートの潜り込みによる地震の場合には断層が陸域に入り込んでいるような震源域近傍にほぼ限定されるという傾向があると考えられる。

翠川・五艘(1997)は、震度VI・VIIの分布と近年の地震について検討し、この東北太平洋側の地域では、八戸において震度VIの分布があったとされている。これは1994年三陸はるか沖地震によるものと考えられ、八戸では、震度VIが記録されている。この地震では、断層破壊が海側から陸側に進み、八戸に近い地点で短周期発生源がある(Sato et al.,1996, 加藤・武村,1996)ことが知られ、八戸において比較的高い震度になったと考えられる。

そこで、次に、陸からある程度離れた地震による地震動の程度と内陸及び内陸に断層が入り込む海域の地震の地震動の程度を調べてみる。図-6は、明治以降(1870年以

降)の地震について、内陸及びフィリッピン海プレート沿いの地震と、海域の地震の被害の違いを死者数を尺度として見たものである。死者数は理科年表(1999)に基づいた。これによると、明治以降、内陸地震及びフィリッピン海プレート沿いに発生する地震の死者数は1000人を超えるものが10地震あるのに対して、フィリッピン海プレート沿いを除く海域の地震では2地震である。この明治三陸地震津波と三陸地震津波の2地震は津波による死者数であることが明らかである。すなわち、活断層近傍や断層の直上の震源域で発生する地震動は、三陸はるか沖地震など陸からある程度離れた海域に断層が位置する地震に比べてかなり強いものであることが伺える。歴史地震の震度と最近の震度判定などの違いなどの問題は残るが、太平洋側の活断層が分布しない地域では震度VI・VIIという地震動が生じにくいと考えられる。

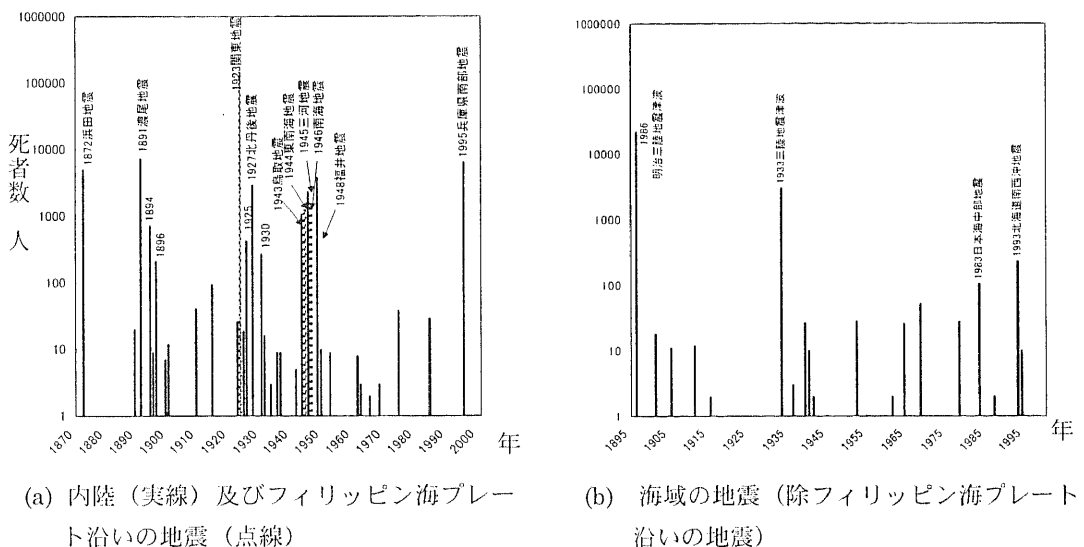


図-6 内陸及びフィリッピン海プレート沿いの地震とそれ以外の地域の地震の死者数

§ 5. まとめ

歴史地震のデータに基づき、震度Ⅲ～Ⅶの分布を求め、その地域的特徴を活断層の分布域との対応に着目して調べた。その結果をまとめると次のようになる。

- 1) 震度Ⅴ以下については、地域性が見られない。これは、このレベルの地震動が震源地付近に限定されないためと考えられる。
- 2) 震度ⅥやⅦの観測される場所は、日本列島に均一に存在するのではなく、地域性がみられる。それは、活断層から距離10km以内の地域及びプレート境界地震の断層が地表へ投影する地域（フィリピン海プレート沿い）にほぼ当たっている。

謝辞

東京工業大学翠川三郎教授、鹿島建設武村雅之博士、東京電力(株)電力技術研究所植竹富一氏には、研究段階にあたり貴重なご意見を頂きました。地質調査所佐竹健治博士には、丁寧な査読をして頂き、適切な助言をいただきました。記して感謝致します。

参考文献

- 垣見俊弘(1991) 地形・地質学からみた地震地体構造、日本列島の地震—地震工学と地震地体構造、鹿島出版会、pp.215
- 活断層研究会編(1980) 日本の活断層(分布図と資料)、東京大学出版会、pp.363
- 加藤研一・武村雅之(1996) 強震記録の継続時間から推定される1994年三陸はるか沖地震の破壊伝播特性、地震、49,75-83
- Kinugasa(1990) Seismotectonic zonation based on the characteristics of active faults in Japan, USGS Open-File Rept., 90-98, 15-17
- 松田時彦(1990) 最大地震規模による日本列島の地震分帯図、東京大学地震研究所彙報、65,289-319
- 翠川三郎・五艘隆志(1997)過去の事例に基づく激震動の発生頻度に関する基礎的考察、日本建築学会構造系論文集、502,55-60
- 村松郁栄(1969) 震度分布と地震のマグニチュードとの関係、岐阜大学教育学部研究報告、4, p.168-176
- 日本第四紀学会編(1987) 日本第四紀地図、東京大学出版会。
- 佐藤良輔編(1989) 断層パラメーターハンドブック、鹿島出版会、pp.390
- Sato, T., K. Imanishi and M. Kosuga (1996) Three stage rupture process of the 28 December 1994 Sanriku-Oki earthquake, Geophys. Res. Lett., 23, p.33-36
- 武村雅之(1998)日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響及び地震被害との関連—、地震、2,51,211-228
- 武村雅之・諸井孝文・八代和彦(1998)明治以後の内陸浅発地震の被害から見た強震動の特徴—震度Ⅶの発生条件—、地震、2、50,485-505
- 宇佐美龍夫・大和探査(1994) わが国の歴史地震の震度分布・等震度線図、日本電気協会、pp.647
- Yamashina, K., K. Shimazaki. and T. Kato (1978) Aseismic belt along the frontal arc and plate subduction in Japan, J. Phys. Earth, 26 suppl., 447-48