

#### 4. 四国において想定される地震

##### 4. 1 活断層による地震規模の推定方法

地殻の上部（深さ約20km以浅）で発生した大地震は、震央付近の地表に、列状の地割れ、線状に連続する小崖や地物のずれなどの地変が現れる。地すべりや崖崩れ、護岸背後の地割れなど明らかに表層だけの地盤の変形現象を除いて、地震により地表面に現れた地盤のずれを地震断層と呼んでいる（最近は、地震時に出現した断層であることを明確にするために地表地震断層と呼ばれることも多い）。

表1-4-1は、過去約150年間に日本の内陸および近海で発生した地震のうち、地震断層が出現した地震（全20例）を示したものである。この表には、地震観測開始以前の地震でも詳細な被害記録から解明された地震も書き加えられている。

表1-4-1 地震断層を伴った地震および被害概要（豊蔵・岡田(1996)に一部加筆）

| No | 地震名      | 年月日          | M <sup>*1</sup>   | 地震断層名<br>(分布位置) | 断層長 <sup>**2</sup><br>(km) | 最大変位量 (m)        |                  |
|----|----------|--------------|-------------------|-----------------|----------------------------|------------------|------------------|
|    |          |              |                   |                 |                            | 水平成分             | 垂直成分             |
| 1  | 善光寺地震    | 1847. 5. 8   | 7.4               | 善光寺             | >1.4                       |                  | 北西 2.7           |
| 2  | 伊賀上野地震   | 1854. 7. 9   | 7.25              | 伊賀上野            | >1.5                       |                  | 北 1.5            |
| 3  | 濃尾地震     | 1891. 10. 28 | 8.0               | 根尾谷ほか           | 80                         | 左 8.0            | 南西 4.0           |
| 4  | 庄内地震     | 1894. 10. 22 | 7.0               | 矢流沢             | 10                         | 0?               | 南東 1.0           |
| 5  | 陸羽地震     | 1896. 8. 31  | 7.2               | 千屋<br>川舟        | 40<br>15                   | 0?<br>0?         | 東 3.0<br>西 2.0   |
| 6  | 大町地震     | 1918. 11. 11 | 6.5               | 大町西南方           | 1.1                        |                  | 北西 0.2           |
| 7  | 関東地震     | 1923. 9. 1   | 7.9               | 下浦<br>延命寺       | 1<br>3 (85)                | 0?<br>左 1.2      | 北 1.0<br>北 1.9   |
| 8  | 但馬地震     | 1925. 5. 23  | 6.8               | 田結              | 1.6                        | 0?               | 南東 0.5           |
| 9  | 北丹後地震    | 1927. 3. 7   | 7.3               | 郷村<br>山田        | 16<br>8                    | 左 2.6<br>右 0.8   | 西 1.2<br>北 0.7   |
| 10 | 北伊豆地震    | 1930. 11. 26 | 7.3               | 丹那<br>姫之湯       | 30<br>3~6                  | 左 3.5<br>右 1.2   | 西 2.4<br>北 0.9   |
| 11 | 屈斜路地震    | 1938. 5. 29  | 6.1               | 屋礼部<br>丸山南東     | 0.2<br>0.2                 | 0?<br>左 2.4      | 南西 0.3<br>0?     |
| 12 | 男鹿地震     | 1939. 5. 1   | 6.8               | 琴川付近            |                            |                  | 0.4?             |
| 13 | 鳥取地震     | 1943. 9. 10  | 7.2               | 鹿野<br>吉岡        | 8~16<br>5                  | 右 1.5<br>右 0.5   | 南 0.8<br>南 0.5   |
| 14 | 三河地震     | 1945. 1. 13  | 6.8               | 深溝<br>横須賀       | 19<br>7                    | 右・左 1.0<br>左 0.6 | 南西 2.0<br>南西 1.2 |
| 15 | 福井地震     | 1948. 6. 28  | 7.1               | 福井市北東方          | 25                         | 左 2.0            | 東 0.9            |
| 16 | 新潟地震     | 1964. 6. 16  | 7.5               | 村上沖海底           | 数 (80)                     |                  | 西7 & 西5          |
| 17 | 松代群発地震   | 1965~1967    | 6.4 <sup>*3</sup> | 松代付近            | >4                         | 左 0.6            | 南西 0.2           |
| 18 | 伊豆半島沖地震  | 1974. 5. 9   | 6.9               | 石廊崎             | >5.5                       | 右 0.5            | 南西 0.3           |
| 19 | 伊豆大島近海地震 | 1978. 1. 14  | 7.0               | 稲取・大峰山<br>浅間山   | >4<br>3                    | 右 1.2<br>左 0.5   | 南西 0.4<br>北東 0.3 |
| 20 | 兵庫県南部地震  | 1995. 1. 17  | 7.2               | 野島<br>明石海峡海底    | 9<br>?                     | 右 1.7<br>右 1.1+  | 南東 1.3           |

\*1 Mは、宇佐美(1884年以前)、宇津(1885~1925年)、気象庁(1926年以降)による。

\*2 ( ) 内はメカニズム解による値。 \*3 総エネルギー (1回地震の最大規模はM5.4)

この20例の地震を地震規模（マグニチュード、M）により区分すると表1-4-2のようになる。表の右欄には、同一規模の地震の中で地震断層の出現した地震の割合を示す。日本の内陸浅部で発生した地震について見ると、地震断層は多くの場合、M6.5以上（大半がM7.0前後以上）の地震で出現しており、今日ではM6.5より小さい地震では、地震断層が出現することはないと考えられている。

表1-4-1を見ると、地震の規模は概ね地震断層の長さや最大変位量に比例しているようにみえる。地震断層の長さや変位量が地震の規模の関係が明らかになれば、個々の活断層において発生する地震の規模を予測することが可能となる。松田(1975)は、既往の地震断層資料をもとに図1-4-1のM~L関係

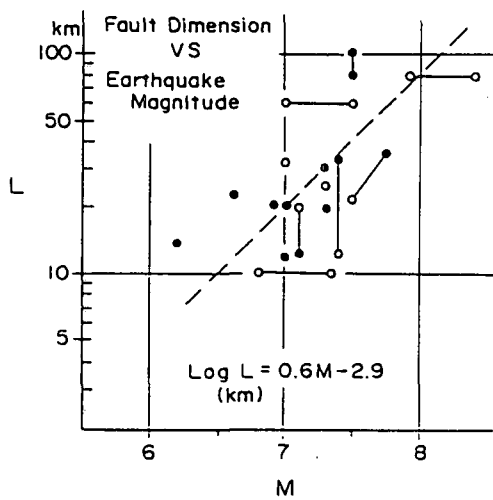
図(全16データ)およびM~D関係図(全17データ)を作成し、次の関係式を得ている。

$$\log L = 0.6 * M - 2.9 \quad (L \text{の単位はkm})$$

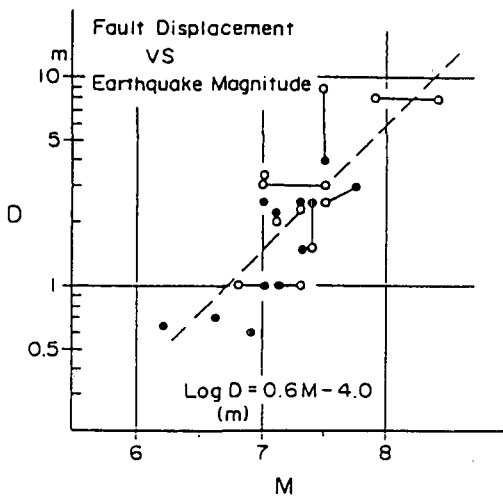
$$\log D = 0.6 * M - 4.0 \quad (D \text{の単位はm})$$

表1-4-2 地震断層を伴った地震(地震規模別)

|           | 地震断層が出現した地震名                                 | 地震断層の出現した頻度 |
|-----------|----------------------------------------------|-------------|
| M7.5以上    | 濃尾・関東・新潟                                     | すべての地震      |
| M7.5~M7.0 | 善光寺・伊賀上野・庄内・陸羽・北丹後・北伊豆<br>鳥取・福井・伊豆大島近海・兵庫県南部 | 約6割の地震      |
| M7.0~M6.5 | 大町・北但馬・男鹿・三河・伊豆半島沖                           | 約3分の1の地震    |
| M6.5以下    | 屈斜路(M6.1)・松代群発(総エネルギー M6.4)                  | まれに出現       |



(a) マグニチュードMと地震断層の長さL



(b) マグニチュードMと最大変位置D

図1-4-1 地震規模Mと地震断層の長さL  
および最大変位置D(松田, 1975)

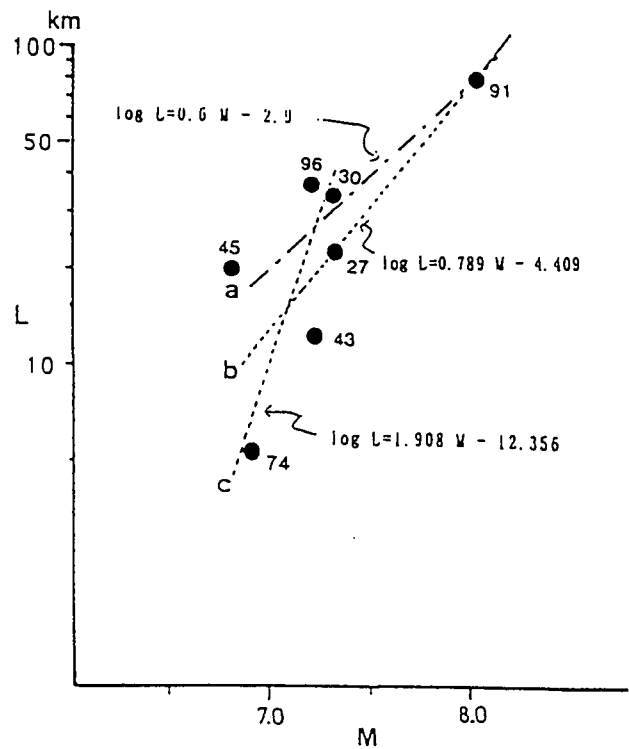


図1-4-4 地震規模と地震断層の長さ(松田, 1995)

兵庫県南部地震(M7.2)の場合、マグニチュードからLとDを求めると、 $L = 26\text{ km}$ 、 $D = 2.1\text{ m}$ となる。Dは野島断層の実測変位と概ね一致している。Lは地震断層の延長(約9 km)や破壊領域の全長(約45 km)とは明らかな差があり(図1-4-1)、菊地(1995)の震源モデルの最初のサブイベントの震源域(約24 km長、図1-4-2)にほぼ等しい。この地震後に松田(1995)は、最近の断層論による既存資料の見直しを行って、新たな相関図(図1-4-4)を公表している。1872年の地震計による地震観測開始後、大正末期~昭和初期に地震計が日本全国に設置され、地震の震源位置やマグニチュードの決定精度が向上した。しかし、松田式が依拠した既往地震資料は、地震の発生した位置や時代により信頼度が異なる。このため、松田式によるマグニチュードの推定は、必然的に精度上の問題を抱えている。

松田式の意味を大まかにいえば、次のようになる。

- M7の地震 :  $L = 20\text{ km}$      $D = 1.5\text{ m}$
- M8の地震 :  $L = 80\text{ km}$      $D = 6.0\text{ m}$

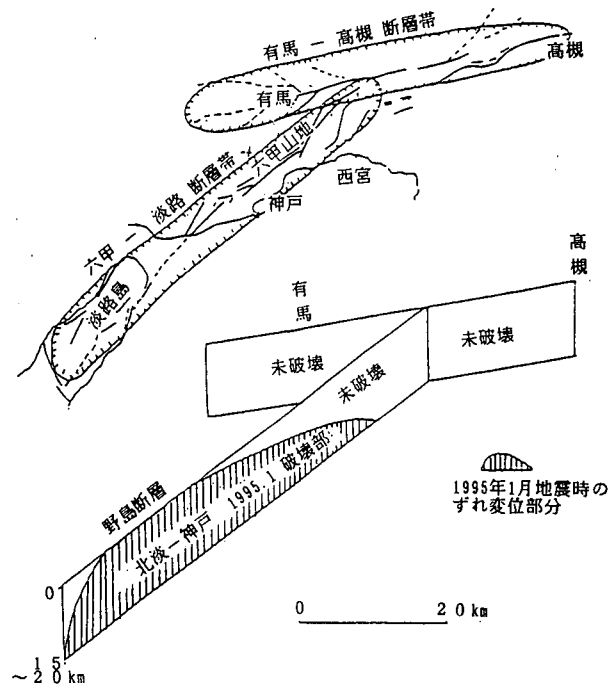


図1-4-2 阪神・淡路の活断層帯と(上)と兵庫県南部地震の破壊部と野島断層の模式図(下)  
(松田, 1995)

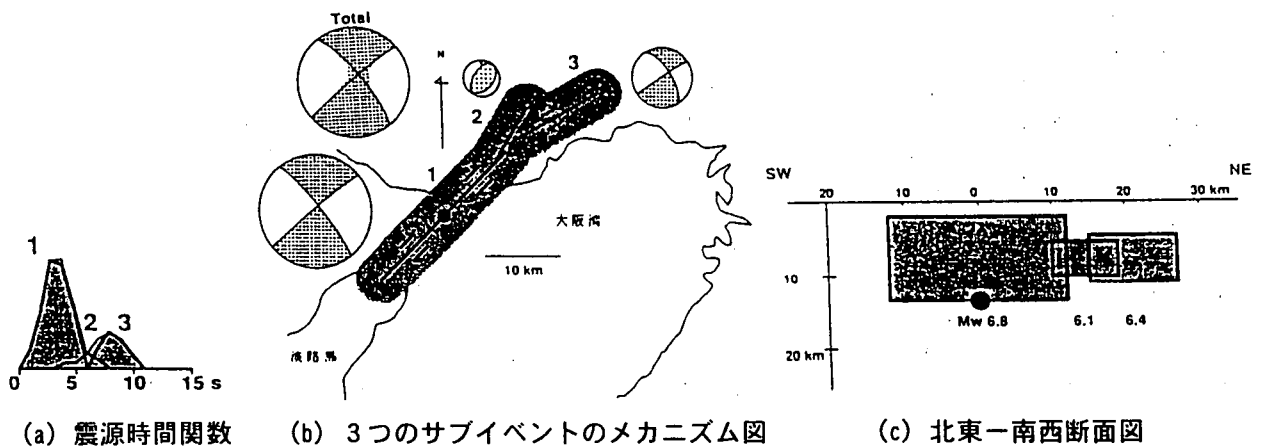


図1-4-3 兵庫県南部地震の震源モデル(菊地, 1995)

#### 4.2 四国島内の活断層から予想される地震の規模

日本の大部分の活断層は、地震時のずれの量が不明であるので、活断層から発生する地震の規模は、次の松田式によって想定するのが一般的である。

$$M_L = (\log L + 2.9) / 0.6$$

L : 活断層 (セグメント) の長さ (km)

M<sub>L</sub> : 活断層において発生する地震の規模 (M<sub>L</sub>は、7 前後以上)

四国において、地震防災上注意の必要な活断層から発生する地震の規模を、松田式を用いて推定すると表1-4-3の通りである。この表では、地震規模がM 6.5 以下の活断層も少なくないが、松田式がバラツキの大きいデータから求められた式であること、地震断層の多くがM 7 前後以上で発生していること等を考えると、活断層のあるところでは、M 7 程度以上の地震が発生するとみるのが妥当であろう。

表1-4-3 四国島内の主な活断層と予想される地震の規模

| 活断層名                      | 活動度 | 延長 (km) | 地震規模 (M) | 活動履歴                           |
|---------------------------|-----|---------|----------|--------------------------------|
| 中央構造線断層系                  |     |         |          | 紀伊水道・伊予灘で完新世*の活動               |
| 松田モデル (1990, 全長一括モデル)     | A   |         | 8.0      |                                |
| 岡田モデル (1991) (セグメント分割モデル) |     |         |          | 父尾断層は完新世に複数回の活動                |
| ・ 鳴門、神田、引野、父尾、井口断層系       | A   | 5.4     | 7.7      |                                |
| ・ 三野、池田断層系                | A   | 5.2     | 7.7      |                                |
| ・ 石鎚、寒川、畑野断層系             | A   | 2.7     | 7.2      |                                |
| ・ 岡村、小松断層系                | A   | 2.0     | 7.0      | 岡村断層は完新世に複数回の活動                |
| ・ 川上、北方断層系                | B   | 2.0     | 7.0      |                                |
| ・ 伊予断層                    | B   | 1.5     | 6.8      |                                |
| 長尾断層                      | B   | 2.3     | 7.1      | 完新世に活動                         |
| 鮎滝断層                      | C   | 4       | 5.8      | 完新世の活動は不明<br>地形上、第四紀後期**の活動を推定 |
| 岡田断層                      | B   | 3       | 5.7      | 地形上、第四紀後期の活動を推定                |
| 上法軍寺断層                    | C   | 3       | 5.6      | 地形上、第四紀後期の活動を推定                |
| 鮎喰川断層系                    | ?   |         |          | 地形上、第四紀後期の活動を推定                |
| 松田 (1990) 想定              |     |         | 7.3      |                                |
| 全長同時                      |     | 4.2     | 7.5      |                                |
| 単独活動の場合                   |     | 7       | 6.2      |                                |
| ・ 宮前断層                    |     | 9       | 6.4      |                                |
| ・ 南山断層                    |     | 9       | 6.4      |                                |
| ・ 下名断層                    |     | 9       | 6.4      |                                |
| ・ 網付森断層                   |     | 1.0     | 6.5      |                                |
| 行当岬断層                     | B   | 1.5     | 6.8      | 地形上、第四紀後期の活動を推定                |

\*1 完新世は、最近1万年間。

\*2 第四紀後期は、約13万年前以降。

#### 【参考文献】

- 1) 豊蔵・岡田：活アラカルト(2)，応用地質，Vol. 37, No. 2, 1996.
- 2) 日本応用地質学会 阪神・淡路大震災調査委員会：兵庫県南部地震—応用地質学からの視点—，1996.
- 3) 松田時彦：活断層問題の推移と今後の展望，活断層研究の歴史と現状—阪神・淡路大震災をふまえて—，pp. 16~23，断層研究資料センター，1995
- 4) 活断層研究会編：日本の活断層図—地図と解説—，東京大学出版会，1992.
- 5) 東京天文台編：『理科年表(平成7年版)』，丸善，1994.
- 6) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震，Vol. 28, pp. 269~283, 1975.
- 7) 菊地正幸：遠地実体波による震源のメカニズム，月刊地球，号外No. 13, pp. 47~53, 1995.
- 8) 宇佐美龍夫：新編日本被害地震総覧，東京大学出版会，1987.
- 9) 宇津徳治：日本付近のM 6.0 以上の地震および被害地震の表：1885~1980年，地震研究所彙報，57, p401, 1982.
- 10) 宇津徳治：同(訂正と追加)，地震研究所彙報，60, p639, 1985.