

7-3 活断層の歪進行率と地震危険度

Strain Rate of Active Fault and Earthquake Risk

日本大学文理学部

College of Humanities and Sciences, Nihon University

第1図に示す14個の活断層については、測地測量の繰返しによる最大水平ずれ歪進行率および過去に発生した地震の時期とマグニチュード(M)が求められている。歪進行率が一定で過去の地震のときに歪が全部解放されたとし、その後再び蓄積したものとして求めた歪蓄積量を限界歪の分布と比較して、地震発生の集積確率を求めるならばたとえば第2図のような経過を示し、第1表のような値を与える。

第1表をみると歪進行率rが大きいほど、最終の地震までの時間T(西暦2000年よりさかのぼる年数)が短い傾向がある。したがって第3図のようなr-T関係が得られた。

今rを 10^{-7} /年を単位として測るならば

$$\left. \begin{array}{l} r = 7.62 - 0.032T \quad T < 200 \\ 1/r = 0.25 + 0.00069T \quad T > 200 \end{array} \right\} (1)$$

という関係式が近似的に成立つ。rが大きい地震ほど繰返し発生時間間隔が小さいので、任意の時期をとってTを求めるならばrが大きいほどTが小さくなることは統計的には当然のことである。

(1)がいつでも成立つとして、rがわかっているが、過去の地震の発生時期がわからない断層について、Tすなわち最終の地震の発生時期を求めることができる。rの大きい断層についてはこのようにして求めた時期付近に断層近辺の大地震が発生している例が多い。このようにして求めた仮想的地震発生時期を是認するならば地震発生時期が判然と与えられていない断層についても、地震発生の集積確率Fを第2表のように求めることができる。

さらに2000年まで地震が発生しなかったとして、その後10年以内に地震の発生する確率Fs(品質管理工学にならって瞬間危険率とよぶ)を計算すると、第3表のようになる。これを最終地震からの年数を横軸にしてプロットすると第4図のようになる。

長期的地震発生確率として集積確率Fをとることにすれば、比良、山崎、糸魚川-静岡線、平井、深谷および阿寺の各断層について、Fは0.9を超えている。短期的地震発生確率として上に定義した瞬間危険率Fsをとるならば、丹那断層について $F_s > 0.4$ 、比良、相模トラフ、駿河トラフおよび根尾谷の各断層については $0.4 > F_s > 0.2$ となる。地震予知の立場からはこ

これらの断層に特に注意すべきであろう。

なお歪進行率 r が大きい断層ほどマグニチュード M の大きな地震発生につながる傾向があり、 $r - M$ の関係は第5図のようになっている。

(力武常次)

第1表 大地震を伴った活断層

Table 1 Active faults associated with a large earthquake.

| No. | Fault (Prefecture) | Fault length (km) | Strain rate ($10^{-7}/\text{yr}$) | Standard deviation ($10^{-7}/\text{yr}$) | Earthquake magnitude | Earthquake year | Fault type | Activity | Cumulative probability for the year 2000 |
|-----|----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------|----------|---------------------------------------------------|
| 1 | West of Aomori (Aomori) | 40 | 1.5 | 1.3 | 6.9 | 1766 | D | B | 0.29 |
| 2 | Senya (Akita) | 50 | 3.6 | 1.9 | 7.2 | 1896 | D | B | 0.33 |
| 3 | Shiraishi- Fukushima (Miyagi-Fuku- shima) | 45 | 2.3 | 0.18 | 6.6 | 1731 | D | B | 0.78 |
| 4 | Sagami trough | 85 | 6.3 | 3.4 | 7.9 | 1923 | R | A | 0.58 |
| 5 | Tanna (Shizuoka) | 35 | 8.4 | 5.4 | 7.0 | 1930 | L | A | 0.70 |
| 6 | Suruga trough | 120 | 4.3 | 1.7 | 8.4 | 1854 | D | A | 0.79 |
| 7 | Zenkoji-Iiyama (Nagano) | 70 | 1.8 | 1.4 | 7.4 | 1847 | D | A-B | 0.15 |
| 8 | Atotsugawa (Gifu) | 60 | 3.0 | 1.1 | 6.9 | 1858 | R | A | 0.43 |
| 9 | Neodani (Gifu) | 80 | 4.6 | 2.6 | 8.0 | 1891 | L | A | 0.58 |
| 10 | Yanagase (Fukui-Shiga) | 50 | 3.5 | 2.3 | 6.8 | 1909 | L | B | 0.23 |
| 11 | West of Suzuka Mts. (Shiga) | 60 | 1.5 | 0.73 | 7.4 | 1819 | D | B | 0.15 |
| 12 | Hira (Shiga) | 50 | 3.0 | 2.3 | 7.8 | 1662 | D | B | 0.998 |
| 13 | Yamasaki (Hyogo) | 50 | 1.0 | 0.62 | 7.1 | 868 | L | A | 0.998 |
| 14 | Shikano (Tottori) | 10 | 3.0 | 0.34 | 7.4 | 1943 | R | - | 0.04 |

第2表 歪進行率, 推定地震発生年およびその他の関連事項

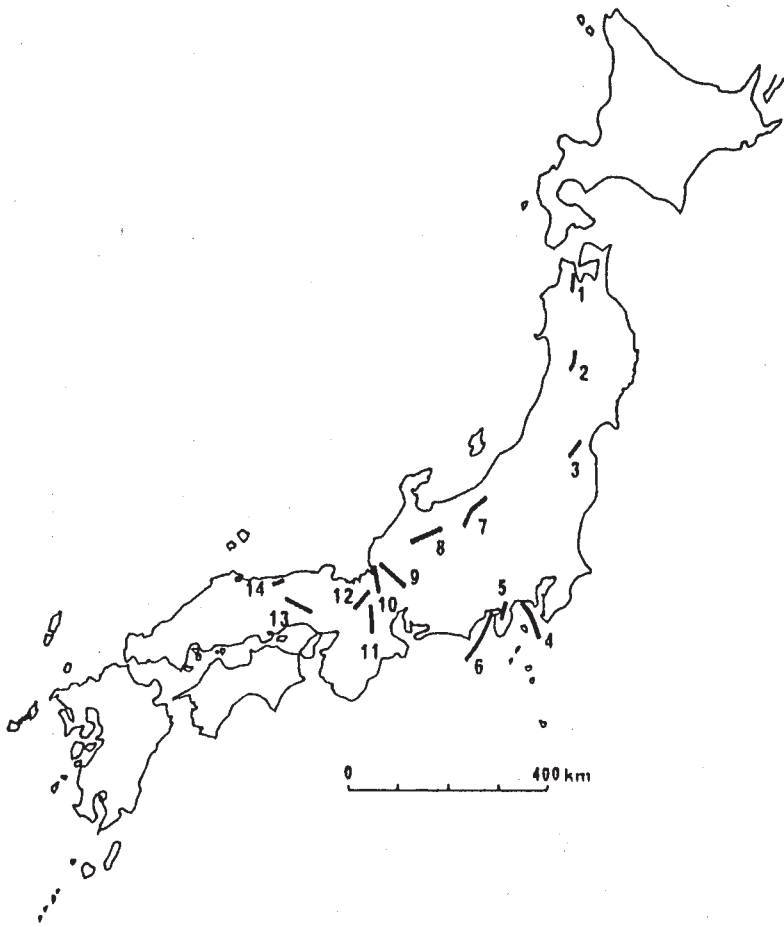
Table 2 Strain rate, estimated earthquake year and other elements for the selected faults.

| Fault (Prefecture) | Strain rate ($10^{-7}/\text{yr}$) | T (yr) | Estimated earthquake year | Cumulative probability for the year 2000 | Nearby earthquake (Year, M, epicentral distance in km) | | |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|--------|
| North Kamogawa (Chiba) | 7.8 | - | - | - | - | - | - |
| Iwatsubo (Tottori) | 4.6 | 95 | 1905 | 0.45 | 1943, | 7.4, | 10 |
| Kannawa (Kanagawa) | 3.8 | 120 | 1880 | 0.48 | 1891, | 6.5, | 8 |
| Ushikubi (Toyama-Gifu) | 3.3 | 135 | 1865 | 0.46 | 1858, | 6.8, | 4 |
| Kozu-Matsuda (Kanagawa) | 3.2 | 140 | 1860 | 0.45 | 1853, 1843, | 6.5, 6.3, | 7 8 |
| South Kamogawa (Chiba) | 3.0 | 145 | 1855 | 0.45 | - | - | - |
| West of Shizukuishi (Iwate) | 2.9 | 150 | 1850 | 0.45 | 1896, | 7.2, | 20 |
| Yoro (Gifu-Mie) | 2.9 | 150 | 1850 | 0.45 | 1819, | 7.4, | 25 |
| Median line (Tokushima) | 2.8 | 150 | 1850 | 0.42 | - | - | - |
| Tachikawa (Tokyo) | 2.3 | 270 | 1730 | 0.78 | - | - | - |
| Itsukaichi (Tokyo) | 2.3 | 270 | 1730 | 0.78 | - | - | - |
| Tsurukawa (Kanagawa) | 2.1 | 340 | 1660 | 0.88 | 1670, | 6.4, | 15 |
| Itoigawa- Shizuoka line (Nagano) | 1.7 | 500 | 1500 | 0.96 | - | - | - |
| Hirai (Gumma-Saitama) | 1.4 | 670 | 1330 | 0.98 | - | - | - |
| Fukaya (Saitama) | 1.4 | 670 | 1330 | 0.98 | - | - | - |
| Atera (Gifu) | 1.2 | 820 | 1180 | 0.99 | - | - | - |

第3表 各断層についての瞬間危険率 (Hazard rate), 最終地震発生年と
A.D.2000年との時間間隔 T および歪進行率

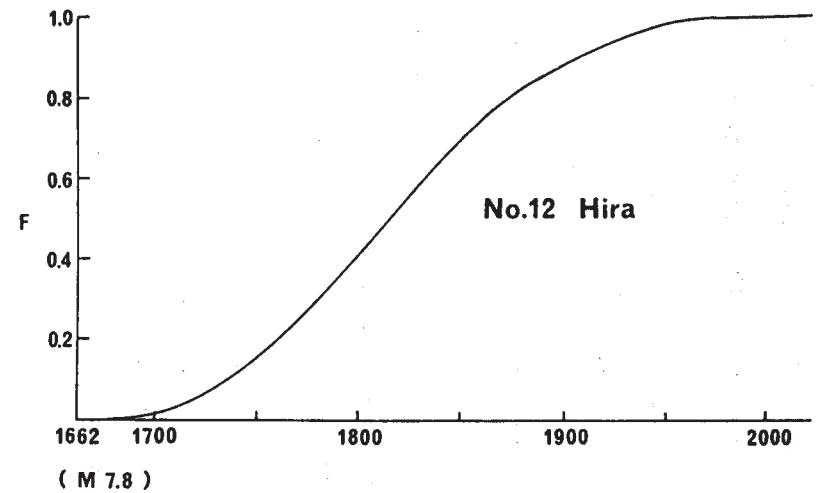
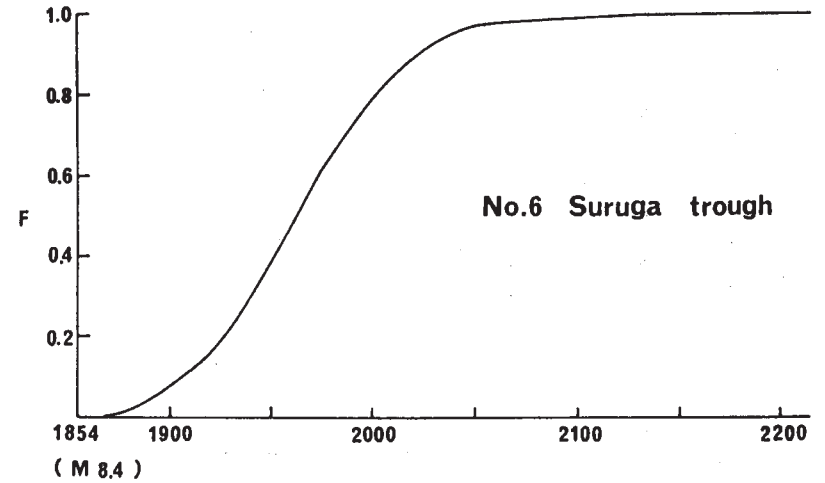
Table 3 Hazard rate for the year 2000 or probability for an earthquake to occur within 10 years' time from 2000.

| Fault | T (yr) | Strain rate ($10^{-7}/\text{yr}$) | Hazard rate |
|---------------------|-------------|----------------------------------------|-------------|
| West of Aomori | 234 | 1.5 | 0.038 |
| Senya | 104 | 3.6 | 0.103 |
| Shiraishi-Fukushima | 269 | 2.3 | 0.137 |
| Sagami trough | 77 | 6.3 | 0.255 |
| Tanna | 70 | 8.4 | 0.416 |
| Suruga trough | 146 | 4.3 | 0.251 |
| Zenkoji-Iiyama | 153 | 1.8 | 0.035 |
| Atotsugawa | 142 | 3.0 | 0.103 |
| Neodani | 109 | 4.6 | 0.197 |
| Yanagase | 91 | 3.5 | 0.079 |
| West of Suzuka Mts. | 181 | 1.5 | 0.026 |
| Hira | 338 | 3.0 | 0.344 |
| Yamasaki | 1132 | 1.0 | 0.151 |
| Shikano | 57 | 3.0 | 0.027 |
| Iwatsubo | 95 | 4.6 | 0.163 |
| Kannawa | 120 | 3.8 | 0.144 |
| Ushikubi | 135 | 3.3 | 0.121 |
| Kozu-Matsuda | 140 | 3.2 | 0.118 |
| South-Kamogawa | 145 | 3.0 | 0.106 |
| West of Shizukuishi | 150 | 2.9 | 0.103 |
| Yoro | 150 | 2.9 | 0.103 |
| Median line | 150 | 2.8 | 0.094 |
| Tachikawa | 270 | 2.3 | 0.138 |
| Itsukaichi | 270 | 2.3 | 0.138 |
| Tsurukawa | 340 | 2.1 | 0.155 |
| Itoigawa-Shizuoka | 500 | 1.7 | 0.164 |
| Hirai | 670 | 1.4 | 0.158 |
| Fukaya | 670 | 1.4 | 0.158 |
| Atera | 820 | 1.2 | 0.147 |



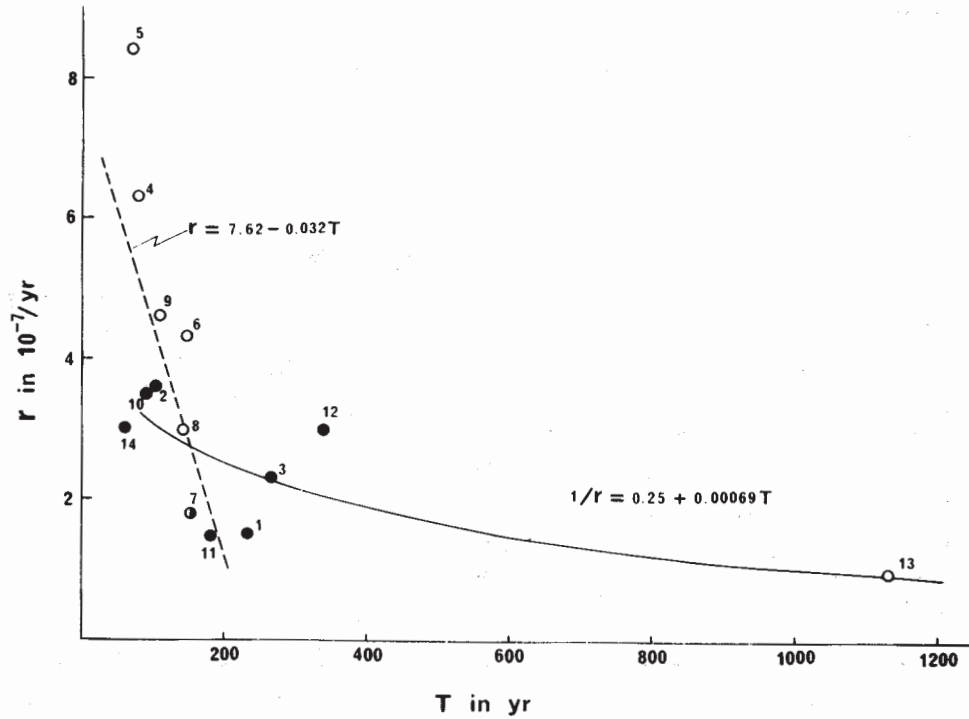
第1図 第1表に示した過去に大地震を伴ったことのある活断層

Fig. 1 The 14 faults listed in Table 1.
 1: West of Aomori, 2: Senya, 3: Shiraishi-Fukushima, 4: Sagami trough, 5: Tanna, 6: Suruga trough, 7: Zenkoji-Hiyama, 8: Atotsugawa, 9: Neodani, 10: Yanagase, 11: West of Suzuka, 12: Hira, 13: Yamasaki, 14: Shikano



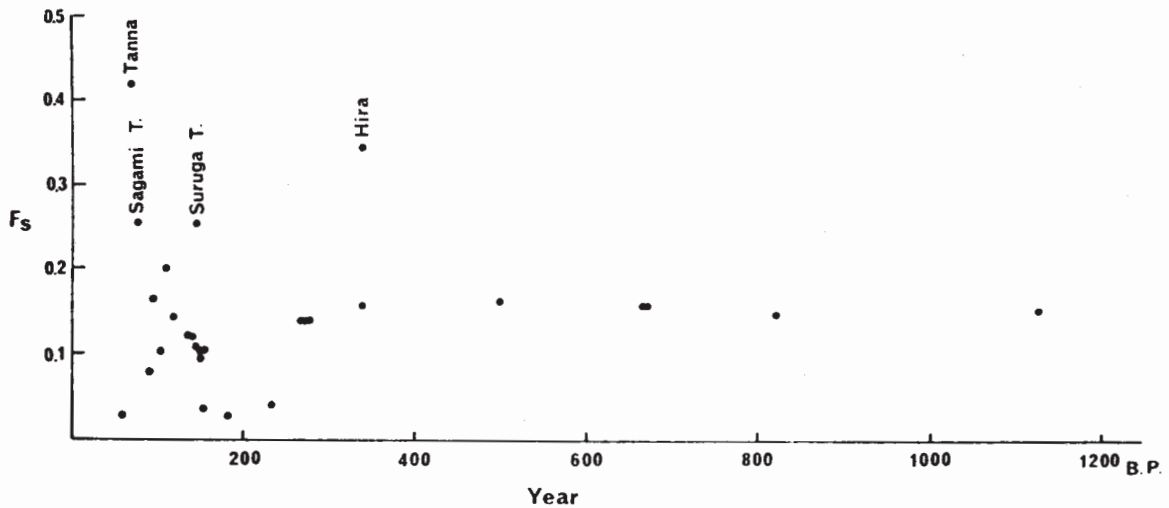
第2図 駿河トラフおよび比良断層の集積確率

Fig. 2 Increase in the cumulative probability of earthquake recurrence for the Suruga trough and Hira fault respectively since 1854 and 1662.



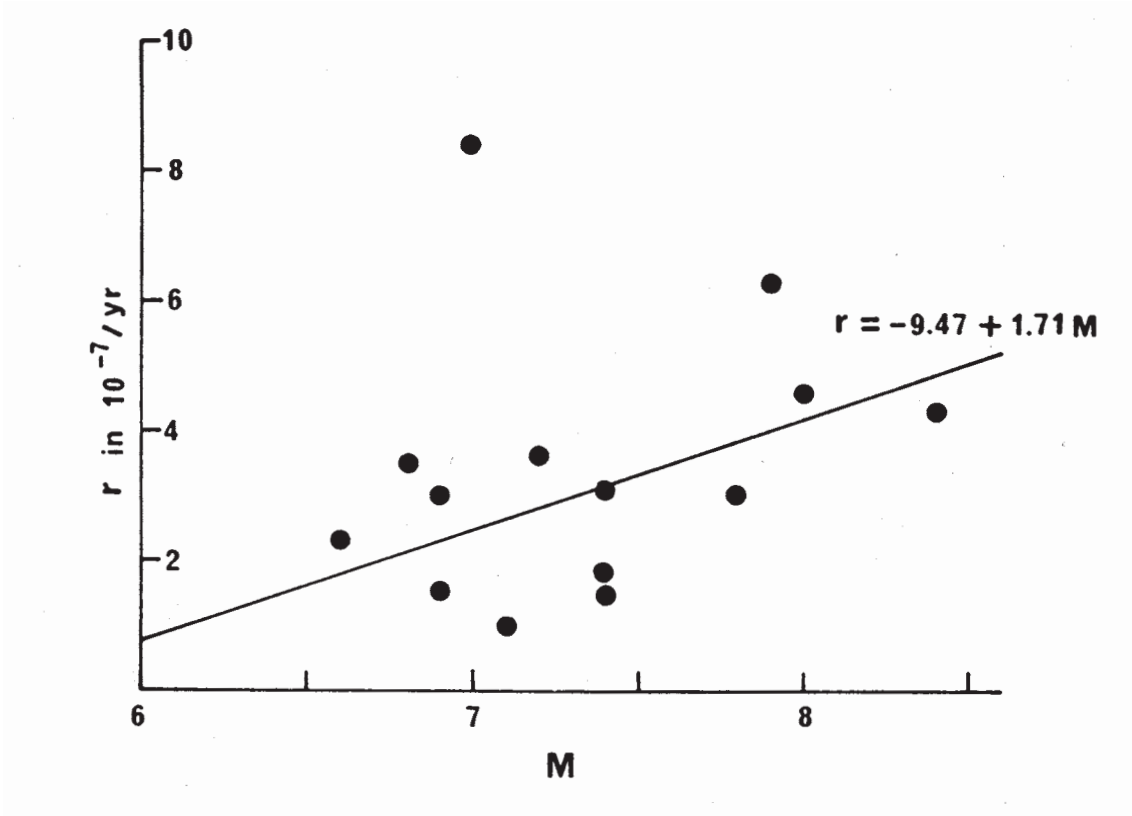
第3図 歪進行率 r と最終地震発生年と A.D.2000 年との時間間隔 T との関係。
 白, 黒および白黒の各円はそれぞれ活動度 A, B および C 級の断層を示す。
 数字は第1表の断層のナンバーに対応する。

Fig. 3 Relation between strain rate (r) and the time interval (T) between the year 2000 and the year for the last earthquake occurrence associated with a fault. Open, solid and half solid circles denote the class A, B and B - C faults, respectively. The numerals attached indicate the numbers of fault given in Table 1. Solid and dashed line curves show the empirical r - T relations defined by the equations in (1) respectively for low and high strain rate faults.



第4図 瞬間危険率 F_s と T との関係

Fig. 4 Hazard rate F_s or the probability of an earthquake occurring within 10 - year period from the year 2000 as plotted against the number of years, actual or estimated, since the last earthquake associated with each fault.



第5図 歪進行率 r と断層に関連する地震のマグニチュード M との関係
 Fig. 5 Relation between strain rate (r) and magnitude (M) of earthquake associated with a fault.