

頓宮断層の長期評価について

平成16年9月8日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

地震調査研究推進本部は、「地震調査研究の推進について ―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（平成11年4月23日）を決定し、この中において、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を当面推進すべき地震調査研究の主要な課題とし、また「陸域の浅い地震、あるいは、海溝型地震の発生可能性の長期的な確率評価を行う」とした。

地震調査委員会では、この決定を踏まえつつ、これまでに陸域の活断層として、59断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、頓宮断層について現在までの研究成果及び関連資料を用いて評価し、とりまとめた。

評価に用いられたデータは量及び質において一様でなく、そのためにそれぞれの評価の結果についても精粗がある。このため、評価結果の各項目について信頼度を付与している。

頓宮断層の評価

頓宮（とんぐう）断層は、滋賀県南部から三重県西部に分布する活断層である。ここでは、平成 11 年度に地質調査所（現：産業技術総合研究所）によって行われた調査をはじめ、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、この断層帯の諸特性を次のように評価した。

1. 断層の位置及び形態

頓宮断層は、滋賀県甲賀（こうか）郡水口（みなくち）町から三重県阿山（あやま）郡伊賀町、上野市を経て名賀（なが）郡青山町に至る断層である。長さは約 31 km で、ほぼ南北方向に延びる、相対的に東側が隆起する逆断層である（図 1-1、2 及び表 1）。本断層の中央部付近のすぐ西側には、木津川断層帯がほぼ東西方向に分布する（図 1-2）。

2. 断層の過去の活動

頓宮断層の最新活動時期は、約 1 万年前以後、7 世紀以前の可能性があり、平均的な活動間隔は約 1 万年以上であった可能性がある（表 1）。

3. 断層の将来の活動

頓宮断層は、全体が 1 つの区間として活動すると推定され、マグニチュード 7.3 程度の地震が発生すると推定される。この場合、断層の東側が西側に対して相対的に 2-3 m 程度高くなる段差や撓みを生じる可能性がある（表 1）。本断層の最新活動後の経過率及び将来このような地震が発生する長期確率を算出すると表 2 に示すとおりとなる。本評価で得られた地震発生 of 長期確率には幅があるが、その最大値をとると、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる（注 1、2）。

4. 今後に向けて

頓宮断層では、平均的なずれの速度が得られておらず、最新活動時期や平均活動間隔に関する信頼度の高いデータも得られていないなど、断層の特性が精度よく求められていない。このため、本断層について、過去の活動に関する精度のよい資料を得る必要がある。



図 1 - 1 頓宮断層の概略位置図
(長方形は図 2 の範囲)



図 1 - 2 頓宮断層と木津川断層帯の
位置関係概略図

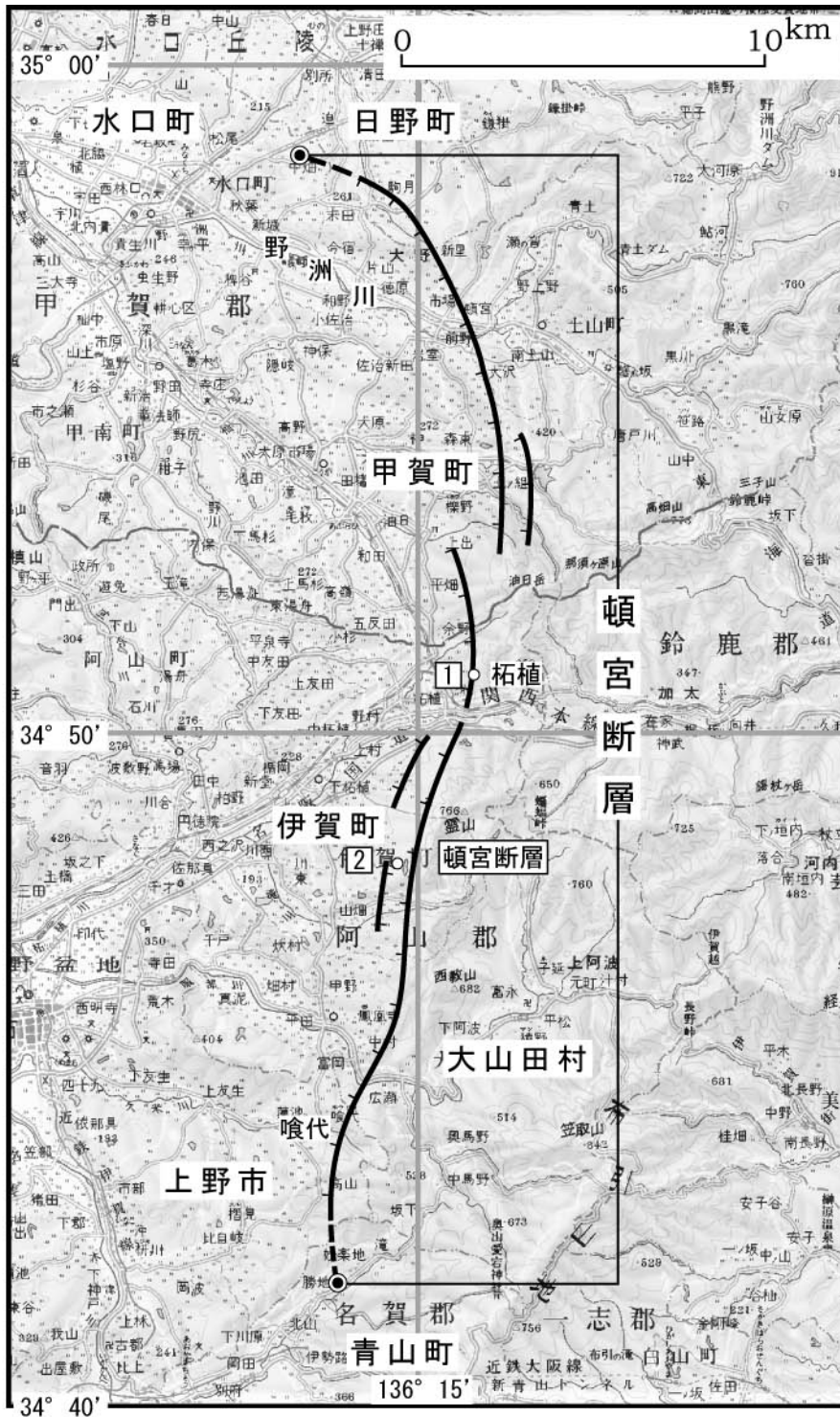


図2 頓宮断層の位置と主な調査地点

1 : 柘植地点 2 : 蛇喰池地点

◎ : 断層の北端と南端

断層の位置は文献3に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「名古屋」を使用。

表 1 頓宮断層の特性

項目	特性	信頼度 (注3)	根拠 (注4)
1. 断層の位置・形態			
(1) 構成する断層	頓宮（とんぐう）断層		文献3による
(2) 断層の位置・形状	地表における断層の位置・形状 断層の位置 （北端）北緯 34° 58′ 東経 136° 12′ （南端）北緯 34° 42′ 東経 136° 13′ 長さ 約 31 km	○ ○ ○	文献3による。数値は図2から計測。
	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ 上端の深さ 0 km 一般走向 ほぼ南北 傾斜 50-80° 東傾斜 （地表付近） 幅 不明	○ ◎ ◎ ○	上端の深さが 0 km であることから推定。 一般走向は断層の北東端と南西端を直線で結んだ方向（図2参照）。 傾斜は、断層露頭で認められた角度から推定。 地震発生層の深さの下限は約 15 km。
(3) 断層のずれの向きと種類	東側隆起の逆断層	◎	地形の特徴などによる。
2. 断層の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	不明 (活動度はB級)		括弧内の活動度（注5）は文献3による。
(2) 過去の活動時期	活動1（最新活動時期） 約1万年前以後、7世紀以前	△	文献2に示された資料などから推定（説明文 2.2.(2)参照）。

(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量： 2－3m程度 (上下成分)	△	断層の長さから推定。
	平均活動間隔： 約1万年以上	△	文献2と1回のずれの量から推定(説明文2.2.(4)参照)。
(4) 過去の活動区間	断層全体で1区間	○	断層の地表形態から推定。
3. 断層の将来の活動			
(1) 将来の活動区間及び活動時の地震の規模	活動区間 断層全体で1区間	○	断層の地表形態から推定。
	地震の規模 マグニチュード7.3程度	○	断層の長さから推定。
	ずれの量 2－3m程度 (上下成分)	△	断層の長さから推定。

表2 頓宮断層の将来の地震発生確率等

項目	将来の地震発生確率等 (注6)	信頼度 (注7)	備考
地震後経過率(注8)	1.0以下		
今後30年以内の地震発生確率	1%以下	c	発生確率及び集積確率は、文献1による。
今後50年以内の地震発生確率	2%以下		
今後100年以内の地震発生確率	4%以下		
今後300年以内の地震発生確率	10%以下		
集積確率(注9)	50%以下		

注1：我が国の陸域及び沿岸域の主要な98の活断層のうち、2001年4月時点で調査結果が公表されているものについて、その資料を用いて今後30年間に地震が発生する確率を試算すると概ね以下になると推定される。

98断層帯のうち約半数の断層帯：30年確率の最大値が0.1%未満

98断層帯のうち約1/4の断層帯：30年確率の最大値が0.1%以上－3%未満

98断層帯のうち約1/4の断層帯：30年確率の最大値が3%以上

(いずれも2001年4月時点での推定。確率の試算値に幅がある場合はその最大値を採用)この統計資料を踏まえ、地震調査委員会の活断層評価では、次のような相対的な評価を盛り込むこととしている。

今後30年間の地震発生確率(最大値)が3%以上の場合：

「本断層帯は、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる」

今後 30 年間の地震発生確率(最大値)が 0.1%以上－3%未満の場合：

「本断層帯は、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる」

注 2：1995 年兵庫県南部地震、1858 年飛越地震及び 1847 年善光寺地震の地震発生直前における 30 年確率と集積確率（うち、1995 年兵庫県南部地震については「長期的な地震発生確率の評価手法について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001）による暫定値）は以下のとおりである。

地震名	地震を引き起こした活断層	地震発生直前の 30 年確率(%)	地震発生直前の集積確率(%)	断層の平均活動間隔(千年)
1995 年兵庫県南部地震 (M7.3)	野島断層 (兵庫県)	0.4%－8%	2%－80%	約 1.8－約 3.0
1858 年飛越地震 (M7.0－7.1)	跡津川断層帯 (岐阜県・富山県)	ほぼ 0%－13%	ほぼ 0%－90% より大	約 1.7－約 3.6
1847 年善光寺地震 (M7.4)	長野盆地西縁断層帯 (長野県)	ほぼ 0%－20%	ほぼ 0%－90% より大	約 0.8－約 2.5

「長期的な地震発生確率の評価手法について」に示されているように、地震発生確率は前回の地震後、十分長い時間が経過しても 100%とはならない。その最大値は平均活動間隔に依存し、平均活動間隔が長いほど最大値は小さくなる。平均活動間隔が 1 万年の場合は 30 年確率の最大値は 3%程度、2 万年の場合は 1%程度である。

注 3：信頼度は、特性欄に記載されたデータの相対的な信頼性を表すもので、記号の意味は次のとおり。

◎：高い、○：中程度、△：低い

注 4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

文献 1：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）

文献 2：荻谷ほか（2000）

文献 3：活断層研究会編（1991）

注 5：頓宮断層では、平均的なずれの速度を具体的に示すことはできないが、活断層の活動の活発さの程度、すなわち活動度（松田，1975）は推定できるので、それを示した。

- ・活動度が A の活断層は、1 千年あたりの平均的なずれの量が 1 m 以上、10m 未満であるものをいう。
- ・活動度が B の活断層は、1 千年あたりの平均的なずれの量が 0.1m 以上、1 m 未満であるものをいう。
- ・活動度が C の活断層は、1 千年あたりの平均的なずれの量が 0.01m 以上、0.1m 未満であるものをいう。

注 6：評価時点はすべて 2004 年 1 月 1 日現在。「ほぼ 0%」は 10⁻³% 未満の確率値を示す。なお、計算に当たって用いた平均活動間隔の信頼度は低い（△）ことに留意されたい。

注 7：地震後経過率、発生確率及び現在までの集積確率（以下、発生確率等）の信頼度は、評価に用いた信頼できるデータの充足性から、評価の確からしさを相対的にランク分けしたもので、a から d の 4 段階で表す。各ランクの一般的な意味は次のとおりである。

a：(信頼度が) 高い b：中程度 c：やや低い d：低い

発生確率等の評価の信頼度は、これらを求めるために使用した過去の活動に関するデータの信頼度に依存する。信頼度ランクの具体的な意味は以下のとおりである。分類の詳細については付表を参照のこと。なお、発生確率等の評価の信頼度は、地震発生 of 切迫度を表すのではなく、発生確率等の値の確からしさを表すことに注意する必要がある。

発生確率等の評価の信頼度

- a：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が比較的高く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が高い。
- b：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が中程度で、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が中程度。
- c：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が低く、これを用いて求めた発生確率

等の値の信頼性がやや低い。

- d : 過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が非常に低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、最新活動時期のデータが得られていないため、現時点における確率値が推定できず、単に長期間の平均値を確率としている。

注8 : 最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間を、平均活動間隔で割った値。最新の地震発生時期から評価時点までの経過時間が、平均活動間隔に達すると 1.0 となる。今回の評価の数字で、1.0 は最新活動時期の一番古い側の 1 万年を平均活動間隔の最小値である 1 万年で割った値である。

注9 : 前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率。

(説明)

1. 頓宮断層に関するこれまでの主な調査研究

本断層については、辻村(1932)による断層崖調査などにより古くから注目されてきた。また、池邊(1934a)は、この断層崖を頓宮(とんぐう)断層と命名した。その後、Takaya(1963)、横山ほか(1968)、鎌掛(かがけ)団体研究グループ(1972)及び吉田(1978)は、本断層周辺に分布する古琵琶湖層群を始めとする地質構造の記載を行った。また、宮村ほか(1981)は、本地域の5万分の1の地質図を作成した。

植村(1979)および東郷(1984)は、本断層周辺での段丘面の対比を行い、地殻変動について考察した。また、川辺(1990)は、本断層付近において露頭観察等を行い、さらに本断層周辺の断層地形の形成について考察した。

荻谷ほか(2000)はトレンチ調査等を行い、本断層の活動履歴について考察した。

2. 頓宮断層の評価結果

頓宮断層は、滋賀県甲賀(こうか)郡水口(みなくち)町から蒲生(がもう)郡日野町、甲賀郡甲賀町、三重県阿山(あやま)郡伊賀町、同郡大山田村及び上野市を経て名賀(なが)郡青山町に至る断層である。本断層は、断層の分布位置等から松田(1990)の起震断層の定義に基づけば、単一の断層帯とみなすことができる。

また、本断層の中央部付近の西側には、別の基盤的調査観測の対象断層である木津川断層帯がほぼ東西方向に分布する(図1-2、地震調査研究推進本部地震調査委員会、2004準備中)。

なお、地震調査研究推進本部(1997)の基準に基づけば、別の起震断層として本断層の南方に名張断層帯(長さ約48km)が分布するが、活断層研究会編(1991)によれば活動度が低いため、詳細な評価の対象としなかった(図3)。

2. 1 頓宮断層の位置及び形態

(1) 構成する断層

頓宮断層の位置・形態は、活断層研究会編(1991)、岡田・東郷編(2000)、荻谷ほか(2000)及び中田・今泉編(2002)などに示されている。本断層の南半部での位置はこれらの資料でほぼ一致している。また、荻谷ほか(2000)は、南半部をさらに蛇喰池(じゃくいけ)断層、喰代(ほうじろ)断層に区分している。

本評価では、本断層の位置及び名称は、活断層研究会編(1991)によった。

(2) 断層面の位置・形状

本断層全体の長さ及び一般走向は、図2に示された断層の北端と南端を直線で結ぶとそれぞれ約31km、ほぼ南北となる。

断層面上端の深さは、断層変位が地表に達していることから0kmとした。

断層面の傾斜は、近藤(1968)や荻谷ほか(2000)などに示された断層露頭での傾斜などから、地表付近では50-80°の東傾斜と推定される。

断層面の下端の深さは、地震発生層の下限の深さが約15kmと推定されることから、15km程度と推定される。ただし、断層面の幅は不明である。

(3) 断層の変位の向き（ずれの向き）（注10）

本断層は、活断層研究会編（1991）などに示された断層変位地形や断層露頭などから、東側が相対的に隆起する逆断層であると考えられる。

2. 2 断層の過去の活動

(1) 平均変位速度（平均的なずれの速度）（注10）

池田ほか（1991）は、植村（1979）が示した野洲川（やすがわ）付近の段丘面の高度変化図から、H面に25 m、M1面に10 mの上下変位があるとし、地形面の年代をそれぞれ約20万年前、約10万年前として、平均上下変位速度を0.1–0.125 m/千年としている。ただし、この植村（1979）の示した高度変化図からは、断層の上下変位を読みとることはできないため、池田ほか（1991）の示した平均上下変位速度の値を採用することはできない。

また、荻谷ほか（2000）は、伊賀町柘植地点で扇状地面に約2.3 mの上下変位があるとし、堆積物から約2万年前の¹⁴C年代値（注11）が得られていることからこれを扇状地面の形成年代とし、平均上下変位速度を約0.12 m/千年としている。さらに、伊賀町蛇喰池ピット地点付近において、8千–1万年前の堆積物が構成する土石流堆積面に2.0 mの上下変位があることから平均上下変位速度を約0.2–0.25 m/千年、上野市喰代地点において1万–2万年前と推定される扇状地面に2.8 mの上下変位があることから平均上下変位速度を約0.14–0.28 m/千年としている。ただし、これら3地点の荻谷ほか（2000）による報告値は、後述の1回の変位量（2–3 m）を考慮すると、いずれも1回のみ活動による変位である可能性があると判断されることから、採用することはできない。

したがって、本断層の平均上下変位速度は不明である。なお、活断層研究会編（1991）では本断層の活動度（注5）を断層全体としてB級としている。

(2) 活動時期

○地形・地質的に認められた過去の活動

a) 柘植（つげ）地点

川邊（1981）、荻谷ほか（2000）は、伊賀町柘植地点で断層露頭の調査を行い、基盤岩（先第三紀）と古琵琶湖層群（鮮新世）が接する断層が上位の崖錐堆積物を変位させているとしている。さらに、荻谷ほか（2000）は、約2万3千年前の¹⁴C年代値を示す地層が断層によって切られていることから、約2万3千年前後に少なくとも1回の活動があったとしている。

b) 蛇喰池地点

荻谷ほか（2000）は、伊賀町蛇喰池地点でピット調査等を行い（図4）、5層が断層で切られ4層に覆われるとしている。5層の下位の7層からは約1万年前の¹⁴C年代値が、4層の上位の3層からは7世紀頃の¹⁴C年代値が得られている。ただし、この調査地点は、主断層から見て低下側に位置する逆向きのずれを生じた低断層崖で、副次的な断層であるとされているため（荻谷ほか、2000）、主断層の活動は約1万年前以後、7世紀以前に少なくとも1回あったとしか言えない。しかしながら、伊賀町柘植地点における約2万年前の扇状地面の上下変位量と、経験式から求めた1回の変位量から判断すると、約2万年前以後の活動は1回のみであった可能性がある（「2.

2. (3) 1回のずれの量」および「2. 2. (4) 活動間隔」を参照)。したがって、この地点での最新活動時期は、約1万年前以後、7世紀以前の可能性がある。

○先史時代・歴史時代の活動

頓宮断層付近で記録されている歴史時代の地震として、1854年（安政元年）の伊賀上野地震がある（宇佐美，2003）。

この1854年（安政元年）の伊賀上野地震については、横田ほか（1978）及び萩原（1982）が、現地調査等から本断層の西方に位置する木津川断層帯の活動による地震である可能性を指摘している。また、宇佐美（2003）は、四日市から伊賀上野、奈良、大和郡山に至る地域で、1854年（安政元年）の伊賀上野地震による広範な被害が発生したとしており、これが木津川断層帯の活動によるものであるとしている。これらのことより、1854年（安政元年）の伊賀上野地震では、木津川断層帯が活動したと推定されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）。

以上のことから、本断層の最新活動時期はピット調査結果から約1万年前以後、7世紀以前の可能性があるが、それ以前の活動については不明である。

(3) 1回の変位量（ずれの量）（注10）

本断層は長さが約31 kmであることから、松田（1975）の経験式（1）、（2）を用いると、1回の活動に伴う変位量は2.5 mと求められる。一方、荻谷ほか（2000）は、伊賀町柘植地点の断層露頭（前述）における2b層の上下変位を1回の活動による変位とし、上下変位量について1.2–1.5 mの可能性があるとしているが、これは断層露頭の狭い範囲の観察結果であり、引きずり変形が考慮されていないことから、やや小さめな値であると判断できる。

以上のことから、1回の活動に伴う本断層の上下変位量は2–3 m程度である可能性がある。

用いた経験式は松田（1975）による次の式である。ここで、Lは断層の長さ（km）、Mはマグニチュード、Dは1回の活動に伴う変位量（m）である。

$$\text{Log } L = 0.6 M - 2.9 \quad (1)$$

$$\text{Log } D = 0.6 M - 4.0 \quad (2)$$

なお、荻谷ほか（2000）は、伊賀町柘植地点で約2万年前の年代値が得られた扇状地面に約2.3 mの上下変位が、上野市喰代地点において1万–2万年前の年代値が得られた扇状地面に2.8 mの上下変位があるとしているが、これらの値は上述の1回の変位量（2–3 m）とほぼ同程度の値であることから、1回の活動による変位量を示していると判断できる。

(4) 活動間隔

本断層の活動間隔についての、直接的な資料は得られていない。

伊賀町柘植地点で約2万年前の扇状地面の上下変位が2.3 mであり（荻谷ほか，2000）、これが経験式から求めた1回の活動による変位量（2.5 m）と同程度であることから、約2万年前以後の活動は1回のみであった可能性がある。したがって、1つ前の活動時期は約2万年前以前の可能性があり、このことと、蛇喰池地点のピット調査結果から得られた最新活動時期が約1万年前以後の可能性あることから、本断層の平均活動間隔は約1万以上の可能性はある。

(5) 活動区間

本断層は断層がほぼ連続的に分布することから、松田（1990）の基準に基づけば全体が1つの区間として活動したと推定される。

(6) 測地観測結果

本断層周辺における1994年までの約100年間の測地観測結果では、ほぼ東西方向の縮みが見られる。1985年から約10年間の測地観測結果では、この断層周辺で北西-南東方向の縮みが見られる。最近5年間のGPS観測結果では、東西方向のわずかな縮みが見られる。

(7) 地震観測結果

本断層周辺の最近約6年間の地震観測結果によると、本断層付近の地震活動は低調である。本断層付近の地震発生層の下限の深さは約15kmである。本断層周辺で発生する地震の発震機構は、ほぼ東-西に圧力軸を持つものが多い。

2.3 断層の将来の活動

(1) 将来の活動区間及び地震の規模

頓宮断層は、全体が1つの活動区間として活動すると推定される。この場合、断層の長さが約31kmであることから、経験式(1)を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード7.3程度と推定される。また、この際に、断層の東側が西側に対して相対的に2-3m程度高くなる段差や撓みを生じる可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

本断層は、平均活動間隔が約1万年以上、最新活動時期が約1万年前以後、7世紀以前であったと求められていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、1.0以下となり、また、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)に示された手法(BPT分布モデル、 $\alpha=0.24$)によると、今後30年以内、50年以内、100年以内、300年以内の地震発生確率は、それぞれ1%以下、2%以下、4%以下、10%以下となる。また、現在までの集積確率は、50%以下となる(表2)。表3にこれらの確率値の参考指標(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会、1999)を示す。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値をとると、今後30年の間に地震が発生する可能性が我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる。

3. 今後に向けて

頓宮断層では、平均的なずれの速度が得られておらず、最新活動時期や平均活動間隔に関する信頼度の高いデータも得られていないなど、断層の特性が精度よく求められていない。このため、本断層について、過去の活動に関する精度のよい資料を得る必要がある。

注 10: 「変位」を、1 ページの本文、4、5 ページの表 1 では、一般的にわかりやすいように「ずれ」という言葉で表現している。ここでは専門用語である「変位」が本文や表 1 の「ずれ」に対応するものであることを示すため、両者を併記した。以下、文章の中では「変位」を用いる。なお、活断層の専門用語では、「変位」は切断を伴う「ずれの成分」と切断を伴わない「撓（たわ）みの成分」よりなる。

注 11: 10,000 年 BP よりも新しい炭素同位体年代については、Niklaus (1991) に基づいて暦年補正し、原則として 1σ の範囲の数値で示した。このうち 2,000 年前よりも新しい年代値は世紀単位で示し、2,000 年前よりも古い年代値については、百年単位で四捨五入して示した。また、10,000 年 BP より古い炭素同位体年代については、Kitagawa and van der Plicht (1998) のデータに基づいて暦年補正し、四捨五入して 1 千年単位で示した。

文 献

- 萩原尊禮 (1982): 「古地震—歴史資料と活断層からさぐる」。東京大学出版会, 312p.
- 池邊展生 (1934a): 滋賀県甲賀郡東部の中新統. 地球, **22**, 28-41.
- 池邊展生 (1934b): 鈴鹿山脈西側近江甲賀郡下の新生界. 地質学雑誌, **41**, 399-401.
- 池田 碩・大橋 健・植村善博 (1991) 滋賀県・近江盆地の地形. 「滋賀県自然誌」, 総合学術調査報告, 財団法人滋賀県自然保護財団, 105-233.
- 石田志朗・横山卓雄 (1969): 近畿・東海地方の鮮新・更新統火山灰層序, 及び古地理・構造発達史を中心とした諸問題—近畿地方の新时期新生代層の研究, その 10— . 第四紀研究, **8**, 31-43.
- 地震調査研究推進本部 (1997): 地震に関する基盤的調査観測計画. 38p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (1999): 「(改訂試案) 長期的な地震発生確率の評価手法について」. 74p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001): 「長期的な地震発生確率の評価手法について」. 46p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004): 「木津川断層帯の評価」. 19p.
- 鎌掛団研グループ (1972): 滋賀県蒲生郡, 鎌掛・駒月付近の古琵琶湖層群. 地質学雑誌, **78**, 601-609.
- 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, 363p.
- 活断層研究会編 (1991): 「新編日本の活断層—分布図と資料—」. 東京大学出版会, 437p.
- 荏谷愛彦・宮地良典・水野清秀・井村隆介 (2000): 頓宮断層系の後期更新世以降の断層活動. 地質調査所速報, no. EQ/00/2 (平成 11 年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 139-150.
- Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998): Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000 yr B.P.: Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. *Science*, **279**, 1187-1190.
- 川邊孝幸 (1981): 琵琶湖南東方, 阿山・甲賀旧陵付近の古琵琶湖層群. 地質学雑誌, **87**, 457-473.
- 川邊孝幸 (1989): 近畿の鮮新～更新統堆積盆地のブロック運動. 地球科学, **43**, 402-416.
- 川邊孝幸 (1990): 三重県上野市東部の古琵琶湖層群にみられる喰代撓曲の形成過程. 地質学論集, **34**, 57-68.
- 川邊孝幸・高橋裕平・小村良二・田口雄作 (1996): 上野地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 99p.

- 古琵琶湖団体研究グループ (1977) : 水口丘陵西部の古琵琶湖層群. 地球科学, **31**, 115-129.
- 近藤善教 (1968) : 伊賀構造盆地の構造地質学的研究. 地質調査所報告, **231**, 1-30.
- 松田時彦 (1975) : 活断層から発生する地震の規模と周期について. 地震, 第2輯, **28**, 269-283.
- 松田時彦 (1990) : 最大地震規模による日本列島の地震分帯図. 地震研究所彙報, **65**, 289-319.
- 松田時彦・岡田篤正・藤田和夫編 (1976) : 日本の活断層分布図およびカタログ. 地質学論集, **12**, 185-198.
- 宮村 学・吉田史郎・山田直利・佐藤岱生・寒川 旭 (1981) : 亀山地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 128p.
- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会. DVD-ROM 2枚・付図1葉・60p.
- 中村新太郎 (1934) : 近畿中部に於ける地質構造線 (一) (二). 地球, **22**, 155-163, 328-337.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 岡田篤正・東郷正美編 (2000) : 「近畿の活断層」. 東京大学出版会, 395p.
- Takaya, Y. (1963) : Stratigraphy of the Paleo-Biwa group and the paleogeography of Lake Biwa with special reference to the origin of the endemic species in Lake Biwa. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser.B, **30**(2), 81-119.
- 田村幹夫・松岡長一郎・横山卓雄 (1977) : 滋賀県水口町北方丘陵の古琵琶湖層群, 特に蒲生累層の層序について. 地質学雑誌, **83**, 749-762.
- 東郷正美 (1979) : 近江盆地南部の活断層. 法政大学教養部紀要, **32**, 41-61.
- 東郷正美 (1984) : 近江盆地における変動地形学的研究. 私学研修, **97**, 101-118.
- 辻村 太郎 (1932) : 東北日本の断層盆地 (下). 地理評論, **8**, 977-992.
- 植村善博 (1979) : 湖東丘陵の古地理と地形発達史. 立命館文学, **410・411**, 143-174.
- 宇佐美龍夫 (2003) : 「最新版 日本被害地震総覧[416]-2001」. 東京大学出版会, 605p.
- 横田修一郎・松岡数充・屋舗増弘 (1978) : 信楽・大和高原の新生代層とそれに関わる諸問題 - 信楽・大和高原のネオテクトニクス研究 その1 -. 地球科学, **32**, 133-150.
- 横山卓雄 (1968) : 鮮新世末期における古琵琶湖の変遷, とくに岩相変化と斜層理から知られる古水流系を中心として - 近畿地方の新时期新生代層の研究, その11 -. 地質学雑誌, **74**, 623-632.
- Yokoyama, T. (1969) : Tephrochronology and Paleogeography of the Plio-Pleistocene in the Eastern Setouchi Geologic province, Southwest Japan. Mem. Fac. Sci. Kyoto. Univ., Ser. Geol. Mineral, **36-2**, 19-85.
- 横山卓雄・松岡長一郎・那須孝悌・田村幹夫 (1968) : 古琵琶湖層群下部, 特に佐山累層について - 近畿地方の新时期新生代層の研究, その9 -. 地質学雑誌, **74**, 327-341.
- 吉田史郎 (1978) : 滋賀県鈴鹿山脈西麓の鮎河層群. 地質調査所月報, **29**, 441-460.
- 吉田史郎・高橋裕平・西岡芳晴 (1995) : 津西部地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 136p.

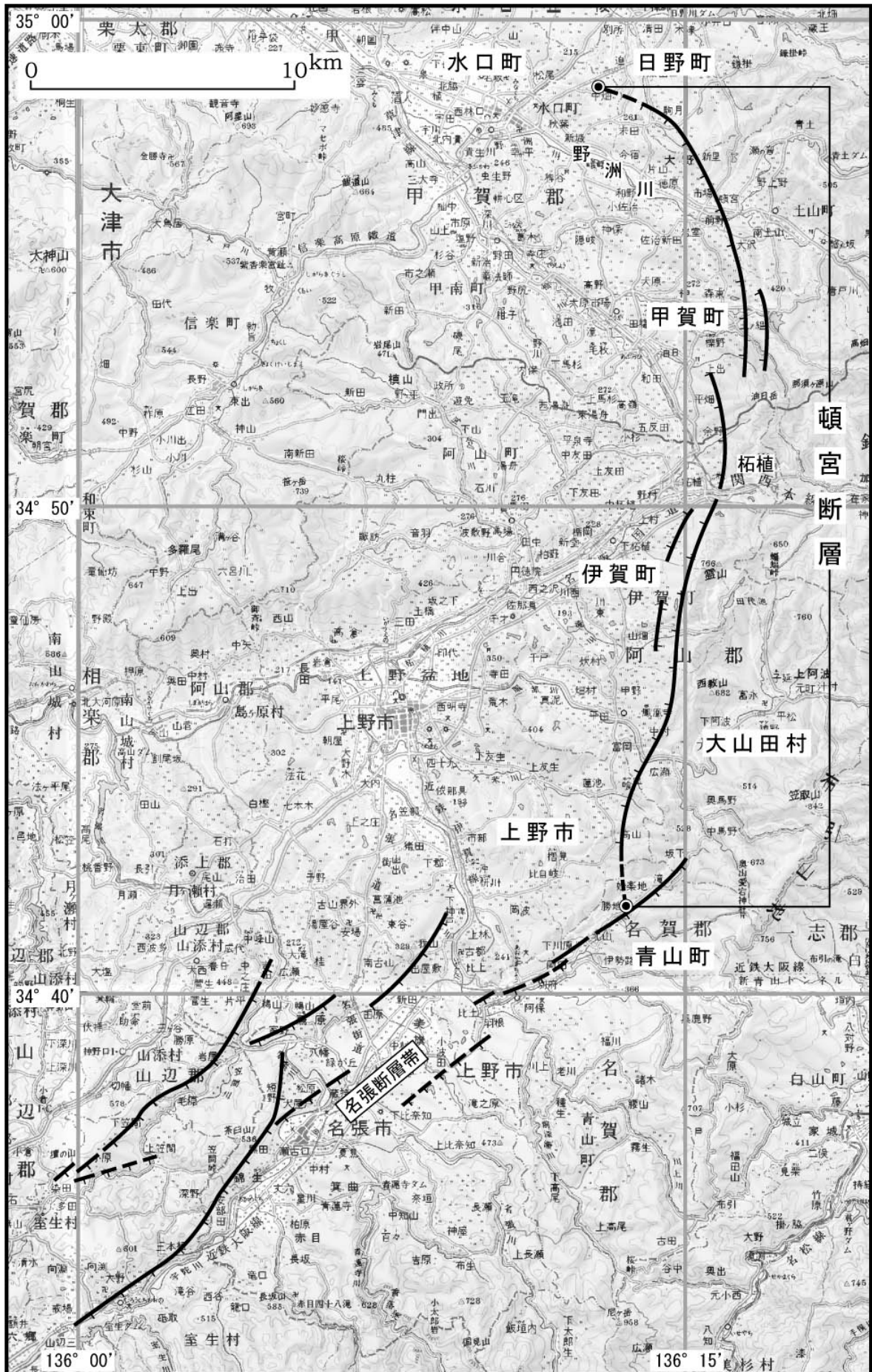


図3 頓宮断層の評価において考慮した断層

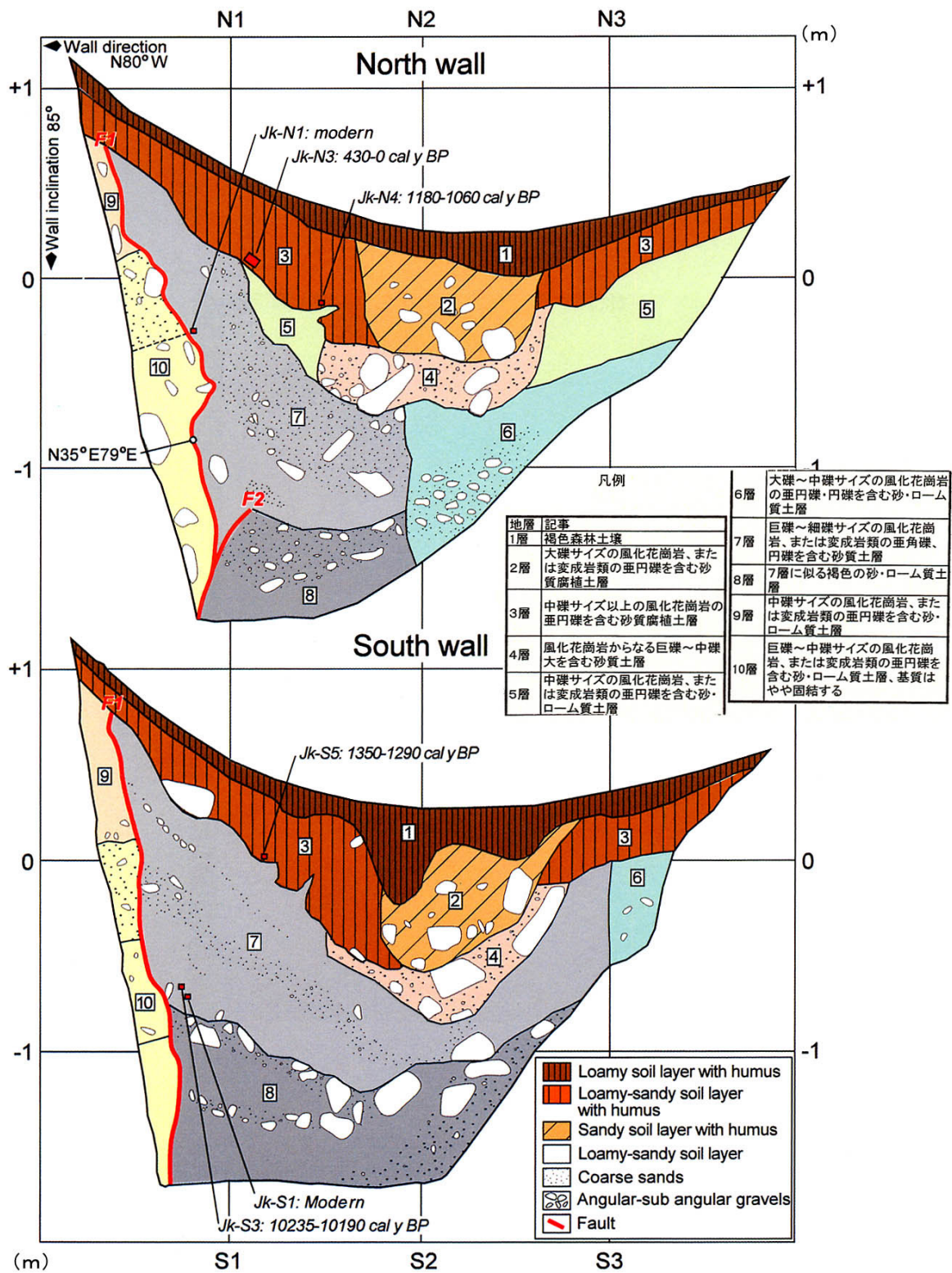


図4 蛇喰池ピットの壁面スケッチ図（荻谷ほか，2000）に一部加筆

図中の年代値は、炭素同位体年代値を荻谷ほか(2000)が暦年補正した年代値。本評価では炭素同位体年代値を Niklaus (1991) によることとしているため、図中の年代値を Niklaus (1991) の暦年補正に換算した値で示す（紀元前で1万年前より新しい年代値は100年単位で四捨五入、紀元後は世紀単位で表示）。☆印の試料は本評価で採用。

試料番号	(荻谷ほか)		(本評価)	
Jk-N3	430-0 cal yBP	→	AD1527-1955	→ 16-20世紀
Jk-N4	1180-1060 cal yBP	→	AD 784-867	→ 8-9世紀
☆Jk-S3	10235-10190 cal yBP	→	BC8081-8035	→ 約1万年前
☆Jk-S5	1350-1290 cal yBP	→	AD 615-661	→ 7世紀

表3 頓宮断層の将来の地震発生確率及び参考指標

項目	数値	備考
地震後経過率	1.0 以下	発生確率及び集積確率は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）参照。
今後 30 年以内の発生確率	1 %以下	
今後 50 年以内の発生確率	2 %以下	
今後 100 年以内の発生確率	4 %以下	
今後 300 年以内の発生確率	10%以下	
集積確率	50%以下	
指標(1) 経過年数	3 千年以下	地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会（1999）参照。
比	1 以下	
指標(2)	4 以下	
指標(3)	50%以下	
指標(4)	0.4 以下	
指標(5)	0.0001 以下	

注 12：評価時点はすべて 2004 年 1 月 1 日現在。「ほぼ 0%」は 10^{-3} %未満の確率値を、「ほぼ 0」は 10^{-5} 未満の数値を示す。なお、計算に用いた平均活動間隔の信頼度は低い（△）ことに留意されたい。

指標(1)経過年数：当該活断層での大地震発生の危険率（1年間あたりに発生する回数）は、最新活動（地震発生）時期からの時間の経過とともに大きくなる（BPT 分布モデルを適用した場合の考え方）。一方、最新活動の時期が把握されていない場合には、大地震発生の危険率は、時間によらず一定と考えざるを得ない（ポアソン過程を適用した場合の考え方）。

この指標は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率が、ポアソン過程を適用した場合の危険率の値を超えた後の経過年数である。値がマイナスである場合は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達していないことを示す。

本断層の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険率は、1 万分の 1（0.0001）以下であり、いつの時点でも一定である。

BPT 分布モデルを適用した場合の危険率は評価時点で 0.04%以下であり、時間とともに増加する。本断層の場合、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達してから、すでに最大で約 3 千年が経過している。

指標(1)比：最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間を A とし、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率を超えるまでの時間を B とした場合において、前者を後者で割った値（A/B）である。

指標(2)：BPT 分布モデルによる場合と、ポアソン過程とした場合の評価時点での危険率の比。

指標(3)：評価時点での集積確率（前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率）。

指標(4)：評価時点以後 30 年以内の地震発生確率の値を BPT 分布モデルでとりうる最大の地震発生確率の値で割った値。

指標(5)：ポアソン過程を適用した場合の危険率（1年間あたりの地震発生回数）。

付表

地震発生確率等の評価の信頼度に関する各ランクの分類条件の詳細は以下のとおりである。

ランク	分類条件の詳細
a	発生確率を求める際に用いる平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも比較的高く（◎または○）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性が高い。
b	平均活動間隔及び最新活動時期のうち、いずれか一方の信頼度が低く（△）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性が中程度。
c	平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも低く（△）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性がやや低い。
d	平均活動間隔及び最新活動時期のいずれか一方または両方の信頼度が非常に低く（▲）、発生確率等の値は信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、データの不足により最新活動時期が十分特定できていないために、現在の確率値を求めることができず、単に長期間の平均値を確率としている。