

敦賀断層帯の長期評価（一部改訂）

敦賀（つるが）断層帯は福井県敦賀市から滋賀県高島市にかけて分布する活断層帯である。ここでは、平成 8－10 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}

1. 敦賀断層帯の位置及び形状

敦賀断層帯は、福井県敦賀市瀬河内（うそごうち）から滋賀県高島市今津町深清水（いまづちょうふかしみず）に至る断層帯である（図 1、図 2、表 1）。本断層帯は、概ね北北東－南南西方向に延び、全体の長さは約 27 km と推定される。断層の南東側が相対的に隆起する右横ずれ断層である。

2. 断層帯の過去の活動

敦賀断層帯の最新活動時期は 11 世紀以後、14 世紀以前と推定され、その平均的な活動間隔は 3 千－4 千年程度であった可能性がある（表 1）。

3. 断層帯の将来の活動

敦賀断層帯では、全体が 1 つの区間として活動し、マグニチュード（M）7.2 程度の地震が発生する可能性がある。この場合、約 3 m の右横ずれと断層の南東側が北西側に対して約 1.5－2 m 高まる段差が生じる可能性がある（表 1）。本断層帯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は、表 2 に示すとおりである（注 1、注 2）。

4. 今後に向けて

本断層帯のうち、敦賀平野東縁付近の断層については、実在しない可能性が指摘されている。また、過去の活動については、最新活動よりも古い活動に関する資料が得られていない。さらに、本断層帯では平均活動間隔が精度よく求められていない。このため、平均的なずれの速度及び 1 回のずれの量など、過去の活動に関する精度のよい資料を得る必要がある。

^{※1}敦賀断層帯は、周辺に分布する駄口（だぐち）断層や路原（ちはら）断層とともに湖北山地断層帯として地震調査研究推進本部地震調査委員会（2003）により長期評価が公表されている。その後、震源分布図及び放射性炭素同位体年代（¹⁴C 年代）の暦年補正を除いて、2018 年までに公表された調査研究成果に加え、構成断層の活動様式や周辺の断層帯との地下構造の関係、周辺の重力異常などの検討に基づき、湖北山地断層帯を敦賀断層帯、駄口断層、路原断層に三分し、それぞれ評価を行うこととした。なお、今回の評価に際しては、必ずしも 2018 年までに公表されたすべての調査研究成果を網羅しているわけではないことに留意されたい。

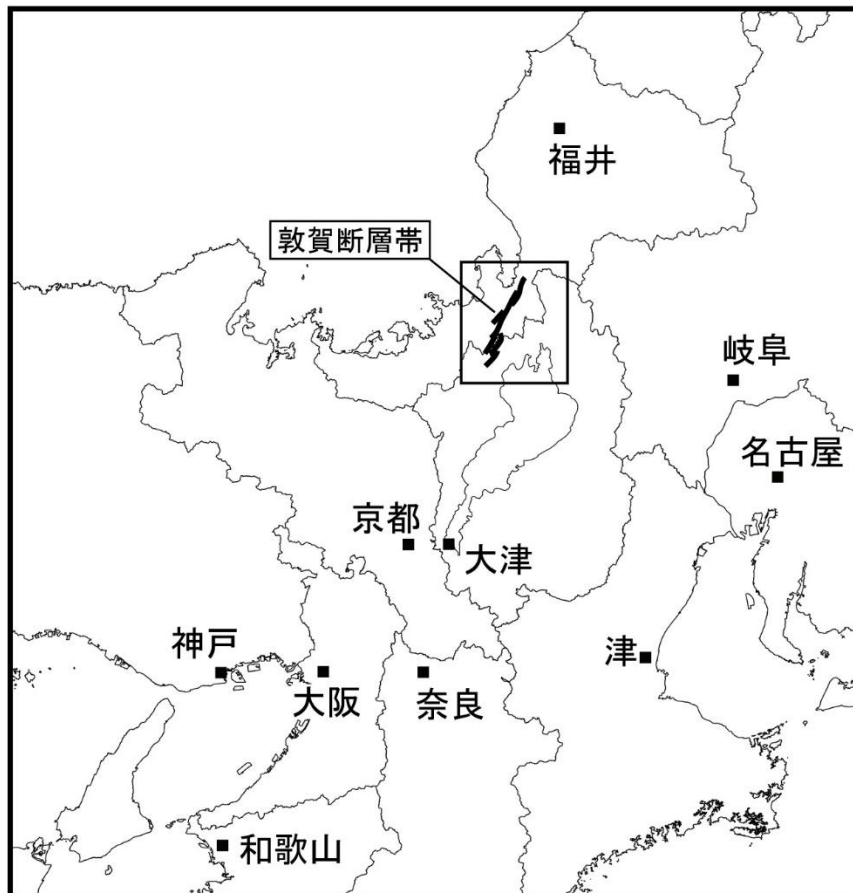


図1 敦賀断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

表 1 敦賀断層帯の特性

項 目	特 性	信頼度 (注 3)	根 拠 (注 4)
1. 断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	敦賀断層、深山寺（みやまでら）断層、野坂岳南東断層、三国山北方断層、赤坂山西方断層、赤坂山東方断層、マキノ断層		文献 1 による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 （北東端）北緯 35° 40.8′ 東経 136° 6.8′ （南西端）北緯 35° 27.3′ 東経 135° 59.5′ 長さ 約 27 km 一般走向 N24° E	○ ◎ ○ ◎	文献 1 による。数値は図 2 から計測。形状は図 2 を参照。 一般走向は断層帯の両端を直線で結んだ方向（図 2 参照）。
	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 傾斜 高角、南東傾斜 （地表付近） 下端の深さ 約 15 km 断層面の幅 約 15 km	○ ◎ ○ △ △	上端の深さが 0 km であることから推定。 トレンチや断層露頭で現れた傾斜から推定。 地震発生層の下限 (D100) から推定。(注 5) 断層面の傾斜と下端の深さから推定。
(3) 断層のずれの向きと種類	南東側隆起の上下成分を伴う右横ずれ断層	◎	文献 2 などによる。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.5m／千年程度（上下成分）	○	文献 2 などに表示された資料から推定。
(2) 過去の活動時期	活動 1（最新活動時期） 11 世紀以後、14 世紀以前	○	文献 2 に示された資料から推定。
(3) 1 回のずれの量と平均活動間隔	1 回のずれの量 約 3 m（右横ずれ成分） 約 1.5－2 m（上下成分） 平均活動間隔 3 千－4 千年程度	△ △ △	横ずれ成分は断層の長さから推定。上下成分は文献 2 による。 平均的なずれの速度（上下成分）と 1 回のずれの量（上下成分）から推定。
(4) 過去の活動区間	断層帯全体で 1 区間	○	断層の地表形態から推定。

3. 断層帯の将来の活動

(1) 将来の活動区間及び活動時の地震の規模	活動区間	断層帯全体で1区間	○	断層の地表形態から推定。
	地震の規模	M7.2程度	△	断層の長さから推定。
	ずれの量	約3m（右横ずれ成分）	△	横ずれ成分は断層の長さから推定。
		約1.5－2m（上下成分）	△	上下成分は文献2による。

表2 敦賀断層帯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）	Zランク 0.2－0.3		
今後30年以内の地震発生確率	ほぼ0%	b	発生確率及び集積確率は文献3による。
今後50年以内の地震発生確率	ほぼ0%		
今後100年以内の地震発生確率	ほぼ0%－0.001%		
今後300年以内の地震発生確率	ほぼ0%－0.03%		
集積確率（注9）	ほぼ0%		

注1：地震調査委員会の活断層評価では、将来の活動区間が単独で活動した場合の今後30年間の地震発生確率について、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」

なお、2005年4月時点でひととおり評価を終えた98の主要活断層帯のうち、最新活動時期が判明しており、通常の活断層評価で用いている更新過程（地震の発生確率が時間とともに変動するモデル）により地震発生長期確率を求めたものについては、将来の活動区間が単独で活動した場合の今後30年間に地震が発生する確率の割合は以下のとおりになっている。

30年確率の最大値が0.1%未満：約半数

30年確率の最大値が0.1%以上－3%未満：約1/4

30年確率の最大値が3%以上：約1/4

（いずれも2005年4月時点での算定。確率の評価値に幅がある場合はその最大値を採用。）

注 2：1995 年兵庫県南部地震（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2026）、1858 年飛越地震（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）及び 1847 年善光寺地震（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2015）の地震発生直前における 30 年確率と集積確率は以下のとおりである。

地震名	活動した活断層	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)	六甲・淡路島断層帯 淡路島西岸区間 「野島断層を含む区間」 (兵庫県)	0.02%－10%	0.05%－90%	約 1.6－約 3.5
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」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001）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 2 千年の場合は 30 年確率の最大値は 12%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、▲：かなり低い

注 4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

文献 1：岡田・東郷編（2000）

文献 2：杉山ほか（1998）

文献 3：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）

注 5：主要活断層の評価の中では、断層面の下端の深さは、地震観測結果から推定される地震発生層の下限の深さに基づいて推定を行っている。2016 年に発生した熊本地震の例では、本震のすべり領域が、上記の方法で推定していた断層面の下端の深さよりもさらに 5 km 程度深い場所まで延びていた可能性が指摘された（例えば、Asano and Iwata, 2016；気象庁，2016）。そのため、地震の際に実際に活動しうる断層面の下端は、推定された断層面の下端に対して 5 km 程度深くなる可能性があることに留意されたい（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2026）。

注 6：評価時点はすべて 2026 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。活断層における今後 30 年以内の地震発生確率が 3 %以上を「S ランク」、0.1%～3 %を「A ランク」、0.1%未満を「Z ランク」、不明（すぐに地震が起きることが否定できない）を「X ランク」と表記している。地震後経過率（注 8）が 0.7 以上である活断層については、ランクに「*」を付記している。

注 7：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。

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、0.2 は 625 年を 4,000 年で割った値であり、0.3 は 1,025 年を 3,000 年で割った値。

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. 敦賀断層帯に関するこれまでの主な調査研究

山崎・多田 (1927) は、琵琶湖北方の野坂山地に数多くの断層を認め、この地域の地殻運動を推定した。その後、Huzita (1962)、伊藤・藤田 (1971)、藤田・岸本 (1972)、東郷・仲川 (1973) は、琵琶湖北部の活構造について言及した。東郷 (1974) は、琵琶湖北岸に広がる野坂山地の地形を調査し、この付近の活断層のうち、敦賀断層帯を含む北東－南西方向の右横ずれ断層と北西－南東方向の左横ずれ断層が多数存在することを明らかにした。また、村井・金子 (1975) も、琵琶湖周辺の活断層及びリニアメントを示し、敦賀断層帯などの北東－南西方向に延びる断層が右横ずれ変位を示す断層であるとした。このほか、Okada (1978)、東郷 (1983) などにも本断層帯付近の活断層が示されている。

杉山 (1997) は、本断層帯で反射法弾性波探査やボーリング調査を行い、断層の活動性などを推定した。さらに、杉山ほか (1998) はトレンチ調査などを行って、最新活動時期や平均活動間隔など、本断層帯の過去の活動に関する調査を行った。

本断層帯における活断層の位置は、活断層研究会編 (1991)、杉山・吉岡 (1999)、岡田・東郷編 (2000)、岡田ほか (2005)、堤ほか (2005)、今泉ほか編 (2018) などに示されている。

2. 敦賀断層帯の評価結果

2. 1 敦賀断層帯の位置・形態

(1) 敦賀断層帯を構成する断層

敦賀断層帯は、敦賀平野の南東縁付近に分布する敦賀断層とその東側の深山寺断層、また、野坂山地 (湖北山地) に分布する野坂岳南東断層、三国山北方断層、赤坂山西方断層、赤坂山東方断層及びマキノ断層から構成される (図2)。敦賀断層帯は全体として北北東－南南西方向に直線状に延びているが、複数の断層が並走するように分布する。敦賀断層帯を構成する各断層の位置・形態は活断層研究会編 (1991)、岡田・東郷編 (2000) 及び杉山ほか (1994) などに示されている。ここでは、敦賀断層帯を構成する断層の位置及び名称は、岡田・東郷編 (2000) によった。

杉山ほか (1998) は、敦賀断層 (杉山ほか (1998) では敦賀断層北部) について、ボーリング調査結果及び杉山 (1997) による反射法弾性波探査などの結果から、少なくとも最近約3万年間は活動しておらず、この付近には断層そのものが存在しない可能性を指摘している。しかし、敦賀断層の存在を現時点で完全に否定できるだけの十分な資料はなく、また、敦賀断層の南東側には深山寺断層が存在するとされていることから、ここでは敦賀断層と深山寺断層を敦賀断層帯を構成する断層として含めることにした。

また、赤坂山西方断層は重力性の断層であるとの指摘があるが (栗本ほか, 1999)、岡田・東郷編 (2000) では横ずれ変位が示されており、ここでは本断層帯に含めることとした。

なお、赤坂山西方断層の南東側に位置する赤坂山東方断層及びマキノ断層は、地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) では、駄口断層及び路原断層等とともに湖北山地断層帯南東部を構成する断層として評価されていた。しかしここでは、湖北山地周辺に分布する多数の断層について、活動様式や周辺の断層との地下構造の関係、周辺の重力異常などの検討に基づき、湖北山地断層帯を敦賀断層帯、駄口断層、路原断層に三分して評価し、赤坂山東方断層及びマキノ断層を敦賀断層帯に含めることとした。

(2) 断層面の位置、形状

敦賀断層帯は、福井県敦賀市瀬河内から滋賀県高島市今津町深清水にかけて分布する断層である。断層帯の長さ及び一般走向は、断層帯の両端を直線で結ぶとそれぞれ約 27 km 及び N24° E となる (図2)。

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 0 km とした。

後述のように、本断層帯は右横ずれ成分と南東側隆起成分をもつ断層である。地表における断層トレースが直線的であること、また、断層露頭やトレンチ壁面に認められる断層の傾斜などから、地表付近では高角と推定される。また、敦賀断層帯付近では東西圧縮の地殻応力が推定されること、また南東側隆起成分をもつことから、断層面は南東傾斜と推定される。

後述のように、地震発生層の下限の深さは約 15 km の可能性がある。また、地下深部でも地表付近の傾斜と同様であるとすれば、断層面の幅は約 15 km の可能性がある。

（３）断層の変位の向き（ずれの向き）（注 10）

本断層帯は、東郷（1974）などに示された変位地形などから、南東側隆起の上下変位成分を伴う右横ずれ断層と考えられる。

2. 2 断層帯の過去の活動

（１）平均変位速度（平均的なずれの速度）

敦賀市の雨谷南方では、段丘面の上下変位が認められ、活断層研究会編(1991)、杉山ほか(1994)、地質調査所(1997)、杉山(1997)及び杉山ほか(1998)などにその変位量が示されている(図 2)。また、同地点から約 1.2 km 下流の低位段丘では、その段丘構成層から ^{14}C 年代値が得られている(地質調査所, 1997)。杉山ほか(1998)はこれら 2 つの段丘を同一のものと考え、雨谷南方におけるこの段丘面の上下変位量を約 10m として、その平均上下変位速度を求めた。地質調査所(1997)により得られた ^{14}C 年代値(17,530 $\pm$ 100 年 BP)を暦年補正(注 11)すれば約 2 万 1 千年前であることから、三国山北方断層の平均上下変位速度は 0.5m/千年程度であったと推定される。

なお、地質調査所(1997)は、上記雨谷南方地点から約 1.2 km 南西方の折戸谷において、三国山北方断層による河谷の 50–150m 程度の右ずれ屈曲と、低位段丘を刻む小谷の 10m 程度の右ずれ屈曲を報告している。

（２）活動時期

○地形・地質的に認められた活動

杉山ほか(1998)は敦賀市南西部の池の谷地点の河谷底において 2 つのトレンチ(a、b トレンチ)を掘削し、また、その 200m ほど南側の段丘面上の低断層崖でピット(c ピット)調査を行った(図 2)。

b トレンチでは、主として礫と砂からなる b1 層中に断層が認められ、さらに b1 層に含まれる礫の回転が認められる(杉山ほか, 1998; 図 3)。上位の b2 層は主として礫混じりの砂層からなり、全体として西に傾斜している。また、分布の東端付近ではレンズ状やブロック状の腐植質土や腐植混じりのシルトを挟む。このことから、杉山ほか(1998)は、b2 層は最新活動後に形成されたものと解釈することもできるが、むしろ断層活動前に既に堆積していたものが断層活動直後に二次的に堆積した可能性が高いとしている。この解釈にしたがい、本地点では b2 層が堆積した後、断層活動により再移動し、その後 b3 層が堆積した可能性があると判断した。両層から得られた ^{14}C 年代値から、活動時期は 11 世紀以後、14 世紀以前となる。

b トレンチの約 70m 北側で掘削された a トレンチでは南北両壁面で最下位の砂礫層(a1 層)中の礫が回転してほぼ直立している(杉山ほか, 1998)。また、砂が卓越する上位の砂礫層(a2 層)は、a1 層を削り込んで堆積しており、全体として西に傾斜する堆積構造をなしている。これらのことから、杉山ほか(1998)は、a2 層は断層により生じた崖を覆って断層活動直後に堆積した地層であると推定した。また、杉山ほか(1998)は、北側壁面にのみ認められるシルト・腐植質土及び礫混じり砂層(a3 層)は、ほぼ水平な堆積構造が発達しており、a2 層を覆っていることから、断層の低下側に形成された低地の堆積物であると推定した。以上のことから、本地点では a1 層堆積後、a2 層堆積前に活動があった可能性がある。a1 層及び a2 層からは年代値は得られていないが、a3 層から得られた ^{14}C 年代値から、断層活動の時期は 15 世紀以前となる。

c ピットは、b トレンチの約 200m 南の段丘面上の低断層崖で掘削された。南側壁面では花崗岩起源の破碎岩と礫混じりシルト質砂層が断層を挟んで接しており、このシルト質砂層が断層に沿って約 80 cm 引きずり上げられているのが確認された(杉山ほか, 1998)。また、低断層崖の低下側の表層には厚さ 50 cm 程度の腐植質土が認められ、杉山ほか(1998)はこれを断層活動によって形成された低湿地の埋積堆積物と考えた。シルト質砂層及び上位の腐植質土層から得られた ^{14}C 年代値から、断層活動は 6 世紀以後、17 世紀以前にあった可能性がある。

なお、これらのトレンチ・ピット調査では最新活動よりも古い活動については資料が得られていない。

○先史時代・歴史時代の活動

近畿地方北部に被害をもたらした歴史時代の地震として、1325 年の地震及び 1662 年の寛文近江・若狭地震がある（宇佐美ほか，2013）。1325 年の地震では、琵琶湖と敦賀の中間に位置する愛発（あらち）での山崩れや、琵琶湖北部の竹生（ちくぶ）島の一部が崩れて湖中に没したほか、現在の敦賀市にある気比神宮が倒壊したとの記録がある（宇佐美ほか，2013）。それ以外に本断層帯付近でこの地震による大きな被害の記録は見出されていない。杉山ほか（1998）は、1325 年の地震の際に本断層帯が活動した可能性を指摘している。この地震はトレンチ調査結果に基づく活動時期と整合するが、気比神宮の記録以外には断層帯に沿って大きな被害の記録は見いだされていないことから、本断層帯の最新活動が 1325 年の地震であったと特定することはできない。

以上のことから、本断層帯の最新活動は、トレンチ調査結果から 11 世紀以後、14 世紀以前にあったと推定される。

（３）１回の変位量（ずれの量）（注 10）

本断層帯では、地形・地質学的資料からは 1 回の活動に伴う右横ずれ変位量は得られていない。一方、松田ほか（1980）の経験式（１）、松田（1975）の経験式（２）を用いると、本断層帯における 1 回の活動に伴う変位量とマグニチュード（M）を推定することができる。断層帯は長さが約 27 km と推定されることから、経験式（１）、（２）を用いると、1 回の活動に伴う変位量は約 3 m と求められる。ここではこれを断層帯の右横ずれ変位量とみなす。

上下変位について、杉山ほか（1998）は、三国山北方断層の池の谷 a、b 両トレンチの壁面において観察された変位を 1 回の断層活動によるものと考え、その量を a トレンチで 1.5m 強、b トレンチでは約 1.5m とした。また、杉山ほか（1998）は、池の谷地点から断層沿いに 1 km 程度南に至る間に、断続的に現れる低断層崖の比高を約 1.5－2 m と計測し、これを最新活動時の上下変位量と推定した。

以上のことから、1 回の活動に伴う本断層帯の右横ずれ変位量は約 3 m、また、上下変位量は、約 1.5－2 m の可能性がある。

用いた経験式は、松田ほか（1980）、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。

$$D = 10^{-1} L \quad (1)$$

$$\log L = 0.6M - 2.9 \quad (2)$$

（４）活動間隔

本断層帯では、三国山北方断層の平均上下変位速度が 0.5m／千年程度、1 回の活動に伴う上下変位量が約 1.5－2 m と求められている。これらを用いると平均活動間隔は 3 千－4 千年程度の可能性がある。ただし、上述のように、敦賀断層は過去 3 万年以上活動していない可能性の指摘もある。

（５）活動区間

本断層帯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すると推定される。

（６）測地観測結果

敦賀断層帯周辺における 2022 年 12 月までの 5 年間及び 10 年間の GNSS 観測結果では、北西－南東方向ないし東西方向の縮みが見られる（図 4－1、図 4－2）。また、1994 年までの約 100 年間の測地観測結果では、東西方向の縮みが見られる（図 4－3）。

（７）地震観測結果

2022 年 12 月までの 20 年間の地震観測結果によれば、敦賀断層帯の北東部にあたる三国山北方断層から敦賀断層、深山寺断層までの周辺では地震活動が低調であり、南西部は M2～3 の地震が時々発生している（図 5－1、図 6）。本断層帯周辺の地震発生層の下限の深さは 15 km 程度の可能性がある（図 5－1、図 6）。発震機構が求まる地震は極めて少ないが、本断層帯周辺では東

西方向に圧力軸を持つ型が見られる（図 5－2）。1919 年以降、本断層帯周辺では M5.0 以上の地震は発生していない。

2. 3 断層帯の将来の活動

（1）将来の活動区間及び地震の規模

本断層帯は、全体が 1 つの活動区間として同時に活動すると推定される。この場合は、断層帯の長さが約 27 km と推定されることから、経験式（2）を用いると、発生する地震の規模は M7.2 程度と求められる。また、この際、約 3 m の右横ずれと約 1.5－2 m の南東側の相対的隆起を伴う可能性がある。

（2）地震発生可能性

本断層帯では、平均活動間隔が 3 千－4 千年程度、最新活動時期が 11 世紀以後、14 世紀以前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、0.2－0.3 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、それぞれほぼ 0 %、ほぼ 0 %、ほぼ 0 %－0.001 %、ほぼ 0 %－0.03 % となる（表 2）。また、現在までの集積確率は、ほぼ 0 % となる。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。

3. 今後に向けて

本断層帯については、敦賀平野東縁付近に分布する敦賀断層の存在に関して不確かな点がある。また、これとほぼ並走する深山寺断層についてもその活動性に関する資料は得られていない。このため、これらの断層の活動性についてより確かな資料を得る必要がある。さらに、本断層帯の過去の活動については、最新活動よりも古い活動に関する資料が得られておらず、平均活動間隔は信頼度が高いとはいえない。このため、平均変位速度及び 1 回のずれの量など、過去の活動についてさらに資料を得る必要がある。

また、本断層帯を含む近畿地方北部にはいくつかの活断層が分布している。このため、本断層帯と周辺の活断層との連動の可能性などについて、今後調査研究を進めていく必要がある。

注 10：本文及び表 1 では、「変位」を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。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。

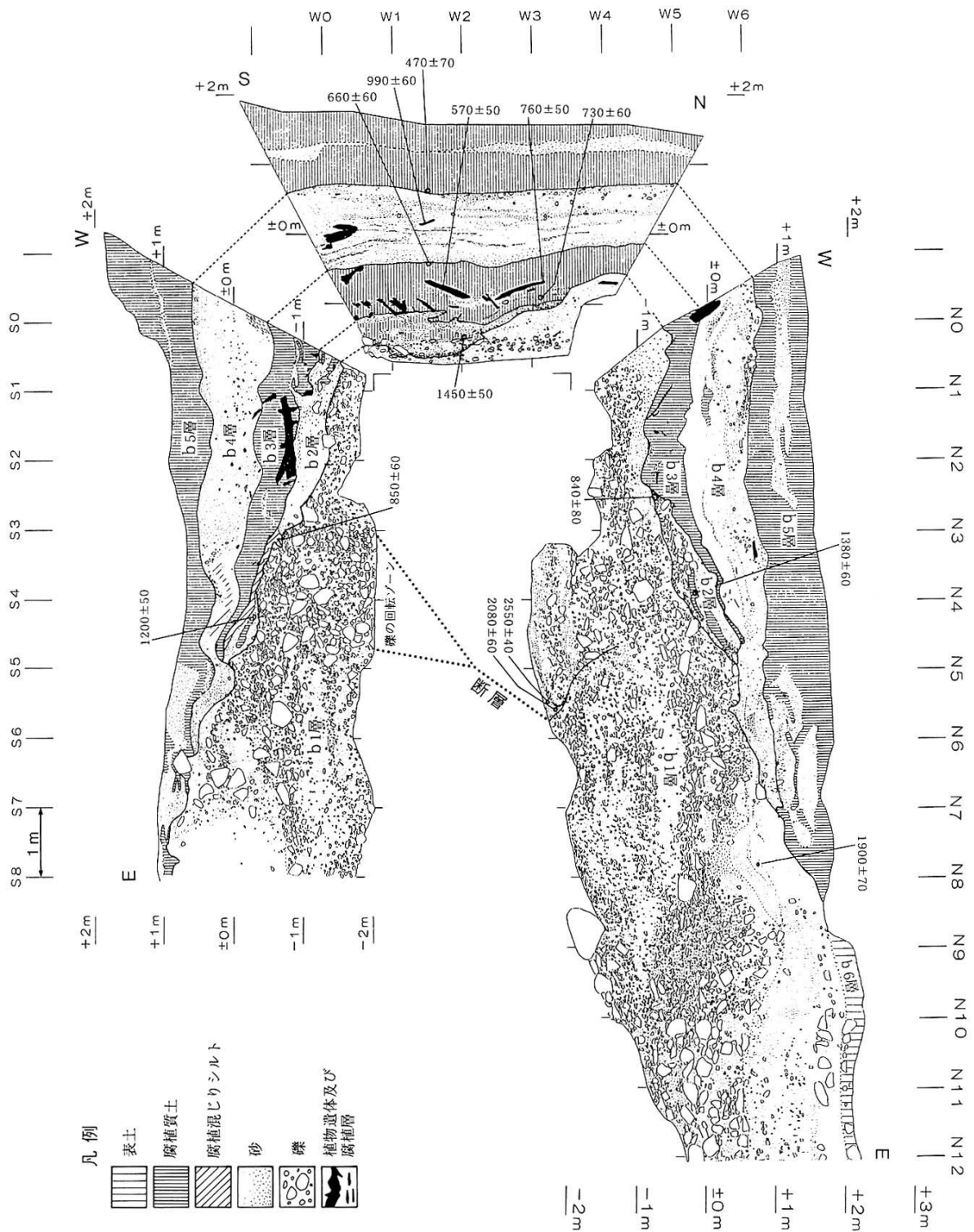
注 11：20,000 年 BP よりも新しい放射性炭素同位体年代（ ^{14}C 年代）については、較正曲線 IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020) を用いた OxCal 4.4 (Bronk Ramsey, 2009, 2021) に基づいて暦年補正し、原則として 1σ の数値を示した。このうち 2,000 年前よりも新しい年代値は世紀単位で示した。2026 年 1 月 1 日を起点として、2,000 年前よりも古く、10,000 年前よりも新しい年代値については、四捨五入して百年単位で、10,000 年前よりも古い年代値は四捨五入して千年単位で示した。

文 献

- Asano, K. and Iwata, T. (2016) : Source rupture processes of the foreshock and mainshock in the 2016 Kumamoto earthquake sequence estimated from the kinematic waveform inversion of strong motion data. *Earth Planets Space*, **68**:147, doi:10.1186/s40623-016-0519-9.
- Bronk Ramsey, C. (2009) : Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337-360.
- Bronk Ramsey, C. (2021) : OxCal 4.4 [software]. <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html> (2025 年 4 月確認) .

- 地質調査所 (1997) 近畿三角地帯の主要活断層の先行調査報告No. 2, 敦賀断層系 地形地質調査. 地質調査所研究資料集, No. 269, 52p.
- Huzita, K. (1962) : Tectonic development of the Median Zone (Setouti) of Southwest Japan, since Miocene. *J. Geosci., Osaka City Univ.*, **6**, 103-144.
- 藤田和夫・岸本兆方 (1972) : 近畿のネオテクトニクスと地震活動. *科学*, **42**, 422-430.
- 今泉俊文・宮内崇裕・堤 浩之・中田 高編 (2018) : 「活断層詳細デジタルマップ [新編]」. 東京大学出版会, USB メモリー・141p.
- 伊藤英文・藤田和夫 (1971) : 西南日本の第四紀地殻変動から導かれた地殻の流動. *材料*, **20**, 190-196.
- 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 (2003) : 「湖北山地断層帯の評価」. 22p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 「跡津川断層帯の評価」. 28p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2015) : 「長野盆地西縁断層帯 (信濃川断層帯) の長期評価 (一部改訂)」. 34p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2026) : 「六甲・淡路島断層帯の長期評価 (一部改訂)」. 54p.
- 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長期評価部会 (2026) : 「「活断層の長期評価手法 (暫定版)」報告書 (追補1)」. 4p.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層一分布図と資料一」. 東京大学出版会, 437p.
- 気象庁 (2016) : 2016 年 4 月 16 日熊本県熊本地方の地震ー近地強震波形による震源過程解析 (暫定) ー. <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/sourceprocess/event/2016041601250547near> (2018 年 7 月確認) .
- 栗本史雄・内藤一樹・杉山雄一・中江 訓 (1999) : 敦賀地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 73p.
- Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N. and Kamiya, S. (2022) : Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data. *Earth Planets Space*, **74**:171, doi: 10.1186/s40623-022-01724-0.
- 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・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文 (1980) : 1896 年陸羽地震の地震断層. *地震研究所彙報*, **55**, 795-855.
- 村井 勇・金子史朗 (1975) : 琵琶湖周辺の活断層系. *地震研究所彙報*, **50**, 93-108.
- Okada, A. (1978) : Structure of the waste-filled valley and associated crustal movements at the eastern part of the Tsuruga Plain, north of Lake Biwa. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **6**, 66-80.
- 岡田篤正・今泉俊文・熊原康博・千田 昇・東郷正美・中田 高 (2005) : 1:25,000 都市圏活断層図「敦賀」. 国土地理院技術資料 D 1-No. 449.
- 岡田篤正・東郷正美編 (2000) : 「近畿の活断層」. 東京大学出版会, 395pp. + 付図 4 図葉.
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S. (2020) : The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, **62**, 725-757.

- 杉山雄一 (1997) : 敦賀断層系の活動性調査. 地質調査所研究資料集 No. 303 (平成 8 年度活断層研究調査概要報告書), 1-11.
- 杉山雄一・栗田泰夫・吉岡敏和 (1994) : 柳ヶ瀬－養老断層系ストリップマップ. 1:100,000. 地質調査所.
- 杉山雄一・吉岡敏和 (1999) : 敦賀断層系駄口断層の活動履歴調査. 地質調査所速報, no. EQ/99/3 (平成 10 年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 173-186.
- 杉山雄一・吉岡敏和・寒川 旭・佐竹健治 (1998) : 敦賀断層の活動履歴調査. 地質調査所速報, no. EQ/98/1 (平成 9 年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 101-112.
- 東郷正美 (1974) : 琵琶湖北岸・野坂山地の変動地形. 地理学評論, **47**, 669-683.
- 東郷正美 (1983) : 近江盆地における変動地形学的研究. 私学研修, 97, 101-118.
- 東郷正美・仲川信一 (1973) : 湖北における河川争奪. 法政大学地理学集報, 2, 9-19.
- 堤 浩之・熊原康博・千田 昇・東郷正美・平川一臣・八木浩司 (2005) : 1:25,000 都市圏活断層図「熊川」. 国土地理院技術資料 D 1 -No. 449.
- 宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子 (2013) : 「日本被害地震総覧 599-2012」. 東京大学出版会, 694p.
- 山崎直方・多田文男 (1927) : 琵琶湖附近の地形とその地體構造につきて. 地震研究所彙報, **2**, 85-108.



年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代。暦年補正するとそれぞれ以下ようになる。
 (紀元後は世紀単位で表示。また、紀元前は 100 年単位で四捨五入して表示)

470±70→14-17 世紀	990±60→10-12 世紀	660±60→13-14 世紀
570±50→14-15 世紀	730±60→13-14 世紀	760±50→13 世紀
840±80→11-13 世紀	850±60→11-13 世紀	1200±50→8-9 世紀
1380±60→6-8 世紀	1450±50→6-7 世紀	1900±70→1-3 世紀
2080±60→約 2 千 2 百年前-2 千年前	2550±40→約 2 千 8 百年前-2 千 6 百年前	

図3 池の谷地点b トレンチスケッチ (杉山ほか, 1998)

基準期間：2017-12-01 -- 2018-01-01
比較期間：2022-12-01 -- 2023-01-01

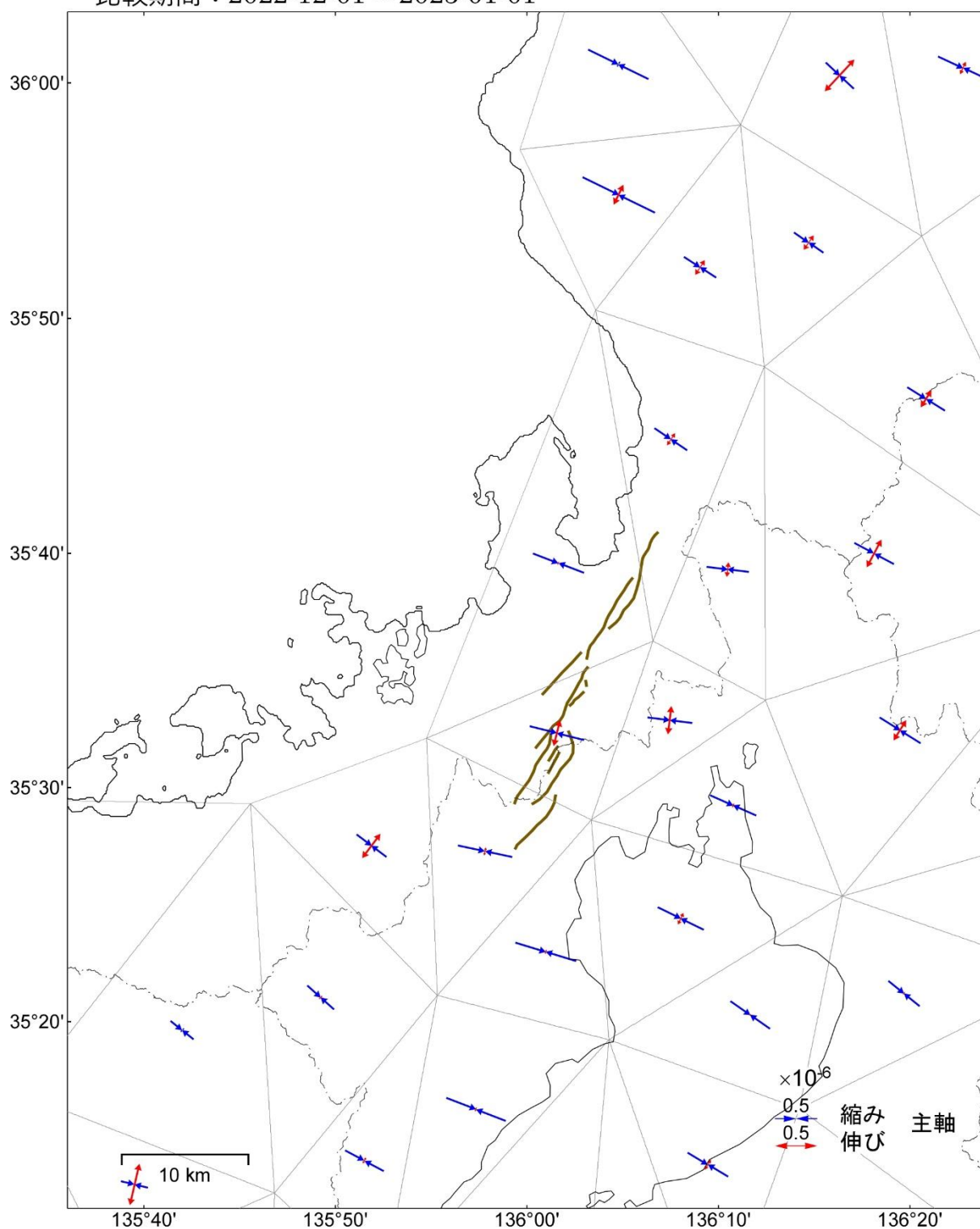


図 4 - 1 2017年12月から5年間のGNSS連続観測による敦賀断層帯及びその周辺における水平ひずみ分布（国土地理院作成）。スケールは 0.5×10^{-6}

基準期間：2012-12-01 -- 2013-01-01
比較期間：2022-12-01 -- 2023-01-01

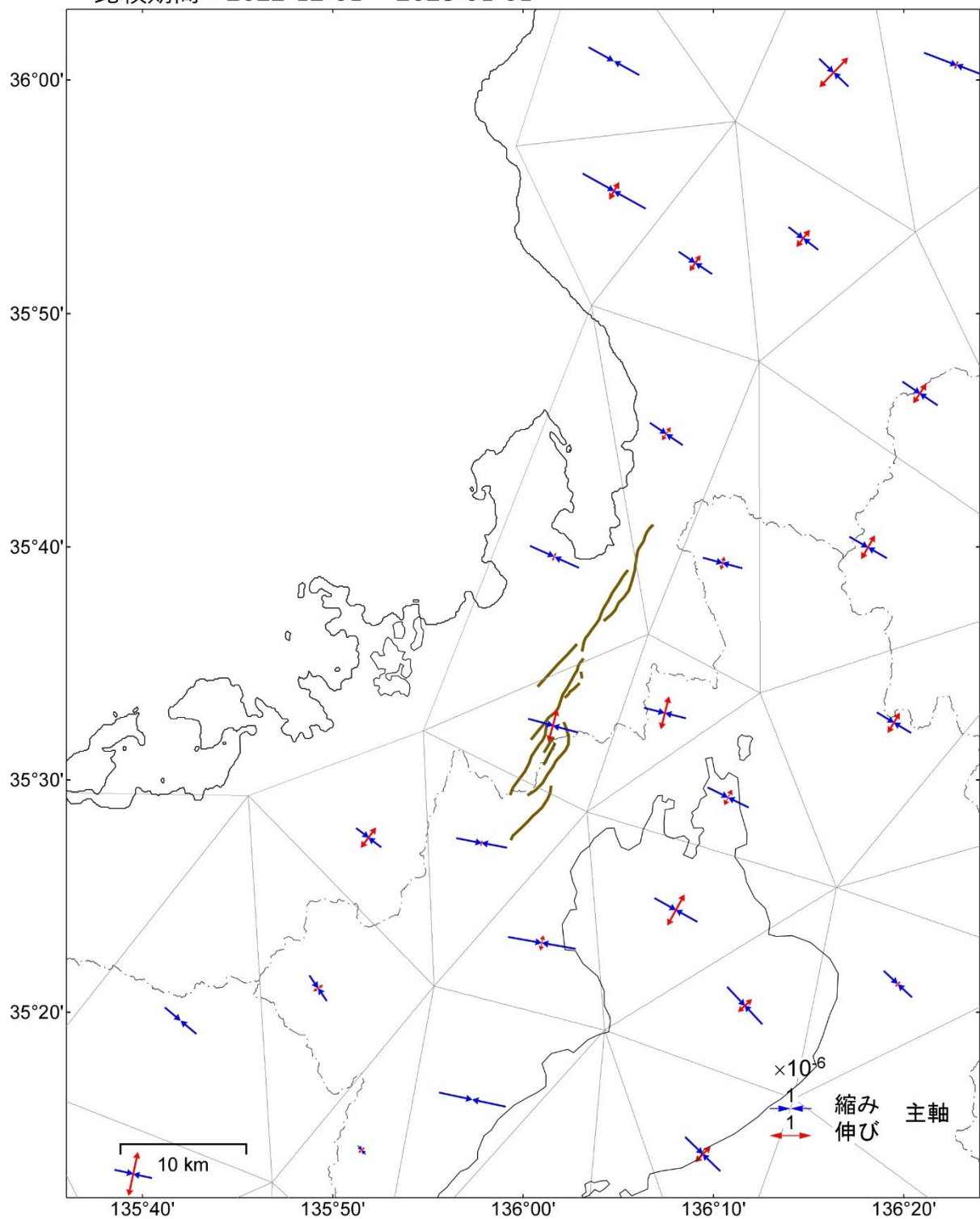


図4-2 2012年12月から10年間のGNSS連続観測による敦賀断層帯及びその周辺における水平ひずみ分布（国土地理院作成）。スケールは 1×10^{-6} 。

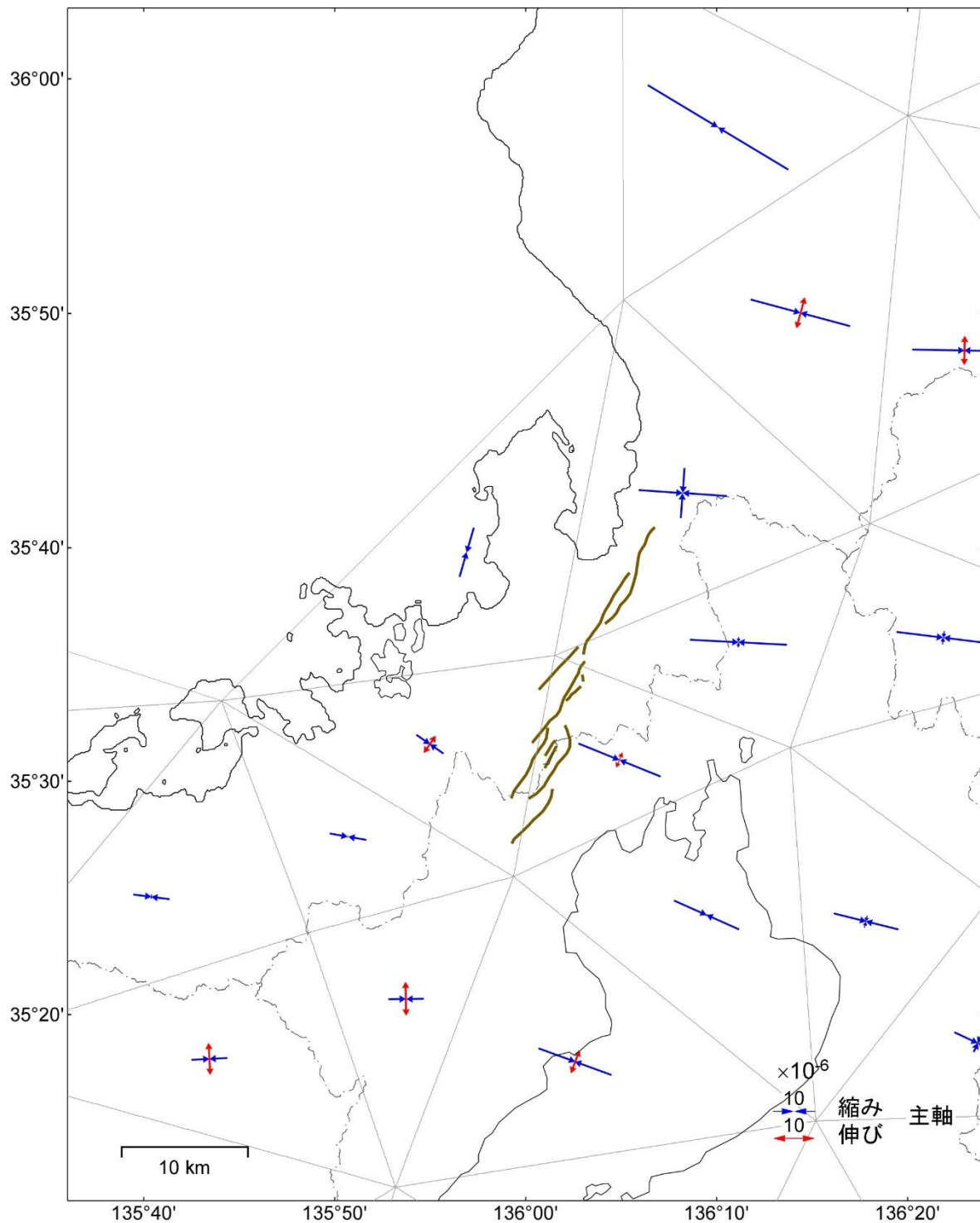


図 4 - 3 1883年1月から1994年1月までの約100年間の測地観測による敦賀断層帯及びその周辺における水平 ひずみ分布（国土地理院作成）。スケールは 10×10^{-6} 。

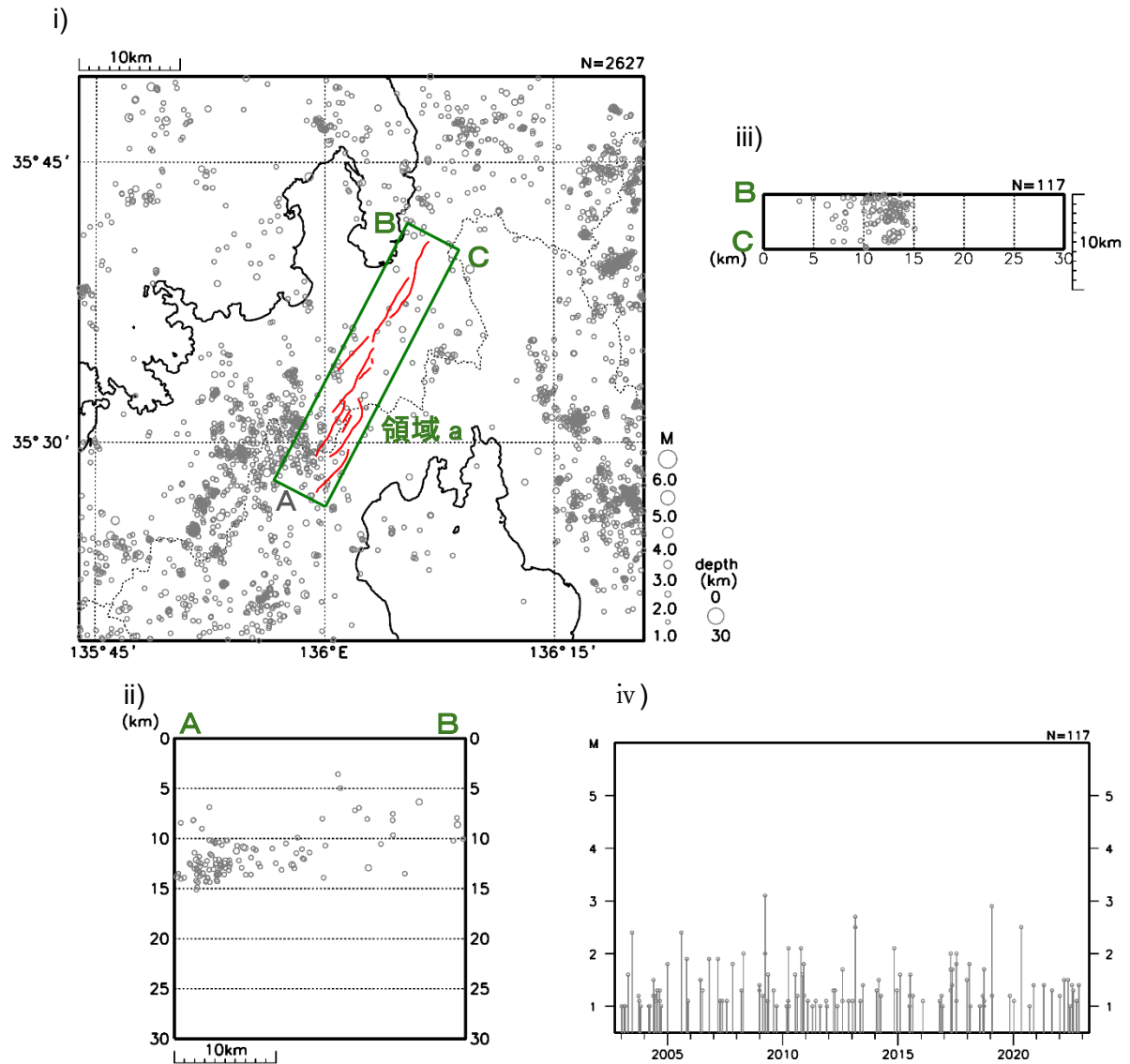


図 5 - 1 敦賀断層帯周辺の地震活動 (気象庁作成)
(2003 年 1 月 1 日～2022 年 12 月 31 日、深さ 30 km 以浅、M1.0 以上)

- i) 震央分布図
- ii) i) の領域 a 内の A - B 投影の断面図
- iii) i) の領域 a 内の B - C 投影の断面図
- iv) i) の領域 a 内の M - T 図 (地震活動経過図)

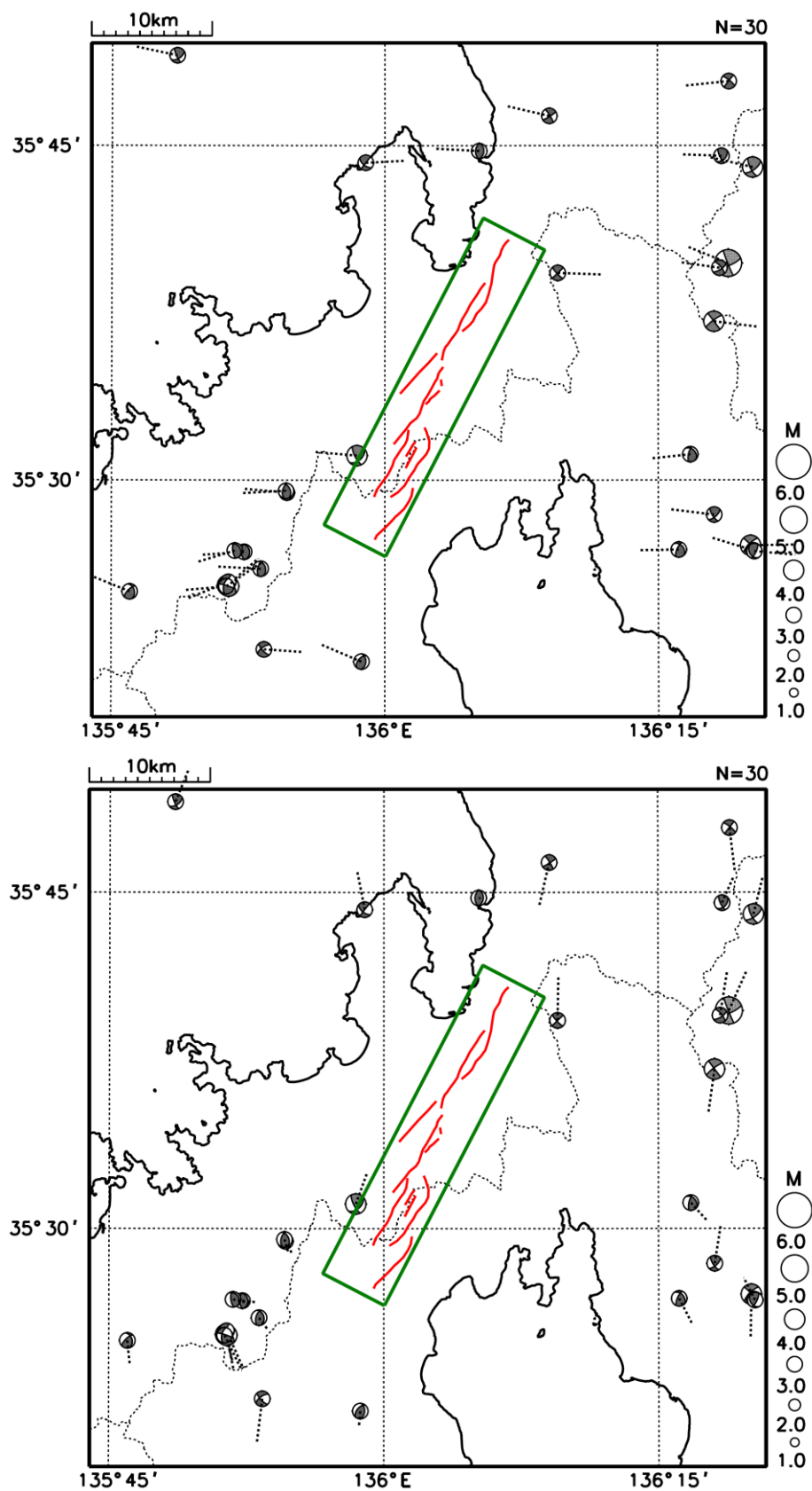
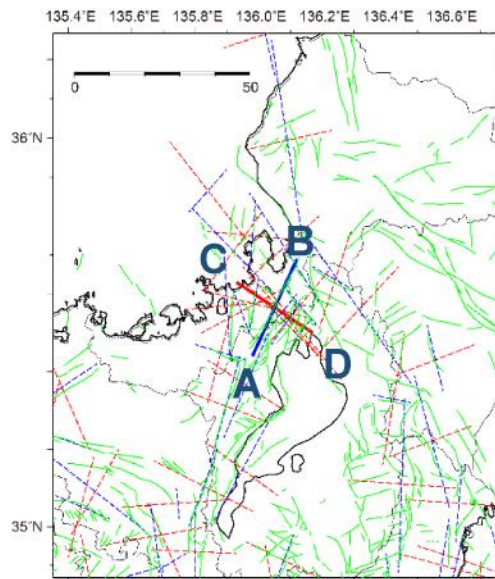


図5－2 敦賀断層帯周辺の地震の発震機構（P波初動解による下半球投影）と圧力軸（上）と張力軸（下）の分布（気象庁作成）
2003年1月1日～2022年12月31日、深さ30km以浅、M1.0以上



断層平行断面

断層直交断面

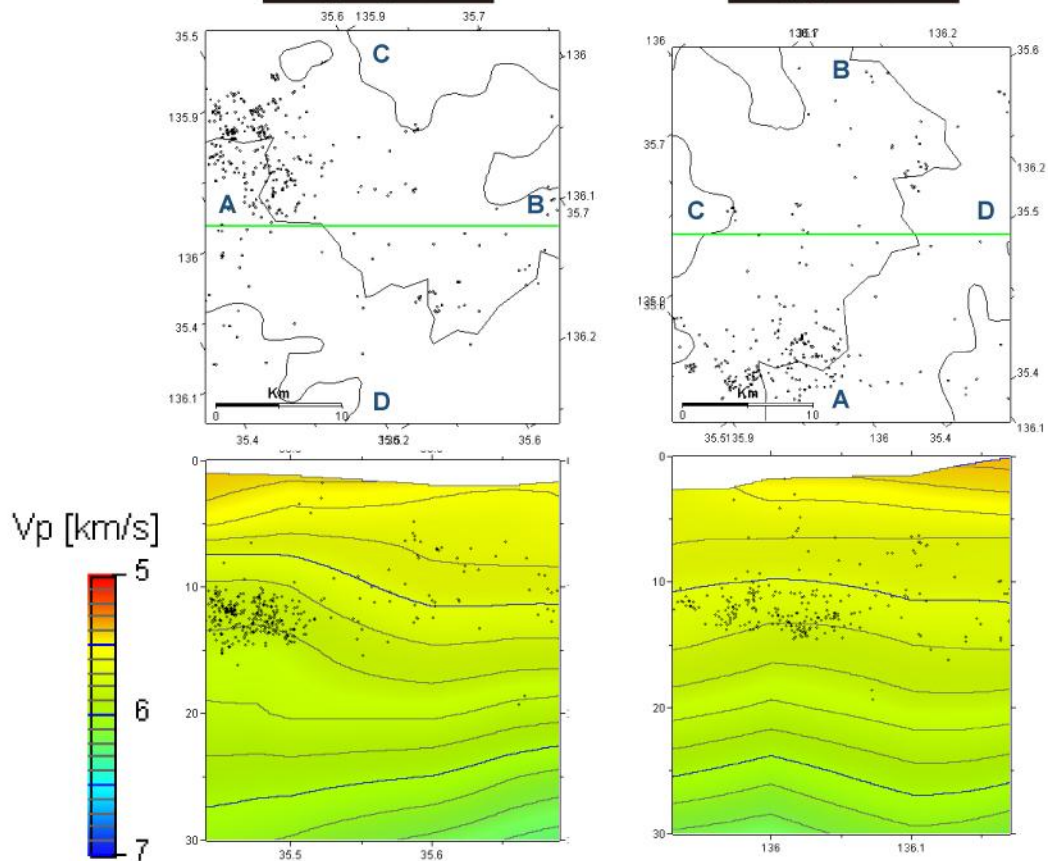


図6 敦賀断層帯周辺の地震活動

(作成：防災科学技術研究所・松原 誠氏)

敦賀断層帯で発生したM1.5 以上の手動再検測済みの地震について、3次元地震波速度構造 (Matsubara *et al.*, 2022) を使用して再決定した震源分布を、P波速度構造図 (Matsubara *et al.*, 2022) 上に描画している。なお、対象とした地震は、断層帯を中心として、断層平行方向には断層長に±15 km、断層直交方向には断層長と同程度の長さの矩形の範囲において、2000年10月1日から2022年12月31日の期間に発生したものとした。

表3 敦賀断層帯の将来の地震発生確率及び参考指標

項 目	数 値 (注12)	備 考
地震後経過率	0.2－0.3	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	ほぼ 0 %	
今後 50 年以内の発生確率	ほぼ 0 %	
今後 100 年以内の発生確率	ほぼ 0 %－0.001%	
今後 300 年以内の発生確率	ほぼ 0 %－0.03%	
集積確率	ほぼ 0 %	
指標(1) 経過年数	マイナス2千2百年－マイナス1千1百年	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。
指標(1) 比	0.2－0.5	
指標(2)	ほぼ 0－0.0001	
指標(3)	ほぼ 0 %	
指標(4)	ほぼ 0－0.00002	
指標(5)	0.0003	

注12：評価時点はすべて2026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：当該断層帯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。

敦賀断層帯の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険率は、4千分の1－3千分の1（0.0003）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時間とともに増加する。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するには今後1千1百年から2千2百年を要することになる。

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）。

＜付録＞

敦賀断層帯は、周辺に分布する駄口断層や路原断層とともに湖北山地断層帯として地震調査研究推進本部地震調査委員会（2003）により長期評価が公表されている。その後に行われた研究成果に加え、構成断層の活動様式や周辺の断層帯との地下構造の関係、周辺の重力異常などの検討に基づき、湖北山地断層帯を敦賀断層帯、駄口断層、路原断層に三分し、それぞれ評価を行うこととした。以下に、改訂となった主な項目について、前回の評価と今回の評価の対比表を示す。なお、新たな知見が得られていない部分に関しては、原則、従前の評価を踏襲したものとなっていることに留意されたい。

敦賀断層帯の評価についての新旧対比表^{※2}

項 目	前回の評価 (平成 15 年 6 月 11 日)		今回の評価 (令和 8 年 1 月 1 日時点)	
断層帯を構成する断層	敦賀断層、深山寺断層、三国山北方断層、赤坂山西方断層		敦賀断層、深山寺断層、野坂岳南東断層、三国山北方断層、赤坂山西方断層、赤坂山東方断層、マキノ断層	
断層帯の位置・形状	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 (北東端) 北緯 35° 40' 東経 136° 7' (南西端) 北緯 35° 29' 東経 135° 59' 長さ 約 25 km 一般走向 N30° E	○ ○ ○	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 (北東端) 北緯 35° 40.8' 東経 136° 6.8' (南西端) 北緯 35° 27.3' 東経 135° 59.5' 長さ 約 27 km 一般走向 N24° E	○ ◎ ○ ◎
1 回のずれの量と平均活動間隔	1 回のずれの量 約 2 m (右横ずれ成分) 約 1.5－2 m (上下成分)	△ △	1 回のずれの量 約 3 m (右横ずれ成分) 約 1.5－2 m (上下成分)	△ △
将来の活動区間及び活動時の地震の規模	地震の規模 M7.2 程度 ずれの量 約 2 m (右横ずれ成分) 約 1.5－2 m (上下成分)	△ ○ △	地震の規模 M7.2 程度 ずれの量 約 3 m (右横ずれ成分) 約 1.5－2 m (上下成分)	△ △ △

対比表に示した（◎、○、△、▲）については信頼度を示す。それぞれの詳細については、注 3 及び注 7 を参照のこと。

※2 変更が生じた項目のうち、代表的なもののみ表示。