

糸魚川 - 静岡構造線断層帯の形状の評価について

平成 12 年 7 月 26 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会
長期評価部会

地震調査委員会長期評価部会では、これまでに糸魚川 - 静岡構造線断層帯、神縄・国府津 - 松田断層帯、及び富士川河口断層帯の3つの地域の断層帯の評価を終えて、地震調査委員会に報告し、それぞれ地震調査委員会での審議を経て公表してきた。その後決定された「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」において、地震動予測地図の作成が当面推進すべき地震調査研究の主要な課題とされ、強震動予測に利用できる形での断層パラメータを提供することを目指すこととされた。

このため、今回新たに、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の評価結果及び関連資料を用いて、糸魚川 - 静岡構造線断層帯が活動した際の強震動に関する評価に必要な断層帯の形状について評価し、別添のとおりとりまとめた。

なお、本報告書は、強震動評価部会における審議に資する観点からとりまとめたものであり、現段階では、本報告書の個別の公表は行わない。また、強震動評価部会での審議における便宜を考え、現在本部会で評価作業中の断層帯に関する報告書案の形式に合わせてとりまとめることとした。

糸魚川 - 静岡構造線断層帯の形状の評価

糸魚川 - 静岡構造線断層帯は、「糸魚川 - 静岡構造線活断層系の調査結果と評価について」（地震調査委員会、平成8年9月11日；以下「活断層評価結果」という。）として、評価結果がとりまとめられた。長期評価部会は、この評価結果、最近の研究成果等を参考にして、特に当該断層帯の形状についての全体像を次のように評価した。

1 断層帯の形状

糸魚川 - 静岡構造線断層帯は、「活断層評価結果」によると、北は小谷（新潟県）付近から南は櫛形（山梨県）付近までに及び、「北部」、「中部」及び「南部」の3つの断層帯から成っている。「北部」は、白馬及び大町を含む領域に当たり、神城（かみしろ）断層及び松本盆地東縁断層から構成される。「中部」は、松本、塩尻、諏訪、茅野、富士見、及び小淵沢を含む領域に当たり、牛伏寺（ごふくじ）断層、岡谷断層群、諏訪断層群及び釜無山（かまなしやま）断層群から構成される。「南部」は、白州（はくしゅう）断層、下円井（しもつづらい）断層及び市之瀬（いちのせ）断層群から構成される。

ここでは、強震動評価での利用を念頭において、幾何学配置・形状等から断層を区分した。その結果、「北部」及び「中部」は、それぞれ「北部1」（神城断層）及び「北部2」（松本盆地東縁断層）並びに「中部1」（牛伏寺断層）及び「中部2」（岡谷断層群、諏訪断層群、及び釜無山断層群）に分けられた。但し、この区分は、一回に活動する区間（地震を発生させる断層区間）ではない。また、「南部」については、最近の新しい調査結果も発表されているが、「活断層評価結果」には実質的に評価結果が示されていないことから、形状評価は行わなかった。

また、地震を発生させる断層区間について、「北部」及び「中部」については、断層の幾何学的配置・形状、ずれの向き及び活動間隔が異なっていることから、それぞれ個別に活動する可能性が高いものの、約1200年前には連動した事例も見られている。「活断層評価結果」では、「牛伏寺断層を含む区間」としながらも、「どこまでかは判断できない。」としている。

以上のこと及びこれまでの調査研究成果に基づき、当該断層帯の形状等を、表1のようにまとめた。また、地震を発生させる断層区間は、現時点では特定できず、可能性があるシナリオを表2に示した。なお、1回のずれ量としては、約1200年前の地震による地表での値をそのまま採用した。地震を発生させる断層区間の長さに応じて、1回のずれ量が変化するという考え方もある。

2 今後に向けて

糸魚川 - 静岡構造線断層帯は、その「南部」については、最近の調査結果もあるが、未解明な部分が多く、過去の活動の評価に必要な調査の推進が求められる。

表1 糸魚川 - 静岡構造線断層帯の形状

区分	形状	根拠
北部1	構成する断層線 神城断層 断層線の位置 北緯 36° 32' 東経 137° 51' (南端) 断層面上端の深さ 0km 長さ 26km 一般走向 N3° E 断層面の傾斜 東傾斜、40~70° 断層面の幅 16~23km ずれの向き 東側隆起の逆断層、逆断層成分が卓越 一回のずれ量 不明	[6]の名称による [18](緯経度読み取り) (説明)2(1) [15][18](緯経度読み取り) [15][18](緯経度読み取り) (説明)3(2) (説明)3(2), [2][9]から計算 [6]
北部2	構成する断層線 松本盆地東縁断層 断層線の位置 北緯 36° 32' 東経 137° 51' (北端) 断層面上端の深さ 0km 長さ 35km 一般走向 N16° W 断層面の傾斜 東傾斜、40~70° 断層面の幅 16~23km ずれの向き 東側隆起の逆断層、逆断層成分が卓越 一回のずれ量 不明	[6]の名称による [18](緯経度読み取り) (説明)2(2) [18][19](緯経度読み取り) [18][19](緯経度読み取り) (説明)3(3) (説明)3(3), [2][9]から計算 [6]
中部1	構成する断層線 牛伏寺断層 断層線の位置 北緯 36° 13' 東経 137° 58' (北端) 断層面上端の深さ 0km 長さ 17km 一般走向 N23° W 断層面の傾斜 東傾斜、約 80° 断層面の幅 約 15km ずれの向き 左横ずれ成分が卓越 一回のずれ量 6~9m (左横ずれ)	[6]の名称による [12](緯経度読み取り) (説明)2(3) [3][12](緯経度読み取り) [3][12](緯経度読み取り) [11] [11], [2][9]から計算 [6] [6]
中部2	構成する断層線 岡谷断層群、諏訪断層群、釜無山断層群 断層線の位置 北緯 36° 5' 東経 138° 2' (北端) 断層面上端の深さ 0km 長さ 34km 一般走向 N42° W 断層面の傾斜 東傾斜、約 80° 断層面の幅 約 15km ずれの向き 左横ずれ成分が卓越 一回のずれ量 約 6m (左横ずれ)	[6]の名称による [3](緯経度読み取り) (説明)2(4) [3][14](緯経度読み取り) [3][14](緯経度読み取り) [11] [11], [2][9]から計算 [6] [6]

注：根拠に示す[番号]は、「(説明)」の末尾に示す文献。

表2 糸魚川 - 静岡構造線断層帯の地震を発生させる断層区間

地震を発生させる断層区間(事象)						区分	構成する断層線
A	B	C	D	E	F		
↑	↑			↑		北部1	神城断層
↑	↑			↓		北部2	松本盆地東縁断層
↑	↓	↑	↕			中部1	牛伏寺断層
↓	↓	↓		↕	↕	中部2	岡谷断層群、諏訪断層群、釜無山断層群

注：糸魚川 - 静岡構造線断層帯の次の地震を発生させる区間は、A,BあるいはCである可能性が高い。根拠は[6]。

(説明)

1 地震を発生させる断層区間に関する評価の説明

糸魚川 - 静岡構造線断層帯は、東傾斜の逆断層から構成される北部、左横ずれ成分が卓越する中部、西傾斜の逆断層から構成される南部に大きく分けられる。南部は、北部・中部に比べて、地形・地質調査により推定された平均変位速度^{注)}(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 1996)が小さく、その活動度は低い。「活断層評価結果」は、糸魚川 - 静岡構造線断層帯の将来の活動について、「牛伏寺断層を含む区間では、現在を含めた今後数百年以内に、M8 程度 (M 7 1/2 ~ 8 1/2) の規模の地震が発生する可能性が高い。しかし、地震を発生させる断層区間 (場所) がどこまでかは判断できない。」と述べており、次の組み合わせが考えられる。北部 1 ~ 中部 2 (事象 A)、北部 1 ~ 中部 1 (事象 B)、中部 1 ~ 中部 2 (事象 C)、中部 1 (事象 D)、北部 1 ~ 北部 2 (事象 E)、中部 2 (事象 F)。このうち、事象 A は約 1200 年前の連動した事例 (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 1996) に対応する。「南部」については、遠田ほか (2000) の新たな調査結果も発表されているが、「活断層評価結果」では、それを取りまとめた時点では過去の活動履歴が未解明であったことから評価が行われていない。このため、今回は形状評価を行わなかった。

なお、地震発生確率計算時の論理ツリーの例 (図 5 参照) が地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (1999) に示されている。また、牛伏寺断層断層を含む事象 A、B 及び C について、活動区間の長さ地震の規模についての経験式 (松田, 1975) を用いて、断層区間の全長からマグニチュードを試みに計算すると、事象 A は 112km から M8.2、B は 78km から M8.0、C は 51km から M7.7 とそれぞれ算出される。

2 位置・長さ・一般走向に関する評価の説明

断層線の位置・長さ・一般走向については、都市圏活断層図(「白馬岳」、「大町」、「信濃池田」、「松本」、「諏訪」、「茅野」)から読み取った結果を採用した。その際、断層線の小さな屈曲や分岐などの詳細は無視し、全体像を示すことにした。その結果は図 1 に示した。なお、都市圏活断層図は、空中写真判読を基本とし、既存の調査成果等を参考にして、活断層等を、地形学的に認定した結果である (建設省国土地理院, 1999)。

(1) 「北部 1」について

断層線の位置は、都市圏活断層図で、神城断層南端と松本盆地東縁断層北端の midpoint の位置を読み取り、それを採用した。断層面上端の深さは、地表に断層が達していることから推定した。長さは、都市圏活断層図で、「神城断層北端」及び「神城断層南端と松本盆地東縁断層北端の midpoint」の間の直線距離を、一般走向は、都市圏活断層図で長さを求めた区間の位置からそれぞれ読み取った。

(2) 「北部 2」について

断層線の位置は、都市圏活断層図で、神城断層南端と松本盆地東縁断層北端の midpoint の位置を読み取り、それを採用した。断層面上端の深さは、「北部 1」と同様。長さは、都市圏活断層図で、「神城断層南端と松本盆地東縁断層北端の midpoint」及び「松本盆地東縁断層南端と牛伏寺断層北端の midpoint」の間の直線距離を読み取った。一般走向は「北部 1」と同様。

注) 断層の「変位」という用語は、断層の活動によって生じたずれ及びたわみのことである。「平均変位速度」における「変位」についても同様である。

(3) 「中部1」について

断層線の位置は、都市圏活断層図で、松本盆地東縁断層南端と牛伏寺断層北端の midpoint の位置を読み取り、それを採用した。断層面上端の深さは「北部1」と同様。長さは、都市圏活断層図で、「松本盆地東縁断層南端と牛伏寺断層北端の midpoint」及び「諏訪湖北東岸の断層の北端と諏訪湖南西岸の断層の北端の midpoint」の間の直線距離を読み取った。一般走向は「北部1」と同様。

(4) 「中部2」について

断層線の位置は、都市圏活断層図で、諏訪湖北東岸の断層の北端と諏訪湖南西岸の断層の北端の midpoint の位置を読み取り、それを採用した。断層面上端の深さは「北部1」と同様。長さは、都市圏活断層図で、「諏訪湖北東岸の断層の北端と諏訪湖南西岸の断層の北端の midpoint」及び「釜無山断層群南端と白州断層北端の midpoint」の間の直線距離を読み取った。一般走向は「北部1」と同様。

3 断層面の傾斜・幅に関する評価の説明

(1) 「北部」について

ア 深いところまでの構造探査の結果

「北部」について、それを貫く測線での人工地震を用いた深部構造調査(1991年)によると、糸魚川 - 静岡構造線をはさんで東西で深さ方向の速度勾配に違いがあり、東側が若干速いことが報告されている(爆破地震動研究グループ, 1994)。

松本盆地東縁断層(「北部2」)については、バイプロサイスによる反射法地震探査(1997年)によると、その反射記録断面では、その東に位置する小谷・中山断層(第四紀後期に活動した証拠が見られない)に比べて傾斜が低角である(図4参照。佐藤・平田, 1998)。

イ 当該断層帯から発生した過去の大地震

松本盆地東縁断層(「北部2」)の北端近傍で発生したと推定される大町地震(1918年、M6.5)では、震度分布及び地震に伴う地殻変動から、この地震の地震断層として、走向がほぼ南北、75°程度の東傾斜を持つものが推定され、またその断層面の地表への延長はほぼ糸魚川 - 静岡構造線断層帯の位置に達すると推定されている(図6参照。多田・橋本, 1988)。多田・橋本(1988)にある傾斜角は、試行錯誤で求められ、精度は高くないものの、低角ではないことは確かと考えられる。但し、大町地震が糸魚川 - 静岡構造線断層帯と係わりのない地震である可能性は否定できない。

また、最近の当該断層のごく近傍で発生した1999年1月のM4.7の地震及び1998年7月のM5.0の地震では、防災科学技術研究所によるCMT解の節面の一方(東傾斜)を断層面と仮定すると、断層面の傾斜角はそれぞれ67°及び71°であった。

ウ 微小地震活動

「北部」について、気象庁の観測結果及び防災科学技術研究所の研究成果によれば、およそ15kmの深さまで微小地震が見られる(図2-1, 図3-1参照)。このことから、地震発生層下限の深さは15kmであると推定した。

エ その他

佐藤・平田(1998)は、反射法地震探査の結果に地質構造等の考察を加えて、探査深度以深の構造も推定しており、大町市 - 更埴市の地質断面図(図4参照)から、地表から深さ約3kmまでの傾斜は約35°と読み取れ、また、深さ約3kmの断層の位置と深さ約15kmの断層位置とを結ぶ直線の傾斜も約35°と読み取れる。

(2) 「北部1」について

断層面の傾斜は、上述のように反射法地震探査の結果からは約 35° であるが、一方、多田・橋本(1988)による1918年の大町地震の地殻変動から求められた同地震の断層面の傾斜等を踏まえると 75° となる。しかし、いずれも断層帯全体についての値として採用できる値ではないことから、 $40\sim 70^{\circ}$ という幅を持たせることとした。断層面の幅は、微小地震活動から地震発生層下限の深さを約15kmとして、上の断層面の傾斜を用いて算出した。

(3) 「北部2」について

断層面の傾斜・幅の根拠は「北部1」と同じ。

(4) 「中部」について

ア 深いところまでの構造探査の結果

牛伏寺断層(「中部1」)は、反射法地震探査によると、その反射記録断面により、東側に約 80° で傾斜した高角な左横ずれ断層であることが推定された(松多ほか,1999)。

イ 微小地震活動

「中部」について、気象庁の観測結果及び防災科学技術研究所の研究成果によれば、およそ15kmの深さまで微小地震が見られる(図2-2, 図3-2参照)。このことから、地震発生層下限の深さは15kmであると推定した。

(5) 「中部1」について

断層面の傾斜は、松多ほか(1999)の解析結果を一応採用。断層面の幅は、微小地震活動から地震発生層下限の深さを約15kmとし、上の断層面の傾斜を用いて算出した。

(6) 「中部2」について

断層面の傾斜は、隣接する牛伏寺断層の断層面の傾斜の値を採用した。断層面の幅の根拠は「中部1」と同じ。

4 断層のずれの向き及び一回のずれ量

(1) 「北部1」について

ずれの向きは、「活断層評価結果」を踏まえた。地震一回分のずれ量は不明である。

(2) 「北部2」について

ずれの向き及び一回のずれ量の根拠は「北部1」と同様。

(3) 「中部1」について

ずれの向き及び一回のずれ量は、トレンチ調査で求められた約1200年前の地震に伴う牛伏寺断層(松本)でのずれ量をそのまま採用した。

(4) 「中部2」について

ずれの向きの根拠は「中部1」と同じ。一回のずれ量は、トレンチ調査で求められた約1200年前の地震に伴う釜無山断層群(茅野)でのずれ量をそのまま採用した。

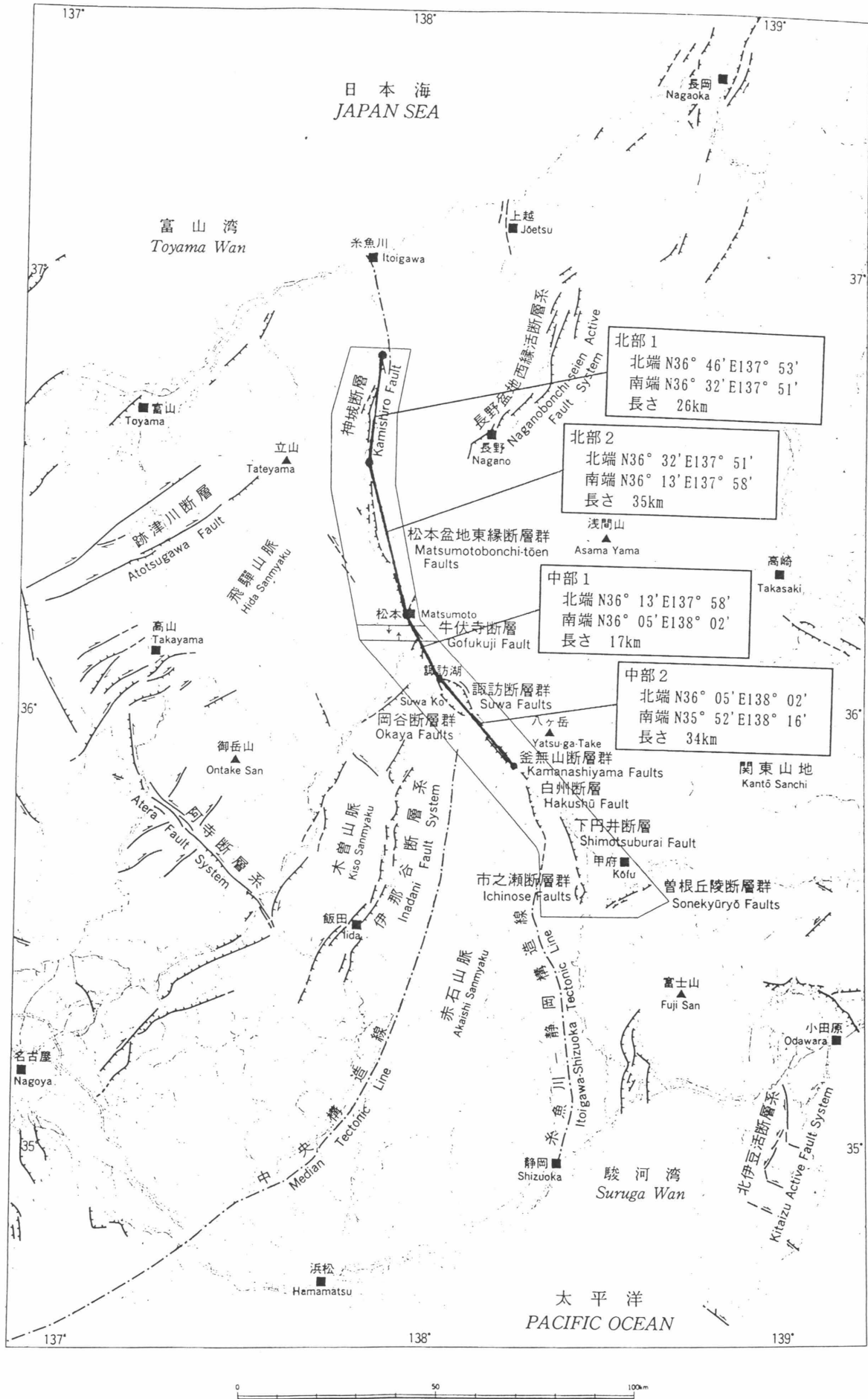
文 献

- [1] 爆破地震動研究グループ(1994):中部日本地域における爆破地震動の観測(吾妻-金沢測線),地震研究所彙報,69,139-158.
- [2] 防災科学技術研究所の研究成果:図3-1,図3-2
- [3] 今泉俊文・東郷正美・澤祥・池田安隆・松多信尚(1999):1:25,000都市圏活断層図「諏訪」,国土地理院技術資料D・1-No.368.
- [4] 福山英一・石田瑞穂・堀内茂木・井上公・堀貞喜・関口渉次・川井啓廉・村上寛史(1999):NIED地震モーメントテンソルカタログ 1998年1月-12月,防災科学技術研究所研究資料,193,35pp.
- [5] 福山英一・石田瑞穂・堀内茂木・井上公・堀貞喜・関口渉次・川井啓廉・村上寛史・山本俊六・野々村健一・後藤章夫(2000):NIED地震モーメントテンソルカタログ 1999年1月-12月,防災科学技術研究所研究資料,199,56pp.
- [6] 地震調査研究推進本部地震調査委員会(1996):糸魚川-静岡構造線活断層系の調査結果と評価について,地震調査委員会報告集-1995年7月~1996年12月-,501-510.
- [7] 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」,74pp.
- [8] 建設省国土地理院(1999):都市圏活断層図における活断層等の認定について,第3回活断層調査成果報告会予稿集,平成11年11月科学技術庁,7-15.
- [9] 気象庁の観測結果:図2-1,図2-2
- [10] 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2輯,28,269-283.
- [11] 松多信尚・池田安隆・東郷正美・今泉俊文・加藤一・戸田茂・佐藤比呂志・石山達也・井川猛・松本活断層研究グループ(1999):松本盆地東南縁糸魚川-静岡構造線活断層系(牛伏寺断層・赤木山断層)の反射法探査,地球惑星科学関連学会1999年合同大会予稿集,Sb-P013.
- [12] 松多信尚・池田安隆・東郷正美・今泉俊文・澤祥(1999):1:25,000都市圏活断層図「松本」,国土地理院技術資料D・1-No.368.
- [13] 佐藤比呂志・平田直(1998):活断層の深部構造と日本列島の成立,科学,68,63-71.
- [14] 澤祥・東郷正美・今泉俊文・池田安隆(1998):1:25,000都市圏活断層図「茅野」,国土地理院技術資料D・1-No.355.
- [15] 澤祥・東郷正美・今泉俊文・池田安隆・松多信尚(1999):1:25,000都市圏活断層図「白馬岳」,国土地理院技術資料D・1-No.368.
- [16] 下川浩一・水野清秀・井村隆介・奥村晃史・杉山雄一・山崎晴雄(1995):糸魚川-静岡構造線活断層系ストリップマップ,構造図11,地質調査所.
- [17] 多田堯・橋本学(1988):1918(大正7年)大町地震の断層モデルとその地学的意味,地震2輯,41,259-262.
- [18] 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤祥・松多信尚(1999):1:25,000都市圏活断層図「大町」,国土地理院技術資料D・1-No.368.
- [19] 東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤祥・松多信尚(1999):1:25,000都市圏活断層図「信濃池田」,国土地理院技術資料D・1-No.368.
- [20] 遠田晋次・三浦大助・宮腰勝義・井上大栄(2000):糸魚川-静岡構造線活断層系南部の最近の断層活動-白州断層・下田井断層・市之瀬断層群トレンチ調査-,地震2輯,52,445-468.

図 1

糸魚川-静岡構造線断層帯の位置と区分

下川ほか (1995), 「糸魚川-静岡構造線活断層系ストリップマップ」に加筆



糸魚川-静岡構造線活断層系ストリップマップ位置図
Location of strip map of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line active fault system

図 2-1

糸魚川-静岡構造線断層帯 (北部) 付近の地震活動
気象庁資料

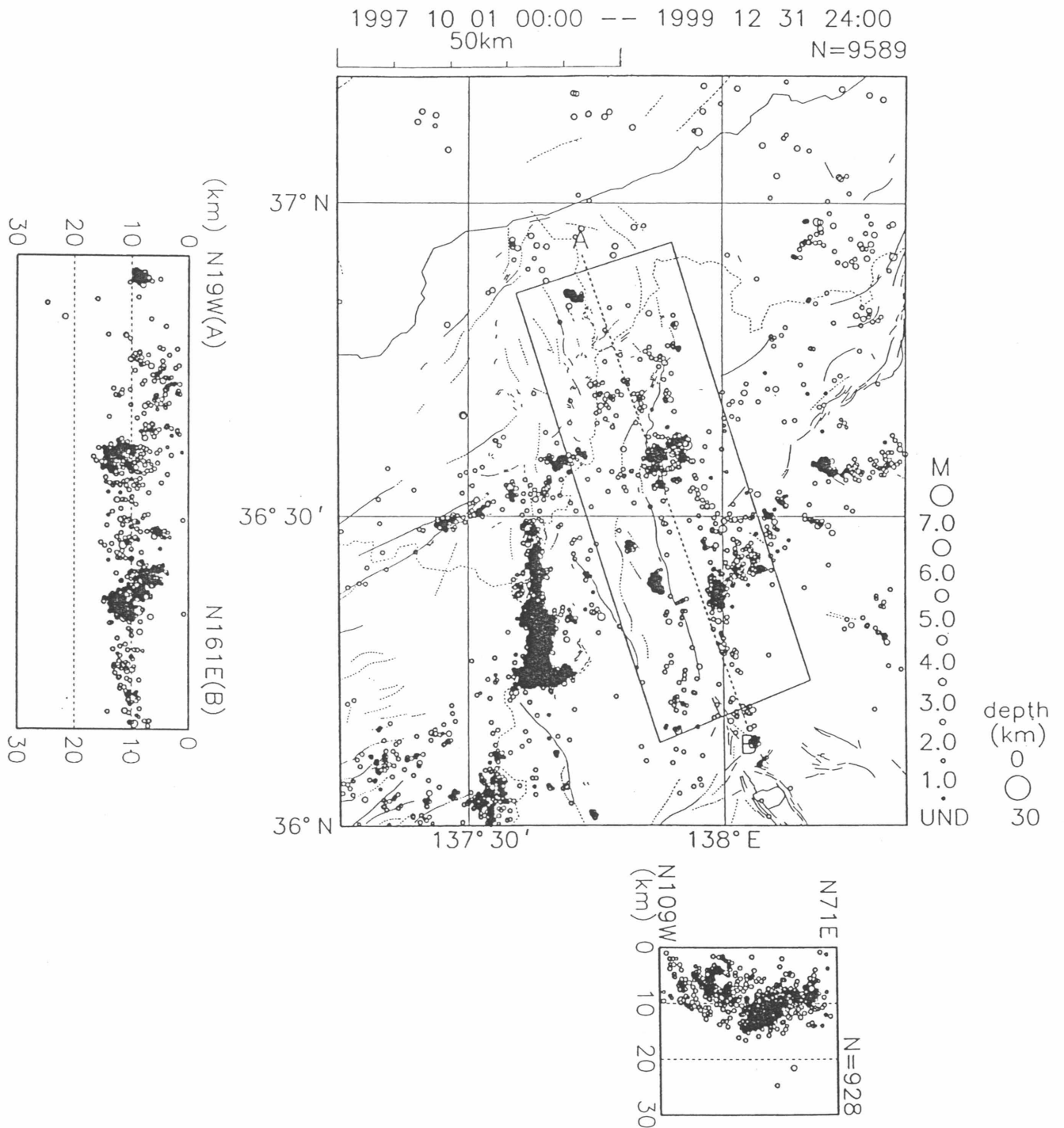


図 2 - 2

糸魚川-静岡構造線断層帯 (中部) 付近の地震活動

気象庁資料

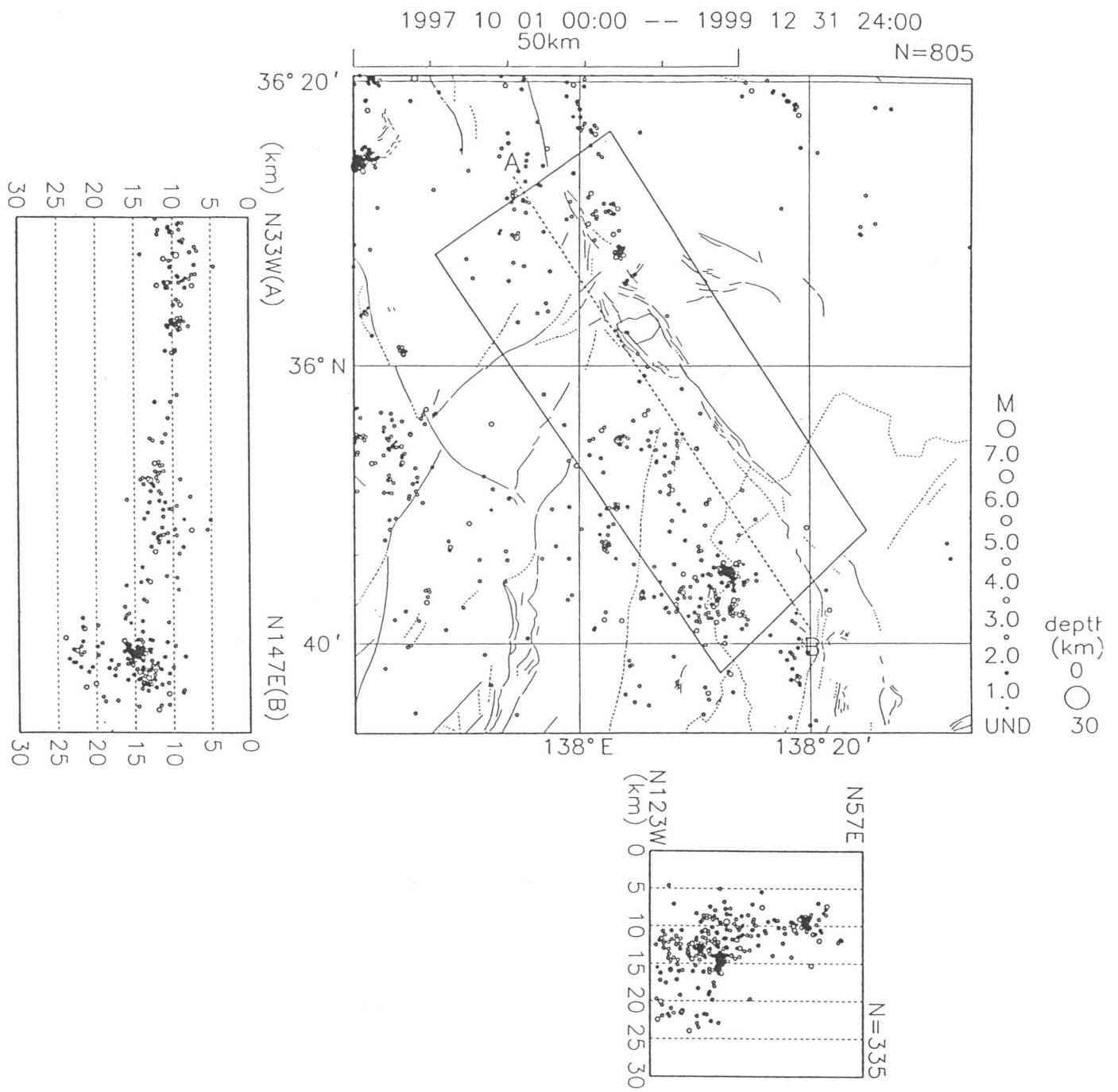
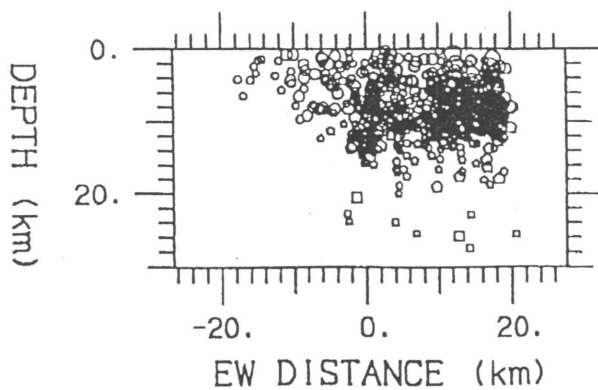
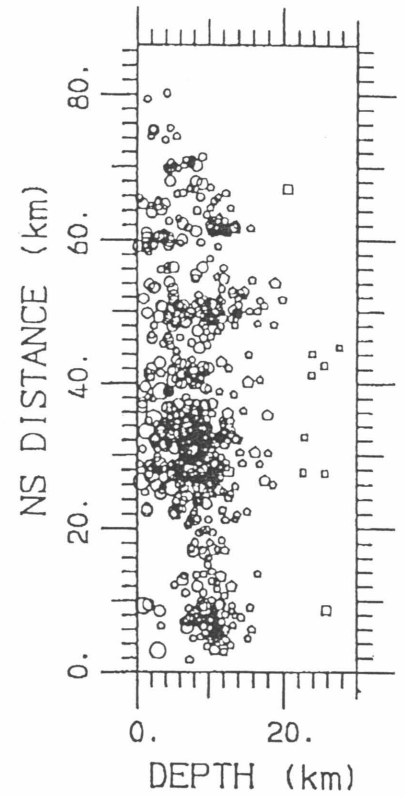
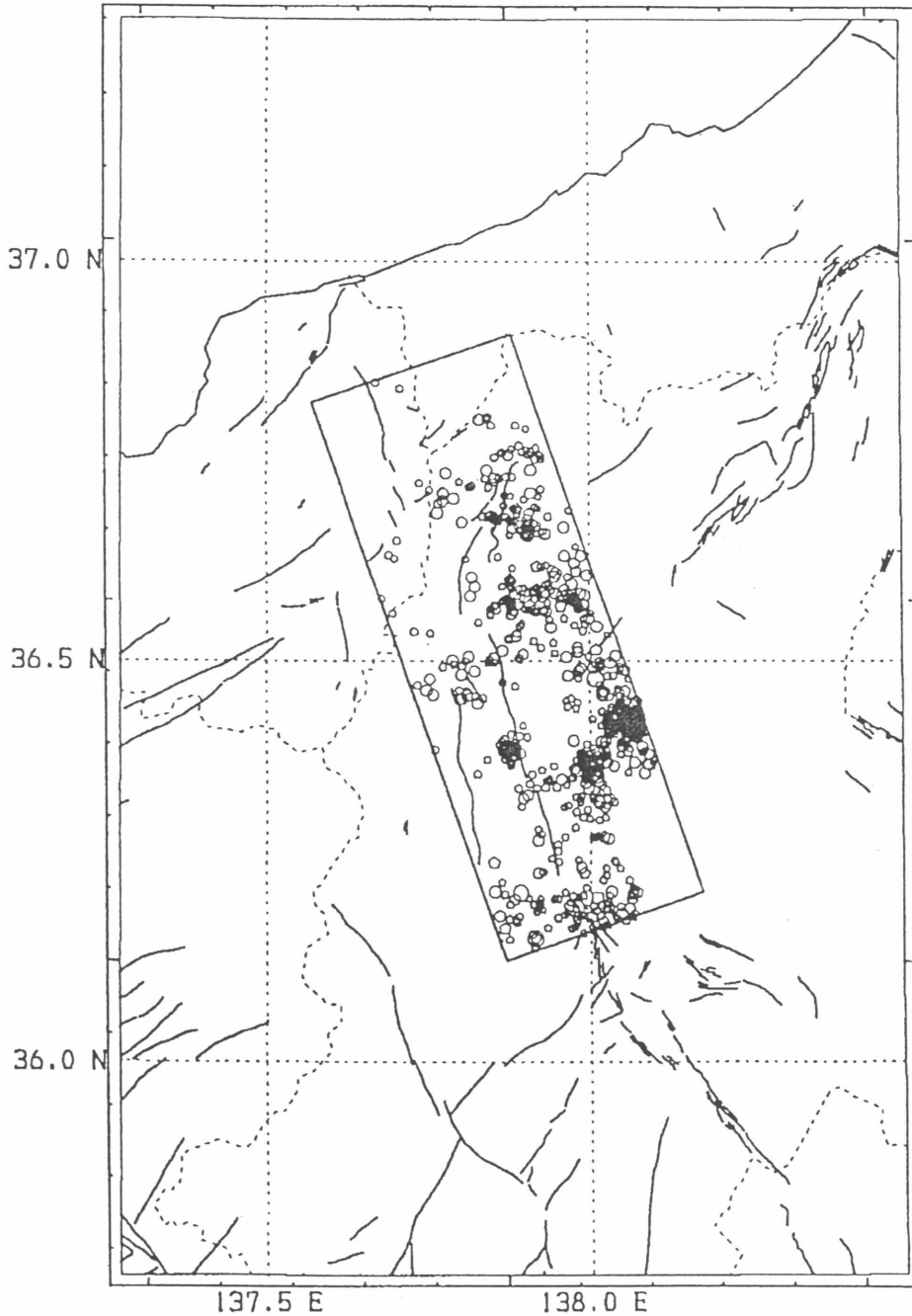


図 3 - 1

糸魚川-静岡構造線断層帯 (北部) 付近の地震活動
防災科学技術研究所資料

1980 01 01 ~ 1999 12 31

$N_{plot} = 692$



Magnitude

- $M < 2.0$
- $2.0 \leq M < 3.0$
- $3.0 \leq M < 4.0$
- $4.0 \leq M < 5.0$
- $5.0 \leq M$

Depth (km)

- $0 \leq Z < 10$
- $10 \leq Z < 20$
- $20 \leq Z < 30$
- △ $30 \leq Z < 60$
- * $60 \leq Z < 90$
- × $90 \leq Z$