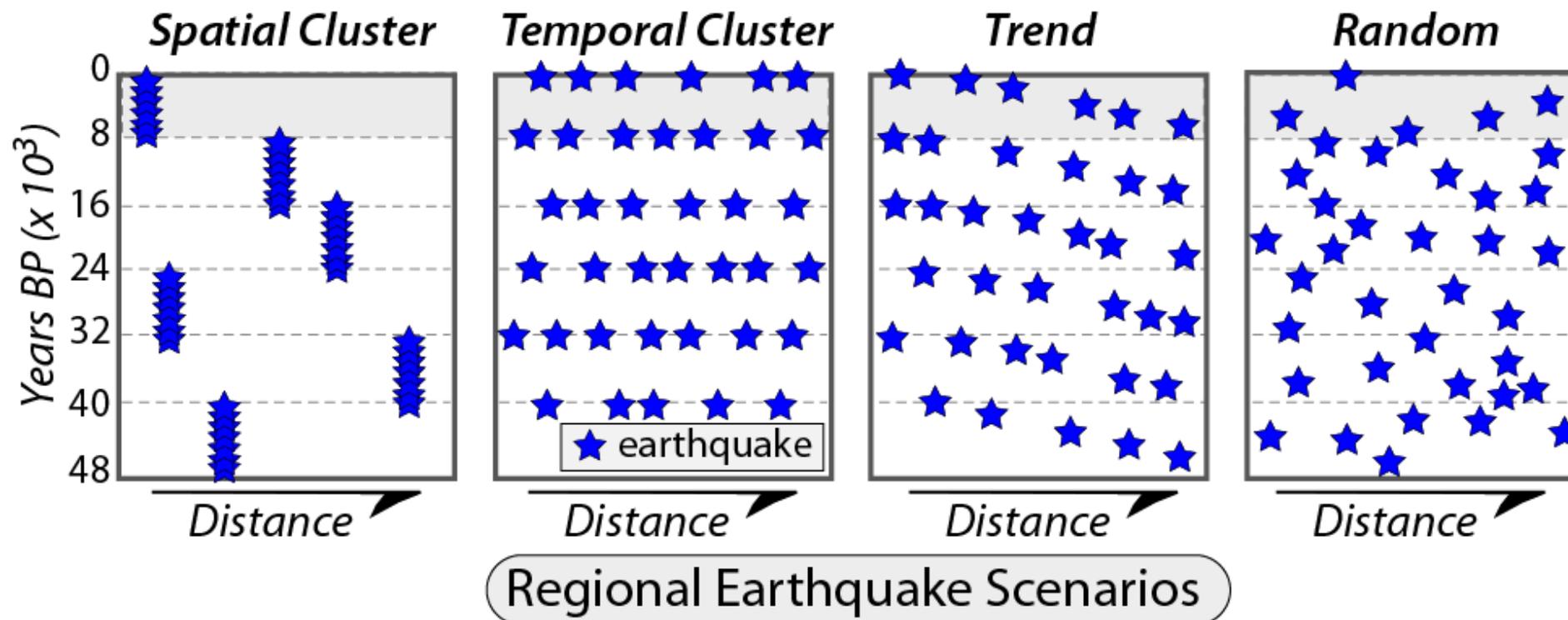


地球環境史（地球科学系）
現代地球科学（物理系学科）

6月2日

担当教員：今泉俊文

- 活断層と地震の関係は？
- どんな調査が行われているか？
- 活断層の評価と内陸地震の長期予測



内陸の断層はどのような起こり方をしているのか？

日本の活断層の基本的性質

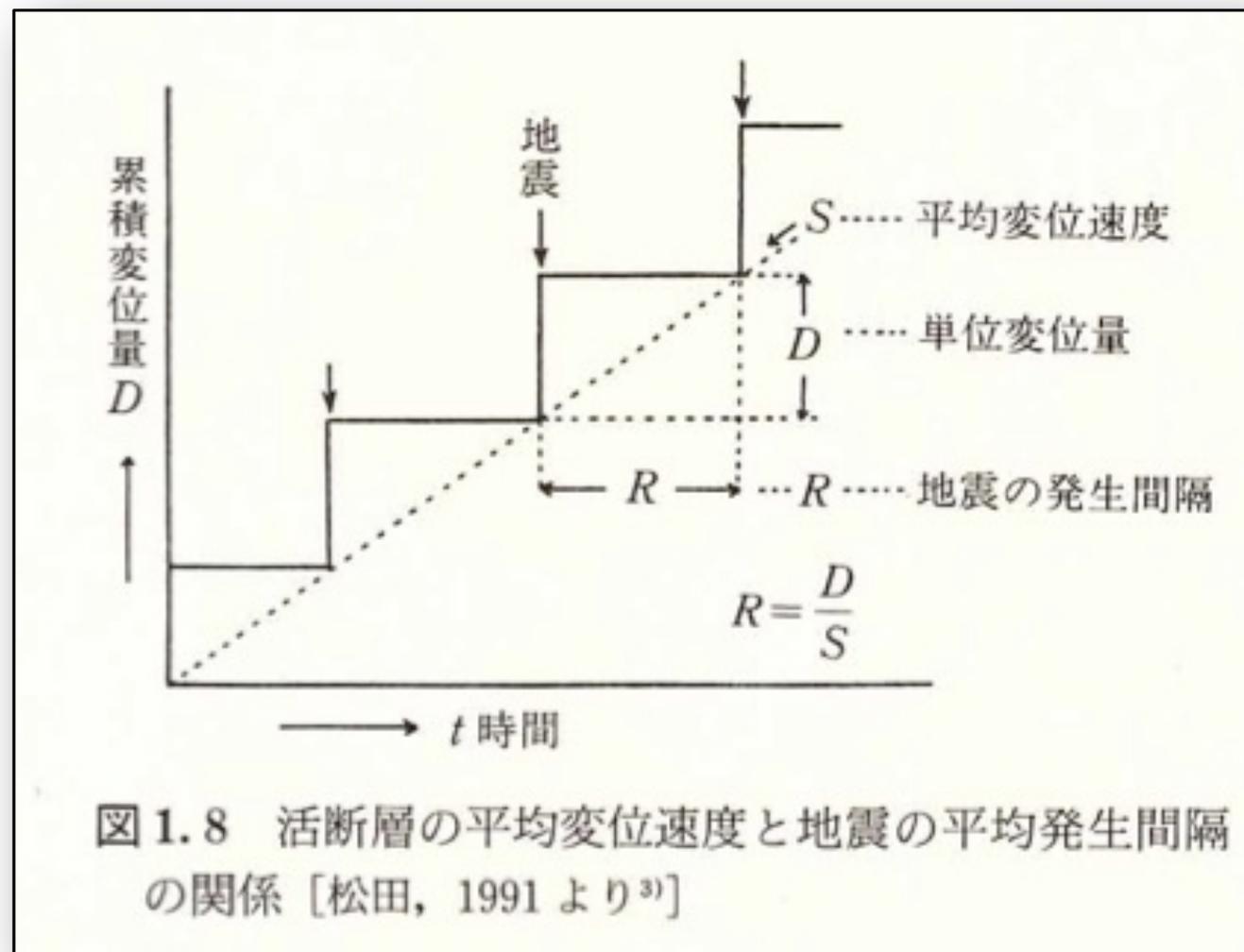
繰り返し活動する断層

1. 間欠活動性 (=地震性)
2. 一様反復性 (第四紀のずれの累積性)
3. 活動 (大地震) の稀発性
4. 動き方 (大地震の反復・間隔) の固有性

(松田、1994による)

繰り返し活動する断層

1. 間欠活動性 (=地震性)
2. 一様反復性 (第四紀のずれの累積性)

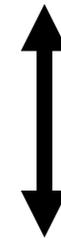


断層変位速度と活動度

◎ 活断層の平均変位速度の大きさによって活動度が分けられる

1mm/年 \leq A級
0.1mm/年 \leq B級 < 1mm/年
0.01mm/年 \leq C級 < 0.1mm/年

◎ 平均変位速度は、変位量/変位基準の年代

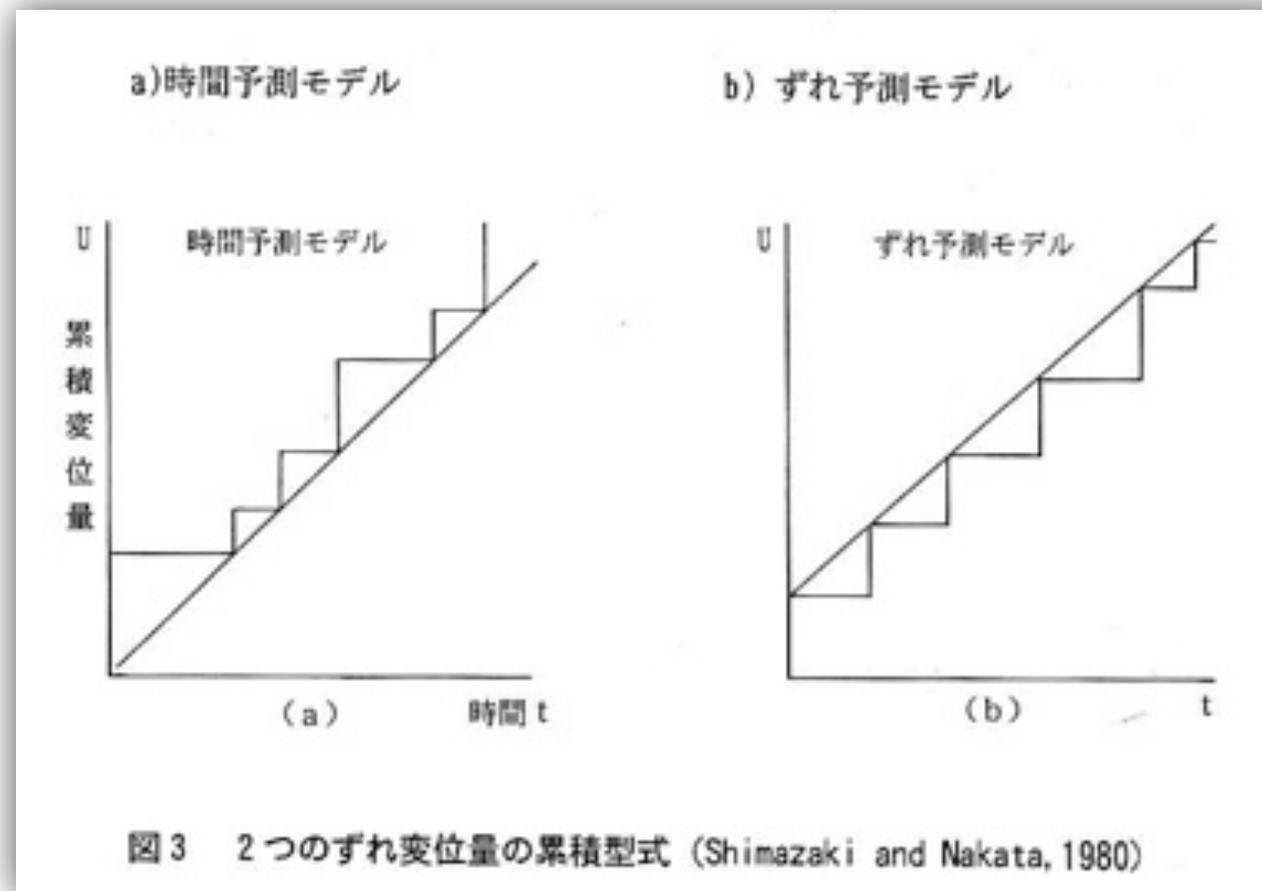


活断層の活動度と平均変位速度

活動度	平均変位速度
A級	1000年あたり1.0m以上10m未満
B級	1000年あたり0.1m～1.0m未満
C級	1000年あたり0.1m未満

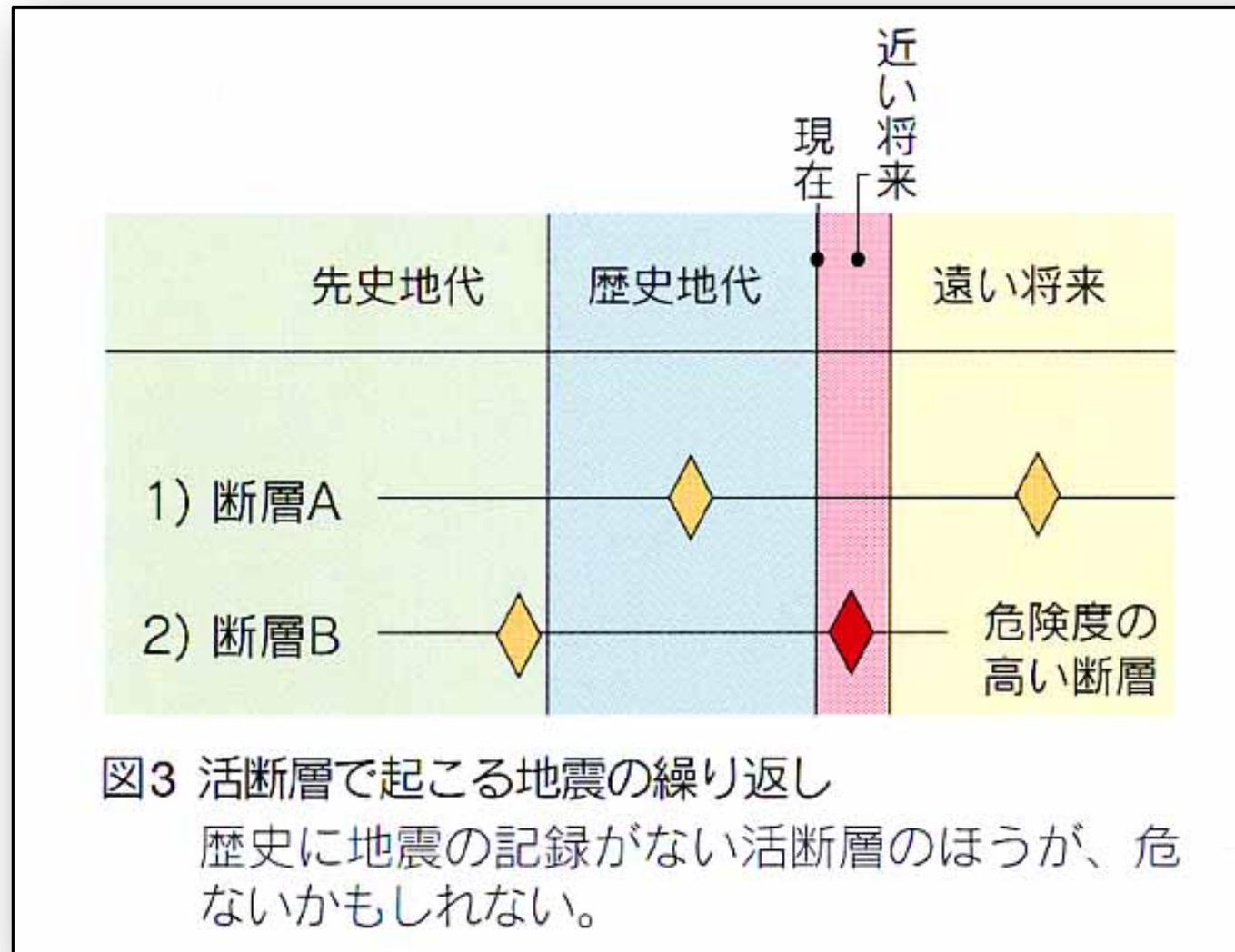
繰り返し活動することからわかる2つの予測モデル

- ◎ 時間予測モデル
- ◎ 変位量予測モデル



繰り返し活動する断層

1. 間欠活動性 (=地震性)
2. 一様反復性 (第四紀のずれの累積性)



トレンチ調査

—断層の活動履歴を知る—

活断層の位置が明らかになると、その断層の過去の活動を知るために断層を掘って、その壁面に露出する地層から、過去の活動の履歴を知る調査が行われる。これをトレンチ調査と呼ぶ。日本では1979年に最初に調査が行われた。その後、大学を中心に日本のいくつかの活断層において、調査が実施されたが、1995年兵庫県南部地震の発生以降は、国を中心に、全国主要な活断層において調査が行われている。

○ 丹那断層の例 1980年，83年，86年の調査
 左横ずれ断層 (1930年北伊豆地震)

- # 1930年北伊豆地震の時、平均約2m(最大3m)のずれを生じた
- # 約50万年前の岩石境界に約1kmのずれが認められている
- # 西暦864北伊豆地方に地震があった(丹那断層の活動か?)



各地で行われているトレンチ調査

～1980年代までは、10数例
1995年以降 数百の調査

丹那断層

1930年北伊豆地震

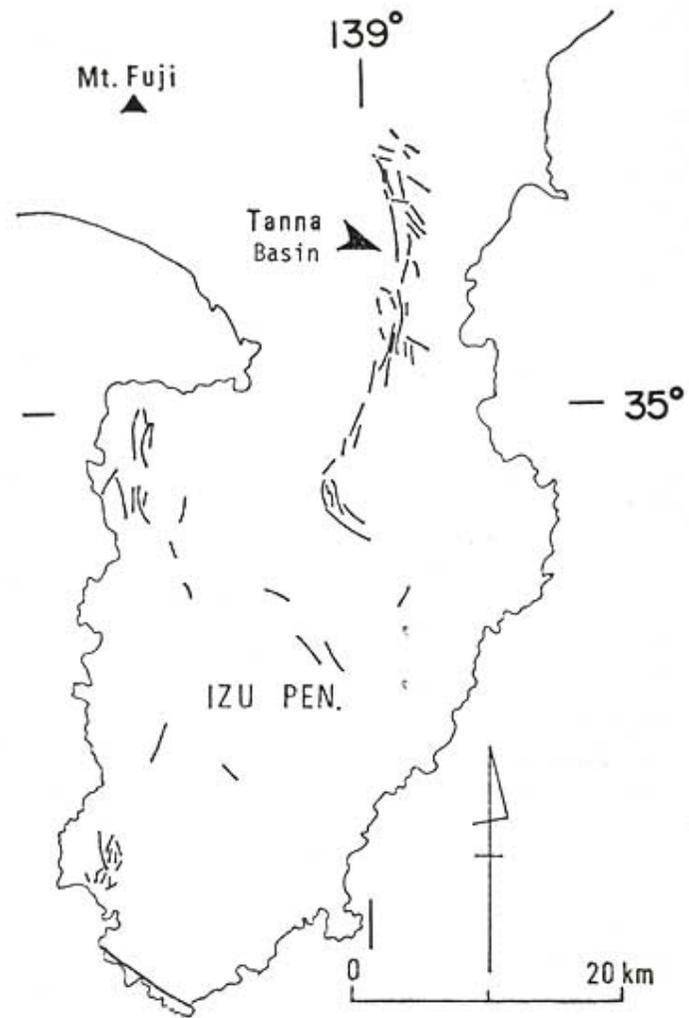
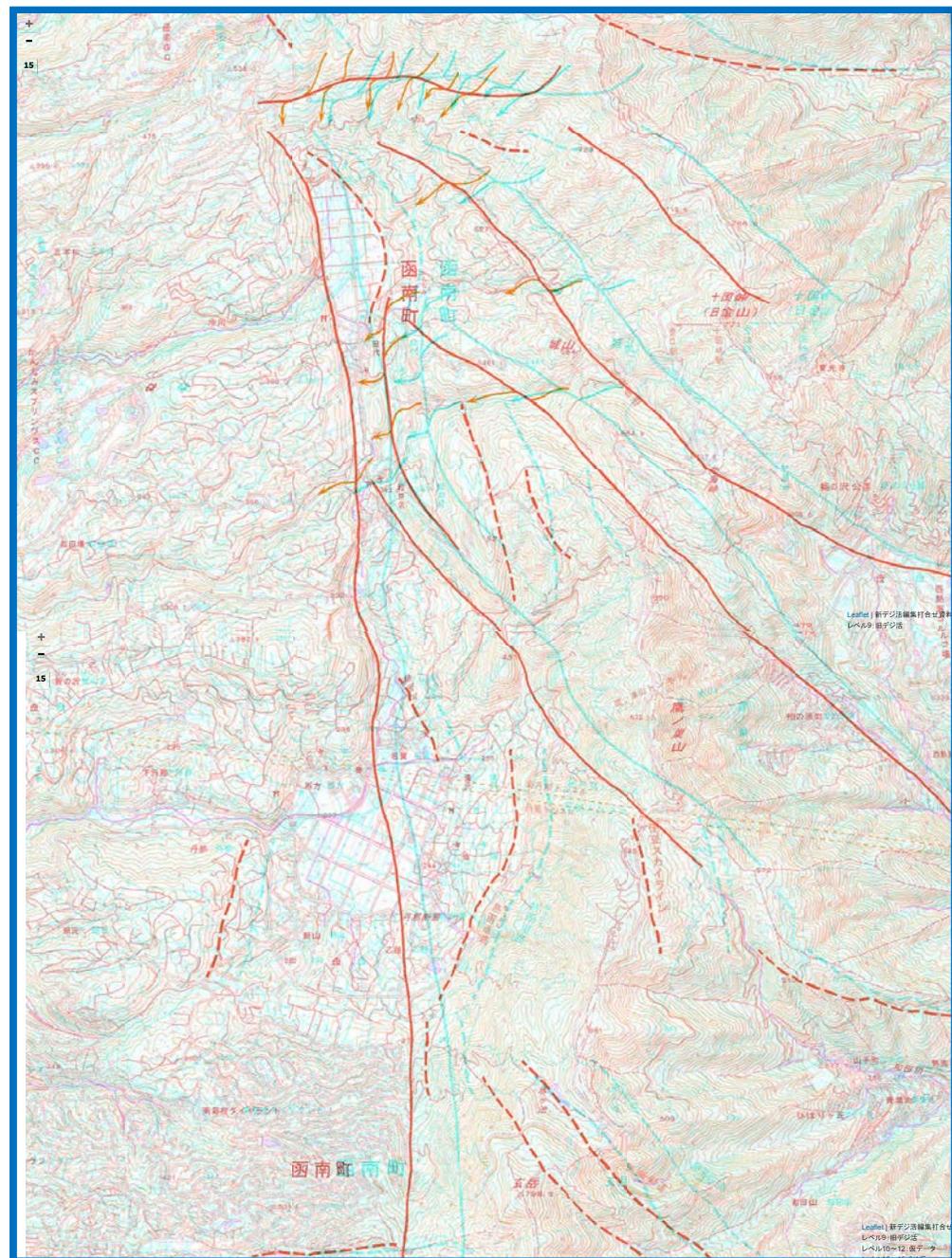
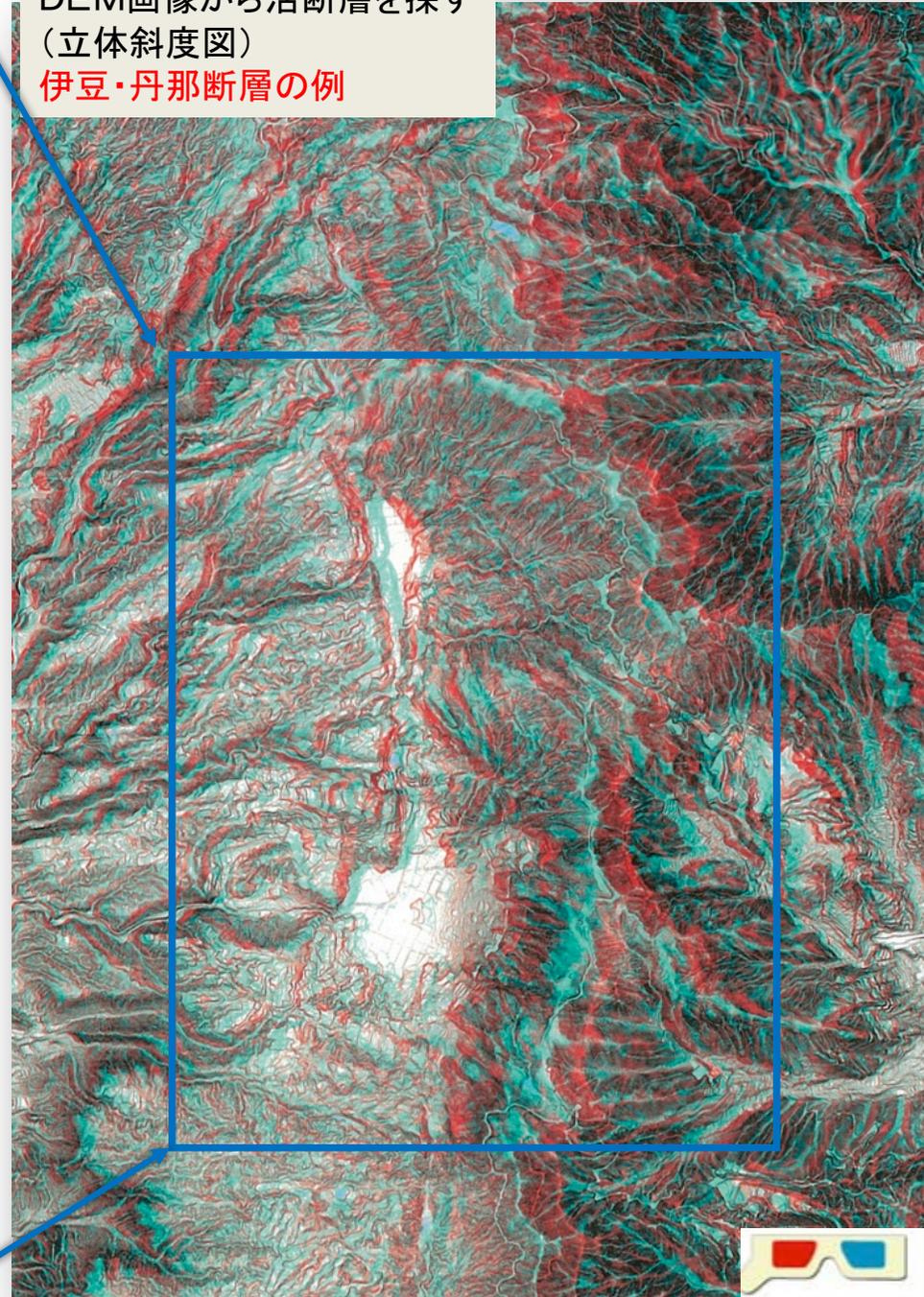


Fig. 1. Major active faults in the Izu Peninsula. Arrow indicates the Tanna Basin.





DEM画像から活断層を探す
(立体斜度図)
伊豆・丹那断層の例



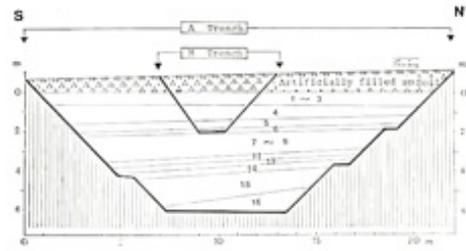
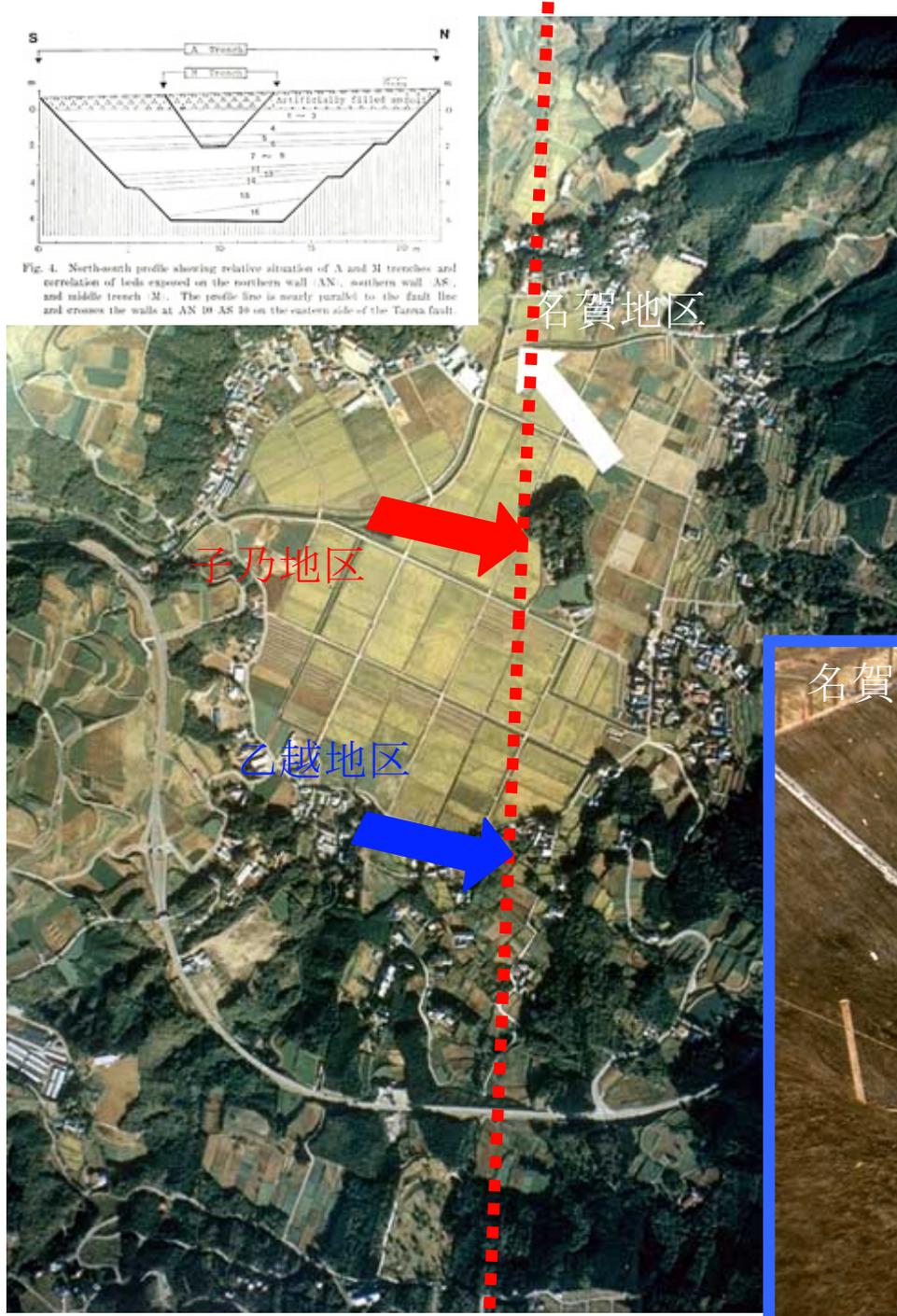
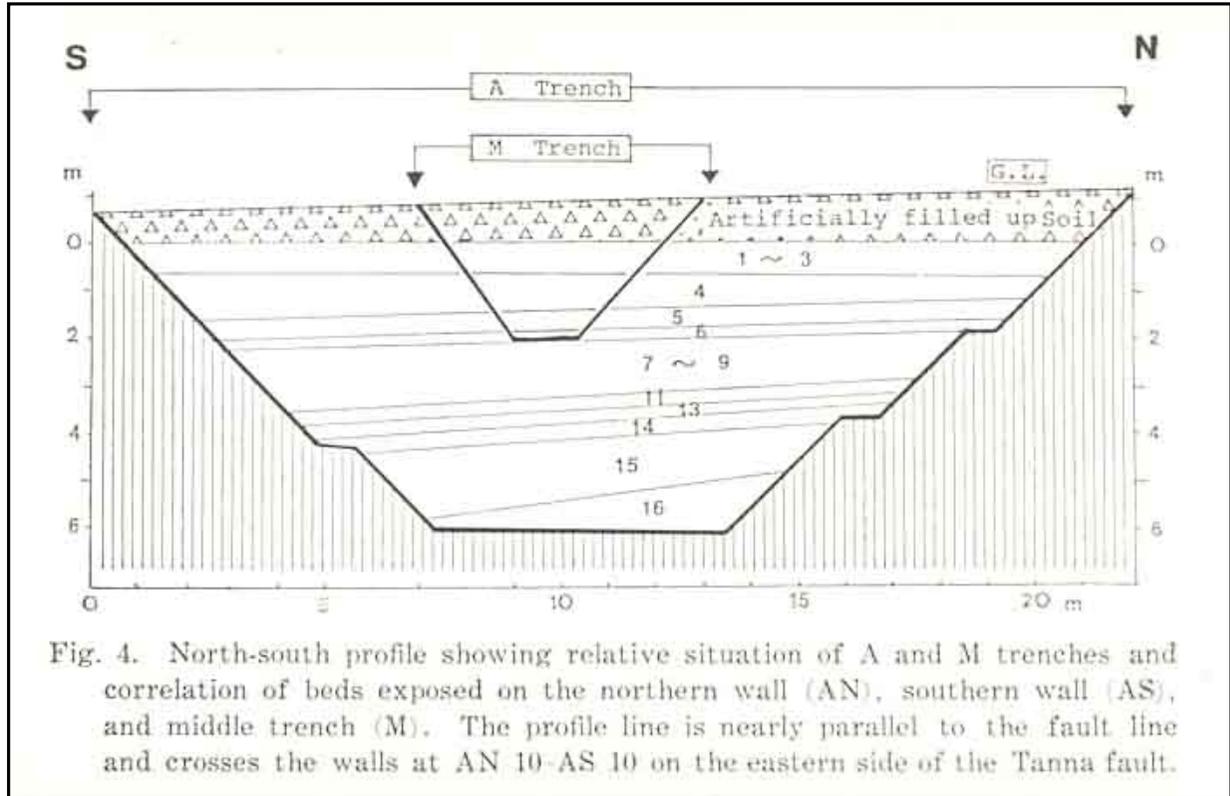
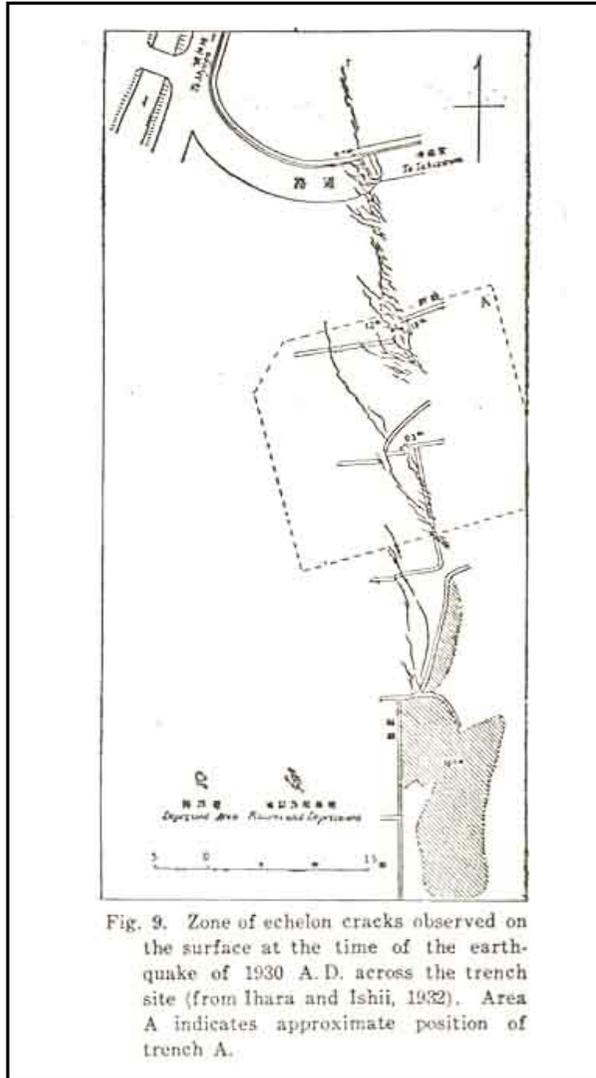
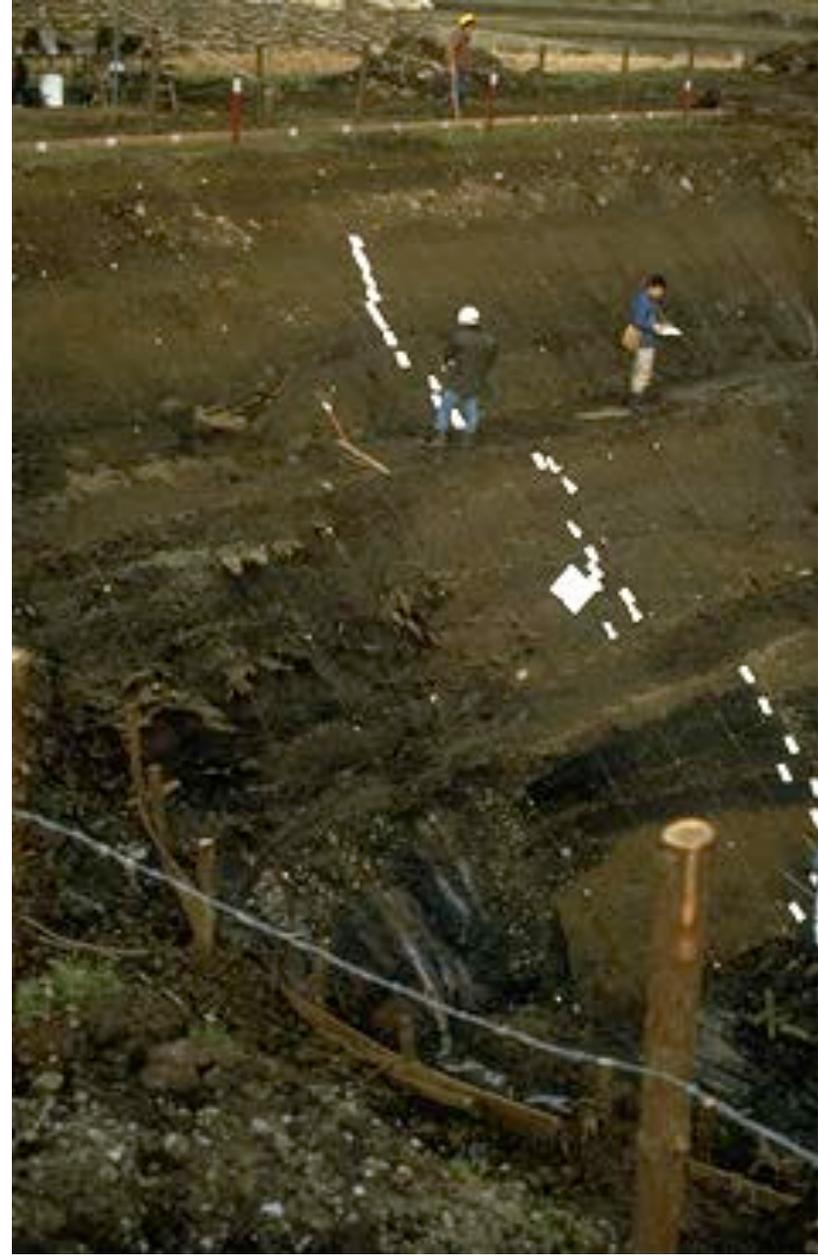


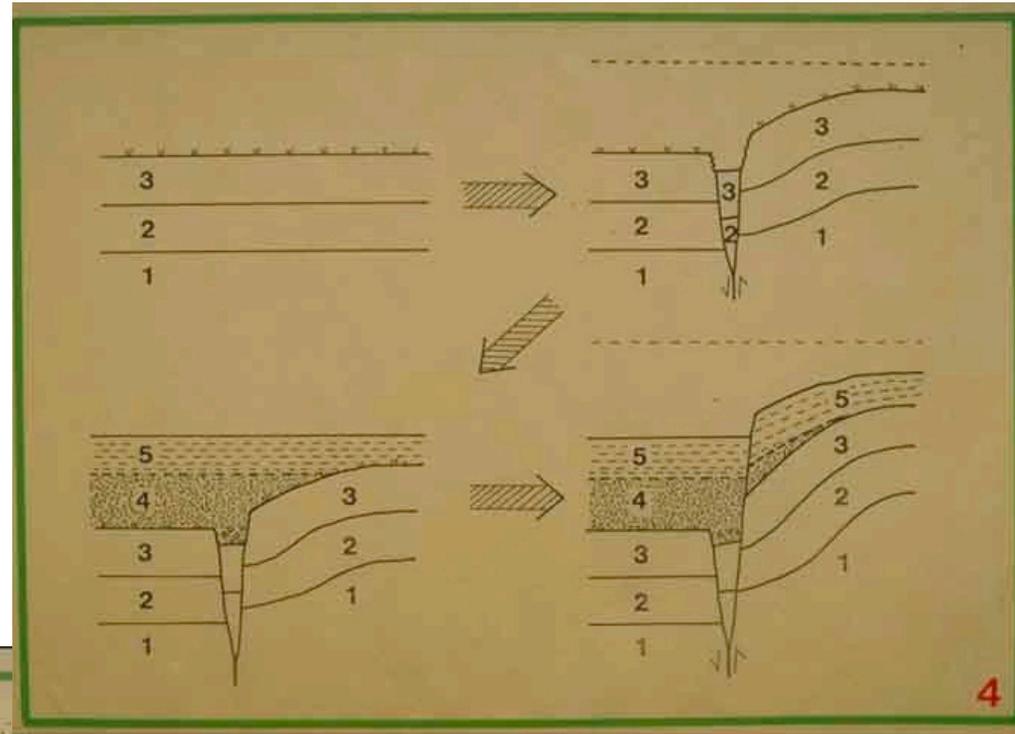
Fig. 4. North-south profile showing relative situation of A and M trenches and correlation of beds exposed on the northern wall (AN), southern wall (AS), and middle trench (M). The profile line is nearly parallel to the fault line and crosses the walls at AN 10 AS 10 on the eastern side of the Tama fault.



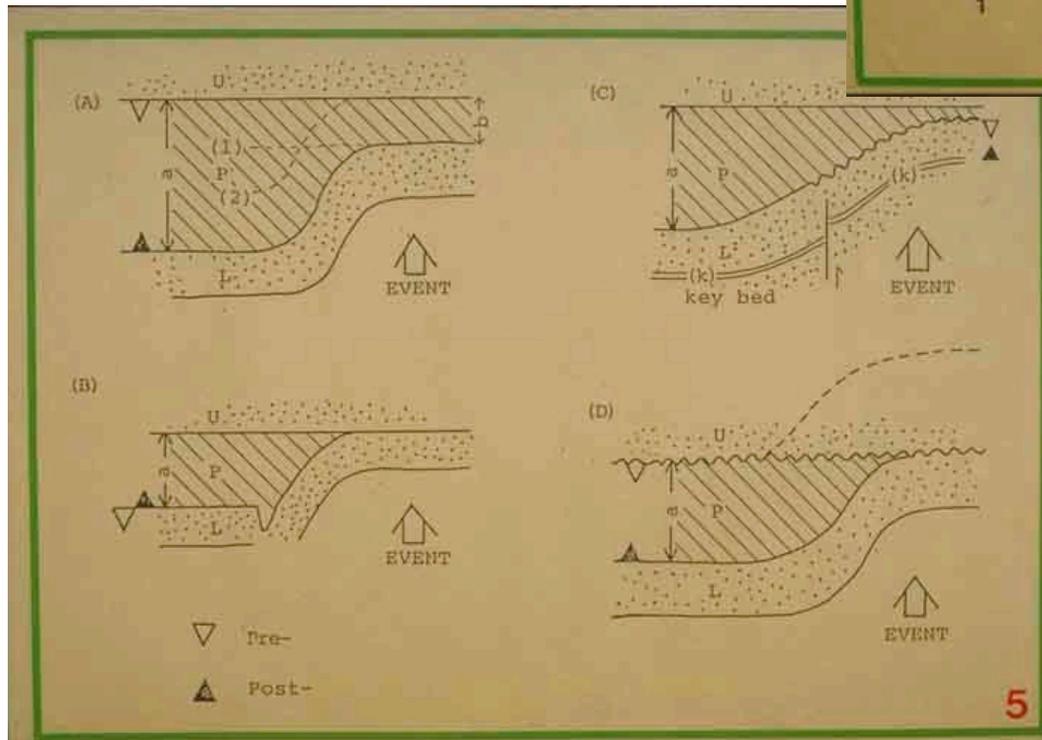




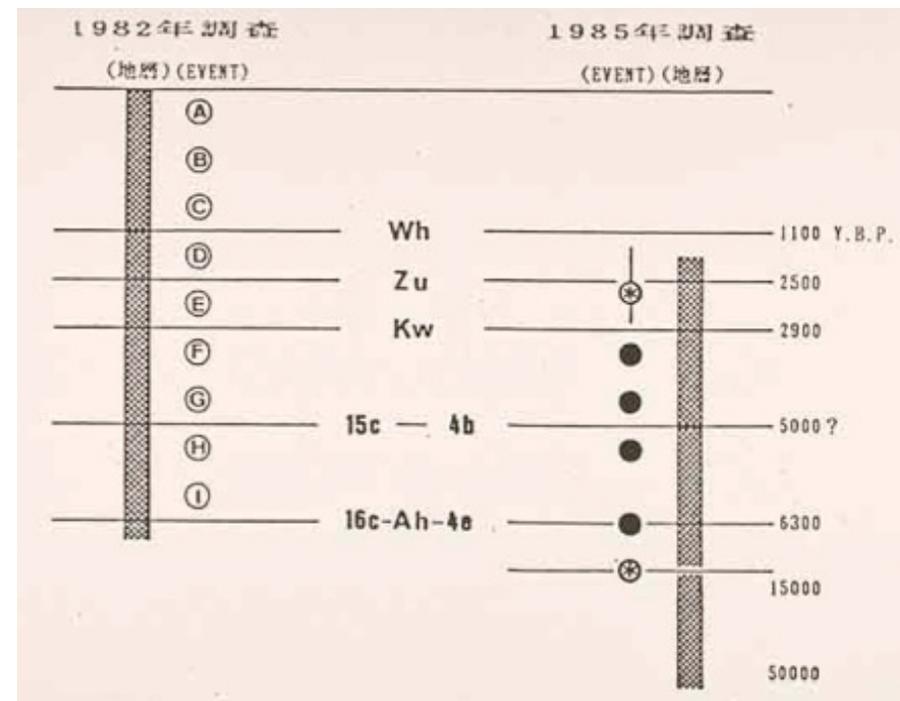
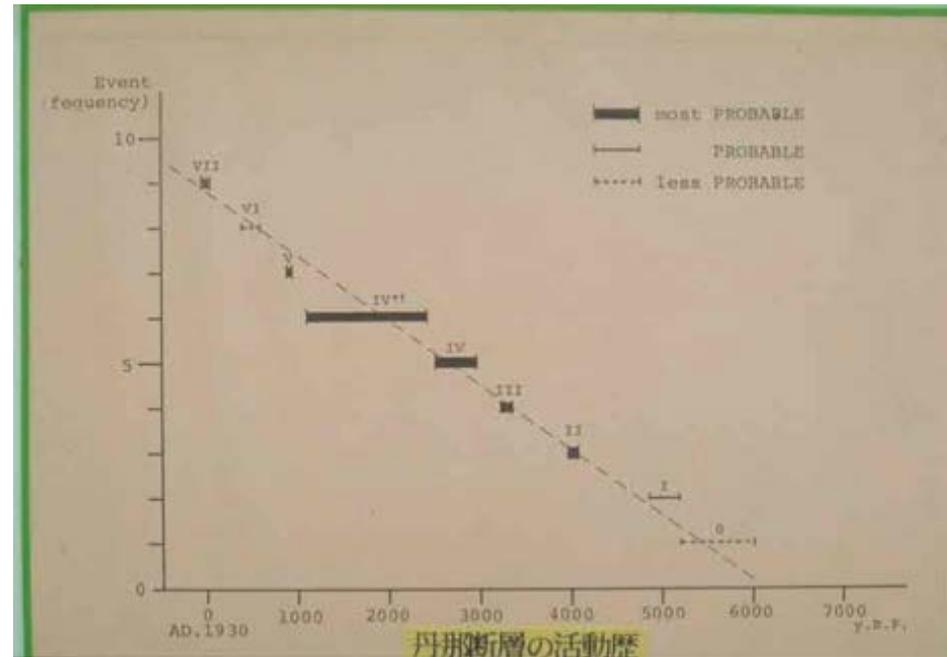
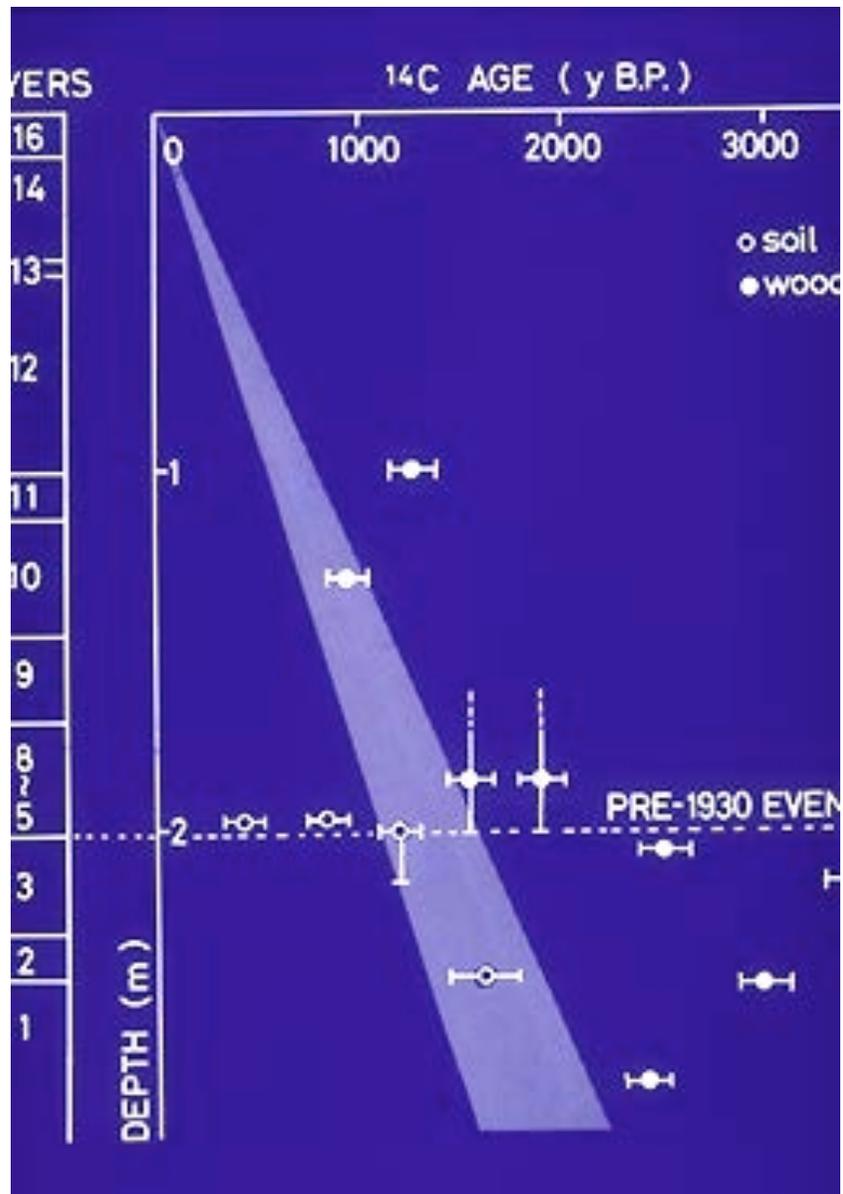
イベント(活動時期の) 特定



4

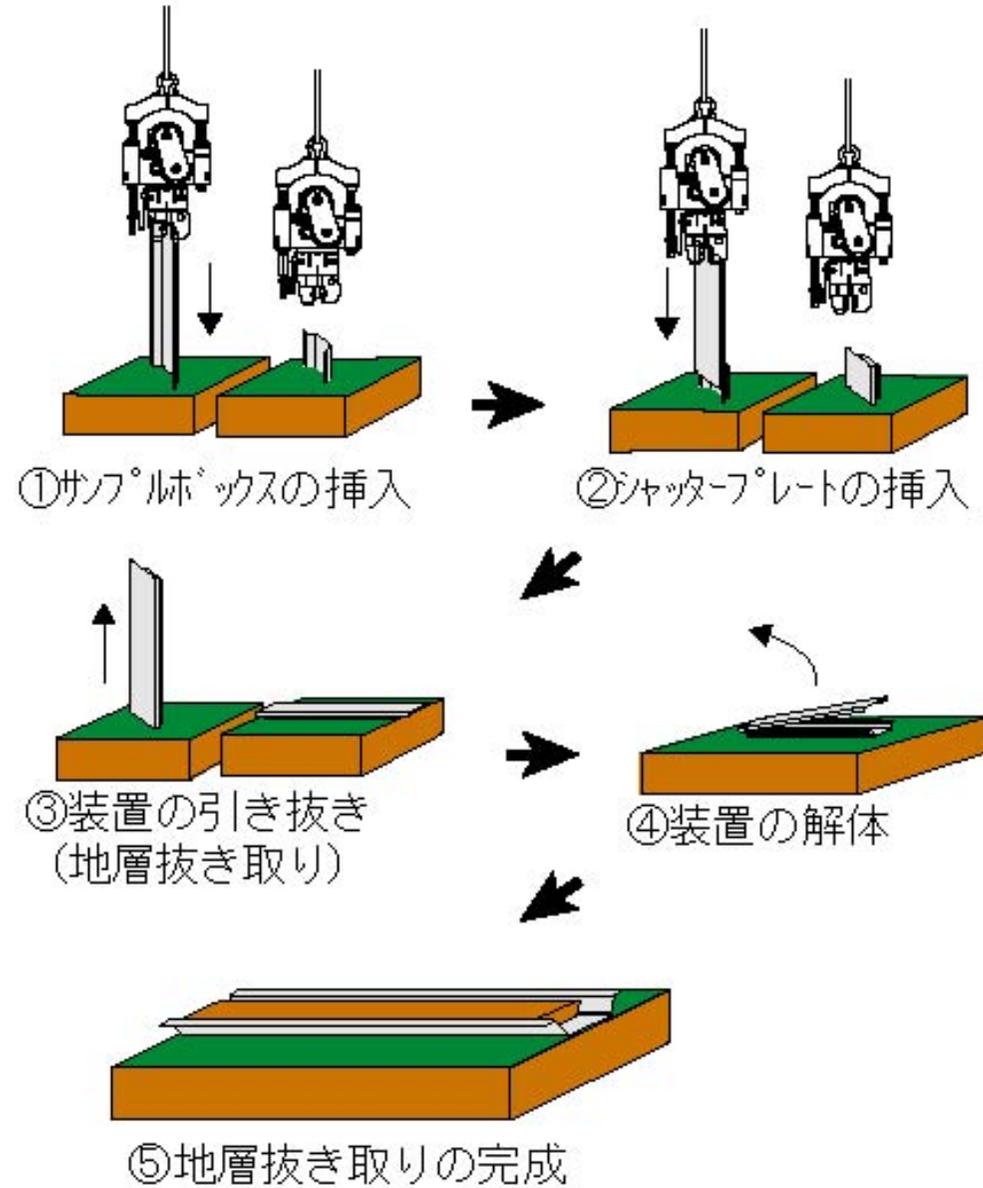


5



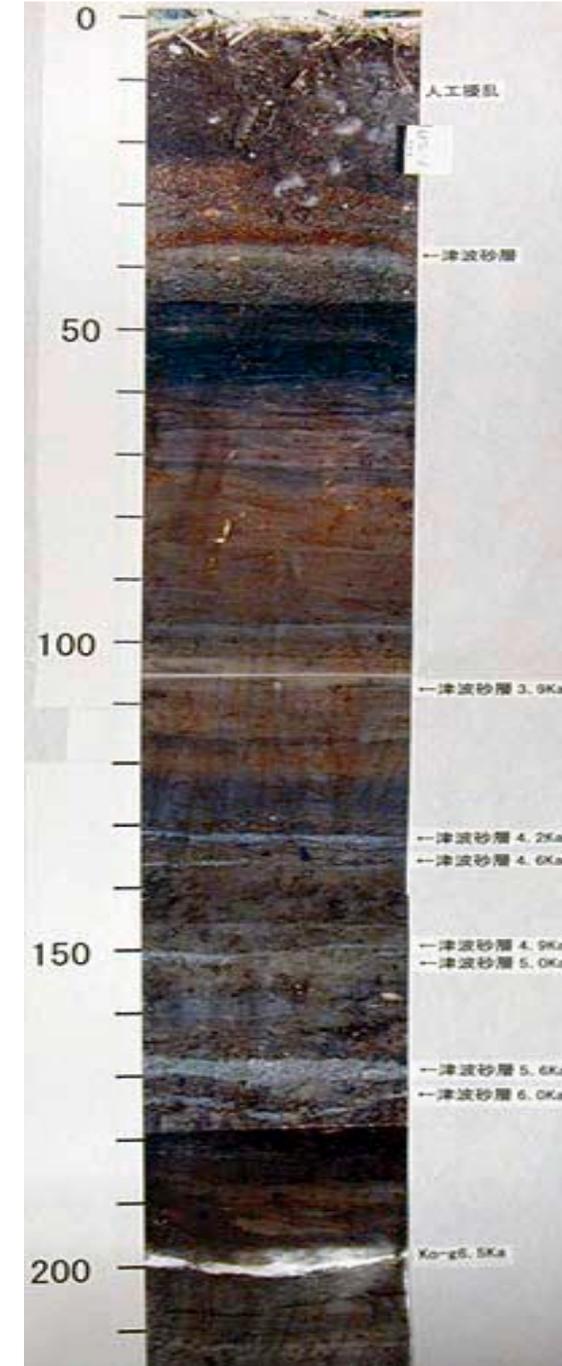
ジオスライサー調査法

(トレンチ調査やボーリング調査に変わる新たな調査手法)

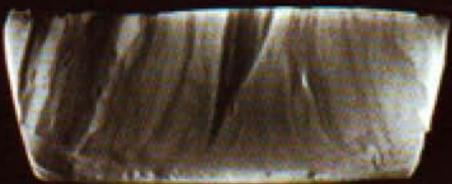
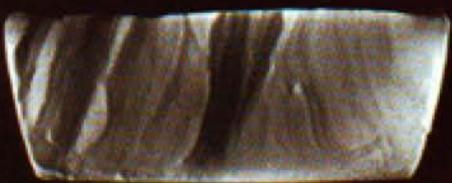


トレンチ壁面 (2)









ボーリング調査

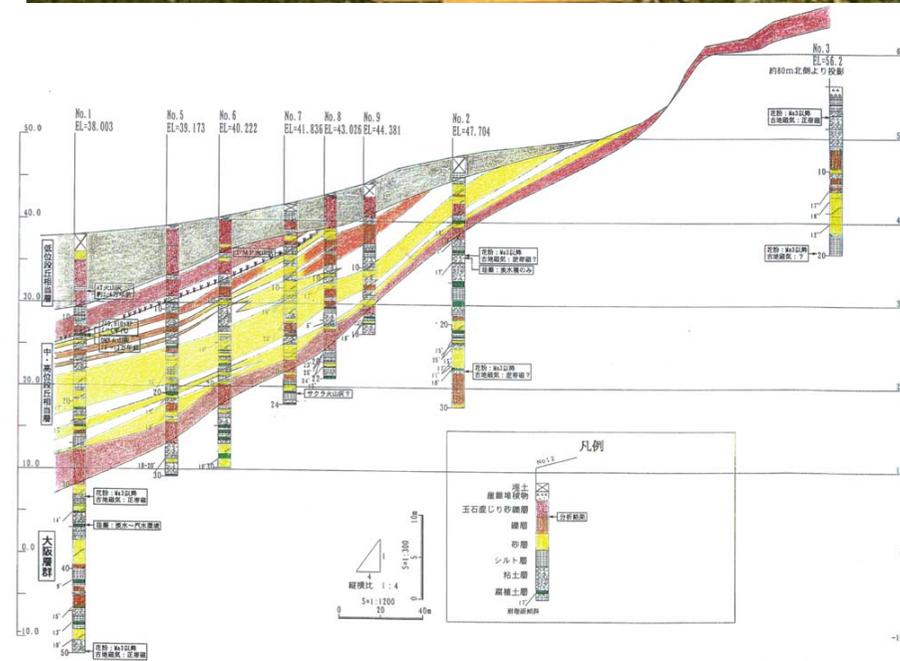
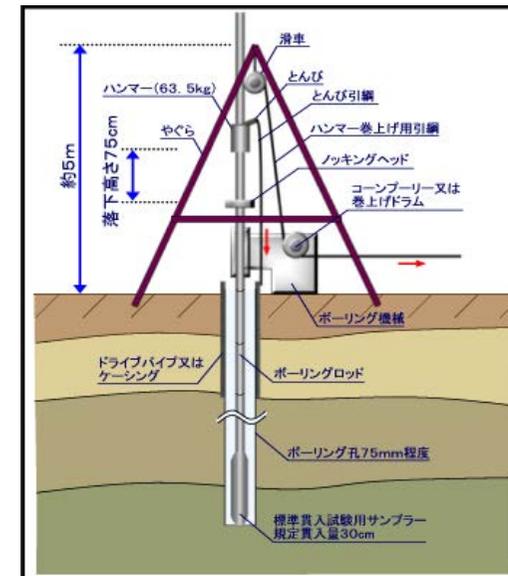
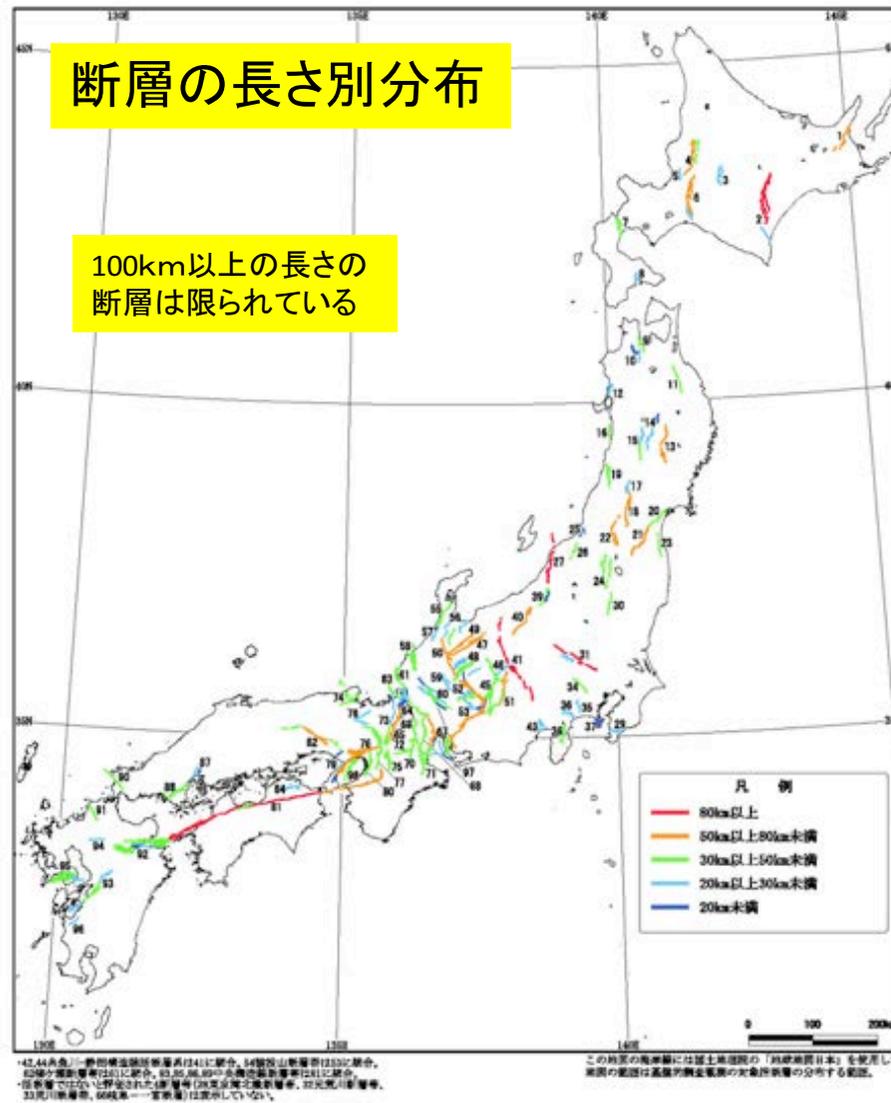


図 1-2 ボーリング調査地質想定断面図

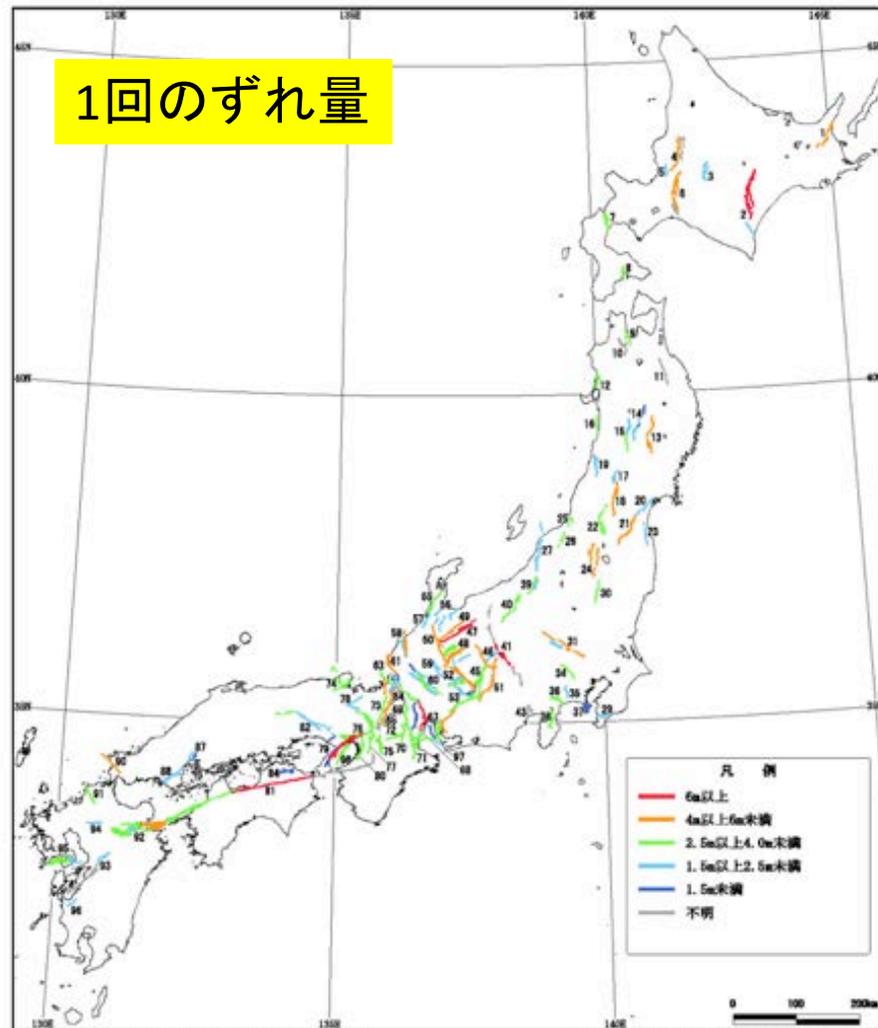


活断層の調査



地震調査推進本部による

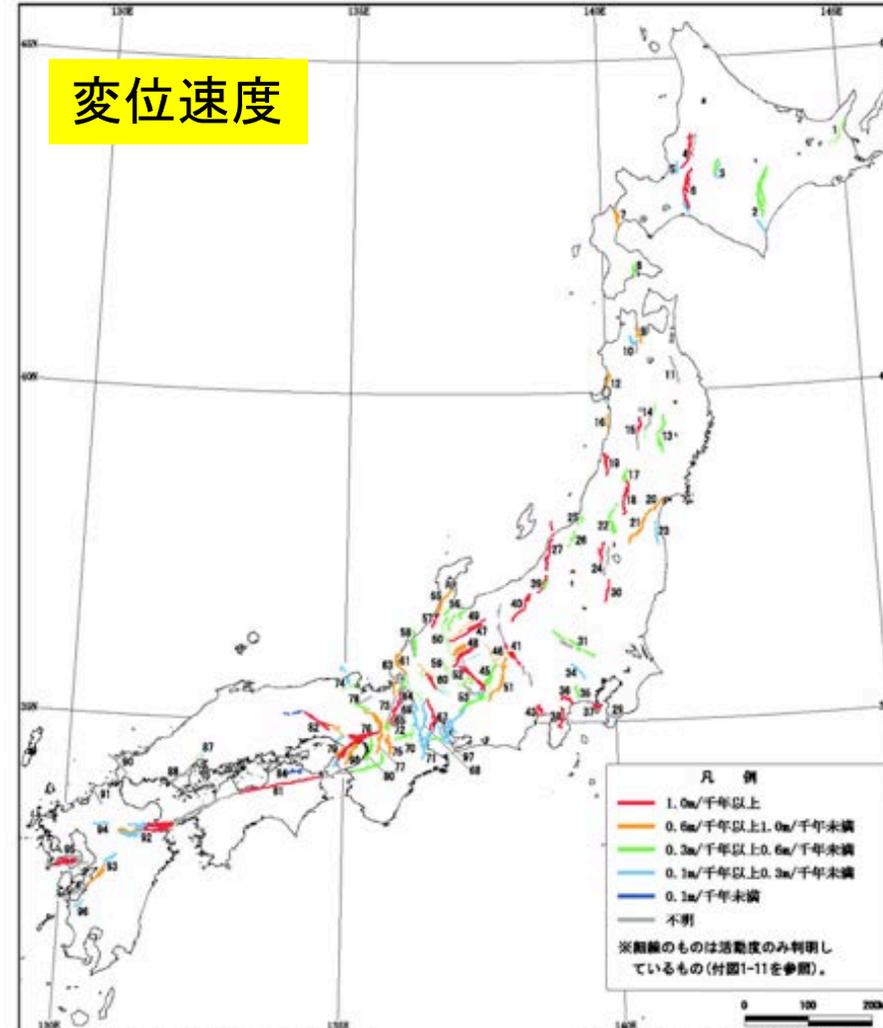
1回のずれ量



*42,44号測点(一部観測設備が故障)は2141に統合、54観測点(一部観測設備が故障)は2153に統合、55観測点(一部観測設備が故障)は2154に統合、57,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280,281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360,361,362,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400,401,402,403,404,405,406,407,408,409,410,411,412,413,414,415,416,417,418,419,420,421,422,423,424,425,426,427,428,429,430,431,432,433,434,435,436,437,438,439,440,441,442,443,444,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,463,464,465,466,467,468,469,470,471,472,473,474,475,476,477,478,479,480,481,482,483,484,485,486,487,488,489,490,491,492,493,494,495,496,497,498,499,500,501,502,503,504,505,506,507,508,509,510,511,512,513,514,515,516,517,518,519,520,521,522,523,524,525,526,527,528,529,530,531,532,533,534,535,536,537,538,539,540,541,542,543,544,545,546,547,548,549,550,551,552,553,554,555,556,557,558,559,560,561,562,563,564,565,566,567,568,569,570,571,572,573,574,575,576,577,578,579,580,581,582,583,584,585,586,587,588,589,590,591,592,593,594,595,596,597,598,599,600,601,602,603,604,605,606,607,608,609,610,611,612,613,614,615,616,617,618,619,620,621,622,623,624,625,626,627,628,629,630,631,632,633,634,635,636,637,638,639,640,641,642,643,644,645,646,647,648,649,650,651,652,653,654,655,656,657,658,659,660,661,662,663,664,665,666,667,668,669,670,671,672,673,674,675,676,677,678,679,680,681,682,683,684,685,686,687,688,689,690,691,692,693,694,695,696,697,698,699,700,701,702,703,704,705,706,707,708,709,710,711,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,773,774,775,776,777,778,779,780,781,782,783,784,785,786,787,788,789,790,791,792,793,794,795,796,797,798,799,800,801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812,813,814,815,816,817,818,819,820,821,822,823,824,825,826,827,828,829,830,831,832,833,834,835,836,837,838,839,840,841,842,843,844,845,846,847,848,849,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916,917,918,919,920,921,922,923,924,925,926,927,928,929,930,931,932,933,934,935,936,937,938,939,940,941,942,943,944,945,946,947,948,949,950,951,952,953,954,955,956,957,958,959,960,961,962,963,964,965,966,967,968,969,970,971,972,973,974,975,976,977,978,979,980,981,982,983,984,985,986,987,988,989,990,991,992,993,994,995,996,997,998,999,1000

この調査の観測値には国土交通省の「地殻変動観測」を使用した。観測の範囲は基礎的観測網の対応する範囲。

変位速度



*42,44号測点(一部観測設備が故障)は2141に統合、54観測点(一部観測設備が故障)は2153に統合、55観測点(一部観測設備が故障)は2154に統合、57,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280,281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360,361,362,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400,401,402,403,404,405,406,407,408,409,410,411,412,413,414,415,416,417,418,419,420,421,422,423,424,425,426,427,428,429,430,431,432,433,434,435,436,437,438,439,440,441,442,443,444,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,463,464,465,466,467,468,469,470,471,472,473,474,475,476,477,478,479,480,481,482,483,484,485,486,487,488,489,490,491,492,493,494,495,496,497,498,499,500,501,502,503,504,505,506,507,508,509,510,511,512,513,514,515,516,517,518,519,520,521,522,523,524,525,526,527,528,529,530,531,532,533,534,535,536,537,538,539,540,541,542,543,544,545,546,547,548,549,550,551,552,553,554,555,556,557,558,559,560,561,562,563,564,565,566,567,568,569,570,571,572,573,574,575,576,577,578,579,580,581,582,583,584,585,586,587,588,589,590,591,592,593,594,595,596,597,598,599,600,601,602,603,604,605,606,607,608,609,610,611,612,613,614,615,616,617,618,619,620,621,622,623,624,625,626,627,628,629,630,631,632,633,634,635,636,637,638,639,640,641,642,643,644,645,646,647,648,649,650,651,652,653,654,655,656,657,658,659,660,661,662,663,664,665,666,667,668,669,670,671,672,673,674,675,676,677,678,679,680,681,682,683,684,685,686,687,688,689,690,691,692,693,694,695,696,697,698,699,700,701,702,703,704,705,706,707,708,709,710,711,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,773,774,775,776,777,778,779,780,781,782,783,784,785,786,787,788,789,790,791,792,793,794,795,796,797,798,799,800,801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812,813,814,815,816,817,818,819,820,821,822,823,824,825,826,827,828,829,830,831,832,833,834,835,836,837,838,839,840,841,842,843,844,845,846,847,848,849,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916,917,918,919,920,921,922,923,924,925,926,927,928,929,930,931,932,933,934,935,936,937,938,939,940,941,942,943,944,945,946,947,948,949,950,951,952,953,954,955,956,957,958,959,960,961,962,963,964,965,966,967,968,969,970,971,972,973,974,975,976,977,978,979,980,981,982,983,984,985,986,987,988,989,990,991,992,993,994,995,996,997,998,999,1000

この調査の観測値には国土交通省の「地殻変動観測」を使用した。観測の範囲は基礎的観測網の対応する範囲。



1回のずれ量

長さに対応しない
変位量もある

*42,44号魚川-豊後海溝断層帯は1241に統合、54断層帯(新番号)は203に統合、55断層帯(新番号)は211に統合、63,65,66,67号中央構造線断層帯は211に統合、7号断層帯については野添された4断層帯(28東沢川北断層帯、32尻川断層帯、33尻川断層帯、66断層帯)が示されていない。

この図表の断層線には国土交通省の「地殻変動日本」を使用した。断層の記号は基礎的断層帯の対称断層の分布する断層。



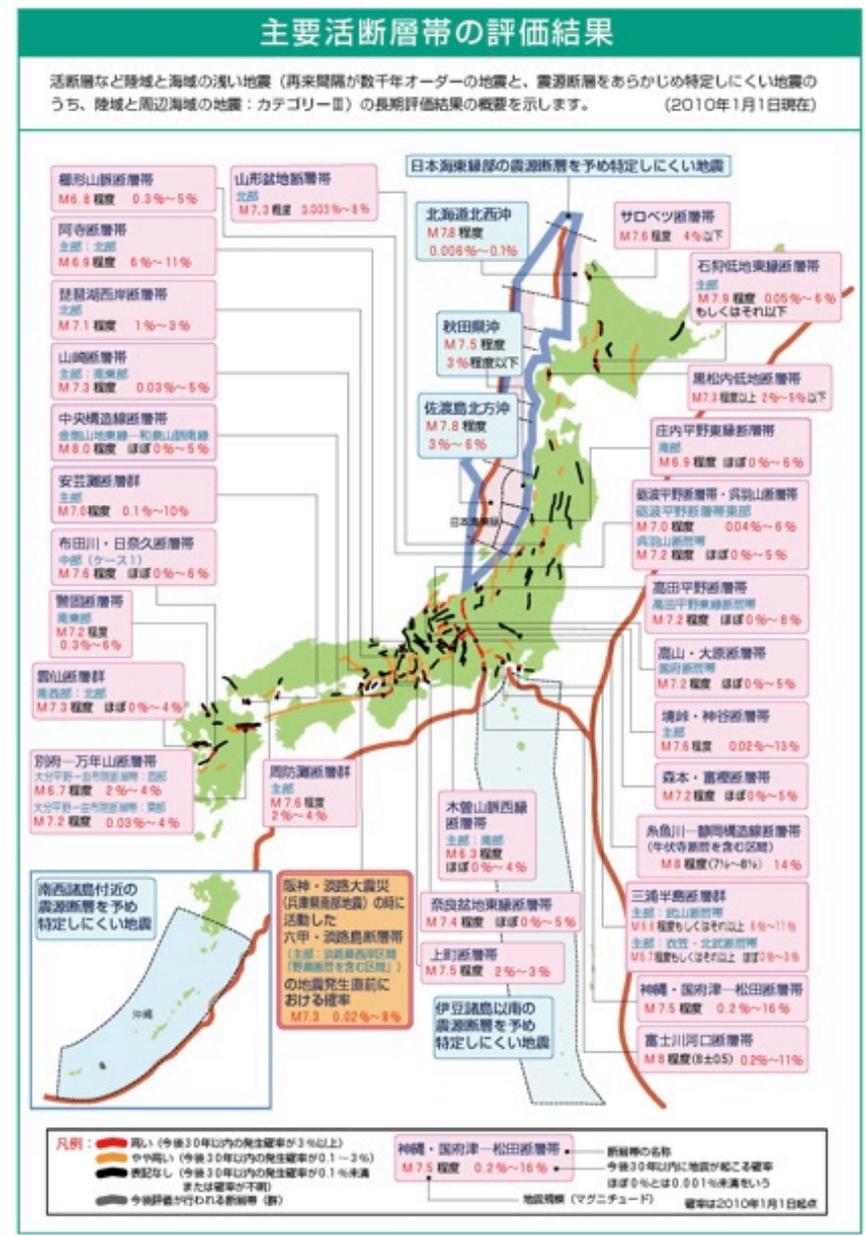
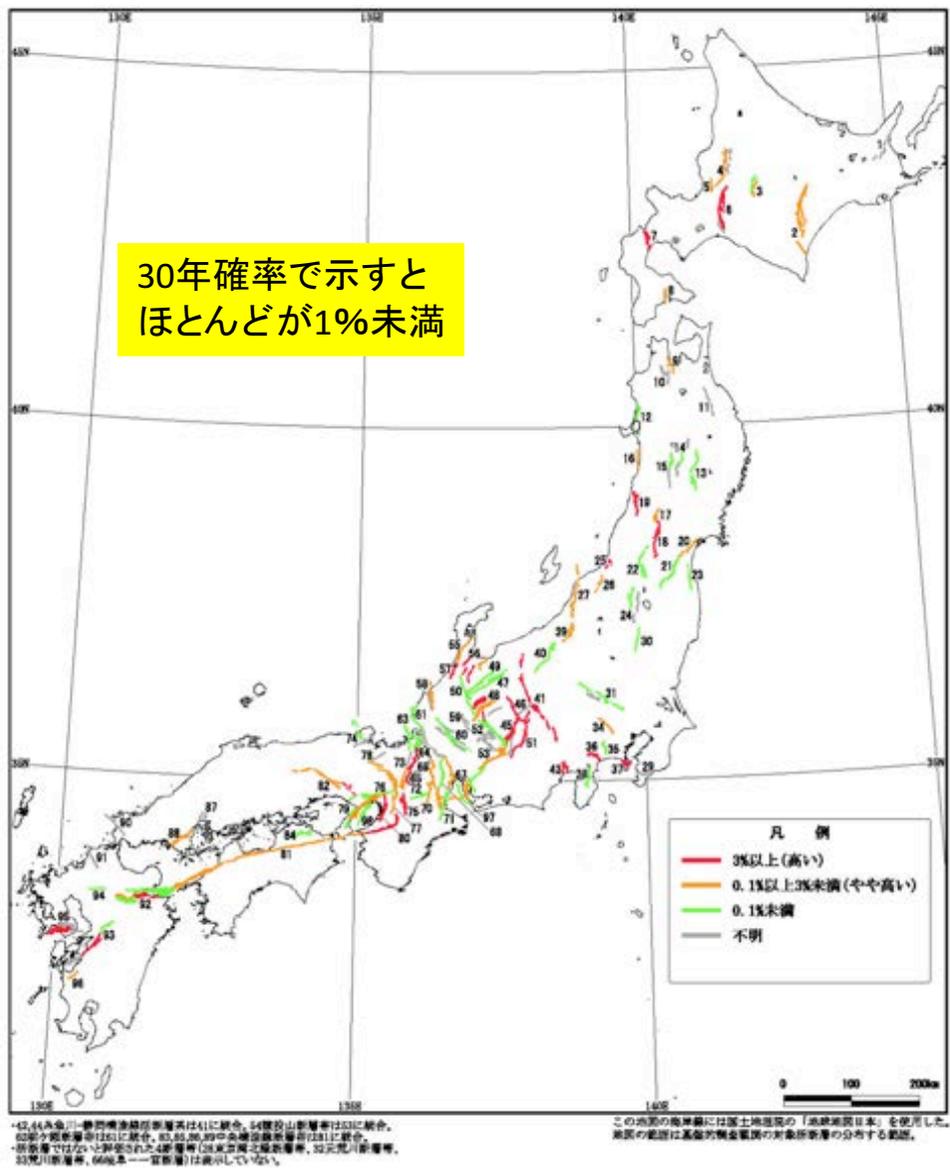
変位速度

赤線がA級

*42,44号魚川-豊後海溝断層帯は1241に統合、54断層帯(新番号)は203に統合、55断層帯(新番号)は211に統合、63,65,66,67号中央構造線断層帯は211に統合、7号断層帯については野添された4断層帯(28東沢川北断層帯、32尻川断層帯、33尻川断層帯、66断層帯)が示されていない。

この図表の断層線には国土交通省の「地殻変動日本」を使用した。断層の記号は基礎的断層帯の対称断層の分布する断層。

将来の発生確率別

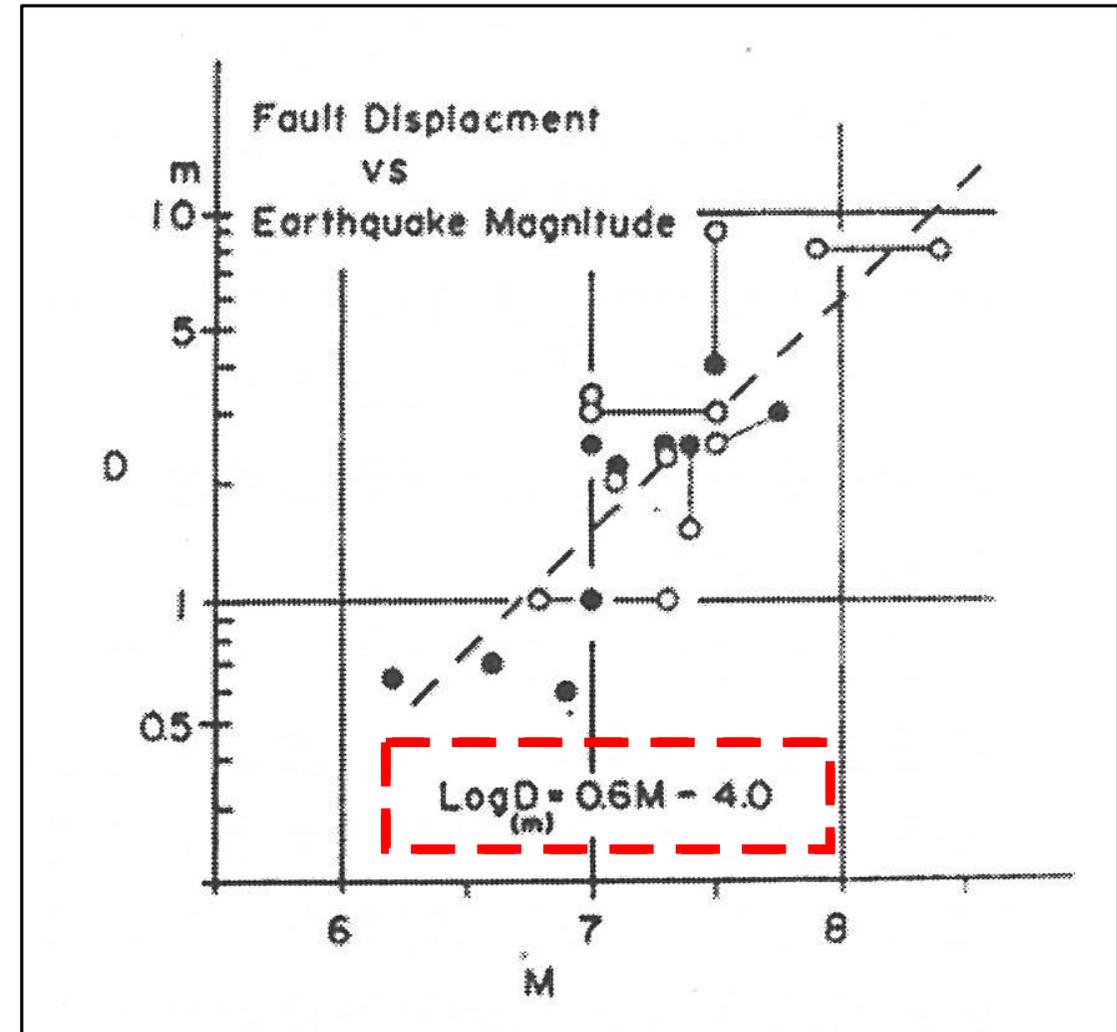
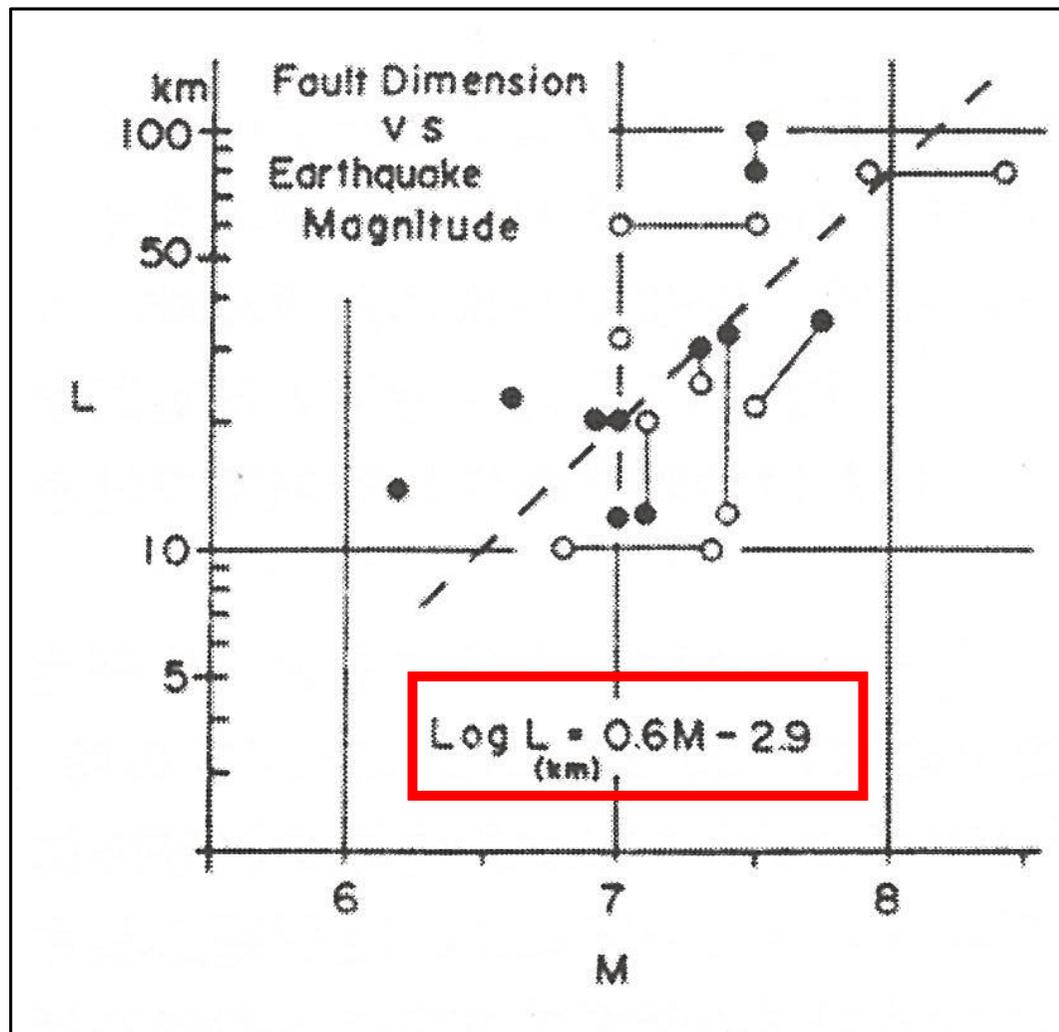


地震調査推進本部による

断層の長さ地震の規模の関係

断層の変位量と地震の規模の関係

(○は、地表で観察された値、●は地震学的な資料に基づく値)



(松田, 1975 による)

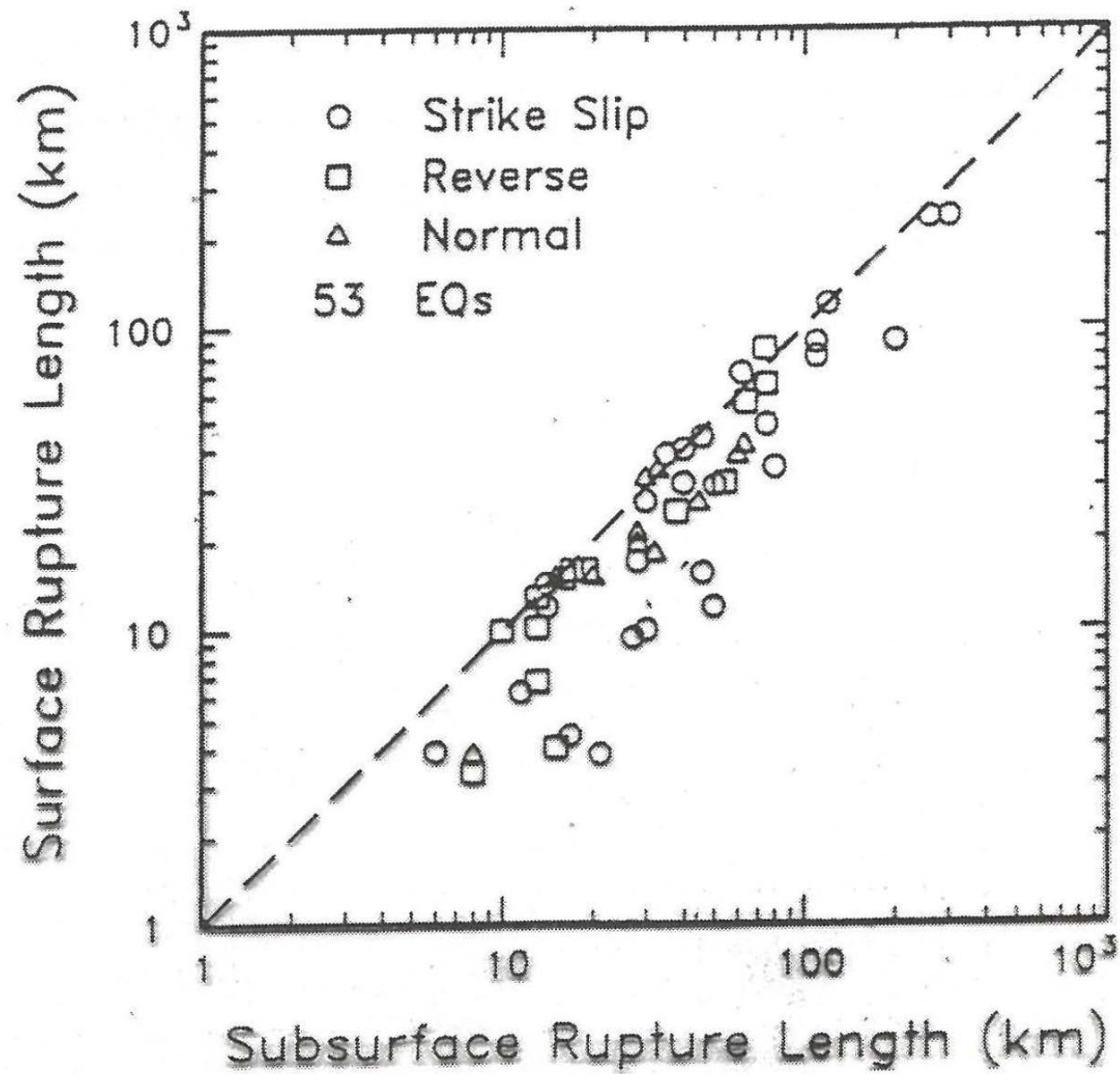
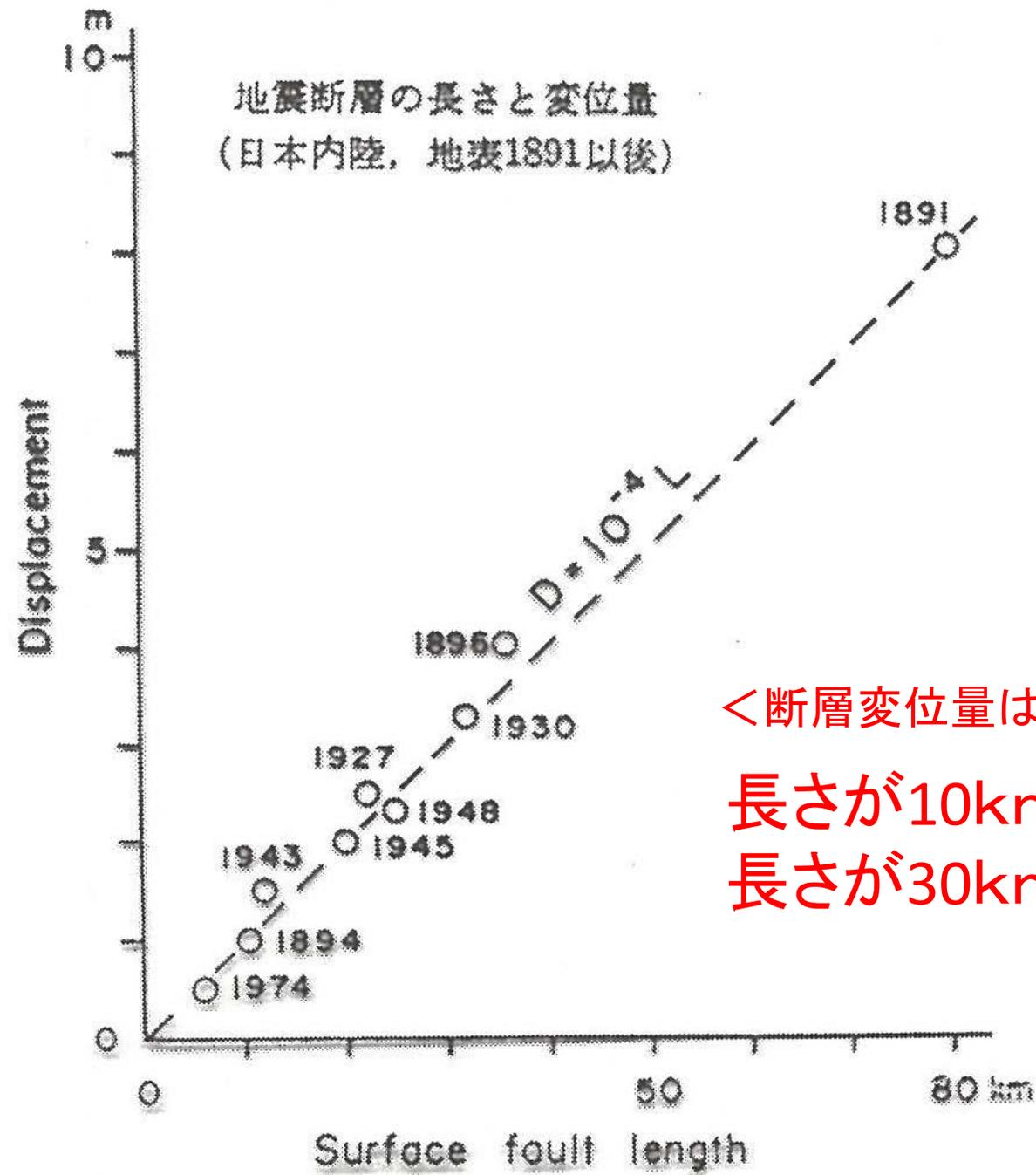


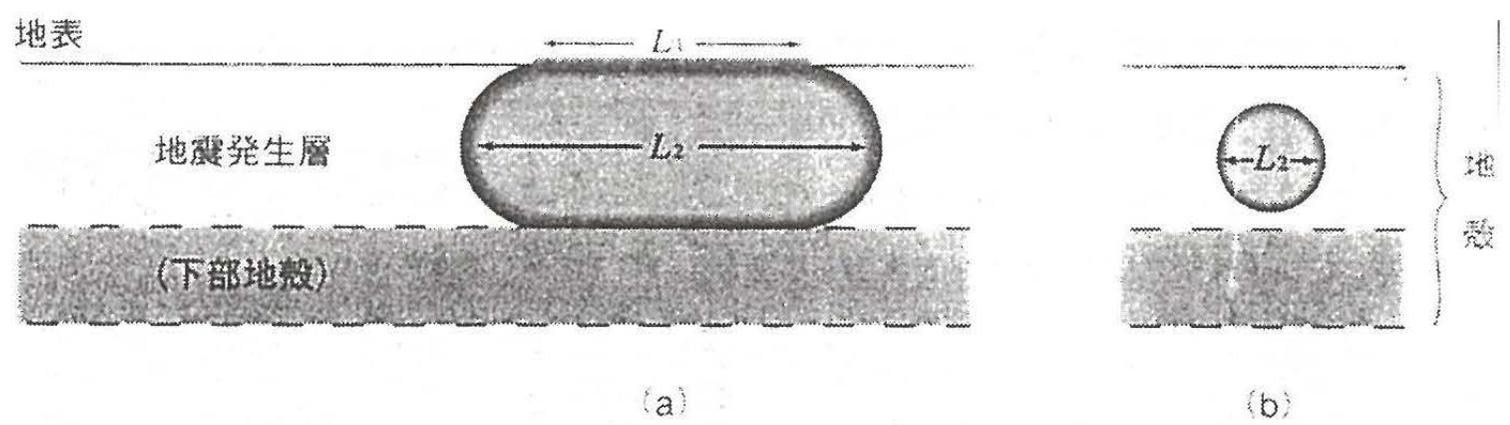
図5.14 地表地震断層（縦軸）と震源断層（横軸）の長さの関係（Wells and Coppersmith, 1994）



<断層変位量は断層の長さの約1万分の1>
 長さが10kmなら、変位量は1m
 長さが30kmなら、変位量は3m

(松田ほか, 1980 による)

- 地表地震断層
- 震源断層
- 顕在断層
- 伏在断層



地表地震断層 → 震源断層

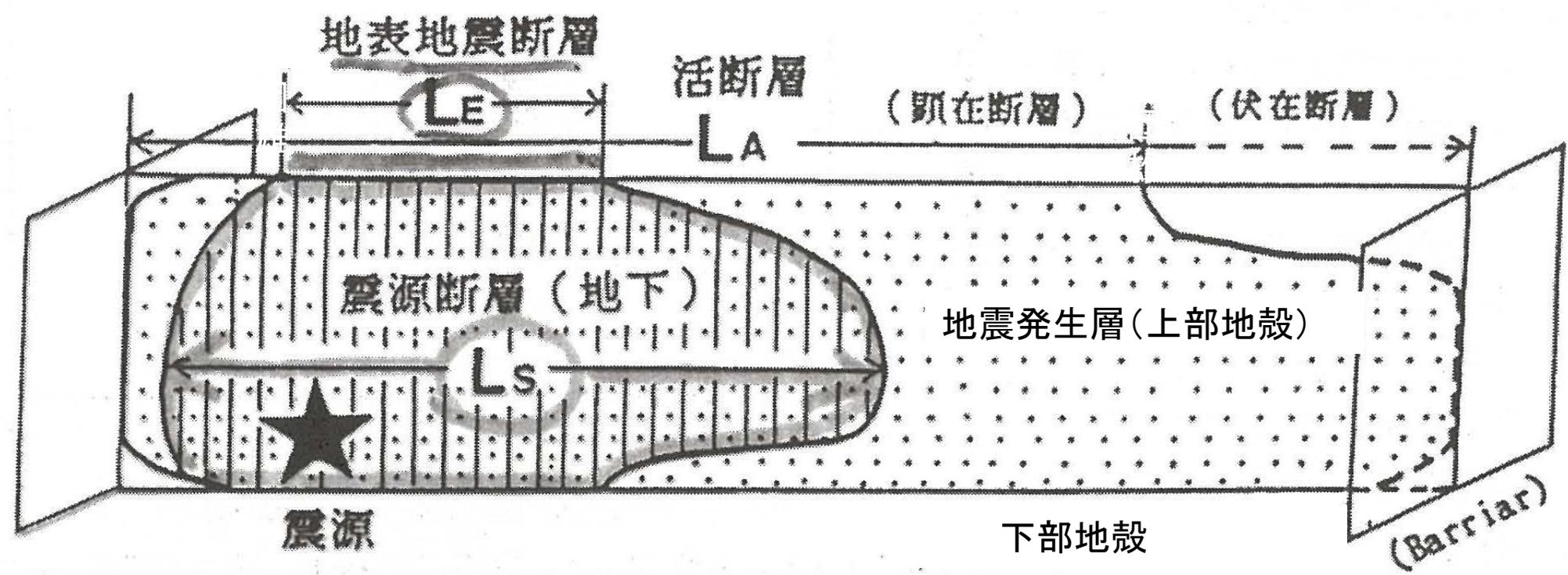
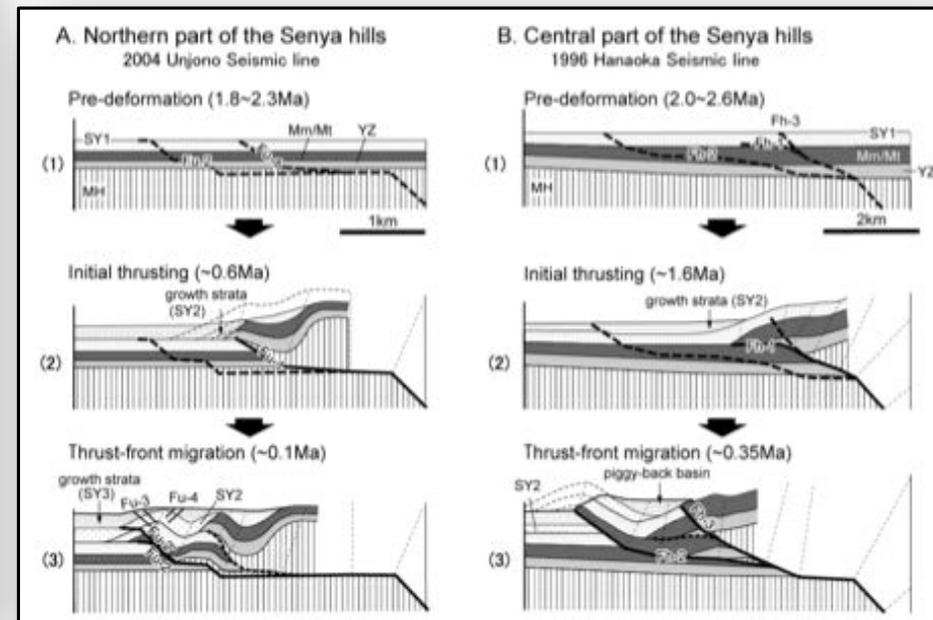
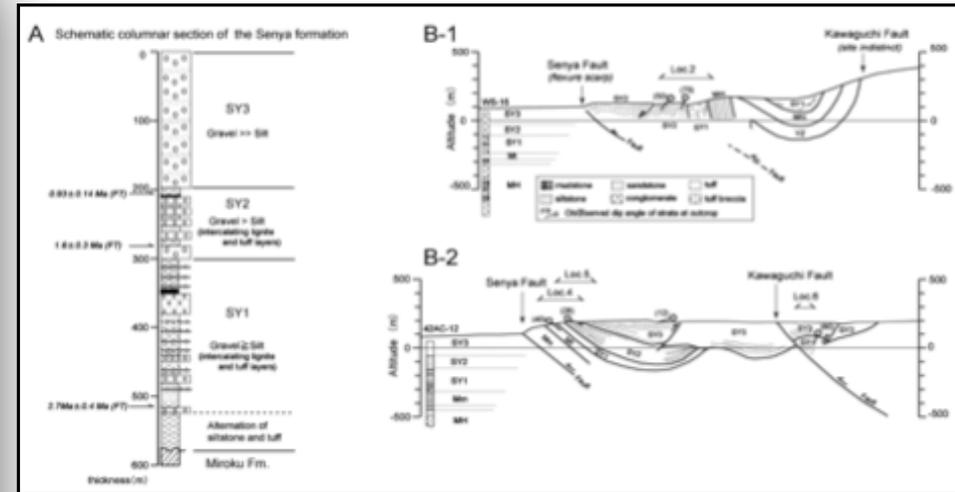
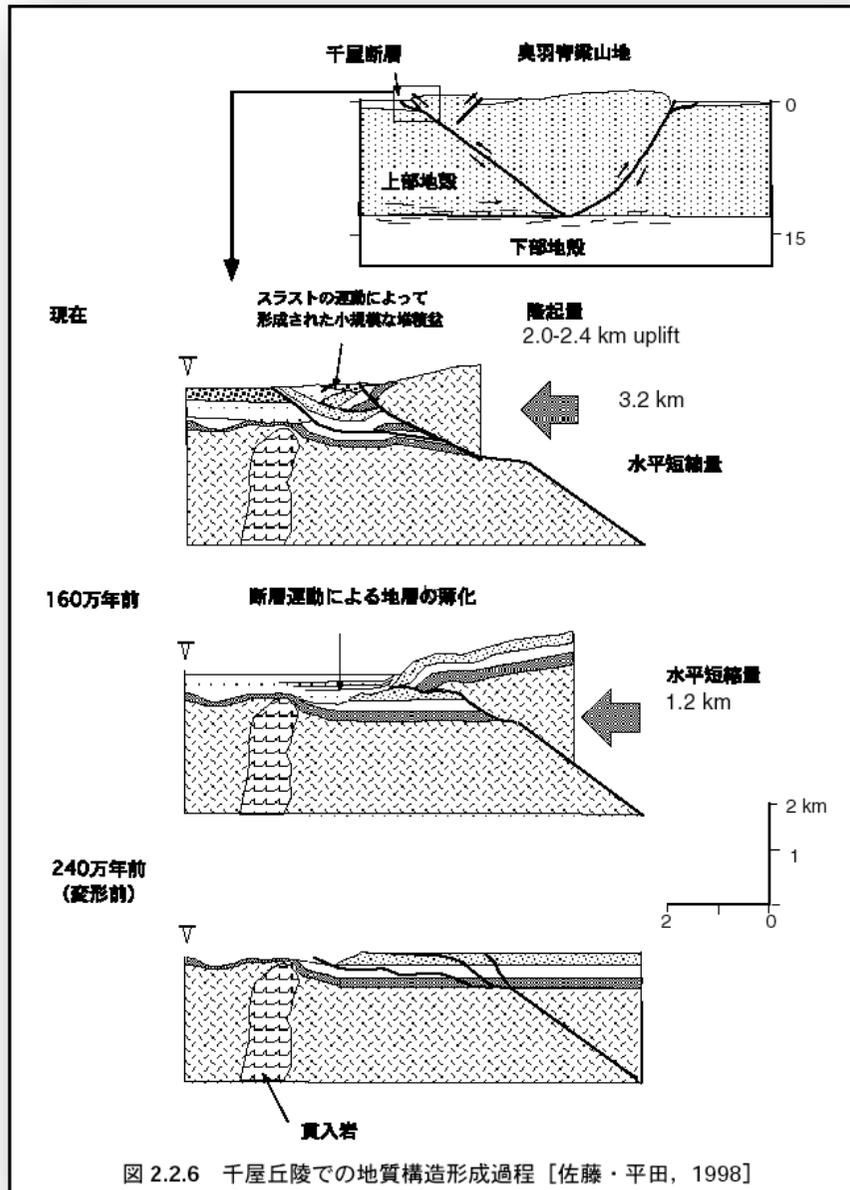


図 5.12 活断層，震源断層，地表地震断層の相互関係を示すモデル (垣見, MS)

活断層の地下構造の形成の解明（千屋断層の例）



【活断層に関する講義(5月19日・26日)のまとめ】

- 活断層は、最近の地質時代(第四紀)に繰り返し活動し、将来も活動して地震を起こす可能性ある断層をいう。
- 断層変位地形は、断層が同じ方向に繰り返し活動し、断層変位が累積した証拠である。
- 活断層ごとに、断層の型・変位速度・長さなどの違いはあるが、その分布には地域性がある。
- 震源が浅いほど、地表地震断層はあらわれるが、おおむね地震の規模がM7以上の場合には、地表地震断層が生じることが多い。
- 地震の規模が大きくなれば地表地震断層の長さも長くなり、変位量も大きくなる。
- 地表地震断層の変位量は、断層の長さの約1/10,000程度である。
- 活断層の将来の活動を知るには、過去の活動履歴や平均変位速度の情報は重要である。
- 活断層の地表と地下の情報を結びつける調査が必要。

【本日の課題】

次の用語(それぞれの関係)を説明する。

- 震源断層
- 地表地震断層
- 伏在断層

次回 6月2日 }
6月9日 }

活断層の地下の形状・構造を調べる

(岡田 真介 担当)
(災害科学国際研究所)

- 反射法地震探査
- 重力探査

探査原理

音響インピーダンス
弾性波伝搬速度×密度

弾性波：振動

- ・均質媒質中では直進
- ・音響インピーダンスの異なる境界面で反射・屈折現象を生じる

