

新潟の地震

その2 - 最近の新潟付近の地震

(1) 関原地震

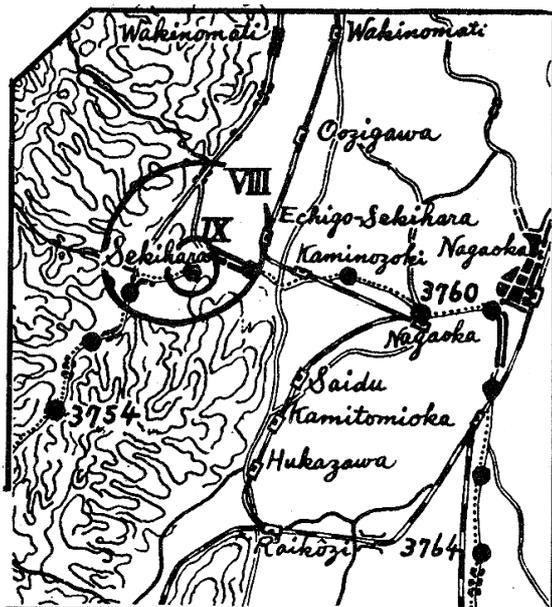


図 1 関原地震の震度分布 (ロッキーフォレル震度階による; Imamura, 1928)

図 2 初動方向の分布(国富, 1928)

関原地震は 1927 (昭和 2) 年 10 月 27 日午前 10 時 53 分に起こった。震央は北緯 37.6° 東経 138.7° で、震源の深さはおよそ 10 km、マグニチュード 5.2 であった。典型的な直下型で、関原で震度 6 の烈震を感じたものの、わず

- (1) x-----x 1927, July ~ 1894
- (2) ⊙-----⊙ Do. reduced
- (3) ●-----● Nov.-Dec., 1927 ~ July, 1927

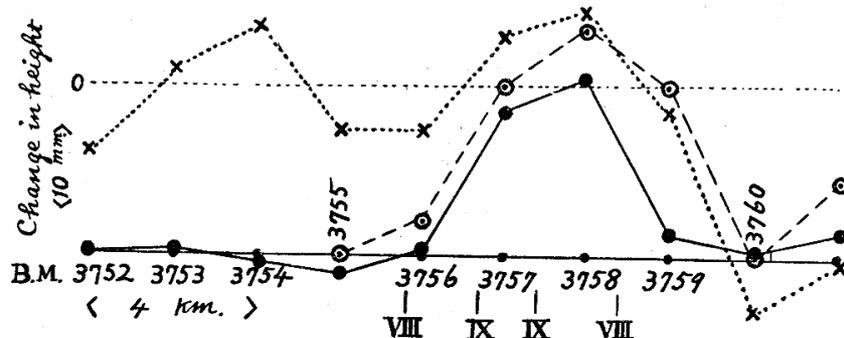


図 3 水準点の変動(Imamura, 1928)。(2)は(1)の変動から BM3755, 3760 の変動差を按分して差し引いたもの。水準路線は図 1 参照。

か1～2km程度の範囲にとどまり、地震動を感じた地域はきわめて局所的であった（Imamura, 1928；図1、2）。したがって被害も少なかった。負傷者2名、家屋倒壊23戸であった。

宮本村西田（現長岡市）では、石油を含有する青砂を噴出した円錐状の小孔が点々と田んぼ内にできた。与信は27日14～23時の間では20～30分に1回、同日23時40分から翌日28日1時30分の間に27回、28日2時46分～9時の間に26回起こり、その後急激に沈静したという記録が残っている。

地震後観測された水準点の変動（石本, 1930）から、現上富岡町より西側の地域が地震前より約1cm沈降していることがわかった（図3）。

(2) 長岡地震

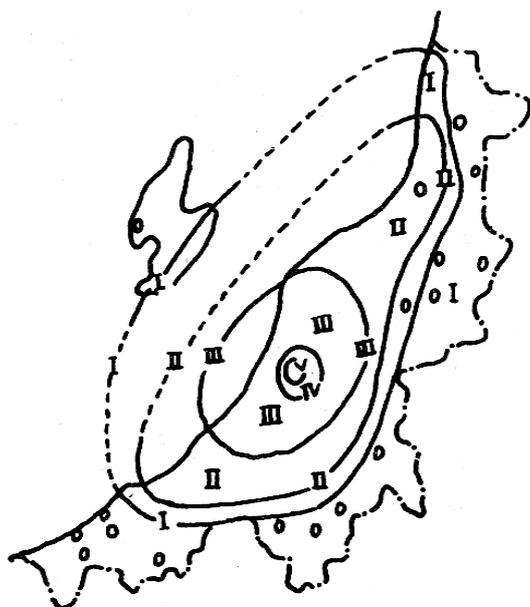


図4 震度分布. 輪島・石巻でも震度1であった（新潟地方気象台, 1961）。



図5 初動方向の分布（新潟地方気象台, 同左）。

長岡地震は1961（昭和36）年2月2日午前3時39分3.8秒に起こった。震央は北緯37.5°東経138.8°で、震源の深さ約20km、マグニチュードは5.2であった（新潟地方気象台, 1961；図4、5）。これも典型的な直下型の局所地震で、現長岡市古正寺町付近の直径約1kmの範囲で震度5の強震、その周辺の直径約3～4kmの範囲で震度4を感じたにすぎなかった。被害もこの範囲に限定されたが、それでも死者5名、家屋の全壊220戸・半壊456戸にのぼった（図6）。

震央付近では地震と同時に地鳴りが聞こえ、余震にも地鳴りを伴った。5月30日に余震のうちで最大と思われるものが発生し、震央付近ではおよそ震度4であった(図7)。本震当時は積雪のため、地変の状況



図6 震央付近の震度分布(岡田, 1961)

はまったく不明であった。雪解けを待って行われた現地調査では、断層や地割れといったものは認められなかったが、関原地震と同様に、青砂の噴出した後が見つかっている。地震後行われた水準点変動の観測(岡田, 1961)から、七日町付近で39.7mmの相対的な隆起が明らかになった。ここは関原地震の最大隆起点からわずか1km東側に当たる(図8)。

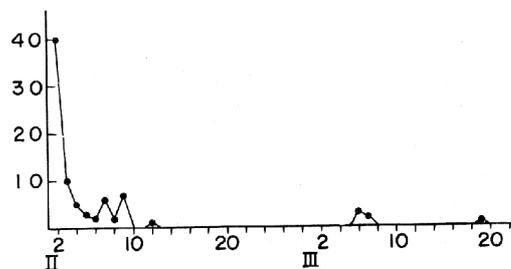


図8 有感余震の日別回数(新潟地方気象台、前掲)

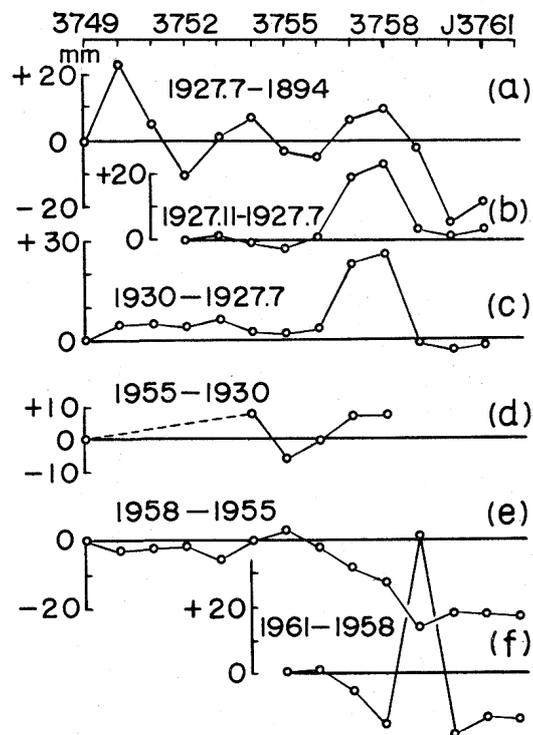


図7 1894年以降の水準点変動(岡田, 前掲)。BM3759を中心として39.7mmの相対的隆起が観測された(f)。なお、関原地震の最大隆起点は西隣のBM3758であった(b)(c)。

(3) 新潟地震

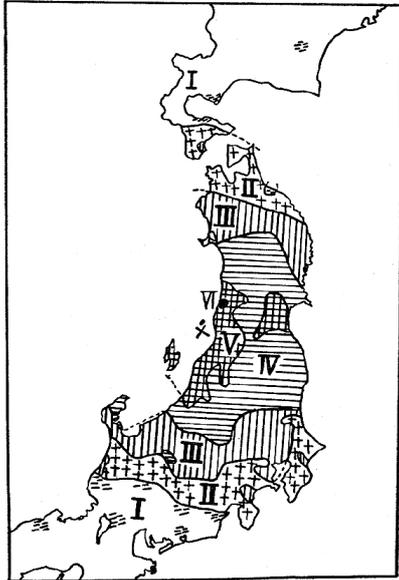


図 9 新潟地震の震度分布 (気象庁、1964)

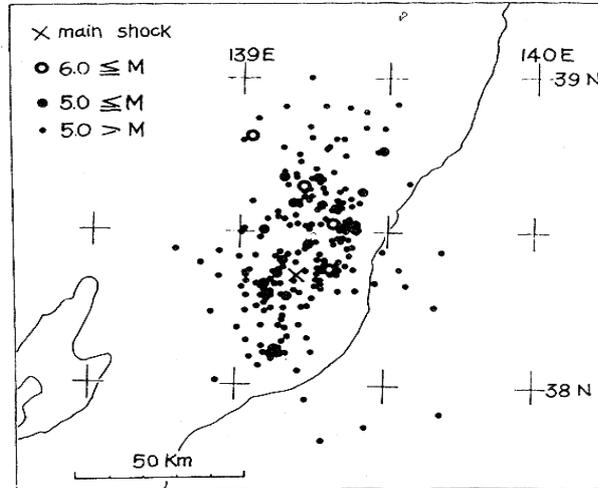


図 10 余震分布 (気象庁、前掲)

新潟地震は1964（昭和39）年6月16日午後1時1分に起こった。震央は北緯38.4°東経139.2°で、震源の深さは40km、マグニチュード7.5であった。この地震は、地震の規模からいっても被害の大きさからいっても、新潟県周辺で起こった地震としてはまさに未曾有であった。とくに被害の大きかった新潟市は、震央より40kmほど南に位置していたにもかかわらず、産業や都市開発に伴う新しいタイプの災害を引き起こして注目をうけた。



図 11 信濃川河口付近を遡る津波



図 12 液状化のために倒れた川岸町の市営アパート

新潟県をはじめ秋田・山形各県でも被害があり、死者 26 名・家屋全壊 1960 戸・半壊 6640 戸であった。津波が日本海沿岸一帯を襲い（図 11）、最高位は山北町大島崎で約 5 m、新潟市で 4m で、浸水した家屋 1 万 5298 戸にも達し、船舶や港湾への被害も大きかった（気象庁,1965）。新潟市内などでは地震の 1~数分後におびただしい量の噴砂を生じ、信濃川旧河川敷にあった川岸町の市営アパートの倒壊（図 12）など、建築工学的な新たな課題を残した。

地震にともなって、栗島浦村内浦が 157cm、長手鼻が 80cm 隆起した。栗島は全体として隆起するとともに N65°W 方向に約 55 秒傾動したのである（図 13、14）。また、震央周辺の海底では、N20°E の走行を持つ地震断層と思われる地形の食い違いと、その西側では約 5m の隆起、東側では 2m の沈降が認められた(図 15；

Kawasumi,1968)。さらに日本海沿岸の水準点は地震発生前の 10 年前から急激な隆起傾向があり、地震にともなって一気に数~20cm 沈降したことも明らかになった（図 16；Kawasumi,前掲）。



図 14 新潟地震で隆起した栗島浦村内浦の海食台

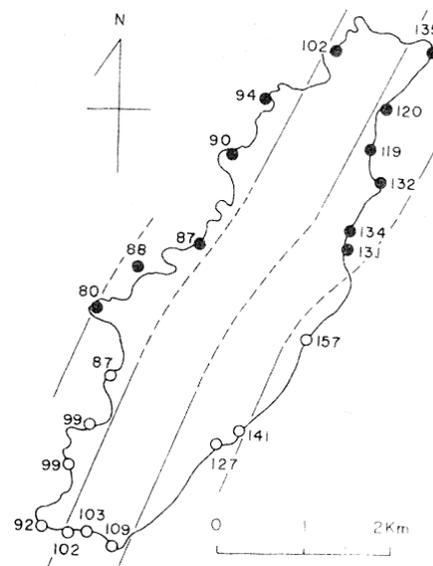


図 13 栗島の傾動(Nakamura et al., 1968).数字は cm、等隆起線間隔は 20cm.

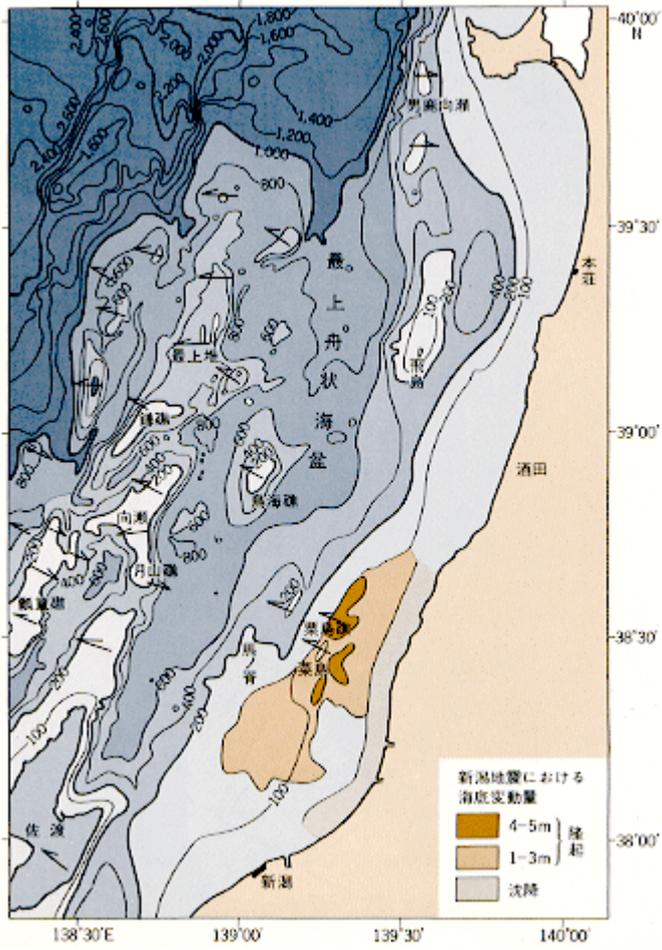


図 15 周辺の海底地形の変動量

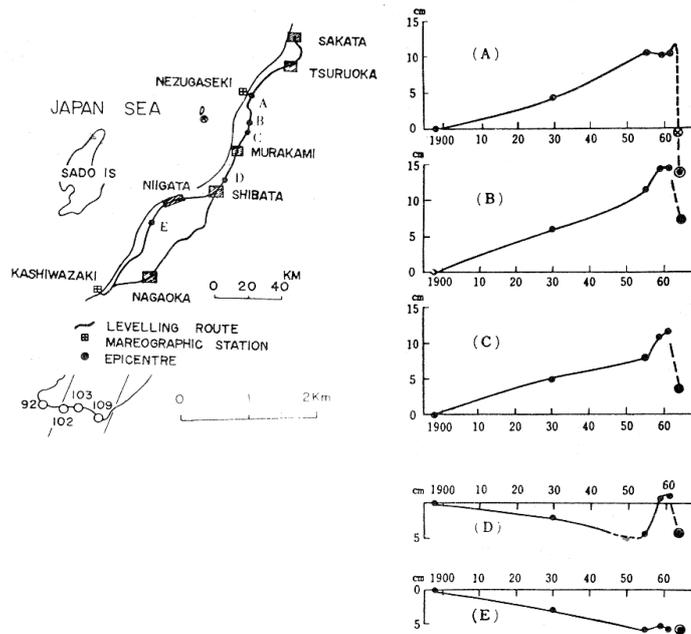


図 16 水準点の変動量.

地震の初動や波形の解析から、新潟地震は長さ80~100km幅20kmのトレースを持つ断層が落差4~5m動いたために発生したことがわかった(図16)。

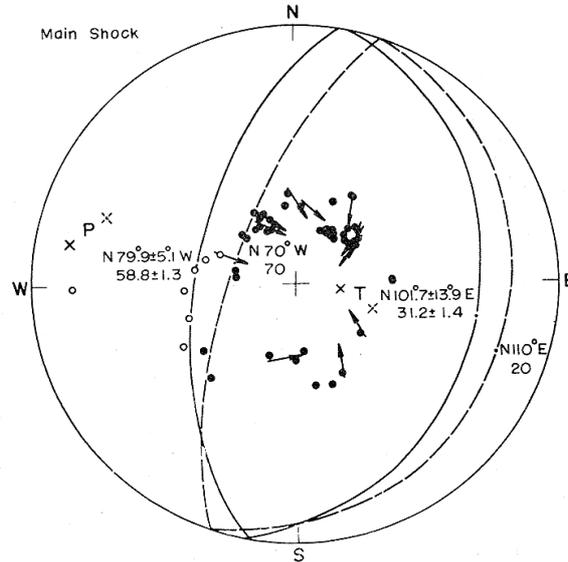


図 17 P および S 波初動方向の分布 (Hirasawa, 1965). 実線および破線は P 波の節面、数値は節面の傾斜方向と傾斜角。下半球投影。

震源要素	実体波から	表面波から
断層の長さ	80 k m	100 k m
断層の幅	20 k m	20 k m
破壊の進行速度	2.0±0.4km/s	1.5km/s 以下
断層の変位量	4.5~5 m	4 m
歪変化量	3~6×10 ⁻⁴	3.4×10 ⁻⁴
地震波エネルギー (10 ²² erg)	2.0~3.2	
静的歪エネルギー (〃)	6.8~7.2	
放出エネルギー (〃)	8.8~10.0	50

4. 高柳地震

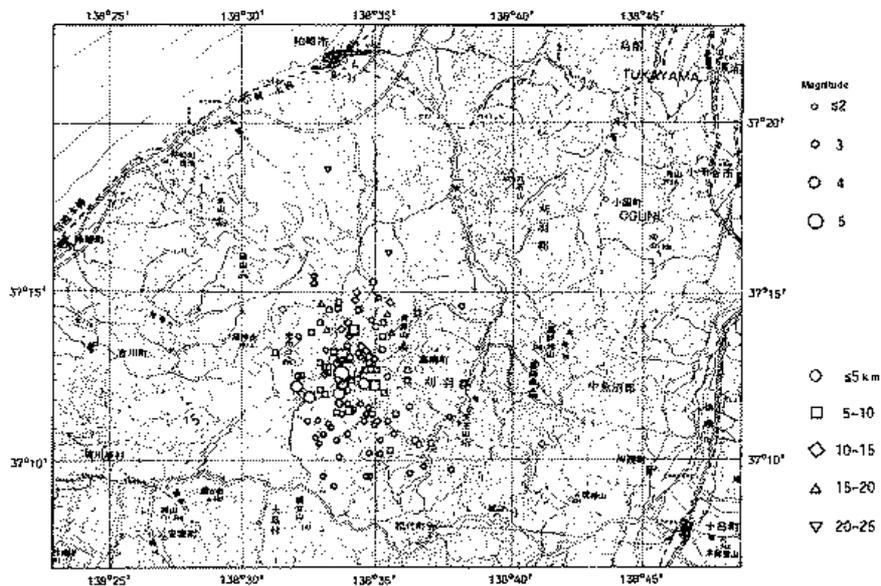


図 18 本震と余震の震央分布. データは気象庁による.

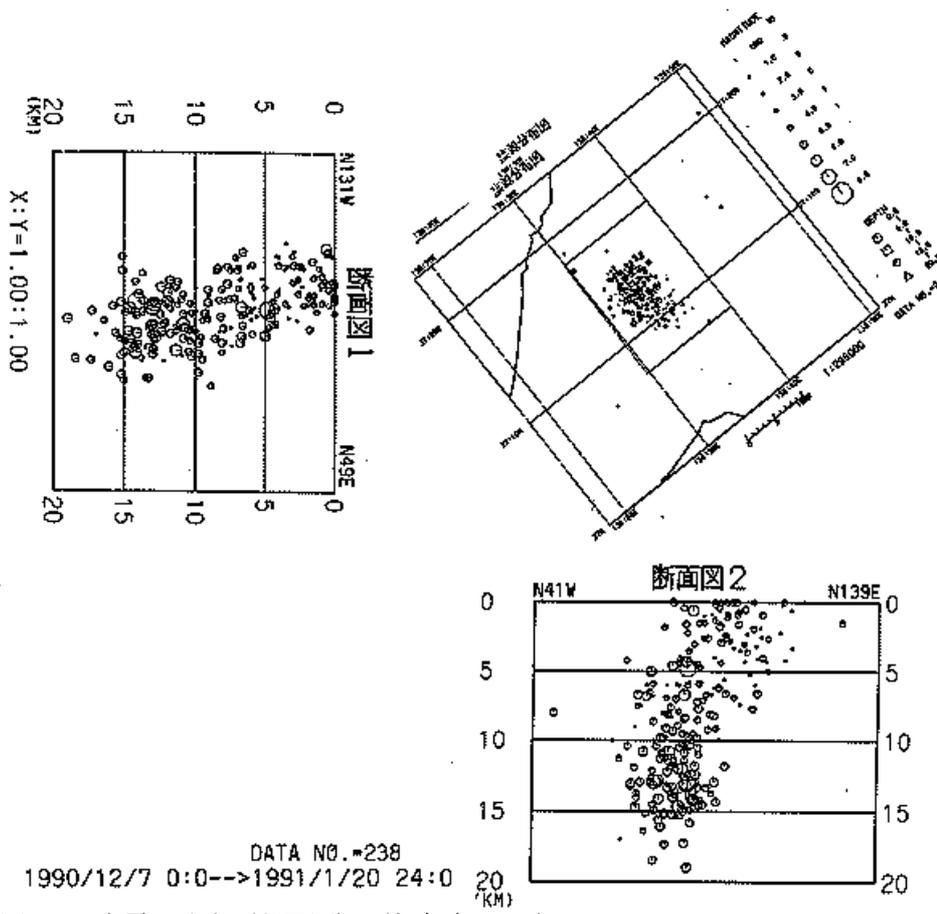


図 19 余震の分布 (断面図) (気象庁,1990)

1990（平成2）年12月7日午後6時38分、高柳町一带に強い地震が発生した。震央は北緯37.5°東経138.2°の柏崎市阿相島付近で、震源は深さ約8km、マグニチュード5.4であった（図18、19）。上越市で深度4の中震（旧震度階）、長野で震度2の軽震をはじめ新潟・相川・富山・宇都宮などで震度1の微震を感じた。その直後の午後6時40分（M=5.3）および同43分（M=4.6）をはじめ、午後7時41分（M=4.8）、午後11時30分（M=4.9）と立て続けにM5クラスの地震が起こり、12月9日までに100回以上の有感地震があった。

震源域東部の高柳町から西部の吉川町・浦川原村までの一帯では、最初の地震もしくは2番目の地震によって引き起こされたと考えられる被害が約20×7kmの範囲にわたって生じた。めだったものは道路の亀裂や陥没、斜面崩壊、墓石の倒壊（図20）、建物の壁の亀裂などで、さおい家屋の倒壊も死傷者もなかった。



図20 回転や横ずれを起こした墓石

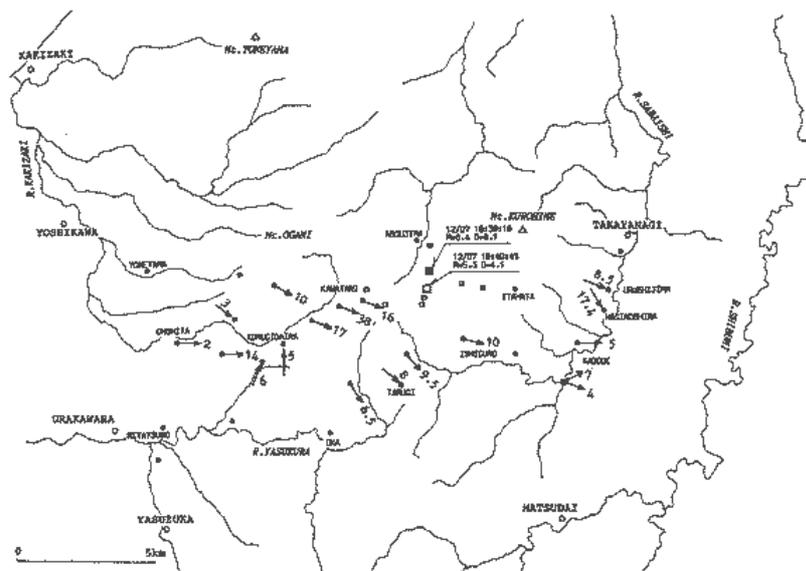


図21 墓石の横ずれ方向（卯田、未公表）。

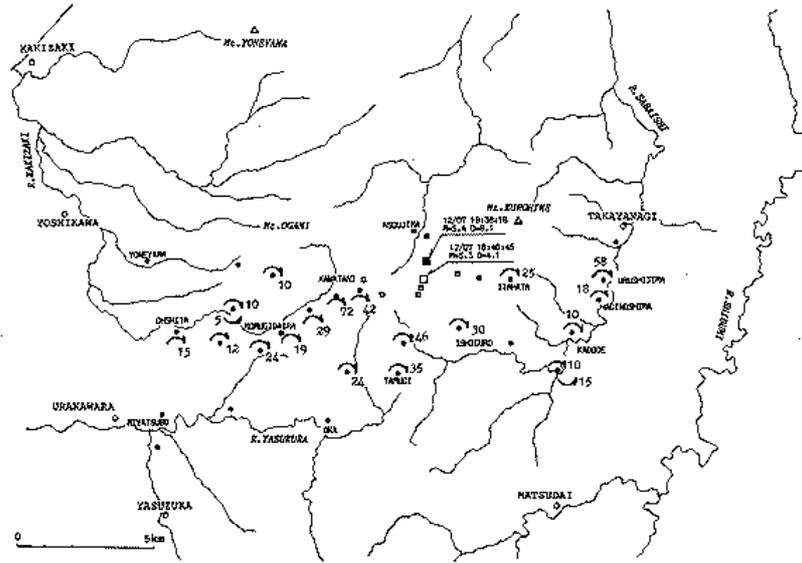
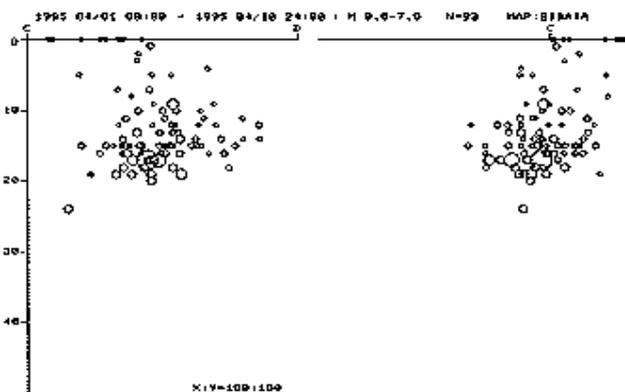
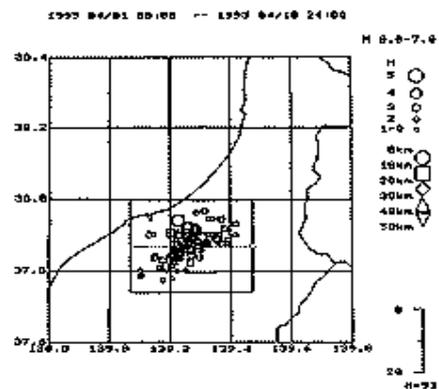


図 22 墓石の回転方向 (卯田, 未公表)

とくに墓石の倒壊は高柳町岡野から吉川町稲幡までの、ほぼ東西方向の一帯で著しく、倒壊した個数などから判断するとおよそ震度5程度の地震動を受けたと考えられる。さらに興味深いことは、倒壊を免れた墓石でもほとんどのものが右回りの回転を受けており、地震にともない左回りのモーメントが働いたこと意味している (図 21、22)。

5. 新潟県北部地震

1995 (平成7) 年4月1日午後0時49分に笹神村付近を震源とする地震が発生した。震央は北緯37.9°東経139.3°、震源の深さは17 km、マグニチュード6.0で、新潟・相川・笹神・出雲崎で震度4を観測した。また、翌2日にはほぼ同じ地点を震源とするマグニチュード5.2の余震が発生し、笹神村で震度4を観測した。(図 23)。



この地震による被害は負傷者 図 23 新潟北部地震の余震域と断面図 (気象庁、1995)

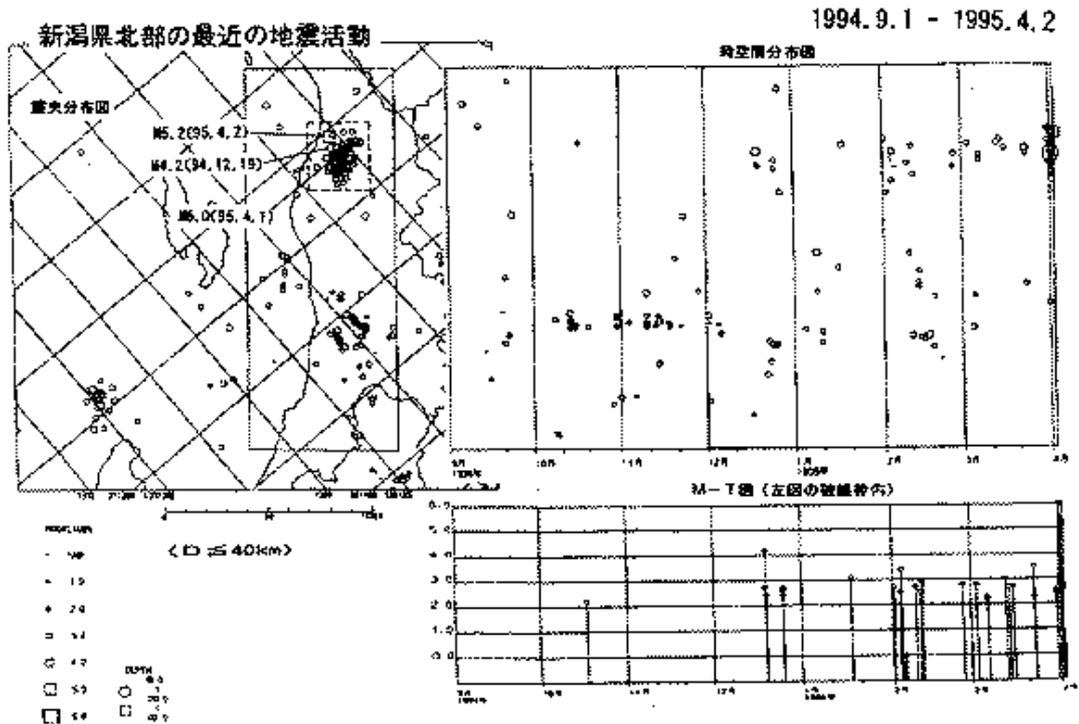


図 24 新潟県北部地震の発生前の地震活動 (気象庁、1995)

34名、県指定文化財の市島邸をはじめ家屋の全壊52戸・半壊433戸であった。倒壊家屋や墓石の転倒などの状況から、新潟大学災害研は震央の3.5×1kmの範囲では震度6の烈震、それを取り巻く10×5kmの範囲が震度5の強震であったと推定した。また笹神村上高田の熊野神社では30cmばかり建物が飛ばされており、上方に1G以上の加速度で突き上げられたとも報告している。



図 25 1階部分がゆがんだ民家

この地震には1994年秋から前震とも考えられる微小地震の活動があった(河内・中川、1995)。1995年1月以前には水原町近辺の狭い範囲でM2~3程度の地震が集中して起こり、1995年2月になるとこの集中域が北東および南西方向に広がるは傾向



図 26 土台からずれた神社の建物

を示し、翌3月には震源が月岡断層（新発田—小出線の一部）周辺およびその北東側に移動した。なかでも1994年12月19日にM4.2、1995年3月23日にM3.4が起こっている。

余震は本震後4月1日に195回、同2日に108回あったが3日以降急速に減少し、4月15日午前10時13分および同14分に福島潟東縁部を震央に深度9kmM4.0、同16日にはその北1km付近の深度7kmでM3.4が発生したのを契機に一時的に余震がやや増え、再び減少した。さらに4月30日にやや強い地震が起こったが、その後静穏化している。これらの余震域は走向N45°E傾斜60°Wの面付近に集中しており、これが震源断層ではないかと考えられている。

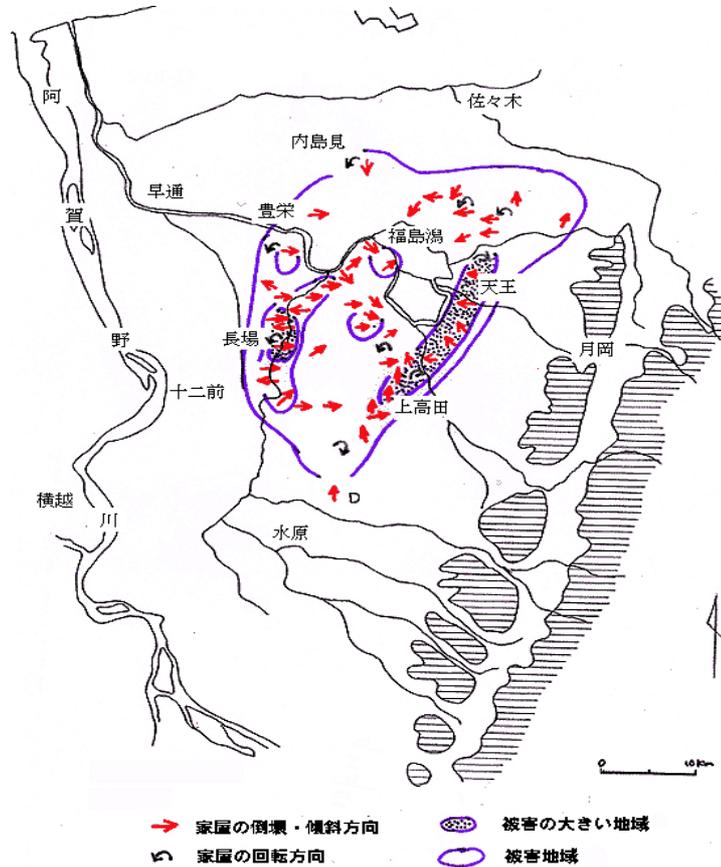


図 27 家屋などの倒壊と回転方向（卯田、未公表）