

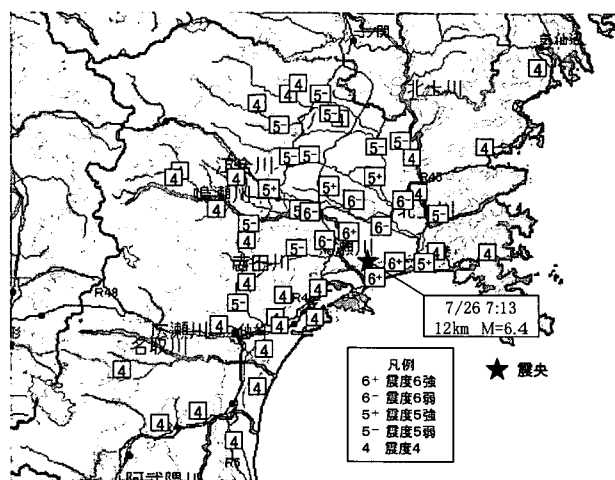
3. 地震特性と地震動

3. 1 震度分布

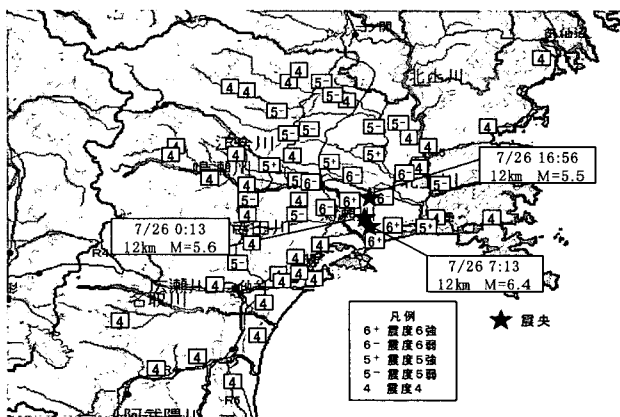
平成 15 年 7 月 26 日の宮城県北部における一連の地震活動では、3 回の地震で震度 6 弱以上が観測された。これらの地震は、0 時 13 分頃に発生したマグニチュード(M)=5.6 の前震、7 時 13 分頃に発生した M=6.4 の本震、16 時 56 分頃に発生した M=5.5 の最大余震である。前震と余震は震度 6 弱、本震では震度 6 強の揺れをいずれも宮城県北部で観測し、どの地震でも北海道から関東地方の広い範囲で震度 1～4 の揺れを観測した。特に揺れが強かった宮城県北部での震度分布図(震度 4 以上)を図-3.1 に示す。図-3.1(a)は本震の震度分布、(b)は地点ごとに 3 つの地震の最大の震度を示したものであるが、ほとんどの地点では本震で最大の震度が観測されていることが分かる。

これら一連の地震の震源は旭山撓曲付近に沿って分布している。撓曲とは地表付近の地層が折れ曲がる(撓む)現象で、その地下には活断層の存在が指摘されている。しかし、今回の地震はやや位置的に合わず、これまで知られていなかった地下の逆断層がずれて発生したものと推定されている¹⁾。

図-3.2, 3.3 に示すように、1978 年宮城県沖地震(M=7.4)の震央は今回の地震から約 100km 東方に位置しているが、これは 2 つのプレートの境界で発生した地震で、高い切迫性が指摘されている想定宮城県沖地震²⁾もプレート境界地震と考えられている。今回の地震は地殻内の地震であり、1978 年宮城県沖地震や沈み込む太平洋プレート



(a) 本震の震度分布



(b) 3 つの地震の最大震度分布

図-3.1 震度分布図

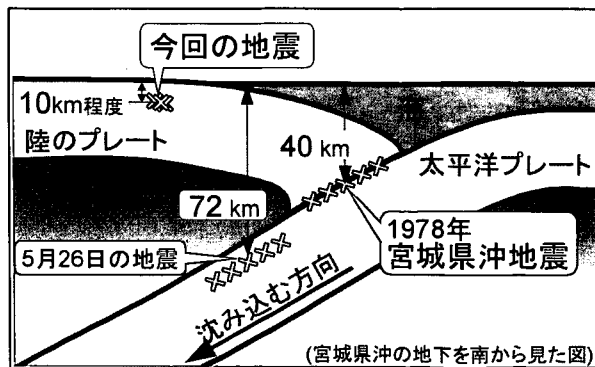


図-3.2 震源域付近の地下構造の模式図

内で発生した 2003 年 5 月 26 日の宮城県沖の地震とは性質の異なる地震である。今回の地震活動が想定宮城県沖地震の切迫性等に与える直接的な影響はほとんどないと考えられている³⁾。

余震活動は 5 月 26 日の宮城県沖の地震よりも活発で、地震発生から一週間および一ヶ月間の有感地震の回数はそれぞれ 362 回及び 461 回と、5 月 26 日の地震の倍以上であったが、順調に減衰した (図-3.4)。

3. 2 強震記録

3. 2. 1 概要

国土交通省では河川、道路施設の施設管理用として地震計ネットワーク観測施設 (以下「地震計NW」という。)を全国に約 700 箇所設置している。このうち東北地方整備局管内においては約 100 箇所の観測施設が設置されている。また、河川堤防や橋梁などの公共土木施設においても地震時の構造物の挙動を観測することを目的として地表や地中、構造物に地震計を設置しており、一般強震観測と呼んでいる。

図-3.5 は、このうち地震計NWで観測された本震の最大加速度の距離減衰特性である。最大加速度は水平 2 成分の大きい方を示した。比較のため、5 月 26 日の宮城県沖の地震のデータと、それぞれの地震の規模とタイプから推定される平均的な関係 (距離減衰式⁴⁾) についても示した。この図によると、本震で観測された最大加速度は、5 月 26 日の地震よりもかなり小さい。700cm/s² 程度の最大加速度が観測され

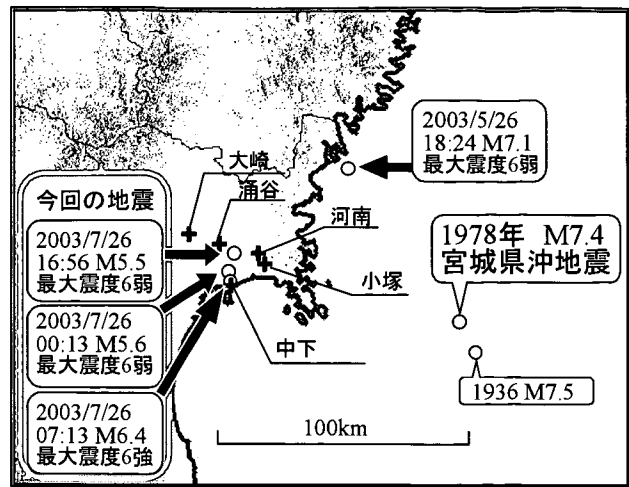


図-3.3 周辺地域での地震発生状況及び強震記録を掲載した観測所位置図

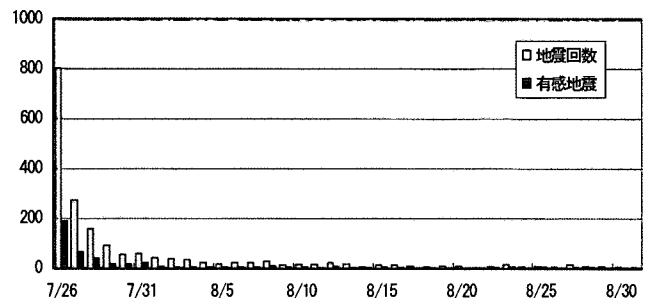


図-3.4 地震発生回数 (気象庁発表資料より)

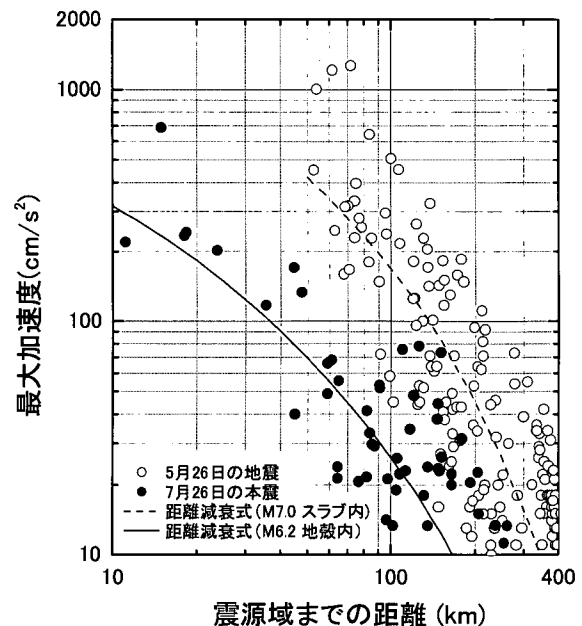


図-3.5 地震計NWで観測された最大加速度の距離減衰特性

た地点が1点（涌谷出張所）あるものの、5月26日の地震で観測された 1000cm/s^2 を超えるような最大加速度は震源近傍でも見られない。距離減衰式は全般的には観測値によく一致しており、本震で観測された最大加速度は、内陸の地殻内で発生した地震としてはほぼ平均的なものであったと考えられる。

3. 2. 2 加速度時刻歴波形

今回の地震では、一般強震観測及び地震計NWにより数多くの強震記録が収集された。このうち、振幅の大きな強震記録を中心に、加速度時刻歴波形を図-3.6に示す。強震記録を掲載した観測点の一覧を表-3.1に示す。また、観測点の位置は図-3.3に示してある。中下観測所については前震、本震、最大余震の強震記録を示したが、その他は全て本震の強震記録である。

河南観測所の堤防天端と地下77mの強震記録を比較すると、最大加速度はほとんど同じであるが、SI値は堤防天端で3倍近くに増幅されている。最大加速度は周期約0.5秒以下の短周期地震動に大きく影響されるが、SI値は周期0.1~2.5秒程度の広い周期帯域の地震動に影響される。したがって河南観測所では、地震波が地下から堤防天端に伝播するとき、地盤の塑性化などの理由により、短周期地震動が大きく減衰したものと考えられる。

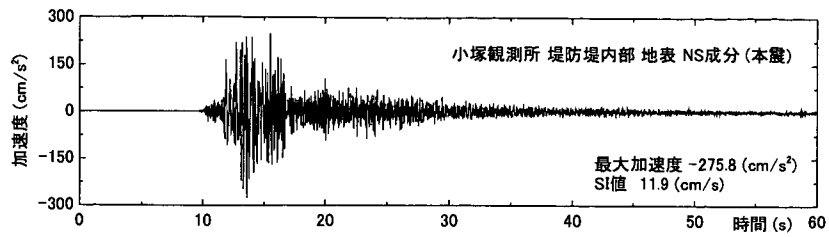
中下観測所の強震記録は、前震、本震、最大余震でかなり異なっており、観測地点直下の地盤構造だけでなく、地震の規模、震源距離や震源過程も強震記録に大きく影響することが分かる。

大崎出張所の強震記録は、長周期成分が卓越しているのが特徴的である。また、涌谷出張所では、EW成分で 689cm/s^2 の大きな最大加速度が観測されたが、UD成分の最大加速度はさらに大きく、 749cm/s^2 であった。

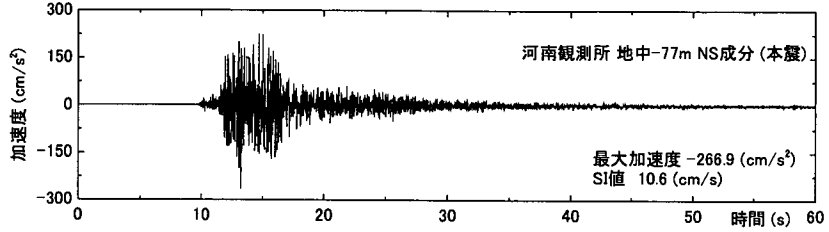
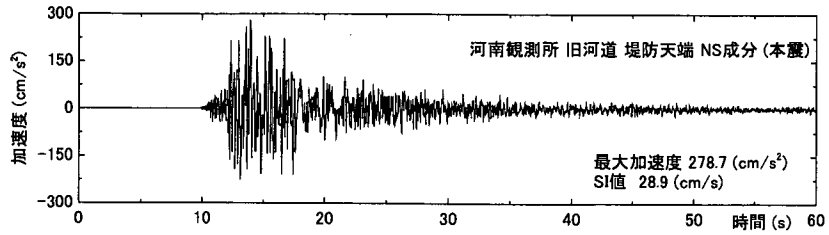
表-3.1 本資料に掲載した強震記録の観測所一覧

観測所	種別	事務所	備考
小塚	一般強震	北上川下流河川	開北橋（※）付近
河南	一般強震	北上川下流河川	堤防天端と地下77mの強震記録
中下	一般強震	北上川下流河川	前震、本震、最大余震の強震記録
大崎	地震計NW	北上川下流河川	長周期の地震動が卓越
涌谷	地震計NW	北上川下流河川	最大の加速度を記録、波形は3成分掲載

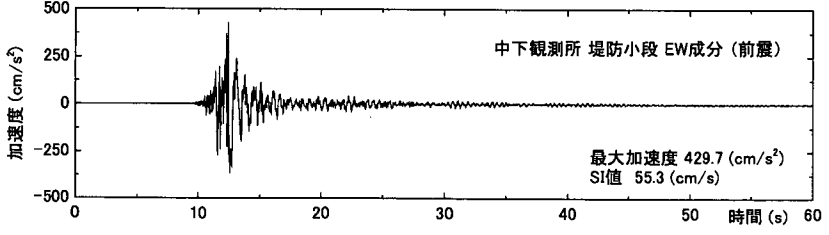
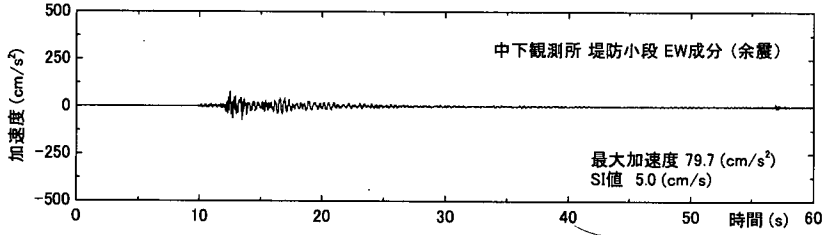
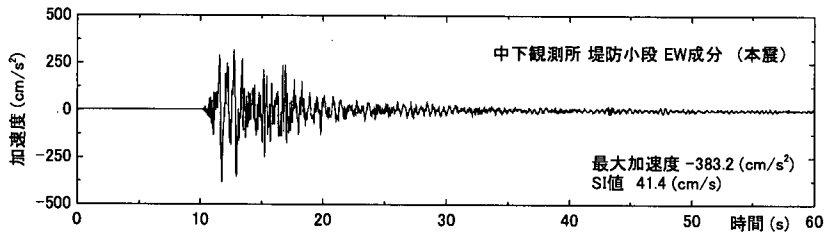
（※）開北橋 動的解析に用いる代表的な強震記録の1つとして、1978年宮城県沖地震の際に開北橋周辺地盤で観測された強震記録が道路橋示方書⁵⁾に例示されている



(a) 小塚観測所

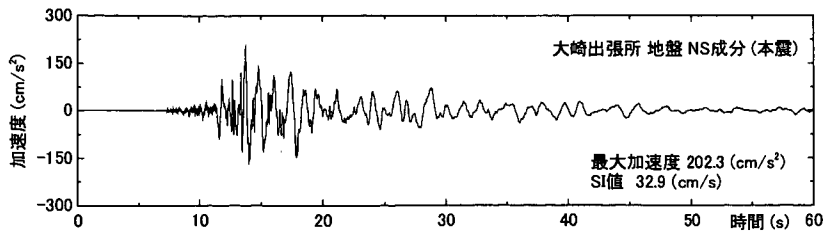


(b) 河南観測所

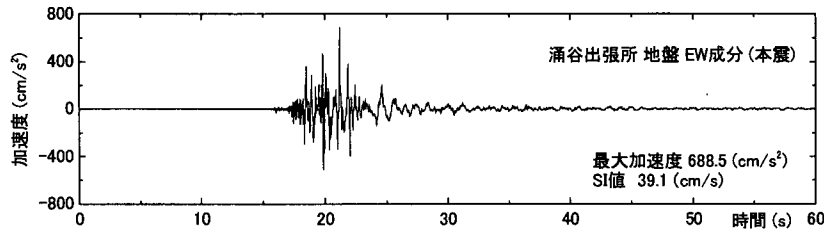
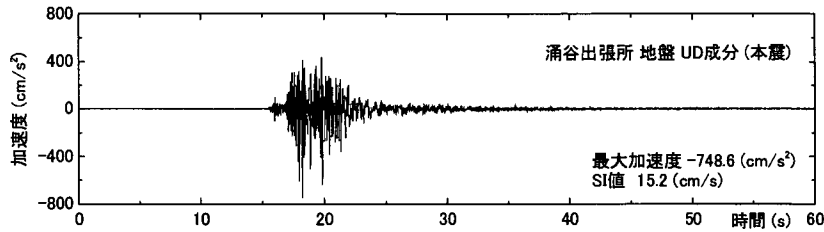
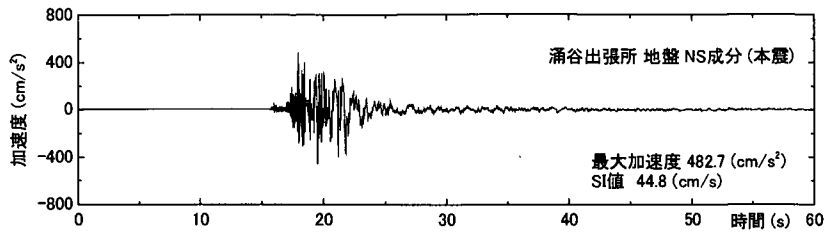


(c) 中下観測所

図-3.6 強震記録の加速度時刻歴波形
(時間原点の時刻は観測点ごとに異なる)



(d) 大崎出張所



(e) 涌谷出張所

図-3.6 強震記録の加速度時刻歴波形 (つづき)
(時間原点の時刻は観測点ごとに異なる)

3. 2. 3 加速度応答スペクトル

3. 2. 2 で掲載した強震記録について、一部を除いて加速度応答スペクトル(減衰定数5%)を図-3.7と図-3.8に示す。

図-3.7 は中下観測所の強震記録について、前震、本震、最大余震に加えて5月26日の地震の強震記録とも比較したものである。今回の前震と本震については、5月26日の地震よりも周期約0.5秒以上の地震動成分がかなり大きいことが分かる。

図-3.8 は本震の強震記録を1995年

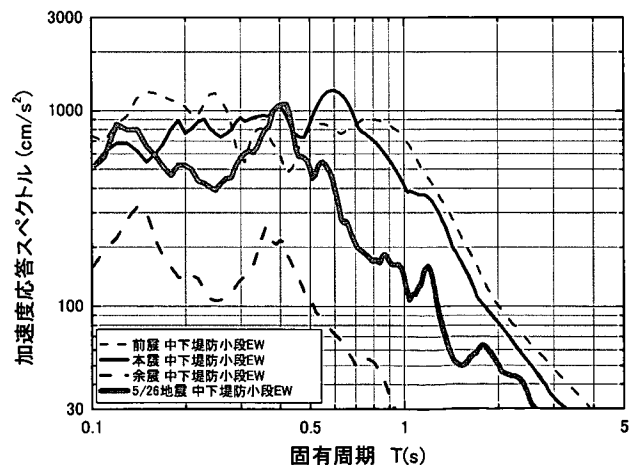


図-3.7 中下観測所で得られた強震記録の加速度応答スペクトルの比較

兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された強震記録（NS 成分）と比較したものであるが、兵庫県南部地震の強震記録はほぼ全ての周期帯で今回の地震の強震記録を上回っている。ただし、中下観測所や涌谷出張所については固有周期 0.6~0.7 秒程度まで 1000cm/s^2 に近い加速度応答となっているほか、時刻歴波形で長周期の地震動が卓越している大崎出張所についても固有周期約 3 秒で兵庫県南部地震の強震記録と同程度の加速度応答となっており、耐震性の確保されていない構造物については、固有周期や立地によっては被災した可能性があると考えられる。

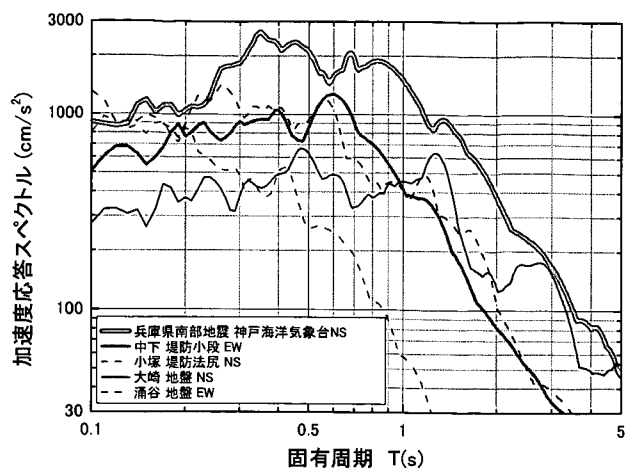


図-3.8 1995 年兵庫県南部地震の強震記録（神戸海洋気象台 NS 成分）との比較

3. 3 地震活動による地表変位

地震規模は断層の面積に比例し、一般にマグニチュード 7 程度以上の大きな地震を起こす断層では地表にまで変位を及ぼすと考えられている⁶⁾⁷⁾。今回の宮城県北部の地震は最大マグニチュード 6.4 であったことから、地表にまで変位が及んだ可能性が低い。過去にも松代群発地震で $M=5.4$ でも地表が 0.5m 変位した例もある。そこで、地震発生後の 7 月 28~29 日にかけて震源付近の旭山撓曲を中心に地震活動による地表変位の有無を調査した。

震源付近には「旭山撓曲」の存在が知られ、南北延長約 8km の活断層で、北から南へ確実度ⅡからⅢへと変化し、南側ほど地形的に不明瞭となる⁸⁾⁹⁾。撓曲とは地下の活断層が変位し、地表付近の地層が折れ曲がる（撓む）現象である。石井ほか(1982)は、旭山撓曲を挟む、中位段丘形成時（約 13~6 万年）よりも古い地形面に約 20m の高度差を生じていることから、活動度を B~C 級（断層の変位速度； $1\sim 0.01\text{m}/\text{千年}$ ）と推定した¹⁰⁾。図-3.9 に示すように、撓曲の西側で標高が高く、東側で低くなっている。

そこで、現地調査では、旭山撓曲上に位置する矢本町大塩で第三紀鮮新世の亀岡層における変位や変形を調査した。亀岡層は $N50^\circ W25^\circ N$ で東側へ傾斜し撓曲しているが、砂層や礫層には最近の地震活動による変形や変位は認められなかった。同様に、撓曲上および周辺や、旭山撓曲の北側と南側延長の沖積低地にも、逆断層特有の系統的な上下変位や変形は認められなかった。旭山撓曲上に位置する河南町北村の旭山観音堂周辺や県道の一部では、路面や側溝に 30cm 程度の段差や亀裂が見られることもあったが、いずれも斜面の傾斜方向への重力性移動によるものであった。

以上から、今回の地震活動で旭山撓曲やその周辺に地表変位や変形の形跡が認めら

れなかったことは、橋本・鳥越(1997)による、旭山撓曲に第四紀後期(約30万年前)以降に繰り返しの活動した形跡がないとの見解があるほか¹¹⁾、地震調査研究推進本部が地下に未知の活断層の存在を指摘することとも一致する¹⁾。今後、未知の逆断層の存在や断層変位量を明らかにするには、反射法地震探査などによる地下構造調査が必要である。

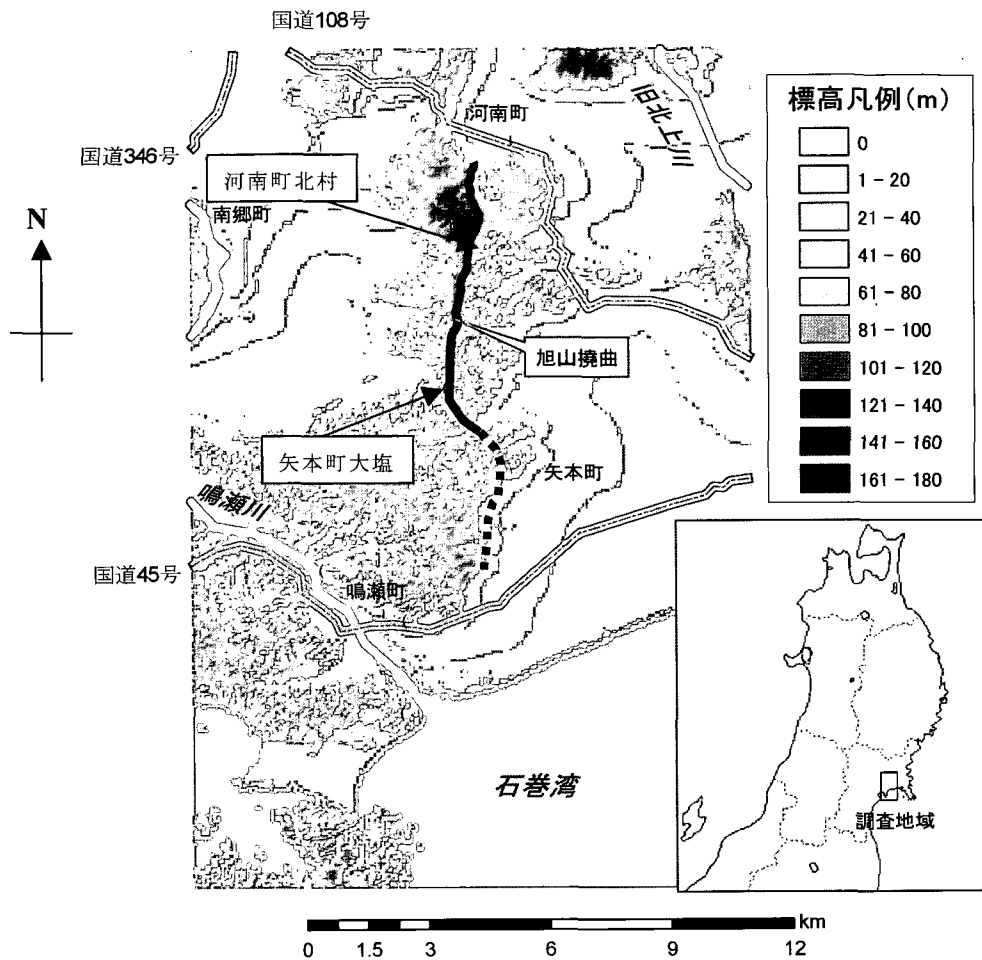


図-3.9 旭山撓曲および調査位置図

旭山撓曲の位置は、活断層研究会(1991)⁸⁾ および中田・今泉編(2002)⁹⁾を参考にした。

3. 4 まとめ

今回の一連の地震活動は、未知の断層の活動によるものと推定されており、観測史上初めて一日に震度6が3回観測された。今回のような内陸直下の地震はどこでも発生する可能性があることから、過去に大地震の発生が記録されていない地域や活断層が確認されていない地域においても、防災体制を整備しておくことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：宮城県北部の地震活動の評価，SEISMO，第7巻第9号，p. 3, 2003.
- 2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：宮城県沖地震の長期評価，SEISMO，第5巻第1号 p. 2, 2001.
- 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：2003年7月26日宮城県北部の地震の評価，SEISMO，第7巻第9号，p. 3, 2003.
- 4) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，第523号，pp. 63-70, 1999.
- 5) (社)日本道路公団：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，406p.，2002.
- 6) 松田時彦：活断層，岩波新書，242p.，1995.
- 7) 池田安隆，島崎邦彦，山崎晴雄：活断層とは何か，東京大学出版会，220p.，1996.
- 8) 活断層研究会：「新編」日本の活断層，東京大学出版会，1991.
- 9) 中田 高，今泉俊文編：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会，60p.，2002.
- 10) 石井武政，柳沢幸夫，山口昇一，寒川旭，松野久也：松島地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，121p.，1982.
- 11) 橋本修一，鳥越祐司：宮城県石巻平野西縁部の旭山撓曲の活動性，日本地質学会第104年学術大会講演要旨，p.369，1997.