

**平成 15 年 7 月 26 日宮城県北部地震（仮称）
災害合同調査団（土木学会・地盤工学会）
合同報告会(速報)資料**



(社)土木学会



(社) 地盤工学会

2003 年 7 月 26 日に発生した宮城県北部連続地震による被害速報

宮城県北部地震災害合同調査団（地盤工学会・土木学会）

1. はじめに

2003 年 7 月 26 日の午前 0 時 13 分頃に気象庁マグニチュード M5.5、午前 7 時 13 分頃に M6.2、午後 4 時 56 分頃に M5.3 の地震が連続して宮城県北部地方に発生した。これらの地震により主に宮城県鳴瀬町、矢本町、鹿島台町、南郷町、河南町の 5 町を中心として 5 月 26 日に宮城県沖で発生した地震（5.26 宮城県沖地震と略称）を大幅に上回る被害が生じた。原稿執筆時点ではこの地震の震源断層は不明であるが、旭山撓曲といわれる地表面に顔を出していない地下に潜った断層付近で発生したものである。内陸における典型的な直下型地震であり、三つのほぼ同じ規模の地震が 24 時間以内に連続して発生した極めて珍しい地震といえる。2 番目に発生した最も大きな規模 M6.2 の地震により震源に近い上述の宮城県北部 5 町に大きな被害が発生している。被災地域は地震の発生する前の 5 日間にわたり 100～150mm 程度の降雨に見舞われおり、悪条件下の地震被害としても特筆される。この地震による死者の報告はない。

地盤工学会は災害連絡会議を中心としてこの地震による災害調査団結成の検討に入り、（社）土木学会との合同調査団である 5.26 宮城県沖地震の被害調査団をそのまま継続・拡大して調査にあたることを決定した（原稿執筆時点の調査団構成は表-1 の通り）。初動調査は地震当日の 7 月 26 日より開始され、さらに初動調査を基に約 25 人から成る合同現地調査が 8 月 2 日に実施された。この報告はこれらの初動調査、合同現地調査の概要を速報としてまとめたものである。

2. 地震および地震動の特性と被害の概要

気象庁発表による連続地震の暫定的な震源要素は以下の通りである（以下では 1～3 番目の地震をそれぞれ前震、本震、余震と仮称する）。

1 番目の地震

発震時刻：2003 年 7 月 26 日 00 時 13 分頃、震央：北緯 38.43 °，東経 141.17 °

震源深さ：11km、規模：M5.5

2 番目の地震

発震時刻：2003 年 7 月 26 日 07 時 13 分頃、震央：北緯 38.40 °，東経 141.20 °

震源深さ：12km、規模：M6.2

3 番目の地震

発震時刻：2003 年 7 月 26 日 16 時 56 分頃、震央：北緯 38.50 °，東経 141.20 °

震源深さ：12km、規模：M5.3

また、気象庁、国土地理院、（独）防災科学技術研究所、東京大学地震研究所などによりメカニズム解、断層パラメータが求められているが、いずれも西落ち傾斜を有する逆断層となっている。東京大学地震研究所により公表されている本震の断層モデルパラメータ(暫定)は以下の通りである。

走向角度：201 °、傾斜角度：42 °、すべり角度：102 °、幅：9km、長さ：12km

最大食い違い量：0.5m、平均食い違い量：0.4m、モーメントマグニチュード：Mw6.0

東北大学地震火山噴火予知センターによる震源分布を図-1 に示す。地震は河南町旭山から約 10km 程の長さで南下する線にそって発生しており、若干西側に深くなる傾向がみられる。これまで明らかにされている震源分布、断層モデルは従来から存在が知られている旭山撓曲の位置と形状と大きく異なるものでないが、本原稿執筆

時点において旭山撓曲付近における震源断層の地表面への出現は発見されていない。

この一連の地震により気象庁計測震度計ネットワーク、宮城県独自の震度情報ネットワーク、(独)防災科学技術研究所の強震ネットワーク K-NET、基盤強震観測網 KiK-net、(独)港湾空港技術研究所の港湾地域強震観測ネットワーク、国土交通省河川・道路等施設強震計ネットワーク、東北工業大学強震観測網 Small-Titan などの多くの強震観測網により強震記録が得られている。これらのうち、気象庁計測震度計ネットワーク、宮城県震度情報ネットワークでは計測震度、最大加速度値は公表されているものの、数値化された強震記録は発表されていない。今回の三つ地震では最も震源に近い地震動を記録したのは主に宮城県震度情報ネットワークであるが、これらの記録の最大加速度、計測震度の代表値を表-2 に示す。表-2 に示されているように鳴瀬町の観測点などでこれまで世界で記録された最大加速度を上回る値が得られている。現在のところ、これらの記録の数値波形が発表されていないことから、その詳細な議論はできないが、計測震度計の設置方法の吟味も加え、加速度の値について慎重な検討が必要となろう。なお、幾つかの観測点においては町役場庁舎内の 1 階フロア、庁舎基礎の上、地盤表面の法面の肩などに計測震度計が設置されており、今後設置方法をめぐって論議を呼ぶ可能性があることを付言しておく。一方、宮城県震度情報ネットワークおよび気象庁計測震度計ネットワークによる震度に加え、K-NET、KiK-net の強震記録から算定された計測震度を整理して上記三つの地震の震度分布図が図 2- (1)、(2)、(3) にプロットされている。また、これらの観測ネットワークによる本震による南北方向、東西方向、上下方向のそれぞれの方向の最大加速度分布を図 3- (1)、(2)、(3) に示す。図-2、図-3 においては旭山撓曲の概略位置も示されている。図-2、図-3 は全般に南北に走る旭山撓曲の西側で震度、加速度が大きくなっていることを示している。これは旭山撓曲の断層タイプである逆断層の上盤側で相対的に大きな地震動が生じたことを示唆していると考えられる。この分布特徴は後述の河川堤防などの盛り土構造物の被害あるいは斜面崩壊などの被害程度と矛盾しない。

この地震による波形記録は上記の K-NET、KiK-net で公開されている。このうち本震の震源に最も近い KiK-net 田尻観測点(震央距離 27km)の地下 100m における記録とスペクトルをそれぞれ図-4、図-5 に示す。図-4、図-5 では 5.26 宮城県沖地震(M7.0)による田尻観測点(震央距離 67km)での記録とスペクトルも比較して示されている。2 地震の規模と震央距離は異なるが、ここでは今回の宮城県北部地震の周期特性を簡単にみるため両者を比較している。図-5 から今回の 7.26 地震は 5.26 地震に比較して規模は小さいものの(それぞれ M6.2、M7.0)、長周期の振幅は今回の宮城県北部地震より地震動は 5.26 宮城県沖地震による地震動よりも相対的に大きいことが示唆される。

図-7 は今回の 5.26 地震による大きな被害を受けた領域を概略的に整理したものである。分布は上述のように旭山撓曲の上盤に相当する西側で広く、かつ大きい傾向が認められる。これらの被害特徴は以下のようにまとめられる。

○典型的な直下地震で被害は局部的であるが、被害の数と量において、5/26の宮城県沖の地震より格段に大きい。

○被害は南から鳴瀬町、矢本町、鹿島台町、南郷町、河南町に集中している。

○被害形態は道路亀裂、急斜面崩壊(落石、剥離など各種)、緩斜面の地すべり流れ、堤防破壊、家屋損壊、民家の瓦の被害、ブロック塀の倒壊、ライフライン(上水道、電力)被害、など多様である。

○道路被害は上記各町に多数発生している。

○大きな急斜面崩壊は鳴瀬町役場付近(小野地区)から北へ矢本町大塩地区、河南町北村地区(旭山一体)にかけての直線上に顕著な様相が認められる。これは旭山撓曲の位置付近に分布する。

○緩斜面の地すべり被害も上記直線上に発生している。特に、河南町北村の旭山周辺の西猿田(沢)地区には旧地形25～15度が地すべりを起こして約100～200メートル流動した被害があり、5/26の宮城県沖の地震における築館のすべりと酷似している。

○これらの急斜面と緩斜面の被害、特に緩斜面の被害は地震前5日間わたって降り続いた雨(100～150mm程度)

が影響していると考えられる。なお、上記の西猿田地区は過去に雨による斜面すべりを何回か起こしているとの住民の情報がある。

○堤防破壊は主に鳴瀬川の南郷町から鳴瀬町に点在して多数発生している。

○家屋被害は上記5町の沖積部（例：河南町広淵、前谷地地区、南郷町二郷、木間塚地区）に多い様相がある。瓦の飛散も多く、上記5町に集中している。

○ブロック塀の倒壊が非常に多い。これも上記5町に集中している。特に、大型の大谷石による補強筋なしの塀の倒壊が顕著。1978年のブロック塀の被害経験が活かされていないことが痛感させられる。発生時刻が土曜日の朝7時ということから人的被害が少ないが、これは奇跡に近いといえよう。

○ライフラインの被害も多い、上記5町でのそれぞれで断水を余儀なくされた。

○ライフラインのうち電力の被害は多様な被害がみられる（例えば、電柱の倒壊、傾き、電柱トランスからの油の流出など）。

○上記5町の震源近傍の墓所で墓石の転倒、飛び跳ね、回転が顕著であり、特に転倒方向に同一性がみられる。これは震源メカニズムに関与する現象であることが推定される。

○地盤の液状化については鳴瀬町牛網地区で、5/26の宮城県沖の地震に続いて再液状化が認められる。

表-1 調査団構成

区分	主調査分野	氏名	勤務先名称
団長	地震動	神山 真	東北工業大学
副団長	構造・地盤	小長井一男	東京大学生産技術研究所
副団長	地盤	風間基樹	東北大学
幹事団員	地盤震動	中村 晋	日本大学工学部
幹事団員	宅地・斜面	橋本隆雄	(株)千代田コンサルタント
団員	地盤震動	片岡俊一	弘前大学理工学部
団員	地盤震動・ライフライン	清野純史	京都大学
団員	地盤	佐々木康	広島大学
団員	地盤	渦岡良介	東北大学
団員	地盤	仙頭紀明	東北大学
団員	地盤	陶野郁雄	山形大学
団員	構造・地盤	塩井幸武	八戸工業大学
団員	港湾	菅野高弘	(独)港湾空港技術研究所
団員	津波・緊急対応	今村文彦	東北大学
団員	災害情報他	山口直也	ティア研究センター
団員	災害情報他	小玉乃理子	ティア研究センター
団員	地盤、斜面	大角恒雄	日本工営（株）
団員	ソ	磯山龍二	日本技術開発（株）
団員	ライフライン	宮島昌勝	金沢大学
団員	地震動	市村 強	東北大学
団員	地盤	山口 晶	東北学院大学
団員	地盤、斜面	梅村 順	日本大学工学部
団員	地質、地盤	富岡伸芳	(株)ダイヤコンサルタント

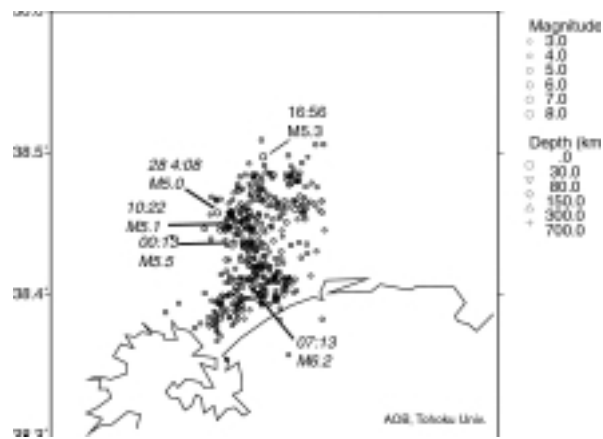


図-1 震央分布（東北大学地震火山噴火予知センター）

表-2 代表的観測点の最大加速度、計測震度

2003年7月26日00時13分 M5.5

観測点	震央距離 (km)	最大加速度(gal)			計測震度	震度階
		南北	東西	上下		
鳴瀬町役場	3.5	603.2	2005.1	584.1	5.9	6弱
矢本町役場	4.5	366.2	476.4	360.3	5.5	6弱
南郷町役場	6.5	267.5	228.9	226.4	5.1	5強
河南町役場	8.1	100.2	91.4	100.6	4.5	5弱
鹿島台町役場	10.1	516.2	489.2	182.9	5.4	5強
石巻市泉町	11.6	301.7	402.6	107.0	4.8	5弱
涌谷町新町	11.7	138.8	173.0	73.9	4.6	5弱

2003年7月26日07時13分 M6.2

観測点	震央距離 (km)	最大加速度(gal)			計測震度	震度階
		南北	東西	上下		
鳴瀬町役場	1.0	635.5	755.8	923.3	6.0	6強
矢本町役場	4.2	667.1	849.5	1241.7	6.2	6強
南郷町役場	9.9	366.1	491.3	192.8	6.0	6強
鹿島台町役場	10.5	1605.5	910.3	497.2	5.9	6弱
石巻市泉町	11.2	390.5	488.7	236.9	5.2	5強
河南町役場	11.3	336.5	325.3	332.0	5.7	6弱
涌谷町新町	15.2	555	513.4	284.7	5.8	6弱

2003年7月26日16時56分 M5.3

観測点	震央距離 (km)	最大加速度(gal)			計測震度	震度階
		南北	東西	上下		
河南町役場	1.1	649.2	255.9	499.0	5.7	6弱
南郷町役場	4.9	275.9	165.7	126.0	4.9	5強
涌谷町新町	6.9	254.5	341.9	129.5	5.2	5弱
桃生町役場	8.4	174.8	162.1	149.9	4.7	5弱

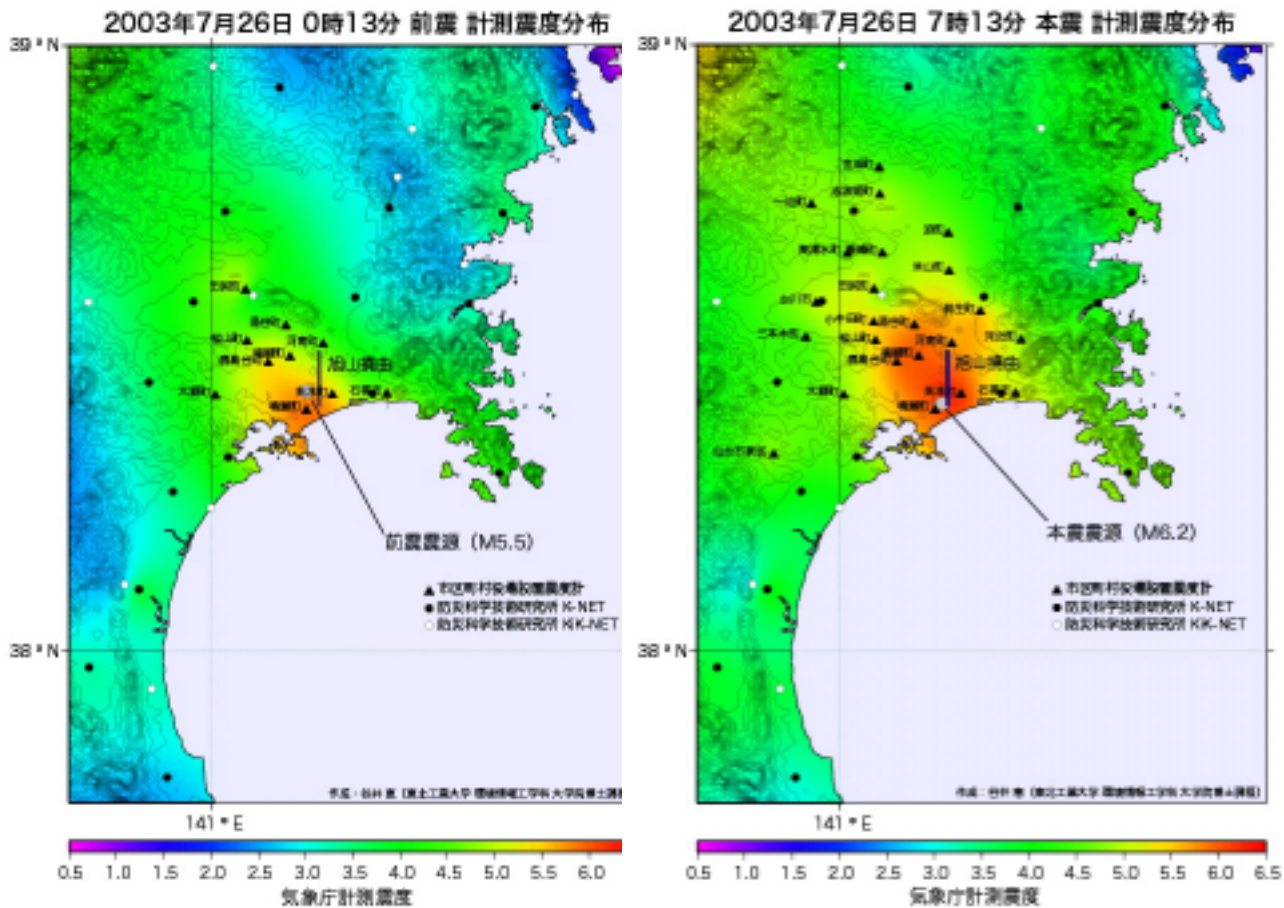


図-2 (1)、(2) 震度分布

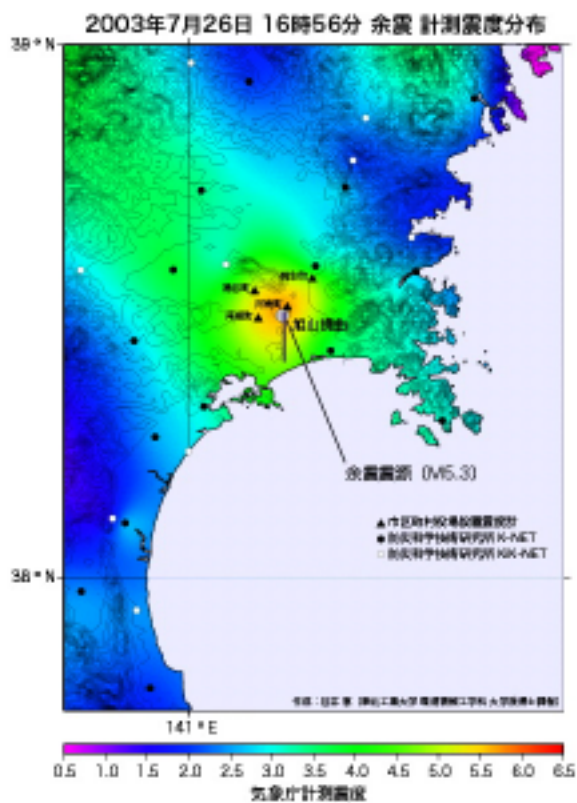


図-2 (3) 震度分布

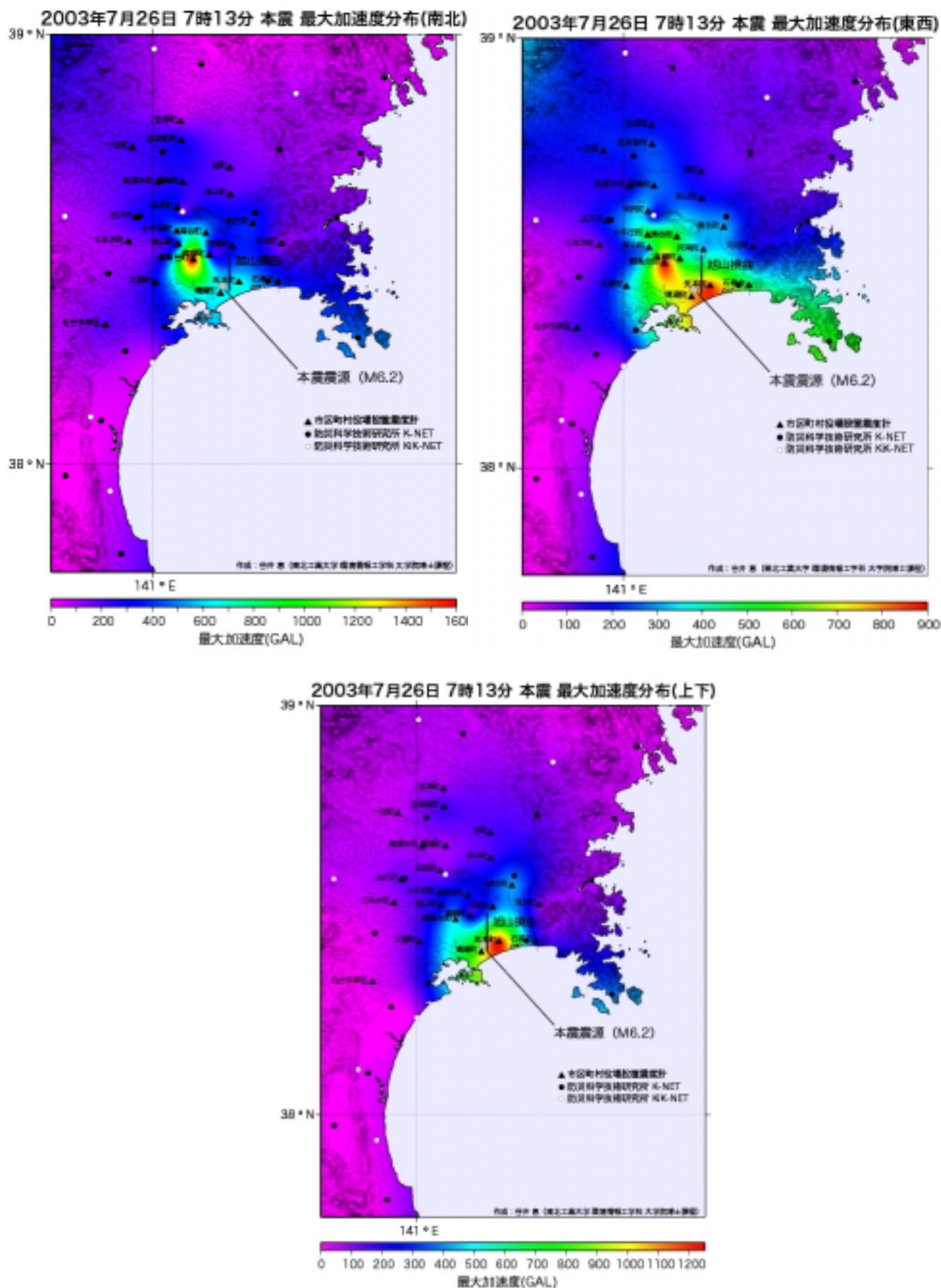


図3 最大加速度分布

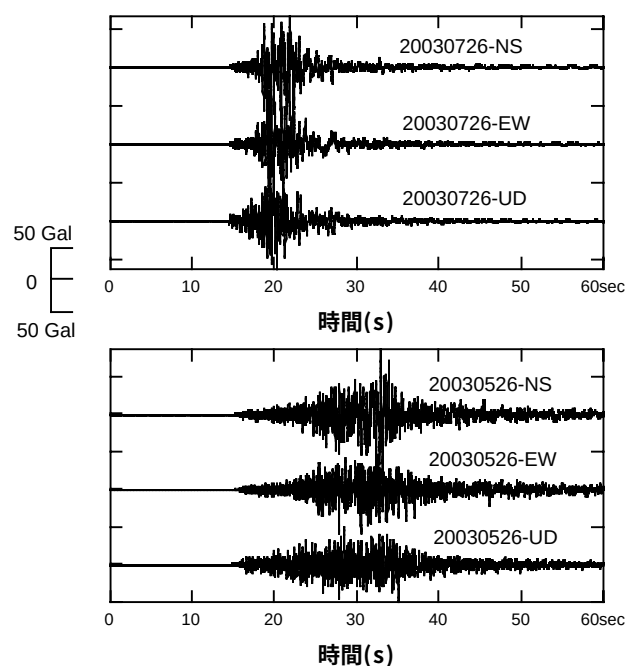


図-4 Kik-NET 田尻観測点における基盤での強震記録の比較

(上：2003 年 7 月 26 日の宮城県北部地震の本震)

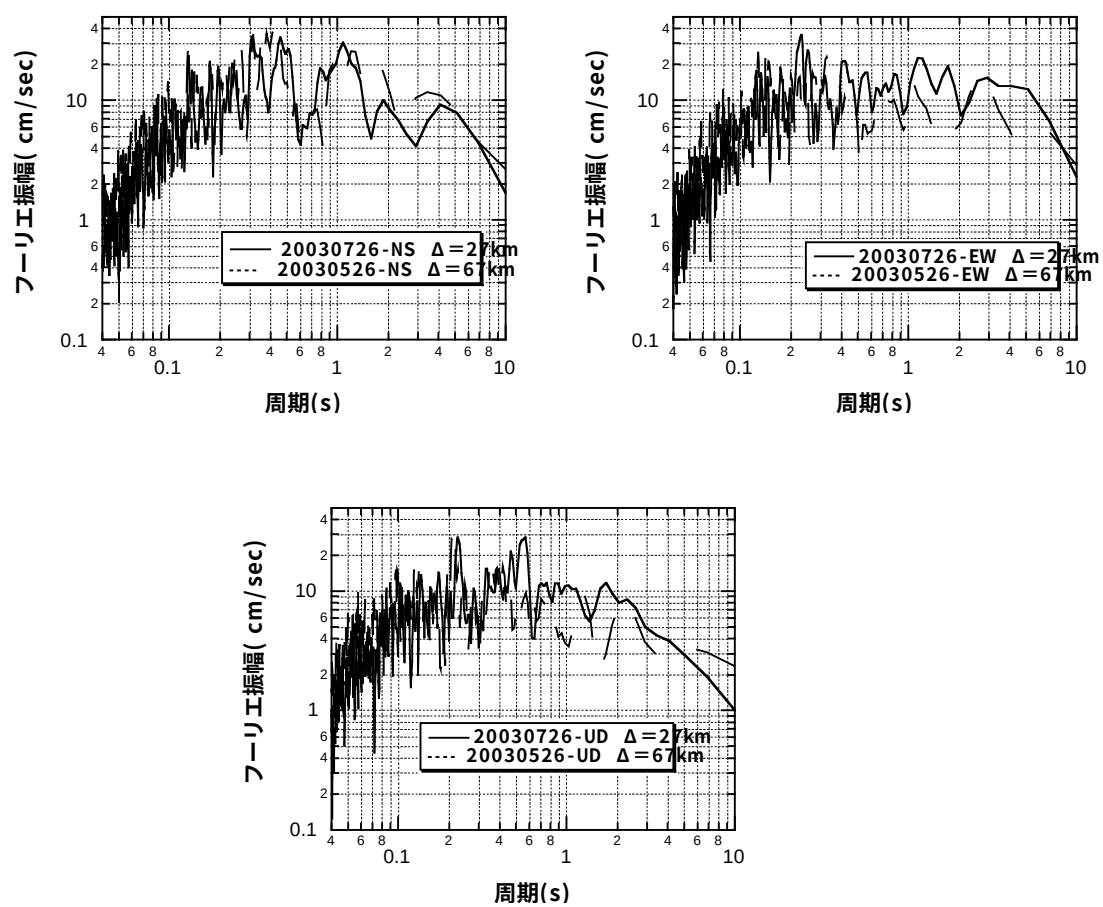


図-4 Kik-NET 田尻観測点における基盤での強震記録のスペクトル比較

(2003 年 7 月 26 日の宮城県北部地震の本震と

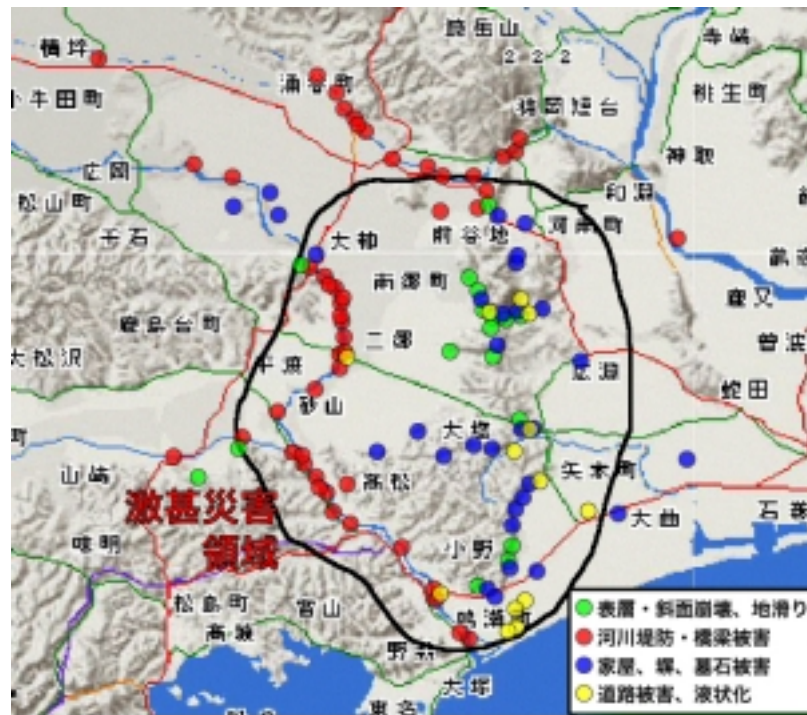


図-6 地震被害の概略分布

3. 地盤災害：斜面崩壊および宅地擁壁の被害

(1) 地盤災害の概要

今回の地震では、震度6強を記録した鳴瀬町・南郷町・矢本町・河南町において、多くの斜面崩壊や宅地盛土擁壁の被害が見られた。これら地盤災害を大きく分けると、

- ① 自然斜面 ... 固結した岩の亀裂・崩壊
 ... 比較的軟らかい表土層の崩落
- ② 地形改変による斜面 ... 盛土(宅地・農地)
 ... 切土(土取場を含む)風化した表層の剥落・崩壊

③ 宅地盛土擁壁の被害

に分類することができる。これらは、いずれも震源域直上に位置するエリアで生じたものがほとんどである。

写真：固結した岩の亀裂・崩壊



(2) 自然斜面

自然斜面の崩壊のうち、比較的硬い岩の亀裂や崩壊は、地表に現れていない断層変位の影響があったと考えられる。言い換えると、軟らかい表層地盤は断層変位によるひずみを吸収できるのに対して、硬い地盤は断層変位によるひずみに追従できず、地表に亀裂性の岩盤崩壊となって顕在化したと考えられる。また、比較的軟らかい表土層の崩落は、降雨に加えて強い震動があったことが主因と考えられる。

写真：切土面の表層部の崩落



(3) 地形改変による斜面

震源域直上では、人為的な地形改変によって出来上がった盛土や切土斜面にも多くの変状が見られる。このうち、この地域では土取のための切土斜面が多く見られるが、その多くで表面の風化部分の崩落が見られる。一方、盛土斜面の崩壊は、より深刻な被害となっている。この中には、前震で崩壊したもの、本震で崩壊したものなど、降雨の影響や大きな前震で一旦強度が弱くなったことが影響した可能性もある。

泥流化した斜面災害の航空写真（左：5.26 地震の築館町、右：7.26 地震の河南町）—国際航業（株）提供—



(4) 泥流化した斜面災害の類似性

河南町北村の西猿田地区では、5月26日の地震の際に築館町で見られた斜面崩壊と非常によく似た形態の土砂崩壊があった。下表に、これら2地点の共通点と相違点をまとめた。このような地震を引き金にした泥流状の土砂崩壊が生じる地盤の土質の特徴としては

- ① 細粒分を多く含む(20～30%)砂質土であること
- ② 土粒子の骨格構造がゆるいこと... すなわち造成盛土によって、よく締め固められない状態のまま斜面を形成していること
- ③ 含水比が高いこと... 沢部など集水地形にあり、常時、水を多く含むことがあげられる。

前ページ写真や下表に示すように形態的な特徴は非常に類似しているが、土質は明らかに異なる(築館の土は、軽石混じり火山灰質シルト質砂であるが、河南町の土はそれほど特殊な土ではない)とともに、振動中に崩壊した築館と振動が終わってから2-3分後に崩壊した今回の河南町の違いは注目に値する。その詳細なメカニズムは今後の研究が必要である。

表 5月26日地震：築館町の斜面崩壊と7月26日地震：河南町北村地区の斜面崩壊の比較

共通点(類似点)項目	5月26日地震：築館町	7月26日地震：河南町
成り立ち	沢部に盛り土した (農地造成)	沢部に地山を押出した. (農地造成)
崩壊領域の最大幅	約40m	約30m
崩壊領域の最大長さ	約80m	約30～50m
流下距離(崩壊部上端～末端)	約200m	約150m
自然含水比	26～56%	約30%
土質大分類	砂質土	
崩壊形態	泥流状になって早い速度で流下した. ただし、速度は築館>河南と考えられる.	
泥流化のメカニズム	振動によって土のせん断抵抗が低下した ただし、詳細なメカニズムに関しては学術的な研究項目	

相違する項目		5月26日地震：築館町	7月26日地震：河南町
土質	土質分類名	軽石混じり火山灰質 シルト質砂	レキ混じり細粒分質砂
	土粒子の密度	2.31-2.48(軽石)	2.70-2.71
	粒度分布	レキ(2mm～)	20%
		砂(75μm～2mm)	50%
		シルト(5～75μm)	20%
		粘土(～5μm)	10%
	崩壊部斜面の角度	約7度	約20～30度
崩壊のタイミング		振動中	振動終了後2-3分後 余震の際にも一部崩壊
降雨の有無		地震前の降雨なし	地震前・最中にも多量の雨
振動の履歴		本震による震動のみ	本震の前に大きな前震

泥流化した土砂崩壊の事例は、過去の地震(1968年十勝沖地震, 1970年ペルー地震, 1978年宮城県沖地震, 1984年長野県西部地震, 2001年エルサルバドル地震など)でも報告されており、大きな人的被害をもたらす可能性があるため、危険箇所を洗い出すための調査技術・対策技術を開発する必要がある。

4.土木構造物の被害

1)河川堤防の被害と特徴

河川堤防の被災位置を図に示す。さらに、その中で最も大きな 2m 程度の段差を伴う様な被害を受けた鳴瀬川の木間塚橋の下流に生じた右岸、左岸側の被害を写真に示す。これら図、写真はいずれも国土交通省東北地方整備局河川部および北上川下流工事事務所より提供を受けたものである。被害の特徴は以下に示す 3 つである。一般に盛土に被災形態は図に示すように 4 種類に分類され、鳴瀬川の木間塚周辺の右岸および左岸における被災はタイプ II の盛土すべり破壊に分類される。鳴瀬川流域を中心とする河川堤防の被害形態は、タイプ I の法面崩壊、タイプ II の盛土すべり破壊、およびタイプ IV の盛土沈下に分類されると推定される。盛土を直接支持している地盤の完全な支持機能の喪失(例えば液状化などに起因した喪失)に伴うタイプ III の盛土分断破壊は現時点で認められていない。



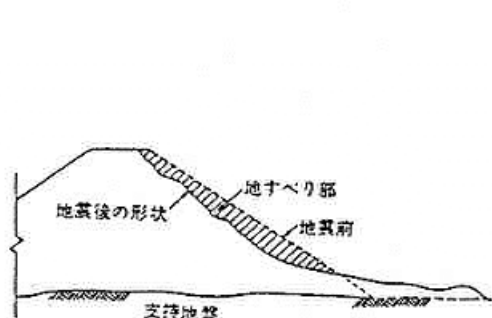
図 河川堤防被災位置



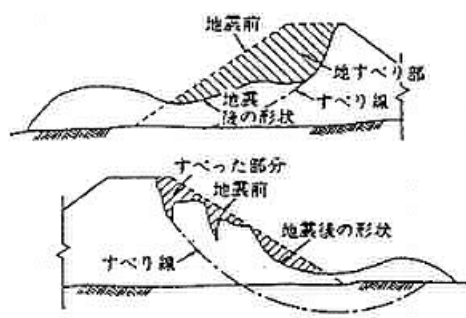
写真 鳴瀬川木間塚周辺における河川堤防の被害状況
(左：右岸側、右：左岸側)

- 鳴瀬川流域に被害が集中し、北上川流域では被害がほとんどみられない。
- 横断面が東西方向を向いている堤防に被害が多く、南北方向に向いている堤防の被害が少ない。
- 被害の多くは、本震(7月26日7時13分発生)により発生した。

次に、宮城県に地震被害をもたらした最近および過去の地震による2003年7月26日に発生した宮城県北部地



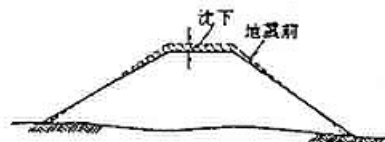
タイプⅠ 法面崩壊



タイプⅡ 盛土すべり破壊



タイプⅢ 盛土分断破壊



タイプⅣ 盛土沈下

震により被災した河川堤防周辺の被災状況を以下に示す。これより、本地震による被災位置は、1978年宮城県沖地震により被災した鳴瀬川周辺の河川堤防の被災位置と異なっていることが分かる。

■ 2003年5月27日宮城県の沖地震による被害なし

■ 1978年宮城県沖地震との関係

(1)鳴瀬川および北上川、鳴瀬川支流の吉田川、江合川にも被害

(2)鳴瀬川では浜市などの河口部で被害が大

(3)木間塚周辺の右岸部(7/26の被害位置の南)にも被害あり

最後に、本地震による被災原因を推定上で重要な土質などの環境条件を以下に示す。まず、堤防の支持地盤は比較的柔らかい地盤であり、場所に応じた土質毎の地層厚の変化は、震動特性の場所に応じた差異をもたらし、結果として被災位置が偏在することになる。また、大きな前震は盛土内部の応力状態の変化、地震前からの降雨は盛土自体の重さの増加と強度の低下をもたらしていると推定される。これらと、本震による強い揺れ、さらにその震動特性と相まって被害が発生したものと推測される。

■ 堤防とそれを支える地盤は、堤体が砂、その下に粘性土、その下が砂質土で構成され、堤防を支える地盤の土質の地層厚は場所によって異なっている。

■ 本震前に大きな前震が発生している。

■ 地震前より雨が降っており、水位が地震前日の7/25日に指定水位を越えていた。

2)小野橋(鳴瀬川)の被害

鳴瀬川の下流に位置する小野橋は昭和11年に架設され、橋長247.8mの単純プレテンションPCT桁、単純鋼桁であり、落橋防止のためPCケーブル方式による連結装置、鋼製ブラケットによる下部構造の拡幅が行われている。

被害は本震により発生し、橋自体の被害は全支間の桁が20cmほど右岸川に移動し、支承の損傷また支承の台座からの落下、さらに桁の段差などであり、落橋防止機構のない橋台部で落橋の可能性があることから交通規制が行われていた。また、橋台周辺の堤防にもクラックや沈下が生じていた。

最近および過去の地震による被害として、2003年5月26日に発生した宮城県北部地震による被害は発生していないが、1978年宮城県沖地震の際にも本地震と同様に支承の損傷、アンカーボルトの破損が発生し、橋軸方向に65cm、橋軸直交方向に10cmの桁の移動が発生していた。