

## 8. 斜面の被害状況

### 8. 1 斜面に関する被害の概況

国土交通省調べによると、7月26日に発生した地震により、宮城県において55件のがけ崩れ、1件の地すべり、1件の土石流等が発生している。これらの多くは河南町、鳴瀬町、矢本町といった震源に近い地域で発生していた。

一方、道路斜面については、落石およびのり面崩壊等が国道1箇所、地方道4箇所報告されている。これら落石やのり面崩壊のほとんどは、震源に近接する旭山丘陵（標高100～170m）を中心に発生していた。

### 8. 2 調査の概要

斜面の調査は、被害報告のあった急傾斜地崩壊危険箇所、道路斜面及び地すべりを対象として実施した。急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべりの調査は、国土技術政策総合研究所及び土木研究所の職員4名が7月31日～8月1日に松山町、河南町、鳴瀬町、津山町において計6箇所の急傾斜地崩壊危険箇所を、河南町において1箇所の地すべりの現地調査を行った。調査はいずれも、主に斜面下部からの目視により実施した。

道路斜面（切土斜面）の調査は、土木研究所の職員3名が落石や崩壊の地質的要因を探るべく、7月28～29日にかけて、国道45号線、県道27号線および150号線の斜面地質調査を実施した。

今回現地調査を実施した箇所は次のとおりであり、そのうち主な箇所について報告する。

#### (1) 急傾斜地崩壊危険箇所

- 鳴瀬町 往環地区
- 鳴瀬町 北赤崎地区
- 津山町 竹の沢地区
- 松山町 丸山地区
- 松山町 氷室地区
- 河南町 天王山の3地区

#### (2) 道路斜面

- 鳴瀬町 小野（国道45号線）
- 鳴瀬町 小野（県道150号線）
- 鳴瀬町 野蒜（県道27号線）

#### (3) 地すべり

- 河南町 北村地区

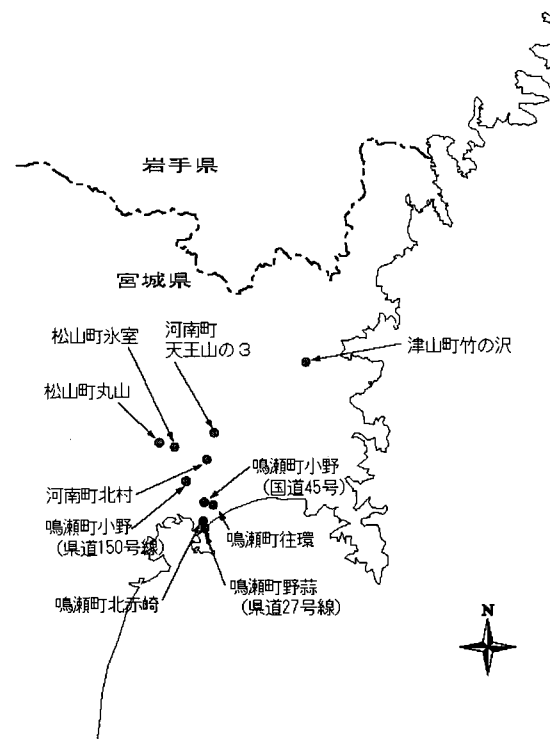


図 8.1 調査位置図

## 8. 3 調査

### 8. 3. 1 急傾斜地崩壊危険箇所

#### (1) 落石

##### ① 鳴瀬町 北赤崎地区

本地区は、前震（0時13分発生）、本震（7時13分発生）の震源に近い地域（前震、本震の震源からそれぞれ4km、2km離れている）にある。高さ約15m程度の南向き斜面で、はく離型の崩落により落石が発生していた（図8.2）。地質は凝灰角礫岩である。オーバーハングしていた岩塊（6m×6.3m×4m）がほぼ垂直に落下した。調査日時点（8月1日）では、斜面はほぼ垂直に切り立っていた（写真G8.1）。崩落以前にはオーバーハング部の頂点と家屋の軒先までの水平距離は0.5m～1.0m程度であった。岩塊が衝突したと考えられる部分では家屋の屋根、柱、外壁のいずれもが1、2階とも大破している（写真G8.1）。また、2階部分は大きくがけ側に傾いていた。

隣接する斜面においては、調査日（8月1日）時点もオーバーハングしている箇所が残っていた。オーバーハング部の高さは斜面下端より約12mであり、張出しの長さは3.5m程度であった。

#### (2) 斜面崩壊

##### ① 鳴瀬町 往環地区

本地区も、前震、本震の震源に近い地域（前震、本震の震源からそれぞれ2km、0.5km離れている）であり、国道45号線に面している。高さ約30m、上部の勾配55°、下部の勾配が30～40°の斜面において表層土及びその下層の風化した凝灰質砂岩が崩落した。斜面は南東向きで、崩壊はナラを中心とした広葉樹と杉の人工林の境界で発生した。崩壊土砂とともに杉やナラの倒木が混じることから、周囲と同様の植生であったと考えら

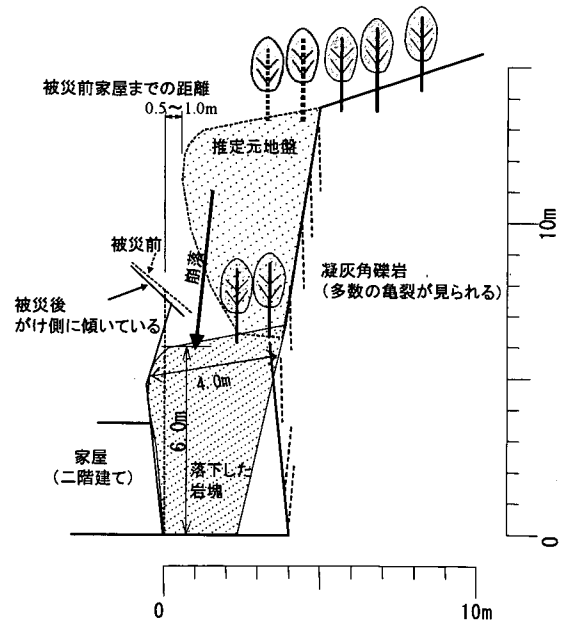


図8.2 鳴瀬町北赤崎地区で発生した落石の断面図



写真8.1 鳴瀬町往環地区で発生した斜面崩壊

れる。崩壊地の上端は斜面の遷急線とほぼ一致する（図 8.3、写真 8.1）。崩壊地の斜面長は 15~20m、幅 65m、深さ 0.5~0.7m、勾配約 55° であった。崩壊土砂量は 700 m<sup>3</sup>程度と考えられる。崩壊土砂は、周辺斜面の地形の状況から見て、崖錘上に堆積している。堆積土砂の勾配は堆積斜面と同程度で 30~40°、堆積長は約 35mである。崩壊土砂の大部分は礫であり、礫径が 0.5~1.0m程度のもものが卓越していた（写真 8.2）。また、崩壊土砂には多くの倒木が混入していた。住民への聞き取り調査によると、この崩壊は前震（鳴瀬町の震度は 6 弱）、本震（鳴瀬町の震度は 6 強）の 2 度の地震により発生した。なお、崩壊土砂は家屋には到達していなかった。

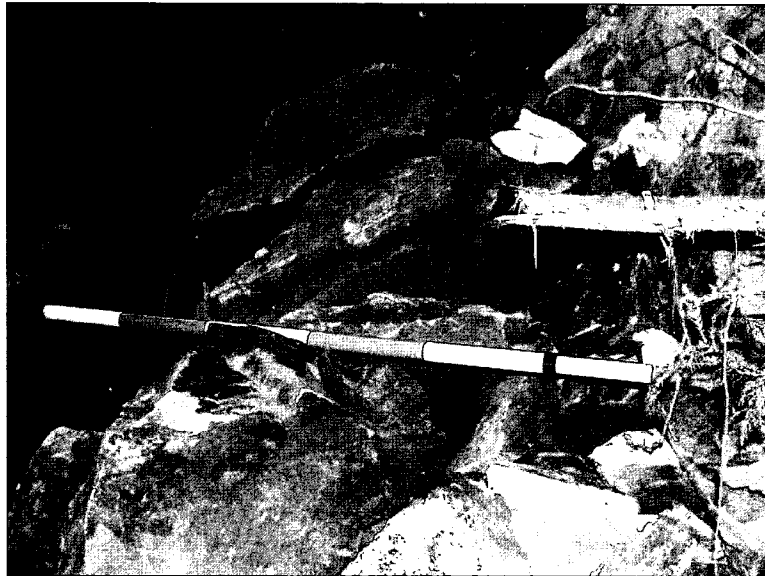


写真 8.2 鳴瀬町往還地区で発生した斜面崩壊の崩壊土砂

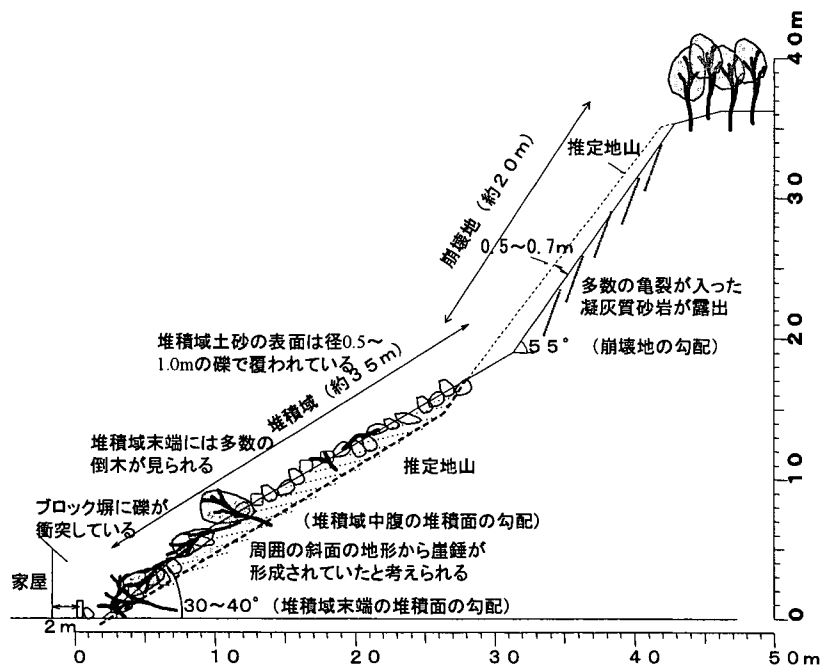


図 8.3 鳴瀬町往還地区で発生した斜面崩壊の断面図

② 津山町 竹の沢地区

本地区では、余震（16時56分）直後に斜面崩壊が発生した（余震の震源から約11km）45°の斜面の下部において、長さ約70m、幅約50m、崩壊深最大3mの表層崩壊が発生し（図8.4、写真8.3）、斜面直下の竹の沢川を一部埋塞した。竹の沢川には溪流保全工が施工されているが、流路断面（河床幅8m、深さ2.2m）の約30%が崩壊土砂、倒木によって閉塞していた。崩壊地の地質は粘板岩類からなり、崩壊地の勾配は約45°であり、崩壊した表層土塊の一部は、樹木がわずかに傾いた状態で斜面上に堆積していた。崩壊土砂の中には表層土に混じって節理に沿って崩れた風化した粘板岩の礫（礫径30~50cm）が見られた。崩壊土砂の堆積勾配は約35°であり、到達距離は斜面下端から約7mである。崩壊面積は約2,000m<sup>2</sup>であり、崩壊土量は約2,200m<sup>3</sup>と推察される。崩壊地において湧水は認められなかった。

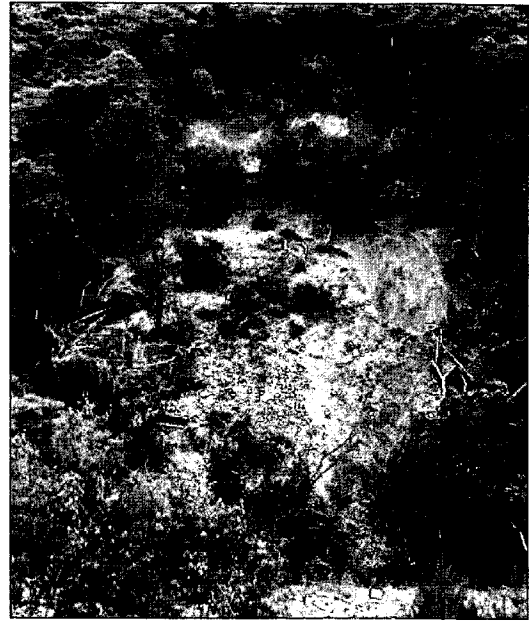


写真 8.3 津山町竹の沢地区で発生した斜面崩壊

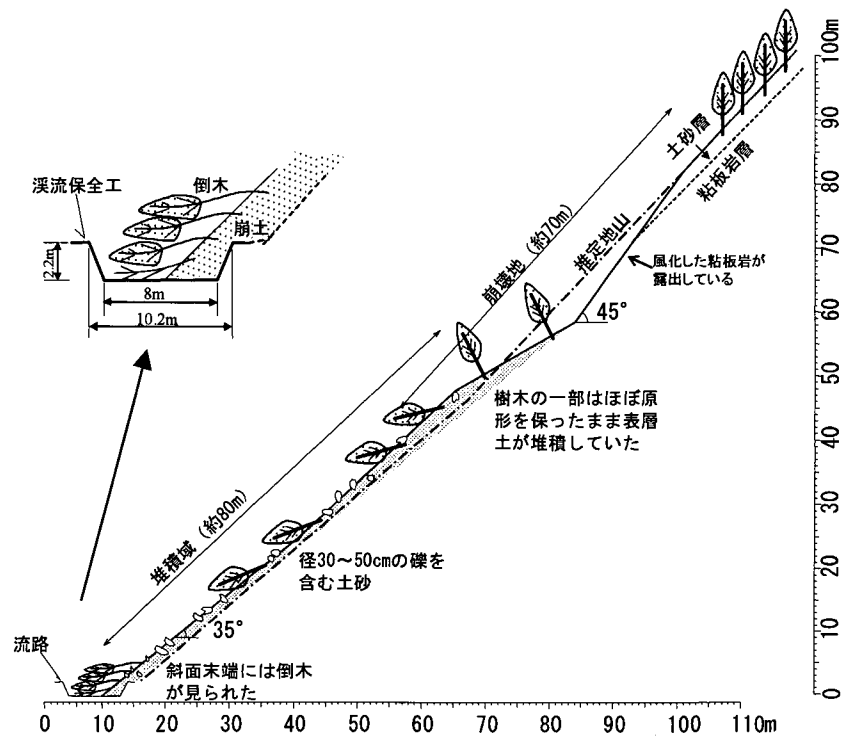


図 8.4 津山町竹の沢地区で発生した斜面崩壊の断面図

## 8. 3. 2 道路斜面

### (1) 落石

#### ① 国道45号線40.6Kp（鳴瀬町小野，写真8.4）

この斜面は角度75°で、海食により形成された自然斜面である。斜面右下部と斜面上部の岩塊が剥落した。斜面右下部は、高さ10m×幅3m×厚さ1mの岩塊が高さ8mの位置から、亀裂沿いに剥落した。一方、斜面上部は、高さ2m×幅3m×厚さ0.75mの岩塊が高さ15mから落下した。崩壊量は両者併せて10m<sup>3</sup>であると推定される。

対策工として斜面には、ロックネットと2m高の落石防護柵が設置されていた。剥落した土石は第三紀中新世の松島湾層群大塚層の凝灰岩で、岩片自体は硬いものの、亀裂沿いに風化していた。ブロック状に分離し、いずれも落石防護柵内に収まり、路面等への顕著な影響は見られなかった（写真8.5）。



写真8.4 国道45号線40.6Kpの崖崩れ

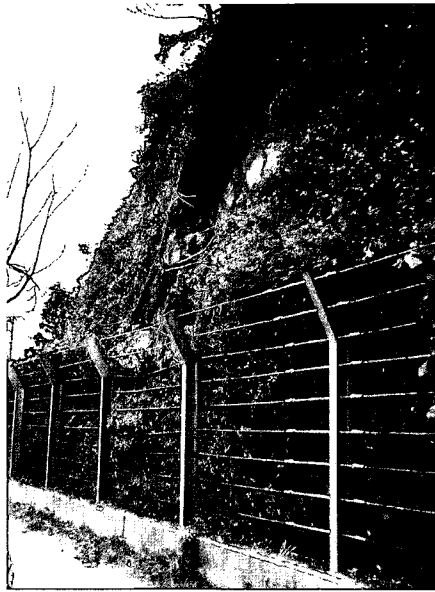


写真 8.5 斜面右下部の剥落  
剥落した岩塊は、全て落石防護柵内に収まった。

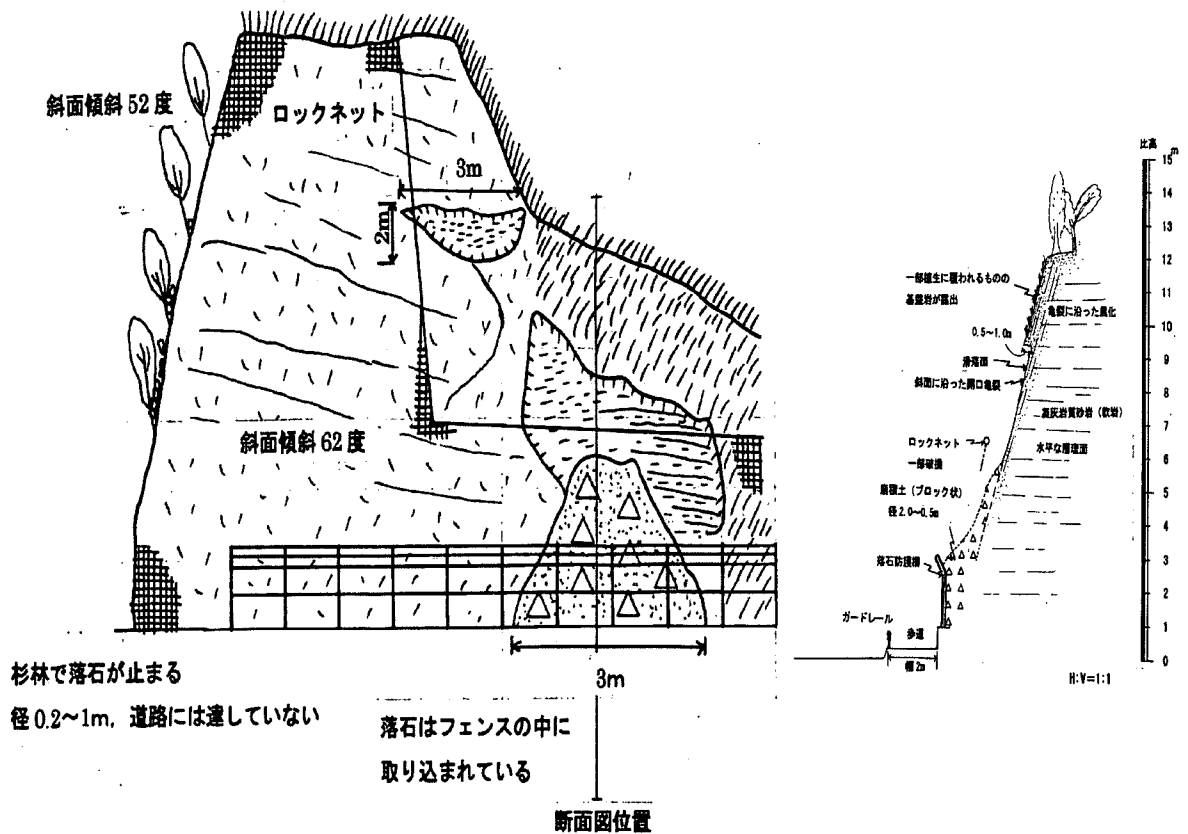


図 8.5 地質スケッチ図

② 県道 27 号線 奥松島松島公園線 (鳴瀬町野蒜)

この斜面は角度  $70^\circ$  で、海食により形成された自然斜面である。高さ  $6\text{m}$  × 幅  $4\text{m}$  × 厚さ  $1.5\text{m}$  にわたり、岩盤が亀裂沿いに剥離し落下した。斜面には、ロックネットが張られていたが、落下した岩塊等により破られていた。崩壊量は  $20\text{m}^3$  程度であると推定される。落下した岩塊は第三紀中新世松島湾層群松島層の凝灰岩で、岩片自体は硬く、亀裂沿いに風化していた。ブロック状に分離し、最大幅  $4\text{m}$  × 高さ  $3\text{m}$  であった (写真 8.3)。

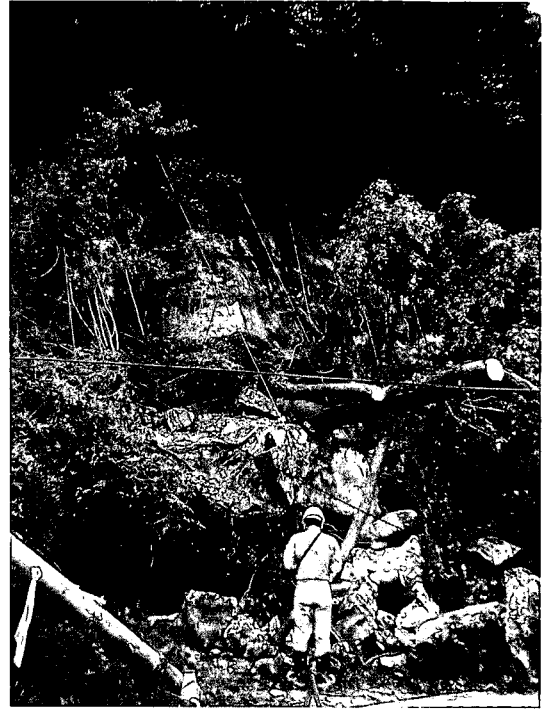


写真 8.6 県道 27 号線の落石

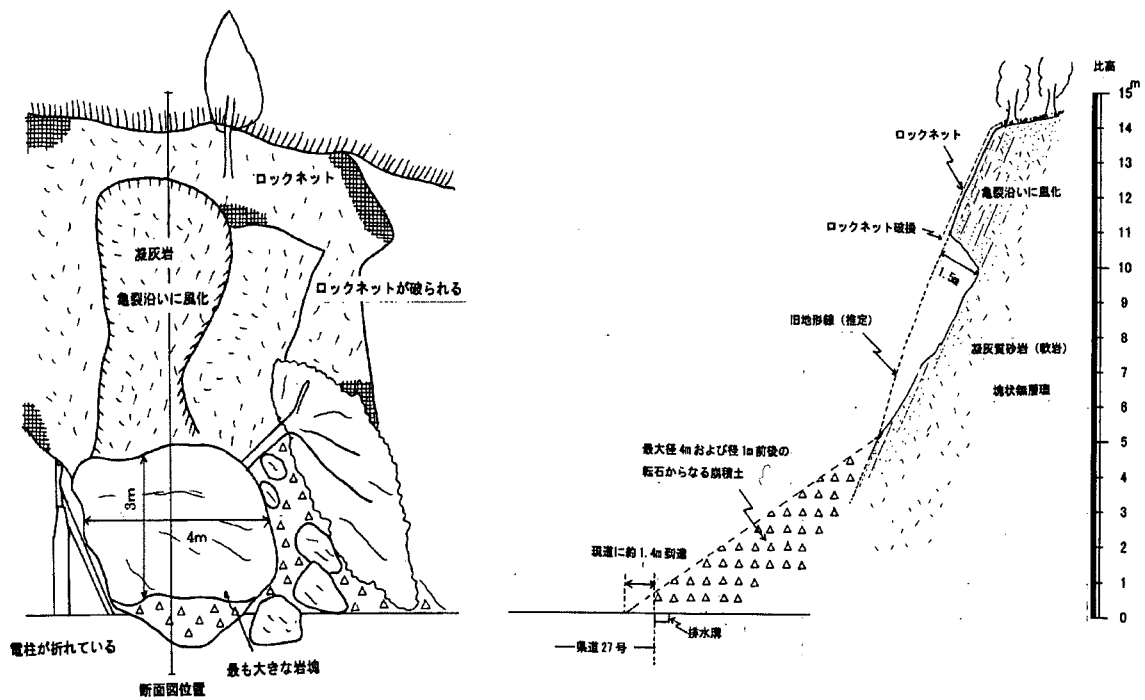


図 8.6 地質スケッチ図

## (2) のり面崩壊

### ① 県道 150 号線 鳴瀬南郷線 (鳴瀬町小野)

高さ 11m、幅 30m のモルタル吹き付けの切土斜面で、斜面の右上、中上、左上の 3箇所が剥落していた (図 8.7、写真 8.7、写真 8.8)。斜面右上部では、高さ 3m×幅 4m のモルタルの吹き付けコンクリートと岩塊が高さ 8m から剥離し落下した。崩壊量は 3箇所併せて約 5m<sup>3</sup> である。剥離箇所内部の岩盤は、第三紀中新世の松島湾層群大塚層の砂岩で、著しく風化しており、直径 1m 以下の小岩塊が浮き石上に点在していた。また、モルタルとの間には空隙があり、その周囲のモルタルに亀裂も認められた。

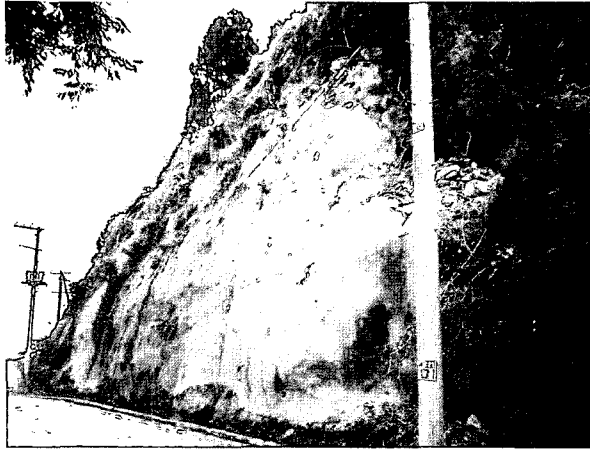


写真 8.7 のり面崩壊 (鳴瀬町小野)



写真 8.8 斜面左上と中上の剥落部分

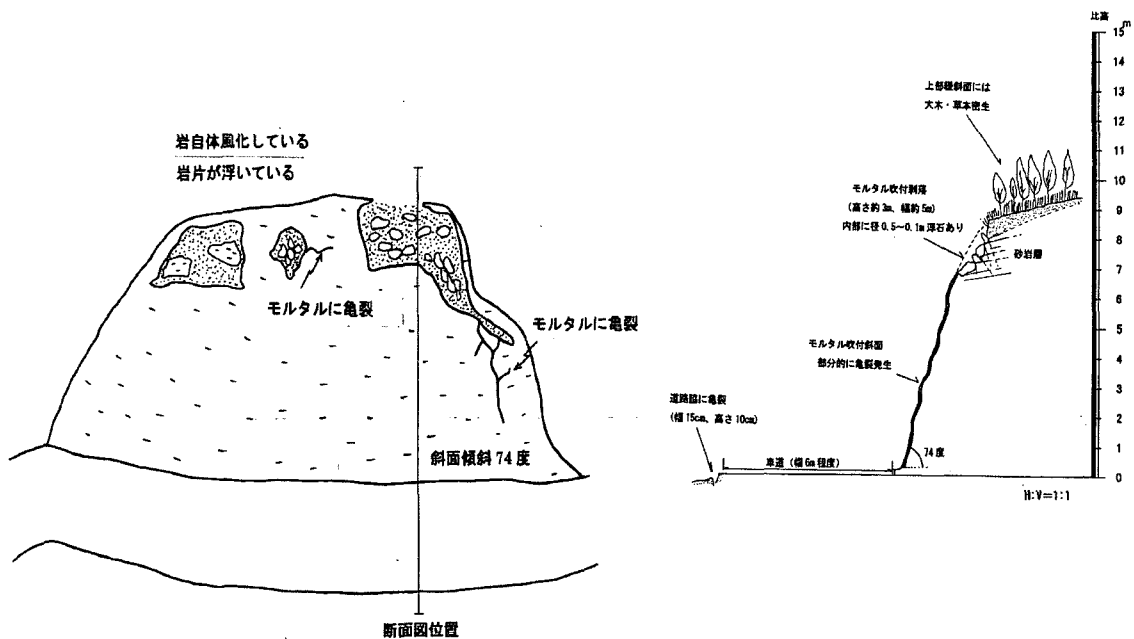


図 8.7 地質スケッチ図



### 8. 3. 3 地すべり

7月26日7時13分に発生した地震（本震）により河南町の1箇所で崩壊性の地すべりが発生した（写真 G8.2）。発生した地すべりは、開墾された水田を頭部として最大幅約40m、長さ約50m、深さ約7mで移動しており、発生域の元斜面勾配は約20°であった。移動した土塊は崩壊した斜面の一部（発生域）と斜面下部の水田（流下・堆積域）に堆積しており、その移動距離は約100mに達していた（図8.8）。堆積域の末端から滑落崖を見通した角度は10°程度と緩い勾配であった。堆積

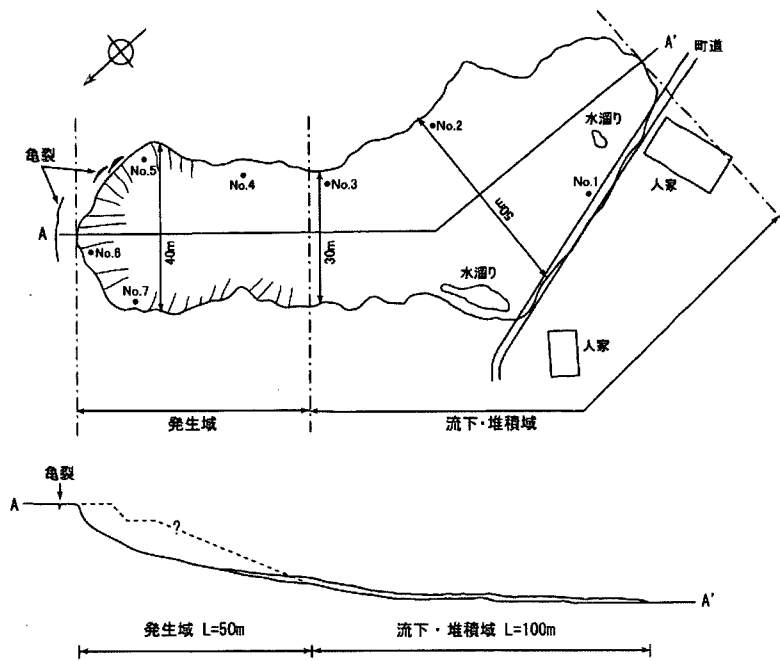


図 8.8 北村地区で発生した地すべりの概要（スケッチ）

域の幅は約30~50m、長さは移動方向（A-A'）に沿って約100mであった。移動土砂の堆積厚は約0.5m~1.0mで、堆積域全体にわたり薄く広がっていた。また、移動土砂の堆積勾配は約5°であった。地すべり発生斜面の元斜面形状は、崩壊の発生しなかった周辺の斜面形と同じく縦断方向には直線斜面形であったと推察される。また、崩壊発生斜面より上部は棚田状に2段の水田があるもののほぼ水平の地形を呈しており、集水地形ではなかった。

地質図によると地すべりの発生した箇所の表層地質は凝灰質砂岩である。地すべり頭部の滑落崖には比較的締まった砂質土が露頭していたが、斜面下方ほど粘土質となっていた。発生域の一部からは地下水の浸出が認められ、堆積域には水溜りが形成されていた。調査日時点（7月31日）においては降雨がなかったにも拘わらず、堆積した土砂は水分を多量に含み歩行が不可能であるほどに軟質であった。

北村地区の7月の降雨量（涌谷観測所、当地区より約10kmの地点にある気象庁観測雨量計、値は暫定値）は図8.9のとおりである。地すべり発生前の累積雨量は、24時間以上の降雨中断後の7月23日24時から7月26日7時までには102mmが観測されている。また、地すべり発生直前の時間降水量は2mm/h、24時間降水量は20mm/24hである。なお、今回の地すべりでは町道の一部が崩壊土砂の堆積により埋塞し通行不可能な状

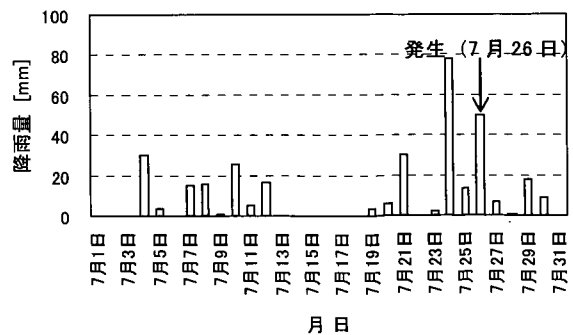


図 8.9 7月の降雨量（気象庁涌谷観測所）

態となったが、家屋被害、人的被害はなかった。

## 8. 4 分析・考察

### 8. 4. 1 急傾斜地崩壊危険箇所

#### (1) がけ崩れの分布

国土交通省の調べ（8月25日現在）によると、がけ崩れ55件の発生が報告されている。さらに、宮城県土木部の調べによると、これに加えて、35件のがけ崩れが報告されている。なお、これら、35件のがけ崩れは人家への影響がなかったものである。以下では、合計90件のがけ崩れについて分析する。

これらのがけ崩れは震源に近い鳴瀬町、河南町、矢本町に集中している（図8.10）。次に、7月26日の前震、本震、余震のうち、最大震度と崩壊の発生件数の関係を検討した。ここでは、気象庁発表のデータ（[http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003\\_07\\_26\\_miyagi/](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003_07_26_miyagi/)）に基づき、市町村ごと（仙台市は区ごと）に1つの震度であるとした。ただし、牡鹿町（がけ崩れ1件発生）、塩竈市（がけ崩れ1件発生）は気象庁の震度データには観測地がないため、隣接する女川町、利府町のデータをそれぞれ用いた。その結果、図8.11に示すように、最大震度が6弱以上であった河南町、鳴瀬町、矢本町及び鹿島台町で84%の崩壊が発生しており、南北方向に12km、東西方向5kmの範囲に集中している。また、これらの地域は5月26日の震度に比べて7月26日の最大震度の方が大きい地域となっている。また、同地域は7月23日から3回の地震発生までの累積雨量は、90～130mm程度であった（宮城県土木部調べ）。

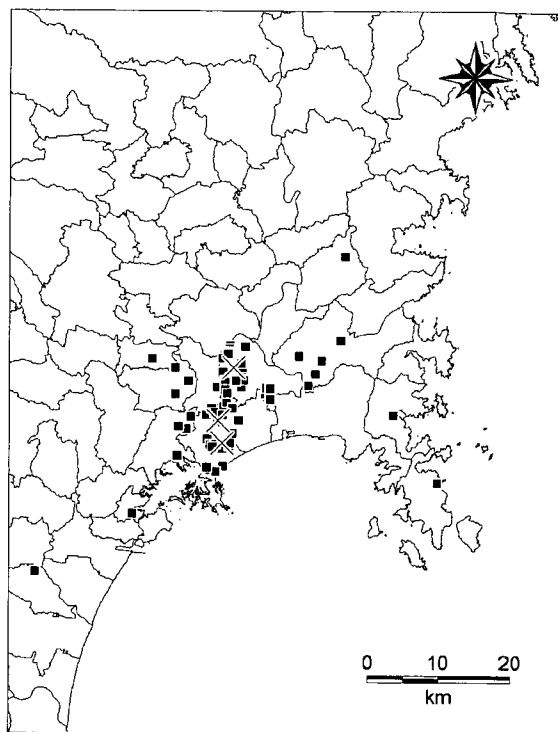


図 8.10 土砂災害の発生箇所

図中の×は震源を示す

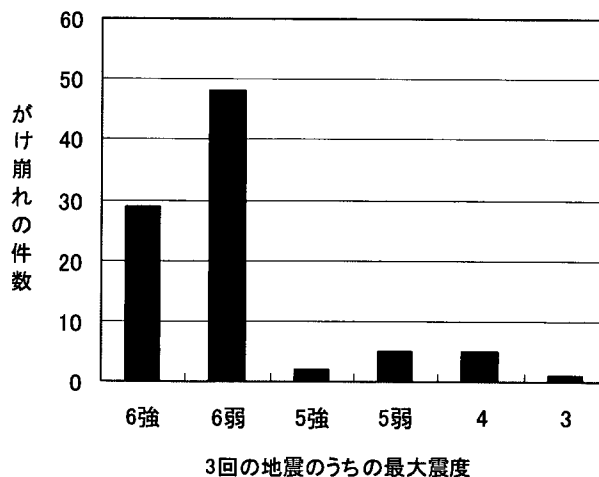


図 8.11 最大震度別の崩壊件数

## (2) がけ崩れの特徴

### 1) 落石

新第三紀の凝灰質砂岩および凝灰角礫岩が、勾配 70~80° 程度の斜面においてはく離（浮石）型落石をおこしていた。崩落後の岩盤斜面上にも多くの亀裂が見られ、ハンマーによる打診の結果、一部浮いた状態の岩塊が確認された箇所もあった。また、斜面頭部がオーバーハンクしている箇所も見られた。落石の長径は約 1~5m であった。

### 2) 斜面崩壊

新第三紀の凝灰質砂岩の分布地域では、鳴瀬町往還地区で見られたように、勾配が 45~70° 程度の斜面において、厚さ 0.5~2.0m の表層土および風化した岩盤が崩壊していた。

一方、中生代の粘板岩の分布地域では、津山町竹の沢地区で見られたように勾配 40~45°、斜面長約 200m の長大斜面で、規模の大きい（崩壊斜面長約 70m、崩壊幅約 50m、厚さ約 2m）表層崩壊が発生していた。この地区では表層土に加えて、一部節理に沿った粘板岩の崩壊も確認された。

凝灰質砂岩を表層地質とする地域では、崩壊土砂の大部分が礫で構成されていることが多かったのに対し（写真 8.2）、粘板岩からなる地域では表層土の割合が大きかった。

## (3) 崩壊土砂の堆積状況

落石は、斜面と斜面直下の家屋の間に堆積しているケースが多く、家屋に甚大な被害を与えていた箇所も見られた。なお、落石の斜面下端からの到達距離は、2~5m であった。

斜面崩壊に起因する崩壊土砂は、凝灰質砂岩、粘板岩のいずれの斜面においても、斜面上あるいは斜面直下に厚さ 1~3m 程度で堆積しており、斜面末端から堆積域末端までの水平距離は 7m 以内であった。崩壊の発生高さに対する崩壊土砂の到達距離の比は、今回調査した範囲では 0.2~0.7 であった。この結果は、地震前に降雨がなかった千葉県東方沖地震により発生した崩壊での値 0~0.8<sup>1)</sup> とほぼ同じ値である。調査箇所は少ないものの、この結果からは、地震発生前 3 日間の累積雨量 100mm 程度の降雨は、地震により生じた崩壊による崩壊土砂の到達距離に大きな影響を及ぼしていないことになる。

## 8. 4. 3 地すべり

### (1) 地すべりの特徴

北村地区で発生した地すべりには次のような特徴が認められた。

①発生斜面の勾配は約 20° で比較的緩やかである。また、堆積末端から滑落崖を見通した角度も 10° 程度と緩い勾配であった。

②堆積土砂は、水田に長さ約 100m、最大幅約 50m、厚さ約 0.5~1.0m と薄く緩勾配で広がっており、調査時点（7月31日）でも水分を豊富に含んでいた。

これらのことから、多量の水分を含んだ土層が、地震を誘因として崩壊、流動化したものと考えられる。

## (2) 土質試験結果

地すべり発生域及び流下・堆積域の7箇所(図8.8中No.1~No.7の位置)において、堆積土砂(No.1、2、3、4)及び崩壊後の地山の土砂(No.5、6、7)を不攪乱試料として採取し、含水比試験、土粒子の密度試験、土の粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験を実施した。

土粒子の密度試験結果は、表8.1に示すとおり2.64~2.67g/cm<sup>3</sup>であり、沖積砂質土、洪積砂質土の2.6~2.8g/cm<sup>3</sup>)と同じ値となっている。また、土質分類は全試料において礫混じり細粒分質砂(SF-G)に分類される。

粒度試験結果を図8.12に示す。図8.12によれば、どの位置で採取した試料も砂分の占める割合が重量比で50%~70%と高くなっている。本地区の粒度分布は、「港湾施設の技術上の基準・同解説」による液状化の可能性が有る粒度範囲<sup>3)</sup>にほぼ該当する。

また、表8.1に示すとおり、すべての試料において、細粒分含有率が35%以下、平均粒径(D50)が10mm以下、10%粒径(D10)が1mm以下であることから、道路橋示方書で規定されている「砂質土層の液状化の判定を行う必要がある地盤」<sup>4)</sup>に該当する土質であるといえる。

## (3) 5月26日に発生した築館町の地すべりとの比較

今回発生した北村地区の地すべりは、1)緩勾配斜面で発生している、2)崩壊土砂が多量の水分を含む、3)崩壊土砂は薄く広く緩勾配で堆積している、4)発生域に湧水が認められる点において、5月26日に同じく地震を誘因として宮城県築館町で発生した地すべりと類似している。しかし、築館町の地すべりにおける崩壊土砂からは軽石が観察されたが、北村地区の地すべり土砂からは認められなかった。また、北村地区では崩壊土砂、地山ともに砂分が卓越していたが、築館町ではこのような傾向は見られなかった。

よって、今回北村地区で発生した地すべりは土塊の移動、堆積の状況から見ると築館町で発生した地すべりとよく似ているものの、軽石の有無や粒度分布の違いなど崩土の土質特性の相違点があるため、その発生機構を同一とすることには十分な検討が必要である。

表 8.1 土質試験結果

試料番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
含水比(%)	38.1	30.5	31.8	37.2	36.3	27.9	34
土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.637	2.674	2.663	2.638	2.653	2.651	2.657
細粒分含有率 (%)	33	25	26	17	35	22	26
液性限界 (%)	42.6	34	33.8	NP	41.2	35.4	37.5
塑性限界 (%)	20.8	19.2	18.8	NP	22.5	17.7	20.8
塑性指数Ip	21.8	14.8	15	NP	18.7	17.7	16.7
50%粒径(D50) (mm)	0.152	0.196	0.167	0.212	0.141	0.195	0.173
10%粒径(D10) (mm)	-	0.00203	-	0.00973	-	0.00393	-
均等係数Uc	-	133	-	28.2	-	63.4	-
土質分類	礫まじり細粒分質砂 (SF-G)						

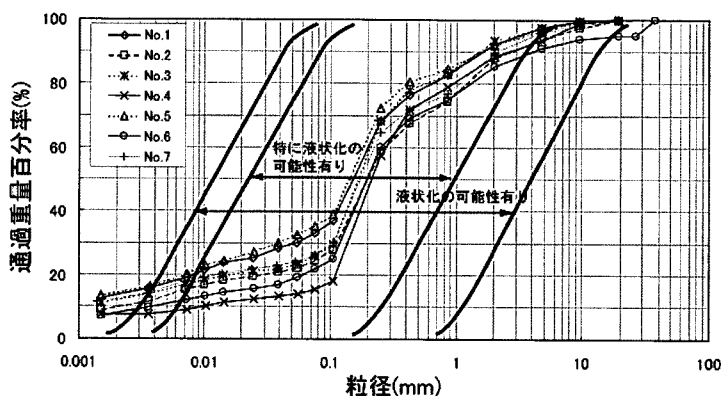


図 8.12 粒度分布試験結果

(「特に液状化の可能性有り」、 「液状化の可能性有り」の範囲は「港湾施設の技術上の基準・同解説」<sup>3)</sup>より図示)

## 8. 5 まとめ

今回の地震では、5月26日に宮城県沖で発生した地震（がけ崩れ7件、地すべり1件、国土交通省調べ）に比べ、多くの斜面崩壊が発生した。理由として、5月の地震に比べて、震度が大きかったことや地震動の特性の違い、前回の地震による地盤のゆるみや地震発生前の降雨の影響が考えられ、今後の検討課題としてあげられる。

## 引用・参考文献

- 1) 建設省土木研究所砂防部急傾斜地崩壊研究室・機械施工部動土質研究室：千葉県東方沖地震による斜面崩壊地調査、土木研究所資料第2824号，1990
- 2) (社)地盤工学会：土質試験の方法と解説（第一回改訂版），pp58，2001
- 3) (社)日本港湾協会：港湾施設の技術上の基準・同解説，pp282，1999
- 4) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，pp121-125，2002