

8. 液状化による被害

8.1 液状化の発生状況

調査において液状化の痕跡（噴砂跡）が確認された地点を図 8.1 にまとめて示す。ただし、ここで示している地点は、地表面に噴砂跡がみられた地点のみを示しており、地表面に痕跡の現れなかった液状化（鳴瀬川堤防の開削調査でみられたような砂脈など）は含まれていないことに注意されたい。図には、1978 年宮城県沖地震¹⁾および 5/26 に発生した三陸南地震（以下、5.26 地震）後に噴砂跡が見られた地点も示した。過去の地震と比較して、今回の地震では、宮城県石巻市、鳴瀬町、矢本町、河南町および南郷町の 1 市 4 町という比較的狭い範囲で、噴砂跡が確認された点に特徴がある。このことは、旭山撓曲周辺地域での建物被害分布、地震動分布とも整合的である。以下では、個々の噴砂確認地点について、概要を述べる。

鳴瀬町浜市地区および牛網地区は、5.26 地震の際にも液状化が確認された地区であり、特に浜市地区の水田では多数の噴砂跡がみられた。5.26 地震後および 7.26 地震後のほぼ同一アングルでの噴砂跡を写真 8.1 に示す。噴砂は図 8.2 に示すように均等係数が小さい中砂または細砂であり、5.26 地震後に採取した試料とは大きな違いはないことがわかる。用水路の U 字溝では液状化が原因と思われる沈下と浮上りの上下変動（高低差最大 60cm）が見られた。また、休耕田では最大 60cm の高低差が発生していた。

南郷町二郷慶半地区、二郷後袋地区および木間塚寺前地区はいずれも鳴瀬川河川堤防左岸の堤内地にあたる地域であり、図 8.2 に示すように噴砂は細砂を主体としており、細粒分の含有は少ない。このうち、二郷後袋地区では、鳴瀬川の旧河道に位置する共同墓地一帯に噴砂跡が認められ、墓石・基礎の不等沈下（最大傾斜 8 度）が生じている。二郷慶半地区、木間塚寺前地区では、住民により本震直後の噴水が目撃されている。

矢本町鷹の池地区では民家内や水田で噴砂跡がみられた。この地域では、昭和 20 年代に亜炭の採掘が行われており、その採掘坑跡が多く点在している。

鳴瀬町小野地区では町役場に隣接する中央公民館（昭和 57 年建設）の脇で、噴砂がみられた。建物周囲の地盤が最大 30cm 程度沈下したが、構造的な被害は軽微であった。

他にも鳴瀬町野蒜地区の保養センター敷地内、河南町北村地区の北村小学校グラウンド、石巻港日和埠頭近くの道路脇、河南町北和湊地区の江合川堤防背後の畑（ここでは 1978 年宮城県沖地震、5/26 および 7/26 の計 3 度

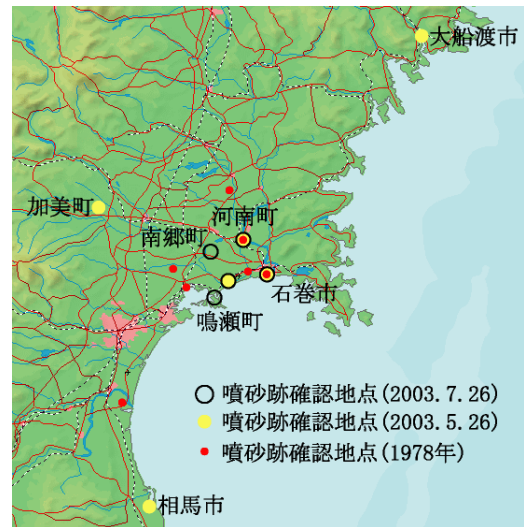


図 8.1 噴砂跡確認地点



写真 8.1 鳴瀬町浜市地区の噴砂跡
(左：5.26 地震後、右：7.26 地震後)

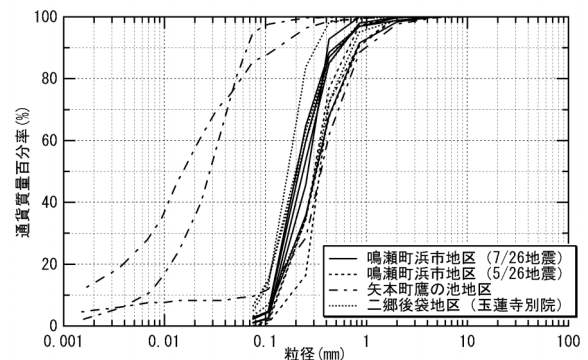


図 8.2 噴砂の粒径加積曲線

の地震で噴砂跡が確認された²⁾で噴砂跡が確認できた。

参考文献

- 1) 土木学会東北支部：1978 年宮城県沖地震調査報告書、pp.29-36、1980。
- 2) 基礎地盤コンサルタンツ株式会社：平成 15 年 7 月 26 日宮城県北部の地震調査報告書、2003。

8.2 液状化被害の特徴

三陸南地震と宮城県北部地震による液状化地点を（図 8.3）に示す。図中において震源を中心とする円は、栗林・龍岡(1975)に基づく液状化限界距離を示している。三陸南地震において液状化が見られた地点は、岩手県大船渡市、宮城県石巻市及び鳴瀬町であった。鳴瀬町で発生した液状化地点の一部が液状化限界距離のやや外にあるが、この程度は誤差の範囲と思われる。液状化したところは緩い状態を保っており、今回の一連の地震で少なくとも 3 回（7 月 26 日に 2 回）は同じところで液状化が生じていたところは何箇所もあった。また、宮城県北部地震においては、震源から半径 15km の中にある鳴瀬町、矢本町、南郷町および松山町で液状化が確認された。

1) 5 月 26 日三陸南地震による液状化

岩手県大船渡市では、大船渡港およびその周辺の埋立地で液状化が生じていた。野々田埠頭木材置場において、細粒分の多い噴砂がケーソン岸壁の背後地で見られた。岸壁と港湾道路との間で見られた噴砂は中央粒径 $D_{50}=0.302\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=2.99$ でやや粗めの細砂であった（図 8.4）。宮城県鳴瀬町では村松・平岡・浜市・樋場・洲崎・潜ヶ浦地区で液状化が生じていた。その大半は水田内で見られた。新鳴瀬川右岸の樋場地区では水田以外にも資材置場やその背後の荒れ地でも数多くの割れ目から噴砂が見られた。洲崎地区では住宅地の駐車場などで噴砂が見られ、コンクリート製の電柱が沈んでいた。潜ヶ浦地区は内湾を埋立て水田にしたところが液状化した。その他石巻港でも液状化が生じていた。

2) 7 月 26 日宮城県北部地震による液状化

宮城県鳴瀬町では、浜市・平岡・村松地区などで多くの水田に亀裂や噴砂が見られ、その多くは 5 月 26 日の地震で液状化したところであった。地割れに沿っていくつかの噴砂が並んでいるものも多く見られた。浜市地区で噴砂を採取していたところ 16 時 56 分の地震が発生し、3 回目の液状化が生じた。村松地区の松島基地北側に隣接した農道では、5 月には約 100m に渡って地割れが生じていたが、7 月には約 2km に達し、段差も最大約 50cm に拡大していた。浜市～平岡地区ほどではないが、新鳴瀬川右岸の樋場地区やさらに東側の洲崎・潜ヶ浦地区でも液状化が生じていた。 $D_{50}=0.181\sim0.323\text{mm}$ 、 $U_c=1.78\sim3.45$ の範囲にあった（図 8.5）。また、矢本町上浮足では、マンホールの周辺地盤が不同沈下し、噴砂も見られた。矢本町では至る所で埋設管の埋戻し土の沈下が見られたが、上述の地点以外では液状化した証拠を見つけることはできなかった。その他、松山町八軒や南郷

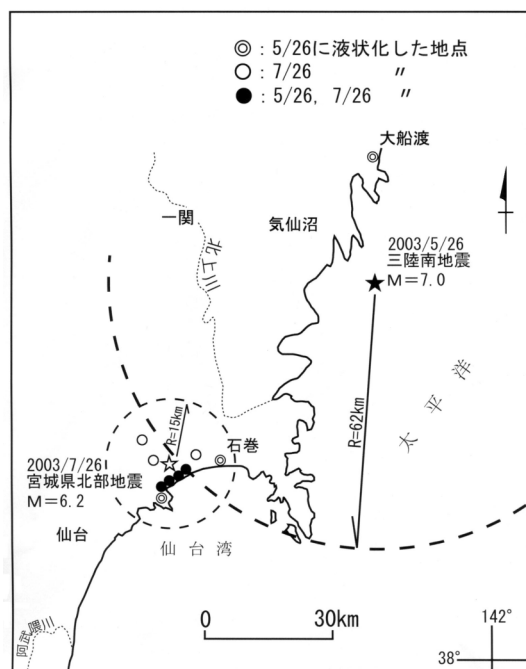


図 8.3 液状化地点分布

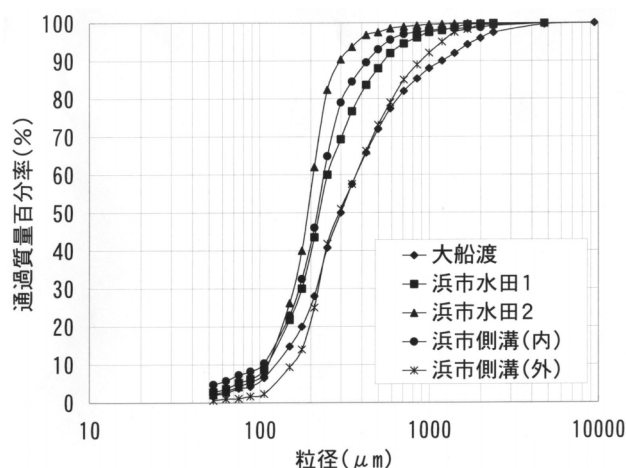


図 8.4 三陸南地震による噴砂の粒度組成

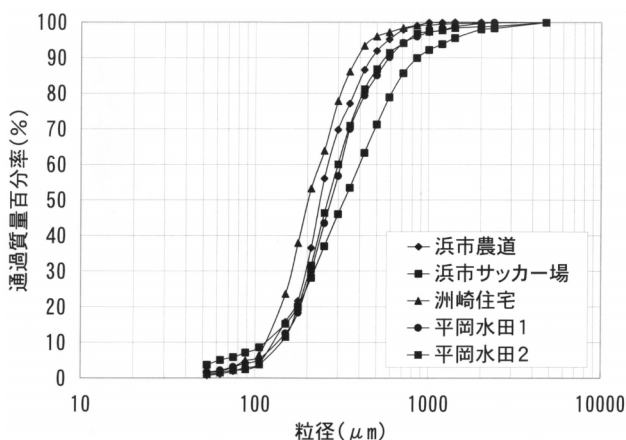


図 8.5 宮城県北部地震による噴砂の粒度組成

町並柳で噴砂が認められた。

8.3 鳴瀬町における液状化

ここでは、5月と7月の二つの地震において鳴瀬町で見られた液状化の特徴を示す。

鳴瀬町とその東の矢本町では海岸線とほぼ並行に数列の浜堤（砂州）が発達している。浜堤は海岸線から5km余り離れた内陸部まで数列みられるが、これらは約7000～5000年前のいわゆる縄文海進とそれに続く海退の際に、当時の海岸線に沿いに形成されたものと考えられる。

5月の地震では、牛網、浜市および野蒜地区の数カ所で噴砂が見られた。噴砂は主に水田に生じたが（例えば、写真8.2）、周辺の農道でも亀裂からの噴砂が数地点で観察された。

噴砂の見られたのは海岸に発達した浜堤間の低地である。また、鳴瀬町役場によると、海岸近くの一部の地域（海辺、須賀松）では、昭和40～50年頃砂を採取した所もあるが（採掘深さは2～5m程度）、噴砂はこれ以外の場所でも多く発生している。

水田の噴砂の表層を少し剥ぐと、噴砂は青灰色をしていた。これは、酸化されていない砂、すなわち、水中で堆積し現在に至るまで空気に触れることなく深い所にあった砂であることを示唆している。周辺地盤の柱状図を参考にすると、GL-5～10mの深さの砂と推定される。

また、異なる3カ所の水田中の噴砂地点で砂を取り除いて見えなくなっている苗を探したが、30～50cm掘っても苗は見付からなかった。このことから噴砂内部ではかなり規模の大きい土の移動が起こっている可能性がある。なお、地表に堆積した砂は緩く、地震後1月以上たっても、足で踏むなどして少し振動を与えれば再液状化した。これらの特徴は、調査した全地点で共通であった。

7月の地震では、5月の地震ほど大規模な噴砂は生じていなかった。河北新報(7/28朝刊)によれば、浜市地区の0.3ha、牛網地区の0.5haで液状化が確認されたと報じられたが、5月に液状化した場所での再液状化は浜市などの一部に限定されていた。再調査した全ての地点に5月の地震による噴砂の跡は残っていたが、締まっており少しの振動では再液状化しなかった。噴砂が多く見られたのは5月の地震で噴砂が見られなかった畑である（写真8.3）。地震直後の雨のため噴砂は流されたりしており、これらの噴砂から地震直後に噴き出した状況を推定することは困難であった。なお、地震時に野蒜地区採石場にいた鳴瀬町役場の職員が採石場で液状化に遭遇しており、その際、GL-5mより深い所にある赤色の砂が噴き出るのが目撃されている。

7月の地震では、写真8.4に示すような農道の大規模な被害も数カ所で発生した。5月の地震では農道に小亀裂が見えた程度であるのと比べると大きな違いといえる。



写真8.2 5月の地震で牛ノ浜地区で見られた噴砂



写真8.3 7月の地震で牛ノ浜地区で見られた噴砂



写真8.4 7月の地震による農道の被害

以上に述べたように、噴砂など地盤変状の発生場所や形態に5月と7月の地震に違いが見られる。この原因は明確ではないが、鳴瀬町は7月の地震の断層の直上で上下動が大きいと推定され、これが差異を発生させた可能性がある。また、噴砂の色などから液状化したのは主にGL-5m以深の海成砂層であると推定されるが、自然堆積の海成砂の大規模な液状化は珍しい事例といえる。

9. ライフラインの被害

9.1 上水道・ガスの被害

1) 調査概要

7月26日未明から、仙台市の東北部で震度6強、震度6弱の強い地震が連続し、1日に3度の前震、本震、余震が生じた稀有の地震となった。宮城県北部（連続）地震はいわゆる都市圏での地震はなく、一部地方都市は含まれているものの、主に農村地帯での被災であった。ここでは、被害状況のみならず地方の中小水道事業体を対象とした地震後の対応と問題点等について記述する。

2) 被害状況の概要と調査により経験した事項

今回の地震は大崎平野の一部の農村地帯と鳴瀬川沿いに被害が集中した。特に、矢本町、鳴瀬町、鹿島台町、南郷町、河南町の5町は災害救助法適用町に指定されるほどの災害に見舞われた。

宮城県災害対策本部事務局発表の被害状況によれば、断水戸数は1市7町13,721戸、内訳は矢本町1,938戸、鳴瀬町610戸、南郷町1,887戸、鹿島台町4,066戸、河南町5,035戸、松島町118戸、仙台市40戸、岩出山町27戸となっている。断水がほぼ解消したのは7月30日4時頃（日本水道協会東北地方支部宮城県本部：石巻地方広域水道企業団の調べでは7月30日14時頃）である。

水道施設で復旧を遅らせた特徴的な原因の例を2、3紹介する。鹿島台町では給水を受けている宮城県大崎広域水道の町への流入部（船越地区）で送水管が破損し、給水が遮断された。道路の復旧までのホースによる仮復旧が長時間続き、送水管1本に頼る怖さを痛感させられた（写真9.1）。

配水池に起因する障害も多く見受けられた。上記船越地区の破損部の下流高台にある狸沢配水池では上りで空気が絡む現象が起き、空気抜きに時間を要した他、修理した配水管を確認できないままに水を流しウォーター・ハンマーの発生が心配された。その他、石巻地方広域水道企業団管轄の大塩配水池（1,200 m³、PC製）では配水池の流入管と流出管が破損し、修理後流出弁を開けて通水を開始したが、これにより漏水箇所が判明し、断水戸数の割には解消に時間がかかった。水圧が低いために水が吹き上がらず、破損箇所の特定が困難であった。写真9.2は高台の大塩配水池を示す。同様の現象は鳴瀬町の配水池でもみられている。小野配水池は野蒜配水池（790 m³）、さらに松島の島々に配水する宮戸配水池に送水している。それぞれの配水池の給水区域で多くの破損があり、水量を絞って送水した。なお、小野配水池は1978年の宮城県沖地震で崩壊したが、強固に建て直し今回は被害がなかった。

地震前には150 mmの降雨が5日間続き、地盤はかな



写真9.1 船越地区配水管の仮復旧



写真9.2 道路の陥没と高台の大塩配水池（右上）

（日水協宮城県本部提供）

り緩んだ状況であり、雨の影響で漏水箇所とは別のところから水が噴出していたり、漏水と雨水の区別ができず破損箇所の特定に手間取った所も多々見受けられた。

地震直後および3ヶ月を経て落ち着いた頃に被害の大きかった事業体を訪ねた際の意見および住民の面接調査を通して得た宮城県北部地震での特筆すべき事項を以下に羅列する。

- (1) 水道水に対する利用形態と考え方に変化がみられ、宮城県沖地震では“飲み水としての水道”が重要視されたが、宮城県北部地震では“生活用水（トイレなど）としての水道”が重要視された。ペットボトルの普及や農村ならではの親戚による援助が飲料水

表9.1 水道施設被害の概要¹⁾

事業体名	震度			被害の概要	断水戸数	復旧日時
	0:13	7:13	16:56			
矢本町 (石巻企業団)	6-	6+	4	大塩配水場送配水管被害 小松配水場送水管被害 配水管被害12箇所	1,93戸 (6,58人)	29日 17:00
鳴瀬町 (石巻企業団)	6-	6+	4	大塩配水場送配水管被害 水管橋配水管漏水 配水管被害29箇所	61戸 (2,08人)	27日 18:00
鹿島台町	5+	5-	4	送水管ジョイント部漏水 配水管被害5箇所以上	4,06戸 (13,51人)	30日 4:00
南郷町	5+	6+	5+	配電盤破損 配水管被害2箇所	1,85戸 (6,81人)	28日 21:00
河南町	5-	6-	6-	送水管漏水および停電 配水管被害23箇所	5,03戸 (17,90人)	29日 15:20

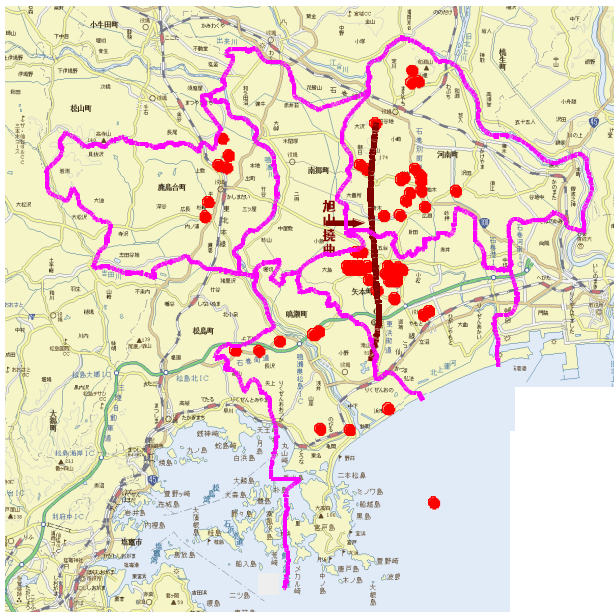


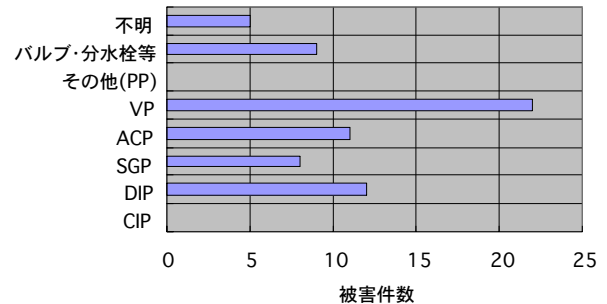
図9.1 管路被害位置と旭山撓曲との関係

に対してあまり深刻にさせない傾向がみられた。新興団地ではコンビニエンス・ストアや郊外型のスーパー・マーケットも有用であった。

- (2) 復旧が遅れた地区では、飲用には使えないが、手洗いや風呂、洗濯に井戸が利用できた。風呂に2~4日入れない人もいたが、10 km 圏内に温泉があったことも風呂で苦慮することから免れた。
- (3) 宮城県沖地震では石綿管が多用されていた地区（団地）があったが、ダクトイル管や耐震性の管に敷設替えされており、被害も少なく改善がみられた。宮城県沖地震の教訓が活かされた結果と思われる。
- (4) 広域化が推進されているが、管網を形成しておらず、本管が破損すると復旧が長期化する。
- (5) 一般に、水道技術者が極端に少ない自治体が目立った。担当職員が少なく水撃圧や空気の析出等の技術的対応が困難になり、危険やさらなる被害の拡大につながる可能性がある。部署を変更せず、長期

表9.2 管路延長距離 (m) と管種構成¹⁾

事業体名	CIP	DIP	SGP	ACP	VP	その他	合計
矢本町	3,040	109,698	1,787	22,580	59,784	519	197,408
(%)	2	56	1	11	30	0	100
鳴瀬町		64,529	1,439	21,986	26,755	649	115,358
(%)		56	1	19	23	1	100
鹿島台町	14,803		2,587	4,075	57,853	46,603	125,921
(%)	12		2	3	46	37	100
南郷町	15	31,280	331	3,149	13,045	2,540	50,360
(%)	0	62	1	6	26	5	100
河南町		44,224	176		106,075	3,068	153,543
(%)		29	0		69	2	100

図9.2 矢本町の配水管路被害件数¹⁾

的に水道の専門技術者をおく必要がある。施設台帳や管路台帳の整理ができていない自治体もあり、退職者の応援を乞う必要があった。一方、水道担当者の災害に対する行動意識はひじょうに高かった。

- (6) 支援は「応援要請連絡体制」と「災害時相互応援計画（ブロック組織）」のもとになされている。災害支援は機能していたが、人の少なさ、経験のなさから、小さい自治体では指揮系統に支障があり、人的支援もなされた。また、支援組織は確立されていても自らが被害を受けている中での支援の難しさを感じさせられた。昨今、市町村の合併が促進され、民営化の動きもみられる。これらを考慮した支援ブロック化と体制の見直しが必要である。
- (7) 管の被害は継手部分の破損・離脱が多くみられた。管のストックに不足はなく、市町・業者協力のもとで供給、融通できる体制が整っていたが、多くの大口径の管をストックすることになれば経費に係わる。
- (8) 病院でも弊害があった。病院に限らず、高置タンクは屋上に設置されており、加圧式のタンク車の常備を増やす必要がある。

最後に、地震に対応する際の技術や心構えから“何事も人”と話されたある事業体の所長さんの言葉と、宮城県沖地震時は“飲料水給水”が要求事項であったが、今回の地震では“生活用水の要求”へ考え方の変化していたことが強く印象付けられた。

3) 管路の被害状況

上水道は1市7町で断水となり、断水戸数は最大13,925戸を数えた。中でも被害が大きかったのは、河南

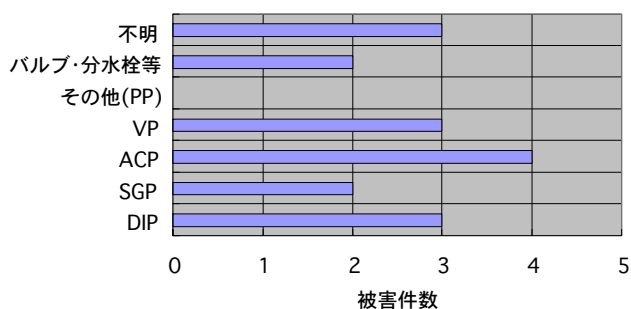


図 9.3 鳴瀬町の配水管路被害件数¹⁾

町の 5,035 戸、鹿島台町 4,066 戸である。しかし、7 月 30 日 4 時に全て復旧した。ガスについては、製造設備、供給施設ともに被害は生じなかった。

表 9.1 に水道管路被害の概要¹⁾を示す。1 日のうちに最大震度 6 級の地震が 3 回起こったので、どの地震による被害なのかは明らかではないものもある。表 9.2 に、各町の管路延長距離¹⁾と管種の構成比を示す。同表によれば、ほとんどの管路がダクタイル鋳鉄管(DIP)とビニル管(VP)からなっているが、耐震強度の低い石綿セメント管(ACP)もまだ一部では使われていることがわかる。図 9.1 に口径 75mm 以上の管路の被害位置と旭山撓曲との関係を示す。同図によると、管路被害は旭山撓曲付近に多く見られる。旭山撓曲の東側が逆断層の上盤側であり、建物被害については一般に上盤側の方が下盤側に比べて顕著であるといわれている。しかし、今回の水道被害についてはそのような傾向は特に見られなかった。これは、建物被害は主として地盤振動に起因するのに対して、管路被害は地盤変形によるものが多いことと関係していると考えられる。また、旭山撓曲から離れた地点でも被害が発生している。

まず、矢本町、鳴瀬町に水を供給している石巻地方広域水道企業団の被害について述べる。石巻地方広域水道企業団は石巻市、矢本町、鳴瀬町の 1 市 2 町で構成されており、給水人口 162,050 人（給水栓数 60,414 栓）である。矢本町の大塩配水場で流入管と流出管の両方が破損し、矢本町の断水に大きな影響を与えた。図 9.2¹⁾に管種別の被害件数を示す。耐震強度の低い ACP の被害は小松台団地に集中した。また、新しい宅造地である矢本グリーンタウンでは盛土の変形により道路に亀裂や段差が生じ、DIP の離脱被害が多発した。鳴瀬町の管種別の被害件数を。図 9.3¹⁾に示す。被害箇所は比較的少なかったが、前述した矢本町の大塩配水場における被害の影響を受けた。大塩配水場は旭山撓曲の近くに位置するので、流入管と流出管の破損が地盤震動によるものか地盤変形によるものであるのか、詳細な検討が必要である。

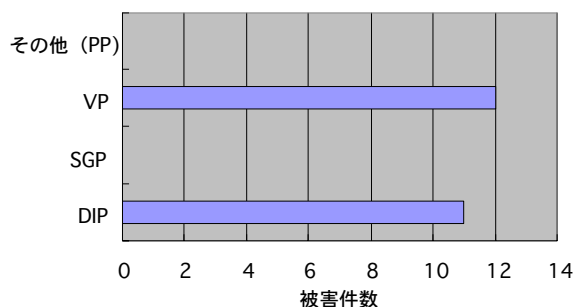


図 9.4 河南町の配水管路被害件数¹⁾

鹿島台町は大崎広域水道の末端に位置しており、県水からの受水管が 1 箇所、配水場内の管路が 1 箇所被害を受けたことにより、断水規模が拡大した。口径 75mm 以上の管路の被害は 6 箇所であり、VP と DIP に生じた。近年、使用され始めたポリエチレン管(PP)には被害が生じなかった。また、応急復旧にも一部 PP が用いられた。

南郷町においては配水管路の被害は生じていない。平成 14 年度から行われている ACP から DIP への老朽管路の更新事業が効果を表したとも考えられる。また、一部に耐震型 DIP (NS 型) が採用されており、耐震効果を発揮した。

河南町の管種別の被害件数を。図 9.4¹⁾に示す。ACP、CIP は使われていないので、被害は少なく抑えられている。

水道被害の特長についてまとめると以下のようなものである。被害原因は地盤変形に伴うものが多かった。特に宅地盛土の変形に伴う地盤変形によるものが多く、道路亀裂の位置と管路被害位置が対応しているものが多く見られた。旭山撓曲による地形変化と被害との関係についてはさらに検討を要する。老朽管路の更新事業は効果を表しており、ACP では相変わらず被害が多発したが、PP には被害が生じなかった。

断水が比較的長期にわたった理由は以下のように考えられる。配水管路が管網を形成しておらず直線的である場合が多いので、上流から順次修理していくしかないこと、水圧が低いために漏水箇所の発見が困難な場合があったこと、大雨により復旧作業が遅延したことと漏水箇所の発見にも困難をきたしたこと、などである。

4) ガス施設の被害

ガスについては被害が生じなかったが、以下のような対応であった。最大震度が震度 5 弱以上のガス事業者は、石巻ガス（震度 5 強）、古川ガス（震度 5 強）、仙台市ガス局（震度 5 弱）であり、それぞれの需要件数は石巻ガスが 14,055 件、古川ガスが 5,466 件、仙台市ガス局が 352,095 件である。石巻ガスにおいては、地震直後は停

電のため自家発電で製造作業を行っていたが、7月26日午前10時過ぎに電気が復旧したので通常運転に戻った。その他の事業体については、製造設備、供給施設ともに異常は生じなかった。

参考文献

- 1) 片桐 信：ライフライン被害，宮城県北部地震速報会，関西ライフライン研究会，pp.22-44，2003。

9.2 電力施設の被害

東北電力によると、前震、本震、余震の強い地震の発生により宮城県北部を中心に約13万4000戸が停電したが、同日23時15分に停電が解消された。

また、宮城県内の3変電所で、主要変圧器・避雷器などの損壊が生じた他、322箇所の配電設備支持物で、折損、傾斜などがみられた。

発電所における設備被害はみられず、女川原子力発電所で運転中の3号機は特に問題なく運転を継続した。なお、女川原子力発電所1・2号機は定期検査で停止中であつた。

新仙台火力発電所1・2号機は特に問題なく運転を継続した。

10. 防災情報および緊急復旧対応

北上川下流河川事務所における情報公開と応急対応

最近の地震災害ではインターネットを活用した様々な情報共有、提供などが行われ始めている。この方法はきわめて効果的なものと考えられ、本章では、この一つの際立った事例として、国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所におけるインターネットホームページを活用した情報公開の状況を紹介します。

（河川堤防の被災状況については本報告6.を参照されたい）

国土交通省の各事務所におけるホームページの整備、活用はここ数年著しく進歩した。単なる広報ばかりでなく、情報公開、さらに地域との積極的なコミュニケーションの手段として用いられるようになってきている。北上川下流河川事務所のホームページも常時、非常に密度の高い情報を提供している。

7月26日の宮城県北部地震において、同事務所は被害や緊急対応、応急復旧の進展に関する情報をほぼリアルタイムで詳細に公開した。

<http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/>

ホームページにアップされた地震情報は当日2:20の第1報から8月15日の16報に及んだ。これらの概要を表10.1にまとめている。



写真10.1 地震発生当日午前10時にホームページ上で公開された堤防の被害状況（第4報）

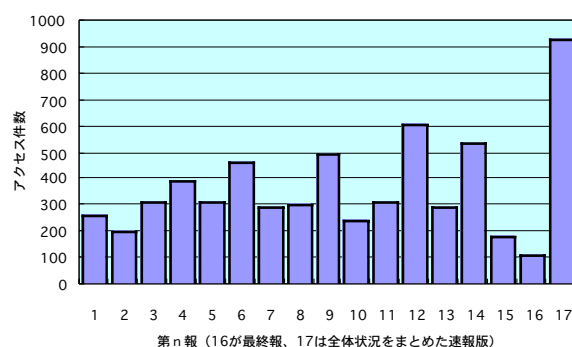


図10.1 北上川下流河川事務所ホームページ・各地震情報へのアクセス件数（7/26から8/26までの累計、各報の日時は表10.1参照、アクセス数は発表日のものではない）

地震による堤防の被害という重大事にあたって、必要な情報は公開されて当然であるが、地震の発生が降雨の予測される7月であったこともあり素早い情報の提供が必要であったと思われる（実際、鳴瀬川、吉田川は低気圧の影響により増水、事務所は注意体制にあった）。

地震発生に際し事務所長は以下の方針で災害に対処する方針を打ち出した。

- ・現場主義
- ・情報の共有と指揮命令系統の確立
- ・法令の遵守

いずれも当たり前のことのように思われるが、わかりやすく、ポイントを押さえた方針をいち早く打ち出したことは危機管理上重要である。本項で取り上げる情報公開はこのような基本方針に基づきなされたものである。

災害時において情報を公開、共有することの意義は以下のものであると考えられる（今回の災害について）。

表 10.1 宮城県北部地震における北上川下流河川事務所ホームページにおける
地震情報の公開状況と応急対応など (<http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/> 記者発表資料から要約)

日時	地震の発生・主な内容など
7/26 00:13	前震M5.6 鳴瀬町、矢本町で震度6弱
02:20	<第1報>地震発生、震度6弱、00:30 非常体制、河川管理施設の一次点検開始
04:30	<第2報>平成15年7月26日0時13分頃、宮城県北部を震源とする地震の発生に伴う北上川下流河川事務所管内の地震情報について【第2報】 7月26日4時現在で、河川管理施設での大きな被害は確認されず、吉田川において堤防クラックが3箇所確認。ただし、夜間巡視による点検結果のため、今朝より詳細点検を再開。降雨により吉田川、鳴瀬川の水位が高くなっているため引き続き厳重な警戒が必要。
07:13	本震M6.2 矢本町、南郷町、鳴瀬町で震度6強を観測
08:40	<第3報>7月13分頃、宮城県北部を震源とする地震が再度発生し管内では、震度6強を観測。非常体制を設置し、再度河川管理施設の点検を実施。本日0時13分に発生した地震により、鳴瀬川において、堤防のり面のすべり、ひび割れ等がこれまでの点検で確認されており、また、鳴瀬川及び吉田川では低気圧の影響により、増水していることから、厳重な警戒が必要。
10:00	<第4報>点検の結果、鳴瀬川の堤防では堤防の沈下、のり面のすべりなどの被害が発生。鳴瀬川及び吉田川では一昨日からの降雨により増水しており、吉田川では落合地点、粕川地点で指定水位超過。今後の降雨状況によってはさらに増水するおそれ。鳴瀬川(小牛田町・松山町・鹿島台町)及び吉田川(・大和町・大郷町・松島町・鳴瀬町)について、9時10分、水防団の出動を要請。今後も厳重な警戒が必要。現地では復旧作業や諸調査・水防活動を実施。取材等で近寄ることは大変危険、復旧活動の妨げになる場合もあり十分注意されるとともにこれら円滑な作業への協力をお願い。被害状況の写真
11:30	<第5報>(第4報の内容に加え)現在のところ河川の水位は、堤防の被災箇所から氾濫するような状況ではないが、今後も厳重な警戒が必要。
15:00	<第6報>7月26日発生地震 東北地方整備局現地対策本部の設置について 復旧工事にあたって「現地災害対策本部」を設置。目的、場所、期間など。本部の位置図
16:56	最大余震M5.4 河南町で震度6弱を観測
18:00	<第7報>17:00現在の点検結果の表(30箇所)。緊急復旧工事実施中
7/27 09:10	<第8報>7月27日9時現在、鳴瀬川・吉田川の各基準点の水位がピークを過ぎ下降していること、被災箇所が概ね把握されたことからこれまでの支部・「非常体制」を「警戒体制」に切り替え。これまで鳴瀬川及び吉田川に出されていた「水防警報」を解除。「現地災害対策本部」を設置し、被災した堤防等の緊急復旧作業を実施中。堤防のり面が崩落した鳴瀬川13キロ地点(鹿島台町木間塚)の現場では、シート張り、崩土撤去及び工事用道路造成作業を昨日から行っており、他の被災箇所も含めて引き続き緊急復旧作業を実施予定。
7/28 05:10	<第9報>(余震)7月28日4時8分頃地震が発生。震度5弱を観測。現在河川管理施設の点検中。
17:30	<第10報>宮城県北部の地震による鳴瀬川木間塚地先の緊急復旧について 「被災状況」宮城県鹿島台町木間塚地先(鳴瀬川右岸13.0km付近)において、宮城県北部の地震により堤防法面が約130mにわたって崩落し、堤防機能に重大な被害が発生。「緊急復旧の概要」26日17時から、今後の出水に備え堤防機能を緊急的に回復させるための盛土を行っており、28日24時までに終了する予定。さらに、弱体化した堤防機能を補完するとともに、堤防の本復旧に必要な鋼矢板二重締切を実施する方針。 添付：位置図、写真、復旧箇所平面図、被災断面図、復旧工事の流れ(概念図)
7/30 10:50	<第11報>現地対策本部の移設について 工事の本格化に伴い本部機能の強化が必要であることから、平成15年7月30日、午後より北上川下流河川事務所鹿島台出張所内に移設。
19:00	<第12報>堤防の法崩れや亀裂など被災の大きかった7箇所について緊急復旧工事を実施中。崩土の除去・盛土・シート張り等の応急作業を完了し、被災前の堤防形状を確保。特に被害の著しい4箇所については、弱体化した堤防機能の代替として鋼矢板締切工を実施する予定。添付：被害箇所一覧表 71箇所、被害写真、復旧工事の写真
8/2 23:00	<第13報>仮堤防の鋼矢板打ち込み始まる～7/26 宮城県北部の地震による鳴瀬川の堤防復旧～鳴瀬川等堤防13箇所については、復旧作業中。4箇所の鋼矢板二重締切工矢板、本日8月2日より打ち込み開始。 添付：緊急復旧箇所一覧 10箇所、位置図、写真
8/3 21:00	<第14報>仮堤防の鋼矢板打ち込み本格化～7/26 宮城県北部の地震による鳴瀬川の堤防復旧～鋼矢板二重締切工、4現場とも8月3日より本格的に打ち込みを実施中。各箇所の打込開始日時、工事会社名、添付：工事写真
8/12 18:00	<第15報>鳴瀬川堤防、緊急復旧工事順調に進む～13箇所について24時間体制で復旧。特に被害の大きかった4箇所では、被災した堤防の代替となる鋼矢板二重締切工を実施しており、2箇所が完成、残り2箇所についても鋼矢板の打ち込みを完了し順調に進捗。その他の箇所では亀裂の入った部分の盛土の撤去・置換、被災した堤防の盛土による強化、堤防への水の浸透を防ぐ遮水シート張などの工事を引き続き進行。「現地災害対策本部」は工事が終盤に入ったため本日で解散し、引き続き鹿島台出張所・鳴瀬出張所が監督業務を実施。なお、東北地方整備局では、各種業団体と「災害応急対策業務に関する協定」を締結しており、その傘下の企業には災害発生時に迅速な対応をとることのできる体制を整備。今回の「宮城県北部を震源とする地震」においても、これら協定のもと、土木建設会社、測量会社、建設及び補償コンサルタント等多くの企業の参加により実施。また資機材の調達等、直接施行している企業以外の方々にもご協力を得た。関係の皆様の努力に感謝いたします。 添付：工事箇所一覧 10箇所 各箇所の現在の状況、工事写真
8/15 17:00	<第16報：終報>宮城県北部を震源とする地震災害 「警戒体制」を解除 地震後、鋼矢板二重締切工などの緊急復旧工事を24時間体制で進めてきたが、矢板の打設が終了するなど工事は順調に進捗。このような状況から、本日17時、事務所の大規模災害対策支部の「警戒体制」を解除。なお、引き続き復旧工事等を進めていく。緊急復旧工事の状況は、当事務所ホームページに掲載しておりますのでご覧下さい。



写真 10.2 応急復旧工事の様子（第 14 報、8/3）

- ・ 地域住民に対して堤防被害と復旧の情報を提供することにより住民の不安を拭い去るとともに復旧工事において理解を得る
- ・ 関係機関、特に県や地元の町などにとっては直轄管理の河川の状況を共有でき、地域全体の災害対応に整合がとれる
- ・ 調査や復旧に関わった関係会社にとっても全体がどのように動いているか確認できる
- ・ マスコミにとっても取材の参考や確認に使える広報がスムーズに行いうる（これは確実の効果あった）

これらは確認されていないし、実際は各々自身の情報収集や緊急対応に追われ見る暇もなかったかもしれない。また住民からは相当数の苦情や問合せの電話があったとのことである。しかし、このような情報の公開が常に行われ、それが住民や関係者で周知されていれば強力な情報共有の手段になると思われる（少なくとも研究者にとっては非常に貴重な情報であったし多くの研究者がこのホームページを見て調査を実施し、研究の参考にしていることは確認している）。

図 10.1 に第 1 報から 16 報までの地震情報のアクセス回数を示す（内部からのアクセス除く）。第 1～6 報は地震発生当日に出されたもので、当日は延べ 1772 件のアクセスがあった。なお、図中 17 は 8 月 8 日に出された全体をまとめた「宮城県北部を震源とした地震について＝速報＝」である。アクセスは 300 件程度はあり、余震のあった 8/9 の第 9 報（震度 5 弱）では 500 件、71 箇所の被害箇所の一覧が公表された第 12 報では 600 件以上のアクセスを記録している。かなり広い範囲で情報が共有されていたと考えることが出来る。

表-10.1 に 7 月 26 日午前 0 時 13 分頃前震（M5.6）が発生してからの同事務所における情報公開の状況をまとめている。第 1 報は地震から約 2 時間後の 2:20、「00:30 非常体制、河川管理施設の一次点検開始」として出

された。深夜であったことを考えれば非常に素早い対応であったと言わねばならない。この日は実は洪水に対する注意体制がひかれており、副所長を初めとする何人かの職員が事務所に詰めていた。これが初動を迅速かつ的確なものとした。ホームページへの情報のアップロードは所内の専門の職員によりなされたが、即座にアップされたとのことである。

この地震情報は表にあるように 8 月 15 日の第 16 報まで適宜出されることになる。表の公表内容は筆者が整理したものであるが、各報告は非常に丁寧で分かりやすく、また、適宜写真、地図、イラストなどが添えられ誰でも内容と状況が理解できるようにまとめられている。

4 時 30 分の第 2 報では点検結果の速報として「堤防クラック 3 箇所」が報告されている。7 時 13 分頃には本震（M6.2）が発生、これに伴い第 3 報が 8 時 40 分に出された。10 時には堤防が被害を受けていること、河川が今後も増水する恐れありとして水防団に出動を要請したこと、現地では調査や緊急の対応がとられていることを堤防の被害写真（写真 10.1）とともに報告している。また、取材等で立ち入る場合の注意と協力を示唆している。15 時には現地災害対策本部が設置されたこと（第 6 報）、18 時の第 7 報では 17 時現在の堤防被害の点検結果が一覧表で公開された（30 箇所）。この間 16:56 頃には最大余震（M5.4）が発生している。地震発生当日だけで 7 報が出されている。住民はもとより、上部機関や関係機関にとって、このように、こまめに情報が入ってくることに意味は大きい。

被害の顕著な出張所からの情報は点検結果として直接事務所に報告されたが、比較的被害の小さい出張所の情報は、事務所イントラネットの掲示板を通じて収集された。これは常時、掲示板を使用した情報共有システムが構築されていたことによる。

翌々日の 7 月 27 日の第 10 報では、特に被害の大きかった鳴瀬川木間塚（鹿島台町）の堤防について「堤防法面が約 130m にわたって崩落し、堤防機能に重大な被害が発生、26 日 17 時から、今後の出水に備え堤防機能を緊急的に回復させるための盛土を行っており、28 日 24 時までに終了する予定、さらに、弱体化した堤防機能を補完するとともに、堤防の本復旧に必要な鋼矢板二重締切を実施する方針」を、写真や図面、復旧工法の概念図などを示しつつ公開している。

これ以降の地震情報は応急復旧に関するものとなり、4 箇所での鋼矢板締切工事実施の詳細、工事開始日時、工事会社名などが公表されている。また、8 月 12 日の第 15 報では、工事の進捗が順調なこと、現地対策本部を解散することに加え、調査や工事関係者に謝意を示し

ている。8月15日の第16報で警戒体制を解除したことを報告、最終報としている。

事務所では上記16の地震情報以降も適宜関係情報を公表している。特に、被害や応急復旧の内容などをまとめた「平成15年7月26日 宮城県北部を震源とする地震 鳴瀬川・北上川被害状況」と題するコンテンツは堤防災害と応急復旧の全容をつかむことが出来る貴重なものとなっている（この中からパンフレットのダウンロードも可能）。

最初にも述べたが北上川下流河川事務所の今回の地震への対応は際立ったものと言うことができ、学ぶべき点が多い。このような対応は一朝一夕に出来ることではない。過去の貴重な災害経験を十分に生かした成果なのである（平成14年7月11日の洪水災害、平成15年5月26日の宮城県沖の地震（若干の被害あり）などの比較的最近の災害の経験）。事務所では今回の災害対応の反省を踏まえ、マニュアルの改訂などさらに災害対応を的確なものとしていくとのことである。

本報告はほとんど北上川下流河川事務所のホームページを参照、分析しながらまとめた。これを裏付けるため平成16年1月に事務所においてお話を伺った。本調査にご協力いただいた、同事務所の所長、副所長など関係各位に謝意を表してこの項を終りたい。

11 被害全体の特徴とまとめ

今回の地震には幾つの特徴をみることができる。一つには内陸の直下型地震である点である。二つにはM5.6、M6.4、M5.5というかなり規模の拮抗した地震が24時間以内で連続発生したことである。そして三つ目の特徴として地震発生前の5日間にわたり150mm程度の降雨に見舞われた中での地震であったということがあげられる。これらの特徴のうち二つ目の特徴はそれぞれ前震、本震、最大余震と捉えられている非常に珍しい例といえる。特に、前震と本震の規模が拮抗していることと7時間という時間間隔で前震から本震に至ったことは地震被害の関係から看過できない特徴と考えるべきであろう。規模の大きさから、今回の前震、本震の関係は一般の地震におけるそれと異なり、本震の破壊過程におけるマルチプルショックが7時間の時間間隔で発生したものとの解釈も成り立つ。このような解釈にたてば、今回の地震は震害という観点から非常にラッキーな発生過程であったとの指摘も可能である。震源断層全体の破壊が二つに別れ、それが7時間の間隔をもって生じたことは単なる偶然であって、もし条件が異なれば二つの破壊域が間髪を置かずにはっきりと破壊したかもしれない。今回の地震がこのような条件の破壊過程をもっていたなら、想

像を越える甚大な被害がもたらされたと考えられる。

以上のように今回の地震の特徴に関連して「幸運性」が指摘できるが、この他にも更に幾つかの幸運をみることができる。第一は、地震発生のタイミングである、最も揺れの大きかった本震は既に学校関係が夏休みに入っていた期間で、しかも土曜日の早朝7時に発生している。このことが、1978年宮城県沖地震での被害再来を思わせる多数のブロック塀の倒壊があったにも関わらず死者がゼロで終始した幸運になっていると考えられる。第二に、地震発生と地震前の降雨量との関係において、地域全体に150mmに及ぶ累積降雨があったものの、最も震動レベルが大きい震源近傍地域では局部的に少ない降雨で済んだという幸運が重なっている（24時間降水量で宮城県北部の沿岸部の雄勝において118mmであったのに対して震央付近の鹿島台で27mm）。このような降雨分布の幸運は震央付近の丘陵地における斜面被害を少なくしたものと想像される。第三の幸運は、今回の地震が人口密度の少ない地域に発生したことである。今回の地震が仙台のような大都市で発生していたなら、この程度の被害で済むとは考えられない。以上のように、今回の地震は幾つかの幸運とも呼ぶべき条件が重なったなかでの発生であり、従って今後の地震対策を考える上でこのことを十分に念頭に置いて、今回の地震被害を捉えることが必要であろう。

今回の地震被害は内陸直下型地震の特徴を受けて被害分布が震源近傍の一定の範囲に限定されている。被害が集中したのは宮城県鳴瀬町、矢本町、南郷町、鹿島台町、河南町の五町である。これらの五町の被害は①河南町の旭山から鳴瀬町小野地区に南下する丘陵地、②その丘陵地域と周辺低地の境界部、③南郷町二郷や河南町広淵などに代表される軟弱地盤の低地、という地形・地盤条件の特徴的な3地域に多く集中している。一方、被災施設からみた被害形態は道路被害（路面陥没、路面亀裂、路面隆起、法面崩壊）、橋梁被害、河川堤防被害、斜面被害（自然斜面崩壊、人工改変斜面の崩壊、宅地盛土擁壁崩壊）、上下水道（管路被害、マンホール破損、断水）、電気施設被害（電柱の倒壊傾斜など供給支障、送变电設備被害、停電）、農地農業用施設の被害、公共建築被害（学校、病院など）、住宅被害、ブロック塀被害、など多岐に亘っている。

以上の被害形態と被害分布には従来から指摘される地盤条件などのローカルサイト効果の影響が確認できるが、さらに注目すべきは震源断層の破壊パターンと被害との関係である。第一の注目点として震源断層のアスペリティの位置と被害との関係をあげることができる。何人かの研究者が旭山丘陵の東側に最大のアスペリティの存在

を強震記録の利用による逆解析から推定している。この最大アスペリティの位置と河南町広淵などでの住宅被害集中地域の一致を指摘する研究もある。第二は今回の地震の震源断層は約 45 度の傾斜角を有する西落ち逆断層であることが明らかにされているが、このような断層タイプと被害との関係である。震度階に代表される地震動分布は旭山丘陵の西側で大きくなる傾向がみられると同時に、河川堤防の被害分布は鳴瀬川と北上川の被害差に代表されるように旭山丘陵の西側で被害が大きいようにみえる。すなわち、幾つかのデータは今回の震源断層の構造的性質である西落ち逆断層の上盤側で地震動や被害が大きくなっていることを示唆してよいにもみえる。他方、上水道施設の被害などには東側、西側の差が明瞭でなく、満遍なく分布する傾向があるとの指摘もある。地震の被害分布は構造物の形態や構造的な性質、構造物の存在密度、ローカルサイト効果、震源特性の影響（アスペリティ位置、震源断層の破壊伝播方向など）など多種多様な要因が複雑に関与して生じると考えられることから、その解析は容易でないが、今回の地震は震源断層の破壊過程、断層タイプが明瞭にされているので、地盤資料などの収集などにより今後の詳細な解析が望まれる。

今回の地震においても人工的に改変された斜面の崩壊が多くみられた。特に、河南町北村西猿田における地すべり崩壊は被災態様と規模において、2 ヶ月前の 5.26 宮城県沖地震の際の築館町館下における地すべり崩壊と酷似している。土質や崩壊メカニズムには異なる点も多いが、形態が類似する被害が立て続けに生じたことを受けて、人工的に改変された斜面を多く抱える我が国の事情を考慮しながら、二つの地震による斜面被害を今後統一的に検討することが必要であろう。

軟弱地盤での河川堤防の被害も今回の地震による被害で目立ったものの一つである。被害は 1978 年宮城県沖地震で被害顕著であった吉田川ではみられず、これに途中合流する鳴瀬川の南北方向の流路をもつ南郷町古館地区から砂山地区における 5km 程の長さの地域に集中している。これに対して、同河川の東西方向の流路をもつ近接地域や旭山丘陵を挟んで震源地域から東側にはほぼ同じような距離に位置する北上川では被害はみられない。このように今回の地震による河川堤防の被害分布には興味深い様相がみられるが、被害が集中した地域は表層が N 値 10 以下の軟弱層で、かつ N 値 50 以上の基盤層の深さが 30m ほど急変する不整形地盤構造という特徴を有している。このうち、不整形構造の存在は河川堤防のような線状構造物の被害を考察する上で注目すべき特徴と考えられる。なお、不整形地盤と構造物被害との関係からついでに付言すれば、今回の地震の橋梁被災で最も大きな

被害を受けて通行不能となった鳴瀬川に架かる小野橋（鳴瀬町小野）の橋軸方向の地盤構造にも明瞭な不整形構造がみられることは注目される。

今回の地震においても防災拠点の機能を期待される町庁舎、学校、病院などの公共施設の被害が生じている。このような施設の震災対応における重要性は過去の被害地震の際にも度々指摘されていることであるが、今回の地震においてもその脆弱性が露呈された格好となっている。さらに、1978 年宮城県沖地震の際に大問題となったブロック塀の被害が多数生じたことは震災経験の風化というよりも地震対策の根源においての問題を提起している。しかも、先に述べたように今回の地震には幸運が重なり、その結果ブロック塀の被害による人的損失はゼロであったが、この幸運を無視して、ブロック塀の被災を軽んじる風潮が被災地域の住民にみられることは極めて遺憾なことである。

今回の地震で注目を浴びたものの一つに地震動観測にかかわる話題がある。今回の一連の連続地震により気象庁計測震度計ネットワーク、宮城県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、国土交通省の一般強震観測施設及び河川・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、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その後に起きた余震のため記録媒体上に上書きされ残存していない（鹿島台町役場の観測点は例外）。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。これまでの我が国における強震観測で公式な機関による記録の最大加速度は 2000 年 10 月 6 日発生の鳥取県西部地震の際に鳥取県日野町で観測された水平加速度 1584.4gal であるが、今回の地震の前震の際に鳴瀬町の観測点で東西水平動の最大加速度 2005.1gal、本震の際に鹿島台町で南北水平動の最大加速度 1605.5gal など、これまで我が国はもとより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。これらの記録の数値波形が残っていないことから、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である。さらに、今回の地震震源に近い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いたことが明らかとなった。周知のように震度計による震度情報は地震災害の軽減のための様々な初期活動を進める上で

極めて重要な一次情報となる。このことを考慮すれば、自治体の設置する震度計を中心に全国的に設置状況を再検討する必要があると考えられる。

今回の地震は従来さほど重要視されていなかった潜在断層に起因して発生したものであり、防災対策の盲点と不意をついた地震との位置づけも可能である。地震国日本では何処でも地震発生の危険性を否定しないことを改めて印象づけた。今回の地震を受けて 1978 年宮城県沖地震の再来としての X 年宮城県沖地震の発生条件は益々高まったとの指摘もなされている。今回の地震の被害経験を活かすとともに、今回の地震発生条件の幸運に甘えることなく、次なる大地震は左様な幸運は期待できないことを前提に来るべき X 年宮城県沖地震に万全の備えをもって対処することが緊要であろう。