

平成19年(2007年)新潟県中越沖地震

調査報告書

(社内技術資料)



基礎地盤コンサルタンツ株式会社

地震被害調査

調査期間：平成 19 年 7 月 17 日～7 月 31 日

調査員：

本社

森本 巖，栃尾 健（地震防災センター）

関東支社

大竹 勉，米岡 威，丹下 良樹，打木 弘一，土屋 国彦，峰岸 圭輔，坂井 隆之（関東支社）

高田 嘉典，土田 幸一（北陸支店）

中部支社

大橋 正

報告書執筆

森本 巖，栃尾 健，小倉 京子（地震防災センター）

大竹 勉，丹下 良樹，打木 弘一，亀井 祐聡（関東支社）

文中の被害位置図は、国土地理院の 1/2.5 万地形図および数値地図 25,000（「柏崎」，「宮川」，「西山」，「柿崎」および地図閲覧サービス「ウォッチず」を使用した。

表紙の写真は、JR 信越線青海川駅で発生した斜面崩壊

はじめに

平成19年（2007年）7月16日午前10時13分頃、新潟県中越沖を震源とするM6.8の地震が起こり、震源に近い新潟県柏崎市等の地域が震度6強の大きな地震動に見舞われました。

この地震により、死者11人、負傷者1,989人、住宅全壊994棟（8月22日現在）等の大きな被害が発生し、多くの住民が避難を余儀なくされました。また、柏崎市を中心として家屋の倒壊や水道・ガスの供給停止、斜面崩壊等による道路・鉄道の途絶、岸壁のはらみ出し・沈下等の各種の被害が発生しました。

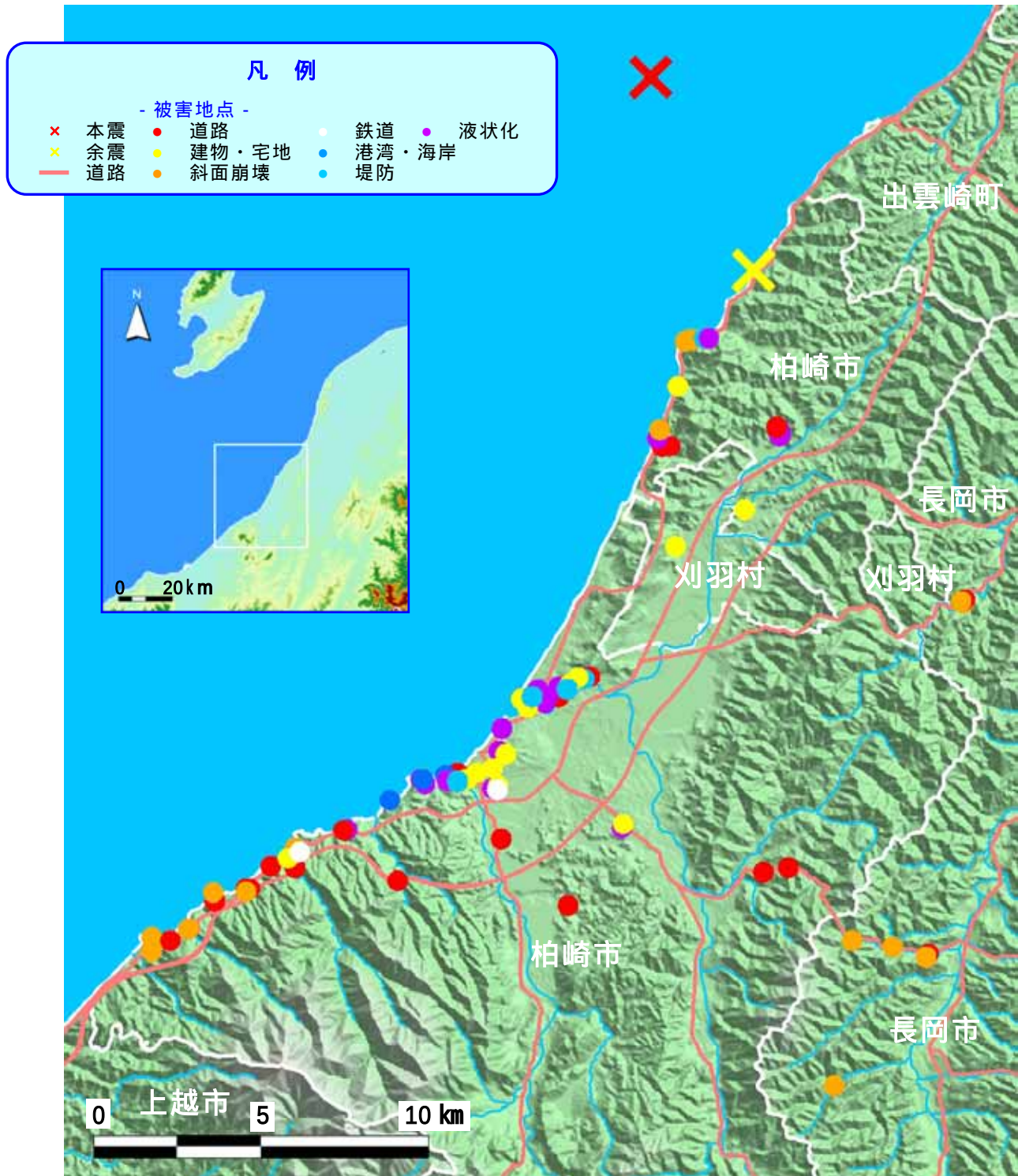
本報告書は、地震後に行った現地調査に基づいて、その結果をまとめたものです。既存資料と写真を主体とした内容となっており、被害の実態を皆様に理解していただくことを心がけました。説明の中には被害原因の解釈に関する記述もありますが、詳細な調査結果に基づいたものではありませんので、事実と異なっている場合にはご容赦いただきたいと思います。

最後になりましたが、今回の地震で亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災に遭われた方々のご健康および被災地域の速やかな復興をお祈りいたします。

平成19年8月

代表取締役社長 小林 精二

新潟県中越沖地震の震央と被害地点総括図



ゴミ焼却場の煙突被害と道路崩壊(柏崎市山本)



歩道の波うち現象（県道 73 号柏崎市堀）



マンホールの浮き上がり（柏崎市長崎）



下水処理施設周辺地盤の沈下と噴砂（柏崎市安政町）



海岸堤防小段道路の亀裂（柏崎海岸）



護岸の前傾と背後地盤の沈下・噴砂（同上）



斜面崩壊によって埋没した JR 信越線（柏崎市青海川）



岸壁のはらみ出しと沈下（柏崎港中央埠頭）



目 次

	頁
1 . 地震の概要	
1 . 1 地震の諸元	1
1 . 2 観測された地震動	5
1 . 3 過去の地震被害	11
2 . 被害の概要	
2 . 1 概要	15
2 . 2 個別被害	16
3 . 地形・地質	
3 . 1 地形・地質の概要	30
3 . 2 被害地域の地盤	35
3 . 3 起震断層	38
4 . 地震被害	
4 . 1 道路施設	46
4 . 2 港湾・漁港施設	56
4 . 3 河川・海岸保全施設	63
4 . 4 宅地・建物	71
4 . 5 ライフライン	80
4 . 6 斜面崩壊	92
4 . 7 液状化	101
5 . まとめ	111

1. 地震の概要

1.1 地震の諸元

7月16日10時13分頃、新潟県上中越沖（新潟市の南西、約60km）の深さ約17km を震源とするマグニチュード6.8（暫定）の地震が発生した。この地震により、新潟県の長岡市、柏崎市と刈羽村および長野県の飯綱町で震度6強を、新潟県の上越市、小千谷市と出雲崎町で震度6弱を観測したほか、北陸地方を中心に東北地方から近畿・中国地方にかけての広い地域で震度5強～1を観測した¹⁾。この地震（本震）の震度分布を図1.1.1～2に示す。

本震を含めた今回の地震の余震分布を図1.1.3に、諸元を表1.1.1に示す。現時点での最大余震は、16日15時37分の地震（M5.8、最大震度6弱）である。

表1.1.1 地震の諸元¹⁾

発生日	時刻	北緯	東経	深さ (km)	地震 規模 M	震 度
7/16	10:13	37 度 33.4 分	138 度 36.5 分	17	6.8	震度 6 強：刈羽村割町新田（旧 2）*，柏崎市西山町池浦（旧）*，柏崎市中央町*，長岡市小国町法坂*，飯綱町芋川* 震度 6 弱：出雲崎町川西*，出雲崎町米田，小千谷市土川*，柏崎市高柳町岡野町*，長岡市山古志竹沢*，長岡市上岩井*，長岡市中之島*，上越市三和区井ノ口*，上越市吉川区原之町*，上越市柿崎区柿崎*
7/16	15:37	37 度 30.2 分	138 度 38.6 分	23	5.8	震度 6 弱：出雲崎町米田，長岡市小島谷*

*)震度情報のうち*印は自治体観測点のもの

図1.1.3に余震活動³⁾⁴⁾を示す。余震は概ね15～25km深さに集中しており、南東側（陸側）が深くなっているように見える。震源の面的な広がりには長手方向が北東 - 南西方向に30km程度、短手方向が北西 - 南東方向に15km程度と地震規模に相応して比較的限定的である。図1.1.4に余震活動の推移の状況を示す。2004年新潟県中越地震では震度5以上の余震が14回、最大震度は6強と非常に余震活動が活発であったが、今回の地震の余震活動の状況については図1.1.4から中越地震と比べるとかなり低調であり、他の地震と同様な傾向で余震は少なくなってきたことが分かる。

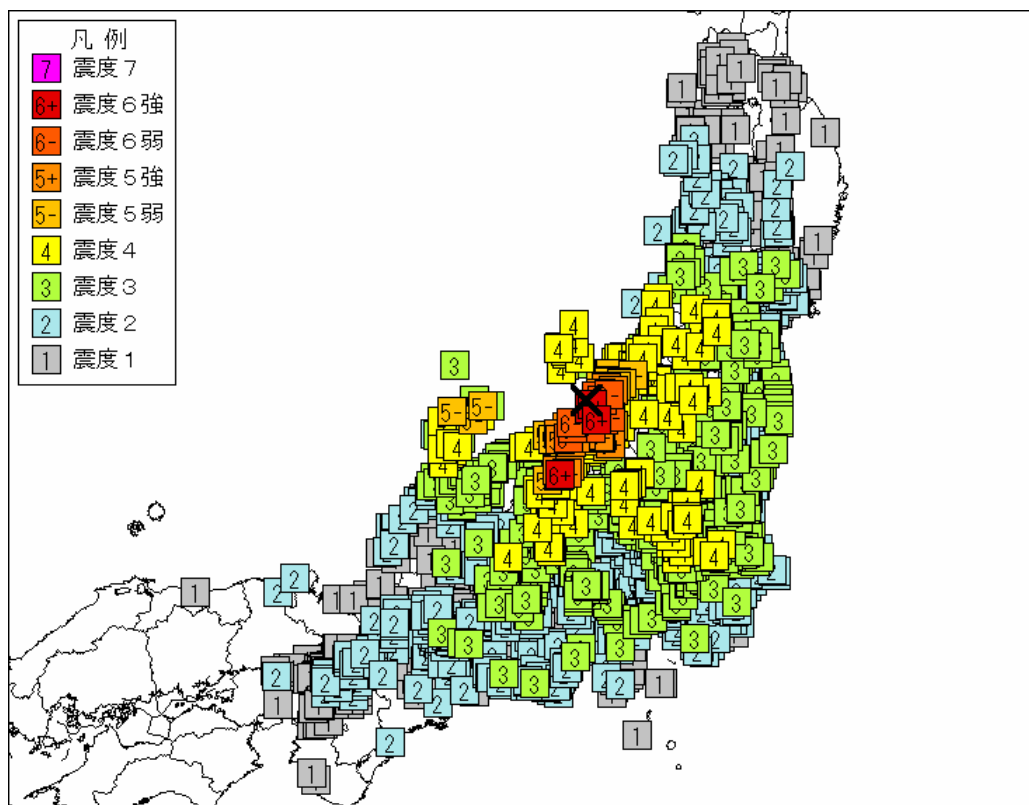


図1.1.1 北陸地方の震度分布（本震） —気象庁のweb²⁾より—

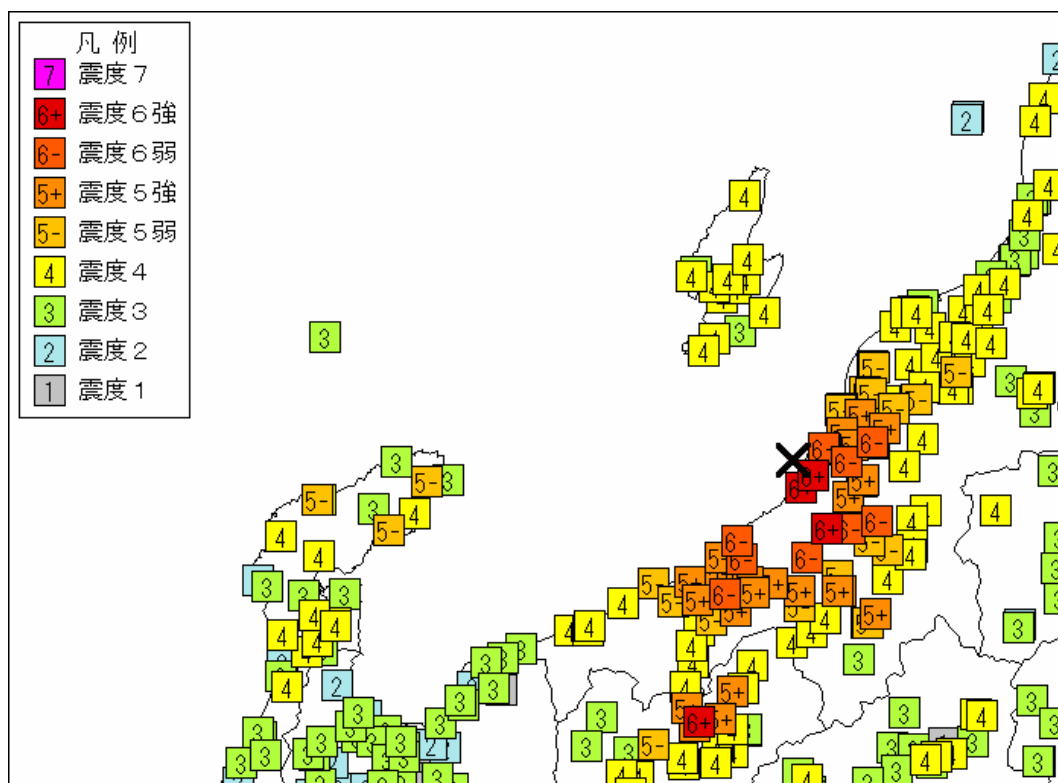


図1.1.2 震源付近の震度分布図（本震） —気象庁のweb²⁾より—

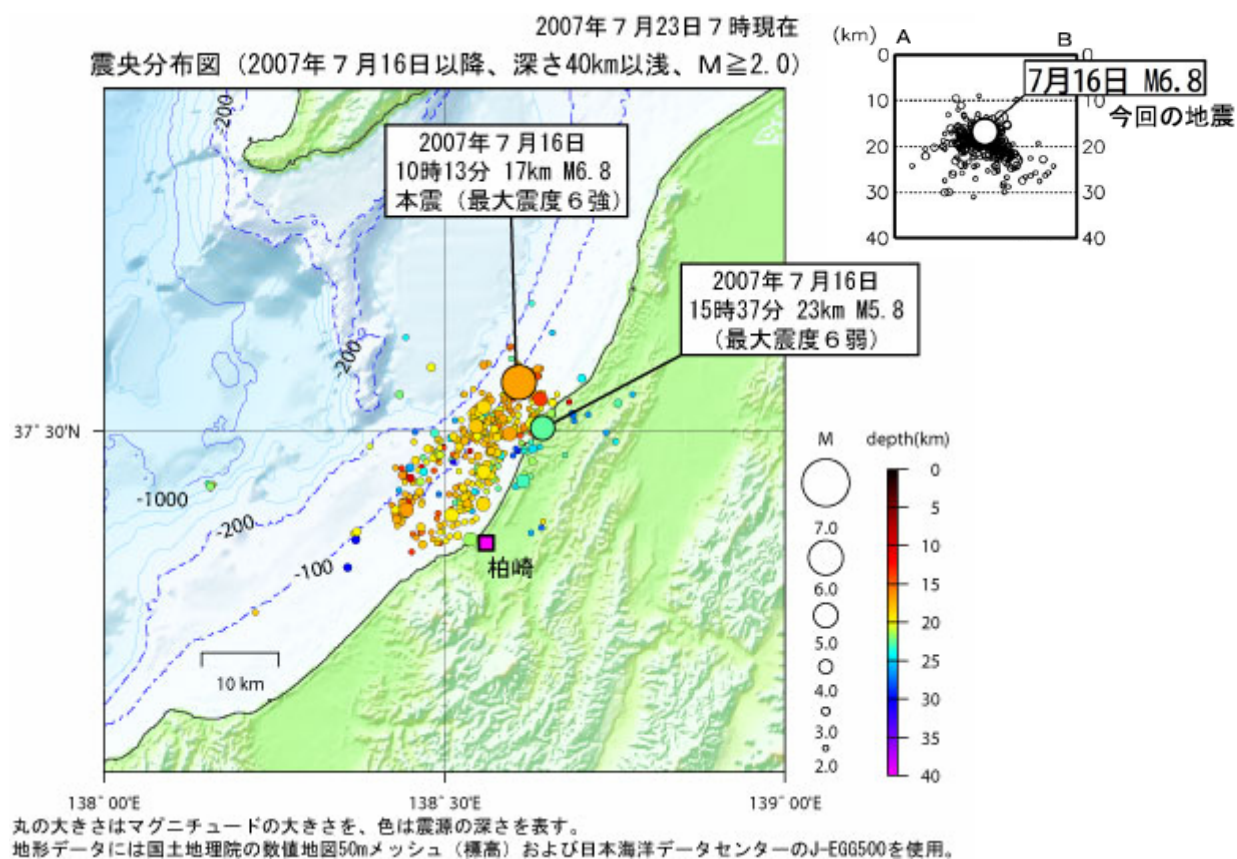


図1.1.3 今回の地震の震央分布図 —気象庁のweb³⁾⁴⁾より—

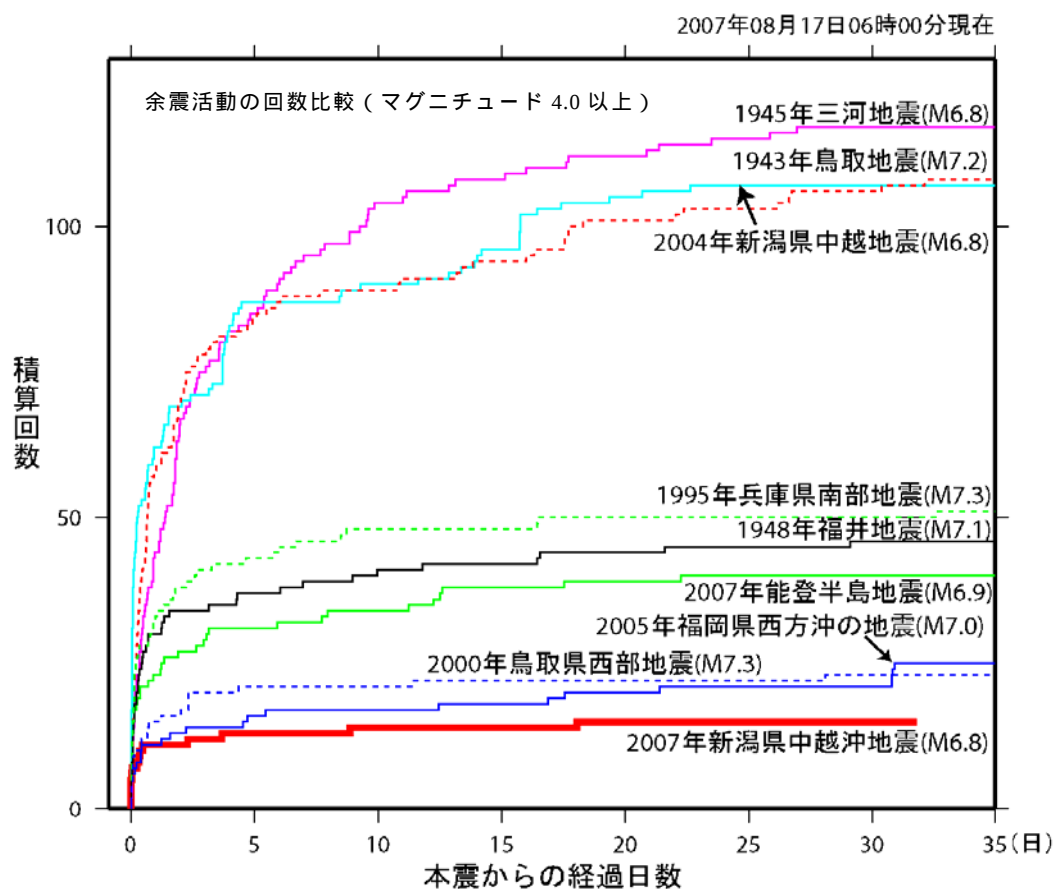


図1.1.4 平成19年(2007年)新潟県中越沖地震の余震活動⁵⁾

この地震で観測された地震動を分析することにより求められた震源メカニズムおよび断層面のすべり量分布を図1.1.5に示す（モデルA：北西傾斜の断層モデル）。断層の破壊形態は北西—南東方向に圧縮軸をもつ逆断層型である。地震のエネルギーを表す地震モーメント M_0 は、 9.3×10^{18} Nm、モーメントマグニチュード M_w は6.6である。2007年3月の能登半島沖地震の M_0 は同じF-NETで比較すると 1.36×10^{19} Nm、モーメントマグニチュード M_w は6.7で、今回の地震よりやや大きかった。2004年10月に発生した新潟県中越地震は $M_0=7.53 \times 10^{18}$ Nm（ $M_w=6.6$ ，F-NET）で、今回の地震の方が若干大きい（ただし対象とする地震記録や解析方法により M_0 の値はバラついてくる）。ちなみに兵庫県南部地震は $2 \sim 3 \times 10^{19}$ Nm（ $M_w=6.9$ ）で今回の地震の数倍程度のエネルギーを持っている。

断層破壊は図1.1.5に示すように地下深部から地表に、北東側から南西側に向かって進んでいる。アスペリティ（すべりの大きな領域）は2つあり、一つは震源付近、もう一つは震源よりも南西側でより深く、すべり量が大いのが特徴である。

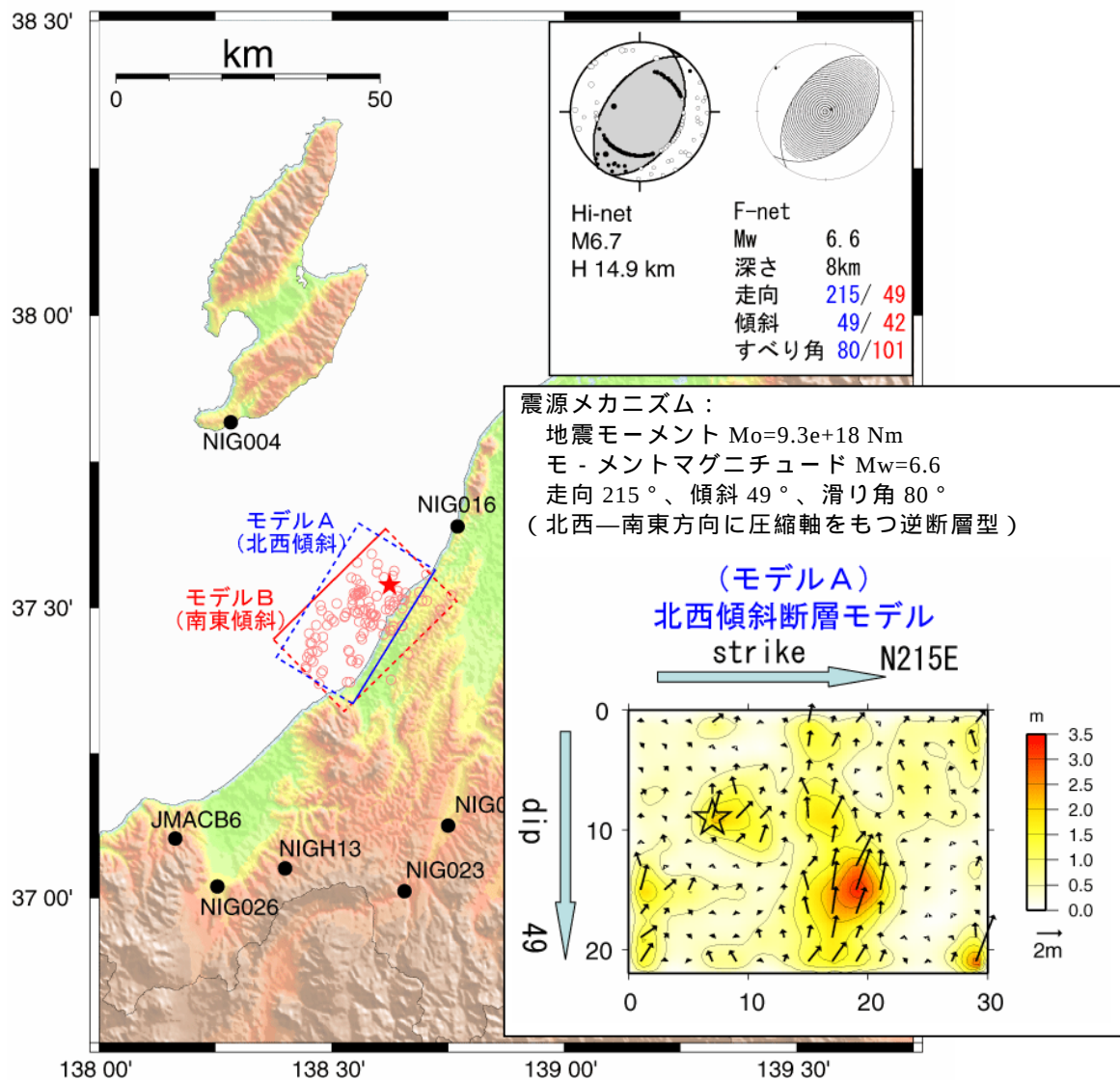


図1.1.5 断層面の推定すべり量分布（北西傾斜モデルを示す）

—防災科学技術研究所のF-NET解析結果⁶⁾およびK-NETおよびKIK-NETデータによるインバージョン結果⁷⁾—

1.2 観測された地震動

(1) 地震動の最大値

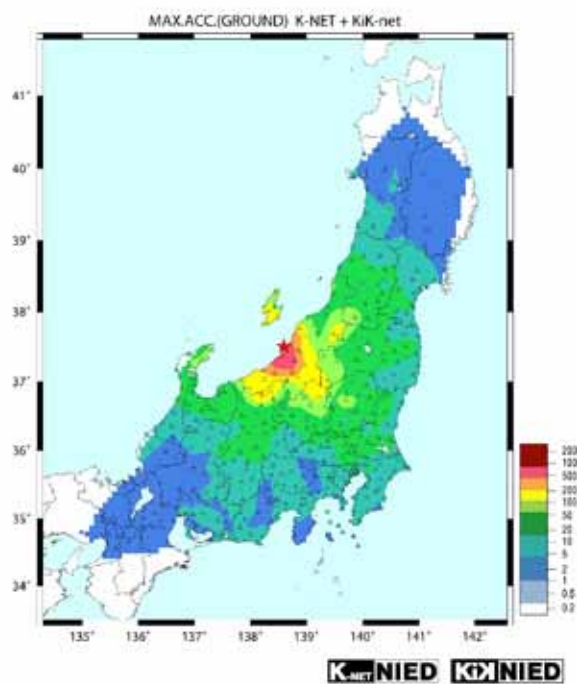
防災科学技術研究所のK-NET⁸⁾により観測された地震動の分布と距離減衰を図1.2.1に示す。また、震源近傍の代表的な3地点（K-NET柏崎、K-NET寺泊、K-NET小千谷）および気象庁出雲崎町米田の地震動最大値を表1.2.1に示す。道標には参考値として2004年新潟県中越地震で非常に大きな地震動が記録されたK-NET小千谷とJMA川口の値も示した。この両地点ほど大きな加速度、速度ではないものの、K-NET柏崎では100kine(cm/s)を超える大きな地震動となっていることが分かる。

表1.2.1 被害があった地域の地震動最大値と計測震度

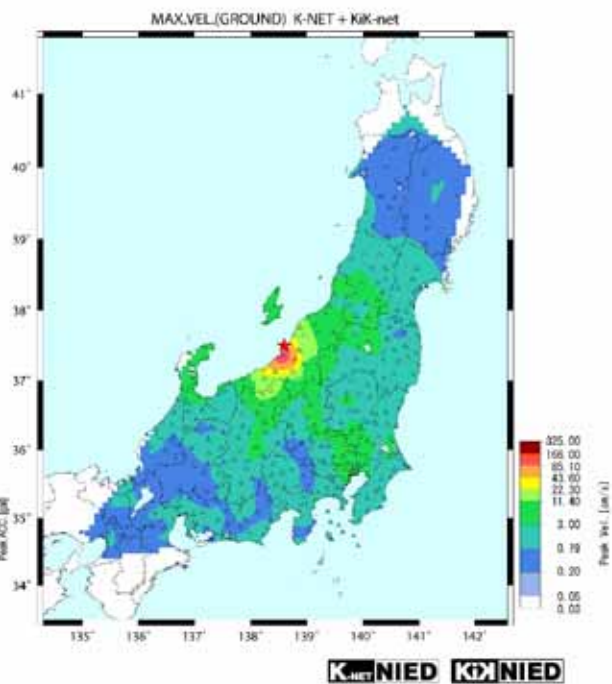
（表下の2つは2004年新潟県中越地震）

地震名	観測点名	加速度(gal)			速度 kine*			計測震度
		NS	EW	UD	NS	EW	UD	
2007年新潟県中越沖地震	K-NET 柏崎	668	511	369	108	84.5	26.5	6.4
	K-NET 寺泊	227	359	55	6.6	15.1	2.8	4.7
	K-NET 小千谷	391	455	116	21.2	46.4	8.9	5.6
	JMA 出雲崎	615	494	254	43.3	48.6	9.3	5.9
2004年新潟県中越地震(参考)	K-NET 小千谷)	1144	1314	820	98.5	128.1	30.0	6.7
	JMA 川口)	1142	1676	870	46.9	150.7	77.3	6.5

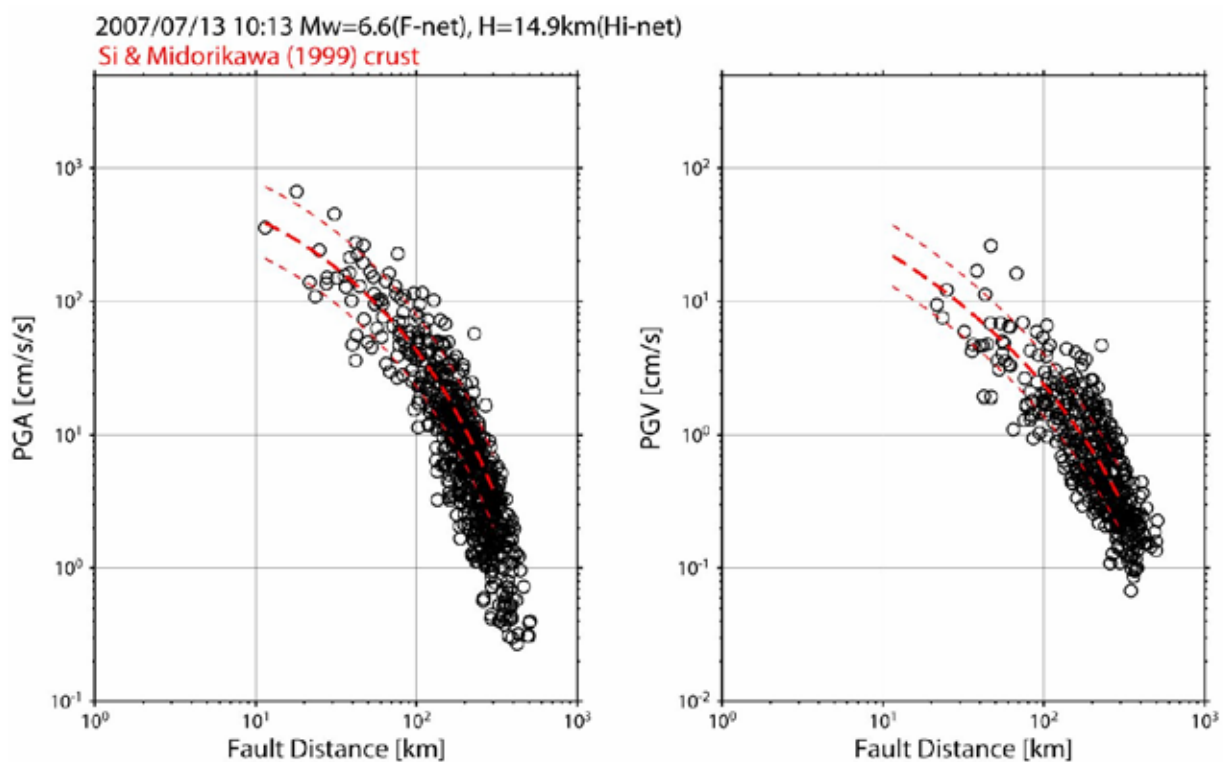
*ローカットフィルター使用



(a) 最大加速度の分布



(b) 最大速度の分布



(c) 距離減衰

図1.2.1 地震動の分布と距離減衰 —防災科学技術研究所K-netによる観測⁹⁾—

(2) 時刻歴波形と加速度応答スペクトル

表1.2.1に示したK-NET観測点の柱状図を図1.2.2に、地震動波形を図1.2.3～5に示す（JMA出雲崎の地震動も図1.2.6に示す）。柏崎は約12m厚さの比較的締まった砂層が堆積し、その下にはN値10～20の粘性土層が堆積する。寺泊は5m厚さ程度の粘性土の下が岩盤となっている。小千谷は岩盤の上に厚さ10m超の礫質土層、および表層に高有機質土層が堆積している。

被害の大きかった柏崎の強震記録をみると、地震動の継続時間は10秒程度と短いものの、最大加速度はNSで約670gal、最大速度で100kineと非常に大きな振幅となっている。加速度記録は1993年釧路沖地震の釧路港の記録のように波形の山が鋭く内にえぐれたような形状となっており、密な砂質土に現れるサイクリックモビリティの特徴を備えている。

応答スペクトルからは、周期1～3秒付近において1G前後の非常に大きな応答加速度となっている。地盤の非線形性の影響等、今後の検討が必要である。一方、K-NET 寺泊は震源から比較的近いものの、柏崎と比較して揺れは小さく、応答スペクトルのピーク周期は0.1～0.2秒と短い。寺泊の表層地盤が薄いことが影響しているものと考えられる。また柏崎は断層の破壊伝播の進行方向にあるのに対し、寺泊はその逆方向である。こうしたことから、地震動の振幅が小さく、継続時間が長くなったものと考えられる。

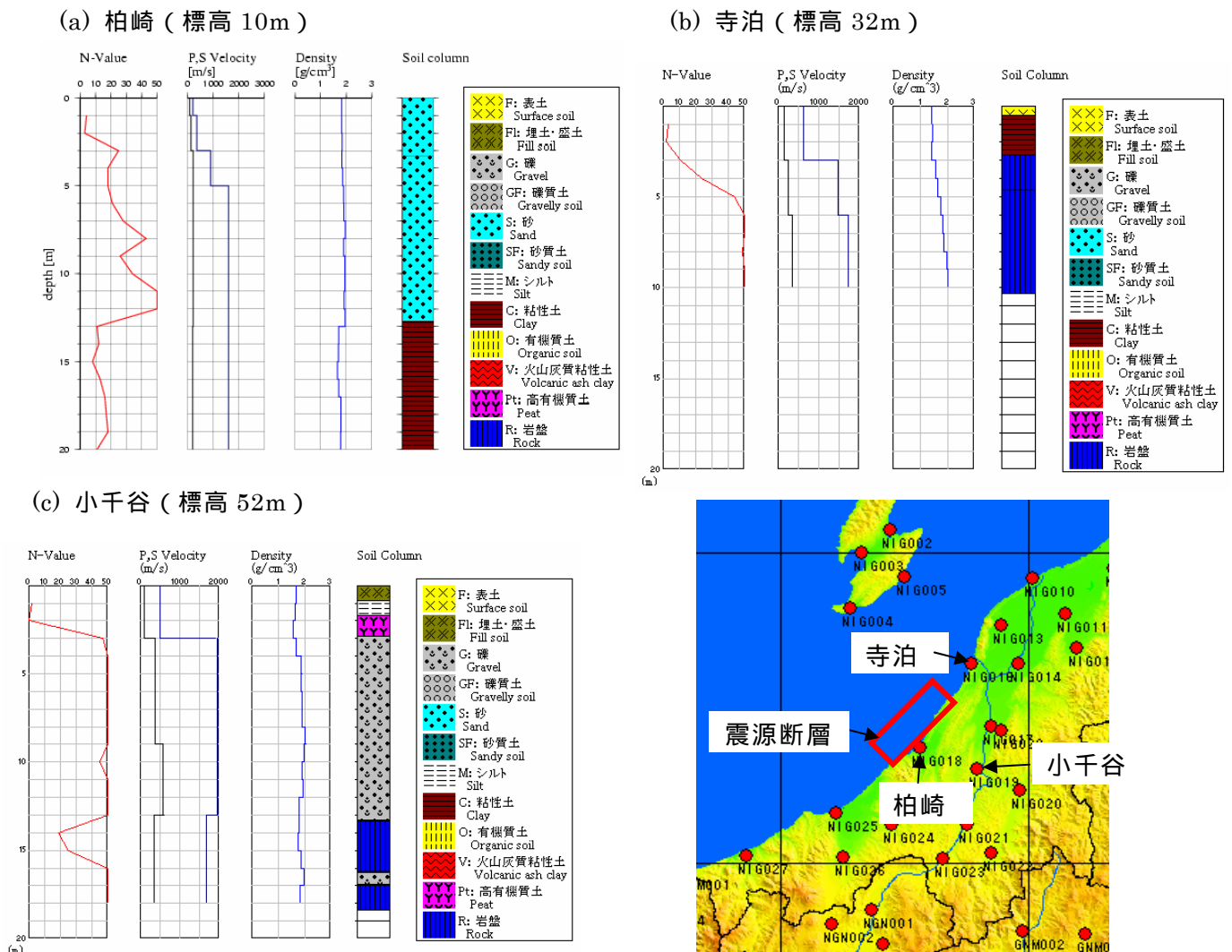
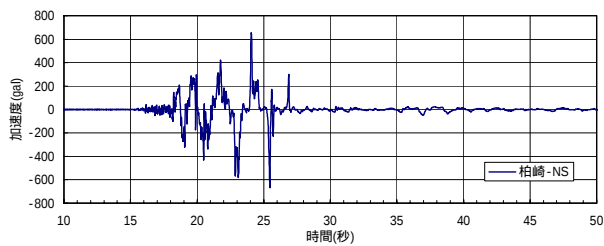
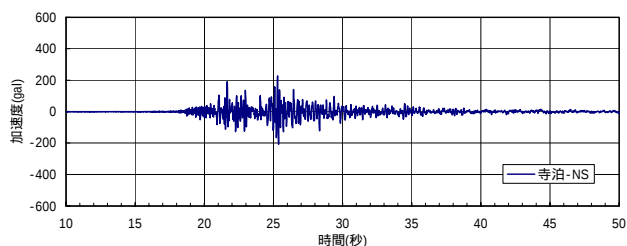
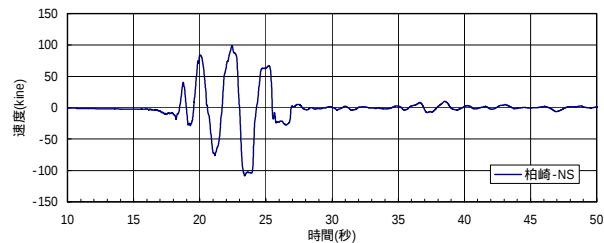


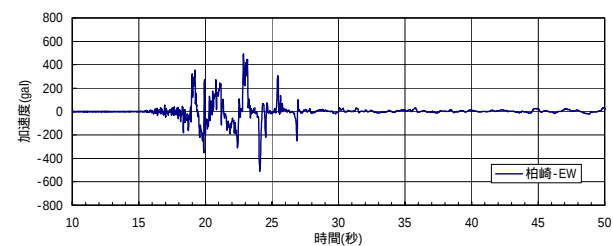
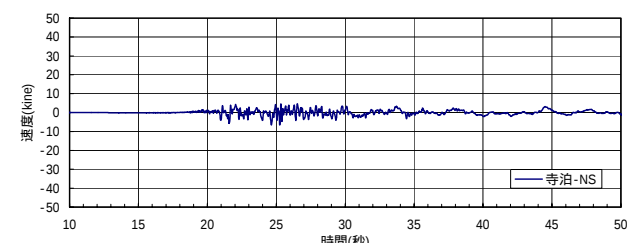
図1.2.2 K-NET観測地点の柱状図⁸⁾



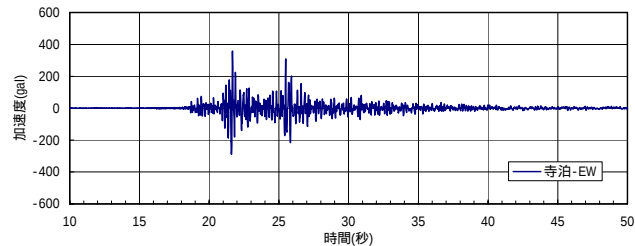
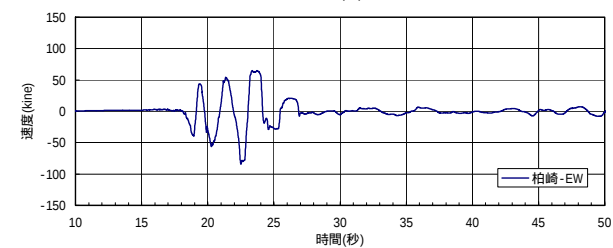
(a) 加速度・速度波形 (NS 成分)



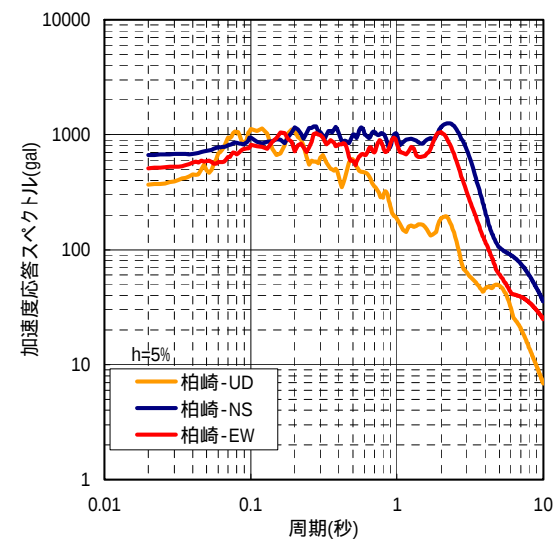
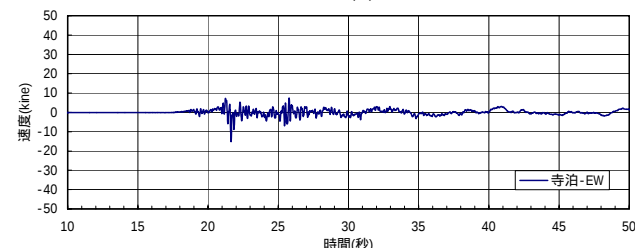
(b) 加速度・速度波形 (NS 成分)



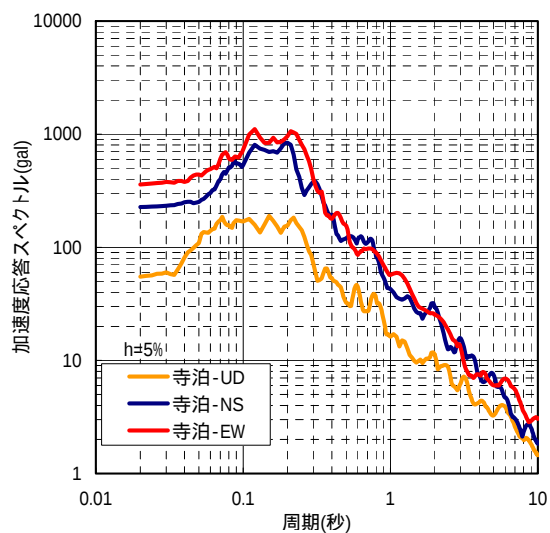
(b) 加速度・速度波形 (EW 成分)



(b) 加速度・速度波形 (EW 成分)



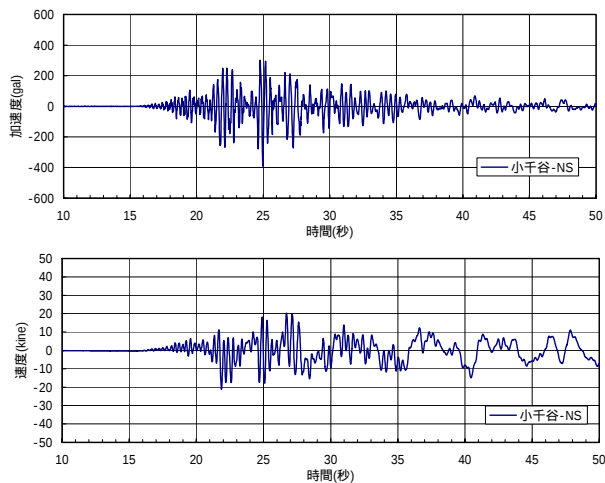
(c) 加速度応答スペクトル (5%減衰)



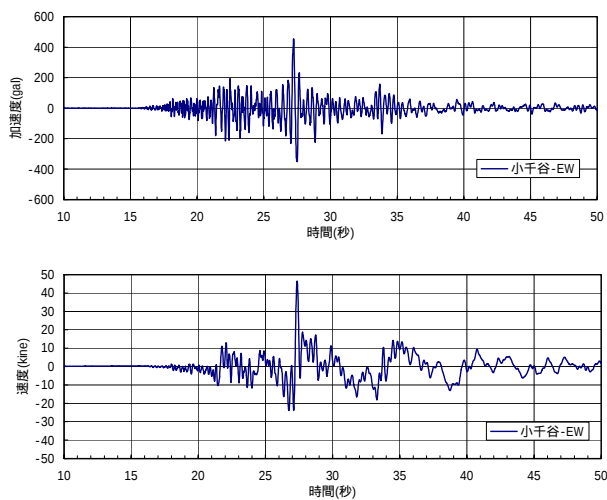
(c) 加速度応答スペクトル (5%減衰)

図1.2.3 K-NET柏崎観測点の地震動

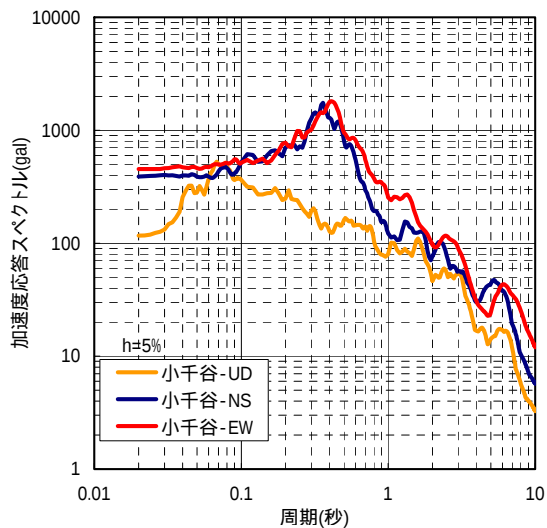
図1.2.4 K-NET寺泊観測点の地震動



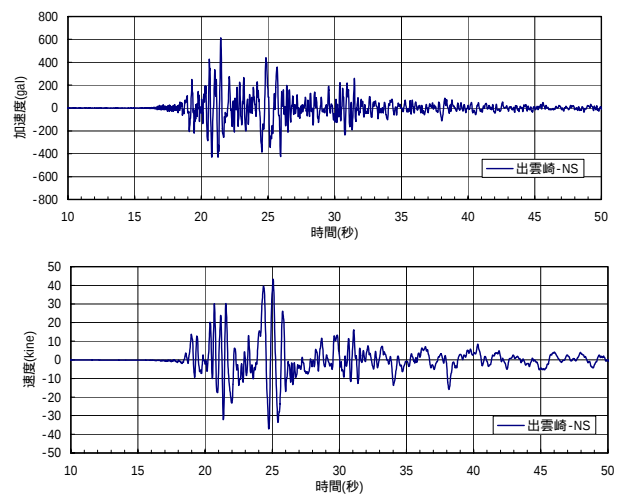
(a) 加速度・速度波形 (NS 成分)



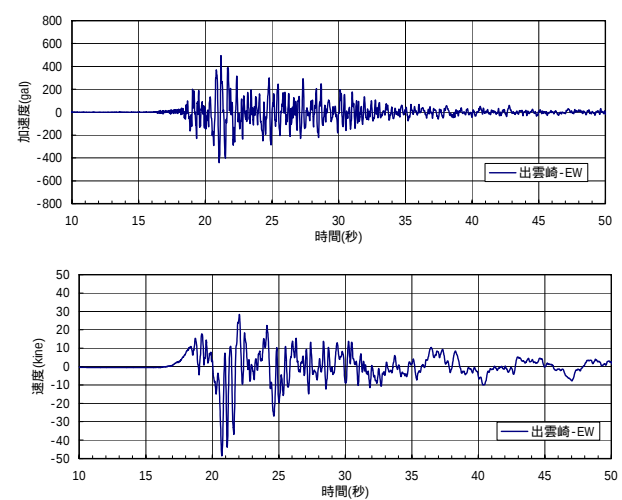
(b) 加速度・速度波形 (EW 成分)



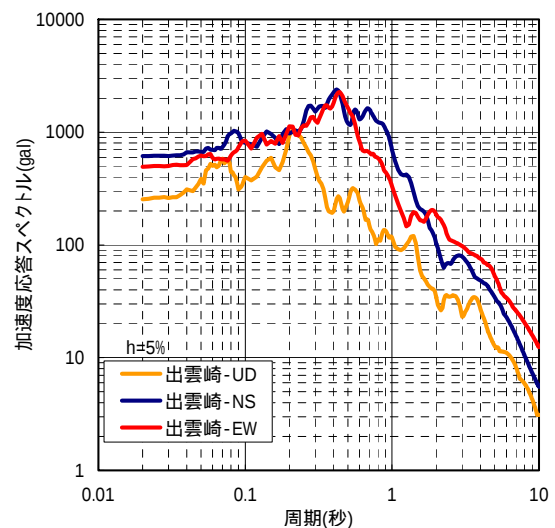
(c) 加速度応答スペクトル (5%減衰)



(a) 加速度・速度波形 (NS 成分)



(b) 加速度・速度波形 (EW 成分)



(c) 加速度応答スペクトル (5%減衰)

図1.2.5 K-NET小千谷観測点の地震動

図1.2.6 JMA出雲崎観測点の地震動

(3) 既往観測記録との比較

今回観測された地震動（K-NET柏崎）と過去の代表的な被害地震の地震動から計算した5%減衰の応答スペクトル（縦軸は擬似速度応答 pSv ）を図1.2.7に示す。K-NET柏崎は周期0.7～4秒で100kineを超えており、2～3秒付近は300kineをも上回る速度応答値となっており、過去の被害地震と肩を並べる地震動レベルとなっていることが分かる。ピーク周期が2～3秒と、苫小牧の事例を除くと、液状化がみられた神戸ポートアイランドのピーク周期（1.5～2秒程度）よりもさらに長いのが特徴である。

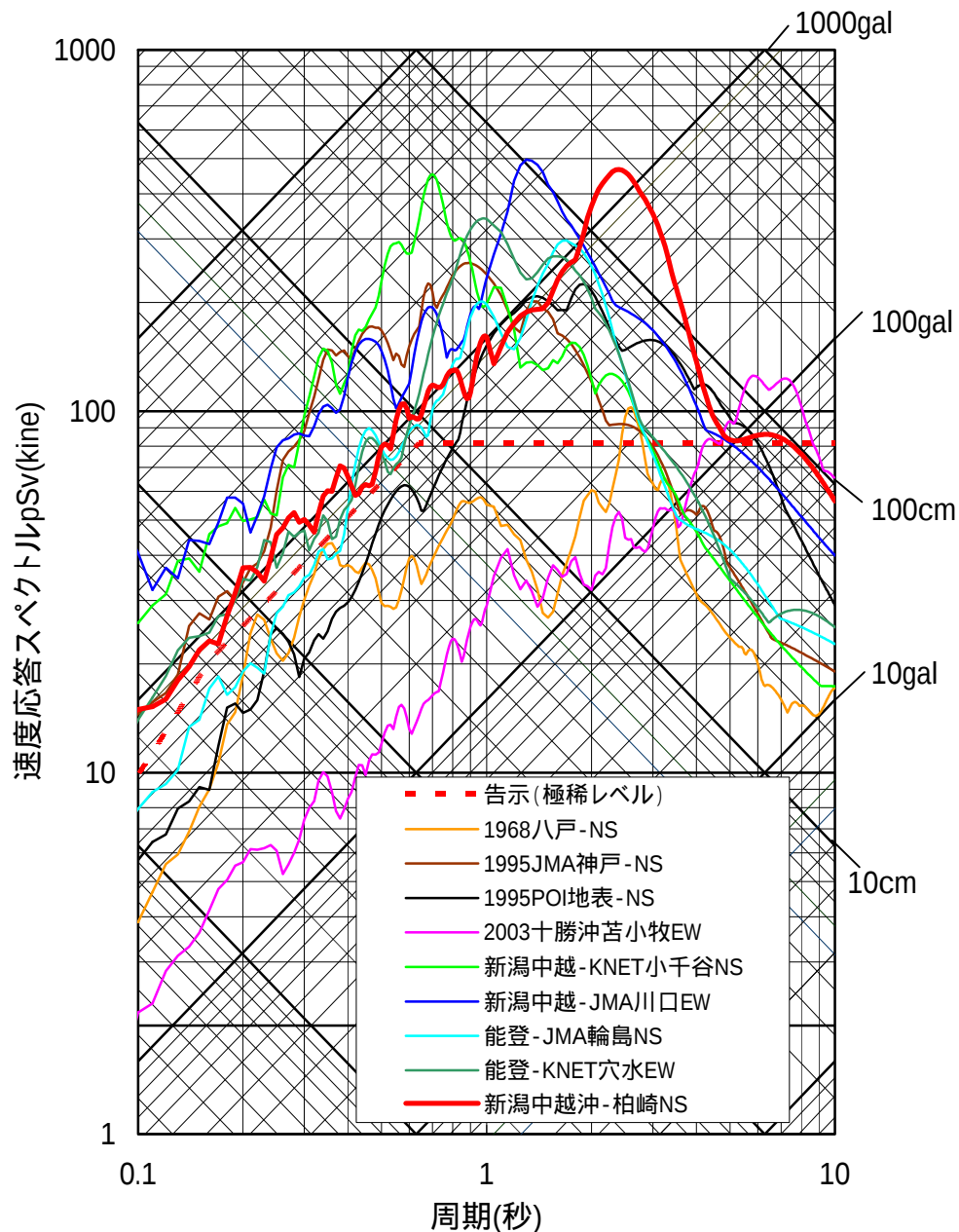


図1.2.7 新潟県中越沖地震および過去の被害地震の地震動から計算した速度応答スペクトル（5%減衰）

1.3 過去の地震被害¹⁰⁾

新潟県に被害を及ぼしてきた地震は、主に陸域の浅い地震と1964年新潟地震に代表されるような日本海東縁部の地震である。新潟県とその周辺で発生した主な地震についてその分布を図1.3.1に、被害地震の概要を表1.3.1に示す。

新潟県の中中部で発生した地震のうち、比較的大きいものでは1828年のM6.9の地震（三条地震とも呼ばれる）があり、三条で439軒の家が潰れ、死者205名の被害が生じた。明治以降も陸域の浅い被害地震が発生しており1887年の古志郡の地震（M5.7）、1927年三島郡関原の地震（M5.2）、今回の地震と震源が近い1933年の小千谷の地震（M6.1）、1961年の長岡付近の地震（M5.2）がある。1961年の長岡付近の地震では、約3km程度の非常に狭い範囲で震度6程度の揺れを感じた。最近では1995年に笹神村付近でM5.5の地震が発生し、負傷者や家屋が全半壊する被害が生じた。これらの地震のなかには活褶曲に関係して発生したものもあるとされている。

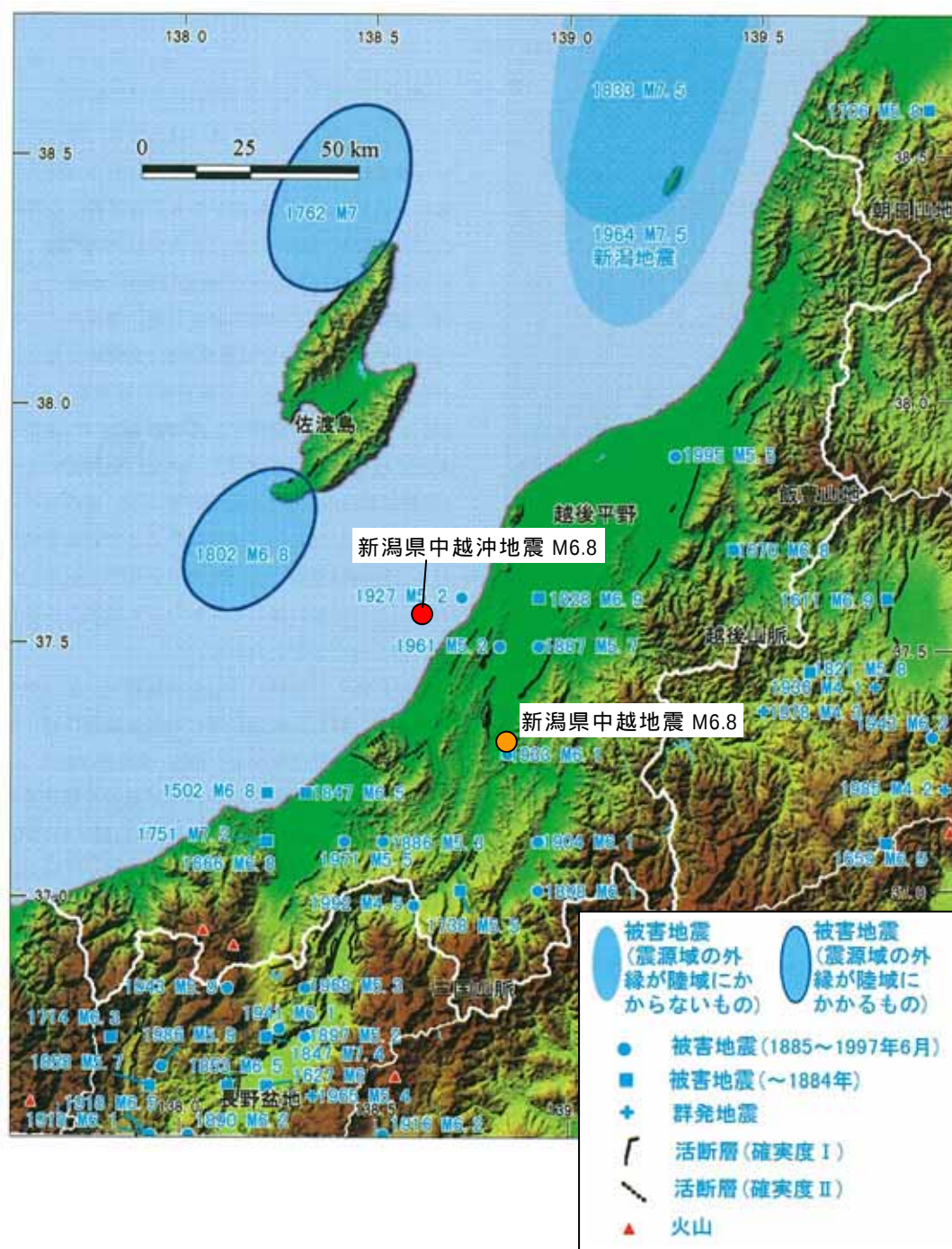


図1.3.1 過去の被害地震の分布¹⁰⁾

表1.3.1 新潟県内で起きた過去の被害地震一覧¹⁰⁾

西暦(和暦)	地域(名称)	M	主な被害
863. 7. 10 (貞観 5)	越中・越後	不明	(山崩れ、民家倒壊、湧水あり、圧死者多数。)
1502. 1. 28 (文亀 1)	越後南西部	6.5~7	越後の国府(現直江津)で家屋の倒壊並びに死者多数。
1666. 2. 1 (寛文 5)	越後西部	6 3/4	高田城破損。死者約1,500、住家倒壊多数。
1670. 6. 22 (寛文10)	越後中・南蒲原郡	6 3/4	上川4万石で、死者13、家屋全壊503。
1729. 8. 1 (享保14)	能登・佐渡	6.6~7	佐渡で死者、家屋倒壊あり。
1751. 5. 21 (宝暦 1)	越後・越中	7~7.4	高田城破損、全体で死者2,000、高田領の死者1,128、家屋全壊及び焼失6,088。
1762. 10. 31 (宝暦12)	佐渡	7	石垣、家屋が破損、死者があり。鶴島村で津波により家屋流失26。
1802. 12. 9 (享和 2)	佐渡	6.5~7	佐渡3郡全体で死者19、全壊家屋1,150、同焼失328。
1828. 12. 18 (文政11)	越後(三条地震とも呼ばれる。)	6.9	三条・見附・今町・与板などで被害。死者1,400、家屋倒壊9,800、同焼失1,200。
1833. 12. 7 (天保 4)	羽前・羽後・越後・佐渡	7 1/2	津波を伴う。死者42、家屋全壊103。
1847. 5. 8 (弘化 4)	(善光寺地震)	7.4	(死者12,000、全壊家屋34,000。)
1847. 5. 13 (弘化 4)	越後頸城郡	6 1/2	善光寺地震の被害と区別できないところが多い。
1961. 2. 2 (昭和36)	長岡付近	5.2	死者5。住家全壊220。
1964. 6. 16 (昭和39)	(新潟地震)	7.5	新潟市内で地盤の流動、不同沈下による震害が著しかった。死者13、負傷者315、住家全壊1,448、同全焼290。
1995. 4. 1 (平成 7)	北蒲原南部	5.5	負傷者82、家屋全壊55。

※主な被害は県内の被害。県内の被害が特定できない場合は()内に全体の被害を記述。

【第1章の引用・参考文献】

- 1) 気象庁：2007年7月16日10時13分ころ新潟県上中越沖で発生した地震について（第1報），報道発資料，（平成19年7月16日12時00分現在），
<http://www.jma.go.jp/jma/press/0707/16a/kaisetsu20070716.pdf>
- 2) 気象庁：「平成19年（2007年）新潟県中越沖地震」の特集，地震の詳細資料，
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/data.html
- 3) 気象庁：「平成19年（2007年）新潟県中越沖地震」の特集，震央分布図，（2007年7月23日7時現在），http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/index.html
- 4) 気象庁：「平成19年（2007年）新潟県中越沖地震」の特集，余震活動の状況，（2007年7月23日7時現在），http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/yoshin_bunpu.pdf
- 5) 気象庁：「平成19年（2007年）新潟県中越沖地震」の特集，余震活動の比較，（2007年8月17日6時現在），http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_07_16_chuetu-oki/yoshin_hikaku.pdf
- 6) 防災科学技術研究所：広帯域地震観測網F-NET，
<http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/index-j.html>.
- 7) 防災科学技術研究所：近地強震動記録による2007年新潟県中越沖地震の震源インバージョン（暫定版），（2007年8月1日現在），
<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/chuetsuoki20070716/inversion/>
- 8) 防災科学技術研究所：強震ネットワークK-NET，
<http://wwwold.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 9) 防災科学技術研究所：2007年7月16日 新潟県中越沖地震による強震動，
http://wwwold.k-net.bosai.go.jp/k-net/topics/chuetsuoki20070716/chuetsuoki_1.htm.
- 10) 地震調査研究推進本部：地震調査委員会編，日本の地震活動－被害地震から見た地域別の特徴－，新潟県，P.179-182，1999.

2. 被害の概要

2.1 概要

新潟県中越沖地震による被害の範囲は新潟県と長野県に及んでいるが、大半が新潟県の震源付近の地域に集中している。震源は海域ではあるが、タイプとしては内陸直下型の地震といえる。震源近傍では最大震度6強の強烈な地震動に襲われ、全壊家屋994棟、倒壊家屋の下敷き等による死者11名を出した。

震度6強の地点は柏崎市，長岡市，刈羽村（以上新潟県）と飯綱町（長野県）であったが、被害の多くは震源に近く、かつ人口も多い柏崎市に集中した。

この地震を特徴づけるような土木構造物の極端に大きな被害はなかったが、高速道路の損壊，液状化による各種地盤災害，斜面崩壊，道路崩壊，埋設構造物の被害など、広範囲に被害が生じた。

今回の地震の被害の大きさを把握するために、人的被害，住宅被害，被害額等について、1964年新潟地震並びに3年前に長岡市・小千谷市等を中心とした中越地方に大きな被害をもたらした2004年新潟県中越地震とを比較した結果を表2.1.1に示す。地震による死者は11名，負傷者は1,989名（8月22日現在）で、2004年新潟県中越地震に比べて人的被害が大分少ない。また概算の被害額も新潟県中越地震の約半分となっている。

この地震のマグニチュードは、新潟県中越地震と同じ6.8であるが、震源が内陸ではなく海岸付近であったためか、被害規模は2004年の中越地震よりは小さかった。また、地震規模において勝り、新潟市という大きな都市を襲い、地盤の液状化が大規模に発生した1964年新潟地震と比べても被害規模は小さいことが分かる。

表2.1.1 過去の地震との被害規模の比較

地震名		新潟地震 ¹⁾	新潟県中越地震 ²⁾	新潟県中越沖地震 ³⁾
発生年		1964年6月16日	2004年10月23日	2007年7月16日
マグニチュード		7.5	6.8	6.8
深さ		40km	13km	17km
被害額		約1,030億円	約3兆円	約1.5兆円 ^{*1}
人的被害	死者	26名	68名	11名
	行方不明	0名	0名	0名
	負傷者	447名	4,795名	1,989名
住宅被害	全壊	2,250棟（含む全焼）	3,175棟	994棟
	半壊	6,641棟（含む半焼）	11,642棟	3,258棟
	一部破損	67,825棟	103,854棟	34,754棟

^{*1} 新潟県による試算（7月23日）

2.2 個別被害

新潟県中越沖地震による人的・物的被害の概要を示す。

(1) 死傷者³⁾

死者は11名、負傷者は1,989名となっている（8月22日16時現在）。そのうち1,959名が新潟県内で被害に遭い、死者のうち10名（男性5名、女性5名）が柏崎市内、1名（女性）が刈羽村内で死亡が確認された。死因は、建物崩壊の下敷き（9名）、外傷性硬膜下血腫（1名）、また柏崎市内の鋳物工場で発生した粉塵爆発による火災で、火傷を負い入院中だった男性が死亡（1名）した。犠牲者のうち10名が70歳を越えている。

また、2004年新潟県中越地震の際には死者が多数出たエコノミー症候群に26名が罹っていることが確認されている。

現在も335名が避難所生活を余儀なくされている（8月22日16時現在）。

(2) 建物³⁾

住家被害は、全壊994棟、半壊3,258棟、一部破損34,754棟に上る（8月22日16時現在）。また火災が3件（建物1件、その他2件）報告されている。

表2.2.1は新潟県で実施された建物の被災度判定結果である。これによると、調査総数の16.2%にあたる4,955棟が危険（赤）と判定されている。

表2.2.1 応急危険度判定実施結果一覧表⁴⁾

単位（件）

都道府県名	市町村名	危険（赤）	要注意（黄）	調査済（緑）	計
新潟県	柏崎市	4,616	8,295	19,179	32,090
	刈羽村	291	497	686	1,474
	出雲崎町	48	151	285	484
計		4,955	8,943	20,150	34,048

（8月7日12時00分現在）

(3) 河川・ダム⁴⁾

国の管理する河川では、新潟県と長野県において、堤防天端のクラックや護岸の沈下等の被害が25箇所が発生した。また都道府県管理の河川では、護岸損壊や河道埋塞等の被害が189箇所に及んだ。被害対策について調査中の箇所も未だに多いが、殆どの被害が小規模であるため、当面監視という措置が採られている。

ダムの被害は、柏崎市管理の川内ダムで長さ10mのクラックが発生し、貯水池の水位の低下等が見られた。また新潟県管理の2つのダムで沈下量・漏水量が平常値を上回ったが、どちらもダムの安全性には問題ないことが確認された。河川の被害状況を表2.2.2に示す。

表2.2.2 (1) 河川の被害状況 (国管理) 4)

都道府県	水系	河川	市町村	地 点		被害状況		対策状況
				左右岸	KP	形態	被害程度	
新潟県	信濃川	大河津分水路	燕市	右岸	2.8+79	堤防天端クラック	幅：6cm 深さ：1.2m以上 L=65m	堤防兼用道路(県道)通行止め、通行止め解除 舗装部パッチング応急復旧済み 緊急復旧工事中
					3k付近		幅：3-5cm 深さ：0.7m L=22m	
					3.2k		幅：10cm 深さ：2m以上 L=41m	
					2.0k+70		舗装部20m 天端L=40m	
					2.4k-4.5		幅：3cm 深さ：1m L=50m	
					3.2k+100		幅：8cm 深さ：1.2m以上 L=60m	
					3.4k+35		幅：2.5cm 深さ：0.6m L=30m	
		信濃川	長岡市	左岸	5.6k	渡部橋左岸取付舗装部段差	段差2cm	軽微なため対応必要なし
					2.2k	堤防天端クラック	幅：1.5cm 深さ：不明 L=50m 坂路クラック 幅：7cm 深さ：1m L=30m	堤防兼用道路(県道)通行に支障ない程度のため、規制なし。 舗装部パッチング応急復旧済み
					本川 0.0k+155	堤内側堤防小段： B=10cm、h=1.2m以上、 L=30m 下部液状化確認 坂路亀裂深さ：1.2m 延長80m		堤防小段兼用道路(県道)片側交互通行 亀裂部はシート張り 工で応急復旧済み 緊急復旧工事中
		大河津分水路	燕市	右岸	2.2k	堤防天端クラック	幅：5cm 深さ：1.2m以上 L=17m	堤防兼用道路(県道)通行止め 舗装部パッチング応急復旧済み 緊急復旧工事中
		信濃川	長岡市	左岸	1.3k	堤防法面亀裂及び噴砂： H=1.2m,W=10cm,L=17m 川表坂路下部亀裂：L=約116m,H=約1m,W=10cm 堤防坂路天端部亀裂： H=1m程度W=10cm		亀裂部はシート張り 工で応急復旧済み

表 2.2.2 (1) 河川の被害状況 (国管理) ⁴⁾ (つづき)

都道府県	水系	河川	市町村	地 点		被害状況		対策状況
				左右岸	KP	形態	被害程度	
新潟県	信濃川	信濃川	燕市	右岸	0.0k-10	高水敷亀裂	詳細調査中	堤防まで距離があり、軽微なため当面監視
			長岡市	左岸	0.0k-30	堤内側堤防小段クラック	幅：5-10cm 深さ：不明	堤内側堤防小段兼用道路（県道）クラック舗装部パッチングによる応急復旧済み
					0.0k	小段L型側溝破損	L=100m	堤内側 堤防小段兼用道路（県道）のL型側溝破損 県道通行には支障なし 緊急復旧工事中
					0.0k	高水護岸下部沈下・亀裂	L=30m	緊急復旧工事中
					20.25k+100m	堤防天端法肩亀裂	深さ：40cm 延長：50m	シート張り工による応急復旧済み
					16.5k～16.5k+140m	低水護岸損壊	L=140m	堤防まで距離有り、当面監視
		信濃川下流	燕市		43.2k	低水護岸（矢板護岸）に傾き確認	L=140m	土のう工等により応急復旧済
			新潟市	右岸	3.2k+50m	堤防法尻付近	陥没直径約1m	堤内側シート張り工等により応急復旧済
					12.5k	堤防斜面崩れ	斜面クラック L=6m 斜面すべり	川表斜面にクラック及びすべり確認 シート張り工による応急復旧済み
				左岸	42.0k付近	高水敷管理用通路亀裂	L=100m	低水護岸背後の管理用通路にクラックバリケードによる通行規制 シート張り工等により応急復旧済
			三条市		44.0k+200	護岸天端付近亀裂	幅8cm 深50cm 延長：調査中	シート張り工による応急復旧済み

表 2.2.2 (1) 河川の被害状況 (国管理) ⁴⁾ (つづき)

都道府県	水系	河川	市町村	地点		被害状況		対策状況
				左右岸	KP	形態	被害程度	
長野県	信濃川	千曲川	中野市	右岸	49k	堤防天端亀裂	幅8cm 深50cm L=130m	舗装部パッチングによる応急復旧済み 本復旧工事中
新潟県	関川	関川	上越市	左右岸	9.2k+158m	橋梁保護高水護岸クラック	幅2cm 深1.7m L=25m	シート張り工等により応急復旧済

(8月6日9時30分現在)

○ 信濃川水系

表2.2.2 (2) 河川の被害状況 (新潟県管理) ⁴⁾

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
西川	燕市	大川津地先	・堤防（兼用道路）亀裂 1箇所	小規模の為当面監視
黒川	長岡市	大積千本町地先	・河道埋塞 1箇所 （L=50m，W=10m，H=5m）	掘削により流水を確保済み
芝ノ又川		確認中	・河道埋塞 1箇所， ・土砂崩壊 6箇所	掘削により流水を確保済み
高鳥川			・土砂崩壊 5箇所 ・河岸崩落 1箇所 ・倒木 2箇所	小規模の為当面監視
波海川			・土砂崩壊 1箇所	小規模の為当面監視
土口川			・河道埋塞 1箇所 ・土砂崩壊 1箇所	掘削により流水を確保済み
国沢川			・河道埋塞 1箇所	掘削により流水を確保済み
早刈川			・土砂崩壊 2箇所	掘削により流水を確保済み 小規模の為当面監視
五百川			・堤防亀裂，沈下 1箇所	詳細調査中
朝日川			・土砂崩壊 1箇所	小規模の為当面監視（普通河川）
田河川			・護岸損壊 1箇所	小規模の為当面監視
寺の沢川			・護岸損壊 1箇所 ・土砂崩壊 2箇所	小規模の為当面監視
当間川			・水路橋一部目地開き 1箇所	応急復旧完了
大門川	・護岸損壊 1箇所		詳細調査中	
羽根川	・護岸損壊 1箇所		詳細調査中	
飛渡川	・護岸損壊 1箇所		詳細調査中	
油田川	刈羽村		・河道埋塞 1箇所	詳細調査中
			・土砂崩壊 1箇所	小規模の為当面監視（普通河川）
大沢川	刈羽村 柏崎市	・土砂崩壊 1箇所	詳細調査中	

○ 鯖石川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
鯖石川	柏崎市	右岸 1 k m 付近	・堤内側公園（柏崎市占用）内に亀裂 1箇所 ・堤防亀裂，沈下 16箇所 ・護岸損壊 9箇所 ・土砂崩壊 1箇所 ・よしやぶ川排水機場破損 1箇所	詳細調査中
鎌田川		確認中	・護岸損壊 1箇所 ・河道埋塞 1箇所	詳細調査中 掘削により流水を確保済み
別山川			・堤防亀裂，沈下 20箇所 ・護岸損壊 25箇所	詳細調査中
坂田川			・護岸損壊 3箇所 ・河道埋塞 2箇所	
灰爪川	・護岸損壊 1箇所			
西之入川	・土砂崩壊 1箇所		掘削により流水を確保済み	
和田川	・護岸損壊 3箇所		詳細調査中	
田沢川	・護岸損壊 4箇所			
藤掛川	・護岸損壊 1箇所			
荒谷川	・護岸損壊 2箇所 ・土砂崩壊 1箇所			
後谷川	柏崎市	確認中	・護岸損壊 1箇所	詳細調査中
長鳥川			・土砂崩壊 1箇所	掘削により流水を確保済み
高津川			・護岸損壊 1箇所	応急復旧完了
岩之入川			・土砂崩壊 1箇所	掘削により流水を確保済み
久之木川			・護岸損壊 1箇所	詳細調査中
小清水川			・土砂崩壊 1箇所	小規模の為当面監視
吉井川			・護岸損壊 2箇所	詳細調査中
中川			・護岸損壊 1箇所	
二田川			・護岸損壊 5箇所	
神成川			・護岸損壊 2箇所	
前谷地川	・護岸損壊 2箇所			
一の堰川	・護岸損壊 2箇所			
妙法寺川	・護岸損壊 5箇所			

○ 島崎川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
市野坪川 常楽寺川	出雲崎町	確認中	・河道埋塞 2箇所	掘削により流水を確保済み

○ 郷本川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
郷本川	長岡市	確認中	・護岸損壊 2箇所	小規模の為当面監視

○ 尾町川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
尾町川	柏崎市	確認中	・護岸損壊 1箇所 ・土砂崩壊 1箇所	詳細調査中 掘削により流水を確保済み

○大津川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
大津川	柏崎市	確認中	・護岸損壊 1箇所	詳細調査中

○二位殿川

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
二位殿川	柏崎市	確認中	・護岸損壊 1箇所 ・護岸損壊 1箇所	小規模の為当面監視 詳細調査中

○鶴川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
鶴川	柏崎市	確認中	・堤防亀裂、沈下 6箇所 ・護岸損壊 2箇所	詳細調査中

○石地川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
石地川	柏崎市	確認中	・護岸損壊 1箇所 ・土砂崩壊 1箇所	詳細調査中

○谷根川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
谷根川	柏崎市	確認中	・土砂崩壊 1箇所	詳細調査中

○柿崎川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
柿崎川	上越市	確認中	・堤防亀裂、沈下 1箇所	詳細調査中
			・護岸損壊 3箇所	小規模の為当面監視
			・護岸損壊 1箇所	詳細調査中
米山川			・護岸損壊 1箇所	小規模の為当面監視
吉川	上越市	確認中	・護岸損壊 3箇所	小規模の為当面監視（2箇所） 詳細調査中（1箇所）
小河川			・護岸損壊 2箇所	小規模の為当面監視

○関川水系

河川名	市町村	地点	被害状況	対策状況
保倉川	上越市	確認中	・護岸損壊 1箇所	詳細調査中

（8月6日9時30分現在）

(4) 港湾・海岸⁴⁾

震源地に近い柏崎港では、ふ頭施設等で舗装亀裂や供用岸壁背後の液状化によってエプロン部が沈下し、段差が発生する等の被害が生じた。

また、宮川海岸、大湊海岸、石地海岸、大崎海岸、椎谷海岸、上輪海岸、勝見海岸で海岸保全施設の被害が生じた。青海川海岸では土砂崩れが発生した。

表2.2.3 港湾の被害状況⁴⁾

管理機関	港湾名	地区名	被害状況	備考
新潟県	柏崎港	臨港道路	八坂橋の一部被災	橋台と取付道路に20～50cmの段差発生 応急工事完了（通行止め解除）
			番神13の1の一部被災	吸音板落下，クラック発生 （吸音板撤去完了）7/30(20:30～)通行止
			西埠頭線の一部被災	舗装亀裂，沈下・側溝破損（通行可）
			中浜埠頭線の一部被災	舗装亀裂，沈下・側溝破損（通行可）
			臨港道路の一部区間で全面通行止め	上部斜面土砂崩れの恐れのため（緊急車両は通行可能）7/30(20:30～)通行止解除
		岸壁・物揚場	中央ふ頭岸壁・物揚場の一部被災	物揚場(-4m)I7°07'部約20cm陥没，1号物揚場(-4m)I7°07'部約70cm陥没，岸壁(-5.5m)I7°07'部約50cm陥没（供用不可，安全対策措置済），西物揚場I7°07'部約10cm陥没（使用可能）
			中浜ふ頭岸壁の一部被災	2号岸壁(-10m)，3号岸壁(暫定-10m)I7°07'約10cm沈下，取付部海側に約1m傾斜
			西ふ頭岸壁の一部被災	岸壁(-6m)I7°07'背後に亀裂（供用可），観光交流センター前インターロッキング波状被災
			東ふ頭岸壁・物揚場の一部被災	岸壁(-7.5m)のエプロン部が陥没（限定使用可），物揚場(-2m)背後地約50cm段差，1号物揚場(-3.5m)背後地約10cm段差，（調査中）
			東ふ頭先端護岸の一部被災	護岸本体が海側に変位（現在調査中）
			中浜・中央・東各ふ頭用地の被災	液状化，沈下，クラック発生
		管理用道路	西埠頭西防波堤への管理用道路の一部被災	管理用道路陥没（使用不能）
		マリーナ	施設の一部被災	クラブハウス前面の物揚場約20cm沈下，船揚場斜路段差発生（使用不可），ウインチ使用不可
		港湾緑地	柏崎港公園の一部被災	園路，駐車場クラック（使用可）

（8月8日09時00分現在）

表2.2.4 海岸の被害状況⁴⁾

管理機関	港湾名	地区名	被害状況	備考
新潟県	新潟港海岸	松浜	海岸の一部被災	砂浜に直径2m、深さ1.5mの陥没発生（埋戻措置済）
	柏崎港海岸	鶴川右岸	海岸緑地の一部被災	園路・インターロッキングブロック波状被災、駐車場クラック，階段護岸（L=10m）液状化，突堤（B）天端管理用通路破損

（8月8日09時00分現在）

(5) 鉄道⁴⁾

JR越後線柏崎駅で列車が脱線し、レールの変状等の被害が発生した。また、JR信越線青海川駅では、斜面崩壊により線路への土砂の流入し、海側ホームの崩壊等の被害が発生した。地震により上越新幹線が約11時間にわたって越後湯沢以北の区間で運転を見合わせるなど、交通網に大きな影響を及ぼした。

表2.2.5 鉄道の被害状況⁴⁾

事業社名	線名	区間	被害状況
JR東日本	信越本線	犀潟～柿崎	・レールの変状 ・電柱の傾斜
		柿崎～柏崎	・青海川駅の線路への土砂の流入，海側ホームの崩壊 ・第一米山トンネル他2箇所のトンネル内壁のコンクリートの剥落 ・橋梁の一部損傷 ・ホームの陥没，変状 ・旅客通路の沈下 ・電柱の傾斜
		柏崎～宮内	・レールの変状 ・線路の路盤の陥没 ・排水設備の破損 ・米山～笠島間の第一米山トンネル内でコンクリート剥落 ・青海川附近で土砂流入
	越後線	柏崎～吉田	・柏崎駅に停車中の列車の脱線 ・レール・路盤の変状，盛土の流失 ・橋梁の一部損傷 ・ホーム・上屋・待合室の変状 ・こ線橋の床板の損傷 ・電柱の傾斜・倒壊，架線の切断

(8月8日09時00分現在)

(6) 道路⁴⁾

北陸自動車道では、能生～長岡JCT間が被災し、トンネル壁面の剥落、最大50cmに及ぶ段差等の被害が発生したが、7/18夕方には応急復旧が完了し、新潟市や関東方面からの救援物資の輸送に大きな役割を果たした。

国道8号上越市長浜地先において、2箇所で法面崩壊が発生し、全面通行止めとなった。また、その他の被害状況は、斜面崩落や路面の陥没・亀裂がほとんどである。

被害状況を表2.2.6に示す(8月8日09時00分現在)。

表2.2.6 道路の被害状況⁴⁾

○ 高速道路

路線名	箇所	被害状況	対策状況
北陸自動車道	長岡JCT～西山IC	・ 段差	通行可：上下 2 車線
	西山IC～柏崎IC	・ 段差	通行可：上下 1 車線
	柏崎IC～米山IC	・ 段差 ・ 橋梁損傷	通行可：上下 1 車線
	米山IC～柿崎IC	・ 段差 ・ トンネル覆工コンクリート剥離 ・ 橋梁損傷	通行可：上り 1 ～ 2 車線，下り 1 車線，一部対面通行
	柿崎IC～上越IC	・ 段差	通行可：上下 2 車線

○ 直轄国道

路線名	箇所	被害状況	対策状況
国道8号	長岡市大積千本町	・ 土砂崩落	通行可：上下線
	柏崎市比角跨線橋	・ 段差	
	上越市長浜	・ 法面崩壊	
国道116号	柏崎市和田橋	・ 段差	
	柏崎市藤掛川橋	・ 段差	
	柏崎市西山町田沢田沢川橋	・ 段差	
	柏崎市西山町尾野内	・ 段差	
	柏崎市西山町荒谷荒谷高架橋付近	・ 段差	

○ 補助国道

路線名	箇所	被害状況	対策状況
新潟県 国道352号	柏崎市椎谷～大崎	・ 崩壊	当分の間通行止め
	柏崎市石地	・ 路面陥没	当分の間通行止め
	柏崎市大湊～刈羽村刈羽	・ 擁壁倒壊の恐れ	当分の間通行止め
	柏崎市大湊	・ 路面陥没	8/10まで通行止め
長野県 国道405号	栄村秋山郷	・ 落石	当分の間通行止め

○ 地方道（県道）

路線名	箇所	被害状況	対策状況
(主)柿崎小国線	柏崎市小村峠	・ 土砂崩れ	通行可
(一)黒部柏崎線	柏崎市原町(なごみ橋)	・ 路面陥没	
(一)黒部柏崎線	柏崎市番神	・ 路面陥没	
(一)黒部柏崎線	柏崎市長崎～山本	・ 土砂崩れ	
(主)燕分水線	燕市中島	・ 路面亀裂	
(主)上越安塚柏崎線	上越市北本町	・ 障害物のため ・ 踏切内電車停車	
(一)原之町上下浜停車場線	上越市大湊区長峰	・ 路面陥没	
(主)小千谷大沢線	柏崎市大沢	・ 土砂崩れ	当分の間通行止め
(主)上越安塚柏崎線	柏崎市阿相島	・ 土砂崩れ	通行可
(一)三条下田線	三条市一の門	・ 建物壁崩落危険の為	通行可
(主)鯨波宮川線	刈羽村赤田町方	・ 路面陥没	通行可

路線名	箇所	被害状況	対策状況
(一)刈羽停車場線	刈羽村刈羽	・路面陥没	通行可
(一)東柏崎停車場線	柏崎市東本町	・家屋倒壊	8月中旬まで通行止め
(一)荒浜中田線	柏崎市荒浜～刈羽村正明寺	・路面陥没	通行可
(一)荒浜中田線	柏崎市長崎	・路面陥没	
(一)礼拝長岡線	柏崎市西山町妙法寺～刈羽村油田	・路面陥没	
(一)野田高柳線	柏崎市高柳町白倉	・土砂崩れ	
(一)東長島五十土線	柏崎市成沢	・路面亀裂	
(主)鯨波宮川線	柏崎市吉井	・路面陥没	
(主)柏崎高浜堀之内線	柏崎市西山町西山(栄橋)	・路面陥没	
(一)礼拝長岡線	柏崎市西山町二田～西山町坂田	・土砂崩れ	8月中旬まで通行止め
(一)礼拝長岡線	柏崎市西山町和田～西山町内方	・擁壁倒壊の恐れ	
(主)柏崎高浜堀之内線	刈羽村滝谷新田	・土砂崩れ	通行可
(主)鯨波宮川線	刈羽村赤田町方	・家屋倒壊の恐れ	
(主)大湊高柳線	柏崎市高柳町高尾	・土砂崩れ	

(7)土砂災害⁴⁾

8市2町1村で合計108件の土砂災害が発生した。JR信越線青海川駅付近にて斜面崩壊が発生し、崩壊土は斜面の下の方路を巻き込み海岸まで崩落した。また柏崎市米山町(聖が鼻)、上輪などで地すべり性の崩壊が発生した。

表2.2.7 土砂災害の発生状況⁴⁾

都道府県	発生場所	被害内容		計
		がけ崩れ	地すべり	
新潟県	柏崎市	50	5	55
	刈羽村	12	2	14
	上越市	5	9	14
	出雲崎町	5	1	6
	長岡市	7	5	12
	山北町	1	-	1
	妙高市	-	2	2
	十日町市	-	1	1
	加茂市	1	-	1
長野県	長野市	-	1	1
	中野市	1	-	1
計		82	26	108

(8月6日09時30分現在)

(8)ライフライン

電力⁵⁾⁶⁾

柏崎市を中心に35,344戸が停電となったが、同日21時59分に復旧した。設備の被害は、電柱

等の傾斜・倒壊等が533基，高・低圧配電線の断線・混線が1,956口，引込線の断線・混線が959口，柱上変圧器の傾斜が2,708台、高圧計器用変成器の傾斜等が537台となっている。

柏崎刈羽原子力発電所については、地震発生時に起動操作中であった2号機および通常運転中であった3・4・7号機において原子炉が自動停止した。また、地震後のパトロールにより、6号機の原子炉建屋(非管理区域)及び1～7号機の原子炉建屋オペレーティングフロア(管理区域)における放射性物質を含む水の漏えいが確認された。

3号機では、地震後に所内変圧器に含まれている絶縁油が漏れ、それに引火して火災が発生した。

通信関係⁷⁾

地震による停電の影響で、NTT東日本の固定電話が柏崎市において500回線が不通となっていたが、16日20時までには全線が復旧した。また、新潟県柏崎市、刈羽村の7カ所の避難場所には、特設公衆電話23台が設置された。

NTT東日本の災害用伝言ダイヤル171等も運用された。表2.2.8に利用状況を示す。

表2.2.8(1) 災害用伝言ダイヤル(171)利用状況⁸⁾

期間	録音	再生	合計
7月16日～8月7日	約23,800件	約37,100件	約60,900件

表2.2.8(2) 災害用ブロードバンド伝言板(web171)利用状況⁸⁾

期間	登録	閲覧	合計
7月16日～8月7日	約1,200件	約1,600件	約2,800件

上水道⁹⁾

新潟県・長野県で合わせて58,961戸が断水となった。なお、現在全て復旧済みである。

表2.2.9 水道施設の断水被害¹⁰⁾

都道府県	管理者名	断水戸数
新潟県	柏崎市	39,245
	長岡市	3,281
	刈羽村	1,312
	出雲崎町	1,100
	十日町	56
	佐渡市	13
	上越市	13,889
長野県	飯山市	35
	飯綱町	30
総断水戸数		58,961

(8月17日10時30分現在)

都市ガス¹⁰⁾

都市ガスでは、旧柏崎市地区では27,356戸、西山・刈羽地区では3,622戸でガス供給が停止となった。現在29,005戸が復旧済み（93.6％）である（8月15日20時現在）。

石油関係¹¹⁾

柏崎市吉井で採掘した原油を長岡市雲出町まで送るパイプライン(延長：約24km、口径：8インチ)において、同村大塚地区の1箇所で破断して原油が飛散するという被害が発生した。近くの水田約210アールに被害が確認された。飛散した原油の漏えい量は、約40キロリットルと推定される。約20キロリットルを回収したが、現在も回収作業中である（7月23日現在）。

下水道⁴⁾

下水道施設においては、処理場、管きょ、ポンプ場を合わせて15施設に被害があった。被害状況を表2.2.10に示す。

表2.2.10 下水道施設の被害⁴⁾

管理機関	施設名	被害状況等	対応状況等
新潟県	信濃川流域下水道長岡浄化センター	・最終沈殿池一部破損	・水処理施設の稼動に支障なし
十日町市	十日町市下水処理センター	・脱臭設備の配管フランジ部破損	・水処理施設の稼動に支障なし
柏崎市	柏崎市自然環境浄化センター	・汚泥棟基礎杭一部破損 ・消化ガスホルダー内部破損 ・場内道路等の隆起・陥没	・水処理施設の稼動に支障なし
	石地アメニティライフセンター	・場内道路等の隆起・陥没	・水処理施設の稼動に支障なし
	八坂中継ポンプ場	・圧送管破断	・仮復旧完了
	柳橋中継ポンプ場	・圧送管破断	・1本により送水中
	公共下水道管きょ	<一次調査の結果> ・被災延長約30.3km（マンホール約2,400箇所で何らかの異状あり）	・マンホール内滞水の著しい48箇所については、バキューム車や仮配管により対応中。その他バキューム車や資機材を確保済
上越市	鷗川右岸第1排水区雨水ポンプ場	・場内陥没、建物外壁一部破損	・特に雨水排水に支障なし
	柿崎浄化センター	・処理場周辺地盤の陥没	・水処理施設の稼動に支障なし
長岡市	公共下水道管きょ	<一次調査の結果> ・被災延長約2.8km	・特に流下に支障なし
	小国浄化センター	・脱臭ダクト破損	・水処理施設の稼動に支障なし
小千谷市	公共下水道管きょ	<一次調査の結果> ・被災延長約2.4km	・特に流下に支障なし
	公共下水道管きょ	<一次調査の結果> ・被災延長約0.8km	・特に流下に支障なし
出雲崎町	公共下水道管きょ	<一次調査の結果> ・被災延長約4.0km	・特に流下に支障なし
飯山市	公共下水道管きょ	・マンホールポンプ用引込線電柱折れ（1箇所）	・仮復旧完了

（8月8日9時00分現在）

(9) 公園施設⁴⁾

国営、都市公園、その他を合わせて、13施設において園内に陥没・ひび割れ等の被害が生じた。また、鯖石川改修記念公園では液状化による噴砂及び大規模な開口クラックが発生した。

表2.2.11 公園施設の被害状況⁴⁾

○ 国営公園

都道府県名	所在地名	施設名	被害状況
新潟県	長岡市	国営越後丘陵公園	・休憩所の棟瓦が落下 ・展望台壁面一部破損 ・幹線園路のひび割れ、側溝、防護柵ずれ、法面に一部亀裂発生 ・体験学習施設内装の一部損傷

(8月8日9時00分現在)

○ 都市公園、その他の公園

都道府県名	所在地名	施設名	被害状況
新潟県	燕市	燕市大曲河川公園	・園路の舗装ひび割れ
	柏崎市	鯖石川改修記念公園	・駐車場内の舗装ひび割れ
		八坂公園	・パーゴラ基礎破損
		駅前公園	・園路の舗装ひび割れ
		鴨池公園	・駐車場内の舗装ひび割れ
		北園公園	・園路のブロック破損
		白竜公園	・園路、駐車場内の舗装ひび割れ
		雀森公園	・石灯籠等倒壊
		大久保緑道(水道橋公園)	・園内の舗装ひび割れ
		柏崎夢の森公園	・園路の破損
		番神御野立公園	・法面崩壊
		海岸公園	・園路の舗装ひび割れ等

(8月8日9時00分現在)

【第2章の引用・参考文献】

- 1) 新潟地震30年事業実行委員会学術技術誌編集委員会：新潟地震と防災技術，4.1発生直後からの状況と被害統計，pp.32-35，1994.
- 2) 新潟県：平成16年新潟県中越大震災による被害状況について(第172報)，新潟県報道資料，(平成19年8月23日現在)，<http://saigai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai190823.pdf>
- 3) 消防庁：平成19年(2007年)新潟県中越沖地震（第42報），災害情報（平成19年8月22日16時現在），<http://www.fdma.go.jp/data/010707221611398750.pdf>
- 4) 国土交通省：平成19年（2007年）新潟県中越沖地震について（第23報），(平成19年8月8日11時00分現在)，http://www.mlit.go.jp/bosai/disaster/saigaiyouhou/h19/cyuuetuoki_23.pdf
- 5) 東北電力：新潟県における地震発生による停電の状況について，
http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/1/1175859_1493.html
- 6) 東京電力：柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震に伴う「原子炉施設故障等報告及び電気関係事故報告」の提出について，(平成19年8月10日現在)，
http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu07_j/images/070810c.pdf
- 7) 新潟県：平成19年7月16日新潟県中越沖地震によるライフライン被害状況，(平成19年7月16日16時現在)，<http://bosai.pref.niigata.jp/bosaiportal/0716jishin/lifeline/lifeline1907161600.pdf>
- 8) NTT東日本：「平成19年新潟県中越沖地震」に伴う「災害用伝言ダイヤル(171)」等の運用終了等について，(平成19年8月7日正午現在)，
<http://www.ntt-east.co.jp/release/0708/070807a.html>
- 9) 厚生労働省：新潟県中越沖地震の被害状況及び対応について（第26報），(平成19年8月17日10時30分現在)，<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2007/08/h0817-1.html>
- 10) 社団法人日本ガス協会：平成19年新潟県中越沖地震の都市ガスの復旧状況について，(8月15日20時発表分)，<http://www.gas.or.jp/press/newsrelease/notice2007081501.pdf>
- 11) 石油資源開発(株)：新潟県中越沖地震後の当社施設の復旧状況について，(平成19年7月24日)，
http://www.japex.co.jp/pdf/2007/JAPEX_20070724b.pdf

3. 地形・地質

3.1 地形・地質の概要

平成19年(2007年)新潟県中越沖地震において災害の発生した地域周辺の地形は、図3.1.1に示すように柏崎平野，荒浜砂丘，刈羽・三島丘陵，三島山地，東頸城山地および米山山地に区分される。以下に各地形の特徴について説明する。

(1) 柏崎平野

柏崎平野は、長さ約20km，幅約5kmの大きさがあり、鯖石川、別山川および鵜川下流域に形成された三角州性低地，扇状地性低地および砂礫台地から構成される。

三角州性低地は、標高3～5mで主に鵜川および鯖石川下流域に分布し、日本海側は砂州で閉塞されている。扇状地性低地は、標高5～10mで鵜川中流域，鯖石川中流域および別山川に沿って細長く分布する。砂礫台地は、標高10～100mで柏崎平野の南東側縁辺部および鯖石川・鵜川に沿って分布する。

(2) 荒浜砂丘

荒浜砂丘は、長さ約12km，幅約2kmにわたって日本海の海岸線に沿って分布し、砂州と砂丘に区分されている。砂州は、標高5～10mで鵜川河口と鯖石川河口との間に海岸線に沿って細長く分布し、柏崎市街地として利用されている。砂丘は、標高10～80mで鯖石川河口より北東側に海岸線に沿った被覆砂丘で、柏崎刈羽原子力発電所が立地する。

(3) 刈羽・三島丘陵

刈羽・三島丘陵は、標高50～150mで別山川と海岸線との間に細長く分布し、おもに大起伏丘陵地に区分され、図3.1.2に示すように地すべり地形が多く認められる。

(4) 三島山地

三島山地は、柏崎平野東側で山稜が北北東 - 南南西方向に連続する標高100～300mの大起伏丘陵地および小起伏山地で、図3.1.2に示すように地すべり地形が多く認められる。

(5) 東頸城山地

東頸城山地は、柏崎平野南側の鵜川および鯖石川流域で山稜が南北方向に連続する標高100～900mの小起伏山地および中起伏山地で、図3.1.2に示すように地すべり地形が多く認められる。

(6) 米山山地

米山山地は、柏崎平野南西側の標高992.6mの米山山麓一帯で大起伏山地、中起伏山地、小起伏山地および山麓地と海岸線沿いに細長く分布する岩石台地に区分される。米山山地の中起伏山地および小起伏山地には、図3.1.2に示すように地すべり地形が認められる。

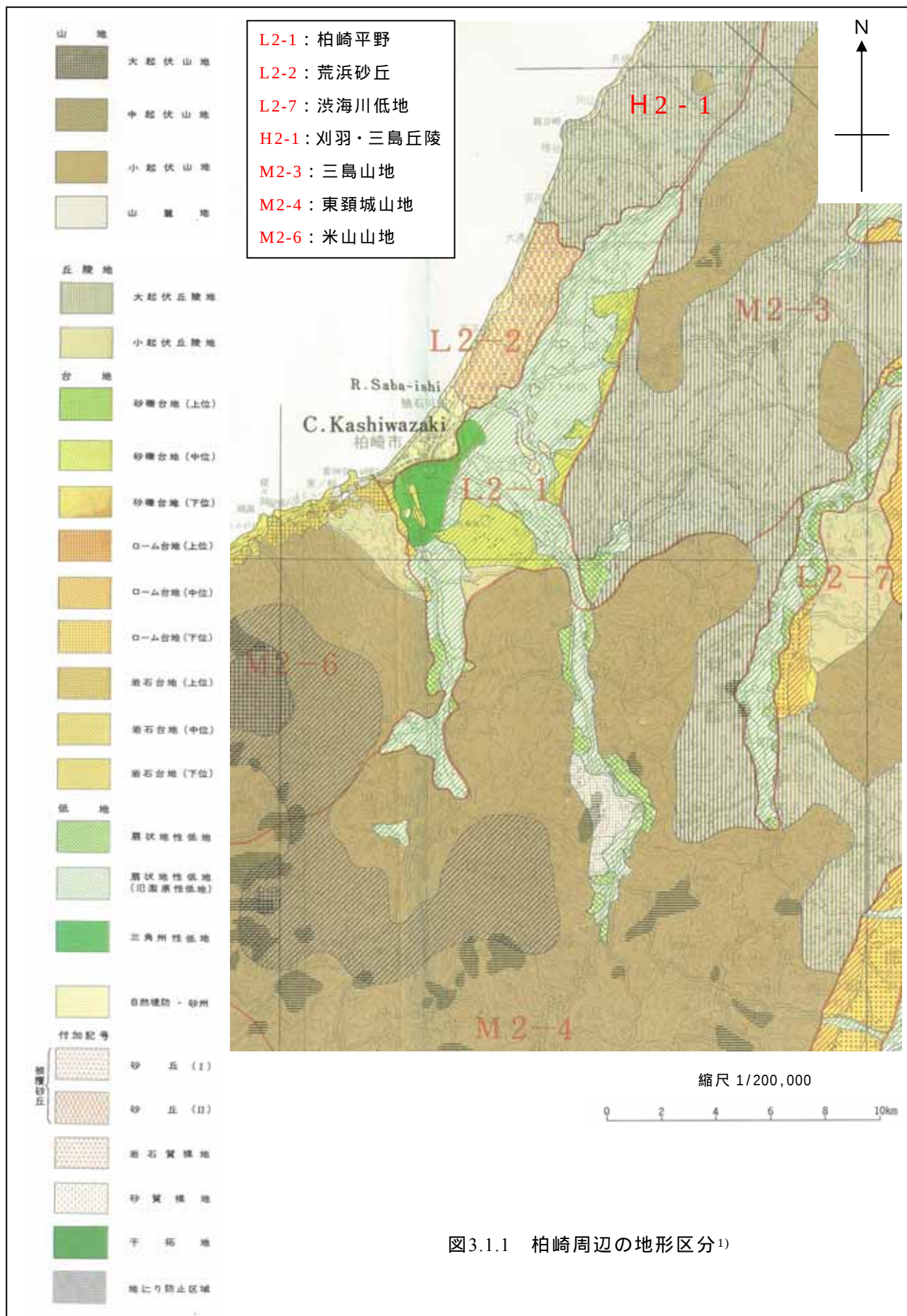
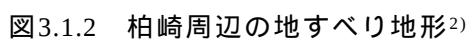


図3.1.1 柏崎周辺の地形区分¹⁾

背景地形図：北海道地図株式会社GISMAP50000R, GISMAP200000V



平成19年(2007年)新潟県中越沖地震災害が発生した地域周辺は、図3.1.3および図3.1.4に示すように、下位より、新第三紀に堆積した寺泊層、椎谷層および西山層、第四紀更新世に堆積した灰爪層、魚沼層および段丘堆積物、完新世に堆積した砂丘堆積物および沖積層が分布する。

地層の特徴は次のようになる。

寺泊層：酸性凝灰岩を挟む砂岩泥岩互層，

暗灰色泥岩または珪藻質泥岩

椎谷層：砂岩泥岩互層または黒色泥岩

白岩層：砂質シルト岩および泥質細粒砂岩

西山層：暗緑灰色塊状泥岩，砂岩泥岩互層

砂質泥岩または火山岩

魚沼層：砂，砂・泥・砂礫，礫・砂・シルト互層

灰爪層：細粒～中粒砂，砂質シルトまたは砂泥互層

段丘堆積物：礫・砂

砂丘堆積物：砂

沖積層：礫・砂・泥・腐植土

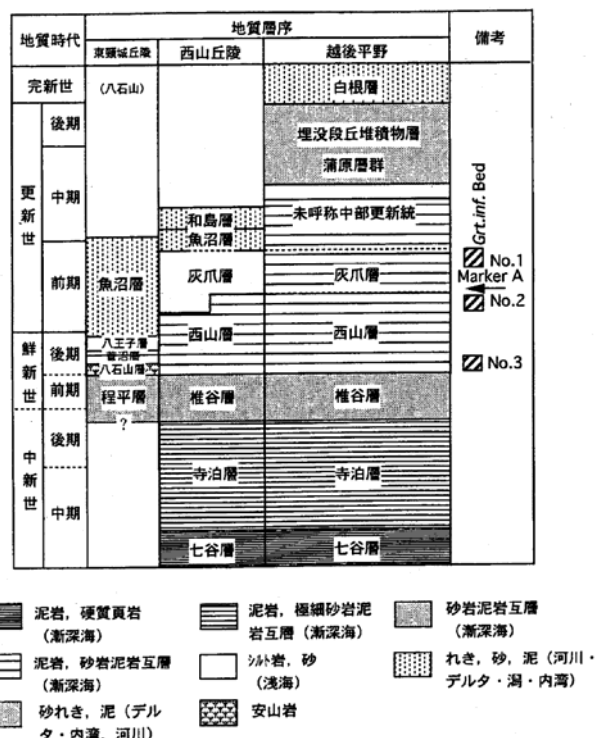


図3.1.3 越後平野の地質層序³⁾

地形で区分された地域の地質および構造は次のようになる。

柏崎平野：埋没谷に沖積層が堆積して軟弱地盤を形成するほか、山側縁辺部には段丘堆積物が分布する。

荒浜砂丘：堆積岩類を覆って均質な砂(風成砂)で構成される砂丘堆積物が分布する。

刈羽・三島丘陵：北北東 - 南南西方向の背斜軸と向斜軸に沿って寺泊層、椎谷層および西山層が分布する。

三島山地：北北東 - 南南西方向の背斜軸と向斜軸に沿って寺泊層、椎谷層、西山層、魚沼層および灰爪層が分布する。

東頸城山地：北北東 - 南南西方向～南北方向の背斜軸と向斜軸に沿って椎谷層、白岩層、西山層、安山岩溶岩・火砕岩、魚沼層および灰爪層が分布する。

米山山地：安山岩溶岩・火砕岩が広く分布するほか、海岸線沿いには西山層および段丘堆積物が分布する。

3.2 被害地域の地盤

地震被害は柏崎平野の市街地を含む周辺地域で顕著であった。柏崎平野の地盤は新潟県地盤図および説明書⁴⁾に詳しく整理されている。この地盤図および説明書によると、柏崎平野は、図3.2.1に示すように鵜川、鯖石川および別山川の下流域に形成された沖積低地の軟弱地盤が広く分布するほか、海岸沿いには荒浜砂丘および古砂丘が細長く分布する。

柏崎平野の地下地質は、図3.2.2に示すように最深GL.-75m程度の埋没谷に沖積層が厚く堆積している。沖積層は、更新世に堆積した下部層、完新世に堆積した中部層および上部層に区分される。

下部層は、鯖石川・別山川合流部付近より下流側のもっとも深い埋没谷にのみ分布し、平野の奥部には分布しない。厚さ約40mのN値10前後の比較的均質な粘性土層で、部分的に砂層のレンズを挟み、谷底には薄い基底礫層を伴う。

中部層は、厚さ約30mで鵜川沿いでは下位より礫層、砂、砂・シルト互層およびN値5前後の海成粘土層が分布し、鯖石川・別山川沿いでは、レンズ状の砂層を頻繁に挟むN値5前後の粘性土層が分布する。上部層は厚さ約10mで泥炭層や砂層を挟むN値5以下の粘性土層から構成される。

柏崎市街地周辺の土地改変は、図3.2.3に示すように明治44年と現在とを比較すると次のような特徴がある。

柏崎市街地

明治44年頃は鵜川河口付近の砂丘地および街道沿いにあったが、現在は旧市街地の東北東側～東側の砂丘地および南側～東南東側の旧水田地に広がっている。

鵜川・鯖石川沿い

明治44年頃は蛇行し自然堤防に集落が細長く分布していたが、現在は一部の蛇行が直線化もしくは緩い曲線状に河川改修されている。

鵜川・鯖石川河口

明治44年頃は海岸線沿いに形成された砂州や砂嘴(さし)により海跡湖が形成されていたが、現在は埋立地となり鵜川河口は柏崎港として利用されている。

家屋全壊地区のおよその範囲は、主に砂丘内陸側の細長い地域に認められる。また道路・堤防等の変状は、主に鵜川下流の沖積低地、鵜川河口の埋立地および砂丘地を横断する鯖石川下流付近に認められる。

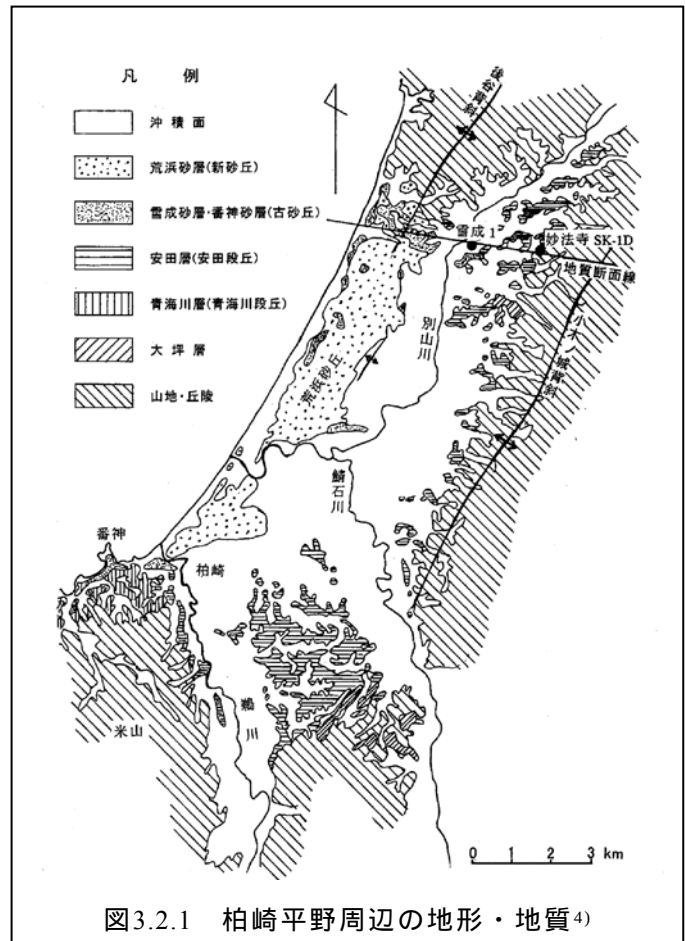
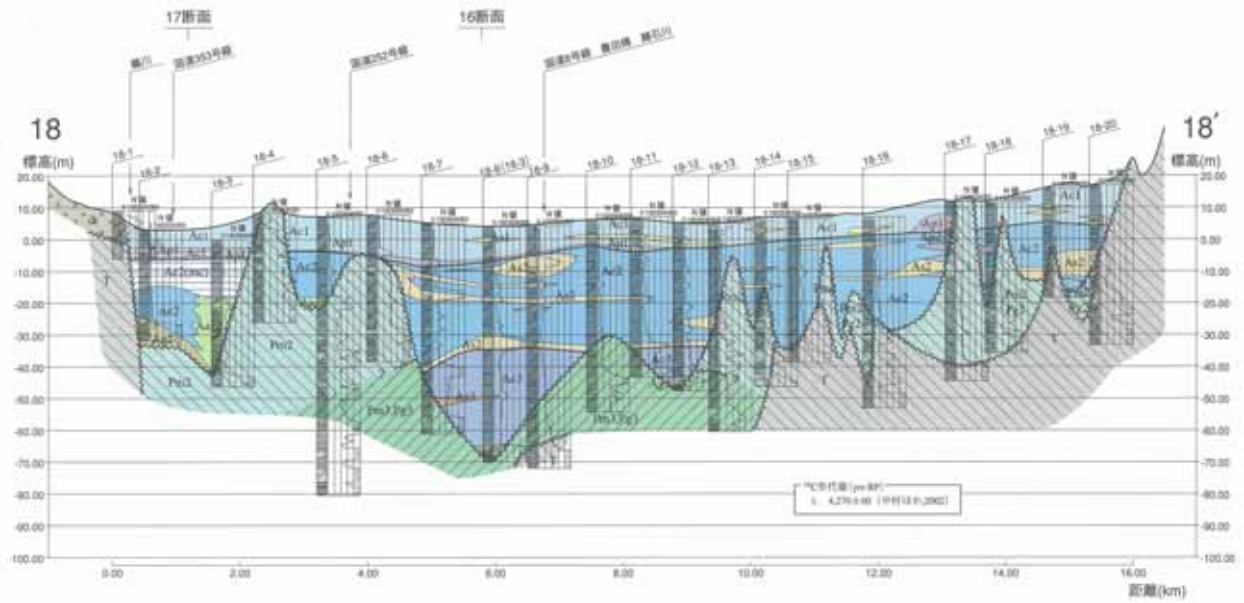
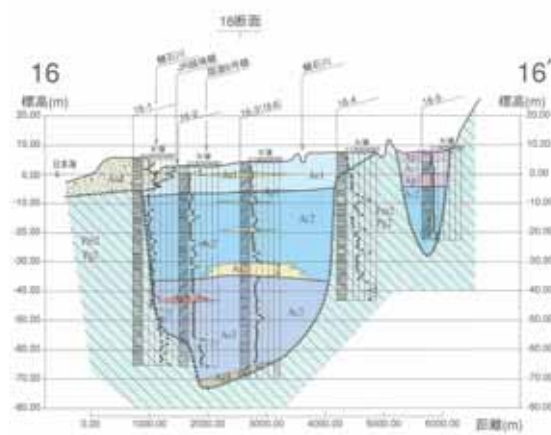


図3.2.1 柏崎平野周辺の地形・地質⁴⁾

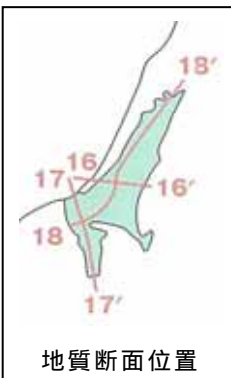
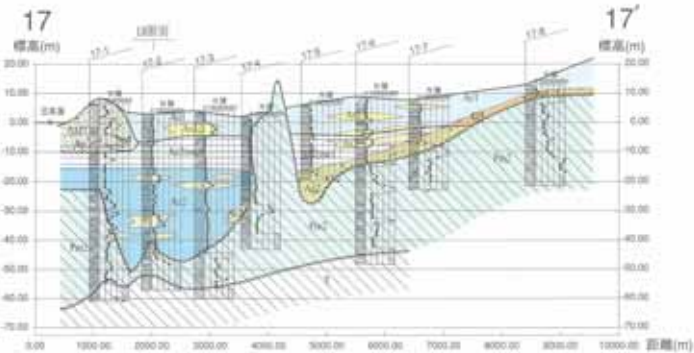
18-18' 断面 (柏崎バイパス-西山)



16-16' 断面 (柏崎東西)



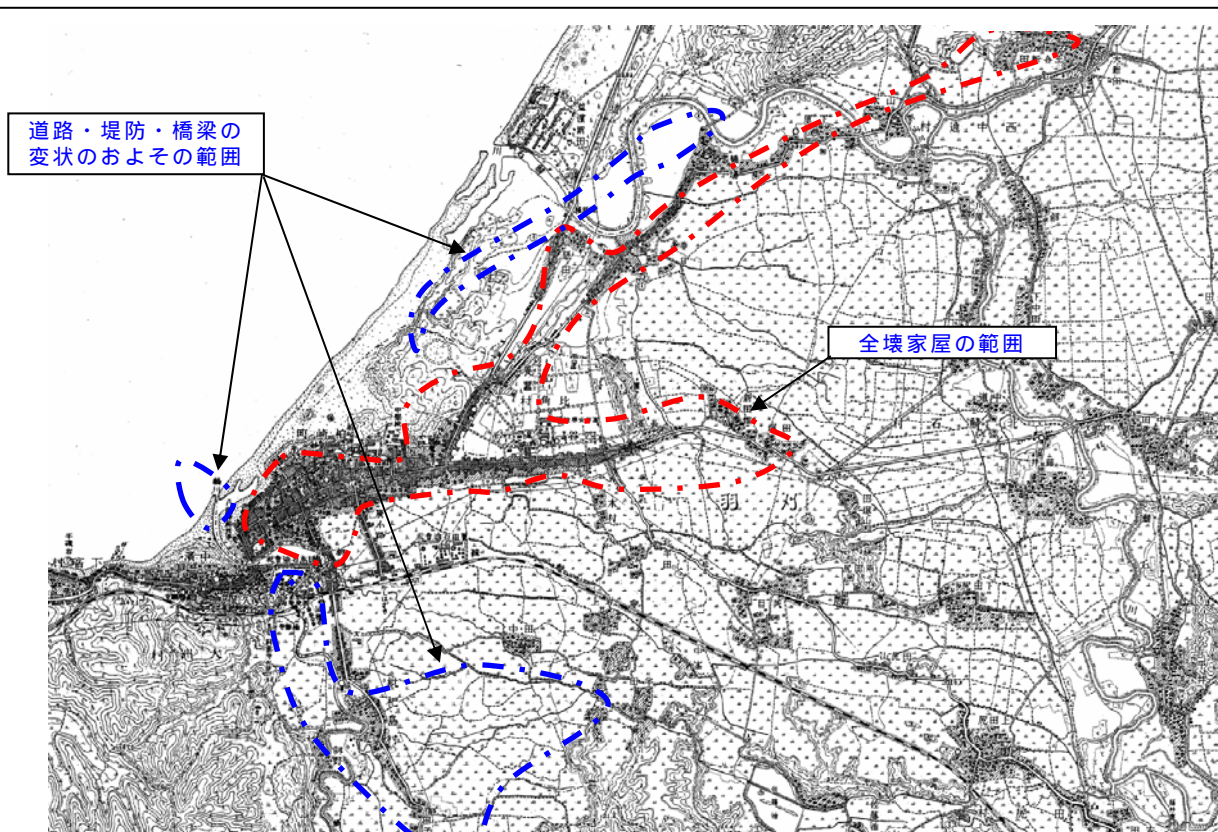
17-17' 断面 (鵜川沿い)



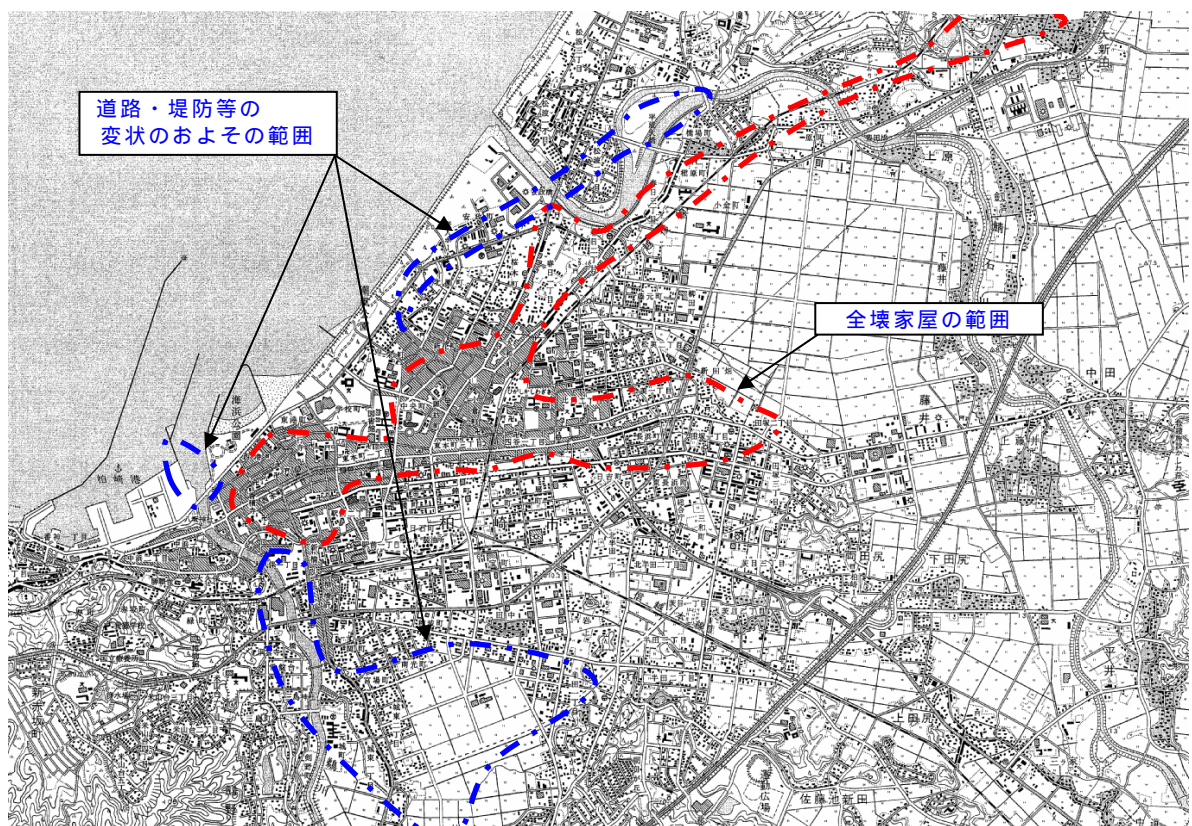
地質断面位置

凡 例

地質年代		地 層 区 分		記 号	
万年前					
第四紀	新世	沖積層	盛土層	B	
			上部層	堆積堆積物	dt
				炭質(ヘドロ)	Ac0
				砂丘砂層	As0
				粘性土層	Ac1
				泥炭層	Ap1
			中部層	砂質土層	As1
				海底砂層	As1(m)
				砂質粘土層	Aaf1
				砂礫層	Ag1
砂礫層	Ac2				
更新世	沖積層	海底シルト層	Ac2(m2)		
		海底粘土層	Ac2(m1)		
		泥炭層	Ap2		
		砂質土層	As2		
		海底砂層	As2(m)		
		砂質粘土層	Aaf2		
		砂礫層	Ag2		
		下部層	粘性土層	Ac3	
			砂質土層	As3	
			砂質粘土層	Aaf3	
新紀	新統	上部更新統 (最新水期)	砂礫層	Ag3	
			礫層	Pg1	
			粘性土層	Pc1	
			泥炭層	Pp1	
			砂質土層	Ps1	
			砂質粘土層	Paf1	
			古砂丘砂層	Psd1	
			中部更新統 (約5000年前)	泥炭層	Pm2
				礫岩・砂岩	Pp2
				泥岩	Pm3
更新統	下部更新統	礫岩・砂岩	Pp3		
		砂岩、泥岩、火砕岩等	J		
新第三紀	新第三紀	1000			



2万5千分の1地形図「柏崎」大日本帝国陸地測量部（明治44年測量 明治45年4月30日発行）縮小50%



2万5千分の1地形図「柏崎」国土地理院（明治44年測量 平成13年修正測量 平成15年1月1日発行）縮小50%

図3.2.3 柏崎市街地周辺の土地改変

3.3 起震斷層

平成19年(2007年)新潟県中越沖地震の起震断層に関する研究は、おもにつぎの機関や研究者から検討結果が公表されている。これらの検討結果によると起震断層は、柏崎沖の大陸棚地下にある活断層と考えられていて、断層構造は北西-南東圧縮の逆断層型で北北東 - 南南西に連続するものの、断層の傾斜方向については、南東傾斜および北西傾斜のまったく逆傾斜の2つの説がある。

独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

独立行政法人 産業技術総合研究所 活断層研究センター

鈴木康弘(名古屋大学)・渡辺満久(東洋大学)・中田高(広島工業大学)

独立行政法人 防災科学技術研究所

国土交通省国土地理院

佐藤比呂志・加藤直子(東京大学地震予知研究推進センター)

これらの研究結果の要点を抜粋したものを以下に示す。

(1)「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震の地質学的背景」(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター⁵⁾

- ・今回の地震は新潟堆積盆地と呼ばれる厚い堆積物の分布域で発生した。
- ・この堆積盆地は2000～1500万年前の日本海が拡大した時期に、北西 - 南東方向に地殻が引き延ばされ、その後約300万年前から北西 - 南東方向の地殻の圧縮により新潟堆積盆地の中に北北東 - 南南西方向に伸びる断層と褶曲が広域的に発達し、現在も活発に進行していると考えられる。
- ・2004年中越地震と今回の中越沖地震は、いずれもこの圧縮変形の過程で発生したものである。
- ・図3.3.1に示すように新潟堆積盆地の中に、東側から東山・魚沼丘陵、西山丘陵、東頸城丘陵などの丘陵地帯が発達している。
- ・活断層は褶曲帯の縁辺部、丘陵と平野部の境界に分布する。
- ・2004年中越地震の震源域では、東山・魚沼丘陵の褶曲構造が中越地震を発生させた逆断層の形状を反



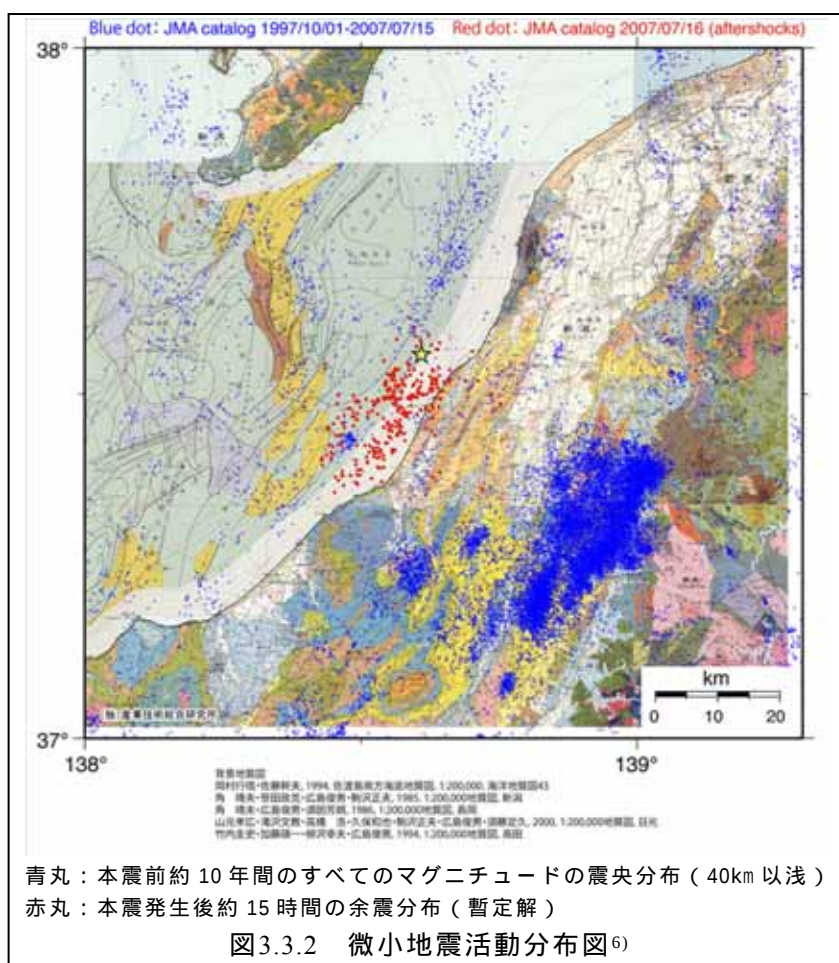
図3.3.1 新潟堆積盆地南部の地質構造⁵⁾

映していることが明らかになっている。そこでは幅広い褶曲帯の北西縁に近いところに震源断層の下端が位置し、その付近が震源となっている。

- ・ 今回の震源域は、西側の佐渡海盆と東側の西山丘陵との境界付近に当たり、今回の地震は、東縁に長岡平野西縁断層と呼ばれる活断層を伴う西山丘陵地帯の西縁部で発生している。
- ・ 佐渡海盆の下では、新第三紀の地層は平坦で海底下深部に分布するが、海岸沿いには新第三紀の地層が隆起して丘陵をなしていて、両者の境界となる大陸棚の下には大きな構造差を生じさせた褶曲が断層が存在すると考えられる。
- ・ 地質調査所が実施した音波探査では、佐渡海盆の底から大陸棚に向かって地層が隆起しているのが観察でき、同じ場所の石油探査のデータでも伏在断層と背斜構造の存在が示されており、それらが今回の地震の原因となった可能性が高い。

(2)「微小地震活動と地質構造、新潟県中越沖地震震源域との関係」(独)産業技術総合研究所 活断層研究センター⁶⁾

- ・ 中越沖地震は、図3.3.2に示すように微小地震の不活発であった区間(微小地震の空白域)を埋めるように発生した。
- ・ 一般に本震後数時間～1日以内の余震分布が震源断層の拡がりに対応するとされている。
- ・ 今回の地震は、星印から北東に向かってのびるNNE-SSW方向の微小地震活動域南端から破壊が始まり、南西に伝播したと推定される。



(3)「[速報]2007年中越沖地震震源域周辺海域の活断層」鈴木康弘・渡辺満久・中田 高⁷⁾

- ・ 柏崎沖の海底は、図3.3.3および図3.3.4に示すように、次のような特徴がある。
海岸から約15km沖合に長さ35～50km程度の南東傾斜の逆断層が存在する。
約7～8km沖合に長さ約25kmの北西傾斜の逆断層が存在する。
沖合20～30kmには長さ35km以上の北西傾斜の逆断層が存在する。
- ・ は佐渡海盆の東縁、 は大陸棚の中、 は佐渡海盆の西縁に当たる。 の断層面は今回の震源域よりも西方にある。
- ・ および による変形帯の幅、鮮新・更新統の魚沼層の上下変位および断層長を比較すると、中越沖地震の震源域の断層構造は、南東傾斜の逆断層が主で、その上盤側に副次的な北西傾斜の逆断層が生じていると結論される。

- ・各断層モデルにおける北西傾斜の断層の地表到達位置は海岸付近である。地表到達位置を海岸から10km以上東方の長岡平野西縁（鳥越）断層とするためには、浅部での著しい低角化が必要である。ALOSの干渉縞からわかる陸域の広範な沈降パターンおよび鳥越断層沿いの地表の無変動は、この可能性を示唆していない。

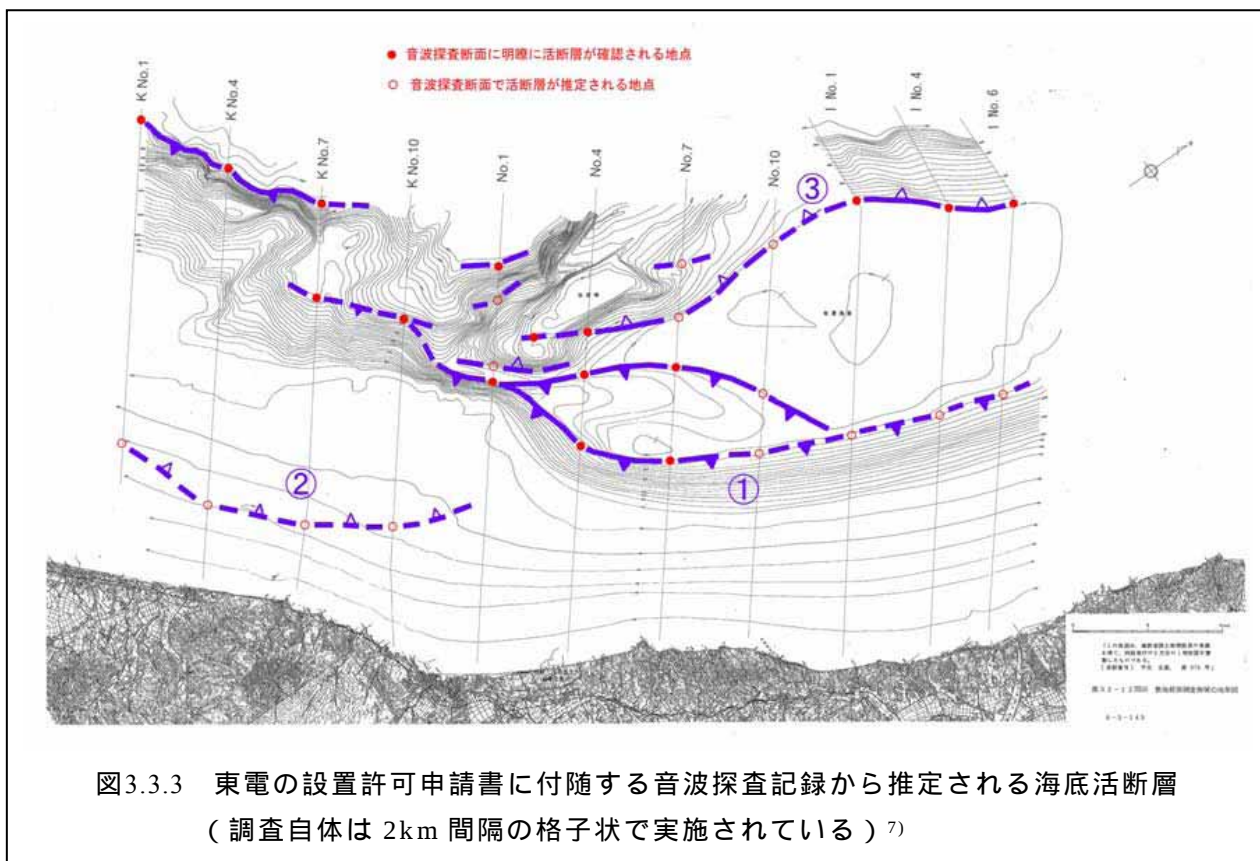


図3.3.3 東電の設置許可申請書に付随する音波探査記録から推定される海底活断層
(調査自体は 2km 間隔の格子状で実施されている) 7)

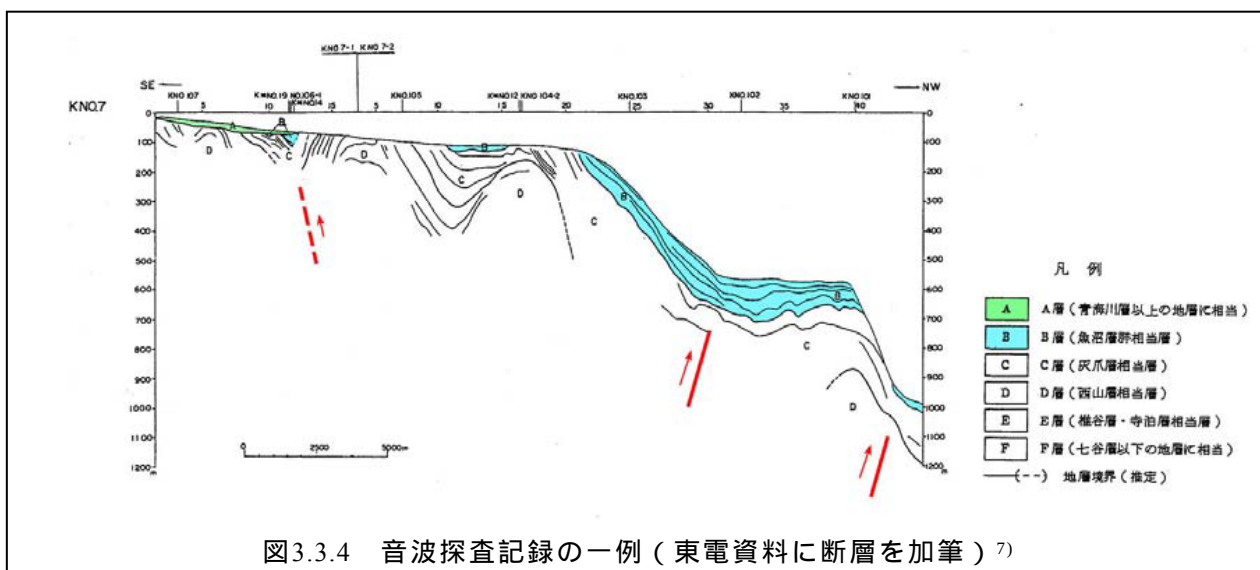


図3.3.4 音波探査記録の一例 (東電資料に断層を加筆) 7)

(4)「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震について」(独)防災科学技術研究所⁸⁾

- ・本震のメカニズム解は、図3.3.5に示すように北西-南東圧縮の逆断層型であり、2004年10月の新潟県中越地震など、この地域において過去に発生した地震のメカニズムと調和的である。
- ・本震の東側には長岡平野西縁活断層帯が位置しているが、この断層帯はほぼ南北走向の西傾斜の逆断層であり、今回の地震の震源メカニズム解とは若干異なる。
- ・余震分布は北東-南西方向に並んでおり、断面図を見ると南東に向かって深くなっていることから、図3.3.6に示すように南東傾斜の断層面で発生したものであり、長岡平野西縁活断層帯とは異なる。

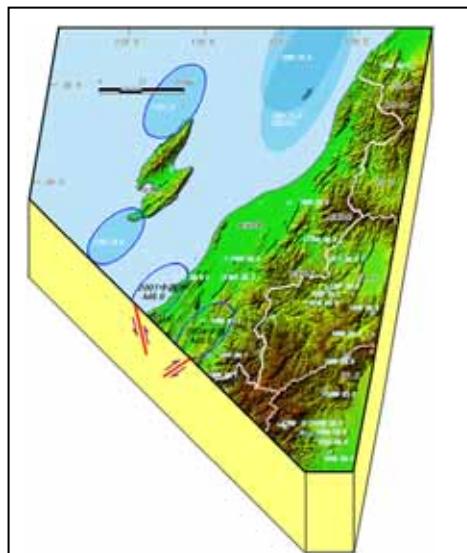


図3.3.6 2007年中越沖地震及び2004年中越地震の断層面模式図

(地震調査研究推進本部地震調査委員会：日本の地震活動(1999)に加筆修正)

⁸⁾

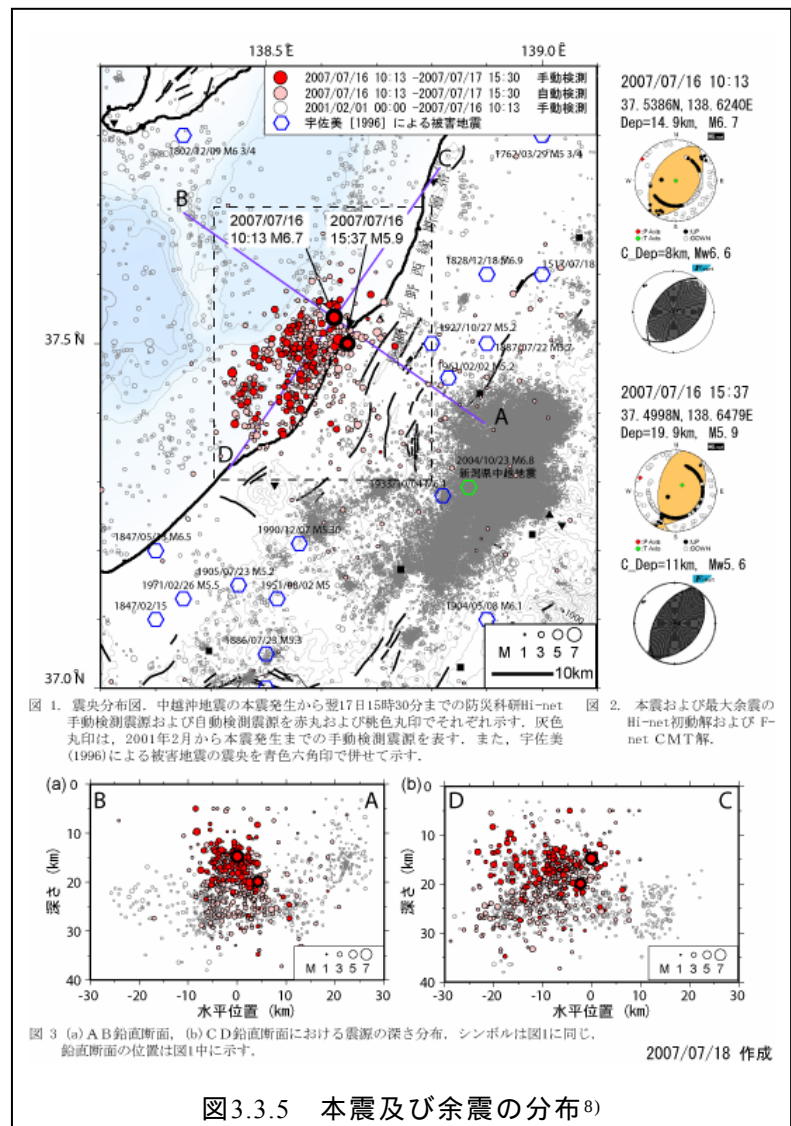


図3.3.5 本震及び余震の分布⁸⁾

(5)「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震の震源断層モデルを推定」国土地理院⁹⁾

- ・電子基準点による地殻変動観測，緊急の水準測量，緊急現地調査，陸域観測技術衛星「だいち」（宇宙航空研究開発機構：JAXA）の合成開口レーダーの干渉解析および本震の震源位置などから、震源断層モデルを推定した。
- ・断層の形状を長方形と考えて震源断層モデルを推定したところ、図3.3.7に示すように隣り合う2枚の断層のすべりによって、今回観測された地殻変動を説明できた。
- ・このうちの1枚は南西側にあるもので、断層の向きはほぼ北東 - 南西、大きさは長さ約12km，幅約10kmであり、南東から北西に傾き下がる逆断層（傾斜角約44度）となった。この上端部の深さは約1.2km，すべり量は約1.5mとなった。
- ・もう1枚は北東側にあるもので断層の向きはほぼ北東 - 南西、大きさは長さ約10km，幅約10kmであり、南東から北西に傾き下がるわずかな横ずれを含む逆断層（傾斜角約42度）となった。この上端部の深さは約5.2km，すべり量は約1.4mとなった。
- ・これらは北西側の地塊が南東側にのり上げるような断層運動で、この断層運動から導かれるモーメントマグニチュードは約6.6と計算された。

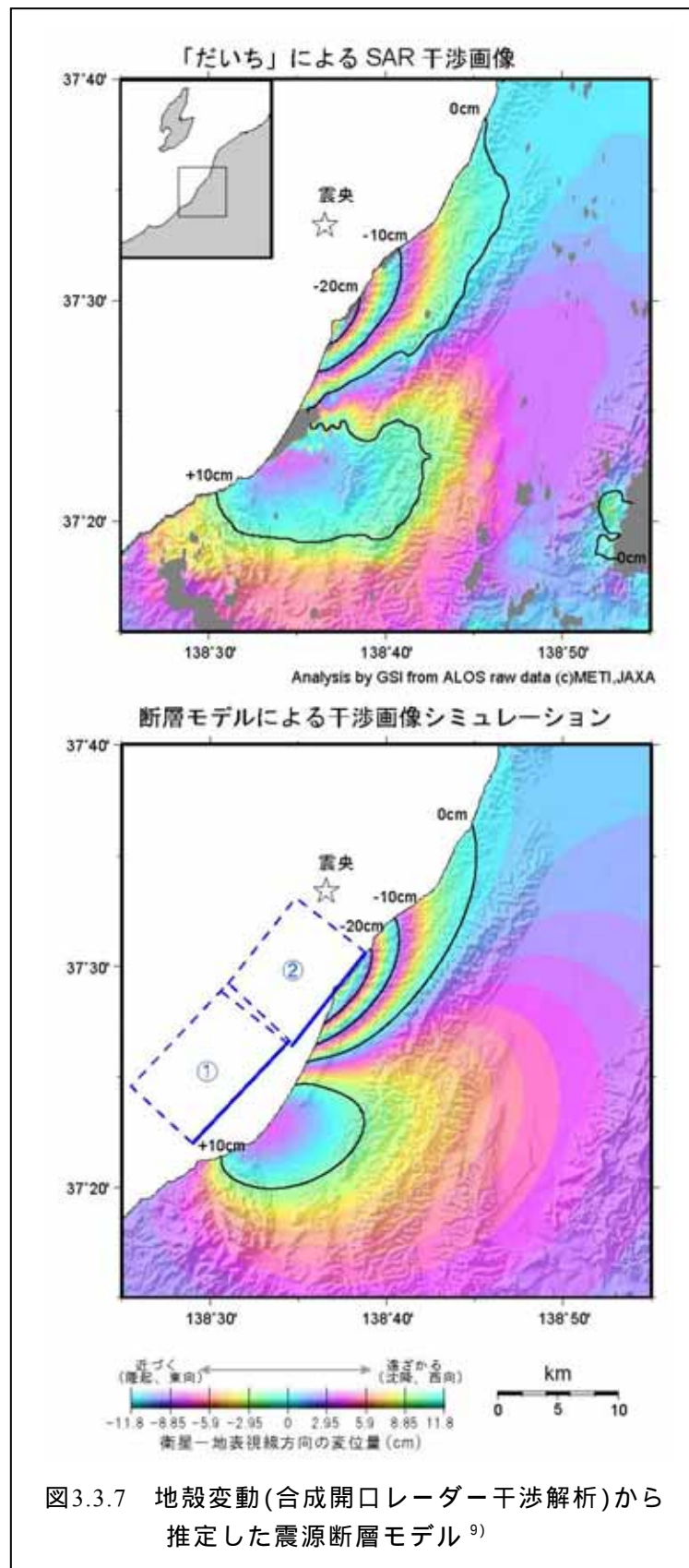
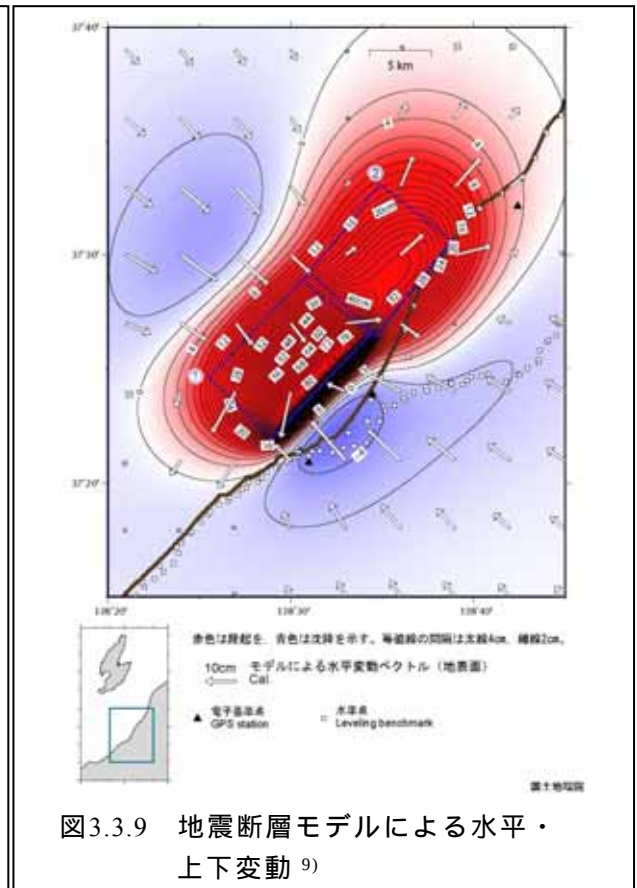
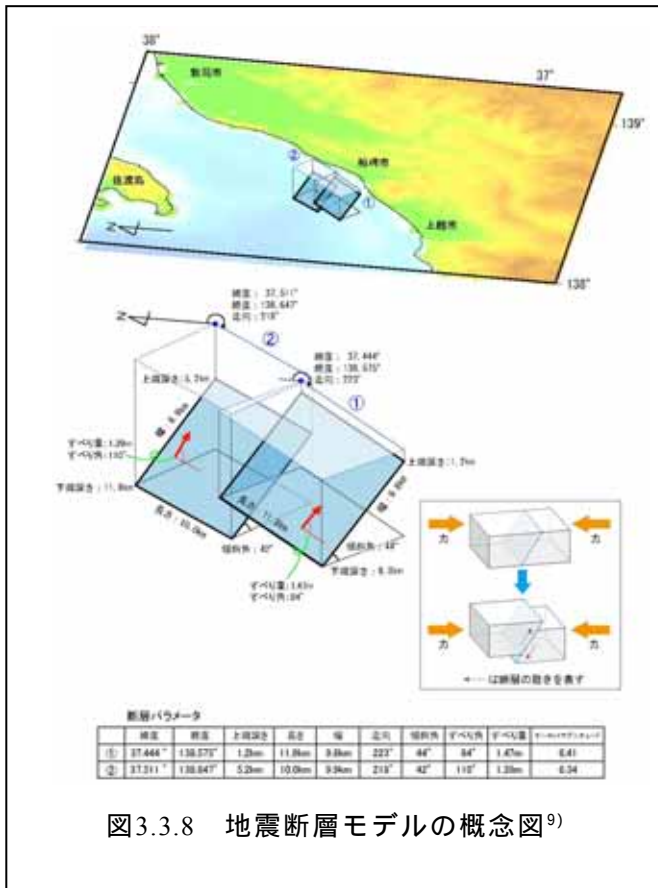


図3.3.7 地殻変動(合成開口レーダー干渉解析)から推定した震源断層モデル⁹⁾



- (6)「新しい余震観測データに基づく2007年新潟県中越沖地震の地質学的解釈」佐藤比呂志・加藤直子(東京大学地震予知研究推進センター)
- ・発震機構からは北西方向に50度で傾斜する断層面と、南東方向に40度で傾斜する断層面で発生した可能性があり、余震の稠密観測によれば本震を発生させた断層は、北北東-北東走向で、西に50度傾斜した面と推定される。北西傾斜の逆断層の場合、この断層の動きは本震よりも東側の地質構造・活構造に反映されている可能性が多い。
 - ・震源域は、北北東-南南西方向の褶曲や断層は、後述する新潟の堆積盆地が形成された当時に活動した北西-南東方向の断層 (tear fault) によって、断層や褶曲軸の広がり規制されている。
 - ・震源域の北端は、出雲崎周辺の図3.3.9の矢印で示した北北東方向の褶曲軸の不連続から認定されている北西方向の断層と一致する。これは褶曲を形成した断層の形状が、その走向方向に不連続的に変化していることを示している。
 - ・余震域の南限は、古くから柏崎-銚子線(山下, 1970)として知られる北西方向の構造線で限られる。具体的には褶曲軸の屈曲や、褶曲軸のプランジや消滅によって認識できる。
 - ・震源域東側の地質構造を見ると、出雲崎から北北東にのびる丘陵の南限で、北西方向の線を境とした褶曲形態の変化が見られる。こうした地質構造上の特徴から、震源域は北東方向にさらに二つの領域に区分され、地質構造を形成してきた主要な断層形状の変化に対応している可能性が高い。こうした地質構造上の南北での差異は、余震分布の違いによく対応する。
 - ・長岡平野西縁断層帯を構成する鳥越断層の西方には両翼急傾斜の背斜が断層と平行に分布しこの褶曲の形態から、鳥越断層は西方で堆積層中の低角度の断層になると推定できる。

- ・本震に関連した余震分布は、約40度前後の西傾斜で地下15kmほどまで広がっており、その浅部延長は海岸沿い正のブーゲー異常帯の東翼部とよい一致を示す。
- ・これらの構造の特徴は、本震を引き起こした40度程西に傾斜する断層の運動の累積によって、海岸沿いの隆起帯が形成されて来たことを示している。また、この断層の浅部延長は堆積層中の層理面を利用した低角度の断層によって東方に伝搬し、断層起因褶曲が形成され、その東翼に鳥越断層が位置している可能性が高い。
- ・震源域南部については、明瞭な地質構造と活断層との対応を指摘することはできない。
- ・南部については、断層運動による歪みは厚い堆積層の変形によって吸収され、浅層部まで達していないものと推定される。

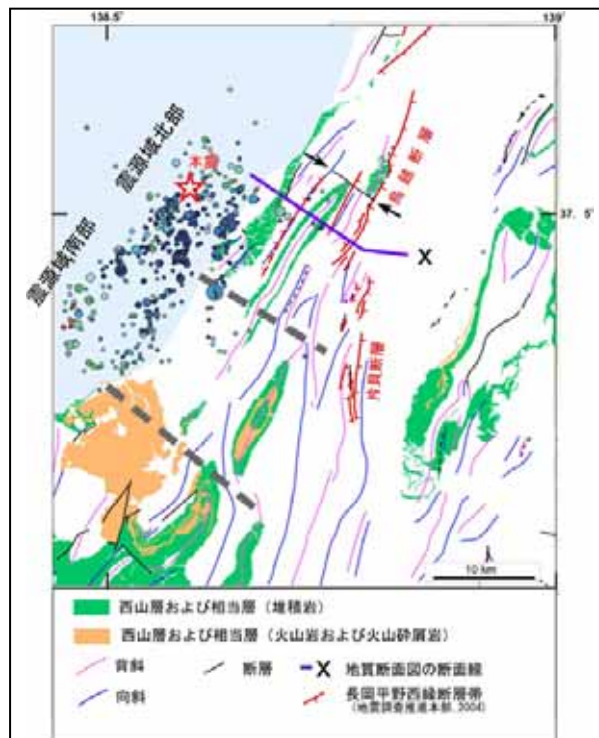


図1. 震源域周辺の地質概略図。産総研から出版されている5万分の1地質図を元に作成した。震源域東方の陸域には、北北東-南南西、および南北の断層・褶曲軸が卓越する。また、日本海形成時の伸張テクトニクスを反映して、北西-南東方向のtear faultが分布する。この断層は、圧縮テクトニクス時にも影響を及ぼし、逆断層の位置や傾斜の北西方向に不連続に変化する。こうした褶曲軸のずれは図の矢印で示した箇所や、太い破線で示した箇所で見られる。最南部は柏崎-鏡子線（山下、1970）と呼ばれる大規模な構造線である。今回の地震は、こうした地質構造の違いから北部と南部に分けられ、震源域の走向方向の分布は、北西方向の構造不連続によって規制されている。長岡平野西縁断層帯に含められている最南部の南北方向の活断層については、北北東-北東方向の走向を有する震源断層系とは異なる可能性が高い。

図3.3.10 震源付近の地質概略図と本震・余震分布¹⁰⁾

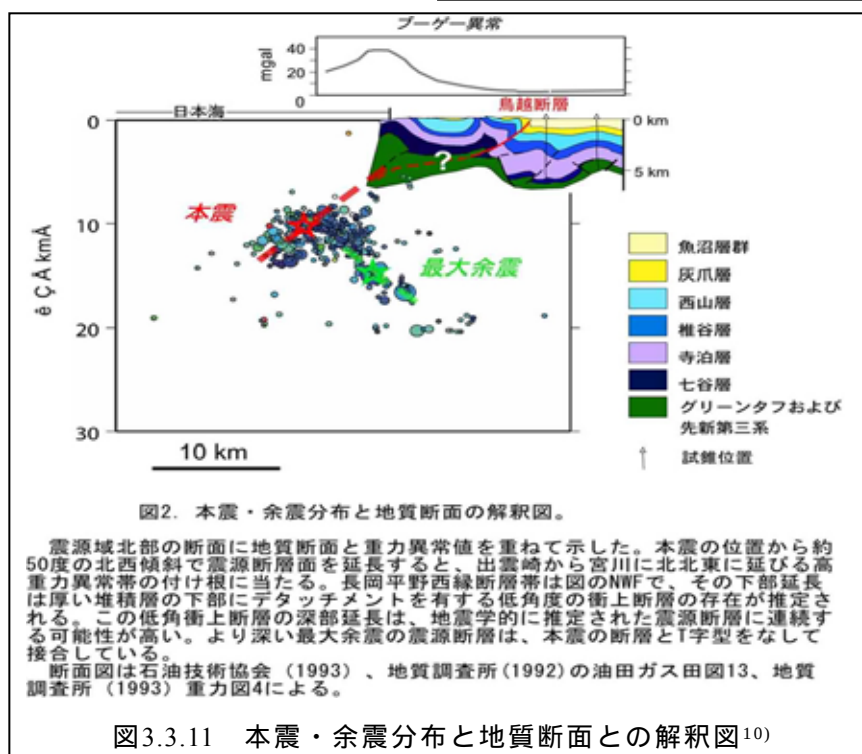


図2. 本震・余震分布と地質断面の解釈図。

震源域北部の断面に地質断面と重力異常値を重ねて示した。本震の位置から約50度の北西傾斜で震源断層面を延長すると、出雲崎から宮川に北北東に延びる高重力異常帯の付け根に当たる。長岡平野西縁断層帯は図のNWFで、その下部延長は厚い堆積層の下部にデタッチメントを有する低角度の衝上断層の存在が推定される。この低角衝上断層の深部延長は、地震学的に推定された震源断層に連続する可能性が高い。より深い最大余震の震源断層は、本震の断層とT字型をなして接合している。

断面図は石油技術協会（1993）、地質調査所（1992）の油田ガス田図13、地質調査所（1993）重力図4による。

図3.3.11 本震・余震分布と地質断面との解釈図¹⁰⁾

【第3章の引用・参考文献】

- 1) 国土庁土地開発局国土調査課：土地分類図(新潟県)地形分類図，(財)日本地図センター，1973.
- 2) (独)防災科学技術研究所：中越地域(柏崎・刈羽村・出雲崎周辺)の地すべり地形分布，
http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi_mini/info/chuetsu-oki/chuetsu-oki.asp
- 3) 新潟県：新潟県地質図説明書（2000年版），新潟県地質図改定委員会，2000.
- 4) (社)新潟県地質調査業協会：新潟県地盤図編集委員会編，「新潟県地盤図説明書」，2002.
- 5) (独)産業技術総合研究所地質調査総合センター：平成19年(2007年)新潟県中越沖地震の地質学的背景，http://www.gsj.jp/jishin/niigata_070716/taisekibonchi.html
- 6) (独)産業技術総合研究所活断層研究センター：微小地震活動と地質構造，新潟県中越沖地震震源域との関係，<http://unit.aist.go.jp/actfault/katsudo/jishin/niigata070716/070718.html>
- 7) 鈴木康弘・渡辺満久・中田 高：[速報]2007年中越沖地震震源域周辺海域の活断層，
<http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/INFO/niigata070716/katsudansou.pdf>
- 8) (独)防災科学技術研究所：平成19年(2007年)新潟県中越沖地震について，
<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/niigata070716/>
- 9) 国土地理院：「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震」の震源断層モデルを推定，
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2007/0726.htm>
- 10) 佐藤比呂志・加藤直子：「新しい余震観測データに基づく2007年新潟県中越沖地震の地質学的解釈」東京大学地震研究所地震予知研究推進センター，<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/Jhome.html>

4.地震被害

4.1 道路施設

(1)概要

地震被災地を走る道路は、北陸自動車道、直轄の国道8号の他、116号、252号、352号、353号等の補助国道、そして多くの地方道が柏崎市を中心に四方に伸びている。

これらのうち、地震によって被災箇所が多発したのは国道8号、116号と大小の地方道のようである。今回の現地調査において様々な被災を観察してきた中から、顕著な被災箇所に加えて、目を引く変状現象について取り上げている。

高速道路の被災区間は、長岡～柏崎～米山間である。この区間は、地震直後の点検による通行止めが生じたが、緊急的な復旧作業により早々に応急的な開通をみた。被災に関しては、横断構造物と盛土接合部での段差やのり肩の沈下が見られた。

平野部では、道路盛土での路面の亀裂や沈下による不陸、のり肩の沈下等液状化現象が関与していると見られるところもあった。丘陵地や山地では、斜面崩壊によって土砂が路面に崩落したり、道路が滑落したりして交通障害が生じていた。また、海岸線の急崖地形に沿って走る道路では、崩落土砂が道路を阻んで通行不能となった箇所もあった。このような崩壊は表層崩壊が多く、崩落土砂の量も著しく多くはないと見受けられた。

(2)県道73号柏崎市堀地区の道路波打ち現象

柏崎市街地の南を通る県道73号のうち、谷部を東西に縦断している柏崎市堀（図4.1.1参照）では、写真4.1.1～2に見られるように、路肩から歩道部分にかけて規則的な波状の沈下が生じている。この凹凸の波長は約2.3mで、規則的に繰り返している。この波状の変状は、一部水平変位（写真4.1.3）も見られるが、約10cm程度の沈下が主体となっている。写真4.1.4に示すように、歩道の波状変位に伴って縁石も傾斜している。

枝谷状の基礎地盤は軟弱層の堆積も想定されることから、地盤改良部と間隙の沈下量の差異が現れたものかとも想像されるが、確たる根拠は現時点では確認できていない。珍しい現象であり、追跡調査が望まれるところである。

また、波打ち区間の西側では写真4.1.5に示すように、車道が大きく落ち込む被害が発生していた。通常、車道の方が路盤は堅固に作られている筈であるが、この地点では、歩道は沈下せず、歩車道の境界付近で大きな沈下が生じている。



図4.1.1 柏崎市堀地区の谷部を通る県道73号¹⁾



写真4.1.1 路肩から歩道において約2.3mの周期で波状の沈下



写真4.1.2 起伏は約10cm程度



写真4.1.3 変状区間は水平変位も生じた



写真4.1.4 縁石も波打ちに対応して傾斜



写真4.1.5 車道部の大きな沈下

(3) 笠島地区 地方道盛土のすべり破壊

図4.1.2に示す笠島地区における国道8号脇の道路崩壊の状況は、写真4.1.6に示すように路面全体が陥没しており、写真4.1.7のような盛土全体が円弧すべり状になってのり尻から側方に滑動しているのが見てとれる。

図4.1.2の地形図から推測すると、ここの地形は狭い谷部に高さ約10m程度の盛土がなされたように思われる。この高盛土に対して強い地震力が作用したことで基礎地盤を含めたすべり破壊が生じたものと考えられる。なお、のり面や法尻には噴砂等の液状化の証拠は見つかっていない。



図4.1.2 柏崎市笠島地区の案内図¹⁾



写真4.1.6 路面に生じた滑落約1.5m



写真4.1.7 高さ約10mの盛土が基礎地盤からすべり破壊を生じた

(4) 柏崎駅前の道路面の損傷

写真4.1.8はJR柏崎駅前において路面上に噴砂が生じた跡である。また、写真4.1.9に示すように、商店街歩道のブロックが破損し、マンホールの浮き上がりも見られた。

図4.1.3に示す地層断面図²⁾からは、柏崎市の地盤は陸から海に向かって沖積層が厚く堆積している。市街地直下では標高-50mにおよぶ軟弱な沖積粘性土層(Ac)が堆積しており、地震に対して揺れやすい地盤であるといえる。表層付近では、場所によって緩い砂層(As)が堆積しており、当該地区の地盤でもこの砂層が堆積しているものと推定される。



写真4.1.8 柏崎駅前の噴砂現象



写真4.1.9 柏崎駅前の歩道マンホール周囲ブロックの損傷

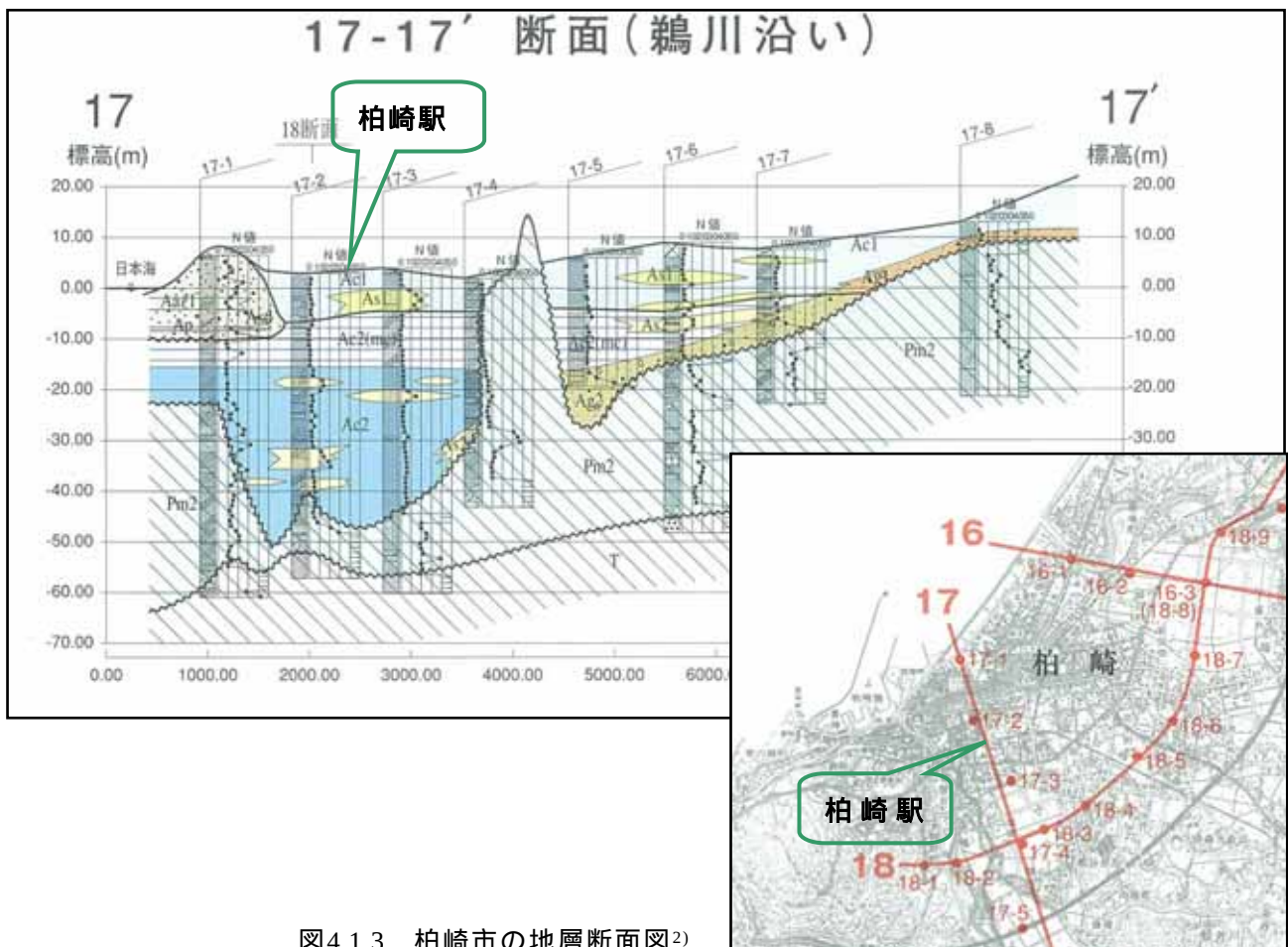


図4.1.3 柏崎市の地層断面図²⁾

(5) 鯖石川付近の道路崩壊

煙突が折損したクリーンセンター柏崎の東側で道路が大きく沈下し、鯖石川の方に滑り出す被害があった（図4.1.4）。図4.1.5～6に近傍の微地形と表層地質を示す。被害地点は砂丘末端部であり、道路は砂丘の砂を切り盛りして造成したのではないと思われる。実際、被害地点の山側は砂の採取場となっている（写真4.1.20）。

被害は、写真4.1.10に示すように、すべりに伴う段差は道路を斜めに横断してほぼ一直線に100m近く伸びており、あたかも断層が生じたような形となっている。同写真には大きな段差と亀裂開口の位置が記されているが、これからも分かるように、鯖石川方向に滑ったための被害と考えられる。道路崩壊面では、道路の路面が3m近く沈下・陥没（写真4.1.11～12）するとともに、路面は起伏が著しく変状（写真4.1.13～14）しており、さらに東側では道路が川の方に引っ張られるようにして道路縦断方向に亀裂が発生している（写真4.1.15）。また、側近の電柱も道路側に傾倒しており、基礎地盤において道路盛土が川側に流動しているように見てとれる。写真4.1.16に示すように、道路から鯖石川の水面に至る斜面にはいくつかの小段があり、そのうちのひとつで大きな開口亀裂が川に平行に伸び、亀裂からは大量の噴砂が生じていた。この段差は写真4.1.17～19のように、川と平行にほぼ一直線に生じていることが分かる。

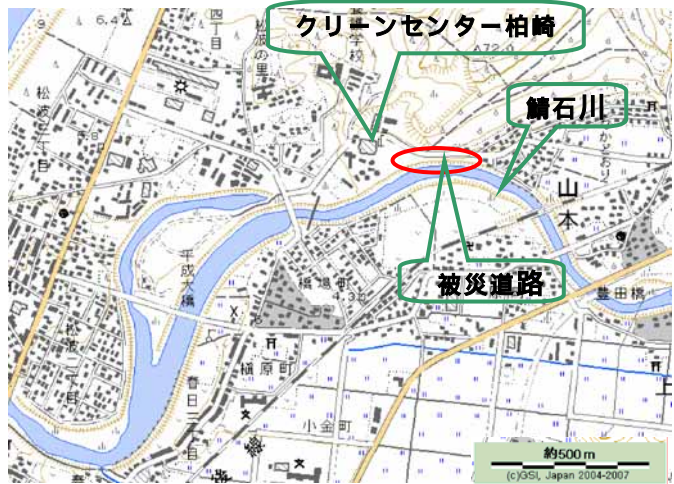


図4.1.4 鯖石川下流部付近と被災道路の位置¹⁾

被害形態から判断すると、砂で造成された道路盛土が液状化によって抵抗力を失い、川の方に滑り出したように思われる。



図4.1.5 道路崩壊地点近傍の微地形³⁾



図4.1.6 道路崩壊地点近傍の表層地質⁴⁾



写真4.1.10 道路崩壊地点の空中写真と推定崩壊亀裂線



写真4.1.11 路面の陥没と鯖石川方向への移動



写真4.1.12 道路崩落面の近景。全面的に砂でできている



写真4.1.13 道路崩壊箇所東側から見た路面の変状



写真4.1.14 道路崩壊箇所西側から見た路面の変状



写真4.1.15 鯖石川方向に引き裂かれるようにして生じた縦断亀裂



写真4.1.16 道路から川へ続く斜面の小段に見られた大きな開口亀裂と噴砂



写真4.1.17 道路崩壊箇所続く盛土のり面の崩壊



写真4.1.18 道路崩壊箇所東側の道路陥没箇所の断面



写真4.1.19 道路崩壊箇所をって一直線に続く段差



写真4.1.20 道路の北側は砂の採取場となっている

(6) 刈羽村宮川地区の道路の沈下

図4.1.7の地形図および図4.1.8の微地形分類図からは、海岸線の丘陵地および砂丘背後に発達した後背湿地の様相を呈している。

写真4.1.21は、湿地上を通る平坦な道路が約0.5m程一様に沈下しており、応急的に片側のみ盛土復旧が施されている。写真4.1.22は、路面の沈下とともにガードレールの支持ボールの大部分が地中に陥没している。



図4.1.7 刈羽村宮川地区の道路被災案内図¹⁾

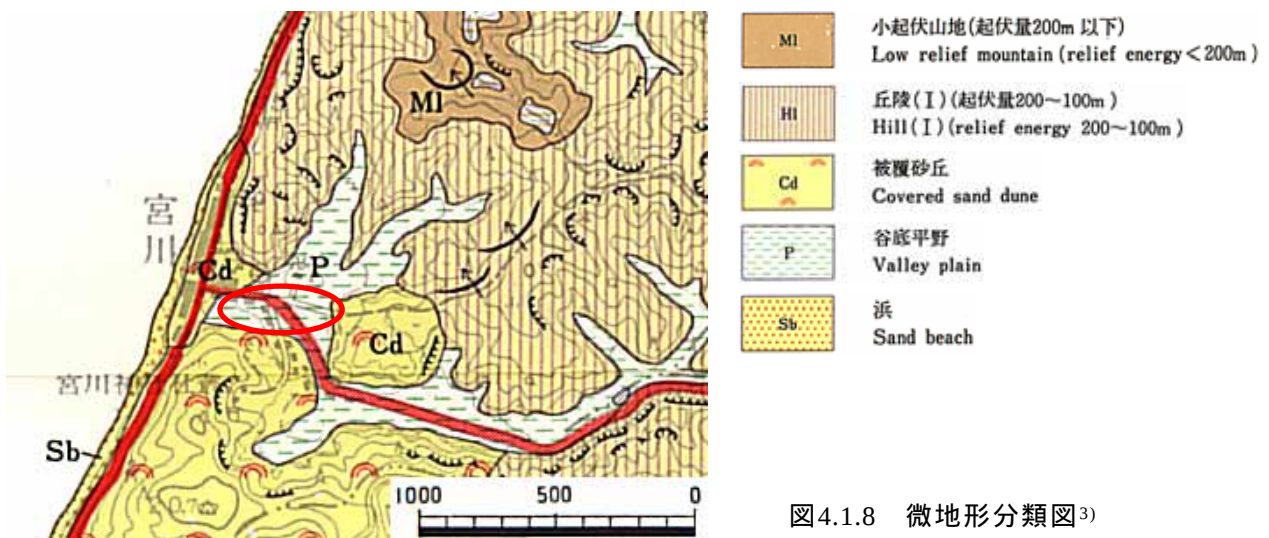


図4.1.8 微地形分類図³⁾



写真4.1.21 湿地帯を通る道路の沈下



写真4.1.22 路面の沈下とガードレールの支持ボールの陥没

(7) 国道8号大積千本町千本地区の斜面崩壊による道路の滑落

写真4.1.23に見られるように、当該地の被災は道路の北西側斜面が崩壊したことにより、写真4.1.15の状態を巻き込んで斜面下の川まで約10mほど滑落している。写真4.1.24には、斜面上に約2mの滑落崖が2段ほど明瞭に残っている。見た限りでは、崩壊土は火山灰のような細粒の土で、岩塊などは見られなかった。写真4.1.25～27は滑落した道路の残骸である。道路下の谷には小さな川が流れており、そこを崩壊土が埋没したため、川水が堪水していた。

また、斜面崩壊地点の東側では、写真4.1.28に示すように橋梁取付部が沈下しているのが遠望されたが、原因はよく分からない。



図4.1.9 国道8号千本地区道路被災位置¹⁾



写真4.1.23 滑落斜面現場遠景



写真4.1.24 斜面上部に残る滑落崖



写真4.1.25 滑落した道路面

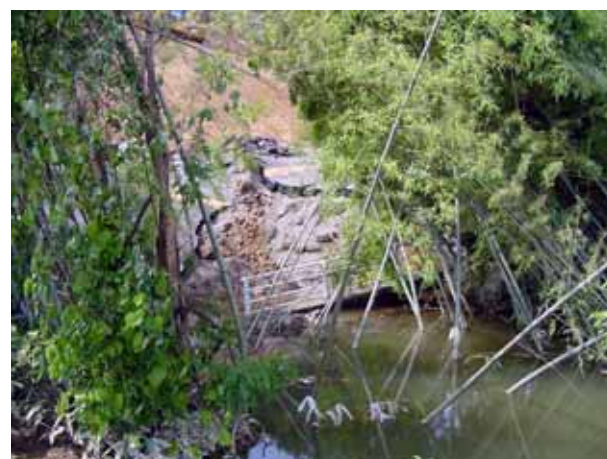


写真4.1.26 滑落した土砂により川が閉塞して堪水した



写真4.1.27 道路の滑落によって押し出された竹林



写真4.1.28 滑落地点東側の橋梁取り付け部の沈下

(8)道路擁壁

写真4.1.29～30は国道8号からJR青海川駅に通じる道路で、斜面崩壊が起こってJR信越線の線路を埋没した現場付近の道路擁壁の様子である。写真4.1.29では、道路の下は崖は表層崩壊が起こっているが、道路上部の擁壁は一見したところ被害は認められなかった。

写真4.1.30は擁壁とともに国道8号の米山大橋（手前赤色の橋梁）と背後の北陸自動車道の橋梁を撮影したものであるが、道路の路肩はやや変状していたものの、擁壁は無被害であった。また、橋梁についても被害が生じているようには見えなかった。



写真4.1.29 斜面の表層崩壊と無被害の道路擁壁（青海川）



写真4.1.30 無被害の道路擁壁と橋梁（青海川）

4.2 港湾・漁港施設

(1) 概況

港湾施設・漁港については、港湾では柏崎港に被害があった他、漁港では7漁港19箇所の被害(8月3日現在 農水省)が報告されている。ここでは、調査を行った柏崎港の被害概況について述べる。

柏崎港は、新潟県の長い海岸線のほぼ中央に位置する地方港湾で、古くから商・漁港として利用されてきたが、1922年から1927年にかけて防波堤と防砂堤が完成し、現在の柏崎港の基礎が築かれた。施設の建造は西側から始まり、東に拡張されてきている。

現在の柏崎港は、冬季の北西の季節風を遮る西防波堤の内側に4つの埠頭と7つの岸壁を備えている(表4.2.1及び図4.2.1参照)。埠頭は、西から西埠頭、中央埠頭、東埠頭、中浜埠頭が位置し、中でも大きな係留施設は中浜埠頭の2号岸壁(水深-10m、長さ185m)と3号岸壁(水深-11m、長さ190m)である。これに隣接する1号岸壁(水深-7.5m、長さ130m)は大きな被害もなく、救援船舶の物資の積み降ろしに機能を発揮した(写真4.2.1)。同岸壁背後には液状化対策が施されている。



写真4.2.1 中浜埠頭1号岸壁で救援活動中の巡視船

表4.2.1係留施設の諸元⁵⁾

名 称	延 長(m)	水 深(m)	能力(D/W)	バース数
西 埠 頭 岸 壁	105	-6.0	3,000	1
西 埠 頭 岸 壁	70	-5.0	1,000	1
中 央 埠 頭 岸 壁	62	-5.5	700	1
東 埠 頭 岸 壁	130	-7.5	5,000	1
中浜埠頭1号岸壁	130	-7.5	5,000	1
中浜埠頭2号岸壁	185	-10.0	15,000	1
中浜埠頭3号岸壁	190	-10.0	15,000	1
西 埠 頭 物 揚 場	60	-3.0	40	
西 物 揚 場	50	-2.5	20G/T	
西 物 揚 場	70	-2.0	10G/T	
中央埠頭物揚場	65	-4.0	110G/T	
中央埠頭1号物揚場	60	-4.0	110G/T	
中央埠頭3号物揚場	90	-3.5	110G/T	
東 埠 頭 物 揚 場	130	-2.0	100G/T	
東埠頭1号物揚場	195	-3.5	200G/T	
船 揚 場	171			

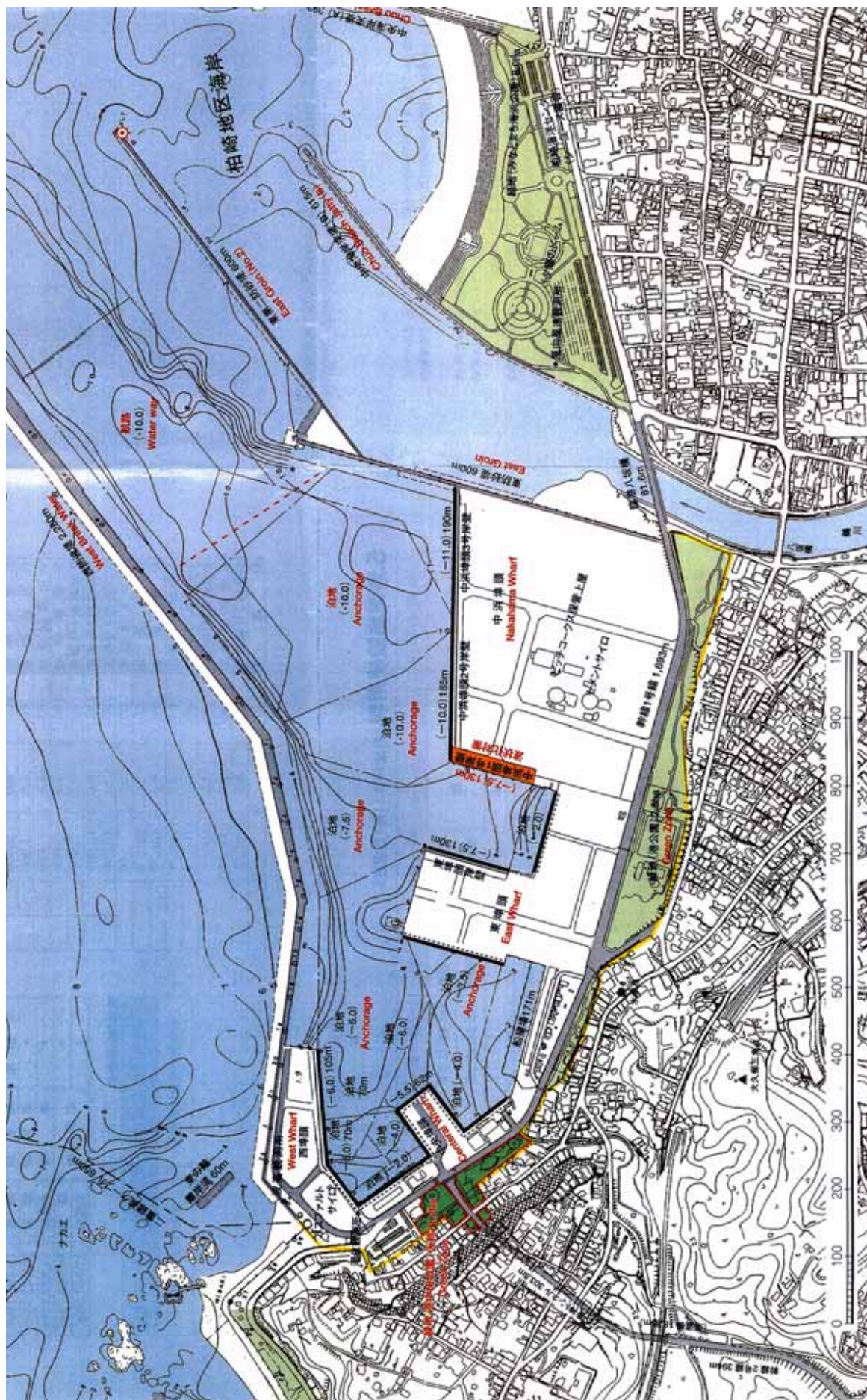


图4.2.1 柏崎港平面图⁵⁾

(2) 西埠頭

柏崎港（柏崎地区）の西側に位置する西埠頭は、写真4.2.2に示すような古い岸壁であるが、一部改修が行われていて柏崎市観光交流センターの船着場となっている。写真4.2.3～6は岸壁の被害の様子を示したものである。岸壁が前面にはらみ出し、岸壁背後が沈下したり亀裂が発生するといった被害を受けている。写真4.2.7～8は埠頭先端の岸壁隅角部の被害の様子である。岸壁が前面にはらみ出すと、このような隅角部はどうしても開口してしまうようである。これらの被害形態は、岸壁では一般的に見られるものである。

写真4.2.9～12は観光交流センター付近の被害の様子である。岸壁はあまりにはらみ出しているようには見えないが、背後が沈下してインターロッキングがかなり乱れている。この付近では、噴砂があちこちで見られており、噴砂があまり見られない他の地点とは様相が異なっている。



写真4.2.2 西埠頭の全景。奥に見えるのが
柏崎港観光交流センター



写真4.2.3 物揚場の岸壁法線のはらみ出し



写真4.2.4 物揚場背後の沈下と亀裂



写真4.2.5 岸壁背後の沈下



写真4.2.6 岸壁のはらみ出しによる床板ブロックの開口



写真4.2.7 埠頭先端の隅角部の開口



写真4.2.8 同左 隅角部の近景。岸壁のはらみ出しによって隅角部が開いた。



写真4.2.9 観光交流センター前のインターロッキングの乱れ



写真4.2.10 同左近景



写真4.2.11 観光交流センター前の岸壁背後の噴砂と舗装の陥没



写真4.2.12 観光交流センター前の芝生で見られた噴砂

(3) 中央埠頭

中央埠頭は図4.2.1に示すように、突端が水深-5.5mの岸壁で、両側は水深-4mの泊地となっている。古い岸壁であるので、ほぼ全面にわたってはらみ出しや背後地盤の沈下が生じた。写真4.2.13～15は北西側泊地の岸壁の被害状況である。被災形態は岸壁背後に亀裂が生じているものと、岸壁自体が沈下するものがあったが、この違いは岸壁の構造形式の違いに起因するものと思われる。

写真4.2.16～19は南東側泊地の岸壁の被害の様子である。岸壁が前方にはらみ出すとともに、背後地盤が大きく沈下しており、その沈下量は最大70cmに及ぶ。

写真4.2.20～21は突端の-5.5m岸壁の被害の様子である。北側と南側の岸壁で被災形態は異なり、北側は岸壁そのものにはほとんど変状が見られないが、背後地盤が沈下しているのに対して、南側は岸壁がはらみ出すとともに沈下している。北側の岸壁は、岸壁前面を覗いて見た限りでは、栈橋形式のような形になっているようであり、そのため岸壁そのものには変状は見られなかったと考えられる。

中央埠頭には写真4.2.22に見られるように、亀裂から噴砂が見られた。従って、岸壁の変形に、地盤の液状化が影響していると解釈される。



写真4.2.13 北西側岸壁の法線沿いの亀裂



写真4.2.14 北西側泊地岸壁のはらみ出し



写真4.2.15 北西側泊地岸壁のはらみ出しと背後地盤の開口・亀裂



写真4.2.16 南東側泊地岸壁のはらみ出し



写真4.2.17 南東側泊地岸壁の背後地盤の沈下



写真4.2.18 同左。南東側泊地岸壁背後の70cmに及ぶ沈下



写真4.2.19 岸壁背後の沈下と海側への移動



写真4.2.20 埠頭先端部（北側）の沈下。背後の岸壁は栈橋形式となっているため沈下していない。



写真4.2.21 -5.5m岸壁のはらみ出しと沈下



写真4.2.22 背後地盤の亀裂沿いに噴き出した噴砂

(4) 海浜公園背後の地盤流動

柏崎港の東側に位置する海浜公園の南側を走る国道352号沿いの緑地帯及び歩車道境界部に、道路と平行に段差を伴う亀裂が発生していた（写真4.2.23～24）。この段差・亀裂は、地盤が内陸（南東）方向（写真右側）に流動したために生じたのではないかと推定された。その証拠として、写真4.2.25～27に示すように、海浜公園の出口ならびに国道352号と直交する南側の道路に地割れ・亀裂が連続的に見られた。地形は内陸側に向かって緩く傾斜しており、砂丘の上部から端部へ向けてのすべりあるいは移動が生じたのではないかと考えられる。



写真4.2.23 国道352号の緑地帯に生じた段差を伴う亀裂



写真4.2.24 国道352号の歩車道境界にできた開口亀裂



写真4.2.25 海浜公園の出入口に生じた国道と平行する横断亀裂



写真4.2.26 国道352号を挟んだ南側の道路にも海岸線と平行な亀裂の補修跡があった



写真4.2.27 同左。国道352号の南側の直交道路に生じた横断亀裂と補修跡。この道路は南東方向（紙面向こう側）に緩やかに傾斜している。

4.3 河川・海岸保全施設

(1) 河川堤防・護岸

河川施設の被害は、新潟県柏崎港に注ぎ込む鵜川に架かる臨港八坂橋付近（図4.3.1）の護岸で見られた。写真4.3.1に示すように、堤防上に設けられた道路は河川側にせり出し傾斜している。写真4.3.2には河川側の様子を示すが、水際線は護岸矢板のせいでさほど変位はしていないように見えたが、写真4.3.3に示すように堤防のり先部分は圧縮破壊されたように盛り上がっていた。写真4.3.4には八坂橋橋台付近の様子を示すが、橋台は変位した様子はなく、取付部分が沈下していた。同じような状況は上流部や右岸側でも見られた。



図4.3.1 鵜川に掛かる臨港八坂橋¹⁾



写真4.3.1 鵜川護岸天頂部



写真4.3.2 鵜川護岸川表



写真 4.3.3 鵜川護岸のり先



写真 4.3.4 八坂橋橋台付近（左岸）

次に、柏崎市橋場町開運橋付近（図4.3.2）で見られた河川施設の被害を示す。写真4.3.5に開運橋左岸の橋台部分を示すが、最大70cm程度の段差が見られた。橋台付近の下流側堤防を見ると写真4.3.6～7に示すように、堤内地側に引かれるように沈下していた。写真4.3.7には樋管の連絡橋（緑色）が傾斜しているのが認められる。茶色の小屋の下には樋管が敷設されているが、写真4.3.8～4.3.9に示すように樋管の継ぎ目に開きが生じ、そこに堤防の土砂が落ち込んで穴が生じていた。堤防上流側（写真4.3.10～11）や堤内地側（写真4.3.12～13）には埋設物の抜け上がりや地盤の液状化による噴砂の跡が所々に見られた。

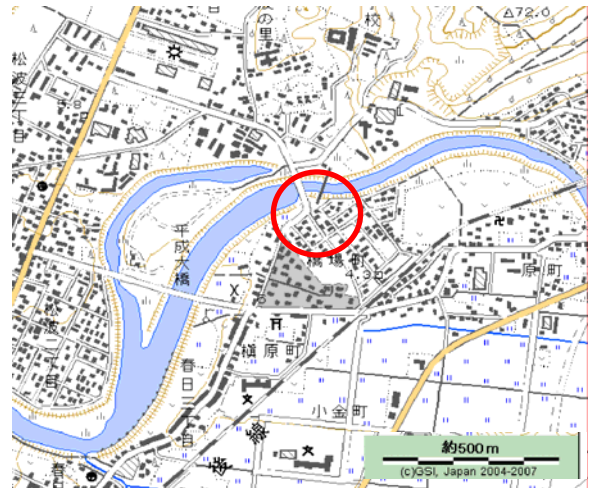


図4.3.2 柏崎市橋場町開運橋¹⁾



写真4.3.5 開運橋左岸橋台取付部の段差の補修跡



写真4.3.6 開運橋左岸下流側



写真4.3.7 開運橋左岸下流側



写真4.3.8 開運橋左岸下流側の穴



写真4.3.9 樋管の継ぎ目が開き、堤防土砂が流入し、穴ができていた



写真4.3.10 堤防に埋設されていた管の抜け上がり

図4.3.3に示す柏崎市の鯖石川河口の河川堤防でも護岸のブロックの破壊が見られた。写真4.3.11～13は護岸の被害の様子である。



図4.3.3 鯖石川河口付近の護岸の被害位置図¹⁾



写真4.3.11 鯖石川河口左岸側の護岸の破壊



写真4.3.12 鯖石川河口右岸側の護岸ブロックの破壊



写真4.3.13 同左

(2) 海岸堤防

海岸保全施設の被害としては、まず新潟県西山町で防潮護岸の傾倒が見られた。図4.3.4に被害地点を示す。写真4.3.14のように防波堤が前面に傾倒している部分もあれば、写真4.3.15のように前面に水平移動している部分も見られた。周辺には写真4.3.16に示すように地盤の液状化による噴砂跡もあった。



図4.3.4 西山町の海岸堤防位置図¹⁾



写真4.3.14 防潮護岸の傾倒



写真4.3.15 防波堤のせり出し



写真4.3.16 地盤の液状化による噴砂

鯖石川河口の南西側に広がる海岸部(図4.3.5参照)で、防潮護岸と海岸堤防が被害を受けた。延長は不明であるが、調査した範囲でも300～400m程度の延長で被害が見られた。図4.3.6は海岸堤防及び護岸の模式図である。護岸の前傾斜・破損・背後地盤の沈下、テトラポッドの破損、堤防のり面の亀裂・崩壊・陥没等が見られた。

付近の土質柱状図⁶⁾を図4.3.7に示す(ボーリング位置は図4.3.5参照)。この柱状図によれば、GL-5m程度までは比較的緩い砂が堆積しており、地下水位もGL-1.21mと高いため、地震の際にこの砂が液状化した可能性が高いと考えられる。

写真4.3.17～22は、護岸の前傾とコンクリートが一部損壊している様子である。写真から判

断すると、護岸の傾斜は最大10度程度には達していると推定される。写真4.3.18に示すように、護岸背後は大きく沈下し、砂が大量に噴き出ている。図4.3.6に示したように、護岸の背後は高さ5m程度の堤防があるため、常に水平土圧が護岸に作用しているが、地震の際には地震慣性力の作用と共に、地盤の液状化によってさらに水平土圧が増加した結果、護岸が大きく前傾したものと推定される。護岸背後の地盤沈下は、液状化による過剰間隙水圧の消散に伴う圧密沈下だけではなく、護岸の前傾による影響も含まれていると考えられる。また、写真4.3.23に示すように、テトラポッドの先端が破損しているものが見られた。この被害は地震動によりテトラポッドどうしが衝突したためかもしれない。

写真4.3.24～28は堤体の被害状況を示したものである。堤防の天端は大きな被害はないが、のり面及び小段では大きな亀裂が何本も発生しており、堤防が全体的に下方に滑ったような様相を示している。また、写真4.3.29～32のように、深さ1m程度の陥没孔が複数見られた。陥没孔の底には樋管が開口しているのが認められ（写真4.3.30）、液状化して泥状になった土砂がそこから流出して陥没したのではないかと考えられたが、樋管の出口（写真4.3.31）には、そのような土砂流出の痕跡が見られなかった。堤防の内陸側のり尻付近にも、写真4.3.33に示すように、大きな亀裂が見られ、付近には写真4.3.34のような噴砂が認められた。

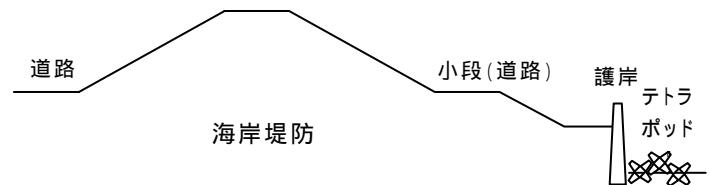


図 4.3.6 海岸堤防と護岸の模式断面



図 4.3.5 鯖石川南西海岸の被害位置図と既往ボーリング地点¹⁾

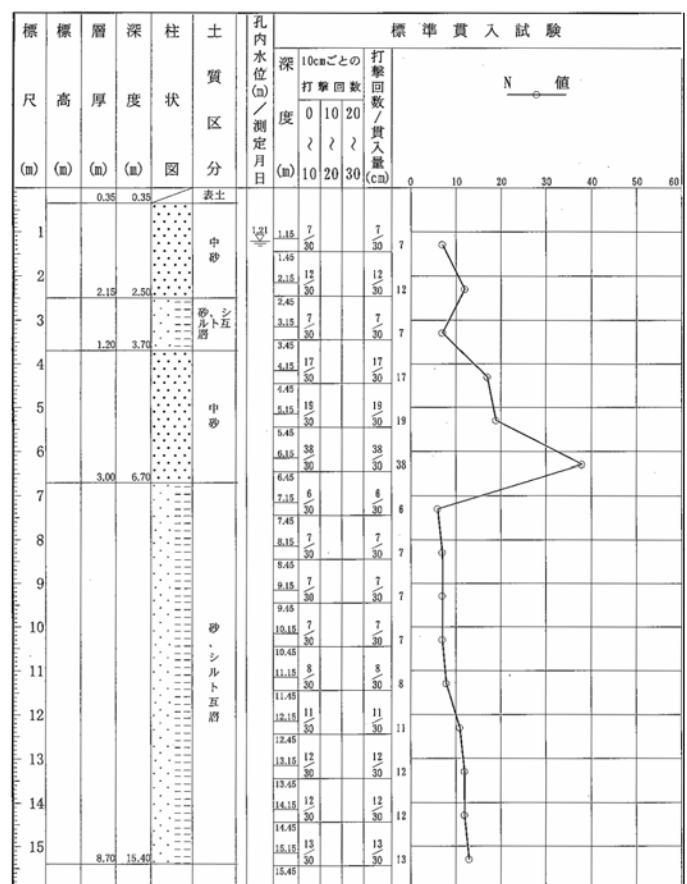


図 4.3.7 被害地点付近の既往柱状図⁶⁾



写真4.3.17 護岸の前傾と背後の噴砂



写真4.3.18 一面に噴出した護岸背後の噴砂



写真4.3.19 大きく前傾した護岸と背後の噴砂及び先端が破壊したテトラポット



写真4.3.20 破壊した護岸上部



写真4.3.21 大きく前傾した護岸（階段部）



写真4.3.22 大きく前傾した護岸（階段部）



写真4.3.23 先端が壊れたテトラポッド



写真4.3.24 海岸堤防小段の亀裂



写真4.3.25 海岸堤防小段の亀裂



写真4.3.26 海岸堤防小段の亀裂



写真4.3.27 堤防のり面の亀裂



写真4.3.28 同左



写真4.3.29 海岸堤防小段で見られた陥没孔



写真4.3.30 同左。陥没孔の底に見える樋管の開口



写真4.3.31 同上の樋管の出口。土の流出は見られない



写真4.3.32 海岸堤防小段に見られた陥没孔



写真4.3.33 海岸堤防の内陸側のり面に生じた亀裂



写真4.3.34 堤防内陸側の噴砂

4.4 宅地・建物

(1) クリーンセンター柏崎

クリーンセンター柏崎は図4.4.1に示すように鯖石川右岸にあるゴミ焼却場で、丘陵地(砂丘)を造成してできた(と思われる)敷地にある(写真4.4.1,同地点の微地形は前述図4.1.5を参照)。同センターでは、写真4.4.1～4に示すように高さ59mのRC造煙突外壁が下から1/3程のところまで破壊して沈下し、中の煙道が数m露出した状態となった。破壊部には鉄筋の端部が見える(写真4.4.4)ことから、鉄筋の段落とし部(あるいは打ち継ぎ)で破壊が起こったと考えられる。その他の被害は見られず、また地盤にも亀裂等の変状はなかった。

同地点の土質は図4.4.2に示すように、上部10m程度まで砂で構成されており、GL-4mまではやや緩いが、それ以深は締まった状態にある。地下水位はGL-4.1mである。このような地盤条件では、液状化が発生する可能性は低く、煙突の被害は地震動による慣性力が原因と考えられる。



図4.4.1 クリーンセンター柏崎の位置¹⁾



写真4.4.1 砂丘の下部に立地するクリーンセンター柏崎

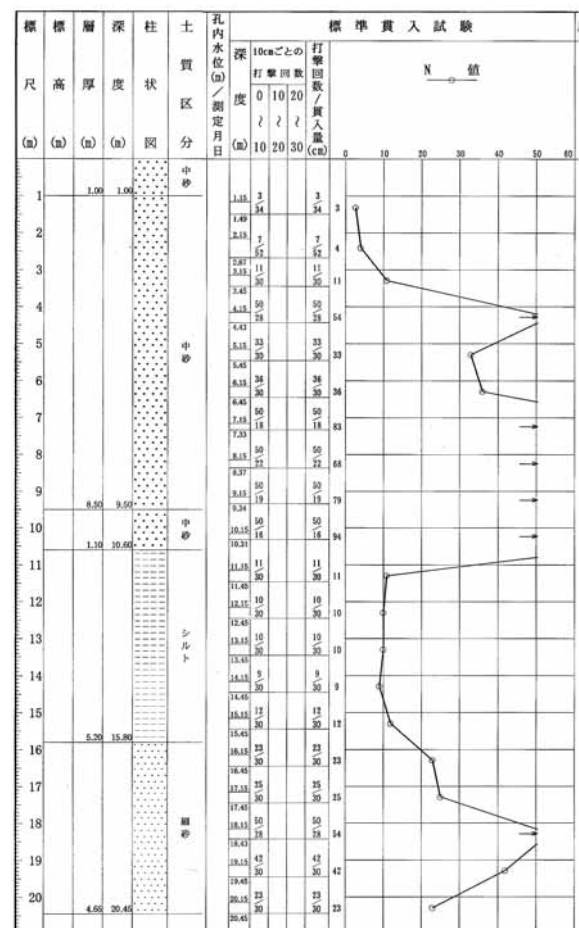


図4.4.2 同センターの土質柱状図⁶⁾



写真4.4.2 クリ - センター柏崎の北側（北西側より撮影）



写真4.4.3 クリ - センター柏崎の全景（南東側より撮影）



写真4.4.4 煙突破壊部の近景

(2) 西山町五日市

国道116号と北陸自動車道に挟まれた五日市地区（図4.4.3）では、低い丘陵斜面を通る道路が崩落して、道路上部の住宅地に地割れが多数発生し、住宅の倒壊には至らなかったものの居住できないような状態になった（写真4.4.6～9）。被害地点は、図4.4.4に示すように、低位の砂礫段丘と低湿地が混在しているような地形である。被害箇所はシートが被っていて詳細は分からないが、道路の片側が滑って崩壊したため、反対側の擁壁が前にはらみ出し、背後の宅地に大きな亀裂が生じたと考えられる。また、道路崩壊地点の南側の池に面している宅地の擁壁が前傾し、背後の宅地が亀裂・陥没するという被害があった（写真4.4.10～11）。



図4.4.3 被害位置図（柏崎市西山町五日市）⁷⁾

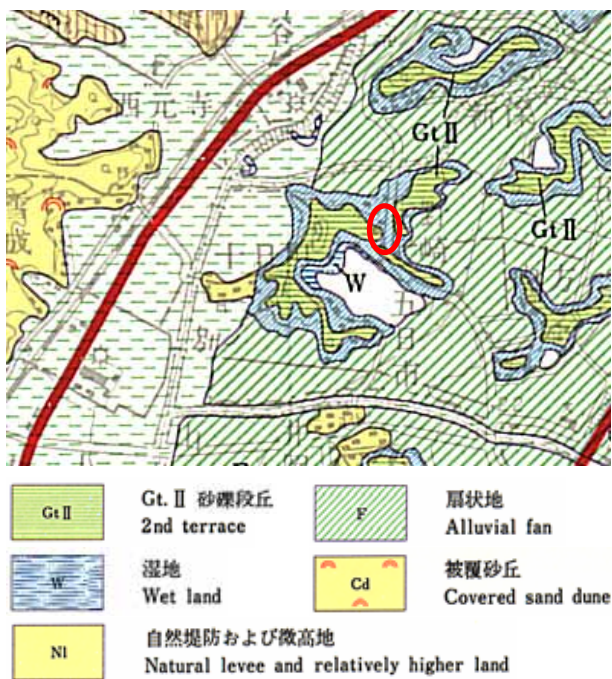


図4.4.4 被害地点周辺の微地形³⁾



写真4.4.6 道路の崩壊。法面下部の住宅には被害はなかった



写真4.4.7 同上。道路の崩壊によって擁壁が動いたものと思われる



写真4.4.8 道路上の宅地の亀裂



写真4.4.9 地盤変状によってヒビが入った玄関タタキ



写真4.4.10 池に面した宅地の被害



写真4.4.11 池に面した宅地の被害。擁壁が前傾して背後の宅地に亀裂・陥没が生じた

(3) 柏崎市松波2丁目

写真4.4.12～14に示す柏崎市松波2丁目地区は鯖石川河口近くの蛇行部に位置する住宅地である。この地区の川に近い街区に一面噴砂が生じた。写真4.4.12～13に示すように、ブロック塀の倒壊や道路の陥没・亀裂が生じ、住宅が傾斜したりしていた。その状況については「4.7節 液状化」の節で紹介する。

また、堅固な建物については、写真4.4.14に示すように、建物自体には被害がないが、地盤沈下によって隙間ができるといった現象も見られた。



写真4.4.12 ブロック塀の倒壊および路面の破壊



写真4.4.13 ブロック塀の倒壊



写真4.4.14 地盤沈下によりできた隙間

(4) 刈羽村稲場

砂丘の末端部に位置する刈羽村稲場地区は、非常に緩い傾斜地盤上に立地する集落である(図4.4.5～6)。ここでは地盤が傾斜下流方向に移動し、宅地・道路や住宅に被害が生じた。写真4.4.15～18はその様子である。地盤の移動に伴う横断亀裂が多数見られたが、大きな家屋被害は生じていないように感じられた。



図4.4.5 刈羽村稲場地区の位置図⁷⁾

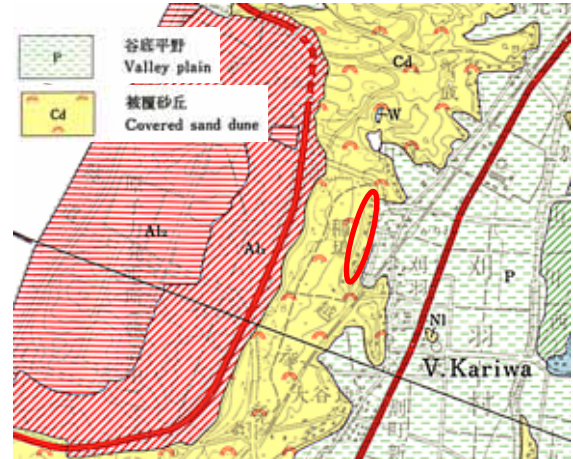


図4.4.6 刈羽村稲場地区周辺の微地形³⁾



写真4.4.15 道路の亀裂とバックリング



写真4.4.16 道路の亀裂補修跡



写真4.4.17 道路のバックリング



写真4.4.18 住宅庭先の亀裂

(5)擁壁・塀

擁壁及び塀の倒壊の状況を写真4.4.19～24に示す。



写真4.4.19 墓地の擁壁の転倒
(柏崎市西本町)



写真4.4.20 住宅背後の擁壁がはらみ出して
物置が一部圧壊した(柏崎市山
本)



写真4.4.21 石垣の崩壊(柏崎市青海川付近)



写真4.4.22 ブロック塀の転倒(西山町大崎)



写真4.4.23 ブロック塀の倒壊(柏崎市学校町)



写真4.4.24 石積塀の倒壊(柏崎市西本町)

(6)住宅

写真4.4.25～30に家屋等の被害を示す。2007年能登半島地震と同様に瓦屋根・土壁のような古い家の倒壊が多く見られた。また、比較的新しい家では、1階の開口部が大きいものの被害が顕著であった。



写真4.4.25 山門の倒壊（柏崎市東本町）



写真4.4.26 住宅が倒壊して道路を塞いだ
（柏崎市西本町）



写真4.4.27 1階間口が大きい住宅のせん断変形（柏崎市米山町）



写真4.4.28 瓦屋根の酒造工場の倒壊（柏崎市新橋）



写真4.4.29 瓦屋根家屋の倒壊（柏崎市西本町）



写真4.4.30 瓦屋根家屋の倒壊（柏崎市新橋）

(7) 産業施設

鯖石川河口右岸（図4.4.7）に立地する生コン工場では地震で施設が大きな被害を受けた。同地点の南東側の柏崎自然環境浄化センター（4.5節参照）及び南西側の海岸堤防・護岸（4.3節参照）ではいずれも大きな被害が生じている。図4.4.8に示すように、同地点は鯖石川の堆積物である三角州と砂丘の境界部付近にある。近傍にボーリングデータがないので、どのような地盤条件が分からないが、他よりも大きな揺れが生じた可能性もある。

写真4.4.31は施設の全景であるが、材料を運ぶパイプ（ベルトコンベア - ）が外れているのが分かる。写真4.4.32～35は被害の様子を示している。サイロが傾斜していることが遠景でも分かったが、この被害は写真4.4.36に示すように、サイロの基部が座屈したために生じたものであることが分かる。

写真4.4.37～38は被害施設周辺の噴砂や地割れの様子を示したものである。このような状況から液状化が施設の被害に何らかの影響を及ぼしていると考えられるが、それは地盤変状そのものではなく、液状化に伴う地震動の特性の影響であると考えられる。



図4.4.7 鯖石川河口左岸の被害位置図¹⁾

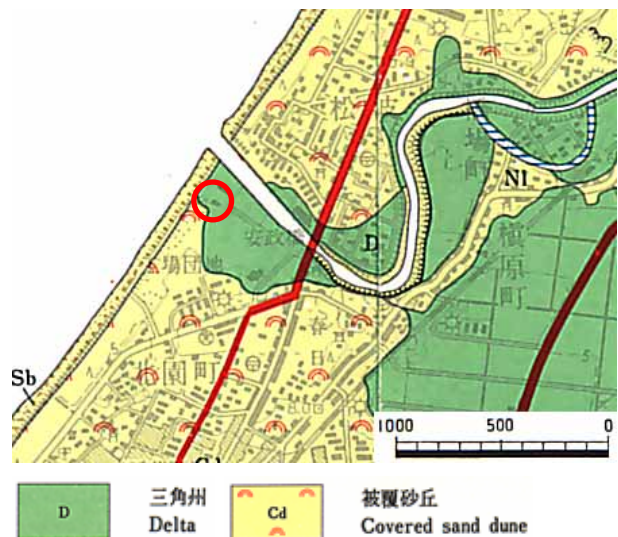


図4.4.8 鯖石川河口付近の微地形³⁾



写真4.4.31 南西側から見た被害施設の全景



写真4.4.32 落下した輸送パイプ



写真4.4.33 西側から見た被害状況



写真4.4.34 北東側からみた被害状況



写真4.4.35 サイロの傾斜



写真4.4.36 サイロ基部の座屈



写真4.4.37 被害施設近傍の噴砂



写真4.4.38 被害施設の海側に生じた地割れ・噴砂

4.5 ライフライン

新潟県中越沖地震では、電力、上下水道や都市ガス等のライフライン施設が被害を受けた。電力は最大35,344戸が停電し、2日後の18日夜までに復旧完了した。都市ガスの復旧対象戸数は3市合計31,179戸（このうち柏崎市が30,978戸）で、8/8現在、柏崎市で13,616戸の復旧残がある。水道は新潟県全体で58,896戸が供給停止したが、8/4にすべて復旧した。下水道施設は、76箇所・地区で汚水の流れに支障が生じ、8/9現在、58箇所・地区で応急復旧が完了したが、残り18箇所ではバキュームによる処理を継続している。

上記のように、種々のライフラインが途絶し、懸命な復旧作業にも関わらず、まだ完全復旧には至っていないものもある。

各種の埋設管についてはどのような被害を受けたのかはまだ明らかになっていないので、本節では、柏崎市の下水処理場と断片的に見られた下水道マンホールの浮き上がりについて述べる。

(1) 柏崎市自然環境浄化センター

鯖石川の河口付近（左岸）に位置する柏崎市自然環境浄化センター（下水処理場、図4.5.1参照）に噴砂や地割れ等の大きな地盤被害が発生した。写真4.5.1～2に同浄化センターの敷地全景並びに中央管理棟の全景を、図4.5.2に施設の配置図を示す。写真4.5.3は空中写真から判読できる噴砂及び地割れの位置を示す。写真で分かるように、敷地全体にわたって、噴砂や地割れが見られる。

図4.5.3～4に当該地点の微地形および表層地質を示す。また、図4.5.5には近隣のボーリング柱状図を示す。これらの資料より、浄化センターの地形・地盤は、三角州であり、表層は砂が卓越していると推定される。近隣のボーリング柱状図でも、GL-7m付近まで砂で、上部は緩い堆積状態にあり、かつ地下水位も高いことが分かる。このような地盤条件から推定して、同センターの敷地で広範囲に液状化が発生して、噴砂や地割れが生じたと考えてよさそうである。

敷地の南西側境界は高さ2～3m程度の法面となっており、浄化センターの建設の際に盛土して造成したと思われる。このような造成盛土も被害を大きくした一因ではないかと思われる。



図4.5.1 柏崎市自然環境浄化センター位置図⁷⁾



写真4.5.1 柏崎市自然環境浄化センターの全景⁸⁾



写真4.5.2 中央管理棟の全景⁸⁾

図4.5.2 柏崎市自然環境浄化センターの施設配置図⁸⁾

同センターの被害としては、汚泥棟基礎杭の一部破損，消化ガスホルダー内部の破損，場内道路等の隆起・陥没などが報告されている（国土交通省 災害報告より）。現地調査では建物や構造物内部には入っていないので、主に敷地地盤の変状について報告する。

写真4.5.4～7は中央管理棟周辺地盤の被害である。写真4.5.2に示したように、中央管理棟は盛土と思われるやや小高いところに立地している。写真4.5.4～6はこの建物の裏側の地盤変状の様子である。地盤が大きく開口・沈下するといった非常に大きな地盤破壊が発生している。建物（おそらく杭基礎であろうと思われる）そのものに顕著な被害は見られなかった。

構内の各所では噴砂が見られていることから、このような地盤破壊は液状化が原因と考えられる。写真4.5.7は建物南西側基礎の掘削状況であるが、基礎の下に地盤沈下によると見られる隙間が認められる。建物が杭基礎であるなら、地盤沈下によって杭頭が一部地盤から突出している状態となっていることが予想され、基礎の耐震上は好ましいことではない。

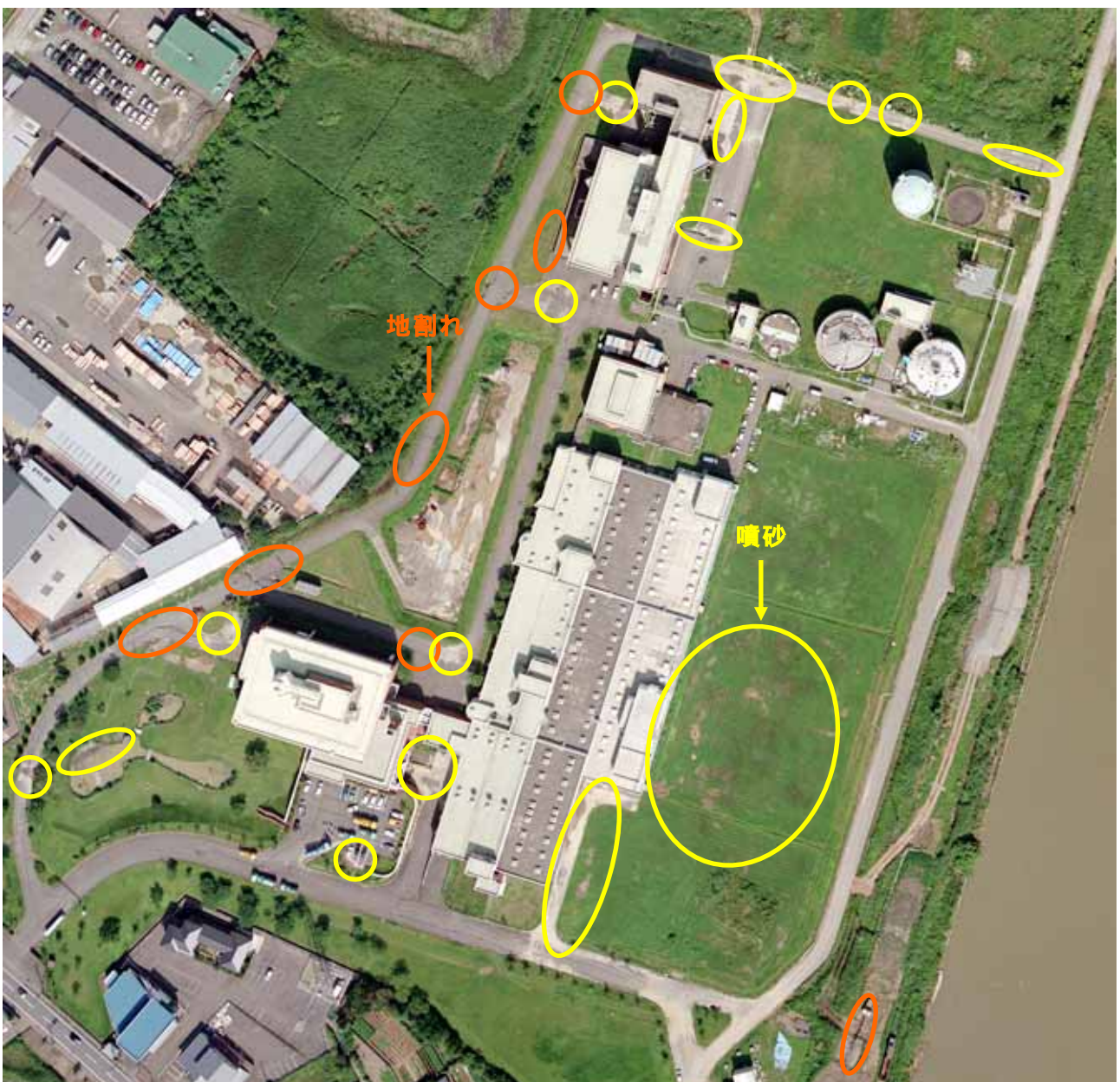


写真4.5.3 空中写真より判読した噴砂・地割れ（株八州撮影）



図4.5.3 浄化センター付近の微地形区分³⁾



図4.5.4 浄化センター付近の表層地質⁴⁾

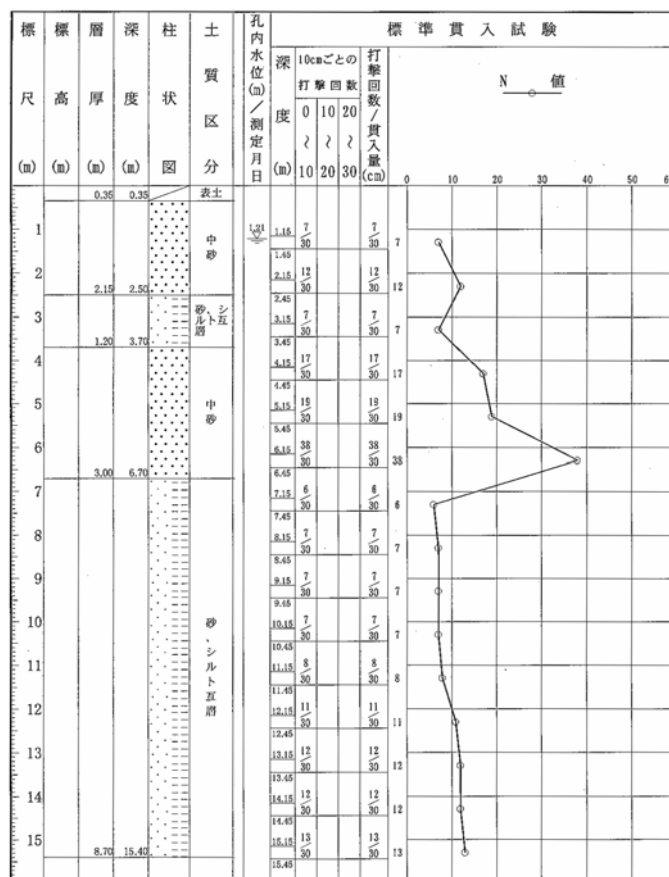


図4.5.5 被害地点付近の既往柱状図⁶⁾



写真4.5.4 管理棟裏側の地盤に生じた大きな亀裂・開口と噴砂



写真4.5.5 管理棟裏側の盛土の沈下



写真4.5.6 管理棟裏側道路の亀裂と段差



写真4.5.7 地盤沈下によって管理棟建物の基礎に生じた隙間

写真4.5.8～15は監視汚泥棟及び周辺地盤の被害の様子を示している。写真4.5.8～9は玄関前の地盤の沈下状況である。大きな沈下の原因は、液状化に伴う地盤の圧密沈下だけでなく、側面の石積擁壁の変形・はらみ出しによる影響もあるのではないかとと思われる。写真4.5.10～13は同建物北西側のエキスパンションジョイントの開口及び水平方向の食い違いの様子である。開口量は約14cm,水平方向の食い違い量は約20cmである。建物の基礎がどのような状態になっているのか分からないが、このような開口の状況から、何らかの建物間の相対移動があったと考えられる。また、エキスパンションジョイントを挟んで建物の不同沈下も起こったように見えるが詳細は明らかではない。

写真4.5.14～15は、この建物の地下通路のコンクリート擁壁周辺の地盤亀裂・陥没である。コンクリート擁壁そのものには傾斜・はらみ出し・亀裂といった被害は見られないが、擁壁外側の盛土と見られる地盤が大きく陥没して地割れが生じている。地割れの中には噴砂が見える。

写真4.5.16に示すように同建物の近傍には盛土法面があり、法尻にはU字溝が設置されている。写真4.5.17に示すように、このU字溝は盛土に押されて大きく変形し、中は大量の噴砂で埋まっている状態であった。



写真4.5.8 監視汚泥棟の前の道路の亀裂



写真4.5.9 同左。玄関前の地盤沈下近景



写真4.5.10 監視汚泥棟建物間のエクspansionジョイントの開口



写真4.5.11 同左。建物反対側のエクspansionジョイントの開口



写真4.5.12 同上。南西側エクspansionジョイントの水平ずれ



写真4.5.13 同上。エクspansionジョイントの開口部の近景。紙面直交方向にもずれが生じている



写真4.5.14 監視汚泥棟地下通路擁壁の外側盛土に生じた大きな亀裂・陥没



写真4.5.15 同左近景。盛土が大きく沈下し、擁壁の側面には噴砂が見られる



写真4.5.16 浄化センターの南西側境界。盛土のり面となっている



写真4.5.17 同左。盛土のり尻の水路は破壊し、大量の噴砂が堆積している

写真4.5.18～20は、エアレーションタンク建物周辺地盤の沈下の様子で、建物の壁に残った土の痕跡から判断すると、地盤の沈下量は25～40cm近いが、この沈下が今回の地震だけで生じたかどうかは分からない。写真4.5.20は建物のドアに取り付けられていた階段が地盤沈下により宙づり状態になり、その重量に耐えきれず落下した様子を示している。また、この処理施設の横の空き地には、写真4.5.21に示すように大規模な噴砂が点々と発生していた。

写真4.5.22～26は構内で生じていた道路の変状である。前述の写真4.5.3に示したように、同センター構内には亀裂や陥没などの多くの地盤変状や噴砂があり、地震時には地盤に大きな変位が生じたと推定される。また、写真4.5.27に示すようにマンホールの突出も見られたが、これはマンホールが浮上したのか、周辺の地盤が沈下したために見かけ上突出したように見えるのか分からない。写真4.5.28は水道の復旧工事の様子であるが、水道管が10cmほど引き抜けたため、ジョイント付きの管に取り替えているところである。

写真4.5.29は中央管理棟の前にある池の様子であるが、池の一部が隆起して底が見えている状況である。この原因はよく分からないが、写真右手の道路に補修跡があることから、道路が滑って、法尻に当たる池の底が盛り上がった可能性も考えられる。



写真4.5.18 エアレーションタンク建物側面の地盤沈下跡



写真 4.5.19 同左近景。地盤沈下と噴砂



写真4.5.20 建物取付階段の落下



写真4.5.21 施設横の空地に点々と見られる噴砂



写真4.5.22 マンホール傍の亀裂と陥没



写真4.5.23 同左。マンホール傍の地盤の亀裂と陥没



写真4.5.24 マンホール付近の地盤の亀裂・陥没



写真4.5.25 構内道路の隆起



写真4.5.26 構内道路の亀裂・陥没



写真4.5.27 構内のマンホールの突出。地盤沈下によるものか浮き上がりによるものかは分からない。



写真4.5.28 構内の水道管補修工事の様子。隣の薄緑色の管はガス管



写真4.5.29 池の底が盛り上がり水面に顔を出した様子

(2) 下水道マンホール

写真4.5.30～34に下水道マンホールの突出の様子を示す。下水道マンホールの突出はこの地震でも見られたが、2004年新潟県中越地震ほどには顕著ではなかったという印象である。写真4.5.34のように大きな浮上を示すマンホールもあったが、調査した中では大きな突出を示したマンホールは少なかったようである。



写真4.5.30 マンホールの突出(柏崎市吉井)



写真4.5.31 マンホールの突出(柏崎市上田尻)



写真4.5.32 車道上のマンホールの突出(西山町五日市)



写真4.5.33 マンホールの突出(柏崎市長崎)



写真4.5.34 同左近景。突出量は約50cm

(3) その他

写真4.5.35は煙突が被害を受けた「クリーンセンターかしわざき」の西側で鯖石川をわたる水管橋の全景である。南側橋台部では写真4.5.36～37に示すような軽微な被害があった。水管橋の南側では、管がU字溝に収納されて堤防を横断しているが、写真4.5.38に示すように堤防が沈下したために、U字溝の中の管が抜け上がった様子である。



図4.5.6 鯖石川下流部付近と被災道路の位置¹⁾



写真4.5.35 水管橋の全景



写真4.5.36 水管橋橋台（左岸）と堤防を横断するU字溝の開き



写真4.5.37 水管橋橋台部の固定金具の抜け出し



写真 4.5.38 堤防の沈下によりU字溝から飛び出した管路

写真4.5.39～42は米山町の聖ヶ鼻付近の地すべり（図4.5.7）による電線および地中埋設管の破断の状況である。このような大規模な地すべりが起こると、道路に沿って設置されている電柱や地中埋設管・ケーブル等は崩壊土砂とともに流出する。

なお、この地点の崩壊状況については「4.6節 斜面崩壊」で説明する。



図4.5.7 聖ヶ鼻東側の斜面崩壊位置¹⁾



写真4.5.39 道路の左側の電柱は前方の道路崩壊によって陥没し、電柱の頭部だけが見える



写真4.5.40 同左道路崩壊部



写真4.5.41 道路崩壊により垂れ下がった電線及び地中埋設管



写真4.5.42 道路崩壊部の電柱および地中埋設管

4.6 斜面崩壊

(1) 概要

地震による斜面崩壊は、強い地震動が原因で斜面が不安定になり崩壊に至る現象である。新潟県中越沖地震では、図4.6.1に示すように柏崎平野を取り囲む刈羽・三島丘陵地、三島山地、東頸城山地および米山山地で斜面崩壊が発生した。

斜面崩壊の形態は、主に斜面上部の肩部（遷急線付近）が崩壊する斜面上部崩落型（写真4.6.1）が最も多かったが、地すべり型および落石型の崩壊（写真4.6.2）も認められた。



写真4.6.1 斜面上部崩落型の崩壊。斜面中部の樹木は残留し、崩壊土砂は斜面裾部に堆積（刈羽村油田）



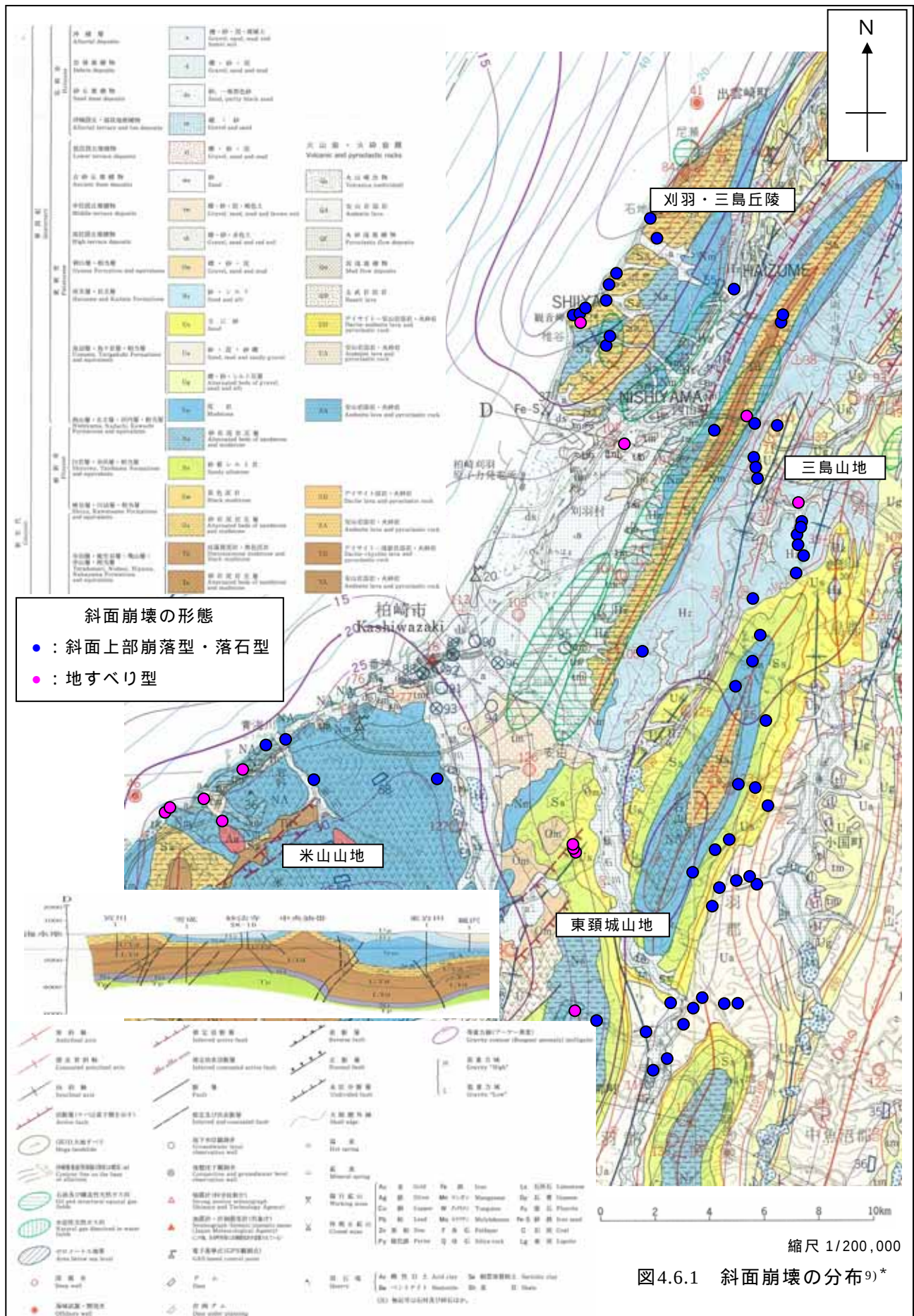
写真4.6.2 地すべり型の崩壊。明瞭な滑落崖を伴い自然斜面を保存したまま土塊が移動（米山町聖ヶ鼻）

刈羽・三島丘陵地では、主に椎谷層または西山層の砂岩泥岩互層が分布する観音岬付近の海蝕崖で斜面上部崩落型の大規模な崩壊が認められたほか、一部に地すべり型の崩壊も認められた。

三島山地では、寺泊層の泥岩、椎谷層の砂岩泥岩互層、西山層の泥岩、魚沼層の礫・砂・シルト互層、灰爪層の砂・シルトの分布する切土斜面もしくは崩壊跡地（植生未回復）で斜面上部崩落型の崩壊が認められたほか、一部に地すべり型の崩壊も認められた。

東頸城山地では、椎谷層の砂岩泥岩互層、白岩層の砂質シルト岩、西山層の泥岩、魚沼層の砂の分布する切土斜面、崩壊跡地（植生未回復）もしくは段丘崖で斜面上部崩落型の崩壊が認められたほか、一部に地すべり型の崩壊も認められた。

米山山地では、西山層の砂岩泥岩互層または泥岩、海成高位段丘堆積物の礫・砂・赤色土の分布する青海川駅付近を代表地とする海蝕崖で大規模な斜面上部崩落型の崩壊や米山町聖ヶ鼻付近を代表地とする自然斜面や海蝕崖の地すべり型の崩壊が認められたほか、安山岩溶岩・火砕岩の分布する切土斜面で落石型の崩壊が認められた。



(2) 西山町椎谷観音岬付近

一般国道352号線観音岬付近の斜面崩壊である。図4.6.2に位置図を示す。写真4.6.3～4.6.6は、高さ約120mの海蝕崖の肩部～上部が崩落し、落石防止ネットを押し破り、道路に崩落土石が堆積した。

崩壊地からは湧水が認められ、水を含んだ土砂が道路勾配に沿って下側の民家まで流出していた。



図4.6.2 観音岬付近の斜面崩壊位置¹⁾



写真4.6.3 崩壊地遠景



写真4.6.5 崩壊地上部



写真4.6.4 道路に崩落した土石



写真4.6.6 観音岬側から見た崩壊地点

(3) 柏崎市 JR 青海川駅付近

写真4.6.7～4.6.10は、JR信越線青海川駅付近（図4.6.3）の高さ約50mの海蝕崖で発生した斜面上部崩落型の崩壊である。崩壊土石は信越本線を超えて青海川駅のホームの一部を巻き込み海岸に達した。崩壊面には、下部に西山層の泥岩が灌木とともに露出し、海成の高位段丘堆積物が覆っている。高位段丘堆積物は、下部の礫混じり土と上部の礫の少ない土砂に区分でき、これらの境界面付近から湧水が認められた。

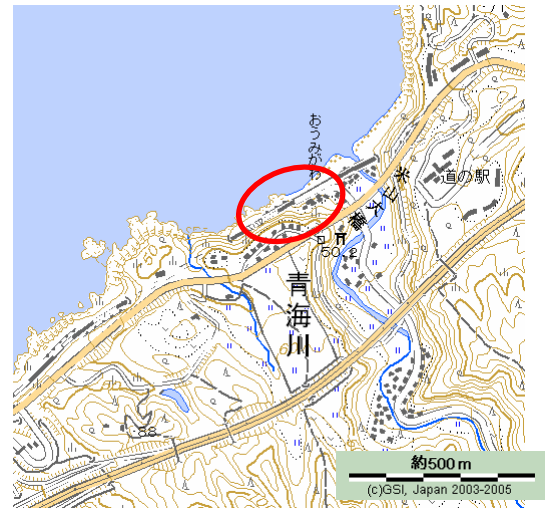


図4.6.3 青海川駅付近の斜面崩壊位置¹⁾



写真4.6.7 海蝕崖の崩壊地全景



写真4.6.8 側面からの崩壊地の状況



写真4.6.9 崩壊地の状況



写真4.6.10 笠島駅方面から見た崩壊土砂

(4) 柏崎市米山町聖ヶ鼻付近

写真4.6.11は、聖ヶ鼻東側斜面（図4.6.4参照）の崩壊の遠景である。写真4.6.12の示す空中写真に示す崩壊A，Bはいずれも流れ盤の地すべり性崩壊であるが、岬の先端部は表層崩壊のタイプに見える。この斜面の地下にはJR信越線の米山第一トンネルが通っている。



写真4.6.11 海蝕崖の地すべり型崩壊

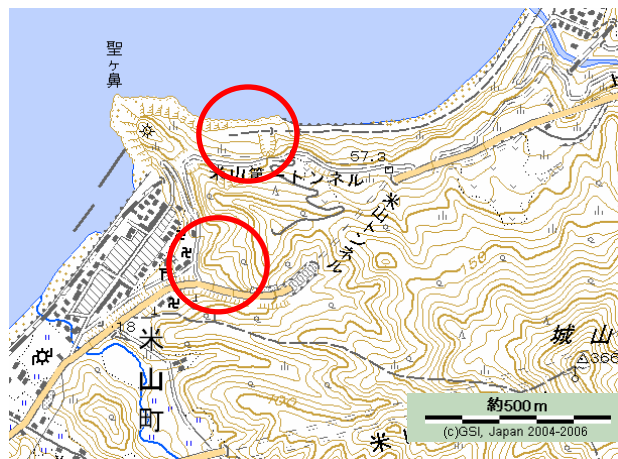


図4.6.4 米山町付近の斜面崩壊位置¹⁾



写真4.6.12 空中写真による米山町聖ヶ鼻周辺の斜面崩壊

(株)八州撮影

写真4.6.13は寸断された道路の東側から見た崩壊 A と崩壊 B のすべり面の様子である。手前の崩壊 A について、写真4.6.14に示すように、地震直後は崩壊土が被っていてすべり面がよく分からなかったが、2週間程度経過すると、崩壊土が流されて、泥岩と思われるすべり面が現れている。

この崩壊によって斜面下部の遊歩道のトンネル抗口が埋没した（写真4.6.12および写真4.6.15～16）。

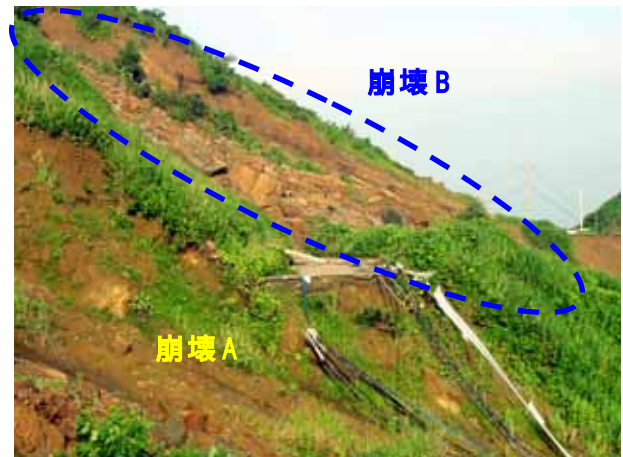


写真4.6.13 崩壊 B のすべり面。手前の崩壊 A と同様に流れ盤となっている

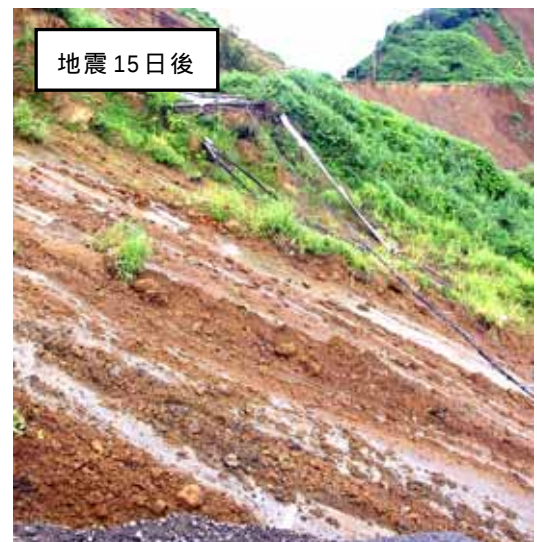


写真4.6.14 斜面の流れ盤崩壊の状況（崩壊 A）

左側の写真は7月19日(地震発生3日後)、右側の写真は7月31日に撮影したものである。地震直後は崩土でよく分からなかったが、地震から2週間程度経過すると、余震や降雨によって崩土が流されて、すべり面が露になっている。



写真4.6.15 崩壊土によって埋まった遊歩道トンネル坑口



写真4.6.16 同左近景

写真4.6.17～4.6.20は、米山町の集落裏山で発生した地すべり型崩壊で、移動土塊は斜面中部で止まり集落まで達していない。崩壊位置は前述図4.6.4に示したとおりである。



写真4.6.17 米山町集落側の地すべり



写真4.6.18 滑落崖の状況



写真4.6.19 移動土塊内の段差・亀裂



写真4.6.20 移動土塊により損壊した道路

(5) 柏崎市大沢付近

写真4.6.21～23は、大沢から小国町に抜ける林道沿いの斜面上部崩落型の崩壊で、滑落崖中部には植生が存置していて、崩落土塊は林道を覆っていた。崩落面には魚沼層の砂およびシルトが露出する。図4.6.5に位置図を示す。



写真4.6.21 崩壊地全景

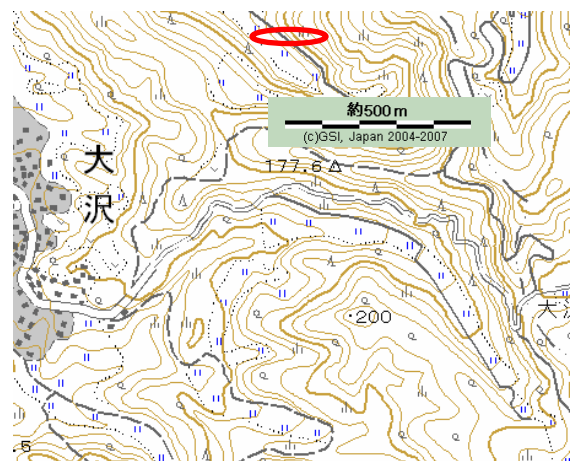


図4.6.5 大沢付近の斜面崩壊位置¹⁾



写真 4.6.22 滑落崖の状況



写真 4.6.23 崩落土塊の状況

(6) 小国町武石付近

写真4.6.24は、白岩層の砂質シルト岩の斜面上部崩落型の崩壊で、斜面中部には樹木が残っている。斜面下部には素堀りのトンネルで国沢川が通過していたが崩落土砂で埋まり、溢れた河川水が水田に流れ込んでいた。図 4.6.6 に位置図を示す。



写真 4.6.24 崩壊地全景

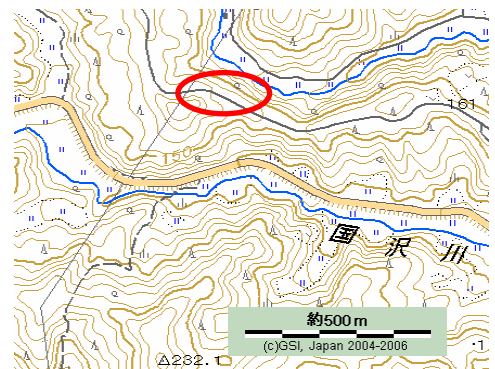


図 4.6.6 武石付近の斜面崩壊位置 1)

(7) 小国町芝ノ又付近

写真4.6.25～26は、魚沼層の細粒砂の斜面上部崩落型の崩壊で、斜面中部には樹木が残っている。斜面裾部の芝ノ又川は、崩落土砂で埋まり、河川の水が溢れ水田に流れ込んでいる。図 4.6.7 に位置図を示す。

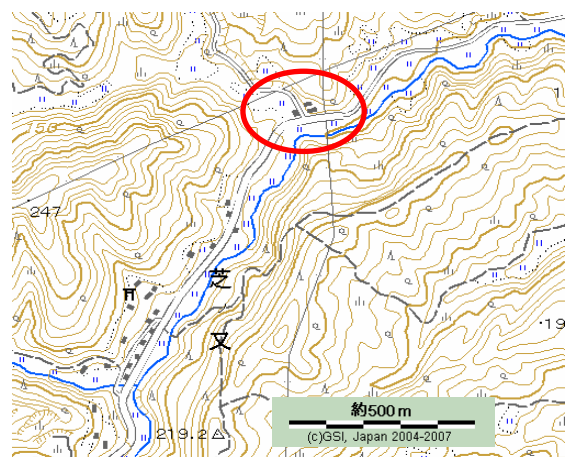


図4.6.7 芝ノ又付近の斜面崩壊位置 1)



写真4.6.25 崩壊地全景



写真4.6.26 側方から見た崩壊地

(8) 高柳町岡野町付近

写真4.6.27～29は、段丘崖のモルタル吹付箇所の斜面上部崩落型の崩壊で、崩落土砂はロックシェッド上に堆積している。ロックシェッドの変状は認められない。図4.6.8に位置図を示す。



写真4.6.27 崩壊地全景

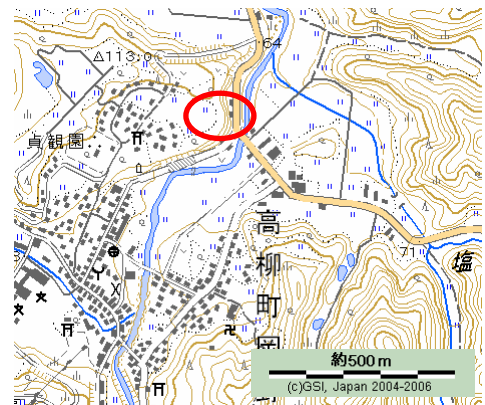


図4.6.8 岡野町付近の斜面崩壊位置¹⁾



写真4.6.28 滑落崖の状況



写真4.6.29 崩落土砂の状況

4.7 液状化

液状化は柏崎港，鯖石川周辺等に見られた。液状化による被害は地盤面の沈下・変位による建物の変状や段差、岸壁のせり出し等であった。以下に液状化を確認した地点の様子と、採取した噴砂の粒度特性を示す。

(1) 柏崎港

柏崎港西埠頭，中央埠頭の噴砂の様子を示す。西埠頭にある観光交流センターでは護岸と舗装の間から噴砂が生じていた。舗装面は山状に盛り上がり、中央は陥没していた。また交流センター建物では沈下による10cm程度の段差が生じていた。

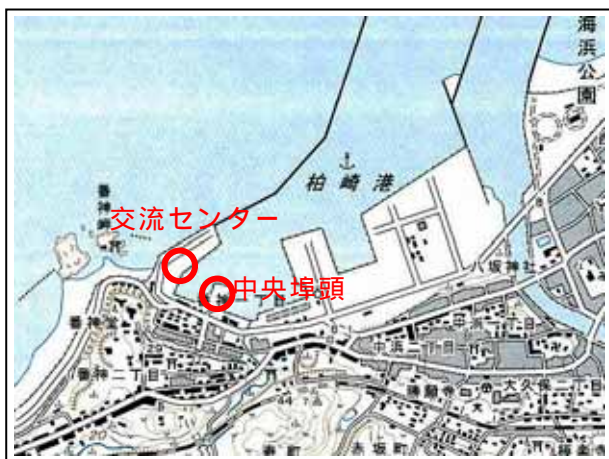


図4.7.1 柏崎港位置図⁷⁾



写真4.7.1 交流センター前面岸壁に生じた噴砂



写真4.7.2 交流センターに生じた沈下による段差



写真4.7.3 中央埠頭の噴砂

(2) 浄化センター

浄化センターでは噴砂や地盤沈下等が多数認められており、敷地全体で液状化が生じたと思われる。噴砂の粒度は若干粗く、細礫を含んでいた。また付近の海岸堤防でも液状化による噴砂や変状が見られた。

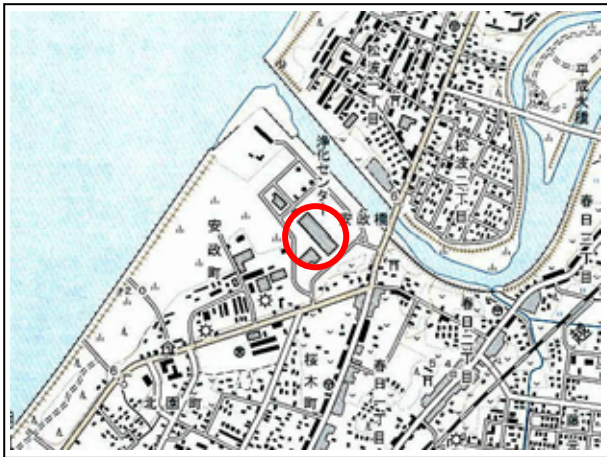


図4.7.2 浄化センター位置図⁷⁾



写真4.7.4 地下室搬入路に生じた噴砂



写真4.7.5 浄化センター内の噴砂丘



写真4.7.6 大きな地割れの中に生じた噴砂

(3) 松波2丁目

図4.7.3に松波2丁目地区で噴砂が生じたと思われる範囲を示した。7/19調査時には土砂は撤去されていたが、写真4.7.8～9に示すような痕跡が残っていた範囲を図示したものである。写真4.7.10～11は家屋に生じた変状であるが、地形的には写真右手側が低くなっており、液状化により地盤が沈下・移動し、家屋を变形させたと考えられる。

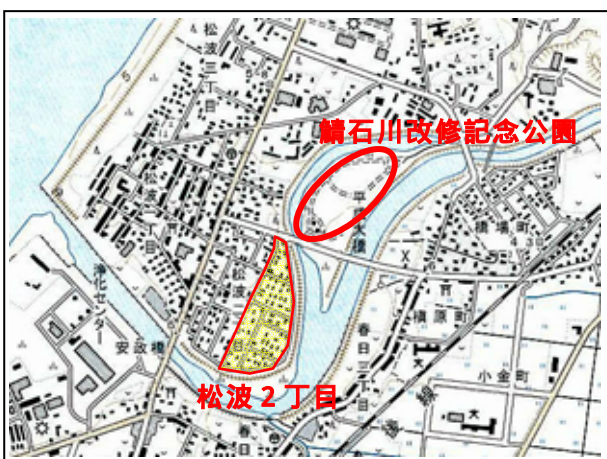


図4.7.3 松波2丁目位置図（黄色ハッチは噴砂が生じたと推定される範囲）⁷⁾



写真4.7.7 マンホール周辺に生じた噴砂と陥没



写真4.7.8 松波2丁目の航空写真
噴砂が生じた道路が黄色く見える

(株)八州撮影



写真4.7.9 道路に残っていた噴砂の痕跡



写真4.7.10 傾斜した木造家屋



写真4.7.11 コンクリートの目地の開き

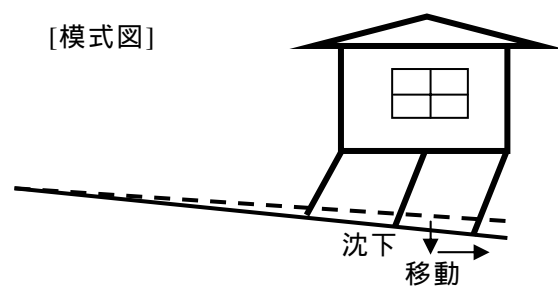
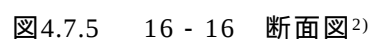


図4.7.6～7に示した既往柱状図で見るとE-h-4では非常に軟質な粘性土を主体としているが、部分的に緩い砂層を挟んでいる。地下水位はGL±0mと高い。E-h-15ではGL-13m付近まで砂層が分布しており、GL-4m以深はN値が概ね20以上と高いが、GL-4m以浅はN値が6～8と比較的緩い。ボーリング調査時の地下水位はGL-2.95mと高い。噴砂が見られた箇所はボーリングより河川に近い地点であるため、地層の構成は若干異なると思われるが、図4.7.5の断面図でみると沖積層が深い側に位置していたとみられる。



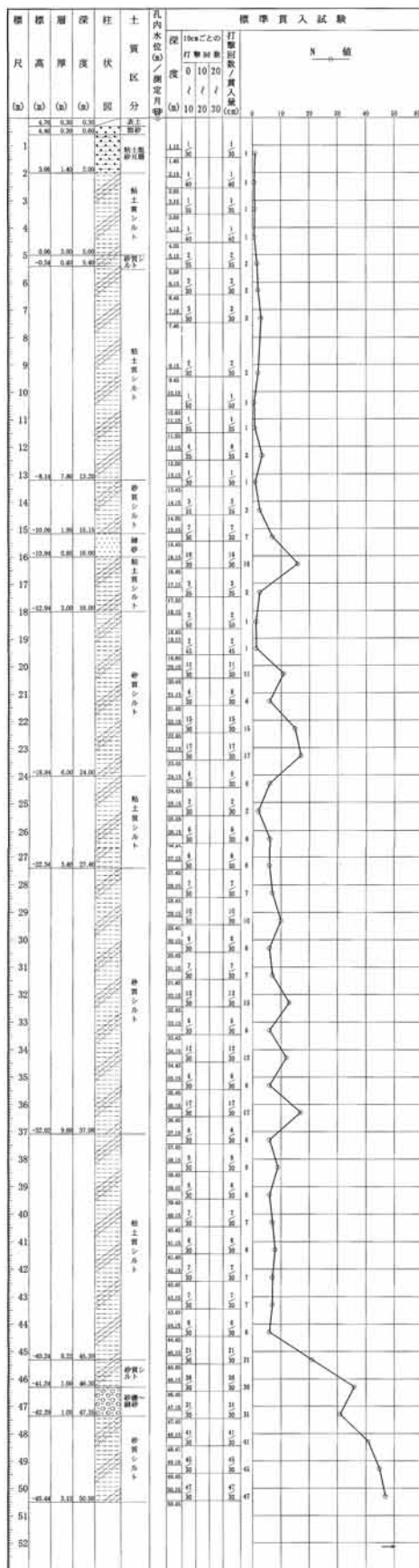


図4.7.6 ボーリングE-h-4 ⁶⁾

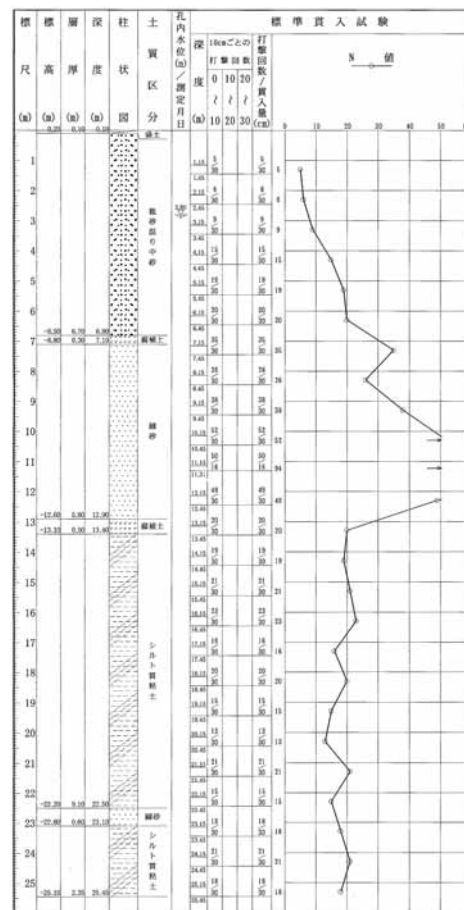


図4.7.7 ボーリングE-h-15 ⁶⁾

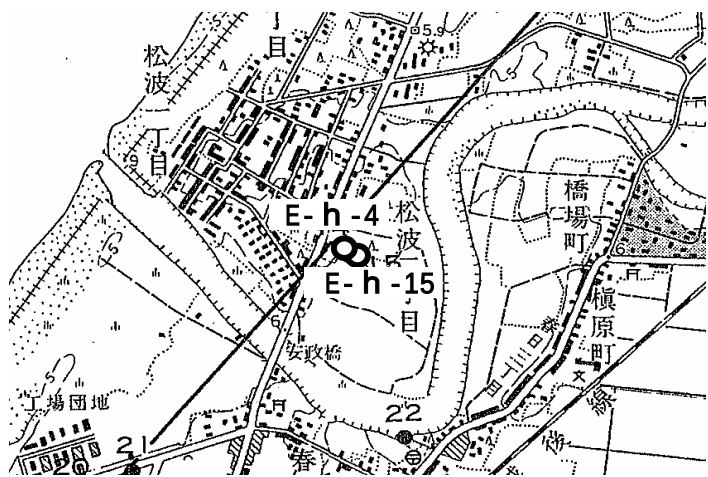


図4.7.8 ボーリング位置図 ⁶⁾

(4) 鯖石川改修記念公園

鯖石川改修記念公園（図4.7.3参照）は旧河川と新河川に挟まれた中洲状になっている。公園内には噴砂や亀裂が多数生じており100m程度の連続した亀裂も生じていた（写真4.7.12）。写真4.7.14に示すように亀裂は最大45cm程度の段差を伴っていた。現地で観察された地割れの断面から、地表面からGL-30cm程度まで砂混じり粘土で、それ以深は粘性土となっており、地割れ断面を観察する限りでは砂層は確認できなかった。また写真4.7.16～17に示すように排水溝が押し上げられている箇所があり、圧縮を受ける様な変状をしたと思われる。液状化時の流動により亀裂が生じた可能性も考えられるが、堤防法面の変状は認められなかった。



写真4.7.12 鯖石川改修記念公園のグラウンドに生じた地割れ

(株)八州撮影



写真4.7.13 亀裂から生じた噴砂



写真4.7.14 段差（30～45cm）を伴う地割れ



写真4.7.15 地割れの様子



写真4.7.16 押し上げられた排水溝



写真4.7.17 新河川側のり肩付近で押し上げられた排水溝



写真4.7.18 歩道の舗装の変状



写真4.7.19 新河川側のり面



写真4.7.20 駐車場に生じた噴砂

(5) 県道73号堀地区

県道73号堀地区は道路舗装面の波打ち現象が見られた箇所である(4.1節「道路施設」参照)。道路の横の空き地では噴砂が確認できたが、道路盛土に生じた変状が液状化に起因するものかどうかは詳細な調査が必要と思われる。

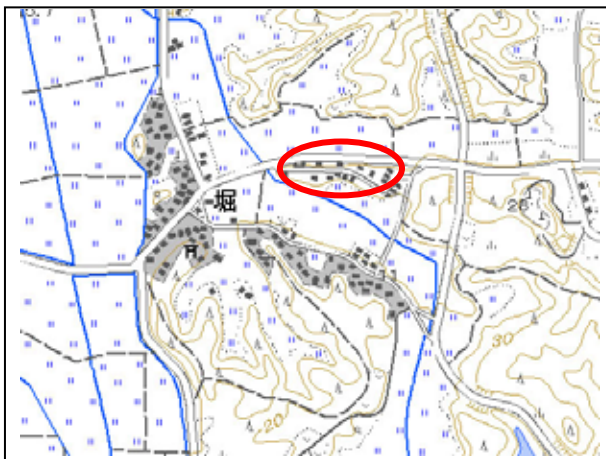


図4.7.9 柏崎市堀地区位置図¹⁾



写真4.7.21 道路横の空地に生じていた噴砂

(6) 白鳥大池(柏崎市西山町長嶺)

西山町長嶺の白鳥大池の護岸周辺では液状化によると思われる被害が生じていた。図4.7.10に被害地点の位置図を示す。矢板式護岸が液状化により池側に変形し、遊歩道と道路に亀裂が生じたと考えられる。矢板の背面には噴砂はみられなかったが、トイレの浄化槽周辺に噴砂と見られる砂が確認できた。また土の痕跡から護岸背面では30cm程度沈下が生じたと思われる(写真4.2.22～25)。池のやや北側の道路盛土では小規模な崩壊が生じていた(写真4.2.26)。



図4.7.10 西山町長嶺被害箇所¹⁾



写真4.7.22 道路と遊歩道に生じた亀裂



写真4.7.23 護岸が池側に押出される



写真4.7.24 矢板護岸背面に生じた沈下



写真4.7.25 噴砂と浄化槽の浮き上がり



写真4.7.26 道路盛土の変状

(7) 噴砂の粒度試験結果

各地点で採取した噴砂の粒度試験結果を図4.7.11に示す。

浄化センターの試料は3.6%の細礫を含んでいたが、試験を実施した試料はすべて均等係数 U_c が3.5未満であり、粒径が揃った砂質土であるといえる。細粒分含有率は1.5～4.5%と細粒分は少なかった。同図には液状化の可能性がある粒径範囲¹⁰⁾を示したが、すべての試料が「特に液状化の可能性がある」範囲に入っていた。

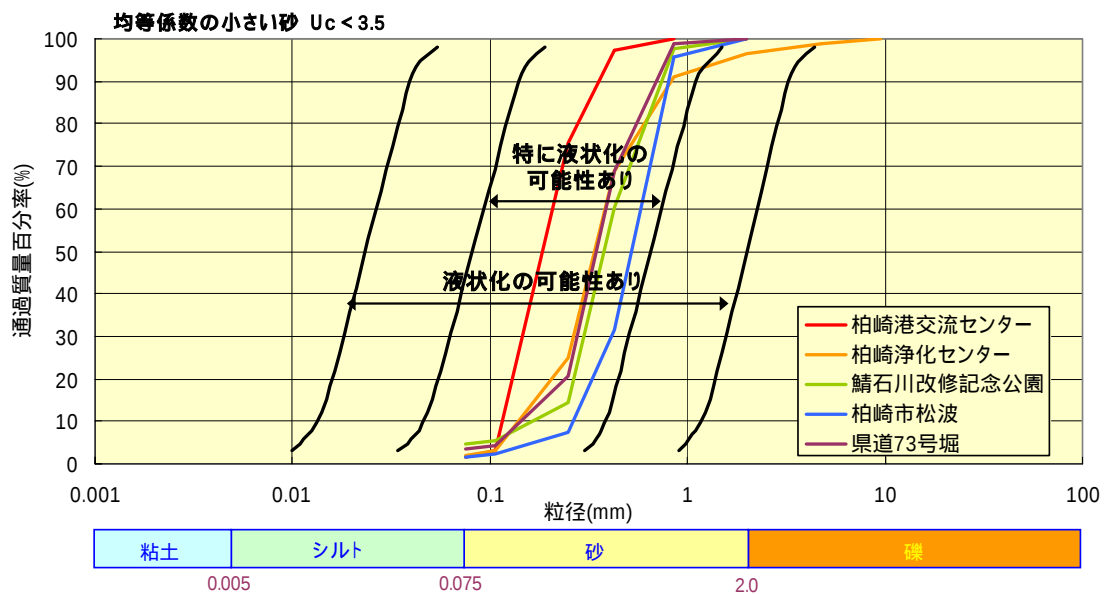


図4.7.11 噴砂の粒度試験結果

【第4章の引用・参考文献】

- 1) 国土地理院：地図閲覧サービス ウォッチず，<http://watchizu.gsi.go.jp/>
- 2) (社)新潟県地質調査業協会：新潟県地盤図編集委員会編，「新潟県地盤図説明書」，2002.
- 3) 新潟県：5 万分の 1 土地分類基本調査，地形分類図（柏崎・出雲崎），1989.
- 4) 新潟県：5 万分の 1 土地分類基本調査，表層地質図（柏崎・出雲崎），1989.
- 5) 柏崎市柏崎港整備・利用促進協議会：「'05 柏崎港 PORT OF KASHIWAZAKI」パンフレット
- 6) 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所監修：「新潟県平野部の地盤図集(柏崎・高田平野編)」，1981.
- 7) 国土地理院：2 万 5 千分の 1 地形図「柏崎」（平成 19 年）
- 8) 柏崎市ガス水道局下水道課：「柏崎市公共下水道 自然環境浄化センター」パンフレット
- 9) 新潟県：新潟県地質図説明書(2000 年版)，新潟県地質図改定委員会，2000.
- 10) (財)沿岸開発技術研究センター：「埋立地の液状化対策ハンドブック(改訂版)」，P116，1997.

5. まとめ

平成19年（2007年）7月16日午前10時13分頃、新潟県中越沖を震源とするM6.8の地震が発生し、震源に近い新潟県柏崎市、長岡市、刈羽村と長野県飯綱町で震度6強を記録した。この地震によって、柏崎市を中心として、死者11名、建物の全壊994戸（8月22日現在）という大きな被害が発生した。気象庁は、この地震を「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震」と命名した。

基礎地盤コンサルタンツ㈱では、地震後、何回かにわたり現地調査を行い、地盤災害を中心として地震被害の実態把握に努めた。とは言っても、地形・地盤条件や被害の詳細がまだ把握されていない段階では、現状を正確に把握し、被害原因を推定することはきわめて難しい。したがって、報告書の記述は現地踏査や写真から判断される定性的な判断に留まっており、今後、原因究明のための調査結果の如何によっては、見当はずれの推定を行っているということもあるかと思われる。被害の定量的な把握や被害原因の解明については、今後の各種調査・研究を待ちたい。

ここでは本報告書のまとめとして、今回の地震の地震動、地震被害の特徴と今後望まれる対策や研究開発についてまとめた。

- (1) 地震のマグニチュードは6.8と2004年新潟県中越地震と同じであったが、震源が海域寄りであり、中核都市である柏崎市からやや離れていた関係で、2004年新潟県中越地震と比べて、死者は1/4程度、住宅の全壊は1/3強程度にとどまった。
- (2) 地震動は、震央から南西に10km離れたK-NET 柏崎で813gal（三成分合成値）の最大水平加速度を記録したのを始め、126.8cm/s（三成分合成値）の最大速度を観測した。この地震の震源は海岸線の近くであったが、同規模の地震が内陸で起こると、震源の近傍では1Gあるいはそれ以上の加速度が生じることが予想される。
- (3) 木造建物の倒壊が顕著であり、柏崎市を中心として全壊家屋が1000戸近くに達した。このことは大きな地震動が生じた結果であると理解される。今年の3月に発生した能登半島地震(M6.9)でも同様であったが、瓦屋根で土壁の古い家屋が倒壊する事例が多かった。また、比較的新しい建物でも、何らかの用途で1階部分の開口部が大きく壁が少ない構造では、倒壊や大きなせん断変形を生じる事例も見られた。ただし、古い家屋が軒並み壊れたということではなく、被害が集中した地域があるようである。今後、被害分布と地形・地盤条件の関係について調査・研究の進展が待たれる。
- (4) 崖崩れや落石などの斜面災害が多く発生した。被害地域は海岸線まで山が迫っているところが多かったため、落石や表層崩壊などの斜面災害が多く発生した。また、数は多くはなかったが、2004年新潟県中越地震と同じような流れ盤タイプの地すべりが発生した地点もあった。
- (5) 柏崎港では、築造の古い中央埠頭の岸壁で大きな沈下やはらみ出しが生じ、背後地盤で噴砂も見られた。一方、新しい中浜埠頭の岸壁では、軽微な被害が発生した岸壁はあったものの、全面的な機能マヒということはなく、給水や物資の運搬などのターミナルとしての機能を発揮した。この地区の岸壁の一部では、液状化対策が行われており、係船機能に支障はなかったようである。岸壁の液状化対策については、全国的に進められ、実地震に対して効果検証も行われている。今後、液状化対策効果の評価を行い、設計法の改善に寄与することが

望まれる。

- (6) 上下水道や都市ガスなどのライフラインの被害が大きかった。このような地中構造物の機能マヒは、地盤の変状による埋設管の被害が多発したことをうかがわせるが、現状では供給停止戸数が公表されている程度であり、どのような被害が、何処で、何故起こったかということに関しての実態解明はこれからの問題かと思われる。ライフラインの被害は地形・地盤条件と密接に関連しているといわれており、今後、地形・地盤条件と被害の関係、埋設管の破壊メカニズムの分析などの調査・研究の進展を期待したい。
- (7) 液状化による地盤や土構造物の被害が多かった。中でも下水処理場などは、砂の多い低地という地形条件と盛土という人的な条件が重なって構内の敷地に多数の大規模な地盤変状（亀裂・沈下・陥没）が現れた。そのため施設の一部でも被害生じた。盛土が地震に弱いということが改めて実証された形であるが、原地形・地盤条件や構造物の基礎との関係に着目して調査・検討が行われれば、盛土地盤上の構造物の耐震性に関する知見が得られると考えられる。また、下水処理場近隣の海岸堤防と護岸でも広範囲にわたって堤体の亀裂や護岸の前傾などの被害が発生した。傍の生コン工場でも施設が倒壊するなどの大きな被害を受けた。この地区全体の被害が顕著であり、地盤の液状化が影響していると考えられるが、今後、被害原因について定量的な調査・分析が行われることを期待したい。
- (8) 下水道マンホールの突出や管路埋設地盤の沈下などの被害はこの地震でも見られたが、2004年新潟県中越地震での多発に比べると、遙かに数が少ないように思われる。中には道路の真ん中で50cmも突出したマンホールも見られたが、その被害は極めて局所的であり、そのポイントのみの調査を行っても、浮上の原因が解明できるかどうか分からないが、被害・無被害事例の調査分析の事例を増やしていくことによって、将来的にはマンホールの浮上量の予測にも寄与できるのではないかと考えられる。

営 業 所 一 覧 表

営 業 所		所 在 地	T E L	F A X
本 社	〒102-8220	東京都千代田区九段北1-11-5	03-3263-3611	03-3262-7737
保全・防災センター	〒102-8220	東京都千代田区九段北1-11-5	03-3263-3611	03-3234-7439
地震防災センター	〒102-8220	東京都千代田区九段北1-11-5	03-5276-6226	03-5210-9405
北 海 道 支 社	〒003-0807	札幌市白石区菊水7条2-7-1 (S・Eビル)	011-822-4171	011-822-4727
苫小牧事務所	〒059-1364	苫小牧市字沼ノ端230-921 (H,Gビル)	0144-57-5956	0144-57-5960
函館事務所	〒041-0841	函館市日吉町3-20-23	0138-55-8709	0138-55-8713
道 東 支 社	〒084-0911	釧路市星が浦北1-2-33	0154-55-1737	0154-55-1738
東北支店	〒983-0842	仙台市宮城野区五輪2-9-23	022-291-4191	022-291-4195
山形支店	〒990-2481	山形市あかねヶ丘1-16-1	023-645-4411	023-645-4553
青森事務所	〒030-0802	青森市本町2-4-10 (田沼ビル)	017-722-5861	017-722-5876
盛岡事務所	〒020-0866	盛岡市本宮1-5-23	019-636-0920	019-636-0930
秋田事務所	〒010-0802	秋田市外旭川字八幡田516-10	018-864-4770	018-865-4259
福島事務所	〒960-1101	福島市大森字唐橋110	024-545-1176	024-545-1322
北 陸 支 店	〒950-0925	新潟市中央区弁天橋通1-2-34 (尾山ビル)	025-257-1888	025-257-1880
関 東 支 社	〒135-0016	東京都江東区東陽3-22-6 (東陽町AXISビル)	03-5632-6800	03-5632-6845
水戸支店	〒310-0022	水戸市梅香2-2-45 (朝日ビル)	029-227-3423	029-227-3422
北 関 東 支 店	〒330-0811	さいたま市北区吉野町1-399-20 (桜田ビル)	048-653-7291	048-653-7293
千 葉 支 店	〒263-0001	千葉市稲毛区長沼原町51	043-298-5230	043-250-4542
横 浜 支 店	〒231-0014	横浜市中区常盤町1-1 (宮下ビル6F)	045-212-0422	045-212-0433
栃 木 事 務 所	〒321-0963	宇都宮市南大通り3-2-13	028-651-4165	028-651-4164
群 馬 事 務 所	〒370-0833	高崎市新田町5-8 (石井ビル)	027-324-7681	027-324-7819
山 梨 事 務 所	〒409-3866	中巨摩郡昭和町西条609-5	055-268-6106	055-268-6107
長 野 事 務 所	〒384-1102	南佐久郡小海町大字小海4276	0267-92-5092	0267-92-5093
中 部 支 社	〒451-0044	名古屋市中区菊井2-14-24	052-589-1051	052-589-1275
静 岡 支 店	〒422-8062	静岡市駿河区稲川1-7-15	054-284-2010	054-284-2091
金 沢 事 務 所	〒921-8054	金沢市西金沢5-273	076-249-4492	076-249-4495
岐 阜 事 務 所	〒500-8463	岐阜市加納新本町2-27	058-276-7012	058-276-7015
津 市 雲 出 本 郷 町 字 浜 垣 内 1379-1	〒514-0304		059-235-5733	059-235-5735
三 河 事 務 所	〒430-0853	浜松市南区三島町1743	053-441-0004	053-441-0022
富 山 事 務 所	〒930-1301	富山市馬瀬口1	076-483-8710	076-483-8708
関 西 支 社	〒550-0011	大阪市西区阿波座1-11-14	06-6536-1591	06-6536-1503
兵 庫 支 店	〒658-0054	神戸市東灘区御影中町1-14-10 (御影イシカワビル)	078-811-7916	078-811-7919
福 井 事 務 所	〒916-0054	鯖江市舟津町4-4-9	0778-53-2722	0778-53-2723
滋 賀 事 務 所	〒520-0044	大津市京町4-5-13	077-526-0755	077-526-3507
京 都 事 務 所	〒607-8085	京都市山科区竹鼻堂の前町46-4	075-582-8348	075-595-4122
奈 良 市 大 宮 町 5-3-14	〒630-8115		0742-35-5191	0742-35-5193
和 歌 山 事 務 所	〒640-8268	和歌山市広道20	073-402-4701	073-402-4702
中 国 支 社	〒731-0135	広島市安佐南区長束4-13-25	082-238-7227	082-238-7949
岡 山 支 店	〒700-0975	岡山市今3-19-10	086-244-8161	086-244-6165
山 口 支 店	〒753-0831	山口市平井795-8	083-925-2080	083-925-2081
鳥 取 事 務 所	〒682-0021	倉吉市上井550-5	0858-26-5329	0858-26-5329
島 根 事 務 所	〒690-0873	松江市内中原町139	0852-28-7244	0852-28-7245
四 国 支 店	〒791-8015	松山市中央1-11-20	089-927-5808	089-927-5812
高 知 事 務 所	〒780-0081	高知市北川添29-2 (サンハイツ102)	088-883-0088	088-883-0261
香 川 事 務 所	〒764-0034	仲多度郡多度津町大字山階304-7	0877-32-3924	0877-32-3924
徳 島 事 務 所	〒770-0813	徳島市中常三島町3-8-1 (CITYビル2F)	088-657-0550	088-657-0505
九 州 支 社	〒814-0022	福岡市早良区原2-16-7	092-831-2511	092-822-2393
長 崎 支 店	〒850-0034	長崎市樺島町6-15 (大信ビル)	095-821-7150	095-821-7180
熊 本 支 店	〒862-0954	熊本市神水1-25-11 (北窪ビル)	096-386-1400	096-386-1403
北 九 州 事 務 所	〒800-0017	北九州市門司区永黒1-4-43	093-391-2906	093-391-2914
対 馬 事 務 所	〒817-1202	対馬市豊玉町和板307-2	0920-58-2021	0920-58-2021
大 分 事 務 所	〒870-0033	大分市千代町1-2-35 (鈴木 ビル)	097-538-9033	097-538-9035
佐 賀 事 務 所	〒840-0851	佐賀市天祐2-3-11	0952-25-0261	0952-25-0262
宮 崎 事 務 所	〒880-0856	宮崎市日ノ出町142-3 (タイコービル)	0985-25-3267	0985-25-3024
鹿 児 島 事 務 所	〒890-0055	鹿児島市上荒田町30-20 (白井ビル)	099-257-1522	099-257-1396
沖 縄 事 務 所	〒900-0014	那覇市松尾2-5-32-601	098-860-9113	098-860-9114
海 外 事 業 部	〒102-8220	東京都千代田区九段北1-11-5	03-3239-4451 ~ 2	03-3239-4597
シンガポール支社	60, Kallang Pudding Road #02-00 Tan Jin Chwee Ind.Bldg. Singapore 349320		65-67473233 ~ 6	65-67474411
クアラルンプール支社	No.3 Jalan Kenari 17/D, Bandar Puchong Jaya, 47100 Puchong Selangor Darul Ehsan Malaysia		60-3-80761377	60-3-80761376
ジャカルタ事務所	Graha Sucofindo 7th Floor Jl.Raya Pasar Minggu kav.34 Jakarta 12780 Indonesia		62-21-7986663	62-21-7987024

