

平成15年(2003年)十勝沖地震

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

はじめに

9月26日早朝大きな揺れによって目を覚ますと、家具類が移動するくらいの横揺れが長く続いたので、これはもしかしたらと思い(直下型あるいは道東方面の大きな地震では?)、玄関のドアを開けながらすぐにテレビをつけてみたが、まだ地震の情報がなく、ウトウトしていた。ふたたび大きな横揺れで眠気が覚めテレビを見るとタンク火災が写し出され、道東、日高方面が震度6弱で北海道太平洋沿岸東部、北海道太平洋沿岸中部に「津波警報」、北海道太平洋沿岸西部、青森県日本海沿岸、青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県、福島県に「津波注意報」が報じられていた。

その時、日高地方の門別、新冠は8月8～10日の台風10号の直撃にあい大被害を受けたばかりで、その傷あとがまだ癒えない中での追い討ちなので、これは大変なことになってしまったということが頭をよぎった。

当日は早めに出社し、社員と家族の安全を確認するとともに、災害の情報収集に努めた。強い地震は午前4時50分と同午前6時8分頃、道東や日高地方を中心に二度起きた。気象庁によると日高支庁、十勝支庁、釧路支庁管内の合計9町村で震度6弱を観測したほか、道内全域で大きな揺れが観測された。震源は十勝沖で、震源の深さ42km、マグニチュードは8.0と推定されている。

この地震で、十勝・釧路平野の低地を中心として、道路では橋脚損傷、橋脚取付部の段差、道路上の亀裂や陥没、斜面崩壊等、河川堤防では堤防天端の縦横断亀裂、堤外液状化現象、すべり破壊、護岸沈下等、港湾・漁港では、エプロンの沈下・亀裂、岸壁の傾斜・前だし・沈下等、ライフラインでは下水道マンホールの突出などの液状化に伴う破損等の被害が発生した。この他、道内の太平洋側を中心に最大高さ2.5mの津波が発生し、2人が行方不明になった他、苫小牧市内では製油所のタンクが炎上した。

本報告書は、当社が調査した地震直後の被害状況写真を中心として関連する図表やコメントを加えたものである。今後、この報告書が被災原因の分析や解明および復旧・防災対策に役立てば幸いである。

なお、報告書の作成にあたっては多くの関連機関等のホームページの情報を使わせていただいた。末尾ながら御礼申し上げます。また、被災調査に同行していただいた石原研而(中央大学教授、東京大学名誉教授)、安田進(東京電機大学教授)、國生剛治(中央大学教授)、原忠(中央大学)、後藤聡(山梨大学助教授)、鈴木輝之(北見工業大学教授)、山下聡(北見工業大学助教授)、伊藤陽司(北見工業大学助教授)、土谷富士夫(帯広畜産大学教授)の各先生方には現地でご指導頂くとともに、調査後も有益な情報を頂いた。併せてお礼を申し上げる次第である。

平成15年10月20日

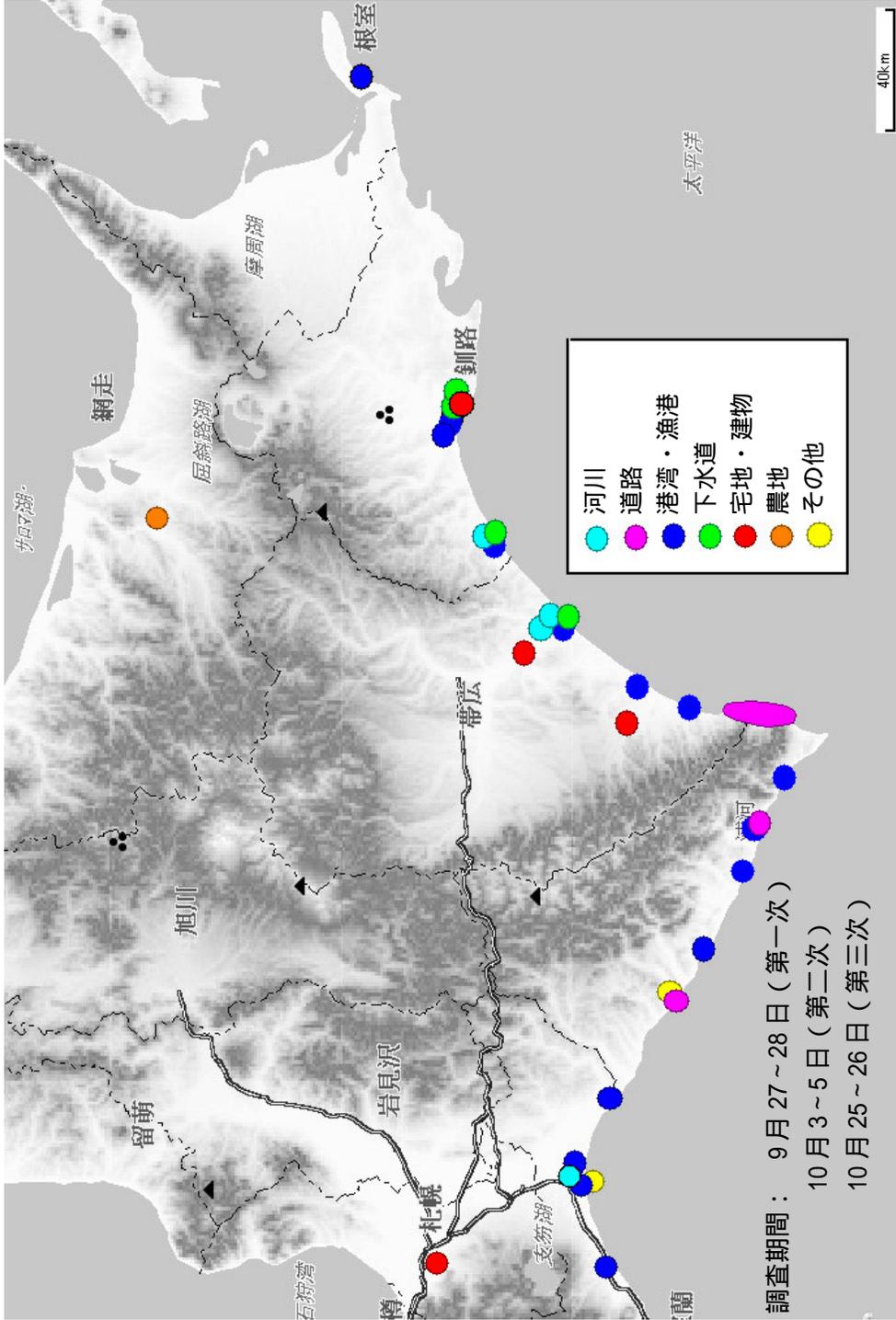
北海道支社長 志賀 忠

河川堤防の崩壊（十勝川右岸大津地区）



マンホールの浮き上がり（大津浄化センター）





目 次

	頁
1 . 地震の概要	
1 . 1 地震の諸元	1
1 . 2 震度の分布	5
1 . 3 観測された地震動	7
1 . 4 北海道地方の地震活動	15
1 . 5 過去の被害地震	16
2 . 被害の概要	
2 . 1 概要	19
2 . 2 個別被害の概要	20
3 . 北海道の地形・地質	
3 . 1 地形・地質の概要	30
3 . 2 被害地域の地盤	33
4 . 地震被害の調査結果	
4 . 1 河川	37
4 . 2 道路	49
4 . 3 港湾・漁港	63
4 . 4 下水道	85
4 . 5 住宅地・建物	104
4 . 6 農地	116
5 . まとめ	122

1. 地震の概要

1.1 地震の諸元

9月26日午前4時50分頃、釧路沖を震源とするマグニチュード M8.0の地震が発生し、道内の釧路町、幕別町、新冠町、浦河町、静内町、厚岸町、鹿追町、豊頃町、忠類村の9地点で震度6弱を観測したほか、有感の範囲は、北海道から関東地方までの広い地域に及んだ¹⁾。また釧路港や浦河港の検潮所で1m以上の津波が観測された。この付近では過去に1952年3月4日にM8.2の「十勝沖地震」、1968年5月16日にM7.9の「1968年十勝沖地震」が発生している。気象庁が発表した震源の速報値は以下の通りである。

表-1.1.1 地震の諸元¹⁾

	発生年月日	時刻	震源位置			地震のマグニチュード
			北緯	東経	深さ(km)	
本震	03/09/26	04:50	41度46.7分	144度4.7分	42	8.0
余震	03/09/26	06:08	41度42.4分	143度41.7分	21	7.1

同表に示すように、マグニチュード8.0の本震の1時間20分ほど後に、マグニチュード7.1の地震が発生し、震度6弱を観測している。図-1.1.1に震源の位置とこの付近の余震活動²⁾を示す。余震は概ね深さ20kmから60kmで発生しており、かなり広範囲に分布している。図-1.1.2にこの地震で観測された地震波形を分析することにより求められた断層モデル(八木³⁾による)を示す。この地震のメカニズムはプレート境界面で発生する典型的な逆断層型の地震である。本震における最も大きな破壊領域の最大すべり量は約6mである。その位置は陸から50~100km離れた十勝沖の海底で、断層面の傾斜角よりその深さは20~30km程度と推定される。広尾から大樹町の直下にも比較的大きな破壊領域が存在している。深さは60km程度で、すべり量は3m以上となっている。モーメントマグニチュードMwは8.1で、解放されたエネルギーは兵庫県南部地震の約75倍に相当する。

気象庁、札幌管区气象台、気象研究所、大学等津波合同調査班は津波の痕跡等の現地調査を行っている(図-1.1.3)⁴⁾。この結果、検潮所での津波の高さは十勝港で2.5m、浦河港で1.3m、釧路港で1.2mであった。現地調査の結果明らかとなった海水面から津波の痕跡までの高さは、襟裳岬東側の百人浜で約4m、大樹町や豊頃町などの海岸で3~4mに達した。M8の規模にしては、津波はそれほど大きくなかった。これは、今回の地震が低角の逆断層によるずれであったことや震源付近の水深が比較的浅かったことが考えられる。津波の継続時間が長いのが特徴である。地震発生後4時間程度大きく海面が変動し、その後の小さい水位変化を含めると津波の継続時間は16時間以上に及んだ。水深や海底地形の影響等が原因として考えられる。最大波の到達時刻は、根室市花咲は13分後であったが、釧路では第1波から4時間後と遅かった。

平成 15 年 (2003 年) 十勝沖地震とその余震活動

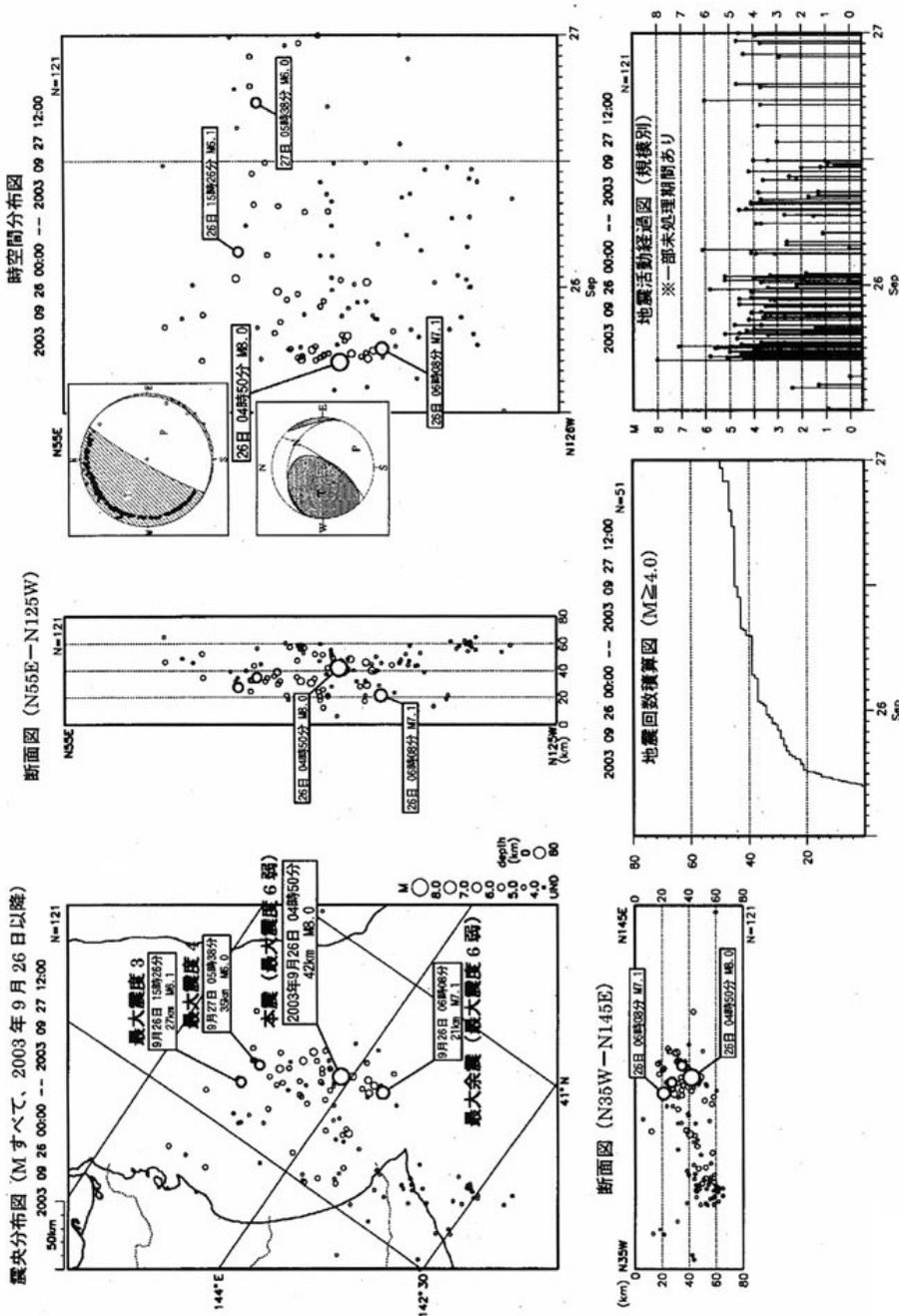
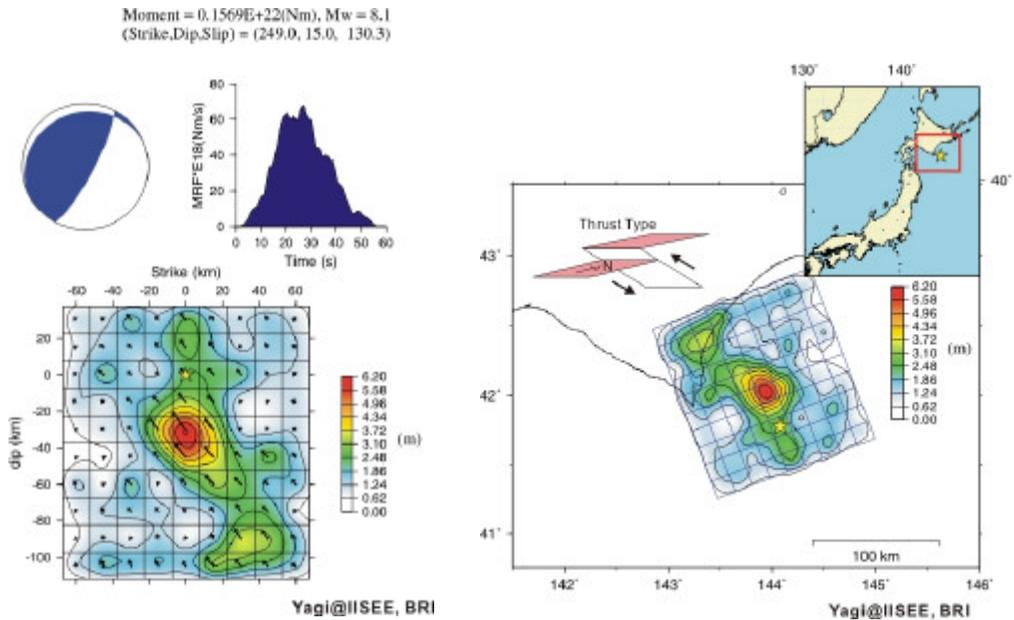


図-1.1.1 本震・余震の分布図²⁾



(a) 断層面上の破壊の様子

(b) 地図上のすべり量の分布

図-1.1.2 断層モデル³⁾

【 参考 】図-1.1.2 の詳細説明

2003年9月26日十勝沖地震 (Mjma 8.0) の破壊伝搬の様子³⁾

- 遠地実体波と近地強震動記録を使用した波形インバージョン

2003年9月26日04時50分頃(日本時間)に十勝沖で気象庁マグニチュード(Mjma)8.0の地震が発生しました。同地震の震源メカニズム解は、プレート境界面で発生する、典型的な逆断層型の地震です。

地震モーメント $M_0 = 1.57 \times 10^{22}$ Nm (Mw 8.1);

破壊継続時間 $T = 55$ s;

(走向, 傾斜, すべり角) = (249, 15, 130)

震源: (緯度 = 41.78N, 経度 = 144.08E, 深さ = 15 km).

(震央は気象庁の速報値を使用しました。震源の深さは最も観測波形を説明できる破壊開始点の深さです。)

最大すべり量 = 6.2(m)

地震波形を説明できる破壊開始点の深さは、15 kmと気象庁が決定している値よりかなり浅く求まります。破壊は、北西側に約100km伝搬しており、最大の滑り量は6.2mとなります。複数の滑り量が大きな領域(アスペリティ)が襟裳岬近辺で確認することができます。このアスペリティの中心の深さは、約23kmとなります。解放したエネルギーは、兵庫県南部地震の約7.5倍にもなります。

破壊継続時間が55秒と長いために、観測された地震動は、長周期の波が卓越しています。

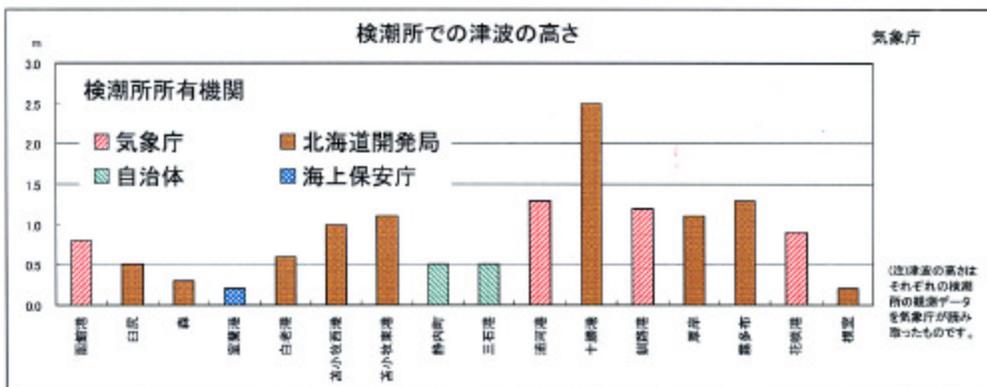
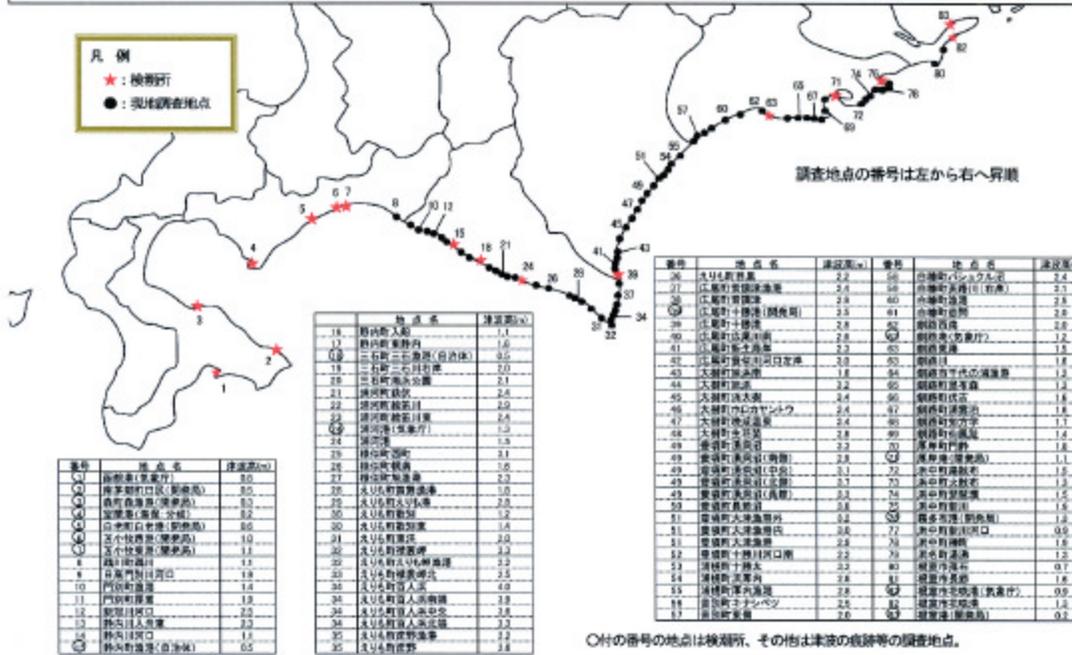
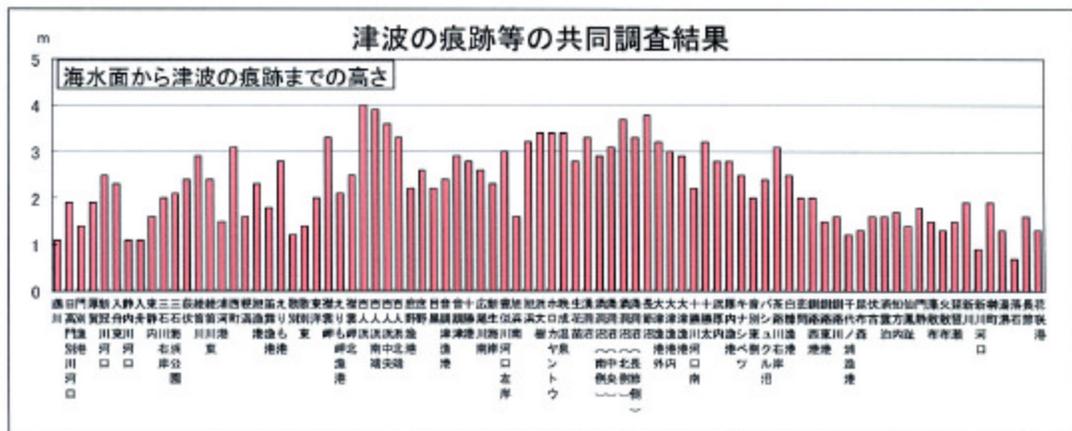


図-1.1.3 気象庁・大学等津波合同調査班による津波高さのまとめ（暫定値）

- 平成 15 年十勝沖地震 津波の共同調査(速報)⁴⁾ -

1.2 震度の分布

4時50分に発生した本震（M8.0）で、震度5弱以上を記録した地点は以下に示す通りである。揺れが強かった観測地点の震度分布を図-1.2.1に示す。道央から道東部にかけての沿岸部において、広範囲にわたり震度5以上の地点が分布していることがわかる。なお本州は震度4以下の揺れであった。

図-1.2.2に本震と6時8分に発生した余震（M7.1）の震度分布⁵⁾を比較したものを示す。本震の規模が大きく、これに比例して余震の規模もM7クラスと、かなり大きかったことから広範囲で揺れが生じているのが分かる。

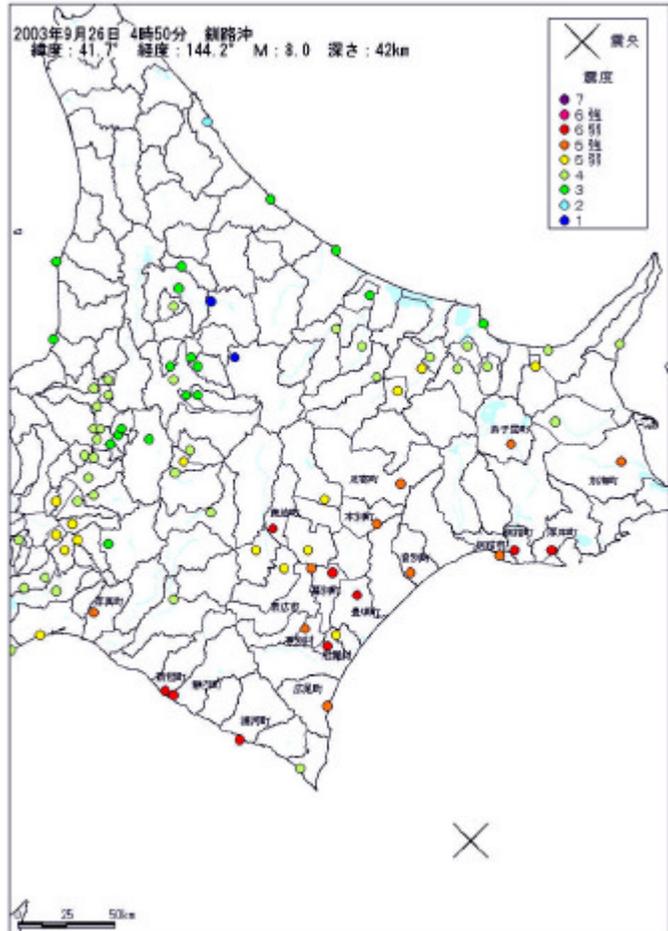


図-1.2.1 震源付近の震度分布図（本震）⁵⁾

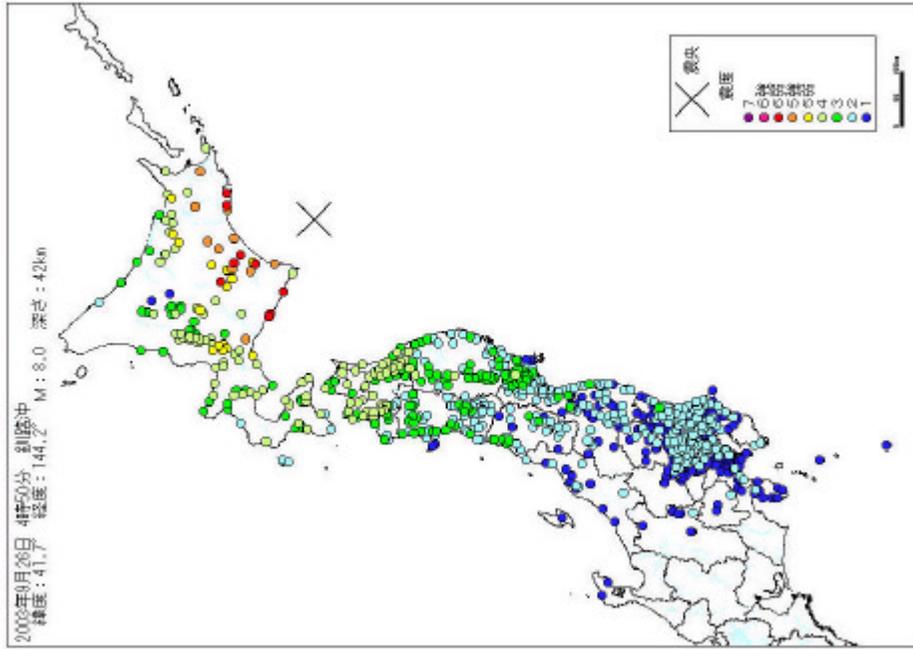
- 地震予知総合研究振興会ホームページより -

震度6弱：厚岸町尾幌、忠類村忠類*、豊頃町茂岩本町*、鹿追町東町*、静内町ときわ、浦河町潮見、新冠町北星町*、釧路町別保*、幕別町本町*

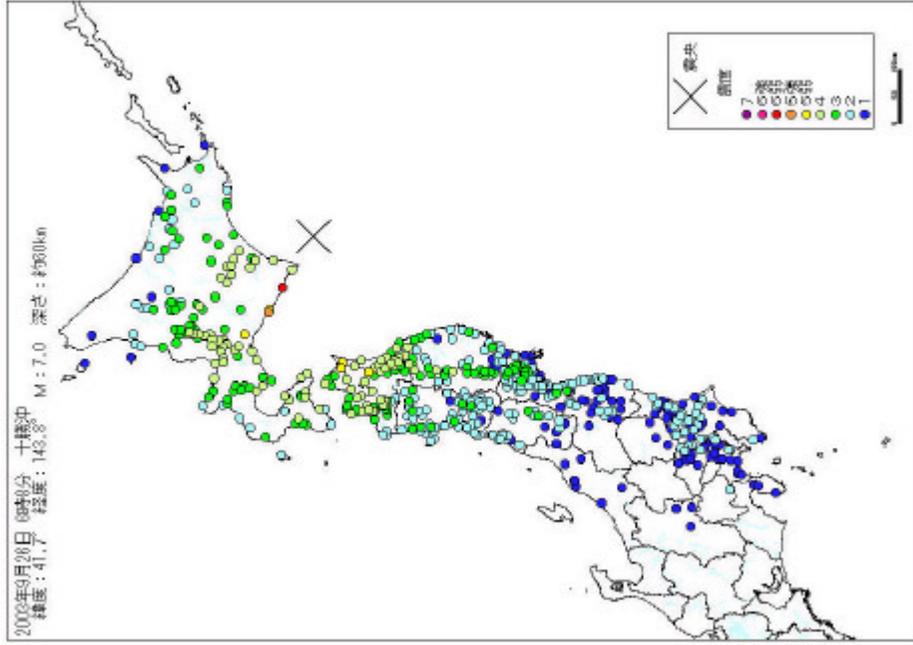
震度5強：弟子屈町美里、帯広市東4条、音別町尺別、足寄町上螺湾、広尾町並木通、本別町北2丁目、厚真町京町*、更別村更別*、別海町常盤、釧路市幸町

震度5弱：訓子府町東町*、中富良野町市街地*、栗山町松風*、栗沢町東本町*、上士幌町上士幌*、苫小牧市しらかば、清里町羽衣町*、新篠津村第47線*、芽室町東2条*、北見市公園町、空知長沼町中央*、忠類村明和、十勝清水町南4条、音更町元町*、南幌町栄町*

*印の付いた観測点は地方公共団体の設置した震度計であることを示す。



04:50 に発生した本震（気象庁マグニチュード Mj=8.0）



06:08 に発生した余震（気象庁マグニチュード Mj=7.1）

図-1.2.2 本震と余震の震度分布（地震予知総合研究振興会ホームページより）⁵⁾

1.3 観測された地震動

(1) 最大加速度

表-1.3.1 に気象庁¹⁾により観測された本震で揺れが大きかった地点の最大加速度を示す。また防災科学技術研究所の K-NET⁶⁾で観測された地震動の最大値分布を図-1.3.1 に示す。北海道南東部で 200gal 以上の揺れとなっている。特に沿岸部では 500gal を超える加速度が記録されている。

図-1.3.2 は気象庁のデータに加え、防災科学技術研究所⁶⁾と国土交通省⁷⁾のデータを合わせて作成した最大加速度の距離減衰を示す。参考に M7.1 の余震の距離減衰を示す。

表-1.3.1 本震による代表的な地点の最大加速度(気象庁発表¹⁾)

市町村名	観測点名	震度	計測震度	最大加速度(gal)			震央距離(km)	震源距離(km)	
				3成分合成	南北	東西			上下
浦河町	浦河町潮見	6弱	5.6	368.0	247.7	348.9	98.0	115.2	122.6
静内町	静内町ときわ	6弱	5.5	272.4	217.2	251.2	58.0	154.6	160.2
厚岸町	厚岸町尾幌	6弱	5.5	639.7	289.5	634.1	172.9	144.5	150.5
釧路市	釧路市幸町	5強	5.4	296.7	285.3	287.9	102.0	136.2	142.5
別海町	別海町常盤	5強	5.4	341.3	284.8	332.1	140.4	198.7	203.1
本別町	本別町北2丁目	5強	5.2	424.8	251.0	248.7	410.6	154.0	159.6
広尾町	広尾町並木通	5強	5.2	463.5	372.9	439.9	215.1	84.6	94.5
足寄町	足寄町上螺湾	5強	5.1	257.9	181.0	257.4	82.0	170.6	175.7
音別町	音別町尺別	5強	5.1	434.7	425.0	281.6	156.2	126.5	133.3
帯広市	帯広市東4条	5強	5.0	200.3	150.2	185.1	102.7	144.9	150.9
弟子屈町	弟子屈町美里	5強	5.0	356.3	355.0	301.1	140.6	191.9	196.4
十勝清水町	十勝清水町南4条	5弱	4.9	232.0	180.4	140.7	106.0	168.0	173.2
忠類村	忠類村明和	5弱	4.9	257.8	153.9	219.6	111.0	110.0	117.7
北見市	北見市公園町	5弱	4.8	129.9	109.4	123.6	47.1	226.7	230.6

Peak Acceleration Contour Map

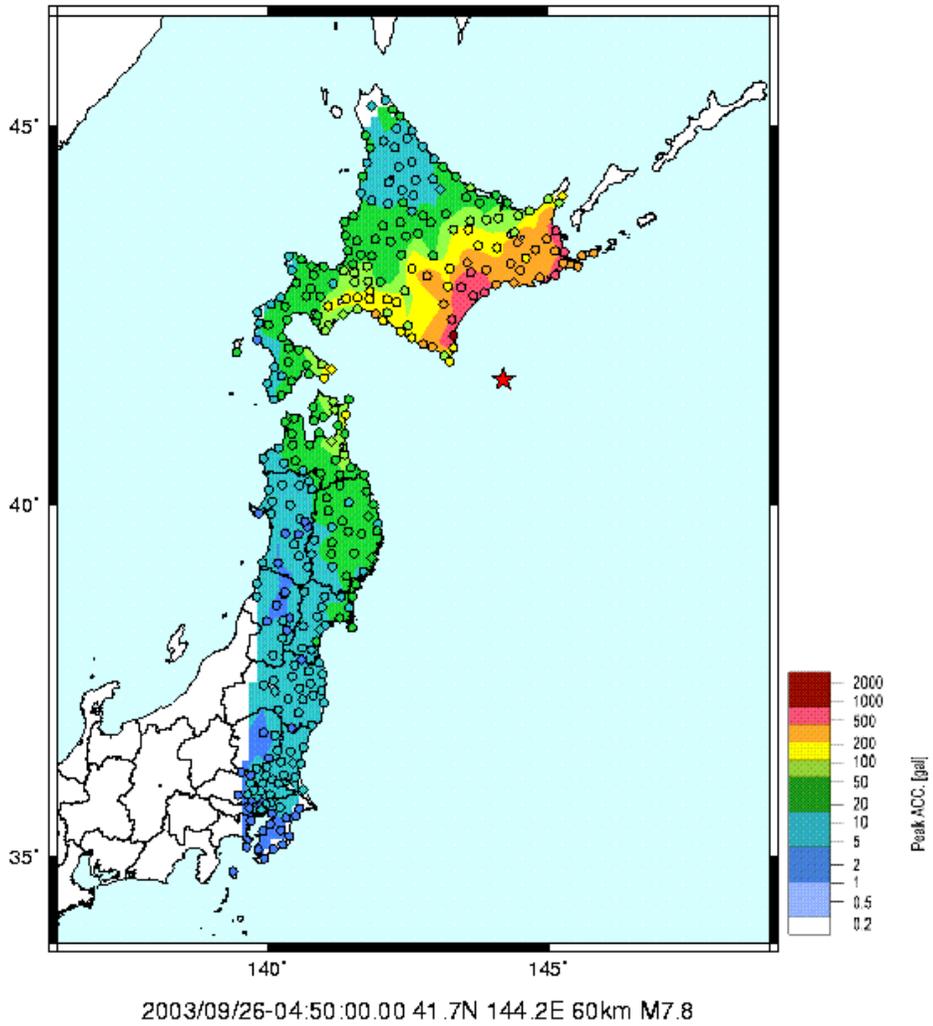


図-1.3.1 K-NETにより観測された最大加速度の分布⁶⁾

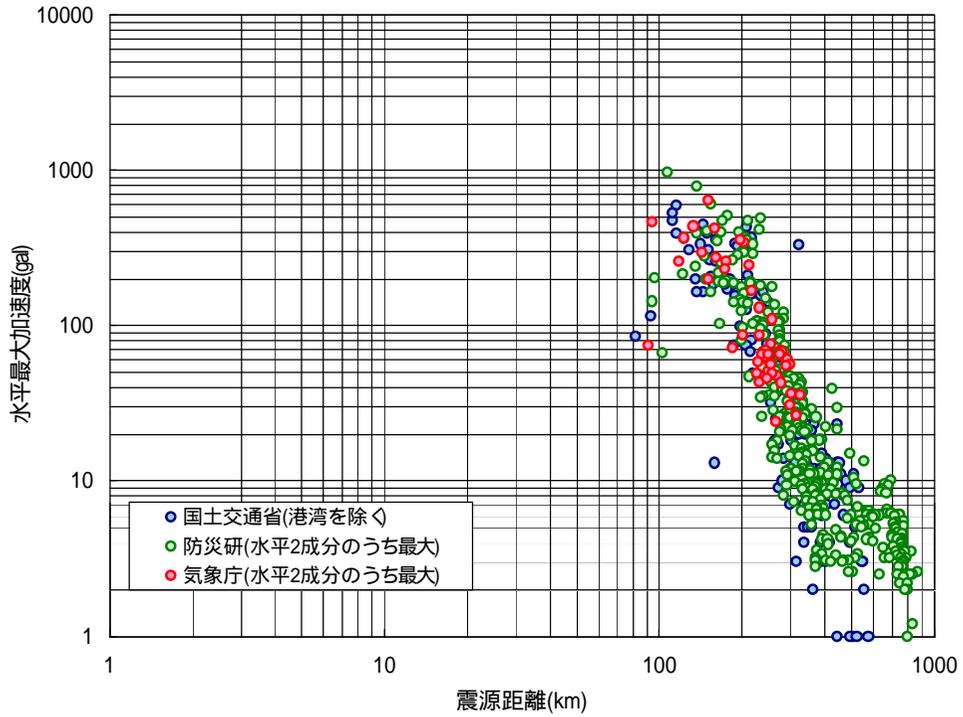
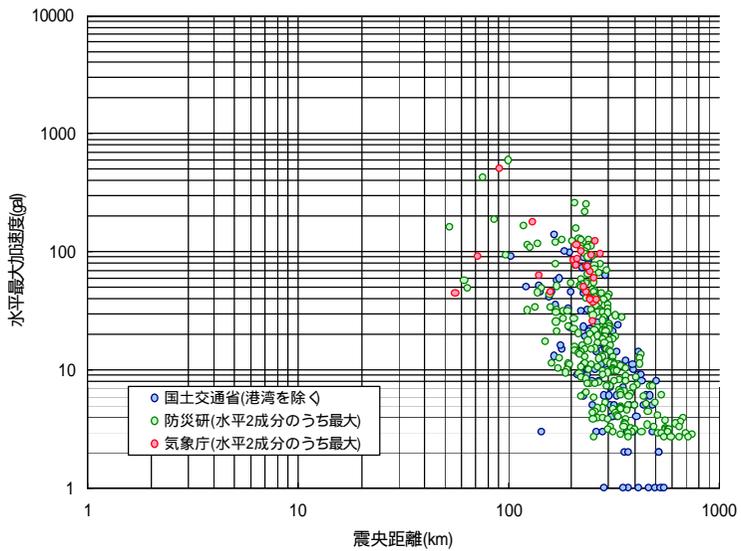


図-1.3.2 本震(M8.0)による加速度の距離減衰



参考図 余震(M7.1)による加速度の距離減衰

(2) 観測された地震波形

防災科学技術研究所のK-NET⁶⁾により観測された波形のうち、図-1.3.3に示す6地点(広尾、浦幌、直別、釧路、苫小牧、札幌)の波形を図-1.3.4に示す。加速度、速度、変位の時刻歴(EW成分のみ)と加速度応答スペクトル(NS、EW、UDの3成分)を示している。ただし速度および変位の時刻歴は、加速度波形にローカットフィルター(6秒~10秒台形型)をかけた後、積分したものである。図-1.3.5に6地点の柱状図を示す。

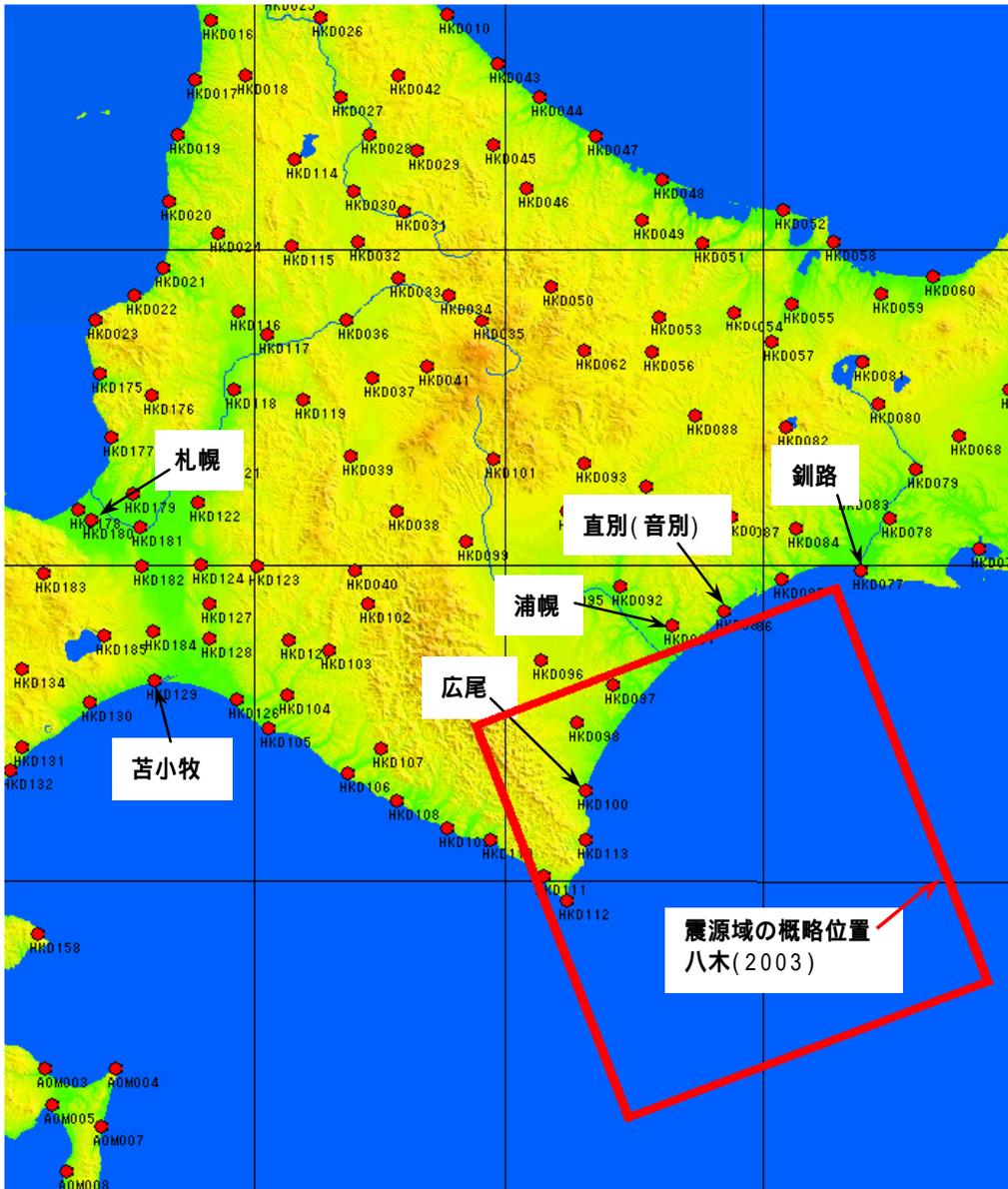


図-1.3.3 K-NET観測点位置図⁶⁾

広尾は断層面の直上に位置している。釧路、直別、浦幌も震源域北端部の直上にある。札幌と苫小牧は震源域から 100km 以上離れている。地盤は、広尾、浦幌、直別は N 値 50 以上の硬い層の上に軟らかい層が 5m ~ 15m 程度堆積している。広尾は最も軟弱な土層の厚さが薄い。札幌は 20m 以深まで軟弱な層が続くようである。苫小牧は砂・レキからなる地盤で N 値からみると軟弱地盤ではないようである。釧路は砂地盤で概ね深度方向に N 値が増加している地盤である。

観測された地震動をみると、広尾での最大加速度は約 1000gal で、速度は 40kine を超える。加速度応答スペクトルは周期 0.3 秒付近に明瞭なピークがある。これは土層構成に起因する可能性がある。釧路では最大速度、最大変位は広尾と同レベルであるが、最大加速度は半分以下となっている。浦幌や直別の波形をみると、広尾や釧路と比べ、速度と変位が大きい。特に直別の最大速度は 100kine を超えており、ここで比較している 6 地点の中では際立って大きい。苫小牧と札幌については、震源から離れているため最大加速度は 50gal 程度と小さい。しかし苫小牧では速度や特に変位振幅が震源に近い浦幌や釧路よりも大きい。加速度応答スペクトルの形状をみても、周期 7 ~ 8 秒程度まで応答値が下らない。深部の地下構造を含めて議論する必要があると思われる。

図-1.3.6 にトリパタイトスペクトルを示す。図左が本地震における 6 地点で観測された波形、図右が既往観測波（本年 5 月、7 月の宮城県で発生した地震を含む）のものである。今回の地震は 5 月と 7 月の地震を含む既往の観測地震動と比べ、長周期側の応答値が大きいことから、長周期成分に富む地震動であったといえる。

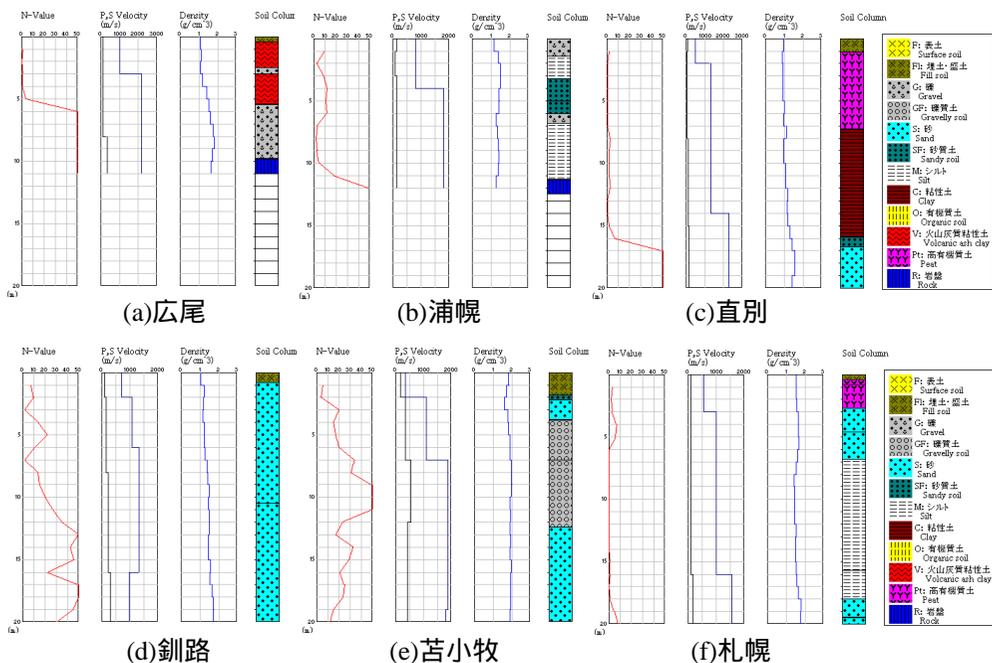


図-1.3.5 6 観測地点 (K-NET) の柱状図

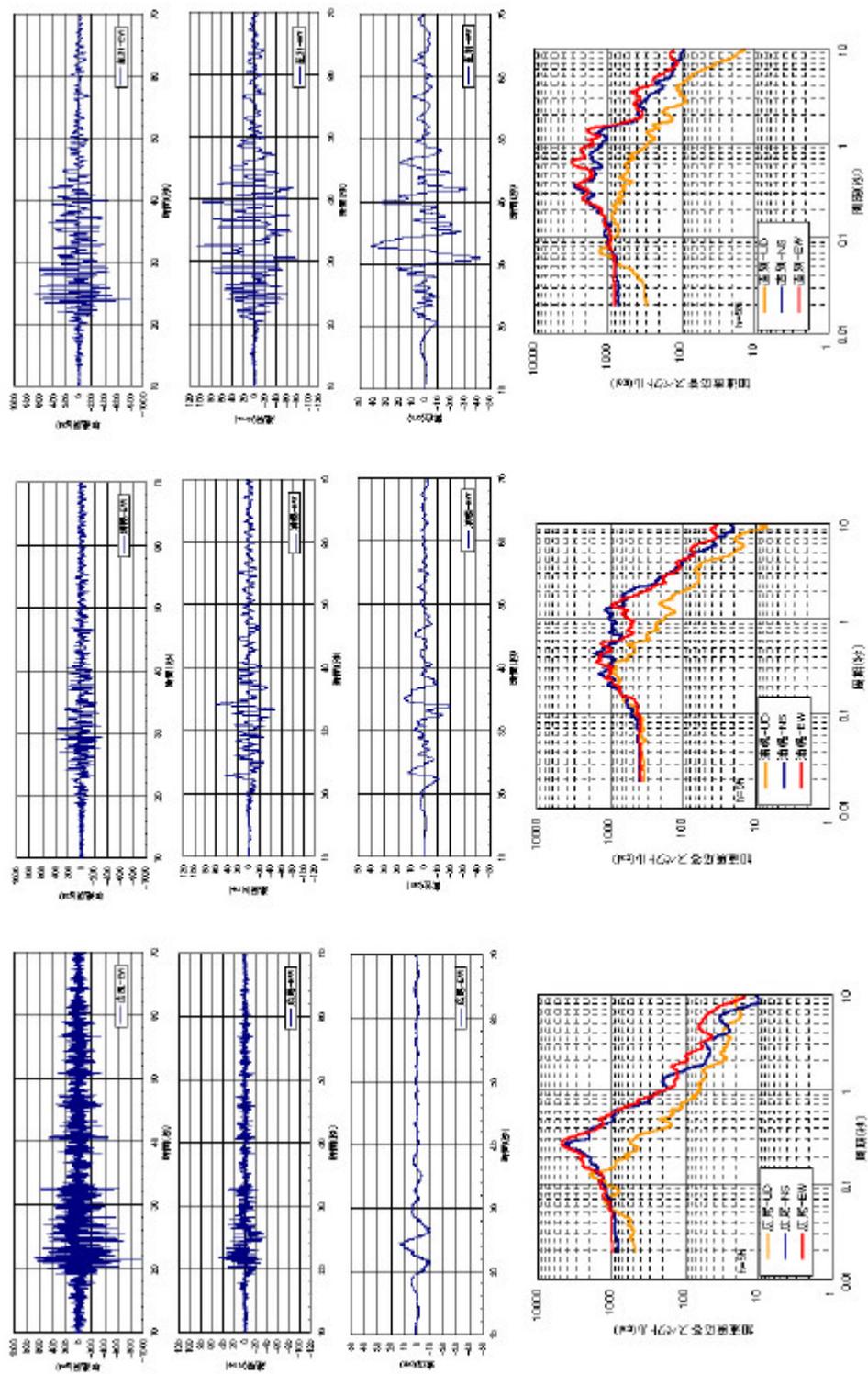


図-1.3.4 K-NETで観測された波形⁹⁾(その1)

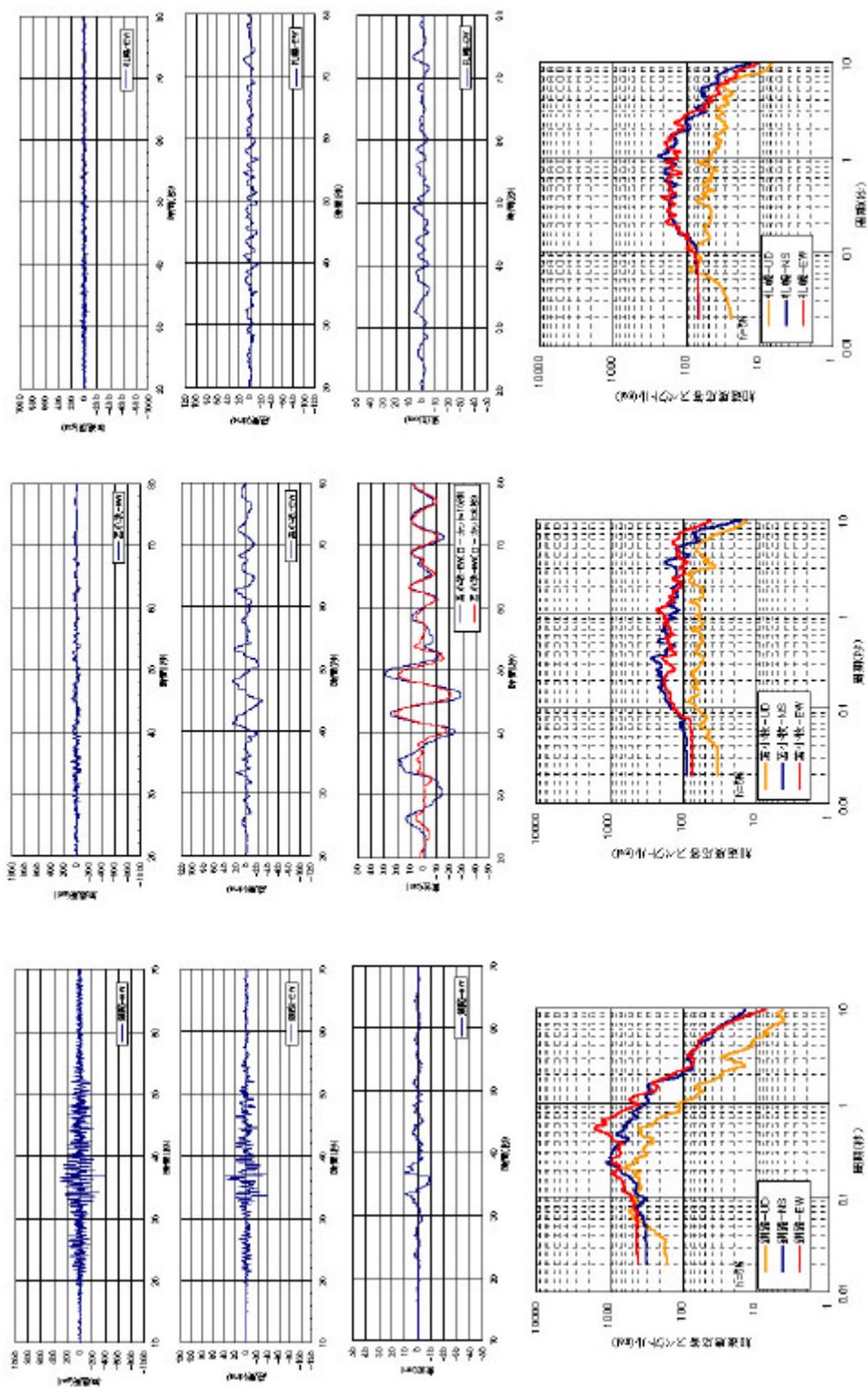


図-1.3.4 K-NETで観測された波形^①(その2)

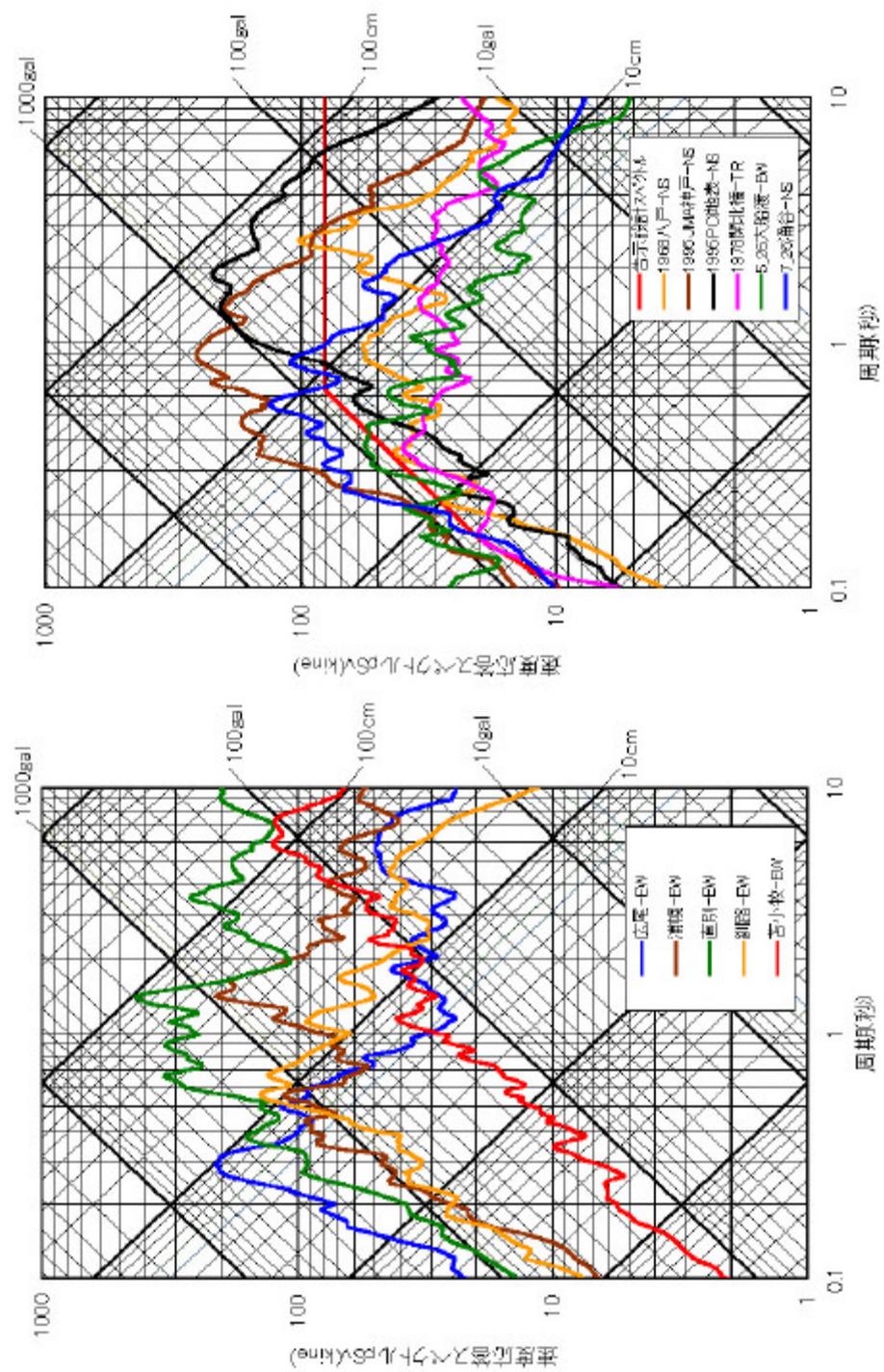


図-1.3.6 既往観測波形との応答スペクトルの比較

1.4 北海道地方の地震活動

北海道地方では図-1.4.1 および図-1.4.2 に示すように太平洋プレートが西側の陸側のプレート（北米プレートと呼ばれる）の下に沈み込む構造となっている。太平洋プレートの沈み込みの速度は年間約 8cm と言われており、プレートの沈み込みに伴う地震活動はサハリン南部付近の地下深く（深さ 400～500km 程度）まで見られる。

このようなプレート周辺で発生する地震には、沈み込むプレートと陸側のプレートがその境界でずれ動くことにより発生するプレート間地震と、沈み込むプレートの内部で発生する地震に分け

られる。今回の地震はプレート間タイプで、1952年の十勝沖地震(M8.2)、1968年の十勝沖地震(M7.9)、1994年の北海道東方沖地震(M8.1)と同様である。これに対して、1993年の釧路沖地震(M7.8)や、本年5月26日に宮城県沖で発生した地震(M7.0)は沈み込む太平洋プレート内で起こった地震である。

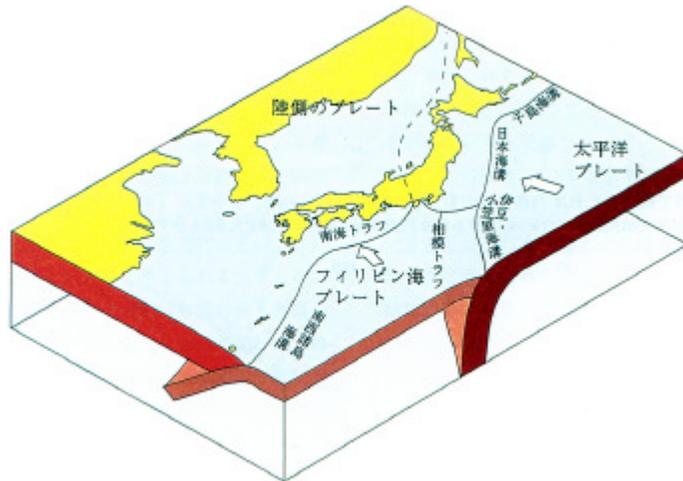


図-1.4.1 日本列島とその周辺のプレート⁸⁾

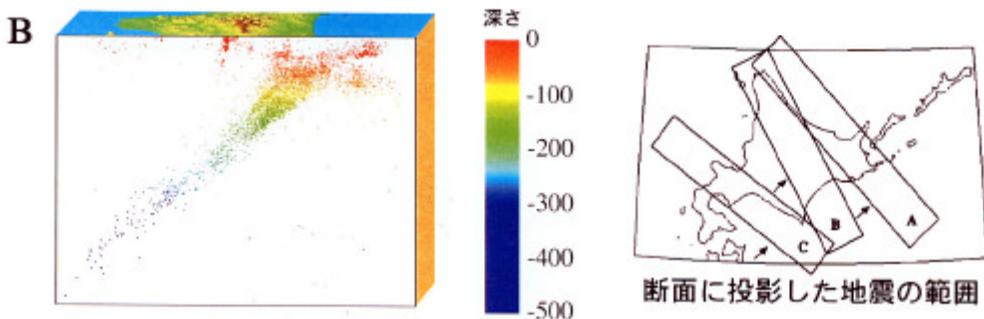


図-1.4.2 北海道の北西 - 南東断面における地震の深度分布（文献 8 より抜粋）

1.5 過去の被害地震

表-1.5.1 に北海道に被害を与えた地震の諸元と被害の概要を示す。また図-1.5.1 に主な被害地震の分布を示す。図-1.3.3 と図-1.5.1 より、今回の地震と1952年の十勝沖地震は震源域が平面的にみてほぼ同じ位置にあることが分かる。

この地方の地震は、前述した地震の発生メカニズムからも分かるように、太平洋沿岸で起こる地震が多い。一方で1993年の北海道南西沖地震のように、日本海側のプレート境界付近で発生する地震により被害を受けることもある。北海道での地震被害は、津波による被害が顕著であるといえる。

表-1.5.1 北海道に被害を与えた地震⁸⁾

西暦(和暦)	地域(名称)	M	主な被害
1611.12.2 (慶長16)	三陸沿岸および北海道東岸	8.1	津波により死者多数。
1741.8.29 (寛保1)	渡島・津軽ほか	6.9	津波により死者1,467、家屋流失729。渡島大島噴火。
1792.6.13 (寛政4)	後志	7.1	津波により死者5。
1833.12.7 (天保4)	羽前・羽後・越後・佐渡	7 1/2	津波と地震動により、死者42、家屋破損103。
1834.2.9 (天保5)	石狩	6.4	石狩川河口付近を中心に被害。住家全壊23。
1843.4.25 (天保14)	釧路・根室	7.5	釧路で4~5mの津波。釧路、根室で溺死46、家屋破損75。
1856.8.23 (安政3)	日高・胆振・渡島・津軽・南部	7.5	北海道南岸一帯に津波。函館で浸水あり。
1894.3.22 (明治27)	根室南西沖	7.9	根室、釧路、厚岸に被害。死者1、負傷者6、住家全壊12。
1896.6.15 (明治29)	(明治三陸地震)	8 1/2	十勝から函館までの沿岸で津波により被害。死者6。
1915.3.18 (大正4)	広尾沖	7.0	帯広地方で被害。死者2。
1933.3.3 (昭和8)	(三陸地震)	8.1	津波により被害。死者13、負傷者54、家屋倒壊48、同流失19。
1938.5.29 (昭和13)	屈斜路湖付近	6.1	死者1、住家全半壊7。
1940.8.2 (昭和15)	神威岬沖	7.5	天塩、羽幌、苫前を中心に津波等により被害。死者10、家屋全壊26。
1952.3.4 (昭和27)	(十勝沖地震)	8.2	太平洋沿岸一帯に津波により被害。死者・行方不明者33、住家全壊815、同流失91。
1959.1.31 (昭和34)	弟子屈付近	6.3 05h38m 6.1 07h16m	弟子屈、阿寒を中心に被害。住家全壊2。
1960.5.23 (昭和35)	(チリ地震津波)		津波により被害。死者・行方不明者15、負傷者15、住家全壊38、同流失158。
1968.5.16 (昭和43)	(1968年十勝沖地震)	7.9	南西部地域を中心に、津波により被害。死者2、負傷者133、住家全壊全焼27。
1970.1.21 (昭和45)	北海道南部	6.7	日高支庁に被害。負傷者32、住家全壊2。
1973.6.17 (昭和48)	(1973年6月17日根室半島沖地震)	7.4	津波と地震動により釧路・根室支庁に被害。負傷者28、住家全壊2。
1982.3.21 (昭和57)	(昭和57年浦河沖地震)	7.1	日高支庁沿岸を中心に、負傷者167、住家全壊13。
1983.5.26 (昭和58)	(昭和58年日本海中部地震)	7.7	渡島・檜山・奥尻に津波と地震動により被害。死者4、負傷者24、住家全壊9。
1993.1.15 (平成5)	(平成5年釧路沖地震)	7.8	釧路支庁に被害。死者2、負傷者966、住家全壊53。
1993.7.12 (平成5)	(平成5年北海道南西沖地震)	7.8	奥尻島を中心に、津波と地震動により、死者・行方不明者229、負傷者323、住家全壊601。
1994.10.4 (平成6)	(平成6年北海道東方沖地震)	8.1	釧路・根室支庁に被害。負傷者436、住家全壊61。

※主な被害は道内の被害。

【第1章の引用・参考文献】

- 1) 気象庁：「平成 15 年(2003 年)十勝沖地震」に関する各種資料等「震度」, 気象庁ホームページ, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003_09_26_tokachi/shindo.html.
- 2) 気象庁：「平成 15 年(2003 年)十勝沖地震」に関する各種資料等「地震活動図」, 気象庁ホームページ, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2003_09_26_tokachi/katsudouzu.pdf.
- 3) 建築研究所：2003 年 9 月 26 日十勝沖地震 (Mjma 8.0) の破壊伝搬の様子, 建築研究所ホームページ, <http://iisee.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/Japan20030926/japan20030926-j.html>.
- 4) 気象庁大学等津波合同調査班,「平成 15 年十勝沖地震」の津波現地調査について - 気象庁と大学等との津波の共同調査 (速報) -, H15 年 10 月 6 日, 気象庁ホームページ, http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/0310/6a/tsunami031006.pdf.
- 5) 財) 地震予知総合研究振興会：平成 15 年 (2003 年) 十勝沖地震のページ, <http://www.adep.or.jp/shindo/index.030926a.html>.
- 6) 防災科学技術研究所：強震観測網 (K-NET) ホームページ,<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>.
- 7) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：国土交通省河川・道路等施設の地震計ネットワーク, 2003 年 9 月 26 日 4 時 51 分頃 - 十勝沖の地震, <http://www.nilim.go.jp/japanese/database/nwdb/html/newearthquake.htm>
- 8) 総理府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 -, 1999.

2. 被害の概要

2.1 概要

平成 15 年 9 月 26 日に発生した M8.0 の十勝沖を震源とする地震による被害は、北海道、青森、宮城、岩手の 4 道県に及んでいるが、被害の大部分が北海道内で発生している。

北海道内での被害は主に震源に近い十勝、釧路、日高支庁を中心として発生しているが、震央から離れた札幌市、室蘭市などでも被害が発生した。地震に伴って、津波警報が発令され、7 千人余が避難した。この津波で十勝港（広尾町）で 2.5m の水位上昇を記録したほか、えりも町百人浜では津波痕跡調査より海面から 4m の高さまで津波が遡上したと推定されている。この津波で、十勝川河口で釣をしていた人 2 名が行方不明になった。また苫小牧市では、液面揺動（スロッシング）が原因と考えられる危険物タンクの火災が発生している。

今回の地震の被害の大きさを把握するために、人的被害、住宅被害等について、過去に道東地方に被害を及ぼした「1993 年釧路沖地震」および「1994 年北海道東方沖地震」と比較すると表-2.1.1 となる。

人的被害は釧路市沖合で発生した釧路沖地震に匹敵するが、その割には住宅被害は少なかった。現地調査においても大きく損壊した家屋はほとんど見られなかった。この原因については地震動の特性や地盤条件など種々考えられるが、北海道の家屋は屋根が軽く、地盤の凍上対策として基礎が堅固に作られているなど、地震に強い構造であったことが要因の一つと考えられる。

表-2.1.1 過去の地震との被害規模の比較

地震名		平成 15 年十勝沖地震 ¹⁾	北海道東方沖地震 ²⁾	釧路沖地震 ³⁾
発生年		2003 年 9 月 26 日	1994 年 10 月 4 日	1993 年 1 月 15 日
マグニチュード		8.0	8.1	7.8
深さ		42km	30km	107km
最大津波高(m)		2.5m	1.73m	-
被害額		約 213 億円 ⁴⁾⁵⁾	約 573 億円 ⁴⁾	約 550 億円 ⁴⁾
人的被害	死者	0 名	0 名	2 名
	行方不明	2 名	0 名	0 名
	負傷者	844 名	436 名	966 名
住宅被害	全半壊	141 棟	409 棟	307 棟
	一部破損	1,526 棟	7,095 棟	5,311 棟

1) 平成 15 年（2003 年）十勝沖地震：消防庁資料 第 32 報（H15.10.23 現在）

2) 北海道東方沖地震；地盤工学会北海道東方沖地震災害調査委員会報告書

3) 釧路沖地震・能登半島沖地震；土質工学会 1993 地震災害調査委員会報告書

4) 北海道のみの被害額

5) 北海道庁：「平成 15 年 十勝沖地震」対策被害状況（第 23 報），（H15.10.17 まとめ）

2.2 個別被害の概要

構造物・施設毎に被害の概要を示す。

(1) 死傷者

この地震による死者はないが、豊頃町十勝川河口付近で釣人2名が行方不明となっている。これは釣りをしている津波にさらわれたのではないかと推定されている。

負傷者数は北海道で重傷63名、軽傷777名、青森県で重症1名、岩手県で軽症1名の合計842名である(消防庁10月10日13時現在)。

(2) 住宅・建物

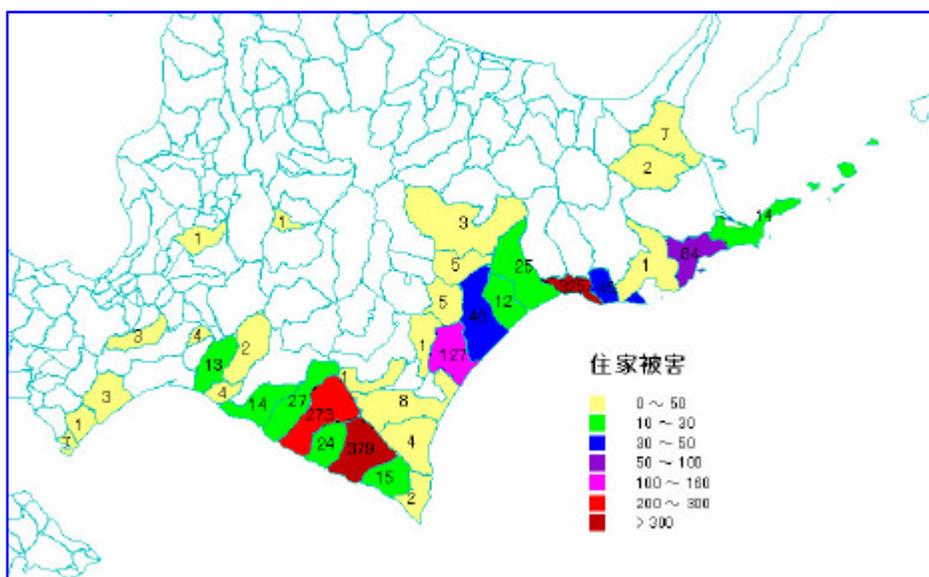
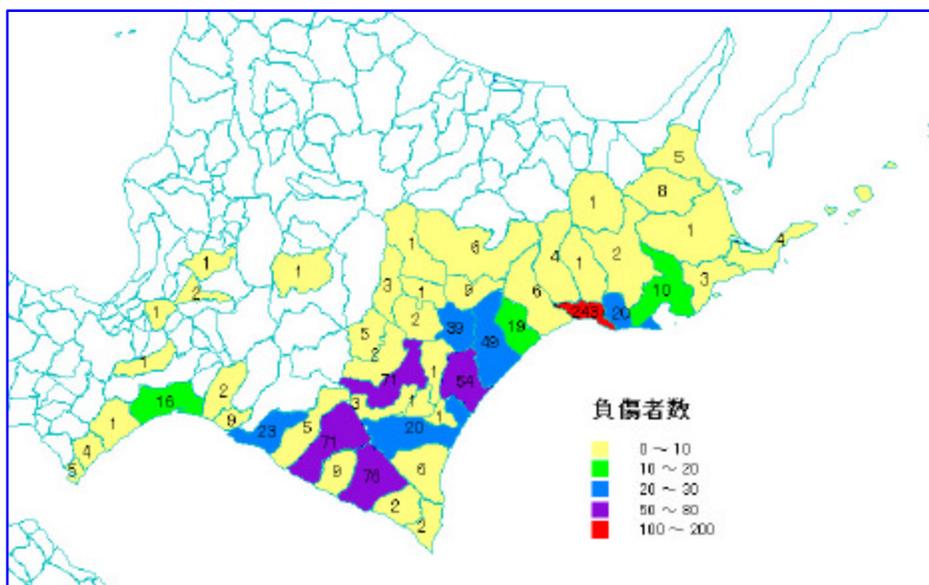
住家被害(10月23日現在、消防庁)は、全壊59棟、半壊82棟、一部破損1,526棟、床下浸水9棟の合計1,676棟で、宮城県で8棟の床上浸水を除くと、すべて北海道内の被害である。図-2.2.1に示すように、被害棟数は人口の多い釧路市で最も多く325棟に達するが、全壊家屋はなく、ほとんどが一部損壊である。震源の西側の浦河町、静内町および震源に近い豊頃町が釧路市に次いで被害数が多く100棟を超えており、全壊家屋も多い。

(3) 河川・ダム

河川被害は表-2.2.1 および表-2.2.2に示すように、国土交通省直轄河川の5水系14河川80ヶ所、補助河川(北海道管理)の36河川153ヶ所において被害が報告されている(国土交通省北海道開発局H15年10月8日15時現在)。震源に近い十勝川水系では66箇所被害があった。特に被災が甚大な箇所については、緊急復旧工事に着手している。十勝川河口右岸の大津地区で河川堤防の大規模な崩壊や天端の縦断クラックなどが生じた。被害を受けた堤防の付近では噴砂があり、液状化現象が確認されている。

被害を受けた河川は震源に近い地域に多いが、釧路、女満別、標津、苫小牧、栗沢等、震源から比較的遠い河川でも被害が生じている。今回の地震は規模が大きいため、地震エネルギーがかなり遠方まで伝搬したためと考えられる。

ダムでは、高見ダムで堤体天端に小規模な亀裂が3箇所確認され、幕別ダムでは小規模な崩落が発生したが、いずれも堤体に直接影響のあるものではない。



H15年10月10日13時現在

図-2.2.1 市町村別の負傷者・住宅被害件数の分布

表-2.2.1 河川の被害一覧表（国直轄管理河川）

水系名	河川名	市町村名	箇所数	被害概要
十勝川	十勝川	豊頃町，幕別町， 浦幌町	31箇所	堤防天端縦断亀裂，堤外液状化，堤防すべり崩壊，河川構造物のすべり，護岸沈下等
	礼作別川	豊頃町	5箇所	
	牛首別川	豊頃町	2箇所	堤防天端縦断亀裂，堤防沈下
	久保川	豊頃町	1箇所	堤防天端縦断亀裂
	礼文内川	豊頃町	2箇所	堤防すべり崩壊
	利別川	豊頃町	6箇所	堤防天端縦断亀裂，護岸沈下
	浦幌十勝川	浦幌町	8箇所	堤防沈下，堤防すべり崩壊，堤防天端縦断亀裂
標津川	下頃辺川	浦幌町	11箇所	堤防沈下，堤防天端縦断亀裂，堤防すべり崩壊
	標津川	標津町，中標津町	4箇所	
	武佐川	中標津町	1箇所	
	シュラ川	標津町	1箇所	
釧路川	釧路川	釧路市，釧路町， 弟子屈町	5箇所	
網走川	網走川	女満別町	1箇所	
石狩川	清真布川	栗沢町	2箇所	

表-2.2.2 河川の被害一覧表（北海道管理河川）

河川名	市町村名	箇所数	河川名	市町村名	箇所数
茶路川	白糠町	2箇所	土幌川	音更町	6箇所
音別川	音別町	6箇所	生花苗川	大樹町	10箇所
チョロベツ川	厚岸町	1箇所	当縁川	忠類村	10箇所
舌辛川	阿寒町	1箇所	紋別川	大樹町	23箇所
庶路川	白糠町	4箇所	歴舟川	大樹町	6箇所
古川	白糠町	1箇所	佐野川	足寄町	1箇所
コイトイ川	白糠町	1箇所	旧途別川	幕別町	3箇所
馬追運河	長沼町	1箇所	居辺川	池田町	1箇所
南6号川	長沼町	1箇所	久保川	豊頃町	10箇所
旧オベトン川	浦幌町	1箇所	山陰川	豊頃町	4箇所
オシタツ川	池田町	5箇所	湧洞川	豊頃町	3箇所
猿別川	幕別町	4箇所	礼文内川	豊頃町	3箇所
浦幌川	浦幌町	11箇所	清美二線川	池田町	2箇所
十勝静内川	浦幌町	4箇所	農野牛川	豊頃町	1箇所
常室川	浦幌町	1箇所	ケリマイ川	三石町	1箇所
川流布川	浦幌町	8箇所	有珠川	苫小牧市	1箇所
牛首別川	豊頃町	14箇所	元浦川	浦河町	1箇所
十弗川	池田町	2箇所	厚真川	厚真町	1箇所

（4）港湾・空港

港湾では、表-2.2.3，表-2.2.4に示す7港湾，海岸施設において、埠頭，岸壁，物揚場エプロン等に段差・亀裂や沈下が生じる被害を受けた。釧路港西港地区の第4埠頭岸壁

は岸壁背後のエプロンの不同沈下等により一部使用不可能となった。

空港では、釧路空港で管制塔と空港ターミナルビルの天井が落下し（写真-2.2.1）、一時管制業務が不能となったが、同日の15時から業務が再開された。

表-2.2.3 港湾施設の被害状況（10月3日16時現在）

支庁名	所在地	港湾名	地区名	被害状況
胆振	苫小牧市	苫小牧港	東港浜厚真地区	臨港道路一部陥没
			西港商港地区	岸壁エプロン等に段差
	白老町	白老港	第2商港区	港湾施設用地，臨港道路で沈下等
釧路	釧路市	釧路港	西港地区	第4埠頭岸壁エプロンの沈下等，一部使用不可
			東港地区	副港漁業埠頭，北埠頭岸壁，物揚場エプロンの段差・亀裂等
	浜中町	霧多布港	本港地区	防波堤（波除）変位，岸壁エプロンの陥没等
根室	根室市	根室港	花咲港地区	岸壁背後用地等の沈下等
十勝	広尾町	十勝港	内港地区	南埠頭・第2～4埠頭岸壁背後で沈下等
日高	浦河町	浦河港	本港地区	岸壁，物揚場エプロンの段差等

表-2.2.4 海岸保全施設の被害一覧表

被害箇所	被害状況等	被害箇所	被害状況等
霧多布港本港地区	堤防の水叩き沈下	水取場海岸	防潮堤水叩き沈下
筑紫恋海岸	護岸斜路沈下	十勝太海岸	護岸水叩き沈下
		新川海岸	水門管理用階段破損

写真-2.2.1 釧路空港ターミナルビルの天井パネルの落下



（5）漁港

北海道及び岩手県の25漁港123ヶ所で被害を受けた（表-2.2.5参照）。被害額は約70億円とされている（10月8日農林水産省）。なお、北海道庁の調査（10月8日17時とりまとめ）では道内の漁港及び漁港海岸施設の被害は、表-2.2.6に示すように30港，143件で被害総額は約65億円となっている。

表-2.2.5 北海道の漁港・漁港海岸施設の被害

支庁名	所在地	漁港名	被害状況
胆振	鶴川町	鶴川漁港	防波堤の沈下, 岸壁・物揚場(-2.5m, 3m, -3.5m)の沈下, 道路の沈下
日高	門別町	門別漁港	防波堤の沈下
	静内町	春立漁港海岸	護岸舗装部の沈下
	三石町	梟舞漁港	道路の亀裂
	様似町	様似漁港	防波堤の堤体沈下, -5m岸壁の段差(3cm)
		様似漁港海岸	護岸堤体の陥没, 水叩きの沈下
	広尾町	音標津漁港	岸壁(-2m, 2.5m, 3.5m)・船揚場の背後地盤沈下, 道路・用地の地盤沈下
	大樹町	大樹漁港	防波堤の沈下・前傾, 岸壁(-3m, -3.5m, -4m)の沈下・前傾, 船揚場の地盤沈下, 道路の沈下・擁壁前傾・のり面崩壊, 用地の舗装沈下・擁壁前傾・のり面崩壊,
		旭浜漁港	岸壁(-4m)の地盤沈下, 岸壁・物揚場(-3.5m, -3m, -2.5m)の地盤沈下・前傾, 船揚場の地盤沈下, 道路・用地の地盤沈下
浦幌町	厚内漁港	防波堤の沈下・前傾, 岸壁・物揚場(-3.5m, -2.5m)の地盤沈下, 船揚場の地盤沈下, 道路・用地の沈下	
十勝	豊頃町	大津漁港	岸壁(-5m, -3.5m)の工脚沈下・上部工前傾, 4.5m岸壁の工脚沈下・上部工前傾・鋼管杭変位, 岸壁(-3.5m, -3m)の工脚沈下, 船揚場のブロック沈下, 道路の舗装・縁石沈下, 護岸のエプロン沈下・上部工前傾, 防波堤の堤体移動・法線変位, 用地の沈下
釧路	白糠町	白糠漁港	防波堤のブロック散・堤体移動, -3m岸壁の前傾, 道路の不等沈下
	釧路市	千代の浦漁港	護岸の移動・沈下・前傾・工脚隆起, -3m岸壁の舗装部不等沈下, 蓄養護岸の堤体移動・工脚隆起, -2m物揚場の舗装部不等沈下, 道路の排水工沈下, 用地の舗装部亀裂・一部陥没
		桂恋漁港	物揚場(-2m, -2.5m)の沈下・前傾, 道路の沈下亀裂, 用地の舗装部亀裂
	釧路町	昆布森漁港	岸壁(-3.5m, -3m)の工脚隆起・沈下, 道路の沈下,
	厚岸町	厚岸漁港	-3m岸壁の沈下・前傾, 船揚場の工脚沈下, 防波堤の堤体移動,
		厚岸漁港海岸	護岸の亀裂, 緩傾斜護岸のブロック沈下
		床潭漁港	物揚場(-2.5m, -2m)の沈下・工脚隆起・沈下, 船揚場の止め壁移動, 道路の沈下
		床潭漁港海岸	緩傾斜護岸の工脚沈下
	浜中町	藻散布漁港	-2m物揚場の工脚沈下
		火散布漁港	-1.5m物揚場の工脚沈下, 道路の舗装亀裂
		渡散布漁港	防波堤の堤体移動, 護岸の胸壁移動, -2m物揚場の沈下・前傾, 道路の沈下, 道路護岸の沈下・前傾
		琵琶瀬漁港	用地護岸の上部工亀裂, 道路の舗装亀裂,
		琵琶瀬漁港海岸	防潮堤の堤体移動
		榊町漁港	物揚場(-2.5m, -2m)の工脚隆起, 道路護岸の前傾, 用地の舗装亀裂・陥没

表-2.2.5 北海道の漁港・漁港海岸施設の被害（続き）

支庁名	所在地	漁港名	被害状況
釧路	浜中町	奔幌戸漁港海岸	水門の側壁移動，防潮堤の工崩れ沈下，護岸の前傾・工崩れ沈下
		貫人漁港	船揚場の沈下・打止壁前傾，-2m 物揚場の工崩れ沈下
		落石漁港	防波堤
根室	根室市	トーサムホロ漁港	防波堤の堤体沈下
		別海漁港	-3m 岸壁の沈下，道路の沈下
		床丹漁港	-1m 物揚場の沈下
		尾岱沼漁港	-3.5m 岸壁の沈下，物揚場(-2.5m, -2m, -1m) の沈下・隆起，用地の排水工沈下
	標津町	標津漁港	岸壁(-4m, -3.5m, 3m) の沈下，道路の沈下，用地の舗装亀裂・沈下
		標津漁港海岸	離岸堤の上部工沈下

（6）道路

地震直後、高速自動車道路で10区間、有料道路で1区間において通行規制が行われたが、すべて解除されている。一般国道では27箇所の交通規制が行われたが、国道236号線の十勝河口橋で片側交互通行規制が実施されている他は、すべて解除された。また、地方道では当初北海道内で30箇所が通行規制となり、なお10区間が規制中である。

図-2.2.2及び表-2.2.6は震源に近い帯広開発建設部管内の道路被害の状況である。土狩大橋，十勝河口橋，豊頃大橋，歴舟橋，千代田大橋で段差や橋桁移動等の被害があった他、土砂崩れや路面陥没等で一時交通が規制された。



図-2.2.2 一般国道被災箇所（帯広開発建設部管内）

表-2.2.6 一般国道被災状況（帯広開発建設部管内）

番号	路線	区間	被災状況	復旧状況
	236	帯広JCT～帯広川西IC	土狩大橋：面壁コンクリート剥離	橋梁点検済 応急復旧済
	236	えりも町庶野～広尾町ツウウ	ほしば覆道：土砂くずれ	応急復旧済
	236	豊頃町長節～浦幌町共栄	十勝河口橋：取り付け部段差， 桁横移動	橋梁点検中 応急復旧中
	38	幕別町明野～浦幌万年	豊頃大橋：取り付け部段差 吉野橋：取り付け部段差	応急復旧済
	336	大樹町芽武～大樹町下芽武	歴舟橋：段差，沓破壊	橋梁点検済 応急復旧済
	336	浦幌町十勝太市街～浦幌町口 ラン	土砂崩れ	応急復旧済
	242	幕別町明野～池田町利別	千代田大橋：下部工損傷	橋梁点検済 応急復旧済
	336	浦幌町豊北～浦幌町十勝太	路面陥没	応急復旧済
	336	大樹町下芽武～豊頃町長節	路面陥没	応急復旧済

表中の丸囲い番号は図-2.2.2の位置図と対応している。

（7）鉄道

9月26日4時50分頃、直別駅構内で特急「まりも」が地震のため1軸脱線し、1名が負傷した。地震によりJR北海道内では、日高線と根室線の21区間で運転中止となった。主な被害は、日高線の線路変状、根室線の利別川橋梁橋桁の沓落下、池田～厚岸～白糠間での線路陥没、築堤崩壊、道床流出、線路変状などであったが、10月8日の根室本線幕別～池田間の普及を最後に、全線で運転を再開している（表-2.2.7参照）。

表-2.2.7 鉄道の被害状況一覧表

線名	運転中止区間	運転再開		主な被害状況
		日	時間	
日高線	苫小牧～鶴川	26	18:17	鶴川 - 静内 (台風10号以後バス代行。10月6日再開予定)
	静内～様似			線路変状等 静内 - 様似(バス代行。10月6日再開予定)
根室線	滝川～帯広	26	9:00頃	運転再開
	帯広～幕別	28	6:17	運転再開
	幕別～池田			幕別 - 利別間 利別川橋梁橋桁破損(13連PC桁の沓落下)，幕別 - 池田間 バス輸送
	池田～厚内	3	6:16	運転再開，池田 - 厚内間 線路陥没，築堤崩壊，道床流出，線路変状等(復旧)，池田駅ホーム変状(復旧)，直別駅構内信号機傾斜(復旧)
	厚内～白糠	1	6:32	運転再開，直別駅構内で特急「まりも」1軸脱線(復旧)，厚内 - 別保間 線路陥没，道床流出，線路変状等(復旧)
	白糠～釧路	27	8:53	運転再開
	釧路～厚岸	28	6:34	運転再開
	厚岸～根室	30	6:00	運転再開 線路陥没，道床流出

(8) 土砂災害

北海道内で大規模な土砂災害は確認されていないが、宅地盛土等で小規模に崩壊した地点が確認されている。

(9) ライフライン

地震により水道が断水し、影響を受けた戸数は 14 市 32 町 2 村の 15,956 戸（10 月 6 日厚生労働省調べ、北海道調査では 16,606 戸）に達したが、10 月 3 日 18 時までにはすべて復旧した。中でも日高支庁管内の浦河町では送水管、配水管が断裂し、6368 戸が断水した。この他、池田町、豊頃町、帯広市、浜中町で 1000 戸を超える断水が発生した（表-2.2.8 参照）。

電気は北海道で札幌から釧路までの地域で 16,305 戸、青森県で 1,340 戸が停電したが、26 日 21 時までには全面復旧している。地震で北海道電力厚真火力発電所 4 号機が自動停止（29 日 4 時 59 分運転再開）した他、泊原子力発電所 1 号機は出力が低下したものの異常がなく出力を回復して運転中である。

下水道施設では、14 市町村で被害が発生した（表-2.2.9 参照）。音別町では一部地区で下水道が使用できない状態が続いている（10 月 7 日 16 時現在）。浦河町浦河浄化センター、豊頃町大津浄化センター、音別町浄化センターにおいて管渠の破損、施設周りの陥没、排水樹の浮上等の被害を受けた。管渠については、浦河町、豊頃町、池田町、釧路市、釧路町、阿寒町、音別町でマンホールの浮き上がり、管渠の断裂、蛇行、屈折等の被害が生じ、仮設ポンプによる排水により対応されている。音別町川東地区ではマンホールが約 1.7m 浮き上がっていた。また下水道管が埋設されている箇所では地表面の沈下が確認された。

都市ガスでは釧路ガス管内で 93 件のガス漏れ報告があったが、すべて修理を終了。

表-2.2.8 上水道の断水戸数（200 戸以上の市町村のみ、H15.9.28 現在）

支 庁	市町村名	事業者名	被害発生状況	断水戸数
胆振	厚真町	上厚真簡易水道	本管折損	200
日 高	浦河町	浦河町水道	送水管・配水管が断裂	6,368
	三石町	第 2 簡易水道	本管断裂	800
	静内町	静内町上水道	本管断裂	202
十 勝	帯広市	帯広市水道	東地区・緑が丘地区で配水管断裂	1,605
	池田町	池田町水道	企業団からの給水停止、配水管の破損	3,000
	豊頃町	茂岩簡易水道	配水管の破損	1,265
釧 路	釧路市	釧路市水道	緑が岡地区、美原地区、芦野地区の配水管破損	201
	浜中町	浜中町水道	ポンプ、姉別原野地区、霧多布地区、浜中市街地地区の配水管破損	1,306

北海道環境生活部による

表-2.2.9 主な下水道施設の被害

支庁	市町村	被害箇所	被害状況
釧路	釧路市		マンホールの液状化 数 10 箇所、管渠断裂 2 箇所
	釧路町	別保中継ポンプ場	液状化による被害
		東陽中継ポンプ場	新東陽団地内の污水管に大きな被害、マンホール突出・沈下
		遠矢中継ポンプ場	污水管に滞留等
	阿寒町	町役場横の道路	管渠の屈折・蛇行・破損、管渠埋設道路 70～80cm 陥没
	音別町	川東地区	下水道管（500m）の隆起・沈下・蛇行による污水不通、2 世帯架設トイレ使用、5 世帯一時転居
音別町浄化センター		処理場：水処理棟と管廊の間のエキスパンジョイントにずれ(5cm)、最終沈殿池のポンプ室に土砂流入、施設周りの地盤液状化により沈下、排水桝の浮上、放流渠の破損・蛇行	
十勝	池田町		管渠の破損・蛇行
	豊頃町	大津浄化センター	処理場内の道路舗装と施設周りの陥没、マンホール突出
		茂岩中継ポンプ場	処理場内の道路舗装と施設周りの陥没、雨水用管渠破損と雨水桝沈下
日高	浦河町	浦河浄化センター	沈砂池から水処理へ送る污水管の破損
			マンホール周辺の舗装浮き上がり(100 箇所程度、5～15cm)、管渠の断裂（2 箇所）

(10) 農地・農業施設

北海道の農業関係の被害は、10月9日17時現在、32市町村、被災戸数517戸にのぼり、被害総額は12億5700万円（十勝支庁で9億8600万円）である。農地・農業用施設の被害は表-2.10に示すように、50箇所、2億9400万円にのぼっており、引き続き調査中である。

表-2.10 農地・農業施設の被害

支庁名	被害箇所	被害額 (百万円)	農地	農業用施設			
				ため池	頭首工	水路	道路
石狩	2	40	-		30	10	
網走	6	35	35				
胆振	1	10		10			
日高	3	9	3			6	
十勝	33	195	90		100	5	
釧路	5	5	4				1
合計	50	294	132			21	1

(11) その他

地震により苫小牧市にある出光興産(株)北海道製油所において2度の屋外タンク火災が発生した。1度目は地震直後の9月26日4時52分に原油タンク(32,778KL)でリング火災と付近の配管から漏油火災が発生し、12時9分に鎮火した。2度目は9月28日10時36分に屋外タンク(ナフサ26,000KL)で火災が発生し、9月30日6時55分に鎮火した。その他、地震により音更町と石狩市で各1件の火災が発生した。

【第2章の引用・参考文献】

- 1) 国土交通省：平成 15 年（2003 年）十勝沖地震について（第 18 報：最終報）（10 月 3 日 17 時作成）
http://www.mlit.go.jp/bosai/disaster/saigaijyouhou/h15/tokachi_jishin_18.pdf
- 2) 消防庁災害対策室：平成 15 年（2003 年）十勝沖地震（第 32 報）（10 月 23 日 20 時現在）
<http://www.fdma.go.jp/html/infor/030926TokachiJishin32.PDF>
- 3) 北海道災害対策本部：平成 15 年十勝沖地震対策・被害状況（第 19 報）（10 月 10 日 9 時）
<http://www.pref.hokkaido.jp/soumu/sm-bsbou/bousai/h15zishin/news19.pdf>
- 4) 気象庁：平成 15 年（2003 年）十勝沖地震の津波現地調査について（9 月 30 日）
http://jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/0309/30b/tunami.pdf
- 5) 北海道電力：平成 15 年十勝沖地震による停電について（9 月 26 日）
<http://www.hepco.co.jp/>
- 6) 内閣府：平成 15 年（2003 年）十勝沖地震について（第 20 報）（10 月 10 日 13 時現在）
<http://www.bousai.go.jp/kinkyu/030926kushiro/031010tokachi1300.pdf>
- 7) 北海道農政部農政課：平成 15 年十勝沖地震に係る農業関係の被害状況（速報）（10 月 9 日 17 時現在）
<http://www.pref.hokkaido.jp/nousei/ns-nosei/quake/report/1009-17.pdf>
- 8) 北海道水産林務部：平成 15 年十勝沖地震被害状況（水産関係 - 漁港・漁港海岸被害）（10 月 9 日 17 時とりまとめ）
<http://www.pref.hokkaido.jp/srinmu/sr-kcsei/kouhou-shiryousuirin3>
- 9) 北海道環境生活部環境室保全課：平成 15 年十勝沖地震に係る水道施設被害状況 - 第 7 報 環境生活部資料（9 月 28 日 16 時とりまとめ）
<http://www.pref.hokkaido.jp/kseikatu/ks-kkhzn/h15jishin/suidouhigai04.pdf>
- 10) 北海道建設部：平成 15 年十勝沖地震対策・被害状況（第 11 報）（9 月 30 日 12 時現在）
<http://www.pref.hokkaido.jp/kensetu/kn-kkcs/buhp/news/jisin/jisinhigai.htm>
- 11) 農林水産省：十勝沖を震源とする地震による農林水産被害と対応（10 月 8 日）
http://www.maff.go.jp/soshiki/keiei/keiei-seisaku/saigai-kanren/200309tokati_jisin.htm
- 12) 北海道開発局帯広開発建設部：平成 15 年十勝沖地震による帯広開発建設部管内被災概要（10 月 7 日 17 時現在）
<http://www.ob.hkd.mlit.go.jp/hp/kisyahappyou/pdf/jisin26-2.pdf>
- 13) 釧路支庁：平成 15 年十勝沖地震に係る対策及び被害（第 21 報）（10 月 9 日 17 時現在）
<http://www.kushiro.pref.hokkaido.jp/zishin/zishin-tag.htm>
- 14) 十勝支庁：平成 15 年十勝沖地震における十勝管内対策・被害状況（第 6 報）（10 月 10 日 11 時とりまとめ）
<http://www.tokachi.pref.hokkaido.jp/to-soumu/jishin.pdf>

3 . 北海道の地形・地質

3 . 1 地形・地質の概要

北海道の地形・地質は、北の稚内から南の襟裳岬に抜ける南北に走る中央部の山岳地帯（道央地区）を軸として、西部（道南地区）と東部（道東地区）とに大別できる。

- ・西部 : 渡島半島部にあたり、東北地方の日本海側と共通点が多いとされている地域（道南地域）
- ・中央部 : 石狩低地帯の東方で、夕張山地・日高山脈・石狩山地・北見・天塩山地などを含む地域で、宗谷岬から襟裳岬へと南北に連なる北海道の中軸部に当たる地域（道央地域）。
- ・東部 : 網走構造線以東で、千島列島弧の西南の基部にあたる地域（道東地域）。

ここでは、通称の道南，道央，道東地域を用いて解説を加えた。北海道の地形，地質概要をそれぞれ図-3.1.1，図-3.1.2に示す。



図-1 北海道の地形概略
主な山脈、山地、高、中岳、岬、長大河川、都市を示す。内部部のコンターは、標高100m、打点標は標高600m以上の山地。I：石狩低地帯、II：十勝平野、III：根室平野、IV：サロベツ原野、V：上川盆地。

図-3.1.1 北海道の地形概要¹⁾

(1) 道東地区

道東地区の地形は東部火山地域、根釧原野、白糠丘陵、十勝平野の4地形区に大別される。東部火山地域は、知床火山群、屈斜路・阿寒火山群よりなる千島火山帯の延長部と考えられる火山群で摩周、屈斜路湖などのカルデラ湖を有する。

根室半島から釧路にかけて、白亜紀末から古第三紀にかけての地層が分布する。火山性砂岩と泥岩が主体で、天然記念物となっている根室の車石のように海底噴出の枕状熔岩が含まれている。

この上位に石炭を挟在する古第三紀層が分布し、海底へとのびた石炭層が分布している。この地域は、千島列島弧の外弧を形成している。西方の白糠丘陵の地質も基本的には根室半島に近似している。古第三紀層の上には新第三紀の堆積岩が累重し、この中に火山岩が含まれていて、その頃の火山前線の位置を示すものと考えられる。

知床半島から屈斜路湖、阿寒湖を経て白糠丘陵の北方へと連なる地域は、新第三紀以降、現在まで継続する火山地帯で、知床火山列と呼ばれることがあり、千島弧の内弧(火山弧)の中の雁行火山列の一部を形成している。

これと、根室半島部との間には、釧路平野および根釧台地が広がっているが、これらは併せて根釧原野と通称されている。新第三紀末の海成層、厚い第四紀層が堆積している。知床火山列の屈斜路カルデラなどに由来する第四紀更新世の火砕流堆積物が広く分布する。

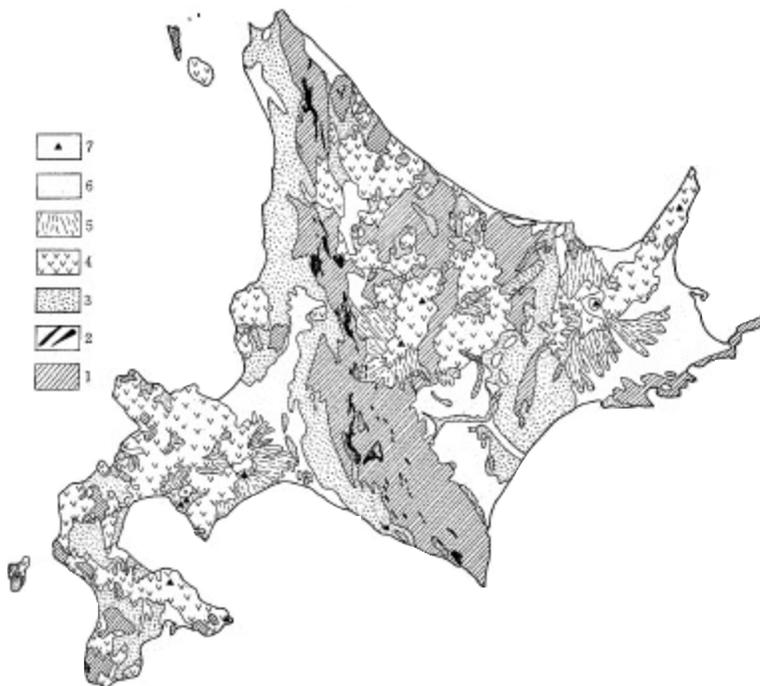


図-2 北海道地質略図

1. 中生層、変成岩、礫成岩、2. 新第三紀層、砂岩層、3. 新第三紀堆積岩層、4. 新第三紀(第三紀・第四紀)火山岩類、5. 新第三紀第四紀火砕流堆積物、6. 新第三紀第四紀堆積物、7. 活火山

図-3.1.2 北海道の地質概要¹⁾

同じ火砕流堆積物は知床火山列の北方にも広がり台地を形成している。

北見の南東からは古第三紀の火山岩の存在が知られており、その頃の火山前線と関連するとされている。

網走から白糠丘陵の西端にかけて、網走構造線と呼ぶ断層地帯があって、それが道東と道央の地体構造区分の境界とされている。この構造線は、さらに北方のオホーツク海中へと伸びている。

(2) 道央地区

道央部は広く、道東に比べてその地質構成は一層複雑である。北見山地と石狩山地は新生代火山岩の卓越した地域である。基盤は白亜紀後期の砂岩、頁岩層で一部北見山地の北端や、石狩山地の西端には白亜紀前期後半のメランジと呼ばれる混成地質体があって、その頃の海洋地殻の沈み込み地帯に相当すると考えられている。

北見山地の南東部には、白亜紀後期のメランジもある。これらは、古第三紀および新第三紀初期の花崗岩によって貫かれており、全体を新第三紀の火山岩類がおおっている。第四紀以降は大雪～十勝の火山列が活動の中心である。十勝岳を中心とする第四紀更新世の火砕流堆積物は四方に広がり、上川盆地の南半分、富良野盆地、十勝平野の北半を埋め尽くした。

これらの山地群より南方で、西は日高山脈、東は白糠丘陵に囲まれる地域には、新第三紀の海成堆積物層が形成され、のちに陸成の第四紀層に引き継がれ、今日の十勝平野を形成している。これに十勝岳起源の火砕流堆積物が狭在している。なお、日高山脈は北海道の背骨になぞらえられることが多い。山稜部を中心に片麻岩などの変成岩が分布し、山脈の東側に向かって次第に変成度を減じ、白亜紀後期の堆積岩に移行している。これらに古・新第三紀の花崗岩類が貫入している。

(3) 道南地区

道南も新第三紀・第四紀を通じた火山地帯である。ここには火山岩を含む白亜紀層の上に火山岩を含む新第三紀層が広く分布し、さらにその上を暑寒別岳などの第四紀火山がおおう。また一部には古第三紀層も分布する。

石狩平野、勇払平野などは、石狩低地帯と呼ばれている。表層には、支笏カルデラに由来する第四紀更新世火砕流堆積物や、恵庭、樽前などの火山に由来する火山灰層が広く分布するが、地下には石油地質の探査によって5000mに及ぶ白亜紀～第四紀堆積物の存在が知られている。

札幌の西南には、第三紀末の火山群が存在する。第四紀になると支笏、洞爺、クッタラ、濁川などのカルデラをはじめ、駒ヶ岳、羊蹄山など多数の火山があって、そこから生産された火山岩、火山灰、火砕流堆積物は広範な分布を示し、火山炭ははるか東方日高山脈を越えて十勝平野にまで及んでいる。

3.2 被害地域の地盤

今回の地震で大きな被害を受けた道東地方の釧路周辺地域および帯広周辺地域の地形・地質の概要を示す。

(1) 釧路周辺地域

根釧原野は、東部火山地域の南側に位置する広大な台地で、標高は東部及び北部の火山地域に向かって高くなる(標高10~200m)。台地の地質は海岸部では白亜紀の泥岩を基盤とするが、北側に向かって更新世の粘土・砂・礫・火山灰が厚く堆積し、最上部は摩周系統の降下軽石流および火山灰層で覆われている。

一方、釧路市の背後に広がる釧路低地では、釧路川流域に釧路湿原が発達し、各河川沿いおよび河口部付近には谷底平野、三角州などが分布する。

表層は釧路湿原を形成する泥炭層が覆い、軟弱地盤を形成している。白糠丘陵は、釧路地域と十勝地域の境にある標高200~400mの晩壮年ないし老年期の準平原化された小起伏の丘陵で、第三系の泥岩・砂岩・礫岩・石炭層を基盤としている。

図-3.2.1は、釧路周辺地域の概略の地形区分を示したものである。図-3.2.2には釧路低地の模式地質断面を示した。低地のうち最大のものは、当地域の中央部に発達する釧路低地で、各河川沿いには谷底平野、河口部付近には三角州性低地が見られる。さらに釧路低地の外縁部には沿岸砂州が発達するが、一部は砂丘状を呈し、釧路川の西縁から海岸に沿って西方の庶路海岸に達している。また、釧路低地を囲むように台地、丘陵、山地が分布している。

当地域の地質については、ここが我国有数の釧路炭田の中心地であるため、古くから多くの研究が進められている。また各地の土質柱状図を図-3.2.3に示す(調査位置は図-3.2.1(a)参照)。

低地には完新世(沖積)の堆積物が広く分布している。その厚さは最大80mにもおよび、4層に細分される。最上部層は、砂丘地では上部から中粒、粗粒、細礫に変化する砂が堆積し、内陸部の釧路低地では、厚さ4m以下の泥炭が主体である。主要な河川沿いには、砂礫や粘性土からなる氾濫原堆積物が分布している。

台地・段丘は、第四系の粘土・砂礫・砂または軽石質火山灰(屈斜路軽石流堆積物)で覆われている。

工学的見地からみると、釧路市街地がある砂丘や台地は比較的良好な地盤で、背後の釧路低地は泥炭性の軟弱地盤地帯である。ただし細かく見ると、台地にも大小多くの沢が刻まれており、泥炭や軟弱な粘性土が堆積している。また釧路港は埋立地に建設されている。

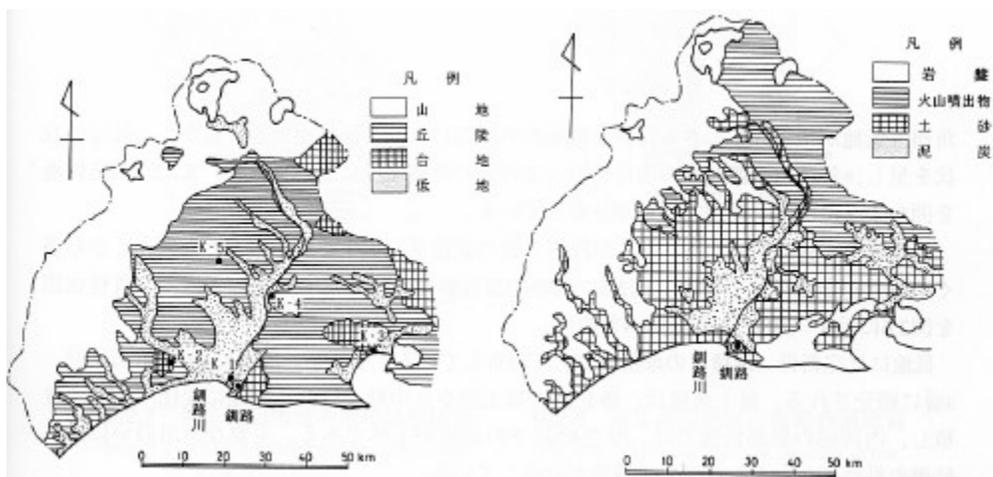


図-3.2.1 鋼路地域周辺の概略地形・地質図²⁾

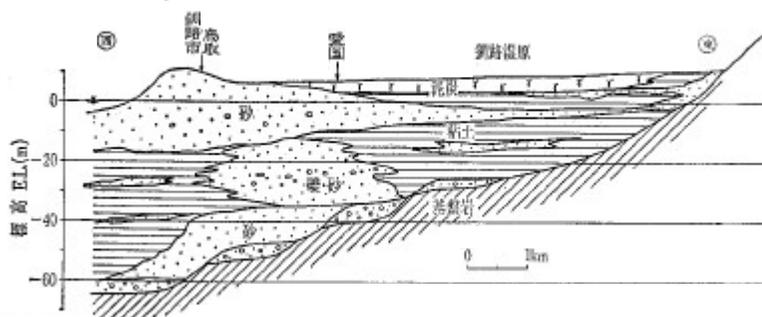


図-3.2.2 鋼路低地の模式断面図³⁾

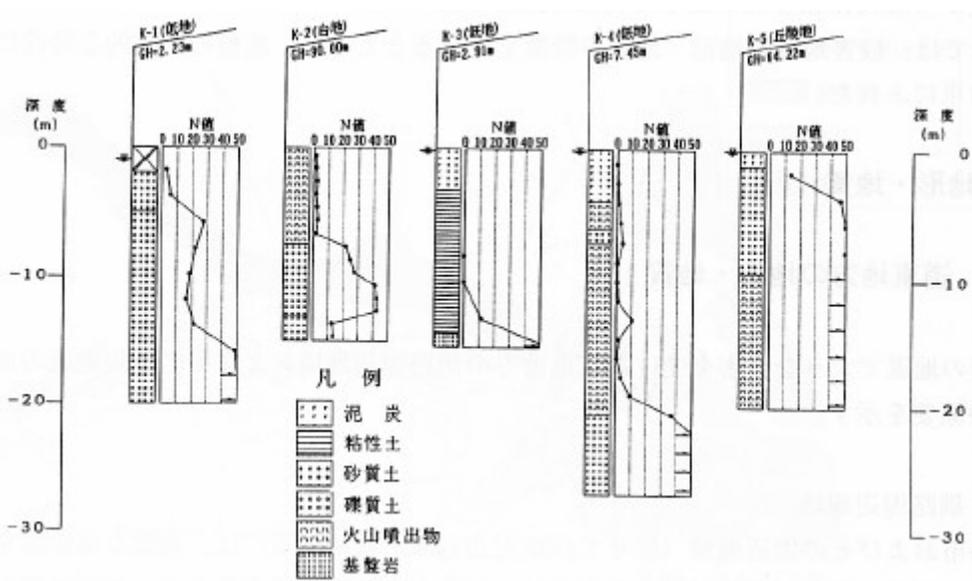


図-3.2.3 鋼路地域の土質柱状図²⁾

(2) 帯広地区

十勝平野は、東西 45 km、南北 100 km に及ぶ広大な平野で、十勝構造盆地と呼ばれている。当地域には、中～後期更新世に形成された段丘面・扇状地堆積面が平野部の全域にわたって分布している。地質的には海成の鮮新～更新世の堆積物が厚く堆積し、第四系は十勝川流域の十勝中部～北部地域、歴舟川流域以南の十勝南部地域、太平洋に面した十勝海岸地域に分布する。

帯広周辺地域における概略の地形区分図を図-3.2.4(a)に示す。前述のように十勝平野は、主要河川沿いに発達する狭小な沖積平野の部分を除けば、平野の大部分は段丘をなす台地と丘陵で、西は日高山脈、北は石狩山地、東は白糠・豊頃両丘陵と三方を山地・丘陵に取り囲まれ、南は太平洋に開いている。また図-3.2.4(b)には同地域の概略の表層地質図を、図-3.3.2.5 には模式地質断面、図-3.3.2.6 には、代表的な土質柱状図を示した(調査位置は図-3.2.4(a)参照)。

台地は火山灰・ロームに覆われている汎低地の主要河川沿いには、泥炭・粘性土・砂・礫などが堆積しており、軟弱な地盤を構成している。完新世(沖積)の堆積物の厚さは、十勝川の下流部などで厚さ 20～30m と推定され、以下、更新世の堆積物(粘性土・砂質土)、鮮新世の池田層(泥岩・凝灰岩)と続いているが、基盤の深度は最大で 60m 程度と推定される。なお、泥炭の分布は十勝川の下流部に限られており、最大層厚は 5m 程度であるが、大半の地域は 3m 程度以下である。

工学的には、帯広周辺地域においても、台地・丘陵の地盤は良好であるが、十勝川下流部や主要河川沿いに発達する沖積平野は、軟弱層が厚く堆積する軟弱地盤地帯である。

【第3章の引用・参考文献】

- 1) 加藤誠：北海道の自然環境と地形，地質 北海道の地質，土と基礎，vol.37,No.9，pp.11～15，1989.
- 2) 土質工学会1993年地震災害調査委員会：1993年釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書，pp.63～80，1994.
- 3) 由良圭一，池田晃一：北海道の土質，北海道の土質概要，土と基礎，vol.37,No.9，pp.16～19，1989.

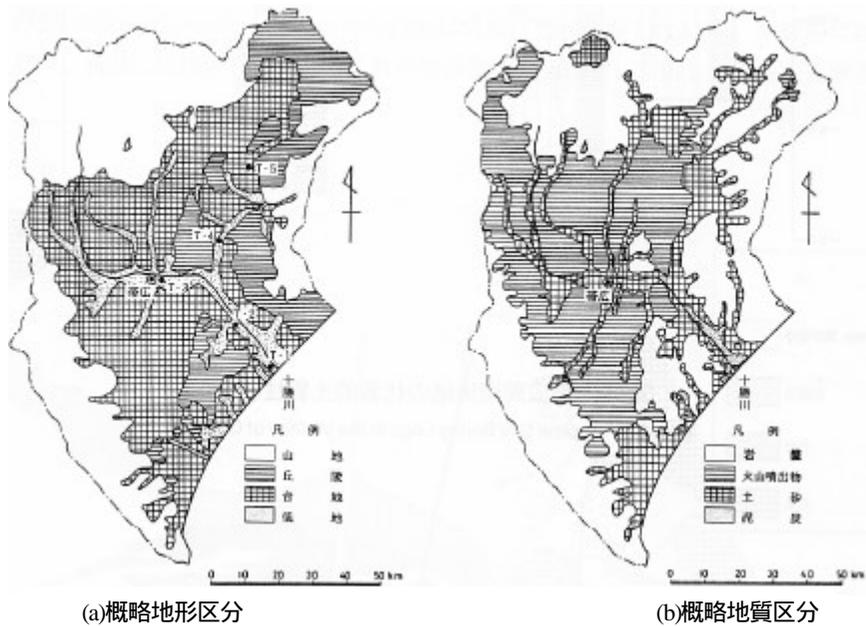


図-3.2.4 帯広地域周辺の概略地形・地質図²⁾

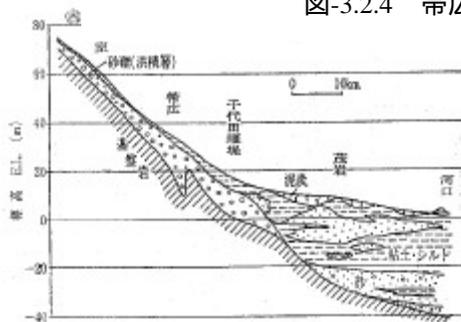


図-3.2.5 十勝川周辺の模式地質断面図³⁾

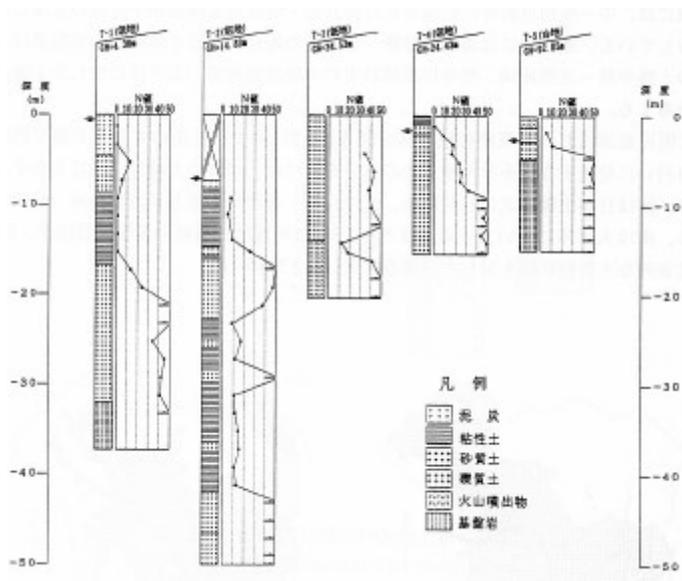


図-3.2.6 帯広地域の土質柱状図²⁾

4. 地震被害の調査結果

4.1 河川

4.1.1 十勝川

十勝川では今回の地震で堤防の亀裂やすべり破壊などの大きな被害を受けた。特に河口付近では右岸堤防で約 1km にわたってすべり崩壊が発生し、堤防上の道路が断裂した被害が際だっている。ここでは、大きな崩壊が起こった右岸大津地区、左岸の上幌岡樋門付近および左岸堤防を調査したので、その結果を報告する。図-4.1.1 は調査を行った地点（範囲）である。



図-4.1.1 十勝川調査位置図

(1/5万地形図「浦幌」より抜粋)

(1) 右岸大津地区その 1 (KP 3 ~ 4km)

十勝川河口に近い右岸堤防では約 1km にわたって大規模な崩壊が起こった。堤防中腹の小段を通過していた道路がすべり崩壊のためズタズタに寸断された。写真-4.1.1 ~ 写真-4.1.2 は、同区間の上流側のすべり破壊の様子を示している。堤内側中腹を走る道路端付近からすべりが起こり、道路自体は陥没したような形となっている。崩壊した土塊はバラバラになってのり尻に流れ出したような形になっている(写真-4.1.3)。また、崩壊土砂の先端には写真-4.1.4 のような水溜まりが何ヶ所も見られたが、噴砂跡のようには見えなかった。

写真-4.1.5 ~ 写真-4.1.7 は、やや下流の堤防崩壊地点で、前者と同様に堤内側で滑っているが、崩壊の起点は道路の上部であり、また、崩壊の範囲は前者の崩壊地点より広い。同地点の堤外側でも写真-4.1.8 に示すように、のり面のすべりと思われる亀裂が発生していたが、崩壊までには至っていない。また、のり尻部には写真-4.1.9 ~ 写真-4.1.11 に示すように噴砂が列状に生じていた。



写真-4.1.1 堤防のすべり崩壊 (十勝川右岸堤防大津地区)



写真-4.1.2 堤防のすべり崩壊 (同上)



写真-4.1.3 崩壊末端部（十勝川右岸堤防大津地区）



写真-4.1.4 崩壊末端部に見られた水溜まり（同上）



写真-4.1.5 やや下流側の堤防すべり崩壊によって寸断された道路（同上）



写真-4.1.6 やや下流側の堤防すべり崩壊（十勝川右岸堤防大津地区）



写真-4.1.7 崩壊末端部（同上）



写真-4.1.8 堤外側の亀裂とのり尻の噴砂で泥状になった道路（同上）



写真-4.1.9 堤外側のり尻に生じた噴砂の列（十勝川右岸堤防大津地区）



写真-4.1.10 堤外側のり尻に生じた噴砂（同上）

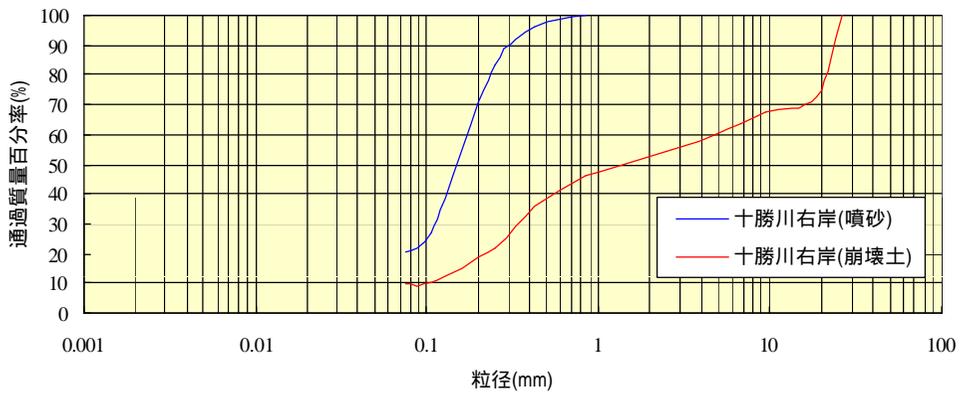


図-4.1.2 十勝側右岸（大津地区）の噴砂の粒径分布

(2) 上幌岡樋門(十勝川左岸 KP20.2km 付近 図-4.1.1 の)

旧利別川が十勝川に合流する地点にある上幌岡樋門付近では、樋門の上下流で水路(旧利別川)の土手が9箇所大きく崩壊していた。最も大きいものは土手から20~30m奥まで崩壊の範囲が及んでいた。このような崩壊形態は一見、降雨による浸食のように見えるが、地震時によるパイピングが原因で起こったのではないかと推察される。崩壊面を観察すると、図-4.1.3に示すように上部1.5mほどが粘性土でその下部が火山灰質砂となっている。地震時に砂の液状化によって上昇した過剰間隙水圧が上部の粘性土に妨げられて上方には消散できず、土手ののり面である側方に消散したため砂も一緒に流出し、それが連鎖的に土手の奥の方まで進行していったのではないかと考えられる。図-4.1.4は粘性土と火山灰質砂の粒径分布である。

写真-4.1.11は樋門付近から俯瞰した下流左岸土手の崩壊跡で7箇所の崩壊が認められる。写真-4.1.12はこのうち最も大きい崩壊箇所であり、土手に近い部分から連鎖的に流れ出したのではないかと考えられる。写真-4.1.13は、下流川の右岸で唯一あった崩壊箇所、土砂が川に向かって大きく流れ出している。

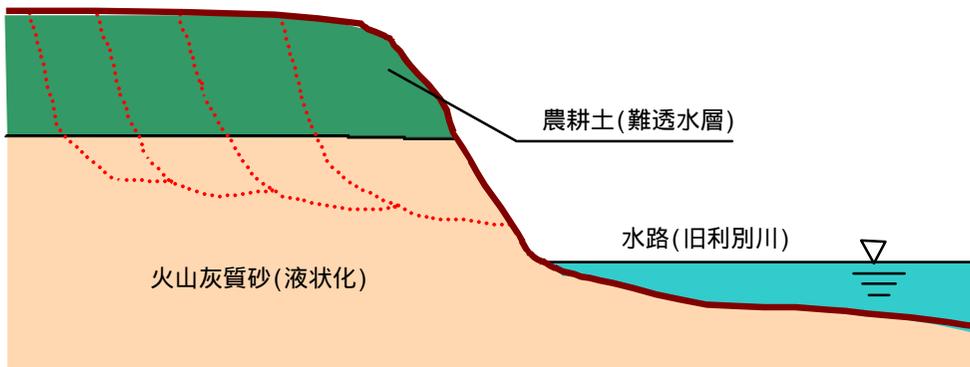


図-4.1.3 崩壊した土手の模式図

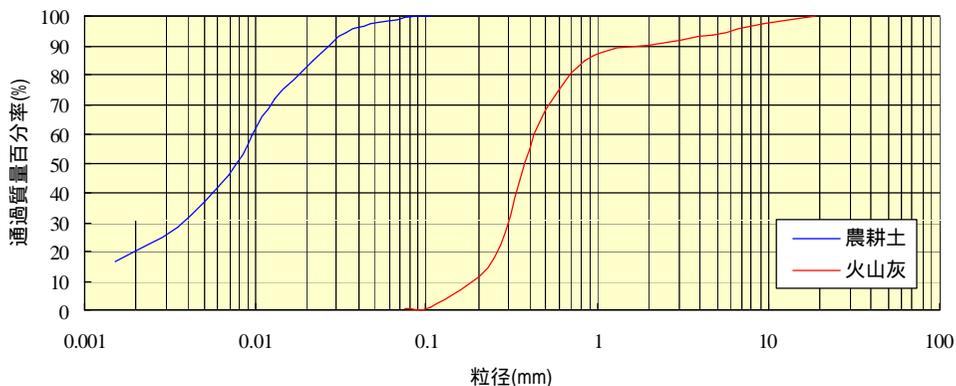


図-4.1.4 旧利別川左岸土手(上幌岡樋門付近)の粒径分布



写真-4.1.11 上幌岡樋門下流の左岸
土手に見られた崩壊跡



写真-4.1.12 左岸側の最も大きい崩
壊跡



写真-4.1.13 右岸側で唯一見られた
崩壊跡

(3) 十勝川左岸

十勝川左岸では KP11.4 ~ KP19.4km にわたって、断続的に主に堤防天端の縦断亀裂が発生した。この区間をすべて調査した訳ではないが、調査した範囲内では、段差を伴う亀裂はあったが、すべり崩壊は見られなかった。写真-4.1.14 ~ 写真-4.1.20 は左岸堤防で見られた堤防天端の亀裂および段差である。のり面に亀裂があるかどうかははっきりと確認できなかったが、観察した結果では亀裂は天端道路または取り付け道路のみであったようである。また、全般にのり面やのり尻に噴砂は見られなかったが、1箇所だけ天端に噴砂が発生していた(写真 4-1.17 ~ 写真-4.1.19)。天端はのり尻等に比べて地下水位が相対的に低いと考えられるので、天端に噴砂が生じた例は極めて珍しい。何故、のり尻にはではなく、天端で噴砂したのかは今後の課題と考えられる。堤防天端に生じた噴砂の粒径分布は図-4.1.5 に示すとおりである。



写真-4.1.14 堤防天端の縦断亀裂と段差 (十勝川左岸)



写真-4.1.15 堤防天端の縦断亀裂と段差 (同上)



写真-4.1.16 堤防の取付道路に生じた複雑な亀裂（十勝川左岸）



写真-4.1.17 堤防天端の陥没と噴砂（同上）



写真-4.1.18 堤防天端の取付道路に生じた噴砂（同上）



写真-4.1.19 堤防天端の取付道路に
生じた噴砂の近景（十
勝川左岸）

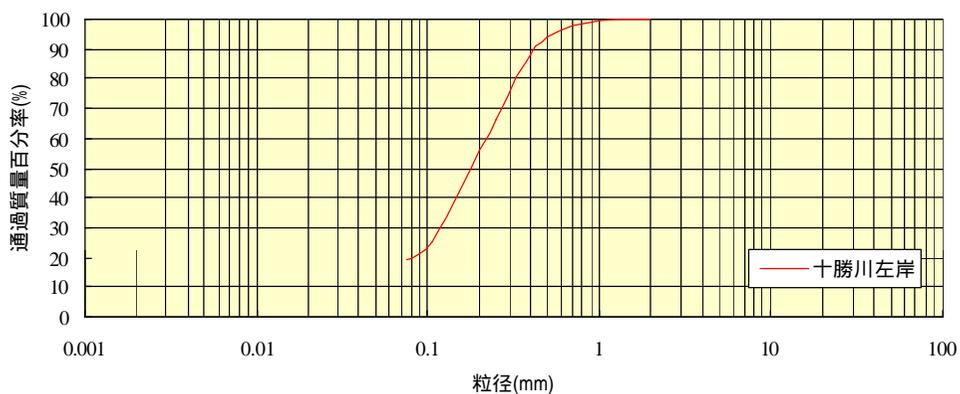


図-4.1.5 十勝川左岸天端で見られた噴砂の粒径分布



写真-4.1.20 堤防天端の縦断亀裂
(同上)

4.1.2 下頃辺川

十勝川水系の下頃辺川は下流部で浦幌川と合流して浦幌十勝川となり、太平洋に注いでいる。この川では約 1.4km にわたって、堤防沈下や天端の縦断亀裂、すべり崩壊などの被害を受けている。調査を行ったのは図-4.1.6 に示す地点で、写真-4.1.21 に示すように、被災した堤防はブルーシートで保護されていたため全容はよく分からないが、のり肩から滑ってのり面がはらみ出していた。観察出来た部分では、のり肩が約 70cm 陥没し、のり尻で砂が押し出させるようにして出していた（写真-4.1.22～写真-4.1.24）。

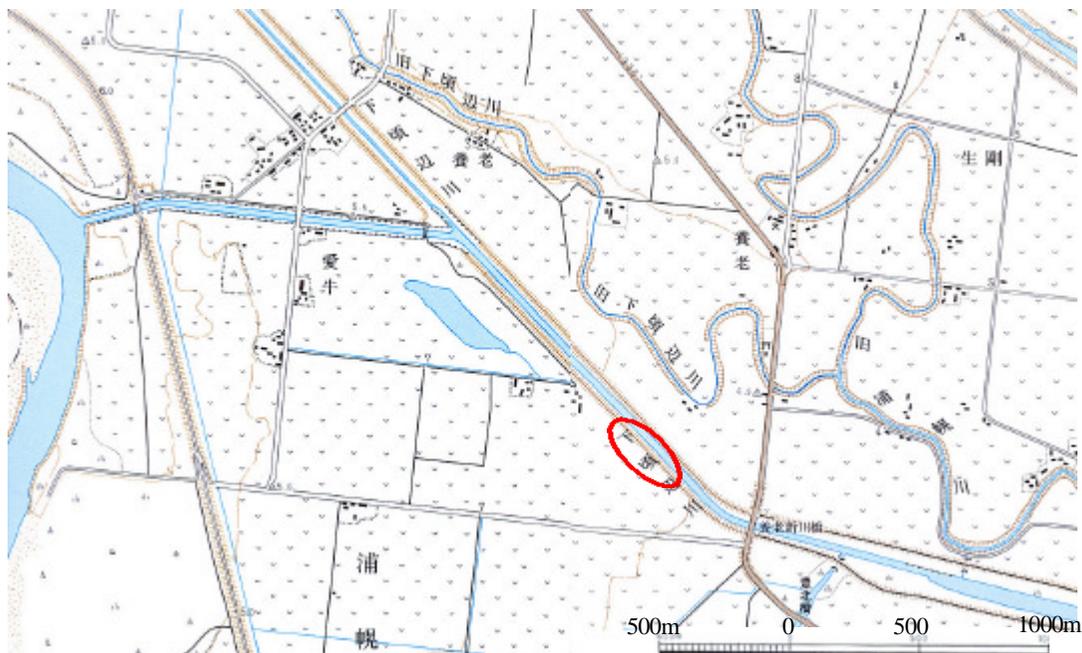


図-4.1.6 下頃辺川調査位置図

(1/25万地形図「旅来」「十勝大津」より抜粋)



写真-4.1.21 下頃辺川右岸堤防の滑りとはらみ出し



写真-4.1.22 下頃辺川右岸堤防の滑りとはらみ出し



写真-4.1.23 天端のり肩のすべりによる段差（同上）



写真-4.1.24 滑りによって押し出されたと見られる砂（同上）

4.2 道路

道路に関して調査を実施したのは、橋梁、道路（平坦部）、斜面である。橋梁については、大樹町の国道336号歴舟橋と十勝河口橋（豊頃町と浦幌町の境界）、道路は、十勝川河口に近い道道911号旅来 - 大津線の大津付近の道路、黄金道路（国道336号）を中心とした太平洋沿岸の道路、並びに釧路市緑ヶ岡の台地に至る道路である。

4.2.1 橋梁

(1) 歴舟橋

国道336号線の歴舟橋（歴舟川）では橋桁に10cm程度の段差が生じ、一時通行止めとなった。写真-4.2.1は橋桁間の段差の様子を示したものである。段差が生じた橋脚の支承の調査が行われている。写真-4.2.2は段差の近景で、段差とともに、やや開いている様子がうかがえる。帯広開発建設部¹⁾によれば、この段差は沓の破損によって生じたということである。



写真-4.2.1 橋桁の段差（国道336号歴舟橋）



写真-4.2.2 橋桁の段差の近景（同上）

1) 北海道開発局帯広開発建設部：平成15年十勝沖地震による帯広開発建設部管内被災概要，<http://www.ob.hkd.mlit.go.jp/hp/kisyahappyou/pdf/jisin21.pdf>

(1) 十勝河口橋

十勝川河口に架かる全長 928m(幅員 11m)の十勝河口橋は 1992 年に完成した橋梁である。写真-4.2.3~写真-4.2.4 に見られるように、河川横断部とアプローチ部では構造形式が異なっているが、この地震では東側アプローチ部の橋桁が最大 65cm 程度上流側に移動するという被害を受けた。東側の取付道路から見ると、センターラインのズレから橋桁が大きく移動している様子が分かる(写真-4.2.5~写真-4.2.6)。橋台裏の盛土が沈下し、段差が生じている(写真-4.2.7)。橋台の前には支承の部品らしいものが転がっており、橋台は H 鋼で仮受けをしていた(写真-4.2.8~写真-4.2.9)。写真-4.2.10 は橋脚上の桁の移動の様子である。橋桁の移動量はアプローチ部の両端が大きく、中間部が小さかったため、橋桁は写真-4.2.11~写真-4.2.12 に示すように、折れ曲がるような変形をしていた。写真-4.2.13 から写真-4.2.14 はアプローチ部と河川横断部との境界でのセンターラインのずれの様子である。この部分では約 65cm のずれが生じている。写真-4.2.15 ~写真-4.2.16 はアプローチ部と河川横断部との境界での開口と段差の様子を示している。橋桁が弧状に移動したため橋軸方向に縮む格好となり、このような開口が生じている。段差は、このような水平移動のため、支承の沓が破壊したか沓座からずれ落ちたのではないかと考えられる。



写真-4.2.3 左岸側から見た十勝河口橋



写真-4.2.4 アプローチ部と河川横断部の境界部の近景
(同上)



写真-4.2.5 左岸側から見た道路センターラインのずれ（十勝河口橋）



写真-4.2.6 左岸橋台と橋桁のずれ（約60cm）（同上）



写真-4.2.7 左岸橋台部背後地盤の沈下による段差（同上）



写真-4.2.8 左岸橋台は支承が壊れた
ためかH鋼で仮受していた
（十勝河口橋）



写真-4.2.9 左岸橋台前に落ちていた
支承の残骸らしき物体
（同上）



写真-4.2.10 橋桁の移動のため、支
承からずれている様子
（同上）



写真-4.2.11 橋桁が弧状に移動したため、折れ曲がっている（十勝河口橋）



写真-4.2.12 橋桁が弧状に移動したため、折れ曲がっている（同上）



写真-4.2.13 河川横断部との境界における橋桁のずれ（同上）



写真-4.2.14 河川横断部との境界における橋桁のずれ（総65cm）（十勝河口橋）



写真-4.2.15 河川横断部との境界における橋桁のずれ。弧状に移動したため、開いている（同上）



写真-4.2.16 河川横断部との境界では開口と段差が生じている（同上）

4.2.2 道路（平坦部）

十勝川の右岸堤防に沿って走る道道 911 号線は、各所で亀裂・陥没などの被害を受けた。ただし、完全に通行が不能になるような大きな崩壊は起こっていない。

写真-4.2.17 は旅来地区における道路陥没の様子である。段差は 70～80cm となっている。写真左手が十勝川右岸堤防であるが、この陥没は右手の湿地方向へすべり出したために生じたように見受けられる。この他に、大小の亀裂は多数見られた。

写真-4.2.18 は道路被害ではないが、十勝河口橋の下流部で電柱が数百メートルにわたって一方向（東側）に傾斜していた。この上流側では反対方向に傾斜していることから、地盤の支持力の低下によるだけではなく、何らかの地震力（例えば表面波）が作用したように見える。この場所が湿地帯であるため、電柱の根元がどうなっているかは観察できなかった。なお、道路自体は写真で見るように、何の被害も生じていない。



写真-4.2.17 道路の陥没（旅来地区）



写真-4.2.18 電柱の傾斜（大津地区）

4.2.3 道路斜面

(1) 国道 336 号 (黄金道路他)

斜面災害は主に国道 336 号線沿いで見られた。国道 336 号のえりも町から広尾町にかけては、通称「黄金道路」と呼ばれている。当区間は、北海道の脊梁「日高山脈」が太平洋に面する場所に当り、海岸線では高さ 100m 近い海食崖が連続している。総延長約 15km の道路は 35 年の年月と 169 億円の巨費をかけて 1986 年に完成した。「黄金道路」の呼称は、海食崖直下を通過するため、道路の建設費用が黄金を敷き詰めるほどかかったことに由来する。

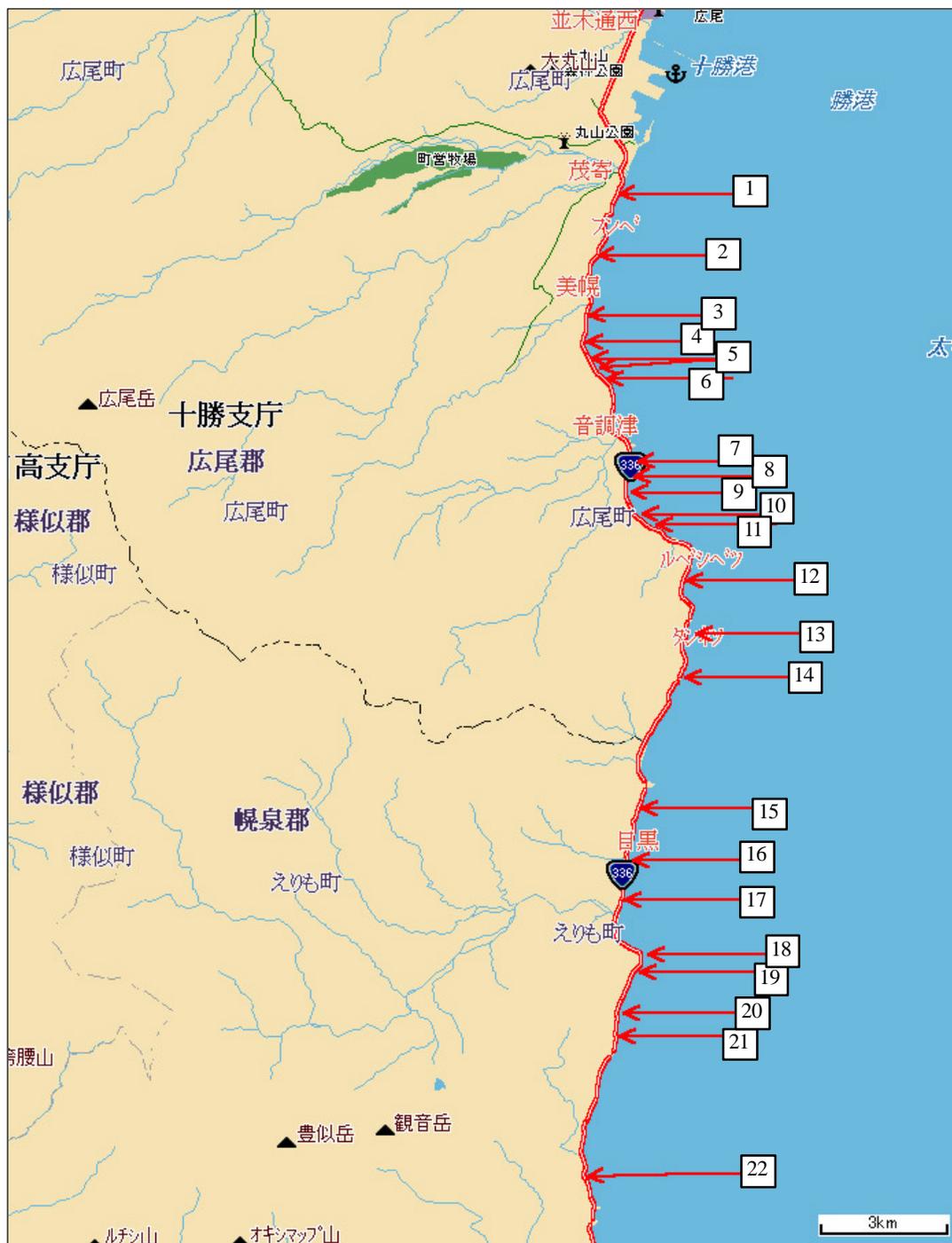
今回確認した崩落箇所での特徴として、崩落箇所の頂部が海食崖斜面最上部の遷急線とほぼ一致する傾向があった。図-4.2.1 に「黄金道路」をはじめとする国道 336 号沿いの調査で確認された被災箇所を示す。また、表-4.2.1 には調査を行った被害斜面の地形・地質条件をまとめた。



写真-4.2.19 広尾町の黄金道路入口に建つ石碑



図-4.2.1 斜面災害調査位置図 (その1)



図中の番号は表-4.2.1 参照

図-4.2.1 斜面災害調査位置図 (その2)

表-4.2.1 調査した斜面被害の地形・地質条件一覧表

		地点	地形	地質	状況	備考			
十勝支庁	広尾町	1	浜フンベ覆道	海食崖	白亜系中の川層群 厚層埋塊状砂岩(タービダイト相)	崖上部から崩落 ロックネットを破る			
		2	フンベ第一覆道	海食崖	白亜系中の川層群 泥岩優勢砂泥互層(タービダイト相)	崖上部の表層風化部が崩落 崩落岩塊によりロックネット下端が外れる			
		3	美幌覆道	海食崖	白亜系中の川層群 含長石脈泥岩(メランジ相)	崖上部が大規模に崩落	遠望による確認		
		4	泉浜覆道南口	海食崖	白亜系中の川層群 砂岩優勢砂泥互層(タービダイト相)	小規模な表層崩落			
		5	泉浜-オリコマナイ	海食崖	白亜系中の川層群 砂岩泥岩互層(タービダイト相)	小規模な表層崩落2ヶ所 なだれ防止柵破壊			
		6	オリコマナイ覆道北口	海食崖	白亜系中の川層群 砂岩優勢砂泥互層(タービダイト相)	小規模な表層崩落			
		7	音調津覆道	海食崖	白亜系中の川層群 砂岩優勢砂泥互層(タービダイト相)	崖上部の表層風化部が崩落	遠望による確認		
		8	モエケシ第一覆道北口	海食崖	白亜系中の川層群 (ホルンフェルス/ 砂岩優勢砂泥互層)	小規模な表層崩落			
		9	モエケシ第一覆道南口	海食崖		表層の土砂が小規模に崩落			
		10	モエケシ北	海食崖		崖上部の表層風化部が崩落 倒木あり			
		11	モエケシ南	海食崖		崖中段から岩塊が脱落下崩落			
		12	ほしば覆道	海食崖		崖上部から大規模な崩落多数 ロックネット破れ岩塊が海に達する	遠望による確認		
				13	タンネソ	海食崖	新第三系貫入深成岩体 (音調津複合岩体)斑れい岩	崖上部の表土が崩落	
				14	タンネソの南	海食崖	新第三系貫入深成岩体 (音調津複合岩体)花崗岩	崖上部の表層風化部が崩落	震災によるものであるかは不明
日高支庁	えりも町	15	岬第二覆道	海食崖	白亜系中の川層群 砂岩優勢砂泥互層(タービダイト相)	崖上部から崩落3ヶ所、倒木あり ロックネット破れ岩塊が海に達する			
		16	オニトツ	海食崖	白亜系中の川層群 (ホルンフェルス/ 砂岩優勢砂泥互層)	崖上部の表層風化部が崩落			
		17	荒磯トンネル	海食崖		崖上部の表層風化部が崩落 倒木あり			
		18	目黒の南1	海食崖		崖上部の表層風化部が崩落			
		19	目黒の南2	海食崖		崖上部の表層風化部が崩落			
		20	目黒の南3	海食崖		崖上部の表層風化部が崩落			
		21	オンコの沢第二覆道南	海食崖		崖上部から崩落 落石により工事用足場が破壊			
		22	白浜トンネル北口	海食崖		崖上部の表層風化部が崩落			
				23		ローソク岩	海食崖	新第三系貫入岩体 (ランプロファイア)	上部が海中へ崩落
				24	塩釜トンネル	海食崖	岬の突端が高さ約20mにわたり崩落	遠望による確認	
		25	駒場	海成段丘崖	新第三系受乏層 (砂岩泥岩互層)	表層風化部が崩落 放牧場の柵を破壊	台風10号等豪雨災害の可能性あり		

地質は、日本の地質1 北海道地方、地質図幅「広尾」及び「猿留」を参考にした。

(a) 広尾町

浜フンベ覆道において、崖上部の表層風化部が崩落し、岩屑によってロックネットが破損した(写真-4.2.20)。フンベ第一覆道では、崖上部の表層風化部が4箇所崩落し、岩屑によってロックネット下端が破損した。美幌覆道では、崖上部の表層風化部が崩落し、岩屑が覆道上に堆積した(写真-4.2.21)。泉浜覆道南口では、崖中～上部の表層風化部が崩落し、岩屑が覆道上に堆積した。泉浜-オリコマナイ間では、崖中部の表層風化部が崩落し、岩屑によって落石防止柵が破壊した。オリコマナイ覆道北口では、崖中部の表層風化部が崩落した。音調津覆道では、崖中～上部の表層風化部が崩落し、岩屑が覆道上に堆積した。モエケシ第一覆道北口では、崖中～上部の表層風化部が崩落した。モエケシ第一覆道南口では、崖上部の表層風化部が崩落した。モエケシ北では、崖中部の表層風化部が崩落した。モエケシ南では、崖中段から岩塊が脱落し崩落した。ほしば覆道では、崖上部の表層風化部が崩落し、岩屑によってロックネットが破損した(写真-4.2.22)。タンネソでは、崖中部の表層風化部が崩落した。タンネソの南では、崖中～上部の表層風化部が崩落した。ただし、今回の震災によるものであるかは不明である。

(b) えりも町

岬第二覆道では、崖上部の表層風化部が3箇所崩落した。崖錐の前面には、落石の覆道上や海中への落下を防止するための盛土がある。今回の地震による落石の大半はこの盛土によって抑えられているが、一部が覆道上や海上に達している。オニトップでは、崖上部の表層風化部が崩落した。荒磯トンネルでは、崖上部の表層風化部が崩落し、岩屑が覆道上に堆積した(写真-4.2.23)。目黒の南1では、崖上部の表層風化部が崩落し、岩屑が覆道上に堆積した(写真-4.2.24)。目黒の南2では、崖上部の表層風化部が崩落した。目黒の南3では、崖上部の表層風化部が崩落し、岩屑によって工事用の足場が破壊した。オンコの沢第二覆道南では、崖上部の表層風化部が崩落した。

(c) 様似町・静内町

様似町では、ローソク岩の上部が海上へ崩落し、塩釜トンネル海側では岬の先端が高さ約20mにわたり海上へ崩落した(写真-4.2.25)。

静内町駒場では、海成段丘崖の表層風化部が滑落し、地すべり防止柵を破壊するという被害が発生した(写真-4.2.26)。近傍に台風10号による斜面災害が多数みられることから、本地点もそれらの一つとも考えられ、今回の震災によるものであるかは不明である。



写真-4.2.20 崖上部の表層風化部の崩落によるロックネットの破損（浜フンベ覆道）



写真-4.2.21 崖上部の表層風化部の崩落（美幌覆道）

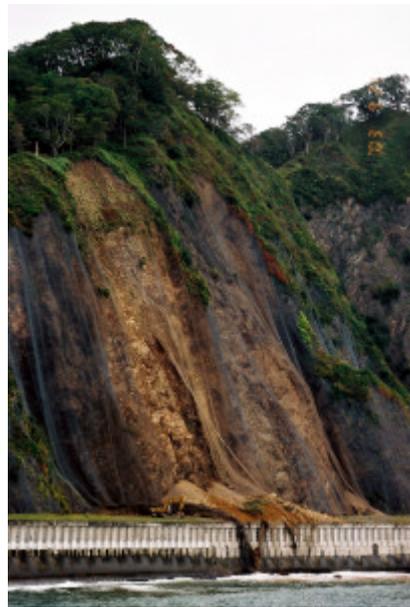


写真-4.2.22 岩屑によってロックネットが破損（ほしば覆道）



写真-4.2.23 崖中～上部の表層風化部の崩落（荒磯トンネル）



写真-4.2.24 崖上部の表層風化部の崩落（目黒の南1）



写真-4.2.25 岬の先端が高さ約 20m にわたり海上へ崩落（塩釜トンネル海側）



写真-4.2.26 海成段丘崖の表層風化部の滑落（静内町駒場）

(2) 釧路市緑ヶ岡

釧路市緑ヶ岡は図-4.2.2 に示すように、釧路川東側の台地に位置する。1993年釧路沖地震では斜面崩壊によって家屋が滑り落ちるなど、家屋被害やライフラインの被害が多発した地区である。今回の地震でも写真-4.2.27 に示すように台地斜面上の道路のり肩に亀裂陥没の被害が生じている。斜面上の道路は盛土部分も多いことから、そのような軟らかい盛土部分が崩れたものと考えられる。この他、緑ヶ岡地区では後述するように、家屋の不同沈下による傾斜やライフラインの被害が発生した。



図-4.2.2 調査位置図（釧路市緑ヶ岡）
（1/2.5万地形図「釧路」より抜粋）



写真-4.2.27 台地斜面の道路崩壊
（釧路市緑ヶ岡）

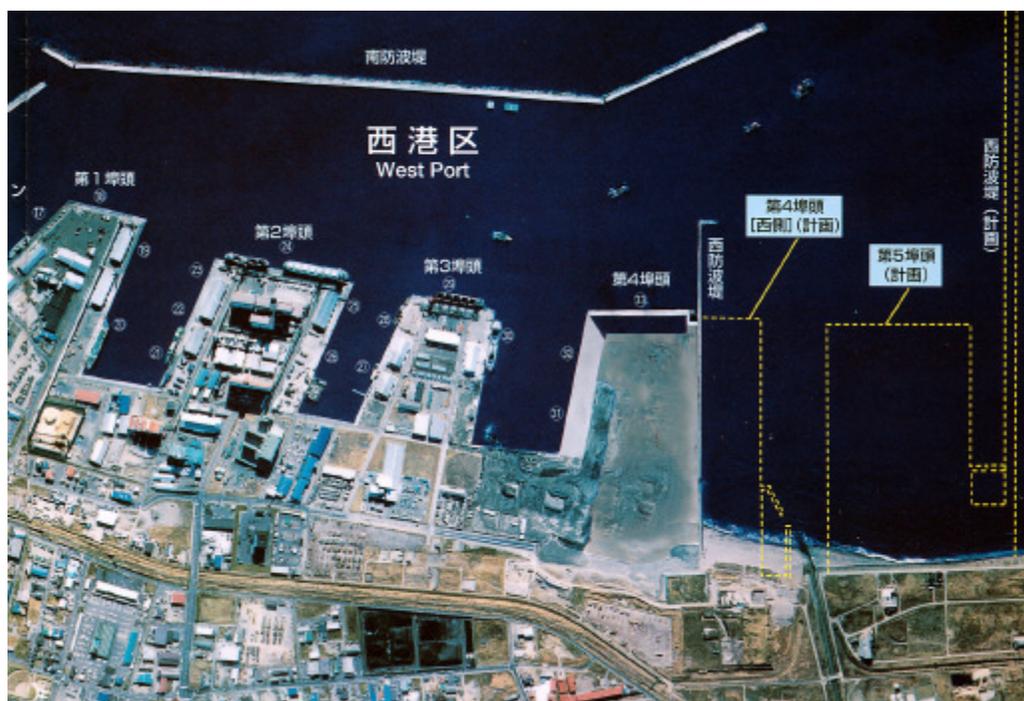


写真-4.3.1 釧路港の概要（資料1より抜粋）

(1) 東港区

東港区の副港地区にある漁業埠頭は、1993年釧路沖地震及び1994年北海道東方沖地震で被害を受けた。今回の地震でも西側岸壁(-7m)と南側岸壁(-7.5m)で被害を受けている。西側岸壁では、最大30cm程度はらみ出し、エプロンが亀裂及び段差が生じた(写真-4.3.2~写真-4.3.3)。南側岸壁は岸壁とエプロンの間に開口が生じた程度であった(写真-4.3.4)。漁業埠頭の南側岸壁に面した魚荷捌所建屋は、釧路沖地震、北海道東方沖地震で傾斜したが、一部の補修で使用可能とされ、その後も使用していたが、今回の地震でさらに沈下・傾斜が進行した(写真-4.3.5~写真-4.3.6)。また、漁業埠頭周辺道路には横断亀裂も発生しており、液状化による地盤の変状が広範囲に見られた(写真-4.3.7)。副港地区は全体に液状化しており、漁業埠頭の付け根では写真-4.3.8に示すような噴砂が見られた。また、東側の南新埠頭地区でも岸壁の背後の噴砂が見られた(写真-4.3.9)



写真-4.3.2 漁業埠頭西側岸壁の亀裂と沈下



写真-4.3.3 エプロンの沈下(同上)



写真-4.3.4 岸壁エプロンの開口（漁業埠頭南側岸壁）



写真-4.3.5 南側岸壁に面している沈下したままの魚荷捌所建屋。以前の地震で傾いたまま使用されている



写真-4.3.6 前の地震で傾斜したまま使用されている旨の説明パネル



写真-4.3.7 東側岸壁エプロンの段差（漁業埠頭東側岸壁）



写真-4.3.8 漁業埠頭の緑地で見られた噴砂



写真-4.3.9 南新埠頭岸壁背後地盤の噴砂

(2) 西港区

西工区の第1～第4埠頭のうち、第1～第3の各埠頭は液状化対策が実施されており、第3埠頭でエプロンが10cm程度沈下し、第2埠頭物揚場(-4m)で岸壁が若干はらみ出した程度の軽微な被害であった。これに対して、新設の第4埠頭は写真-4.3.10に示すように、14年度に東側が完成した段階であったが、大きな被害を受けた。この埠頭は図-4.3.2に示すように背後地盤を固化処理によって地盤改良していたが、南側-14m岸壁のケーソン背後のエプロンが東側で約55cm、西側で約42cm沈下し、ケーソンとの間に段差が生じた。裏込石との境界部の付近には岸壁法線と平行に最大幅約18cmの亀裂が生じていた(写真-4.3.11～写真-4.3.16)。

沈下部分はケーソン背後の裏込石の部分にあたり、固化処理土は薄かったようである。

この沈下の原因については、今後、解明が待たれるところである。

東側岸壁でも写真-4.3.17～写真-4.3.19に示すように、エプロンが沈下し、それによって境界部に亀裂が発生した。

まだ造成中の第4埠頭の用地は広範囲に液状化が発生し、至るところで噴砂が生じるとともに、道路が波打っていた(写真-4.3.20～写真-4.3.22)。



写真-4.3.10 地震当時の第4埠頭の状況(株八州撮影)

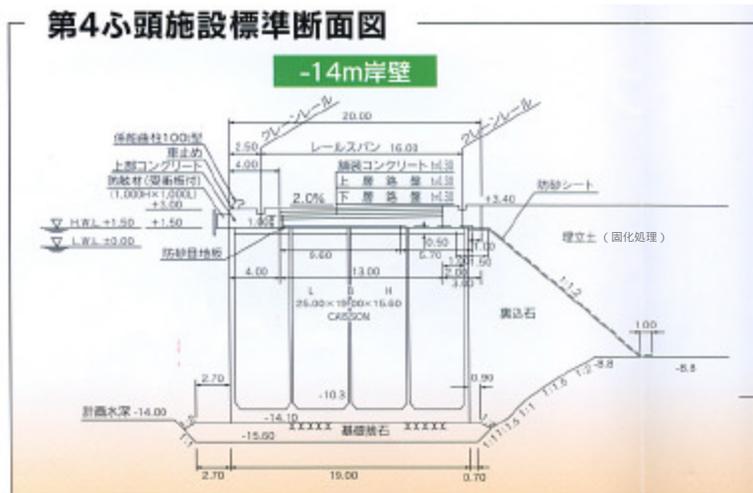


図-4.3.2 第4埠頭-14m岸壁標準断面図(資料2に加筆)



写真-4.3.11 南側-14m 岸壁エプロンの沈下



写真-4.3.12 南側-14m 岸壁隅角部エプロンの沈下



写真-4.3.13 岸壁ケーソン背後エプロンの沈下の近景（南側-14m 岸壁）



図-4.3.14 エプロンの亀裂と段差
(南側-14m 岸壁)



写真-4.3.15 岸壁西側の液状化による地盤の陥没 (同上)



写真-4.3.16 岸壁のはらみ出し
(同上)



写真-4.3.17 東側-10m 岸壁エプロンの沈下と亀裂



写真-4.3.18 東側-10m 岸壁エプロンの亀裂と段差



写真-4.3.19 エプロン亀裂部の近景
(同上)



写真-4.3.20 周辺道路の沈下（第4埠頭内陸部）



写真-4.3.21 埠頭内用地の噴砂（同上）



写真-4.3.22 造成中の敷地における噴砂（同上）

4.3.2 十勝港

十勝港は西側から南埠頭、第2埠頭、第3埠頭、第4埠頭と並んでいるが、このうち、第4埠頭西側岸壁と背後用地で調査を行った。写真-4.3.23 は第4埠頭と背後用地の全景である。この港湾は背後が写真-4.3.24 に示すように台地となっており、港湾の用地はほとんど埋立地であると考えられる。

背後の用地では巨大な噴砂が数多く見られ（写真-4.3.25～写真-4.3.26）、同地点が大規模に液状化したことを示している。図-4.3.3 は同所における噴砂の粒径分布である。平均粒径 0.155 mm、細粒分含有率 7.5%の典型的な液状化しやすいきれいな砂である。

西側岸壁はケーソンの本体が若干前にはらみ出し、このため背後のエプロンが沈下する被害を受けた（写真-4.3.27～写真-4.3.28）。写真-4.3.29 に示すように背後の駐車場では幅 4～5cm の亀裂が生じていた他、隣接する臨港道路の周辺で噴砂とそれに伴う地盤沈下が生じていた。



写真-4.3.23 背後の台地より第4埠頭を見る



写真-4.3.24 十勝港の表示のある背後の台地と液状化した用地



写真-4.3.25 第4埠頭背後の用地の直径2mを超える噴砂丘



写真-4.3.26 芸術的な?四つ子噴砂 (同上)

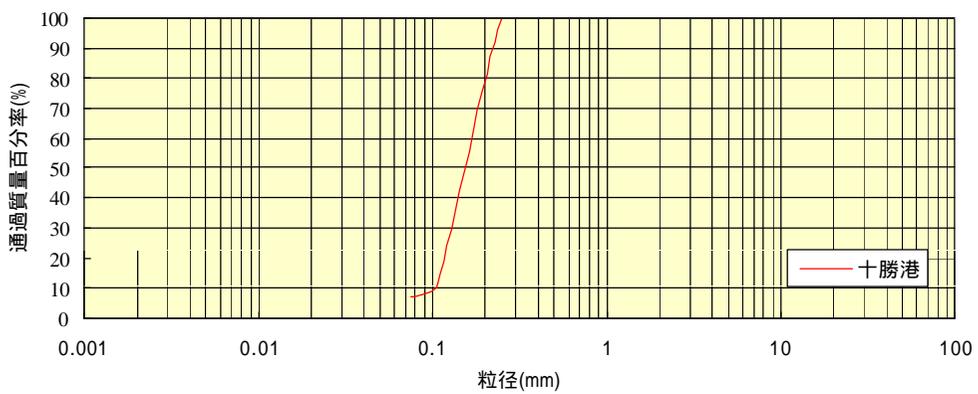


図-4.3.3 噴砂の粒径分布 (十勝港)



写真-4.3.27 護岸法線のはらみ出し
(十勝港第4埠頭西側
岸壁)



写真-4.3.28 エプロンの沈下による水
溜まり (同上)



写真-4.3.29 エプロンに生じた岸壁
法線と平行な亀裂
(同上)

4.3.3 その他の港湾

前述の釧路港、十勝港の他に、浦河港、白老港、苫小牧東港、根室（花咲）港について調査を行ったが、調査した範囲内ではあまり大きな被害は見られなかった。これらの4港湾の被害についてまとめて記述する。

震源の西側に位置する浦河港では、本港地区の岸壁や物揚場において、はらみ出しによって上部工とエプロンの間が開いたり、段差が生じるといった被害が発生したが、その量は10cm前後で軽微なものであった。写真-4.3.30は浦河港浜町の岸壁背後の開口で、その幅は約15cmであった。浦河港築地では岸壁が僅かにはらみ出したため、岸壁とエプロン間の既往補修部分に再び亀裂が生じた（写真-4.3.31）。また、浦河港の臨港道路では電柱が傾斜し、根本から砂が吹き出していた（写真-4.3.32）。

苫小牧西港では、入船埠頭で岸壁とエプロンとの間に数cmの段差が生じた他、東港の浜厚真臨港道路では液状化により一部陥没が発生した（写真-4.3.33）。

白老港ではエプロン背後の港湾施設用地が全体に約10cm沈下し、一部陥没や歩道部の沈下が見られた（写真-4.3.34～写真-4.3.36）。当敷地は浚渫砂および支笏火山灰で埋められており、浚渫箇所が液状化したものと思われる。岸壁およびエプロンは液状化対策（SCP）がなされており、変状は見られなかった。

根室（花咲）港は、東地区、中央地区及び西地区の3地区に大別できる。平成6年の北海道東方沖地震では、サンドパイルコンパクションパイル（SCP）工法が施された東地区-10m岸壁をはじめとして、他地区においても岸壁エプロンの亀裂・沈下・岸壁法線のはらみ出し等の被害を生じていた。今回の十勝沖地震では、写真-4.3.37～写真-4.3.39に示すとおり、岸壁背後の裏込め部の沈下や岸壁法線の若干のせり出しを生じた程度であり、軽微な被害にとどまっている。



写真-4.3.30 岸壁背後の開口（浦河港）



写真-4.3.31 エプロン補修部に生じた亀裂（浦河港）



写真-4.3.32 臨港道路で見られた噴砂。電柱は傾斜している（浦河港）



写真-4.3.33 臨港道路沿いの噴砂（苫小牧東港）



写真-4.3.34 港湾施設用地の段差
(白老港)



写真-4.3.35 港湾施設用地の開口亀裂
(白老港)



写真-4.3.36 港湾施設用地の噴砂
(同上)

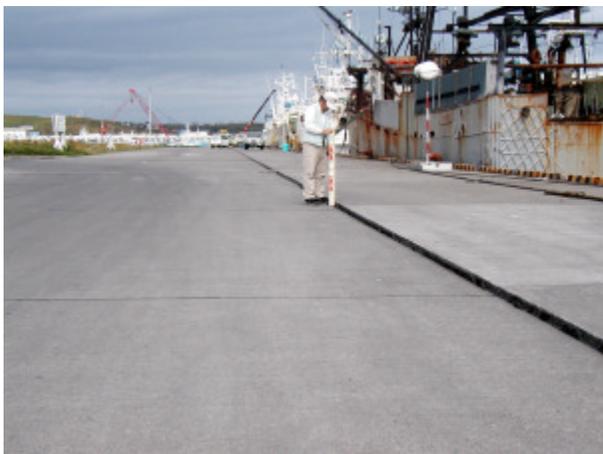


写真-4.3.37 裏込め部の沈下（花咲港中央地区-5m岸壁）



写真-4.3.38 岸壁法線の若干のせり出し（花咲港中央地区-5m岸壁）



写真-4.3.39 裏込め部の沈下（花咲港中央地区-4.5m岸壁）

4.3.4 漁港

漁港については、図-4.3.1 に示した 7 港について調査を行った。調査した範囲の被害の概要を以下に示す。

鶴川町の鶴川漁港では、液状化により岸壁が最大 8cm 沈下し（写真-4.3.40）、背後地盤では噴砂も見られる（写真-4.3.41）。三石町の梟舞漁港周辺の河川道路のカルバート横断部で約 4cm の段差が生じた。様似町の鶴苫漁港では、岸壁上部工とエプロンの間に 3～5cm の開口が生じ、岸壁が若干はらみ出している。様似町の旭漁港では、岸壁上部工とエプロンの間に約 2cm の段差が生じた。

豊頃町の大津漁港では、岸壁背後のエプロンが沈下・陥没して砂が噴き出していた（写真-4.3.42）。

釧路市近郊の千代の浦漁港では、岸壁上部工とエプロン間の開口（写真-4.3.43）、岸壁のはらみ出し（写真-4.3.44）や段差などの被害があった他、臨港道路や用地では噴砂が見られた（写真-4.3.45）。同様に釧路市近郊の桂恋漁港では、漁港の地盤が全体的に沈下し（写真-4.3.46）、背後では噴砂も確認されている（写真-4.3.47）。



写真-4.3.40 上部工とエプロンの段差（鶴川漁港）



写真-4.3.41 背後埋立地の噴砂（同上）



写真-4.3.42 岸壁のはらみ出しと背後地盤の沈下と噴砂（大津漁港）



写真-4.3.43 岸壁のはらみ出しによるエプロンとの開口（千代の浦漁港）



写真-4.3.44 岸壁のはらみ出し（同上）



写真-4.3.45 岸壁背後用地の噴砂
(千代の浦漁港)



写真-4.3.46 岸壁背後用地の噴砂
(桂恋漁港)



写真-4.3.47 岸壁背後用地の沈下
(同上)

4.3.5 釧路港漁業埠頭における地震対策

釧路港の漁業埠頭 南側岸壁 (-7.5m) 被害は物揚場エプロンの沈下・段差・亀裂等であった。今回の被害箇所と同じ位置において 1993 年釧路沖地震、1994 年北海道東方沖地震と対比して見ると、写真-4.3.48 に示すように、段差が徐々に少なくなっている。

この様に、今回、被害が比較的軽微なものにとどまっているのは液状化対策が効果を発揮してきているためといえる。ここでは漁業埠頭南側岸壁を対象として被害を受けた過去 2 度の地震の際の復旧対策を紹介する。



(a) 1993 年釧路沖地震
沈下に伴う段差は約 70cm にも達した。



(b) 1994 年北海道東方沖地震
前出しして新設されたケーソン岸壁自体は損傷がなく、原形復旧された背後地盤が液状化し被害を受けた。旧岸壁の上屋前の沈下に伴う段差は約 45cm である。



(c) 2003 年十勝沖地震
エプロンに段差は見られない。建屋寄りのところで 2~5cm の開口亀裂が生じている。また建屋前で 10cm 程度沈下している。これは建屋直下の液状化が起因しているものか？

写真-4.3.48 東港区副港地区 漁業埠頭 南側岸壁 (-7.5m) の段差の比較

釧路沖地震後の対策工法

矢板に亀裂があり、大きく鉛直方向に湾曲しているため利用不可能であったので、被災した法線から 20m 前出ししケーソン構造で新設した。液状化対策はグラベルドレーンとしている（図-4.3.4）。

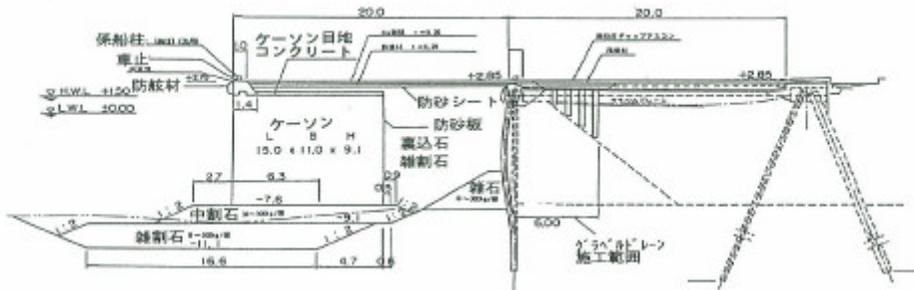


図-4.3.4 釧路沖地震後の対策工法（復旧断面図）³⁾

北海道東方沖地震後の対策工法

液状化対策としてプラスチックドレーンを実施した（写真-4.3.49）。旧施設の控え矢板の頂部コンクリートについては地盤と一体性を保持するため除去している（図-4.3.5）。

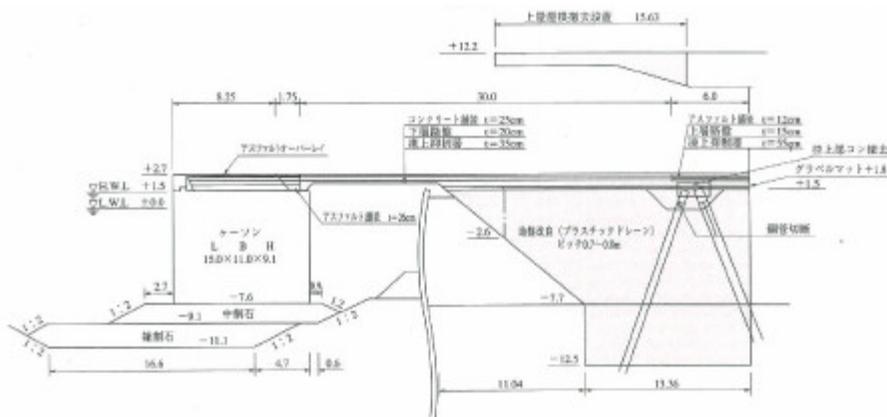


図-4.3.5 北海道東方沖地震後の対策工法（復旧断面図）⁴⁾



写真-4.3.49 北海道東方沖地震後の対策工法（プラスチックドレーン）⁴⁾

3)北海道開発局釧路開発建設部：釧路沖地震港湾災害復旧工事誌，1995

4)北海道開発局釧路開発建設部：北海道東方沖地震港湾・漁港災害復旧工事誌，1996

4.4 下水道

この地震では下水道の被害が顕著であった。音別町川東地区や豊頃町大津地区および釧路町東陽団地等では、下水道のマンホールが1m以上突出した他、下水管路を埋設した地盤の沈下・陥没が各所で発生した。

4.4.1 音別町川東地区

図-4.4.1 に示す音別町の川東地区では、歩道部に埋設されていた3基のマンホールが最大1.6m 地上に突出する被害があった（写真-4.4.1～写真-4.4.7）。

各マンホールの突出量（現地盤面とマンホール天端標高との差）と地盤の沈下・陥没量は表-4.4.1 に示すとおりである。マンホール周辺には噴砂はなかったが、写真-4.4.8 に示すように管路埋設部の地盤陥没地点で噴砂が見られた。噴砂の粒径は図-4.4.2 に示すように細粒分が約50%を占めており、火山灰が液状化したものと思われる。周辺の住宅敷地の地盤でも若干の液状化や沈下は見られたが、マンホールおよび管路敷設地盤のような大きなものは見られなかった（写真-4.4.9～写真-4.4.10）。このことから、これらの被害は、地盤全体が液状化したのではなく、管路およびマンホールの埋戻土が液状化したために起きたと考えられる。なお、被害地点北側のマンホールおよび管路には被害がなかったが、その場所では腐植土地盤の沈下防止対策として、埋戻土に発泡ビーズを用いて軽量化し、かつセメントを添加して固化していたということである。なお、音別町では、この他にもマンホールが突出した地点があるようである。



図-4.4.1 音別町川東地区のマンホール調査位置
（1/2.5万地形図「音別」より抜粋）

表-4.4.1 マンホールの突出量と地盤沈下量（音別町川東地区）

マンホール	突出量	地盤沈下量	備考
No.1（南側）	160cm	40cm	
No.2（中間）	100cm	45cm	
No.3（北側）	150cm	50cm	傾斜のためマンホールの上部ブロックが落下



写真-4.4.1 約 1.6m 突出した南側の
マンホール
(音別町川東地区)



写真-4.4.2 約 1.6m 突出した南側の
マンホールの近景
(同上)



写真-4.4.3 下水管理設箇所の陥没
(同上)



写真-4.4.4 約1m突出した中間のマ
ンホール
(音別町川東地区)



写真-4.4.5 下水管理設箇所の陥没
と道路標識の傾斜
(同上)



写真-4.4.6 下水管理設箇所の陥没
(約55cm) (同上)



写真-4.4.7 約 1.5m 突出した北側のマンホール（音別町川東地区）



写真-4.4.8 陥没地点の噴砂（同上）

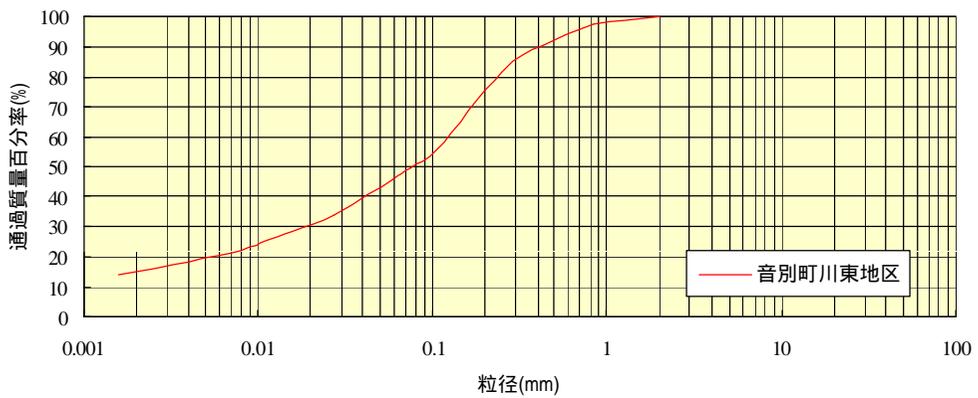


図-4.4.2 噴砂の粒径分布（音別町川東地区）



写真-4.4.9 住宅の基礎地盤の沈下と
噴砂（音別町川東地区）



写真-4.4.10 道路沿いの民家の地
盤の沈下と亀裂
（同上）



写真-4.4.11 下水道が被害を受けた
ため、設置された簡易
トイレ（同上）

4.4.2 大津浄化センター

十勝川右岸の大津地区において堤防の大きな崩壊が起こった場所の近隣にある下水道施設の大津下水浄化センター（図-4.4.3）でマンホールの突出、管路埋戻地盤の陥没、敷地地盤の全体的な沈下等の被害が発生した。写真-4.4.12～写真-4.4.13 に示すように、浄化センター敷地内のマンホールが地面から 174cm 突出し、同時に敷地内の地盤が 20～30cm 沈下していた。地盤の沈下を考慮してもマンホールは 140～150cm 程度は浮き上がったと考えられる。写真-4.4.14～写真-4.4.15 に示すように、浄化センターにつながる下水管路の埋設道路は大きく陥没していた。マンホールの突出のため、適切な管路勾配が維持できなくなったため、ポンプアップによって下水を処理していた。

写真-4.4.16～写真-4.4.17 には大津浄化センターへのアプローチ道路と直交する道路の沈下とマンホールの突出状況を示している。また、写真-4.4.18 は道路の陥没地点に見られた噴砂である。



図-4.4.3 大津下水浄化センター位置図

(1/2.5 万地形図「十勝大津」より抜粋)



写真-4.4.12 敷地内のマンホールの突出（大津下水浄化センター）



写真-4.4.13 建物周辺地盤の沈下
(大津下水浄化センター)



写真-4.4.14 管路埋設道路の陥没
(同上)



写真-4.4.15 マンホールの突出のためポンプにて下水を処理している
(同上)



写真-4.4.16 大津下水浄化センター
への道路と直交する道
路の陥没とマンホールの
突出



写真-4.4.17 同上 管路埋設道路の
沈下。背後に見えるのは
崩壊した堤防（同上）



写真-4.4.18 陥没した箇所から噴き出
した砂（同上）

4.4.3 釧路町桂木・木場地区

1993年釧路沖地震では、図-4.4.4に示す旧釧路川右岸にある釧路町桂木・木場両地区（国道44号沿い）で下水道マンホールが大きく突出する被害があった。この地区は図-4.4.5に示すように、泥炭地の上に盛土施工して、工業団地・住宅地として利用されている所である。釧路沖地震で最大1.50mの突出が見られた桂木4丁目（図-4.4.4）においては今回の地震で突出は見られなかった（写真-4.4.19）。一方、写真-4.4.21に示すように、釧路沖地震で最大1.18mの突出が見られた木場2丁目（図-4.4.4）では、今回の地震でも最大0.17m

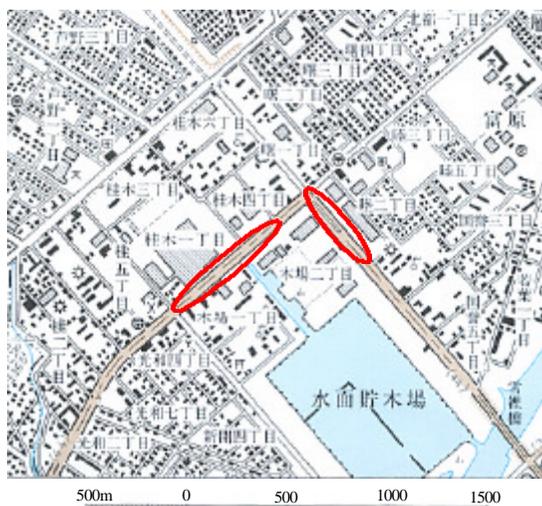


図-4.4.4 釧路町下水道マンホール調査位置図
（1/2.5万地形図「遠矢」より抜粋）

程度の突出があった（写真-4.4.20）。このルートでは、1994年北海道東方沖地震でも、ほぼ同じ場所のマンホールが最大20cm程度突出している（写真-4.4.22）。木場地区では程度の差はあるが、過去3度の地震でいずれもマンホールが突出したことになる。原因は今後の検討を待つ必要があるが、道東地方において、マンホールの突出現象が頻発するのは、泥炭層の存在、埋戻砂の液状化が原因の一端ではないかと考えられる。

桂木・木場地区における釧路沖地震と今回の十勝沖地震の両地震の突出量を比較すると図-4.4.6のようになり、今回の地震は釧路沖地震に比べると突出量が小さい。両地震での地震動の大きさ（最大加速度）は同程度で、継続時間は今回の地震の方が長かったと言われているが、その割にはほとんど被害がなかった原因については、釧路沖地震並びに北海道東方沖地震における復旧方法なども含めて今後検討していく必要がある。

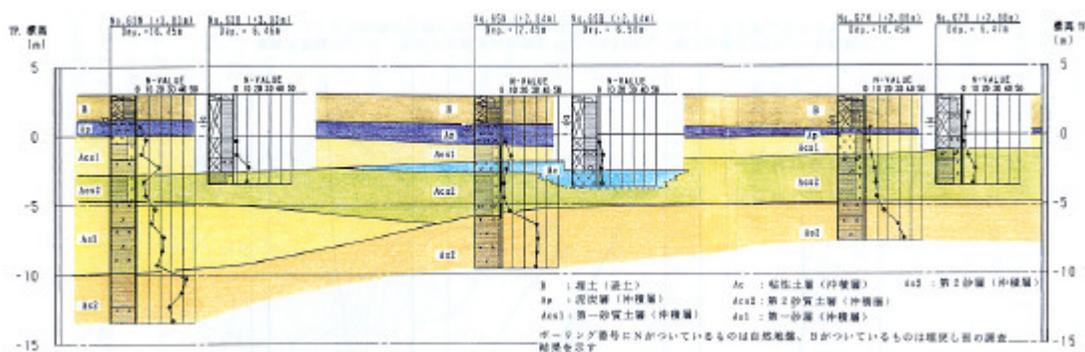


図-4.4.5 桂木1丁目側地質断面図 1)



1993年釧路沖地震
マンホールが1.5m突出



2003年十勝沖地震
マンホールの浮き上がり無し

写真-4.4.19 釧路町桂木4丁目における2003年十勝沖地震と1993年釧路沖地震の下水道マンホールの浮き上がりの比較



写真-4.4.20 2003年十勝沖地震におけるマンホールの突出
(釧路町木場2丁目)



写真-4.4.21 1993年釧路沖地震におけるマンホールの突出
(同上)



写真-4.4.22 1994年北海道東方沖地震におけるマンホールの突出（釧路町木場2丁目）

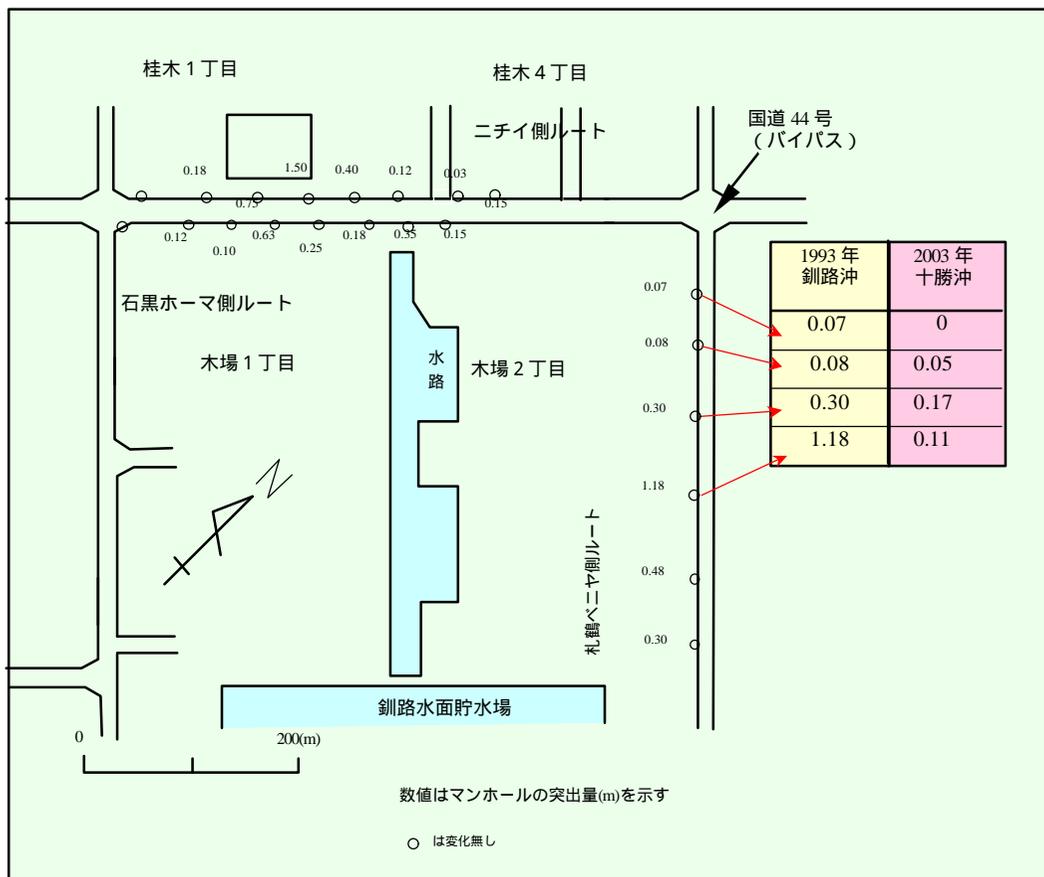


図-4.4.6 釧路町桂木・木場地区における下水道マンホール突出量の比較

4.4.4 釧路町東陽団地

図-4.4.7 に示す釧路側の支流である別保川右岸に位置する東陽団地の西側の住宅地（造成中）で、下水道マンホールが軒並み突出する被害があった。中でも最も西側の道路周辺は、住宅もまだ疎らで、道路も舗装前であったが、その両側のマンホールは図-4.4.8 に示すように、最大126cm 突出した。ただし、この突出量は、マンホールの蓋が地盤面と同じであると仮定して求めたものである。写真-4.4.23 ~ 写真-4.4.26 に示すように、突出量が1m を超えるマンホールは3箇所であるが、他の多くのマンホールもかなり突出していたものが多かった。

同地の地盤性状は分からないが、おそらく泥炭地盤上に火山灰で盛土造成して住宅地を作ったと考えられる。突出したマンホール周辺から噴砂（写真-4.4.26）が見られたが、周辺の家屋は特に痛みがないことから、マンホール浮上の原因は、埋戻土の液状化によるものと推定される。



写真-4.4.23 最大1.26m 突出した道路西側のマンホール列と傾斜した電柱（東陽団地）

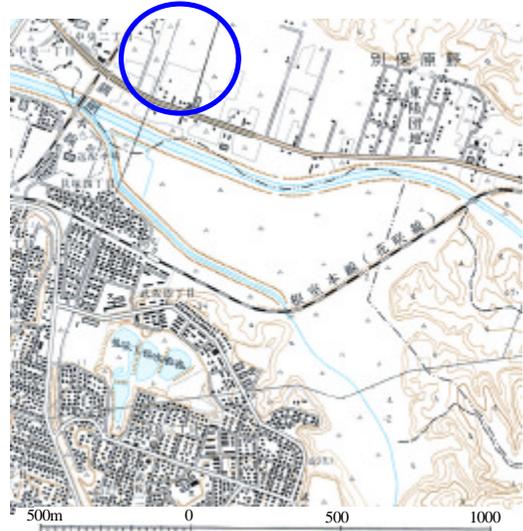


図-4.4.7 釧路町東陽団地調査位置図
（1/2.5 万地形図「釧路」より抜粋）

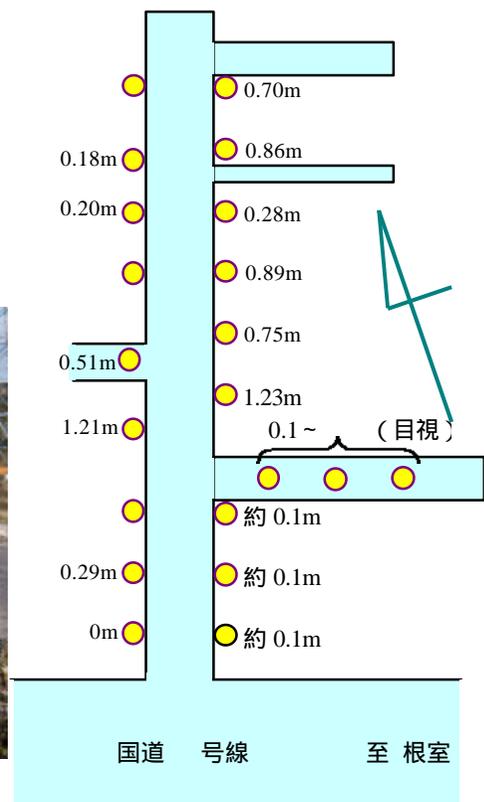


図-4.4.8 下水道マンホールの突出量分布（東陽団地）



図-4.4.24 西側で 1.26m 突出したマンホール（東陽団地）



写真-4.4.25 最大 1.23m 突出した東側のマンホール列（同上）



写真-4.4.26 東側で最も突出したマンホールと噴砂（同上）

4.4.5 その他の下水道被害

(1) 阿寒町

阿寒町では1994年北海道東方沖地震で下水道が被害を受け、マンホール及び管路の周囲に埋戻し材として切込砕石を用いて復旧した。今回の地震では、切込砕石による復旧区間は写真-4.4.27に示すように、ほとんど変状はなかった。これに対して、対策した道路に直交する道路は、北海道東方沖地震の際に被害を受けなかったため、特に対策を行っていなかった。この区間が写真-4.4.28に示すように管路埋設道路が陥没するという被害を受けた。なお、陥没道路の隣にある阿寒町役場の建物は写真-4.4.29に示すように、何の被害も見られなかった。

被害区間と無被害区間は隣接しているため、地震動が大きく異なるとは考えにくく、対策の有無が被害の差に現れたとみてよかろう。これによって、切込砕石がどのような地震にも有効であるとは断言できないが、周囲に砕石を入れるという簡単な工事で液状化被害が防止または軽減できるのであれば、簡単で(かつ経済的)有効な対策と言えるであろう。

(2) 豊頃町茂岩

十勝川右岸に近い豊頃町茂岩では、写真-4.4.30～写真-4.4.32に示すように、マンホールの突出はほとんど見られなかったが、管路埋設地盤の沈下が顕著であった。沈下区間は長いところで300m程度に及んでいた。写真-4.4.31に示したように、沈下箇所には細粒な砂が溜まっている箇所もあることから、このような沈下は埋戻土の液状化によるものではないかと考えられる。数百メートルにわたって沈下が起こった道路は通行止めにはなっていなかったものの、通行にはかなり支障を来す状態であった。

(3) 鶴川町

日高支庁の鶴川町では福住や文京町で最大35cmに及ぶ管路埋設地盤の陥没が発生した。写真-4.4.33～写真-4.4.34は福住の町道における管路埋設道路の陥没である。マンホールは突出していないか、突出していてもその量は小さいが、管路部はかなり大きな陥没が起きている。管路の陥没部の一部から黄褐色の火山灰と見られる土が噴出していた(写真-4.3.35)。また、文京町においても、福住と同様に管路埋設道路が陥没していた(写真-4.4.36)。この被害も他と同様に埋戻土の液状化が原因と考えられる。

(4) 新冠町

新冠町ではサラブレッド銀座展望台の駐車公園トイレの浄化槽周囲の地盤が約20cm沈下し、浄化槽が浮き上がった格好になっていた(写真-4.4.37～写真-4.4.39)。浄化槽も少しは浮き上がった可能性もある。



写真-4.4.27 北海道東方沖地震で対策を行った区間。何ら変状は見られない（阿寒町）



写真-4.4.28 阿寒町役場脇の下水道埋設道路（未対策区間）の陥没



写真-4.4.29 道路陥没区間の隣にある阿寒町役場。被害は見られない（同上）



図-4.4.30 マンホールの突出と埋設地盤の沈下（豊頃町茂岩）



図-4.4.31 下水管路埋設地盤の沈下及び噴砂と見られる細粒の砂（同上）



図-4.4.32 下水管路埋設地盤の沈下（同上）



写真-4.4.33 管路埋設道路の陥没
(鶴川町福住)



写真-4.4.34 管路埋設道路の陥没
(鶴川町福住)



写真-4.4.35 道路陥没部で見られた噴砂
(鶴川町福住)



写真-4.4.36 管路埋設道路の陥没
(鶴川町文京町)

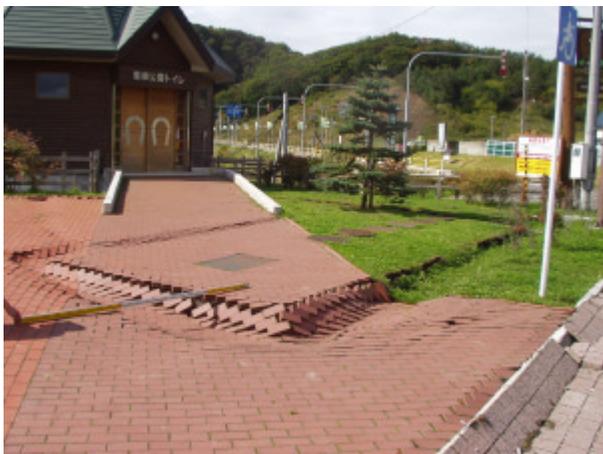


写真-4.4.37 浄化槽周辺地盤の沈下
(新冠町サラブレッド鋳
座)



写真-4.4.38 浄化槽周辺地盤の沈下
(同上)



写真-4.4.39 浄化槽周辺地盤の沈下
(同上)

4. 4. 6 今後の課題

1993年釧路沖地震の際にも指摘されているが、今回の2003年十勝沖地震の下水関連施設被害においても、被害が生じている箇所が、埋め戻し箇所に相当すると考えられることから、埋め戻し材の対策が必要と考えられる。

「下水道施設の耐震対策指針と解説」(1997)によれば、管路の耐震性向上の具体的対策法として、以下の手法が提案されている。

マンホールの浮き上がりを防止するためには、下記に示されているように、液状化発生時の過剰間隙水圧を速やかに消散させ、管路底面に作用する揚圧力の低減が期待できる砕石などの埋め戻し材の施工など、何らかの液状化対策が必要と考えられる。また、今回の地震では、管路埋設地盤(道路)の沈下・陥没した箇所が数多く見られたが、このような被害を防ぐためには、埋戻土の締固めや固化などの等の対策が必要と考えられる。

「下水道施設の耐震対策指針と解説」, 社)日本下水道協会, 1997²⁾

1. 周辺地盤対策

(レベル1)

- ・液状化時に発生する過剰間隙水圧を速やかに消散させ、管路底面に作用する揚圧力の低減が期待できる埋戻し材(砕石等)を用いる。

(レベル2)

- ・液状化の恐れのない埋戻し材(改良土または砕石等)を用いる。

2. 管きよ・マンホール本体の対策

(レベル1)

- ・特別な対策を講じる必要なし

(レベル2)

- ・管種・基礎構造の検討, 多少の変位を許容する構造とする

【4.4節の引用・参考文献】

- 1) 建設省土木研究所：釧路沖地震により浮上した下水道マンホールの調査，土木研究所第3275号，1994.
- 2) 社)日本下水道協会：「下水道施設の耐震対策指針と解説」，1997.
- 3) 基礎地盤コンサルタンツ(株)：平成5年(1993年)釧路沖地震調査報告書(社内技術報告書)，1993.
- 4) 基礎地盤コンサルタンツ(株)：平成6年(1994年)北海道東方沖地震調査報告書(社内技術報告書)，1994.

4.5 住宅地・建物

4.5.1 釧路市緑ヶ岡

釧路市緑ヶ岡は図-4.4.1 に示すように、釧路川東側の台地に位置する住宅地である。同地では 1993 年釧路沖地震の際に斜面崩壊で家屋が滑り落ちて大破する被害（写真-4.5.1）があった他、ガス・水道などのライフラインに大きな被害を受けた。

今回の地震においても緑ヶ岡地区で若干の建物被害や斜面崩壊が発生したが、全般的には軽微な被害であった。写真-4.5.2 は斜面の下の住宅で、地盤の不同沈下のために住宅の基礎が破壊したものである。写真-4.5.3 は建物の傾斜被害であるが、原因が構造部材の破壊によるのか地盤の不同沈下によるのかははっきりしない。写真-4.5.4 は、斜面上のプロック擁壁の土地の上の住宅の被害である。壁面に大きな亀裂が生じており、調査時には取り壊し（修理？）中であった。

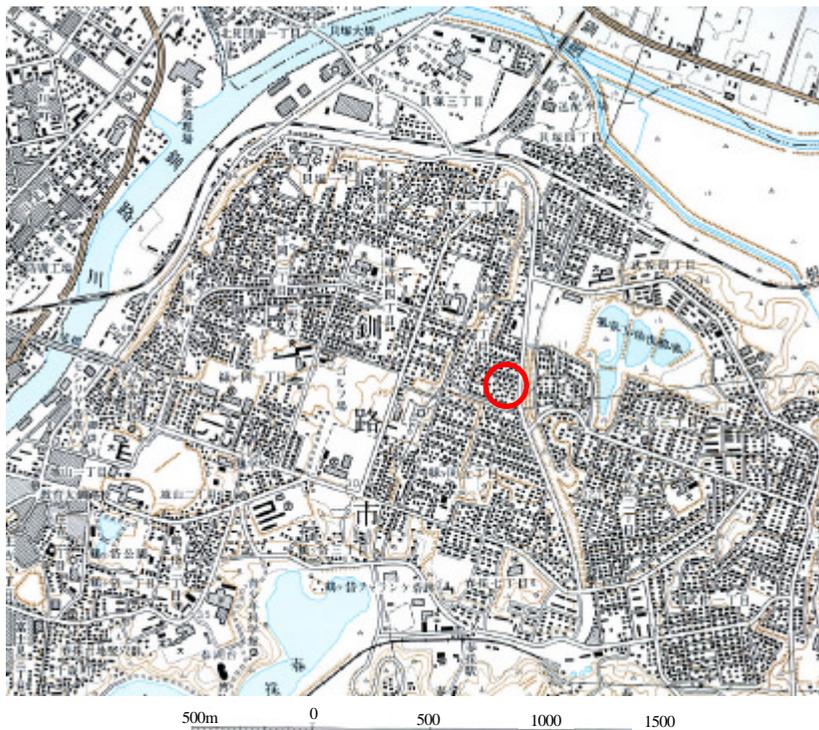


図-4.5.1 緑ヶ岡・武佐地区の調査位置図
(1/2.5万地形図「釧路」より抜粋)



写真-4.5.1 1993 年釧路沖地震における緑ヶ岡 6 丁目の家屋被害



写真-4.5.2 住宅基礎の破壊（釧路市緑ヶ岡）



写真-4.5.3 住宅の傾斜（釧路市緑ヶ岡）



写真-4.5.4 斜面上住宅の壁の亀裂（釧路市緑ヶ岡）



4.5.2 札幌市清田区美しが丘

札幌市の南東方に位置する清田区の新興住宅地である美しが丘で地盤の液状化によると見られる家屋の傾斜が生じた。東京電機大学安田教授の調査によると、傾斜した家屋は7戸で、1~5° 傾斜したということであるが、当方の調査は大きく傾いた2戸の周辺のみである。

被害のあった場所は、北に向かって緩やかに傾斜（勾配は非常に緩い）している。現在（2000年）と1966年当時の1/2.5万地形図を比較したものを図-4.5.3に示す。これによると、1966年当時は、まだ宅地造成が行われておらず、丘陵地帯に果樹が栽培されていたことがわかる。同図中に赤丸を付した傾斜家屋の付近は、昔は小さな谷間の出口であったことがわかる。非常にラフ

ではあるが、等高線から谷の出口の標高を読みとると、70m弱であることがわかる。これに対して現在の標高はおよそ80m程度と推定されることから、10m程度の盛土が行われて造成されたと推定される。

写真-4.5.5~写真-4.5.6は傾斜した2戸の住宅の様子であるが、お互いにお辞儀をするような格好で傾斜している。これは図-4.5.4の模式図に示すように、両方の家屋の荷重が重なり合う中間地点で最も沈下が大きくなるために、お辞儀をするような傾斜になったのではないかと推定される。写真-4.5.7も同様に東側から傾斜家屋を眺めた状況であるが、家屋だけではなく道路も沈下していることがわかる。写真-4.5.8~写真-4.5.9は、それぞれ傾斜家屋の基礎周辺地盤と道路を挟んで東隣の空地の地盤上で見られた噴砂である。噴砂の粒径は図-4.5.5に示すように、細粒分が51.7%と多く、また火山灰の軽石と考えられる礫分も22.2%含まれていた。埋立造成された火山灰が液状化して地盤の支持力が低下し、家屋が傾斜したのと考えられる。

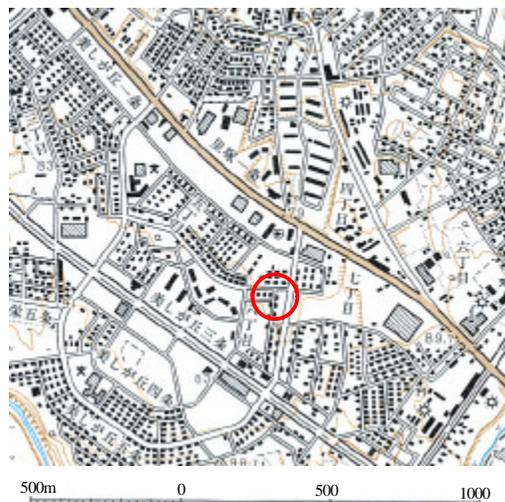


図-4.5.2 札幌市清田区美しが丘3条6丁目の調査地点
(1/2.5万地形図「清田」より抜粋)

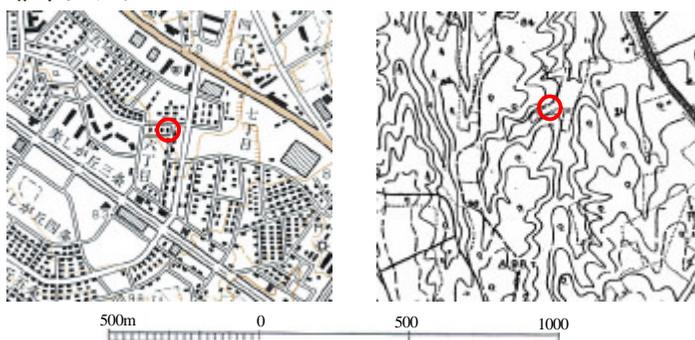


図-4.5.3 現在(2000年)と1966年の地形の変化

るが、お互いにお辞儀をするような格好で傾斜している。これは図-4.5.4の模式図に示すように、両方の家屋の荷重が重なり合う中間地点で最も沈下が大きくなるために、お辞儀をするような傾斜になったのではないかと推定される。写真-4.5.7も同様に東側から傾斜家屋を眺めた状況であるが、家屋だけではなく道路も沈下していることがわかる。写真-4.5.8~写真-4.5.9は、それぞれ傾斜家屋の基礎周辺地盤と道路を挟んで東隣の空地の地盤上で見られた噴砂である。噴砂の粒径は図-4.5.5に示すように、細粒分が51.7%と多く、また火山灰の軽石と考えられる礫分も22.2%含まれていた。埋立造成された火山灰が液状化して地盤の支持力が低下し、家屋が傾斜したのと考えられる。



写真-4.5.5 建物の不同沈下による傾斜
(美しが丘 3-6)

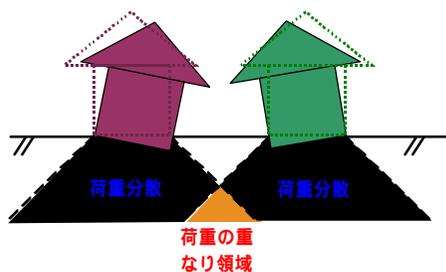


図-4.5.4 家屋のお辞儀傾斜の模式図



写真-4.5.6 傾斜した家屋の近景
(同上)



写真-4.5.7 東側より見た傾斜家屋
(同上)



写真-4.5.8 東側より見た傾斜家屋
(美しが丘 3-6)



写真-4.5.9 東側より見た傾斜家屋
(同上)

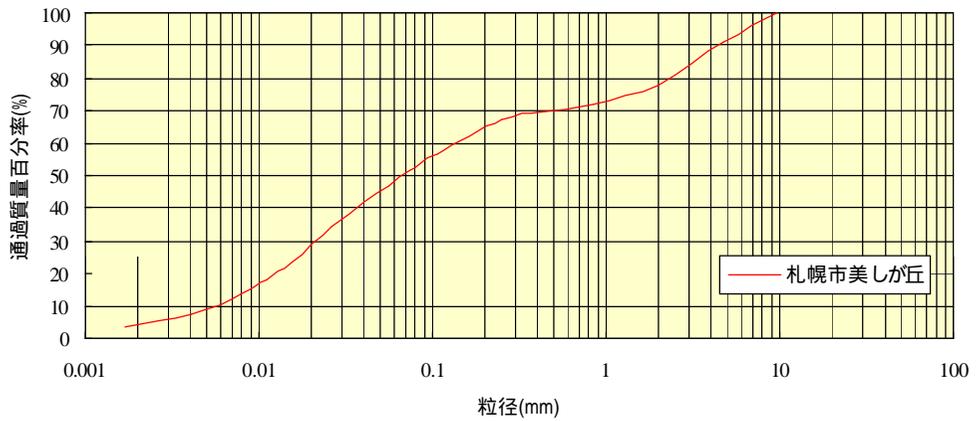


図-4.5.5 噴砂の粒径分布 (美しが丘 3-6)

4.5.3 豊頃町

豊頃町では、前述したように十勝川で堤防の被害があったほか、下水道マンホールが浮上したり、管路埋設地盤が沈下・陥没するなどの大きな被害を受けた。住宅地・建物についても各所で被害が発生した。

(1) 大津寿町

十勝川河口右岸と海岸との間に広がる大津地区の市街地で住宅が液状化により不同沈下した。写真-4.5.10は不同沈下によって家屋の壁に亀裂が入った様子を示している。この住宅は写真右側に約1°傾斜している。この家屋の向かいにある納屋の中では、地面に亀裂が生じるとともにその間から噴砂が発生していた。このため、納屋に置いてあった軽トラックのタイヤが地面にめり込んでいた(写真-4.5.11)。家の外では下水道と思われるマンホールが数十センチメートル突出していた(写真-4.5.12)。

現地調査の際に住民からの要望もあり、東京電機大学の安田研究室によりスウェーデン式サウンディングにより地盤状況が調査されている(図-4.5.6)。調査の結果、GL-1.0mまでが盛土、-1.75mまでが泥炭、-4.0mまでがシルト層、それ以深が砂層という地盤状況であることが判明した。安田教授によると、地下水位以深の埋土が液状化し、さらに埋土が少しすべったことから地盤沈下が生じ、家屋が不同沈下したものと推察している。

この他、水路の護岸が前傾したり、ガソリンスタンドの地下タンクが収納されているコンクリートの床スラブが一部変状するといった被害が見られた(写真-4.5.13~写真-4.5.14)。

(2) 茂岩

十勝川右岸にある豊頃町茂岩の市街地は十勝川と山裾の間に位置しているが、写真-4.5.15~写真-4.5.16に示すように、外壁が落下したり、窓枠が変形するといった建物が見られた。同地は地形の変換点に位置しており、地震動が他に比べて大きかったのかもしれない。

(3) 豊頃南町

十勝川左岸にある豊頃南町では、写真-4.5.17に示すように、国道38号線に面した道路際の盛土上にあったガソリンスタンドが、盛土が滑り出したためにコンクリートの床スラブに大きな亀裂が入った。ガソリンスタンドは、写真-4.5.18に示すように、高さ2m程度の盛土上に作られており、この盛土が滑ったことによって、不同沈下が起こり、コンクリートスラブが破壊したと考えられる。写真-4.5.19は盛土の法肩におけるすべりの状況である。同地においても東京電機大学によってスウェーデン式サウンディングが実施されている(図-4.5.7)。これによれば、約3mの盛土の下は腐植土と粘性土があるようである。盛土のすべりは、基礎地盤を巻き込むような大きなものではなく、盛土の締固め不足に起因する盛土内のすべりであると考えられる。



写真-4.5.10 家屋の不同沈下による傾斜と外壁の亀裂（大津寿町）



写真-4.5.11 納屋における軽トラックのめり込み沈下（同上）



写真-4.5.12 下水道マンホールの突出と噴砂（同上）

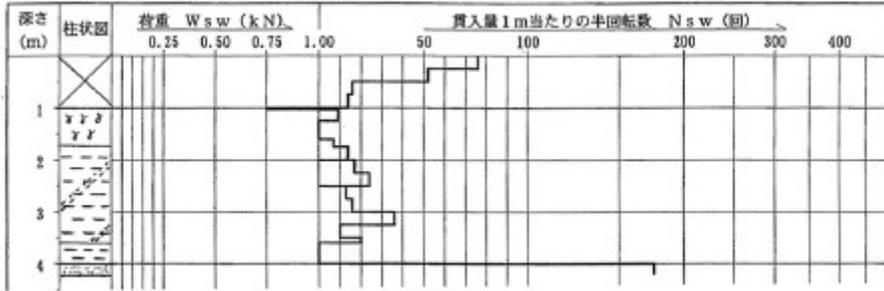


図-4.5.6 大津寿町におけるスエーデン式サウンディング結果



写真-4.5.13 市街地を流れる水路護岸のはらみ出し
(大津地区)



写真-4.5.14 ガソリンスタンド床スラブの変状 (同上)



写真-4.5.15 外壁の落下
(豊頃町茂岩)



写真-4.5.16 外壁の落下 (同上)



写真-4.5.17 ガソリンスタンドの床スラフ
の破壊 (豊頃南町)



写真-4.5.18 ガソリンスタンド背後の盛土のり面（豊頃南町）



写真-4.5.19 ガソリンスタンド背後の盛土のり肩のすべり（同上）

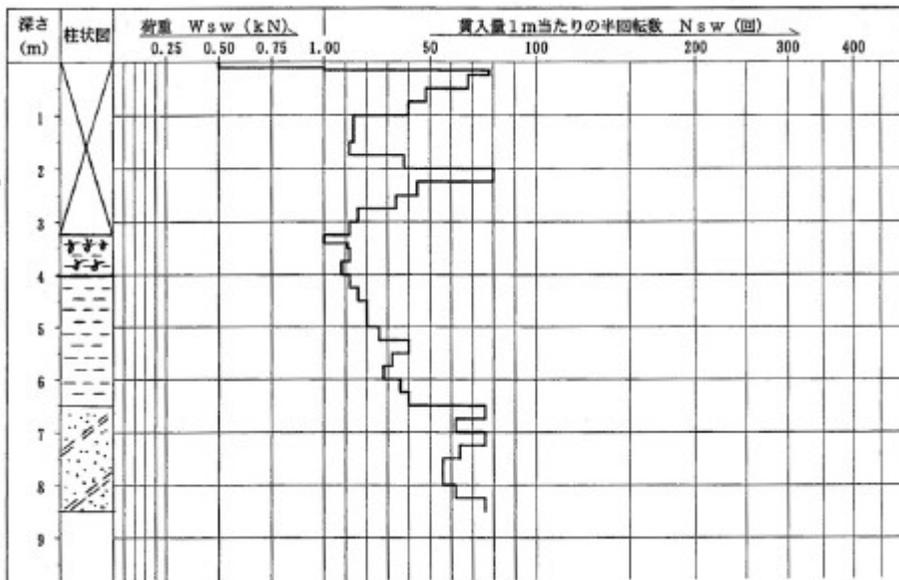


図4.5.7 ガソリンスタンド敷地におけるスエーデン式サウンディング結果（豊頃南町）

4.5.4 その他の被害

(1) 大樹町役場展望塔の倒壊

大樹町役場は屋上に展望塔がある4階建ての洒落た建物であるが、写真-4.5.20に示すように、展望塔の部分が倒壊した。被害の原因は、今後、調査されるであろうが、役場の建物は斜面上に立地していることから、平地よりも大きな地震動が作用した可能性があり、それが被害の一因となっているかもしれない。写真-4.5.21は建物横の擁壁に生じた亀裂である。建物内部の被害があるかどうか分からないが、7月26日に発生した宮城県北部の地震でも、斜面上に造成した小学校が大破した事例があることから、このような斜面を造成した敷地の建物については耐震上の配慮が必要なのかもしれない。今後の研究の進展が待たれるところである。

(2) 様似町ブロック塀倒壊

日高支庁の様似町では、写真-4.5.22に示すようなブロック塀の倒壊が起こった。1978年宮城県沖地震では、ブロック塀の倒壊によって多くの死傷者が出た。今年の7月26日に発生した宮城県北部の地震でも、ブロック塀の倒壊が顕著であったが、幸い死傷者は無かった。

(3) 浦河町・鶴川町における建物周辺地盤の沈下

日高支庁の浦河町および鶴川町では、写真-4.5.23～写真-4.5.24に示すように、建物周辺地盤の陥没が発生している。このような地盤の沈下は地下から建物に入る管路やケーブルに被害をもたらす可能性がある。



写真-4.5.20 展望塔の倒壊（大樹町役場）



写真-4.5.21 擁壁の亀裂
(大樹町役場)



写真-4.5.22 ブロック塀の倒壊
(様似町)



写真-4.5.23 建物周辺地盤の沈下
(浦河町)



写真-4.5.24 建物周辺地盤の沈下
(鵜川町文京町)

4.6 農地

北見市の北東に隣接する端野町において、緩勾配の農地の4ヶ所で地すべりとそれによる陥没が生じた。この場所は図-4.6.1に示すように、石北線の端野駅から約3km程東北にある広大な農地で、20年前に谷地形の凹地にあった水田の上に火山灰性の土で盛土したと言われている。盛土厚さは2~5mと想定されるが、その上に30~50cmの肥沃土を客土して麦やビートの栽培が行われている。全体を砂質の火山灰で覆土し転圧はされていない。図-4.6.1の、の位置で生じた農地の陥没と火山灰の流出状況の全景を示したのが写真-4.6.1である。また、陥没部の頂部を西側から眺めたのが写真-4.6.2である。地中の砂が液状化を起こし、覆土の下を通して下流に流れ出したもので、麦畑はおおよそ幅50m、長さ150mの区間で大きく陥没した。写真-4.6.3~写真-4.6.5は陥没部および土砂流出部の様子である。この部分の平面図と縦断面図を模式的に描いてみると図-4.6.2のごとくなる。平均勾配は3%程度の緩勾配で、上流側150mの部分は全体的に2~3m陥没し、低い部分は噴砂があって歩行困難なほど脆弱であった。表面は波状をなし、中央の突起部分はほぼ周辺の未陥没の畑表面と同じレベルであった(写真-4.6.3)。上流部の地盤表面は2m程度動いているのがクラックの幅等から推定されるが、全体的に水平移動はほとんどなく、陥没が主な地盤変状であった。下流の部分には液状化した火山灰が大量に流出して畑面を覆い、流出部分が約100m下流の灌漑用水路を埋め、更に下流の畑地の表面を覆っていた。流出土砂の相当量は水路沿いに流れ下り、約1km下流までの水路を埋め尽くした(写真-4.6.6)。全体の土砂流出量はおよそ5000~7000m³と推定される。この崩壊の原因は上流150m部分の地下の飽和した緩い火山灰砂が地震動によって液状化したためと考えられる。それが直接地表面に噴出せず、下流に向かって地下を流れ下り、下流部で地上に噴出してきて更に下流に流れ出し、その結果、上中流部で大きな陥没が生じたものと考えられる。液状化は地下2~3mの埋土で生じたと考えられ、地表の非液状化層の厚さが2m程度であったため、地上への直接噴出は起こらず、内部が抜け出した格好となった。なお、この地域では図-4.6.1の、の地点で小規模な滑りとそれに伴う陥没が起きているが、土質や地形の状態は類似している(写真-4.6.7~写真-4.6.11)。

図-4.6.3は地点で流出した土砂と滑落崖で採取した原地盤の火山灰土の粒径分布である。原地盤の火山灰土の細粒分が50%弱であるのに対して、噴出した火山灰土の細粒分は70%とやや多くなっている。これは噴出した火山灰土は、流れ出す際に分級によって末端部に行くほど細粒分含有率が多くなり、また、表面にはシルト・粘土分が多く堆積する。従って、両者の違いは、土質そのものの差異ではなく、分級を起こしているかどうかの違いであると考えられる。

この地点は震源から225km離れており、観測された地表加速度は東西方向で124gal、南北方向で110galであった。これほど弱い震動でも、このような大規模な地すべりや陥没が生じたのは、相当緩い火山灰土が地下水によって飽和されていたのが主要原因と考えられる。

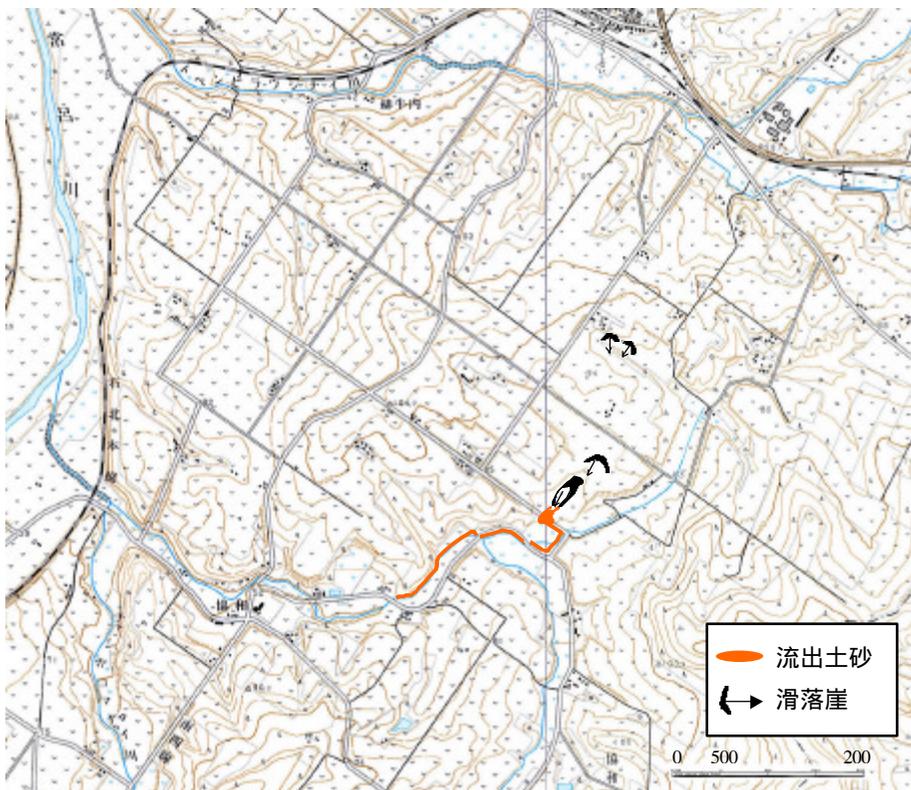


図-4.6.1 端野町協和地区地すべり位置図

(1/2.5万地形図「端野」「緋牛内」より編集)



写真-4.6.1 地すべり地の全景(図-4.6.1の地点)

(北見工業大学 鈴木輝之教授・伊藤陽司助教授・山下聡助教授提供)

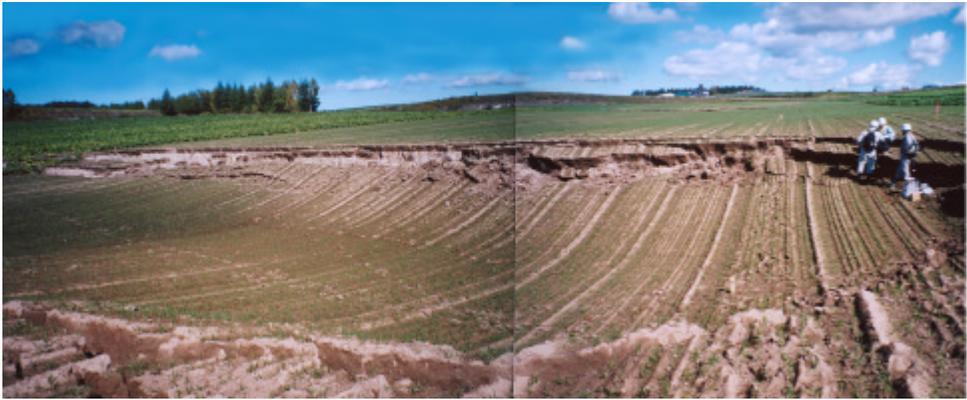


写真-4.6.2 地すべり頭頂部の滑落崖

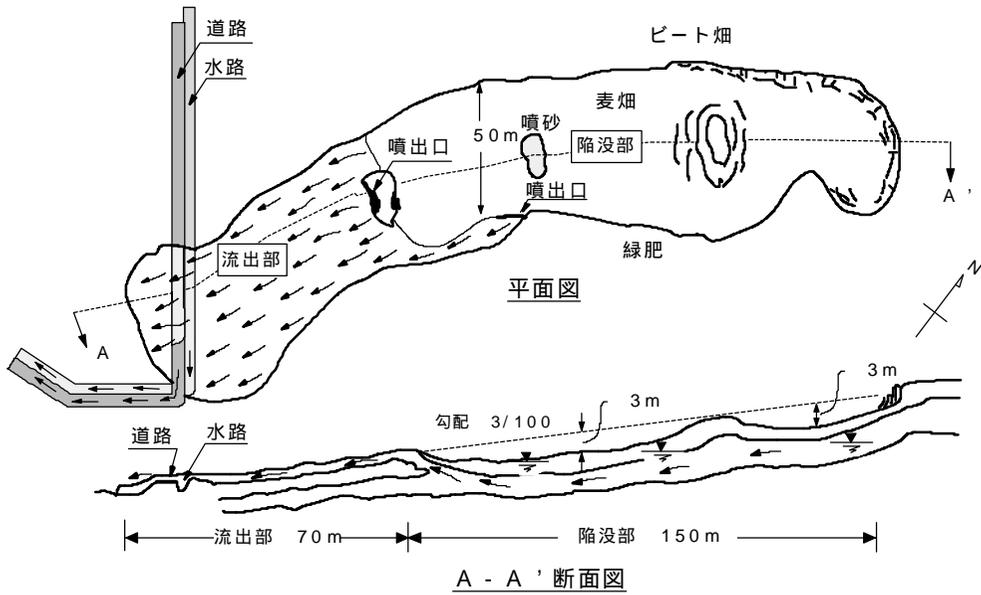


図-4.6.2 陥没地域の模式図



写真-4.6.3 下流側より眺めた地すべり陥没部（地点）



写真-4.6.4 地すべり頭頂部の滑落
崖近景（地点）



写真-4.6.5 火山灰噴き出し部の近景
（地点）



写真-4.6.6 噴出土砂が流入した水路。すでに排土されている
（地点）



写真-4.6.7 滑落崖上部から噴出部を眺めた様子（地点 ）



写真-4.6.8 地すべり地点中間部から噴き出した火山灰質砂（地点 ）



写真-4.6.9 傾斜地の地すべり滑落崖（地点 ）



写真-4.6.10 傾斜地の地すべり滑落崖（地点）



写真-4.6.11 緩傾斜地の地すべり滑落崖（地点）

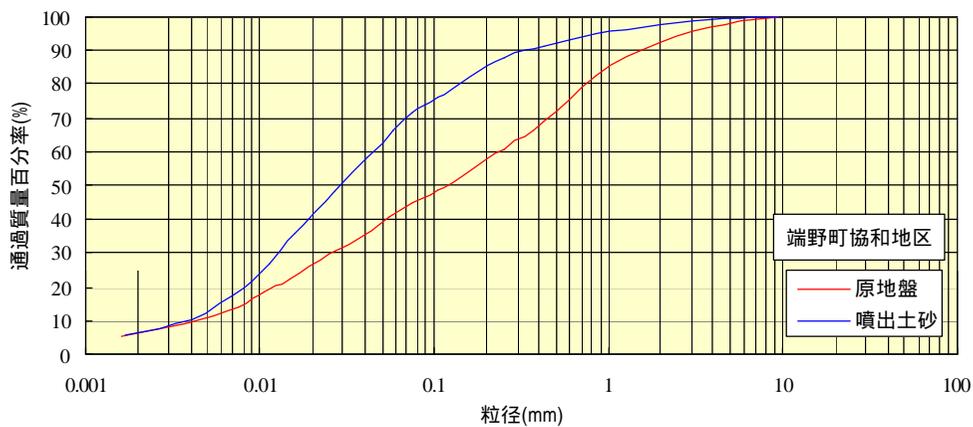


図-4.6.3 噴出した土砂と原地盤の火山灰質土の粒径分布（端野町協和地区）

5. まとめ

2003年十勝沖地震は道東地方に被害を及ぼした地震としては、1994年北海道東方沖地震以来である。4章では、調査を行った地震被害について、写真を中心として解説をし、可能な場合には被害原因の推定も行っている。本章は、これらの被害の特徴をまとめたものである。現時点では、原因が明らかにされていない被害が大部分であるので、誤解に基づく解釈もあると思われる。このような点についてはご容赦いただき、今後の原因解明結果を待っていただきたい。

今回の地震は M8.0 という巨大なものであったが、震源の深さが 42km とやや深く、また震央が陸地から 80km 程度離れていたため、地震規模の割には甚大な被害は少なかった。しかし、大きな揺れ（震度 以上）の範囲は、北海道だけではなく、宮城県東部にまで及び地震規模の大きさに比例した広大な範囲で揺れたことになる。

震源に近い広尾（K-NET）で約 1000gal の最大加速度が観測されたが、500gal を超える地震動は 6 地点程度しかなく、1000gal を超える地震動が幾つも観測された 7 月 26 日の宮城県北部の地震（M6.2）に比べると、最大加速度という点では小さかったが、震源距離が 200km 以上の地点でも最大加速度 200gal 以上の地点が数多くあり、宮城県北部の地震のような直下型地震とはかなり趣を異にしている。

この地震では津波が北海道の太平洋沿岸から東北地方までの広い範囲を襲った。潮位観測所での最大津波高は 2.5m（十勝港）であるが、津波の痕跡調査からは、えりも岬百人浜で 4m に達する津波が襲ったと考えられている。また、今回の津波の特徴として、何回も繰返し来襲したことが指摘されている。これは津波が広尾から釧路にかけての弧状の海岸線で複雑な反射をしたためと言われている。

地震規模の割には被害は全般的に小さかった。地震の影響を受けた地域の人口が少なかったことが大きい要素であるが、そのような要素を差し引いても家屋被害が少なかったことが一つの特徴と言える。その原因としては、北海道の家屋は瓦屋根でないため、トップヘビーにはなりにくいこと、冬季の凍上対策のために基礎が頑丈にできていることがあげられる。

十勝川の河口付近の右岸堤防がすべり破壊を起こした。1993 年釧路沖地震では十勝川の中流部で被害が大きかったが、今回の地震では河口付近の被害が最も大きかった。大きな崩壊を起こした堤防では、のり尻に噴砂が見られたことから、地盤の液状化によってせん断抵抗が減少し、堤体がすべり破壊を起こしたと考えられる。

下水道マンホールおよび管路の被害が顕著であった。1m を超えるマンホールの突出が数ヶ所で見られた他、管路を埋設した道路の沈下・陥没が各所で発生した。これらの被害は埋戻し砂（火山灰？）の液状化が原因と考えられる。なかでも、釧路町の東陽団地では、下水道マンホールが軒並み突出し、大きなものは 1.6m 程度突出した。電柱の傾斜等はあったものの、住宅には被害がなく、また、道路もマンホール以外には大きな破損がないことから、地盤そのものは液状化せず、マンホールの埋戻し土が

液状化したことによる被害ではないかと推察される。

阿寒町のように、碎石で置き換えたりして液状化対策を行ったマンホールや管路が無被害であった地点もあり、今後の下水道管路の耐震対策を考える上で、重要な知見が得られたと考えられる。

港湾・漁港における液状化は今回の地震においても見られたが、液状化対策を行っていた地区は被害がほとんどなかったことが報告されている。しかし、釧路港の西港第4埠頭では、ケーソン岸壁背後の地盤を固化改良した地区で 50cm に達する沈下が発生した原因については、今後、究明が必要であろうと考えられる。

人命に関わるような大きな斜面崩壊はなかったが、えりも岬周辺の道路では、急斜面のため数多くの斜面崩壊が発生した。1993 年釧路沖地震で大きな被害が発生した釧路市緑ヶ岡地区では、今回は若干の斜面崩壊や住宅被害が見られたが、全体的には軽微な被害であった。

震源から 225km 離れた北見支庁の端野町協和地区で発生した大規模な農地の陥没は、農地以外に被害はなかったものの、規模の大きさから言って今回の地震の特徴的な被害の一つに数えられる。

緩い傾斜の農地において、透水性の小さい農耕土の下の火山灰土が液状化し、水平方向に流動して噴出したために陥没が起こったものであるが、これまでの知見では、このような緩傾斜地盤では、液状化した地層は上部の非液状化層(農耕土)とともに、下流方向に流動するのではないかと考えられていたが、非液状化層は移動せず、液状化層のみ移動し噴出するという現象は、液状化に伴う流動現象に新しい知見を付け加えたものと言える。

苫小牧の精油所において原油及びナフサタンクの火災が発生し、住民に衝撃を与えた。この被害については調査を行っていないので、原因について推論できるような材料は何も持ち合わせていないが、新聞等にはスロッシングという言葉もでてきている。タンクのスロッシングによる被害は、既往の地震でも報告されているが、スロッシングを起こすような長周期の地震動がどのような地盤条件で生成されたのか、今後解明されることを期待したい。

道東地域は過去 10 年間に今回の地震も含めて 3 度の大きな地震に襲われている。各地震の震源や規模が異なっているので、被害を直接比較することはできないが、各地震による被害分布や被害形態を比較することによって、今後の地震対策に有用な知見が得られるのではないかとと思われる。この場合、被害の種類とともに、位置情報をできるだけ詳しく記録しておくことが重要であると考えられる。また、過去の地震で被害があった地点で今回は被害がなかったという地点が幾つもあるが、その原因についても、今後、地道に研究を行っていくことが重要であると考えられる。

営業所一覧表

事業所	TEL	FAX	e-mail
本社	☎ (03)3263-3611	(03)5210-9405	hq_sales@kiso.co.jp
ジオ・エンジニアリング事業部	☎ (043)250-5228	(043)250-4542	
北海道支社	☎ (011)822-4171	(011)822-4727	hk_sales@kiso.co.jp
道東支店	☎ (0154)22-8356	(0154)22-8357	
苫小牧事務所	☎ (0144)57-5956	(0144)57-5960	
函館事務所	☎ (0138)24-3037	(0138)24-3038	
東北支社	☎ (022)291-4191	(022)291-4195	th_sales@kiso.co.jp
山形支店	☎ (023)645-4411	(023)645-4553	
青森事務所	☎ (017)722-5861	(017)722-5876	
秋田事務所	☎ (018)864-4770	(018)865-4259	
盛岡事務所	☎ (019)636-0920	(019)636-0930	
福島事務所	☎ (024)545-1176	(024)545-1322	
関東支社	☎ (03)5632-6800	(03)5632-6815	kt_sales@kiso.co.jp
横浜支店	☎ (045)212-0422	(045)212-0433	
北関東支店	☎ (048)653-7291	(048)653-7293	
千葉支店	☎ (043)254-5571	(043)254-5651	
水戸支店	☎ (029)227-3423	(029)227-3422	
北陸支店	☎ (025)257-1888	(025)257-1880	
群馬事務所	☎ (027)324-7681	(027)324-7819	
栃木事務所	☎ (028)651-4165	(028)651-4164	
多摩事務所	☎ (042)548-7731	(042)548-7732	
上越事務所	☎ (025)527-2461	(025)527-2460	
中部支社	☎ (052)589-1051	(052)589-1275	cb_sales@kiso.co.jp
静岡支店	☎ (054)284-2010	(054)284-2091	
岐阜事務所	☎ (058)276-7012	(058)276-7015	
三重事務所	☎ (059)235-5733	(059)235-5735	
金沢事務所	☎ (076)249-4492	(076)249-4495	
関西支社	☎ (066)536-1591	(066)536-1503	ks_sales@kiso.co.jp
兵庫支店	☎ (078)811-7916	(078)811-7919	
滋賀事務所	☎ (077)526-0755	(077)526-3507	
和歌山事務所	☎ (073)402-4701	(073)402-4702	
奈良事務所	☎ (0742)35-5191	(0742)35-5193	
京都事務所	☎ (075)582-8348	(075)595-4122	
中国支社	☎ (082)238-7227	(082)238-7949	cg_sales@kiso.co.jp
四国支店	☎ (089)927-5808	(089)927-5812	
岡山支店	☎ (086)244-8161	(086)244-6165	
山口支店	☎ (083)925-2080	(083)925-2081	
島根事務所	☎ (0852)28-7244	(0852)28-7245	
高知事務所	☎ (088)883-0088	(088)883-0261	
徳島事務所	☎ (088)657-0550	(088)657-0505	
香川事務所	☎ (0877)32-3924	(0877)32-3924	
九州支社	☎ (092)831-2511	(092)822-2393	ky_sales@kiso.co.jp
長崎支店	☎ (095)821-7150	(095)821-7180	
熊本支店	☎ (096)386-1400	(096)386-1403	
大分事務所	☎ (097)538-9033	(097)538-9035	
宮崎事務所	☎ (0985)25-3267	(0985)25-3024	
鹿児島事務所	☎ (099)257-1522	(099)257-1396	
沖縄事務所	☎ (098)942-0640	(098)942-0641	
海外事業部	☎ (03)3263-3611	(03)3239-4597	os_sales@kiso.co.jp
シンガポール支社	☎ (65)67473233 ~ 6	(65)67474411	
クアラルンプール支社	☎ (603)80761377	(603)80761376	
ジャカルタ事務所	☎ (021)7986663	(021)7987024	
ハノイ連絡事務所	☎ (84)4-943-2568	(84)4-943-2568	