

平成 6 年(1994年)北海道東方沖地震

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

平成 6 年（1994年）北海道東方沖地震

調査報告書

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

はじめに

1994年10月4日午後10時23分、釧路・根室地方を震度6の烈震が襲った。この地震は根室半島沖約150km（深さ30km）を震源とするマグニチュード8.1の巨大地震で、気象庁によって「平成6年（1994年）北海道東方沖地震」と命名された。地震の直後に太平洋沿岸に津波警報が出され、35分後には根室に高さ173cmの津波が押し寄せたが、一部地区が冠水した程度で、昨年の「北海道南西沖地震」のような大惨事には至らなかったことは不幸中の幸いであった。

今回の地震の負傷者は435人（死者は無し）であり、「釧路沖地震」の966人に比べると地震規模の割には人的被害や物的被害は小さかったが、被害は根室地方を中心として広範囲に及んでいる。震源に近かった国後、択捉などの北方四島では、軍の病院が倒壊したのをはじめ、地震動や津波のために多くの建物が被害を受け、11名の死者がでた。

「北海道東方沖地震」の被害は広範囲に及んでいるが、被害を受けた地域には大きな都市がなく人口も少なかったため、地震動が大きかった割には、いわゆる都市型災害は少なかった。しかし、道路が各所で寸断され、港湾・漁港では地盤の液状化のため大きな被害を受けた。また昨年の「釧路沖地震」で復旧された箇所が、今回の地震で再度被害を受けたケースも見られた。

当社では地震による各種被害と地盤との関連に着目して、地震直後から釧路事務所を中心として、本社・北海道支社の専門技術者が延べ2週間にわたって現地調査を行った。この報告書は、当社が調査した地震被害について写真を中心に紹介したものであるが、公表可能な地形・地盤資料については極力紹介するようにした。限られた時間内での調査であったので、調査もれや記述の不正確な点は数多くあると思われるが、その点をご容赦いただきたい。

この報告書が地震被害のメカニズムに関する研究や今後の地震防災・地震対策に少しでもお役に立てば幸いである。

平成6年12月

調 査 日 程

第一次調査	北海道	10月 5日～10月10日
	青 森	10月 6日
第二次調査	北海道	10月12日～10月15日
第三次調査	北海道	10月29日～10月31日
第四次調査	北海道	11月 3日～11月 4日

被害調査団メンバー

本社技術部	森本 巖
北海道支社	斉藤和夫, 長崎 淳
釧路事務所	山下正良, 小西 彰, 斉藤 裕
東北支社	井上雅裕
関東支社	岡田 進, 山下浩二
中部支社	田中史郎

Airscape of Hokkaido KUSHIRO · NEMURO



作成 北海道地図株式会社

目 次

	頁
1. 地震の概要	
1.1 地震の諸元	1
1.2 道東地方の地震活動	5
1.3 過去の被害地震	7
1.4 地震動	9
2. 道東地方の地形・地質	
2.1 概 説	13
2.2 釧路地域	15
2.3 根室地域	19
2.4 網走～斜里地域	20
3. 被害の概要	
3.1 概 説	21
3.2 構造物別の被害	24
3.3 北方領土の被害	28
4. 道路施設の被害	
4.1 道路盛土	29
4.2 橋 梁	37
4.3 その他の施設	41
4.4 被害と地形・地盤の関係	43
5. 住宅地・建築物の被害	
5.1 丘陵地における被害	45
5.2 平地における被害	51
6. ライフラインおよび関連施設の被害	
6.1 概 説	57
6.2 下水道の被害	58
7. 港湾・漁港施設の被害	
7.1 釧路港	67
7.2 花咲港	73
7.3 その他の港湾・漁港	79
8. その他の被害	83
9. 釧路沖地震との比較	85
おわりに	93
引用・参考文献リスト	95

1. 地震の概要

1.1 地震の諸元

1994年10月4日午後10時23分、北海道根室半島の東約150kmを震源とするM8.1の地震が発生した。気象庁は、この地震を『平成6年(1994年)北海道東方沖地震』と命名した(本報告書では、略して「北海道東方沖地震」と呼ぶ)。地震の諸元は次のとおりである。

発生年月日 : 1994年10月4日22時23分

マグニチュード : 8.1

震源の位置 : 北緯43度22分, 東経147度40分, 深さ30km

この地震の規模は、昨年、北海道で起こった「釧路沖地震」, 「北海道南西沖地震」(いずれもM7.8)を大きく上まわっており、1923年関東地震(M7.9)や1968年十勝沖地震(M7.9)よりもさらに大きく、1952年十勝沖地震(M8.2)に匹敵する。

余震域は図-1.1に示すように、東北東-西南西方向に長軸(約180km)をもつ楕円形をしており、本震の位置は余震域の東端にあたる。釧路気象台の76型地震計によって観測された10月20日午前9時までの地震の発生回数は2902回であり、根室における有感地震回数は120回を数えている。本震の発生から15時間程度は、3時間毎の発生回数が100回前後となっているが、それ以降は急激に減少してきている。地震後5日目の10月9日午後4時56分にはM7.3の余震があり、釧路で震度4(中震)を記録した。

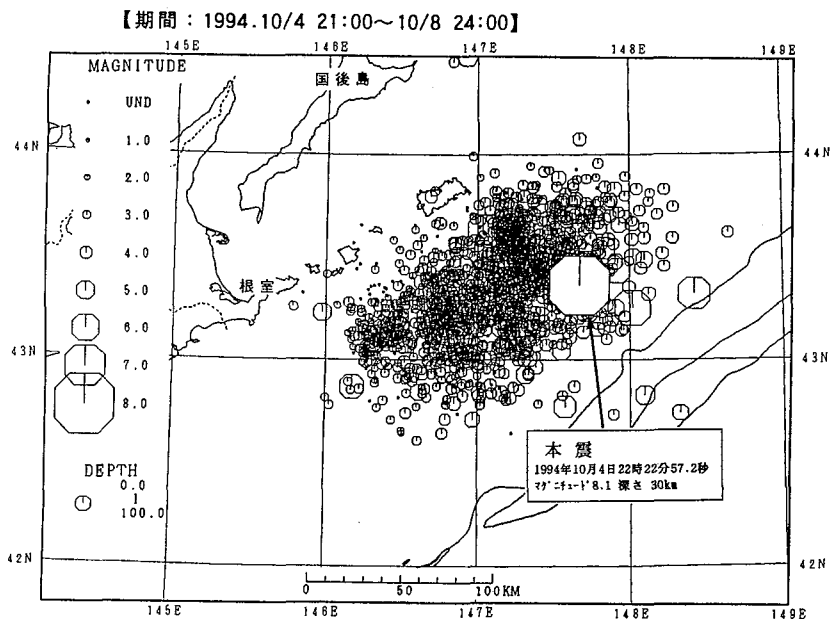


図-1.1 震央分布図¹⁾

Location of mainshock and aftershocks

各地の震度は図-1.2に示すとおりである。地震の有感地域は、西は兵庫県豊岡、南は小笠原諸島の父島までの広い範囲にわたっている。なかでも釧路と厚岸では震度6（烈震）を記録した。震度6は、昨年1月の「釧路沖地震」（M7.8）の際にも釧路で観測されており、釧路市は2年間で2回もの烈震に見舞われたことになる。

釧路よりも震源に近い根室などで震度5（強震）となっているが、気象庁が十勝・釧路・根室管内で実施した調査では、図-1.3に示すように釧路市や厚岸町の他にも、震源に近い根室市、浜中町、別海町、中標津町で震度6の地域があったようである。調査の過程で見た墓地の墓石転倒状況も地区によってかなり大きな違いがあった（写真-1.1参照）。なお釧路で観測された震度は、従来から用いられてきた体感による方法ではなく、計測機器によって決められた初めてのものである。



図-1.2 各地の震度¹⁾

Seismic intensity distribution based on JMA Scale

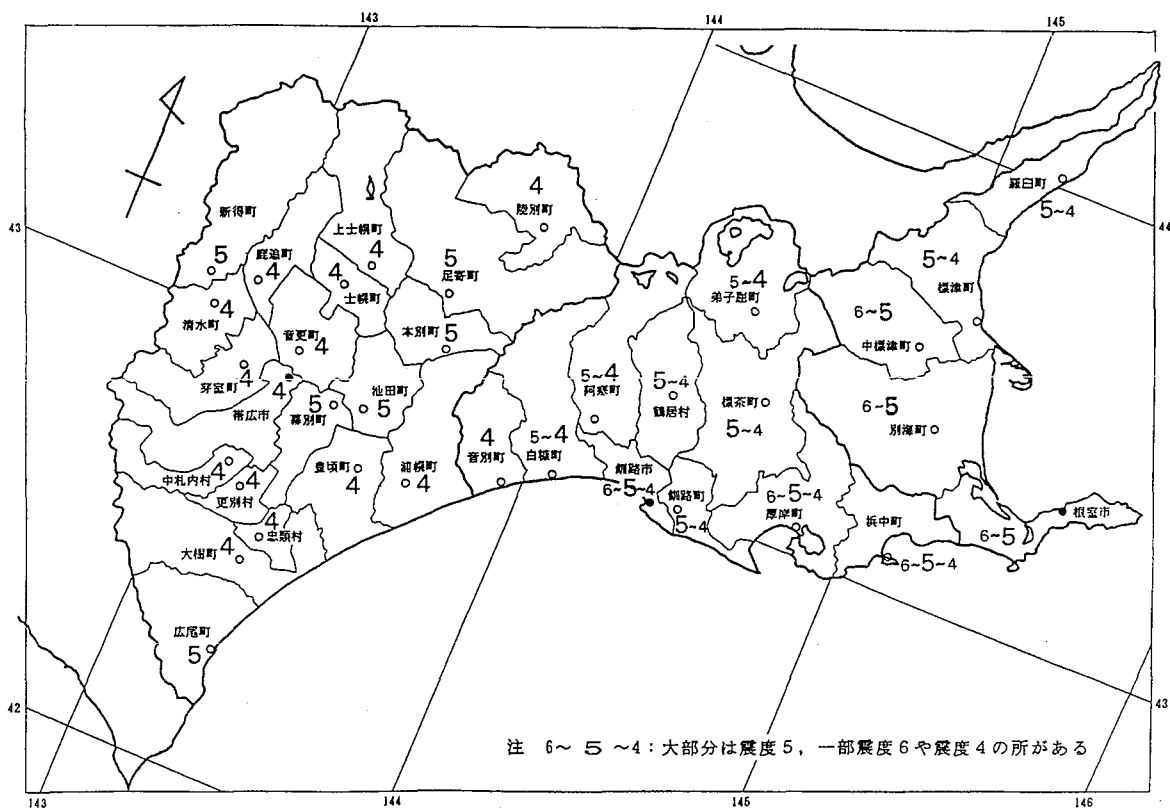


図-1.3 十勝・根室・釧路支庁管内の推定震度分布図¹⁾
Estimated seismic intensities in Tokachi, Nemuro and Kushiro districts



写真-1.1 ほとんどの墓石が転倒した墓地（別海町大成墓地）
Cemetery where many tombstones fell down

この地震では地震発生5分後の午後10時28分に太平洋沿岸に津波警報が出された。午後10時58分には根室花咲港で高さ173cm、5日午前3時2分には釧路港で97cmの津波が観測されたが、幸いにして一部の地区が冠水した程度で大きな被害にはならなかった。5日午前5時55分には津波に関するすべての警報・注意報が解除された。各地で観測された津波の最大高さを表-1.1及び図-1.4に示す。

表-1.1 津波の最大高さ一覧表¹⁾

Observed elevations of tsunami

観 測 点	津波の最大高さ		観 測 点	津波の最大高さ	
	発 現 時 刻	高 さ		発 現 時 刻	高 さ
花 咲 (根室)	4日 23h04m	173cm	網 走	5日 02h31m	15cm
釧 路	5日 03h02m	97cm	布 良 (館山)	5日 00h07m	16cm
浦 河	5日 01h46m	23cm	岡 田 (大島)	5日 00h11m	8cm
八 戸	5日 02h53m	72cm	八重根 (八丈島)	5日 01h41m	18cm
宮 古	4日 23h32m	72cm	清水港	5日 00h50m	16cm
大船渡	4日 23h37m	46cm	御前崎	5日 00h40m	23cm
鮎 川	5日 01h37m	43cm	父 島	5日 01h05m	81cm
函 館	5日 04h14m	50cm	横 浜	5日 02h05m	24cm
小名浜	5日 00h06m	31cm	舞 阪	5日 03h00m	14cm
銚子漁港	5日 00h04m	21cm			

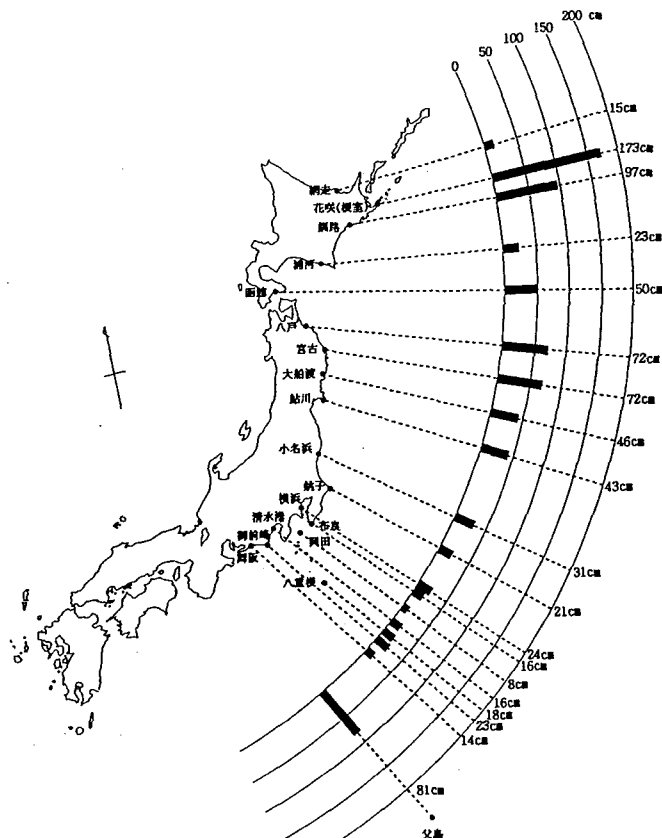


図-1.4 津波の高さ分布図¹⁾

Distribution of tsunami heights

1.2 道東地方の地震活動

「北海道東方沖地震」が発生した根室半島沖では図-1.5に示すように北海道を乗せた北アメリカプレートの下に、南東から太平洋プレートが千島海溝で潜り込んでいる。このため両プレートの接触部分にひずみがたまり、この一帯では地震が発生しやすくなっている。図-1.6は道東地方の既往地震の震央分布図であるが、北海道南東沖が“地震の巣”と呼ばれるとおり、プレート境界とほぼ平行に震央が密集している。

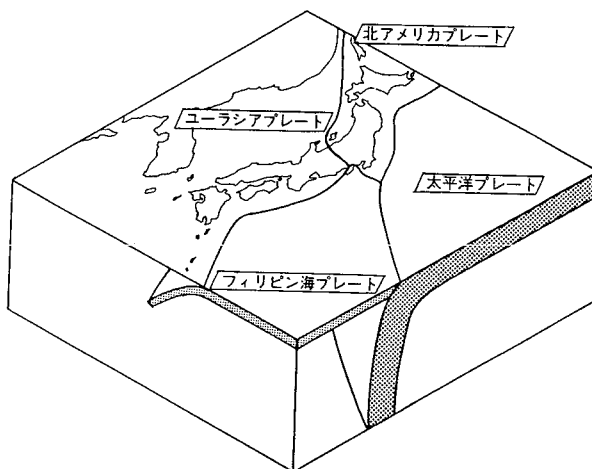


図-1.5 日本周辺のプレート分布²⁾
Plate tectonics around Japan Archipelago

(震源の深さ80km未満)

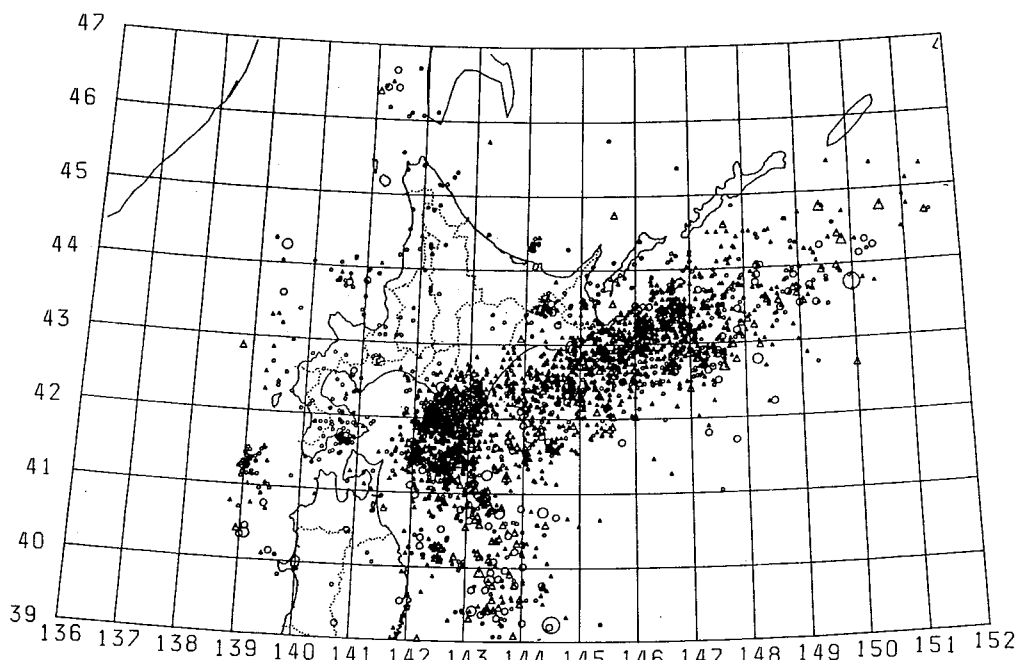


図-1.6 北海道付近の有感地震の震央分布 (1926年～1983年)³⁾
Epicenters of perceptible earthquakes (1926-1983)

図-1.7は北日本の太平洋沿岸地域で発生した巨大地震の震源域の分布を示したものであるが、巨大地震は千島列島から北海道沖に沿ってお互いのナワバリを持ちながら並んでいることがわかる。この地域の巨大地震の発生域は図-1.8に示すようなゾーンに分けられるが、A,B,D,E,Fの各ゾーンでは十勝沖地震(1952)以降、M7.8以上の大地震が相次いで発生し、またCゾーンには1973年に根室半島沖地震(M7.4)が発生したので、1952年以降の一連の地震活動によって、千島海溝内側の大地震の震源域は埋め尽くされたことになる。歴史的にみると、これらのサイクルは20年前後の活動期と30~60年程度の静穏期が交互に現れるようである(表-1.2参照)。今回の地震はDゾーンで起こっているが、この領域では1969年にM7.8の地震が起きているので、25年後に同じゾーンで巨大地震が発生したことになる。

今回の地震は、今年の「釧路沖地震」と同じく、太平洋プレートの内部が崩壊する「プレート内地震」と呼ばれるタイプの地震であったとの見方が強いが、最近、米ロ合同現地調査で、色丹島が約60cm沈降したことを確認したことから、この地震が「プレート境界地震」であったとの説も出されている。

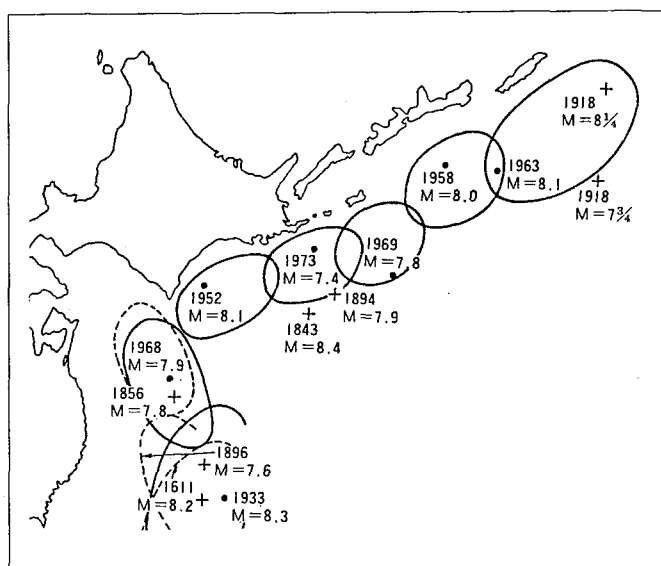


図-1.7 北海道太平洋沿岸部の地震域 (文献4より抜粋)
Focal regions along the Pacific coast of Hokkaido

表-1.2 南千島-北日本沖の大地震⁵⁾
Large earthquakes off south Kurile-northern Japan

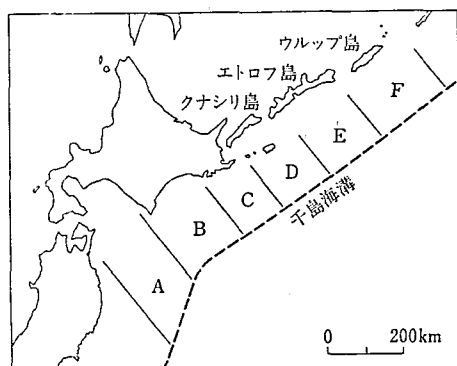


図-1.8 南千島-北日本沖の震源域⁵⁾
Focal regions off south Kurile-northern Japan

A	B	C	D	E	F	期 間
1763 <i>M</i> 7 ³ / ₄		不		明	1780 <i>M</i> 8	17 年
						59
1856 <i>M</i> 7 ³ / ₄	(1839) <i>M</i> 7.3	←1843→ <i>M</i> 8.4		不	明	17
						37
#		←1894 <i>M</i> 7.9	1893 <i>M</i> >7.5		(1918)* 1918 <i>M</i> 7.8 <i>M</i> 7.9	25
						34
1968 <i>M</i> 7.9	1952 <i>M</i> 8.1	(1973) <i>M</i> 7.4	1969 <i>M</i> 7.8	1958 <i>M</i> 8.0	1963 <i>M</i> 8.1	21

三陸沖地震(1896)がかかる。* F領域かも知れない。

1.3 過去の被害地震

道東地方の太平洋沿岸地域は、前述したように地震多発地帯であり、多くの地震で被害を受けている。この地域で発生した被害地震のうち主なものをまとめると表-1.3のようになる。またこれらの被害地震の震央位置を図-1.9に示す。

表-1.3 道東地方太平洋沿岸部の主要な被害地震一覧表（文献6より加筆・修正）
List of past disastrous earthquakes which occurred near the Pacific coast of eastern Hokkaido

No	発生年月日	震央位置	M	被害概要
1	1839 5. 1	釧路・厚岸 (釧路沖)	7.3	国泰寺の石灯籠倒れ、戸障子破損。津軽でも強く感じる津波あり。
2	1843 4.25	根室・釧路 (釧路沖)	8.4	厚岸市中倒潰家屋多し。しばらくして津波襲来。厚岸市街及び対岸の真竜村の家屋は悉く流出。夷人45人死す。釧路地割れ4.5尺。根室国野村にて人家倒壊多し。
3	1881 10.25	北海道東方沖	7.0	国後島泊湊で塀倒れ、根室で陶器の破損少なからず。
4	1894 3.22	根室南西沖	7.9	厚岸付近で震害最も激しく、家屋全潰11、半潰17、負傷者1人。根室では全潰なく、ほとんど煉瓦煙突の破壊により負傷者4人、建物破損70戸。釧路で圧死1人、負傷者1人。霧多布で家屋倒潰1戸、倉庫倒潰2戸。津波波高1.5m。
5	1899 5. 8	根室半島南東沖	6.9	根室で土蔵・家屋破損15～16戸。壁の亀裂、瓦の落下、堤防・石垣等の被害。根室で震度VI。
6	1904 3.18	根室半島南東沖	6.8	根室町で古い土蔵壁に亀裂を生ず。根室・厚岸・標津地方で震度V。
7	1904 7. 1	根室半島南東沖	6.4	壁・土地亀裂などの軽被害を生ず。根室・厚岸・標津地方で、震度V。
8	1915 3.18	十勝沖	7.0	芽室村字美生村と戸葛村で家屋倒潰し、死者1人。浦河で震度V。
9	1926 9. 5	十勝沖	6.8	十勝郡大津村で家屋の微小被害。十勝川下流域で軟弱地盤に亀裂を生ず。広尾で震度V
10	1952 3. 4	釧路沖 1952年十勝沖 地震	8.2	北海道南東部に大被害。津波による被害も大。死者・行方不明33人、負傷者287人、家屋全壊815戸、半潰1324戸、一部破損6395戸、焼失20戸、浸水328戸、流出91戸。津波は釧路沿岸で1～2m、霧多布で5mに達した。浦河・帯広・釧路・広尾で震度V
11	1961 8.12	根室半島南東沖	7.2	負傷者4人、家屋一部破損11、集合煙突倒壊15、木橋全壊1。津波あり。釧路・帯広・広尾・浦河・根室で震度IV。
12	1962 4.30	広尾沖 広尾沖地震	7.0	負傷者3人、住家被害158戸（うち倒壊2棟）、集合煙突の破損多く、道路の亀裂・崩壊も所々にあり。その他、鉄道・通信線などに軽微な被害。帯広・広尾で震度V
13	1964 6.23	根室半島南東沖	7.1	負傷者1人、鉄道の築堤変化9、最大沈下量1m。器物破損あり。根室・釧路・広尾・浦河で震度IV。
14	1969 8.12	北海道東方沖	7.8	根室市花咲港の岸壁に小亀裂、釧路市内で小被害。津波あり、花咲港で129cm。釧路・根室・広尾で震度IV

表-1.3 道東地方太平洋沿岸部の主要な被害地震一覧表（続き）

List of past disastrous earthquakes which occurred near the Pacific coast of eastern Hokkaido(continued)

No	発生年月日	震央位置	M	被害概要
15	1971 8.2	十勝沖	7.0	線路の狂い、壁・水道管の亀裂、崖崩れなどの軽被害。津波あり。広尾で40cm。浦河で震度V。
16	1973 6.17	根室半島南東沖 1973年6月17日 根室半島沖地震	7.4	根室地方で被害大。負傷者26人、住家全壊2戸、一部破損1戸、床上浸水89戸、床上浸水186戸、非住家被害32。津波あり、花咲で4m以上。根室・釧路で震度V。
17	1973 6.24	根室半島南東沖	7.1	1973年根室半島沖地震の余震。負傷者1人、家屋一部破損2。その他道路・水道施設などにも被害。津波あり、花咲で103cm。釧路で震度V。
18	1993 1.15	釧路沖 1993年釧路沖 地震	7.8	釧路市を中心に北海道東部に大きな被害。被害額889億。死者2人、負傷者966人。家屋全壊53戸、半壊254戸、一部破損5311戸。土木被害199ヶ所、214億円。液状化による釧路港の被害大。ガス・下水道などのライフラインに被害が大きかった。

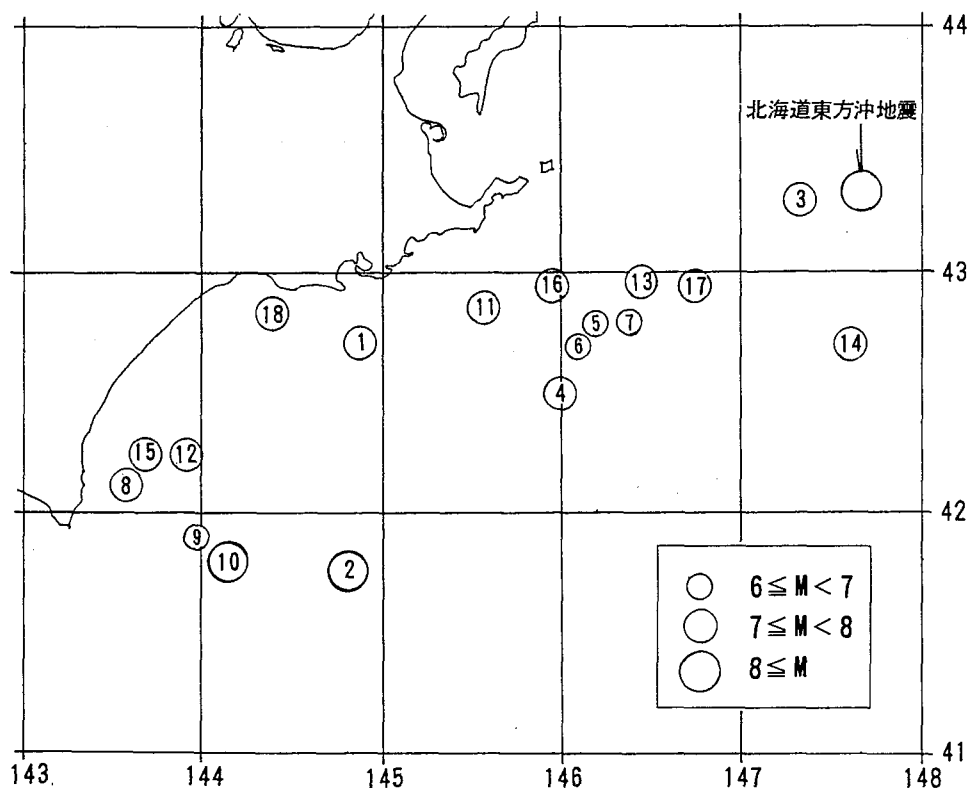


図-1.9 道東地方太平洋沿岸地域の被害地震分布図

Epicenters of past disastrous earthquakes which occurred near the Pacific coast of eastern Hokkaido

1.4 地震動

気象庁では、全国の気象官署に87型電磁式強震計を配置しており、「北海道東方沖地震」では各地で多くの強震記録が得られた。表-1.4には、本震と余震（10月9日16時56分 M7.3）の際に主要な気象官署で記録された地震加速度の最大値を示す。最も大きな加速度を記録したのは釧路で、その最大加速度は475gal(E-W方向)である。釧路気象台では、昨年1月の「釧路沖地震」で919galの最大加速度が観測されている。最大値に関して言えば、今回の地震は昨年地震のほぼ半分であった。震源により近い根室では釧路ほど大きくはないが、370galの最大加速度が記録されている。余震の規模はM7.3と大きかったが、最大加速度は小さく、震度IVを記録した釧路でも50gal弱であり、本震と比較するとほぼ1/10である。

図-1.10～図-1.12には根室測候所で観測された強震波形とフーリエスペクトル及び加速度応答スペクトルを示す。100galを超えるような大きな地震動は約30秒間続いているが、その前には30秒程度、数10galの地震動がある。今回の地震の継続時間が長かったといわれるのは、地震が始まってから最大加速度に至るまでの時間がかかなりあったためと考えられる。また地震動の卓越周期はおよそ0.3秒であり、短周期成分の卓越した地震波形といえる。

表-1.4 主要気象官署の最大加速度一覧表⁷⁾

Peak ground accelerations recorded at JMA observatories

地点名	本震（10月4日 M8.1）					余震（10月9日 M7.3）			
	震央距離 Δ (km)	震度	最大加速度 (gal)			震度	最大加速度 (gal)		
			N-S	E-W	U-D		N-S	E-W	U-D
釧路	270	6	456.4	474.9	193.5	4	42.1	44.7	15.2
根室	169	5	370.2	331.4	184.1	3	31.9	28.2	12.6
浦河	422	5	115.2	44.7	39.1	3	11.2	14.6	3.7
網走	282	4	43.7	41.5	18.8	1	3.0	3.0	1.4
苫小牧	500	4	103.1	81.4	30.1	3	11.3	8.0	3.4
八戸	599	4	75.2	79.1	21.0	2	6.6	7.1	0.7
盛岡	678	4	93.7	82.5	30.9	2	5.9	5.6	1.7
大船渡	691	4	55.3	75.3	19.4	1	3.2	2.7	1.1
函館	593	3	28.1	22.3	14.6	2	3.6	4.0	1.5
札幌	516	3	14.1	13.3	8.0	1	—	—	—
石巻	767	3	45.5	45.0	16.2	1	1.8	1.5	0.6
小名浜	916	3	18.7	15.9	9.0	1	—	—	—
東京	1090	3	20.9	21.4	6.0	—	1.0	1.1	0.3

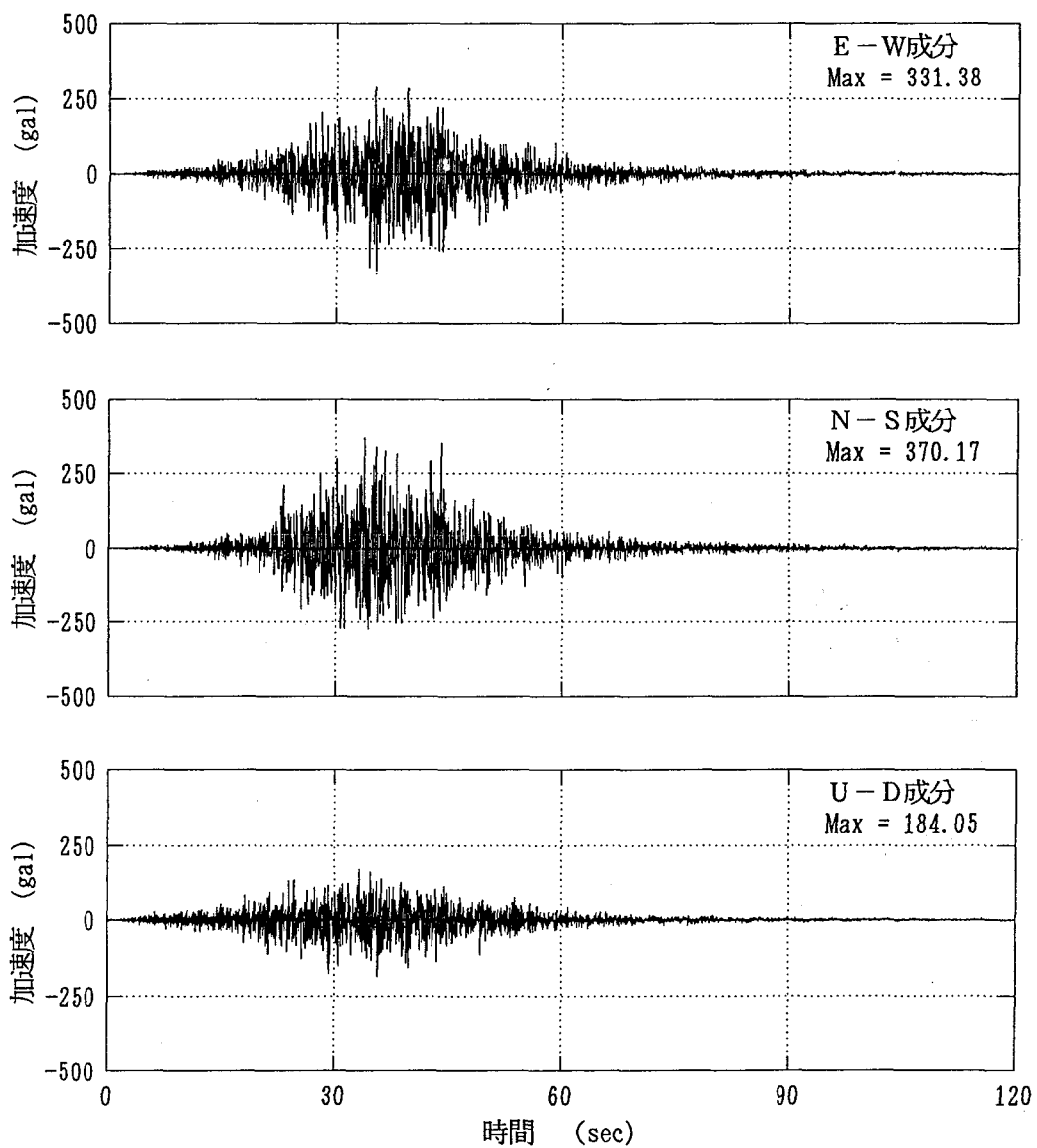


図-1.10 根室測候所の強震波形⁷⁾
Acceleration time histories recorded in Nemuro station

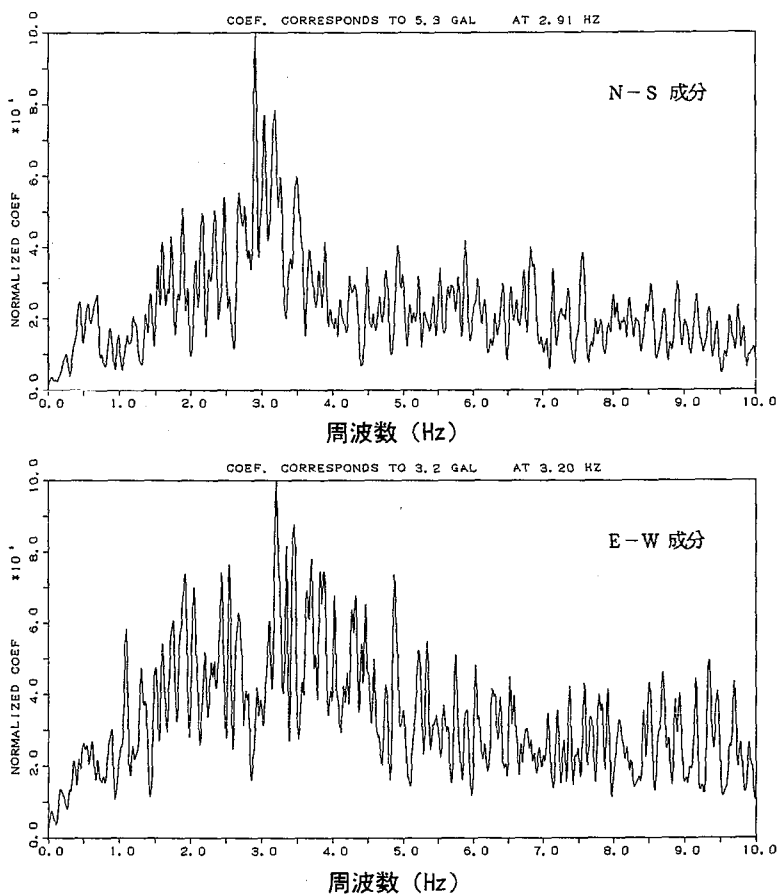


図-1.11
地震波形（根室）の
フーリエスペクトル⁷⁾
Fourier spectra

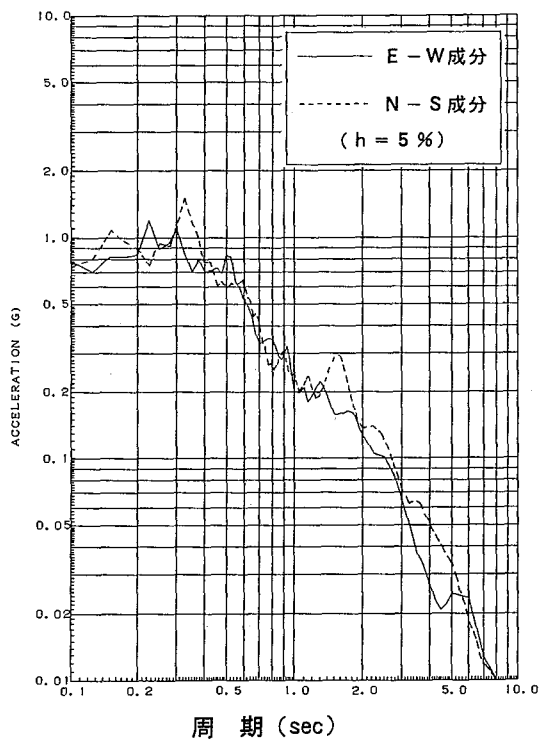
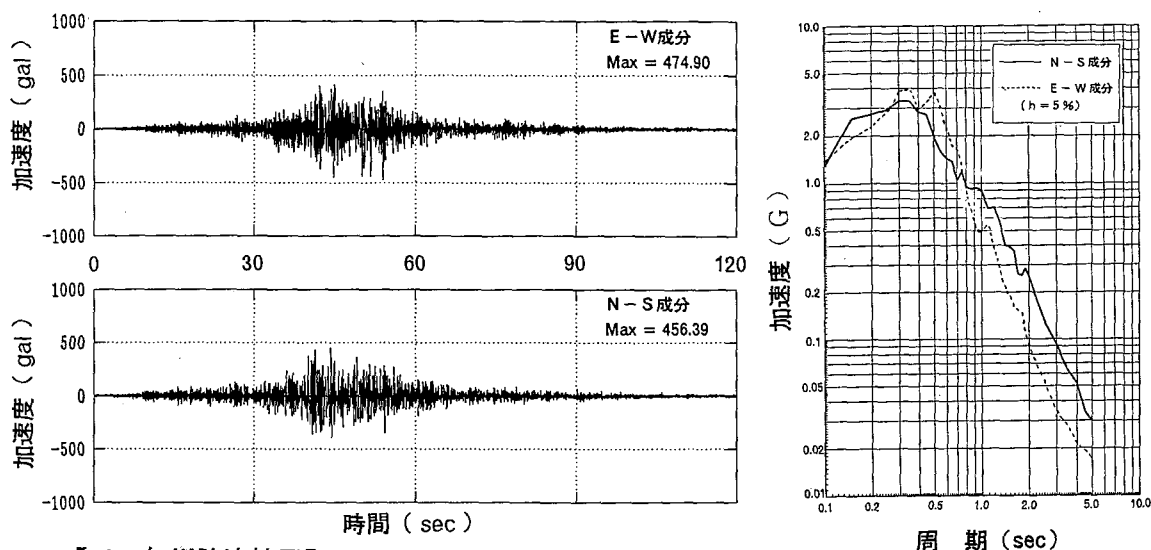


図-1.12
地震波形（根室）の
加速度応答スペクトル⁷⁾
Acceleration response spectra

図-1.13に今回の地震と昨年の釧路沖地震の記録（釧路気象台）を比較した結果を示す。加速度波形の比較では、振幅の違いはあるものの、100gal以上の主要動の継続時間は両方とも30秒程度である。しかし釧路沖地震が地震の始まりから主要動に至る時間が極めて短いのに対して、今回の地震では主要動に至るまでに数10gal程度の振幅の地震動が数10秒間続き、しかも振幅が徐々に大きくなっているのが特徴である。このことから今回の地震は、いわゆる揺れている時間がかなり長かったといえよう。また周波数特性は、両者とも0.3秒付近にピークを持ち、長周期成分がほとんどない類似したスペクトル形状を示している。

【1994年北海道東方沖地震】



【1993年釧路沖地震】

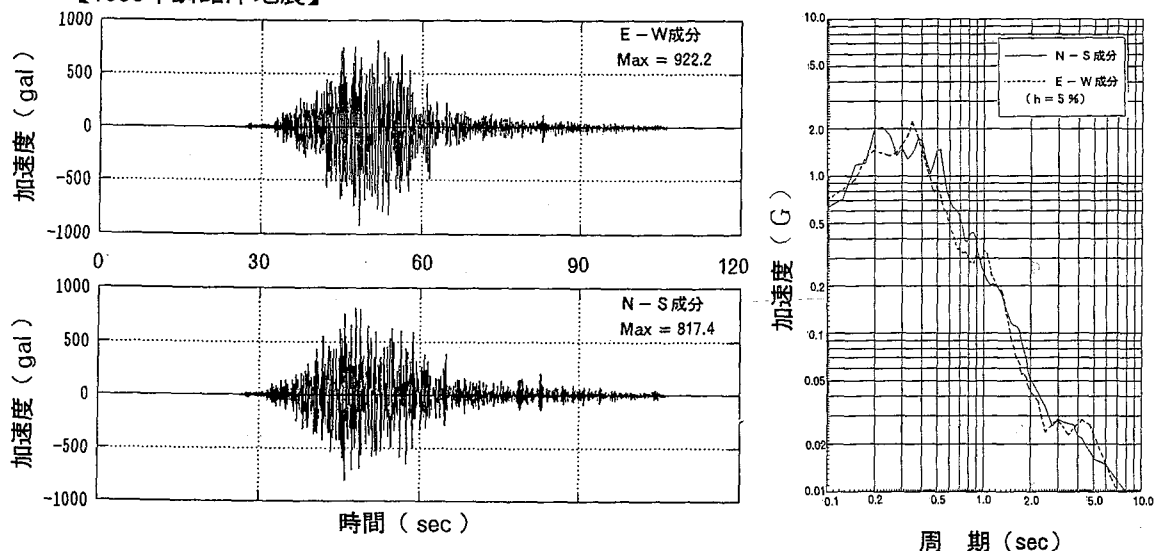


図-1.13 「北海道東方沖地震」と「釧路沖地震」の比較（釧路気象台）^{7), 8)}
Comparison of Hokkaido Toho Oki and Kushiro Oki earthquakes based on ground motions observed in Kushiro Observatory

2. 道東地方の地形・地質

2.1 概 説

道東地方は、北海道の行政区分では、釧路、根室、網走、十勝の4地域に分けられる。本章では、大きな被害を受けた釧路と根室地域を中心とした地形・地質の概要を紹介する。

道東地方の地形は、図-2.1に示すように東部火山地域、根釧台地、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、摩周湖、屈斜路湖などのカルデラ湖を有する。周辺には更新世から完新世の火山碎屑流堆積物および降下火山噴出物からなる広い火山山麓地が展開し、その下部は新第三紀系からなる基盤で構成される。

根釧台地は、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、北部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。

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。

十勝平野は広大な面積をもつ平野で、十勝構造盆地と呼ばれる。西は日高山脈、北は石狩山地、東は白糠丘陵と三方を山地・丘陵地に取り囲まれ、南は海に開けた平野で、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する。地質的には鮮新世~更新世の堆積物が厚く堆積し、第四系は十勝川流域と南の海岸地帯に分布する。図-2.2には道東地方の概略地質図を示す。

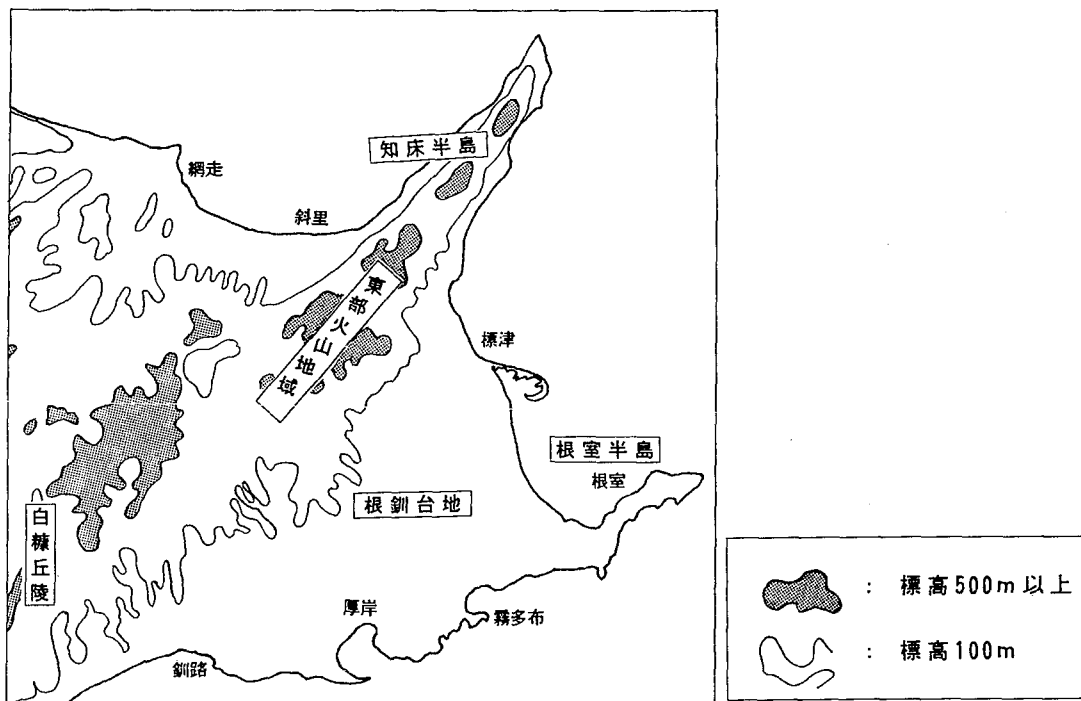


図-2.1 北海道東部地域の地形区分 (文献9を加筆修正)
Topography of eastern Hokkaido region

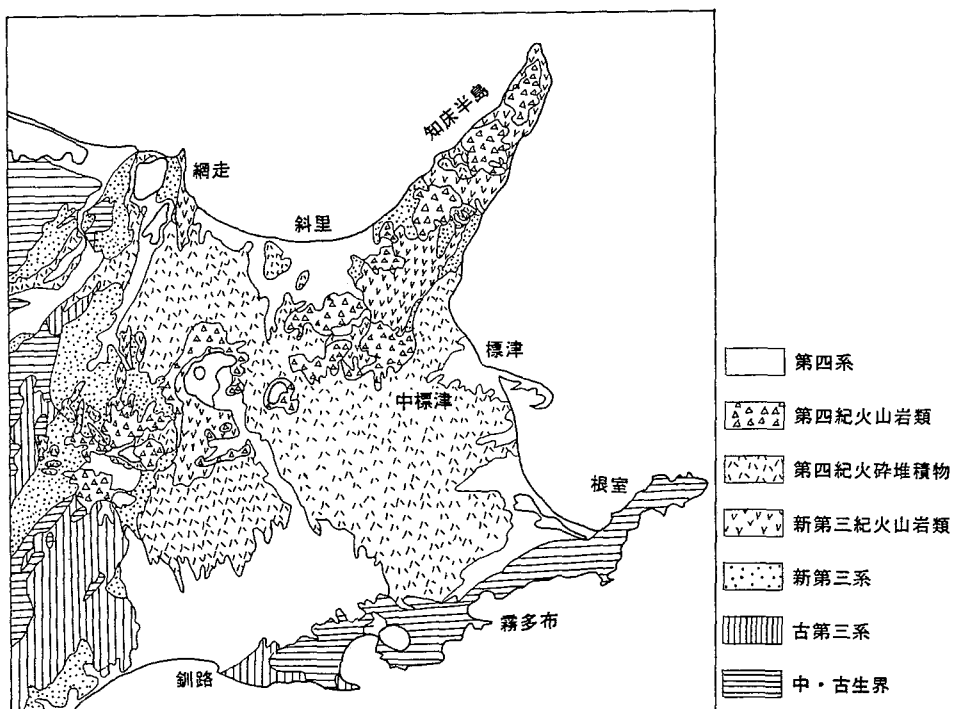


図-2.2 北海道東部地域の概略地質図 (文献11より抜粋)
Geologic map of eastern Hokkaido region

2.2 釧路地域

釧路地域は、複雑な海岸線をもって広く太平洋に面し、背後に広大な泥炭地の釧路湿原、阿寒火山地帯、東は根釧台地に連続するなど、地形・地質の変化に富んだ地域である。図-2.3～図-2.5及び表-2.1は、釧路・根室地域の表層地質および地形区分を示したものである。釧路地域の低地には、中央部を流下する釧路川沿いに釧路湿原、東の厚岸湾に注ぐ別寒辺牛川流域に厚岸湿原が発達する。その他、各河川沿いには谷底平野、河口付近には三角州性低地が見られる。低地には沖積世の堆積物が広く分布し、その厚さは最大80mにも及ぶ。最上部の地層は、海岸線に沿った地域では砂丘堆積物が分布し、内陸部の低地には、ほとんどの地域に泥炭が分布する。また主要な河川沿いには砂・礫・粘土からなる氾濫原堆積物が分布する。

一方、低地を囲むように発達する台地・丘陵地は、東の根釧台地と北西に位置する鶴居丘陵から構成される。根釧台地は標高70～140mからなる根室面と一段低い釧路面の二つの緩い起伏を持った海岸段丘からなる。この台地の地質は根室本線付近を境に南北で大きく異なり、南部は根室層群（白亜紀）の基盤岩である泥岩・砂岩から構成されるのに対し、北部は釧路層群（第四紀更新世）の未固結礫・砂・泥から構成され、最上部は屈斜路軽石流堆積物の軽石・火山灰に覆われている。

釧路低地の北に発達する鶴居丘陵は、南西から北東へ次第に高度を上げ（標高100～300m）、阿寒火山地帯の山麓に接する丘陵地で、数多くの河川が丘陵地を開析して発達するため、極めて起伏に富む地形を呈する。地質は釧路層群が基盤を形成し、上部には阿寒火山砕屑物からなる軽石・火山灰が表層を覆って堆積する。これらの台地、丘陵地の釧路川北東の地区は、完新世の新时期火山灰（摩周系統）に覆われている。このように釧路地域の台地、丘陵地は一般に良好な地盤からなるが、台地には大小の沢が刻まれており、その部分は泥炭などの軟弱な地盤が堆積している。

図-2.6には、根室・釧路地域の代表的な土質柱状図を示す。

表-2.1 釧路地域の地質層序表（松井愈編集，文献11を加筆修正）
Generalized geologic column of Kushiro district

地質時代		大案毛— 釧路地域	鶴居丘陵地域			
			南部		北部	
完新世		沖積層	沖積層		沖積層	
更新世	後期	段丘堆積物 屈斜路火砕流 堆積物	段丘堆積物		段丘堆積物	
		大案毛層	宮島累層			
	中期	城山層	阿寒降下火砕堆積物		釧路層群	クチョロ層
		釧路層群 塘路累層 達古武累層	釧路層群	塘路累層 達古武累層		オンネピラ層 幌呂層
鮮新世		床丹層	阿寒層群			

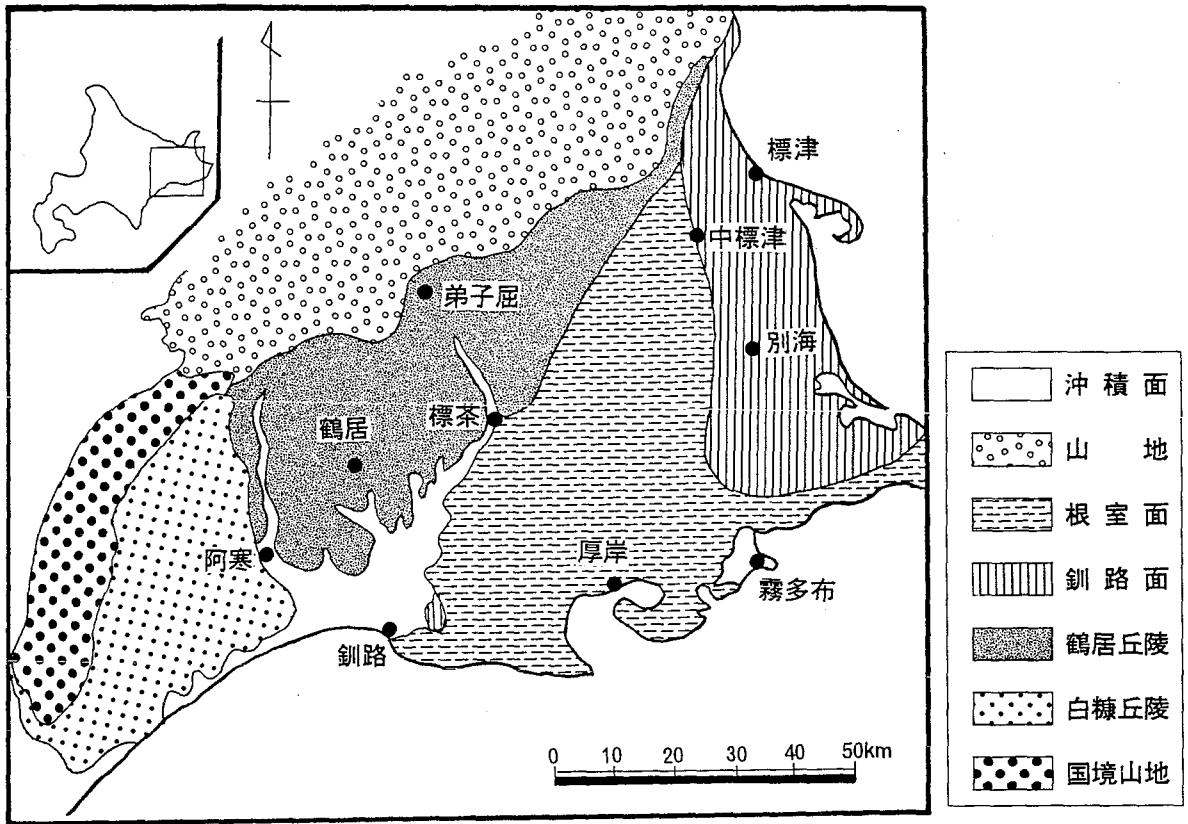


図-2.3 釧路・根室地域の概略地形区分 (文献10を修正)
Outline of macrotopography in Kushiro and Nemuro districts

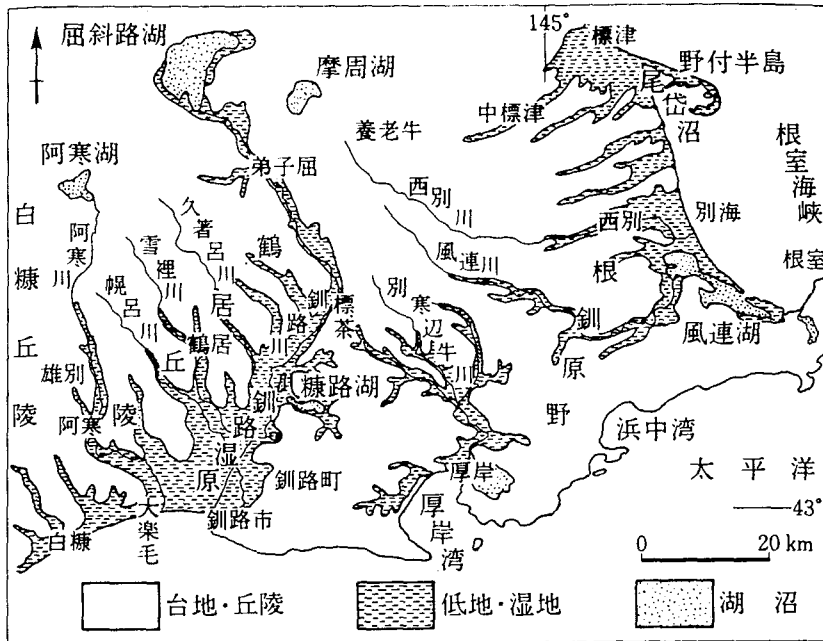
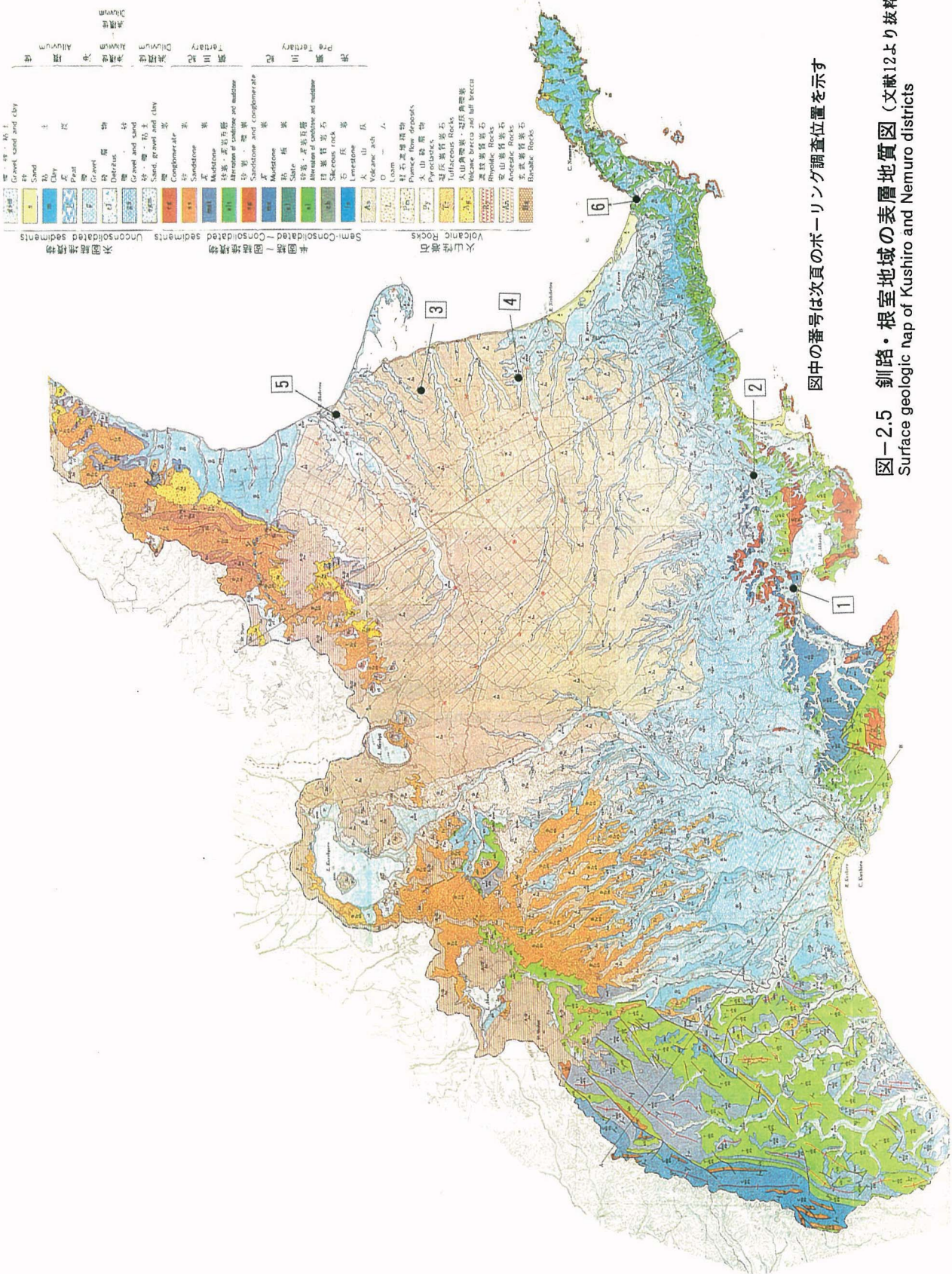
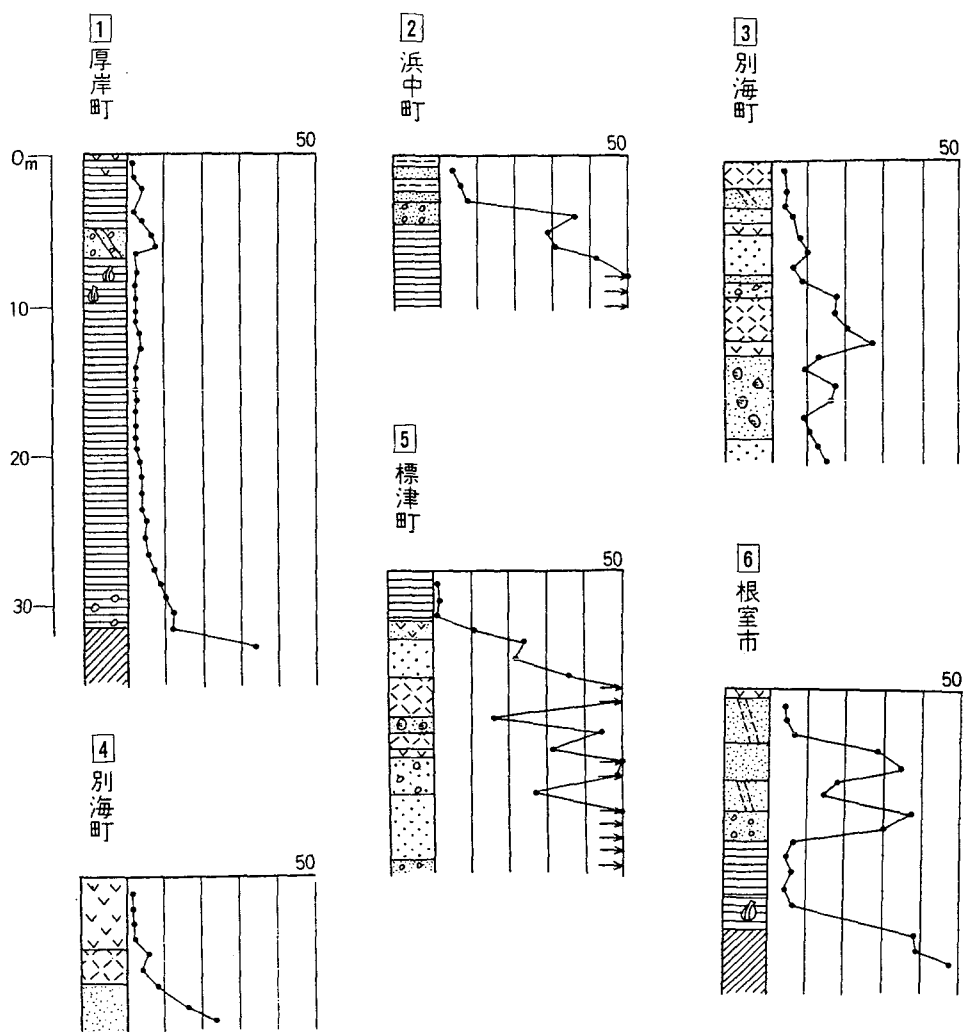


図-2.4 釧路・根室地域の概略地形区分と河川の分布¹¹⁾
Macrotopography and distribution of river systems in Kushiro and Nemuro districts



図中の番号は次頁のボーリング調査位置を示す

図-2.5 釧路・根室地域の表層地質図 (文献12より抜粋)
Surface geologic map of Kushiro and Nemuro districts



凡 例

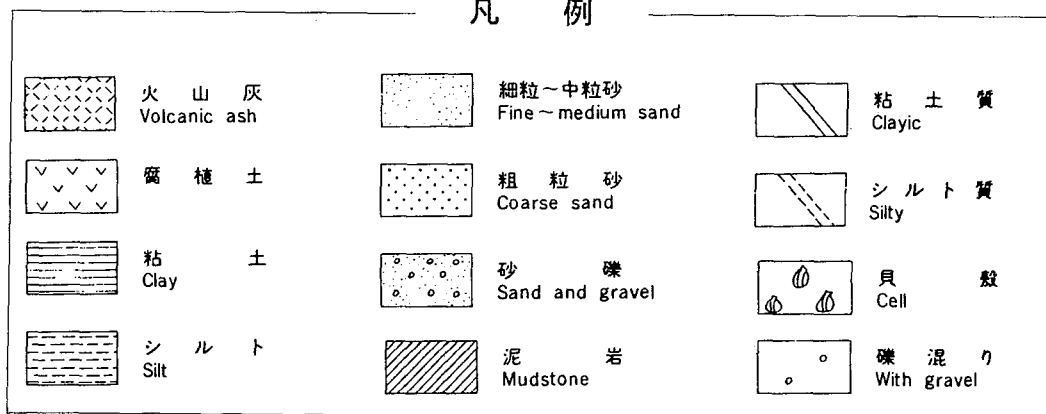


図-2.6 各地の土質柱状図 (文献12より抜粋)
Typical boring logs in Kushiro and Nemuro districts

2.3 根室地域

北海道最東端に位置する当地域は、南は太平洋、東は根室海峡に面する主として第四系の地層からなる洪積台地で、地形は標津、野付、風蓮の根室海峡沿岸低地帯と中標津、別海、根室周辺で代表される根釧台地に大別される。

根室海峡沿岸低地帯は、根釧台地を開析し流下する標津川、西別川などの主要河川沿いの狭少な谷底平野と河口付近の低湿な三角州性低地により形成される。また、主要河川の上流部は知床半島の延長方向にほぼ直角に流下するが、中流部で大きく方向を変え、東ないし北東方向に向い根室海峡に注ぐ。この海峡沿いには、分岐砂嘴である野付半島に囲まれた野付湾や海跡湖である風蓮湖周辺部に三角州性低地が発達する。地質は、河川上流部～中流部では礫・砂・粘土からなる氾濫原堆積物が厚く堆積し、河川の下流部には泥炭層を伴った泥炭性軟弱地盤帯を形成する。また野付湾や風蓮湖の海岸地域には砂丘が認められる。

一方、根釧台地は、風蓮湖を境に地形・地質が大きく異なる。南部は根室半島地区で代表される標高40m以下の平坦な段丘性台地が発達する。地質は根室層群の泥岩・砂岩を基盤とし、これを覆って砂・礫からなる更新世段丘堆積物が分布し、最上部には火山灰層を載せている。一方、北部は標高40～80mの平坦部と標高90m以上の波伏地形を呈する部分からなり、これらは釧路地域に連なる台地となっている。地質は、更新世の火山灰軽石からなる戸春別層および砂・礫からなる茶志骨層が台地の骨格をなし、最上部には摩周系統の新期火山灰層が全域に比較的厚く分布している（表-2.2参照）。このように根室地域においても台地の地質は一般的に良好であるが、台地を開析する大小の沢や小規模な湾には軟弱地盤が形成されている。

表-2.2 根釧原野の第四系地質層序表¹⁾

(嵯峨山ほか,1985; 宮田ほか,1988にもとづき編集)

Generalized geologic column of Konsen plain

地 質 時 代		根 釧 原 野			
		南 部		北 部	
完 新 世		沖積層	摩周降下 火砕堆積物	沖積層	摩周降下 火砕堆積物
更 新 世	前 期	河岸段丘堆積物		茶 志 骨 層	
		茶内火山灰層		茶内テフラ層	
		中 西 別 層		中春別テフラ層	
		屈斜路火砕流堆積物		Kpf1-IV	
	中 期	根 釧 層		戸 春 別 層	
		別寒辺牛川層		屈斜路火砕流堆積物	
		風 蓮 湖 層			

2. 4 網走～斜里地域

この地域は網走市から斜里町峰浜にいたるオホーツク海に面した海岸地域で、標高300m以下の火砕流台地、河岸段丘、氾濫原、海岸砂丘からなる。海岸域には、湧沸湖、藻琴湖、網走湖などの海跡湖がある。図-2.7に示すように、火砕流台地には更新世（洪積世）の屈斜路火砕流堆積物が広く分布し、オホーツク海沿岸域から網走川・美幌川流域、東藻琴村・清里町・斜里町の標高200m以下の丘陵地には美幌層が広く分布する他、段丘堆積物、崖錐堆積物、扇状地堆積物などが分布している。完新世（沖積世）の堆積物としては、潟・湖沼堆積物、河川堆積物、砂丘堆積物がある。

網走～斜里地域の中で被害が集中した斜里町は、斜里川の流域に発達する低地帯に位置し、海岸線には浜小清水の原生花園に連なる砂丘が発達する。市街地の一部はこの砂丘上に位置するが、大部分は表層を泥炭が覆い、砂・礫・粘土からなる氾濫原堆積物が分布している。

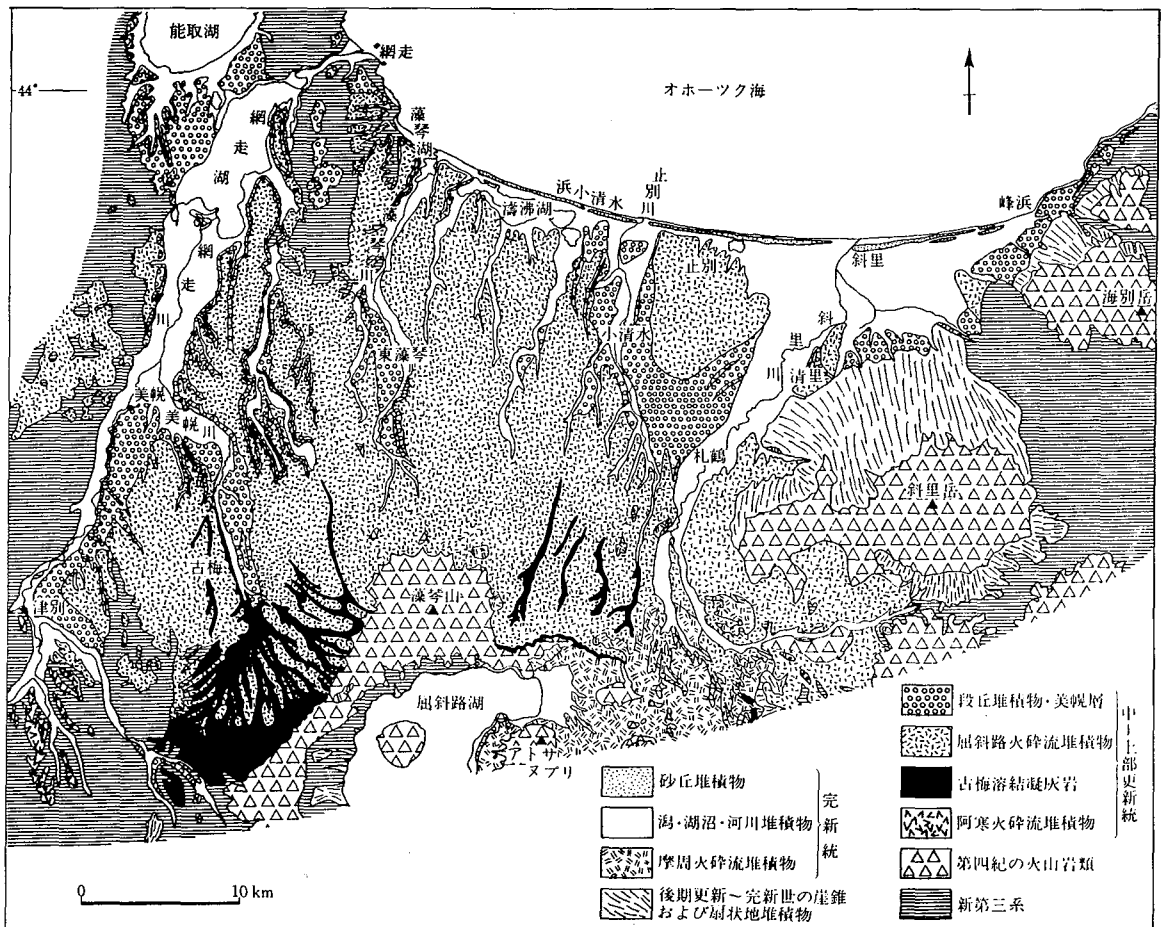


図-2.7 斜里～網走地域の第四系の地質図 (佐藤博ほか, 1970にもとづき編図)¹¹⁾

Geologic map of quaternary deposits from Shari to Abashiri area

3. 被害の概要

「北海道東方沖地震」は、根室支庁管内を中心とした地域に大きな被害を及ぼした。当社が実施した被害調査の結果については4章以降に紹介するが、これらの調査は被害地域や構造物のうち、一部をカバーしているにすぎない。本章では、北海道東方沖地震の全体像と特徴を把握するために、公表された被害統計（途中経過）や各種新聞記事などに基づいて被害の全容のまとめを行った。

3. 1 概 説

表-3.1は、昨年、北海道沿岸域で発生した「釧路沖地震」及び「北海道南西沖地震」と今回の地震の被害を比較したものである。今回の地震は、地震規模が大きかった割には人的被害・損害額ともに、昨年の2地震よりも小さかった。人的被害では死者・行方不明はなく、被害額についても釧路沖地震より小さくなる見込みである。この理由としては、震源が陸地から離れていたこと、地震動が大きかった根室地方には大きな都市がないこと、主な産業が農漁業であるため産業施設が少なかったこと等があげられる。そのため都市型災害と言われている電気・ガス・水道等のライフラインの被害はあまり顕著ではなかった。しかし今回の地震では、釧路沖地震ほどには顕著ではなかったが、マンホールが突出したり、管路上の地盤が沈下・陥没するなどの下水道の被害が目立った。

被害が震源から300kmも離れた十勝・網走支庁までの広範囲に及んでいるため、相対的に道路や港湾・漁港などの被害が目立った。道路では、釧路沖地震のように主要国道が大きな被害を受けることはなかったが、道道や市町村道での被害が目立った。港湾・漁港では、釧路東港の漁業埠頭が、昨年の地震に続いて被害を受けたのははじめ、釧路、根室支庁管内の港湾・漁港が大きな被害を受けた。

表-3.1 過去の地震との被害規模の比較

Comparison of damage with past earthquakes

比較項目		釧路沖	北海道南西沖	北海道東方沖※1
発生年月		1993年1月	1993年7月	1994年10月
規模		M7.8	M7.8	M8.1
被害額	道庁	505億円	1323億円	476億円
	開発局	384億円	314億円	(30億円)※2
人的被害	死者	2人	201人	0人
	行方不明	0人	28人	0人
	負傷者	966人	323人	435人
住宅被害	全半壊	307棟	1009棟	421棟
	一部損壊	5311棟	5488棟	7154棟
土木被害 (道庁分)	箇所数	1993ヶ所	1179ヶ所	2021ヶ所
	被害額	214億円	523億円	193億円

※1 北海道東方沖地震は11月25日現在の集計値¹⁸⁾

※2 10月末現在の数字で港湾は除く。

(1) 死傷者

地震による死者・行方不明はなく、重傷は31人、軽傷は404人の計435人にのぼっている(11/25現在)。括弧内の数字は報道月日、以下同じ。

(2) 被害額

表-3.2に示すように地震の被害は、11月25日現在、根室、釧路支庁管内を中心に、桧山、留萌、宗谷管内を除く11支庁管内の63市町村(11市46町6村)に及び、道管轄の被害総額は約475億7835万円にのぼる。管内別では、根室支庁管内が約315億円、釧路支庁管内が約126億円で、両管内の被害が全体の9割を超える。土木施設の被害は、全体で2021ヶ所、193億円にのぼる。このうち根室支庁管内が878ヶ所、約124億円で全体の2/3を占め、釧路支庁の948ヶ所、約53億円、網走支庁の87ヶ所、約10億円、十勝支庁の107ヶ所、約6億円の順となっている。最も被害が大きい根室支庁管内の内訳は、漁港が約47億円、港湾(直轄依頼分含む)約27億円、道路約39億円などとなっている。

国の直轄公共土木施設の被害額は、10月末現在、約30億4000万円で、その内訳は、国道は約10億円、河川約6億円、農業約10億円、漁港約4億4000万円などとなっている。なお港湾については調査中である。この他、JRは花咲線などの被害で、被害額は約6億円、NTTは光ケーブルの損傷が2件、引き込み線の断線など796件で、釧路沖地震の被害額約16億円を上回る見込みである。

表-3.2 被害の大きな市町村の被害金額概略内訳(道庁所管分)¹⁸⁾

Damage distribution per district

地区 項目	全道	根室支庁				釧路支庁		
		根室市	別海町	中標津町	標津町	浜中町	釧路市	標茶町
住家	49.4	9.6*	1.7	23.4	1.8	6.1	0.9	3.5
農業	26.7	0.2	5.8	7.0	0.3	0.1	0.1	5.3
土木	192.8	45.9	46.5	14.0	11.3	20.5	4.3	10.4
水産	23.5	1.8	14.9	0.6	0.3	1.5	2.7	0.2
衛生	9.5	3.0	2.4	1.9	0.04	0.4	0.5	0.1
下水道	50.0	2.9	2.1	7.7	20.4	0.0	12.3	0.5
商工	97.1	37.1	10.5	20.9	0.7	3.8	12.3	1.6
被害総額	475.8	103.8	85.3	80.2	36.4	34.5	33.9	22.5
		根室支庁 314.9億円				釧路支庁 126.3億円		

*全壊家屋、床上・床下浸水については調査中

(単位 億円 11月25日 道の発表)

(3) 火災

根室市梅ヶ枝町の雑居ビルで火災が発生したが負傷者はなかった。今回の地震で唯一発生した火災だった(10/6)。

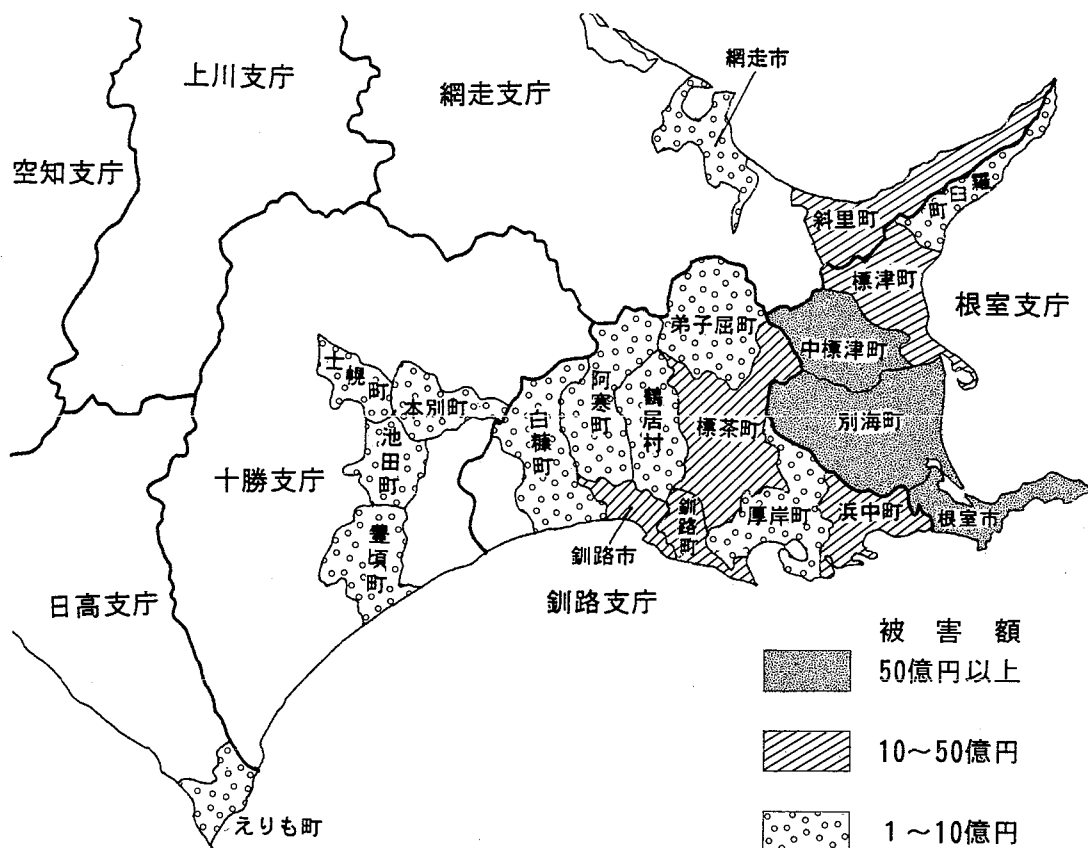


図-3.1 被害の大きかった市町村
Map showing distribution of damage cost

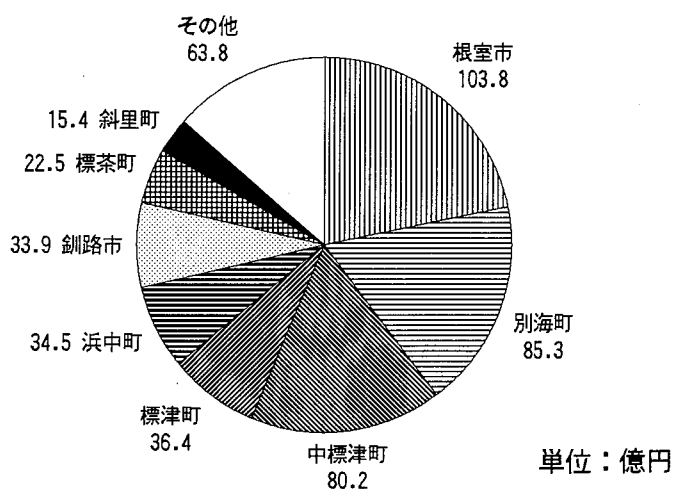


図-3.2 市町村別の被害額内訳
Pie graph showing distribution of damage cost per district

3. 2 構造物別の被害

(1) 建築物

全道で全壊39棟、半壊382棟、一部破損7154棟、床上・床下浸水20棟の住家被害が発生した(11/25現在)。個別の被害では、昨年オープンしたばかりの根室市文化会館で大ホール天井の一部が20×30mにわたって落下したほか、多目的ホールのスプリンクラータンクに亀裂が入り、水浸しとなる被害が発生した。中標津町では32年前に建設されたRC3階建ての公民館で、支柱の破損、外壁落下、内壁破損、天井の落下などの被害が発生し、地震から約1ヶ月経過した後も建物の傾斜が増しているため、取り壊して新設する予定である。同じく中標津町では標津川右岸の台地斜面上の住宅5戸が傾斜・変形する被害があり、このうち3戸が取り壊された。

釧路沖地震で大きな被害が発生した標茶町茅沼の別荘地では、今回の地震でも盛土が崩壊したが、家の大部分が撤去された状態であったので、壊滅的な被害は免れた。しかし新たな地点で家屋の傾斜・被害が発生した。

釧路市貝塚の急斜面上にある住宅では家屋が5,6度傾き、壁には無数の亀裂が入った。この住宅は釧路沖地震の際にも同様の被害(全壊に相当)を受けている。

10/13までに釧路市消防本部に連絡のあった集合煙突の被害は13件で、このうち3件は完全に倒壊した。昨年の釧路沖地震の際は87件の通報があったのに比べかなり少ない。

(2) 河川

北海道所管の河川の被害は道工事・市町村工事併せて110ヶ所、約8億円である(11/25現在)。釧路沖地震では184ヶ所、約21億円の被害が生じたが、今回の被害は箇所数・被害額ともに半分以下となっている。一方、開発局管轄の河川では、釧路川、標津川の2河川で15ヶ所の被害が発生し、その被害額は約6億円である。昨年の釧路沖地震の際の復旧額163億円に比べると大幅に小さくなっている。

(3) 港湾・漁港

今回の地震では、釧路港、根室港、霧多布港など、釧路、根室、十勝の7ヶ所の港湾で被害を受けた。とくに釧路沖地震で大きな被害を受けて復旧された釧路東港の漁業埠頭では、岸壁背後地盤が再び陥没し、漁獲物の水揚げが不可能になった。また震源に近い花咲港や霧多布港では、地盤の液状化により岸壁がはらみ出したり、エプロンが沈下・陥没するなどの大きな被害を受けた。また花咲港では54基の防潮堤ゲートのうち、ゲートがレールからはずれたり、レール自体が折れたりして4基が閉まらなくなるという被害が発生した。一方、釧路沖地震で被害を受けた釧路西港第1埠頭フェリーターミナルや第2埠頭では、復旧に際して液状化対策が行われた結果、今回の地震では、エプロン沈下などの被害は発生しなかった。

北海道所管分の港湾施設の被害額は約37億円（11/25現在）である。北海道開発局所管分の施設については現在調査中であるが、当初20億円程度とみられていた被害額は、その後の調査で40～50億円に増大する見込みである（10/25現在）。

一方、漁港については表-3.3に示すように、釧路・根室・網走管内の28ヶ所の漁港の146ヶ所で被害があり、被害額は約66億円にのぼる。被害箇所数では、散布漁港、尾岱沼漁港が多い。この他、開発局直轄の漁港では、根室市の落石漁港と羅臼町の羅臼漁港の2ヶ所で合計4億4千万円の被害があった。

表-3.3 道庁所管の被害漁港と被害箇所数
Number of damaged ports per district

釧路支庁		根室支庁				網走支庁		
白 糠	1	昆布盛	3	走古丹	5	斜 里		9
千代ノ浦	5	友 和	3	別 海	6	鱒 浦		1
厚 岸	8	沖根婦	5	尾岱沼	18	呼 人		2
床 潭	4	齒 舞	11	標 津	6	能 取		2
散 布	16	瑤瑤瑠	3	薫 別	1	常 呂		3
琵琶瀬	6	温根元	9	松 法	2	栄 浦		3
奔幌戸	4	幌茂尻	8	合 計	28漁港 146ヶ所			
貰 人	1	知円別	1					

（４）鉄道

地震後、根室本線、石勝線など計8線が不通になったが、順次復旧し、10月5日正午現在、根室本線厚内－白糠間、釧網本線釧路－斜里間、花咲線（根室本線の釧路－根室間）厚岸－根室間の3線が不通区間として残された。被害箇所数は、花咲線が路盤沈下など最も被害が大きく、レールや路盤などの線路設備や信号などの電気設備に合わせて165ヶ所にのぼり、次いで釧網線124ヶ所、根室線67ヶ所の合計356ヶ所を数えた。被害額は約6億円の見込みである（10/17現在）。釧網線は10月25日に塘路－標茶間が開通、花咲線は11月3日に根室－厚床間が開通し、全線復旧した。

（５）道路

地震発生直後に札幌・道央自動車道全線と国道6路線10区間、道道29路線30区間が不通となったが、その後、順次回復し、10月5日正午現在、国道が次の3路線5区間、道道は27路線28区間が不通箇所として残された。

路線番号	通行止め区間	被 害
391号	弟子屈町跡佐登	カハートボックスの陥没
	弟子屈町川湯－同町敷島	道路陥没
334号	羅臼町湯ノ沢－斜里町遠音別	路面陥没
272号	釧路町別保－別海町西春別	路面陥没
	中標津町緑町－同町並美ヶ丘	橋の破損

国道は12路線のうち8路線16ヶ所で路面陥没、段差などの被害を受けた。国道272号線は10月9日、標茶町雷別－同町共和間を片側通行で開通、これにより国道全線が開通した。また道道は別海町で被害が多発し、全面通行止めは9路線9区間に及んだ。中春別－俵町線では、橋梁取り付け盛土の陥没箇所に乗用車が突っ込み、負傷者が出たほか、根室－中標津線では、20.9kmにわたって通行止めの規制措置がとられた。10月31日には、最後の通行止め区間である釧路管内阿寒町内の道道徹別原野－雄別線と別海町の泉川線が片側通行で開通し、地震以来ほぼ1ヶ月ぶりに全線開通した。

道路の被害は、被害額では土木被害全体の約8割を占めている。道道が1446ヶ所で41.3億円、市町村道が316ヶ所で28.3億円、合計約70億円（11/25現在）、国道は4路線13ヶ所、約10億円（10/31現在）になっている。釧路・根室管内の道道（釧路土木現業所所管）の被害が最も多く、54路線330ヶ所、約34億円の被害を受けた。釧路支庁管内では、釧路鶴居－弟子屈線など24路線153ヶ所、根室支庁管内では、根室－中標津線など33路線177ヶ所となっている。

（6）電気

地震直後、全道で約46000戸が停電したが、5日午前0時には13460戸に停電戸数が減少し、5日午前9時までには大半が復旧した。5日正午現在、根室管内中標津町420戸、別海町90戸及び釧路管内厚岸町14戸の計524戸で停電が継続していたが、同日午後8時前に中標津町など115戸の停電が復旧し、根釧地方の停電はすべて解消した。

（7）ガス

釧路沖地震で大きな被害がでた釧路市の都市ガスでは、5日午前0時現在、ガス漏れに関する問い合わせが約10件あり、点検作業の結果、愛国地区の1件についてガス漏れを確認し、ガスを止める補修作業を実施した。また根室市内では、冷凍工場のアンモニアタンクからアンモニアガスが漏れるという事故があった。

（8）上水道

地震による断水は、根室・釧路の両市、釧路町、別海町、中標津町、標津町、浜中町、羅臼町などの釧路・根室管内の市町村のみならず、網走市や帯広市にも及んだ。地震後約1日経過した5日午後9時現在、根室市6000戸、別海町5000戸、中標津町2000戸、浜中町1800戸、標茶町240戸、標津・羅臼両町150戸の合計15190戸が断水していた。6日正午になっても断水戸数は10952戸であり減少せず、逆に釧路町では漏水箇所が発見されて6日午前10時から592世帯が新たに断水となった。8日正午現在、根室管内では根室市内1270戸、浜中町300戸など合わせて約2400戸が断水となっていた。その後、断水は徐々に回復し、14日午前9時までに根室市内の断水を最後としてすべて復旧した。

(9) 下水道

公共下水道で211ヶ所約50億円の被害がでている(11/25現在)。根室・釧路管内に被害が集中し、標津町では下水道管理センター、污水管など29ヶ所約20.4億円の被害がでた他、中標津町でも23ヶ所約7.7億円にのぼる被害が発生した。釧路市の下水道は104ヶ所で被害を受け、被害額は12.3億円にのぼった。釧路市では、去年の釧路沖地震の際にも約12億円の被害が発生したが、今回もそれと同等の被害額となっている。昨年、最大1.5mに及ぶマンホールの浮き上がりなど各所で大きな被害が発生し、約11億円の被害を受けた釧路町では、今回の地震では、同一地区に最大20cm程度のマンホールの突出が見られたものの、機能が停止するような被害ではなく、被害額も7700万円程度にとどまった。

(10) 通信

NTTによると今回の地震による被害は、釧路－弟子屈間光ケーブルが標茶町茅沼で、根室－標津間光ケーブルが別海町本別海で切断された他、引き込み線の切断、電話機の破損などが釧路地区243件、中標津地区258件、根室地区229件など合計796件発生した。このうち電話機の破損は約1割に当たる。これらの被害額は、釧路沖地震の被害額16億円を上まわる見込みである。

(11) 津波

釧路市では満潮時の5日午前3時2分に97cmを記録、旧釧路川の護岸を超え、末広地区や大川町地域に浸水、ビルや住宅など11棟が床下浸水の被害を受けた。

根室市花咲港では、4日午後10時58分に高さ173cmの第1波から第6波までの津波を記録したが、防潮堤(海面から4m)のゲートが一部閉まらなかったため、住宅街に浸水し、6棟が床上浸水、1棟が床下浸水の被害を受けた。

(12) 農業施設

酪農を中心とした農業被害は、中標津町、別海町、標茶町で多く、全体で2346ヶ所約27億円(11/25現在)にのぼった。

斜里町では、同町の麦約3000トンを貯蔵するサイロ10基の土台部分が壊れる被害があった。また釧路管内鶴居村の中幌呂や別海町で高さ20mあまりのサイロが倒壊した。この他、農道の寸断、農業用水路や送水管の破損、鶏舎・牛舎の倒壊・破損などの被害が発生している。

(13) その他

浜中町茶内付近の国道44号や道道別海－厚岸線の火散布で斜面が滑落した他、釧路市緑ヶ岡では台地斜面で2件の崖崩れが発生した。別海町では23の小中学校でコンピュータのモニターが落下し、買い換えが必要なものが11台、修理が必要なものが31台にのぼった。この被害は釧路沖地震の3倍以上という。

3. 3 北方領土の被害

震源に近い歯舞、色丹、国後、択捉の北方四島では、地震動及び津波により大きな被害がでた。北方領土では、学校と病院4つと幼稚園3つを含む住宅171戸が完全に破壊され、419家族、約1500人が被災した。地震による死者は合計11人で、択捉島では3階建ての軍の病院が倒壊して8人が死亡し、色丹島でも3人が犠牲になった。災害の復興費用は、11/3現在、220億円(7000億ルーブル)にのぼるとみられている。

色丹島では、島全体が約50cm沈下した他、斜古丹湾にある10基の燃料タンクの大半が壊れ、重油やディーゼル燃料約1500トが流出した。斜古丹湾の北東部では、幅約20m、深さ約15m、長さ約50mにわたって地割れが発生した他、穴溜のロシア人墓地など、各地で地滑りが起きている。また住宅、ディーゼル発電所を含む軍関係の施設の85%が破壊した。同島の住民(約6000人)の95%が移住申請している。

色丹島の太平洋側を襲った津波は最大16.4mで、平均では7m近いことが米ロ合同調査団の調べで分かった。

国後島では島内の産業の60%が被害を受け、全家屋の6割に当たる194戸が居住不能。発電所は50%の能力で運転している。また同島の太平洋側の津波の波高は平均約4mだったが、島の北東部にあり、多くの民家が崩壊した古釜布(ユージノクリーリスク)の北部には約10mの津波が襲っていた。

国後・択捉両島に駐在する軍の建物324棟のうち死者8人を出した病院を含む83棟が全壊、167棟が半壊した。通信施設などもケーブルが83kmにわたって寸断された。軍関係の建物は80年代半ばに建設された比較的新しい建物も多い。

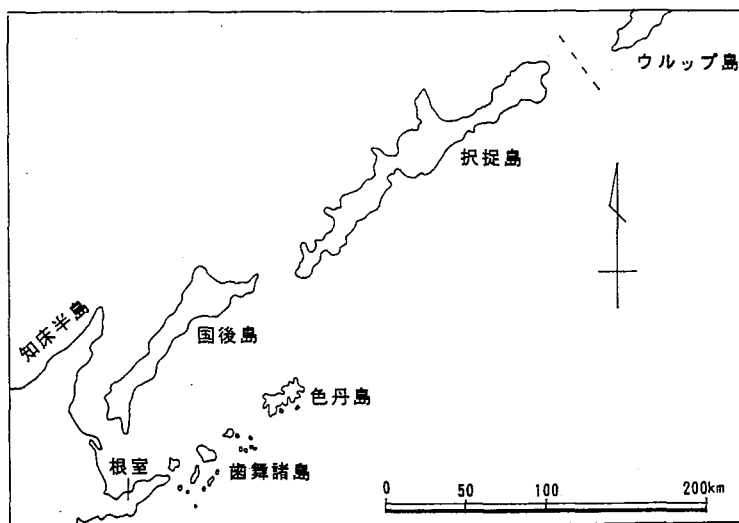


図-3.3 北方領土の位置図
Location of Kurile Island

4. 道路施設の被害

道路施設としては、盛土、橋梁、擁壁、斜面等があげられる。本章では調査で確認したこれらの被害について述べる。国道は、地震直後、3路線5ヶ所で全面通行止めとなったが、地震発生から5日目の10月9日までに全線通行が可能となった（一部片側通行を含む）。一方、道道及び市町村道は、かなりの地点で被害が発生し、これらの中には1ヶ月以上にわたって、通行止めとなっている箇所も少なくない。

4.1 道路盛土

今回の地震による道路盛土の被害パターンを分類すると、次の4パターンになる。

- I 型 … すべり破壊・亀裂によって道路盛土の大半が崩壊したもの
- II 型 … 法面のはらみ出し・破壊により、法肩付近に段差・亀裂が生じたもの
- III 型 … 構造物背面盛土の沈下によって、構造物との間に段差が発生したもの
- IV 型 … その他（横断方向亀裂・段差、波うち等）

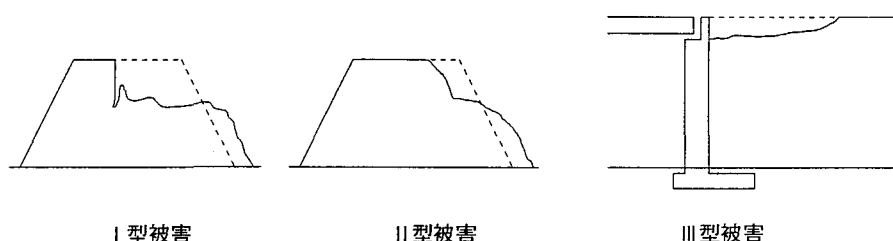


図-4.1 盛土の被害パターン
Damage pattern of road embankment

上記の4パターンの被害形態のうち破壊が基礎地盤にまで達し、盛土が原形を留めない程に大きく被災したケースは、調査では確認できなかった。また切盛の境界付近に多く見られた路面の小さな亀裂などの軽微な被害については取り上げない。

(1) I 型被害

写真-4.1～写真-4.5はI型の被害を示したものである。これらの盛土被害は、道路の中央部または片側が完全に陥没・崩壊し、崩壊部に1 m以上の段差が生じたものである。これらの被害は、西は釧路管内鶴居村から東は別海町までの広い範囲で見られた。この形の被害を受けた盛土は、高さが5 m以上の比較的高いものが多く、のり面には大きなはらみ出しが確認されること、盛土材は周辺一帯に広く分布する火山灰性の砂質土であることなどの特徴がある。また地形・地盤上の特徴としては、切土区間から盛土区間に変化する地点に被害が多いことや、盛土箇所の地盤が湿地性の軟弱地盤を形成していること、などが挙げられる。

写真-4.1は、中標津町々道の盛土被害である。被害地点は、火山灰の台地から標津川沿いの沖積低地帯にかかる地形の変換点にあたる。被害の形態は図-4.2に

示すように、盛土中央部付近が大きく亀裂・陥没するとともに、片側の路肩も崩壊したものであるが、両側の法面のはらみ出しは僅かであった。盛土高は5m程度、盛土材はN値2～5のゆるい火山灰質の砂質土であり、地下水は盛土と地山の境界部にある。被災の原因としては、転圧の不足による強度不足が考えられる。

写真-4.2は、標津町茶志骨パイロット2号幹線の盛土破壊である。被害地点は、火山灰の台地を開析する茶志骨川沿いの低地部を横断する箇所である。図-4.3に示すように、盛土中央部に大きな亀裂が発生し、のり面にも大きなはらみ出しが見られた。盛土高は4mであり、盛土材はN値2～8の礫混じり砂～火山灰質砂である。地下水位以下の部分に局部的に緩い部分が見られる。また基礎地盤には、湿地性の堆積物である泥炭層が3m前後の層厚で堆積している。被害は基礎地盤や盛土材の強度不足に起因したものと考えられる。

写真-4.3は、国道274号鶴居村中久著呂の盛土崩壊である。周辺の地形は前二者と同じく台地－低地横断部である。盛土の約半分が1m以上の沈下を伴って大きく破壊したものであり、法面の大きなはらみ出しが見られた。



写真-4.1

中標津町広栄橋付近の
町道盛土の破壊
Collapsed road embankment

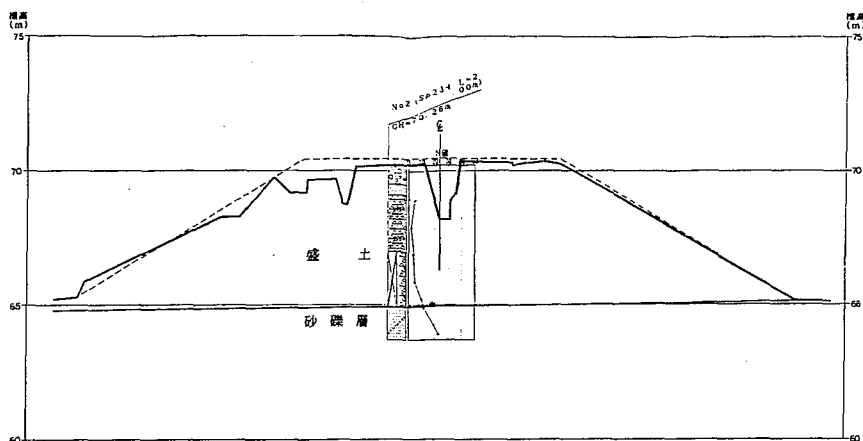


図-4.2 同上盛土の被害形態と土質²²⁾

Damage pattern and soil composition in the above embankment



写真-4.2

標津町茶志骨パイロット2号
幹線道路盛土の崩壊

Collapsed road embankment

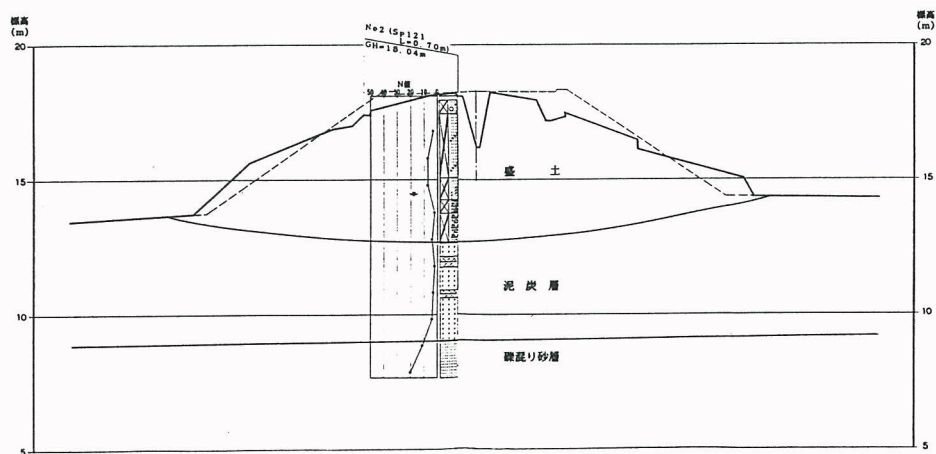


図-4.3 同上盛土の被害形態と土質²³⁾

Damage pattern and soil composition in the above embankment



写真-4.3

国道274号標茶町
中久著呂の盛土崩壊

Collapsed road embankment

写真-4.4は、中標津町々道の盛土被害であり、典型的な切盛境界部の被害である。盛土区間の最大盛高は約10m前後の高盛土になっている。

写真-4.5は、厚岸町と標茶町^{べかんべうし}の境界を流れる別寒辺牛川にかかる国道272号別寒橋付近の盛土被害である。盛土は、別寒辺牛川の背後に形成された湿地性軟弱地盤上に築造されており、盛高は8m前後とみられる。路面の大きな沈下と法面のはらみ出しが見られ、のり尻部は大きく流動していた。崩壊土砂は含水量が非常に高く、歩行が困難なほど泥濘化していた。盛土材がこの様な状態を呈していたことは釧路沖地震における馬主来^{ばしくる}、鳥通などの被災地の状況と共通している。



写真-4.4

中標津町道の切盛境界部の盛土崩壊

Embankment failure at the boundary of a cut slope



写真-4.5

国道272号厚岸町別寒橋付近の盛土崩壊

Collapsed embankment

(2) II型被害

写真-4.6～写真-4.8はII型の被害を示したものである。この被害形態は、道路の法肩部が大きく沈下し、段差が生じたものであり、釧路～根室～中標津の広い範囲で発生した。段差が1.5mを越えるI型被害に近いものも見られた。

被害盛土の特徴としては、I型被害に比べると盛高5m以下の比較的低い盛土に多く見られる。なお、盛土材及び発生箇所の地形上の特徴はI型被害と同様である。

写真-4.6及び図-4.4は、国道272号標津町茶志骨における路肩被害を示したものである。被害の大きかった台地(右)側は、台地を開析した小規模な沢となっており、その沢は湿地性の軟弱地盤から構成されている。一方、被害の小さな牧草地(左)側では地形の変化はなく、牧草地として利用されている関係で、のり尻部には側溝が設けられ、乾燥状態にあった。これらの地形・地盤条件の差異がこのような被害形態となって現れたと考えられる。



写真-4.6

国道272号標津町茶志骨の路肩崩壊

Collapsed road shoulder

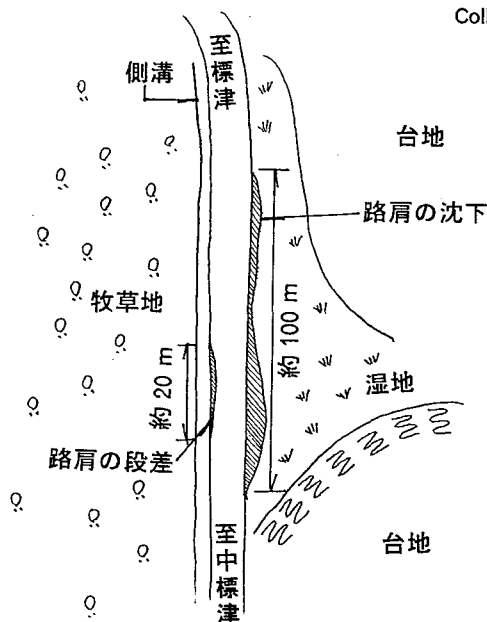


図-4.4 国道272号標津町茶志骨の路肩被害模式図

Sketch of damage pattern of road shoulder

写真-4.7～写真-4.8及び図-4.5は、国道391号釧路町達古武における盛高約2mの低盛土の被害である。盛土の被害は、延長約10mにわたって路面が移動し、低地（左）側の法肩が大きく移動したものである。被害地点の地盤は湿地性の軟弱地盤であり、周辺の地形から基盤の傾斜が大きいと推定される。また被害地区に隣接した地点は、押え盛土による軟弱地盤対策工が施工されており、敷設された側溝により排水条件は被害箇所と比べて良好であったものと考えられる。

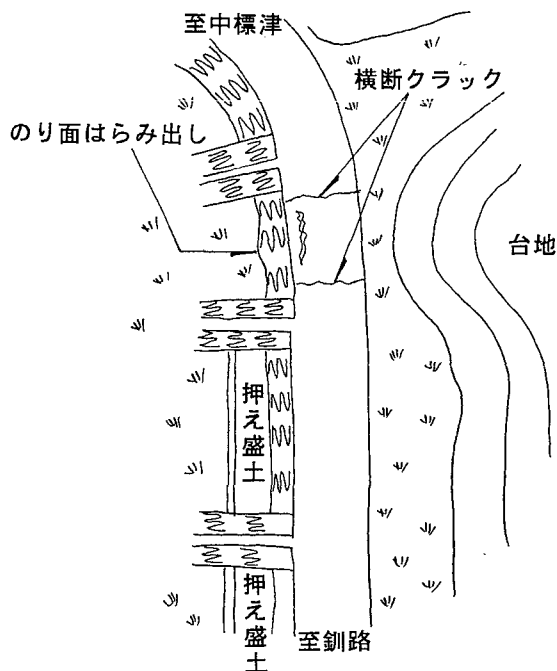


図-4.5 国道272号釧路町達古武の路肩崩壊模式図

Sketch of damage pattern of road shoulder



写真-4.7 国道391号釧路町達古武の路肩崩壊

Damaged road shoulder



写真-4.8 国道391号釧路町達古武の路肩崩壊箇所の遠景

View of the location of damaged road shoulders

(3) III型被害

Ⅲ型は、主に橋台背面盛土の沈下によって段差を生ずる被害であり、程度の差こそあれ相当数の橋台背面盛土に見られた。写真4.9～4.11は、典型的な橋台背面盛土の段差を示したものであるが、今回の調査では最大70cmの段差が確認された。

(4) IV型被害

その他の被害形態としては、盛土が全体的に沈下し、波うち現象を示すものや横断方向に亀裂・段差が発生したものが見られた。写真-4.12は、国道391号標茶町塘路における波うち現象を示したものであり、この周辺は昨年の釧路沖地震の際にも被害が多く発生した地点である。写真-4.13は国道272号標茶町中茶安別の被害であり、約20cmの段差が横断方向に生じた。被害発生箇所は切盛土の変換点であり、その周辺の路面には約5mにわたって縦断亀裂がみられ、路肩部は陥没、段差（Ⅱ型被害）が発生していた。



写真-4.9

報徳橋（中標津町々道）の段差
Subsidence in Houtoku bridge



写真-4.10

広栄橋（中標津町々道）の段差
Subsidence in Kouei bridge



写真-4.11

常盤橋（別海－中標津境界）の
段差

Subsidence of Tokiwa bridge
approach



写真-4.12

国道391号標茶町塘路における波
うち

Wavy road in Route 391



写真-4.13

国道272号標茶町中チャンベツの
横断亀裂

Transverse crack in Route 272

4.2 橋 梁

橋梁に関する被害を写真-4.14～写真-4.22に示す。橋梁の被害は、沓の破損、橋台橋脚の亀裂、高欄の変形、護岸擁壁の亀裂などが確認された。

(1) 国道334号 翔雲橋

写真-4.14～写真-4.15は、羅臼川の支川にかかる長さ351mの翔雲橋の被災状況を示したものである。翔雲橋は山岳道路に架橋された長径間のループ橋であり、橋脚の高さは最大約30mと高い。被害は知床側の橋台の山側沓座が圧壊したものであり、その他、隣接する橋脚の沓座の一部にも亀裂が入った。

(2) 別海町 宝栄橋

写真-4.16は、別海町西別川の宝栄橋（町道）の被害状況である。宝栄橋は橋長約30mの2径間の橋梁である。円形断面の橋脚に亀裂が発生し、左岸側の取り付け盛土のブロック擁壁は大きく縦に亀裂が生じた。この橋は、橋脚に大きな被害が生じた静内橋（1982年浦河沖地震）や松之恵橋（1993年釧路沖地震）と同様な形式の橋脚であった。

(3) 国道272号 りんどう大橋

写真-4.17～写真-4.19は、標津川の支川に架かる国道272号りんどう大橋の被災状況を示したものである。りんどう大橋は3径間の橋梁であり、橋脚の高さは約20mである。左岸側橋台に亀裂が生じ、沓座を固定するアンカーボルトが切損するという被害があった。右岸側の法面が大きく崩壊し、崩壊土砂の一部は橋脚周辺に堆積した。調査時には既に土砂は取り除かれ、崩壊土砂が橋脚に及ぼした影響の調査が行われていた。

(4) 道道根室浜中－釧路線 カネサント橋

写真-4.20は、道道根室浜中－釧路線のカネサント橋の盛土擁壁に見られた被害であり、左右両側とも約30cm前後の割れ目が入った。この変状により橋梁の取り付け部には約10cm前後の段差が生じていた。

(5) 道道霧多布～厚岸線 ^{ひちりっぽ}火散布橋

写真-4.21～写真-4.22は浜中町の火散布沼にかかる火散布橋の被害状況を示したものである。右岸橋台に亀裂が生じ、左岸橋台部のブロック積擁壁も変状した。また擁壁形式の右岸取り付け道路が15cm程度はらみ出し、橋本体の間に段差が生じた。調査時には車道部の段差は既にアスファルトで補修されていたが、歩道部には20cm程度の段差が生じていた。左岸側の歩道にも10cm程度の段差が生じていた。

同橋梁の右岸側では斜面の植生が数10mにわたって剥かれるという被害もあり、この地点が局所的に地震動が大きかったことをうかがわせる。



写真-4.14

国道334号 祥雲橋の遠景
View of Shouun Bridge



写真-4.15

同上 橋台沓座の被害
Damage in bridge abutment

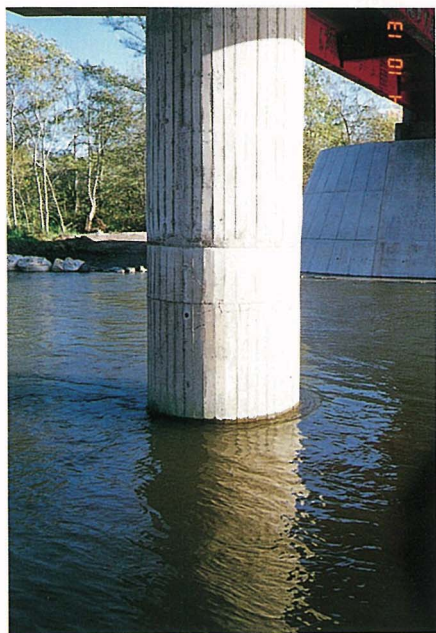


写真-4.16

別海町宝栄橋橋脚の亀裂
Cracks in the pier of Houei bridge



写真-4.17

国道272号 りんどう大橋の遠景
右側の橋脚背後の斜面が崩壊した
View of Rindo Bridge



写真-4.18

同上
橋台のアンカーボルトの切損
Damaged anchor bolts in bridge
abutment



写真-4.19

同上 右岸側橋脚の安定性検証
崩壊土砂の撤去後に橋脚の変状の有無
を調査
Safety inspection of the bridge pier



写真-4.20

道道 根室浜中-釧路線
カネサント橋橋台擁壁の亀裂

Wall cracks in the abutment of
Kanesanto bridge



写真-4.21

道道霧多布-厚岸線 火散布橋
右岸橋台部の段差

Subsidence in the right abutment
of Hichirippu bridge



写真-4.22

同上 左岸橋台ブロック積擁壁
の変状

Damage condition on the block wall
near the left abutment

4.3 その他の施設

写真-4.23は、中標津町役場付近の擁壁のはらみ出しによって生じた道路の縦断亀裂である。擁壁が傾斜（一部で折れ曲がり）したため、道路に縦断亀裂が入った。道路の亀裂は、高さ2mほどの擁壁から3m以上内側に発生しており、主働崩壊角から予想される範囲よりも遠くまで亀裂が及んでいる。

写真-4.24～写真-4.25は、中標津空港近傍の道路で見られた被害である。道路横断構造物として設けられたボックスカルバートの施工継手が80cm程度開口し、その直上の道路盛土が陥没した。道路盛土のすべりによる土圧がボックスの壁に作用し、施工継手が開いたものと考えられる。施工継手部を除くと、ボックスカルバート本体の被害は見あらず、周辺にもボックスが移動したような形跡は見られなかった。なおカルバートは直接基礎で、1～1.5mの厚さの置換砂を介してN値15回ほどの地層に支持している。地震後には噴砂も見られたということである。

斜面崩壊はいくらか発生したが、交通を長期間遮断するような大規模な崩壊はほとんどなかったようである。釧路沖地震で斜面崩壊が多発した釧路市内では、幾つかの斜面崩壊が発生したが、崩壊規模は小さく、道路への影響はなかったようである。写真-4.26は、釧路市内の町道に面した高さ5m前後の斜面の崩壊である。崩壊の規模がそれほど大きくなかったため、崩壊土砂による道路への影響はなかった。崩壊した土砂は台地部に分布する屈斜路軽石流堆積物であり、小規模な崩壊とはいえ、一次堆積の火山灰斜面の崩壊事例はあまり多くない。

急峻な崖が迫る知床半島では数ヶ所で斜面崩壊が発生したが、羅臼町付近では斜面上の岩塊が不安定になったため、通行止めが続いている。羅臼町の道道 知床公園羅臼線の第1モセカルベツ覆道では、道路脇に切り立った高さ約60mの崖の上に数百トンの岩塊が不安定な状態で載っていたため、これをダイナマイトで除去した。



写真-4.23

中標津町役場付近の擁壁の変状と道路の亀裂

View of retaining wall and road cracks



写真-4.24

中標津空港付近のボックスカルバートの開口

Opening of the box culvert near
Nakashibetsu Airport



写真-4.25

同上 ボックスの開口による道路の陥没

Cave-in of the road pavement



写真-4.26

釧路市緑ヶ岡6丁目の崖崩れ

Slide in Midorigaoka, Kushiro City

4.4 被害と地形・地盤の関係

被害が多かった別海町，中標津町，標津町の地形は、根釧原野と称される火山灰性の台地からなり、これを開析して標津川，当幌川，春別川，床丹川とそれらの支川が西から東に流れる。これらの河川沿いの低地には、粘土・砂・砂礫からなる氾濫原堆積物が分布し、表層には湿地性の堆積物である軟弱な泥炭層が堆積するところが多い。このような河川及び沢部を横断して走る道路は、火山灰の台地上を通過する区間と沢地形を盛土で横断する区間とに分けられる。道路の被害箇所は、図-4.8に示すように、ほとんど盛土区間に集中していた。図-4.6は、沢部の盛土被害地点を模式的に表したものである。沢部の盛土に被害が集中した原因は、盛土や基礎地盤の強度が小さいことや沢部に水が集まりやすいことの他に、切土と盛土という地形の変換点のために、局所的に地震動が増幅された可能性もある。なお沢部と平行して走る道路は、ほとんどが台地部を通っているため、被害は少なかった。その他、図-4.7に示すように、片切・片盛地点や基盤が傾斜している地点に被害が多く見られた。

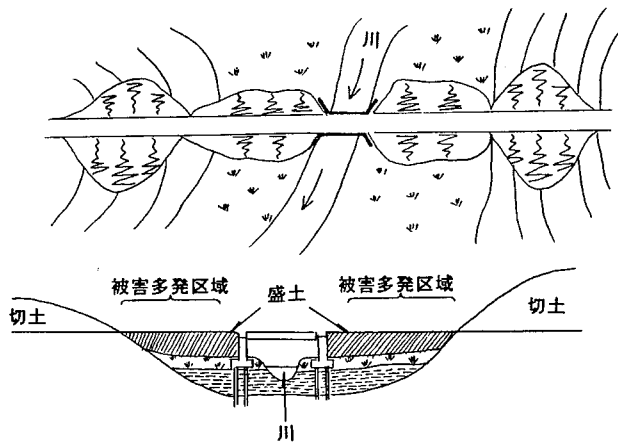


図-4.6 沢部を通過する道路の模式図

Lay-out of the road section passing through a marshland

片切片盛地点

基盤傾斜地点

集水地形になることも多い

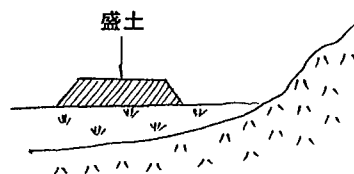
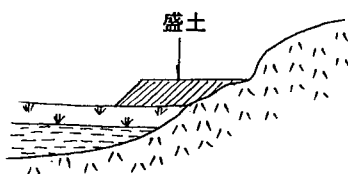
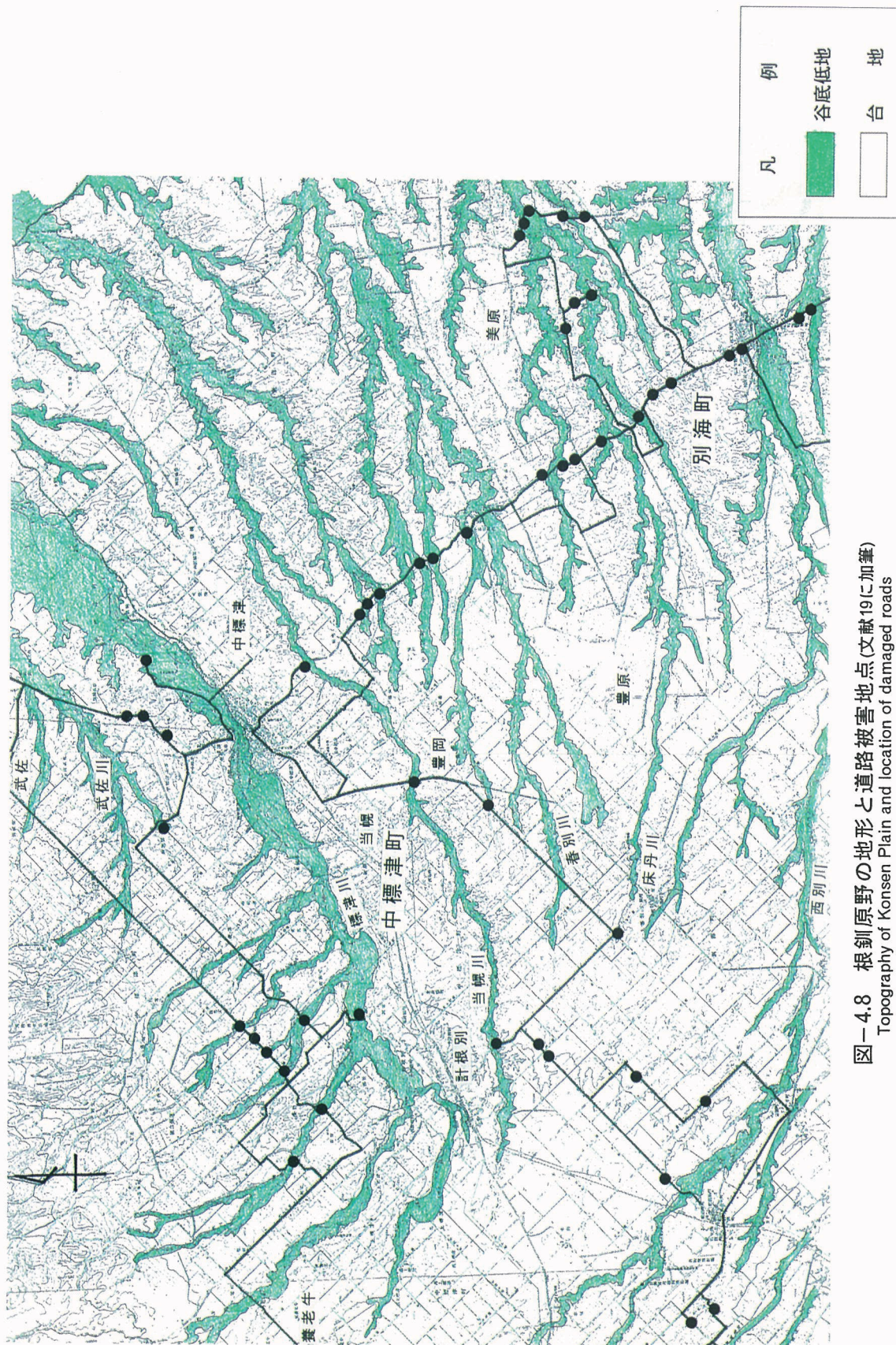


図-4.7 被害の多い地形

Topography in the heavily damaged areas



図一4.8 根釧原野の地形と道路被害地点(文献19に加筆)
Topography of Kosen Plain and location of damaged roads

5. 住宅地・建築物の被害

5. 1 丘陵地における被害

(1) 標茶町茅沼別荘地

釧路沖地震の際に盛土が崩壊し、9棟の住宅が全半壊するという被害を受けた標茶町茅沼別荘地では、地震後、敷地内の丘陵を掘削した材料で盛土の復旧を行った。復旧に際しては、トラックで土砂（火山灰系の土）を運び、敷きならした程度で、転圧は特別行っていなかったようである。今回の地震では、写真-6.1～写真-6.2に示すように、盛土部分が再び崩壊を起こしたが、昨年の地震被害で住宅の多くが撤去されていたことや、地震動が一般的に小さかったこともあり、昨年のような大きな被害には至らなかった。しかし、釧路沖地震では被害が発生しなかった別荘地の入り口に近い場所の家屋や調整池の護岸が変形するなどの被害が発生した。

盛土のり尻付近では、小規模であるが噴砂と見られる火山灰性の砂が各所に噴出していた。図-5.1に噴砂と盛土材の粒度分布を示す。両者の特性が類似していることから、液状化したのは火山灰性の盛土材であると推定される。釧路沖地震では、積雪のため噴砂は確認できなかったが、今回の地震では確認できたことで、この盛土の崩壊は、地震の慣性力に加えて、液状化による盛土または基礎地盤のせん断抵抗の減少が原因と考えられる。

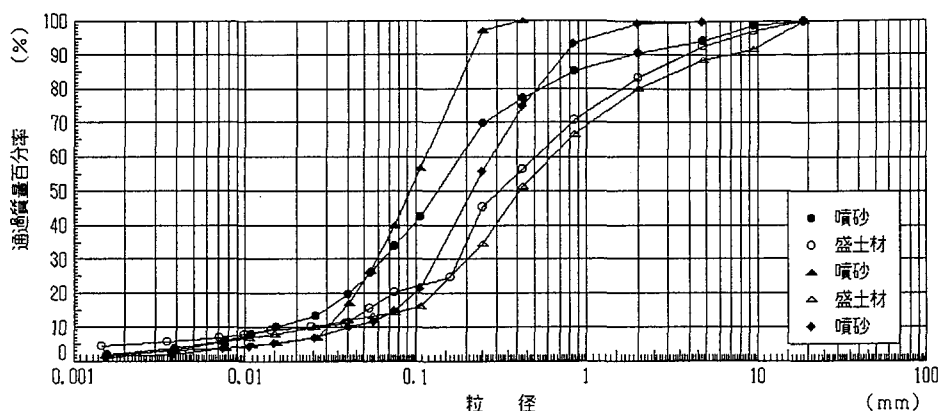


図-5.1 茅沼別荘地の噴砂及び盛土材（火山灰）の粒度特性

Grain size distribution of sand boils and embankment materials (volcanic ash)

(2) 釧路市緑ヶ岡

写真-6.3は、釧路市緑ヶ岡の市道に面した高さ約3mの逆T型擁壁が前傾し、上端で約25cmの相対的なズレが生じたものである。この擁壁は、釧路沖地震において約15～20cm程度のズレが発生し、今回の地震で更にズレが広がったものである。擁壁の傾斜が増して危険になったため、高さを半分程度に短縮し、小段をつけて法面勾配をゆるくするような改修が行われている。



写真-5.1

標茶町茅沼造成地の盛土被害
釧路沖地震で崩壊して復旧された盛土
が再び被害を受けた。
Fissures on the embankment



写真-5.2

同 上 のり尻付近に見られた
噴砂
Sand boils at the toe of embankment



写真-5.3

擁壁の前傾（釧路市緑ヶ岡）
釧路沖地震で傾斜した擁壁が今回の地
震でさらに傾斜した
Tilting of retaining wall in Midorigaoka,
Kushiro City

(3) 中標津町

中標津町では、東11条南6丁目付近の台地斜面上にある住宅地が崩壊し、住宅4戸が全半壊した。写真-5.4は最も被害の大きかった住宅B(図-5.2参照)で、崩土に引きずられるようにして変形・全壊した。写真-5.5は、住宅BとCに挟まれた道路に生じた横断亀裂である。この道路は斜面の傾斜方向に延びているもので、このような横断亀裂は、地盤が斜面下方に移動したことを示している。写真-5.6は、被害を受けた4件のうち最も端(北東端)にある住宅Dで、2方向が斜面となっている。地盤の崩壊・移動によって、住宅は斜面から滑り落ちかかっている。全壊家屋を含む南西側の2棟(A, B)は、倒壊して周辺の住宅に危険を及ぼす恐れがあったため、地震発生から数日で取り壊された。

被害地点は、台地斜面を切り盛りして造成されたヒナ壇形式の住宅地で、周辺も同じような斜面に住宅が建ち並んでいるが、地盤が崩壊したのは、この地点だけである。被害地点の斜面下方の平地にも、壁が剥落するなどの軽微な被害を被った住宅が何軒か見られるなど、局所的に被害が集中している傾向がうかがわれる。同じ範囲の旧版地形図(縮尺 1/2.5万, 1960年)と比較すると、被害地点周辺は、比較的一様な斜面であり、被害地点近傍には大きな沢もなく、他所と比べてそれほど地盤が悪いとはいえない。図-5.2には、旧版地形図から判読した丘陵と平地との概略境界線が記入されているが、これより判断すると、まとまった面積の宅地を造るために、北東側に盛土を張り出して造成したようである。

被害原因として、①.盛土の転圧不足、②.盛土が局所的に厚かった、③.造成地の端の近いところにあるため拘束力が小さかった、等が考えられるが、この地点だけが崩壊した原因に関して、今後の調査・研究に期待したい。

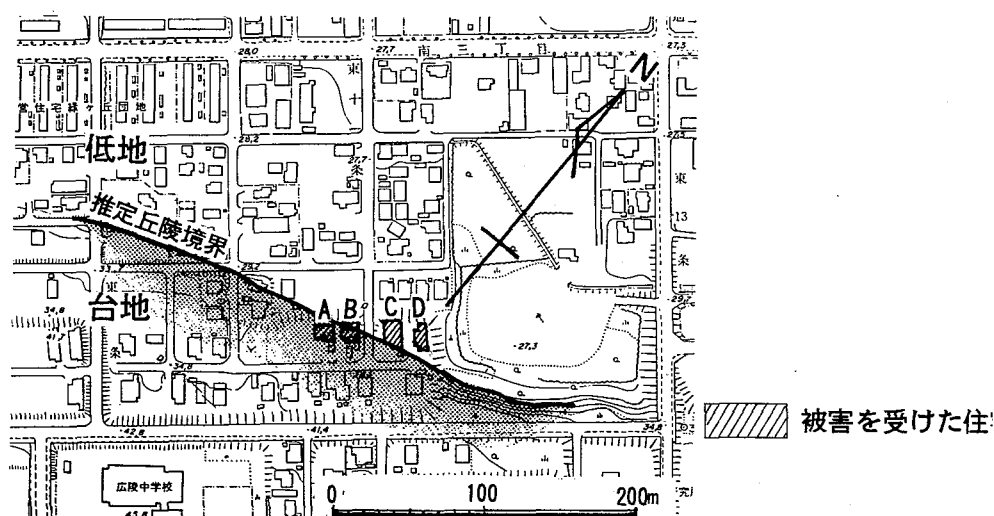


図-5.2 斜面崩壊被害位置と推定(旧)丘陵線
Location of slope failures and estimated (old) hill line



写真-5.4

中標津町丘陵造成地の崩壊により全壊した住宅
(東11条南6丁目付近)

Totally damaged house by slope failures in Nakashibetsu Town



写真-5.5

同 上 全壊した家屋横の道路の横断亀裂

Transverse cracks on the adjacent road



写真-5.6

同 上 盛土崩壊によりすべり落ちかけた住宅

Damaged house due to embankment failure

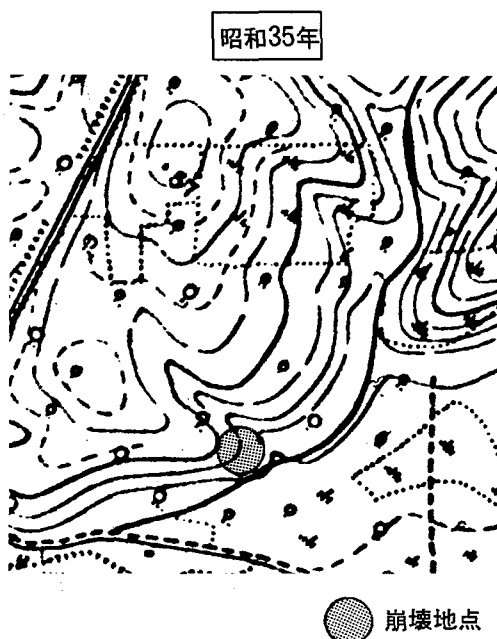
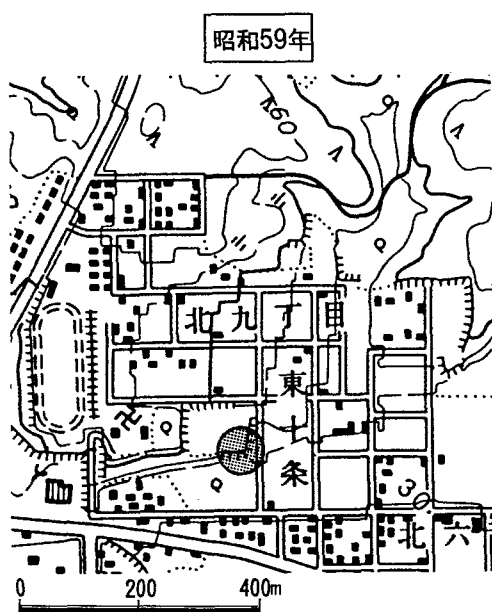
写真-5.7は、標津川左岸の中標津消防署の近隣の高台（東9条北7丁目）の斜面崩壊である。写真-5.8に示すように、この高台への取り付け道路には、下方への滑りにより生じたと考えられる横断亀裂があった。この場所は、新しい住宅地として造成されているもので、被害がなかった消防署に近い方の斜面は、地山が露頭しており、自然斜面であることが明らかであるが、崩壊した斜面が、盛土なのか自然斜面なのか現地調査の段階では判明しなかった。新旧地形図（図-5.3）を比較してみると、該当箇所は昭和35年の時点では小さな沢となっており、その後宅地造成のために盛土をしたと思われる。従ってこの地点の斜面崩壊は、盛土がすべり破壊を起こしたと考えてよさそうである。



写真-5.7
宅地造成斜面の崩壊（東9条北7丁目）
Slope failure in built-up area



写真-5.8
隣接する道路の横断亀裂
Transverse cracks on the road which subsided



● 崩壊地点

図-5.3 東9条北7丁目付近の新旧地形図の比較
Comparison of old and new topographical maps

(4) その他

根室市では、根室港に近い本町で写真-5.9に示すように台地斜面の住宅の擁壁（高さ3m程度）が倒壊し、付近の住宅が被害を受けた。幸いに地盤の崩壊が小規模であったため、擁壁の上の家が崩れ落ちることはなかった。写真-5.10は、釧路市貝塚の住宅の被害で、壁に亀裂が入るとともにやや傾いたようである。この家は台地の端に位置しており、釧路沖地震の際にも壁に亀裂が入るなど大きな被害を受けた。敷地の地盤には大きな亀裂などの地盤変状は現れていないため、被害の原因は、地盤の破壊というよりも台地の端という地形条件のため揺れやすかったためと考えられる。この他、知床方面では、崖崩れによる落石が下の住宅に飛び込むという被害があったが、幸い負傷者はなかった。



写真-5.9

擁壁の倒壊による住宅の被害
(根室市本町)

Residential house which was damaged
due to wall collapse in Nemuro City



写真-5.10

台地の縁に建つ住宅の被害
(釧路市貝塚)

Damaged house built on the edge of
upland area in Kushiro City

5. 2 平地における被害

(1) 中標津町シルバースポーツセンター

平地における住宅地の被害の一例として、泥炭の液状化がはじめて確認された地点として報道された中標津町市街地の東北部にあるシルバースポーツセンターの被害を紹介する。同センターは、図-5.4に示すように長さ45m×幅36mのS造1階建ての体育館（杭基礎）で平成元年に建設された。地震によって駐車場など敷地の地盤がかなり沈下した他、写真-5.11に示すように屋内床面の周面が最大30cm程、沈下・陥没した。しかし体育館の構造本体に被害はなかったようである。写真-5.12は、



建物の外周を示したものであるが、地盤が30cm程度沈下している状況とともに、基礎部に泥水が跳ねたような跡が残っていた。建物の外周には地震後、砂利を入れたということで、噴出物（噴泥？）の状況はよく分からなかったが、噴き出したとされる泥が一部で見られた（写真-5.13）。

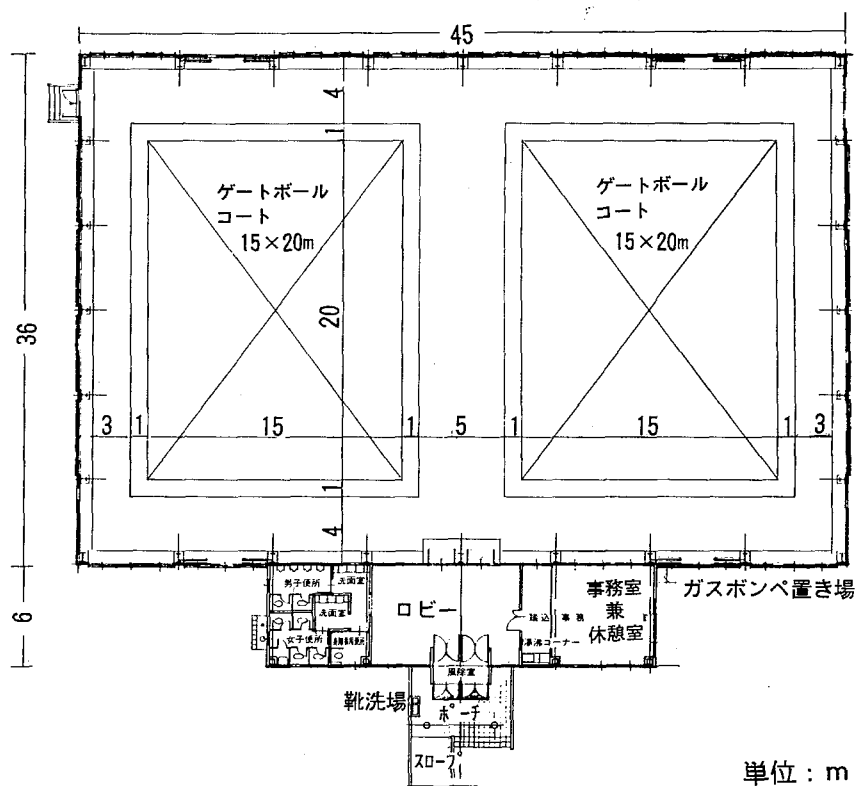


図-5.4 シルバースポーツセンターの外観及び平面図²⁰⁾

Plan-view of Silver Sports Center in Nakashibetsu Town



写真-5.11

中標津町シルバースポーツセンター屋内のコート基礎地盤に発生した亀裂・陥没

Cracks and subsidence of the court inside the Silver Sports Center



写真-5.12

同 上 建物外周の壁に残った泥水の跡

Trace of mud on the outside wall

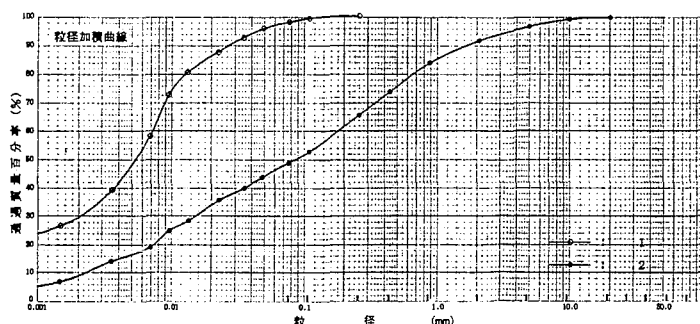


写真-5.13

同 上 灯油タンクの傾斜と根元から噴き出した泥

Tilted oil tank and ejected mud

この噴出物の粒度分析結果を図-5.5に示す。噴出物は2種類重なり、表面の粘性土は、粘土分（粒径0.005mm以下）の含有率が48%、砂分（0.075～2.0mm）は



2%しかない粘土であり、下部の砂っぽい泥は、平均粒径が0.08mmと細砂に近いが、細粒分（粒径0.075mm以下）が49%もある。いずれも従来の噴砂に比べるとかなり細粒分が多い。

図-5.5 灯油タンクの根元から噴出した泥の粒度分布
Grain size distribution of ejected mud

地盤の沈下状況や被害状況から考えて地盤の液状化が起こったことは確かである。液状化を起こした地層について地盤調査資料に基づいて考察してみる。

もともと泥炭地であった同地点は、公共工事で発生した残土の土捨て場として利用され、1984年～1989年までの間に図-5.6に示すA地区に厚さ1.0m程度で盛土された。盛土の施工は、ダンプで運ばれてきた残土をブルドーザーで整地したのみで転圧はいっさい行っていない。盛土材は、礫、砂、粘土、火山灰、泥炭などが含まれている。その後、センター建設着工時に残りのB地区にも盛土を施工し、ブル転圧を行っている。さらにその上に砂質土からなる建設残土を厚さ0.84mに盛り立て、転圧を行っている。建物と駐車場敷地には不同沈下防止用のプラスチックネットを敷き、建物内のゲートボールコートには、良質の砂質土と山砂、切り込み碎石、火山灰の順に1.5mの厚さで敷きつめ、ランマー転圧を行って造成している。建物の

外周部は1～2m幅で盛土（建設残土）を施工し、周囲より約90cm高くなっている（図-5.7参照）。

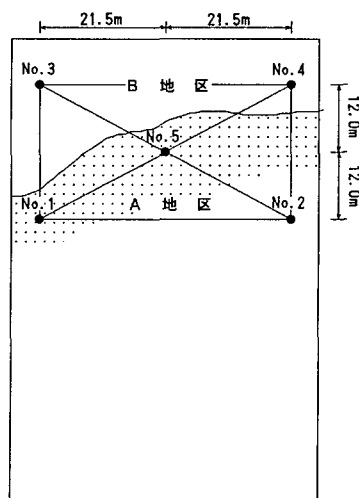


図-5.6 ボーリング位置及び盛土の分布
Boring location and distribution of embankments

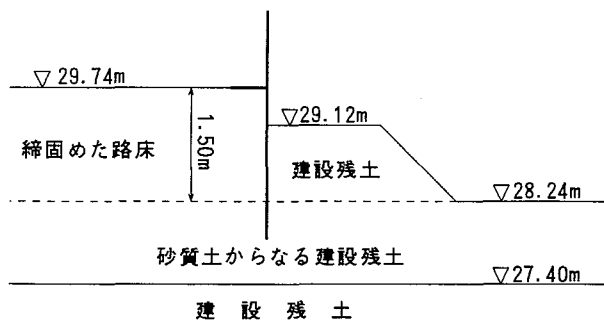


図-5.7 盛土の概略図
Outline of embankment

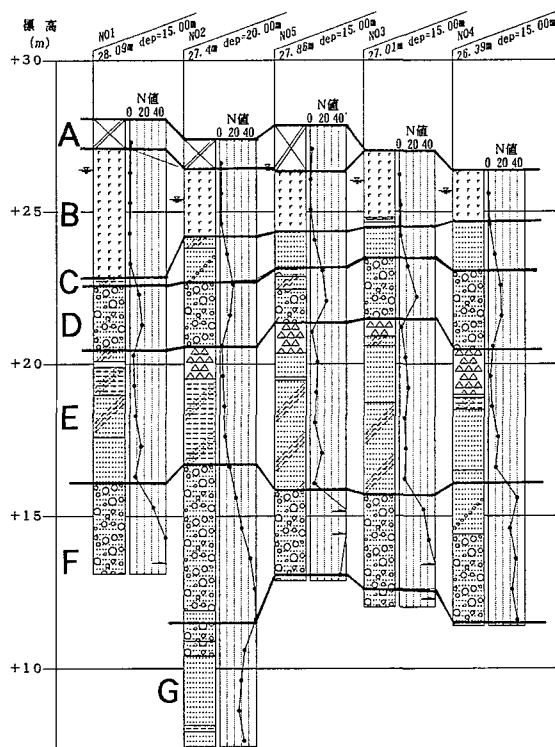
図-5.8は、同センター建設前のH1年5月に実施した地盤調査から得られた建物基礎地盤の土層構成である（ボーリング位置は図-5.6参照）。地盤調査は、A地区に厚さ1mの盛土が施工されていた時点で実施された。地盤は、上部から盛土、泥炭、火山灰質砂(1)、砂礫、火山灰質砂(2)、砂礫、火山灰質砂(3)から構成されており、下部2層は洪積の締まった地層である。現在の盛土厚は、前述の敷地造成経過から2m前後であると判断される（建物外周盛土天端までは2.7m程度の厚さになる）。地下水位は、建設後には測定されていないが、周辺の調査結果から判断してG.L.-1m付近（周囲の地盤面から）ではないかと考えられる。

地層構成やN値からみて、液状化の可能性のある地層は、盛土層と沖積の火山灰質砂層である。盛土と下部の砂質土層が液状化して沈下するとともに、外周の盛土が外側にすべり出し、盛土層が外側に移動したため、コートの路盤が沈下・陥没したと推定される。建物基礎部に残されていた泥の跡は、建物と外周盛土の相対変位によって、液状化した盛土材が絞り出されたものと解釈できる。

このように考えると、必ずしも泥炭が液状化したと考えなくとも現象の解釈は可能であるが、かといって泥炭が液状化しなかったという証拠もない。

泥炭は北海道各地に分布しており、それが属する高有機質土となると全国各地に分布する。泥炭層の沈下が原因と思われる道路の不陸が生じたケースが、過去の地震で見られたが、泥炭を含む高有機質土の地震被害事例はあまり報告されていない。

このような土が液状化して構造物に被害を及ぼすとなると、その影響は大きいものがある。泥炭の液状化メカニズム、予測手法及び液状化の影響の度合いなど、今後慎重に取り組むべき課題であると思われる。



土 層 構 成

	土 層 名	層厚(m)	N 値
A	盛土層	1.0~1.5	2~ 3
B	泥炭層	1.7~4.3	0~ 2
C	火山灰質砂層(1)	0.3~1.6	2~10
D	砂礫層(1)	1.8~2.6	12~25
E	火山灰質砂層(2)	3.9~5.8	2~17
F	砂礫層(2)	2.9~5.2	14~50以上
G	火山灰質砂層(3)	4.1以上	27~50以上

図-5.8 シルバースポーツセンター建屋基礎地盤の地層構成²¹⁾

Soil composition in the foundation ground of Silver Sports Center

(2) その他の被害

平地における建築物の被害は多く見られたが、調査した中では、それほど顕著な被害はなかった。ここでは、目に付いた被害を幾つか紹介する。いずれも被害を説明できる資料は入手していないので、現象の記述のみにとどめる。

写真-5.14～写真-5.15は、根室市で見られた古い木造住宅と石造の倉庫の全壊事例である。この他、各地で木造建物のモルタル壁が剥がれるなどの被害が多く見られたが、一般に古い建物の被害が目立った。写真-5.16～写真-5.17は、根室市立病院の柱に生じたせん断クラックを示したものである。写真-5.18は、斜里町で見られた平屋住宅の接続部の離れである。この付近は、広範囲に液状化が発生しており、この住宅の周辺地盤も相当沈下していることが分かる。



写真-5.14

根室市の2階建て木造住宅の
全壊
Collapsed 2-story wooden building



写真-5.15

同 上 石造倉庫の崩壊
Collapsed brick-type warehouse



写真-5.16

根室市民病院の柱に入ったせん断クラック

Shear cracks on hospital columns



写真-5.17

同上 せん断クラックのクローズアップ

Close-up of shear crack



写真-5.18

斜里町の平屋住宅接続部の離れ

Detached portion of a house

6. ライフラインおよび関連施設の被害

6. 1 概 説

ライフライン及び関連施設の被害としては、震源に近い根室管内の中標津町、標津町、別海町などで上下水道施設の被害が大きく、電気、ガス等については、比較的軽微であった。

上水道施設については、釧路市、根室市、中標津町、標津町などで断水、漏水および管渠の破裂等の被害が報道された。下水道施設では、主に中標津町、標津町において管路上の路面沈下やマンホールの浮き上がり等が顕著であり、一部地域で機能障害が見られた。マンホール周辺部、路面の陥没部および歩道脇において噴砂跡が確認されたことから、これらの被害は、埋戻し土や埋設管底のゆるい砂質土層の液状化が原因と推定される。一方、釧路沖地震で大きな浮き上がりを生じた釧路町木場、桂木の下水道マンホールは、今回の地震では、最大20cm程度地表に突出しただけで軽微な被害にとどまった。

電力設備については、配電柱の傾斜やトランスの傾斜など軽微な被害があった。地震発生直後に道東地区を中心に約46,000戸が停電したが、翌日の夜には全面復旧し、社会生活への影響は小さかった。

ガス施設では、数件のガス漏れ通報があったが、約半数が異常なしと報道された。ガス漏れが確認された地点については、復旧も早く、被害は軽微であった。被害がほとんどなかった原因は、釧路沖地震に比べて地震動が小さかったためと考えられるが、釧路沖地震で被害を受けた古い管が、復旧にあたって新しい管に更新されたことによる耐震性の向上も一つの要因となっていると考えられる。

通信施設では、光ケーブルの損傷が2件、引き込み線の切断、電話機の破損等が釧路、中標津および根室の各地区において合計796件発生し、被害額は釧路沖地震を上まわるのではないかとわれている。

本章では、マンホールの浮き上がりや路面沈下が顕著であった中標津町、標津町および下水管渠の浮き上がりが見られた標茶町の下水道施設の被害状況について紹介する。なお釧路町の被害については、釧路沖地震との比較を行っている第9章で取り上げた。下水道被害が大きかった市町村の分布を図-6.1に示す。

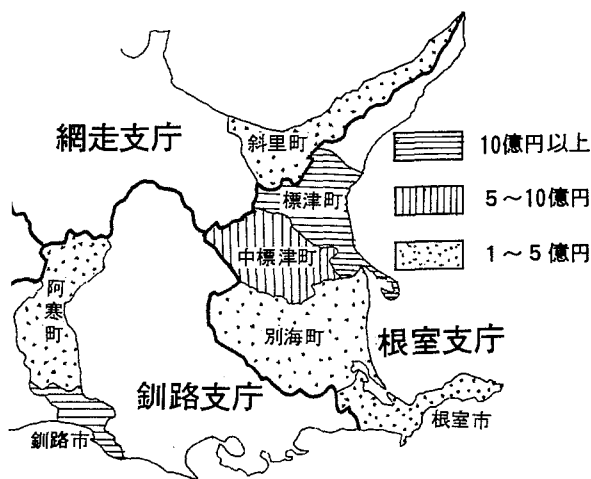


図-6.1 下水道被害が大きかった市町村¹⁸⁾
Location of heavily damaged sewerage system

6. 2 下水道の被害

(1) 中標津町

中標津町では、下水道施設の1次、2次調査の結果、町内300ヶ所以上のマンホールの浮き上がりや路面沈下が報告されている。これらの被害は広範囲に及ぶが、変位量としては数cmから20cm程度のものが多かった。

西町一丁目（図-6.2の地点A）や中標津消防署東側の住宅地（図-6.2の地点B、C）の未舗装道路上では、50～90cm程度のマンホールや下水取付管の浮き上がりが見られた（写真-6.1～写真-6.3）。西町一丁目における地質想定断面図を図-6.3に示す。この付近の地盤は0.5～1.0mの砂質土からなる盛土層の下に、非常に軟らかいN値1～2の泥炭が2～3mの厚さで堆積し、その下にゆるい砂質土層（N値10以下）が2m程度続いている。下水管渠（φ200mmの塩ビ管）は、地表面下2～3mの深さに0.6%の勾配で埋設されている。

地盤状況および管の埋設状況を勘案すると、地点Aのマンホールの浮き上がりは、埋戻し土と原地盤のゆるい砂質土層の液状化によるものと考えられる。その理由として、次のようなものが挙げられる。

- ①.地下水位がGL-0.6mと非常に浅い
- ②.泥炭層が非常に軟らかく地震動が増幅する可能性が高い
- ③.埋戻し土の周囲は、泥炭であることから透水性が低く非排水状態に近い
- ④.マンホールの底面にはゆるい砂質土層が存在しており、激しい液状化が発生しやすい
- ⑤.地表面は舗装されておらず、浮き上がりに対する拘束力が小さい

一方、No.6地点付近ではマンホールの浮き上がりや沈下などは特に報告されていない。これは、地下水位が深いため埋戻し土が液状化しなかったこと、管底が泥炭層内にあることから、原地盤の砂質土層が液状化しても管渠やマンホールに直接影響しなかったこと等が考えられる。

マンホールの大きな浮き上がりが見られた地点は、この数年の間に下水道の敷設が行われたところであった。そのためマンホール及び管路と土の摩擦がそれほど働かず、過剰間隙水圧による揚圧力で簡単に浮き上がってしまったと考えられる。

中標津終末処理場では、写真-6.4～写真-6.5に示すように、建物周辺の地盤沈下（30～40cm）に伴う取付管の破損が確認された。さらに道路上では写真-6.6に示すように、マンホールの突出（10cm程度）や亀裂がみられ、近くに噴砂が確認されたことから、これらの被害も液状化に起因すると考えられる。

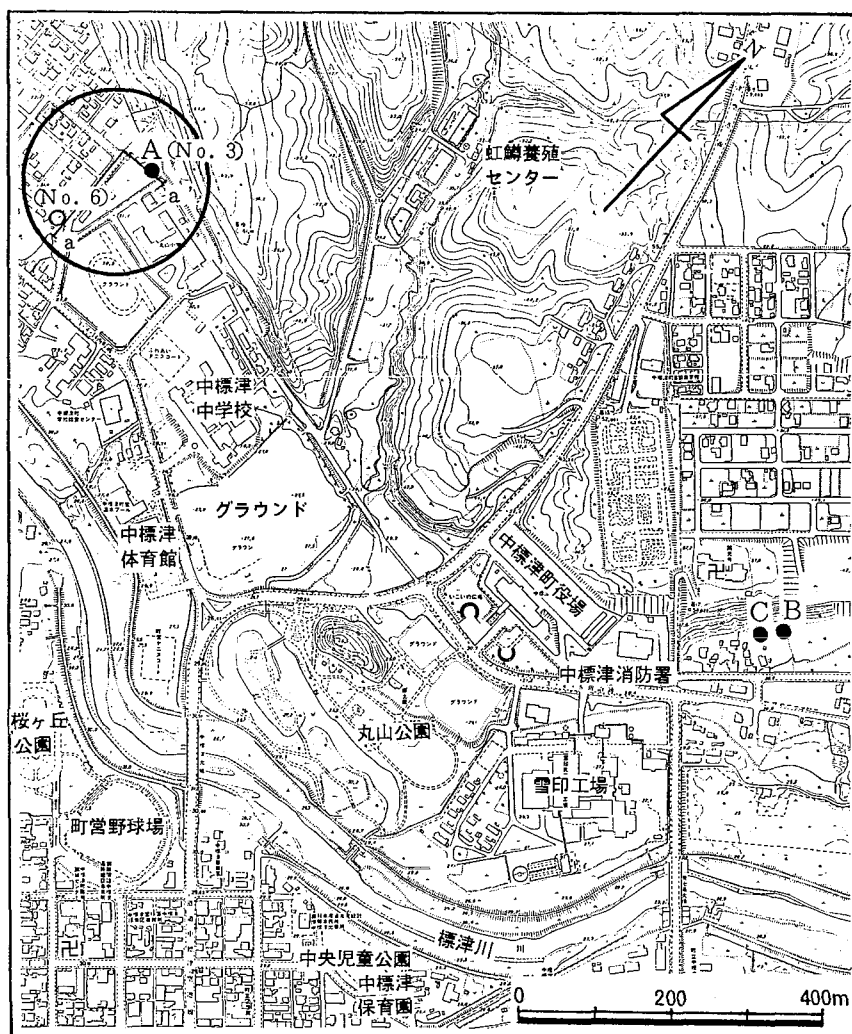


図-6.2 下水道マンホールが大きく浮き上がった地点位置図（中標津町）
Location of severely uplifted manholes in Nakashibetsu Town

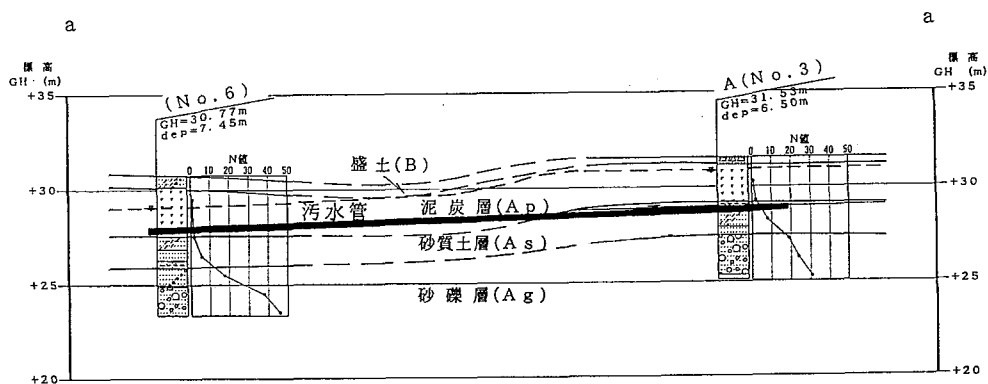


図-6.3 中標津町 A地点の地質想定断面図^{2,2)}
Estimated soil profile in site A



写真-6.1

中標津町丸山小学校北側の下水道マンホールの浮き上がり
(突出量 約55cm)

Uplifted manhole (about 55 cm) in
Nakashibetsu Town



写真-6.2

中標津消防署東側近傍の下水道マンホールの浮き上がり
(突出量 約90cm)

Uplifted manhole (about 90 cm)



写真-6.3

同上 近傍のマンホールと取り付け管の浮き上がり
(突出量 約57cm)

Uplifted manhole and detached pipe
(about 57cm)



写真-6.4

中標津下水終末処理場建屋周囲
の地盤沈下
Ground subsidence



写真-6.5

同上 地盤沈下に伴う建物取り
付け管及びマンホールの被害
Damaged pipes and manhole as
a result of ground subsidence



写真-6.6

同上 処理場構内のマンホールの
浮き上がり（突出量 約10cm）
Uplifted manhole (about 10cm)

（２）標津町

オホーツク海に面する標津町の地盤は、図-6.4の地質想定断面図に示すように、海岸寄りの地域は砂州と思われる締まった砂及び礫が浅い深度で出現するが、やや内陸になると泥炭が2～3mの厚さで堆積する軟弱地盤となっている。標津町でも中標津町と同様に下水道被害が主に内陸部の各所で見られた。路面沈下の多くは、下水道管渠の埋設部分に沿って生じ、またマンホールの浮き上がり、路面の陥没および噴砂が確認された（写真-6.7）。マンホールの浮き上がり量は最大20cm程度、地盤の沈下量は最大40cm程度であり、埋設地点によって変位量は異なっている。

土質柱状図をもとにボーリング地点毎に地層構成をパターン化し、表-6.1に示したように３種類の地盤タイプに分類した。各タイプの地盤の分布図を図-6.5に示す。同図には、目視又は鋼巻尺を用いて測定された変位量と下水道の被害状況も併記している。これらの被害状況と地層構成との関係について調べた結果、各地盤タイプの特徴は以下の様にまとめられる。

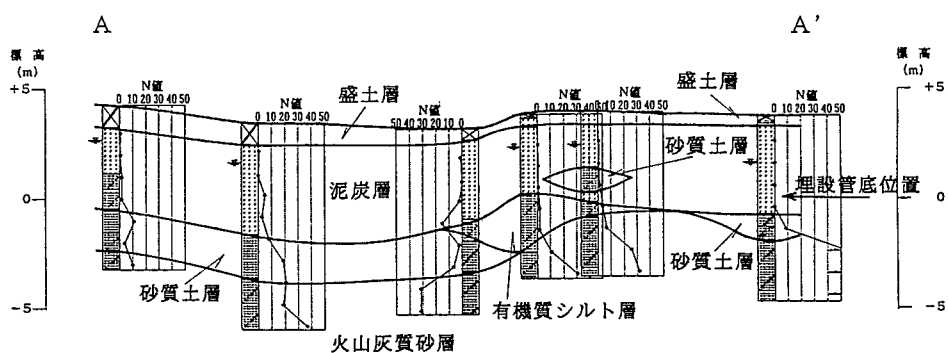
タイプA …… 埋戻し土の周囲には透水性の良い砂質土が存在することから、埋戻し土内に発生した過剰間隙水圧は原地盤に消散しやすい。このためマンホール底面の過剰間隙水圧はあまり上昇せず、浮き上がりにくいと考えられる。ただし原地盤も液状化した場合には、浮き上がり・沈下ともに大きくなる可能性がある。

一方、地盤沈下については、埋戻し土や原地盤が液状化しても、上位に存在する泥炭等によって地表への急激な消散が起こりにくいため、沈下は生じくいと考えられる。

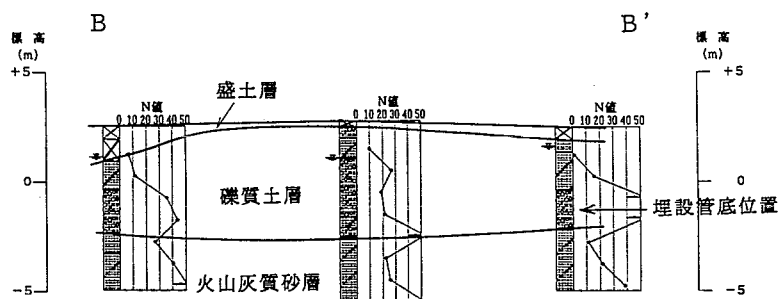
タイプB …… 埋戻し土の周囲には泥炭層が存在することから非排水状態となり、液状化しやすくなる。このためマンホールの底面に過剰間隙水圧が長時間保持される可能性があり、マンホールは浮き上がりやすくなる。過剰間隙水圧は埋戻し土を通して上方に消散し、埋戻し土の部分が沈下すると考えられる。

タイプC …… 埋戻し土の周囲には、良く締まった透水性の高い砂礫層や砂質土層が存在することから、埋戻し土内に発生した過剰間隙水圧は周囲の地盤に消散し、埋戻し土および原地盤には液状化が起こりにくい。このため地盤や管渠には変状が生じない。

なお、タイプA～Cは、管渠の埋設条件と地盤条件の両方から便宜的に分類したものであって、マンホールの設置深度や地下水の位置および地盤状況によって被害の程度が個々に異なることはいうまでもない。今後、詳細な調査・解析により下水管路の被害パターン及び程度と地盤条件の関係が明らかにされることが望まれる。



A - A' 断面 (内陸部)



B - B' 断面 (海岸寄り)

0 100m

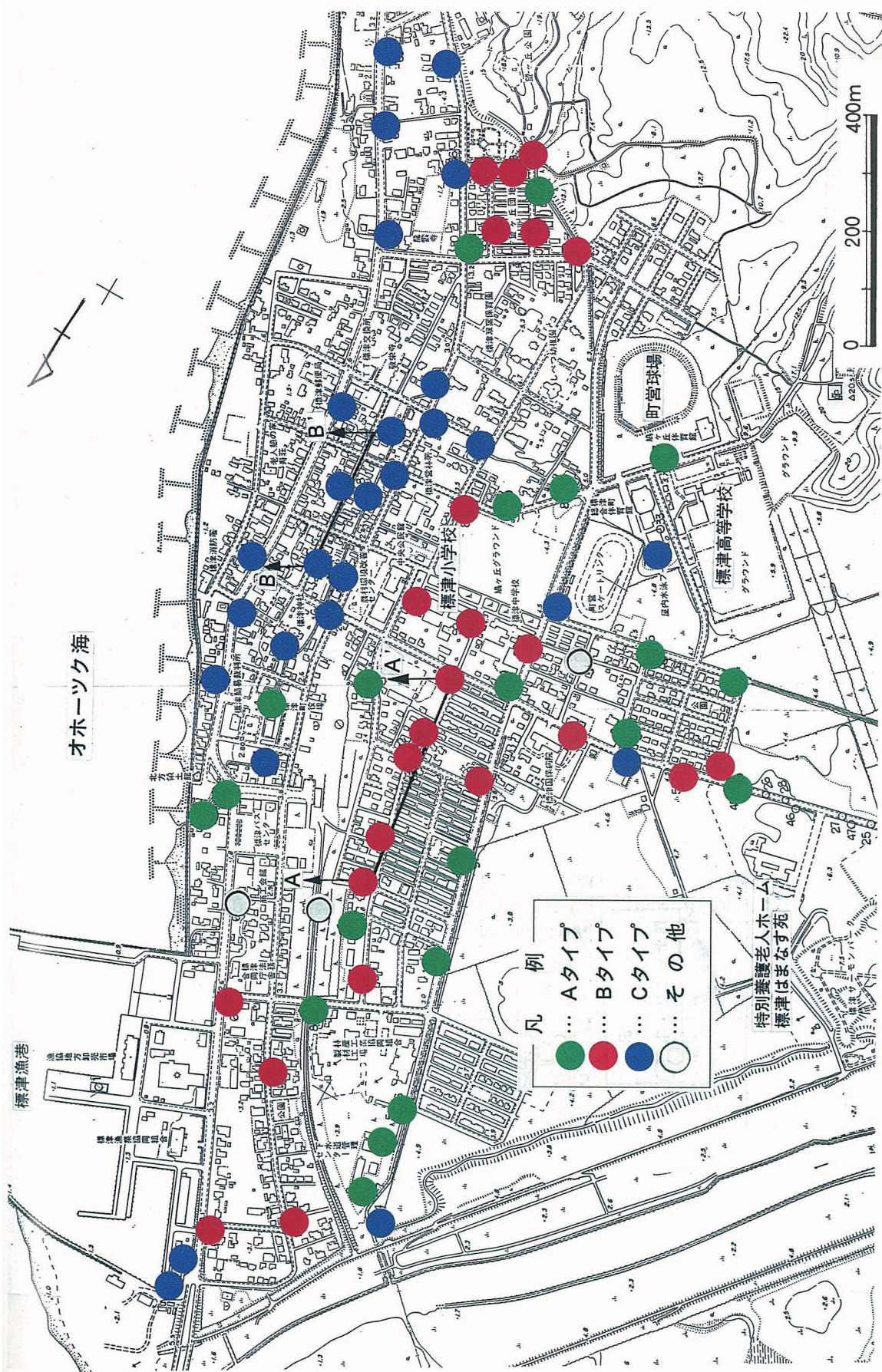
測線位置は
図-6.5参照

図-6.4 標津町海岸部と内陸部の地質想定断面図^{2,3)}

Estimated soil profiles in coastal and inland areas, Shibetsu Town



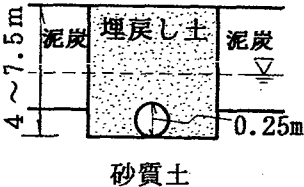
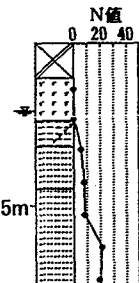
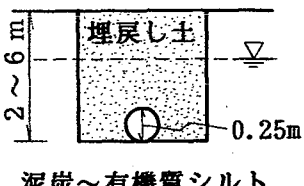
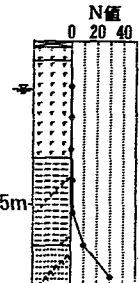
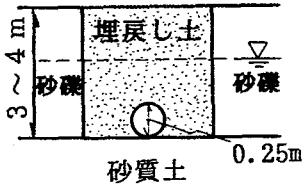
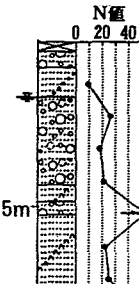
写真-6.7 標津町下水道マンホールの浮き上がりと路面の沈下・陥没
Uplifted manhole and road subsidence in Shibetsu Town



地盤タイプと下水管渠被害の関係に
ついては表-6.1参照

図-6.5 標津町の地盤タイプの分布図
Distribution of ground types in Shibetsu Town
(refer to Table 6.1)

表-6.1 標津町の地盤タイプと下水道管渠被害の関係
Relation between ground type and damage to sewage manhole in Shibetsu Town

地盤 タイプ	想定モデル断面	代表柱状図	被害状況	
			マンホールの 浮き上がり	埋戻し土および 原地盤の沈下
A ●	 7.5m 泥炭 埋戻し土 泥炭 4 0.25m 砂質土		0~10cm程度	埋戻し土および 原地盤の沈下は 比較的小さい (0~5cm程度)
B ●	 6m 埋戻し土 2 0.25m 泥炭~有機質シルト		5~20cm程度	埋戻し土の沈下 が比較的大きい (5~40cm程度) 陥没部に噴砂
C ●	 4m 埋戻し土 3 砂礫 0.25m 砂質土		浮き上がり なし	埋戻し土および 原地盤の沈下は ない

(3) 標茶町

標茶町では、中標津町や標津町に見られるような顕著な下水道施設の被害は報告されていない。ところが地震発生後、噴砂の見られた下水道管渠の埋設地点を開削した結果、管渠が約50cm浮上していることが明らかになった。被害地点は、釧路川の東方に位置する泥炭地であり、厚さ70cm程度の盛土層の下に1.5～2.0mの軟弱な泥炭層が存在し、その下にゆるい細砂層が続いている（図-6.6参照）。埋戻し土、原地盤の細砂及び噴砂の粒度分布を図-6.7に示す。噴砂の粒度組成が沖積細砂層と類似していることから、地表面下2.0～2.5m以深に存在する細砂が、液状化によって一部盛土材を伴って噴き出したものと考えられる。

管の浮き上がり原因は、細砂層の過剰間隙水圧による揚圧力および地表面への浸透流によるものと推定される。

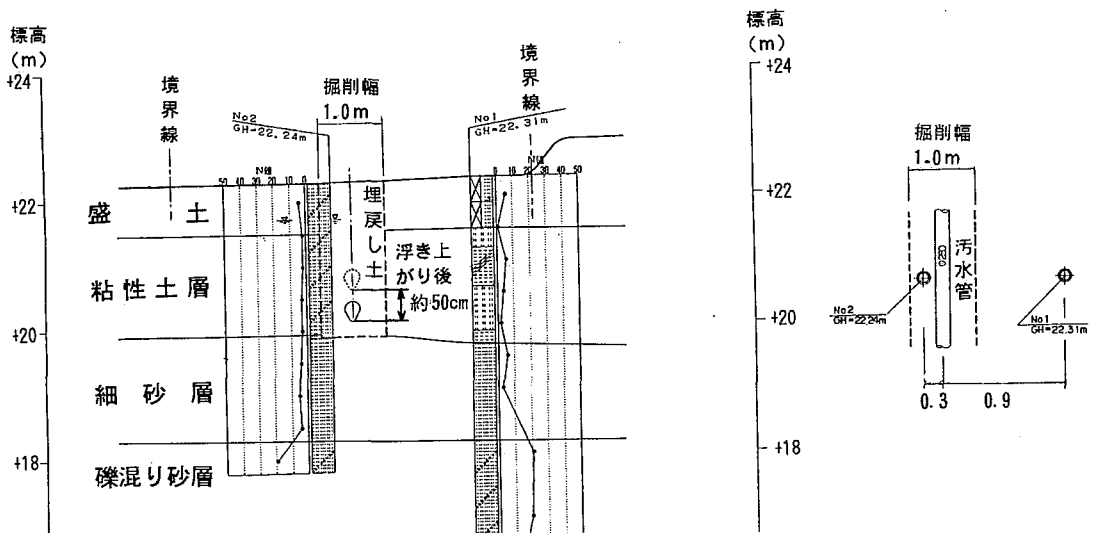


図-6.6 下水道管路の浮き上がりが生じた地点の地盤状況^{2,4)}
Soil condition at the site of uplifted sewage pipe in Shibecha Town

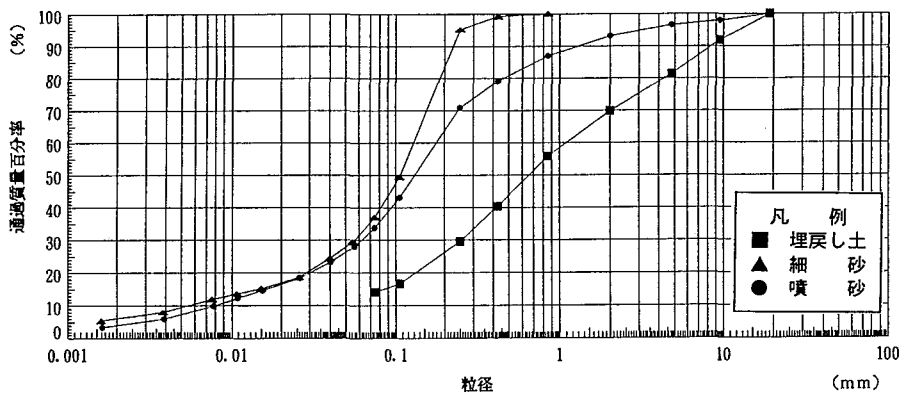


図-6.7 同上地点の埋戻し土、原地盤及び噴砂の粒度分布
Grain size distribution of soil in the above site

7. 港湾・漁港施設の被害

今回の地震で港湾および漁港施設（図-7.1参照）は各地で大きな被害を受けた。釧路・根室地域には、重要港湾である釧路港、根室港をはじめとして、地方港湾（1ヶ所）、第三種漁港（2ヶ所）、第四種漁港（3ヶ所）及びその他の小漁港がある。ここでは重要港湾の釧路港と根室港（花咲港区）を中心に主要な港湾および漁港の被害状況についてまとめた。

7.1 釧路港

（1）概 要

釧路港の平面図および主要な被害位置を図-7.2に示す。釧路港は釧路川を境に西港区と東港区に二分されるが、いずれも航路浚渫材による埋立地である。港湾施設の被害規模は、昨年の釧路沖地震に比べ、無被害か軽微な被害にとどまった施設が多かった中で漁業埠頭（東港）については液状化による被害のため、一時的に機能の停止に至った。施設の被害が軽微にとどまった施設が多かったのは、釧路沖地震に比べ地震動が小さかったことの他に、釧路沖地震の災害復旧で実施された液状化対策の効果が挙げられる。釧路沖地震との比較については第9章で紹介する。

（2）東港区

被害の大きかった漁業埠頭南側-7.5m岸壁の形式を図-7.3に示す。当施設は釧路沖地震の際に控え組杭式鋼矢板岸壁の矢板本体に亀裂が入り、その矢板を復旧断面の一部として利用することは不可能であったため、旧法線より20m前出しして重力式（ケーソン）岸壁が新設されたものである。背後地盤の一部にはグラベルドレーン（GD）工法による液状化対策が実施されている。

南側岸壁一帯では沈下による段差や亀裂が数多く発生した。沈下量はケーソン境界から旧法線間（裏込石主体）で最大20cm、GD工法打設位置背後から控え組杭間（浚渫砂）で最大45cmであり、釧路沖地震に比べて小さかった（写真-7.1～写真-7.2参照）。段差と亀裂には多量の噴砂が見られた。写真-7.3に示すように、ケーソン部には変状はなく、岸壁隅角部を除けば岸壁のはらみ出しは見られなかった。

なお、漁業埠頭の東側及び西側岸壁の被害は軽微で、エプロン部の舗装の亀裂、構造物周辺地盤の沈下、駐車場の陥没が見られたが、いずれも小規模であった。

東港区北埠頭は排水溝の沈下・はなれと道路の亀裂の被害が主で、噴砂が数多く見られた（写真-7.4）。

（3）西港区

第一～第三埠頭がある西港区では、港湾施設に目立った被害は発生しなかった。被害は軽微で、道路の亀裂と局部的な波打ち程度であるが、フェンス基礎、ベルト



図-7.1 釧路・根室地域の港湾・漁港施設²⁵⁾
Port and harbor facilities in Kushiro and Nemuro districts

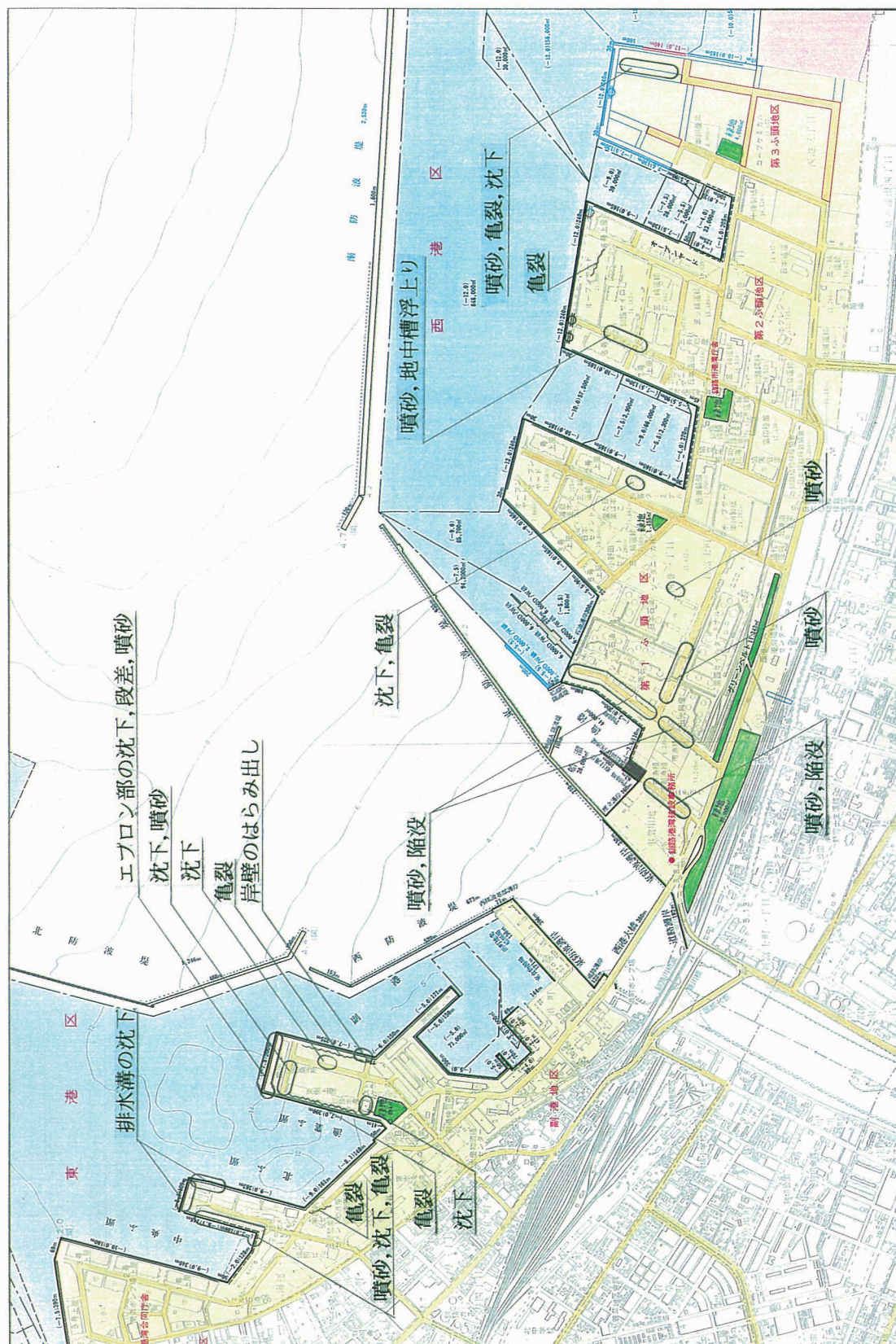


図-7.2 釧路港平面図と被害の概要²⁶⁾
Plan-view of Kushiro Port and outline of damage

コンベヤー基礎および道路亀裂面から数多くの噴砂が見られた。釧路沖地震で大きく沈下した第一埠頭のフェリーターミナルや第二埠頭南側岸壁では、復旧に際して液状化対策が施されたため、今回の地震では、被害はほとんど発生しなかった（写真-7.5）。ただし、埠頭内部では、昨年と同じように地盤が液状化し、噴砂が各所で生じた（写真-7.6）。今回の地震が昨年の地震と比べて、地震動が小さかったといっても、液状化を引き起こすには十分な大きさであったことが分かる。

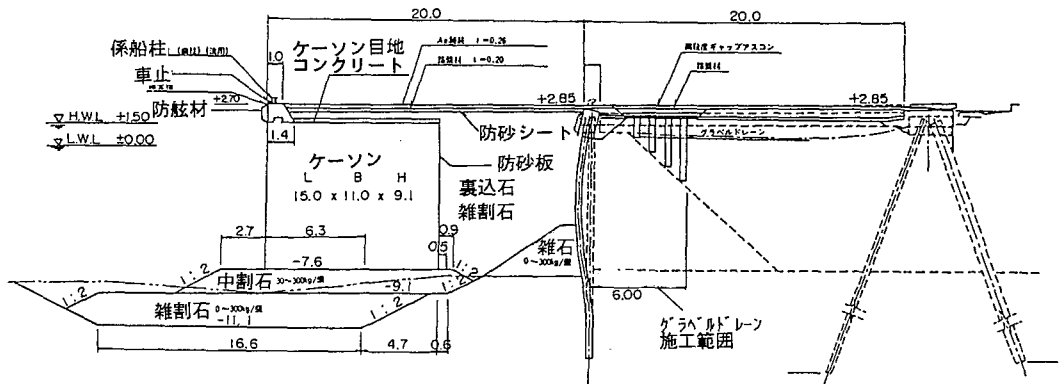


図-7.3 東港漁業埠頭南側岸壁の復旧断面図²⁷⁾

Cross-section of the repaired quay wall at the Fisherman's Wharf in Kushiro East Port

(4) 噴砂の粒度特性

図-7.4は、釧路港の各所で採取した噴砂試料の粒度分布である。いずれも平均粒径 D_{50} が0.11~0.30mmで、均等係数が小さい液状化しやすい砂である。

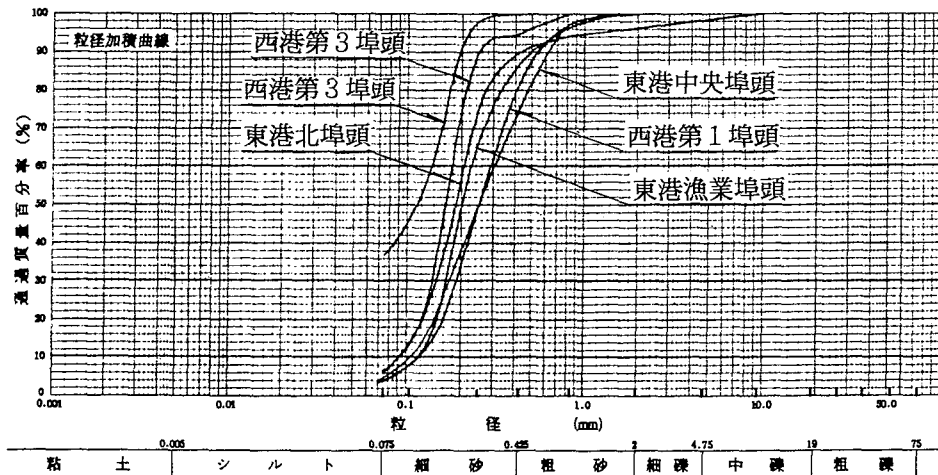


図-7.4 釧路港の噴砂試料の粒度分布

Grain size distribution of sand boils at Kushiro Port



写真-7.1

釧路東港漁業埠頭南側岸壁
エプロンの沈下
釧路沖地震と同じ箇所で沈下・陥没が
生じた
Subsidence of apron in Kushiro East
Port



写真-7.2

同 上 沈下によって生じた
段差（約45cm）
Ground subsidence



写真-7.3

同 上 ケーソン部
左側のケーソン部は被害がなく、右側
の背後地盤で沈下が生じている
Undamaged caisson section



写真-7.4

釧路東港北埠頭 排水溝とエプロンの段差

Gap between drainage channel and apron



写真-7.5

釧路西港第二埠頭南側岸壁

釧路沖地震ではアンローダーから右側の地盤が約50cm沈下したが、復旧の際に液状化対策を施したため、今回の地震では被害が出ていない

Undamaged quay wall in No. 2 wharf, West Port as a result of liquefaction counter measure



写真-7.6

釧路西港第一埠頭 東側道路に生じた陥没と噴砂

Subsidence and sand boils in No.1 Wharf, West Port

7.2 花咲港

根室地域の重要港湾である根室港は、花咲港区と根室港区に分けられる。このうち港湾施設に大きな被害が生じた花咲港(区)の施設配置と主要な被害は図-7.6に示すとおりである。なお、根室港(区)は岸壁エプロンの一部に沈下が見られた程度の軽微な被害にとどまった。

(1) 東地区-10m岸壁

花咲港で最も大きな岸壁である東地区の-10m岸壁(東岸壁)は泊地浚渫材による埋立地に建設された施設である。当岸壁は、図-7.5に示すようにケーソン形式で、背後地盤には6mの幅でサンドコンパクションパイル(SCP)工法による液状化対策が施工されていた。写真-7.7及び写真-7.8に見られるように、岸壁のはらみ出し、エプロン目地のはなれ、背後地盤の沈下によるエプロンの亀裂、段差が全域にわたって発生した。また、南東側の用地護岸(ケーソン形式)背後の舗装道路は、陥没(約80cm)、沈下、亀裂、波打ちなどの変状を示し、護岸にはせり出しなどの被害が見られた(写真-7.9)。北西側の護岸にも、せり出し(約65cm)が見られ、背後地盤の沈下も約60cmに及んでいる(写真-7.10)。

これらの被害により一時的に機能を停止したが、エプロン沈下部に碎石を敷き、北方四島への地震災害物資の積み出し港として利用されている。

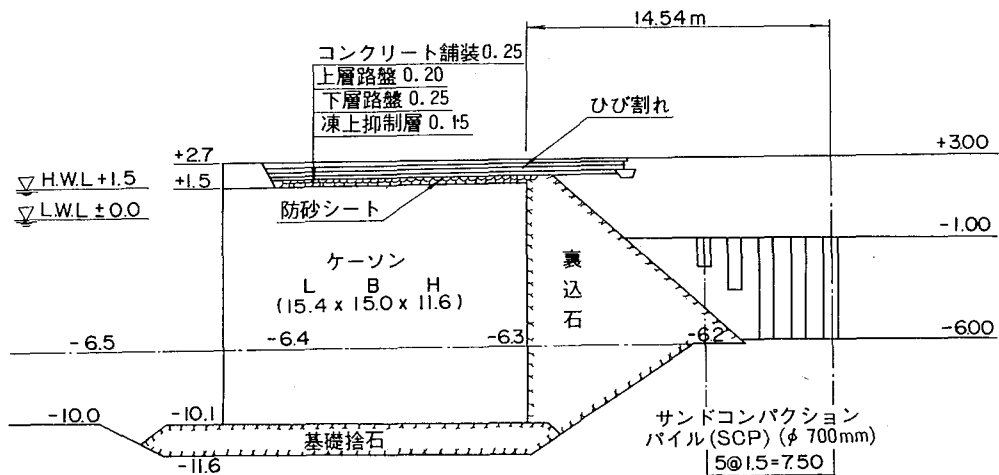


図-7.5 花咲港東地区岸壁(-10m)の断面図²⁸⁾

Cross section in East-10m Wharf, Hanasaki Port

(2) 中央地区

中央地区は、写真-7.11に見られるようにエプロンの亀裂、沈下、段差による被害が多かった。また、写真-7.12に示したように、岸壁のせり出しにより40cm程度の開きと約10cmの段差が発生した。



写真-7.7

花咲港東岸壁（-10m）
エプロンの亀裂・沈下
ケーソン背後地盤の沈下によってエプロンに亀裂が生じた
Apron settlement and cracks in
Hanasaki East Wharf



写真-7.8

花咲港用地護岸
岸壁のはらみ出し
Lateral displacement of quay wall



写真-7.9

同 上
護岸背後道路の変状
Deformation of road on the backfill



写真-7.10

花咲港東地区 用地護岸
護岸のせり出し
Lateral displacement of quay wall



写真-7.11

花咲港中央地区
エプロンの亀裂・段差
Cracks and subsidence of apron in
Hanasaki Central Port



写真-7.12

同 上 エプロンの開口と段差
Gap in the apron and resulting cracks

(3) 西地区

西地区についても写真-7.13に示すようにエプロンの亀裂、沈下、段差による被害が多く発生し、噴砂も所々で見られた。また、写真-7.14に示すように、地震によってレールに不陸が発生し、開閉が困難となった防潮堤のゲートもあった。



写真-7.13

花咲港西地区
エプロンの亀裂・沈下・段差
Cracks, settlement and relative
subsidence in the apron in Hanasaki
West Port



写真-7.14

同 上 地震によって締まらな
くなった防潮堤ゲート
地盤に不陸が生じ、レールが中央で曲
がってゲートが閉まらなくなった
Gate which can not be closed as
a result of the earthquake

(4) 噴砂の粒度特性

東地区埠頭用地の中では、多くの噴砂が生じており、その規模も大きい。写真-7.15に示す噴砂の直径は約9m、中央部の砂の厚さは65cmで、噴砂の山を円錐形と仮定すると、約28トンの砂が噴き出したことになる。

図-7.6は、花咲港東地区で採取した噴砂試料の粒度分布を示した。いずれも平均粒径 D_{50} が0.14~0.20mmで、粒径の揃った（均等係数が小さい）液状化しやすい砂である。



写真-7.15

東地区埠頭用地に見られた巨大な噴砂（直径9m）

Large-scale sand boil in Hanasaki East Port

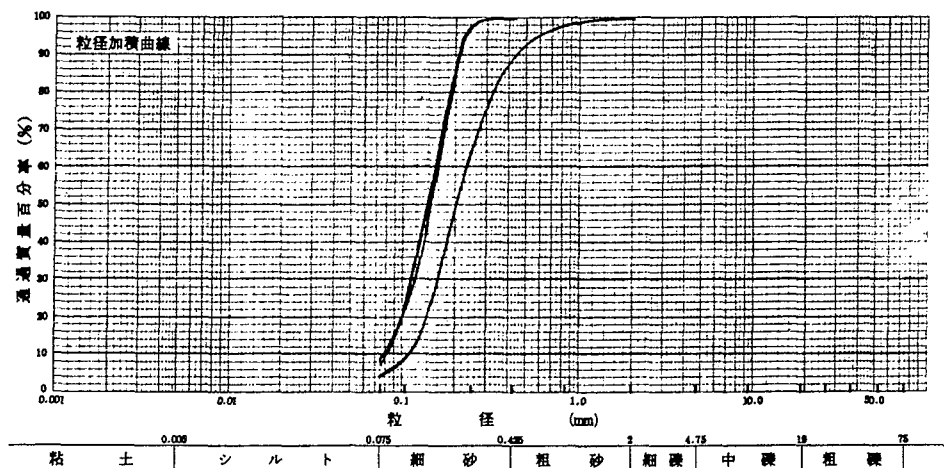


図-7.7 花咲港東岸壁（-10m）の噴砂の粒度分布

Grain size distribution of ejected sand in Hanasaki East Warf

7.3 その他の港湾・漁港

(1) 霧多布港（地方港湾）

施設のほとんどすべての岸壁と護岸で亀裂や段差、岸壁のはらみ出し等の被害が見られ、エプロンは全体に50cm前後沈下したが、目地の離れ、亀裂等はほとんど見られなかった（写真-7.16～写真-7.17）。また、港湾に隣接する漁協の建物（モルタル造）に亀裂が生じ、背後地盤では噴砂が数多く確認された。

(2) 羅臼港（第四種漁港）

羅臼港は写真-7.18に示すように、10cm程度の岸壁のずれが生じ、付近に噴砂と道路の横断亀裂、段差が見られた程度で被害は小さかった。

(3) 歯舞漁港（第四種漁港）

歯舞漁港では-6.0m岸壁に、岸壁のはらみ出し、エプロンの沈下（30cm程度）などの被害が集中した。写真-7.19は岸壁隅角部の最も変状した箇所である。

(4) 落石漁港（第三種漁港）

落石漁港の被害は軽微で、岸壁のはらみ出し、エプロンの離れ、段差とともに写真-7.20に示したような沈下が見られた。

(5) 標津漁港（第二種漁港）

標津漁港では、岸壁のはらみ出し、エプロンの亀裂、段差が見られたが、小規模であった。なお、漁協の建物（RC造）周辺では20cm前後の沈下により段差が生じるとともに、建物内部の天井などが落下する被害が発生した。

(6) 尾岱沼漁港（第二種漁港）

尾岱沼漁港では市場周辺の岸壁のはらみ出し、エプロンの亀裂、排水溝周辺の段差が見られたが、写真-7.21に示したように中央部の荷揚げ場の被害は激しく、コンクリート床版が大きく波打ち、沈下は30cm位で、先端部は陥没している。また被害箇所には噴砂も見られ、液状化による被害と考えられる。

(7) 散布漁港（第一種漁港）

散布漁港の被害は、写真-7.22に示したように岸壁のはらみ出し、傾斜、エプロンの亀裂、段差、沈下などである。

(8) 松法漁港（第一種漁港）

松法漁港は羅臼町に位置する漁港で、写真-7.23に示したように岸壁のはらみ出し、ずれ（15cm程度）、エプロンの沈下（20cm程度）による段差が発生している。

(9) 千代の浦漁港

千代の浦漁港は釧路市内の東側に位置する漁港で、新設されたエプロン部に沈下と開きが発生し、付近には噴砂が見られたが、被害は軽微であった。

(10) 噴砂の粒度特性

図-7.8には5ヶ所の港湾・漁港で採取した噴砂の粒度分布を示した。平均粒径 D_{50} が0.08~0.57mmの範囲で、いずれも均等係数が小さく液状化しやすい砂である。

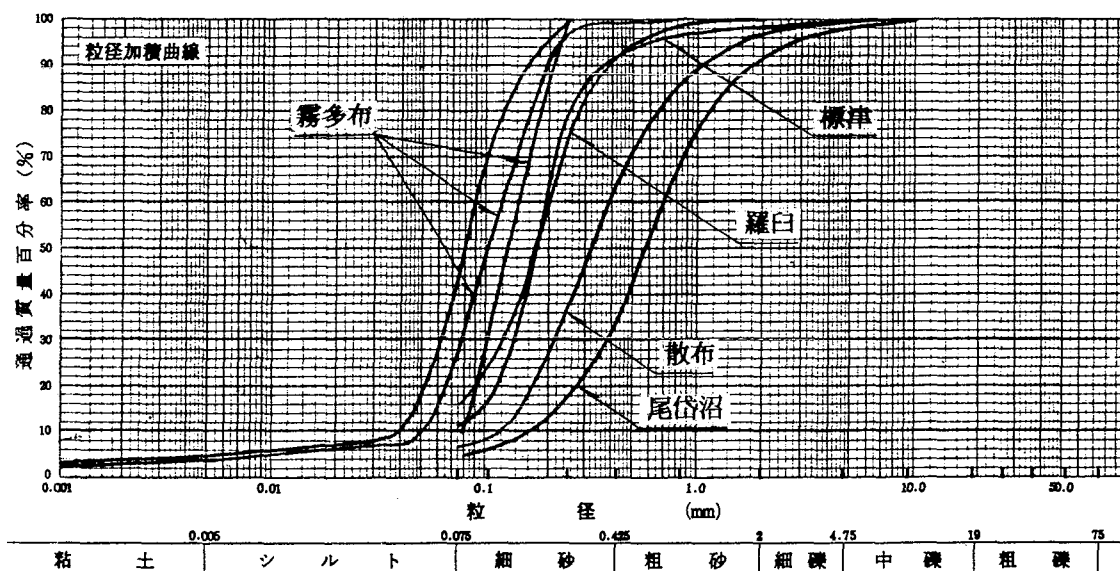


図-7.8 港湾・漁港の噴砂の粒度特性
Grain size distribution of ejected sand



写真-7.16

霧多布港 北護岸背後部の沈下
Settlement of backfill in Kiritappu Port



写真-7.17

同 左 中央地区臨港道路の沈下
Settlement of road



写真-7.18

羅臼漁港 岸壁のずれ(約10cm)
Lateral displacement of quay wall in
Raus Fishing Port

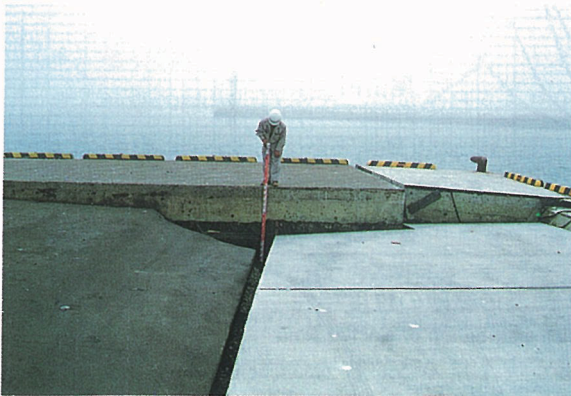


写真-7.19

歯舞漁港 -6m岸壁隅角部の
エプロンの沈下
Subsidence of apron in Habomai
Fishing Port



写真-7.20

落石漁港 岸壁の沈下
Settlement of quay wall in Ochiishi
Fishing Port



写真-7.21

尾岱沼漁港 中央部の荷揚場の
変状

Deformation of the loading area in
Odaitou Fishing Port



写真-7.22

散布漁港 岸壁のはらみ出し、
傾斜、エプロンの亀裂、段差、
沈下

Lateral displacement and tilting of
quay wall and cracks and subsidence
of apron in Chirippu Fishing Port



写真-7.23

松法漁港 岸壁のはらみ出し、
ずれ（約15cm）、エプロンの
沈下（約20cm）

Lateral displacement of quay wall and
cracks and subsidence of apron in
Matunori Fishing Port

8. その他の被害

(1) 斜里町穀物貯蔵タンク

震源から約250km離れた斜里町では、局部的に被害が集中した。被害原因は、主に液状化と考えられるが、地震動の作用とみられる被害もあった。

写真-8.1～写真-8.2は、斜里町市街地の南東端に位置する農協の穀物サイロの被害状況である。小麦約3000トンを保存する10連の鋼製サイロが座屈して、小麦の一部が流出した。座屈したサイロの周辺地盤には変状が見られなかったので、この被害は地震動の作用によって生じた被害と推定される。写真-8.3に示すように、サイロに隣接する自動車工場の壁も剥がれる被害があり、局所的に地震動が強かったことをうかがわせる。

(2) 河川護岸

写真-8.4は斜里町のブロック積護岸の被害である。ブロック積は、従来から地震に弱いことが指摘されており、過去の地震においてもしばしば被害を受けている。

写真-8.5も斜里町の用水路周辺の地盤がすべて水路を狭めるとともに、道路と下水道に被害が生じた事例である。



写真-8.1

斜里町穀物貯蔵サイロの座屈
Damaged silo in Shari Town



写真-8.2

同 上 座屈したサイロの基部
Base of the damaged silo



写真-8.3

被害を受けた穀物サイロに隣接する自動車工場の壁の剥離
Damage in the adjacent car factory



写真-8.4

斜里町河川護岸の崩壊
Damaged channel wall



写真-8.5

斜里町用水路のすべりと周辺道路・下水道の被害
Collapsed waterway and damaged in adjacent road and sewage line

9. 釧路沖地震との比較

M8前後の大地震が2年の間に立て続けに釧路・根室地方を襲った。この2つの地震によって道東地方は大きな被害を受けた。これらの2つの地震は震源地などが異なるため、両者の被害の比較はそう単純ではない。実際、北海道東方沖地震の際に釧路地方気象台で観測された地震動の最大加速度は475galで、釧路沖地震の半分程度であった（図-1.13参照）。しかし同じ構造物に対して短い期間に大きな地震動が作用するような事例は滅多にあることではないので、幾つかの構造物について両地震による被害の相違点または類似点を比較してみる。

（1）道 路

昨年の釧路沖地震では、国道44号 厚岸町糸魚沢（写真-9.1）をはじめ、国道38号 白糠町馬主来^{ばしゅくる}、国道272号 標茶町東阿歴内（写真-9.2）、国道391号 釧路町鳥通など、国道が大規模に崩壊した地点が多かった。特に糸魚沢、東阿歴内は盛土が原形をとどめないほどに大きく流動する様に崩壊した（図-9.1～図-9.4参照）。その後、北海道開発局を中心とした調査により被害の共通点が明らかにされている。

- ①."片切片盛（糸魚沢、東阿歴内）"、"沢地の盛土（馬主来）"、"沢地への腹付盛土（鳥通）"、と地形は異なるが、盛土形状はいずれも左右非対称であった。
- ②.地下水が集まりやすく湧水が確認されるなど、盛土・地山部は地下水で飽和されていた。
- ③.盛土材は、ゆるい火山灰質で粘着性に乏しく、過剰間隙水圧が容易に上昇し易い材料であった。

今回の被害地点をみると、§4.1で指摘したような地形上の特徴の他、この地方一帯に分布する火山灰質土が盛土材として利用されていたことなどが釧路沖地震との共通点といえる。盛土地点の基礎地盤に湿地性の軟弱層が分布する点では同様といえるが、盛土材が大きく流動するような被害形態は少なく、むしろ縦方向へ深い亀裂が入り、道路が崩壊する傾向が多いように思われる。これらの実態把握は今後の課題といえよう。なお、上に挙げた釧路沖地震の国道の大規模崩壊地点においては、今回の地震による被害はほとんどなかった。その理由は、前述したように釧路地方は、一般的に昨年の地震よりも加速度が小さかった点と、復旧に際して盛土の締め固めや排水工の設置などで安定性を高めた点が挙げられる。

反面、釧路沖地震で被害を受けた箇所が、今回も被害を受けた事例が少ないことも事実である。この事実から以下の点が指摘できる。

- ①.地震規模や震源位置が少々異なっているが、被害を受ける地域は決まっている。
- ②.いつも被害が出るような地点については、災害復旧に際して、将来の地震に対して被害を軽減できるような対策の必要性がある。

(a) 釧路沖地震²⁷⁾



(b) 北海道東方沖地震



写真-9.1 国道44号 厚岸町糸魚沢における被害地点の比較
Comparison between damaged sites in Itoizawa, Akkeshi Town

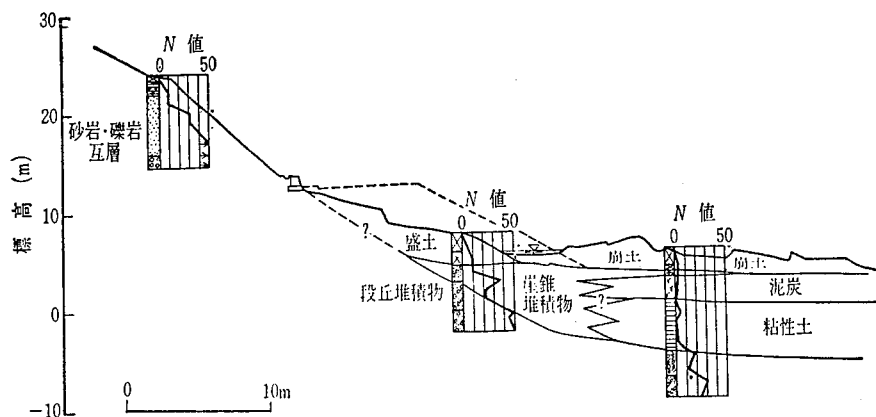


図-9.1 同上地質断面図²⁷⁾
Soil profile in the above site

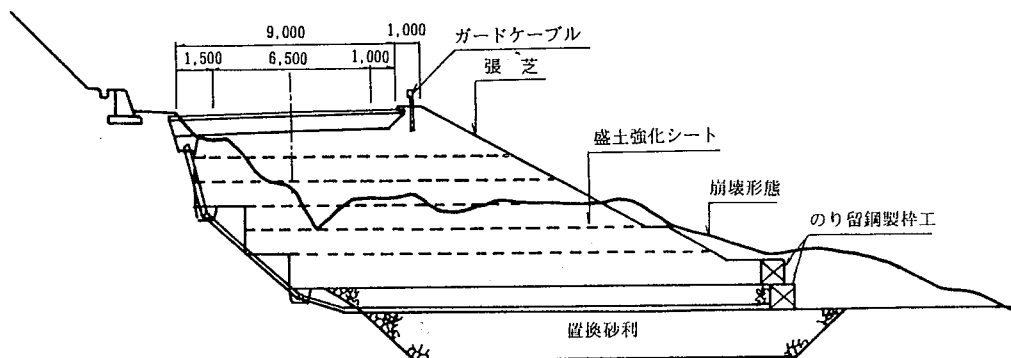


図-9.2 同上復旧断面図²⁷⁾
Repaired cross section

(a) 釧路沖地震²⁷⁾



(b) 北海道東方沖地震



写真-9.2 国道272号 標茶町東阿歴内における被害地点の比較
Comparison between damaged sites in Higashi-Arekinai, Shibeche Town

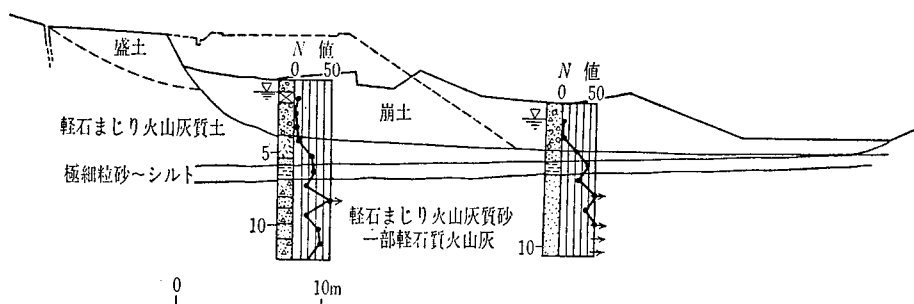


図-9.3 同上地質断面図²⁷⁾
Soil profile in the above site

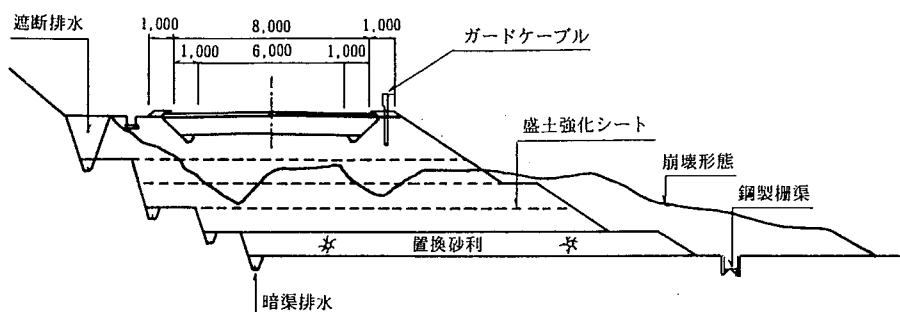


図-9.4 同上復旧断面図²⁷⁾
Repaired cross section

(2) 港湾・漁港

昨年の釧路沖地震では、地盤の液状化によって釧路港の港湾施設が大きな被害を受け、その被害額は約119億円にのぼった。東港漁業埠頭、西港第一、第二埠頭などでは、岸壁のはらみ出し、エプロン部の亀裂・段差・陥没と背後地盤の沈下・亀裂等の被害があった。なかでも漁業埠頭では、前面の鋼矢板が一部切損するなどの壊滅的な被害が生じた。一方、サンドコンパクションパイル（SCP）工法やグラベルドレーン（GD）工法などで液状化対策が実施されていた幾つかの岸壁では、ほとんど被害がなかった。このような釧路沖地震の被害（無被害も含めて）から今回の地震を振り返ってみると、次の特徴があることが分かる。

- ①. 釧路沖地震で被災した施設の中には再液状化による被害が生じた施設があった。
- ②. 釧路沖地震の復旧工事で実施された液状化対策の効果が確認された。

①の代表的事例として漁業埠頭南側岸壁の被害があげられるが、§7.1で紹介したように、新設されたケーソン岸壁自体は全く損傷がなく、原形復旧された背後地盤が液状化により被害を受けたものである。旧岸壁の上屋前の沈下に伴う段差は約45cmで、釧路沖地震の際の70cmに比較すると小さい（写真-9.3）。沈下量の差異の原因として、以下の2点が考えられる。

- ①. 釧路港における地震動が小さかったため、沈下量も小さくなった。すなわち今回の地震における釧路港の地震動の最大加速度は269galであり、釧路沖地震の際の469galに比べて6割程度となっている。
- ②. 今回の地震ではケーソンに前傾や沈下などの被害が見られず、背後地盤の沈下は、過剰間隙水圧の地表への消散に伴う圧密だけと推定されるのに対して、釧路沖地震では、矢板が切損して岸壁が相当前面にはらみ出したため、圧密だけではなく、砂の水平方向の移動による沈下が加わっていると考えられる。

(a) 釧路沖地震³⁰⁾



(b) 北海道東方沖地震



写真-9.3 釧路東港漁業埠頭南側岸壁の段差の比較
Comparison between apron settlement in Fisherman's Wharf, East Port

原形復旧された西港第一埠頭のフェリーターミナル駐車場においても5cm程度の沈下が発生した。釧路沖地震で、20cm前後の沈下と数多くの亀裂が発生したのに比べると、今回の地震では被害程度はかなり小さかったものの、再び液状化被害が発生した(写真-9.4)。この差異は地震動の大きさの違いによるものといえよう。

(a) 釧路沖地震³⁰⁾



(b) 北海道東方沖地震



写真-9.4 釧路西港第一埠頭フェリーターミナル駐車場における沈下量の比較
Comparison between the magnitude of settlement in the parking lot of Ferry Terminal

一方、釧路沖地震で被災した西港第一埠頭フェリーターミナルおよび西港第二埠頭アンローダー軌道部の背後地盤(沈下量約50cm)は、復旧工事の際に液状化対策が実施されたため、確認できる被害はなかった。フェリーターミナルとアンローダー軌道のベルトコンベア基礎部は固結工法、背後地盤はGD工法が実施され、今回の地震においてもその効果が立証された(写真-9.5)。なお、釧路沖地震の時すでに液状化対策が実施され、対策効果が実証された東港中央埠頭、西港第三埠頭では、今回の地震でも被害はなく、2度目の大地震に対して効果が確認された。

(a) 釧路沖地震



(b) 北海道東方沖地震
(液状化対策を実施)



写真-9.5 釧路西港第二埠頭南側岸壁における沈下量の比較
Comparison between the magnitude of settlement in No.2 wharf, West Port

花咲港は今回の地震で大きな被害を受け、東岸壁（-10m）エプロン背後地盤の沈下によりエプロンの亀裂・段差が全域にわたって発生し、東西護岸も大きく変状した。これに対して釧路沖地震では、東西護岸に目地の開きなどの比較的軽微な被害が生じた程度である。釧路沖地震での花咲港の最大加速度が158galであったのに対して、今回の地震では380galと、最大加速度だけで比較すると2.4倍も大きくなっている。この地震動の差異が、被害程度の違いに大きく影響していると考えられる。

一方、釧路市の東方約60kmの地点にある霧多布港は、岸壁のはらみ出し、エプロンの沈下、漁業協同組合の建物の亀裂など釧路沖地震と類似する被害が見られた。写真-9.6は、-5m岸壁のはらみ出しによりエプロンの間に生じた間隙を比べたものであるが、類似した変位量となっている。しかし全般的には釧路沖地震に比べエプロンの沈下量も大きく被害も全域にわたっている。また周辺には両地震とも数多く噴砂が見られた。

(a) 釧路沖地震³⁰⁾



(b) 北海道東方沖地震



写真-9.6 霧多布港における岸壁のはらみ出し量の比較

Comparison between the magnitude of lateral movement of quay wall in Kiritappu Port

(3) 下水道

昨年、釧路沖地震では、旧釧路川右岸地区において下水管渠やマンホールに大きな被害が生じた。釧路町木場・桂木では、マンホールの浮き上がり被害が発生し、特にニチイ（現在SATY）前におけるマンホールは、最大1.5mも浮き上がり、大きな話題となった。このマンホールは移設され、「突出したマンホール」として記念保存されている（写真-9.7）。

今回の地震でも昨年と同じ地点のマンホールの突出が確認されたが、変位量は昨年の地震に比べて小さく、5～20cm程度であった（写真-9.8）。釧路町役場によると、これらのマンホールの被害は、浮き上がりよりむしろ周辺の地盤の沈下によるものといわれているが、その実態はまだ明らかになっていない。当該地区の下水道は、原形復旧されたということ



写真-9.7 記念保存されているマンホール

Preserved uplifted manhole in Kushiro Town

であるが、今回の地震であまり突出しなかった原因として、基本的には地震動が小さかったことが主たる原因ではないかと考えられるが、地震の発生時期の違い（地下水位、表層の凍結など）や埋戻し土の締固め条件などの要因も加わっているのかもしれない。また、釧路沖地震の時には路面に積雪があったため確認はできなかったが、今回は管路埋設ルート上の地盤が沈下しているのが各所で見られた。

一方、下水道の被害が大きかった標津町では、釧路沖地震で災害復旧工事を行った場所が今回もまた被害を受けた。

(a) 釧路沖地震



(b) 北海道東方沖地震



写真-9.8 釧路町マンホールの突出量の比較

Comparison between the magnitude of upliftment of manholes in Kushiro Town

(4) 住宅地

釧路地震では、旧釧路川左岸の丘陵地である釧路市緑ヶ岡をはじめとして、各所で崖崩れが発生したが、中でも緑ヶ岡6丁目では丘陵地端部の盛土斜面が崩壊し、家屋が滑り落ちて全壊するという被害があった。地震後、崩壊斜面は整地され、新たに擁壁が設置されたが、今回の地震では全く擁壁に被害はなかった（写真－9.9）。

(a) 釧路沖地震³⁰⁾



(b) 北海道東方沖地震



写真－9.9 釧路市緑ヶ岡6丁目の斜面の比較
Comparison of slopes in Midorigaoka, Kushiro City

釧路市から約50km北方の標茶町茅沼の別荘地では、釧路沖地震の際に盛土が崩壊して9棟の家が全半壊するという被害があった。地震後に盛土は整形し直されたが、今回の地震でまた盛土の滑りが発生した。被害の程度は、釧路沖地震ほどではなかったが、釧路沖地震では被害がなかった地点にも新たに被害が発生した。今回は震源から遠かったにも関わらず被害が発生した原因は、盛土の締固め不足と液状化が起こったためと推定される。昨年の地震では積雪のため分からなかったが、今回は法尻に噴砂があるのが確認できた。

(a) 釧路沖地震



(b) 北海道東方沖地震



写真－9.10 標茶町茅沼別荘地の盛土被害の比較
Comparison between embankment damage in Kayanuma, Shibecha Town

おわりに

地震を感じた時、徐々に強くなる揺れ方からみて、また釧路で大きな被害が出るかも知れないと思うと同時に被害調査のことが脳裏をかすめた。テレビでは津波に関する情報が繰返し報道され、当事務所員の中には津波警報により一時避難した者もいて、この点では北海道南西沖地震の教訓が生かされたといえる。

翌日から、まず釧路市内の被害状況の調査を開始したが、市内の被害は釧路沖地震と比べて小さく、各種報道の情報も勘案してみると被害の中心はもっと震源に近い根室地域と判断された。従って調査の重点を根室地域に移して行動を起こしたが、人間よりも牛の数が多いという土地柄だけに、改めて根釧原野の広大さを認識した。

今回の地震による被害は、やはり地盤の破壊に伴うものが圧倒的に多く、地震動の作用による構造物の壊滅的な被害はほとんど見られなかった。地盤被害の特徴は、釧路沖地震と同様に、低地帯では海岸埋立地を中心とした港湾・漁港の液状化被害、台地・丘陵では高台と低地の地形変換点付近における盛土崩壊被害が集中した。

昨年と今年の二度の巨大地震は道東地方に大きな爪跡を残したが、震源の位置が異なるため、当然のことながら各地への影響の度合いは地震によって異なる。影響の仕方は、両地震とも被災した地点、逆に被災しなかった地点、被災の程度が異なっていた地点など様々であるが、その差異が地震動の大きさや波形の違いによるものなのか、地形・地盤条件の違いによるものなのか、地震の発生時期の違い（厳冬期ではなかった）によるものなのか、その他の原因によるものなのか、可能性としては幾つも考えられるが、断定できるような材料は今のところ示されていない。今後、同一構造物（地盤）に及ぼす2つの地震の影響を調査・分析することによって、構造物や地盤が、どのような地震力まで耐えられるのか、或いは、どのような条件であれば被害を受けるのかなどが明らかになることを期待したい。

今回の地震は、我々にどのような教訓を与えてくれたのであろうか？

まず、港湾・漁港を中心とした埋立地での液状化被害が顕著であった。これらの被害自体はとくに目新しいものではないが、都市部を中心として湾岸再開発に伴って埋立地が増加し、そこに高度な都市基盤が整備されようとしている現状を考えると、地震の際の埋立地の安全性確保が極めて重要な課題といえる。埋立地は、土質材料の脆弱さゆえに本質的に被害を受けやすい特性をもっている。しかし埋立材料は、今回の被害事例で見られたようなゆるい砂質土ばかりではなく、建設残土からゴミまで種々のものが使われている。材料の特性を十分に把握して、適切な防災対策を講じていく必要がある。

次に広い地域で被害が見られた道路については、被害地点にかなり共通する地形・地盤の特徴があることが分かった。昨年の釧路沖地震で被害を受けて復旧された正に同じ場所が今回再度被害を受けるという事例があったことは、被害を常に受け

やすい箇所が存在することを示している。地震によって頻繁に被害を受ける地点の予測ができれば、路線の重要度も考慮して重点的な補強対策を講じることも可能となってくるだろう。

下水道については釧路沖地震ほどの強烈な被害はなかったが、かなり広範囲に被害が発生し、管渠の埋設部分に沿った路面の沈下・陥没など新しい被害形態が見られた。地震動の強さが昨年地震よりも小さいといわれ、全体的に被害が少なかった釧路市でも、下水道に関しては被害額が釧路沖地震とほぼ同額（約12億円）に達している。全国的に普及し、社会生活に不可欠となっている下水道施設の重要性を考えると、何らかの地震対策を考える時期に来ているように思われる。

このような大きな地震が同じ地域に2年続けて来襲することは極めて希ではあるが、第二、第三の釧路沖、北海道東方沖地震が、近い将来に再び来襲することは間違いない。今回の地震が残した被害を一過性のショックとはとらえず、そこから新しい教訓を学びとり、次なる大地震に対して、より安全な社会を築き上げていくことができるよう微力ながら自分の専門分野で努力をしていきたいと思う。

最後になったが、今回の地震で負傷された方々の回復をお祈りするとともに社会基盤関連施設の速やかな復旧によって、一日も早く地域住民の方々が快適な生活を取り戻せる日が来ることを切に願うものである。

なお、調査に当って、東京大学 石原教授、北海道大学 三浦助教授、北見工業大学 鈴木教授、山下助教授、横浜国立大学 規矩助手を初め、諸先生方には現地において有益な示唆や情報を賜った。また中標津町、標津町、標茶町など関係自治体の方々には、災害復旧で多忙な中、貴重な情報や資料を提供していただいた。末筆ながらお礼申し上げる次第である。

引用・参考文献リスト

- 1) 気象庁：災害時地震・津波速報－平成6年(1994年)北海道東方沖地震－，1994.
- 2) 阿部勝征：地震は必ずくる，読売新聞社，1990.
- 3) 札幌管区気象台：北海道の地震活動，地震津波防災資料(1)，1985.
- 4) 宇佐美龍夫：直下型地震と巨大地震，日本の科学と技術，Vol.17,No.181，1976.
- 5) 宇津徳治：地震学，共立全書 216，1977.
- 6) 気象庁：被害地震の表と震度分布図，1983.
- 7) 気象庁：気象庁87型電磁式強震波形データ（北海道東方沖地震），1994.
- 8) 気象庁：気象庁87型電磁式強震波形データ（釧路沖地震），1993.
- 9) 加藤誠：北海道の地質，土と基礎，Vol.37,No.9，1989.
- 10) 第四紀総合研究会：日本の第四系，1969.
- 11) 日本の地質『北海道地方』編集委員会編：北海道地方，日本の地質 1，共立出版(株)，1969.
- 12) 国土庁土地局：縮尺1/20万土地分類図－北海道Ⅷ（釧路・根室支庁），1979.
- 13) 国土庁土地局：縮尺1/20万土地分類図－北海道Ⅵ（網走支庁），1978.
- 13) 地質調査所：5万分の1図幅 鶴居地域の地質，1975.
- 14) 北海道開発庁：5万分の1図幅 尾幌，1965.
- 15) 北海道開発庁：5万分の1図幅 中標津，1967.
- 16) 北海道開発庁：5万分の1図幅 根室北部，1959.
- 17) 釧路市：平成5年（1993年）釧路沖地震記録書，1993.
- 18) 北海道災害対策連絡本部：平成6年（1994年）北海道東方沖地震に係る被害状況報告（平成6年11月25日現在），1994.
- 19) 北海道地下資源調査所：北海道水理地質図 第11号－根室，1976.
- 20) 中標津町シルバースポーツセンター パンフレット
- 21) 中標津町：シルバースポーツセンター建設敷地地質調査委託業務 報告書,1989.
- 22) 中標津町：地盤および下水道資料
- 23) 標津町：地盤資料
- 24) 標茶町：下水道資料
- 25) 北海道開発局釧路開発建設部：釧路港，1984.
- 26) 北海道開発局釧路開発建設部：みなと
- 27) 土質工学会：1993年釧路沖地震・能登半島沖地震 災害調査報告書，1994.
- 28) 上田他10名：1993年釧路沖地震港湾施設被害報告，港湾技研資料 No.766,1993.
- 29) 北海道開発局釧路開発建設部：烈震をたどる－釧路沖地震記録誌（5.1.15 道路編），1994.
- 30) 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，1993.

