

平成 5 年(1993年)能登半島沖地震

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

営業所一覧表

本社	☎ 03-3263-3611	〒102	東京都千代田区九段北 1-11-5
技術センター	☎ 03-3727-6158	〒145	東京都大田区石川町 2-14-1
関西技術センター	☎ 0745-32-6486	〒636	奈良県生駒郡三郷町立野南 3-12-21
海外事業部	☎ 03-3263-3611	〒101	東京都千代田区神田神保町 3-2-6 (丸元ビル)
東京支社	☎ 03-3239-7961	〒102	東京都千代田区九段北 1-11-5
技術部・管理部・営業部	☎ 0473-76-4871	〒272	市川市鬼高 3-33-9
千葉事務所	☎ 043-254-5571	〒263	千葉市稲毛区小仲台 6-19-19 (大和屋ビル)
水戸事務所	☎ 0292-27-3423	〒310	水戸市梅香 2-2-45 (朝日ビル)
新潟事務所	☎ 025-243-2711	〒950	新潟市沼垂東 1-9-18 (餅徳ビル)
横浜事務所	☎ 045-671-5466	〒231	横浜市中区元浜町 4-36 (大宗マリーナビル別館)
川崎事務所	☎ 044-752-8171	〒213	川崎市宮前区野川字南耕地2634-1
埼玉事務所	☎ 048-653-7291	〒330	大宮市吉野町 1-399-20 (桜田ビル)
川口事務所	☎ 0482-54-9121	〒332	川口市川口 2-17-48 (グリーンビュー第3川口)
大阪支社	☎ 06-443-4951	〒550	大阪市西区靱本町 1-15-2
兵庫事務所	☎ 078-811-7916	〒658	神戸市東灘区御影中町 1-14-10 (新星和御影ビル)
滋賀事務所	☎ 0775-26-0755	〒520	大津市京町 4-3-33 (滋賀プレスビル)
福岡支社	☎ 092-831-2511	〒814	福岡市早良区原 2-16-7
長崎事務所	☎ 0958-21-7150	〒850	長崎市樺島町 6-15 (大信ビル)
鹿児島事務所	☎ 0992-57-1522	〒890	鹿児島市上荒田町30-20 (白井ビル)
宮崎事務所	☎ 0985-25-3267	〒880	宮崎市松山 1-8-42 (第3三重野ビル)
熊本事務所	☎ 096-382-5158	〒862	熊本市水前寺 6-37-21 (西原ビル)
大分事務所	☎ 0975-97-5511	〒879-76	大分市大字中判田1746-1
札幌支社	☎ 011-822-4171	〒003	札幌市白石区菊水 7条 4-1-27 (駒津ビル)
釧路事務所	☎ 0154-22-8356	〒085	釧路市旭町30-12 (尾崎ビル)
函館事務所	☎ 0138-43-1154	〒040	函館市富岡町 1-16-5
仙台支社	☎ 022-291-4191	〒983	仙台市宮城野区五輪 2-11-1 (上野興業ビル)
青森事務所	☎ 0177-22-5861	〒030	青森市本町 2-4-10 (田沼ビル)
秋田事務所	☎ 0188-64-4770	〒010	秋田市八橋大沼町 5-12
山形事務所	☎ 0236-32-3979	〒990	山形市南栄町 2-52-2
盛岡事務所	☎ 0196-22-6577	〒020	盛岡市中央 1-12-14
名古屋支社	☎ 052-522-3171	〒451	名古屋市中区上名古屋 1-11-5
静岡事務所	☎ 054-284-2010	〒422	静岡市稲川 1-7-15
金沢事務所	☎ 0762-49-4492	〒921	金沢市西金沢 5-273
三重事務所	☎ 0592-29-0880	〒514	津市栄町 3-263 (徳田屋ビル)
広島支社	☎ 082-238-7227	〒731-01	広島市安佐南区長束 4-13-25
松山事務所	☎ 0899-72-6554	〒790	松山市土居田町486-1
岡山事務所	☎ 086-244-8161	〒700	岡山市今 3-19-10
高知事務所	☎ 0888-23-5210	〒780	高知市鷹匠町 1-2-51 (木本ビル)
山口事務所	☎ 0839-25-2080	〒753	山口市大字平井795-8
シンガポール支社	☎ 65-7473233~6		60 Kallang Pudding Road # 02-00 Tan Jin Chwee Industrial Building Singapore 1334
クアラルンプール支社	60-3- ☎ 7826327. 7826388		115-1, Jalan Mega Mendung, Kompleks Bandar, Off Batu 5, Jalan Kelang Lama 58200 Kuala Lumpur, Malaysia.
ジャカルタ事務所	62-21- ☎ 512890. 512907		18TH FLOOR SUMMITMAS TOWER Jalan Jenderal Sudirman Kaveling. 61-62 Jakarta 12190, Indonesia P.O. Box 30-KBY

平成 5 年(1993年) 2 月 7 日

能登半島沖地震

調査資料報告書

(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

「釧路沖地震」の余韻がまだ消えやらない2月7日午後10時27分頃、能登半島の沖合いでマグニチュード6.6の地震が発生した。輪島市で観測史上初めてとされる震度5を記録したのをはじめ、富山、金沢でも震度4であった。震度1以上の地域は、盛岡から鳥取までの広い範囲に及んだ。

この地震による被害は、能登半島の地形・地質を反映して斜面崩壊被害が多かったようであるが、被害地域は半島北端に近い珠洲市を中心とした半島北部にほぼ限定されている。

当社では地震発生の数日後から地元の金沢事務所のスタッフが予備的な調査を始め、約1週間後に本社と他支社スタッフも加わって短期間の現地調査を実施した。地震被害の実態を把握することと被害と地形・地盤条件との関連を考察することを主眼としているため、現地での地盤調査などは実施してはいない。

この概要報告書は当社が調査した地震被害を写真を中心に紹介したものである。地盤と被害の関連については、データが不十分なこともあり、定性的なものにとどまざるを得ないところが大部分である。また短期間の調査であったため被害の全容を紹介することはできない。地盤屋の目を通して見た被害の概要報告程度という軽い気持ちで読んでいただければと思う。

地震被害は、聞くと見るとでは印象に大きな違いがあり、さらにどのような目で眺めるかによっても、また印象が異なるものである。この資料が日常業務・研究などにお役に立てば幸いである。

平成5年3月



① 背後の斜面崩壊によって全壊した火宮神社の社殿（珠洲市正院町飯塚）



② 地震5日後に発生した斜面崩壊（柳田村久田）



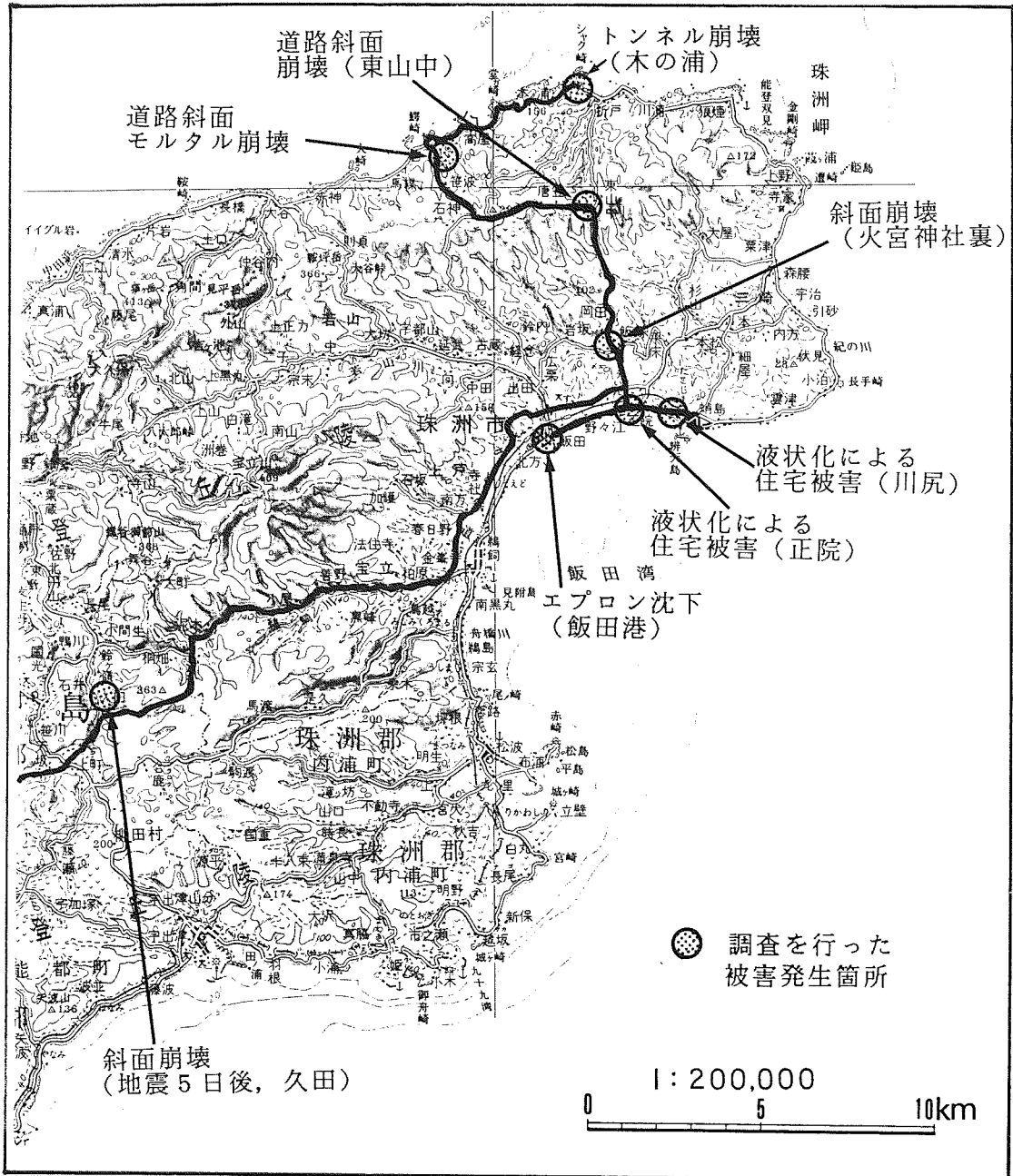
③ 道路盛土の崩壊（珠洲市東山中）



④ 護岸背後のゲートボール場（埋立地）に生じた噴砂（珠洲市飯田）

被害調査団メンバー

本社技術部	森本 巖
金沢事務所	山野秀一, 木村博和, 北谷 広
大阪支社	中島 啓



調査ルート及び調査を行った主要被害地点位置図

目 次

	頁
1. 地震の概要	
1.1 地震の諸元	 1
1.2 能登半島の地震活動	 2
1.3 過去の被害地震	 3
2. 能登半島の地形・地質	
2.1 地形	 4
2.2 地質	 6
3. 被害の概要	 9
4. 道路施設の被害	
4.1 斜面崩壊	 12
4.2 トンネル	 16
5. 珠洲市の液状化被害	
5.1 地質的背景	 21
5.2 液状化による被害	 22
おわりに	 34

1. 地震の概要

1.1 地震の諸元

1993年2月7日午後10時27分、石川県輪島の北北東約50kmを震源とするM6.6の地震が発生した。この地震については、1月に発生した『平成5年(1993年)釧路沖地震』のように気象庁による固有名はつけられていないが、本報告書では便宜上、「能登半島沖地震」と呼ぶことにする。

気象庁発表の地震の諸元は次のとおりである。

発生年月日 : 1993年2月7日22時27分

マグニチュード: 6.6

震源の位置 : 北緯37度39分, 東経137度18分 深さ25km

各地の震度は図1-1に示すとおりである。地震の有感地域は北は盛岡から西は鳥取までの広い範囲にわたっている。なかでも震源に近い輪島では震度5（強震）を記録した。輪島の震度5は観測史上初めてということである。今回の地震と同規模の被害地震は、最近では長野県西部地震(1984年、M6.8)、千葉県東方沖地震(1987年、M6.7)などがある。いずれも中規模で局地的な被害をもたらした地震である。また福

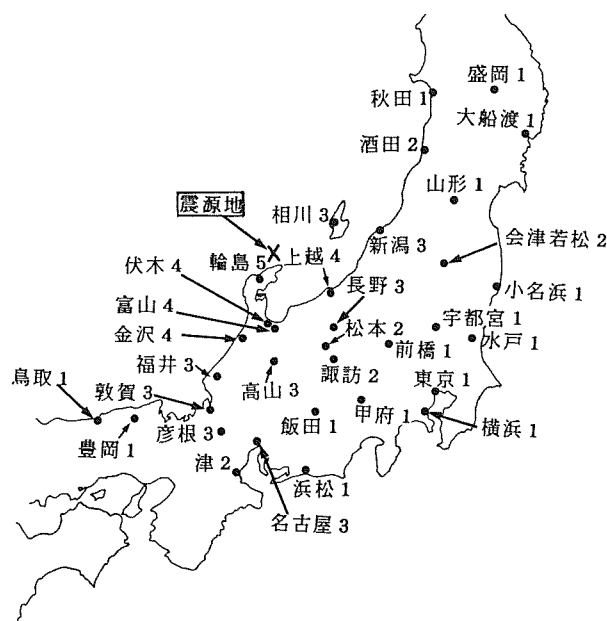


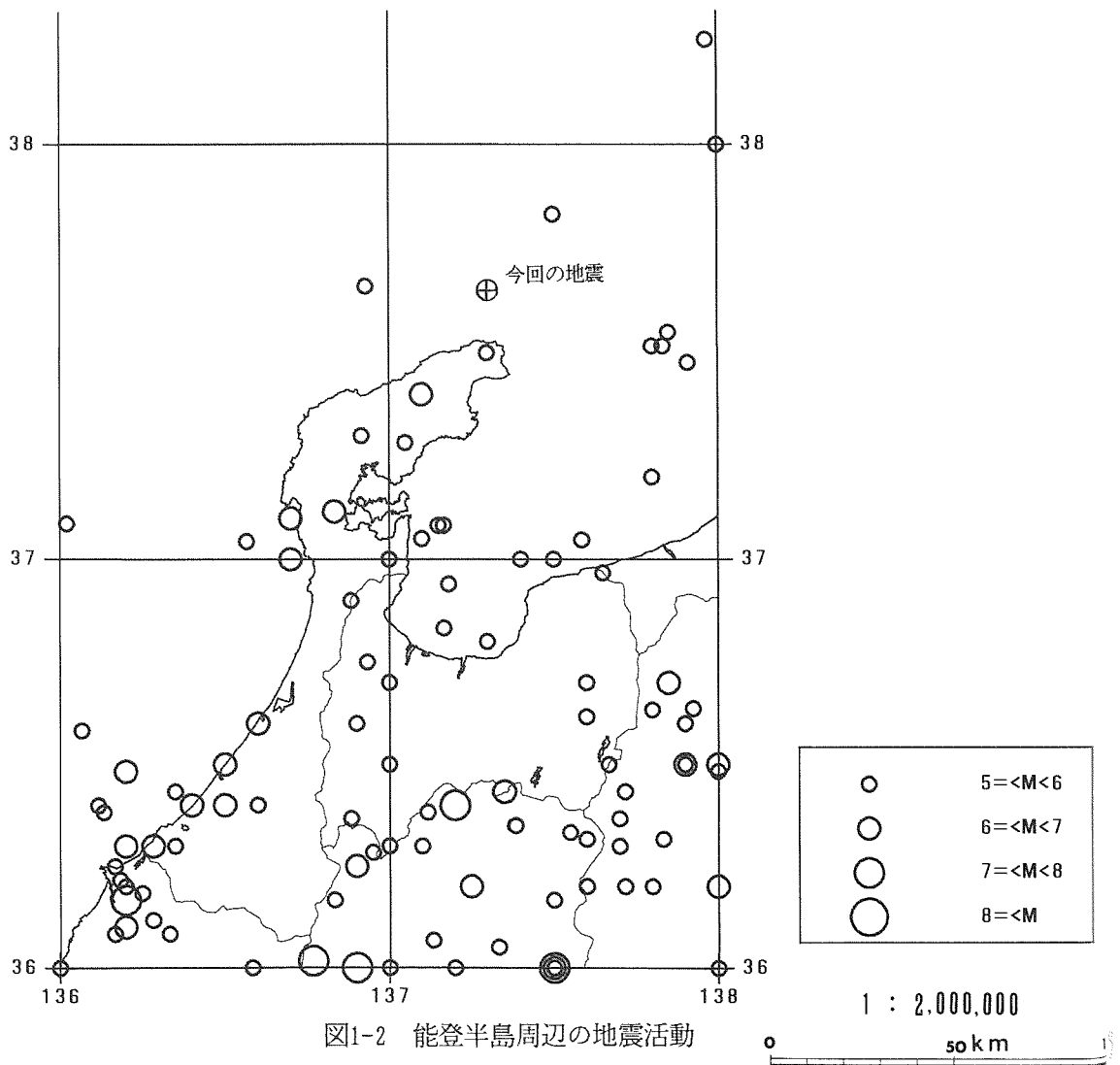
図1-1 各地の震度

井地震(1948年, M7.1), 新潟地震(1964年, M7.5), 日本海中部地震(1983年, M7.7)など日本海沿岸部及び近傍の内陸部で発生した大地震と比べると、地震規模ははるかに小さい。この地震の余震の数は、翌8日午後1時までには4回の有感地震を含めて計48回に及んだ。高田で震度3を記録した4回目の有感地震は、推定マグニチュード5.1と、余震としては大きなものであった。

1.2 能登半島の地震活動

「能登半島沖地震」が発生した能登半島の北部海域では図1-2に示すように、大きな地震はほとんどといっていいくらい無い。石川県に着目すると、地震活動の活発な地域は県南部地域である。能登半島でM6クラスの地震が発生しているのは半島中部の羽咋郡の沖合いから七尾湾にかけての地域である。

能登半島は、アジア大陸につながるユーラシアプレート上に位置し、東から太平洋プレート、南からフィリピン海プレートに押され、南東－北西方向に強い圧縮力を受けている。今回の地震は、この圧縮力によって生じた逆断層タイプであると言われている。



1.3 過去の被害地震

能登地方は前述したように地震が少ないため、記録されている被害地震も多くない。能登地方に被害をもたらした地震をまとめると表1-1のようになる。

表1-1 能登地方の被害地震一覧表（文献1）より抜粋）

No.	発生年月日	震央地名	マグニチュード	被害概要
1	1729 8. 1	能登・佐渡	6.6 7.0	珠洲郡・鳳至郡で損・潰家791, 蔵の潰16, 死5, 山崩れ1,731箇所。輪島村で総戸数593のうち28軒潰れ、86軒半潰。能登半島先端で被害大。
2	1892 12. 9 12.11	能登	6.4 6.3	羽咋郡高浜町で地割れ, 家屋・土蔵に破損（9日）。同郡火打谷村で家屋・土蔵に破損（11日）。また、堀松村末吉では全潰2, 死1, 傷5, 家屋破損多しという。
3	1933 9. 21	能登半島 (深さ15km)	6.0	七尾湾沿岸が最も強く、鹿島郡の被害は死3, 傷55, 家屋の倒壊2, 傾斜12, 破損131, 土蔵の倒壊2, 傾斜44, 破損275, その他の建物の倒壊8, 傾斜8, 破損56, 道路および鉄路の亀裂101ヶ所, 崩壊13, 煙突倒壊75であった。とくに石崎村でひどく死2, 世帯数に対する建物被害率（含納屋等）は34％に達した。また富山県では傷2があった。

引用文献 1) 宇佐美龍夫：新編 日本被害地震総覧，東京大学出版会，1987

2. 能登半島の地形・地質

今回の「能登半島沖地震」によって能登半島では、多くの地震災害が発生し、特に被害が半島北東部地域に集中している。本章では、被害の多い能登半島北東部を中心に地形・地質の概要について述べる。

2. 1 地形

能登半島は、石川県北部にあたり日本海に突出した形で位置し、一般に低標高の小起伏山地と丘陵地とで特徴づけられる。図2-1に能登半島の地形区分図を示す。

能登半島地区の地形を概観すれば、半島北部の北側を占める低標高山地（能登山地）は、宝立山（標高469m）、高洲山（567m）などを高峰とし、海拔高度400～300mの比較的開析の進んだ山地からなる。また、半島の南部を占める丘陵地（能登丘陵）は最高標高約300mを示し、一般に開析が進行しているため平坦面の残存がきわめて小さい。ただし、全体として見れば定高性の傾向を示している。能登丘陵を構成する地層は、新第三紀中新世の火山岩および堆積岩類であるが、山頂部に未固結砂層が断片的に分布している。この他、半島北東端には海成段丘面が海拔高度20～60mで分布している。

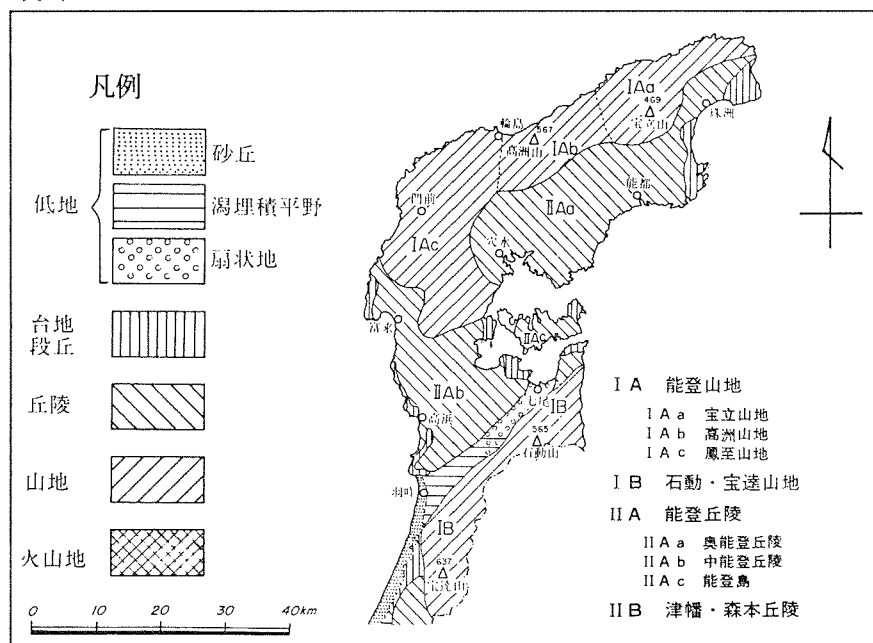


図2-1 能登半島の地形区分図(文献より抜粋)

引用文献 1) 野義夫：石川県の環境地質，石川県発行，1977

能登半島における山地および丘陵地の特徴的な地形としては、無数に点在する地すべり地形があげられる。能登半島は、我が国有数の第三紀層地すべり地帯であり、降雨・融雪時期に地すべりが多発している。

能登半島に見られる河川は、一般に後背の低山性山地、丘陵地を反映して大河川が発達せず河川勾配が緩く、流路長の短いものが多い。尚、能登半島北東部においては、町野川(流程35km)、若山川(16km)、山田川(8km)が比較的流路長が長いものである。

能登半島北部の海岸地形は、南部(加賀～羽咋)の砂浜海岸と異なり屈曲に富む岩石海岸となっている。

今回の能登半島沖地震の震源位置である珠洲沖付近の海底地形は、図2-2に示されるようであり、震源が水深約130mの陸棚に位置する。

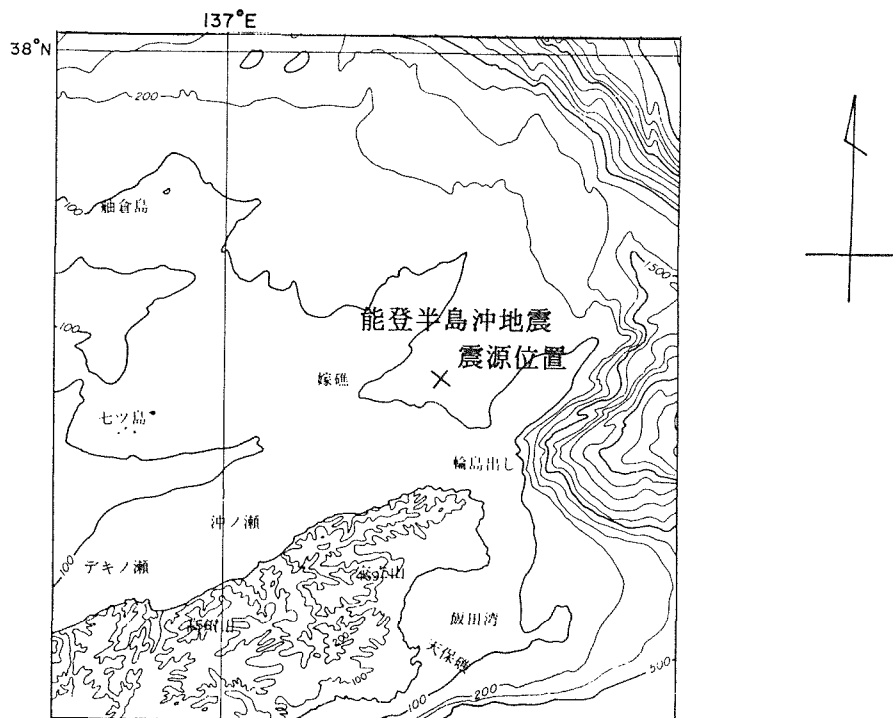


図2-2 能登半島北方沖の海底地形(文献¹⁾より抜粋)

等深線は100mごと。

[海上保安庁水路部, 50万分の1 日本周辺海底地形図(1973)による略図]

2.2 地質

能登半島北東部の地質については、地質図および地質区分表を図2-3、表2-1に示す。

能登半島の大部分を構成する地層は、新第三紀に形成された火山岩類および堆積岩類からなり、東北日本のいわゆるグリーンタフ地域の新第三系と多くの共通性を有する。

能登半島の新第三系は、中新世前期の火山岩と中新世・鮮新世の地層に大別される。中新世前期の火山岩類は、安山岩の噴火活動に伴って形成された穴水類層（熔岩、火砕岩）とその上位の柳田累層（石英安山岩質火砕岩、熔結凝灰岩、玄武岩）からなっている。中新世・鮮新世の地層は、礫岩、砂岩、泥岩などの堆積岩と、それらに介在する凝灰岩からなる。

新第三紀以前の岩類は、各所に小規模な分布を示すにすぎない。また、第四紀層としては、海岸沿いに分布する段丘堆積物と海岸や河谷に小分布する沖積層がある。

一般に能登半島北東部に分布する地層は、穴水累層を除けば化石を多産し、比較的浅海性の堆積相を示している。また、地質構造は図2-3に示されるように褶曲・断層がENE-ESE方向に発達している。

表2-1 能登半島北東部の地質区分表(文献¹⁾より抜粋)

数字は最大層厚を示す。

日本の標準区分	北陸の標準区分	能登北東部一般 (飯田・鶴飼地区)	
船川	音川下部	南志見泥岩層 500 m (含海緑石層)(石こう鉱床)	飯塚珪藻泥岩層 400 m
女川	東別所	栗蔵凝灰岩層 500 m 岩倉山流紋岩	飯田珪藻泥岩層 100 m
		赤神頁岩層 250 m	法住寺泥岩層 100 m
西黒沢	黒瀬谷	東印内互層 150 m	(八尾・門ノ沢動物群)
台島		柳田累層 500 m	(台島型植物群)
西男鹿	岩稲	安山岩類 (穴水累層)	

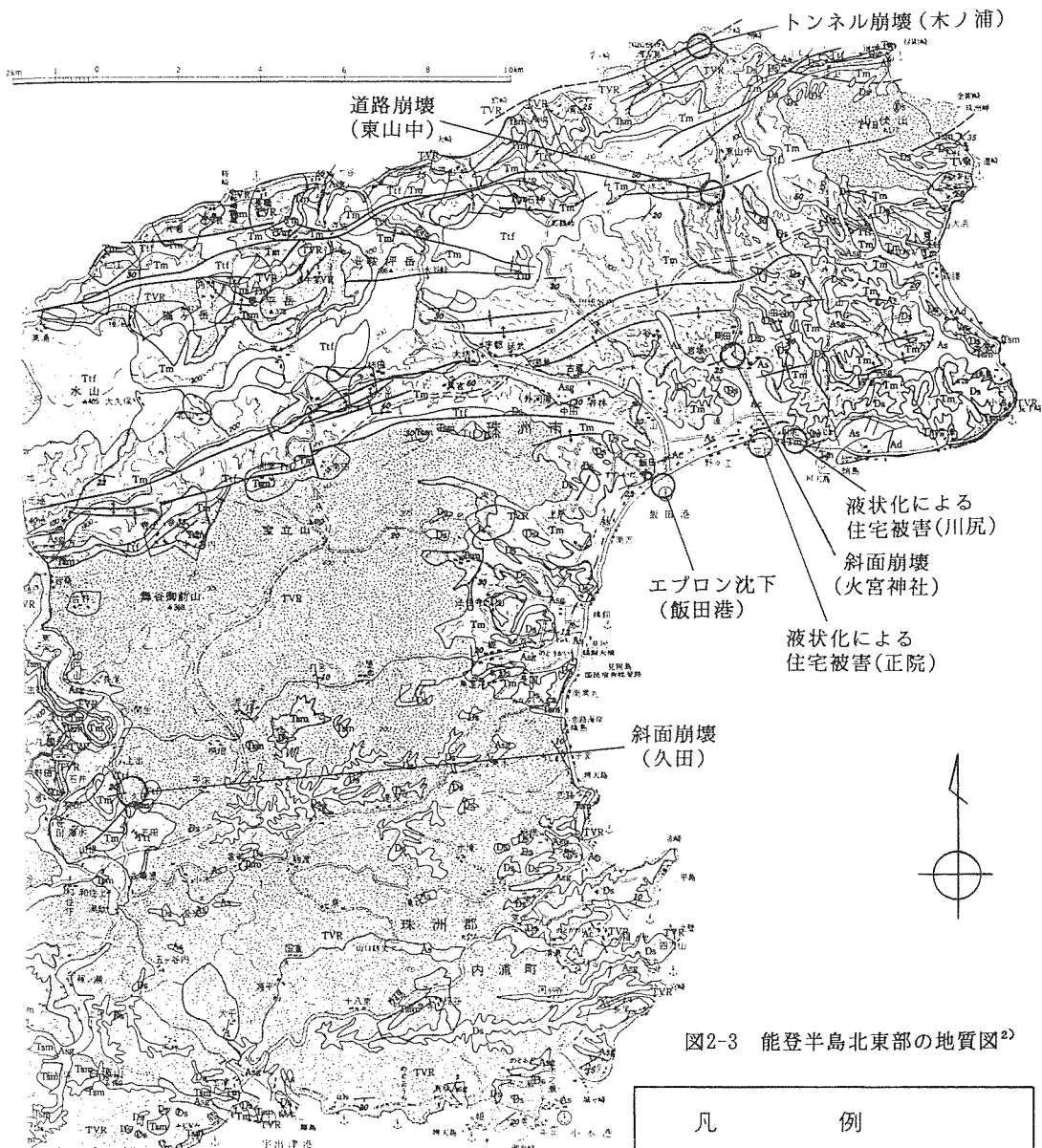
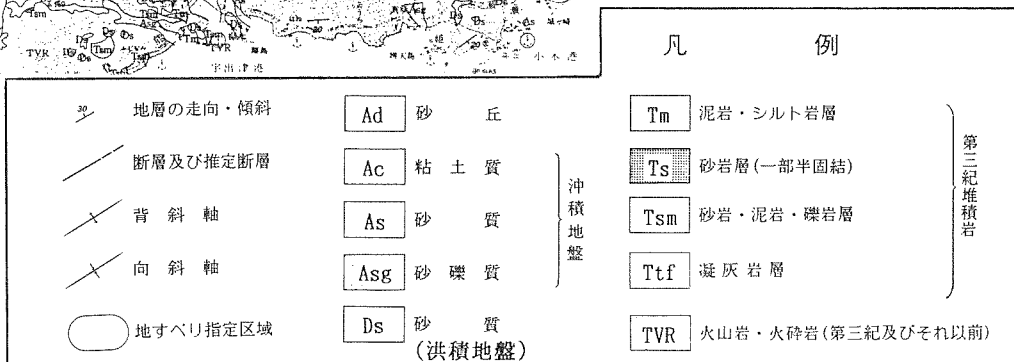


図2-3 能登半島北東部の地質図²⁾



引用文献 2) 石川県地盤図編集委員会:石川県地盤図,1982

能登半島は先に述べたように、地すべり多発地帯でほとんどが新第三紀層地すべりに相当するものが多い。能登半島の地すべり分布を図2-4に示す。能登半島北東部の地すべり地は、珠洲市北部から輪島にかけての海岸地帯に密集している。

一般に能登半島の地すべりは「能登型」と称され、本来浅い水域で堆積し、圧密不十分な周縁堆積層中に発生したものが多く、このような岩相的特徴と地質構造（断層・褶曲）とが相まって多発したものと考えられている。

また、新第三系の火山岩および火砕岩類分布地域においても多くの地すべり地が点在している。これらの火山岩類分布地域の地すべりは、第三紀後半から第四紀初頭にかけての能登半島隆起運動に伴う侵蝕平坦面の深層風化、断層・破碎運動および火砕岩類の軟質で風化・侵食に対し弱い岩質等に起因している。

尚、本地域には図2-4に示される地すべり指定地以外にも、崩壊危険地（明らかな地すべり地形を示すものおよび潜在的な地すべり地）が多く分布している。

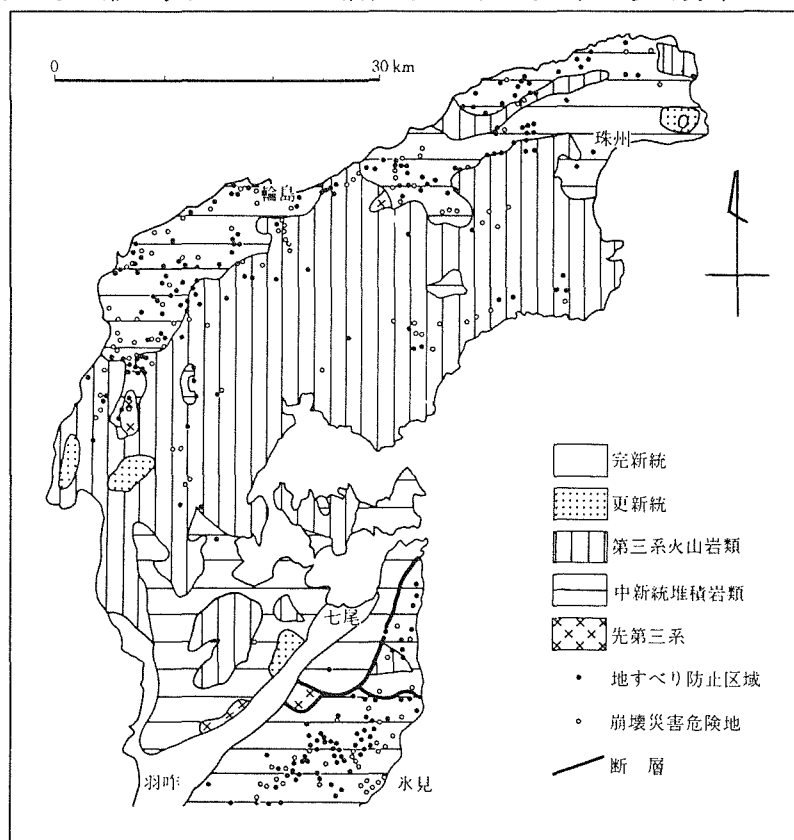


図2-4 能登半島の地すべり分布(文献³⁾より抜粋)

引用文献 3) 農林水産省・北陸農政局:地すべり等崩壊災害危険地分布図, 1984

3. 被害の概要

「能登半島沖地震」による被害の概要を、石川県消防防災課が発表した資料（平成5年2月23日17時現在）及び新聞報道記事に基づいて記述する。

（1）全般

「能登半島沖地震」による被害は、ほぼ石川県珠洲市を中心とした能登半島北端の地域に限られており、その被害額は約36億円である（2月23日現在）。同規模の被害地震である「千葉県東方沖地震」（1987年）と「長野県西部地震」（1984年）の被害額や主要な被害を比較した結果を表3-1に示す。これによれば今回の地震は、損害額、人的被害、住宅被害ともに比較した2地震よりも被害規模が小さいことは明かである。

表3-1 過去の地震との被害規模の比較

	能登半島沖地震*1	千葉県東方沖地震*2	長野県西部地震*3
発生年	1993年	1987年	1984年
マグニチュード	M6.6	M6.7	M6.8
被害額	約36億円	404億円	255億円
人的被害	死者 なし 負傷者 29人	死者 なし 負傷者 144人	死者 29人 負傷者 10人
住宅被害	全半壊 2棟 一部損壊 20棟	全半壊 118棟 一部損壊 71212棟	全半壊 87棟 一部損壊 565棟

*1: 石川県の被害 *2: 千葉県の被害 *3: 長野県、岐阜県の被害の合計

（2）死傷者

地震による死者はなく、負傷者は、珠洲市で重傷1人、軽傷27人、鳳至郡能都町で軽傷者1人の合計29人であった。負傷の内容は、転倒による圧迫骨折や家具の転倒、ガラスの破損、火傷などによるものの他、陥没した道路への乗用車の転落による負傷もあった。

（3）被害額

地震の被害は、石川県で約36億円にのぼった。被害額の内訳は表3-2に示すとおりである。これによると公共土木施設の被害が全体の70%以上を占め、その中でも道路被害が被害箇所数、被害額とも最も多く、被害額は約19.8億円にのぼった。

表3-2 被害額の内訳（石川県消防防災課 平成5年2月23日現在）

被害施設	被害件数	被害額（円）	被害施設内訳	被害件数	被害額（円）	被害施設内訳	被害件数	被害額（円）
公共土木施設	207箇所	2,598,410,000				河川	9箇所	392,000,000
						海岸	3箇所	93,000,000
						砂防	2箇所	20,000,000
						急傾斜	1箇所	30,000,000
						道路	159箇所	1,980,810,000
						下水道	4箇所	22,000,000
						公営住宅	21箇所	10,600,000
						港湾	8箇所	50,000,000
農林水産関係	74箇所	718,356,000	農業関係	23箇所	217,000,000	畜産施設	4箇所	1,000,000
						農地	1箇所	5,000,000
						農業用施設	17箇所	161,000,000
			林業関係	17箇所	160,400,000	海岸堤防	7箇所	50,000,000
						山林	11箇所	152,200,000
						林産施設	4箇所	7,760,000
			水産関係	34箇所	340,956,000	林産物	2箇所	440,000
						共同利用施設	4箇所	1,700,000
						漁具	6箇所	2,256,000
						漁港施設	19箇所	291,000,000
公立文教施設	35箇所	35,930,000				漁港海岸施設	5箇所	46,000,000
						県立学校・市町村立学校	28箇所	21,000,000
商工関係	551箇所	205,510,000				保育所（珠洲市立）	7箇所	14,930,000
その他		61,643,000						205,510,000
被害総額（円）						水道、公民館、体育施設等		61,643,000
								3,619,849,000

（４）建築物

住宅では、全半壊各１棟、一部損壊20棟の計22棟の被害があった。このうち落石で一部損壊した珠洲郡内浦町小木の住宅１棟を除くと、全て珠洲市で発生したものである。また土蔵倒壊などの非住家被害は11件あった。このうち珠洲市正院町飯塚地内の火宮神社の本殿と拝殿が裏山の崩壊土に押しつぶされ全壊した。この他、震源からかなり離れた七尾西湾南岸の湿地帯にあった田鶴浜町金ヶ崎小では、図書館の天井が抜け落ちたり、壁の亀裂（100ヶ所以上）などの被害を受けた。

（５）道路

道路施設の被害は県内で159ヶ所に及んだ。このうち通行止めや片側通行規制が実施された箇所は表3-3に示した合計16箇所である。2月23日17時現在、このうち3箇所の通行止めと4箇所の片側通行規制が継続されている。交通規制が行われた道路施設の内訳は、道路13ヶ所、橋梁2ヶ所、トンネル1ヶ所である。道路被害は崩土によるものが6ヶ所と多く、他は路面クラック、凸凹、路肩決壊などである。このうち柳田村久田の斜面崩壊は、地震発生後5日目の2月12日に起こったものである。橋梁被害は、橋台の破損と橋台背後地盤の陥没が各1ヶ所である。またトンネル被害は、珠洲市折戸町木ノ浦トンネルの落盤によるものである。

表3-3 地震による道路交通規制箇所一覧表

No.	路 線	規 制 の 種 類	被 害 地 点	被 害 形 態
1	県道 大谷狼煙飯田線	通行止め	珠洲市折戸町木ノ浦地内（木ノ浦トンネル）	落盤
2	県道 鈴ヶ峰矢波線	通行止め	鳳至郡柳田村久田地内	崩土
3	市道 真久線	通行止め	輪島市町野町東地内	崩土
4	県道 粟津正院線	片側通行	珠洲市正院町床地内	路面クラック
5	県道 大谷狼煙飯田線	片側通行	珠洲市折戸町川浦地内	路面クラック
6	県道 大谷狼煙飯田線	片側通行	珠洲市狼煙町狼煙地内（元川橋）	橋台破損
7	市道 37号線	片側通行	珠洲市東山中町地内	路肩決壊
8	国道 249号線	片側通行（2/8 解除）	輪島市波田地内	崩土
9	県道 折戸飯田線	片側通行（2/8 解除）	珠洲市正院町岡田地内（2ヶ所）	崩土
10	県道 粟津正院線	片側通行（2/12解除）	珠洲市正院町川尻地内	路面凸凹
11	県道 大谷狼煙飯田線	通行止め（2/12解除）	珠洲市狼煙町狼煙地内（前川橋）	橋台背面陥没
12	市道 15号線	通行止め（2/8 解除）	珠洲市三崎本地内	崩土
13	市道 545号線	通行止め（2/8 解除）	珠洲市折戸町洲崎地内	崩土
14	市道 7号線	通行止め（2/8 解除）	珠洲市正院町飯塚地内	崩土
15	市道 148号線	通行止め（2/8 解除）	珠洲市野々江町地内	土蔵倒壊による
16	市道 56号線	徐行通行	珠洲市正院町川尻地内	路面陥没

（6）電気

金沢市内では北陸電力北金沢変電所で高圧線変圧器の保護装置が作動し、約3300戸が約2分間停電した。珠洲市岩坂町で土砂崩れに伴う高圧線断線のため、約1時間にわたって約30戸が停電した。また富山県四方町では、地震の10～15分後から約850戸が約1時間停電した。

（7）鉄道

被災地を通る「のと鉄道」は、内浦町松波～蛸島間の11ヶ所でレールが沈下するなどの被害を受けたが、翌8日午前8時45分までに全面復旧した。

（8）水道

珠洲市の狼煙、野々江、正院、蛸島、三崎町地区で、本管30ヶ所、引込管200ヶ所のひび割れ被害などが生じ、約2300戸が断水した。このうち1430戸が翌2/8 12:45に復旧した。三崎地区の791戸の断水も2/8 23:00までに復旧した。狼煙地区の134戸については断水が続いている（2/23現在）。

（9）その他の被害

珠洲市内の6ヶ所のため池の堤体に亀裂が入るという被害があった（2/17までに判明したもの）。その他、珠洲市と輪島市で鳥居が各1ヶ所崩壊した他、珠洲焼館に陳列してあった、とっくり、茶碗、花瓶などの陶芸品約600点が破損した。

4. 丘陵部における被害

丘陵部における被害は、主なものとして盛土、切土のり面、自然斜面等の斜面崩壊とトンネルの落盤が顕著であった。

4. 1 斜面崩壊

斜面崩壊は、道路のり面および建築物背後の斜面が崩壊したものが多く、道路盛土が崩壊したものも見られる。以下、このうち代表的な被害について紹介する。

(1) 珠洲市東山中付近（珠洲地区幹線農道）

写真4-1, 2は、道路盛土（地山を含む）が幅約5m、長さ20mにわたって崩壊した箇所である。本地点は珠洲市正院町と折戸を結ぶ県道の峠付近に位置し、南志見泥岩層が周辺に広く分布している。泥岩は付近の切土のり面の状況より風化が著しく、スレーキングのため土砂状（角礫状）となっている。このため、崩壊は盛土と地山（泥岩）の境界で起きたものか、地山を切る形で発生したかは不明瞭である。図4-1に模式断面図を示す。

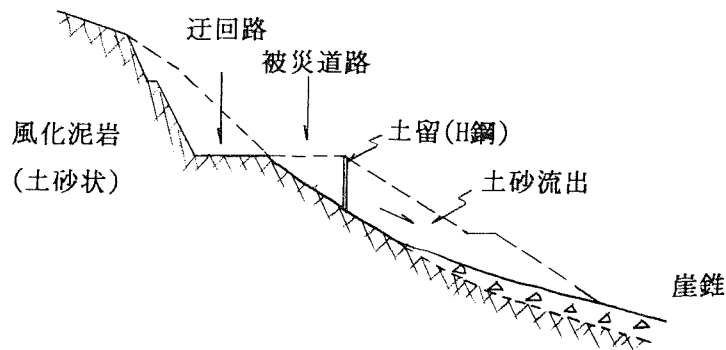


図4-1 東山中地区模式断面図

(2) 柳田村久田付近

柳田村久田付近の斜面崩壊は、地震後5日経過した2月12日午後4時すぎに発生した。崩壊規模は、幅約50m、長さ100mにわたり、崩落土砂が流出し、斜面上部には高さ約10mの滑落崖が形成された。（図4-2参照）

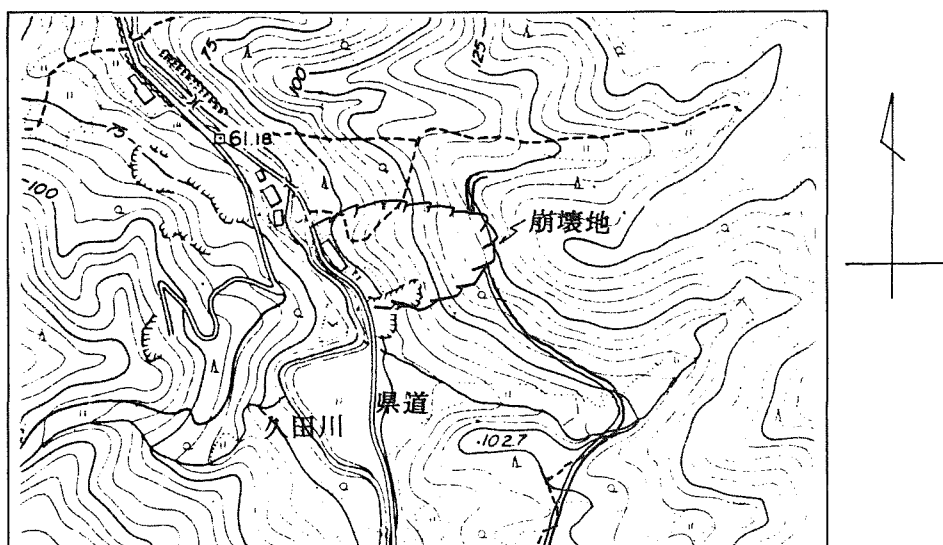


図4-2 久田地区崩壊位置図 Scale 1:5,000

崩壊斜面は、地形的に尾根型斜面であり集水地形となっていない。斜面の地質状況は、凝灰角礫岩等の火砕岩からなり全体に破碎され角礫～ブロック状となっている。図2-3の地質図によれば近くを断層が通過している。そのため、周辺が断層の影響により破碎されていたことも考えられる。

図4-3に久田地区の模式断面図を示す。

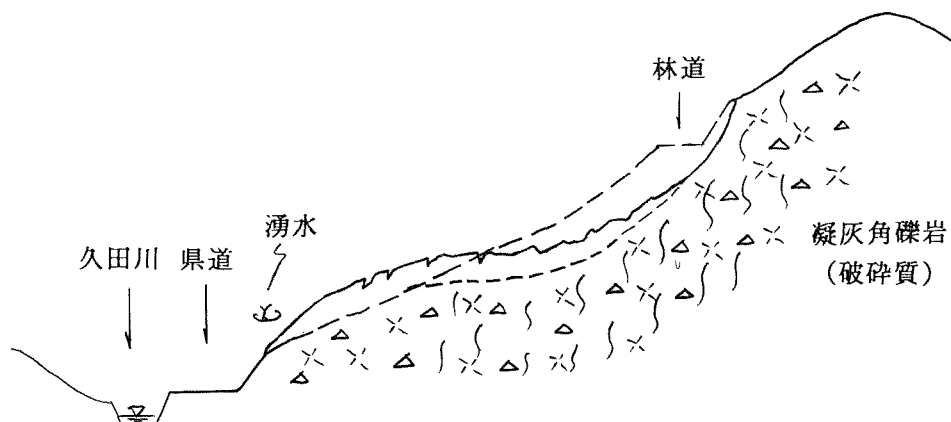


図4-3 久田地区模式断面図

地震発生前後の日降雨量を表4-1に示す。尚、本地区は、輪島と珠洲の中間に位置する。地震発生後の降雨量を見れば、比較的降雨（降雪）の少ない日が4日位連続し、崩壊発生の前日より連続的に5～15mmの降量が観測されている。

以上のことから、崩壊発生機構としては全体に破碎質の地山からなる斜面が地震動により斜面上部に亀裂が発生し、その亀裂より降雨が浸透し地山内部の間隙水圧の上昇に伴い、斜面が不安定となり崩壊が発生したものと推定される。

表4-1 地震発生後の日降雨量

	輪島	珠洲	(単位mm)
2月 6日	0	0	
7日	31	0	-----22時 地震発生
8日	1	0	
9日	6	0	
10日	0	1	
11日	6	5	
12日	3	15	-----16時すぎ崩壊発生
13日	6	12	
14日	12	11	
15日	0	0	

(金沢気象台資料)

1964年新潟地震などでは、地震により斜面が緩んだため、その後の降雨時に斜面崩壊が発生し易くなったのではないかと指摘されてきているが、今回のように地震の数日後に現れた例は珍しいと言える。今後の詳しい原因調査が待たれるところである。

(3) 珠洲市正院町飯塚付近（火宮神社）

正院町飯塚付近では、火宮神社の背後斜面が幅約20m、長さ20m（層厚約3m）にわたり崩壊した。本斜面は比高約25mの尾根型斜面であり、崩壊前の斜面傾斜が45°前後であった。写真4-4, 5に崩壊地の状況を示す。

飯塚付近の地質は、新第三紀の飯塚珪藻泥岩層が広く分布し、表層風化部を除けば全体に軟岩状の塊状泥岩からなる。尚、珪藻泥岩は通常N値が10～20回と大きくないが、一軸圧縮強度が10～20kgf/ 程度とかなり大きく特異な泥岩である。また、単位体積重量も1.3tf/ と非常に軽い。

火宮神社の崩壊地より西側約100mの所にも尾根型斜面で層厚約1m程度の表層崩壊が発生したが、崩壊土量が少なかったため人家まで到達しなかった。

これらの斜面崩壊は、表層の風化部が地震による慣性力によって崩落したものと推定される。

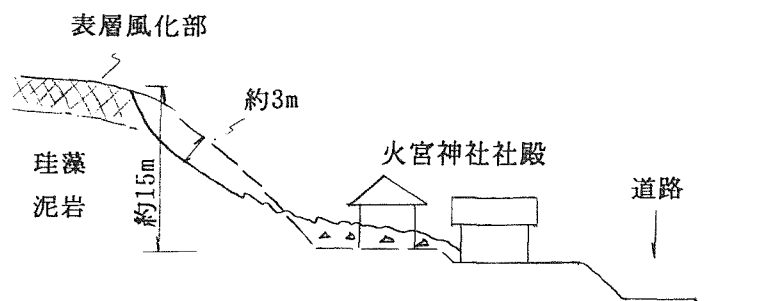


図4-4 飯塚地区模式断面図

(4) その他の斜面崩壊

上記の斜面崩壊以外に、多数の被害が発生している。調査ルートにおいて見られた崩壊例を写真4-7～10に添付した。

写真4-7は、火宮神社の被害と同様に珪藻泥岩からなる背後斜面が崩壊し、人家を土砂が直撃し全壊させたものである。

写真4-8は、県道沿いの斜面が表層崩壊(層厚1m程度)したものであり、礫～ブロック状の崩落土砂となっている。

写真4-9は、モルタル吹付けのり面が地震によって破損したものである。このり面は、施工後かなり経過し保護工の劣化も全体に進行しているため、部分的に地山とモルタル面が密着していない箇所が認められる。

写真4-10は、県道沿いに見られる自然斜面の表層崩壊であり、南志見泥岩層の強風化帯が崩落したものである。崩壊箇所は、急斜面からなる若年性(樹齢10年前後)の植林地である。また、その上部斜面は緩傾斜の自然林(樹齢20～30年)からなり崩壊が発生していない。このような地震時の同一斜面における安定度の差異は、斜面勾配が最大要因と考えられるが、樹木の年齢(樹根の発達程度)も1つの要因と推定される。

4. 2トンネル

珠州市折戸地内の木ノ浦トンネル（＝76m）は、地震によりトンネル中央部で延長約10mにわたり天端が落盤した。地震直後トンネルは、崩落土砂によって全面的に塞がれていなかったが、我々の調査時には全体に塞がっており、反対側坑口を見透すことができなかった。

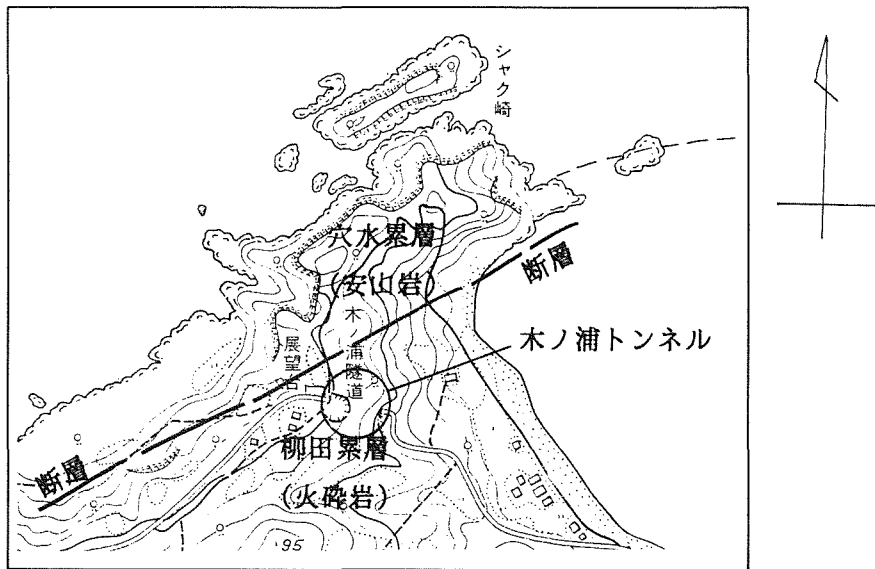


図4-5 木ノ浦トンネル位置図 Scale 1:10,000

本地点周辺の地質は、南側が柳田累層の火砕岩、北側が穴水累層の安山岩が分布し、断層で接している。木ノ浦トンネルは、この断層に近接しており全体に風化・破碎した火砕岩からなると推定される。ただし、地質状況の把握等については今後の調査を待つ必要がある。

尚、地震によるトンネル内部の被害としては、1978年伊豆大島近海地震による稲取トンネル内のずれ（断層が動いたためと考えられている）や、1930年の北伊豆地震による丹那トンネル内のずれなどあるが、このように崩壊に至った例は少ない。



写真 4-1
道路盛土の崩壊
(珠洲地区幹線農道
：珠州市東山中)



写真 4-2
県道より上部
自然斜面の崩壊
(柳田村久田)

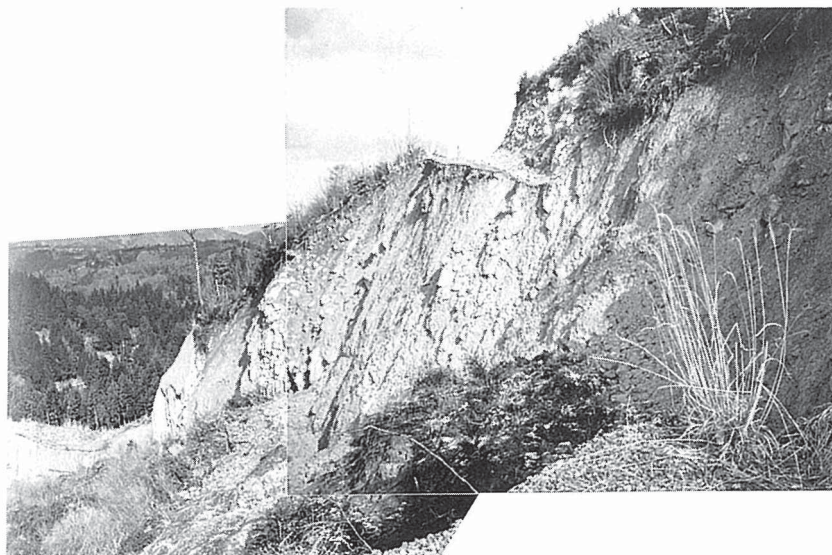


写真 4-3
同上崩壊地の
上部（滑落崖）



写真 4-4

火宮神社背後斜面の崩壊
(珠州市正院町飯塚)



写真 4-5

同上写真の近接
全壊した神社社殿



写真 4-6

人家背後の自然斜面の
崩壊(珠州市正院町飯塚)



写真 4-7

人家背後斜面の崩壊により家屋全壊
(珠州市正院町岡田)



写真 4-8 県道斜面の表層
崩壊 (珠州市笹波地内)



写真 4-9 県道のり面のモルタル
吹付の破損
(珠州市笹波地内)



写真 4-10

自然斜面の表層崩壊
（表層の強風化部が崩落）
（珠州市折戸）



写真 4-11

トンネル天端が落盤した
木ノ浦トンネル
（珠州市折戸）



写真 4-12

同上近接写真
（落盤土砂により反対側
坑口が見えなくなっている）

5. 珠洲市の液状化被害

被害が集中した能登地方は山がちの地形であるため、液状化被害はそれほど顕著ではなかったようである。明らかになっている液状化被害は珠洲市の低地部に集中している。本章では、調査した液状化被害について記述し、地形や土質の関連について若干の考察を行った。

5.1 地質的背景

液状化被害が集中した珠洲市周辺の地形・地質の特徴を既往文献¹⁾に基づいて述べる。能登半島北部の平野部は、山地や丘陵の間を流れる小河川に沿った細長い谷底平野と、河川の河口付近に広がる小規模な海岸平野とから成っている。谷底平野を形成する未固結堆積物の厚さは下流部に行くほど厚くなり、また河谷の中心部ほど厚い。海岸平野や沿岸部の海底においても、未固結堆積物は谷底平野の延長部分で厚くなっており、これらは基盤岩をえぐってできた谷を埋める形で堆積している。

珠洲市の飯田から正院までの海岸部に開けた平野は、そこに注ぐ若山川や金川の侵食・堆積作用によってできた海岸平野である。図5-1に示すように、飯田から正院にかけての海岸平野には、若山川と金川の河谷に沿った地域で最大20～30mの厚さの沖積層が分布するが、他は10m未満の厚さである。沖積層の最上部にはN値10内外の緩い砂質土層(A_{s1})があり、その下位には粘性土層(A_{c1})が存在する。粘性土層のN値は、泥質なところで1～2、砂がちなところで5～10である。また若山川

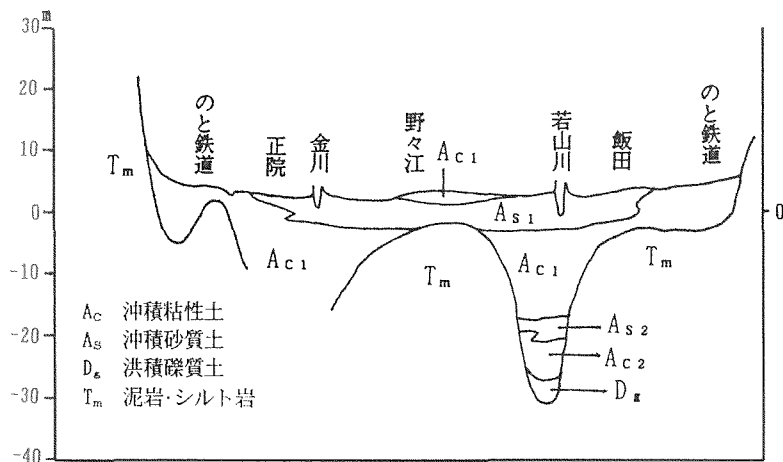


図5-1 珠洲市飯田－正院の地層断面¹⁾

の埋没谷の底には、 A_{s2} , A_{c2} の各層の他に洪積砂礫層(D_s)が堆積している。この地域の基盤は第三紀泥岩(T_m)である。液状化が生じた地層は A_{s1} 層と推定されるが、一部地域では埋立土が液状化したようである。

引用文献 1) 石川県地盤図編集委員会：石川県地盤図（解説書），1982.3

5.2 液状化による被害

本節では、珠洲市の平野部で発生した液状化被害を中心とした地震被害について紹介する。

(1) 市営住宅

珠洲市正院町正院地内にある平屋の市営住宅が液状化のため、5～15cm程度沈下するといった被害が生じた（写真5-1～写真5-3）。沈下を生じた住宅数は13棟という新聞報道はあるが、実数は確認していない。この住宅の基礎は階数から考えて直接基礎と考えられる。市営住宅のある地区は、昭和30年代に沼地だった場所を埋め立て造成された土地といわれている。地表面が砂がちであることから、砂で埋め立てられたと考えられる。

地震により埋立土層あるいは下位の沖積砂質土層が液状化を起し、これによる地盤の支持力の低下・消失のために、地盤の上に乗っているだけの家屋がその重みで沈下したと考えられる。写真5-4～写真5-5に示すように、沈下に伴って家屋の壁に亀裂が入ったり、プロパンガスパイプの取入れ箇所壁が剥落するなどの被害が生じた。これとは逆に浄化槽のような軽い半地下構造物は液状化による揚圧力を受けて浮き上がるという被害もあった（写真5-7）。また写真5-8～写真5-9に示すように、沈下した家屋と浮き上がった（または沈下しなかった？）浄化槽の相対的変位により換気用パイプが破壊するという被害も見られた。

この他、同地区では写真5-6に見られるようにブロック塀や石積塀が倒壊した箇所があった。塀の倒壊の原因が地震動によるものなのか、液状化による地盤変状によるものなのかについては、現地の状況だけからでは判断できなかった。

この地区で実際に液状化が生じたことは、沈下した家屋の周辺や電柱からの噴砂によって確認できた（写真5-3及び写真5-10～写真5-11）。この地区の4ヶ所から採取した噴砂の粒度分布を図5-2に示す。4ヶ所の噴砂は、ほぼ同じ粒度分布をしており、同一の地層が液状化したことが分かる。土質試験の結果、噴砂の平均粒径が0.23～0.26mm、均等係数が約2.0、細粒分含有率が2～5%という極めて液状化しやすい粒径をもつ砂であったことが判明した。ただし噴砂が、どの地層から出てきた砂であるのかについては、付近のボーリング資料がないため推定は困難である。



写真5-1

液状化被害を受けた正院
町正院の市営住宅

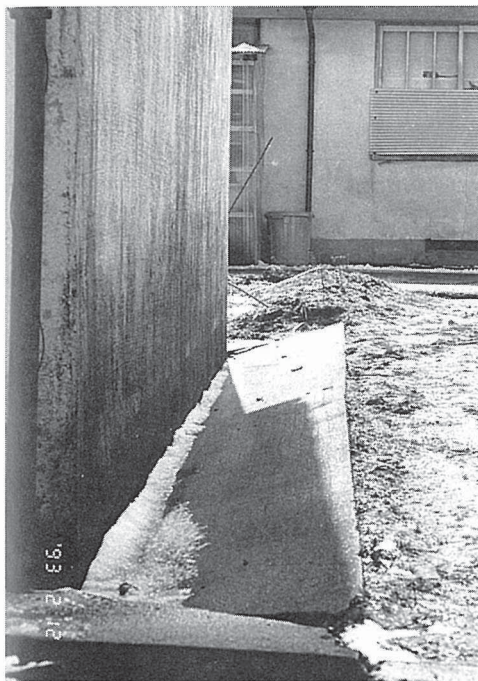


写真5-2

市営住宅の沈下状況



写真5-3

市営住宅脇からの噴砂



写真5-4

沈下による壁の亀裂
(市営住宅)

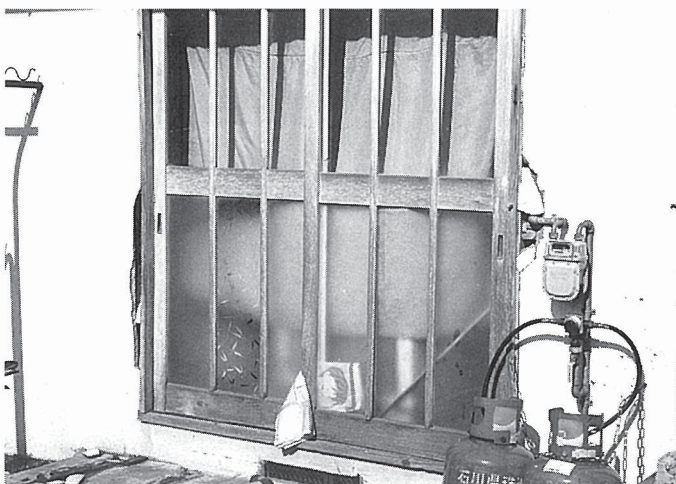


写真5-5

沈下によって生じたガス
取り入れ口の被害
(市営住宅)



写真5-6

崩れたブロック塀
(市営住宅)



写真5-7

浮き上がった浄化槽
(市営住宅)



写真5-8

建物と浄化槽の相対変位
によって生じた換気パイ
プの破断 (市営住宅)

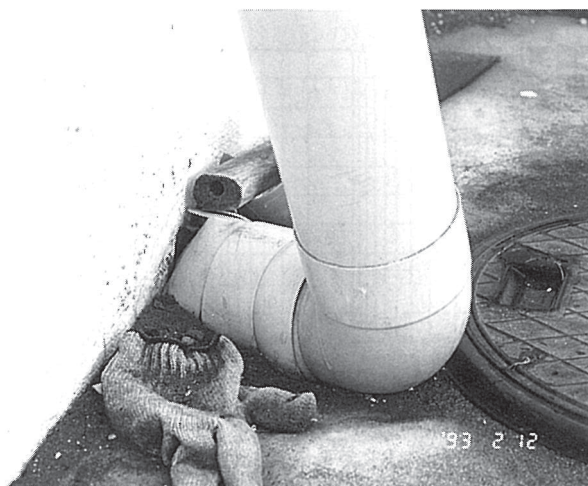


写真5-9

上の写真を拡大したもの
(市営住宅)

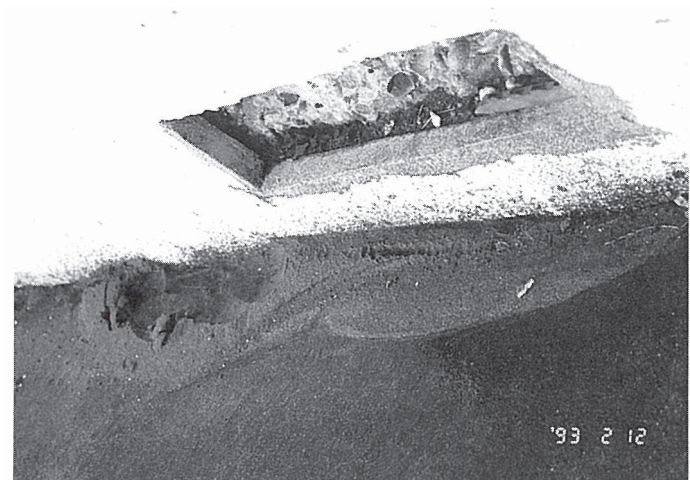


写真5-10

建物の脇からの噴砂
(市営住宅)



写真5-11

電柱の脇から噴き出した
た砂 (市営住宅)

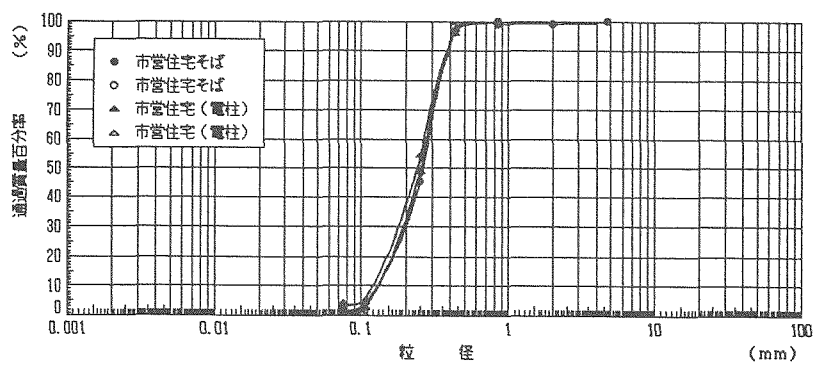


図5-2 噴砂の粒度分布 (珠州市正院町正院 市営住宅)

(2) 川尻地区

正院町川尻地区は5.1節で述べた海岸平野の東端に位置しており、数十メートル背後は山となっている極めて狭い低地である。この地区では液状化に起因すると思われる地盤の水平移動による被害が見られた。写真5-12は地盤の水平移動を示す道路脇の側溝の変形の様子である。写真の左側は個人の住宅であるが、門の間口幅だけ海岸の方向（写真では右側）に3cmほど移動していることがわかる。地盤の水平移動が道路を横断して続いていることは道路舗装の横断亀裂の存在から分かる。しかし横断亀裂そのものは小さく、道路が明らかにずれているという証拠を示すものではない。付近の道路には写真5-13に見られるような破壊現象が局部的に見られた。背後のブロック塀が特に被害を受けていないことから地盤の水平移動ではないと考えられる。写真5-15～写真5-17は、海岸近くの民家で見られた床コンクリートの亀裂と建物と地盤の隙間である。コンクリートの亀裂幅は5cm程度であり、かなり地盤の変位があったことを想起させる。地盤の移動量は、周辺の状況や住民の話などから推察すると最大でも20～30cm程度と考えられるが、測定されているわけではないので実態は明らかではない。この付近の地表面はほぼ平坦で、地盤の移動が生じていた地点の勾配を簡便に測ってみたところ、約1.5度という非常にゆるい勾配で海側に傾斜していることが分かった。山がすぐ背後に迫っている状況から液状化する可能性のある緩い砂層が厚く堆積している可能性は小さく、新潟市や能代市で見られた液状化による大規模地盤流動（永久変位）とは全く性格が異なる小規模で局地的な地盤の移動ではなかったかと考えられる。

写真5-18～写真5-19は同地区の長覚寺でみられた噴砂と、このため地盤の一部に生じた沈下の様子である。正院地区の市営住宅では、あまり大規模な噴砂は認められなかったが、この寺では噴砂の跡が大きな孔となって残っていた。また液状化の影響であるかどうか判断できないが、同寺の墓石が1基転倒していた。近隣の稲荷神社でも石柱や灯籠が倒れるといった被害が見られた（写真5-14）。転倒した墓石や石柱の基礎が地盤破壊で傾いているということもなかったので、局所的にかなり大きな地震動が作用したことが推測される。局所的な地震動の増幅と液状化の間に何らかの関係があったのかどうかについては、資料がないため言及できない。

写真5-21～写真5-22は、長覚寺で見られた噴砂である。噴砂の粒度分布を図5-3に示す。平均粒径0.22～0.27mm，細粒分含有率1%，均等係数1.83～2.00という、これもまた液状化しやすい粒径の砂である。



写真5-12

地盤の水平移動を示す側溝のずれ（正院町川尻）



写真5-13

道路の横断方向の亀裂・破損、背後のブロック塀には被害は見られない（正院町川尻）

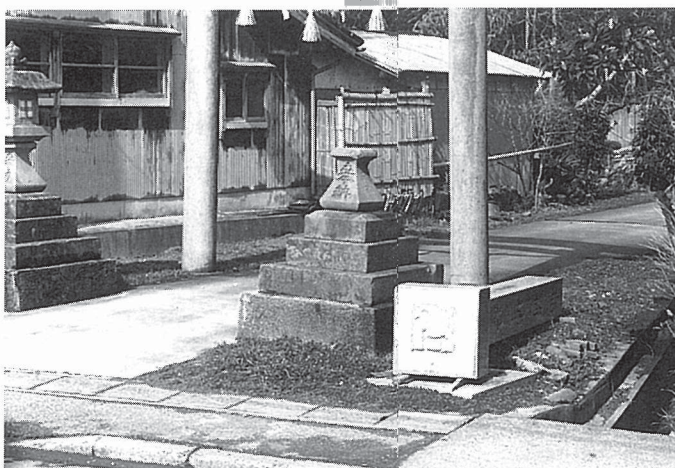


写真5-14

稲荷神社の石柱と灯籠の倒壊（正院町川尻）



写真5-15

建物の角からのびる亀裂
(正院町川尻)

写真5-16

家屋の庭のコンクリート
に入った亀裂
(正院町川尻)



写真5-17

建物と地盤の間に生じた
隙間 (正院町川尻)

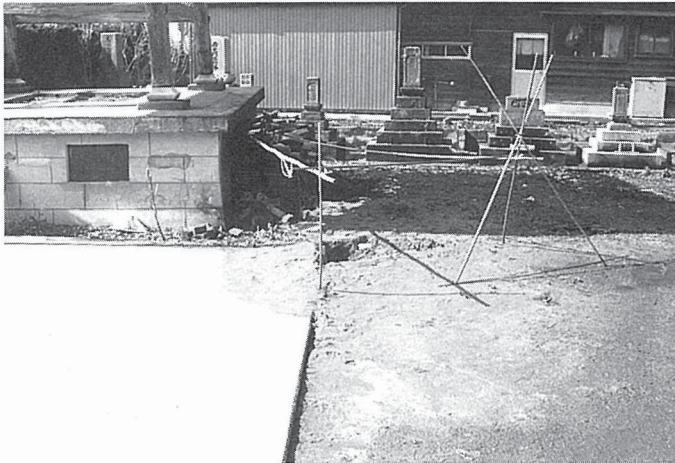


写真5-18

鐘樓の脇にできた噴砂孔
(正院町川尻 長覚寺)



写真5-19

液状化によるコクリート
スラブの不等沈下
(正院町川尻 長覚寺)



写真5-20

地震によって転倒した墓
石 (正院町川尻 長覚寺)

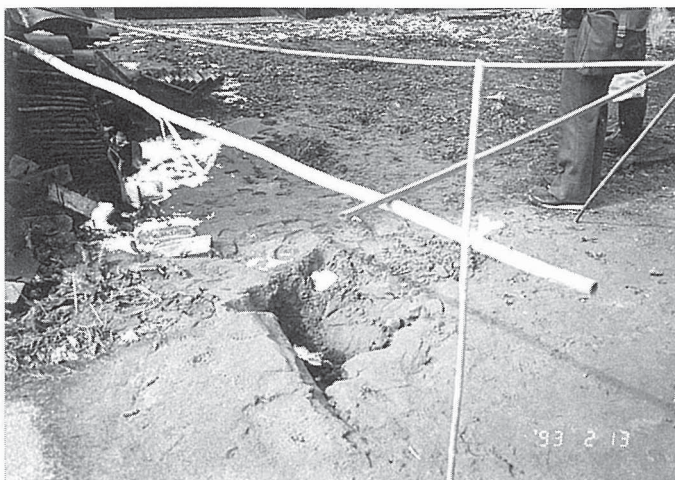


写真5-21

長覚寺境内の鐘楼のそば
で見られた噴砂孔



写真5-22

長覚寺前の電柱から噴
き出した砂

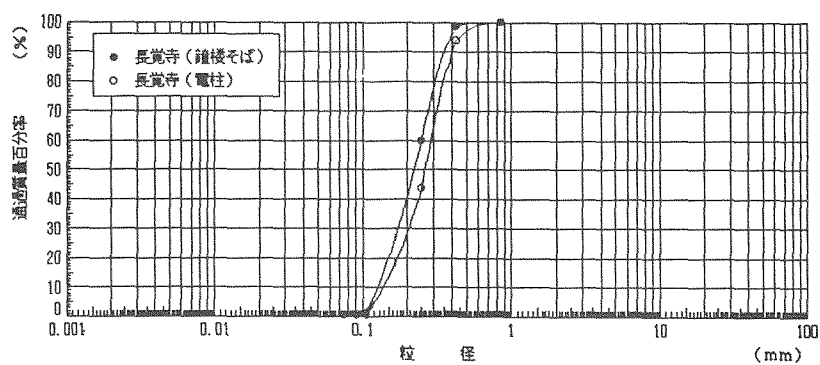


図5-3 噴砂の粒度分布 (珠州市正院町川尻 長覚寺境内)

(3) 飯田港

珠洲市の南岸に位置する飯田港で液状化に関連する軽微な被害が幾つか見られた。写真5-23は岸壁のエプロン背後に見られた舗装の亀裂である。これらの亀裂の間から少量の砂が噴き出していたことから、この被害は主に液状化による地盤の沈下によるものと推定される。しかし亀裂の方向が岸壁の法線とほぼ平行であるところから、微小な岸壁のはらみ出しも生じているのかもしれない。写真5-24もタンク周辺に見られた舗装の亀裂であるが、原因は同じであると考えられる。地盤には、このような軽微な被害はあったものの、岸壁やタンクなどの構造物は観察した限りでは被害を受けていないように思われる。

写真5-25は、同じく飯田港の護岸近傍のゲートボール場の噴砂の状況である。我々が調査した範囲では最も大規模な噴砂であった。噴砂の粒度分布は、図5-4に示したように平均粒径が0.094～0.104mm、細粒分含有率が39～43%と、図5-2、図5-3に示した他地点の噴砂よりも粒径が小さい。また土粒子の密度が2.58～2.59であり、2.6～2.7g/cm³前後を示す一般の土よりやや軽いことも特徴の一つである。近所のお年寄りから、海底に堆積していた何かの残土が浚渫の際に砂と混じって埋め立てられたという話を聞いたが、裏付けとなる資料は入手していない。



写真5-23 岸壁背後地盤でみられた舗装の亀裂



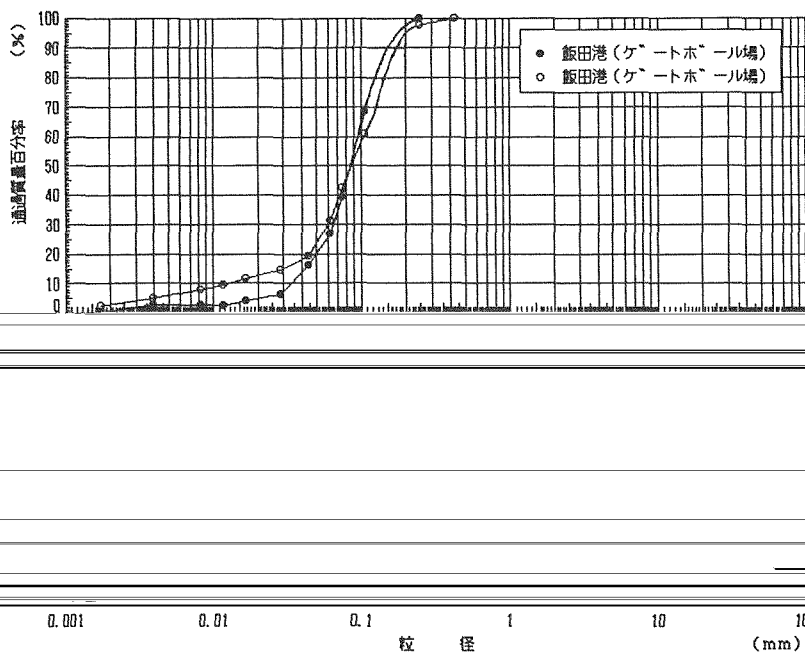
写真5-24

飯田港護岸近傍のタンク
周辺地盤の舗装の亀裂



写真5-25

飯田港護岸背後のゲー
トボール場の噴砂



おわりに

年初の「釧路沖地震」に続く能登半島沖の地震と、今年は”なまず大明神”の一騒動で明けた感がある。最近30年間の主要な被害地震の発生年月を振り返ってみると、新潟（1964年6月，M7.5），十勝沖（1968年5月，M7.9），根室半島沖（1973年6月，M7.4），伊豆半島沖（1974年5月，M6.9），伊豆大島近海（1978年1月，M7.0），宮城県沖（1978年6月），日本海中部（1983年5月，M7.7），長野県西部（1984年10月，M6.8）などである。お気づきのように、被害地震は5～10年毎に、わが国のどこかで起こっている。特に末尾が3と8のつく年の5～6月にかけて地震が多いことがわかる。1968年には、えびの（2月，M6.1），日向灘沖（4月，M7.5）の地震も起こっており地震の当たり年であった。また1978年には1月と6月に大きな被害地震が発生している。1983年の日本海中部地震以降、大きな被害地震は鳴りを潜めていたが、また、そろそろ大きな地震が起きそうな気配もある。

今回の地震は、規模もそれほど大きくなく、震源が陸地から離れていたため、被害があまり大きくならず済んだことは不幸中の幸いであった。日頃、ほとんど地震と縁の無かった地方だけに、今回の地震は、日本中どこでも地震が起こる可能性があることを知らしめたという点で、能登地方だけではなく、地震の少ない他地域の人々にも啓蒙効果があったのではないだろうか。

今回の地震被害調査に関しては、被害規模や被害地域がそれほど大きくなかったことや年度末という忙しい時期でもあったため、あまり綿密な現地調査も行えず、また地盤資料もほとんど入手できなかったのも、報告書を作成する意図はなかった。しかし一部の専門家を除けば、地震被害を実見できる機会のある人は非常に少ないことを考えると、写真を通して被害状況を見るだけの資料であっても、それなりの価値があるのではないかと思い直して、報告書を作成した次第である。従って調査報告書というよりも被害写真集の色合いが強いものであるが、当資料が多少とも地震被害の把握に役立てば幸いである。

最後になるが、今回の地震で負傷された方々が一日も速く回復されとともに、社会基盤施設の速やかな復旧によって、被災地の方々が快適な生活が取り戻せるように祈念するものである。

なお調査に同行いただいた九州工業大学 安田助教授には、被災状況や原因に関して有益な示唆を賜るとともに報告書作成に関しても御助力いただいた。末筆ながら感謝を申し上げる次第である。

