

兵庫県南部地震

淡路島震災調査報告書



平成7年4月

徳島大学工学部

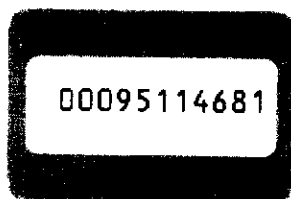
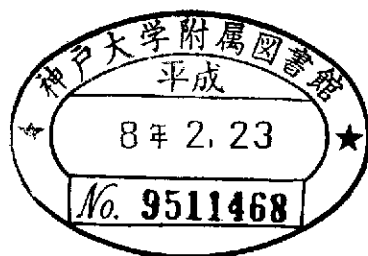
震災文庫

1

139

兵庫県南部地震

淡路島震災調査報告書



平成7年4月

徳島大学工学部

兵庫県南部地震 淡路島震災調査報告書

目 次

1. はじめに	1
2. 兵庫県南部地震の概要 淡路島における震災概要	3
2. 1 地震動	3
2. 2 淡路島の被害	4
2. 3 被害の比較	5
2. 4 被害の意味	6
3. 調査団の概要	7
3. 1 調査体制	7
3. 2 調査日時および調査対象地区	8
4. 分野別被害状況調査	9
4. 1 地盤関連の震害状況	9
4.1.1 調査地点	9
4.1.2 調査地点の地形、地質概要	10
4.1.3 調査地点一覧表	12
4.1.4 調査地点の各論	20
4. 2 構造物関連の震害状況	61
4.2.1 橋梁の被害	61
4.2.2 港湾施設の被害	65
4. 3 生活関連の震害状況	68
4.3.1 人的被害	68
4.3.2 建物被災状況	70
4.3.3 環境施設の被害	76
4. 4 震災による被害のまとめ	82
5. 復興の課題	83

1. はじめに

平成7年1月17日(火)午前5時46分ごろ淡路島の北方を震源とするマグニチュード7.2の激震があり、神戸市、西宮市、芦屋市、伊丹市、宝塚市、津名郡の北淡町、一宮町、津名町などきわめて広範囲にわたり甚大な被害をもたらした。この阪神・淡路大震災による死者は、おおよそ5千5百名、負傷者約3万名、倒壊家屋は約12万戸にのぼっており、現在も不自由な避難所生活をしている人は地震直後の1/6程度に減少したものの6万2千名と報告されている。徳島大学工学部には、今年2月の調査によると兵庫県出身の学生は384名在籍しており、自宅が被災した学生数は約50名を数えている。兵庫県南部地震で被災された方々にお見舞いを申し上げ、できるだけ早期の復旧、復興を願うものである。

今回の直下型地震は、水平振動と同時に大きな鉛直振動いわゆる縦揺れを生じており、建物の崩壊、落橋による鉄道の寸断、高速道路の倒壊、埋立地の液状化、港湾施設の崩壊、ガス・電気・水道・電話などライフラインの断絶など都市中枢の各種施設に致命的な被害があり、建設技術者に大きな衝撃を与えた。

徳島大学工学部でも兵庫県南部地震による被害をきわめて深刻に受けとめ、建設工学科の教官が中心となり、徳島県に近い淡路島に限定して調査団を派遣し、まず被害の現状について調査を行うことにした。

今回の調査の目的は、北淡町を中心に淡路島における被害状況を把握することであり、次の3つのグループに分けて調査を行った。

- (1) 地盤関係調査
- (2) 構造物関連調査
- (3) 生活関連調査

第一次の全体調査は2月5日(日)に実施したが、(1)、(3)のグループについては、その後も継続して調査を行い、全体で13回の現地調査を行った。

今回の被害状況の調査結果の分析や、今後の対応について結論を出すのには時間を要するので、とりあえず現状の調査を中心に報告書を取りまとめることとした。今後、この調査結果をもとに、問題点について建設工学科における研究課題とし、より安全で住みやすい防災まちづくりに積極的に協力していきたい。

なお、調査の際に資料の提供や聞き取りにご協力いただいた兵庫県洲本土木事務所をはじめ、北淡町、一宮町、津名町、淡路町、五色町、東浦町などの役場の方々、ならびに学外から調査団に加わり、一緒に調査活動を行っていただいた協力者の方々に厚く御礼を申し上げます次第である。

平成7年4月

徳島大学工学部

兵庫県南部地震淡路島震災調査団 団長
工学部長 河野 清

2. 兵庫県南部地震の概要 淡路島における震災概要

徳島大学工学部建設工学科 教授 澤田 健吉

2. 1 地震動

平成7年1月16日5時46分淡路島北部および神戸市から西宮市にかけての地区を中心とする兵庫県南部はM 7.2の内陸直下型大地震に襲われた。気象庁は、直後震央位置は北緯34.6度、東経135.0度、震源深さは約20kmと発表した。大阪管区気象台は、各地の震度として、震度6が神戸、洲本、震度5が京都、彦根、豊岡と発表した。ちなみに、この時の神戸と洲本の震度の発表の遅れが、いわゆる「空白の32分」として被害中心地の誤認や、被害程度の認識の遅れになり、結果的に救援活動の立ち上がりの遅れにつながったとされた。さらに、行政機関の危機管理の無策として、首相や自衛隊の行動を規制する法律の変更を求める批判的世論にまでなっていた。

ともかく、気象庁はビルや家屋の倒壊状況から、神戸市街や淡路島の一部地域は震度7だった可能性があるとして、現地に地震機動観測班を派遣し、神戸海洋気象台と合同で現地調査をした結果、20日午後6時神戸市中央区三宮付近と淡路島北部の一部地域（北淡町付近）の二ヶ所を震度7と発表した。さらに、2月7日詳しい現地調査による結果として震度7の分布を発表した。これによると、神戸市須磨区から西宮市までの幅1km長さ20kmの範囲を中心に、その周辺に局所的に震度7の区域が広がっていたことになる。淡路島では北淡町、一宮町、津名町の一部の三ヶ所が震度7の地区に入っている。

揺れは断層や地形に関係して局部的に大きく変化する。このなかで強震計で採られた加速度の記録には、神戸大学が採取したものなどがあるようだが、中央区中山手通りに在る神戸海洋気象台の記録が代表値として、各種の解析に使われる機会が多くなっている。これによると最大値はNS成分は818gal、EW成分は617gal、UD成分は322gal、波動の継続時間はおよそ15secとなっている。

この地震の発震のメカニズムは結局のところ、淡路島北部を北東から南西に走る野島断層の再活動によって引き起こされ、それが神戸市から西宮市へかけての地域を東北東から西南西ないし東西方向に走る六甲断層系を刺激し、その再活動を引き起こし、全体としてM7.2の大地震になったと推定されている。

このような推定がでてくる過程で、つぎのような報道をおうことができる。野島断層の活動は地震当日の国土地理院の航空写真撮影機から、また翌日の広島大学の中田助教授の地上からの確認があり、さらに28日と29日とに行われたトレンチカットで数百年前から数千年前の地層にずれのあるのをみて、過去に二回は大地震が起こったことが確認されている。海上保安庁は海洋測量船から、探査機器を使った調査で24日震源域の明石海峡の海底

に新たに二本の活断層の発生を確認している。また、横浜市大の菊池教授は27日世界24ヶ所の38の地震波データの分析から、阪神大震災は三つの断層が11秒の間に次々動いて起きたと発表している。

2. 2 淡路島の被害

被害は野島断層に沿った淡路島の西北海岸に集中していて、土木施設では断層線上にある道路や斜面それに土留擁壁に被害が出ている。例外的といってよいものに平林地先の県道の被害がある。海岸にせり出した尾根の先で、護岸の石積が変形し、その上の海岸寄り車線が沈下している。

しかし、特に大規模な破壊はなく、育波の山側の分譲地の高い土留擁壁や十年前田圃の上に新たに盛土して築いた西淡町湊の感応寺の20m高さの二段に積み上げた石垣など、一見不安定に見える構造でも断層位置から少し離れることで無傷でいれるのは、直下型地震の特徴かとみえ興味を引いた。

しかし、この地区では木造家屋の崩壊は大きかった。築後年数の多いものが地震に弱いことが理由の第一に挙げられるが、家屋の構造とか管理の程度など、これに次ぐと考えられる要因も無視できない効果をもっている。弱い家屋が選択的に狙い撃ちされて破壊するのは通常見られるケースだが、育波で見られるようにある範囲がまとまって破壊している地域もある。倒壊の方向も調査の中の大きなテーマになる。これらは、地震の強弱や古地形の問題に帰せられるだろうが、資料が揃いにくいので結論はでないかもしれない。

断層直上の家屋が破壊するのはやむをえないようでも、それでも富島で野島断層の上にあって塀が引きちぎられながら家屋そのものに大きな損傷のみられないのと、明治初期に造られた江崎の灯台の石造りの建築の決定的な破壊は対照的で注目に値する。このような特異な例をもう一つ加えるなら、一宮町の伊弉諾神社の鳥居の破壊がある。水平に左右を継いでいる笠石は振動の初期の段階で落ちてしまうと思われるので、下部が地中に埋められて立っている単純な石柱の折損という特異な現象である。

一方岩屋から洲本にかけての東海岸に沿っては、木造家屋に瓦のずれはあっても家屋そのものの被害は少なかった。こういう状態は洲本の南の由良でも見る事ができるし、さらに福良でも見る事ができた。

ところが、淡路島の開発は東海岸に集中していて新しい埋立地が広く、ここでは、液状化を原因とする被害が各種見られる。田畑に吹き出した噴砂は直接耕作の妨げになるが、これは松帆で見られる。支持力の低下は港湾の護岸岸壁の移動になり、背後の地盤の沈下、不等沈下や亀裂の発生になるが、これは東浦町の大磯港のものが大きい。建築物の入り口の段差、地上の換気施設など付属施設の傾斜、公園や駐車場の舗装の亀裂を引き起こすものもあるが、この例は津名町の志筑新島などで見られる。さしあたり急いでどうにかしなければというほどの被害ではないが、何時までもこのままというわけにはいかない。この

程度のものは拾えば多くなる。

海岸線から内に入ったところに、一般の目にはつきにくい、農業用の溜池の堰堤の亀裂の問題がある。当座の危機は池の水を抜くことによって避けているが、これからの農繁期までに復旧しなければならないから、負担は大きい。古いものなどで、土質力学的に問題が多く、扱いには苦心がいるだろう。

あとすこし関心をもったテーマを追加するが、その一つに地震前後の地下水流量の変化と、動物の異常行動の報告がある。調査結果の報告のテーマになりそうにないが、調査の過程で繁々地元の人と話題にしたことであり、記憶に止めておくのは意味のあることかもしれない。

いま一つは架設または仮設の現場の被害である。今度の調査で、初めてこの問題のあることに気が付いたが、どう扱うか決しかねたまま宿題として残してしまった。

2. 3 被害の比較

つぎに、淡路島の被害をどのように見たか、べつの場所の地震被害との比較という捉え方で感想を述べてみる。それは1974年5月9日に起きた伊豆半島沖地震の例である。震源は北緯34.6度、東経138.8度の伊豆半島西方沖M6.8震源深さは約20kmであった。伊豆半島南部では震度5であったが、部分的には震度6とも推定されている。

二つの地震は、マグニチュードが少し違い、島と半島という地形の違いがあるが、海につきでた岬の灯台の下の活断層が動いたということのほか、以下の点で似たところが多く参考になる。断層の露頭が見られたこと、破壊が断層線上の狭い区域に集中していること、構造物の被害が木造家屋につきたこと、石造りの灯台が決定的な破壊を受けていること、断層が家屋の敷地を横切ったが家屋に振動による倒壊がなかったこと、などが挙げられる。

一方、大規模な山地崩壊があったこと、砂丘の乾燥砂が動いて一種の液状化のような挙動を示したが、飽和砂の液状化は問題にならなかった、などが違いとして挙げられる。

筆者は今回の淡路島と同様、当時何回か伊豆半島に行き、その所見を「伊豆半島沖地震による被害」と題して、1975年第四回日本地震工学シンポジウムで発表している。いま読み直しても、結構現在でも参考になりそうなことを書いているので、すなわち今度の地震が淡路島に関するかぎり新しい経験とは言えないという意味で、その一端を紹介しておきたい。あえていえば、神戸市の経験を「全く予想外」と見るための布石の意味もある。

この地方は不思議にいままで大きな地震にみまわれたことがすくなく、一番近い昭和五年の北伊豆地震（掘削中の東海道本線の丹那トンネルに横ずれを起こした地震）、昭和九年の天城山付近の地震でも被害を受けることがなかったと言われている。このような事情であるから、この地の災害に対する関心はもっぱら海の方からくる風や波に限られていた。（中略）

いま（地震から一年数ヶ月後）ではごく一部を除いて、当時を思い出させないように復旧が進んで、伊豆半島沖地震という地震が伊豆半島の南端という狭い範囲において種々の影響を残しながら

ら過ぎ去っていったという感が大きい。

神戸市の台風災害は語りぐさになっているし、後段のこの種のす早い動きは新聞も復興のエネルギーとして評価している。

2. 4 被害の意味

一方神戸市の被害になると、予想外の出来事、神話の崩壊、被災の教訓、設計指針の見直し、など最大級の表現をした言葉が地震直後から入り乱れている。ただこれらは相対的な表現なので、言っている当人がどれだけの思い込みを持っているかは、わからない。

当然筆者にとっても、震災直後に深江で、高速道路の高架橋の倒壊したのを直視した時感じた本来在るべきものが在る位置にないという平衡感覚の混乱の覚えや、二ヶ月後にポートアイランドでポートライナーの高架の基礎のグラウト工事が急ピッチで進む反対側に全滅して静まり返った埠頭があるのを見た時の無秩序とも感じれる印象は、大きな意味を持っている。

埠頭に沿って歩くと、何時間歩いても同じ光景が繰り返されそうな気がして、どこからどう復旧するのだろうと想着てしまう。「私もどうして良いかわからない、自信がなくなった」とCNNのインタビューに正直に答えた教授もおられる。何十年の営みをここでまた初めから繰り返すのだろうかと思うとき、先の見直しという言葉の範囲をできるだけ広くとっておきたいと思うようになる。

大島清京大教授の新聞紙上の評論だが「今回の地震は50キロの断層の横ずれという歴史始まって以来の体験のようだ。まるで、人類の英知が築き上げた文明都市が、本当に安定したものかどうか、試されたのではないかとさえ思える。」人類の英知が築き上げたという歴史的な視点、さらに「災害に強い町づくりとのコールが聞こえる。それはもちろん、単に帯び鉄筋の幅を狭めるだけのものではあるまい。地球のパワーは計り知れないから、補強だけではイタチゴッコになる。また、道路の拡幅も大切だが末梢の一枝に過ぎない。」単に帯鉄筋というところを、帯鉄筋が無意味だというのでなくその先にある判断を求めたものと理解したとき、これは重い意味を持ってくる。

「経済の厳しい現状を考えると、これまで以上に効率性を追求していかないとだめじゃないですか」と政府の復興委員会委員の言われるのが現実だと思うことに違いはない。

しかし、暴走しているといわれる技術の限界を理解する意味をわかろうとすれば、技術者をしてどうしてよいかかわからないと言わせ、設計指針の見直しという行為を迫る、災害は大きなチャンスをもたらした。

科学技術の発展史上の何処に反省のスターティングボードを置くか、いかなる科学思想が我々を導くか、科学技術史に関心を持つ者の思い込みがある。

3. 調査団の概要

3. 1 調査団の体制

兵庫県南部地震は、多種多様な分野にわたって甚大な被害を淡路島にもたらしたが、徳島大学工学部兵庫県南部地震淡路島震災調査団（以下、調査団）では、特に大きな被害が発生した土木工学に関連する分野をその調査の対象とし、工学部建設工学科の教官をその中心メンバーとして組織した。

調査団における主要な調査対象の分野は、地盤関連分野、構造物関連、そして、生活関連の3分野に分けて調査を行った。それぞれの分野における調査内容と担当者の専門分野は、以下のとおりである。

①地盤関連の震災調査

土質工学および地盤工学分野の専門家により斜面崩壊、地すべり、地盤の液状化等の被災状況を調査した。調査は、建設工学科山上拓男(専門分野は地盤工学・地すべり工学，以下同様)，および仁田ソイロック(株)岡田章二(地盤調査)，田村俊之(地質調査)，建設工学科澤田健吉(土質工学)を中心として，鈴木壽(地盤工学)，藤井清司(岩盤力学)，(株)新井組東浦I.C.J.V.工事事務所の中林能教(施工管理)が担当した。

②構造物関連の震災調査

構造工学，海岸工学，コンクリート工学分野の専門家を中心に橋梁および港湾を対象に調査を行った。調査は，建設工学科平尾潔(構造・耐震工学)，水口裕之(材料学)，澤田勉(構造・耐震工学)，島弘(コンクリート構造学)，中野晋(海岸工学)が担当した。

③生活関連の震災調査

都市工学や環境・衛生工学の分野の専門家によって人的被害の状況、家屋等の建物、環境施設の被害状況を調査した。調査は，河野清団長(建設材料学)，建設工学科青山吉隆(都市計画・地域計画)を中心として，人的被害については，廣瀬義伸(都市計画・地域計画)および仁田ソイロック(株)多田恭章(建築学)，徳島県土木部監理課納田盛資が担当し，建物被害については建設工学科山中英生(都市計画・地区計画)，水口裕之(材料学)，建設材料試験所澤田俊明(公園緑地計画)が地元の淡路島環境会議(湊格会長)等の協力を得て行った。廃棄物処理施設や上水道などの環境施設については伊藤禎彦(環境衛生工学)，阿南工業高等専門学校上月康則(上下水道学)が担当した。

3. 2 調査日時および調査対象地区

調査団の第1回現地調査は、2月5日(日)に、淡路島北部にて全体調査を行った。第2回目以降は、適宜各分野別に調査を行っており、主な調査分野別の調査地域は以下の通りである。

	日 時	調査分野	調査の対象地域
第1回	2月5日(日)	全 体	津名町, 北淡町, 一宮町, 淡路町方面
第2回	2月11日(土)	地盤関連	北淡町野島地区
第3回	2月11日(土)	生活関連	津名町, 一宮町, 東浦町, 五色町
第4回	2月12日(日)	生活関連	津名町, 一宮町, 東浦町, 北淡町, 淡路町
第5回	2月14日(火)	地盤関連	東浦町大磯地区
第6回	2月18日(土)	地盤関連	北淡町富島地区, 一宮町尾崎地区
第7回	2月18日(土)	生活関連	津名町志筑地区
第8回	2月25日(土)	生活関連	津名町, 一宮町, 五色町, 東浦町, 淡路町
第9回	3月5日(日)	地盤関連	淡路町松帆地区, 洲本市塩屋地区
第10回	3月11日(土)	地盤関連	北淡町浅野・育波地区, 五色町鳥飼北地区
第11回	3月17日(金)	地盤関連	北淡町
第12回	3月21日(火)	地盤関連	津名町, 北淡町, 一宮町
第13回	3月24日(金)	生活関連	津名町, 一宮町, 五色町, 東浦町 各役場

4. 分野別被害状況調査の報告

4. 1 地盤関連の震害状況

調査担当

徳島大学工学部建設工学科	教 授	山上 拓男
仁田ソイロック(株)	技 術 部 長	岡田 章二
仁田ソイロック(株)	技 術 部 次 長	田村 俊之
徳島大学工学部建設工学科	教 授	澤田 健吉
徳島大学工学部建設工学科	助 教 授	鈴木 壽
徳島大学工学部建設工学科	講 師	藤井 清司

4. 1. 1 調査地点

地盤関連の調査グループは地すべりや斜面崩壊あるいは液状化による被災の実体を明らかにすべく、8日間に渡って合計21ヶ所の被災地を訪れ、種々の角度から検討と考察を加えた。図4.1-1に淡路島島内の調査地点（19ヶ所）を示した。以下これら21ヶ所の調査地点すべてについて、被災の概要と特徴を簡潔に要約する。

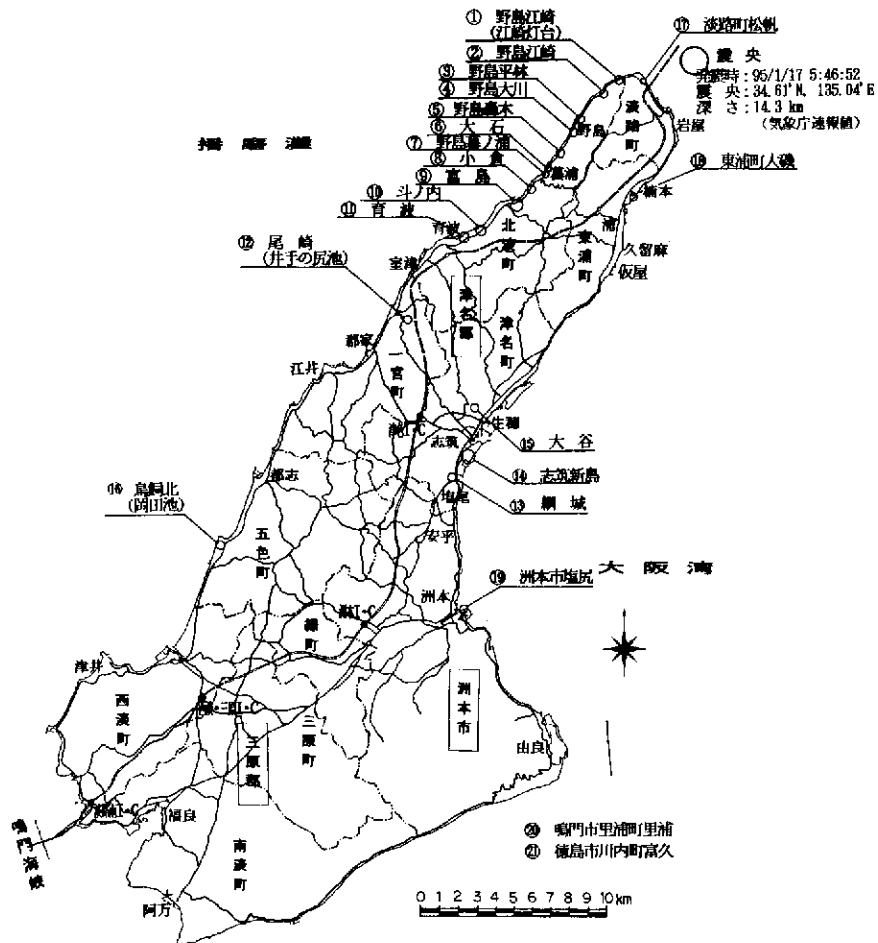


図4.1-1 調査地点案内図

4. 1. 2 調査地の地形・地質概要

淡路島は、北部の北東－南西方向に延びる北淡山地、中部の北北東－南南西方向に延びる先山山地及び南部の東北東－西南西方向に延びる論鶴波山地によって骨格が形成される。北部～中部山地は領家帯の花崗岩・火成岩・変成岩類が、南部山地は和泉層群の砂岩泥岩互層などの堆積岩類が基盤をなしている。

山地の周囲に発達する丘陵地・台地は、特に淡路島中部～南部の標高250m以下に広く分布している。丘陵地はやや小高い部分が花崗岩類、それ以外は約1500～1800万年前の中新世前期～中期の地層である神戸層群（主に塊状の砂岩からなり泥岩・礫岩などを挟む）、及び約300～120万年前の鮮新世後期～更新世前期の地層である大阪層群（半固結～未固結状の砂礫及び粘土層からなり火山灰を挟む）によって形成される。

台地は河成及び海成の段丘面より構成され、丘陵地を開析する小河川に沿って河成段丘面が、また播磨灘に面する西海岸に沿って海成段丘面がそれぞれ断続的に分布している。この間を縫って河川の周囲に沖積層からなる低地が分布するほか、大阪湾に面する東海岸部には「志筑新島」「塩田新島」などの大規模な人工島が建設されている。

淡路島では、上記の地形境界の多くの部分に活断層が発達し、断層崖・河谷の系統的な屈曲・段丘面の切断などの典型的な変位地形が認められるとともに、多くの地点で断層露頭が確認されている。明瞭なものとしては、北北東－南南西方向もしくは北東－南西方向に延びる「野島断層」「浅野断層」「楠本断層」など、北北西－南南西方向に延びる「育波断層」「志筑断層」などが挙げられる。いずれの活断層も山地と丘陵・台地を境し、数kmに渡って連続しており、現地形の形成に断層運動が大きく関与していることを示唆している。今回の地震では、淡路島北西部の山地と西側の丘陵・台地を直線的に境する既存の野島断層に沿って、ほぼ9 kmにわたって地震断層が地表面に現れた。野島断層は六甲活断層系に属し、「活断層研究会編，[新編]日本の活断層」によれば、確実度Ⅰ・活動度Ⅱ級の右横ずれ断層で、平均変移速度は1 m/10³年とされている。当断層の北東端を震央として、1916年にM6.1の地震が発生している。

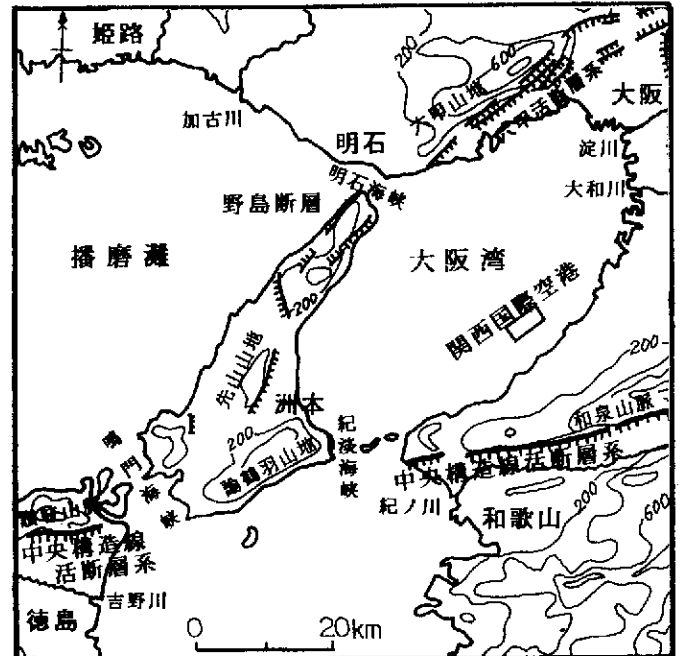


図4.1-2 淡路島－近畿西部の地形及び活断層

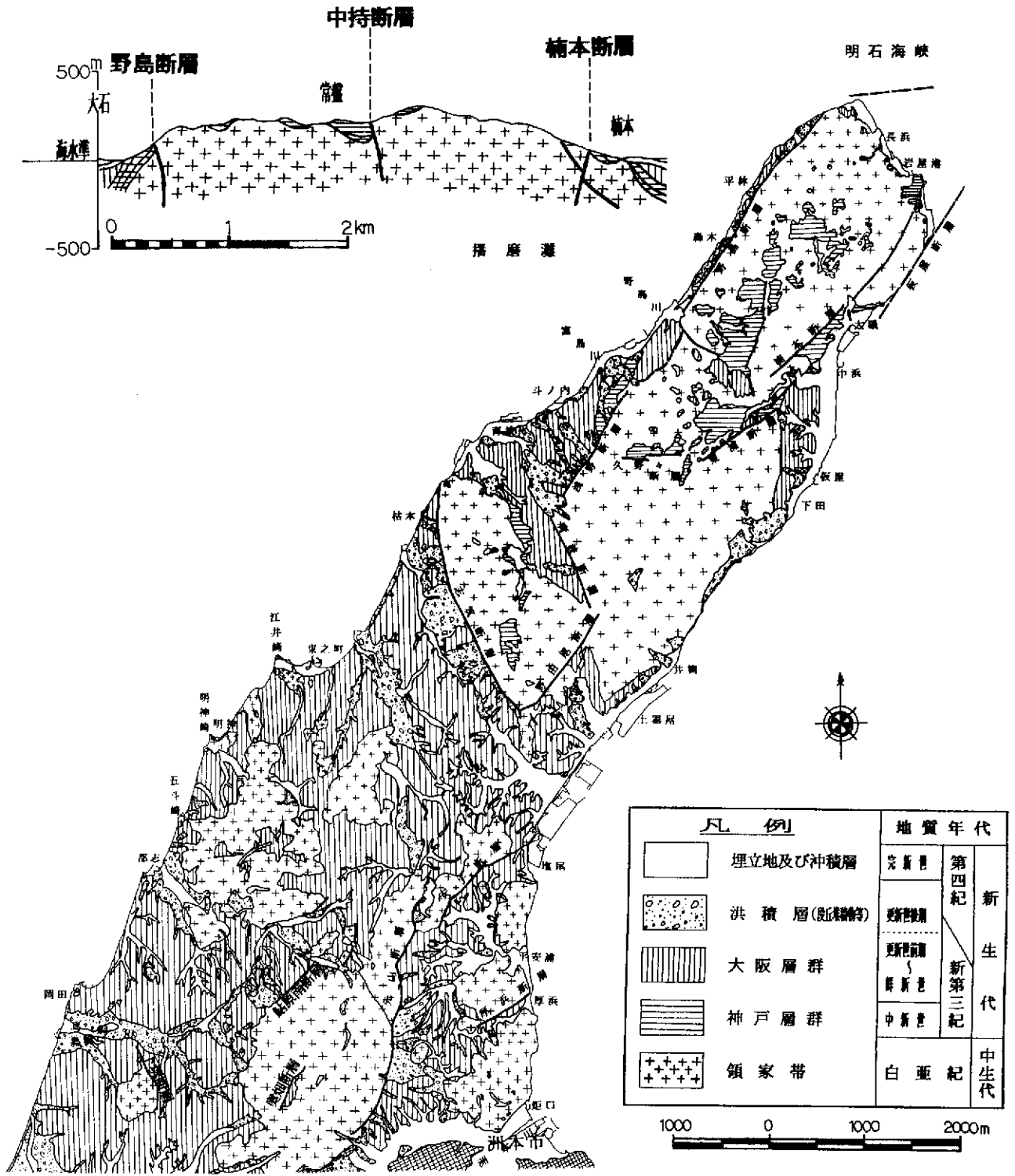


図4.1-3 兵庫県北部地域の表層地質図、断面図

【参考文献】

- 藤田和夫 他；地域地質研究報告 須磨地域の地質5万分の1地質図幅 地質調査所, 1984
- 水野清秀 他；地域地質研究報告 明石地域の地質5万分の1地質図幅 地質調査所, 1990
- 高橋 浩 他；地域地質研究報告 洲本地域の地質5万分の1地質図幅 地質調査所, 1992
- 活断層研究会編；[新編]日本の活断層, 1991

4. 1. 3 調査地点一覧表

地点番号	場所	被災状況	備考	写真	調査日	
①	北淡町 野島江崎 (江崎燈台)	*道路 *公園施設 *斜面	<ul style="list-style-type: none"> 路面の沈下(40cm)横ずれ(50cm) 手すり、階段、タイル等全体に移動、段差発生 表層部分が崩壊 	野島断層最北端(N40°E)	4.1-1 4.1-2	2月5日
②	北淡町 野島江崎	*上小樽池 *水田 *鉄塔 *道路	<ul style="list-style-type: none"> 堤天に亀裂2本(幅30cm) 地割れ(幅1m) 横ずれ、段差のため撤去 アスファルト舗装に著しい変状 	山側 ↑ 脚○ ○ 段差横ずれ ----- ● ● ○ ↙ ○ ↘ ↓ 海側	4.1-3 4.1-4	2月11日
③	北淡町 野島平林	*水田 *道路 *溜池 *斜面 *護岸 *盛土 *造成地	<ul style="list-style-type: none"> 横ずれ(170cm)段差(120cm)延長50m以上 擁壁の倒壊 堤天にクラック(縦断方向に2本発生) 2m近い段差 石積部分のはらみ出し 滑り亀裂発生(半径約45m) 段差と横ずれ明瞭 	約7°的な動きがあった? 盛土部分 滑りの方向は不明 道路下の地山路面が約20cm沈下 溜池の排水管破損	4.1-5 4.1-6 4.1-7	2月5日 2月18日
④	北淡町 野島大川	*斜面 *道路 *畑 *護岸	<ul style="list-style-type: none"> 民家の裏山に亀裂(延長約20m) 路面の沈下 コンクリート版の破壊 石垣の崩壊 石積及びハ°ラ°ットに亀裂発生 		4.1-8 4.1-9	3月11日

⑤	北 淡 町 野 島 轟 木	*斜面	・段差1m前後、延長30m以上、端部で崩壊	伸縮計設置 (2ヶ所) N35° E90° スリット状 条痕45° N65° E80S	4.1-10	2月 11日
		*果樹園	・段差約50cm (延長40~50m)		4.1-12	
		*墓地	・墓石の倒壊	2階部分 2m移動	4.1-11	
		*鶏舎	・建物、地盤とも変状 著しい			
		*住宅	・倒壊(2戸)			
*溜池	・堤体をかねた町道路 面の激しい亀裂					
⑥	北 淡 町 大 石	*斜面	・斜面長100m ・幅80m (崩土厚さ2m以下)	伸縮計2ヶ所 設置 崩土36° 地山45° 褐色化 N45° E80° N	4.1-13	2月 18日
		*溜池上流	・湧水量増大 (150~200 l /分)		4.1-14	
⑦	北 淡 町 野 島 轟 ノ 浦	*真泉寺 八幡神社	・倒壊	人家有り	4.1-15	2月 18日
		*鉄塔	・上方に地割れ			
⑧	北 淡 町 小 倉	*路面	・明瞭な横ずれ(約1m)	段差はなし 条痕20°	4.1-16	2月 11日
		*造成地	・一直線状に段差発生 (40cm)延長100m以上		4.1-17	
		*道路	・クラック等著しい変状			
⑨	北 淡 町 富 島	*かんぼ 周辺	・前庭に縦横にクラックが 発生(段差30~40cm) ・宿舎マンションに著しい 被害	伸縮計設置	4.1-18 4.1-19 4.1-20	2月 18日
		*富島漁港	・井戸枯れ数件 ・各施設の被害大 ・荷揚場の沈下量数10 cm		液状化	
⑩	北 淡 町 斗 ノ 内	*道路	・盛土部分の滑り (高さ7~8m) ・畑、路面に亀裂	延長約70m		3月 11日
⑪	北 淡 町 育 波	*配水池	・敷地に開口クラック (15cm)	伸縮計設置	4.1-21	3月 11日
		*斜面	・北~西端部で表層崩 壊			

⑫	一宮町 尾崎 (井手の尻池)	*溜池	・堤体が壊滅的破壊 (液状化による噴砂 の形跡有り)	センター型か	4.1-22	2月 18日
		*畑 *水田	・直線状クラック発生 (幅1~3cm) ・噴砂の跡	延長100m以 上	4.1-23	
⑬	津名町 綱城	*吹付法枠 *ブロック積擁壁	・枠コンクリートにクラック (2cm以下) ・盛土部分が沈下 (15cm)	下方に人家 多数 急傾斜指定 地		2月5日
⑭	津名町 志筑新島	*SATY周辺 *防波護岸	・液状化による噴砂跡 多数 ・駐車場等の沈下 (最大45cm) ・沈下(約30cm) ・海側への滑り?	水深約10m 海砂により 埋立造成 (15年以上 経過)	4.1-24 4.1-25 4.1-26	2月5日
⑮	津名町 大谷	*道路 *連池 *上池	・路面に亀裂幅10cm (延長60m段差40cm) ・湧水量増大 (100ℓ/分) ・堤天と池側に亀裂	全半壊2戸 路肩危険 池側堤体 オーバーハング		2月5日
⑯	五色町 烏飼北 (岡田池)	*溜池	・岡田池の両側にクラック が発生(1~5cm)			3月 11日
⑰	淡路町 松帆		田圃の面の噴砂、堆砂径5m		4.1-27	3月5日
⑱	東浦町 大磯		岸壁ブロックの相対変位10cm フェリー駐車場沈下50cm 放送施設周辺の亀裂沈下		4.1-28 4.1-29	2月 14日
⑲	洲本市 塩屋		埋立地の液状化による沈下20cm 岸壁ブロックの相対変位 小公園施設の破損		4.1-30	3月5日
⑳	鳴門市 里浦 里浦		旧河川敷に沿う甘薯畑の噴砂 堆砂径4m		4.1-31	2月 14日
㉑	徳島市 川内 富久		旧新田開発跡地の送信所施設 周辺の噴砂と地盤沈下 沈下量10cm		4.1-32	3月7日



写真 4.1-1 県道と防波堤の被災状況
(野島江崎 江崎灯台地区)



写真 4.1-2 公園施設の被災状況
(野島江崎 江崎灯台地区)



写真 4.1-3 上小樽池堤体の変状
(野島江崎地区)



写真 4.1-4 断層運動による水田の開口クラック
(野島江崎地区)



写真 4.1-5,6 平林地区における野島断層



写真 4.1-7 町道の被災状況(路肩の崩壊)
(平林地区)



写真 4.1-8 山道の損壊状況
(野島大川地区)



写真 4.1-9 断層運動による田畑の開口クラック
(野島大川地区)



写真 4.1-10 断層運動により斜面中腹に生じた
開口クラック (野島轟木地区)



写真 4.1-11 溜池の堤体をかねた町道路路面の
変状 (野島轟木地区)



写真 4.1-12 野島断層沿いの被災状況
(野島轟木地区)



写真 4.1-13 野島断層沿いの斜面崩壊
(大石地区)



写真 4.1-14 断層沿いの湧水（大石地区）



写真 4.1-15 民家上方の断層運動による開口クラック（野島養ノ浦）



写真 4.1-16 町道を真横に横切る地震断層（小倉地区）

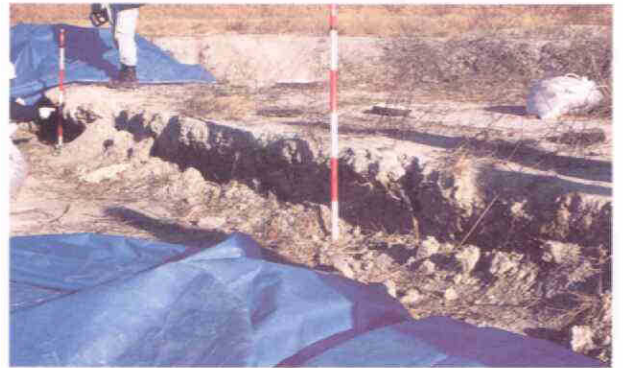


写真 4.1-17 平坦な地盤表面に鮮明に現れた地震断層（小倉地区）



写真 4.1-18 マンションの基礎地盤も含めた変状（富島地区）



写真 4.1-19 コンクリート法枠工の被災状況（富島地区）



写真 4.1-20 簡保保養センター周辺部における斜面崩壊（富島地区）



写真 4.1-21 民家背後の表層崩壊（育波地区）



写真 4.1-22 井手の尻池堤体部の崩壊状況
(尾崎地区)



写真 4.1-23 畑の中に現れたクラック
(尾崎地区)



写真 4.1-24 液状化による地盤の変状
(志筑新島地区)



写真 4.1-25 SATY駐車場における噴砂
(志筑新島地区)



写真 4.1-26 噴砂によるクレーター
(志筑新島地区)



写真 4.1-27 田圃の亀裂と噴砂（松帆地区）



写真 4.1-28 大磯港の港口南側埋立地の噴砂（大磯地区）



写真 4.1-29 液状化による護岸の変状（大磯地区）



写真 4.1-30 洲本市塩屋埋立地における噴砂



写真 4.1-31 甘薯畑中の噴砂（鳴門市里浦町里浦）



写真 4.1-32 アンテナ支持柱基礎と地盤の間からの噴砂（徳島市川内町富久）

4. 1. 4 調査地点の各論

(1) 北淡町野島江崎（江崎燈台）

ほぼ9 kmに渡って地表に現れた活断層（野島断層）の陸上最北端に位置すると思われる江崎公園周辺には道路の陥没や斜面崩壊等、多数の地盤変状が確認された。まず、防波堤背後の県道（福良・江井・岩屋線）が延長約25 mに渡って最大40 cm陥没すると共に、センターライン上で約50 cmの左横ずれを見せていた。仮にこの部分が野島断層の直上にあるとすれば、元来それは右横ずれ運動を示すべきである。しかし、実際には左横ずれと映るセンターラインのくい違いが見られたのは、いったん右横ずれ断層運動を生じた後、防波堤と道路を含むかなりの部分が海側へすべり出したためと推察された。実際、防波堤とその直前に設置されたテトラポットの変状の有り様は極めて複雑・錯綜したものであった（写真4.1-1、33~34参照）。この道路東側に隣接している公園施設が各所で亀裂、沈下、或いは著しい水平移動を見せており、更にはその背後の地山斜面中には大きい開口幅（深さ1.5 m、幅50 cm）を持つクラックの存在も確認されている。また、公園より地山上方の江崎燈台に続く階段状歩道の路面やコンクリート構造物が各所で大きく変状を示しており、地震運動の激しさを裏付けていた（写真4.1-2、35~38参照）。周辺地山中に顕在化している崩壊やずれの平均的な走向は概ねN40°Eであり、これは後出平林地区の野島断層の走向とほぼ一致するものである（写真4.1.39参照）。

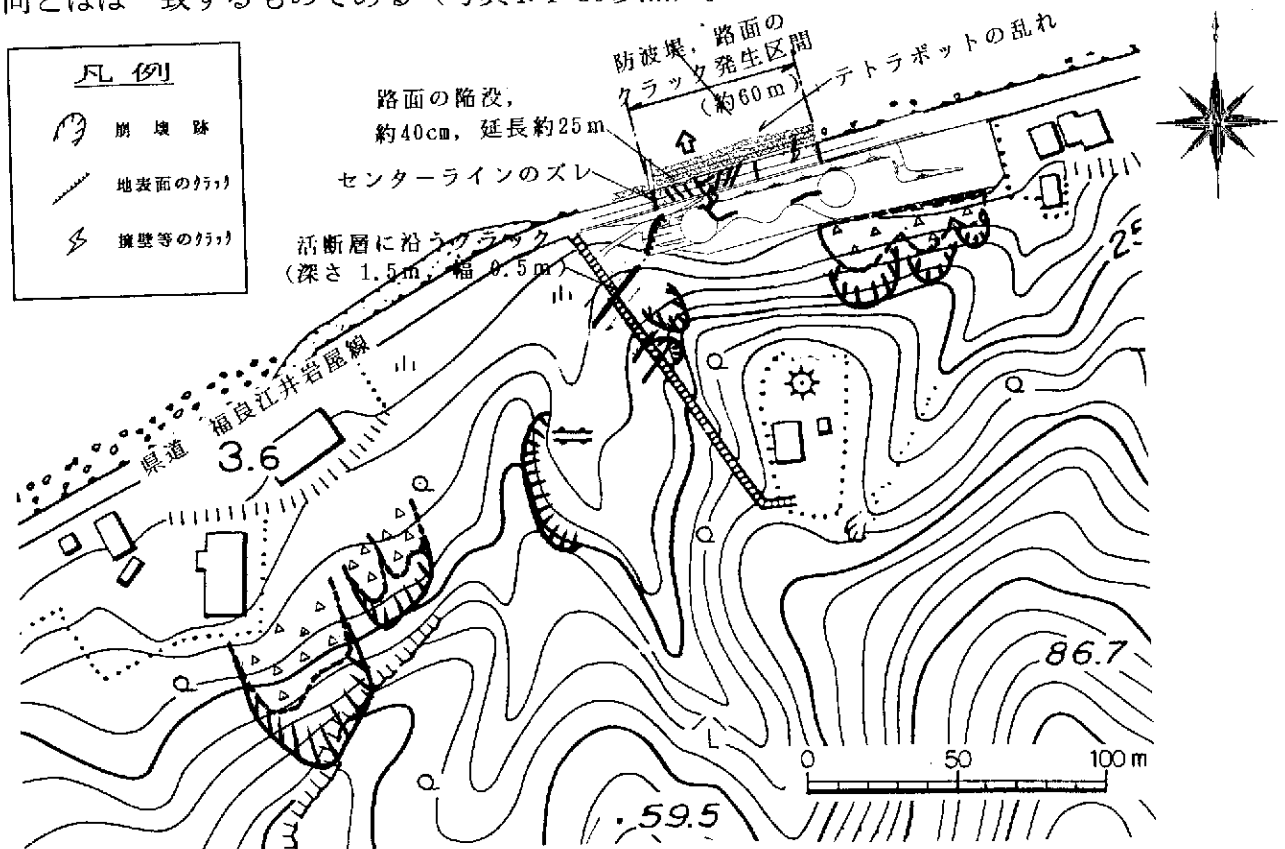


図4.1-4 地盤災害状況図



写真 4.1-33 県道センターラインの左横ずれ



写真 4.1-34 テトラポットの乱れ



写真 4.1-35 公園施設の変状



写真 4.1-36 野島断層沿いの開口クラック



写真 4.1-37 階段状歩道の変状



写真 4.1-38 コンクリート構造物の変状



写真 4.1-39 周辺地山での表層崩壊

(2) 北淡町野島江崎

ここでは、上小樽池の変状（堤体天端に最大開口幅30cmのクラック2本、堤体裏法面中にクラック1本、表法面法先部の小規模擁壁の倒壊）：野島断層の断層運動による田畑の大きい段差とずれの出現：撤去された鉄塔：断層沿いの道路（桃林寺下方の道路）の壊滅的変状、などが確認された（写真4.1-3~4、40~45参照）。

この地区の調査中、東大地理学教室の池田先生（地理学）と遭遇し、活断層の動きについて話しを伺うことができた。活断層を専門に研究している池田氏によると、今回の野島断層のように、断層面がほぼ鉛直に近い場合は、縦ずれ、横ずれに寄与する断層面両側の移動量はほぼ5分5分である、とのことであった。一方、日本応用地質学会誌：応用地質第35巻第6号（1995年2月発行）－兵庫県南部地震速報－によれば、“17日午前中に撮影した航空写真の判読を行った結果、右ずれ（1.5m~2.5m）西落ち（0.5m~1.5m）の地震断層をいち早く見出し、現地確認を行った”とある。西落ちとは海岸線とほぼ平行に走る断層の海側が落ち込み、縦ずれが生じたことを意味する。ところが、別の箇所宅地境界部に断層面が現れた一住民の方に伺ったところ、長年そこに住んでいる経験から、周辺の変状を総合的に判断したとき、目下の縦ずれは断層の東側地山が隆起したに違いないとの解釈を示された。これら3つの異なる判断の何れが正当であるか、大変興味深い話題である。

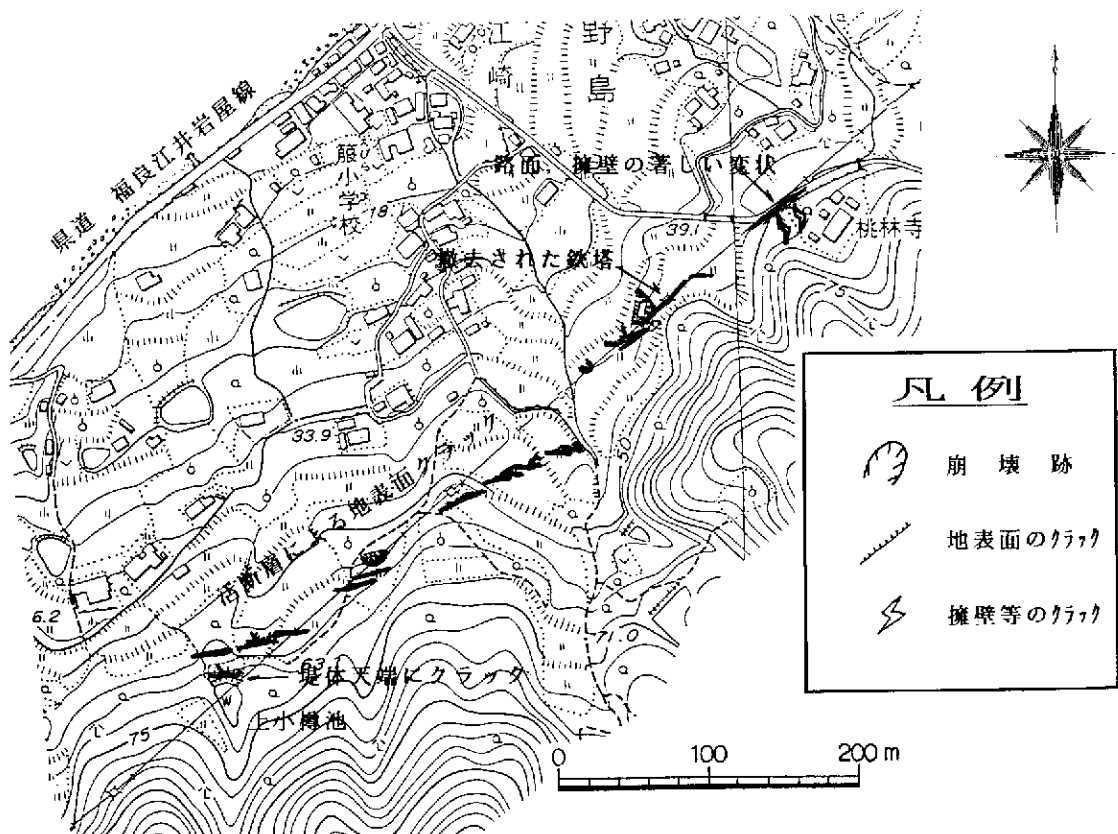


図4.1-5 地盤災害状況図



写真 4.1-40 断層運動による田畑の段差



写真 4.1-41 倒壊した小規模擁壁

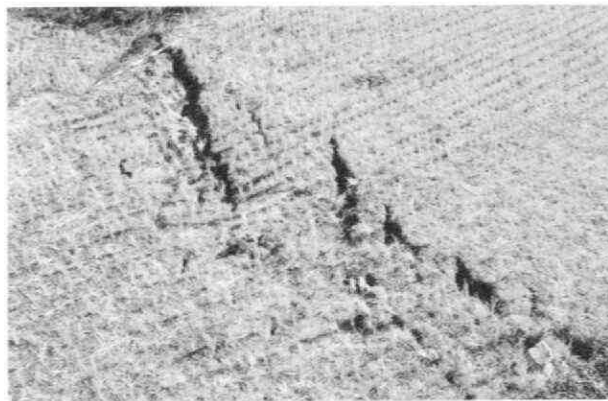


写真 4.1-42 断層運動による田畑の段差

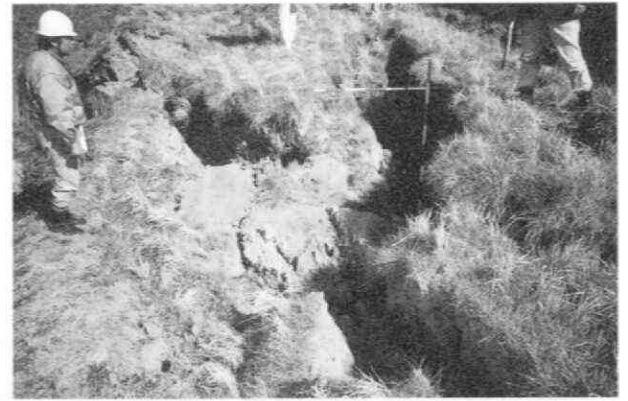


写真 4.1-43 断層運動による開口クラック



写真 4.1-44 断層運動による田畑の変状と撤去された鉄塔



写真 4.1-45 断層沿いの町道の変状

(3) 北淡町野島平林

建設省国土地理院その他の観測によると、平林地区の水田中に現れた活断層のずれが、野島断層（延長約9 km）の中で最も大きく移動量を示した箇所とされている。一般には変位量の最大値は右横ずれ170 cm、縦ずれ130 cmといわれているが、筆者らの計測では右横ずれ170 cm、縦ずれ120 cm程度であった。また地表に現れた断層面の走向・傾斜はN40°E 85°Sである（写真4.1-5~6、46~47参照）。

調査に同行された国土防災技術（株）辻氏より当地区水田中の活断層のずれの大きさについて大変興味深い指摘がなされた：それは、上述の如く、この附近では活断層の移動量の最大値は、当初から、縦ずれ120 cm程度であったが、これはあくまで最大値であり、水田中の大半の部分で縦ずれの大きさは地震直後には平均的に40~50 cmでしかなかったものが、2月5日の調査時点では縦ずれがほぼ1 m程度にまで成長している、との指摘である。地表に現れた断層面近傍の土質は粘性土が卓越していることから、経時的なクリープ運動が生じたものと考えられる。なお水田に隣接する小規模な山体の一部に斜面崩壊も確認されている（写真4.1-48参照）。

この地区では、野島断層が数箇所町道を切断している。両者の交差部が平地にあるところでは縦ずれを伴う右横ずれ変状を示すのみであるから、復旧も比較的容易と思われる。しかし、中には急峻な崖状地形に敷設された道路が野島断層と交差したため、路肩崩壊等壊滅的な被害を被った箇所も見受けられる。その事例を写真4.1-7、4.1-49に示した。

また、背後地山の中腹（集落の南東約0.8 km）にある溜池（東亜池）の堤体部に延長方向に30 mに渡って亀裂の入っているのが発見されている（写真4.1-50参照）。平林地区では、さらに海岸に接した道路護岸の変状と、それに伴う路面の沈下（約20 cm）ないし、石積部のはらみ出し等が確認されている（写真4.1-51~52参照）。この箇所の背後には、写真4.1-53にも見られるように、接近して民家が点在しているため早急な手当が必要と思われた。

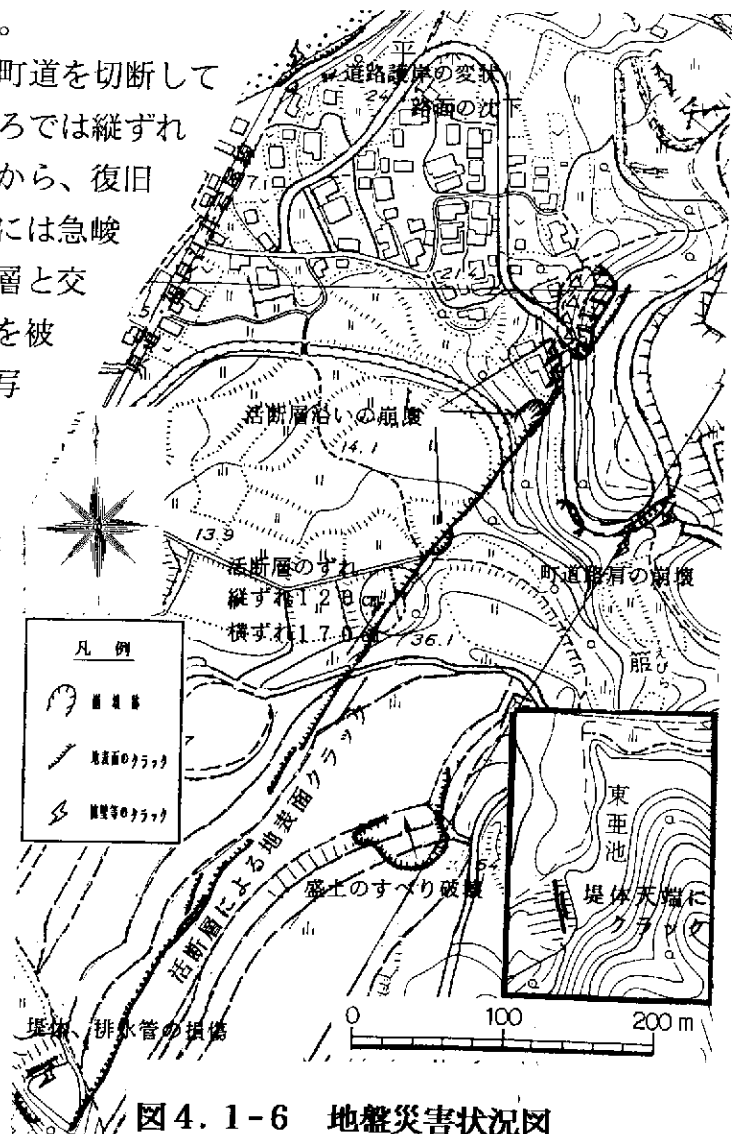


図4.1-6 地盤災害状況図

平林地区にはかつての採石場跡と思われる広大な敷地に、花崗岩を中心とする粗粒材で盛り立てられた数段の盛土造成地が築造されている。この盛土の一角において、絵に描いたような教科書的な変状（すべり破壊）の生じているのが見出された（写真4.1 54～55参照）。この変状はすべり土塊が壊滅的に崩落したものではないが、地表面には明瞭なクラックが現れている。そこで、これを基に中心線上ですべり面形状を推定し、結果を図4.1-7に示した。

今回の兵庫県南部地震においては、各地で震度7という観測史上例を見ない激しい揺れを記録し、それに伴って甚大な被害を被った。そのため、地震動の大きさについてもセンセーショナルな話題が種々のメディアで頻繁に報じられ、その都度各方面から注目を集めた。そうした中で、特徴的な1つの現象は、水平動もさることながら、非常に大きい上下動を経験していて、これが被害を大きく助長したことである。従前の耐震設計はもっぱら水平動のみに依拠していることから、この事実は誠に重大な課題を我々に投げかけたことになる。ただし、強震動記録によって地震動の規模が報じられているのは、主に神戸や大阪方面であって、淡路島では筆者らの知るところ、唯一洲本測候所（気象庁）の記録があるのみである（例えば、科学朝日緊急増刊号1995年3月 P.13参照）。そこで、目下の野島平林における図4.1-7のすべり破壊が一体どの程度の地震力を受けて発生したのか、間接的に、つまり逆解析的に検討してみることにしよう。

検討手法は静的震度法である：

$$F_s = \frac{1}{E_T + \sum_a^b \{(p+k_v \cdot p+t) \Delta x \tan \alpha + \Delta Q + k_h \cdot p \cdot \Delta x\}} \\ \times \sum_a^b \frac{\{c' + (p-k_v \cdot p+t-u) \tan \phi'\} \Delta x (1 + \tan^2 \alpha)}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi' / F_s}$$

上式はJanbu法に基づく安全率算定式に水平、及び鉛直方向の地震力（震度）を取り込んだものであるが、他の記号の意味等も含めた詳しい説明は紙面の制約もあって、ここでは割愛させていただきたい。ともあれ、この式において、崩壊が生じたことから、安全率 F_s （左、右両辺に現れている点に注意）の値を1.0とすることで、逆に、これに相当する地震力の大きさを大略推定することが可能である。

表4.1-1に解析結果の一覧を示した。この斜面の物性値、とりわけせん断強度定数 c 、 ϕ が未知であるため、常識的な幾つかの値を仮定した上で逆解析を行った。従来の水平力のみに基づいた計算は表中 $\theta = 0$ ($k_v = 0$) のコラムに相当するが、これを見ると、強度定数を幾分小さく見積もった場合（土の単位重量 $\gamma = 1.8 \text{ t f} / \text{m}^3$ 、粘着力 $c = 0.5 \text{ t f} / \text{m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$ ）水平震度 k_h は0.244、より現実的な強度定数（ $\gamma = 1.8 \text{ t f} / \text{m}^3$ 、 $c = 0.5 \text{ t f} / \text{m}^2$ 、 $\phi = 35^\circ$ ）を想定した場合、 k_h は0.339とな

っていて、際だって大きい地震力でなければ今回の崩壊が生じ得ないことを示唆している。何となれば、通常我々はせいぜい $k_h = 0.2$ で設計しているのである。また、水平力に加えて鉛直地震動を考慮した場合（例えば表中 $\theta = -45^\circ$ や $+45^\circ$ とあるコラム。これは鉛直、水平同じ大きさの地震慣性力が作用したと仮定したことに相当。ただし、 $\theta = -45^\circ$ は鉛直地震動が上向きに、また $\theta = +45^\circ$ は逆に下向きにそれぞれ働いたことを意味している）でも、従前の設計指針の枠組を大幅に越えて大きい地震力が加わらなければ、この斜面の崩壊は生じ得ないことが読み取れよう。なお、表4.1-1において、逆算による設計震度が記入されていないコラムが見られるのは、これらのコラムの上部に記されている条件のもとでは、意味のある数値、つまり正の震度が求められなかったことを意味する。例えば、 $\theta = 90^\circ$ すなわち $k_h = 0$ と仮定すれば、鉛直下向きにどんなに大きい地震力が作用しても、この斜面は理論上すべり破壊を生じない、ということである。

その他この地区では造成地内を野島断層によるリニアメントが明瞭に縦走り（写真4.1-56）、その端部に位置する溜池（名称不明）では排水管の損傷や堤体部分の激しい変状が認められた（写真4.1-57参照）。

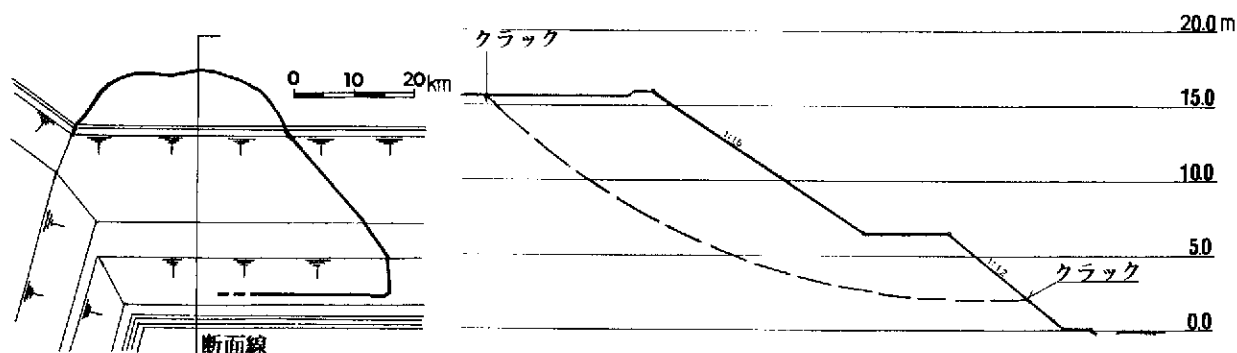


図4.1-7 すべり破壊平面図及び断面図

表4.1-1 地震力逆解析結果一覧表

Case No.	土質定数			Fso (Janbu法) ($k_h = k_v = 0$)	設計震度				
	γ (tf/m^3)	c (tf/m^2)	ϕ (度)		$\theta = -90^\circ$ ($k_h = 0$) $-k_v \uparrow$	$\theta = -45^\circ$ $k_h = -k_v$	$\theta = 0$ ($k_v = 0$) $k_h \leftarrow$	$\theta = 45^\circ$ $k_h = k_v$	$\theta = 90^\circ$ $k_v \downarrow$
①	1.8	2.0	40	3.061	1.558	0.433	0.600	0.976	—
②	1.8	2.0	35	2.677	1.789	0.394	0.506	0.705	—
③	1.8	2.0	30	2.338	2.242	0.352	0.417	0.512	—
④	1.8	1.0	40	2.689	1.279	0.356	0.493	0.801	—
⑤	1.8	1.0	35	2.305	1.394	0.307	0.394	0.549	—
⑥	1.8	1.0	30	1.967	1.621	0.254	0.302	0.370	—
⑦	1.8	0.5	40	2.503	1.140	0.317	0.439	0.714	—
⑧	1.8	0.5	35	2.120	1.197	0.264	0.339	0.472	—
⑨	1.8	0.5	30	1.781	1.310	0.206	0.244	0.299	—



写真 4.1-46 野島断層の縦ずれ(約120cm)



写真 4.1-47 野島断層の横ずれ(約170cm)



写真 4.1-48 小規模な山体の斜面崩壊



写真 4.1-49 町道の被災状況(路肩の著しい変状)

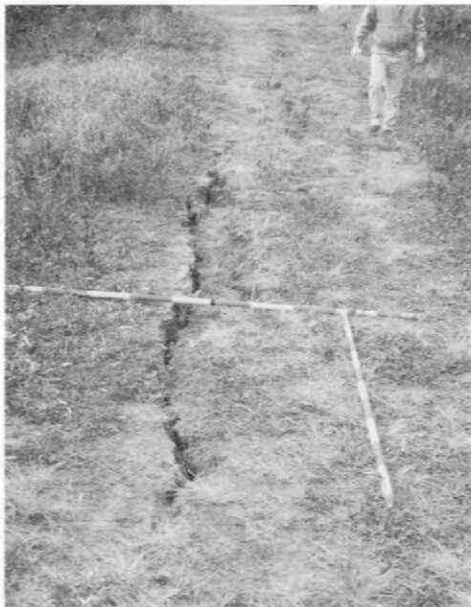


写真 4.1-50 溜池(東亜池)の堤体部の亀裂



写真 4.1-51 県道路面の沈下(約20cm)



写真 4.1-52 道路護岸の変状
(石積部のはらみ出し)



写真 4.1-53 県道山側での変状
石積みが一部崩れている

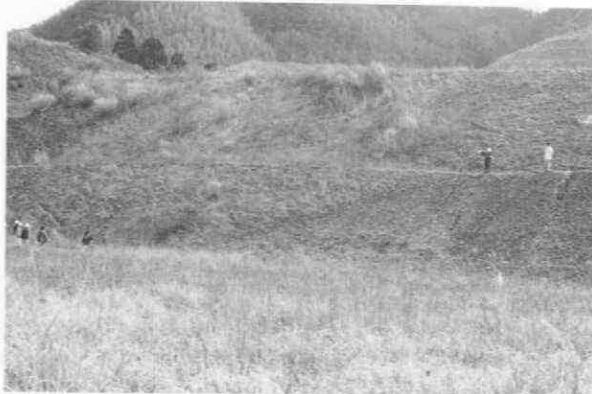


写真 4.1-54 盛土造成地におけるすべり崩壊
(遠景)



写真 4.1-55 すべり破壊の側部亀裂



写真 4.1-56 造成地内を縦走する野島断層



写真 4.1-57 溜池の被災状況

(4) 北淡町野島大川

ここでは、民家背後の山側斜面の約20mに渡る亀裂；野島断層との交差による山道の壊滅的損傷；県道路面の軽い沈下とクラック（補修済み）；県道沿い防波護岸の変状などが目立った被災状況であった（写真4.1-8~9、58~63参照）。

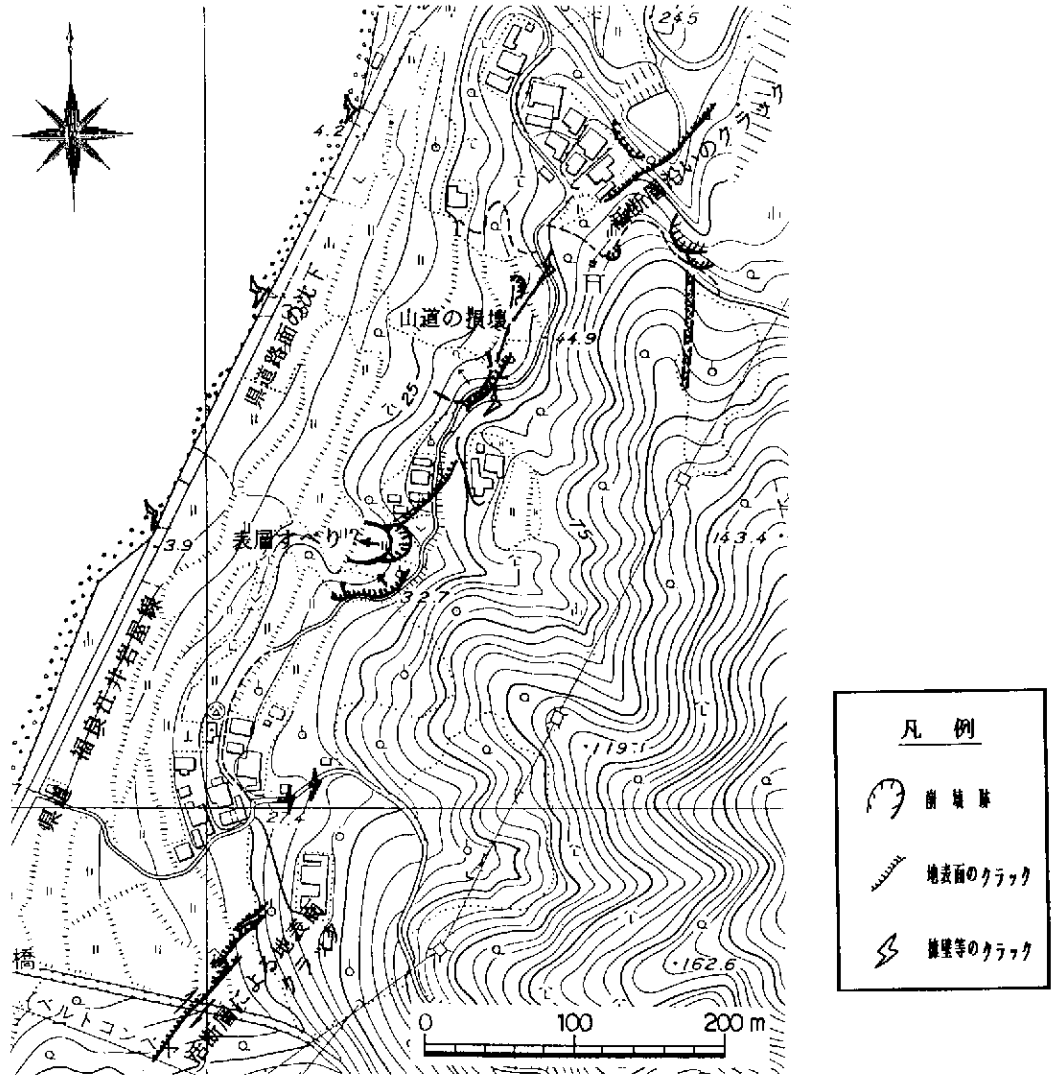


図4.1-8 地盤災害状況図

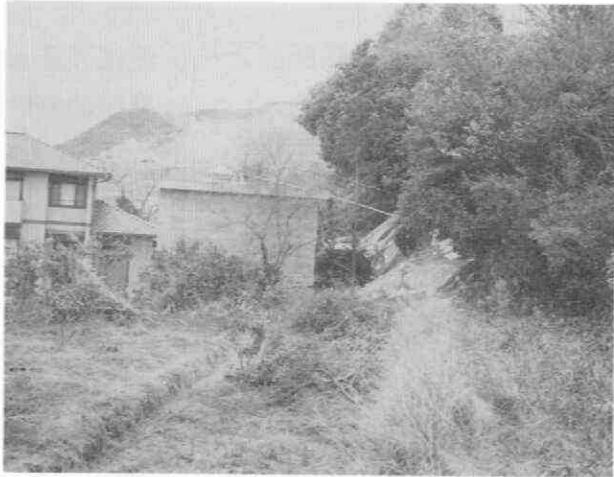


写真 4.1-58 民家背後の山側斜面に生じた亀裂

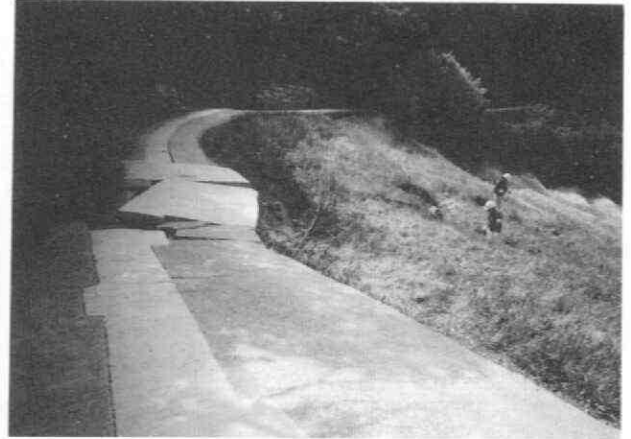


写真 4.1-59 断層運動による山道の損壊状況



写真 4.1-60 断層運動による田畑の変状



写真 4.1-61 県道路面の軽い沈下とクラック

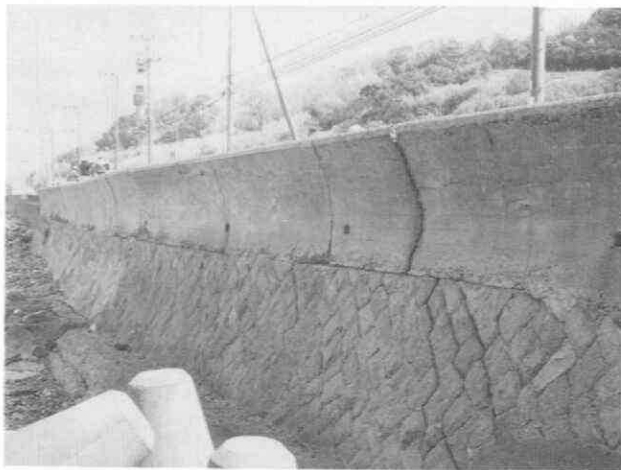


写真 4.1-62 防波護岸の変状

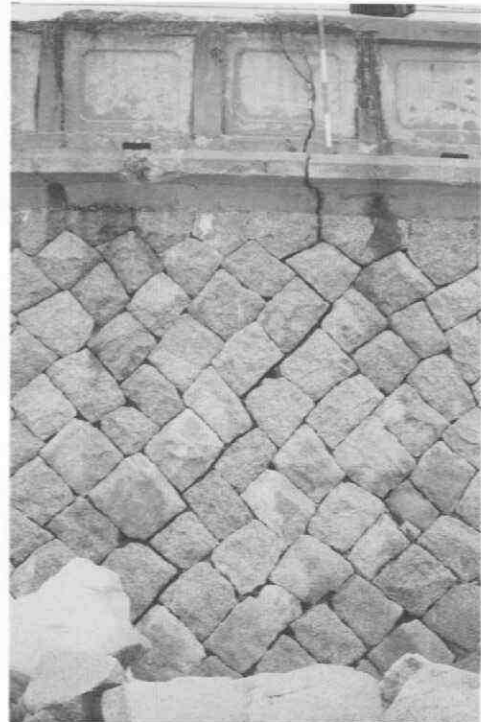


写真 4.1-63 同左

(5) 北淡町野島轟木

轟木地区では斜面中腹に野島断層が形成されたため、断層直下に点在する民家にとっては、かなり危険な状況が出現していた。この箇所断層面の走向・傾斜は $N35^{\circ}E90^{\circ}$ である。とりわけ地点Aにおいて、断層運動により生じた段差2.5m、開口幅2m、延長30mの開口クラックが認められ、その下方数10mの位置に被災を免れたとおぼしき民家が数個存在しているため、現状のままでは豪雨時の滑落による2次災害が強く懸念された。これら民家はクラック形成箇所付近に近接していることから、たとえ小崩壊でも被災の可能性が高い。ところが、これら民家の更に下方には別の家屋もあり、また海岸沿いには県道も控えている。従って、万一上記クラックを頭部とする大規模な崩壊が発生すればその影響は誠に甚大である。筆者らが調査した箇所の中でも、最も速やかに対策工を講ずべき地点の1つとあって過言ではない(写真4.1-10、図4.1-10参照)。

また、上述地点Aとは谷筋を挟んで隣り側に位置する別の地点Bでは、やはり斜面中腹に現れた新鮮な断層面上に極めて明瞭なスリッケンサイド(Slickenside: 鏡肌)の現れているのが認められた(写真4.1-64~65参照)。スリッケンサイドとは断層運動による摩擦のために、断層面に沿って両盤に生じた鏡のように光る面をいい、この面にはしばしばかき跡(条痕)がついている。かき跡によってずれの方向が知られる(新版 地学事典、古今書院)。写真4.1-65に見られる2本の鉛筆のうち、右側にあるものは鉛直方向を、左側はスリッケンサイドの条痕から知られたずれの方向をそれぞれ示している。これによると、断層のずれの方向は鉛直に対してほぼ 45° と読み取ることができる。なお、この地点Bでは走向・傾斜は $N65^{\circ}E80^{\circ}S$ であった。ここでもかなり下方にやはり民家が認められ、断層面を頭部とする規模の大きい崩壊が懸念された。

その他当地区では墓石の激しい倒壊(写真4.1-66)、鶏舎を縦走した断層による建物とその基礎地盤の激烈な変状(写真4.1-67)、あるいは、1階部分が倒壊し、元の位置から2mも偏倚した位置にかろうじて鎮座している家屋(写真4.1-68)、ブロック積擁壁の大きい開口とずれ(写真4.1-69)、溜池の堤体をかねた町道路面の激しい亀裂(写真4.1-11)等が認められた。

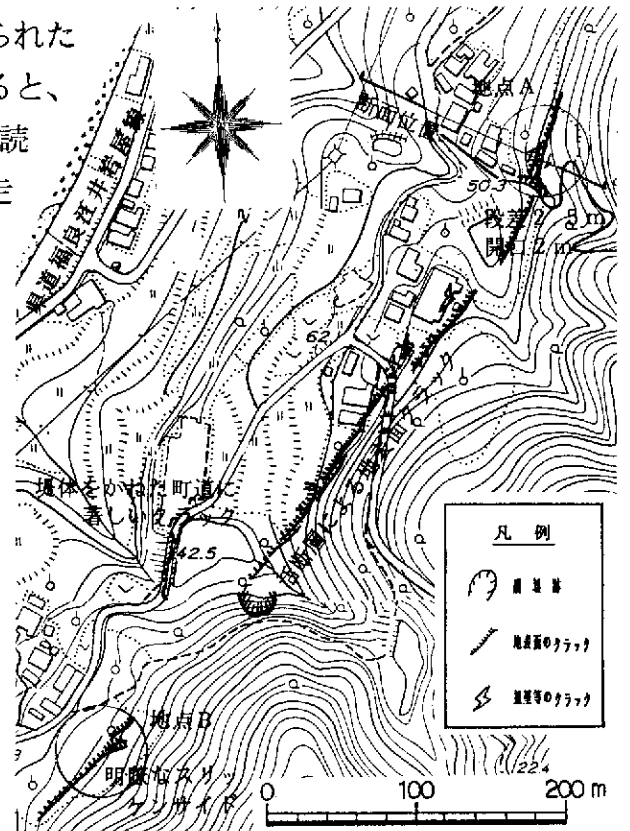


図4.1-9 地盤災害状況図

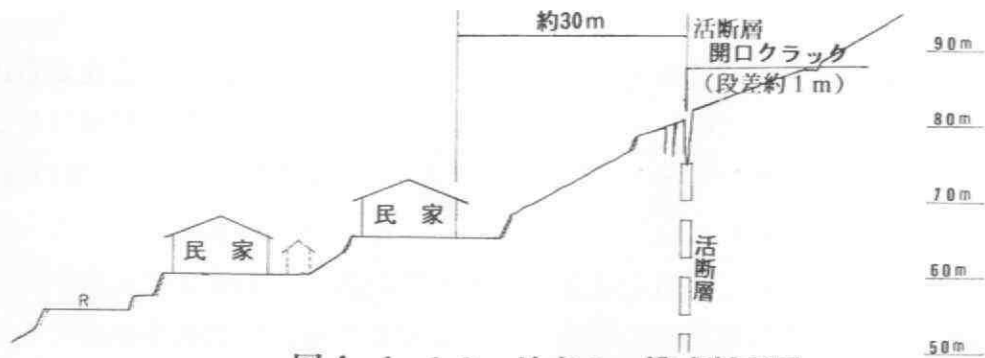


図4.1-10 地点A 模式断面図



写真 4.1-64 地点Bでの野島断層



写真 4.1-65 断層面上に現れたスリッケンサイド



写真 4.1-66 墓石の激しい倒壊



写真 4.1-67 断層運動による鶏舎基礎地盤の変状



写真 4.1-68 断層直上の倒壊した家屋

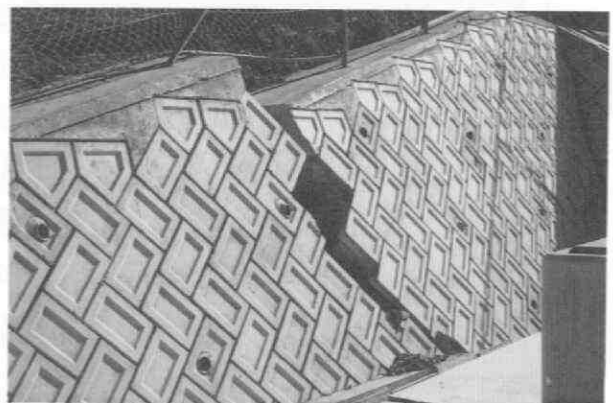


写真 4.1-69 ブロック積擁壁の開口とずれ

(6) 北淡町大石

数個の民家背後の斜面が縦断方向約100m、幅約80mに渡って崩落している(写真4.1-13参照)。筆者達がこの地山を訪れた時点(2月18日)では、斜面上半分は地肌が露出しており、下半分には崩土が薄く堆積していた。地質は領家帯花崗岩であって、表層の風化部分いわゆるマサ化した部分が崩落したものと思われる。1/5,000地形図や現地踏査の結果から推定して、崩壊した部分はもともと緩やかな凹状(谷状)地形をしていて、表層のせいぜい2m程度の厚さの部分がすべり破壊を生じたと判断された(写真4.1-70~72参照)。これらを基に、センターライン上で断面形状を復元したのが図4.1-12である。そして、この断面に対して、先の野島平林地区のすべり破壊と同様、地震力の逆解析を試みた。

結果を表4.1-2にまとめている。表より、ここでも従前の通念からすれば異様に大きい地震力の作用したことが明らかであろう。例えば水平力のみに基づいた場合、水平震度 k_h は最低でも0.390($\gamma=1.8\text{ t f/m}^3$ 、 $c=1.0\text{ t f/m}^2$ 、 $\phi=30^\circ$ のとき)となっていて、非常に大きな地震動でなければ今回の崩壊が生じ得ないことを示唆している。

大石地区ではこの他に、写真4.1-73に見られる活断層(N45°E 80N°)沿いに湧水池点があって、毎分150~200ℓの地下水の流出が認められた。この湧水地点では流水に覆われた地表面が褐色に色付いている(写真4.1-14参照)のが印象的であった。

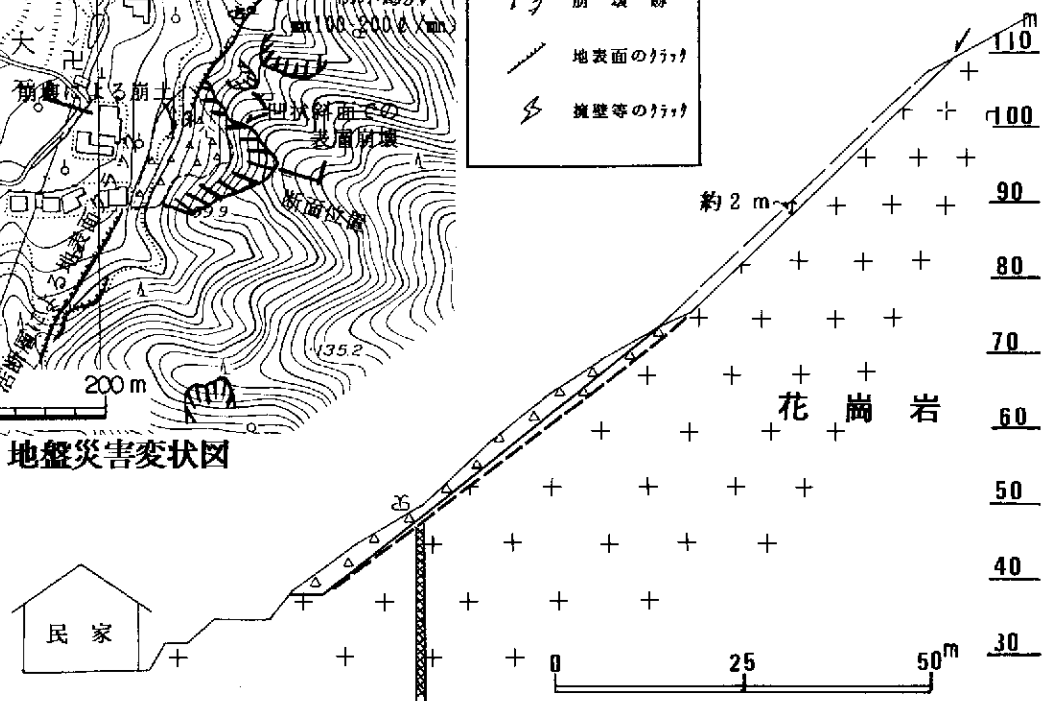
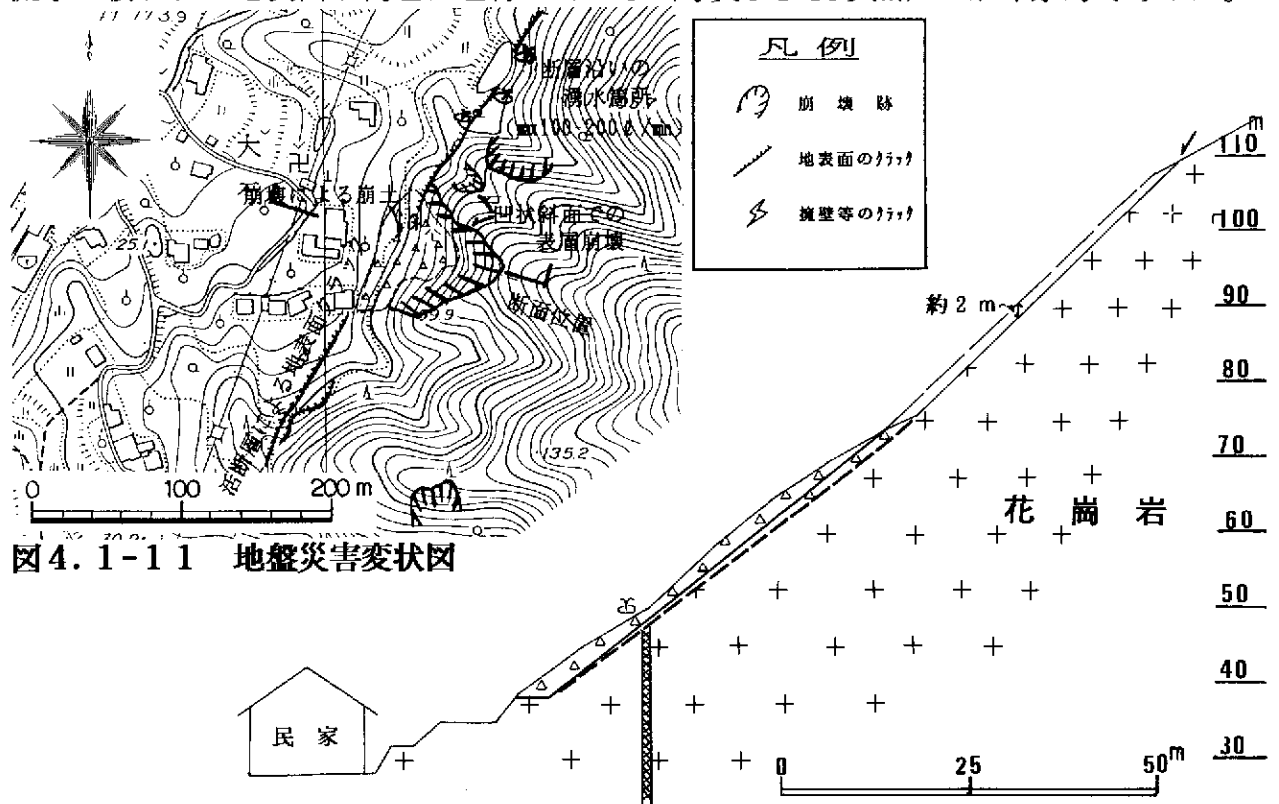


表 4.1-2 地震力逆解析結果一覧表

Case No.	土質定数			Fso (Janbu法) ($k_s=k_v=0$)	設計震度				
	γ (tf/m^3)	c (tf/m^2)	ϕ (度)		$\theta = -90^\circ$ ($k_s=0$) $k_v \uparrow$	$\theta = -45^\circ$ $k_s=-k_v$	$\theta = 0$ ($k_s=0$) $k_s \leftarrow$	$\theta = 45^\circ$ $k_s=k_v$	$\theta = 90^\circ$ $k_v \downarrow$
①	1.8	2.5	40	3.494	—	1.242	1.238	1.234	>100
②	1.8	2.0	40	2.994	—	0.993	0.990	0.986	>100
③	1.8	1.5	40	2.494	—	0.744	0.742	0.739	>100
④	1.8	1.0	40	1.993	—	0.495	0.493	0.492	>100
⑤	1.8	2.5	30	3.185	—	1.520	1.246	1.055	6.887
⑥	1.8	2.0	30	2.685	—	1.172	0.961	0.814	5.309
⑦	1.8	1.5	30	2.184	—	0.824	0.675	0.572	3.732
⑧	1.8	1.0	30	1.684	—	0.476	0.390	0.330	2.155



写真 4.1-71 崩壊頭部付近の状況



写真 4.1-72 崩壊斜面に露出する花崗岩著しく風化され、マサ化する

写真 4.1-70 崩壊斜面を上方より望む



写真 4.1-73 大石地区北側での野島断層 (N45°E、80°N)

(7) 北淡町野島墓ノ浦

この地区では県道脇に建っていた真泉寺及び八幡神社の倒壊、送電線上方の地割れ、民家直上斜面中の活断層亀裂などが目立った現象であった。真泉寺及び八幡神社倒壊地では既に瓦礫が撤去され整地済みであったため、クラックの確認はできなかった(写真4.1-74~77参照)。写真4.1-15、4.1-78~79に見られるように、民家上方に大きい開口クラックが発生していて、やはり豪雨時の2次災害が心配された(図4.1-14参照)。

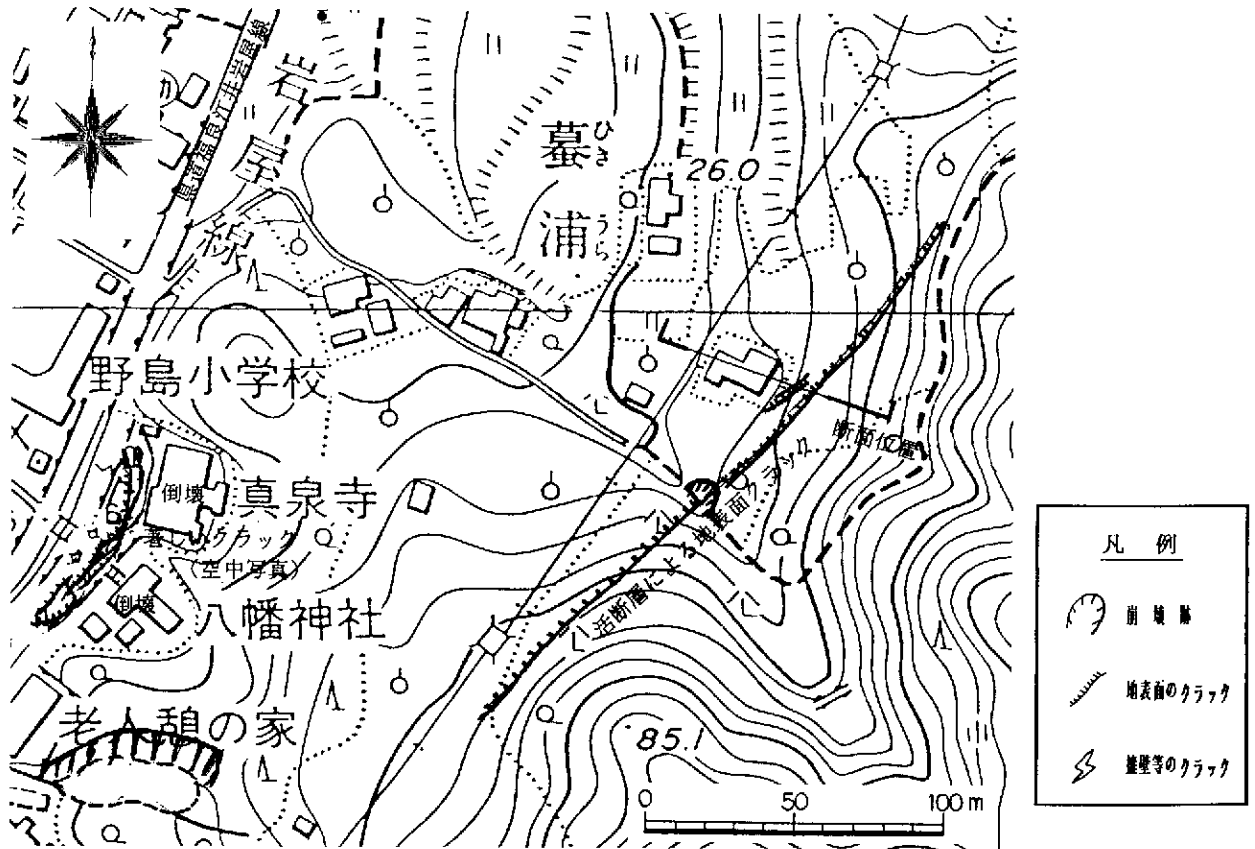


図4.1-13 地盤災害状況図

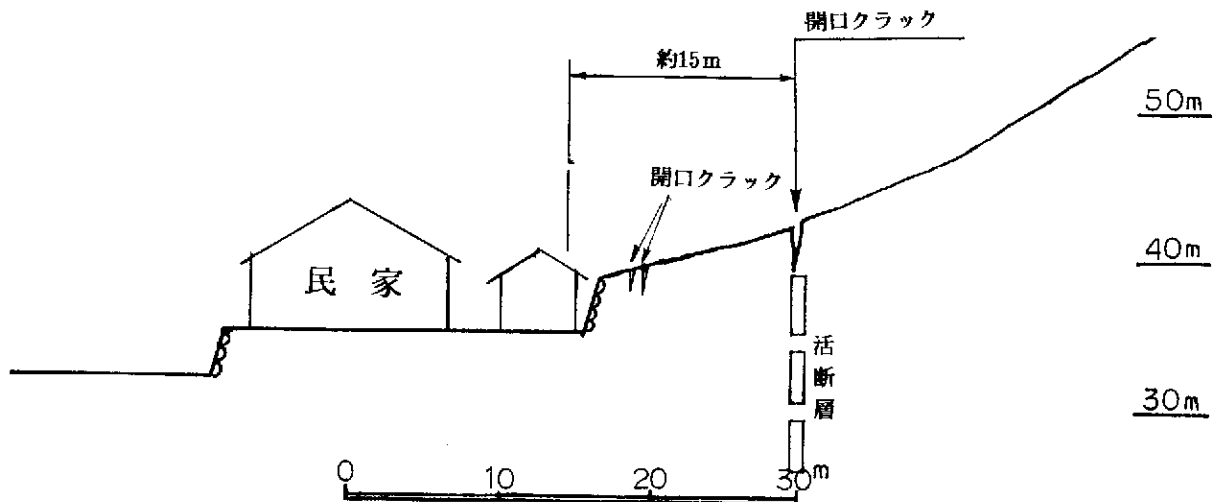


図4.1-14 模式断面図



写真 4.1-74 八幡神社倒壊跡
(整地されてクラックは不明瞭)



写真 4.1-75 八幡神社前の道路の損壊

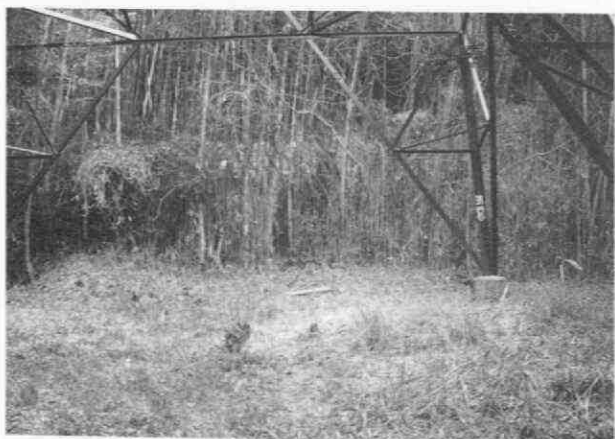


写真 4.1-76 送電線鉄塔上方の地割れ



写真 4.1-77 野島断層の交差する山道の変状

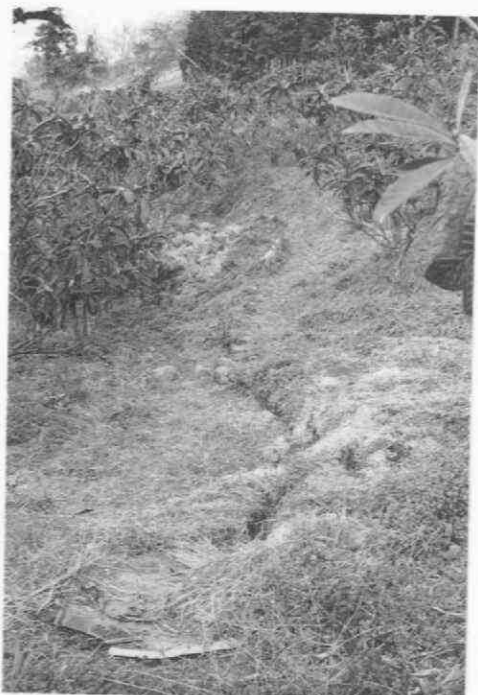


写真 4.1-78 民家上方の開口クラック
(断層運動による)

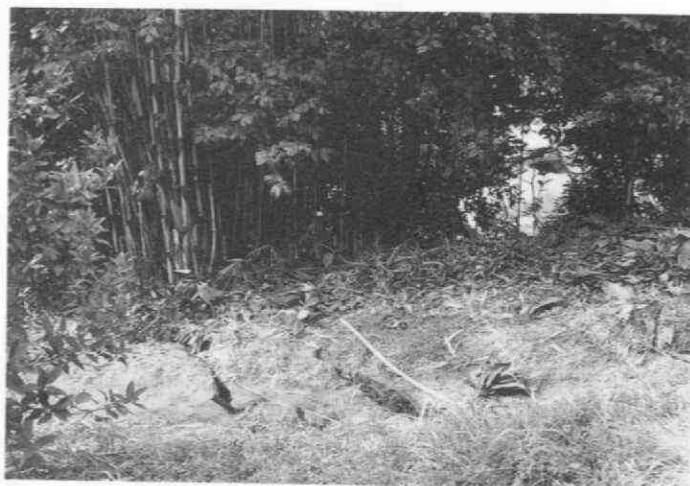


写真 4.1-79 民家上方の開口クラック

(8) 北淡町小倉

この地域は比較的広く広がった平坦な地盤表面に明瞭な断層が生じているため、直上からの航空写真の映りが良く、例えば土質工学会誌「土と基礎」Vol. 43 No. 3 (1995年3月1日発行) や日本応用地質学会誌「応用地質」第35巻第6号 (1995年2月10日発行) の口絵写真の一部をここで撮られた写真が飾っている。

当地区の地表に現れた断層運動(ずれ)の特徴的な一面は、右横ずれ成分が卓越していて縦ずれ成分は比較的少ないか、もしくはほとんど生じていない箇所と、逆に、横ずれ成分が僅少で相対的に縦ずれ成分が顕著である箇所が混在していることである。写真4.1-16、4.1-80は野島断層がほぼ真横に町道を横切った箇所をそれぞれ南、北側から撮影したものであるが、道路側帯を示す白線のずれは約1mばかり右横ずれを見せているのに対し、縦ずれはほとんど認められないことが明らかであろう。また写真4.1-17は畑の中にほぼ鉛直の傾斜で鮮明に現れた断層面を示しているが、ここでは轟木地区地点Bと同様スリッケンサイドが明瞭に確認できて、それによると、ずれの運動方向は鉛直に対して約70°であった。つまり、鉛直方向の移動量(約40cm)に比して右横ずれ成分が相対的にかなり大きいことを物語っている。もっともずれの絶対量は、例えば平林地区などに比べると余り大きいものではない。一方、写真4.1-82や4.1-83は別の箇所の路面の変状を示しているが、段差は50cm程度であるのに対し、横ずれは僅かなものであった。

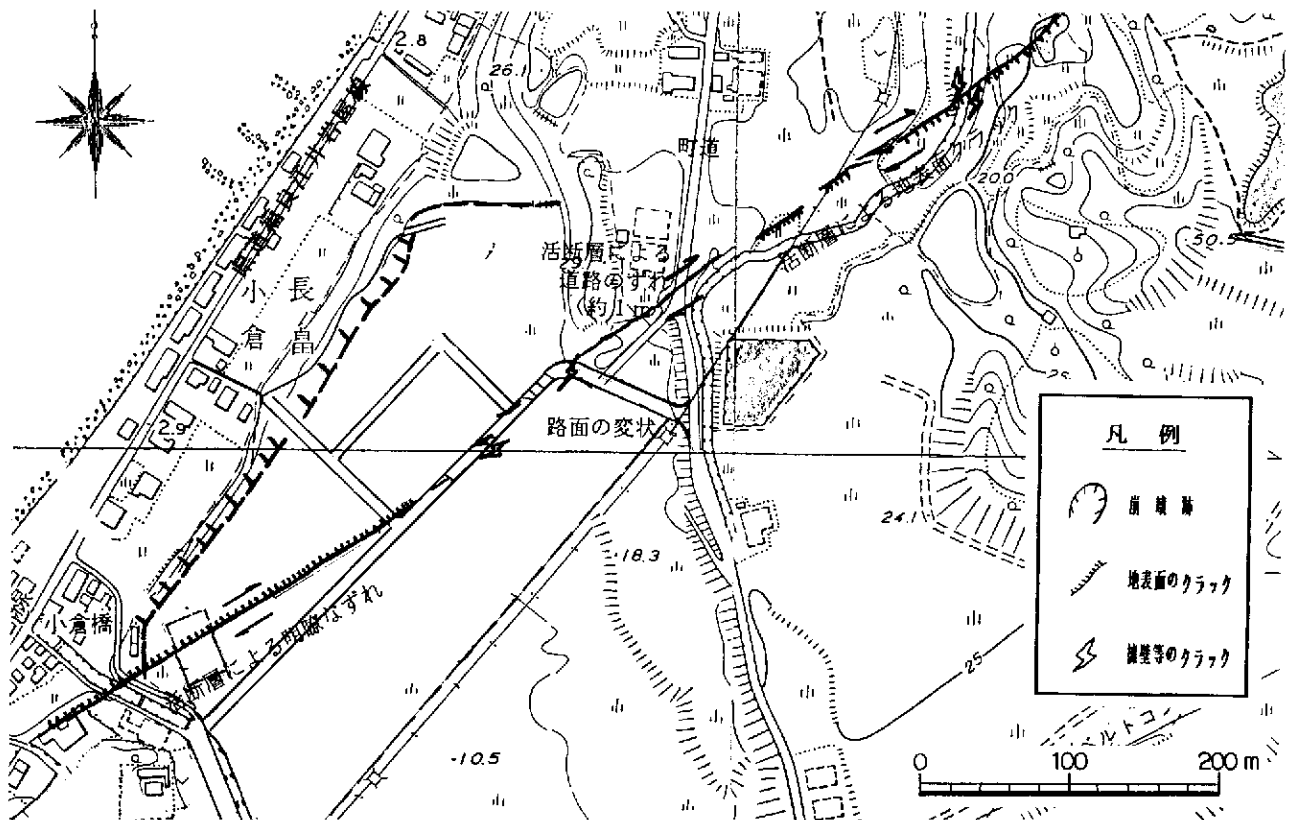


図4.1-15 地盤災害状況図

写真 4.1-80
町道を真横に横切る地震断層
(北側から撮影)

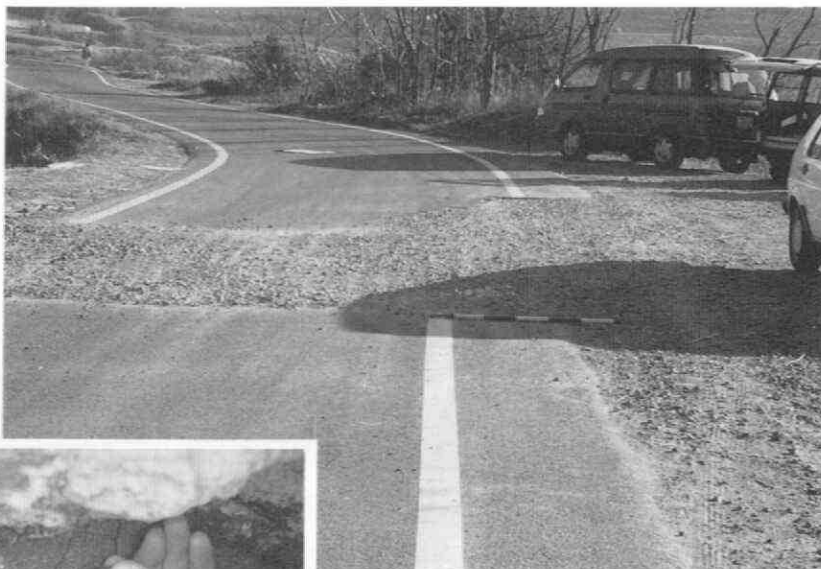


写真 4.1-81
断層面に認められる
スリッケンサイド

写真 4.1-82 道路路面の変状
(段差は50 cm程度)



写真 4.1-83
道路路面の変状
(段差とともにアスファ
ルトの損傷が目立つ)

(9) 北淡町富島

富島地区は野島断層の南西端とされているが、筆者らが最初にこの地区を訪れた時点では断層の位置はまったく特定されていなかった。当地区のすぐ北側に隣接する小倉地区では前述のごとく地表に明瞭に出現しているずれと段差が、富島では忽然として消え去ってしまっているのである。そのため、我々も断層位置の特定を試みたが、富島は北淡町で一般民家が最も密集している地区であり、おびただしい数の倒壊家屋と散乱した瓦礫に行く手を阻まれ、小倉地区の断層の延長線上に位置する富島の平地部を十分には踏査することができなかった。唯一、地区内中心部を東西、南北に走る2つの町道が交差する地点で路面のグレーティングが振れとせん断を受け、大きく変形しているのが確認された(写真4.1-84参照)のみである。グレーティングの変状は断層運動を示唆するものであるが、周辺にそれらしき兆候はなく、この地点が断層の位置であるか否かを特定するまでには至らなかった(断層位置については後に再度議論する)。

富島地区は戸数約千戸のこぢんまりした集落である。すぐ背後(東側)に比較的きつい勾配をもつ山地が切迫していて、斜面を切り開いた宅地に建つ家屋が多数見受けられる。そうした家屋群の最上位に一際目立って大きい建物：簡保保養センターが建設されているが、これらを支持する地山全体のいたるところで激しい変状が見られ、梅雨時期の2次災害が強く懸念された(写真4.1-85~87参照)。とりわけ、簡保保養センターの北西側直下には急傾斜地崩壊危険区域指定地があって、すでにコンクリート法枠による安定工が施工されているものが、今回の地震で大きく損傷を被っていた(写真4.1-19参照)。この斜面下方には倒壊を免れた民家も多数認められる。さらに、コンクリート法枠工の一段上方にある自然地山中には将来すべり崩壊の引き金となり得る亀裂の存在も確認されている(写真4.1-88~89参照)。従って、この斜面の下方に広がる住宅地にとっては今後十分な注意が必要といわねばならない。

一方、簡保保養センターの周囲の庭には縦横にクラックが形成され、30~40cmにも及ぶ段差が生じているのや、近接地に建つ宿舍マンションの基礎地盤も含めた著しい損傷などが確認されている(写真4.1-18、90~91参照)。

山側とは逆に富島漁港においても各施設の被害は激甚である：荷揚場の沈下(数10cm)と護岸の前面(海側)への移動・回転、それに伴う無数の亀裂、等により基礎地盤は建屋ともども壊滅的な損害を被っている(写真4.1-92~93参照)。また液状化の痕跡も見出されている。

富島では井戸水(地下水)の有り様について町民の方々から興味深い話を伺うことができた：この町内では古くから地下水の利用が盛んで、沢山の井戸が設けられている。ところが、町内のほぼ北半分側に位置する井戸が地震直後から水枯れし、まったく揚水できなくなったというのである。実際、幾つかの井戸について内部を調べたところ、例えば写真4.1-94に見られるように井戸底が完全に露出していて水位は零であった。興味深いこ

とに、井戸中心間の距離がわずか10mしか離れていない2つの井戸において、南側にあるものは以前と変わりなく水をたたえているのに対し、北側のそれは完全に水枯れしているものが見られた。井戸枯れの原因が地震による地下水脈の変化にあることは自明としても、これほど接近した2つの井戸の一方が満々と水を湛え、他方は干上がってしまっている現実、改めて微妙な地下水脈の有り様と、それを一瞬にして変えてしまう地震力の凄まじさにここでも改めて驚嘆させられた次第である。

先に、我々が調査した時点では野島断層の位置は不明のままであると記したが、その後、NHK徳島支局の佐藤記者を通じて、高知大学理学部地学科岡村先生によると、野島断層は小倉地区の断層線を延長した線上よりもずっと山側（東側）寄りの簡保センター直下辺りに現れている、との情報をいただいた。実は、岡村先生の指摘による断層位置を示す変状自体は我々も気付いていた（写真4.1-95参照）のであるが、上記した小倉地区の断層の延長線からは余りにかけ離れたところにあるため、筆者達にはわかにそれを野島断層とは断じ得なかったのである。ところで、この点については後日談があって、（株）応用地質の上野氏らによれば、野島断層はその南端部富島においては放射状に幾つか枝分かれをしていて、前述グレーティングが変状していた箇所もその枝分かれの1つであり、上記岡村先生ご指摘の箇所もまた1つの断層線であるとの見解を示された。筆者（山上）は上野氏らのこのユニークな解釈に十分納得している次第である。

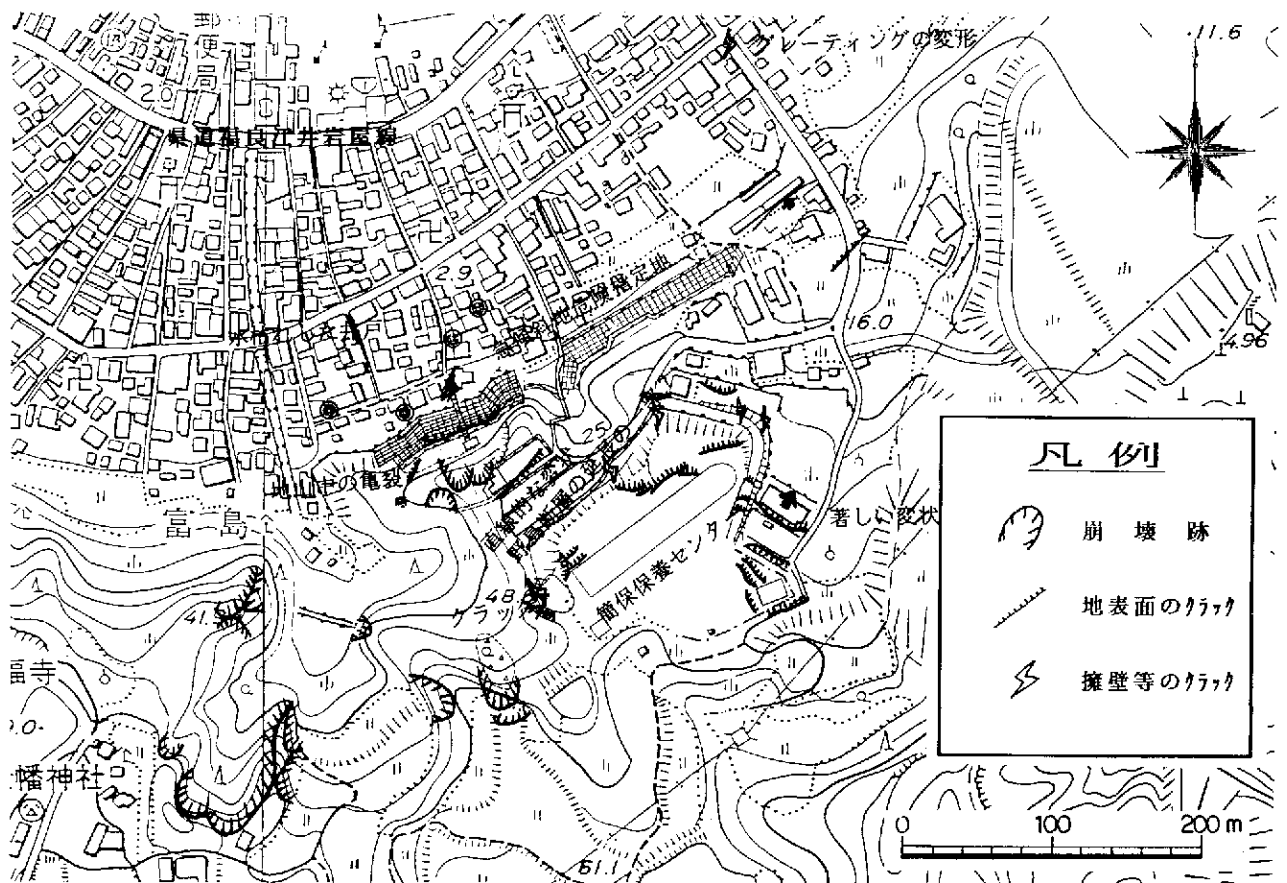


図4.1-16 地盤災害状況図

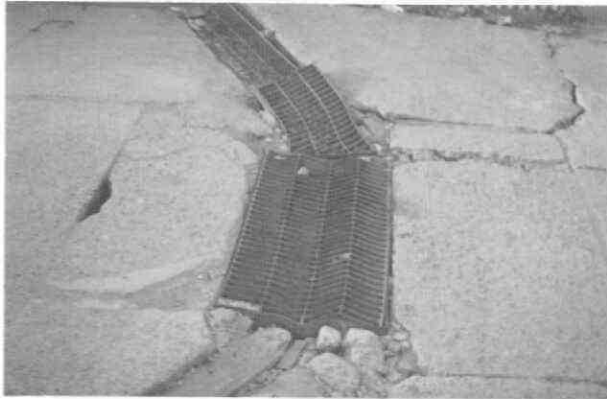


写真 4.1-84 グレーティングの大きな変形



写真 4.1-85 簡保保養センター北西部
における斜面崩壊

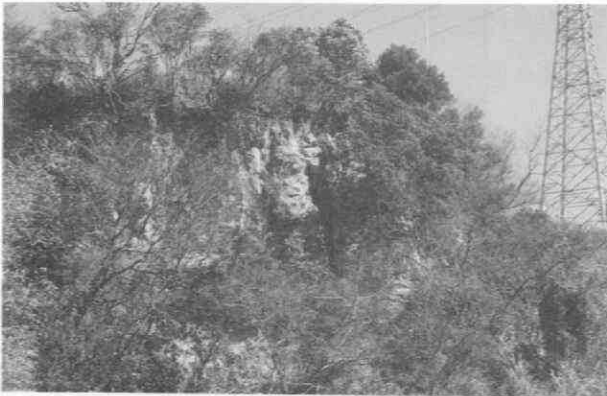


写真 4.1-86 簡保保養センター西側の急崖に
見られる開口クラック



写真 4.1-87 簡保保養センター周辺部
における斜面崩壊



写真 4.1-88 コンクリート法枠工上方の
自然地山に生じた亀裂

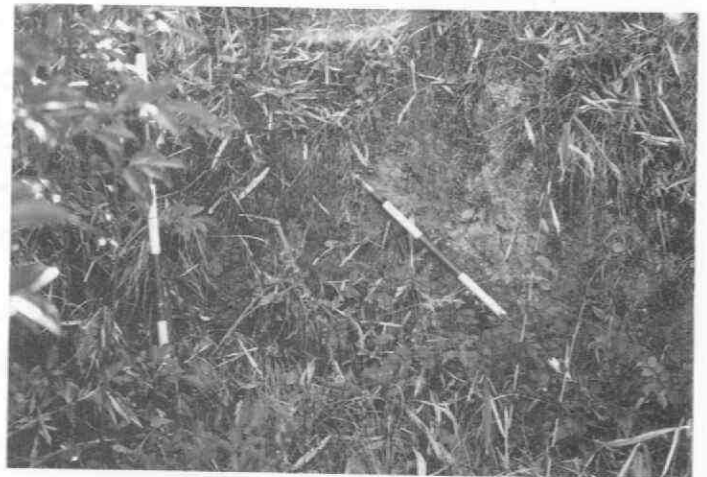


写真 4.1-89 同左 (南西側延長部)



写真 4.1-90 簡保保養センター北側の庭に発生したクラック

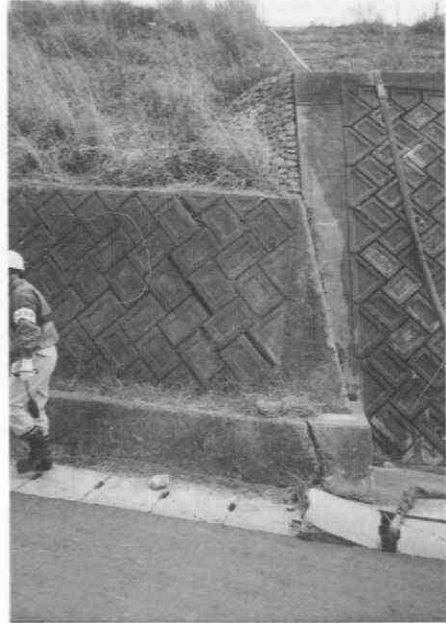


写真 4.1-91 簡保保養センター北側のブロック積擁壁の変状



写真 4.1-92 富島漁港における被災状況

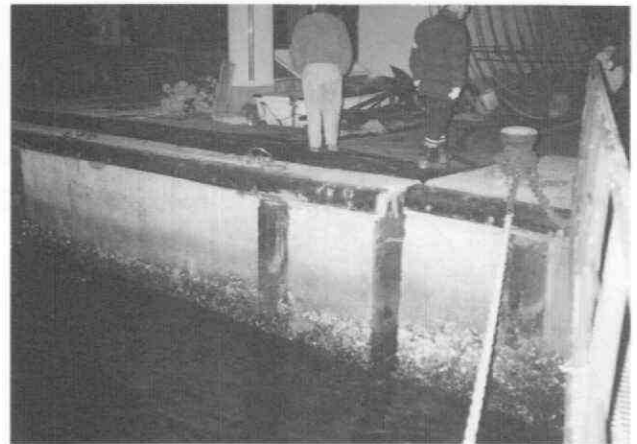


写真 4.1-93 富島漁港における被災状況

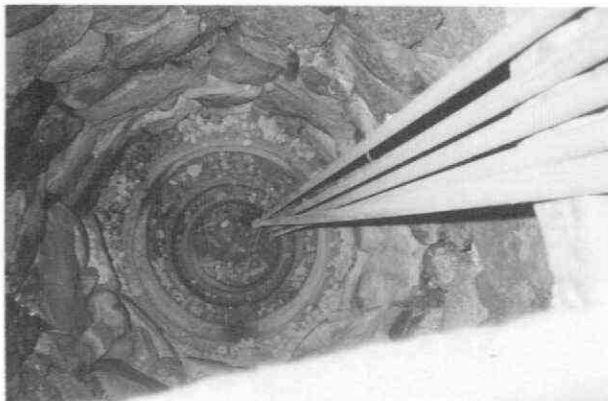


写真 4.1-94 地震直後に水枯れした井戸



写真 4.1-95 簡保保養センター直下の直線的な変状 (野島断層の延長の一部と考えられる)

(10) 北淡町斗ノ内

南北に走る県道沿いの水田中にかなり規模の大きい亀裂が発生している（写真4.1-96参照）。この亀裂を両側（南北）に辿ると、緩やかにカーブし、両側ともに県道を横断して（写真4.1-97参照）、石積擁壁ないしコンクリート壁を下って近隣の民家に到達する（写真4.1-98~99参照）。県道路肩において、南北両側の亀裂間の水平距離（路肩に沿う距離）は約70mである（図4.1-16参照）。

ところで、当初、この部分でなぜこうしたすべり破壊が生じたのか、大変不可解であった。というのは、地形的にみてこの箇所と似通った地点は他にも数多く存在していて、殊更この箇所だけに崩壊が生起する必然を見出せなかったからである。しかしこの疑問は、調査の終盤、土地の古老から、まさに崩壊を生じた部分辺りは20数年前、県道敷設に当たって谷筋を埋立てた箇所だと聞かされ、一挙に氷解した。盛土ないし、切盛り境界部が弱点となることをここでもまた、強く思い知らされたといわねばならない。

地表面に現れた亀裂や石積みの変状などに基づいて左右対称面上の2次元すべり面形状を推定し、結果を図4.1-17に示した。これより、平林地区及び大石地区の斜面崩壊と同様、地震加速度の逆解析を行った。表4.1-3は逆解析された震度の一覧表である。ここでも極端に大きい地震力の作用したことがわかる。

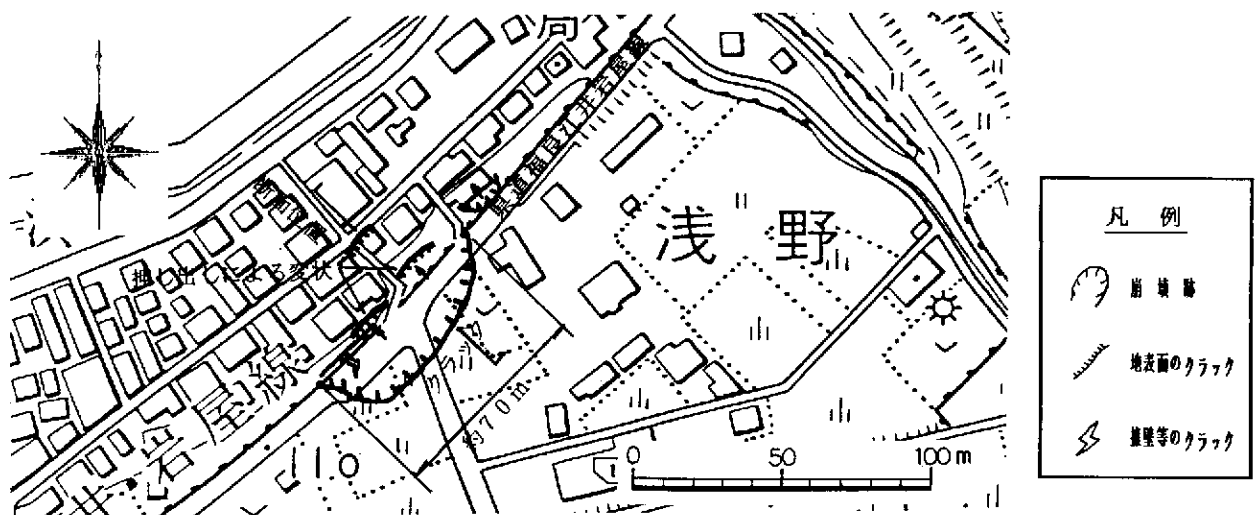


図4.1-16 地盤災害状況図

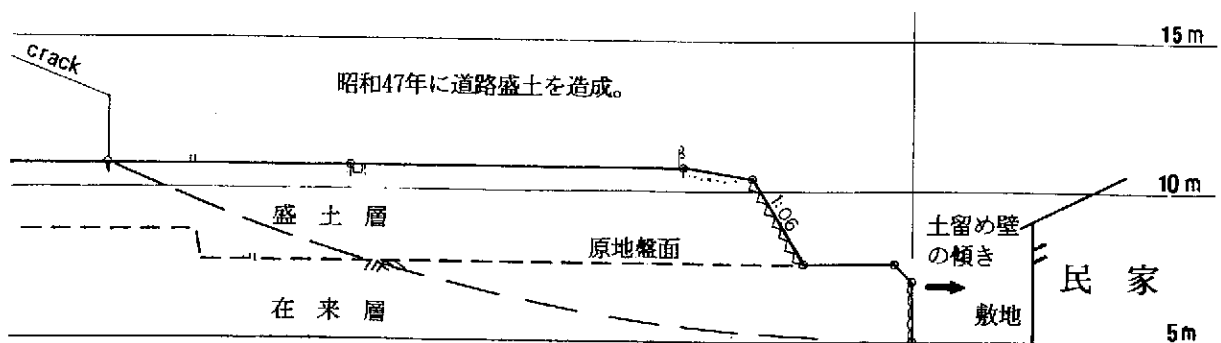


図4.1-17 すべり形状推定断面図

表4.1-3 地震力逆解析結果一覧表

Case No.	土質定数			F _{so} (Janbu法) (k _h =k _v =0)	設計震度				
	γ (tf/m ³)	c (tf/m ²)	ϕ (度)		$\theta = -90^\circ$ (k _h =0) -k _v ↑	$\theta = -45^\circ$ k _h =-k _v	$\theta = 0$ (k _v =0) k _h ←	$\theta = 45^\circ$ k _h =k _v	$\theta = 90^\circ$ k _v ↓
①	1.8	2.0	40	6.697	1.521	0.560	0.886	2.120	—
②	1.8	2.0	35	5.917	1.662	0.531	0.780	1.471	—
③	1.8	2.0	30	5.227	1.868	0.501	0.684	1.078	—
④	1.8	1.0	40	5.706	1.260	0.464	0.734	1.757	—
⑤	1.8	1.0	35	4.925	1.331	0.425	0.625	1.178	—
⑥	1.8	1.0	30	4.235	1.434	0.384	0.525	0.878	—
⑦	1.8	0.5	40	5.211	1.130	0.416	0.658	0.576	—
⑧	1.8	0.5	35	4.430	1.165	0.372	0.547	1.032	—
⑨	1.8	0.5	30	3.740	1.217	0.326	0.445	0.703	—



写真 4.1-96 水田中に発生した亀裂



写真 4.1-97 県道を横断する亀裂
(亀裂は補修済み)

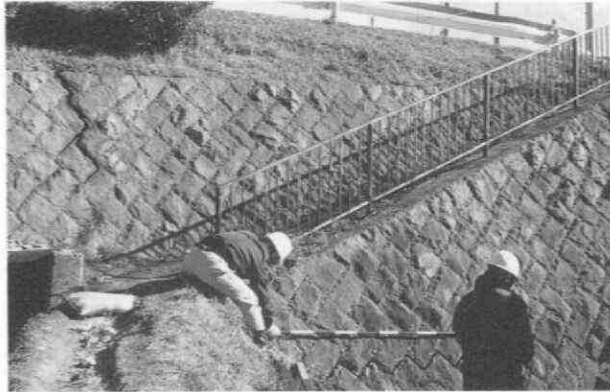


写真 4.1-98 石積擁壁に生じた変状



写真 4.1-99 コンクリート壁に生じた変状



写真 4.1-100 民家前庭での押し出しによる変状



写真 4.1-101 石積擁壁と民家との間に
生じた変状

(11) 北淡町育波

小高い丘の上に配水池（規模の大きいタンク）があり、この敷地内の法肩に近い箇所で幅15cmばかりの開口クラックが生じている。かなり危険な状態であるが、既に伸縮計による観測がなされていて、近々対策工が講じられる様子であった（写真4.1-102~103参照）。また、民家背後の地山中に表層崩壊も見られた（写真4.1-21参照）。

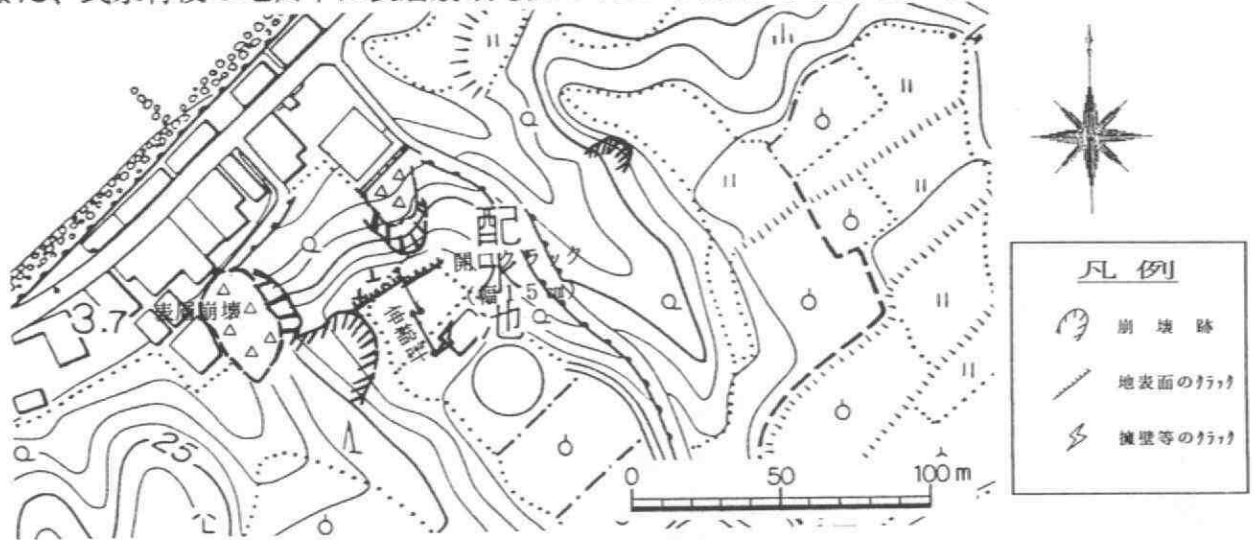


図4.1-18 地盤災害状況図



写真4.1-102
法肩付近に生じた開口クラック
(幅15cm程度)

写真4.1-103 伸縮計による観測状況

(12) 一宮町尾崎

県道沿いにある溜池：井手の尻池の堤体部が壊滅的な崩壊を見せていた。この堤体は中心コア型のアースダムと思われるが、写真4.1-22に見られるように余りに激しく変状しているため、目視による現地調査のみでは十分な確証は得られなかった。均一型の可能性も全く無しとはしない。図4.1-20に推定堤体断面図を示した。変状跡をつぶさに調べた結果、堤体基礎地盤或いは堤体自体の液状化によってこの崩壊の誘発された可能性が非常に大きいとの結論に至った。写真4.1-104～106に液状化による噴砂の様相を示した。また、図4.1-21にはそれぞれ噴砂部より採取した砂（マサ土）、築堤材及びコア材とおぼしき材料の粒径加積曲線を示した。これら材料の土粒子の比重はそれぞれ2.631、2.642、及び2.634であり、分類名（分類記号）はそれぞれ砂質土（SF）、砂質土（SF）及び細粒土（F）である。

井手の尻池の北側に隣接する畑の中にはほぼ100mに渡って数cmの開口幅を有するクラックが発見された（写真4.1-23参照）。このクラックはかなりの広がりをもつ平坦地に発生していることから、発見当初は活断層（野島断層）との係わりを期待したが、横ずれ、縦ずれが全く見られないこと、またクラックの走向（N80°E）が野島断層とは完全に異なっていること、などにより活断層とは無関係であることが判明した。そして、その後の再調査で、この畑地はかつて広範に盛土造成された地盤であること、クラックはほぼ盛土と旧地盤表面との境界に沿って生じていること、などが明らかになった。前出北淡町斗ノ内の道路崩壊事例でも強調したが、年代効果・続成作用を伴わない人工の盛土地盤或いは切盛境界部はやはり相対的に弱点となることが改めて浮き彫りにされたといえよう。

この他当地区では、水田の一部が液状化に起因すると思われる小崩壊を起こし、多量の山砂（マサ土）を噴出している光景（写真4.1-107参照）が印象的であった。

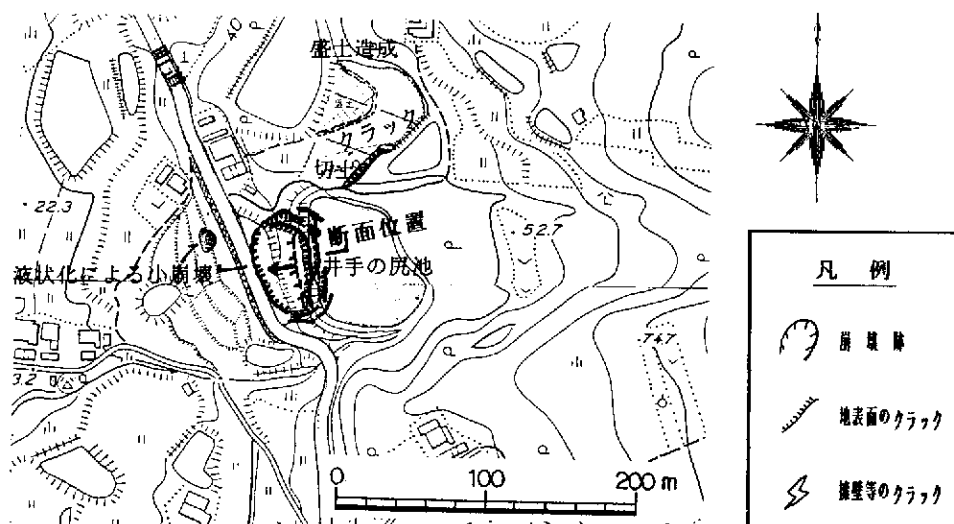


図4.1-19 地盤災害状況図

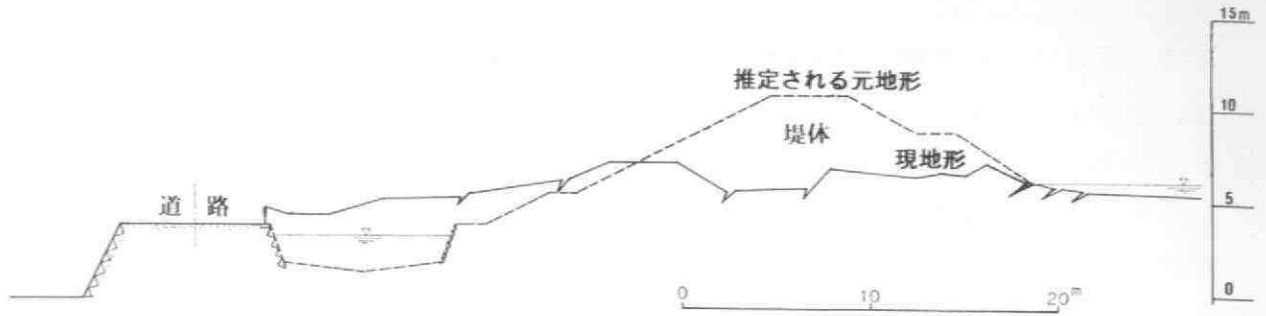


図4.1-20 推定堤体断面図

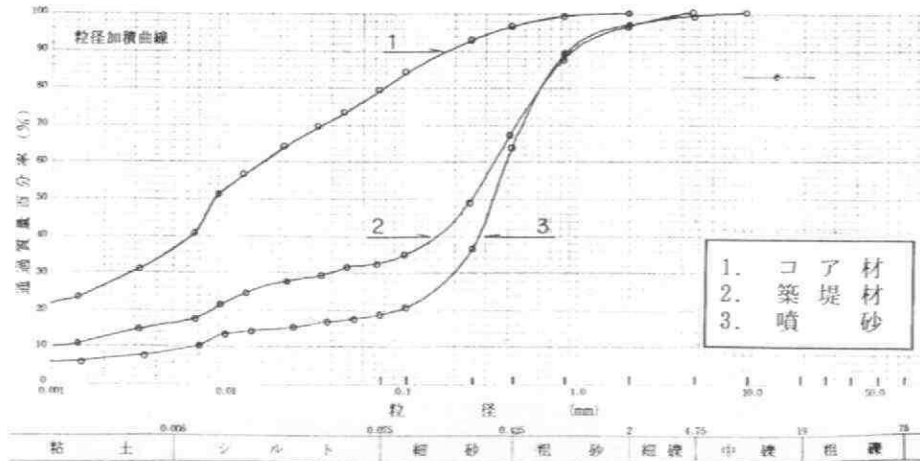


図4.1-21
粒径加積曲線



写真 4.1-104 堤体中央部付近における崩壊状況



写真 4.1-105 変状跡に残された液状化による噴砂



写真 4.1-106 変状跡に残された液状化による噴砂



写真 4.1-107 液状化に起因すると思われる小崩壊

(13) 津名町網城

この区域は網城急傾斜指定地に当たり、既に吹付法枠やブロック積擁壁が施工されていて、その下方には約60戸の民家が点在している。吹付法枠の法肩部に長さ約50mに渡ってクラックが入っているが、これは以前よりあったものが、今回の地震で開きが顕在化したものと思われる。ブロック積擁壁（法長約5.0m程度）にも横断方向にやはり50m程度クラックが生じており、背面が著しく沈下（10～15cm）している。近接する家屋2軒にブロック壁の倒壊や土間コンクリートの沈下が見られた。また、これら家屋の前面のブロック積擁壁天端部に楕円形状（2m×1m程度）の陥没（最大深20cm）も確認されている（写真4.1-108～111参照）。

ブロック積法面勾配には一見するところ異常は認められないが、構造物全体としては上記のごとき変状が各所に現れているため、このまま放置すれば豪雨時に大きい2次災害を招きかねないので、早急な対策が必要と思われる（図4.1-22、23参照）。

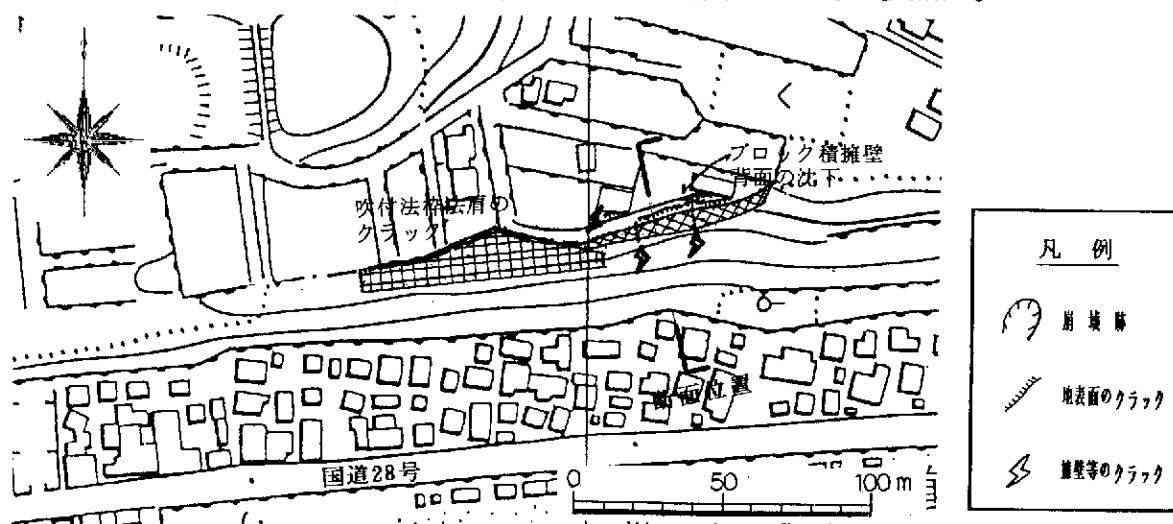


図4.1-22 地盤災害状況図

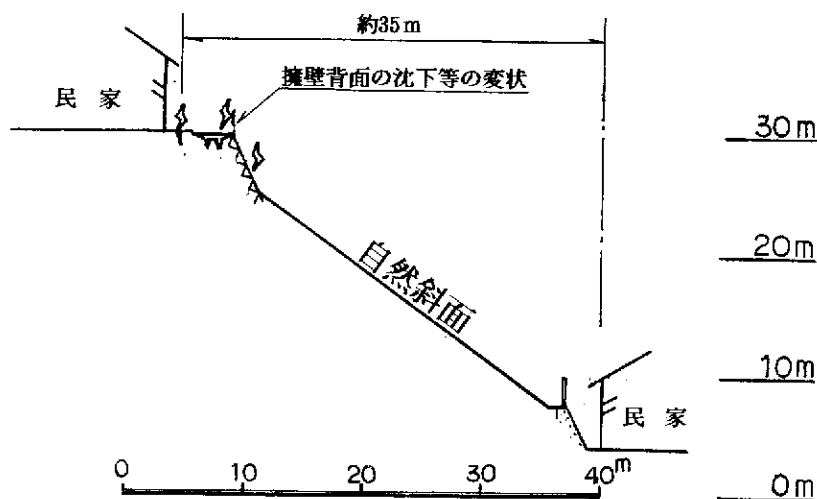


図4.1-23 模式断面図

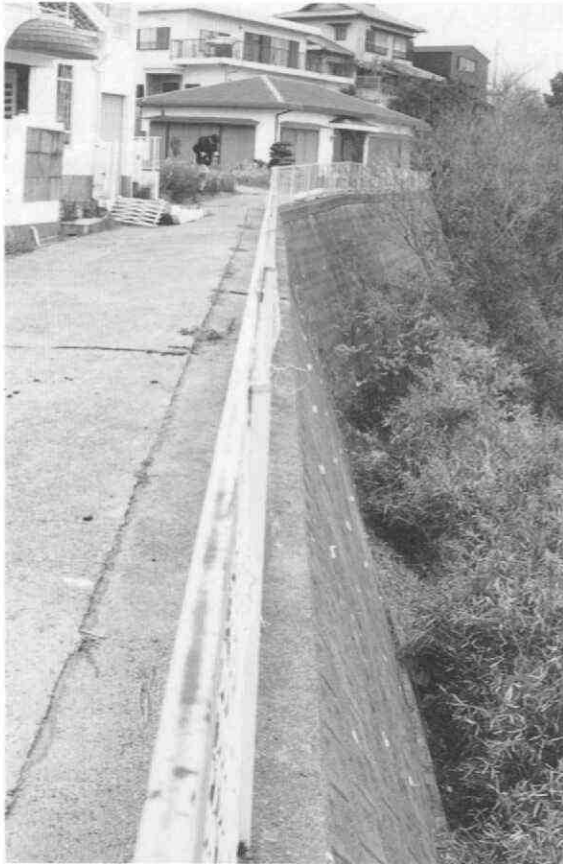


写真 4.1-109
背面が著しく沈下した
ブロック積擁壁



写真 4.1-111
土間コンクリートの沈下



写真 4.1-108
吹付法枠の法肩に発生したクラック



写真 4.1-110
ブロック積擁壁背面の陥没

(14) 津名町志筑新島

ショッピングセンターSATY周辺の駐車場、その他を含む広範な地盤において液状化現象が発生しており、各所で噴砂の痕跡と地盤の沈下、或いは建造物の傾きが見られた。沈下の最大値は45cm程度にも及び、建物と地盤の接触部が大きく開口している箇所も散見された。また地表面(舗装面)には無数の亀裂が入っていて、それらの最大開口幅は5cm程度であった(写真4.1-24~26、112~114参照)。

この区域はかつて海面であったものが周辺海底地盤の浚渫土砂(細砂)で埋立て造成された人工地盤であるため、こうした液状化現象が生じたものである。埋立て地盤の層厚はほぼ10m程度と推察された。図4.1-25に噴砂箇所より採取された砂の粒径加積曲線の一例を示した。

この箇所では上述の地盤変状とは別に埋立て外郭部を構成する防波護岸の海側(前面)へのすべり出し(約30cm)と、それに伴う背後の地表面の沈下(やはり最大30cm程度)も確認されている。この防波堤の変状は、それを構成するケーソン自体が移動したことによると思われる。実際ケーソンと盛土の境界部において開口とずれ(段差約15cm)の生じているのが確認されている(写真4.1-115~116参照)。

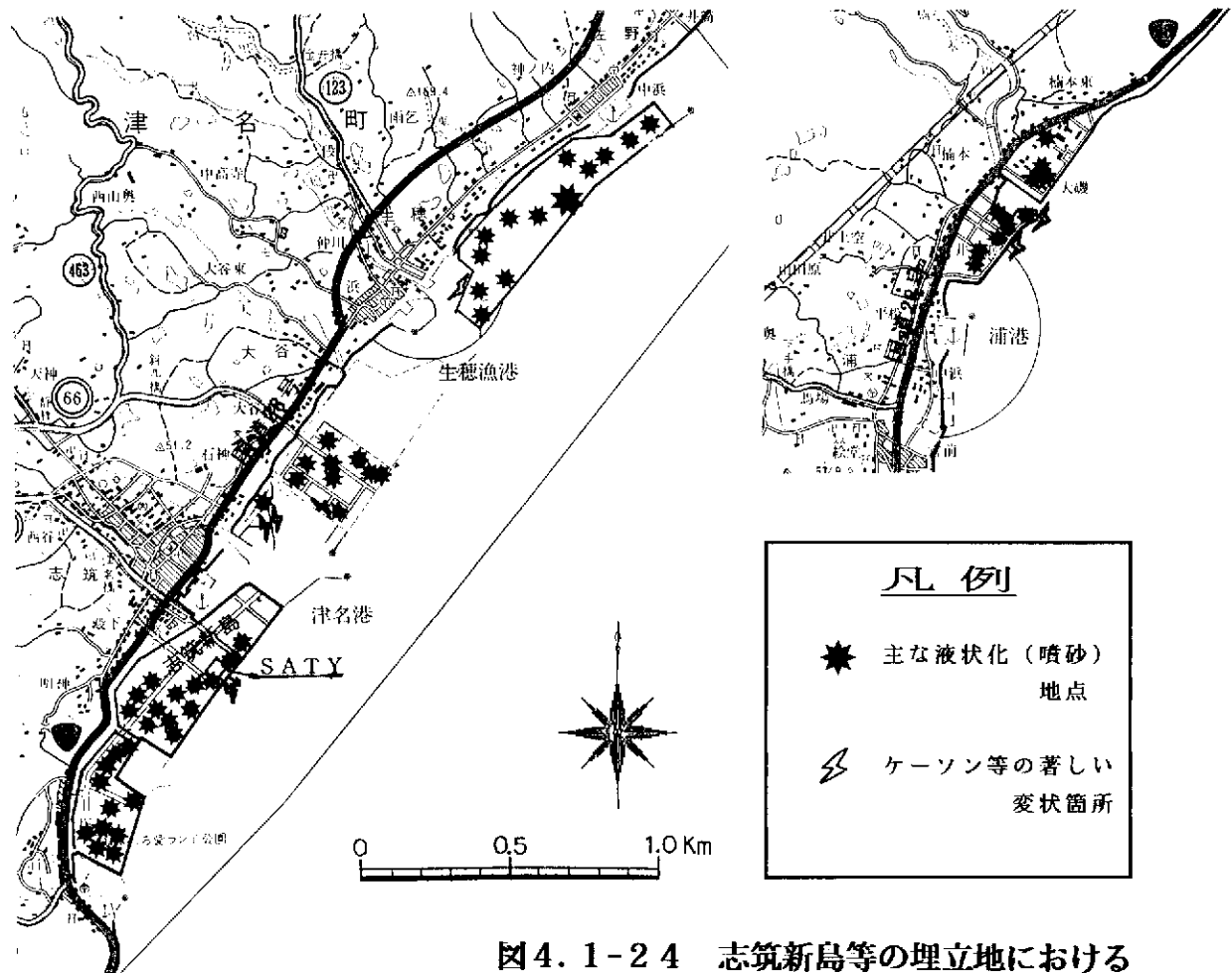


図4.1-24 志筑新島等の埋立地における液状化発生状況(空中写真判読)

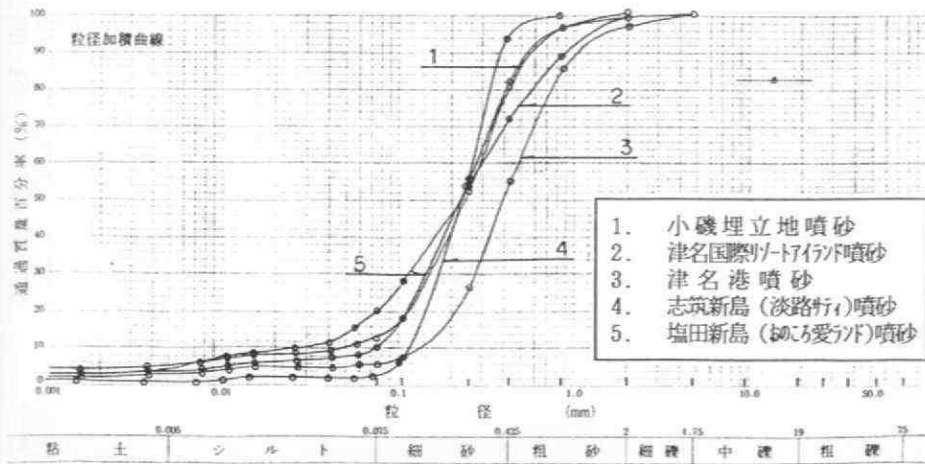


図4.1-25
噴砂の粒径加積曲線



写真 4.1-112、113 建物と地盤の接触部における変状
(地盤の沈下による)



写真 4.1-114 SATY駐車場における
噴砂の痕跡



写真 4.1-115 防波護岸の変状
(約10cmのスレが認められる)



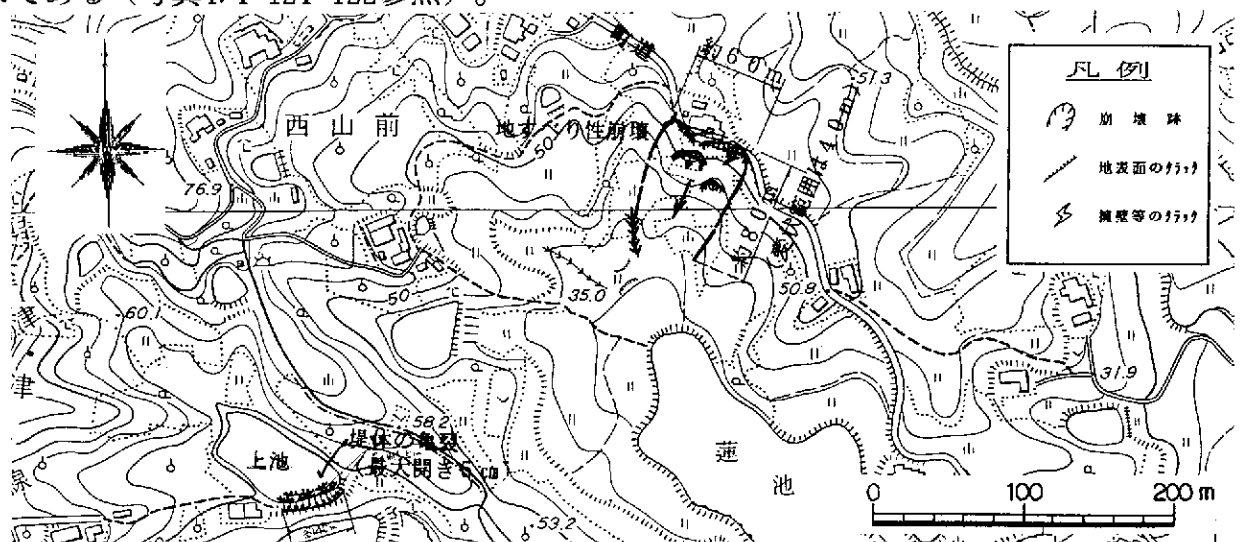
写真 4.1-116 防波護岸の海側(前面)への
すべり出し

15) 津名町大谷

ここでは町道を含むかなり規模の大きい地すべり性崩壊と2つの溜池の変状が確認できた。まず地すべり性崩壊であるが、これは壊滅的に崩壊したものでなく、図4.1-26の平面図に見られるように、町道を横切って最大幅60m、縦断方向40mの変状が生じたもので、路面の亀裂幅は約10cm、(滑落崖の)段差は40cmであった。さらに、この変状の頭部においてやや古い木造家屋2軒が全半壊していたが、これが地震そのものによる倒壊であるか、或いは地盤の変状に起因したものなのかは明らかになっていない。いずれにせよ、この部分の路肩は大変危険な状況にある(写真4.1-117~119参照)。

上記崩壊地の舌端部の南側下方約50mの箇所に蓮池と呼ばれる小さな溜池があるが、土地の古老によると、この蓮池に流れ込む小規模の谷筋(溪流)に、地震直後から、それまで全くなかった多量の湧水が見られ、池の水量も増大したとの説明を受けた。実際我々が現地を訪れた際にも、目測で100ℓ/分程度の谷筋の水量が確認できた(写真4.1-120参照)。興味深いことに、この谷川のみならず、淡路島全島の多くの溪流で、地震を境に豊かな水量の流れが突如として現れたとの情報を得ており、それらの幾つかについては現実に確かめもしている。この現象の原因には2つの可能性があって、1つは山体内部に宙水として存在していた水が、地震による新たな水道の発生により谷筋に沿って流出し始めたとするもの、他の1つは、もっとずっと深部にあった水が、やはり地震による地殻内部の圧力の変動で地表面近傍に絞り出され、これまた谷筋に沿って流出したと考えるものである。目下のところ、いずれの原因によるかは不明である。

蓮池の西方約250mに、上池と呼ばれる溜池があり、天端堤体延長方向と、堤内の池底面に合計5本の亀裂が見られた。最大規模のものは開口幅5cm、長さ約40mである。堤体を構成する地盤中には無数の草根が繁茂していて、これら草根の補強作用により、堤体部の壊滅的な崩壊が免れたと考えられる。改めて根系の補強効果の大きさに感嘆した次第である(写真4.1-121~122参照)。



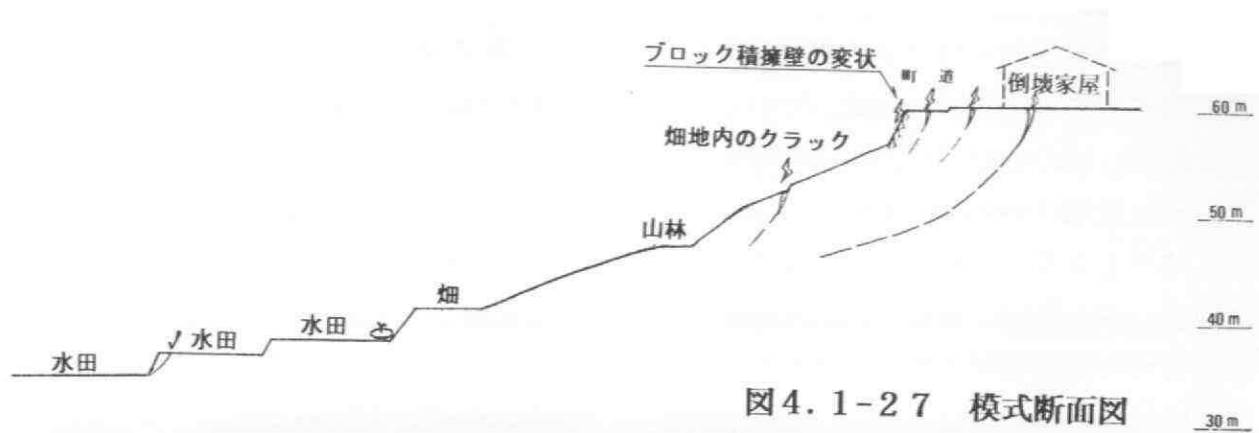


図4.1-27 模式断面図



写真 4.1-117 町道を横切る路面の亀裂



写真 4.1-118 同左



写真 4.1-119 畑地内に発生したクラック



写真 4.1-120 著しく増大した谷筋の水量



写真 4.1-121 上池の堤体に生じた亀裂



写真 4.1-122 堤内の池底面に生じた亀裂

(16) 五色町鳥飼北(岡田池)

岡田池の南、北両側に池中央部を縦断して1~5cm幅の亀裂が発生している。北側の亀裂は池に接する水田中で消滅しているが、南側のそれは民家の庭先を横切り、更に小高い丘を越え、池の反対側にある崖状地形の表面にまで達しているのが確認できた。池は現在ドライな状態にあるが、土地の古老によると、地震発生当時は水が湛えられていたとのこと。池の北東側にはかなり急勾配の地形が控えていて、その下方には民家も点在している。地震後、この亀裂が発見され、水を湛えたままでは危険との判断のもとに数台の消防車で排水したとの話も伺った(写真4.1-124~127参照)。



写真4.1-123 岡田池全景

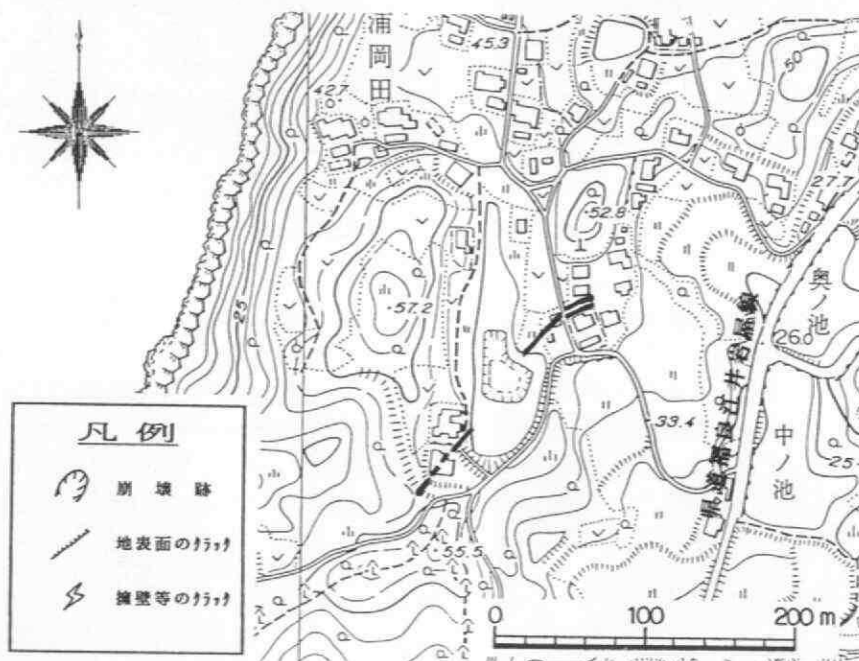


図4.1-28 地盤災害状況図



写真 4.1-124 岡田池北側における
水田中の亀裂



写真 4.1-125 岡田池北岸での亀裂

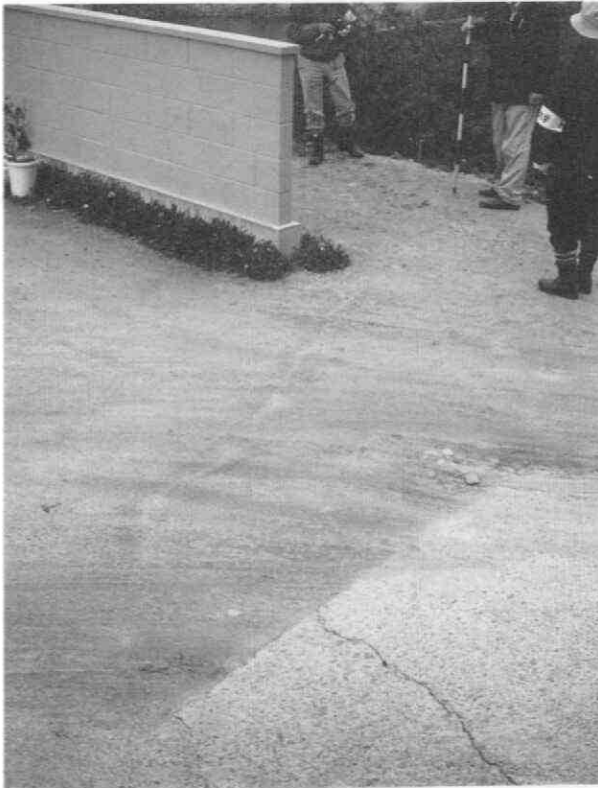


写真 4.1-126 岡田池南側における亀裂
(民家の庭先を通る)

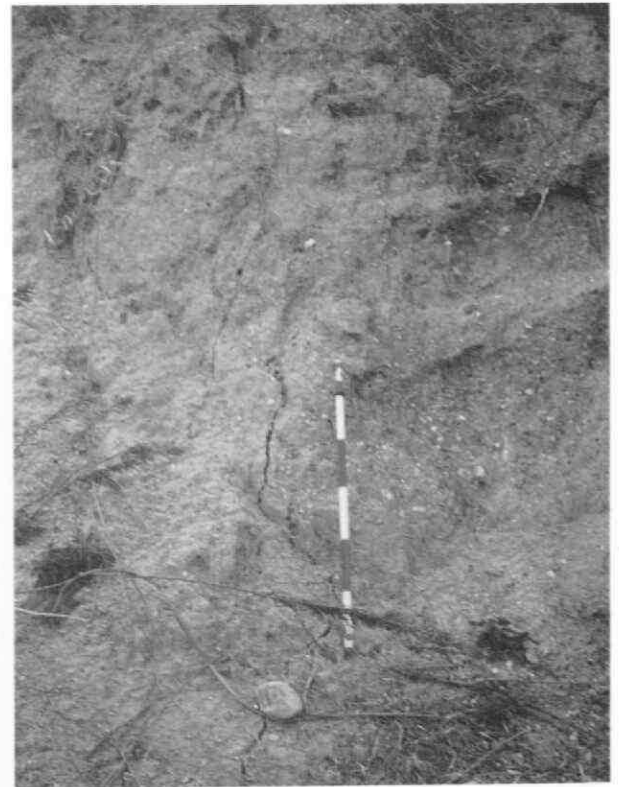


写真 4.1-127 池の反対側にある崖状
地形に現れた亀裂

(17) 淡路町松帆

淡路町松帆で県道の南で裏山との間、図4.1-29に示した位置の田圃の中に噴砂の跡がある。堆積した砂の拡がった範囲の直径は5m以上で、300mの広さの田圃の面には亀裂が走り段差ができています。震源と言われる場所に近く、完全な液状化を起こしたものでしょう。古い埋立地と聞いたが、その時代は特定できない(写真4.1-27参照)。

田圃の面が乱れるほどの盛り上がりを見せているような噴砂は、見慣れたものとは言えない。田圃の一部を仕切って1m高さに盛土をして宅地を造成しているが、土留め擁壁やブロック塀にも亀裂が入っている。

なお、道路をはさんだ反対側になる海岸の護岸の移動や背後の沈下は最高30cmに達する場所もあり(写真4.1-128参照)、明石行きの連絡船のターミナルの入口に5cmの段差のある箇所もあった。この位置は明石大橋の4Aアンカーの近くで、一帯の地変は本四公団には気になるところであろう。綿密な調査がなされたようである。



図4.1-29 液状化発生地点

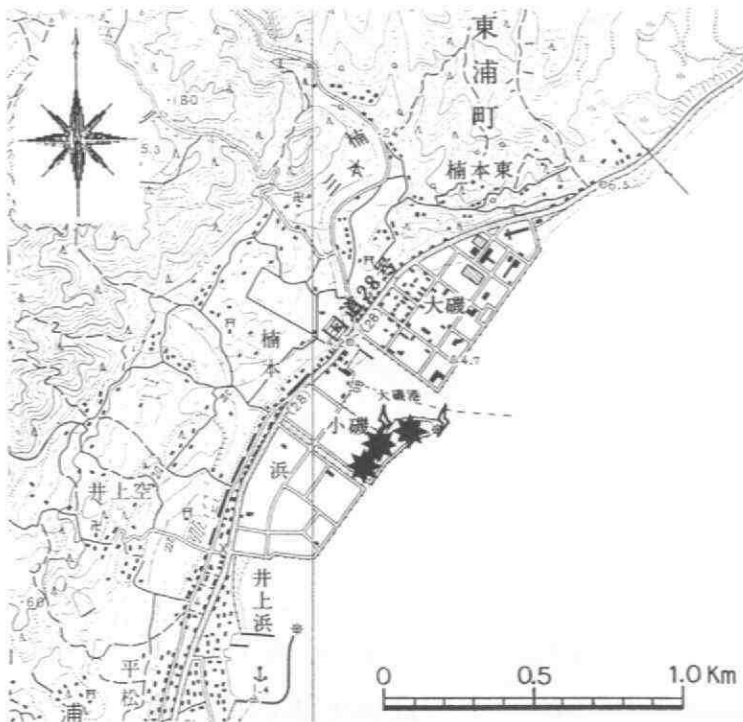


写真4.1-128 護岸背後の沈下(最高30cm)

(18) 東浦町大磯

東浦町の大磯港の港口南側の埋立地で、広い範囲が液状化による被害を受けている。駐車場は数十メートル四方の広い範囲が沈下している。沈下量を計るのはむずかしいが50 cmはあると見れる。噴砂はアスファルト舗装の上を流れてしまうのでその量を推定しづらいが、ここではそれほど多くはなさそうである(写真1.1-28参照)。

最近造られた放送の送信施設の周囲の地盤には大きな亀裂が何条も走っていて、それらの間の高低差は20 cmに達する。当然放送施設周辺地盤との間には大きな高低差ができている(写真4.1-129参照)。



このような地盤の変形があるから、当然岸壁の大きな変位も観察される。港の先端で海側に凸型になった場所では上下左右方向とも10 cm程度の食い違いが生じるし、港内の凹型の場所ではコンクリート部材の突き合わせ衝突があり、顕著な破損が起きている。

図4.1-30 液状化発生地点



写真4.1-129 送信施設周囲の地盤の沈下

(19) 洲本市塩屋

洲本市の洲本川河口右岸、洲本港の北側岸壁、通称カネボウ埋立の先端の新しい造成地で、埋立地における典型的な形の噴砂の跡を見た。周囲の護岸のブロックは移動して段差を生じ、それに続くブロック舗装のタイルは散乱し、一部は噴砂に埋まっている。埋立地の中央で公園になっている広場は20cmの沈下をしている(写真4.1-30参照)(写真4.1-130参照)。

志筑新島の北に接する生穂新島の東南の隅に全く同形の現場があるので、さきに典型的という言葉を使った。ただ、護岸が海側に動いたため背後に生ずる亀裂が、百メートルのオーダーで連続して続いている現象は洲本の場合と違っている。なにか特異な土質力学的メカニズムに気が付かなければならないかもしれない。

生穂港の沖の埋立地は新しいもののように開発はまだだが、ここでも小規模な噴砂を何ヶ所か見た。液状化が起きたか否かに関心を持つ者が、注意して捜して初めて見つかる程度で、現地の人に被害という意識は全然ない。



図4.1-31
液状化発生地点



写真4.1-130 噴砂により埋積されたブロック舗装

(20) 鳴門市里浦町里浦

鳴門市の里浦の甘薯畑の中に一群の噴砂の跡が見られた。この中で一番大きい砂堆の径は4 m程度で特に言うことはないが、カイトホト (Kite Photo) の写真に小規模の噴砂孔が連なって多数写っているのは、ここの特徴としてとらえられた (写真4.1-31参照)。

この地区は、図4.1-32に一部を示した明治初期の旧版の1/5万地形図によると、旧吉野川が河口近くで大きく迂回北流していた時の河川敷にあたる。この点では、旧河川敷は液状化の危険性が大きいという土質力学の考え方を証拠だてている。

旧吉野川とその分流今切川の河口一帯は、昭和21年の南海地震の時にも液状化が見られ、吉野川の堤防が1 m程度沈下したという記録がある。この点からも予想される液状化であった。同じ方法で考えると、淡路島の西淡町で液状化地点が見付かってよいが、こちらはまだ見付かってない。

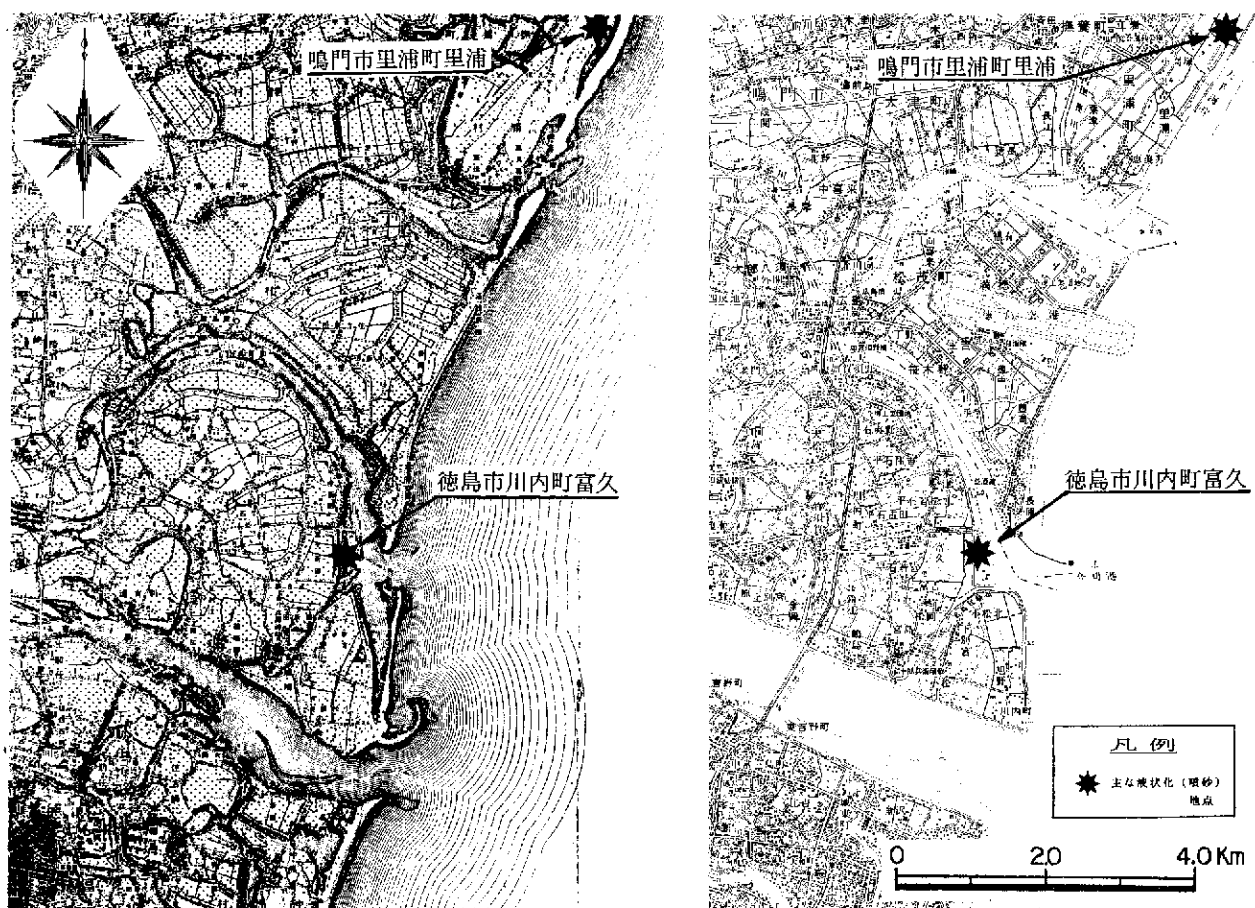


図4.1-32 地形と液状化地点との関係

(21) 徳島市川内町富久

徳島市の富久にある四国放送の送信所のアンテナ支持柱基礎と支線錨塊のコンクリートとの地盤の間から砂が噴出した跡が見つかった(写真4.1-32参照)。この位置は、今切川と宮島江湖川が合流する点で、旧版の地形図ではまだ河川敷と表示されている。その後新田として開発され、送信所を造るに当たってさらに1.5m程盛土された地盤である。

地盤表面から計った地下水位の深さの差だけで、他の条件は里浦と同じと考えてよく、上の噴砂を液状化とみることができる。四国放送の技術管理課の人に、以前にはなかったものとの証言を得ている。しかし、規模が小さく、しかも形が悪いので、断言しきれない点もある。

液状化の現場だとすると、今回の地震における南端で最遠のものになる。この位置の震源からの距離Rを80km M7.2として、図4.1-33によって震源距離とマグニチュードの関係調べたが、必ずしも遠距離の例にはなっていない。

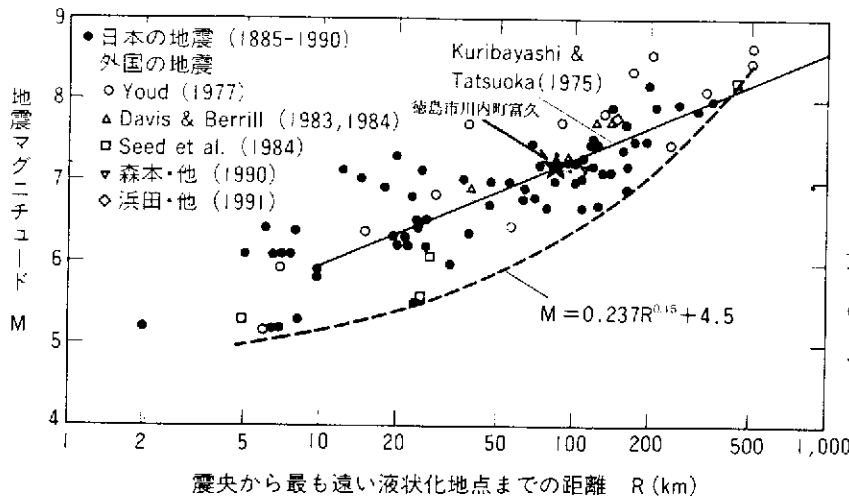


図4.1-33
最も遠い液状化発生地点までの震央距離と地震マグニチュードとの関係

日本の地盤液状化履歴図
若松加寿江 著
東海大学出版会1991年12月

なお、以上の現地調査に際しては、株式会社新井組の東浦I. C. J. V. 工事事務所所長 中林能教氏に終始お世話をいただいた。ここに紙面を借り、厚くお礼申し上げる次第である。

本文中の地盤災害状況図については国土地理院発行1/5,000国土基本図の一部を、液状化発生地点については国土地理院発行1/25,000及び1/50,000地形図の一部を使用した。

4. 2 構造物関連の震害状況

4. 2. 1 橋梁の被害

調査担当
徳島大学工学部建設工学科 教授 平尾 潔
教授 水口 裕之
助教授 澤田 勉
助教授 島 弘

(1) 調査概要

明石海峡大橋と津名一宮 I. C. の間に架設中の高速道路及び淡路島西海岸沿いの県道31号線のうち北淡町・一宮町の小河川に架かる既存橋梁に対し、目視による震害調査を行った。調査の対象とした地点は、図4.2-1の□内に示す1～16の16地点である。

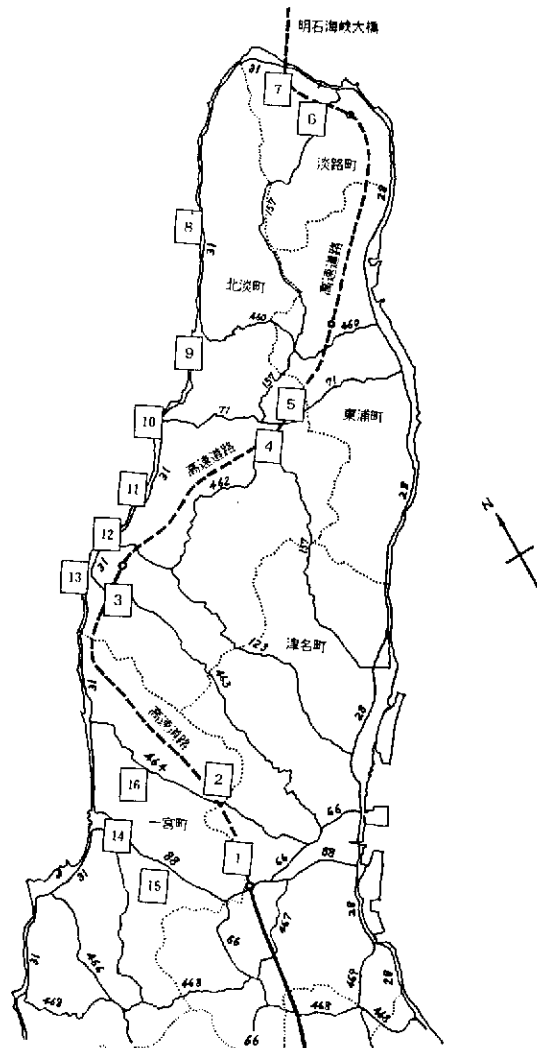


図4.2-1 調査地点番号(□内の数字)

(2) 調査結果

①高速道路（架設中）の被害

調査地点は、高速道路と在来の県道との交差点である（図4.2-1の地点1～7）。これらのうち、地点3では橋脚が施工中であった。それ以外の地点では、高架橋または跨道橋が一部を除き完成していた。目視により被害調査を行った限りでは、対象地点の構造物に地震被害は見られなかった。地点4及び5の高架橋では、橋梁の弱点部となる支承及び耐震連結装置を点検したが、地震による移動はほとんど認められず、無被害であった。

②既存橋梁の被害

図4.2-1の8～16の地点のうち、地震により橋梁本体もしくは取り付け道路に損傷が見られたのは、以下の数橋である。

a) 野烏橋（地点9）

この橋はRC T桁橋であり、海側の桁の橋軸方向に幅5mm程度のひび割れが発生し、コンクリートが一部損壊していた（写真4.2-1及び写真4.2-2）。この桁は、塩害によりコンクリートの劣化と内部鉄筋の腐食が進んでおり、以前に補修された形跡があった（写真4.2-3）。そのため、今回の地震で劣化したコンクリートに変状が発生したものと考えられる。また、支承部付近のコンクリートには、写真4.2-4のような損傷が生じていた。

b) 新斗ノ内橋（地点11）

橋の南側の取付道路に、写真4.2-5のような沈下が発生しており、アスファルトで補修されていた。

c) 新室津橋（地点13）

この橋は、2連の単純RC桁からなる橋である。写真4.2-6のように、支承部付近のコンクリートに幅1cm程度のひび割れが発生するとともに、コンクリートが一部剥離し、鉄筋が露出していた。この橋も以前に補修された形跡があり、露出した鉄筋はかなり腐食していた。また、2つの桁が地震時に衝突して、写真4.2-7に見られるように桁上部のコンクリートが一部破損していた。

d) その他

橋名は不詳であるが、石積み橋台の取付部に、写真4.2-8のような亀裂が見られた。その他、親柱が一部破損したり移動した形跡のある橋が2、3あったが、車両の通行には支障は見られなかった。

以上のように、今回の地震による淡路島の橋梁被害は、北淡町の既存橋梁の数橋程度であり、阪神地区の地震被害に比べると比較的軽微であった。このため、一部に片側通行制限の区間はあるが、車両の通行には大きな支障はなかった。



写真4.2-1 R C T桁のひび割れ（野島橋）



写真4.2-2 R C T桁の損壊（野島橋）



写真4.2-3 鉄筋の発錆（野島橋）



写真4.2-4 支承部コンクリートの破損（野島橋）



写真4.2-5 取付道路の沈下（新斗ノ内橋）



写真4.2-6 支承部コンクリートのひび割れ（新室津橋）

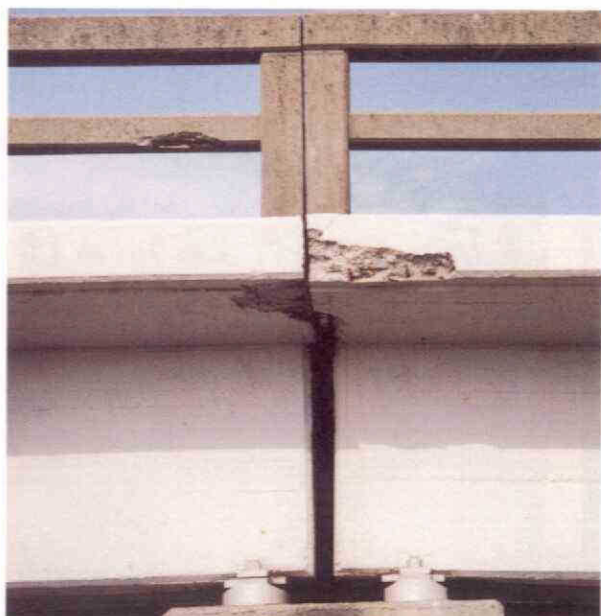


写真4.2-7 桁上部のコンクリートの破損（新室津橋）



写真4.2-8 石積み橋台の亀裂（橋名不詳）

4. 2. 2 港湾施設の被害

調査担当

徳島大学工学部建設工学科 講師 中野 晋

(1) 調査概要

ここでは図4.2-2に示す5カ所の港湾（郡家港，江井港，室津港，富島港，岩屋港）での被害状況について報告する。

いずれの港湾でも直立型護岸の側方流動と背後地（エプロン）の沈下が主要な被害である。以下では各港湾ごとにその概要を示すことにする。



図4.2-2 調査港湾位置図

(2) 調査結果

1) 郡家港（津名郡一宮町郡家）

漁業協同組合事務所前の荷さばき場付近では最大50cmの路面の沈下が見られた（写真4.2-9）。荷さばき場前面の岸壁は変形がほとんど見られないのに対し、背後の路面のひび割れ部から噴砂の形跡が確認される。主として埋立地の液状化に伴い、背後地が沈下したものと考えられる。写真4.2-10は北側の突堤式埠頭の護岸の被災状況である。最大で20cmの護岸の迫り出しが見られた。南側の船溜まりでは古い護岸のほとんどで海への迫り出しと背後地の沈下が見られたが、護岸の側方移動量は最大でも25cm程度である。

2) 江井港（津名郡一宮町江井）

江井港では東側埠頭について調査した。この部分は埋立式の港湾であるが、施設は比較的新しく、被害の程度は軽微である。接岸部の迫り出しは写真4.2-11のように見られたが最大でも10cm未満である。また東南部に設けられた公園は緩やかに東側に傾斜しており、南北に幅5cm程度のひび割れが生じていた。地震動による不等沈下が生じたためと考えられる。

3) 室津港（津名郡北淡町室津）

調査した中では被害度の高い港湾であり、写真4.2-12～写真4.2-13のように直立護岸が20～50cm海側に移動し、裏込め土砂が流動したために背後の物上げ場は大きく破壊されていた。エプロンの沈下量は最大30cm程度である。

4) 富島港（津名郡北淡町富島）（写真4.2-14, 写真4.2-15, 写真4.2-16）

室津港と同様に直立護岸の被害度の高い港湾である。特に西側防波堤沿いの係船施設では50cmを越えて護岸の倒れ込みが生じており、これに伴うエプロンの沈下は大きいところで50cmに達している。しかし旅客船乗り場のある北淡町役場側の係船部では護岸の移動は最大20cm程度とこの港湾の中では小さくなっている。

5) 岩屋港（津名郡淡路町岩屋）

淡路島の北端部に位置し、震源域とも近い岩屋港でも直立護岸の側方流動と背後の沈下が多く見られた。写真4.2-17は最も北側の接岸施設での被害状況で、護岸背後の床板が約60cm沈下している。また、この付近の護岸の海側への移動量は最大20cm程度である。明石フェリーの南側の栈橋前のアスファルト舗装面が数カ所で破壊されており、この栈橋は閉鎖中であつた（写真4.2-18）。船舶への給油施設でも配管の破損などが生じたと見られ、配管の一部の交換が行われていた。



写真4.2-9 漁協前の路面の沈下
(郡家港)



写真4.2-10 直立護岸の被災
(郡家港)



写真4.2-11 江井港の被災



写真4.2-12 室津港の被災①



写真4.2-13 室津港の被災②



写真4.2-14 直立護岸の被災（富島港）



写真4.2-15 護岸背後の沈下（富島港）



写真4.2-16 旅客船乗り場周辺の被災



写真4.2-17 護岸背後の沈下（岩屋港）



写真4.2-18 棧橋前の舗装面の被災（明石フェリー前）

4. 3 生活関連の震害状況

4. 3. 1 人的被害

調査担当

徳島大学T.学部建設T.学科 教 授 青山 吉隆
 助 手 廣瀬 義伸
 仁田ソイロック(株) 設計部次長 多田 恭章

(1) 淡路島内における人的被害

兵庫県南部地震による淡路島内の人的被害は、表4.3-1に示すように、死亡者が57名、重傷者が74名、軽傷者が1,102名にのぼっている。これらの被害者の分布は、震源地に近い淡路島北部の町に集中しており、特に、北淡町、一宮町に多い。これは、震源となった活断層に近かったために、北部地域の家屋倒壊等の建物被害が南部地域よりも多かったことに起因している。

また、淡路島内の死亡者の死因をみると、阪神地域とは異なり、火災による死亡者が皆無であった。これは、淡路島内のガス供給がプロパンガスであったため、ガス漏れに起因する火災発生がなかったことが大きく寄与していると考えられる。

表4.3-1 淡路島内の人的被害の状況

(1995年3月22日現在)

	死 者	負 傷 者	
		重 傷	軽 傷
洲本市	4	6	38
津名町	5	12	19
淡路町	0	3	31
北淡町	38	20	811
一宮町	10	16	146
五色町	0	2	15
東浦町	0	5	25
緑 町	0	5	8
西淡町	0	4	2
三原町	0	0	4
南淡町	0	1	3
合 計	57	74	1,102

出典：兵庫県淡路県民局作成資料

(2) 阪神地域との人的被害の比較

兵庫県南部地震による兵庫県における人的被害の概況を、表4.3-2に示す。

この表より、阪神地域と淡路島内の人的被害の状況を比較すると、人的被害の総数は阪神地域よりも少数であるが、対人口比で見ると、北淡町、一宮町といった特に被害が集中した地区においては、阪神地域の被害が集中した地区と同程度の被害を受けている。北淡町においては、一時町民の約3分の1が避難所に身を寄せるといった惨状であった。

今回の震災における死亡者の死因の9割以上が、建物倒壊が直接の原因であるとされている。この観点から、住居被害の棟数に対する死傷者の比を用いて阪神地域と比較すると、死亡率は淡路島内の方が比較的低率になっている。この原因については、さらに詳細な調査を行って明らかにする必要があるものの、これまでの現地調査より得られた情報から

は、淡路島内では木造建築の比率が高く、地震動により家屋が倒壊しても、比較的救助が容易であったこと、近隣のコミュニティが都市部に比べて比較的強く残されていたために、迅速な安否確認と行方不明者の救助を行うことが可能であったこと、さらに、地域の消防団等の初動救助の体制が地震直後よりの確に機能したこと、火災の発生がなかったこと等によるものと推測される。

表4.3-2 兵庫県下の人的被害の状況

	人 口	被 害 状 況				対人口比			対住居被害棟数比	
		死亡者数	負傷者数	避難者数	住居被害	死亡率	負傷者率	避難者率	死亡率	負傷者率
洲本市	44,441	4	44	-	664	0.01%	0.10%	0.00%	0.60%	6.63%
津名町	17,537	5	31	342	1,382	0.03%	0.18%	1.95%	0.36%	2.24%
淡路町	8,112	0	34	128	924	0.00%	0.42%	1.58%	0.00%	3.68%
北淡町	11,894	38	831	3,705	1,891	0.32%	6.99%	31.15%	2.01%	43.95%
一宮町	10,361	10	162	850	1,845	0.10%	1.56%	8.20%	0.54%	8.78%
五色町	10,498	0	17	12	448	0.00%	0.16%	0.11%	0.00%	3.79%
東浦町	8,502	0	30	173	733	0.00%	0.35%	2.03%	0.00%	4.09%
緑 町	5,792	0	13	-	66	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	19.70%
西淡町	13,993	0	6	5	290	0.00%	0.04%	0.04%	0.00%	2.07%
三原町	17,113	0	4	-	131	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	3.05%
南淡町	21,963	0	4	-	82	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	4.88%
淡路島計	170,206	57	1,176	5,215	8,456	0.03%	0.69%	3.06%	0.67%	13.91%
東灘区	186,170	1,263	637	67,617	14,661	0.68%	0.34%	36.32%	8.61%	4.34%
灘 区	124,641	819	533	30,390	15,849	0.66%	0.43%	24.38%	5.17%	3.36%
兵庫区	122,242	410	1,755	25,500	13,867	0.34%	1.44%	20.86%	2.96%	12.66%
長田区	129,495	724	2,413	44,865	21,526	0.56%	1.86%	34.65%	3.36%	11.21%
須磨区	184,638	340	1,112	19,579	11,307	0.18%	0.60%	10.60%	3.01%	9.83%
垂水区	233,849	2	3,383	4,029	5,617	0.00%	1.45%	1.72%	0.04%	60.23%
北 区	198,889	2	817	2,336	1,295	0.00%	0.41%	1.17%	0.15%	63.09%
中央区	106,891	208	1,640	32,262	8,486	0.19%	1.53%	30.18%	2.45%	19.33%
西 区	160,911	3	1,020	678	1,501	0.00%	0.63%	0.42%	0.20%	67.95%
神戸市計	1,447,726	3,771	13,310	227,256	94,109	0.26%	0.92%	15.70%	4.01%	14.14%
尼崎市	490,934	27	61	8,629	4,577	0.01%	0.01%	1.76%	0.59%	1.33%
明石市	271,645	5	965	1,474	783	0.00%	0.36%	0.54%	0.64%	123.24%
西宮市	413,679	981	2,987	33,863	31,242	0.24%	0.72%	8.19%	3.14%	9.56%
芦屋市	86,280	403	2,759	20,970	4,077	0.47%	3.20%	24.30%	9.88%	67.67%
伊丹市	183,215	11	923	7,365	1,653	0.01%	0.50%	4.02%	0.67%	55.84%
宝塚市	201,201	87	1,100	11,018	5,059	0.04%	0.55%	5.48%	1.72%	21.74%
川西市	141,994	1	178	509	2,256	0.00%	0.13%	0.36%	0.04%	7.89%
その他県内	3,755,605	16	70	379	141	0.00%	0.00%	0.01%	11.35%	49.65%
兵庫県計	5,373,537	5,359	23,529	316,678	152,353	0.10%	0.44%	5.89%	3.52%	15.44%

注1)人口は、平成3年版「全国人口・世帯数表 人口動態表」の数字を用いた。

注2)淡路島内の被害状況の数字については、兵庫県淡路県民局調べ(3月22日現在)

注3)淡路島以外の死亡者は、兵庫県警調べ(2月8日現在)[2月17日朝日新聞]

注4)淡路島以外の負傷者数は、兵庫県警調べ(1月31日現在)[読売新聞社]

注5)淡路島以外の住居被害は、全壊・半壊・消失戸数の兵庫県調べ(2月16日現在)[2月17日朝日新聞]

注6)避難者数は、兵庫県、大阪府、神戸市調べの震災後のピーク時[2月17日朝日新聞]

4. 3. 2 建物被災状況

調査担当

徳島大学工学部建設工学科 教授 水口 裕之
 助教授 山中 英生
 (株)建設材料試験所 設計部部長 澤田 俊明
 淡路島環境会議 会長 湊 格

(1) 建物被災調査の概要

①調査の経緯 第一次建物被災調査は都市計画学会関西支部および建築学会近畿支部都市計画部会の合同主催によるもので、澤田・山中らが参加したものである。上記2学会による建物被災調査は阪神地区（明石から宝塚・豊中）では2月初めから開始されていたが、淡路島については被害地域が広範囲におよぶことや、阪神地区からの大量の人員派遣が難しいことなどから手が回らない状態であったという。

2月4日、上記調査を指導する大阪大学鳴海教授から、都市環境デザイン会議徳島地区メンバーおよび地元の淡路島環境会議のメンバーへ協力依頼があり、徳島グループは澤田の呼びかけに、徳島大学、徳島景観研究会、徳島市役所建築指導課等のメンバー約20名が参加した。これに大阪大学からの呼びかけに応じた広島のコサルタントグループが加わり、大阪大学グループを中心に総勢30余名の調査団となった。

調査は2月11日（土）、12日（日）の両日にわたり、図4.3-1の地区を対象として行われた。このうち、津名町志筑、一宮町郡家は震度7の倒壊状況と発表されている。

②調査内容 調査は、被害を受けている建物について、その状況を外見の目視によって棟別に3段階の被災度を判定し、住宅地図に記入した。被災状況のランクは表4.3-3によった。判定基準の参考として表4.3-4を併用した。被災状況を1街路につき片側ずつ2枚撮影した。

表4.3-3 被災状況の判定ランクと記入方法

		記号	木構造 (W)	鋼構造 (S)	RC構造 (RC)
破 壊 状 況	ランクC 住める見込みは非常に少ない		全面的倒壊 各階の破壊 明らかな傾き	同右	各階の破壊 傾き 構造材の損傷
	ランクB 大幅な修理で住める可能性有り		構造材の破損 電柱・隣棟に よる打撃	同右	構造材以外の 損傷(壁など)
	ランクA 修理を加えると住める		屋根瓦がおち ているなど比 較的軽い損傷	同右	壁の小さなひ び割れなど比 較的軽い損傷
	無被害 見た目には被害がない		見た目に被害がない		
火災による被害			火災による被害		



図4.3-1 調査対象地区

表4.3-4 被災度判定基準参考例

	木造の場合	鉄骨造の場合	鉄筋コンクリート造の場合
ランクC 再使用不可能	<ul style="list-style-type: none"> 既に家屋がない(撤去済み) 全面的倒壊(1階が潰れている、屋根が落ちて、5度以上傾斜している) 基礎の破断(上部構造と遊離している。ひび割れが著しく上部を支えられない) 柱など破壊(柱が折損している、柱抜けなど出している、軸組が分解している) 外壁の破損(外壁の構造体が剥離剥落している) その他(火災による焼失、隣の建物や電柱の倒れ込みによる破壊など) 	<ul style="list-style-type: none"> 既に家屋がない(撤去済み) 全面的倒壊(ある階が潰れている、屋根が落ちて、5度以上傾斜している) 柱梁の破壊(座屈が著しい、折れ曲がっている、柱脚のアンカーが破断している) 外壁の破壊(外壁の構造体が剥離剥落している、今にも落下しそうである) その他(火災による焼失が著しく再使用不可能) 	<ul style="list-style-type: none"> 既に家屋がない(撤去済み) 全面的倒壊(ある階が潰れている、屋根が落ちて、5度以上傾斜している、転倒の危険性がある) 沈下(1M以上沈下している) 柱梁の破壊(鉄筋のはらみだし、曲がり・破断が認められる、コンクリートが崩れ落ちている、柱にせん断破壊が見られる) 外壁の破壊(外壁の構造体が剥離剥落している、今にも落下しそうである) その他(火災による焼失が著しく再使用不可能)
ランクB 大幅な修理で再使用可能	<ul style="list-style-type: none"> 部分的破壊(傾きが認められる(5度以下)) 基礎の破断(基礎のモルタルが剥離している、基礎にひび割れが認められる) 外壁の破壊(大きな亀裂が認められる、目地が著しく崩れている、ガラス窓が壊れ落ちている)壁のモルタルが剥離しているだけのものはこのランクに含まれない 屋根の破損(屋根瓦のズレが著しい、大半が落ちて、このランクには至らない) その他(被害が顕著でランクCには至らない) 	<ul style="list-style-type: none"> 部分的破壊(傾きが認められる(5度以下)) 基礎の破断(基礎のコンクリートが部分的に破壊) 柱梁の破壊(柱や梁がわずかに変形している) 外壁の破壊(壁の一部が落ちている、目地がずれている、隅角部に亀裂がある、隙間が見える)ガラス窓が破損しているだけのものはこのランクには含まれない その他(被害が顕著でランクCには至らない) 	<ul style="list-style-type: none"> 部分的破壊(傾きが認められる(5度以下)) 沈下(20cmから1mの沈下が認められる) 基礎の破壊(基礎のコンクリートが部分的に破壊) 外壁の破壊(壁の一部が落ちている、隅角部に亀裂がある、隙間が見える、壁に破損や亀裂が認められる)ガラス窓が破損しているだけのものはこのランクには含まれない その他(被害が顕著でランクCには至らない)
ランクC 使用可能	<ul style="list-style-type: none"> 外壁の破壊(モルタルが部分的に落ちて、壁に僅かなひび割れがある) 屋根の破損(屋根瓦が部分的に落ちて) その他(被害が軽微でランクBにいたらない) 	<ul style="list-style-type: none"> 外壁の破壊(モルタルが部分的に落ちて、壁に僅かなひび割れがある、窓ガラスが一部破壊している) その他(被害が軽微でランクBにいたらない) 	<ul style="list-style-type: none"> 外壁の破壊(目地に亀裂が認められる、壁に僅かなひび割れがある、窓ガラスが一部破壊している) その他(被害が軽微でランクBにいたらない)

(3) 建物被害の状況と分布

図4.3-2~4.3 5に五色町および一宮町の4集落について、被災建物の分布状況を示す。いずれの集落も漁村型であるが、両町の役場のある都志、郡家は河川扇状地に開けた集落である。これらから、特徴的な点として以下が指摘できる。

① 建物が集中する低地に被害は集中している。内陸部、特に丘陵地や山手側にも、相当地に古い建物も存在するが、被災率は低い。

② 低地部の中でも被災状況は特定地域に偏った分布が見られる。・河川扇状地内 ・旧道に面する商店街 ・密集家屋地帯といった形容がこの特定地域を示している。

③ 上記の集中地域は一定の帯や流れやをもった形状をしている。

やや、仮説的ではあるが、こうした被害状況をもたらした要因として挙げられることを指摘してみると、①旧河道や扇状地の弱い地盤への集中 ②帯状の広がり地震動の主方向との関係 ③密集地区における被災集中と軒をふれあう建物相互のゆれの影響 ④商店街での被災集中と商店建物の広い開口部の関係 等々が挙がる。これらについては、詳細な調査と分析を進める必要がある。①や②については、倒壊物の方向調査を行って、検討を進めている。

また、写真4.3 1~6に津名町志筑地区および北淡町富島地区における建物被災状況を示す。日本瓦の屋根の建物の被災率が高いとされているが、低地部の軟弱地でもほとんど損傷のない瓦屋根の見受けられる。また、家屋が全壊しているところでも植え込みの樹木はほとんど現存しており、緑地・樹木の防災効果の高さについても示唆できる。

(4) まちづくりに関する町村ヒアリング調査

3月24日に一宮町、五色町、津名町、東浦町の役場にまちづくり復興対策に関するヒアリング調査を行った。このうち、都市計画区域を持つ津名町では復興事業として都市計画道路事業の策定を行っており、都市計画区域を持たない一宮、五色については、修復型まちづくり事業である総合住環境整備事業の導入をそれぞれ、郡家、都志の地区に検討している。郡家地区については住民説明用の街路計画案が策定されており、同地区の401世帯の住民アンケートが実施されている。この結果を報じた神戸新聞3月24日付記事によると同地区には高齢者の一人世帯が20%、二人までの少数世帯が約半数を占めており、持ち家世帯は70%である。全壊・取り壊しは昭和30年代以前の住宅の9割、木造家屋の7割の及んでいる。持ち家層は8割が現住地での居住を望んでいるが、借家世帯は28%にすぎない。このように、高齢者・一人暮らし・借家人という社会的弱者が今回の震災の最も深刻な被害者となっており、まちづくりにおいても公営住宅、福祉住宅の建設等公的対応の急がれる課題と言える。また、いずれの市町村もこうした緊急で規模の大きい市街地整備事業の実施については十分な経験がなく、技術者の不足を当面の問題と指摘している。

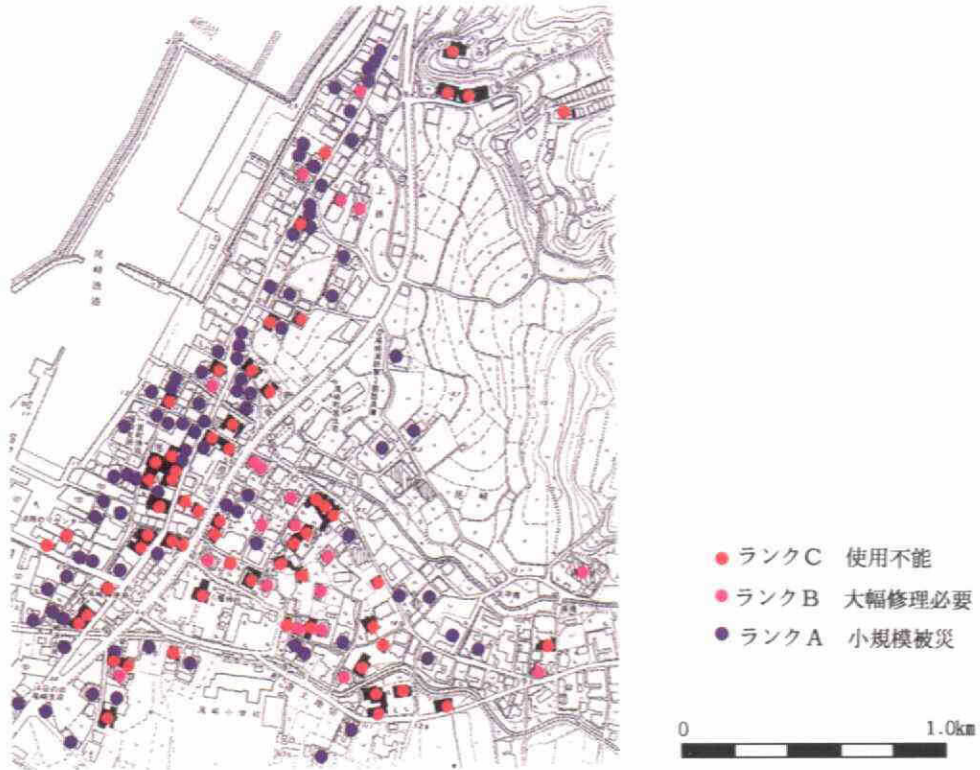


図4.3-1 建物被害の分布 (一宮町 尾崎地区)

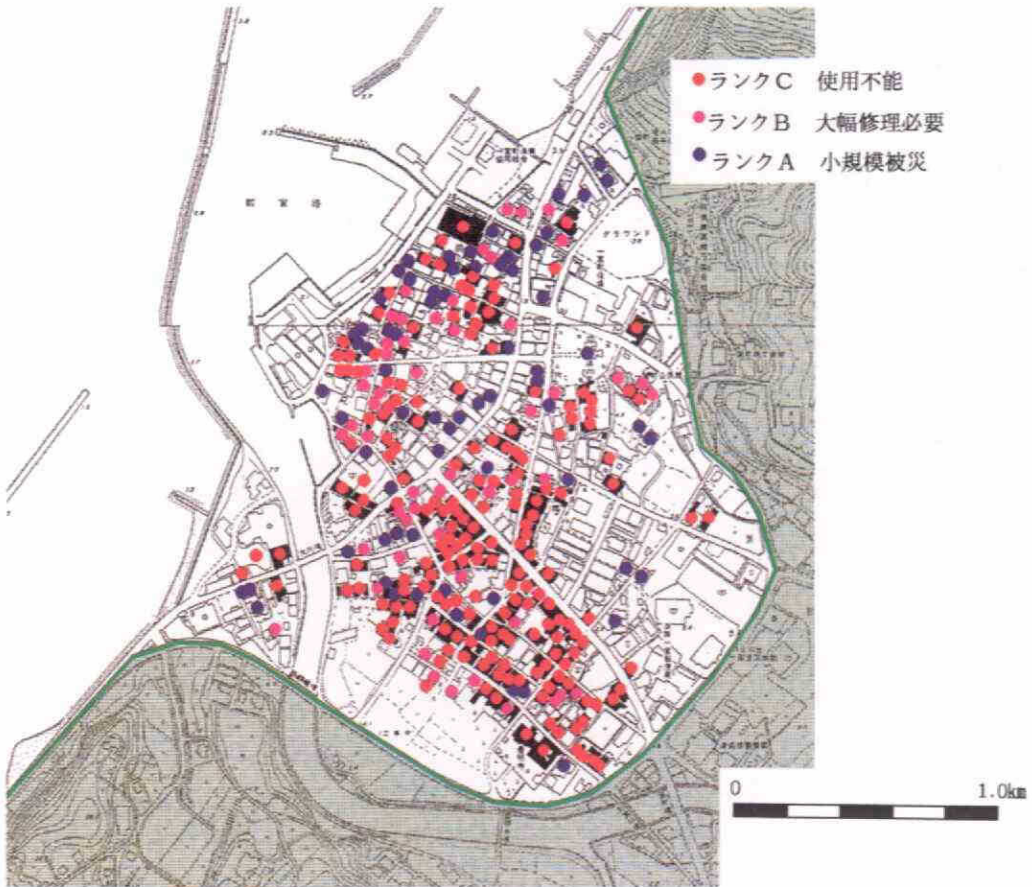


図4.3-2 建物被害の分布 (一宮町 郡家地区)

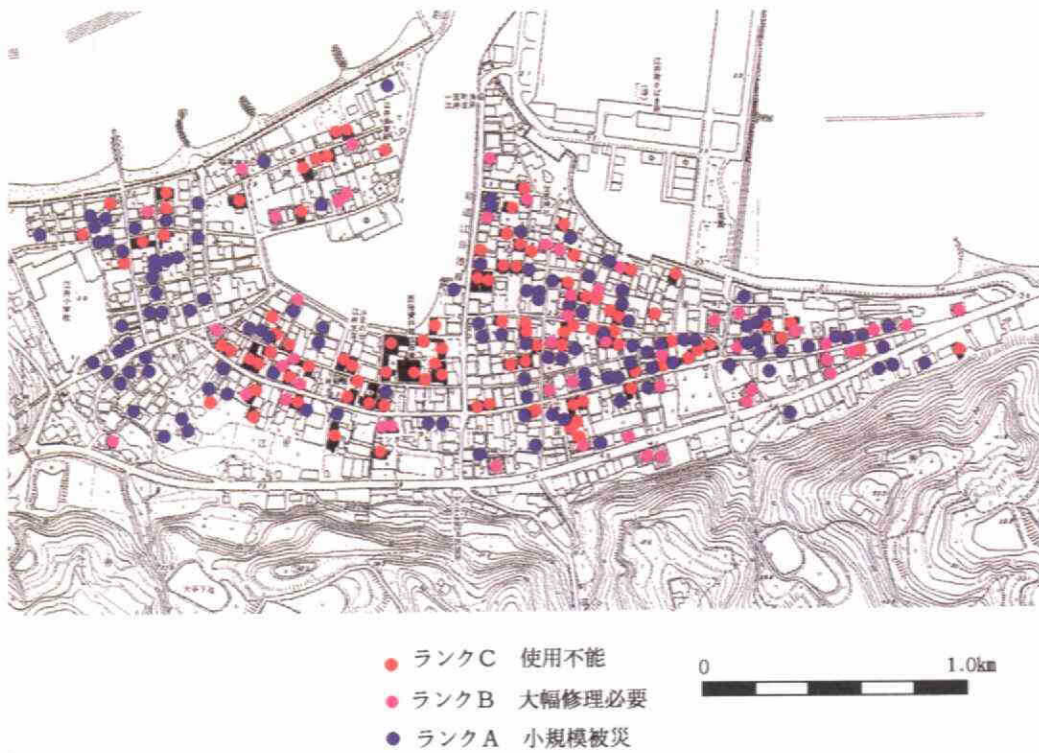


図4.3-3 建物被害の分布（一宮町 江井地区）

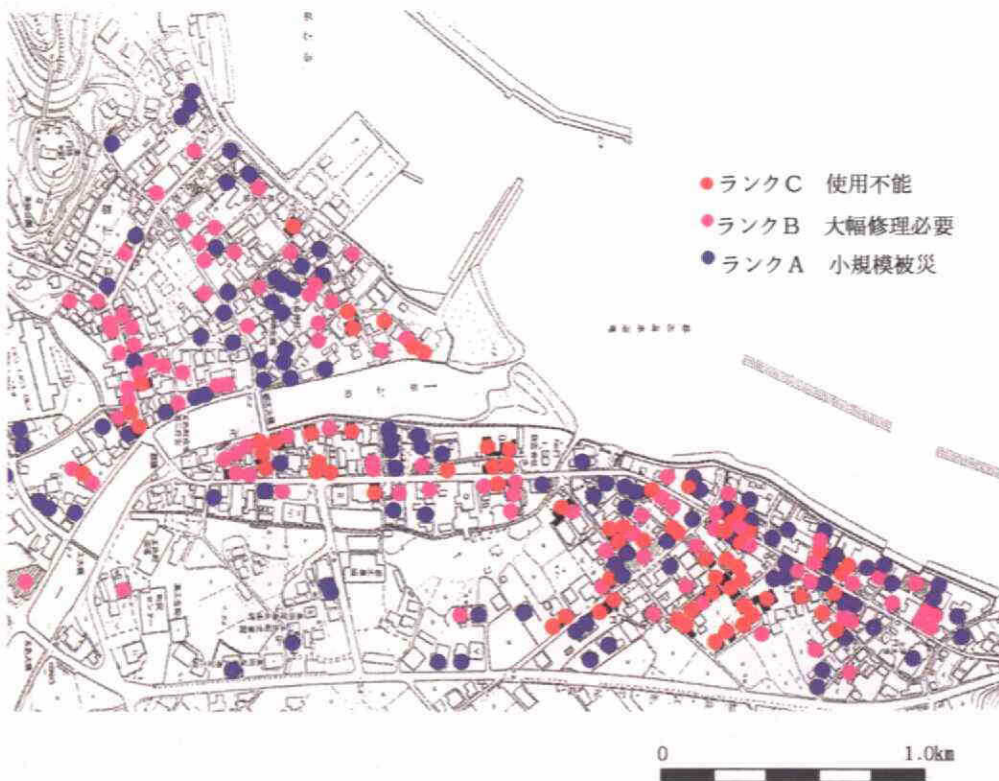


図4.3-4 建物被害の分布（五色町 都志地区）



写真4.3-1 津名町志筑地区
密集地域での建物被災



写真4.3-2 津名町志筑地区
● 全壊家屋のそばに残る樹木



写真4.3-3 津名町志筑地区
丘陵地に残る古い家屋



写真4.3-4 北淡町富島地区
建物1階部の倒壊



写真4.3-5 北淡町富島地区
建物の倒壊



写真4.3-5 北淡町富島地区
倒壊集中地区に残る家屋

4. 3. 3 環境施設の被害

調査担当 徳島大学工学部建設工学科 助教授 伊藤 禎彦
阿南工業高等専門学校 講師 上月 康則

(1) 調査概要

淡路島内の一宮町、北淡町、淡路町、津名町において、上水道施設、屎尿処理施設、廃棄物処理施設の被災、復旧状況について聞き取りや現場調査を行った。なお、上月は1月28日に事前調査を行い、これを受けて2月5日、伊藤が調査した。

(2) 調査結果

① 一宮町

①-1 上水道施設

施設：郡家川（80％）と地下水（20％）を水源としている。浄水場は郡家川沿い大木にある。浄水場の山手に数箇所の深井戸がある。

被害：1）浄水場の処理能力自体に被害はなかった。2）地下水からの取水用ポンプと導水管が損傷しているものの、未修理。3）配水管は無数に破断、抜けるなどの被害。

被災直後：1）断水率70％以上。火災はほとんどなく、断水の影響はなかった。2）家庭に設けられている井戸から取水できたので水を得ることができたケースがある。

1/28現在：断水率10％以下、すべて河川からの取水でまかなっている。現在、圧を少しずつ上げながら、漏水をチェックしている。今後、地下水の取水ポンプと導水管のチェックを行いながら、完全復旧をめざす。

2/5現在：1）全戸に通水できている。宅内漏水は起きているものの、水は一応全家庭で使えだしている。2）仮設住宅に370戸分布設する予定である。3）地下水源自体に異常はない。4）ただ、山田地区と高田地区の井戸が枯れたとの報告がある。このため上水道を布設してほしいとの要請が10件ほど寄せられている。

①-2 屎尿処理施設

施設：一宮町には屎尿処理施設はなく、五色町、津名町の3町合同で、和歌山沖への海洋投棄を行っている。

2/5までの状況：1）海洋投棄は従来神戸港経由で行っていたが、神戸港が使用不能となったため、徳島港経由に変更している。2）浄化槽は被災しているようであるが、それに対する対策の要請はまだきていない。全体的に被害の程度は軽い。

①-3 廃棄物とその処理施設

施設：焼却炉7t/dayが一基。平川橋上流に位置する。

被害：被害なし。

被災直後：1) 1/17当日は混乱したものの、翌日には通常の収集・処理業務が行えた。焼却場への進入道路が若干痛んだくらい。2) 水はきており操業は行えた。

1/28現在：可燃ごみは日常通りの業務で処理しきれている。不燃ごみのうち小型のものは町の埋立地で処分する。大型ごみはいったん臨時置場（北山にある）に集積した後、可燃物と不燃物に分別する。木材などの可燃物は燃やす。不燃物は津名町佐野沼島にある県の仮置き場に集積している。これは今後分別し、処理されることになる。

2/5現在：1) 方針に変化はない。町の埋立地の能力を超えるならばフェニックスに頼らざるをえないだろう。津名町志筑新島にあるフェニックス津名積出基地の受け入れ地域は、淡路島内の洲本市、津名町、淡路町、北淡町、一宮町、東浦町の1市5町である。

2) 津名町佐野沼島にある県の仮置き場（ここへは淡路島全土からの廃棄物が集積している）からも、フェニックスへ積出できるように計画されている。

② 北 淡 町

②-1 上水道施設

施設：室津にある。室津川と地下水（育波の配水池に隣接しているもの）より取水し、配水池で混合して用いている。冬は主に河川水を取水している。

被害：浄水施設の被災はみられたが処理に問題はない。1) テレメータースystemが停電で停止、地震で損傷。2) 配水池は無数に破断、抜けるなど。3) 2つある配水池（室津と育波）のうち1つにひび割れが生じ、空になった。また町中の管の破断のためすぐに空になった。

被災直後：1) 断水率不明。水処理には問題がないことから給水は当日から行っている。枝管多数破損。2) 停電が解消した後は、家庭に設置している掘りぬき井戸の水を汲み上げ使用することができた。

1/28現在：配水管と給水管の復旧。27日には断水率60%。

2/5現在：1) 仮設の管を路上、あるいは排水路内くに布設している(写真4.3-7, 4.3 8)。これを含めての復旧率は91%（野島漁港地域までの範囲で）。ただし、浄水場から北淡町の中心地には直線距離で5~6 kmあり、北淡町の中心地にはまだ水はきていない。まだしばらくかかる見込み。宅内漏水の問題や新たな水道管の引き込みはその後になるだろう。2) 本格復旧の見通しは、まだない。3) 地下水源自体に変化はない。4) 北淡町中心部に谷川という枯れた川があるが、これより北東側では井戸が枯れた。南西側でも出が悪くなった。（住民の話）5) 北淡町中心部では、飲料水は役場の給水所へもらいにいっているが、生活用水は自宅に備えている掘りぬき井戸から得ることができている。この地区に限らず、島内では上水道の他に掘りぬき井戸をもっている家庭は多い。

②-2 屎尿処理施設

施設：1) 単独および合併浄化槽により、水洗化率は30%弱。2) 汲み取り屎尿は業者

が収集。北淡町、淡路町、東浦町の3町が1つの屎尿処理施設を持っている。淡路町鶴崎にある。

2/5 状況：1) 単独および合併浄化槽の50%程度が被害を被り、処理できなくなっている。これら浄化槽の持ち主からの汲取の要請がきているが、件数は多くない。2) 仮設住宅用の仮設トイレは汲み取り式である。水が不足しているため、活性炭をときどきまいて除臭を行っている。

②-3 廃棄物とその処理施設

施設：焼却炉10t/dayが一基。原山の山手にある。

被害：特になし。少々のひび割れはあるが処理には支障はない。

1/28 現在：1) 可燃ごみは1/19より連日処理を行っている。19日には5t、その後8t, 10t, 12tと日毎に増えてきたため、処理能力を超えた。徳島県藍住町からの応援によって貯まった16tを土、日に焼却(30t/dayの炉)してもらっている。2) 全壊、半壊家屋は土とり跡地に集積した後に、コンクリート、燃焼ごみ、冷蔵庫などの3種類に分別する。それぞれは津名町の県の仮置き場に集積している。町が責任をもって野焼き、洲本の淡路公益事務組合の埋立地で処分する。

2/5 現在：1) 地震が原因で北淡町で出るごみの量は37万m³と推定した。家屋等の倒壊状態から100m²あたり72m³として計算したものである。その70%は木材。焼却残渣は今回の場合、30%程度が予想される。2) 徳島県藍住町の好意によって、土曜日ごとに16t(4t車×3台+2t車×2台)を収集し、処理してくれている。3) 浅野に木材の仮置き場を設けている。4) この浅野に深さ5mの穴をすでに掘っており、ここで野焼きする予定である。普段ならできないことだが、緊急時なので町民のコンセンサスが得られている状況である。5) 焼却炉メーカー、アクタスが仮の焼却設備の設置を申し出た。組み立てたものを持ち込むもので、2週間で設置可能という。好意により3ヵ月間無償提供されることとなり、近く試運転に入る予定。

今後の見通し：仮置き場に置いている廃棄物を今後処理していくことになるが、混合状態であり、分別しきれないものと思われる。したがって、フェニックス埋め立てのための検査に合格できるか、懸念している。現在町内に処分場はないが、検査に合格できない場合には、町内に処分地を探さなければならないものと覚悟することになる。

③ 淡路町

③-1 上水道施設

施設：浄水場3つ。(西海岸2つ、東海岸2つ) 水源には5本の河川(大谷川、長谷川、茶岡川、鶴崎川、灘川、合わせて80%)、溜め池(20%)、ダムと井戸(渇水のため取水不可能)。

被害：浄水施設の大きな被害はない。配水管、支管で多数の被害がみられた。これは西側

で顕著であった。1) 配水管(250mmと75mm)の30箇所で損傷。2) 支管は600箇所で損傷。3) 破断が約60%、抜けは40%であり、西側ほどその傾向は顕著。4) 東の浄水場に5mm程度のクラックがあったが大きな問題ではない。

被災直後：1) 断水率30%。250mm管は18日朝までには修繕。2) 24日に完全復旧。この間、給水停止にはいたらなかったが、23日まで配水池内水位が常に低かったため、高台の水の出が悪いことがしばしばあった。

1/28現在：低圧で水を送水しつつ、漏水箇所をさらに探していく。

2/5現在：1) 宅内漏水対策として各家庭で量水器より1、2本の給水管を取りつけ、給水している。これを含めて24日までに復旧した。2) 井戸水を使用している地域のうち2地区の井戸が干上がった。今後上水道を布設することになる。3) 茶間川、鶴崎川の流量が増大している。また、谷川ダム上流域に湧水地帯を新たに発見している。

③-2 屎尿処理施設

汲み取り屎尿は、北淡町、淡路町、東浦町の3町が合同で持っている淡路町鶴崎にある屎尿処理施設で処理している。その他未調査。

③-3 廃棄物とその処理施設

施設：新炉(10t/day)と旧炉(10t/day)の二基。

被害：1) 旧炉は全長の2/3の煙突が倒壊。処理不可能。2) 新炉は煙突にクラックあり。処理可能。

1/28現在：1) 可燃ごみは1/17より平常通り行っている。当日のごみの量は平日の2倍。2) 大型ごみは青木建設の作り置き場に集積後、可燃ごみと不燃ごみに分別する。可燃ごみは燃やす。不燃ごみはフェニックスに送る予定。

④ 津名町

④-1 上水道施設

施設：水源には深井戸(大半)、溜め池、伏流水。処理は沈殿と塩素処理。

被害：浄水施設の大きな被災はない。導水管は問題なし。1) 配水管、給水管で多数の被害がみられた。2) 管の損傷のうち、破断が多い。これは石綿管であったため、計500箇所。被災直後の断水率は100%。

1/28現在：漏水調査は業者に依頼。150戸/5700戸で断水。

④-2 廃棄物とその処理施設

2/5現在：処理施設自体には問題はなかった。津名町大谷沖合の生穂新島において津名町の廃棄物が集積され、順番に野焼きが行われていた(写真4.3-9)。津名町のみ廃棄物であるが大量に野積みされていた。野焼きの規模も大きく、約3km離れた佐野でも煙のはっきりとした匂いが認められた。風向は北西で大阪湾へ流れているので住民への影響は軽いかもしい。野焼きは津名町開発課の指示。焼却残渣をどうするかは決まってい

ない。

(3) 全体考察

1. 被災の程度と復旧

全体的に北淡町の被害が著しく、これと比較すれば他の地域の被害は軽い。他の地域の上水道、屎尿処理は概ね復旧を終えている。北淡町では仮設の水道管を地上に布設している。本格復旧はその後であり、長時間を要する見込みで復旧時期についての見通しはまだない。

2. 災害に対する郡部の弾力性について

阪神地区は非常に完成度の高い近代都市であるのに対し、淡路島、特に今回の被災の中心であった西海岸は都市化の点で見ると遅れている地域である。しかし、このことが逆に幸いし、調査対象であった環境施設系は以下に示すような弾力性をもつものであった。

① 上水道施設

個人が上水道の他に家庭に掘りぬき井戸をもっている割合が高い。停電が解消した後は、そこから水を得ることができ、急場をしのぐことができた。断水状態が続いても、飲料水は役場の給水所に貰い受けにしているが、生活用水は自宅の井戸でまかなうことができている。上水道に全面的に依存している都市で断水すれば市民はお手上げ状態だが、ここでは住民が能動的に水にアクセスすることができたといえる。また、どの町も水源を複数もっている。今回浄水場で処理不能になるほどの被害は発生しなかったが、危機管理からは有利な点である。さらに、仮設の水道管を、路上あるいは排水路内を利用して布設できている点があげられる。阪神地区における復旧が埋設を中心としたものであるのに対して、空間的な余裕があることの一例といえる。

② 屎尿処理施設

被災地域に公共下水道はまだない。北淡町では浄化槽の半数程度が被害を受けていると推定されるが、困っているという声は今のところあまり出ていない。真冬であったことが衛生上の問題を生じさせずに済んだ。今後、屎尿が蓄積するにつれて対策の要請が出されてくるものと思われる。都市の下水処理システムと比較すると、少なくとも下水が一ヶ所に集中するのを防いでいるという印象がある（無論一長一短あるが）。

③ 廃棄物とその処理施設

ごみの集積場所を確保することのほか、野焼きのための深さ5mの穴をすでに準備するなど早急な対策がとられている。注目すべきは、本来違法である野焼きが行えている点で、大都市で行うと問題が大きくなるだろう。現在、野焼きは、郊外の内陸部や埋立地などで、住民のコンセンサスを得ながら行われている。



写真4. 3-7
仮設水道管
(北淡町内)

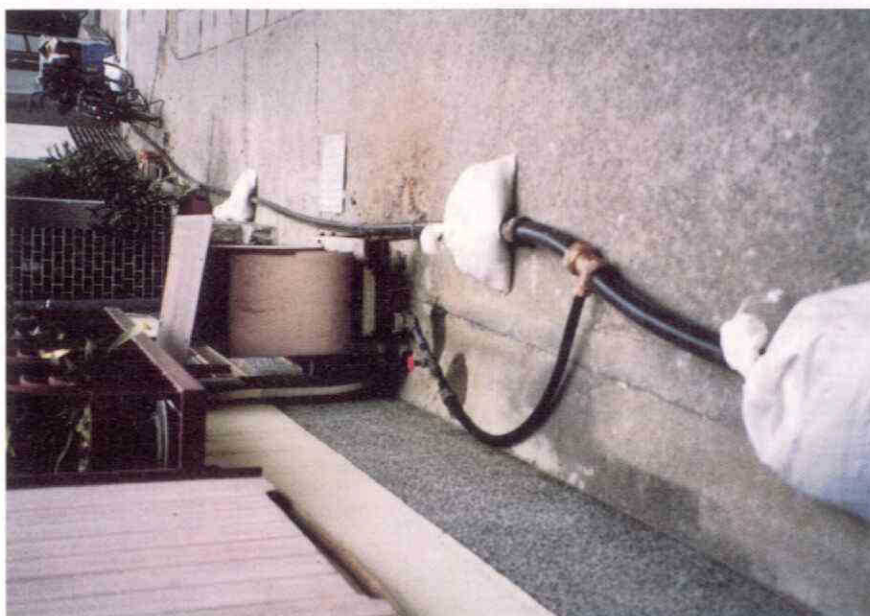


写真4. 3-8
仮設水道管
(北淡町内)



写真4. 3-9
廃棄物の集積と
野焼きの状況
(津名町生穂新島)

4. 4 震災による被害のまとめ

兵庫県民局調べによる被害集計表を以下に示す。

平成7年3月22日 18時現在

被害区分	単位	洲本市	津名町	淡路町	北淡町	一宮町	五色町	東浦町	緑町	西淡町	三原町	南淡町	合計	
人的被害	死者	人	4	5		38	10						57	
	行方不明者	人											0	
	負傷者	重傷	人	6	12	3	20	16	2	5	5	4	1	74
		軽傷	人	38	19	31	811	146	15	25	8	2	4	3
住家被害	全壊	棟	17	603	312	1,341	1,032	178	314	17	132	18	10	3,974
		世帯	17	603	312	1,341	1,032	178	320	17	132	18	9	3,979
	半壊	棟	647	779	612	550	813	270	419	49	158	113	72	4,482
		世帯	647	779	612	550	813	270	427	54	158	113	69	4,492
	一部破損	棟	1,638	4,204	1,688	1,504	1,281	2,558	772	269	441	355	340	15,050
		世帯	1,638	4,204	1,688	1,504	1,281	2,558	773	269	441	375	340	15,071
	床下浸水	棟											1	1
		世帯											1	1
非住家	公共建物	棟		1			1				1		3	
	その他	棟	193	880	112	250	165	70	519	26	424	164	91	2,894
その他	崖くずれ	箇所											0	
	道路	箇所	17	54	33	580	79	30	200	15	2	5	1,016	
	橋りょう	箇所		1	2	10			5				18	
	河川	箇所		2	2	320	2		3				329	
	鉄道不通	箇所											0	
水道(断水)	戸	887	5,568	900	3,400	3,000	500	3,180	28				17,463	
	現況	1/20復旧	2/2復旧	1/24復旧	2/10復旧	1/28復旧	1/18復旧	1/24復旧	1/18復旧					
他	その他種別 件数	幼稚園	1					ため池	ため池・池		ため池	ブロック塀	法面崩壊	308
							150	45		41	66	5		
避難状況	状況	箇所		1	0	6	5	2	3				17	
	(自主)	人		5	0	493	81	3	25				607	
白衛隊派遣状況	人				410								410	

資料：各市町からの報告をもとに、兵庫県淡路県民局が作成。

5. 復興の課題

甚大な被害をもたらした阪神大震災は、わが国の安全神話が崩壊したことを明らかにした。しかし、この地震列島の土木建築構造物に対して、震度7に備える耐震基準を設定するためには巨額の公共投資が必要であり、従前には、それだけの予算を容認する国民的コンセンサスが存在しなかったのも事実である。そして耐震基準以上の地震の力が作用して構造物は破壊された。

しかし、この大惨事に直面して、神戸市などの都市地域では、せめて幹線道路だけでも震度7の耐震基準に出来なかったのか、設計、施工に問題はなかったのかなど、国土づくりにおける土木技術のあり方が問われている。一方、淡路島では、この調査でも明らかになったように、土木構造物関係の被害は比較的軽微であり、これに対して、古い建物の被害が大きく、また地盤関係への被害の痕跡の大きさが目立っている。

土木技術は社会資本を形成するための技術である。わが国では、社会資本は歴史的には、まず生存空間を形成するために、外敵や自然災害から生命と財産を守り、生存のために必要な国土保全施設を造ってきた。次の段階では、効率的な生産や流通のための生産空間を形成し、さらに次の段階では、便利で、快適で、衛生的な生活空間を形成してきた。そして今日では、このような国土保全、生産基盤、生活基盤は下水道や公園などの一部例外を除き、ほぼ骨格が整備されたので、二十一世紀に向けて、さらに高度な、真に豊かな、美しい国土を創造し、人に優しいインテリジェント空間を形成する段階にある。これが、土木技術が歴史的に担ってきた社会的役割についての基本的認識であった。

しかし、今回の兵庫県南部地震は甚大な被害を与えることによって、この歴史認識を再考すべきであることを我々に啓示した。要するに、地震列島に住む我々にとって、大地震との共存は未来永劫の宿命であり、国土創造の主題は、いつの時代にあっても、安全な生存空間であり、その生存空間の中のみ生産空間と生活空間とは存在しうることを再確認した。そして国土計画、都市計画の哲学は原点に戻ることになった。

特に、戦後の経済の高度成長を支援するための生産空間の形成期においては、効率が最も重要な公共投資基準であった。資源の最適配分と言う意味で、効率性基準は環境問題を除けば、資源小国の経済を成長させることに成功した。一方で、規模の経済あるいは集積のメリットは過密と過疎の二極分化を促し、過去の全国総合開発計画は全て過密問題に対

処することを試み、結局は成功しなかったのだが、それは主に地域間の格差是正の視点からであって、安全の視点からの危険分散を意図したものではなかった。しかし神戸市における都市直下型地震による大都市固有の社会基盤の災害をみると、安全の視点からは地震列島上にある都市の規模には限界があると言ってよいのではないか。大都市の大きな魅力は、一方で過密集積の危険によって相殺されていることが明らかになった。

国土の安全性を高めるためには、全国的視点からは分散型国土構造、過密都市においてはゆとりのある土地利用構造、過疎地域においては老朽化したライフラインや家屋の改築強化などが必要となる。一方、わが国の産業が置かれている円高などの国際経済環境の現況を考えると、今以上に公共事業への効率的な投資が要請されるのも明らかである。安全性を高めるためのリダンダンシーを創造するために、どれだけ効率性を犠牲にするかについての理論的展開とコンセンサス形成が今後の重要な課題である。

淡路島は兵庫県の中では、過疎地域に属する。明石海峡を挟んで過密と過疎が位置する地域を地震が直撃し、淡路島の被害は神戸市と比較して対照的である。地盤、構造物、建物、ライフライン、人命などの被害はすでに述べたように決して少なくないが、古い家屋の倒壊が目立っており、神戸市のような過密集積による2次的災害は免れている。死者57人、負傷者1,176人の人的被害は人口比で見れば、神戸市に比較して少ない。これには多くの理由があるが、主に淡路島に農村的コミュニティが残っており、初動の救急体制が機能し、火災が発生せず、救助活動が効果的に行われたためであると考えられる。しかし淡路島の被害者の中には、高齢者、1人世帯、老朽家屋など、いわゆる災害弱者が多く、今後の自立復興に大きな課題を抱えている。

兵庫県は平成10年度に明石海峡大橋の完成を控え、またすでに関西国際空港が開港しており、淡路島に「日仏友好モニュメント”アルク21”」や国営明石海峡公園、淡路島国際公園都市などの基幹的プロジェクトを進めていた。淡路島は新しい生活・交流空間として形成され、大阪湾ベイエリアの重要な核となることが想定されていた地域であり、また四国にとっても近畿地域とを結ぶ重要な地域として位置づけられている。この地震によって、これらのプロジェクトは中止、変更、あるいは遅れが生じることが予想される。これらの大規模プロジェクトの変更に伴い淡路島の長期ビジョンも変更を余儀なくされるが、一方で災害弱者に重点を置いた復興対策が急務であり、長期的ビジョンと短期的施策との調整が重要な課題になる。

淡路島には野島断層を始め、いくつかの活断層が地表に現れている。この活断層は千年に一回しか活動しないから被害の期待値が小さいと考えるのではなく、日本民族が千年間、

常に不安を抱き続けて暮らさなければならないと考えて始めて、安全に対する巨額な投資が費用便益的に資格を与えられる。今回と同程度の地震が発生すれば、同じように破壊される可能性のある土木構造物、地盤施設、建築物は、率直に言って全国に多数あると考えておくべきだろう。短期的にはこれらの施設の補強のための優先順位の決定が急務であり、長期的にはすでに述べたようにリダンダンシーのある国土構造、都市構造の形成が必要である。

そして最大の被害を受けるのは他ならぬ地域住民であることを、悲惨な犠牲を払ってあらためて日本中の人々がテレビを通してリアルタイムで確認した。したがってこうした課題に対する今後の政策決定に、地域住民の意思が実質的に反映される仕組みをつくることが重要であり、それが結局は巨額の安全投資への国民的コンセンサス形成の近道になるのではないだろうか。

建設工学科教授 青山 吉隆

徳島大学工学部兵庫県南部地震震災調査団名簿

工学部長	河野 清	(団 長)		
建設工学科教授	青山 占隆	(副団長)		
建設工学科教授	澤田 健吉		阿南工業高等専門学校講師	上月 康則
建設工学科教授	平尾 潔		徳島県上木部監理課企画調整係長	納田 盛資
建設工学科教授	水口 裕之		仁田ソイロック㈱技術部長	岡田 章二
建設工学科教授	山上 拓男		仁田ソイロック㈱技術部次長	田村 俊之
建設工学科助教授	伊藤 禎彦		仁田ソイロック㈱設計部次長	多田 恭章
建設工学科助教授	澤田 勉		㈱新井組東浦I.C.J.V. 工事事務所所長	中林 能教
建設工学科助教授	島 弘		㈱建設材料試験所設計部部長	澤田 俊明
建設工学科助教授	鈴木 壽		淡路島環境会議会長	湊 格
建設工学科助教授	中野 晋		国土防災技術㈱神戸支店洲本営業所長	辻 裕
建設工学科助教授	山中 英生		国土防災技術㈱四国支店長	三瀬 重人
建設工学科講師	藤井 清司			
建設工学科助手	廣瀬 義伸			

兵庫県南部地震 淡路島震災調査報告書

編 者 徳島大学工学部兵庫県南部地震震災調査団

発 行 平成7年4月

徳島大学工学部

徳島市南常三島2丁目1番地(〒770)

T E L 0886-56-7305 (庶務係)

F A X 0886-54-9632

印 刷 (有)八木印刷

表紙写真
震災直後の北淡町富島地区 平成7年1月18日
撮影 (株) 航空撮影センター (0886-26-2207)