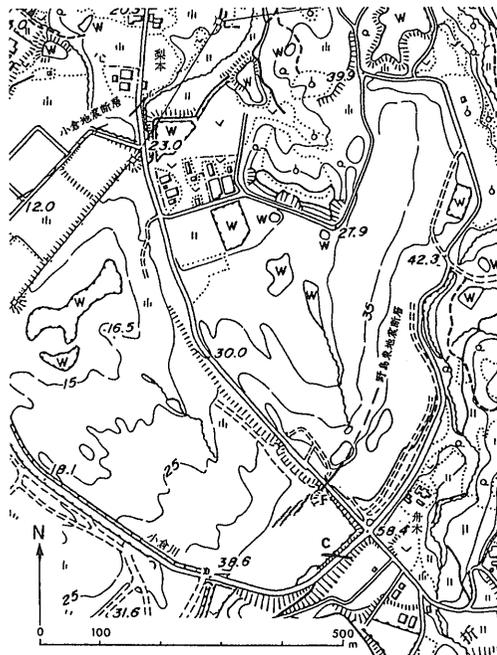


淡路島北部における兵庫県南部地震による地変と地震被害 V. 中部山地および東海岸地域の地変

服部 仁¹⁾

連載シリーズ第4回までは、淡路島北部西海岸地域における野島断層系(付図1および2参照)近傍の顕著な地変とmオーダー内の至近距離における軽微あるいは無被害の状況、さらに地表と地中わずか1~2m下との間で異なる変状が観察されたことを紹介した。第5回目の本文では、中部山地や東海岸地域におけるおもに楠本断層系と震央付近の地変に加えて、墓石の飛び跳ね現象を記載する。

27. 野島東地震断層南端の地変:北淡町舟木東部-記載地区⑥(付図2,第22図)



第22図 野島東地震断層南端部における地変<北淡町発行の1/10,000, 新全図に記入>。

北淡町梨本-小倉川間における小倉地震断層から約650m南東方の野島-舟木道路上には、野島東地震断層南延長部が通る。この位置は、実際には、以前設定されていた野島断層(推定断層)より約100m東方の場所に当たる。野島東地震断層は、ここでは花崗岩類(注24)と大阪層群層富島累層浅野互層の砂礫層との境界である。この地点ではカルバート(注25)が構築された後、その上に盛り土が施されて道路面とアスファルト舗装が完成している(写真61-1)。このカルバートの東南隅に、野島東地震断層が通るが(第23図,写真61-2)、断層面やその周辺の自然の地質体には全く変状が現われなかった。また、断層の周辺にも崩壊・変位などは観察されなかった。

手前の掘削された平坦面:大阪層群の砂礫層および埋め戻しの砂礫地盤からなり、たくさんの開口地

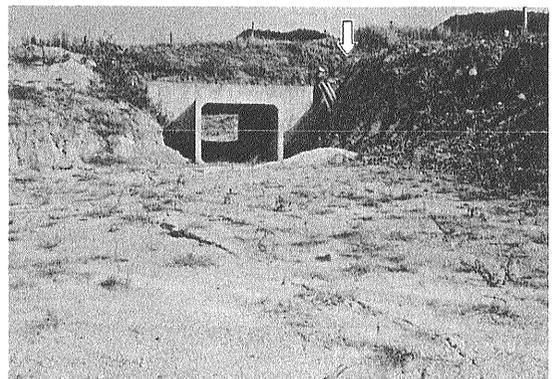
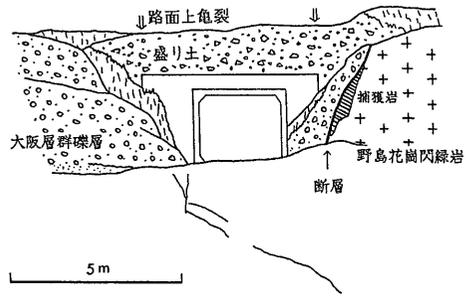


写真61-1 野島東地震断層の通るコンクリート製カルバート付近における地変。右端つけ根(矢印)が野島東地震断層の位置。手前には地割れが見える。第22図F地点[服部撮影(1995.1.28)]。

1) 鹿島建設(株)技術研究所 顧問:
〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1
元地質調査所

キーワード:野島東地震断層南端, 中持断層, 楠本断層系, 鶴崎地震断層, 瀬川地震断層, 淡路島国際公園都市, 淡路町菅茶間墓地, 墓石の飛び跳ね現象, 震央付近の無被害

割れが生じた(写真61-3)。また、一部の地割れからは湧水が見られ、噴砂・噴礫した跡があった。この開口地割れは、写真61-1の手前側で、野島東地震断層の南西端に相当し、その直ぐ北西側に広がる約5mの段差のついた急斜面に平行している。



第23図 前ページ写真の露頭のスケッチ図。

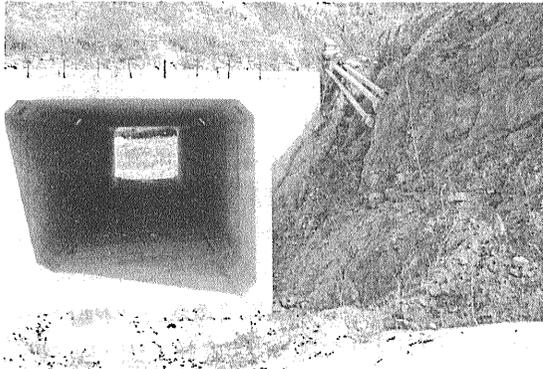


写真61-2 同上露頭の接近写真。

これらの開口地割れは、軟弱地盤のゆるみ・はらみ出しによってできたもので一種の側方流動の結果ととらえることもできる(写真61-4)。

路面の破断：ボックス型カルバートの直上では、アスファルト舗装路面には道路に直交する二本の破断部が伸び、約5cmの段差がついた(写真61-5)。破断部分はカルバート両端の直上に当たり、そのコンクリート製構築物が浮び上がったためにできたように見えた。

大規模採掘跡地を取り巻く形のループ状回周道路が、一か所破損した(写真62)。上記の野島東地震断層南端部の延長線上からは外れているが、この種の地変は地震断層との関係のつかないところ、例えばこの回周道路上の小倉川沿いで(第15図下部の高圧送電線下付近)観察されることがある。

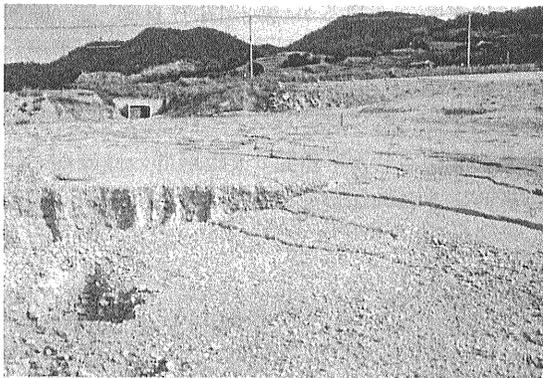


写真61-3 砂礫からなる埋め戻し地盤に生じた多数の地割れ。[服部撮影(1995.1.28)]。



写真61-4 埋め戻し地盤端部と斜面周辺の地割れ。[服部撮影(1995.1.28)]。



写真61-5 ボックス型カルバート両端直上における路面の破断。アスファルト舗装路面には道路に直交する二本の破断部が伸び、約5cmの段差がついた。段差は第23図の矢印の位置に当たる。[服部撮影(1995.1.28)]。

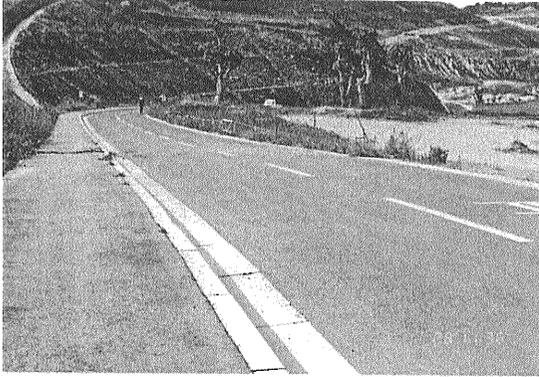


写真62 回周道路のアスファルト路面上に現われた亀裂。向かって左側の風化花崗岩からなる切り土斜面から、花崗岩の岩片などが崩落した。第22図C地点。[服部撮影(1995.1.28)].

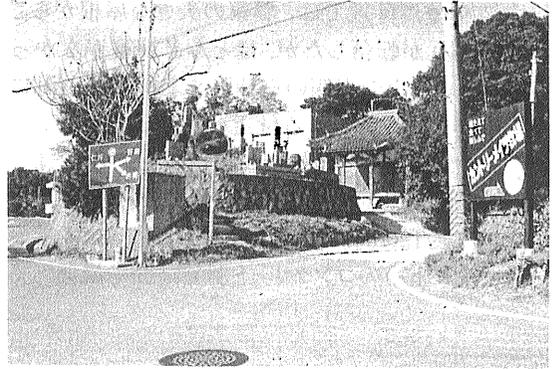
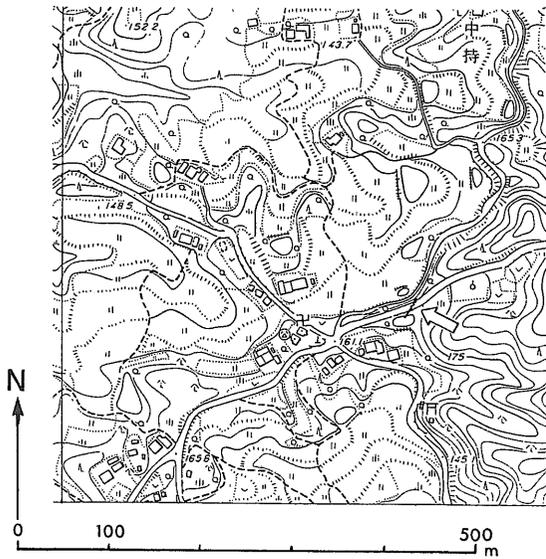


写真63-1 中持交差点西隅の切り土上の墓地および公民館・お堂。周辺の路面には亀裂など生じていない。[服部撮影(1995.1.28)].



第24図 東浦町中持における中持断層周辺の地変分布図[記載地区⑥] <国土地理院発行の1/5,000国土基本図に記入>矢印は中持断層の位置を示す。

28. 中持断層上の地変：東浦町中持—記載地区⑦ (第24図)

この地区は、淡路島北部における平頂地形の中央山間部に位置し、中持集落中心部で交差点東側に中持断層が通る。中持断層は中新世岩屋累層上部層と野島花崗閃緑岩との境界をなしており、決め手になる第四紀層が分布しないため、最終の変位時期が決定できなかった。このため、活断層には区分されていない。



写真63-2 墓地の被災状況。約70の墓石の90%以上が転倒。一部の墓石は大破した。[服部撮影(1995.1.28)].

中持交差点西隅は、風化した岩屋累層上部層と表土からなる三角状の切り土になっており、その上に墓地および公民館・お堂がある(写真63-1)。この墓地では、約70ある墓石の90%以上が転倒し、一部の墓石は著しく大破した(写真63-2)。多くの墓石はNW方向に転倒したように見受けられたが、震災直後に、復旧・移動されたと判断できる墓石もあった。お堂の裏にある倉庫は、屋根の日本瓦が全部地震動によって消落した(写真63-3)。

中持交差点付近では、農家の大きな屋根からごく一部の瓦が転落したが、ほとんど被害がなかった。この交差点の東側の東浦町や北側の北淡町に向けて、中持断層の通る付近の舗装路面やコンクリート吹き付けされた法面に亀裂などの変状は全く認められなかった。ただ一つの例外が、中持交差点東北東約120mにおける山道の亀裂である。そこでは、盛り土上のコンクリート舗装路面を横切って

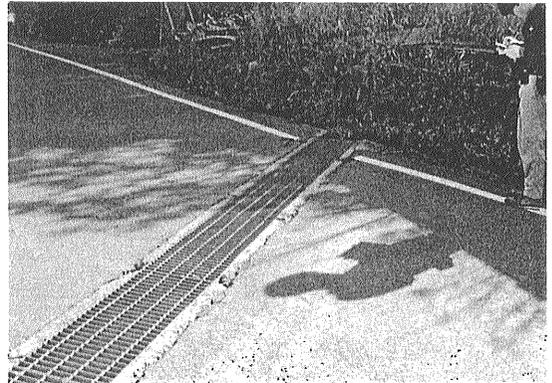


写真64-1 中持断層の通るコンクリート路面を横断する排水溝とその破損・変形状況。道路に約60°で斜交する排水溝。第24図矢印地点。[服部撮影(1995.1.28)].

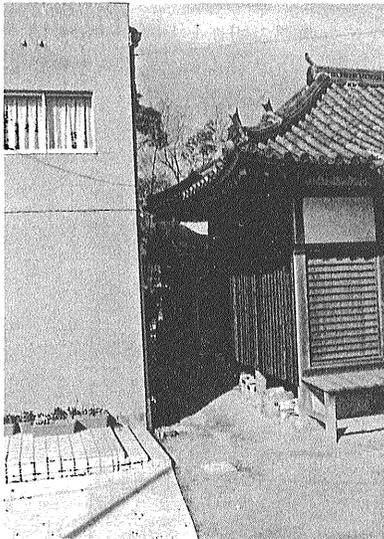
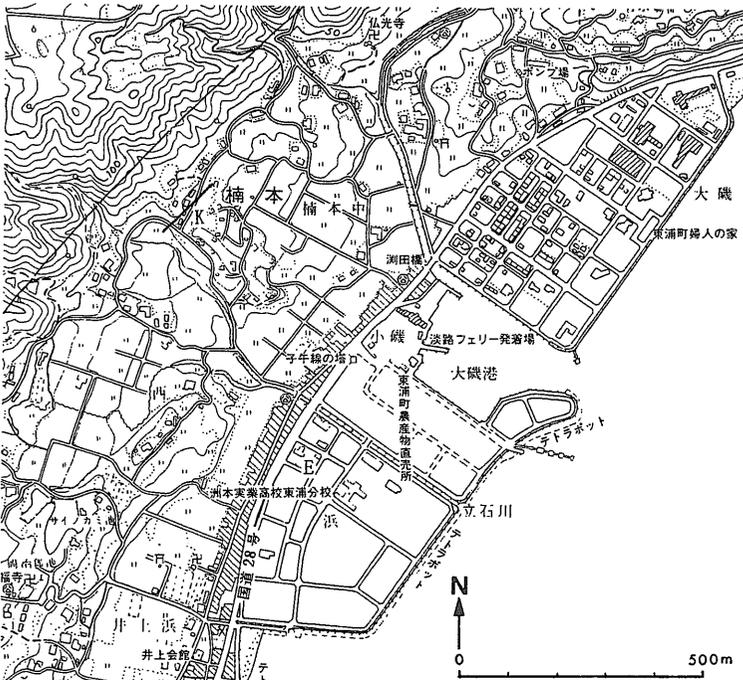


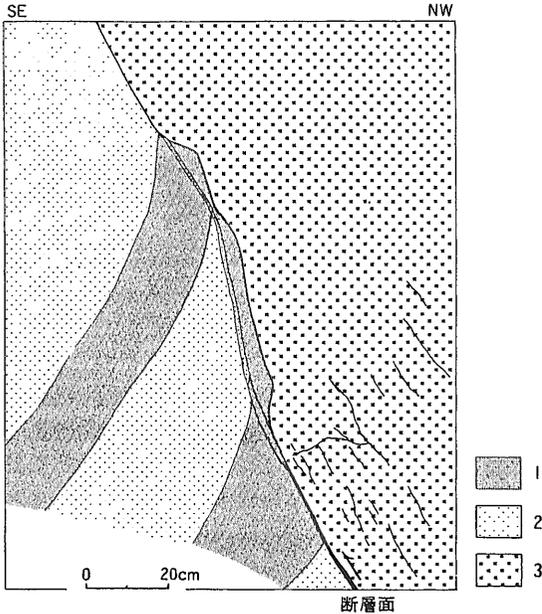
写真63-3 無傷の公民館とお堂。お堂奥の倉庫は屋根瓦がすべて落下した。[服部撮影(1995.1.28)].



写真64-2 同上排水溝南東端の拡大写真。[服部撮影(1995.1.28)].



第25図 東浦町楠本における楠本断層周辺の地変分布図 [記載地区⑦] <東浦町発行の1/10,000全図に記入>
K:片山 寿一氏邸 E:エビスホテル。



第26図 中新世岩屋累層中の楠本断層の露頭スケッチ図。地変は全く現われなかった(片山 寿一氏邸前庭：水野ほか，1990，Loc. 32，第33図)。

- 1：岩屋累層のシルト岩
- 2：同累層の砂岩
- 3：同累層の砂岩-礫岩

排水溝ができており，その一部の路床天盤側壁が変形・破損し2～3cm右横ずれした(写真64-1,2)。
以上のことから，中持断層そのものの変位は認



写真65 楠本断層に西隣する工事中山腹と国道周りの市街地。地変は全くなかった。しかし，海岸に近い国道28号線沿いでは，倒壊した家屋に隣り合わせて無事の和風住宅が見られた(東浦町大磯浜エビスホテルから)。[服部撮影(1995.1.27)]。



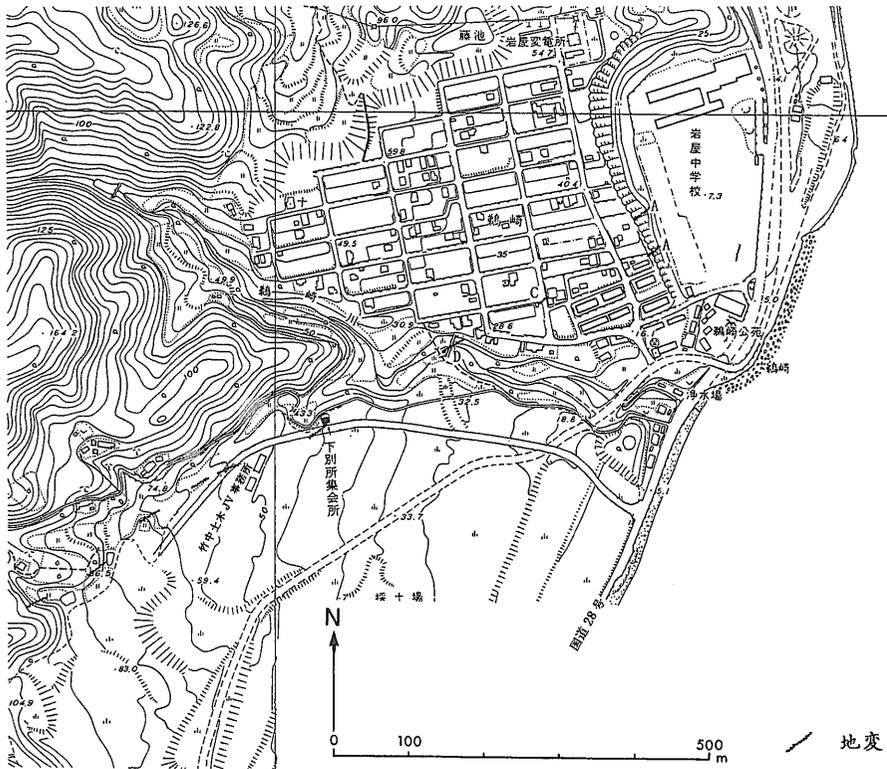
第27図 淡路町南部および東浦町北部における地震断層分布図<国土地理院発行の1/25,000地形図「田之代」，平成5年11月版に記入>。

められなかったが，墓地の被災例と路面の亀裂は中持断層周辺における変状とみなした。

29. 楠本断層上の地変：東浦町楠本-記載地区⑧ (第25図)

楠本付近では，花崗岩類(篝場山花崗岩)が砂岩・礫岩層(中新世岩屋累層)と楠本断層で接している。楠本断層の一部が砂岩・礫岩層中にも露出する。片山 寿一氏邸前庭には，その露頭があるが(第26図)，そこには全く地変が現われなかった。同邸の付近は激震に見舞われたものの，転倒家具などなく無被害であった，と片山夫人は話された。

また，本四連絡道が楠本断層と平行して直ぐ西側の山腹に建設中であったが，変状はなかった。しかし，海岸近くの国道28号線沿いでは，激震に襲われてたくさんの建造物が大破・倒壊しており，その隣地で被災を免れた新しい建物もたくさん見られた(写真65)。



30. 鵜崎地震断層上の地変：淡路町南部—記載地区⑧(第27図)

箒場山北東約1km付近では楠本断層に斜交して、真っ直ぐ北東に延びる線上に地変が並んで現われた。これを今回新たに地表地震断層として確認し、鵜崎地震断層と呼ぶ(楠本断層系)。なお、この知見は竹中土木(株)JV所長川崎 満男氏のご教示に基づくもので、これまで花崗岩類中の節理と見えて断層に区分していなかった。本文に記載す

る地変は鵜崎地震断層の北東部であり、下別所集会所付近から岩屋中学校に至る地区である。鵜崎地震断層南西部においても、町道アスファルト舗装道路上に点々と多数の亀裂が現われており、川崎氏がこれらの変状を確認されている(第28図)。本来の楠本断層上においては、地変は確認されていない。

下別所集会所前：この町道アスファルト舗装道路には、中央線で段違いになって盛り上がりうねりな



写真66-1 下別所集会所前のアスファルト舗装道路上に現われた変状。[和田 信秀氏撮影(1995.1.21)]

がら大きな亀裂と破壊が現われた(写真66-1)。この集会所の門扉前のアスファルト歩道では、コンクリート製縁石と緩い段差との間が破損してアスファルト路面はめくれ上がっている。加えて、周辺のアスファルト歩道路面には縦および横方向にそれぞれ亀裂ができています(写真66-2)。

しかし、1月21日に撮影された写真を見ると、午前と午後とで状況が著しく違っている(写真66-3)。午前中、その場所では盛り上がりはなく、元の緩い傾斜が保たれ、境界のコンクリート製縁石は沈み込んでいる。また隣接の歩道アスファルト路面には亀裂はできていなかった。午後1時以後では、圧縮によって破断したと判断できる状況に見えたが、どうしてこのように短時間で逆に変化したのであろうか。

鵜崎堰堤の亀裂：コンクリート造りの鵜崎堰堤は1956年(昭和31年)3月完成した砂防ダムで、平成7年兵庫県南部地震によって、中央部南寄りて上下方向に幅約5mmの開口亀裂ができた。しかし、その亀裂から漏水はなかった(写真67)。堰堤に隣接する川沿いの側壁では、弱風化花崗岩からなる崖から小崩落が見られた。これらの2地点はちょうど鵜崎地震断層の位置に当たる(第28図D地点)。

岩屋中学校横の崖：この中学校は、1920年(大正9年)6月から始まった神戸港突堤構築用の石材採取の大規模な掘削跡地に、1963年(昭和38年)建築着工されている(淡路町風土記,1971)。その西側の急傾斜岩壁では、地震によって2か所から岩塊が

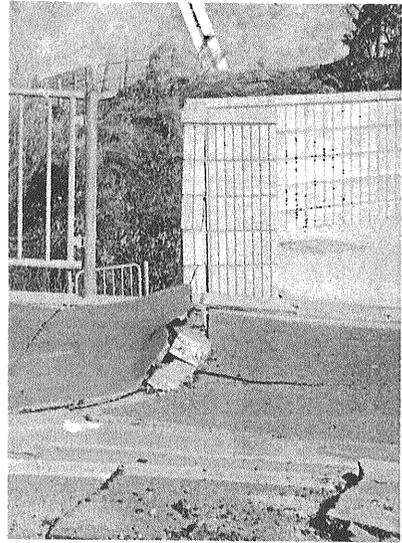


写真66-2 門扉手前左側のめくり上がり。
[和田信秀氏撮影(1995.1.21, 1p.m.頃)].



写真66-3 門扉内側から見た地震直後の路面変状。
[池上龍雄氏撮影(1995.1.21, 10:30a.m.頃)].

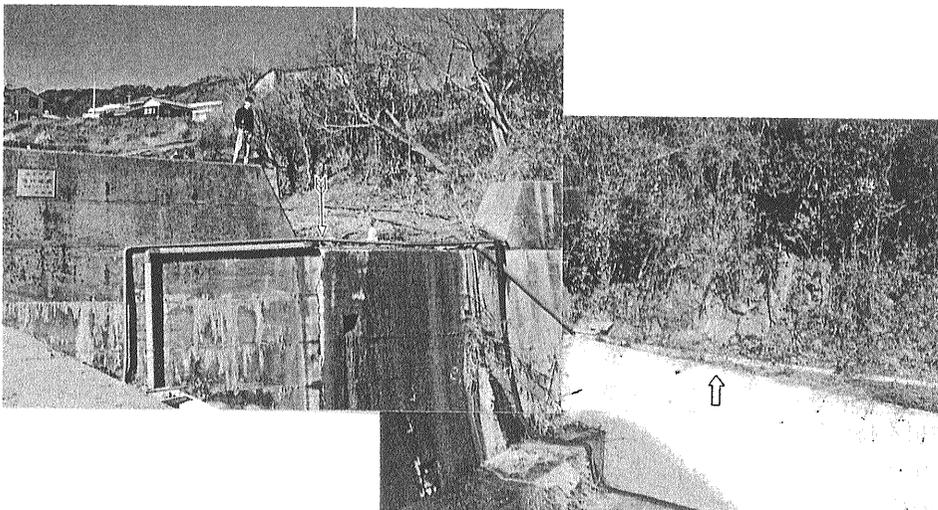


写真67
鵜崎川コンクリート造り堰堤にできた亀裂(矢羽印)および川沿い側壁の花崗岩類の小崩落(矢印)。[服部撮影(1995.1.27)].

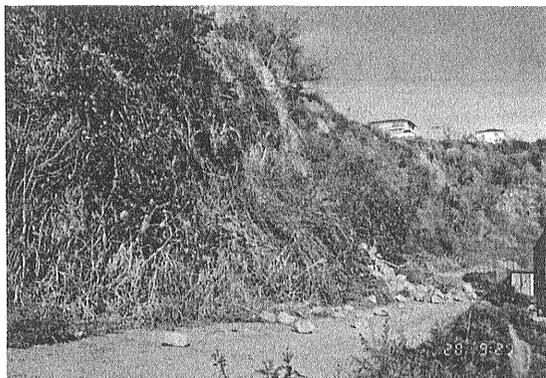


写真68-1 岩屋中学校西側の岩壁から2か所で崩落。この岩壁は花崗岩類(野島花崗閃緑岩)からなり、上部では節理面に沿って滑落・崩落した。[服部撮影(1995.1.28)].



写真68-3 急崖上部の花崗岩の節理面。直交する節理面とシーティングが見られ、断層破碎を受けていない。[服部撮影(1997.2.25)].

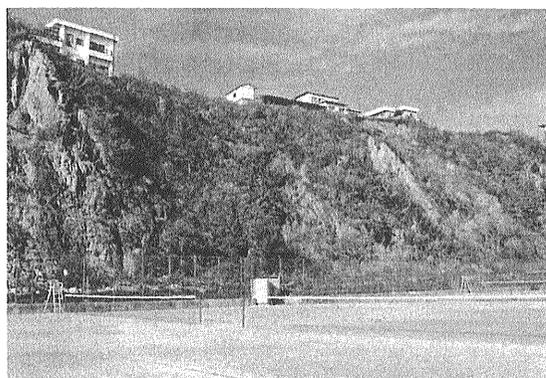


写真68-2 岩壁下部や路上には変状は認められなかった。隣接のテニスコートなどにも亀裂など全く変状はなかった [服部撮影(1995.1.28)].

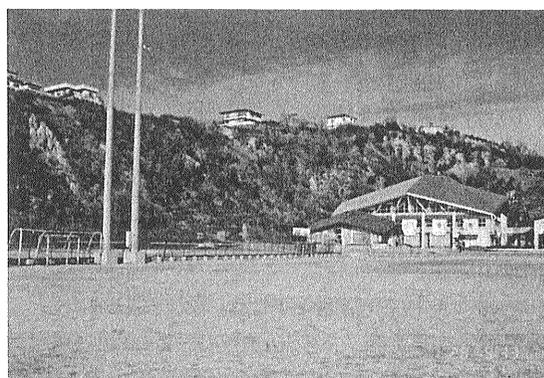


写真68-4 設計通りの傾斜屋根を誇る多目的校舎。[服部撮影(1995.1.28)].

崩落した(第28図A地点)。この岩壁は花崗岩類(野島花崗閃緑岩)からなり、岩壁上部の節理面(N80° W, 鉛直; N20° E, 75° E; シーティング: N20° E, 30° SE; 注26)に沿って滑落・崩落が起こった(写真68-1)。その岩壁下部の節理(N75° E, 70° S; N-S, 80° E)や路上には変状は見られなかったし、隣接のテニスコートなどにも亀裂など見づからず、岩壁上部を除き全く変状はなかった(写真68-2,3)。

1993年(平成5年)、近代的新校舎が完成し、全国モデル校として日本の中学校のなかで五指に挙げられるという建物が立ち並んだ。校内の北西隅には、四方に傾く屋根を持つ特異な形状の多目的校舎が建てられた(写真68-4)。遠望すると、あたかも震災によってこの校舎が傾倒したかのように感

じられるが、実際には設計通りの本来の屋根形状を誇っているのである。

当時の岩屋中学校校長の神代浩史氏(注27)は、「地震による校舎の被害は全くなかった。机の上の本や書類も倒れず、壁に掛かっていたのが少し傾いた程度。新築校舎は18億円の経費で1993年度完成した。全国モデル校になっており、見学が多い。屋根の形は設計通りである」。関連のこととして、校庭南東隅のグラウンド(国道28号寄り)に地割れが現れたことを教示くださり、理科・数学担当の小泉教諭を紹介され、一緒に地割れの跡を探していただいた。数本あったといわれる地割れが、地震後10日経っていたこともあり既に一本しか残っていなかった。すなわち、開口地割れ(N20° E, 幅3cm, 深さ5cm, 長さ1m以上)が認められた。

鵜崎台団地：この団地は、岩屋中学校に西隣する分譲住宅を主とするもので、岩屋中学校と同様に石材採掘跡の傾斜台地に淡路町が計画したものである。分譲住宅以外の町営住宅の第一番手として、1968年（昭和43年）鉄筋コンクリート造り5階建て（20戸）が完成した。1983年4月の5万分の1「須磨」地質図幅調査当時、個人用宅地分譲によって住宅建設が始まっており、既に10棟ほど完成していた。建築前の整地中には、何人かの施主は基礎工事に難渋し経費の嵩むことに苦言を吐いていた。その理由は、敷地には石材採掘跡の堅固な岩盤が露出し、それらを石工作业によって平坦化して建物基礎を作ることが容易でなかったためである。

しかし、この鵜崎台団地は、現在約380世帯が住むが、全く地震による被害は出なかった（文献31）。鵜崎地震断層は鵜崎団地南部を通るがその地震断層上では、マンホール周りのアスファルト舗装路面1か所のみが亀裂を生じたに過ぎなかった（第28図C地点）。

31. 灘川地震断層

大規模採掘場付近は、暗灰色斑れい岩・閃緑岩から灰白色花崗岩・花崗斑岩の風化岩が露出し、断層粘土脈を挟む無数の割れ目ができていた。1983年頃の西側斜面には、走向N50°～60°Eで、傾斜40°SEの断層が目立ち、しばしば断層粘土脈を挟んでいた（第27図）。

地震直後、その西側斜面に数cm程度の段差が現れた（写真69-1；文献32）。この段差はN40°E



写真69-1
弱風化花崗岩の法面に現われた灘川地震断層。約5cmの段差のついた断層でN40°Eに延びる。[池上龍雄氏撮影(1995.1.21)]。



写真69-2 大規模採掘場における盛り土南端隅に生じた亀裂。[服部撮影(1995.1.28)]。

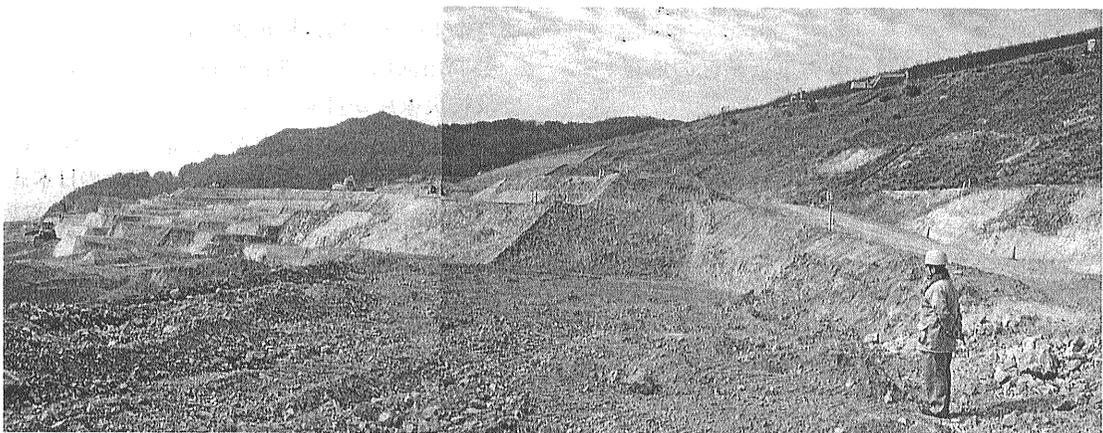


写真69-3 大規模採掘場西側斜面、階段状切り土および埋め戻し盛り土の状況。右端の人は川崎満男所長。[服部撮影(1997.2.25)]。

に延び、深く掘削された南東の海側がわずかに隆起した。これが灘川地震断層の一部である。ほかに、 $N20^{\circ} \sim 30^{\circ} E$ に延びる数本の地震断層が認められた(文献5)。兵庫県では、淡路島国際公園都市の中核施設・建築群「淡路夢舞台」の区域がこの大規模採掘跡地内に計画されていた。重要施設が灘川地震断層を跨ぐ位置関係にあることが、地震学・地質学の専門家の調査によって判明したため、建設計画を変更した、と報告された(文献33)。

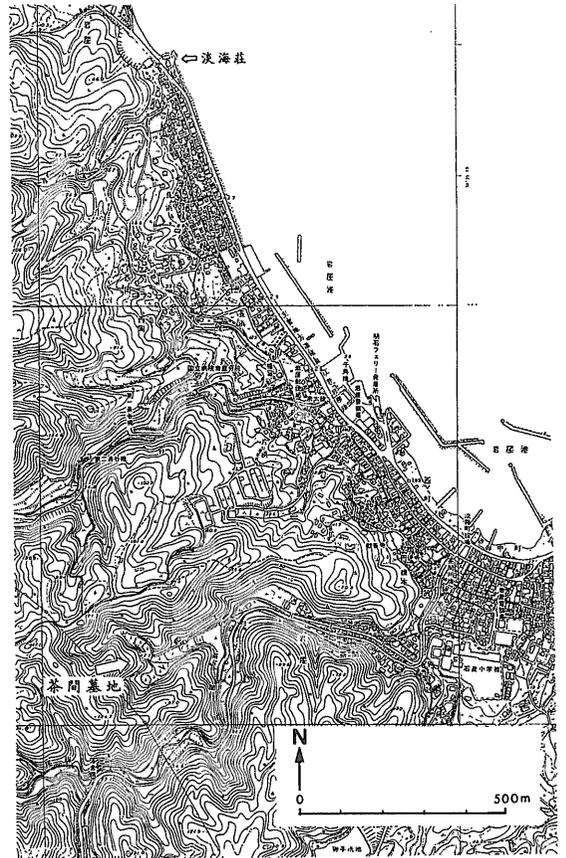
掘削後は、平たく整地するため海側の方から埋め戻しの盛り土造成が行われていた。地震直後、その盛り土の南隅数mの範囲に、両方向に数本の縦の地割れができていた(写真69-2)。この造成工事を進めておられた竹中土木(株)JV所長川崎 満男氏(写真15)は、鶴崎地震断層を詳しく調査されていたが、この灘川地震断層を含む広い地域も自分の担当現場であり、岩盤の強弱区分や断層粘土脈を挟む無数の割れ目の存在を熟知しておられた。それにもかかわらず、灘川地震断層を重視していなかった(写真69-3)。その位、軽微な被害であったといえよう。しかし、弱風化花崗岩からなる比較的堅固な地盤内に出現した数少ない地震断層であり、この種の地震断層が他地域でほとんど発見されていない例外的であること、また多くの研究者が観察している点でも特記すべき地震断層である、と思う。

この灘川地震断層は、鶴崎地震断層と同一視する考え方もあるが(文献5)、私はそれぞれ別方向に延びる地震断層とみなし、全体として楠本断層系にまとめている(付図2)。

32. 地震断層から離れた震央至近地区の地変：－記載地区⑩(第29図)

この地点は、平成7年兵庫県南部地震の震央に最も近い距離にあり、激震災害に襲われる可能性の高い地域であった。ところが、北淡町海岸地帯と比べて被害は少なかった。地名の岩屋からわかるように花崗岩類と岩屋累層の硬岩からなる崖や山体・丘陵地が多く、海岸に面する狭い带状地を除くと平坦地がほとんどなく耕地に恵まれない土地である。

被害の大きかったところは、海岸に面する狭い带状の限られた港湾地区であり、商店街になって



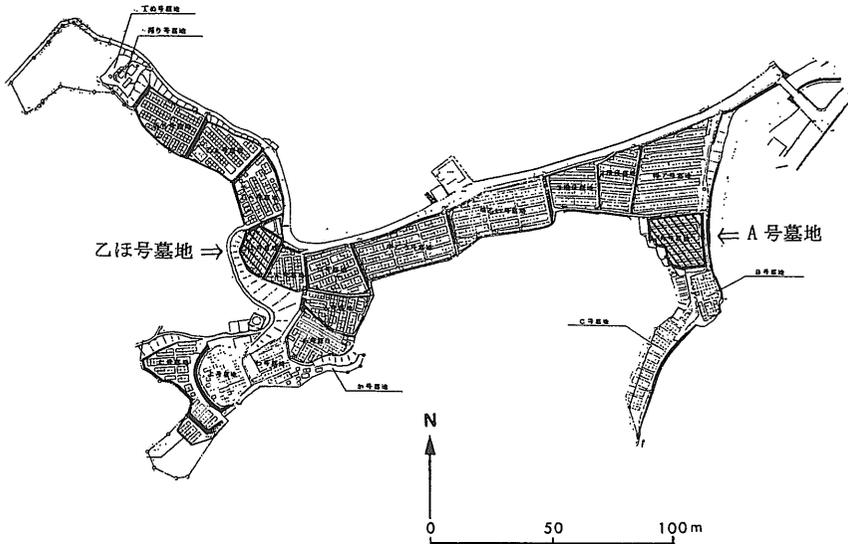
第29図 淡路町岩屋および茶間川における地変分布図 [記載地区⑩] <国土地理院発行の1/5,000国土基本図に記入>。

いるところでは特に、倒壊家屋が目立った。これに対して、岩屋の海岸から離れた地区で花崗岩類が露出するところでは日本式家屋でもほとんど被害がなかった。海岸地帯でも、花崗岩岩盤上やその切り土上の建造物は無被害であった。

茶間川河口には、淡路町役場があり、周辺地区では被災家屋が目立ったが、石屋小学校西方の茶間川最初の屈曲部あたりから上流には河床や沿岸に花崗岩が露出し、周りに建つ大部分の日本式家屋にはほとんど被害がなかった。断層および活断層は確認されていない。

33. 墓石の飛び跳ね現象：淡路町営茶間墓地-その1

茶間墓地では、二つの特異な事象が起った。一つは、長柱状墓石が2m以上横へ飛び跳ねたこと、もう一つは、衝撃的打撃によって墓石の台座角が縦に破断されたことである。



第30図
淡路町営茶間墓地の配置図
<淡路町保健課提供>.

茶間墓地の地盤：茶間墓地は、淡路町中心部に注ぐ茶間川の支流に位置する(第29図)。茶間墓地は、淡路町岩屋北方の長浜にあった旧墓地が1932年(昭和7年)10月にここに移転したのを端緒として集団墓地化が始った(文献34)。茶間墓地は山間谷合いにあり、花崗岩基盤のなかに造成されている。現在、沢上流に向かって雛壇状擁壁により23区画にわかれ、約2,200の墓所がある(第30図、写真70)。この小沢は黒雲母花崗岩(岩屋花崗岩)の分布する地域にあり、北西～西南西方向から東方の本流へ流れ込む。この合流点付近で北流する茶間川が東に屈曲する。この小沢には、風化した花崗岩の崩壊岩片やまさ化した土砂が谷を埋め、崖錐性堆積物をつくる。その厚さは4m位までと薄い。

墓地管理人の証言：土地の古老で墓地の管理人である中市 衛氏(写真71)は、「茶間墓地では、7割ほどの墓石が倒れたが、転倒方向性はなかった。倒壊墓所の所有主にはすぐ連絡したが、一部は手当されずそのまま残っている。道路を塞ぐものは早く移動させた。陸軍兵士戦没者の長い墓石が密集するA号地の部分は、「ふける」と呼ばれた場所で、墓地造成以前は水田であった。石で擁壁が組まれたが、絶えず水が流れ出しており、特に茶間川が洪水・氾濫した際に何回も川沿いの擁壁が崩壊・流出し、その都度周りの長い墓石も茶間川を流下した。それに対して、南接のB・C号地は川沿いの擁壁造

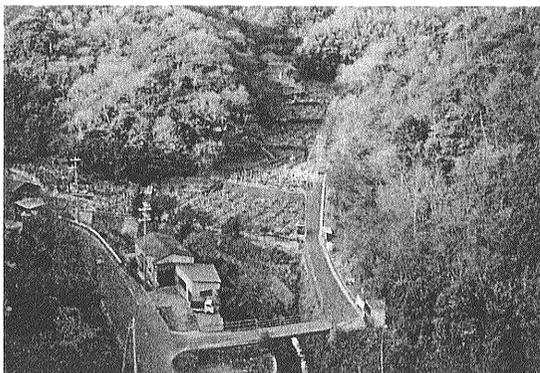
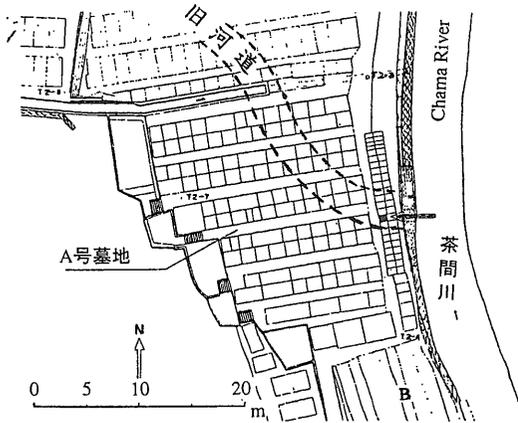


写真70 茶間アーチ橋から見た淡路町営茶間墓地の概況。[服部撮影(1996.1.30)].



写真71
中市 衛氏。



第31図 茶間川に面した茶間墓地A号墓地の配置図<淡路町保健課提供>. 旧河道を記入. 矢印および■印の位置の長柱状墓石が東方約4m下の茶間川河床に転落.

成時、基礎岩盤が固く工事は難航した。すぐ近くの山側斜面にも硬岩盤が露出しており、特にC号地の墓石は地震被害が皆無であった。

陸軍兵士の長い墓石が、地震で約4m下の茶間川の川底に転落した。川に近い方でなく、二列目の大上さんの墓石だけで、最初はどこへ行ってしまったかわけがわからなかった。柵を越えたか、柵を破ったのか、飛び出したかどうか、など誰も見ていないのでわからない。とにかく、二列目の墓石の倒れ方がひどかった。なぜ飛び離れた所へ移動し

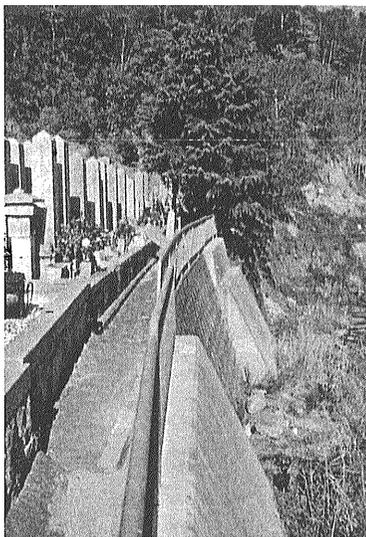


写真72-2 修復された1年後の墓所の状況。[服部撮影(1996.1.30)].

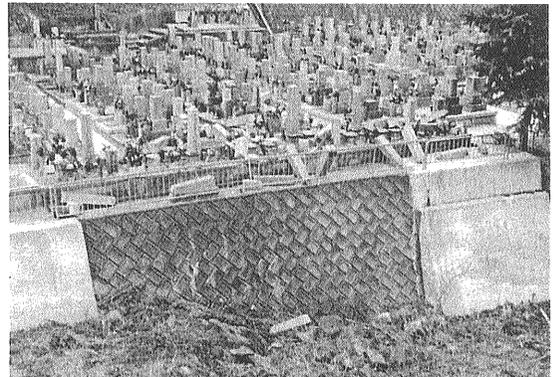


写真72-1 A号墓地の被災状況。[和田信秀氏撮影(1995.1.21)].

たか、不思議に思った。

茶間墓地は60年以上前からできており、土葬のものも掘り出して火葬にした後、墓所に戻している。したがって、墓石台座の下は砂利などが詰まっている(1995.12)。

同氏の話のを要約すると、この小沢はかって水田として耕作されており、茶間川が洪水で氾濫した時には、いつも水田は流出した。茶間墓地は、主に日中戦争の陸軍戦没者慰霊碑が他の墓所から集められ、その後奥の方の水田が徐々に墓地化した。しかし、大雨で茶間川が氾濫し洪水になると、沢口からも鉄砲水がでて擁壁が破壊され、その付近の墓所では墓石が土砂とともに押し流され、茶間川屈曲部あたりまで流れ下っている。

オベリスク形長柱状墓石：長柱状墓石が2m以上横へ飛び跳ねて茶間川河床まで転落したのは、古い地区のA号墓地内である(第31図)。この墓所は茶間川の現河床から、コンクリート製ブロックを積み重ねた高さ4mの擁壁で囲まれ、さらに路面はコンクリート床になっている。この擁壁の天盤には、高さ92cmの金属製防護柵が建っている(写真72-1,2,3)。長柱状墓石などは、金属製防護柵に面する墓地最外縁の東端に沿って、南北に細長く二列に23墓石ずつ並んで置かれている。

長柱状墓石は、通常の墓石とは異なり四角長柱状墓石で、先の方が少し細くなり先端は角錐形に作られ、いわゆるオベリスク形になっている。石材はすべて花崗岩でできている。大き目の長柱状墓石は、高さ142cm、底部26cm×26cm、頂部四角錐の底辺23cm、小さ目の墓石は、高さ113cm、底

部 24cm×24cmである。問題の飛び跳ねたのは陸軍歩兵伍長 故大上 三郎氏の墓石で、高さ114cm、底部24.5cm×24.5cm、頂部四角錐の底辺20cmの寸法であり、その重量は150kgと概算する。その台座も花崗岩製で、上部と下部がそれぞれ38cm×38cm、厚さ7cm、中間部が25cm×25cm、厚さ21cm、全体の高さ35cmの寸法を持ち、一つの岩塊から削り出されている(写真72-4)。長柱状墓石および台座を載せている敷地は、通路の路床から高さ40～60cm立ち上がったコンクリート製ブロック壁に囲まれている。その中は風化した花崗岩のまさ土が敷き詰められ、表面には風化花崗岩の礫が平坦にならされている。この墓所では、それぞれ隣接墓石とは互いに55～約60cm隔たっている。

大上三郎氏遺族の証言：墓所をお守りしておられる大上しずえさん(淡路町岩屋在住、大正4年生まれ)によると、「自宅は地震により大きく揺れたが、被害は全くなかった。地震の後、墓石が倒壊しているというので皆で見に行った。義弟の大上 三郎の墓石だけが見つからず、気が動転した。周りの墓石がたくさん倒れ割れていた。2～3日のち、下に落ちているのがわかり、息子の徹氏(明石在住)が川底へ降りて確認した。復旧は淡路町と農協による広告斡旋を通じて石屋さんに依頼したが、他の場合と違ってかなりの経費を要した。この墓は夫の歳雄さんが昭和16年8月に建立したもので、故人になられた歳雄氏ご自身の墓は谷奥の高い所にある。茶間墓地は昭和の初めにできて移設が進められた。戦没者の墓石は全部ではないがまとめてあの場所に集中された。骨壺はなく墓石・台座のみで、その下には何もなく砂・小石などが詰まっている。昭和50年茶間墓地入口に、淡路町遺族会が淡路町戦没者追悼之碑を建て慰霊塔とした」。

修復工事を行った池奥 義和氏の証言：大上三郎氏墓石の修復工事を行った石材業者の池奥義和氏(一宮町多賀在住)によると、「大上家の墓石は極めて稀な事故で、奇跡的に折損・破損されなかった。不幸中の幸いで、もし、10cm離れて上流側に落下したならば、川底の岩盤に衝突し大破壊したであろう(写真72-1)。墓石はクレーンなどの機械で運び上げることでできない場所であったため、丁寧に柔らかい布などで包み、太い綱で固定し、人力で

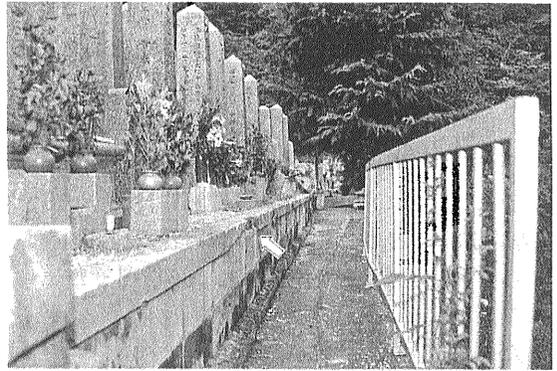


写真72-3 約2年後に元通りになった墓所の状況。台座横のコンクリート製ブロック擁壁の頂端部(矢印)が約25cm破損。[服部撮影(1996.11.12)]。

川底から対岸の道路に持ち上げ、墓地入口から元の位置に運び込んで設置した。このような現象は、淡路島でもほかに例がなくこの墓石だけである」。他の証言：大上三郎氏墓所から西約4～5mの島本家墓所は二つ東西に並び、古くて低い方の墓石が東に、新しく高い墓石が西隣する。この墓所をお守りする島本さん(40才位の女性;岩屋在住)によると、「地震で倒壊しなかった。しかし古い方の墓石は過去の鉄砲水で茶間川に流出して、たくさんの傷が付いている。路面のコンクリートは最近数年の間にできた。地震後、大上三郎氏墓所のある西列の戦没者墓石はほとんどが倒れて通路を塞いだため、跨いで通るわけにはいかないので、奥へ迂回して墓参した」。

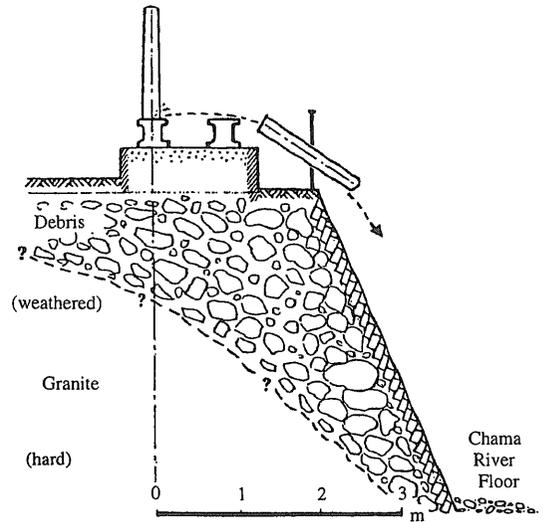
飛び跳ねた墓石の設置環境：故大上三郎氏の墓所は、茶間川沿いの擁壁天盤から2m離れた西側の二列目で、南から8番目に位置する。この南東隣東列の戎 勝一氏墓石は約10度反時計方向に回転し、数cm北に移動したくらいで立座のまま転倒しなかったのは極めて印象的であった。両墓石間の中心距離は、約80cmである。

大上氏の墓所から10mも離れると、A号墓地内での墓石の転倒・破損は見られない。5m以内の場所でも無被害の墓所もあった(上記の島本さん談を参照)。この墓所の西および南側約20m離れたB号墓地には、風化しているものの堅固な黒雲母花崗岩の岩盤が露出し、その東側10m周辺では墓石被害は皆無であった。茶間川寄りの沢口付近の崖錐堆積層上では被害は顕著で、その付近を細かく

検討すると、長柱状墓石は西側列で転倒や飛び跳ねが多く2個が立座したのに対し、川寄りの東列の方に4個と立座残存例が多く見られた(写真72-1)。現在、茶間墓地の排水は旧河道(第31図)沿いを通らず、南斜面下に敷設されたU字溝からほぼ東北東方向に流れて直接茶間川に注ぐ。

観察事項のまとめ:飛び跳ねた墓石の設置環境は、上記の観察事項を含めて次のように整理できる。

- ① 茶間川に面したコンクリート擁壁から約2m離れた西側二列目の墓石1個。
- ② 墓石は、下部・四角錐頂部・墓石柱中ほどに軽微な傷が付いた程度。昭和20年前後の洪水による流出でつけられた古い傷が多く、今回の飛び跳ねによる新しい破損は少なかった。
- ③ 墓石柱の裏側に、錆のでた細い縦帯が緩く折れ曲がりながら約1m延びる(写真72-5)。
- ④ 防護柵の金属製縦棒は外径16mm、68.5cmの長さの中空パイプでできており、各縦棒の間隔は13cm空いている。一本の縦棒が下部から24cm高(コンクリート床から42cm高)あたりで折れ曲がり外側に突出した。底部はレールから切断分離し、底部接着部分のレール周辺には、擦り傷はついていない。上の先端部、折れ曲り部および底部はそれぞれ約2cm錆びている(写真72-6)。
- ⑤ 外側へ突出した縦棒の両隣りの縦棒には27cm弱の空間がある。北側(写真向かって左側)の縦棒が下部から24cmのところまで折れて‘く’の字に北側に1cm膨らみ、下から5~28cmの内側(南)部分のペンキが剥がれて錆がでてきた。南側の縦棒にも25cm高あたりの部分に右手側へ0.3cm膨らみ、その上下付近5cmに錆がでていたほか、そこから底部に至る内側の手前部分までペンキが薄く擦られており、底部5cmは錆びている。擦り傷のつき方から、斜め右手70度(S70°W)の方向から、左手に重量のかかった状況で擦られた、と判断する。
- ⑥ 防護柵頂部の水平な鉄骨(幅3cm、高さ6cm)には傷が見られない。
- ⑦ 東隣の墓石は転倒・折半された。現在も、この墓所は再建されず空位のままである。
- ⑧ 台座横のコンクリート製ブロック擁壁の頂端部長さ約25cmにわたり破損している(写真72-



第32図 飛び跳ねた長柱状墓石の設置場所と落下した河床までの位置関係を示す断面図。一本の長柱状墓石が金属柵を突き破る状況を復元。服部(1996) Fig. 6 に加筆修正。

3)。

飛び跳ね方の推定:以上の観察事項に基づき、飛び跳ね方を次のように推定した。

- (a) 東隣一列目の長柱状墓石が転倒してできた墓石の空間を飛んだ。
- (b) ブロック擁壁頂端部の傷は、転倒・折半した墓石の上半部がここに激突したのち金属製防護柵に当たったのか、あるいは飛び跳ねた墓石がつけた傷かはわからない。
- (c) 三本の金属製縦棒の傷のつき方から、幅25cm弱、長さ114cm、重量約150kgの墓石が路面から42cm高の縦棒に、後ろ向きに背面を下にして、斜め右上の方から“横倒しに近い横飛び矢型”で突っ込んだ(第32図)。

この重い墓石を横方向へ2m以上、4m近くの距離を飛ばすのに必要な衝撃的振動あるいは加速度が墓石に加えられたのであろう。そのような瞬時の加速度を得る衝撃的振動が発生するメカニズムは、恐らくその地表下の地盤構造に起因する。すなわち、衝撃的振動は、台座下の砂利・まき土の下地と台座の花崗岩を経て墓石に与えられるが、地面下の花崗岩基盤と崖錐堆積層との境界付近、コンクリート路床面や擁壁における地震波動の屈折・反射・干渉などにより、複合化しつつ発生した、と考える。

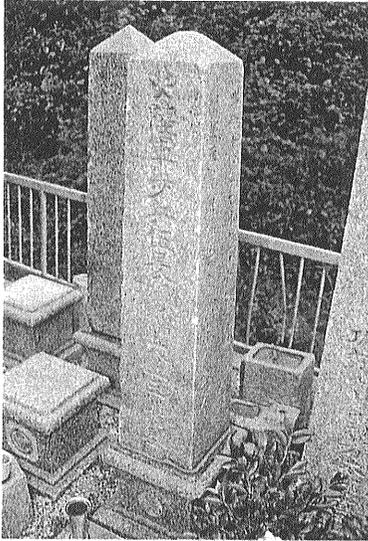


写真72-4
飛び跳ねた長柱状墓石(故大上 三郎氏)と斜め後方の墓石台および金属柵。左隣および後ろ側の長柱状墓石は転倒破損。その上を飛び越して金属柵に向かい、金属製縦棒を突き倒し、少し広げて破っている状況が見える。[服部撮影(1996.11.12)].



写真72-5
故大上氏墓石の裏側に浮き出た錆つきの擦り傷。[服部撮影(1996.11.12)].

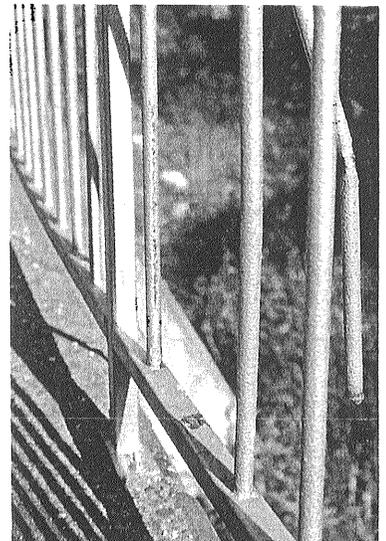
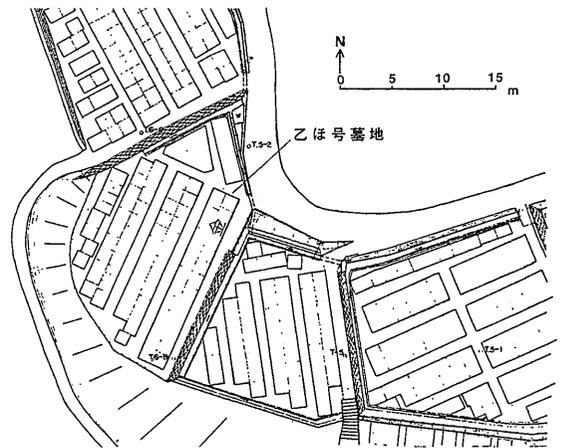


写真72-6
金属柵の折損状況。左隣の金属棒には擦り傷がつき、折れた棒は下部1/3あたりで折れ、最下端は約2cmが引き摺り剥落した。傷ついた金属部分には年月を経て錆が現われた。[服部撮影(1996.11.13)].

34. 異常な破断面を持った墓石台座：淡路町営茶間墓地-その2

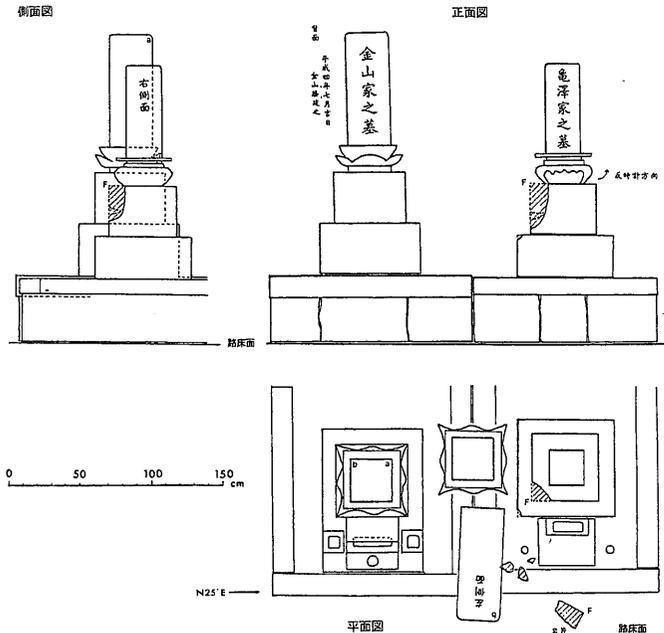
上記の衝撃的振動現象に類似の作用によってできたらしい‘異常な破断面を持った墓石台座’が、小沢奥に位置する乙ほ号墓地(第33図)の東端に見つかった。この場所は、幅3mの狭い小道の曲り角の南西側にある。曲り角には風化花崗岩が露出し、急斜面をなす。問題の墓所はこの崖から7~8m離れており、小道にも風化花崗岩がでていので、花崗岩岩盤から水平距離で4mの位置に当たる。また、この墓所の約2m前面には、下の難段に続く高さ約3mのコンクリート製擁壁の天盤がある。この墓所では、岩盤まで崖錐堆積層の厚さは2m程度と薄い。この位置関係は、ちょうど茶間川沿いの擁壁天盤上の大上 三郎氏の墓所の状況によく似ている。

台座隅の鉛直破断：亀澤家墓石の台座で、上部隅から鉛直に近い断口面、すなわち細長く縦割りに壊れて四個の岩片となって飛散した(写真73-1)。この亀澤家墓石台座と墓石との間には、細い湾曲



第33図 淡路町営茶間墓地乙ほ号墓地の位置図<淡路町保健課提供>。金印は金山家の墓所の位置。

した脚部(いわゆる猫足)があり、その脚部のみが約30度反時計回りに回転し、その上の墓石はわずかしか回転していない。亀澤家墓石の脚部が回転し、その上の墓石が数cm北東へ移動した後に、隣の金山家の墓石が飛び跳ねて落下し、亀澤家墓石



第34図
二つの墓石の配置関係図。斜線部とF：破断箇所およびそこから飛散った岩片；aとb：金山家墓石背面の右と左側頂部。

台座の左前角に衝突し、これを破断している(写真73-2)。

落下状況：金山家墓石が約100cm落下して墓石裏面左側が上面を向いて落ちていた。約90度時計回りに回転したことがわかる。それに対して墓石下の花卉模様付き脚部が約70cm落下して、約70cm右方で30cm奥の位置にあった。これが回転したかどうか判断できない。しかし、墓石と脚部がそれぞれ違った方向に落下したことは確かである(第34図)。

金山家墓石(一辺30cm、高さ77cm、重量約190kg)は、亀澤家墓石台座の破断部分まで水平

距離で約115cm離れ、高さで25cm下がっており、単なる横倒しだけで届く距離ではなく、横へ少なくとも40cm飛んだことになる。直方体の石材角を割る場合、わずかにずんぐりした形状にはつれるのが普通であり、鋭角に細長く縦割りに切断することは極めて難しい。ぶつかった金山家墓石の稜線(裏面の両側稜線)や頭部(向かって右側奥：写真73-3；第34図中のa)には、震災直後にそれぞれ白色粉体が付着しており、亀澤家墓石台座の破断部分から付いたものであることは間違いない。しかし、直撃した方の金山家墓石の稜線や頭部を後日調べ



写真73-1 回転落下した墓石と縦割りされた隣接の墓石台座。[服部撮影(1995.1.28)]。



写真73-2 細長く、縦割りに壊れた墓石台座の角部分。右下路面に飛び散った岩片Fが見える。[服部撮影(1995.1.28)]。

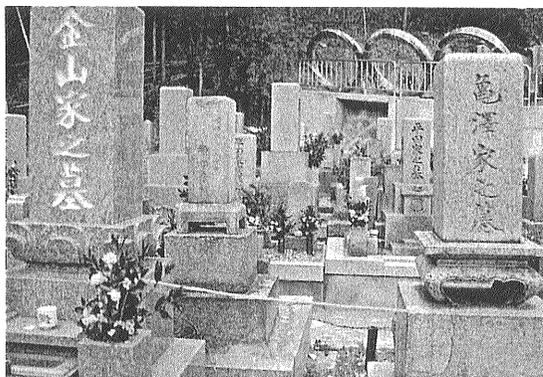


写真73-3 二つの墓所の位置関係、修復後の状況で、折り尺右端が縦割りに壊された墓石台座の角部分。[服部撮影(1997.2.23)].

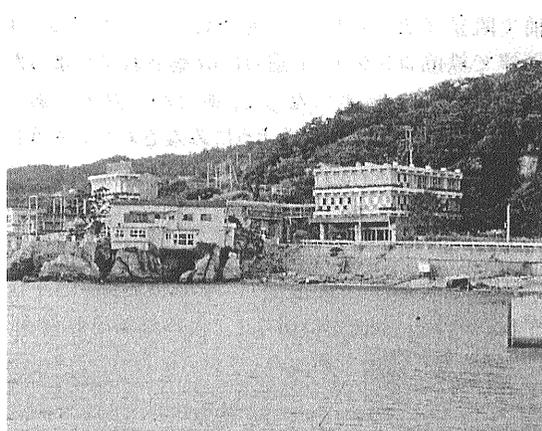


写真74-1 震央至近の海岸において花崗岩岩盤上に建つ無傷の木造二階建旅館。淡路町岩屋の淡海荘。[淡海荘提供].



写真74-2 6階建て新淡海荘。[服部撮影(1996.1.31)].

たところ、こぼれ傷として残ると予測されたのに、どこを触れて見ても全くわからなかった。つまり、刃こぼれのような傷が見つからなかったのである。

この破断現象も衝撃的な加速度によって、墓石が飛び跳ねて別の墓石に激突し瞬時に縦割りに切断したらしい、と考えた。

35. 震央至近地区の地変-淡路町岩屋

木造二階建て旅館(鉱泉旅館淡海荘)は道路から3~5m上の花崗岩の切り土に建てられた古いもので、道路を跨ぐ連絡橋でつながっている鉄筋コンクリート造り三階建てとともに、地震による被害は皆無であった(写真74-1)。この木造建築物は無被害であったにもかかわらず、明石海峡大橋を直

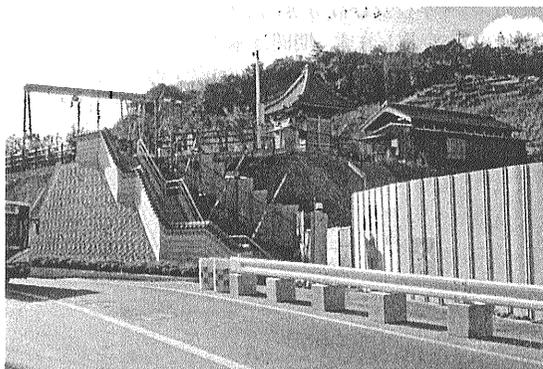


写真75-1 弱風化花崗岩の切り土地上のお堂と墓地。[服部撮影(1996.1.31)].



写真75-2 無傷のお堂と墓地。写真右手は建設中の明石海峡大橋のアンカレッジ。[服部撮影(1996.1.31)].

前で眺望できる絶好の立地条件を活かすため、6階建て鉄筋コンクリート造りに改築されてしまった(写真74-2)。後年になって、あたかも震災にあったために建て替えられたようにみなされてしまうおそれがあるので、ここに新築事情を特記した(連載シリーズ第1回中の王 茂彰氏談参照)。

また、明石海峡大橋のアンカレッジ至近で、本四連絡道建設に伴い観音堂(木造家屋)と墓地が花崗岩の露岩(台地状の切り土)上に移築されたが、これらも全く無傷であった(写真75-1,2)。

謝 辞：

本文をまとめるに当たり、被災状況の証言や写真・資料を提供していただいた次の方々には厚くお礼申し上げる。敬称略・順不同。

淡路町役場、北淡町役場、竹中土木(株) 川崎 満男、基礎地盤コンサルタンツ(株)岩盤工学センター長 西垣 好彦および同社の池上龍雄、東浦町 片山 寿一夫妻、淡路町 大上 しずえ・中市衛・王 茂彰、神代 浩史(故人)、大阪府立北野高等学校 吉田 久昭、地質調査所大阪地域地質センター 水野 清秀、鹿島建設(株) 和田 信秀。

注24) 野島花崗閃緑岩および少量の捕獲岩からなる。捕獲岩はデイサイト源ホルンフェルスで、岩脈起源が白亜紀の火砕岩に由来する。

注25) トンネル状コンクリート製開水路はカルバートと呼ばれる。

注26) 花崗岩の急崖によく見られる層状の割れ目である。大抵、地形面に平行に発達しており、普通、地表に近いほど密に細かく入っていて、深部に向かって疎になり塊状の強固な岩盤をなす。

注27) 1995.1.27の談話；残念なことにこの年の定年退職直後に死去された。

文 献

29. 服部 仁(1999)：淡路島北部における兵庫県南部地震による地変と地震被害。IV. 小倉地震断層上の地変：北淡町梨本-小倉川付近。地質ニュース, 535号, p.29-51, 1993年3月, 第15-21図, 写真48-60, 文献22-28, 注17-23.
30. 服部 仁(1996)：地震による墓石の飛び跳ね現象-兵庫県南部地震震央至近の淡路町菅茶間墓地の例。Proc. 6th Symp. Geo-Environ. Geo-technics, p.93-96.
31. 震災復興都市づくり特別委員会(1995)：阪神・淡路大震災被害実態緊急調査, 被災度別建物分布状況図集, 縮尺5000分の1, 日本都市計画学会関西支部・日本建築学会近畿支部都市計画部会, (株)沿岸域環境研究所。
32. 基礎地盤(1995)：兵庫県南部地震写真速報, 基礎地盤コンサルタント(株)関西支社, 16p.
33. 来馬 章雄(1996)：活断層と建築計画-淡路島国際公園都市・建築群の耐震検討, 土と基礎, vol.44, no.3, p.62-65, 口絵写真-13, -14.
34. 淡路町(1971)：淡路町風土記。

HATTORI Hitoshi (1999) : Superficial rupture by Hyogoken-nambu Earthquake, north Awaji Island, and resulting earthquake disaster. V. Superficial ruptures in the central mountainous and the east coastal areas.

<受付：1999年2月10日>

ティーチャーズ・サイエンスキャンプ'99のご案内

地質調査所では、科学技術庁、科学技術振興事業団等と共催で、高等学校及び高等専門学校の教員を対象とした、科学技術体験合宿プログラム「ティーチャーズ・サイエンスキャンプ'99」を実施します。期間は本年8月25日(水)から27日(金)の3日間。会場はつくば市の地質調査所及び房総半島です。内容は地質調査所での電頭観察実習と房総半島の地質調査実習からなり、講師は地質調査所研究員が務めます。参加費は3,000円(保険料等)で、自宅～会場の交通費は自己負担になります。

募集要項は、事務局を担当する(財)日本科学技術振興財団から各校へ送付されますので、詳細はそれをご覧ください。募集期間は6月4日から7月10日です。

<応募に関する問い合わせ先>

ティーチャーズ・サイエンスキャンプ'99事務局

(財)日本科学技術振興財団 振興部内

〒102-0091 千代田区北の丸公園2番1号

Tel : 03-3212-2454 Fax : 03-3212-8449

ホームページ (<http://ppd.jsf.or.jp/camp/index.html>) でも募集要項等をご覧ください。