

「服部 (1998a, b, 1999a, b, c, d, e) 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I, II, III, IV, V, VI およびVII」に対するコメント(栗田, 2000)への回答

服部 仁¹⁾

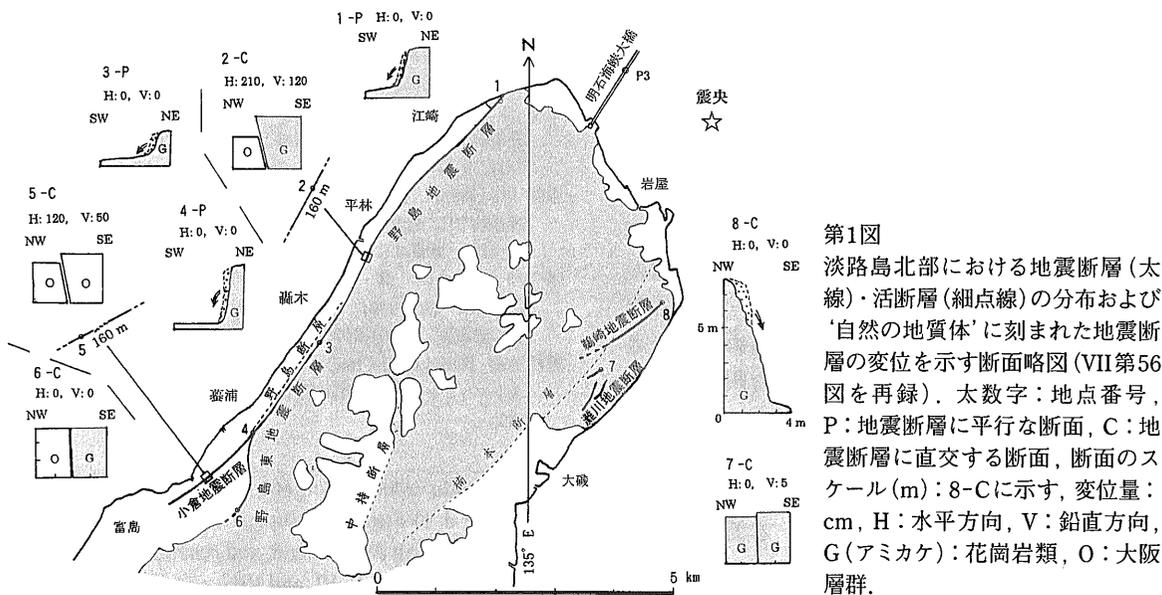
本地質ニュース誌上において、私は七回にわたる連載シリーズ「淡路島北部における兵庫県南部地震による地変と地震被害」を発表した。従来の通説とは視点・観察方法が同じでない立場から、地変・地震被害が1m以内において水平方向・鉛直方向に変化することを詳細に記載した。それらの観察記録に基づき、【起震断層】の通説とは大きく異なる異説・異論を述べた。通説が支配的ではあるが、はたして普遍的に成立するものなのか、について疑問をもっていたからである。

このたび、通説を代表する指導者の一人である栗田泰夫氏から、私の異説についてコメントをいただいた(栗田,2000)。このコメントにお答えするとともに、この機会に、私の考えをもう一度明らかにしておきたい。以下の文中では、栗田氏のコメント内容

を『 』内に、私の意見・回答を「 」内にまとめることにする。文献引用については、ひんぱんに栗田泰夫・水野 清秀(1997)、服部(1999a)などと表示するのを避け、原典をわかり易く、また「このコメントへの回答」(本文)を読み易くするため、次のように文献は引用略記によって表わすこととする。すなわち、マップ、説明書、本文、I, II, IIIなど、写真・図・表は通し番号により、それぞれ写真8、第15図、第3表となる。また、記載位置については、マップおよび説明書のLoc.1200やI~VIIのA地点あるいは位置8によって表示する。

地下地質の変状はどのように推定するか

「地変は、地表と地下とで同じか、地中に向かって増大するのか、あるいは减小・消失するのか?」



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

キーワード: 栗田氏コメントへの回答, 対論, 地変・地震被害の差別化, 地表と地下地質の変状, 上下一体化, 自然の地質体, 人工改変地, 人工構築物, 不連続面, 直接資料, 間接資料, 地震断層, 活断層, 震源断層

は、連載シリーズの基本問題「地変から地下地質の変状が推定できるか?」の原点である。地変・地震被害は1m以内の範囲内で変化する、変位が逆方向になる場合、掘り井戸の変形、上水道管理設溝などの多様な観察事実から、地変は地下浅所で消滅するのではないかと、この印象をもった。とにかく、地表下-5m, -10m, それ以深における変状を知りたい、というのが当初からの調査目的であった。

地表と地中とは、同一の変状が続いておらず、変化していることから、<地表のどこで何を計測し、地下地質の変状を定量的に把握するか?>がこの基本問題を解明するための鍵である。私は、軟弱地盤から堅固な岩石地盤までの「自然の地質体」に刻まれた地震断層の変位が第一義記録であり、地下地質における変位を示す直接情報と位置付けて、その計測値を断面略図(本文第1図)に示した。その上で、人工改変地と人工構築物がいくつかの不連続面を経て、水平方向や地中に向けてどのように地変・地震被害が変化したかを地点ごとに観察し、「自然の地質体」との相互関係を考察する間接資料としている(本文第2, 3図)。

これまで、多くの調査研究報告では、この基本問題を認識しないまま、今回の兵庫県南部地震による田畑などの人工改変地や舗装路面などの人工構築物に生じた地割れ・亀裂をおもに観察・計測し、地下地質における変位の基礎資料としている。「自然の地質体」内に刻まれた地震断層の記述は少なく、また地震断層はどの位の幅にわたって断層破碎されたかや周りの地質がどのような種類・風化状態であったかについての記載は極めて少ない。しかも「自然の地質体」ではない地表物質における変位を記載し、得られた計測値を地震断層の変位とみなしている。これらの変位量は、全体変位量および水平

成分と鉛直成分との合成値としての総変位量として図示されている(例えば、説明書第6図;コメント第1図および第2図)。

間接資料の評価

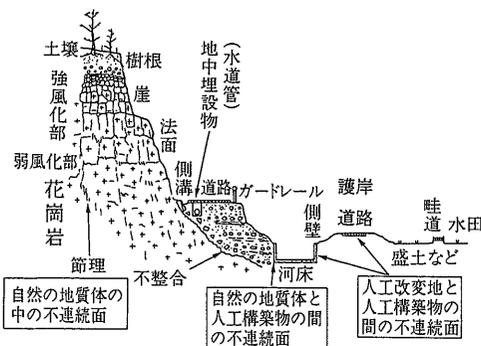
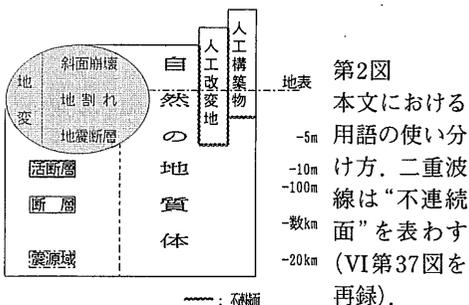
地表における変位量が、地下地質に直接つながりそのまま同一の変状とみなすためには、地表と地下地質との間に種々の不連続面が介在したり、物性の違う不均質状態であっても、上下一体化して変位が継続していることを確認しなくてはならない。すなわち、地表における変位量が地下地質の変位推定値と一致することが必須条件である。

多くの調査研究においては、この点を認識し確認を得ることなく、「上下一体化して変位が継続している」との前提も明らかにせず、さらに前提に触れないまま、計測した地震断層の変位量がそのまま地下深部まで連続しているとの仮定の上で議論している。

これらの変位量は、直接地下地質の変位を表わしてはおらず、地下地質の変位を推定するための一つの間接資料と、私は考えている。なぜならば、「地表近くの地質的条件の差によって、地震被害の現れ方には大差がある。その差は、1m以内の至近距離でも発生する」と連載シリーズの冒頭に、私が敢えて異論として問題提起した。1m以内で水平方向と鉛直方向へ変化している事実を具体的に、しかも時系列変化の写真映像によって記載しているのである。

地変・地震被害を差別化するもの

「上下一体化して変位は継続していない」と判断できる地点が多かった。そこで上下一体化を撓乱する要因考察のため、最初に、地表の事象、すなわ



ち、‘自然の地質体’、人工改変地および人工構築物をそれぞれ識別すること、次いで不連続面（応力開放面としての地形面を含めて）の重要性を位置付けた。従来の見方にとらわれることなく、新たな視点に基づき地震直後から‘自然の地質体’を重点的に観察を行い、逐次調査を加え、被災者から現場の生々しい写真（ほとんどの方からネガフィルムの提供を受け）を頂き、地質ニュース連載シリーズにまとめている。問題意識と観察・記録の姿勢が出発点から違って

A 物性の違い (密度・間隙)		B 不連続面 (一:接触面)		C 形状 (サイズ)		D 経時変化 (初期変状)	
自由空間	水圏 / 大気圏	打設境界		不安定		逆の	
人工構築物	舗装路、擁壁、土留、門、橋、新設、既設、埋設物	地形面<=動滑面> <=崩壊面> 地すべり面 <=地下水> 節理、層 層相界 不整合 断層<=断層、断層>		不安定		逆の	
人工改変地	田畑、盛土、切土、崖、堤防、溝、貯留池、トンネル、表土、土壌、沖積層、段丘、崖、堆積物、大阪層群、岩層、花崗岩類(I, II, III)	既設、新設、大		不安定		逆の	
自然の地質体	花崗岩類(I, II, III)	既設、新設、大		不安定		逆の	

第4図 地変・地震被害を差別化する要因 (VI第38図を再録)。

るので、到達した結論が大きく異なるのは当然であろう(本文第4図)。

以下は粟田氏のコメントへの回答である。

1. コメントの概要への寸評

- 1) 『延長10.5kmの地震断層のうち、末端の1.9km区間と中央の0.6-1.3km区間を除いて、変位量は1.6m±0.2mとほぼ一様に連続する(第1図)』。→
「信じがたい大変位量。除外区間に含まれていない轟木、藁浦、梨本、小倉川における地震断層の通る地点の変状を凝視してほしい。道路や川の流路を曲げるよう

には変位してはいない」。

- 2) 『北淡地震断層系は既存の活断層が再活動したものである』。→

「あいまいな用語-『再活動』。再活動という抽象的用语の意味を具体的現象によって明確にしてほしい」。私の意見は、「マグニチュード7以上の大地震が地下-10数kmで発生したため、不安定地盤の地表において、既存の活断層や節理に沿って地表地震断層が現れた。震央・震源から遠く離れており、今回地表に現れた地震断層は地震の発生源ではない。大地震の結果として出現したものである(本文第5図)。地震断層は、原因なのか結果なのかははっきりしていて、震源域に想定されている地殻深部の断層とは異なる」。

- 3) 『地震断層は、1995年兵庫県南部地震の第1サブイベントに対応し、震源断層モデルおよび測地データと調和的である(一部省略)』。→

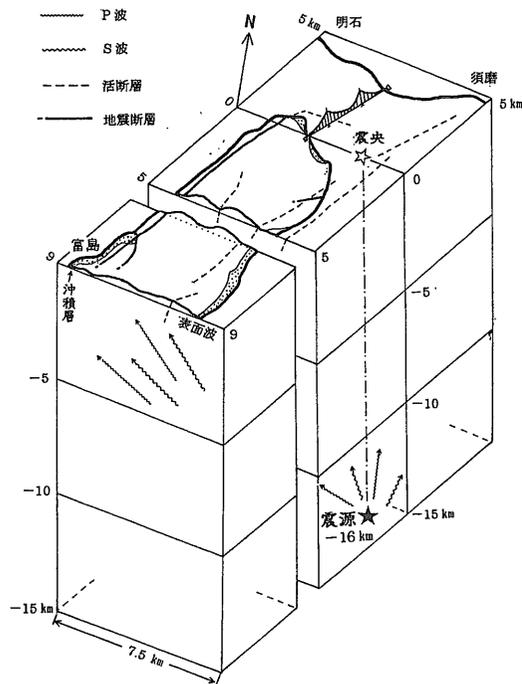
「他のデータ、震源断層モデルおよび測地データと調和的と、自説に好都合であろう。質的に異なるデータへのコメントは控えたい」。

2. 地震断層のとりえ方について

『兵庫県南部地震の地震断層においても、未固結被覆層の厚さに比例して断層帯の幅が数mから最大20mにまで広がっている』と、自明の理のように結論されている。私の一番知りたかった第一義的基本問題「上下一体化して変状は継続していない」への対論である。モデル図などの一般的解説ではなく、地点ごとの事実関係がよくわかるように、その根拠となる観察・計測データを提示して説得していただきたい。

幅広い断層帯の分布幅

‘自然の地質体’の場合を除くと、人工改変地および人工構築物が蒙った破断と変位の範囲は明らかに大きく広がっている。計測する際の注意点は、地盤に固着して上下一



第5図 淡路高島北部における地震断層・活断層、震央・震源および沖積層の分布図 (VII第55図を再録)。

体化して変位しているかどうかを決め手と考える。破断した人工構築物が地盤から分離・滑動したり、浮上して移動しているのをしばしば観察している。例えば、江崎燈台階段のIV踊り場における石畳、深く埋まっていないU字溝、舗装道路のコンクリートスラブの破断・変位、極端な例では、飛び跳ねた墓石である。これらの場合、変位計測の対象にできないことは容易に理解されよう。

‘自然の地質体’内に刻まれた地震断層の場合、断層帯の分布幅は明白である。他方、栗田氏が解説する断層帯や断層帯の分布幅とは具体的に何を意味するのであろうか。人工改変地や人工構築物が破断された広い区域を包含・変位計測している、と私は判断する。人工改変地では、地震断層は‘自然の地質体’内に刻まれた地震断層とは異なる挙動を示しており、計測方法によっては別の変位量を加重することが多い。

‘自然の地質体’に刻まれた地震断層の変位こそが第一義的直接資料である。そうでない場合、変位の観察や計測値は、“上下一体化して変位が継続している”との前提条件が確認できるときのみ、説得力をもった有効な間接資料になる。そのような間接資料を利用するに当たっては十分に厳密な評価を行う必要がある。なぜ‘自然の地質体’内の地震断層記載が少なく、その上、人工改変地や人工構築物との区別もなく、不連続面の介在も考慮しないで、間接的な変位量に基づいて「断層帯の分布幅を広く捕捉する」のか理解できない。

断層面での変位量と引きずり成分

野島平林における野島地震断層上の畦道や、断層保存館内で見られる小倉地震断層上の農道が、地震断層に切られているが、直断され曲がっていない。この事実から、「‘自然の地質体’内に刻まれた地震断層は、引きずり成分を伴っていない」、と結論する(本文写真1)。

3. 具体的な観察地点について

4地点における観察内容が問題点として指摘された。以下に小見出しの番号をつけて回答する。

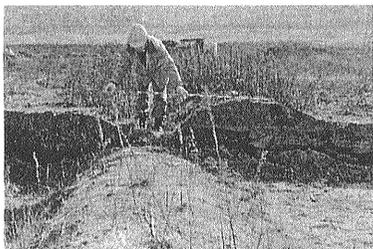


写真1 地表の‘自然の地質体’内における地震断層では、引きずり成分を伴わなければ、新たな破碎帯もできていない(IV写真50-9を再録)。[川崎 満男氏撮影(1995.1.18)].



写真2 野島地震断層の深さ1.5m以上に達する開口地割れ、と石畳が浮いていて地盤に固着していない状況がよく見える(II写真19-1を再録)。[川崎 満男氏撮影(1995.1.17午後)].

(1) 江崎燈台の石段

江崎燈台公園西端の登り階段4段目の踊り場付近について(マップ・説明書Loc.40: VII.47.③)、私は、「4段目の踊り場付近では(写真89-1;写真19参照)、石畳や円礫を敷き詰めた路面が地震によって引き裂かれ、大きな開口地割れができた(写真89-2)。その隙間から覗かれる表層地質は、土壌、草木片、礫混じり砂と風化花崗岩の岩片・マサなどがルースに詰って花崗岩の露岩はなく、人工盛土あるいは崖錐堆積物に見えた。石畳の下に引き裂かれたような大きな木片も見られた(写真89-3)。

石畳や円礫を敷き詰めた踊り場の路面は、その下の地肌との間に砂礫と木片からなる密に接着していない“不連続面”が介在していたのは明らかである。この面がボールベアリングのような潤滑油のすべり面効果として働き、地震動に対して滑りやすく差別移動して変位が大きくなったのではないか。地面が揺り動かされた実際の振幅よりも増幅されたため、大きな横ずれ変位が生じたもので、ごく浅い2-3mほどの表層に限られたように見えた(本文写真2)およびその考察要因の一つとして、「ところで、その横ずれは深さ何m位までを巻き込んで変位したのであろうか。少なくとも西方の小谷に向かって横ずれや地割れが消えてしまっていることから判断すると、局所的な現象に思える」と記述した(同様の記述はIIにも掲載)。

栗田氏は「地震断層は石段の北東側及び南西側の両斜面においても雁行断層帯となって連続し、石段の南西方約30mの谷沿いでは右ずれ1.2m・東側隆起0.7mに変位が計測されている。服部報告では、これら周辺の地震断層を見落としており、しかも既存の研究報告と見解が異なる点について言及していない」と指摘した。

踊り場付近から西方の小谷に向かって地割れや横ずれが5m離れた地点で一度途絶えた後、断続しながら約30m先で地割れや横ずれが観察されている(マップ・説明書Loc.50)。見落としているわけではなく、「地変・地震被害が1m以内でも水平方向・鉛直方向に変化しているのを重視すると、約30m先の地変とを直結することはできない。地割れや横ずれが一度消えると見るのは当然である」。

問題にされた西方の小谷には、上部に砂防落石防止の擁壁が設置されている。擁壁の下の谷底には、工事によって生じた土砂などが被っている人工改変地である。緩い斜面の側方へのはらみだしによる地割れが生じてもおかしくない地質環境である。

(2) 野島江崎の棚田

最も軟弱な人工地盤、棚田における被災(VII)の中の“棚田のどこが大きく破断したか”において次のとおり記述した。「棚田の壊れ方に

は、一つの傾向があった。すなわち、棚田端の畦道や隅角部が顕著に破断し、大きく開口地割れしたり、右横ずれもあれば左横ずれも見られた。棚田の中で比較的破断が小さかったのは段差のつけ根付近、つまり棚田端の畦道下や隅角部の下部であった(第48図)。棚田という不安定な地盤であっても、地震断層上において下部の方が比較的壊れ方が小さく、上部の方が壊れ方が大きかった。地震断層上の棚田においても、地震動に対する抵抗性が棚田の強い部位と弱い部位とが区別できそうである。

もし、地震断層が棚田の基盤を含む深所から地表まで連続するものであって、1mを越す変位量があれば棚田のつけ根付近が基盤に最も近いので大きな変位や変状が現われてもいはずである。だが、実際にはどの棚田でもつけ根よりも比較的締め固められている段差上部やその上の畦道が大破壊している。この事実は、地震断層が表層における特殊現象とみなして差し支えないことを示唆している。以上の記述の中で最後の部分が問題にされた。すなわち、『盛り土が施されたと推定される段差上部では、断層帯の幅が広がっていたものの、段差基部との間に変位量の差は認められなかった』と反論している。『棚田は段差の基部・上部を問わず一様に約1mから1.3m右ずれしていた』を引用して栗田氏が強弁するならば(マップ・説明書 Loc.170,180)、『棚田段差の上部とつけ根がいつも一体化して、約1m右ずれし地下深所まで連続して変位している事例を並べ立てた上で、コメントすべきであろう』。棚田の被災状況は、報道写真などたくさん公表されている。よく眺めてほしい。このコメントの根拠が写真映像と一致しないケースが少なくない(説明書 Loc.1150, VII 写真84-1-2)。

棚田の段差上部が大きく破断され一方つけ根の方が変位が小さい傾向が認められることで十分である。最も軟弱な人工地盤の棚田における地変であるから、逆の傾向になることもありうるので、すべてがそうになっている必要はない。

(3) 梨本南部のコンクリート水路

水路の壊れ方の一例として、谷底に深く埋め込まれたコ

ンクリート水路-地震断層上における最大の破壊と題して取り上げた。北淡町野島-梨本間の広い谷底に造られた三面張りといわれる農業用コンクリート水路の被災状況を周辺の地質を加えて以下のとおり詳細に記述している(VII 第49図, 50図; 写真85-1,-2,-3, 説明書 Loc.1120; 本文第6図)。

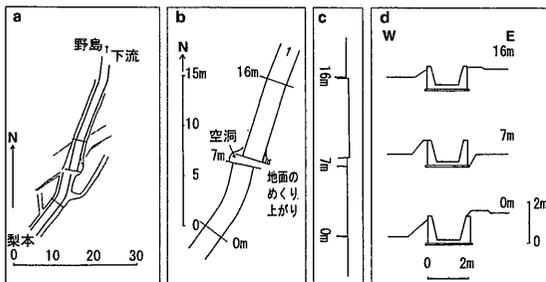
「水路は小倉地震断層の通る所を中心に長さ16mの間が破断した(第50図a,b; 写真85-1)。上流側の破断部分を0m地点とし、そこから7m離れた地点から16m地点までの約9mの間全体が20cm程浮き上がり(第50図c), 7m地点が約105cm(80cmの開口と65cmの横ずれ, 20cm上昇)変位した(写真85-2,-3)。破断前の水路の位置と比べると、7m地点で南側(上流)が約15cm西へ、北側が大きく50cmほど東へ横ずれした。破断したコンクリート水路16mの間は、水路の両側の地面が均等の高さや形状になっていなくて、それぞれ非対称形をなし、周りからの土圧の受け方や地震断層と破断した水路の位置など微妙に違っている(第50図b,d)。浮き上がった三面張りコンクリート水路は、地震断層が二つに別れて直撃し、一方の大きな地割れの延長部が7m地点を、他の小さな地割れが16m地点を襲った。16m地点を支点として、大きな土圧のかかる7m地点で東方向へ振りながら浮き上がった。

地震の前、7m地点の周りの地面の状況は振られた東側(流路の右岸)には、土が詰っておらず隙間になっていた。つまり破断した水路の端が土圧の小さかった隙間側に強く押し出され易い環境にあった。地震動によって、東側の隙間下の地面が押し込められて大きくめくり上がった。反対側の水路西壁では、変位した後に新しく大きな空洞ができた(写真85-2)。

水路を支えた地下の地盤が地震断層によってどの位変位したかはわからない。しかし、地盤の変位はあったとしても、破断したコンクリート水路の変位がそれよりもはるかに大きかったことを、空洞とめくり上がりが示している。もし、この破断・変位が、地下の地盤とともに同じように変位しておれば、周りの田などの土壌は空洞を作ったりめくり上がるようなことはなかったはずである。

以上に加えて、周辺の棚田を構成する地質および水路修復工事において開削された側壁と床の状況から「側壁は大阪層群の青灰色シルト層が広がっていて、床均しには砂が敷き詰められたことがわかる。すなわち、破断・変位した水路を支えていた地盤は、大阪層群シルト層であった。シルト層は湿っていると極めて滑りやすい。棚田の段差や側壁には大抵ベトベトに湿ったシルト層が露出する。乾燥した部分では、鱗片状や4-5mm大の角礫状に割れ易く、ポロポロと崩れ落ちる。地震断層上において水路は2か所で大きく破断された。その要因の一つがシルト層と豊富な田の水との共存にあり、破断した水路底盤部を滑り易くし側方移動させた、と推定した」。

上下一体化して変位は継続していない様子を地質学的環境から明らかにし、その上で水路破断の要因を考察した



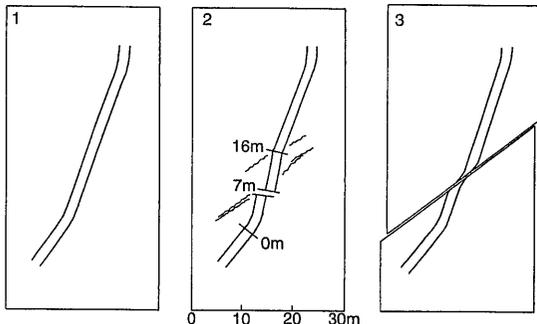
第6図 北淡町野島-梨本間の谷底において小倉地震断層に直撃された水路の状況(VII 第50図に加筆して再録)。

[北淡町提供の工事記録を参考に作図]。
a: 位置略図。 b: 破断箇所の平面図。 c: 同側面図。
d: 水路断面図。 細い点線は地震前の水路の位置。

のである。ところが栗田氏は『これらの変形構造は水路の横ずれ変位による局所的なプリアパート構造とブッシュアップ構造であり、水路の変位が地盤の変位より大きいとする根拠にならない』と決めつけている。「地下の地盤が地震断層によってどの位変位したかはわからない」と私の見解に対して、局所的構造を一般論で解説するのではなく、この地点において計測した具体的な地盤の変位量を提示した上で批判すべきであろう。

ところで、このコンクリート水路は地震断層によって約20mの区間が破断されたのみである。周辺の棚田を含め、修復工事は詳しい測量結果に基づき計画・実施されている。水路は、南北周辺を含めた範囲内でも右ずれによる引きずり成分は観察されないし、全体が右ずれしたようにはなっていない(本文第7図)。

なお、この破断した水路から南西方向へ100m足らず離れた棚田端の畦道、すなわち見かけ左横ずれ変位の地震断層が観察された場所(説明書Loc.1150:第49図中のA地点:写真84-2)まで、開口地割れが断続する。この区間において、トレンチ壁面の調査結果の評価から、鉛直変位が確認されているのは承知している。計測された鉛直変位量がA~B区間の約100mにおける右ずれ1.0m~1.2mとどの



第7図 引きずり成分を伴わなかった観測記録と通説との比較略図。

1:地震前の状況, 2:地震後の「服部の観察記録」, 3:地震後『引きずり成分を伴う1.6m±0.2m右ずれ』変位の考え方(コメント第1図の1に基づく)。

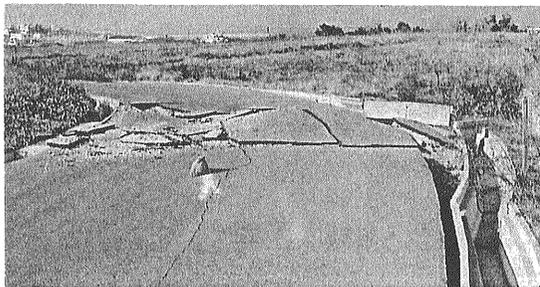


写真3 小倉地震断層に直撃されたアスファルト舗装路面の盛り上がり破断とU字溝の変形。(IV第15図B1地点: VII写真87-1を再録)。[川崎 満男典氏撮影(1995.1.18午前)]。

ような“上下一体化”の相互関係にあるか、この地点に絞って解説してほしい。人工構築物の受けた変位量と地盤の変位との関係は、離れた場所のトレンチ壁面の資料によるのではなく、このコンクリート水路地点における事実関係と計測値によって解決すべきであろう。

(4) 北淡町震災記念公園北東方の道路

「北淡町梨本におけるプレッシャーリッジ状に破断されたアスファルト舗装道路(第15図A地点)から約50m西方の農道の曲がり角(第15図B1地点)では、道路の両側にU字溝が設置されていた(写真87-1)。本震直後、この路面はアメのように反り上がり、A地点と同じくプレッシャーリッジ状に破断した。路面の北東側(写真向かって右手)は緩い下り斜面に続く天盤端部に相当し、そこに設置されていたU字溝は側方下にずり落ちる形で分散した(写真87-2)。各U字溝間ではモルタル接着部が分離し、60cm長のU字溝一本ごとには破断が見られず、分散した位であった。一方、南西側のU字溝には、道路の曲がり角内側にあつたためか内蓋がはめ込まれていた。そこではU字溝自体も内蓋も全く変形・変位しなかった。路面が破断された状況からは想像できないほど、安定した無被害状態であった。つまり、地中にすっぽり埋まり、内蓋がはめ込まれていたU字溝は(写真87-3)、小倉地震断層上であっても全く変形・変位せず完璧に無被害であった。写真向かって左側の路面下1.2mに上水道铸铁管が埋設されている。铸铁管はこの地震断層の位置では破断しておらず、離れた別の地中で破断した、と北淡町水道課工務係長の鋪田氏が説明された」(本文写真3)。

栗田氏は『しかし実際には、地震断層はカーブ内側の道路側溝を横切ったのではなく、道路のアスファルト路面の直下を通過していた(栗田・水野, 1998)。すなわち、服部(1999e)はここでの地震断層の位置を誤って推定している』とコメントした。

この地点は曲がり角(第15図B1地点)であり、説明書第29図上のLoc.1200の位置と同じである。[Loc.1200においては、道路のカーブ北側では、ガードレールとU字溝が約1m右ずれするとともに短縮変形した。また路面には、幅2-3mの北東-南西走向のプレッシャーリッジが出現し、その東側が最大0.5m隆起した]の記述では、「内蓋がはめ込まれていたU字溝」の方向に破断が認められている。

私の観察記録と大きく違うのは、ガードレールが存在しないこと、およびU字溝が砂礫地盤から分離・滑動し、不規則に分散していて、U字溝が地盤とともに大きく約1m右ずれするには計測できなかったことである。決して、地震断層の位置を誤って推定してはいない。

4. 地震断層の位置および変位量分布について 野島東地震断層

既存の活断層の野島断層が動かなかったとして、野島東地震断層を新称したことに対するコメントである。轟木集

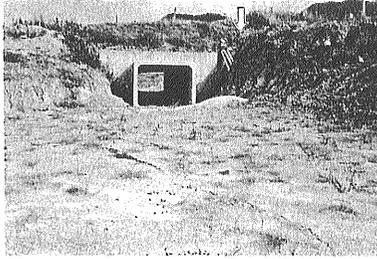


写真4 野島東地震断層南端における地震断層(矢印)と手前周辺の不規則な地割れ(V写真61-1を再録)。[服部撮影(1995.1.28)]。

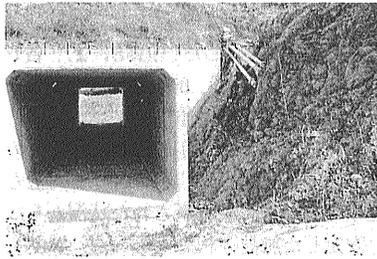
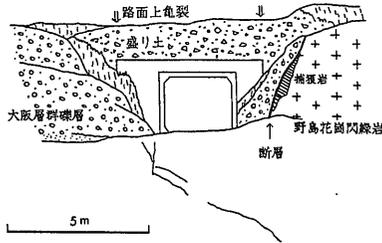


写真5 同上露頭の接近写真(V写真61-2を再録)。[服部撮影(1995.1.28)]。



第8図

写真4の露頭のスケッチ図(V第23図を再録)。



写真6

ボックス型カルバート両端直上におけるアスファルト路面の破断(V写真61-5を再録)。[服部撮影(1995.1.28)]。段差は第8図の二つの矢印の位置に当たる。

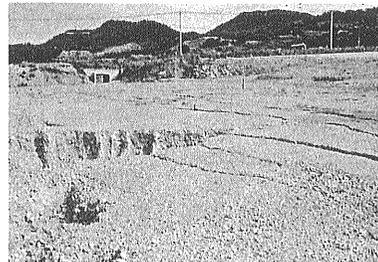


写真7

埋め戻しの砂れき盛り土を切る不規則な多数の地割れと水路になった溝(V写真61-3を再録)。[服部撮影(1995.1.28)]。

落周辺では、地質図「明石」に示されている花崗岩と中新世岩屋累層との境界として設定されている野島断層上では、今回の地震による地変や変位は現れなかった。野島断層よりも約90m東方の花崗岩の中に地変が出現した。私は、野島断層周辺の花崗岩・岩屋累層・崖錐堆積物を識別し、さらに風化花崗岩の節理面も詳しく観察している(I写真2およびII第7図)。これを「服部(1998 a, b)が基盤と考えた花崗岩類の露出は、野島断層に沿う三角末端面からもたらされた崖錐堆積物の一部と考えられる。この崖錐堆積物を基盤の花崗岩とみなしているようである」と、私の記載事項を否定した。

反論のための正解はただ一つであろう。問題の約90mの区間に中新世岩屋累層が分布していることを栗田氏が自身の目で観察・実証することである。野島断層の約90m東に位置する中田清一氏邸前の山道屈曲点を野島東地震断層が通るが、断層の両側は花崗岩で中新世岩屋累層は露出していない。もし、約90mの区間において中新世岩屋累層が間違いなく分布することが確認されれば、私の観察が誤っていたことになるので、素直に訂正したい。現時点では訂正しなければならない直接資料は提出されていない。

野島東地震断層南端の地変

野島-舟木道路上には、野島東地震断層南延長部が通

る(V第22図F地点および付図1)。この地点は、マップ・説明書ではLoc.970と記載されている。「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、ここでは花崗岩類と大阪層群富島累層浅野互層の砂礫層との境界である」との地震断層の位置に関して『地震断層および地層境界の位置を約100m東に誤って図示しているようである』とコメントされた。Loc.970の位置とV第22図F地点とを比較すればはつきりするが、ほとんど位置は同じである。また、地質境界についても観察内容は似ている。相違点は、この地点では地震断層が変位していなかったことである。この地点は極めて重要な観察場所なので、再び詳しく説明したい(本文写真4.5:第8図)。

この地点における「自然の地質体」は花崗岩類(野島花崗閃緑岩、捕獲岩を含む)と大阪層群砂礫層、そして両者の間の活断層、すなわち野島断層(推定断層=新称の野島東地震断層南端)からなる。この活断層が地震によって何の地変もなく、当然のことながら変位しなかった。活断層直上のアスファルト路面には、亀裂も生じておらず、路上において活断層直上位置から2m以上離れた位置とさらに約5m離れた路面の2箇所が破断して、道路に直交する二本の直線状段差ができた。この5m区間の直下には、ボックス型カルバートが設置されていて、この区間が地震動に

より約5cm浮上した(本文写真6)。

マップ・説明書では、活断層に近い南東側の破断が西側0.15cm隆起と記載された(Loc.970 W0.15)。もう一方の北西端の破断は南東側の隆起の段差と記載されるはずであるが、無視された。他方、活断層に南接する地面は大坂層群砂礫層と、削剥後の埋め戻し砂礫盛り土とからなる。盛り土には不規則な開口地割れが現われ、その一部は湧水の流路によって削り込まれて斜交する溝となった(本文写真7)。

「自然の地質体」内では、全く変位が生じなかった(本文第1図地点G-C, H: 0, V: 0)のが直接資料である。他方、これに対して不思議なことに、周辺の人工改変地や人工構築物に地割れや破断が生じている。こちらの方が間接資料である。明らかに、「上下一体化して変位は継続していない」典型的な見本といえよう。

残念なことに、地表における地震動がどのようなものであったかを解明する測定データは全く取得されていない。また、活断層が変位しなくても、周辺の人工改変地や人工構築物がなぜ破断したりの変位を受けたのか、現時点では未解明である。しかし、露頭などの観察事実から、この地点のみでなく、人工改変地や人工構築物の表わす変位が、「自然の地質体」内に刻まれた変位と同一ではないことは明白である。「直接資料と間接資料とを識別することが極めて重要である」、との私の見解は納得していただけるであろう。

地質図「明石」の調査当時、大規模な採石掘削が進められており、時間とともに変貌する広い場所において断層地点の確認は十分できていない。現在、新しい地形図と航空写真、新設された道路十字路の位置と照合すると、「野島断層(推定断層)より約100m東方の場所に当たる」と記述・記載したほうがよいと判断し、共同研究者であった専門家の見解をお聞きしないまま、私の独断で手直ししている(I付図1)。

変位量の大きな特殊な地点

説明書18ページ内の断層変位量の計測方法において、『観測地点毎に見渡せる範囲内において、最大の変位量が観察できる地点及び範囲を選んで計測した』、『地震断層は右ずれ成分をもつことから』と明記されている。『延長10.5kmの地震断層のうち、末端の1.9km区間と中央の

0.6-1.3km区間を除いて、変位量は1.6m±0.2mとほぼ一様に連続する(第1図)』との結論は、以上の計測方法から導き出されている。

私の観点と基本問題、すなわち「地表と地中とでは、同一の変位が続いておらず、変化していることから、地表のどこで何を計測し、地下地質の変位を定量的に把握するか?」の原点は次のとおりである。軟弱地盤から堅固な岩石地盤までの「自然の地質体」に刻まれた地震断層の変位が第一義記録であり、地下地質における変位を示す直接情報と位置付けて、その計測値を重視する。その上で、人工改変地と人工構築物内の地変・地震被害がいくつかの不連続面を経て、水平方向や地中に向けてどのように変化したかを地点ごとに観察し、「自然の地質体」との相互関係を考察する間接資料とした。私の見解は、「間接資料の変位量からは、地下地質の変位を定量的に推定することは難しい」である。

急激な大規模掘削地に現われた地震断層

「自然の地質体」内に生じた1.3m~2.4mの大きな断層変位量は直接資料である。しかも、この変位量は大規模掘削地のなかでも極めて特殊な表層地質条件の場の二箇所が生じている。すなわち、(A)北淡町平林の段丘堆積物と棚田を切断した長さ約160mの野島地震断層および(B)北淡町震災記念公園内の野島断層保存館にすっぽり覆われた約160mに及ぶ直線状小倉地震断層である。そのほか、淡路島北部東海岸地域の大規模掘削地において(C)鶴崎地震断層および(D)瀬川地震断層が確認できた。

(A)および(B)の地震断層が大きな断層変位を生んだ場所は、次の四つの特性条件を備えていた。

- (1)短年月の間に大規模に山体・丘陵が掘削されて低平化した。
- (2)既存活断層があり、鉛直に近い軟弱な面ができていた。
- (3)大阪層群のシルト層あるいは粘土層が分布する。
- (4)灌漑用水あるいは至近に溜池があって、既存の活断層は十分に水を含んでいた。

具体的な記述は、原典のⅦ49. 急激な大規模掘削地に現われた地震断層を参照してください。

おわりに

今回、栗田氏が指摘された内容について、十分吟味した結果、修正・訂正しなければならない記載事項は認められなかった。

私は一つの視点からの観察記録に基づき、連載シリーズおよび本文において異説・異論を提案した。「自然の地質体」に刻まれた直接資料と他の場合の間接資料とを識別することにより、どうしても従来

の通説では解明できない地変・地震被害が理解し易くなったからである。もちろん、将来の検証次第によっては、私の異説は大幅に修正をせまられたりあるいは逆に通説を越えて別の作業仮説として採択されるかも知れない。そのような期待を込め、敢えて連載シリーズにまとめてきた。現在普及している通説を始め、地震発生に関する他の成因論を否定したり、誤っているなどと一言もいっていない。

自然現象は、100%正しいとか、逆に間違っている、と短絡的に結論できるほど十分解明されていないからである。地変・地震被害の研究は、未解明・未解決の課題が山積して、緒についたばかりと思う。今一度、平成7年兵庫県南部地震に関する膨大な観察記録・調査研究報告を取り出し、見直してほしい、とひそかに願っているのである。

ここで特に強調しておきたいのは、とても信ずることの難しい大変位量に関する『延長10.5kmの地震断層のうち、末端の1.9km区間と中央の0.6-1.3km区間を除いて、変位量は1.6m±0.2mとほぼ一様に連続する』は、おもに間接資料の変位量に基づいていることである。困ったことに、栗田氏は私が異論として提起した疑問、すなわち、「上下一体化して変状は継続していない」を全く理解されていない。ただ、自分の調査方法・研究結果を正当化することを軸に、いくつかの私の記載事項について『誤認』『誤っている』『見落とし』『根拠にならない』などと、見当はずれの否定に終始している。

少なくとも、直接資料と間接資料との識別や地変・地震被害を差別化する要因分析は不可欠である。このような検討を行わないで、どうして私の連載シリーズの報文を『十分な観察がなされていない』や『根拠に乏しい非科学的な“異説”』と批判できようか。

科学的対論においては、否定するためには対論の提示した疑問点を咀嚼し、相手よりも質的・量的にはるかに上回る具体的な事例を提示して説得することが肝要であろう。地震予知研究は30年ほど経過したばかりの若い学問分野である。早く結論を出すことが難しく決着がつけられず、また未知で未解明の事項がたくさんある。作業仮説をいくつかたてて多方面からの検証を重ねること、息の長い地道な計測・データの集積、古文書との照合など気の遠くなるような研究を通じて一歩ずつ解明に向かうもの、と思っている。短絡的結論と抑圧的論調は控えてほしいものである。

通説は、私が提起した「上下一体化して変状は継続していない」などの基本問題を組み込んだ作業仮説など、たくさんの別の異説・視点・分野からの諸説と交流することにより、質的向上・発展・活性化が図られる。かりそめにも、排他的・独善的な仲良

しグループ内の狭量な研究に閉じこもることなく、門戸を広く開けておくことである。そして、相互交流とさらなる検証を通じて、より確度の高い地震予知研究に進化してゆくであろう。次世代に託さねばならない長期的・超長期的計測や課題も少なくない。

謝辞：栗田氏がコメントされたことにより、対論の問題点をより明確に知っていただくことのできる機会が与えられた。討論の場を忍耐強く用意された湯浅真人編集委員長はじめ編集委員・事務局や前編集委員長の有田正史氏の方々に心から厚くお礼申し上げる。栗田氏には、今後とも他人の意見・異論に対して大きな包容力を発揮して快く対論されるようお願いしたい。

文献および引用略記

- 「明石」=水野 清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩(1990):明石地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,90p.
- マップ=栗田泰夫・水野 清秀(1997):兵庫県南部地震に伴う地震断層ストリップマップ-野島・小倉及び灘川地震断層-。構造図12,地質調査所。
- 説明書=栗田泰夫・水野 清秀(1998):1万分の1兵庫県南部地震に伴う地震断層ストリップマップ-野島・小倉及び灘川地震断層-説明書。構造図(12),地質調査所,74p.
- コメント=栗田泰夫(2000):「服部(1998a,b,1999a,b,c,d,e)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。I, II, III, IV, V, VIおよびVII」に対するコメント。地質ニュース, no.553, p.50-53.
- I=服部(1998a):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。I. 地変現象の概要。地質ニュース, no.524, p.40-51頁, 第1-3図, 写真1-15, 文献1-16, 注1-6, 巻末資料1, 付図1-2, 附表1.
- II=服部(1998b):地質ニュース, no.528, p.52-64, 第4-7図, 写真16-31, 文献17, 注7-10.
- III=服部(1999a):地質ニュース, no.533, p.43-55頁, 第8-14図, 写真32-47, 文献18-21, 注11-16.
- IV=服部(1999b):地質ニュース, no.535, p.29-51頁, 第15-21図, 写真48-60, 文献22-28, 注17-23.
- V=服部(1999c):地質ニュース, no.536, p.51-68頁, 第22-34図, 写真61-75, 文献29-34, 注24-27.
- VI=服部(1999d):地質ニュース, no.542, p.46-63頁, 第35-47図, 写真76-84, 第1-2表, 表紙写真, 口絵写真4頁.
- VII=服部(1999e):地質ニュース, no.543, p.53-68頁, 第48-56図, 写真85-91, 第3-4表, 文献35-37, 注28-30, 巻末資料2-3.

HATTORI Hitoshi (2000): A reply to Awata's Comments (2000) upon my articles, 'Superficial rupture by Hyogoken-nambu Earthquake, north Awaji Island, and resulting earthquake disaster. I~VII'.

< 受付: 2000年6月29日 >