

3. ミニトレンチ・Geoslicer 調査によって明らかになった 四国中央部および西部の中央構造線活断層系の最新活動時期

後藤秀昭・中田 高・奥村晃史（広島大学文学部）・

堤 浩之（京都大学理学研究科）・今泉俊文（山梨大学教育学部）・

中村俊夫（名古屋大学年代測定センター）・渡邊トキエ（東京大学地震研）・

○松木宏彰・原口 強（復建調査設計）

1. はじめに

中央構造線活断層系は最も活動的な四国だけでも延長約200kmにもおよび、変位速度は5-10mm/yr.に達する（岡田，1973）. このように長大で活動的な活断層系から発生する地震の長期的予測にとって最新活動時期の解明は不可欠である. 最新活動時期の解明は、長大な断層系のどこからどこまでが一括して活動する区間であるのかというsegmentation問題解明のための重要な鍵となるとともに、最新活動からの経過時間を知る上で重要である.

これまで四国の中央構造線活断層系においては活動履歴の解明のために、大規模なトレンチが数多く掘削されてきたが、調査された断層のすべてにおいて最新活動時期が解明されたわけではない. 本研究では、ミニトレンチ調査およびGeoslicer（中田・島崎，1997）を用いた地層抜き取り調査によって、最新活動時期の解明に的を絞った研究を行った. ミニトレンチ調査では、浅く垂直な壁面をもつ極小規模なトレンチを掘削した. これらの調査法は簡便であると同時に最新活動時期を認定する層準を十分に観察・議論できるうえ、地権者の了承が得られやすく、経費が少なくてすむという利点をもつ.

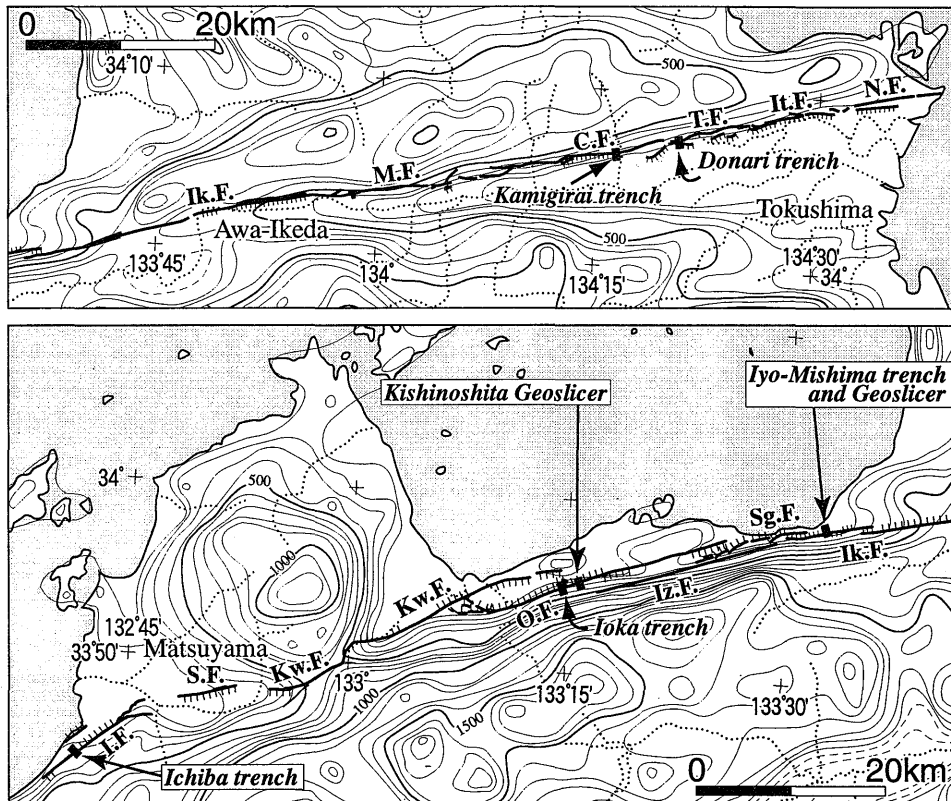


Fig.1 Median Tectonic Line active fault system in central and western Shikoku.

I.F.: Iyo fault, S.F.: Shigenobu fault, Kw.F.: Kawakami fault, O.F.: Okamura fault, Iz.F.: Ishizuchi fault, Sg.F.: Sangawa fault, Ik.F.: Ikeda fault, M.F.: Mino fault, C.F.: Chichio fault, T.F.: Tsunden fault, It.F.: Itano fault, N.F.: Naruto fault. The summit level map is after Okayama (1988).

2. これまでに明らかにされている四国・中央構造線活断層系の最新活動時期と問題点

四国の中央構造線活断層系ではこれまで古地震学的研究のために、東部の父尾断層・神田断層や中央部の岡村断層でトレンチ調査が行われてきた (Fig.1). 徳島県市場町上喜来における父尾断層の調査では16世紀以降 (岡田・堤, 1997), 徳島県土成町土成における神田断層の調査では13世紀以降 (Tsutsumi and Okada, 1996), 愛媛県伊予西条市飯岡における数次にわたる岡村断層の調査では4~7世紀に最新活動があったことが明らかにされている (Tsutsumi et al., 1991; 山崎・他, 1992; 岡田・他, 1998など). 岡村断層の最新活動時期を推定する際には、断層を覆う地層の年代をその層準から出土した土器片の年代に基づいて決定している. しかしながら、土器片の年代は地層の堆積年代を必ずしも示すとは限らないので、岡村断層の最新活動時期は十分に解明されているとは言い難い. また、四国西部の最新活動時期は未解明のままである.

3. ミントレンチおよび Geoslicer による最新活動時期の検討

本研究では、これまでの調査で最新活動時期が十分に明らかにならなかった中央構造線活断層系の四国西部および中央部に分布する伊予断層、岡村断層、池田断層を対象に、ミントレンチ調査および Geoslicer による抜き取り調査 (中田・島崎, 1997) を実施した.

3.1 伊予断層・市場トレンチ調査

(1) 伊予断層・トレンチ調査地周辺の地形と調査の経緯

伊予断層は松山平野南部に発達する北東-南西走向の右ずれ断層で、長さは約14km、活動度はA級である (岡田, 1972; 活断層研究会, 1991; 後藤, 1996).

伊予断層北東部の市場付近では直線状に伸びる山麓線に沿って、河谷の系統的な右屈曲が認められる (Fig.2). その直線状山麓線の南西延長の低位段丘2面には南東落ちの低崖が、また Loc.1 には段丘崖の右ずれが認められる. また、低位段丘2面には断層線とほぼ同じ位置に田の畔があり、その畔に直交して伸びる畔 (paddy dike2, paddy dike3) に右ずれを示す屈曲が認められる (Fig.3). 森川左岸には、これらの屈曲の延長線上にプレッシャーリッジ (Loc.2) があり、そのリッジの南東側基部にあたる段丘崖に数mの右ずれ変位が認められる (Fig.2). また、このリッジの南西延長の Loc.3 でも、段丘崖に数mの右ずれが

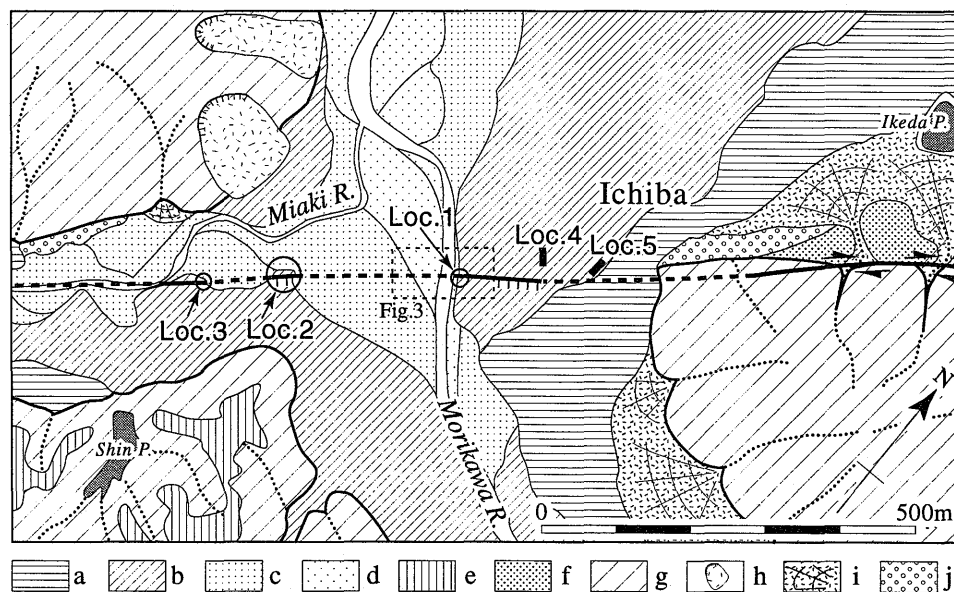


Fig.2 Geomorphological map around the Ichiba trench sites.

a. Lower terrace surface 1, b. Lower terrace surface 2, c. Lower terrace surface 3, d. Lower terrace surface 4, e. Higher terrace surface f. hills, g. mountains, h. land slide, i. alluvial cone, j. talus.

認められる。これらの微細な変位地形から、伊予断層は森川谷底平野においても、ほぼ直線状に延びているものと考えられる (Fig.2, Fig.3).

愛媛県 (1998) の実施したトレンチ調査は Fig.2 の Loc.4, 5 で実施され、Loc.4 のトレンチ調査からは約 6300 ~ 11000 年前に伊予断層が副次的に活動したこと、Loc.5 のトレンチ調査からは過去約 12000 年間に伊予断層が活動していないことを結論として得ている。しかし、これらの結果は伊予断層そのものを掘削することなく得られたものであり、伊予断層の地震危険度が過小評価されることにつながる。そこで、筆者らは歴史時代の活動を確認するため、森川右岸の低位段丘 2 面上で畔の屈曲部の延長を横切るように A トレンチを掘削し、また、最新活動時期を具体的に解明するため、現氾濫源である低位段丘 4 面で Loc.1 と Loc.2 を結んだ線を横切るように B トレンチを掘削した (Fig.2, Fig.3).

(2) 最新活動のイベント層準の認定と活動時期

A トレンチ、B トレンチの各壁面には、地形的に予測された位置に断層が露出した。トレンチ壁面に現れた断層は、和泉層群の砂岩・泥岩や流紋岩岩脈の破碎帯からなる基盤岩およびそれらを覆う河成堆積物を変位させる (Fig.4).

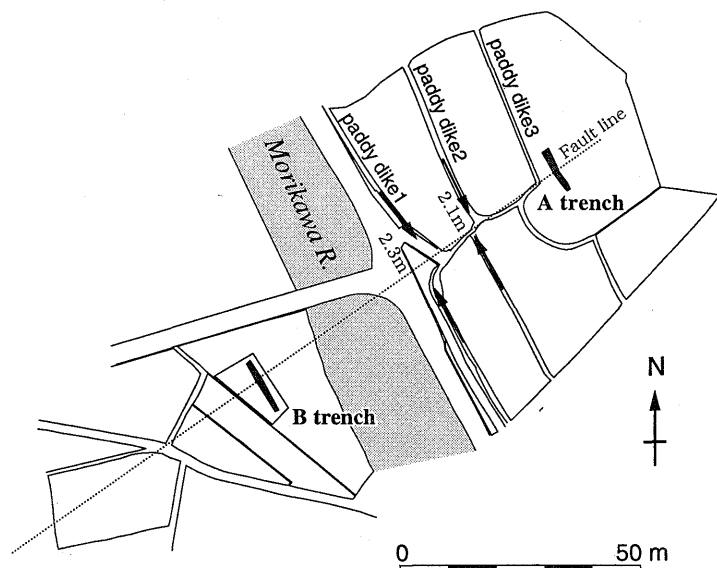


Fig.3 Detailed topographic map around the Ichiba trench sites.

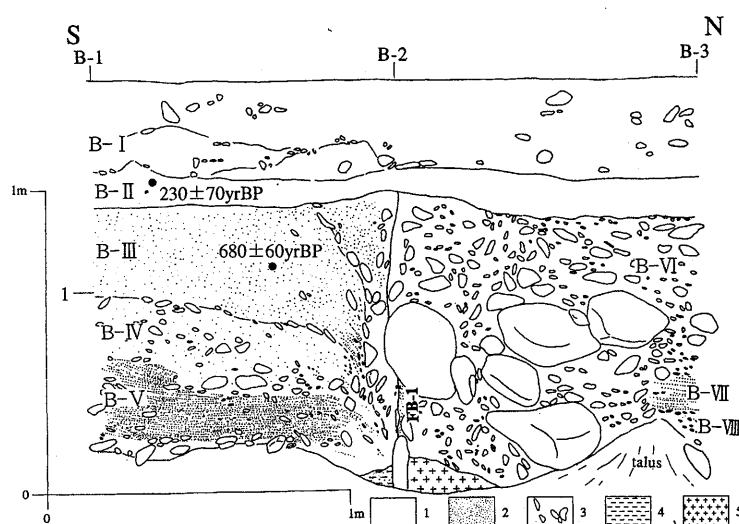


Fig.4 Log of the south wall of the Ichiba B trench.

1.silt to fine sand, 2.midium to coarse sand, 3.gravel, 4.shuttered zone of mudstone,5. shuttered zone of rhyolite. Paddy field soil was removed before the trench was excavated.

A トレンチの壁面では、ほぼ垂直な 2 枚の断層面が確認され、壁面のすべての地層を切断する。一方、B トレンチ壁面には 1 枚の断層面 (FB-1) が確認された。FB-1 は、ほぼ垂直な断層面をもち、B-III 層以下の地層を変形させるが、B-II 層によって覆われる。したがって、断層の最新活動は、B-III 層堆積以降、B-II 層堆積以前であったと考えられる。B-III 層に含まれていた炭から $680 \pm 60\text{yrBP}$ 、B-II 層に含まれていた炭から $230 \pm 70\text{yrBP}$ の年代が得られたことから、 $740 \sim 160\text{yrBP}$ に最新活動があったことになり、この年代を暦年補正するとおよそ西暦 1300 年以降となる。

(3) 変位地形から推定される伊予断層 (市場地区) の最新活動に伴う変位量

A トレンチに出現した断層は、水田の畔が系統的な右ずれをする位置に出現したことから、断層活動は低位段丘 2 面が水田化された後に、断層活動があった考えるのが妥当である。

森川谷底平野でいつごろから耕作が始められたのかを具体的に示

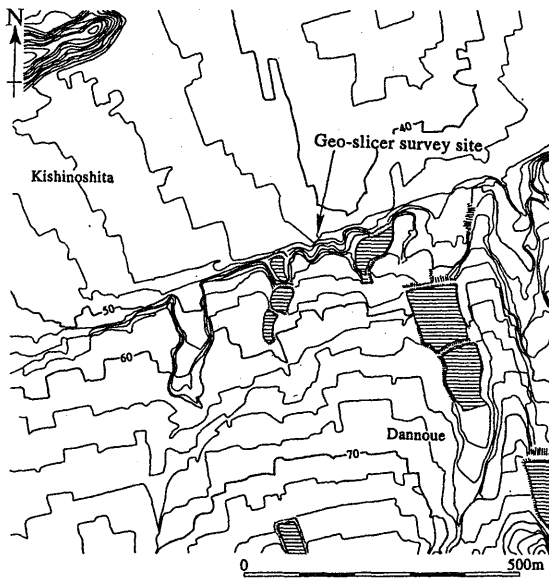
す史料はないが、「角川日本地名大辞典」(1981)の記述を参考にすれば、室町期あるいはそれ以前には開墾されていた可能性があると考えることができる。このような畔の屈曲から推定される最新活動は、トレンチ調査から得られた最新活動時期(およそ西暦1300年以降)と調和している。

低位段丘2面の段丘崖(現在畔として使用, Fig.3のpaddy dike1)の右ずれ(2.3m), 低位段丘2面上の畔に認められる右ずれ(paddy dike2; 2.1m)から, 市場における伊予断層の最新活動に伴う右ずれ変位量は2.1~2.3mであると判断される。

3.2 岡村断層・岸ノ下における Geoslicer 調査

(1) 岡村断層と調査地点周辺の地形

岡村断層は西条平野南縁から関川丘陵南縁に分布するN70°Eの直線状の活断層で, 長さは約30km, 右横ずれ変位速度は5~8mm/yr.に達する(岡田, 1973; 活断層研究会, 1991; Tsutsumi et al., 1991; 後藤・中田, 1998)。



Geoslicer調査は, 北落ちの変位を示す岡村断層西部の低断層崖基部で行った(Fig.5). 調査地点周辺の岡村断層は, 低位段丘面を切断し, 北側の沖積面との間に比高約10~16mの低断層崖を形成する。Geoslicer調査は, 低断層崖基部の比較的幅の広い開析谷中で, 活断層の位置の推定が比較的容易な谷底東端で行った。

(2) 最新活動のイベント層準の認定と活動時期

Fig.5 Fault scarp of the Okamura fault at Kishinoshita and the site of Geoslicer study

地形から推定される断層線の通過地点を横切つて, 幅1.3m, 長さ3m, 厚さ0.15mのGeoslicer 3枚を用いて地層を抜き取った。Fig.6は, そのうち断層周辺部の2枚(FZM, FZN)のスケッチ

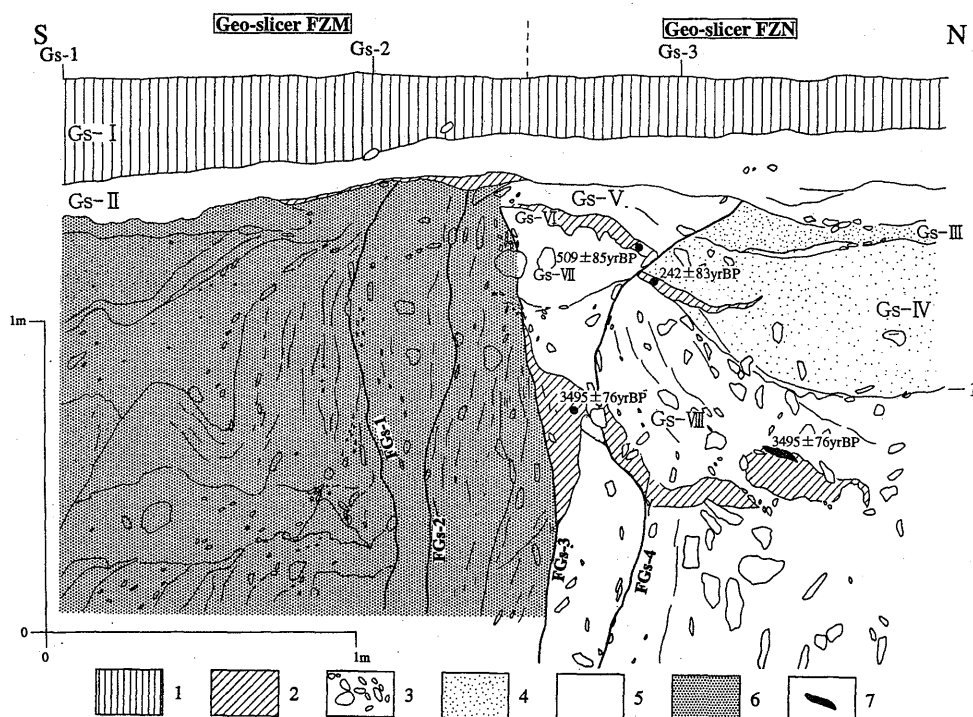


Fig.6 Log of geologic cross section sampled by Geoslicer at Kishinoshita.

1.paddy field soil, 2.humus, 3.gravel, 4.midium to coarse sand, 5.silt to fine sand, 6.Okamura Formation, 7.wood fragment

である。

Geoslicerによる地層断面には4つの断層 (FGs-1~4) が確認された。FGs-1とFGs-2は、ほぼ垂直な傾斜をもつ岡村層中の断層で、Gs-II層によって覆われている。

FGs-3は岡村層とGs-V~VIII層を境する断層で、ほぼ垂直な断層である。FGs-3の上部への延長は、Geoslicer FZMとFZNの接合部であるため十分に観察できなかったが、Gs-V~VI層がFZMに見られないことから、FGs-3はGs-V層までは切断していると考えられる。

FGs-4は、FGs-3より北側の第四紀後期の堆積物中に見られる断層で、Geoslicer FZNの断面では、S字状に湾曲した形態を示す。FGs-4は、Gs-III層以下の地層を切断しており、Gs-II層に覆われる。FGs-4に沿うGs-VIII層中の腐植土の著しい変形や、Gs-VII層がGs-IV層中の腐植土にのしあげている様子は明瞭である。

Gs-III層、Gs-II層からは年代測定試料を得ることはできなかったが、Gs-VI層から509±85yrBP、Gs-IV層から242±83yrBPの年代が得られた。断層によって切断された地層に含まれる最も若い年代を採用すると、最新活動は242±83yrBP以降にあったことになる。これを暦年補正すると、最新活動時期はおよそ西暦1500年以降と推定される。

3.3 池田断層・伊予三島市中之庄町における Geoslicer 調査

(1) 池田断層および調査地点周辺の地形

池田断層は讃岐山脈南西部から境目峠を通り、法皇山脈北縁に連続するN70~80°E走向の活断層で、長さは約40kmと四国の中央構造線活断層系では最も長い(岡田, 1968, 1973; 活断層研究会, 1991)。池田断層の西端では、その西に発達する寒川断層との間に小規模なプルアパートベイスンと考えられる凹地状の地形が発達している (Fig.7)。

Geoslicer調査は、池田断層が通過する低位段丘面の開析谷中で行った (Fig.7)。池田断層は、ここでは低位段丘上位面を切断し、調査地点の開析谷より東側で南落ち、西側で北落ちの低断層崖を形成する。低位段丘上位面での縦ずれ量は1~2m程度であるのに対し、横ずれ量はGeoslicer調査地点の開析谷で約50m、大谷川の流路で80~100mに達し、横ずれ変位が卓越している。最新活動を解明するため、事前に掘削されたトレンチ調査から明らかになっている断層の位置を延長し、それを横切って小型のGeoslicer (幅1.0m、長さ1.3m、厚さ0.1m) を用いて地層を抜き取った。

(2) 最新活動のイベント層準の認定と活動時期

地層断面に見られた堆積物を層相の違いに基づいてMGs-I~IV層に区分した (Fig.8)。MGs-bには、ほぼ予想した位置に高角度な断層 (FMGs-1) が出現した。FMGs-1は、MGs-III層以下の地層を変位させ、MGs-II層によって覆われる。したがって、最新活動時期は、MGs-III層堆積以降、MGs-II層堆積以前であるといえる。FMGs-1直上のMGs-II層は、

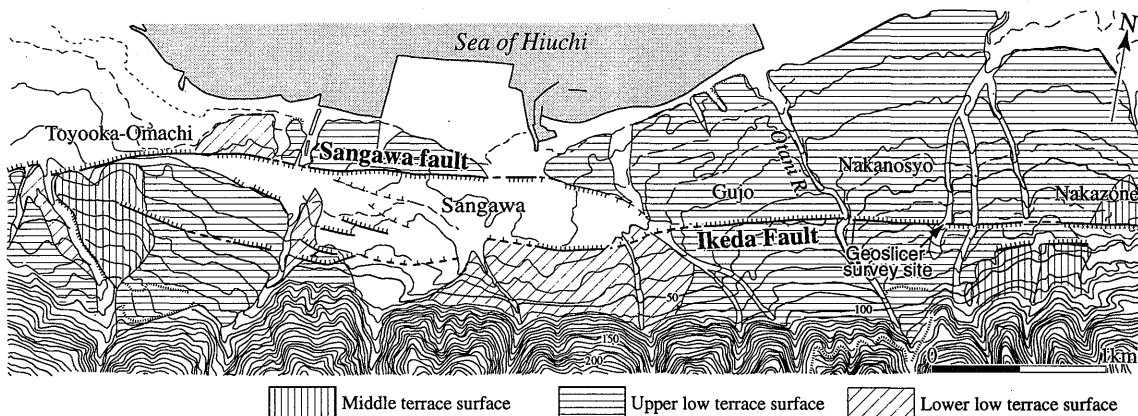


Fig.7 Distribution of active faults and terrace surfaces around Sangawa, City of Iyo-Mishima .

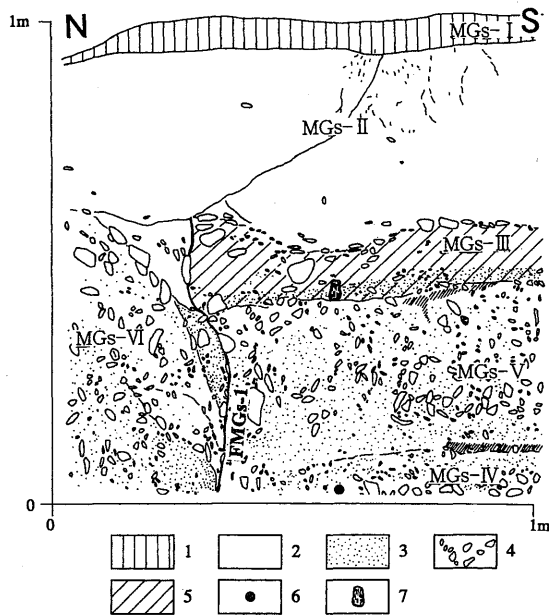


Fig.8 Log of geologic cross section sampled by Geoslicer at Iyo-Mishima.

1.paddy field soil, 2.silt to fine sand, 3.medium to coarse sand, 4.gravel, 5.humus, 6.pottery of Jomon period, 7.tray used during and after Japanese historical period between the 12th and 16th centuries.

人工改変を受けているため、堆積時期は特定できないが、MGs-III層から中世に使われていたと考えられる盆の底板の一部が出土したことから、最新活動時期は中世以降であるといえる。

4.まとめ

中央構造線活断層系の四国中央部以西の最新活動時期の解明を目的に、伊予断層、岡村断層、池田断層においてミニトレンチ調査およびGeoslicerを用いた地層抜き取り調査を実施した。その結果、伊予断層の最新活動時期はおよそ西暦1300年以降であり、畔の右ずれから、その際の変位量は2.1~2.3mであると判断された。また、岡村断層の最新活動時期はおよそ西暦1500年以降、池田断層西部では中世以降に活動があったことが明らかになった。これまでの四国東部の調査結果と同様に、四国中央部および西部の中央構造線活断層系の最新活動時期は歴史時代であることが明らかとなった。

文 献

- 愛媛県, 1998, 中央構造線伊予断層帯 [中央構造線断層帯 (愛媛北西部)] のトレンチ調査. 第2回活断層調査成果報告会予稿集, 249-258.
- 後藤秀昭, 1996, 中央構造線活断層系: 伊予断層の変位地形. 活断層研究, 14, 28-38.
- 後藤秀昭・中田 高, 1998, 四国中央構造線活断層系の川上断層・岡村断層の再検討——横ずれ断層の断層線認識の新たな視点とその意義——. 活断層研究, 17, 132-140.
- 「角川日本地名大辞典」編纂委員会編, 1981, 角川日本地名大辞典 38 愛媛県. 角川書店. 1166p.
- 活断層研究会, 1991, 新編日本の活断層—分布図と資料. 東京大学出版会, 417p.
- 中田 高・島崎邦彦, 1997, 活断層研究のための地層抜き取り装置 (Geo-slicer). 地学雑誌, 106, 59-69.
- 岡田篤正, 1968, 阿波池田付近の中央構造線の新期断層運動. 第四紀研究, 7, 15-26.
- 岡田篤正, 1972, 四国北西部における中央構造線の第四紀断層運動. 愛知県立大学文学部論集 (一般教育編), 23, 68-94.
- 岡田篤正, 1973, 四国中央北縁部における中央構造線の第四紀断層運動. 地理学評論, 46, 295-322.
- 岡田篤正・堤 浩之・中田 高・安藤雅孝, 1998, 中央構造線活断層系岡村断層の完新世断層活動——愛媛県西条市飯岡地区のトレンチ調査のまとめ——. 活断層研究, 17, 106-131.
- 岡田篤正・堤 浩之, 1997, 中央構造線活断層系父尾断層の完新世断層運動——徳島県市場町でのトレンチ調査——. 地学雑誌, 106, 644-659.
- 岡山俊雄, 1988, 1:1,000,000 日本列島切峰面図. 古今書院.
- Tsutsumi, H., Okada, A., Nakata, T., Ando, M. and Tsukuda, T., 1991, Timing and displacement of Holocene faulting on the Median Tectonic Line in central Shikoku, southwest Japan. J. Struct. Geol., 13, 227-233.
- Tsutsumi, H. and Okada, A., 1996, Segmentation and Holocene surface faulting on the Median Tectonic Line, southwest Japan. J. Geophys. Res., 101, 5855-5871.
- 山崎晴雄・佃 栄吉・奥村晃史・衣笠善博・岡田篤正・中田 高・堤 浩之・長谷川修一, 1992, 愛媛県西条市における中央構造線岡村断層のトレンチ発掘調査. 地質学論集, 40, 129-142.