

1. 長尾断層の最新活動時期

—香川県三木町におけるトレンチ調査結果—

Recent rupture history of the Nagao Fault in Kagawa Prefecture

(株)四電技術コンサルタント 田村栄治○露口耕治・藤川聡
(株)四国総合研究所 池田倫治
産業技術総合研究所活断層研究センター 杉山雄一・寒川旭
香川大学工学部 長谷川修一

1. はじめに

長尾断層は香川県高松市の南方を東西に走る長さ約 20km の活断層である。長尾断層については、香川県が平成 8 年度に旧科学技術庁の地震調査研究交付金による調査を行っている。香川県 (1997) は長尾断層の最新活動時期を 6 千年前～1 万 2 千年前と推定している。しかし、三木町氷上宮下地区における同県のトレンチ調査では、長尾断層に切られる地層から 1180 ± 40 y BP の ^{14}C 年代 ($\delta^{13}\text{C}$ 値による補正年代、以下同様) が得られている。このことは、長尾断層が歴史時代に活動した可能性を示唆する。地質調査所 (現産業技術総合研究所) は、長尾断層の最新活動時期を再検討するため、平成 12 年度に三木町氷上宮下地区において改めてトレンチ調査を実施した (杉山ほか, 2001)。本報告は、トレンチ調査結果にもとづき、長尾断層の最新活動時期の検討結果を報告するものである。

2. トレンチの概要

トレンチを掘削した氷上宮下地点は長尾断層のほぼ中央に位置する (図 1)。同地点は讃岐平野の南縁に当たり、北に開いた谷底低地に位置する。この谷底低地には、延長約 150m にわたって東北東から西南西方向に追跡される比高 1.5～1 m 程度の低崖が認められ、低崖部は石垣となっており、明らかに人工改変を受けている。香川県 (1997) は、この低崖の西部でボーリング調査により、低崖の直下を長尾断層が通過していることを確認し、低崖を挟んだ約 1.5m の低地面の高度差は長尾断層の活動による鉛直変位と見なし得るとした。低崖の西端は人工的に削平されており、香川県はこの人工削平部にミニトレンチを掘削した。

今回の調査では、香川県によるミニトレンチを東西両側に 20 cm 程度拡幅して、長さ約 17 m、幅約 2.5m、深さ約 1.4m のトレンチ (西トレンチ) を掘削した (図 2)。更にこのトレンチの東側に、低崖を横断する長さ約 22m、最大幅 5 m トレンチ (東トレンチ) を掘削し、2 つのトレンチを幅約 1.5m、深さ約 1.4m の連結通路で繋ぎ、断層で切断あるいは撓曲した層準を検証した (図 2)。東・西両トレンチと連結通路の各壁面の傾斜は約 60° である。

3. 調査結果の概要

西トレンチでは、現在の人工改変土に覆われる南側隆起の逆断層が現れた (図 3)。この逆断層により、断層の南側に分布する流紋岩が北側に分布するシルト混じり砂層に衝上していることが確認された。

東トレンチでは、低崖直下の壁面下部に南側隆起の逆断層が現れた (図 4)。断層南側 (上盤側) のトレンチ基底には中新統讃岐層群に対比される流紋岩が露出し、断層北側 (下盤側) のトレンチ基底には、北に 70° 程度傾斜する礫層及び砂層とシルト～粘土層 (時代未詳、鮮新～更新統三豊層群に対比される可能性あり) が現れた。トレンチ壁面には、流紋岩と傾斜した地層を覆って、ほぼ水平に堆積した後期更新世から完新世の砂礫層、砂層、シルト～粘土層、腐植質層などが現れた。これら一連の地層の下部は逆断層に切られ、上部は撓曲変形を被っていることが確かめられた。

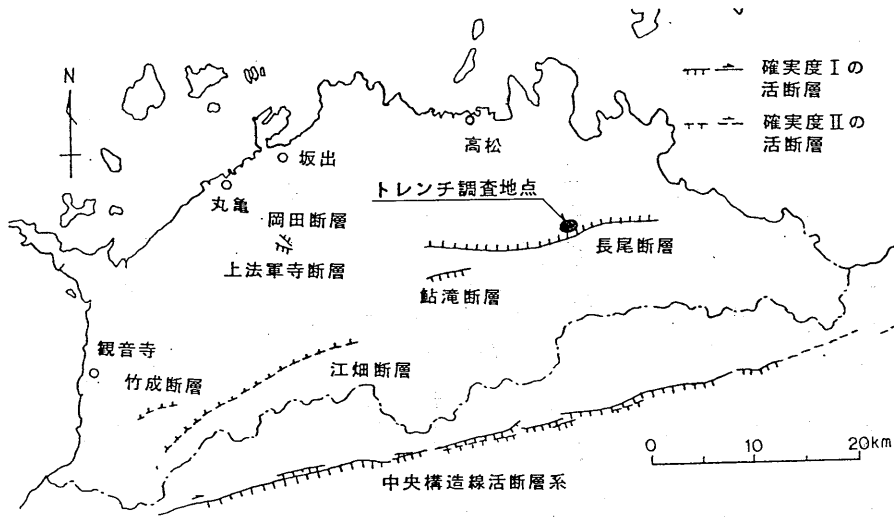


図1 トレンチ調査地点位置図

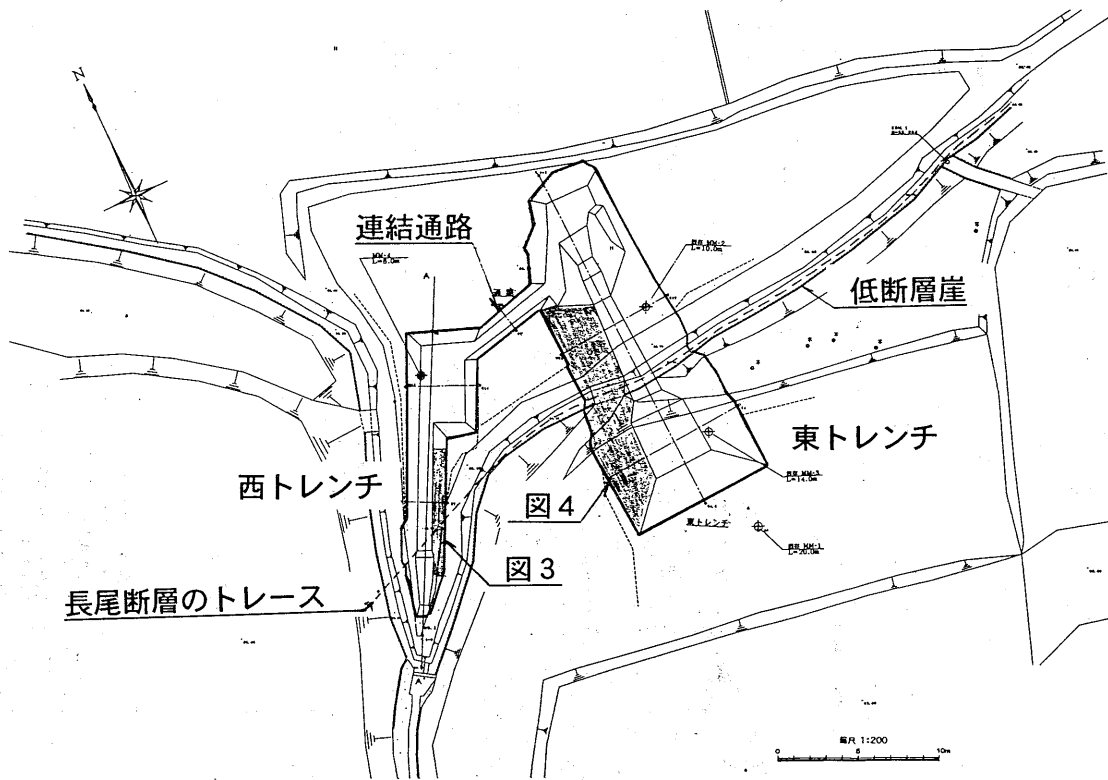


図2 三木町水上宮下地点のトレンチ平面図

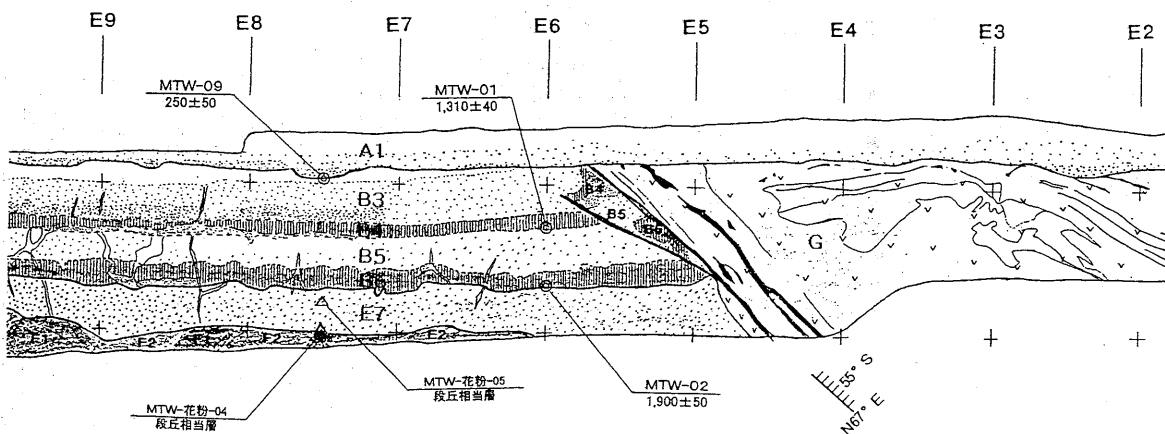


図3 西トレンチ東側壁面のスケッチ

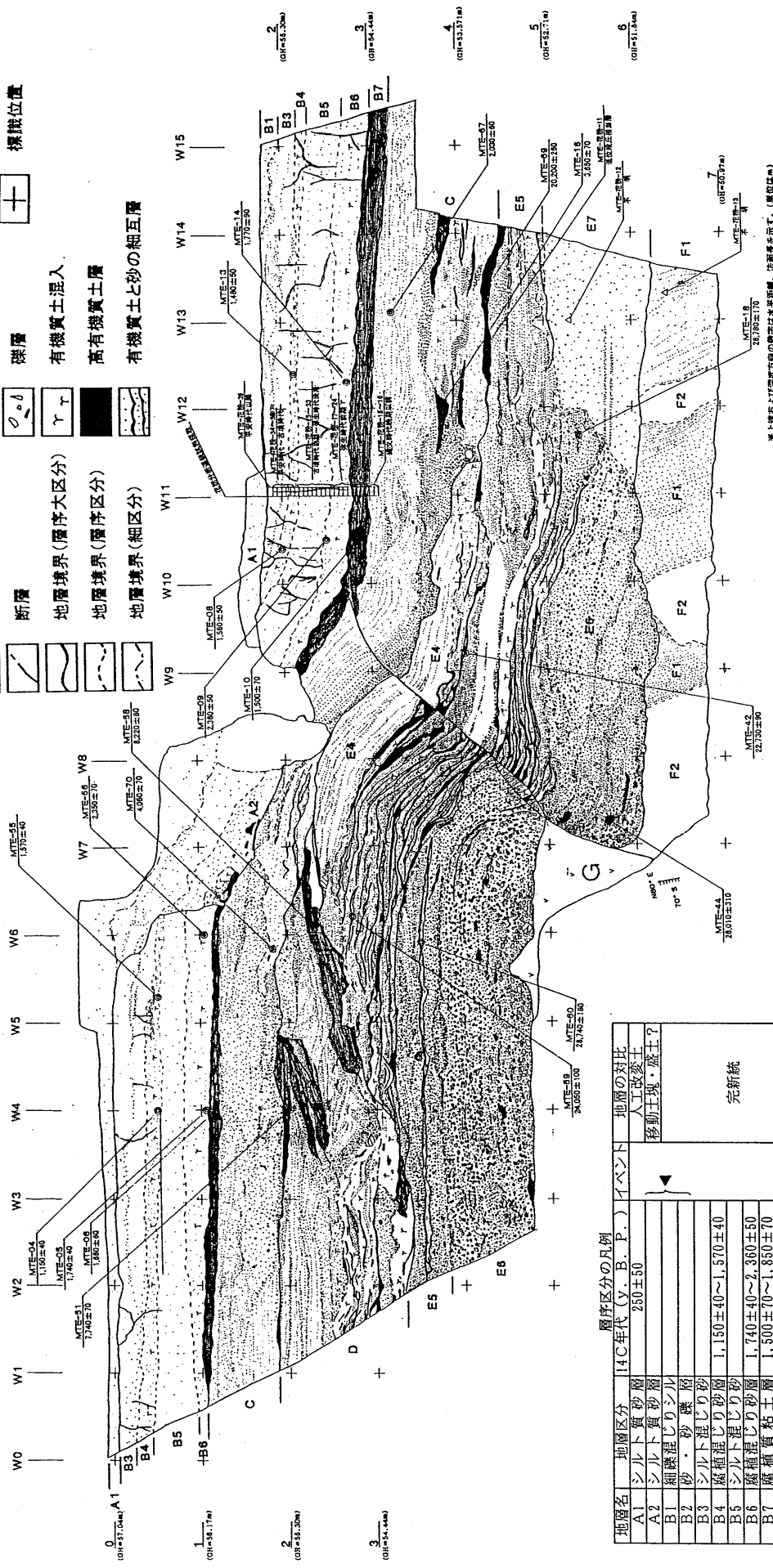
(注) 凡例は図4と同じ

地層区分の凡例

- 流紋岩
- 木片および植物遺体
- 断層
- 地層境界(層序大区分)
- 地層境界(層序区分)
- 地層境界(細区分)
- シルト層・粘土層
- 砂層
- 礫層
- 有機質土混入
- 高有機質土層
- 有機質土と砂の交互層

- E0
- 50°
- +

標機杭位置および番号
断層の走向・傾斜
標機杭位置



※上層および流紋岩の数字は水平距離、断面長を示す。(単位はm)

試料分析の凡例

- ◎ ¹⁴C年代測定試料採取位置・番号および年代値(Y.B.P.)
- △ 花粉分析試料採取位置・番号および樹種
- 花粉分析試料採取位置・番号および樹種(連続サンプリング)

層序区分の凡例

地層名	地層区分	¹⁴ C年代 (Y. B. P.)	イベント	地層の対比
A1	シルト質砂層	250±50		地層の対比
A2	シルト質砂層			人工改変土
B1	細礫混じりシルト			移動土塊・盛土?
B2	砂・砂礫層			完新統
B3	シルト混じり砂			
B4	腐植混じり砂	1,150±40~1,570±40		低位段丘相当層
B5	シルト混じり砂	1,740±40~2,360±50		
B6	腐植混じり砂層	1,500±70~1,850±70		三疊層群?
B7	腐植質粘土層	2,010±60~4,060±70		
C	砂	7,740±70~8,220±80		讃岐層群
D	腐植・砂の互層	16,190±50~22,330±510		
E1	粘土			
E2	腐植質粘土層			
E3	砂			
E4	シルト層			
E5	腐植・砂の互層	20,200±260~30,130±260		
E6	砂	26,010±310, 28,970±460		
E7	礫・砂・シルト	29,090±180, 30,670±210		
F1	礫・砂層			
F2	シルト・粘土層			
G	流紋			

図4 東トレンチ西側壁面のスケッチ

4. トレンチ壁面の地層区分

本調査では、東・西両トレンチと連結通路の壁面に現れた地層を上位よりA層～G層に区分した。

各層から採取した¹⁴C年代測定用試料位置と測定結果を表1に示す。また、花粉分析試料位置と分析結果を表2と図5に示す。更に、古地磁気測定の結果を図6、測定結果から推定される考古地磁気年代を表3に示す。

A層は耕作土ないし人工改変土、B層からD層は完新統からなる。E層は低位段丘相当層であり、F層は時代未詳であるが層相および地質構造から鮮新-更新統三豊層群に対比される可能性がある。G層は岩質から中新統讃岐層群に対比される。

5. 断層及び撓曲

西トレンチでは、走向N67°Eの逆断層が出現した。断層の傾斜は東側壁面では55°S程度であるが、西側壁面ではほぼ鉛直である。断層はB3層までを切り、A1層（現在の人工改変土）に覆われる。この調査結果は、逆断層が人工改変土に直接覆われることを示した香川県（1997）の調査結果と同じである。

東トレンチでは、低崖のほぼ直下に、走向N80°Eの逆断層が出現した。断層の傾斜はトレンチ下部では約70°Sであるが、図4に示すように、上方に向かって低角度となっている。断層による見かけの傾斜隔離（壁面に露出した逆断層の傾斜に沿って測った地層のずれ）は、E層の基底では80cm程度であるが、上方へ急激に減少する。断層は、東側壁面ではE5層最上部で、西側壁面ではB7層下部で消滅するが、撓曲変形はB3層にまで及んでいる。

撓曲変形を含む各層準の鉛直変位量は、壁面の傾斜と各層の原勾配（堆積時の傾斜）を考慮すると、西側壁面のE6層下底とE6/E5層境界（これらは約1mと見積もられる）を除いて、E7層/E6層境界からB4層/B3層境界まで1.2～1.4mである。また、E7層基底の鉛直変位量も、東側壁面における同層の分布から1.2m程度と見積もられ、E7層～B3層間に変位の累積は認められない。

6. 長尾断層の活動履歴

6.1 最新活動時期

最新活動が生じた層準は、上述したトレンチ壁面の観察結果（図3、図4）から、B3層堆積以降と判断される。¹⁴C年代測定データとしては、B3層直下のB4層の腐植質層より、1150±40yBP（西暦770～990年；2σ）から1570±40yBP（西暦410～600年；2σ）にわたる6つの年代値が得られている（表1）。香川県（1997）が報告している1180±40yBPの年代もB4層から得られたものである。

C層及びB層から5cm刻みに連続採取した25試料の花粉分析を行い、遺物から時代が同定されている近隣遺跡の花粉群集の変遷（香川県埋蔵文化財研究会、1993；パリノ・サーヴェイ、1990）と比較した。花粉分析の結果からは、B3層は古墳時代以降に堆積したと推定され、平安時代以降にまで時代が下る可能性がある（表2）。また、考古地磁気年代測定の結果からは、B5層は西暦400年頃に堆積した可能性が高いと考えられる（表3、図6）。

トレンチ壁面の観察結果並びに3種の測定・分析結果から、長尾断層の最新活動時期は少なくとも古墳時代以降と判断され、平安時代以降の可能性もある。

6.2 最新活動時の変位量

東トレンチの調査結果から、氷上宮下地点における長尾断層の最新活動時の鉛直変位量は1.2～1.4mと考えられる。香川県（1997）は、田中地点におけるトレンチ調査の結果から、同地点での最新活動時の鉛直変位量を1.35mと見積もっている。また同県は、氷上石塚地点におけるトレンチ調査の結果から、この地点での最新活動時の鉛直変位量を約1.5mと推定している。香川県（1997）の記載及びスケッチから判断すると、氷上石塚地点における変位

表1 ¹⁴C年代測定試料及び測定結果

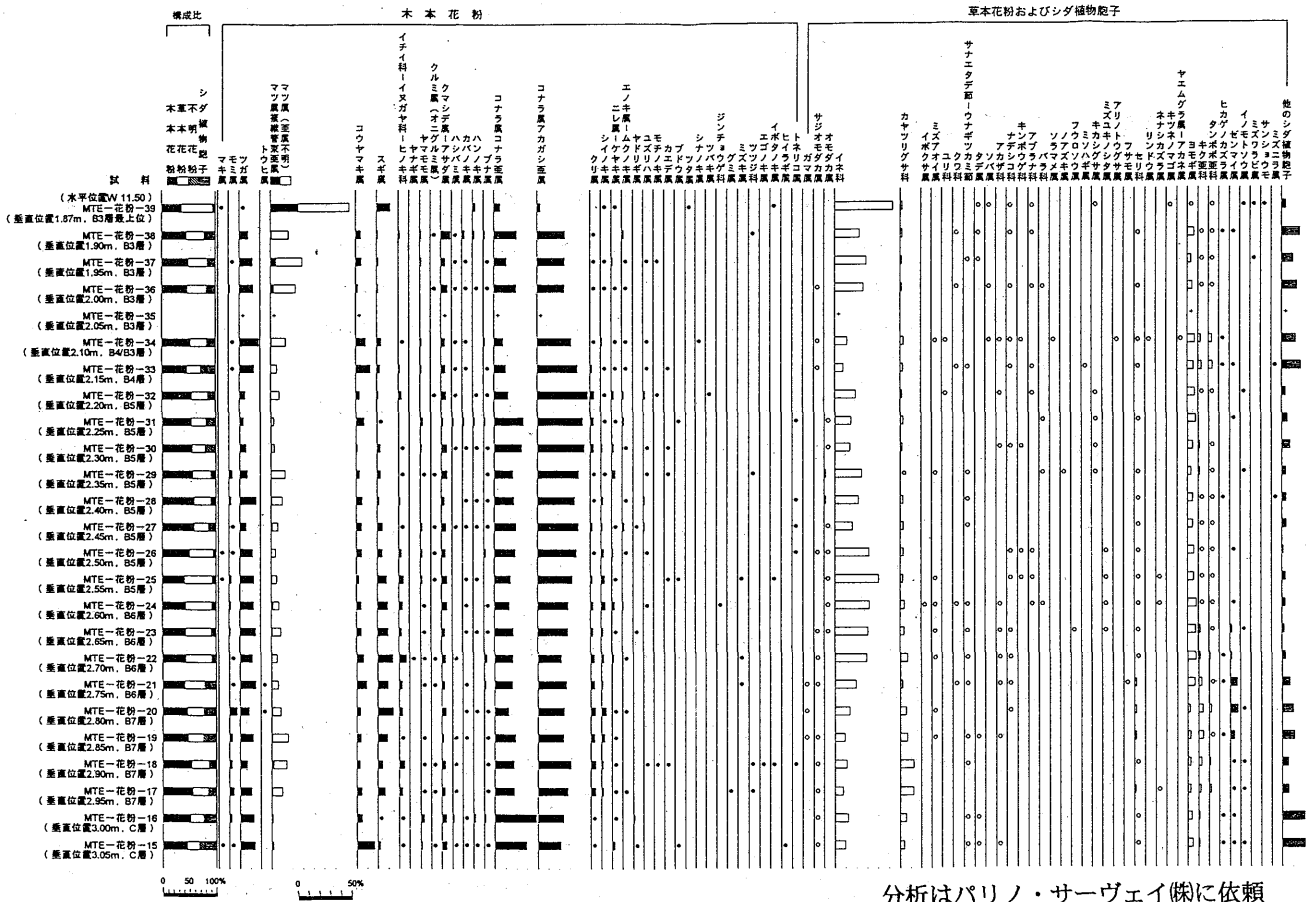
表2 花粉分析試料及び分析結果

Sample number	Lab. no. (Beta-)	Location (trench/wall)	Horizon	Material	Method	Measured ¹⁴ C age (y BP)	δ13C (‰)	Conventional ¹⁴ C age (y BP)	Calibrated age (Cal AD/BC; 2σ)
MTE-09	150068	W/E7.5	A1	organic	AMS	210±50	-22.3	250±50	AD 1480-1950
MTE-04	148445	E/W4		organic	AMS	1140±40	-24.4	1150±40	AD 770-990
MTE-01	150069	W/E6		organic	AMS	1310±40	-24.9	1310±40	AD 640-780
MTE-05	150070	W/E12	B4	organic	AMS	1350±50	-25.5	1340±50	AD 600-780
MTE-13	150071	E/W12.5		organic	AMS	1480±50	-25.0	1480±50	AD 430-660
MTE-08	150073	E/W10.5		organic	AMS	1550±50	-24.4	1560±50	AD 400-620
MTE-55	150072	E/W5.5		organic	AMS	1560±50	-24.2	1570±40	AD 410-600
MTE-05	148446	E/W4		organic	AMS	1750±40	-25.9	1740±40	AD 170-420
MTE-14	150076	E/W12.5		organic	β	1770±90	-25.1	1770±90	AD 50-440
MTE-02	150074	W/E6	B6	organic	AMS	1920±50	-26.5	1900±50	AD 0-240
MTE-06	150075	W/E12		organic	AMS	2040±50	-25.7	2030±50	BC 170-AD 80
MTE-56	150077	E/W6		organic	AMS	2360±70	-25.7	2350±70	BC 800-200
MTE-09	150078	E/W10.5		organic	AMS	2370±50	-25.7	2360±50	BC 800-200
MTE-10	150168	E/W10.5		organic	β	1500±70	-25.1	1500±70	AD 420-660
MTE-06	148447	E/W4	B7	organic	β	1670±60	-25.3	1660±60	AD 240-540
MTE-07	150167	W/E12.5		organic	β	1740±60	-26.7	1710±60	AD 130-440
MTE-21	150169	E/E11		organic	β	1850±70	-24.8	1850±70	AD 0-350
MTE-29	150171	E/E10		wood	β	2110±60	-31.5	2010±60	BC 170-AD 130
MTE-67	150174	E/W13		organic	AMS	2060±60	-26.9	2030±60	BC 200-AD 130
MTE-22	150172	E/E12	C	wood	β	2950±50	-33.2	2820±50	BC 1130-830
MTE-65	150170	E/E12.5		wood	β	3040±70	-27.4	2930±60	BC 1320-930
MTE-16	150176	E/W12		wood	β	3660±70	-25.9	3650±70	BC 2210-1770
MTE-70	150175	E/W6		organic	AMS	4120±70	-28.5	4060±70	BC 2880-2460
MTE-51	150180	E/W4		organic	β	7800±70	-28.6	7740±70	BC 6700-6430
MTE-79	150182	E/S7.5	D	organic	β	8170±60	-25.1	8170±60	BC 7450-7050
MTE-58	150181	E/W6		organic	β	8230±80	-25.4	8220±80	BC 7480-7060
MTE-32	150179	E/E8.5	E2	organic	AMS	16190±50	-25.1	16190±50	
MTE-36	150178	E/E7		organic	AMS	17470±60	-24.5	17480±60	
MTE-07	148448	E/E4		organic	β	22320±511	-24.3	22330±510	
MTE-69	150177	E/W13.5		organic	β	20220±26	-26.0	20200±260	
MTE-42	150207	E/W9		organic	AMS	22740±90	-25.5	22730±90	
MTE-64	150173	E/E13.5		organic	β	23680±30	-27.5	23640±300	
MTE-59	150183	E/W6		organic	AMS	24070±10	-26.5	24050±100	
MTE-47	150211	E/E4.5	E5	organic	β	28540±320	-27.5	28500±320	
MTE-60	150184	E/W6		organic	AMS	28770±180	-27.0	28740±180	
MTE-18	150208	E/W11.5		organic	AMS	28820±170	-27.7	28780±170	
MTE-23	150209	E/E12		organic	AMS	29370±190	-27.3	29330±190	
MTE-48	150210	E/E5		wood	β	30190±260	-28.4	30130±260	
MTE-44	150213	E/W7.5	E6	organic	β	26020±310	-25.9	26010±310	
MTE-35	150212	E/E8		organic	β	28990±460	-26.6	28970±460	
MTE-66	150215	E/E11	E7	organic	AMS	29080±180	-24.4	29090±180	
MTE-25	150214	E/E12.5		organic	AMS	30630±210	-22.8	30670±210	

試料番号	採取位置			層 準	花粉分析結果から推定される時代または環境
	トレンチ・壁面	水平位置 (m)	垂直位置 (m)		
MTE-花粉-39	東トレンチ・西側壁面	W11.50	1.87-1.90	B3最上部	平安時代以降 古墳時代
MTE-花粉-38		W11.50	1.90-1.95		
MTE-花粉-37		W11.50	1.95-2.00		
MTE-花粉-36		W11.50	2.00-2.05		
MTE-花粉-35		W11.50	2.05-2.10		
MTE-花粉-34		W11.50	2.10-2.15	B3/B4	
MTE-花粉-33	東トレンチ・西側壁面	W11.50	2.15-2.20	B4	古墳時代初頭 弥生時代後期
MTE-花粉-32		W11.50	2.20-2.25		
MTE-花粉-31		W11.50	2.25-2.30		
MTE-花粉-30		W11.50	2.30-2.35		
MTE-花粉-29		W11.50	2.35-2.40	B5	
MTE-花粉-28		W11.50	2.40-2.45		
MTE-花粉-27		W11.50	2.45-2.50		
MTE-花粉-26		W11.50	2.50-2.55		
MTE-花粉-25		W11.50	2.55-2.60		
MTE-花粉-24	東トレンチ・西側壁面	W11.50	2.60-2.65	B6	弥生時代前期
MTE-花粉-23		W11.50	2.65-2.70		
MTE-花粉-22		W11.50	2.70-2.75		
MTE-花粉-21		W11.50	2.75-2.80		
MTE-花粉-20		W11.50	2.80-2.85	B7	
MTE-花粉-19		W11.50	2.85-2.90		
MTE-花粉-18		W11.50	2.90-2.95		
MTE-花粉-17		W11.50	2.95-3.00		
MTE-花粉-16	東トレンチ・西側壁面	W11.50	3.00-3.05		縄文時代晩期以前
MTE-花粉-15		W11.50	3.05-3.10	C	
MTE-花粉-14		E 9.65	2.75-2.80		
MTE-花粉-47	東トレンチ・東側壁面	E 9.65	3.23-3.28		2000~6000年前
MTE-花粉-40		E 9.65	3.55-3.60		5500~7000年前
MTE-花粉-65	東トレンチ・東側壁面	E 4.70	1.60	E2	16000~26000年前
MTE-花粉-11	東トレンチ・西側壁面	W12.75	4.40	E5	(やや冷涼)
MTE-花粉-12	東トレンチ・西側壁面	W13.00	5.30	E7	不明
MTE-花粉-13	東トレンチ・西側壁面	W13.30	6.40	F1	不明
MTE-花粉-01	連絡通路・南側壁面	S 3.45	1.12		(やや温暖)
MTE-花粉-02	西トレンチ・南側壁面	S 1.90	1.10		(やや冷涼)
MTE-花粉-05	西トレンチ・東側壁面	E 7.50	0.80	CまたはE7	(温暖)
MTE-花粉-04	西トレンチ・東側壁面	E 7.50	1.00		(温暖)
MTE-花粉-03	西トレンチ・西側壁面	W10.60	0.50	F1	不明

分析はパリーノ・サーヴェイ(株)に依頼

測定は(株)地球科学研究所に依頼
 暦年校正はBronk Ramsey(1998)のOxCalプログラム
 (http://www.rlaha.ox.ac.uk/oxcal/)による



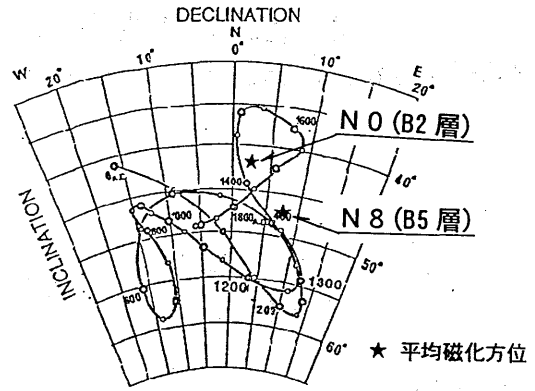
分析はパリーノ・サーヴェイ(株)に依頼

図5 東トレンチ西側壁面のC層~B3層の花粉構成

表3 考古地磁気年代測定試料及び測定結果

層準	試料番号	考古地磁気年代		¹⁴ C年代	備考
		A. D.	yBP	yBP	
B2	N0	(1420)	(530)	なし	α 95=13°
B3	N1	*	*	なし	
	N2	*	*		
B4	N3N6	*	*	1150±40	α 95=14°
	N7	(700)	(1250)	1570±40	
B5	N8	1350	600	なし	西暦400年と1350年が該当するが、B4層とB6層の ¹⁴ C年代から西暦400年の可能性が高い。
		400	1550		
	N9	*	*		
B6	N10	*	*	1740±40 2360±50	

*は平均磁化方位のばらつきが大きい試料。()付きの年代は参考値。
測定は(株)ダイヤコンサルタントに依頼



(地磁気の永年変化曲線は広岡(1977)による)

図6 西トレンチのB層の古地磁気測定結果

量はやや信頼性が低いですが、田中地点の変位量と今回得られた氷上宮下地点における変位量はほぼ一致する。

以上のことから、著者らは、長尾断層の最新活動時の鉛直変位量を1.2~1.4mと考える。東トレンチに露出した断層の平均傾斜を50°とすると、傾斜移動量は約1.6~1.8mとなる。

6.3 1つ前の活動時期

既述のように、E7層下底~B3層下底の鉛直変位量は1.2~1.4mであり、この層準間に断層変位の累積は認められない。この事実は、約3万yBPの¹⁴C年代を示すE7層の堆積以降、ただ1回の活動がB3層堆積以降に生じたことを示唆する。

香川県(1997)によると、三木町田中地点では、AT火山灰を挟む層準は最新活動による1回分の鉛直変位を被っているのに対して、約3万2千yBPから約3万5千yBPの¹⁴C年代を示す地層は2回分の鉛直変位を被っている。

このような香川県の調査結果をあわせると、長尾断層の1つ前の活動は約3万~3万5千yBP〔Kitagawa and van der Plicht (1998)による校正暦年代では、約3万2千年前~3万7千年前〕に生じたと推定される。

謝辞

本トレンチ調査に際して、地権者の皆様には調査用地の借用を快くご了承いただいた。また、香川県長尾土木事務所、三木町役場、三木町土地改良区、並びに奥堂池・渡池水利組合の関係の皆様には、トレンチの掘削に当たり便宜をはかっていただいた。以上の皆様に篤く御礼申し上げます。

文献

- 広岡公夫(1977)考古地磁気および第四紀古地磁気研究の最近の動向. 第四紀研究, 15, 200-203.
 香川県(1997):長尾断層系に関する調査成果報告書(概要版). 香川県, 43p.
 香川県埋蔵文化財研究会(1993):花粉分析とプラント・オパール分析. 高松東道路建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告, 第2冊,「林・坊城遺跡」, 239-263.
 Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998): Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000 yr B. P.: Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. *Science*, 279, 1187-1189.
 パリノ・サーヴェイ株式会社(1990):下川津遺跡における花粉・珪藻分析委託報告. 瀬戸大橋建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅶ 下川津遺跡 第2分冊, 香川県教育委員会・(財)香川県埋蔵文化財調査センター・本州四国連絡橋公団, 479-518.
 杉山雄一・寒川 旭・田村栄治・露口耕治・藤川 聡・長谷川修一(2001):長尾断層(香川県高松市南方)の最新活動時期—三木町氷上宮下地区におけるトレンチ調査結果—. 地球惑星科学関連学会 2001年合同大会予稿集, Jm-P024.