

 1:久々子地点 2:気山地点 3:途中谷地点 4:修学院地点
 5:今出川地点 A:文献6 B:文献7 C:文献4
 活断層の位置は文献2及び10に基づく.
 ④:断層帯の北端と南端 ⊕:花折断層帯の北部・中部・南部の境界
 基図は国土地理院発行数値地図200000「岐阜」,「名古屋」, 「宮津」及び「京都及大阪」を使用.
 (長方形は図2-2の範囲)

図1 三方・花折断層帯の活断層位置と主な調査地点 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003)。



図2 高分解能シングルチャンネル探査の航跡図



図3 概查測線(G測線)航跡図(青太線)



図4 検測線(GK 及び MK 測線)航跡図(青太線)



図5 三方断層帯精査測線(M測線)航跡図



図 6 日向湖測線(H 測線)航跡図









図8 M-3.5 測線の記録断面



図 9 N-3.5 測線の記録断面



図 10 G-7 測線の記録断面



図 11 H-7 測線の記録断面及び表層部の拡大図





図 12 MK-2_1 測線の記録断面と解釈





図13 M-2.5 測線の記録断面と解釈



図 14 M-3.5 測線(上図) と EW2 測線(下図;小松原ほか、2000) との対比





図15 H-5 測線の記録断面と解釈



図 16 H-5 測線(上図) と H1(下図;小松原ほか、2000) との対比



図17 三方断層帯精査海域の代表的な測線(青太線)





図18 M-0.5 測線の記録断面と解釈





図 19 M-2.5 測線の記録断面と解釈





図 20 M-3.5 測線の記録断面と解釈





図21 M-6 測線の記録断面と解釈



図 22 三方断層帯・野坂断層帯収斂部の代表的な測線(青太線)

図 24 G-7 測線の記録断面



図 23 G-1 測線の記録断面





図 25 日向湖の代表的な測線(青太線)



図 26 H-5 測線の記録断面



図 27 H-11 測線の記録断面



図 28 H-11 測線の記録断面の拡大図



図 29 反射面 B の高度差分布及び各地点における値(左表)



図 30 海底面及び反射面 B の高度差の比較



図31 マルチチャンネル音波探査の調査海域及び測線位置図



図 32 音源及びストリーマー配置図



図 33 GK-7B 測線の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)



図 34 MK-10B 測線の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)



図 35 MK-11B 測線の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)



図 36 MK-11B 測線の部分拡大図(上:原記録、下:解釈付記録)



図 37 M-2.5B 測線西部の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)



図 38 M-2.5B 測線東部の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)







図 40 M-3B 測線の断層近傍拡大図(上:原記録、下:解釈付記録)



図 41 M-3.5B 測線の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)



図 42 M-3.5B 測線の断層近傍拡大図(上:原記録、下:解釈付記録)



図 43 M-5B 測線の音波探査断面(上:原記録、下:解釈付記録)



図 44 ボーリング調査地点(コア採取地点)位置図 断層及び撓曲の分布は日本原子力発電(2004)による。



図 45 傾動自在型試錐工法

この工法では、クレーン台船にボーリング櫓、試錐機、発電機などを仮設し、クレーン台船の外側に、掘削ロッド、サンプラーなどを通すガイドパイプを独立に仮設する。



図 46 ガイドパイプを台船から隔離した様子 掘削作業休止時及び夜間の係留時には、台船が波浪で大きく動揺してもガイドパイプ と台船が接触しないように、両者を適切な距離に隔離することができる。



図 47 台船及びガイドパイプの固定方法(アンカリング)

側面図



図 48 油圧駆動型のロータリー式傾動自在型試錐機(CTM-10)の概要



図 49 GS-MKO-1 コアの写真



図 50 GS-MKO-1 コアの柱状図、並びに帯磁率及び色調測定結果



図 51 GS-MKO-1 コアの深度 3.0~3.1m 付近に見られる細粒砂・極細粒砂互層



暦年較正年代(cal yBP, 2σ)

図 52 GS-MKO-1 コアの ¹⁴C 年代 - 深度関係



図 53 M-3B 測線、M-3.5B 測線、日本原子力発電の DU10 測線・NDGM10 測線、小 松原ほか(2000)の EW2 測線、及び GS-MKO-1 コア採取地点の位置図 海域の断層・撓曲及び既往探査測線の位置は日本原子力発電の貸与資料による。 日向断層と三方断層の位置は小松原ほか(1999, 2000)と金田ほか(2000)による。 野坂断層の位置は日本原子力発電(2004)と杉山の未公表資料による。



図 54 M-3.5B 測線の音波探査記録(左)と反射面 A~Dの認定(右)









図 57 小松原ほか(2000)の EW2 測線の音波探査記録(上)と反射面の対比(下)



図 58 M-3.5B 測線における高分解能シングルチャンネル音波探査記録(上) とマル チチャンネル音波探査記録(下)の比較(縦横比はいずれも 25:1)



図 59 M-3B 測線における高分解能シングルチャンネル音波探査記録(上)とマルチ チャンネル音波探査記録(下)の比較(縦横比はいずれも 25:1)



図 60 GS-MKO-1 コア掘削地点の深度-年代関係図 沖積層基底の深度(海面下 68m)を表 9 にそのまま当てはめ、掘削地点への海の 侵入時期(沖積層の堆積開始時期)を 13,000 cal yBP として作成した図。海の侵入 以降、地殻上下変動はなかったと見なした場合に相当する。











図 63 地殻上下変動を考慮した場合の GS-MKO-1 コア掘削地点における深度-年 代関係



図 64 M-3B 測線における断層部の表層堆積構造



図 65 三方断層帯の陸域及び海域の活動履歴データ総括図 反射面 A~Dの形成年代は、地殻上下変動を考慮した場合の推定年代を示す。

	測線名	調査日	測点	方向	shot間隔 (m)	収録長 (Sec)	ブ ー マー (J)	LENGTH [km]	備考	
	M-2.5B	8月6日	#1-71	E→W	1.25	0.6	200	8.75		
三	M-3.5B	8月6日	#1-31	W→E	1.25	0.6	200	3.75		
	M-3B	8月6日	#1-31	E→W	1.25	0.6	200	3.75		
方	M-5B	8月6日	#1-24	SW→NE	1.25	0.6	200	2.88		
沖	GK-7B	8月6日	#1–20	S→N	1.25	0.6	200	2.37		
	MK-10B	8月6日	#1-23	N→S	1.25	0.6	200	2.75		
	MK-11B	8月6日	#1-25	N→S	1.25	0.6	200	3.00		
	N-2.5B	8月7日	#1-14	SW→NE	1.25	0.6	200	1.62		
	N−3.5B	8月7日	#1-14	NE→SW	1.25	0.6	200	1.63		
	N-3B	8月7日	#1-15	SW→NE	1.25	0.6	200	1.75		
	N-4.5B	8月7日	#1-14	SW→NE	1.25	0.6	200	1.62		
	N-4B	8月7日	#1-17	NE→SW	1.25	0.6	200	2.00		
	N−5.5B	8月7日	#1-14	SW→NE	1.25	0.6	200	1.62		
	N-5B	8月7日	#1-14	NE→SW	1.25	0.6	200	1.62		
	N-6B	8月7日	#1-15	NE→SW	1.25	0.6	200	1.75		
m 7	N-7B	8月7日	#1-15	SW→NE	1.25	0.6	200	1.75		
野	N-8B	8月7日	#1-14	NE→SW	1.25	0.6	200	1.62		
山	N-9B	8月8日	#1-15	SW→NE	1.25	0.6	200	1.75		
	N-103B	8月7日	#1-25	SE→NW	1.25	0.6	200	3.00		
	N-103B-2	8月8日	#1-12	SE→NW	1.25	0.6	200	1.37	N−103Bの#1−6の0.63km重複	
	N-5B-2	8月7日	#1-14	SW→NE	1.25	0.6	200	1.62	N−5Bの再測1.62km重複	
	N-5B-3	8月8日	#1-8	NE→SW	0.625	0.3	100	0.87		
	N-5B-4	8月8日	#1-8	NE→SW	0.625	0.3	50	0.87		
	N-5B-5	8月8日	#1-9	NE→SW	1.25	0.6	300	1.00	ボーリング調査候補測線と したため、観測条件を変えて 調査を実施	
	N-5.5B-2	8月8日	#1-10	SW→NE	0.625	0.3	100	1.12		
	N-5.5B-3	8月8日	#1-10	SW→NE	0.625	0.3	50	1.12		
	N-5.5B-4	8月8日	#1-9	SW→NE	1.25	0.6	300	1.00		
				合 計				57.95	km	
			重複	55.7 km						

表1 マルチチャンネル音波探査測線一覧表

*赤字は重複したものを示す

	調查方式	ブーマー方式			
送信	送 波 器 (音源)	ブーマー 電磁誘導振動素子1個 送信電圧 : 2.5 ⁻ 3.9kV			
山立	発振エネルギー	200J [50J、100J、300J]			
비디	送波器の深度	0.3m			
	発 振 間 隔	約 1.25m [約 0.625m]			
受	受波器の型及び 素子数	圧電型振動素子5素子/ch			
信	チャンネル数	12			
部	チャンネル間隔	2.5m			
	受波器の深度	0.5m			
	収 録 時 間	0.6sec [0.3sec]			
デジタル	A/D 変換(量子化)	16bit			
記録	サンプリング 周波数	10、000Hz			
	受信周波数	700~2、000Hz			
モ	記録掃引時間	0.2sec [0.1sec]			
ニター記	記録深度範囲	約 150m [約 75m]			
騄	記 録 方 式	感熱			
	記錄密度	100Line/inch			
	有効記錄幅	254 mm (10in)			
	測 点 間 隔	125m (約100 ショットごと)			
	船の速度	3~4 ノット			

表2 マルチチャンネル音波探査観測条件一覧表

※[]海上ボーリング調査予定地点付近の測線で実施した観測条件

		本調査			小松原は	もか (2000)
推定 地質時代	反射面	シングル チャンネル探査 音響層序	マルモ	チチャンネル探査 音響層序	音響層序	推定 地質時代
	反射面 A	A 層		層	a 層	中~後期 完新世
完新世	反射面八		沖 積 層	∕Ⅱ層∖	e 層	更新世末~ 完新世初頭
	反射面 D		(広義)	層	g 層	後期更新世
後期	反射面 C—			Ⅳ層	h 層	の後期
更新世	反射面 D一			V 層	i層・j層	更新世
前~中期 更新世						鮮新世
鮮新世				VI層	K 唐	~更新世

表3 本調査と小松原ほか(2000)による音響層序との比較

表 4 海上ボーリングに使用したサンプラーと主な対象堆積物

サンプラー	主な対象堆積物	備考
固定ピストン式	えたかい*ドナヘバルト 岡	* 5
シンウォールサンプラー		小上氏
打込み式	硬い粘土~シルト層	フリーブ内蔵
二重管サンプラー	緩い砂層・砂礫層	ヘリーフア加減
ロータリー式	硬い粘土~シルト層	フリーブ内帯
二重管サンプラー	締まった砂層・砂礫層	ハットノアリ政

表5 帯磁率計の規格・性能

型式	規格・性能
	材質:白色ポリアセタール
	重量:2.0~2.7kg(ローブの直径によ
	り変化)
	寸法:290×200×160mm
	コイル直径 D:センサー孔の通常直径
Bartington 社製	+8mm
MS2C	作動周波数:0.565kHz
	最大分解能:2×10-7CGS
	精度:5%
	ドリフト誘発温度 : 1×10 ⁻⁶ CGS/時
	測定間隔:×1 レンジ CGS で 0.9 秒
	空間分解能:20mm
	磁場強度:80A/m rms

試料番号	深度(m)	層相	種類	測定機関 ID(Beta-)	未補正 14C 年代(yBP)	δ13C (‰)	同位体分別 補正 14C年 代(yBP)	暦年較正年代(2 <i>σ</i> ;cal yBP)	摘要
MK-1	0.15-0.20	細粒砂	ナミジワシラスナガイ	364863	40 ± 30	+3.2	500 ± 30	240 to post 1950	
MK-2	0.30-0.35	細粒砂	シドロ	364864	210 ± 30	+0.1	620 ± 30	300 to 240	
MK-3	0.40-0.45	細粒砂	シラスナガイ	364865	10 ± 30	+2.4	460 ± 30	130 to post 1950	スライム?
MK-4	0.79-0.80	細粒砂	木片	364866	1660 ± 30	-25.1	1660 ± 30	1690 to 1680, 1620 to 1520	
MK-5	0.82	細粒砂	ナミジワシラスナガイ	364867	1890 ± 30	+4.1	2370 ± 30	2070 to 1910	
MK-6	1.40-1.45	細粒砂	ナミジワシラスナガイ	364868	420 ± 30	+2.4	870 ± 30	520 to 450	スライム
MK-7	1.51	細粒砂	シドロ	364869	830 ± 30	+0.9	1250 ± 30	870 to 720	スライム
MK-8	1.56	細粒砂	炭質物	364870	3180 ± 30	-28.0	3130 ± 30	3400 to 3330, 3280 to 3270	
MK-9	1.55-1.60	細粒砂	巻貝片	364871	3080 ± 30	+2.3	3530 ± 30	3460 to 3350	
MK-10	1.60-1.65	細粒砂	貝片	364872	2510 ± 30	+0.4	2930 ± 30	2740 to 2680	
MK-11	3.05-3.10	極細砂/細砂互層	ヒメキリガイダマシ	364873	6560 ± 30	+3.6	7030 ± 30	7560 to 7460	再堆積
MK-12	3.15-3.20	細粒砂	貝片	364874	5160 ± 30	+0.8	5580 ± 30	6080 to 5890	
MK-13	3.50-3.55	細粒砂	チゴトリガイ	364875	4900 ± 30	+1.6	5340 ± 30	5740 to 5620	
MK-14	3.50-3.55	細粒砂	ウニ(ブンブク)	364876	4650 ± 30	-0.7	5050 ± 30	5460 to 5300	
MK-15	3.75-3.80	細粒砂	ウニ(ブンブク)	364877	5270 ± 30	+1.5	5700 ± 30	6180 to 6010	
MK-16	3.75-3.80	細粒砂	シラスナガイ	364878	5440 ± 30	+2.8	5900 ± 30	6380 to 6260	

表 6 GS-MKO-1 コアの ¹⁴C 年代測定結果

貝類の鑑定は柚原備也氏による。

表7(GS-MKO-1	コアの火山	灰分析結果
-----	----------	-------	-------

涩度(m)	火山ガラスの形態別含有量(/3000粒子)			重鉱物の含有量(/3000粒子)			β石英	杜吉司 4寸 4加	火山ガラスの屈折落	テフラタ
休及(11)	Bw	Pm	0	Орх	Gho	Cum	(/3000粒子)	1寸 65 刻5 12)	スロバノスの油が牛	/ / / / 1
3.00-3.05	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0			
3.20-3.25	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	石英付着ガラス含む		
3.50-3.55	1.3	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0			
3.70-3.75	1.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0			
3.90-3.95	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		1.508-1.517	K−Ah混在
	D	1 11 4 1-8								

Bw: バブルウォールタイプ Pm: パミスタイプ O: 低発泡タイプ Opx:斜方輝石 Gho:緑色普通角閃石 Cum:カミングトン閃石

	測線3.0Bでの 上下変位量	測線3.5Bでの 上下変位量	DU10測線での 上下変位量	EW2測線での 上下変位量
反射面A	4m以上	4m以上	3m以上	_
反射面B	約8m	約7m	約7m	約7m
反射面C	約8m	約7m	約7m	約7m
反射面D (沖積層基底)	約11m	約10m	約10m	約9m

表8 各測線における反射面 A~D の上下変位量

表9 更新世末~完新世初期の海水準に関する文献レビュー結果

年代 (cal yBP)	Deschamps et al. (2012)	Bard et al. (2010)	Liu et al. (2004)	Tanabe et al. (2010)	田辺ほか (2012)	Tanigawa et al. (2013)	主な範囲
9,000		28,28 (T,B)	13(黄海北部)		17(東京)	17(豊岡盆地)	17~28
10,000		40,35,36 (t,h,b)	35(黄海北部)	38(新潟)	29(東京)	30(豊岡盆地)	30~40
11,000		51,52,45 (T,H,B)	39(黄海北部)	51(新潟)	47(東京)	44(豊岡盆地)	44~52
12,000	60,58,61 (t,h,b)	61,56,62 (T,H,B)	65(黄海北部)	61(新潟)			58~62
13,000	70,69,69 (T,H,B)	70,68,68 (T,H,B)	68(黄海北部)				68 ~ 70
14,000	83,90 (t,b)	83 (T)	80(黄海北部)				80~90
15,000	108 (T)		100(黄海北部)				100~108

海水準は現海面下の深度(m). T:タヒチ、H:フォン半島(ニューギニア)、B:バルバドス(ベネズエラ沖). 文献については、産総研・谷川晃一朗氏にご教示頂いた.

表 10	各反射面の上下変位量	・推定年代とこれらに基づく	く上下変位速度及び断層活動

\searrow		各測線におけ	る上下変位量		推定年代	上下変位速度	推定年代	上下変位速度	町南江新	
	測線3.0B	測線3.5B	DU10測線	EW2測線	(地殻上下変動を考慮しない場合)		(地殻上下変動を考慮した場合)		01121030	
反射面A	4m以上	4m以上	3m以上	_	6.5~7ka		6.5~7ka		これ以降に少なくとも1回活動	
反射面B	約8m	約7m	約7m	約7m	8~11.5ka	(0.6~1.0m/ky)	7.5 ~ 11ka	(0.6~1.1m/ky)	これ以降に少なくとも2回活動	
反射面C	約8m	約7m	約7m	約7m	10 ~1 2ka	0.6~0.8m/ky	9∼11.5ka	0.6~0.9m/ky	反射面B~C間には活動なし	
反射面D (沖積層基底)	約11m	約10m	約10m	約9m	~13ka	0.7 ~ 0.8m/ky	11.5~12ka	0.8~1.0m/ky	反射面C~D間に1回活動	

表 11 三方断層帯の過去の活動

	従来評価	本調査の結果(海域部:A断層系)
(1)平均変位速度	三方五湖付近の断層帯全体 約0.8m/千年(上下成分) 日向断層北部(海域部) 約1m/千年(上下成分) * *小松原ほか(2000)	約0.7~0.8m/千年 (地殻上下変動を考慮しない場合) 約0.8~1.0m/千年 (同変動を考慮した場合)
(2)過去の活動時期	1662年(寛文二年)の地震 それ以前の活動時期は不明	 ・反射面D-反射面C間の活動 約13ka以降、約10~12ka以前 (広域の上下変動を考慮しない場合) 約11.5~12ka以降、約9~11.5ka以前 (同変動を考慮した場合) ・反射面B形成後の活動(2回以上) 約8~11.5ka以降 (広域の上下変動を考慮しない場合) 約7.5~11ka以降 (同変動を考慮した場合) ・最新活動は約6.5~7ka以降で、約5kaに活動した可能性 ・1662年の地震時の活動の有無は不明
(3)1回の変位量	3~5m程度(上下成分)	約2~3m(上下成分) (反射面D-C間の活動が1回だけであったとし た場合)
(4)平均活動間隔	約3800~6300年	約2500~4300年 (地殻上下変動を考慮しない場合) 約2000~3800年 (同変動を考慮した場合) (上記平均変位速度と1回のずれの量から計 算)