## 8. 気仙沼市九九鳴浜における現地調査

### 8.1 調査の概要

東北地方太平洋沖地震では巨大津波が発生するとともに,地殻変動によって三陸海 岸南部は最大 1.4m 沈降した.こうした巨大地震の波源を特定するには,同様のイベ ントの履歴解明が必要である.このためには,地殻変動と津波の両方が地層中に保存 されている場所を特定することがまず必要である.

こうした中,三陸海岸に位置する気仙沼市唐桑町九九鳴浜(図8-1)は,津波による浸水範囲となるとともに0.7m程度沈降した.その結果,海岸線が陸側に移動してかつて樹木が繁茂していた部分にまで砂浜が後退した.九九鳴浜を含む三陸海岸は沈水海岸であり,過去に繰り返し津波被害を受けてきた地域であることから,同様の地殻変動と古津波の痕跡が堆積物中に保存されていることが期待される.



図 8-1 九九鳴浜の位置

このような背景から、本調査は九九鳴浜の汀線付近の過去数千年間の環境指標をプロキシとして、過去の巨大地震による沈降過程と津波履歴解明を目的とした.

調査は、九九鳴浜背後の湿地で基盤まで達するボーリングを行い、コアを採取し、 肉眼観察、帯磁率測定、貝化石分析、硫黄分析、珪藻分析、放射性炭素年代測定など の各種分析を行った.

#### 8.2 調査内容と方法

(1)ボーリング

2015年8月3日~11日にボーリングを実施した.詳細位置を図 8-2 に示す.



図 8-2 KKN1501, KKN1502 コアの採取位置図

### (2)コア処理

採取したコアを対象に、以下の処理(図8-3)を行った.

- (1) コアの周囲のビニール製ケーシングを剥ぎ取り、半割した塩ビパイプに挟みワイヤー等を用いて、縦半分に分割する.一方を剥ぎ取り試料作製等の保存用、もう一方を観察及び試料採取用とする.
- (2) 採取試料・観察用の半割試料について,必要に応じて断面をスパチュラ等で整形し,巻き尺とともに写真撮影を行う.
- (3) 地層中の磁性鉱物含有率による物性の違いを捉えるため、帯磁率測定を行う.
- (4) 観察結果は、最終的にはコア写真とともにコアの堆積構造等が把握できるよう に観察野帳を整理した柱状図を作成する.
- (5) 柱状図として整理するにあたっては、コア全体の堆積状況が的確に把握できるよう、帯磁率、コア写真等の情報と併記し作図する.
- KKN1501 コアは年代測定,硫黄分析,貝化石分析用に試料採取を行った.



図 8-3 コア処理作業フロー

# (3) 帯磁率測定

帯磁率の測定は,携帯型帯磁率計(SM-30: ZHinstruments 社製)(写真 8-1)を用いて,2cm 間隔で測定した.



図 8-3 SM-30 型携帯帯磁率計

# (3) 礫分·貝化石分析

KKN1501 コアを対象に礫分重量を秤量し, 貝化石の有無を調べ, 含有していた場合 貝化石の種を同定してその棲息環境を調べ, これらから堆積環境の特定, イベント堆積 物の有無の確認, 海棲層上限高度(マリントップ)の特定を行うことを目的とする.

堆積物コアを 20cm 毎に切断して調査用試料とした. コア観察で何らかのイベントが 想定されるコア部分は 10cm 単位で切断し調査用試料とした. 作業の手順は以下の通りである.

- (1) 前処理として, 1mm 目の篩上で試料を水洗し, 残った 1mm 以上の堆積物を乾燥させた.
- (2) 2mm 目の篩で試料を乾式篩別した.残った 2mm 以上の礫サイズ以上の堆積物 をコアの 20cm 区間毎の礫分の重量を電子天秤で秤量(図 8-4)した.
- (3) 秤量後, 礫分の写真撮影をおこなった. さらにプランクトンピンセットを使って 堆積物から貝化石を拾い上げた(図 8-5).
- (4) 貝化石は貝類図鑑等を用いて種を同定した.
- (5) 主要な貝化石を接写撮影し,主要な貝化石の図版を作成した.



図 8-4 電子天秤による礫分の秤量



図 8-5 拾い上げられた貝化石試料

### (4) 硫黄同位体分析

KKN1501 コアを対象に硫黄同位体分析を実施した.以下に硫黄同位体分析の手順を示す.分析に使用した試験機器を図 8-6 示す.

- (1) 堆積物を遠沈管(10ml)に移し,1規定塩酸を5mlほど入れる.
- (2) 試料が炭酸塩を含む場合はここで激しく発泡するので一晩静置.
- (3) 一晩静置後,6規定塩酸を数滴遠沈管に加え更なる発泡が無いことを確認.
- (4) 遠沈管に蓋をしたのち, 遠心分離 (3000rpm, 5 min.).
- (5) 上澄み液を捨て、純水を 5ml ほど加え同様に遠心分離、上澄みを捨てる.
- (6) 再び純水を加え遠心分離後上澄みを捨てる操作を3回繰り返す(遠心洗浄).
- (7) 上澄みの純水を捨てた試料を凍結し、凍結乾燥.
- (8) 凍結乾燥後の試料から粗粒分(小礫や植物片)を150メッシュで篩い分け後, スズ製のカプセルに5~10mg 秤量.
- (9) スズカプセルに包んだ試料を元素分析 連続フロー同位体質量分析計にて炭素 と硫黄の定量と硫黄の同位体比測定を行う.



図 8-6 直接同位体分析用質量分析計(左)と Elemental Analyzer(右)

### (4) 珪藻分析

作業の手順は以下のとおりである.

- (1) コアより採取した各サンプリング試料を 2g 計量の後, ビーカーに入れ, 過酸 化水素水で煮沸する.
- (2) 4回洗浄した後,カバーガラス上に滴下(0.5ml)し乾燥させ,マウントメディ アを用いて永久プレパラートに封入する.
- (3) 検鏡は、光学顕微鏡 (Olympus 社製 CX41) を用いて、油浸レンズ (倍率 1000
  倍) で試料ごとに珪藻殻のカウントを行う.

### (5) 放射性炭素年代測定

測定は(株)加速器分析研究所に依頼した.分析方法は以下の通り.

化学処理工程

1) メス・ピンセットを使い、付着物を取り除く.

- 2)酸-アルカリ-酸(AAA: Acid Alkali Acid)処理により不純物を化学的に取り除く. その後,超純水で中性になるまで希釈し,乾燥させる.AAA処理における酸処理では、通常1mol/0(1M)の塩酸(HC1)を用いる.アルカリ処理では水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を用い、0.001Mから1Mまで徐々に濃度を上げながら処理を行う. アルカリ濃度が1Mに達した時には「AAA」、1M未満の場合は「AaA」と表1に記載する.
- 3) 試料を燃焼させ、二酸化炭素(CO2)を発生させる.
- 4) 真空ラインで二酸化炭素を精製する.
- 5)精製した二酸化炭素を,鉄を触媒として水素で還元し,グラファイト(C)を生成 させる.
- グラファイトを内径 1mm のカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールには め込み、測定装置に装着する.

### 測定方法

加速器をベースとした<sup>14</sup>C-AMS 専用装置(NEC 社製)を使用し,<sup>14</sup>C の計数,<sup>13</sup>C 濃度 (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C),<sup>14</sup>C 濃度(<sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C)の測定を行う.測定では,米国国立標準局(NIST)から提 供されたシュウ酸(HOx II)を標準試料とする.この標準試料とバックグラウンド試料 の測定も同時に実施する.

### 算出方法

- δ<sup>13</sup>Cは、試料炭素の<sup>13</sup>C濃度(<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C)を測定し、基準試料からのずれを千分偏差 (‰)で表した値である(表 1). AMS装置による測定値を用い、表中に「AMS」と 注記する.
- 2)<sup>14</sup>C年代 (Libby Age: yrBP) は,過去の大気中<sup>14</sup>C 濃度が一定であったと仮定して 測定され、1950 年を基準年 (0yrBP) として遡る年代である.年代値の算出には, Libbyの半減期 (5568年)を使用する (Stuiver and Polach 1977).<sup>14</sup>C年代はδ <sup>13</sup>C によって同位体効果を補正する必要がある.補正した値を表1に、補正してい ない値を参考値として表2に示した.<sup>14</sup>C年代と誤差は、下1桁を丸めて10年単位 で表示される.また、<sup>14</sup>C年代の誤差 (±1σ) は、試料の<sup>14</sup>C年代がその誤差範囲 に入る確率が 68.2%であることを意味する.
- 3) pMC (percent Modern Carbon)は、標準現代炭素に対する試料炭素の<sup>14</sup>C 濃度の割合

である.pMC が小さい(<sup>14</sup>C が少ない)ほど古い年代を示し,pMC が 100 以上(<sup>14</sup>C の 量が標準現代炭素と同等以上)の場合 Modern とする.この値もδ<sup>13</sup>C によって補正 する必要があるため,補正した値を表1に,補正していない値を参考値として表2 に示した.

4) 暦年較正年代とは、年代が既知の試料の<sup>14</sup>C 濃度をもとに描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の<sup>14</sup>C 濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である. 暦年較正年代は、<sup>14</sup>C 年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1 標準偏差(1σ = 68.2%)あるいは2 標準偏差(2σ = 95.4%)で表示される. グラフの縦軸が<sup>14</sup>C 年代、横軸が暦年較正年代を表す. 暦年較正プログラムに入力される値は、δ<sup>13</sup>C 補正を行い、下1桁を丸めない<sup>14</sup>C 年代値である. なお、較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される. また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある. ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal13 データベース(Reimer et al. 2013)を用い、0xCalv4.2 較正プログラム(Bronk Ramsey 2009)を使用した. 暦年較正年代については、特定のデータベース、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として表2に示した. 暦年較正年代は、<sup>14</sup>C 年代に基づいて較正(calibrate)された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」または「cal BP」という単位で表される.

### 8.3 調査結果

### (1) コア試料の層相および帯磁率

採取した2本の堆積物コア試料の肉眼によるコア断面の観察・記載を行った.その結果を帯磁率測定結果とともに柱状図(図8-7,図8-8)に示す.

## KKN1501 (採取長:14.00m)

- 0~0.2m :植物片を多く含む表土,
- 0.2~3.1m : 暗褐色の有機質シルト~砂
- 3.1~8.0m : 青灰色を呈する砂質シルト~細砂. 全体を通じて礫の密集部が散在 する.
- 8.0~11.9m : 暗灰色の砂質シルト~細砂
- 11.9~12.6m: 黄褐色の貝殻混じり砂礫
- 12.6~14.0m:砂岩
- 7.60-7.80m, 9.00-9.10m, 9.70-0.75mに礫層を挟む.



図 8-7 KKN1501 コア

## KKN1502 (採取長:13.00m)

- 0.5~0.55m :植物片を多く含む表土,
- 0.55~2.5m : 暗褐色の有機質シルト~砂
- 2.5~7.8m : 青灰色を呈する砂質シルト~細砂. 全体を通じて礫の密集部が散在 する.
- 7.8~11.3m : 暗灰色の砂質シルト~細砂
- 11.3~11.9m: 黄褐色の貝殻混じり砂礫
- 11.9~13.5m:砂岩



図 8-8 KKN1502 コア

# (2) 礫分・貝化石分析

分析した貝化石の写真を図 8-9~図 8-11 に示す.



図 8-9 KKN-1501 主要二枚貝 2 の写真



図 8-10 KKN-1501 主要二枚貝 2 の写真



図 8-11 KKN-1501 主要巻貝ほかの写真

各深度区間の礫分(2mm以上)の写真を図 8-12~図 8-29 に示す.



図 8-12 コア 0.2-1.0m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-13 コア 1.0-1.6m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-14 コア 1.6-2.2m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-15 コア 2.2-2.85m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-17 コア 3.8-4.6m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-18 コア 4.6-5.4m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-19 コア 5.4-6.2m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-20 コア 6.2-7.0m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-21 コア 7.0-7.7m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-22 コア 7.7-8.2m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-23 コア 8.2-8.8m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-24 コア 8.8-9.4m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-25 コア 9.4-10.0m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-26 コア 10.0-10.8m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケール 3cm



図 8-27 コア 10.8-11.6m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-28 コア 11.6-12.2m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm



図 8-29 コア 12.2-13.0m 間の礫分(2mm 以上)の写真 スケールは 3cm

# 礫分重量の秤量結果と貝化石の種同定結果を表 8-1,表 8-2 に示す.

		1			The second s	-	-		111	11	11				1401
titl:	811	教知	机机	(and the set of the se	1881/0512			18							亦何唐姓
2.84	1988	944	41-					OR P.							4454
6th	118	111	Sk				87	80							4404
1148	19	MIL	5				8.2	1957							1154
10-18	100.00	41.5	41.				1.0	MD1							1000
1.17	6116 - N.W	10	37				1.1	<u>clinc</u>	10.1						
2.1	MIRLERA.	-0	25				1.18	unter 1	10.1						
1218	0110110.0	11	141- 1-1-				1.0	and a							in a
10.10	na cana	MA I	<u>81</u>				122								10.41
10.10	Revent and		꼰				218								
18.18	and a line		265				1.05	ante a							
10.00	218	-	10.1				100	ALC: N							ica)
12.14	1000.000	-	쥰				10.00	48.1	18.4						
74.18	10100-4840	11	퓺				100		100						
11.43	118	111	11												
14114	148	104	10				_								0.00
12.14	798	-	44.												enue .
12:14	1748	11.0	10.												1004
14-19	110	323	M.												100
0.14	208	818	44												154
10.41	74		44											_	(69)
9-01	. 19	111	10												1004
12-44	100	.#	MA.												4404
19.95	100	1884	11				100	1							154
81.43		1303	무난					999							14.4
4.48	118	1000	95					Υĥ.							£454
1244	191100100	.11	Mb.												1.64
1244	8118-918	34.8	-												
1111	8118198	10	No.				100		1.11						
10.00	A104140		21				100		1						
1141	B100-000		1				17/	hu							£ 1
121-	100	No.	쭚				1.5								ine.
10.94	10.40	101	AL.												100
	004100	10	10												
45-14	Distant.	111	11												0.00
73-14	1. 198	NP4	EC 1												1000
1014	den line	-	in.												Print.
78.14	. 6/16	-	6												1558
76-11	80108-484	415	51												0.25
12.18	4918	314	12.												
+11	10.00	.u.t	ΨĽ.												
29.88	10.00	1.8	44.												
60.4.0		814	\$0.			12 N/1	A								4708
4244	WIR-MR	10	$\Psi_{\rm h}$		1	16471 94	70 .85	10.0	Sec. 1	والانتجاز المتلكان	1.841.6.81	-	in the second	al and a second	
1141	101101-1010	10	ψ.	100001000	HE KALF	41	484	49.86	3048116	arend Inner	104010	REAL	1010304	1111111	1
F1-4.8	10.00	111	41.				_				_				-
	*******		Pri -	Distance (Annuality) providence	a PAUSHT	U.A.			_		9	_		-	2-9
1.55			11	Party Kanada	3747-0-I	8.1		-	0		0	-		-	leave.
			-	Name of Street S	7224	80					. 9	-			10.00
1141	894149155	10	<b>P</b> /	And and the first state of the second state of	278	90		-			9		-		
			100	Penalta petitian	9501947	87		11				- 11	-		aniti-
				Continue to the state of the same	104/01	- en			_		0	10		-	
	-	Case 1	100	Neman or in	10.00	100					-	10	-	100	
-		ALL.	-	Contra a series	10000	100			-		100	- 9	-		100
		-	1	Alaria alaria	Secure Av	8.0		0	_		-	0	-	-	100
1		-	-	Name and April 1	10.8 ( inc. west 1) /	102		The second	_		-			-	
1.111	11		101	Real and Automatic and an	B489994	10.5		0	_		-	0	-	-	
				And a state of the second	12/19984	HE F		1				n		-	
				Standard Manual	LILAPETAV	8.6		1000				-		-	
				matatui astroi	7-705-43	80		and the second second			0		-	-	t
	····			Tenanda (anda	894149946234	8.2					.8	1.1			1
444	414104100	16.4	811	Pilerre (Indebild ( produce)	F2766W884			The state			1.15	12			
			100	Contrading to a diff	Volawilly.	8.6		-	-	.0.		0	-	-	
				Money fast Annine	1.0761	12h			-	0		0			
				Makada ratas	5149981	iii n		0.		8		0			
				Polyrestrated	TEAR	H.A.		0			121				
				Digenarius Inational	30464549	MLA .		14.15			- B	100			
				factorial and only of the	P-39487	11.0				0		0			
				Access in a college	AUNITA	82		0	1.00	9		0			1
				ALC: NOT DESCRIPTION OF		10.0		1	9	100		18	10		
				Hinda Auraia	- X404			10	1						
	#19:00	- 14	W.	Hinda arcente Minda arcente Nationalitica page	1.404 7.85	R.F									
H-11 1748	#*****# #*****	84 304	新) 新)	Hindle Annese A description page: Constantion page:	2404 938 144	R.W M.h		Ð.			1214				
11 12 12 14 10	#**#**## #**#**##	84 314	101 101	Manda Antonio A desenten ague L'annecton ague Mantelero dal	3,457 335 345 2014	88 6h 6h		<u>B</u> .	0		0				
441 1748 8-91	#118:00 #118:00 #118:00:00	48 304	朝日	Mindig Assessor Mindig Assessor Administration appro- Distantistica appro- Manthelicae Ad-	2000 2010 2010 2010 2010 2010 2010 2010	818 64.h 62.h		8	0		.a				
444 1748 4 401 18 Ku	#19:00 #19:00 #19:00 #19:00 #19:00 #19:00	44 304 11	「「「「「「「「」」」	Manfa Arona Manfa Arona Manfalo age Manfalo age Manfalo age Manfalo age	上代以子 中月市 三月市 三月市 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二日日 一 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二 二	8.8 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65		0	0		0	-0			
1441 1748 18 101 18 101 19 101	#10-14 6-14-14 8-14 8	44 304 11 304	新御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御御	Harding Assessed Harding Assessed Universities page Universities page Mantholis on the Mantholis on the Mantholis on the Mantholis on the Mantholis on the Mantholis of the Mant	2004 188 2008 103790 103790 103790	R8 65 60 60 60 70 60 70 60 70 60 70 60 70 60 70 60 70 60 70 70 70 70 70 70 70 70 70 70 70 70 70		000	0		0	-0			
1441 1748 1840 18761 18768	#110-344 #140-634-649 #140-638-649 #140-638-649 #140-638-649	44 324 11 364	100 Mar 100 Ma	Ander Annen Antonisten gege- Enterenten gege- Mastelenen der Antonisten (Annense- Rein antonis Kein antonis	ARDS TAR TAR 2008 Performent SJAPPEJ PTRA Extentio	R 8 60 h 60 h 60 h 60 h 60 h 60 h 60 h		000	0	0	.0	-0			
441 1748 4 400 4 400 17 50 17 50		44 324 11 364	101 101 101 101 101 101 101	Andre Freiher Andressen Andressen Andressen Manifesterer Mit Presenter Alexanismi Manifester Manife	2404 938 346 9048 9048 9048 12394 12394 2494 2494 2494 2494 2494 2494 2494	8.8 6.6 6.6 6.6 6.6 6.6 6.6 6.6 6.6 6.6		0000	0.0	0	.0	.0			
1441 1748 1810 1810 1910 1910 1910		44 304 41 304 904 904 904 904	新日 新日 新日 新日 新日 新日 新日 新日 一	Ander Freihen Andersteine proc Einsenetene proc Manatolesen de Andersteine de And	5.4704 93.6 2.608 4.993.0.007 4.993.0.007 4.993.0.007 4.993.0.007 4.993.0.007	8.8 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.7		0000	0.0	0	0	-0			
4441 1748 8 401 17 65 17 65 14 60 14 60 14 10		44 303 12 12 304 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30		Ander Franzen Antonisten gene Ersanstein gene Mestalskeine MP Prostense (Montalinus) nutsten Stein vertreta Erstense Franzen	5-803 93.8 22548 23558 23556 23558 2355758 235567 2555675757575757575757575757575757575757	8.8 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5		0000	0.0	0	.9	-0			

# 表 8-1 KKN1501 コアの礫貝分析表 その1

貝殼等孔側)質色:外海種(開地性)。 育·完全级内湾二枚貝種(現地性)



表 8-2 KKN1501 コアの礫貝分析表 その2

BRIDLE ARTON, BREEFERRAL, BRITSERANDER, ARRANGELL

貝化石はコア深度 8.6m までおよび 10.6~10.8m, 11.2~11.8mには貝化石が認めら れなかった.8.6m~13.0mの区間は海棲貝化石を含有する.貝化石は種名,和名,貝 殻が破片か完全かの区別,環境区分を淡水,汽水,海水とした.更に海棲種の棲息環境 を細分し,内湾と外海の潮間帯砂泥底,潮間帯岩礁,潮下帯砂底,潮下帯岩礁,上部浅 海帯に区分した.外海にのみ棲息する貝化石を黄色で示した.

礫分重量は約120gから1gまで変動が大きい. 堆積イベントが疑われる50g以上の礫 分重量の区間に橙色, 貝化石を含有している部分に青色で着色した(表 8-1, 表 8-2).

SHALMAS, NAMES AND A DESCRIPTION OF A DE

貝殼等孔例)黃色:外海種(異地性)。 肯·完全發內寫二枚貝種(現地性)

### (3) 硫黄分析

KKN1501 コア試料の硫黄(全硫黄; TS) 濃度計測結果を図 8-30 に示す.一部試料について測定された全有機炭素(TOC) 濃度および TOC を TS で割った C/S 比も示した. TS 濃度(重量%) は検出限界下(0 と表記)から最大 0.77 %の範囲で変動した. TOC 濃度は0.1 %から 6 %を越えるものまで幅広く見られた.それを反映し, C/S 比は1を切るものから 100 を越えるものまで幅広く見られた.



図 8-30 KKN1501 コアの全有機炭素量(TOC),全硫黄量(TS), C/S 重量比グラフ

TS 濃度は一部ピークが高い場所が見られるが,約3 m以浅でベースラインは0.05 % を切る低さで,それ以深では多くの深度で0.05%を超える値を示した.特に5.8 mから7.8 mの区間,9.6 m以深の区間では,おおよそ0.1 %を越える値を示した.

# (4) 珪藻分析

harb	· 注水開催 (	Trent I		代表書稿	(Destado)			Odming	1
10.01	Ppopholometal	Felal	Tred	*pociedurante)	Total	Build	Speciesturatesi	Jond Marns	Cham
	Interpreted (U.S. 1997) Supervised (U.S. 1997) Strength (U.S. 1997) Supervised (U.S. 1997) Strength (U.S. 1997) Supervised (U.S. 1997) Supervised (U.S.	197	in	(itela incluine mail/1		CAPTOR 1	name and a second state of the second state of	10	
	And a second sec	- 41					Transmission (	al Distantion NG	
10	And a second sec		( ).				Arrent Alexander	Å	1
13	Statement Name	2							1
	Paula (houring 1)		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	20-2Not Hillington	16-2				1
in	Constant and the local sector in the local sector in the local sector in the local sector in the local sector is the local sector in the local sector is the local sector in the local sector is the local sec	1	6 E.	Caluda month Carl 1	1				1
11	Name and Address of the International State	1	-	and solid and their	1 3		The second s		ł –
	committing of high-second part of		-	The second second second second	1	-			1
	Page de la desentención de la			Contrasting of the Party of the Contrast	1	_			{
30	window grinnight mugagers	- 1	1.1						1
- 55		- 1			-				1
00	American .			Contrasting of Con-			Transmission (	1	L
65	Prineti r	-		184.5	10.0				1
Ť			1 1		1				1
- 71	and the local diversity of the local diversit	- 6							1
389			0.01						1
- 11	Instation and Inc.		4				investigation ()	-	1
- 90	-			Colorespondence (11)	1				1
	Contra 1			turbalis gr-11					ł –
100	bertieci .			Partonia artista	- 2				€
Log	Name (Constraint)	-	Permita juli	8.8.8 mings (*2)	- 11				1.0
710	Part Carriel Carlo	1		Patralia (CO)	1				1
	Repetered and a second	- 1	in Permission CARUE (24) In	Ny banka (p. 170).					
120	Pagetal Robusto (*) Registrer registe (*)		- 6						
125				Coloring of the	1				1
1.00				Tribulation 1.0	1				1
(19	Kanan ( Kitawang ( ) 3 Jawampan (		tik Frankris II. Ogot skill						
1.80			- 1						1
148	Second states	1	/C	Contraction of the local data	1.3				
		-	114	100-170ai.0108838	1.1			1 1	ł
1100	Dentem () In provide production International Production Provide Production Production () Production () P	- Real	Consenting Fill, Consenting for the Info						
Lie	Englanmeigen (.) Anne die degeleren (.) Name anderen (.)		ne (ne (ne (ne (ne (ne (ne (ne (ne (ne (						
170	Manufacture 11 - State Land and Stream 20, - State Table and Stream 20, - State Table and Stream 20, - State Table and Stream 20, - State State State State State State State 20, - State State State State 20, - State State State State 20, - State State State State State 20, - State St		lat Deschall, Personali, Collici ≥ la Co						
hiz	Nacional de la Constanti de la	2	ez Persebala H. colater anal						

# 表 8-3 KKN1501 コアの珪藻分析結果一覧表その1

Burk	A NAME AND	- 10 C	11.11	FERRIT UNI	(dela)	1.000	and and the child	12,200		
(1991)	Servicesconnello	Etel	Freidi	Specification	100	Salah	Specipercompto	Title	Mater	Chursa
- 905	Achimeter Family (max (1)	1	- article		-	Potent.	1		1.000	-
-	Nirianis datta	-		-	+	-		-		
500				STATES AND ADDRESS	1.1	-		-		
925	Committe planetaria (1)			Southy publication (			1.5			
544	Secure and						1	-		
	Applants in which ??			Newspresents			Minischistoppeid			
- 22	Finglerin Field de 25 Namendes verfit		22	Systection pulsetur(ba)(1.)	1.8		Pharmular ap (4)		1.1	
540					_		NongKehneskii			
545				0 0000000			Hannahir q(1)	1.1		
- 550				計算算用の	et.)		1 - 1 - 1	14		
. 935				discontanta	-		1	-		
- 500				Non-audia prateone(1)	_	1	1			
305	-	1			-		ť.			
210	Facilitate distant advantation	-			-	-	-			
1.102		'		The office the second				_		
300	0				1	1		1		
1 1 2 2		-		148-325cm: 21.00.000	24			_		
200	Teopenne (designed)	1.1						_		
	Planaticided acresistingeners (1)	_		718-346-4-10-000000-	-			_		
2.00	Constant of the second s	1.1		CHERCHARD CONTRACT	1	-	1	1		
779	Second (p.1)				_		10	_	-	
-				119+143(8):11市市高口	17.	_				
- 79.9	Pienellane spr(1)	1						- 1		
-	to be office of a dialog of the	1		THY-MAD TRACES		-	1	-		
	Wandynia areenaal?) Convencio planastalari)) Convencio planastalari))									
905	(prilonic targater) tanatis consul?), C. Invertandeal?), E. consul?), Progelanic capturane?) Complexicon estimater:?) (Chempionen estimater:?)	16	1	Parido educati (			Photoseven telland ()			1
	And an address of the address of T				-	-		-		
100	Realize gett	10			_			_		
9,5		-			-			-		
820	Drachysta Vasidaach) Frachysta (asidaach) Frachasta (asidaach) Eanda atlanti Maanaach (p.19)	ų	2							
-	TeleMin Decision 17	1 1		Alternation (D.B.B.F.)						
1.50					1		1	-		
				HF-125m(花園市高工	9 P			-		
410	Ennis incrudu(2)	4								
- 373	Statement contrained.	1 1		Rid-Hilbert (D.Robil)	-					
1118	Names of Contract 71			The state of the s	1	I	1.	1		
1013				100+1085a / 1086a / 10860/	14.7					
10.51				1745 115126 1119	1	ĩ	Contenent to randomic		<u> </u>	
1190							FREE BILL PALLANDING - R. R.	_		
1190		-		1. 北美能力であ	r	-	Hippinskill, L. B.			
1300			8m		1					
183							Concernity would be			
1205						-	CONTRACTOR OF A CONTRACTOR			
1210			8731299+++1				and an in the later.			
		-	Nix		-		FERENEELINGUNE	-		
1214			ATT DOM: NO				NUMBER OF STREET, STRE			
1.2.1				(D*)-Dave - Hauster-	19.7	-	MELUITE.	-		
1.11					1	-	Changement and a second state	1		
1245							A STATISTICS AND A STATISTICS			
1200			101100.001		-		a bia di bia di bia	-		
		-	HC .		-			-		

# 表 8-4 KKN1501 コアの珪藻分析結果一覧表その2

### (5) 放射性炭素年代分析

KN1501 コアの放射性炭素年代分析結果を表 8-5 に示す.

11月1日	試料名 試料彩朗		る13C細正あり Libby Age(yrBP)			la間年年代範囲 (68.2%.calBP)				代範囲 ≇BP)	モデル	僅考
KKN1501-25	狭・小枝	N	lode	n	52	-	48	54	1	46	IntCal13	這加速大科
KKN1501-35	枝・小枝	N	lode	n :	52		48	54	-	46	IntCall3	自意力建成料
KKN1501-125	枝・小枝	3,890	#	30	4,406	4	4,294	4,417	-	4,240	IntCall3	通知证求科
KKN1501-132	木片	3,660	±	30	4,077		3,926	4,085	-	3,899	IntCal13	
KKN1501-190	木皮	1,730	=	20	1,695		1,606	1,700	+	1,569	IntCal13	
KKN1501-225	枝・小枝	2,780	±	- 30	2,929		2,845	2,953		2,793	IntCal13	1月70日式¥4
KKN1501-235	枝・小枝	3,150	±	30	3,441		3,350	3,449	-	3,260	IntCall3	1
KKN1501-322	炭質物	4,580	#	30	5,436		5,093	5,447	-	5,066	IntCal13	
KKN1501-384	<b>#</b> #	4,740	÷	30	5,581	+	5,335	5,584	-	5,328	IntCal13	
KKN1501-485	枝・小枝	5,020	÷	30	5,882		5,715	5,892	•	5,659	IntCall3	通力電力料
KKN1501-544	材	5,340	±	30	6,192	+	6,020	6,263	1	6,001	IntCal13	
KKN1501-615	枝・小枝	5,610	±	30	6,413	÷	6,320	6,447		6,310	IntCall3	追力语式科
KKN1501-686	炭質物	5,740	=	30	6,602		6,487	6,635	÷	6,453	IntCal13	
KKN1501-793	炭質物	4,630	±	30	5,447		5,312	5,464	÷	5,301	IntCal13	
KKN1501-877	Ę	6,570	±	30	7,149	+	7,042	7,183	9	6,983	Marine13	1
KKN1501-943	貫	6,720	±	30	7,292	-	7,212	7,320	-	7,164	Marine13	
KKN1501-1025	核・小核	6,190		30	7,161	•	7,024	7,176	-	6,990	IntCal13	追加副标料
KKN1501-1105	核・小核	6,510	#	30	7,465		7,417	7,483	-	7,329	IntCall3	通力成大学科
KKN1501-1194	貿	6,670	±	-30	7,238		7,167	7,274		7,138	Marine13	
KKN1501-1243	員	6,940	+	30	7,474		7,415	7,520		7,385	Marine13	

表 8-5 KKN1501 コアの放射性炭素年代分析結果一覧表

## 8.4 分析結果のまとめと考察

### (1) 堆積相と貝化石から推定される堆積環境

KKN1501コア堆積物の堆積相と貝化石から推定される海成層上限(マリントップ)は, コア深度 8.6mである.8.6m~9.0mの堆積環境は海浜(ビーチ)とみられ,9.2~13.0m 間の堆積物は海成層である.コアに含まれた完全殻の二枚貝化石から,さらに詳しい堆 積環境を読み取ると,内湾の潮間帯下部から潮下帯の範囲にある.マリントップから上 部の 2.6m までの深度区間の細粒部分からは海棲貝化石が産出しないので,非海成層と 考えられる. 有機物の堆積が継続しており, 植物遺体の保存がよいことから塩性湿地の 堆積環境の可能性が高い. 2.6m から表層までの深度区間の細粒部分に土壌塊や風成砂 を含むことから, 離水・陸化していたと考えられる.

(2) 硫黄濃度変化から考えられる堆積環境の変化

堆積物中の硫黄は基本的には堆積時の海水の寄与の程度を反映する.自然界に分布す る液体の水には硫黄は主に硫酸イオンの形で溶存するが,河川水などの淡水中の硫酸イ オン濃度は非常に低く,一方,海水中には多量に含まれている.堆積物中の硫黄は,多 くの場合,硫化物態であり,これは嫌気的な環境(堆積物中)で有機物を使って硫酸イ オンを還元する微生物(硫酸還元細菌)の働きによる.よって,海底環境であっても堆 積物中に固定される硫黄の量は微生物が利用できる有機物の量に依存する.

今回の分析結果から、単純に硫黄量から堆積環境を検討する(図 8-31)と、約3 m以 浅では硫黄を含まない層が多く、一部スパイク的に硫黄量が増加する層を除けば、淡水 環境で堆積したものと考えられる.



図 8-31 硫黄量から推定される堆積環境

極表層部と1.3 m 付近のスパイク的に高い硫黄濃度は,表層については地盤沈下によ る海進で海水の供給増加によるものと考えられ,1.3m 付近は礫分の増加するイベント 堆積物の直上であるが,一次的な海水の寄与,もしくは現在の海水面直下であることか ら,地盤沈下および海進により,間隙水として染みこんできている海水から現在生成中 の硫化物が固定されている可能性も考えられる.この深度直近の有機炭素量も高いこと から,硫化物の生成が盛んとなっていると考えられる.

3m以深では、全体的に硫黄濃度が上がることから海水と淡水がせめぎ合う環境へと 移行し、特に5.8mから7.8mの区間では硫黄濃度の増加から海水の寄与が増加したこ とが伺える.その後、9.6m以深ではさらに硫黄濃度が増加することから、完全な海環 境へ移行したものと考えられる.

以上の解釈について、C/S比を見ると、3 m以浅までは高い C/S比が見られ、これは

基本的に高い TOC 濃度によるものと思われるが,淡水環境であることを支持する. それ 以深では基本的に3以下の値を示すことから,海水の寄与があることを裏付けていると 言える. 中でも,6 m付近および10 m付近で3を下回る数字が見られ,これは宍道湖 のような沿岸湖的な環境,すなわち海水の寄与とともに半閉鎖的な環境であったことを 示していると考えられる.

### (3) 津波イベントの検出

図 8-32 は KKN1501 ボーリングコア堆積物の礫分重量(g)を 20cm 区間にそろえて比較した垂直変化図である.垂直方向での礫分の重量変化が著しい.津波イベントの検出のために,重い方のゆらぎを見ると,礫分重量の顕著なピークが 14 層準(1~14 の番号)ある.礫分ピークはその上下の層準に比べて礫分の堆積が異常に大きかったことを示すので,イベント堆積物の可能性が濃厚である.つぎに環境の違いを区分するため, 有機質土壌や植物片が多い層準を薄茶色で,貝殻(貝化石)含有部分を水色に着色した.

海成層上限(マリントップ)はコア深度 8.6mで,マリントップを境に堆積環境が異なる.マリントップより上位では,礫分ピーク1を含む最上部の砂礫層が2011年の津 波イベントの堆積物であること,1から4までの間に土壌層(旧表土)を挟み,6から 8までの間に湿地堆積物を挟んでいるため,これらの礫分ピークも津波イベント堆積物 の可能性が高い.

一方,マリントップより下位では礫分に貝殻を含むため複雑で,貝殻が重量にどのように反映されているか吟味する必要がある.

11 と 12 の礫分ピーク付近は貝殻が全くあるいはほとんど含まれないため,急速な礫 分堆積イベント,恐らく津波イベントの可能性が高い.

深度 12.0m 以下の 13 と 14 のピークは, 礫分重量が 60g よりも大きく外海種の貝殻を 含み津波イベントの可能性を暗示するが, 貝の種類・量ともに多く, 内湾の潮間帯下部 から潮下帯に棲息する二枚貝の完全な(未破壊の) 貝殻(現地性の目安)を多く含んで いるので, その場で生産された貝殻による礫分の増量と解釈できる.

深度 12.2-12.4mと 12.6-12.8mには貝殻の集中はなく外海種の貝殻のみを含有する ため、この層準に近い 13 と 14 にも津波イベント堆積物の可能性が濃厚である.



図 8-32 KKN1501 コア堆積物の 20cm 区間礫分重量(g)の垂直変化

### (4) イベント層を含む放射性炭素年代値の取り扱い

津波が浅い海底や干潟に押し寄せた場合,強い水流の剪断力で海底土の表層を引きは がして泥分とともに高密度の水塊となって炭質物や炭酸塩を巻き上げて輸送し,流速の 低下とともに堆積するため,津波堆積物やその直上には,古い(異地性の)再堆積炭素 が相当量含まれることになる.

放射性炭素年代測定は堆積年代を知るために実施されたが,KKN1501 コアは津波イベ ントを明らかにするため掘削されたボーリングで,複数の津波堆積物を含んでいるため, 全ての放射性炭素年代較正値をそのまま用いて年代モデルを構築することはできない. 単純に同じコア深度で比較した場合,現地性の炭素の年代値は若く,異地性の炭素は古 くなる.さらに,KKN1501のコア堆積物の堆積環境が下から上に向かって,海→塩性湿 地→陸と大きく変化するため,現地性炭素と異地性炭素の時間差(年代差のゆらぎ)は 拡大するにちがいない.図 8-33 はこの考え方で放射炭素年代値と採取コア深度の散布 図を作成したものである.



図 8-33 放射性炭素年代値-コア深度の関係

黒丸シンボルは今回の追加年代データの中央値,四角はこれまでの年代データの中央値.水 色破線が若い年代値のライン,紫色点線が古い年代値のライン.赤の線分の長さがライン間 のずれの大きさ,矢印は新しくなる方向.

さらに、貝化石と植物化石それに土壌塊に基づき、コア堆積物の堆積環境を海、塩性 湿地,陸に分け、相対的に若い値を結んだラインと古い値を結んだラインを書き込んだ. 今回の年代値追加データの中央値を黒丸で、これまでの年代値データの中央値を四角 でプロットした.同じコア深度で比較した場合、現地性の炭素の年代値は若く、異地性 の炭素は古くなる,という考えでデータを整理すると,水色破線が現地性に近い堆積年 代,紫色点線が異地性の古い堆積年代と解釈できる.赤の線分の長さがライン間の年代 のずれの大きさ,矢印はこれよりは新しいという方向を示す.年代のずれは環境によっ て類似の幅となっており,同じ性質のイベントが繰り返されたことを暗示している.

例えば,869年貞観津波(1950年を起点として1081年前)をイベント2と仮定する と水色破線上にのるため、年代モデルとしては水色破線を用いるのが良さそうである.

### (4) マリントップ標高から推定される地殻変動

マリントップが標高(TP)0m付近ではなく-7.733mであることが明らかとなった.こ のずれの大きさはTP と現地標高との差や最寄りの気象庁大船渡検潮所(OFUNATO): 岩手県大船渡市赤崎町(39°01′N,141°45′E)での2013年から2015年までの2年 間の観測潮位差343-161=182(cm)と比べてきわめて大きい.放射性炭素年代値(暦年較 正値)によればその深度付近の年代は約7000年前なので,世界的に見た場合,当時の 海水準は現在とほぼ一緒のはずである.

2011 年の大地震にともなう地殻変動ではこの地域で 0.7m程度の沈降が認められた ので、単純に考えるなら、これを含む同規模の 11 回の地殻変動イベント(0.7m程度の 沈降/回)で生じた垂直地殻変動の累積量と考えることもできる.一地点に地殻変動を 伴う津波イベント堆積物が全て保存されるとは限らないが、図 8-32 をみるとマリント ップ以降の礫分スパークが 10 回あることとかなり調和的である.

貝類化石からわかるマリントップを挟む環境変化は,コア深度9.2から13.0mの区間 の堆積環境が内湾の潮間帯下部から潮下帯の範囲にあること.マリントップ直下のコア 深度8.6から9.0mの区間は,海棲貝類化石が産出するが,二枚貝の完全な(未破壊の) 貝殻がなく,内湾と外海の貝殻が混合し,貝殻の摩耗が著しいことから,海浜(ビーチ) の堆積環境と考えられること.津波イベントを挟んで,堆積環境がそれまでの潮間帯下 部-潮下帯から海浜(ビーチ)に変わったこと,さらにこの上位に海成層はなく,植物 遺体が良好な保存で堆積している.

これらの状況は、水中での堆積作用はマリントップ前後で続いているが、マリントップからコア深度 2.6m までの区間には旧表土はなく、離水はしていないので海岸背後の 塩性湿地であった可能性が高い. コア深度 2.6m から地表までの区間には旧表土を挟む ため、離水し陸化していた可能性が高い.

この地点の海域を急速に埋め立てた要因として,津波イベントが考えられる.コア深度 9.0 から 9.2mの区間が 11 のピークにあたるので,11 の津波イベントがこの地点の 海域を急速に埋め立て,海浜を経て,海から塩性湿地に変化させた営力かもしれない. 0.7m程度の沈降を伴ったと考えると、その後の地殻変動イベントでの沈降でもマリン トップより上位の堆積環境が海とならなかった理由は、津波の度に砂礫が供給されて海 岸微高地を維持、海岸背後の塩性湿地の堆積基準面が 0.7m程度上昇して堆積を継続、 イベント毎の沈降=海面上昇をキャッチアップすることができたためと考えられる.

現在の平均海面以下の深度区間に海成層がなく非海成層のみが存在するという事実 は、2011年の大地震を含む同規模の地殻変動の累積量を示している可能性がある.今 後、他のデータとの整合性を調べる必要性がある.

### 参考文献

吉良哲明(1954)原色日本貝類図鑑.保育社,240頁 波部忠重(1961)続原色日本貝類図鑑.保育社,182頁 波部忠重・小菅貞男(1967)標準原色図鑑全集3「貝」.保育社,223頁 岡田 要(1965) 新日本動物図鑑(中).北隆館,803頁 波部忠重(1977) 日本産軟体動物分類学二枚貝綱/掘足綱.北隆館,372頁 奥谷喬司 編・監修(1986) 決定版生物大図鑑「貝類」,世界文化社,399頁. Shun'ichi Higo, Paul Callomon, Yoshihiro Goto (1999) Catalogue and Bibliography of the Marine Shell-bearing Mollusca of Japan. Elle Scientific Publications, 749pp.

奥谷喬司(2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 1173 頁

## 9. 大分県大分市における現地調査

### 9.1 研究の背景

大分県沿岸地域は西暦 1707 年の宝永地震津波や 1854 年の安政南海地震津波で高さ 1.5-3.0 m, 1946 年の昭和南海地震津波で高さ 1.0-1.7 m の津波が到達し,被害が発生 している(羽鳥, 1985b; 羽鳥, 2011). しかしながら調査に適した地点が少ないことも あり,大分県を含む九州東部における調査事例は少ない. そのため過去の津波,特に先 史時代の津波の年代は不明な点が多い.本研究では先史時代に大分県沿岸を浸水させた 津波の発生年代を復元するため,沿岸湿地において古津波堆積物調査を行った.

#### 9.2 研究手法

掘削調査を行ったのは,別府湾南岸に面する大分市東部の大圓寺湿地である(図9-1a). 砂州で閉ざされた標高約2m,幅80m程度の低地は海岸線から約600mまで広がって おり,現在はアシ類の自生する湿地と小規模の池に分かれている(図9-1b).海岸線に 直交する測線を設定し,機械式ボーリングにより全長6.1-8.8mのコアを3地点で掘削 した(図9-1b,2).得られた堆積物コアに対しては,堆積相の観察や珪藻分析や化学 分析,帯磁率測定から津波堆積物層を認定したのち,各イベント層の堆積年代を決定す るため,有機質泥層中に含まれる種子や葉片などの放射性炭素年代測定と火山灰の同定 を行った.本年度は主にコア0EJa-02の放射性炭素年代測定を行った.

#### 9.3 結果ならびに考察

コア 0EJa-01 (海岸線から約 150 m, 図 9-2) は,表層から耕作土層 (深度 0-80 cm), 黒灰色から褐色の含礫砂泥層 (深度 80-212 cm),赤褐色から黒褐色の有機質泥層 (深 度 212-567 cm),貝殻片を含む砂層 (深度 567-612 cm) で構成されていた (図 9-3). コア 0EJa-02 (海岸線から約 180 m,図 9-2) は,表層から耕作土層 (深度 0-90 cm), 黒灰色から褐色の含礫砂泥層 (深度 90-205 cm),赤褐色から黒褐色の有機質泥層 (深 度 205-795 cm),貝殻片を含む砂層 (深度 795-880 cm) で構成されていた (図 9-4). それぞれのコア長や各層の層厚は異なるが,地点間の堆積相は 2 枚の火山灰層をもとに 対比することができた (図 9-3, 4). コア 0EJa-02 において,深度 430-433 cm に認め られたスコリア層は,火山ガラスの屈折率から九重山を起源とする段原スコリア層 (DS) と同定され,その上下の泥層からはそれぞれ 5740-5900 cal. yr BP と 5590-5660 cal. yr BP という年代値が得られた (図 9-4,表 9-1).約 7170-7300 年前の鬼界アカホヤ火 山灰層 (K-Ah) は,深度約 530-650 cm に認められた (図 9-4).

9-1

砂層は、上下の有機質泥層と明瞭な地層境界で区切られている場合が多く、帯磁率も 急増していた.このことから、砂層は突発的に堆積したイベント層である可能性が極め て高いと言える.また、砂層において、淡水-汽水環境で形成された有機質泥層中では 観察されない海生底生種 *Rhaphoneis* sp.などの珪藻が特徴的に認められた.海生底生 種が砂層においてのみ出現することは、砂層が海水の流入に伴って形成されたことを強 く示唆している.

コア 0EJa-02 における放射性炭素年代値から判断すると,海水流入イベントの発生年 代は,約 3300-3400 年前,約 4200-4500 年前,約 6500 年前,約 7000-7200 年前(K-Ah 堆積前)であったと考えられる(図 9-4,表 9-1).南海トラフにおいて発生する津波に 加えて,別府湾では西暦 1596 年の慶長豊後地震(M=6.9)のように別府湾海底断層で発 生する津波も知られている(羽鳥,1985a).別府湾内における音波探査やピストンコア リング調査によると,1596 年慶長豊後地震の他に 1700-2200 年前,3600-4600 年前, 5300-6000 年前,5800-7300 年前に断層運動があったと推測されている(例えば,島崎 ほか,2000;大分県,2002;地震調査研究推進本部,2005).本研究の堆積物コアにお ける古津波堆積物は,地震調査研究推進本部(2005)で示されている別府湾海底断層が 活動した年代と必ずしも一致していない.したがって,今後慎重に検討する必要がある ものの,調査地である大圓寺湿地の堆積物には南海トラフなど別府湾海底断層以外が波 源となった津波が記録されている可能性がある.

### 参考文献

- 羽鳥徳太郎, 1985a, 別府湾沿岸における慶長元年(1596年)豊後地震の津波調査.地 震研究所彙報, 60, 429-438.
- 羽鳥徳太郎, 1985b, 九州東部沿岸における歴史津波の現地調査-1662 年寛文・1769 年 明和日向灘および 1707 年宝永・1854 年安政南海道津波-. 地震研究所彙報, 60, 439-459.
- 羽鳥徳太郎, 2011,四国西部・九州東部沿岸における宝永(1707),安政(1854),昭和 (1946)南海津波の波高増幅度.歴史地震, 26, 25-31.
- 地震調査研究推進本部,2005,別府-万年山断層帯の長期評価について.73p.
- 大分県,2002,平成13年度地震関係基礎調査交付金 別府-万年山断層帯に関する調 査 成果報告書.257p.
- 島崎邦彦,松岡裕美,岡村 眞,千田 昇,中田 高,2000,別府湾の海底活断層分布. 月刊地球号外,28,79-84.



図 9-1 (a)別府湾沿岸地域の数値標高モデル図.調査地域の位置.(b)大圓寺湿地の空 中写真 (Google Earth) と機械式ボーリングによる掘削地点,標高を測量した測線.



図 9-2 A-B (図 9-1b)の地形断面図と機械式ボーリングコア掘削地点と掘削深度.



図 9-3 コア 0EJa-01 の地質柱状図と放射性炭素年代値.



図 9-4 コア 0EJa-02 の地質柱状図と放射性炭素年代値.

1000 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Dest (see	1.0000000000000000000000000000000000000	Conventional age	Range of 2 sigma	Laboration (Data)	
Core name	Depin (em)	Numerial	("C yr BP)	(cal. yr BP)	Lab no. (Beta-	
OEha-01	257-258	plant material	3790±30	4080-4260	427529	
OE1a-01	270-272	plant material	3920±30	4280-4430	428317	
OEJa-01	346-347	plant material	4640±30	5370-5460	427531	
OEla-01	380-381	plant material	5030±30	5710-5890	427532	
OEla-01	440-441	plant material	5910±30	6670-6790	427533	
OEIa-02	215-217	plant material	2710±30	2760-2860	428318	
OEla-02	235-236	plant material	2900=30	2950-3080	427535	
OEJa-02	256-257	plant material	3150=30	3330-3450	427536	
OEJa-02	259-260	plant material	3150±30	3330-3450	427537	
OEJa-02	279-280	plant material	3460±30	3680-3830	427538	
OEIa-02	313-314	plant material	3870±30	4230-4410	427539	
OEla-02	317-318	plant material	3980±30	4400-4530	427540	
OEJa-02	355-356	plant material	4450±30	4960-5090	427541	
OEla-02	389-390	plant material	4650±30	5340-5470	427542	
OEla-02	428-429	plant material	5060±30	5740-5900	427543	
OEla-02	433-434	plant material	4900±30	5590-5660	427544	
OEIa-02	483-484	plant material	5720±30	6440-6570	427545	
OEJa-02	503-504	plant material	5650±30	6390-6500	427546	
OEJa-02	575-576	plant material	6200±30	7000-7180	427547	
OEJa-02	656-660	plant material	6180=30	6990-7170	427548	
OEJa-02	729-731	plant material	6530+30	7420-7510	427549	
OEIa-02	779-780	plant material	6900±30	7670-7790	427550	
OEla-02	879-880	shell fragments	7680±30	8410-8540	427551	

表 9-1 0EJa-01 と 0EJa-02 における測定試料の深度,測定物,放射性炭素年代値.

## 10. 結論

原子力発電所を対象とした確率論的津波ハザード評価に必要となる過去の津波発生 に係るデータ(津波規模,繰り返し周期)を拡充するために,津波堆積物の情報に基づ いて津波波源を推定する手法の開発が必要である.そこで,今年度は,津波による土砂 移動と土砂堆積に係る水理実験,数値計算および現地調査試料の分析を実施して,以下 の結果を得た.

(1)陸上土砂移動・堆積に係る水理実験を実施し、昨年度までに整備した津波による 遡上域での土砂移動解析コードの精度検証を行うとともに、土砂移動及び土砂堆積にお ける津波の流速、津波波形(周期や波高)、土砂粒径、地形(斜面勾配や湾の形状)な どの条件の影響を考慮して、これらの定量的な関係を明らかにした。

(2) 津波堆積物の情報量の多寡による津波波源の推定精度を明らかにした.

(3)海域での津波堆積物などに関する試料を取得した.

(4)昨年度まで及び今年度の現地調査にて収集した試料の分析を行い,年代の絞り込みや,土砂粒径,起因等の津波堆積物に関する情報を取得した.

