

2000年鳥取県西部地震による 墓石の転倒・回転に関する調査速報

小玉芳敬*・矢野孝雄*・岡田昭明*・松山和也**・三村 清**
中村宗和***・大塚 譲*・外谷 洋****・下田順子****
片岡亮太郎****・中本麻美****・山本智子****・胡斯勤図*****

Prompt Report on Fall and Rotation of Tombstone Caused by the Western Tottori Prefecture Earthquake in 2000

Yoshinori Kodama*・Takao Yano*・Shomei Okada*・Kazuya Matsuyama**
Kiyoshi Mimura**・Munekazu Nakamura***・Yuzuru Otsuka*
Hiroshi Toya****・Junko Shimoda****・Ryotaro Kataoka****
Mami Nakamoto****・Tomoko Yamamoto****・Husiletu*****

キーワード：2000年鳥取県西部地震，墓石の転倒，墓石の回転

Key Words : the Western Tottori Prefecture Earthquake in 2000, Tombstone Moving Response

I. はじめに

2000年10月6日午後1時半に発生した鳥取県西部地震は，気象庁により本震の震源が鎌倉山北西の地下10km，マグニチュード7.3と発表され，その後マグニチュード5～6クラスの余震が引き続いた。余震は，本震の震央を中心に北北西－南南東に帯状に分布していて，これに沿う未知の活断層が左横ずれ変位したと推定された。気象庁の発表によると，本震で震度6強が境港市東本町・鳥取日野町根雨，震度6弱が西伯町法勝寺・溝口町溝口，震度5強が米子市博労町，鳥根県安来市安来町，岡山県阿哲町本郷，岡山県県落合町西河内，岡山県新見市新見，美甘村美甘，大佐町小阪部，さらに香川県土庄町甲で記録されている。

小玉と三村は，地震発生当日に現地入りし，翌日にかけて被害の状況を視察した。この結果，視覚的に明瞭な被害には，家屋の屋根瓦の移動・破壊，斜面崩壊，落石，道路の亀裂，橋の抜け上がり，および墓石の倒壊などがあることを知った。これらのうち墓石の転倒・回転変位が地震動の規模や特徴を表現しているのではないかとの印象を強く受けた。

1995年に発生した兵庫県南部地震の際にも，墓石の転倒率が調査され，地震の被害分布と地形特

* 教育地域科学部環境科学講座
** 教育地域科学部教育学研究科院生
*** 教育地域科学部地域設計学講座
**** 教育学部学生
***** 教育地域科学部短期留学生

性が検討されている（野村ほか，1996；川崎ほか，1996など）。また澤田ほか（1998）では，墓石の回転挙動から地震動特性を推定する試みがなされている。ところが，墓石の回転についてはこれまで実態調査例が少ない。本研究は，2000年鳥取県西部地震による墓石の転倒と回転の実態を明らかにすることを目的としたものであり，本稿はその一部結果の速報である。

II. 調査方法

鳥取大学教育地域科学部地域科学課程の教官・学生に呼びかけ，墓石調査団を組織した。調査団は，教官5名，大学院生2名，学生5名，短期留学生1名の計13名で，5班に分かれ10月11日に現地調査を実施した。地震発生から5日後であったが，墓石の修復はほとんど行われておらず，地震直後のままであった。

調査した墓地の総数は57カ所，墓石数は約3,700基であった。本調査では角石塔の墓石のみを計測対象とした。墓石の形態は4つ組石が多く，下位から順に「芝石」・「下台石」・「上台（中台）石」・「棹石」であった（写真1）。芝石の一部は地中に埋め込まれており，墓石の基礎をなす。上台（中台）石と棹石との間には，「布団」と呼ばれる厚さの薄い石段が挟まれる墓石があり，これらは形状により「蓮台」・「丸布団」・「角布団」と区別されている。また布団の下には4脚のついた「猫足」・「膳足」と呼ばれる石段が組み込まれている墓石もあった。いずれの石段も方形型の平面形状であった。

各墓地における「棹石」の転倒数を計測対象の「棹石」総数で除して，墓石の転倒率とした（写真2）。なお「献灯」や「墓標」の倒壊については，調査対象外とした。また棹石の転倒方向に卓越方位が認められる場合は，16方位で記録した。2方向の卓越方位が確認される場合は両者を記録した。台石や棹石に卓越する並進方位が認められる場合には，変位量と方位を計測した（写真3）。

「花立」や「水溜」から判断される墓石の正面と，「棹石」の正面方位とを比較することで，墓石の回転を容易に認識できた。事前観察によると，墓石の回転方向は墓地毎に方向性が認められる場合（写真4・5）と両方向の回転が認められる場合（写真6）があった。また石段毎にも回転挙動に違いが認められた。そこで墓石の回転を石段毎に調査した。その方法は，墓石の正面に向かって右手側面の走行を「芝石」から順に上段の石組みへとクリノメータで計測し，同時に下位の石組みに対して上から見て「右回転（時計回り）」「左回転（反時計回り）」を記録した。より顕著な回転が認められる墓石について，墓地毎に6個を目安に計測をした。なお，棹石など上位の石段が転倒している場合でも，下位の石段に回転が認められる場合は計測対象とした（写真3・4）。

III. 調査結果

2.5万分の1地形図より求めた墓地の緯度・経度，墓石の転倒率，墓石の転倒・並進卓越方位を表1に，墓石の回転方位の測定データを表2に示した。表2では，「芝石」・「下台石」・「上台（中台）石」・「布団」・「棹石」をそれぞれ「基部」・「1段」・「2段」・「3段」・「さお」と表現した。

1. 調査地点

墓石被害調査を行ったのは，鳥取県西部の淀江町・日吉津村・米子市・境港市・岸本町・溝口町・江府町・日野町・西伯町・会見町と，隣接する岡山県北西部の新見市，島根県東部の八束町・松江



— 棹石 (さお)

— 丸布団 (3段)

— 上台(中台)石 (2段)

— 下台石 (1段)

— 芝石 (基部)

写真1. 墓石石組の名称

1段が正面向かって左(西)へ約3cm並進している。B-6地点。

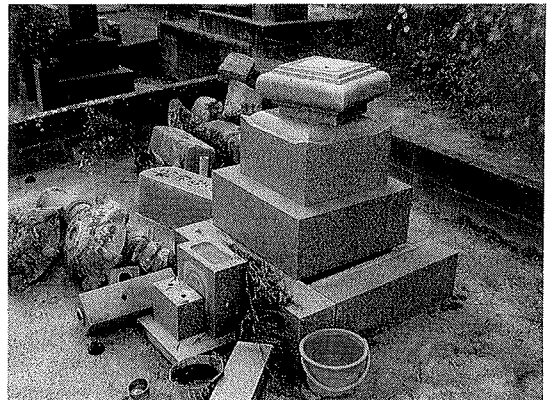


写真2. 転倒率ほぼ100%の状態

写真最奥に、卒塔婆に支えられて「さお」の落下を免れた1基が見える。B-8地点。

写真3. 並進, 左回転

「さお」は正面向かって左(南)へ落下(B-6-5)



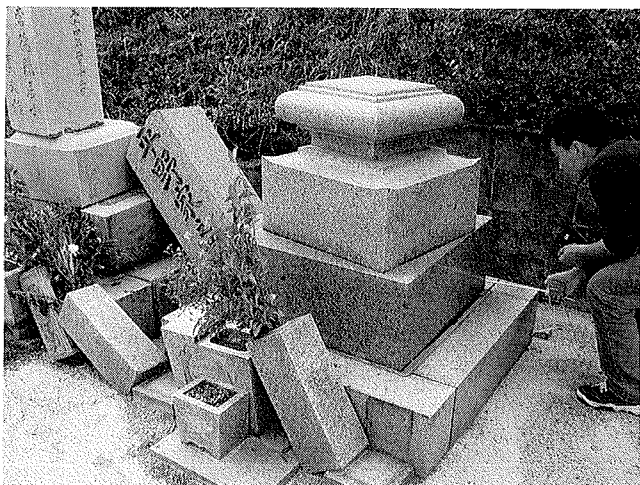


写真4. 右回転と「さお」の転倒
(B-6-2)



写真5. 左回転

背後の3基も手前と同じ回転をしている。
(西伯郡会見町諸木にて10月7日撮影)



写真6. 両回転

手 前：左回転 (B-5-4)
その左：右回転 (B-5-3)

表1. 調査地点および墓石の転倒率, 転倒・並進卓越方位

地点名	N°	N'	N''	E°	E'	E''	棹石転倒数/		棹石転倒・並進		地名
							墓石総数	転倒率	卓越方位		
A-1	35	26	26	133	24	39	16/283	6%			西伯郡淀江町小波
A-2	35	26	11	133	23	8	2/326	1%			西伯郡日吉津村日吉津
A-3	35	26	57	133	20	6	3/57	5%			米子市両三柳上谷
A-4	35	25	44	133	20	34	2/245	1%			米子市博労町(了春寺)
A-5	35	26	30	133	18	0	34/312	11%		N(並進)	米子市上粟島
A-6	35	28	24	133	15	32	3/35	9%		NE	米子市下大崎
A-7	35	29	44	133	15	54	11/179	6%		ENE	米子市大篠津町
A-8	35	32	16	133	14	33	2/27	7%			境港市上道町
A-9	35	32	4	133	14	24	0/100	0%			境港市上道町(上道神社の隣)
A-10	35	31	10	133	31	10	3/39	8%		E	境港市竹内町
A-11	35	30	13	133	14	57	45/123	12%		E, W	境港市小篠津町
A-12	35	31	8	133	13	34	3/13	23%		E	境港市森岡町
A-13	35	31	43	133	12	30	40/190	21%			境港市外江町
A-14	35	30	21	133	11	39	0/83	0%			島根県八束郡八束町江島
A-15	35	29	53	133	11	18	1/64	2%			島根県八束郡八束町馬渡
A-16	35	29	29	133	9	57	0/86	0%			島根県八束郡八束町入江
A-17	35	27	33	133	7	31	0/21	0%			島根県松江町大井町
A-18	35	25	44	133	12	6	0/95	0%			島根県安来市荒島町
A-19	35	25	33	133	14	40	0/44	0%			島根県安来市飯島町
A-20	35	25	31	133	15	32	2/252	1%			島根県安来市安来町
B-1	35	24	51	133	24	56	11/166	7%			米子市石田
B-2	35	20	33	133	26	14	50/83	60%		NNW	日野郡溝口町溝口
B-3	35	18	39	133	24	59	7/21	33%			日野郡溝口町福吉
B-4	35	17	4	133	25	2	16/18	89%		N	日野郡溝口町畑池
B-5	35	16	8	133	24	24	1/4	25%			日野郡溝口町郷原
B-6	35	12	38	133	23	15	7/19	37%		S, S(並進)	日野郡日野町黒坂
B-7	35	13	45	133	21	50	13/14	93%		W, SE	日野郡日野町久住
B-8	35	14	41	133	20	35	19/23	83%		NNW	西伯郡西伯町大木屋
B-9	35	17	4	133	20	24	24/25	96%		N(並進16cm)	西伯郡西伯町大河内
C-1	35	16	46	133	29	26	13/41	32%			日野郡江府町江尾
C-2	35	15	50	133	29	7	12/39	31%			日野郡江府町武庫
C-3	35	14	15	133	26	45	15/33	45%		NW	日野郡日野町根雨
C-4	35	13	31	133	25	10	7/8	88%			日野郡日野町下榎
C-5	35	13	22	133	24	42	29/29	100%		NW	日野郡日野町下榎
C-6	35	13	0	133	24	15	13/13	100%		SW	日野郡日野町根妻
C-7	35	12	35	133	23	6	21/50	42%		SE(並進)	日野郡日野町黒坂
C-8	35	12	2	133	23	5	19/41	45%		SSE	日野郡日野町黒坂
C-9	35	11	28	133	20	43	10/20	45%		WSW, SSE	日野郡日野町上菅
C-10	35	11	31	133	21	4	24/29	83%		SSE	日野郡日野町橋原
C-11	35	11	9	133	19	48	5/11	45%		SE	日野郡日野町漆原
C-12	35	14	41	133	23	27	6/6	100%		SSE	日野郡溝口町上代
C-13	35	16	6	133	24	20	3/6	50%		WNW	日野郡溝口町郷原
C-14	35	17	58	133	25	13	9/16	56%		NE, WNW	日野郡溝口町二部
D-1	35	23	57	133	23	9	1/28	4%			米子市津ノ森
D-2	35	21	36	133	25	54	2/80	3%			西伯郡岸本町上細見
D-3	35	13	42	133	26	41	0/6	0%			日野郡日野町根雨
D-4	35	11	34	133	26	35	0/6	0%			日野郡日野町門
D-5	35	11	32	133	26	13	1/5	20%			日野郡日野町三架
D-6	35	9	41	133	25	28	10/25	40%			岡山県新見市峠田
D-7	35	59	14	133	27	51	0/200	0%			岡山県新見市
D-8	35	5	11	133	26	36	0/10	0%			岡山県新見市下馬場
D-9	35	10	55	133	19	35	0/1	0%			日野郡日野町諏訪
D-10	35	17	50	133	18	59	9/10	90%			西伯郡西伯町入蔵
E-1	35	11	50	133	24	54	3/8	38%			日野郡日野町小原
E-2	35	12	2	133	25	23	3/7	43%			日野郡日野町小原
E-3	35	17	7	133	25	30	3/8	38%			日野郡溝口町間地
E-4	35	15	25	133	23	49	10/10	100%		S	日野郡溝口町福岡

表2. 墓石の回転挙動

①:墓石正面に向かって右手側面の走行 N###*E, *は転倒を示す
 ②:回転方向 右回り+, 左回り-
 ③:最大回転角 右回り+, 左回り-

A-1														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	18		-32	3	基部	90		12	5	基部	160		14
	1段	14	-			1段	84	-			1段	160		
	2段	6	-			2段	86	+			2段	164	+	
	さお	-14	-			3段	88	+			3段	166	+	
						さお	102	+			4段	172	+	
											さお	174	+	
2	基部	78		-34	4	基部	90		-52	6	基部	176		-20
	1段	72	-			1段	90				1段	174	-	
	2段	74	+			2段	82	-			2段	168	-	
	3段	50	-			3段	50	-			さお	156	-	
	さお	44	-			さお	38	-						
A-2														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	14		44	3	基部	96		34	5	基部	112		28
	1段	18	+			1段	98	+			1段	112		
	2段	22	+			2段	100	+			2段	110		
	3段	34	+			さお	130	+			さお	140	+	
	さお	58	+											
2	基部	90		10	4	基部	102		28	6	基部	112		18
	1段	90				1段	102				1段	110		
	2段	90				2段	102				さお	130	+	
	3段	96	+			3段	102							
	さお	100	+			さお	130	+						
A-3														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	28		8	3	基部	104		16					
	1段	28				1段	104							
	2段	28				2段	108	+						
	さお	36	+			さお	120	+						
2	基部	34		20	4	基部	114		8					
	1段	34				1段	114							
	2段	36				2段	114							
	さお	54	+			3段	114							
						さお	122	+						
A-4														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	0		-4	3	基部	8		-4	5	基部	90		-20
	1段	0				1段	8				1段	90		
	2段	0				さお	4	-			2段	86	-	
	さお	-4	-								さお	70	-	
2	基部	8		-8	4	基部	90		-12	6	基部	92		-20
	1段	8				1段	90				1段	92		
	2段	0				2段	90				2段	92		
	さお	0	-			さお	78	-			3段	78	-	
											さお	72	-	

表2. (つづき)

A-13	No. 1	基部	62		18	No. 3	基部	70		-10	No. 5	基部	90		10		
		1段	62				1段	70				1段	90				
		2段	62				2段	60	-			2段	90				
		さお	80	+			さお	60				3段	90				
	No. 2	基部	66		-10	No. 4	基部	78		-8	No. 6	基部	90		10		
		1段	68	+			1段	78				1段	90				
		2段	70	+			2段	78				2段	90				
		さお	60	-			3段	76	-			さお	100	+			
								さお	70	-							
		A-14			①		②	③	No.			①	②	③	No.		
回転, 確認されず																	
A-15			①	②	③	No.			①	②	③	No.			①	②	③
回転, 確認されず																	
A-16	No. 1	基部	90		4	No.	①	②	③	No.	①	②	③				
		1段	90														
		2段	90														
		さお	94	+													
A-17			①	②	③	No.			①	②	③	No.			①	②	③
回転, 確認されず																	
A-18	No. 1	基部	30		-6	No. 2	基部	30		-10	No. 3	基部	118		6		
		1段	30				1段	30				1段	118				
		2段	30				2段	30				2段	120	+			
		さお	24	-			さお	20	-			さお	124	+			
A-19			①	②	③	No.			①	②	③	No.			①	②	③
回転, 確認されず																	
A-20	No. 1	基部	90		10	No. 2	基部	90		8	No. 3	基部	90		16		
		1段	90				1段	90				1段	90				
		2段	90				さお	98	+			2段	90				
		さお	100	+				さお	106	+							
		B-1			①		②	③	No.			①	②	③	No.		
No. 1	基部	3		-1	No. 3	基部	97		17	No. 5	基部	97		18			
	1段	3				1段	97				1段	97					
	2段	3				さお	114	+			さお	115	+				
	3段	2	-														
	さお	2				No. 2	基部	97			6	No. 6	基部	98		3	
	1段	5		-3			1段	97					1段	98			
	2段	5					2段	97					2段	98			
	3段	4	-				さお	103	+				3段	101	+		
		さお	2	-					さお		99			-			
	B-2			①			②	③	No.				①	②	③	No.	
No. 1	基部	71		-23	No. 3	基部	74		-3	No. 5	基部	76		-12			
	1段	71				1段	71	-			1段	64	-				
	2段	71				2段	71				2段	64					
	さお	48	-			3段	*				さお	64					
							さお	*									
No. 2	基部	72		-12	No. 4	基部	75		-13								
	1段	66	-			1段	68	-									
	2段	66				2段	68										
	さお	60	-			3段	62	-									
							さお	62									

表2. (つづき)

B-8														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	151		-20	2	基部	156		-2					
	1段	150	-			1段	156							
	2段	150				2段	154	-						
	さお	131	-			さお	*							
B-9														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	160		-21	3	基部	167		-7	5	基部	170		-2
	1段	139	-			1段	160	-			1段	168	-	
	さお	*				さお	*				さお	*		
2	基部	165		-31	4	基部	168		-43					
	1段	170	+			1段	162	-						
	2段	139	-			2段	162							
	3段	*				さお	125	-						
	さお	*												
C-1														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	6		-30	3	基部	13		20	5	基部	1		-53
	1段	2	-			1段	9	-			1段	-2	-	
	2段	2				2段	7	-			2段	-1	+	
	さお	-24	-			さお	33	+			さお	-52	-	
2	基部	2		-20	4	基部	100		-23	6	基部	2		-9
	1段	4	+			1段	102	+			1段	3	+	
	2段	-8	-			2段	100	-			2段	-7	-	
	さお	-18	-			さお	77	-			さお	-6	+	
C-2														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	58		55	3	基部	60		64	5	基部	62		16
	1段	58				1段	75	+			1段	60	-	
	2段	82	+			2段	77	+			2段	69	+	
	3段	96	+			3段	83	+			3段	69		
	さお	113	+			さお	124	+			4段	73	+	
											さお	78	+	
2	基部	67		19	4	基部	82		31	6	基部	54		10
	1段	70	+			1段	82				1段	54		
	2段	64	-			2段	106	+			2段	56	+	
	3段	84	+			さお	113	+			3段	64	+	
	さお	86	+								さお	64		
C-3														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	120		9	3	基部	160		20	5	基部	-10		18
	1段	116	-			1段	164	+			1段	-7	+	
	2段	116				2段	173	+			2段	-10	-	
	3段	122	+			さお	180	+			さお	8	+	
	さお	129	+											
2	基部	125		57	4	基部	162		9	6	基部	128		-20
	1段	125				1段	165	+			1段	118	-	
	2段	126	+			2段	165				2段	108	-	
	3段	123	-			さお	171	+			さお	*		
	さお	182	+											
C-4														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	90		5	3	基部	90		6					
	1段	93	+			1段	83	-						
	2段	95	+			2段	89	+						
	さお	*				さお	*							
2	基部	88		8	4	基部	90		-4					
	1段	96	+			1段	86	-						
	2段	95	-			2段	*							
	さお	*				さお	*							

表 2. (つづき)

C-5														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	144		19	3	基部	144		-5	5	基部	148		39
	1段	142	-			1段	150	+			1段	151	+	(15)
	2段	142				2段	145	-			2段	153	+	
	3段	161	+			さお	*				3段	124	-	
	さお	*									4段	151	+	
										さお	163	+		
2	基部	148		22	4	基部	144		23					
	1段	153	+			1段	144							
	2段	149	+			2段	152	+						
	3段	170	+			3段	167	+						
	さお	*				さお	*							
C-6														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
全倒壊で、回転確認されず*														
C-7														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	122		-16	3	基部	32		-14	5	基部	122		-14
	1段	118	-			1段	22	-			1段	114	-	
	2段	112	-			2段	18	-			2段	112	-	
	さお	106	-								さお	108	-	
2	基部	120		-8	4	基部	120		-20	6	基部	122		-14
	1段	118	-			1段	128	+			1段	116	-	
	2段	114	-			2段	128				2段	108	-	
	さお	112	-			3段	104	-			さお	108		
					さお	100	-							
C-8														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	4		22	3	基部	-38		50	5	基部	-20		40
	1段	2	-			1段	-38				1段	-18	+	
	2段	2				2段	-38				2段	-16	+	
	さお	26	+			さお	12	+			3段	4	+	
										さお	20	+		
2	基部	142		18	4	基部	-42		70	6	基部	130		18
	1段	146	+			1段	-40	+			1段	130		
	2段	152	+			2段	-28	+			2段	132	+	
	さお	160	+			さお	28	+			さお	148	+	
C-9														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	76		14	2	基部	16		12					
	1段	84	+			1段	18	+						
	さお	90	+			2段	18							
					さお	28	+							
C-10														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	140		-12	3	基部	150		9	5	基部	-10		18
	1段	138	-			1段	145	-			1段	-7	+	
	2段	128	-			2段	143	-			2段	-10	-	
	さお	*				さお	152	+			さお	8	+	
2	基部	144		-6	4	基部	162		9	6	基部	128		-20
	1段	140	-			1段	165	+			1段	118	-	
	2段	138	-			2段	165				2段	108	-	
	さお	*				さお	171	+			さお	*		

表2. (つづき)

C-11														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	108		-18	3	基部	96		-16	5	基部	72		-24
	1段	90	-			1段	80	-			1段	72		
	2段	*				2段	*				さお	48	-	
	3段	*				さお	*							
	さお	*												
2	基部	104		-22	4	基部	110		-8	6	基部	116		-20
	1段	82				1段	102	-			1段	104	-	
	2段	*				さお	*				2段	104		
	3段	*									さお	96	-	
	さお	*												
C-12														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	120		9	3	基部	-20		20	5	基部	-10		18
	1段	116	-			1段	-16	+			1段	-7	+	
	2段	116				2段	-7	+			2段	-10	-	
	3段	122	+			さお	0	+			さお	8	+	
	さお	129	+											
2	基部	125		57	4	基部	162		9	6	基部	128		-20
	1段	125				1段	165	+			1段	118	-	
	2段	126	+			2段	165	+			2段	108	-	
	3段	123	-			さお	171	+			さお	*		
	さお	182	+											
C-13														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	122		48	3	基部	128		40	5	基部	118		9
	1段	122				1段	128				1段	127	+	
	2段	128	+			2段	128				さお	*		
	3段	128				3段	106	-						
	さお	170	+			さお	88	-						
2	基部	126		26	4	基部	128		-6					
	1段	126				1段	122	-						
	2段	126				2段	122							
	さお	152	+			さお	*							
C-14														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	126		-40	2	基部	132		-16	3	基部	124		-22
	1段	130	+			1段	132				1段	120	-	
	2段	130				2段	132				2段	120		
	3段	108	-			3段	116	-			さお	102	-	
	さお	90	-			さお	*							
D-1														
No.		①	②	③	No.		①	②	③	No.		①	②	③
1	基部	102		-4	3	基部	104		-1	5	基部	116		-38
	1段	102				1段	104				さお	78	-	
	2段	100	-			2段	104							
	さお	98	-			さお	103	-						
2	基部	104		-10	4	基部	106		-1					
	1段	104				1段	106							
	2段	102	-			2段	106							
	さお	94	-			さお	105	-						

表2. (つづき)

D-10	No.	①	②	③	No.	①	②	③	No.	①	②	③			
	1	基部	128		-6	3	基部	142		6					
		1段	122	-			1段	144	+						
		2段	122				2段	148	+						
		さお	*				さお	*							
	2	基部	140		-14	4	基部	160		-24					
		1段	138	-			1段	160							
		2段	142	+			2段	162	+						
		3段	128	-			さお	138	-						
		さお	*												
E-1	No.	①	②	③	No.	①	②	③	No.	①	②	③			
	1	基部	150		30	2	基部	160		-45					
		さお	180	+			さお	115	-						
E-2	No.	①	②	③	No.	①	②	③	No.	①	②	③			
	1	基部	-30		105										
		さお	75	+											
E-3	No.	①	②	③	No.	①	②	③	No.	①	②	③			
		基部	65		-45		基部	80		-20		基部	70		30
		さお	20	-			さお	60	-			さお	100	+	
E-4	No.	①	②	③	No.	①	②	③	No.	①	②	③			
		全倒壊で、回転確認されず													

市・安来市の範囲である。図1には、地点位置、地点名、震央、余震分布域が示されている。余震分布域の北西側（母里付近）や北東側（法勝寺付近）、さらに周辺の領域など、いっそうデータを集積すべき地域があるが、以下では、これまでに得られたデータを速報し、いくぶんの考察を試みる。

2. 転倒率

転倒率分布は、転倒率0%（転倒なし）、40%未満、40%以上～80%未満、80%以上の4段階に区分して図示した（図2）。転倒率は個々の地点でばらつきがあるが、全体としてみると震央と余震分布を中心に大きい値を示し、外側へ向かって減少する傾向が明瞭である。

転倒率80%の分布限界は、余震域（末端を除く）両側の幅5kmほどの地帯である。転倒率80～40%の分布限界は、余震域（末端周辺を含む）両側の最大幅約10kmの楕円領域を占めるものと推定される。

以上のように鳥取県西部地震による棹石の転倒率は、全般には震央および余震分布域からの距離に支配され、北北西-南南東方向に伸長した同心楕円状の分布を示す。この事実は、転倒率の全般的分布を決定した第一義的因子が、地震動の距離減衰であることを示唆する。

川崎ほか（1996）や野村ほか（1996）によると、墓石の転倒率は地盤特性にも依存し、未固結あるいは軟弱層の分布域で地震動が増幅される傾向にあるという。今後は、古期基岩類からなる調査地域中・南部と新期末固結堆積物からなる北部（宍道湖・中海低地帯：山陰第四紀研究グループ、1969）との比較研究も必要となろう。

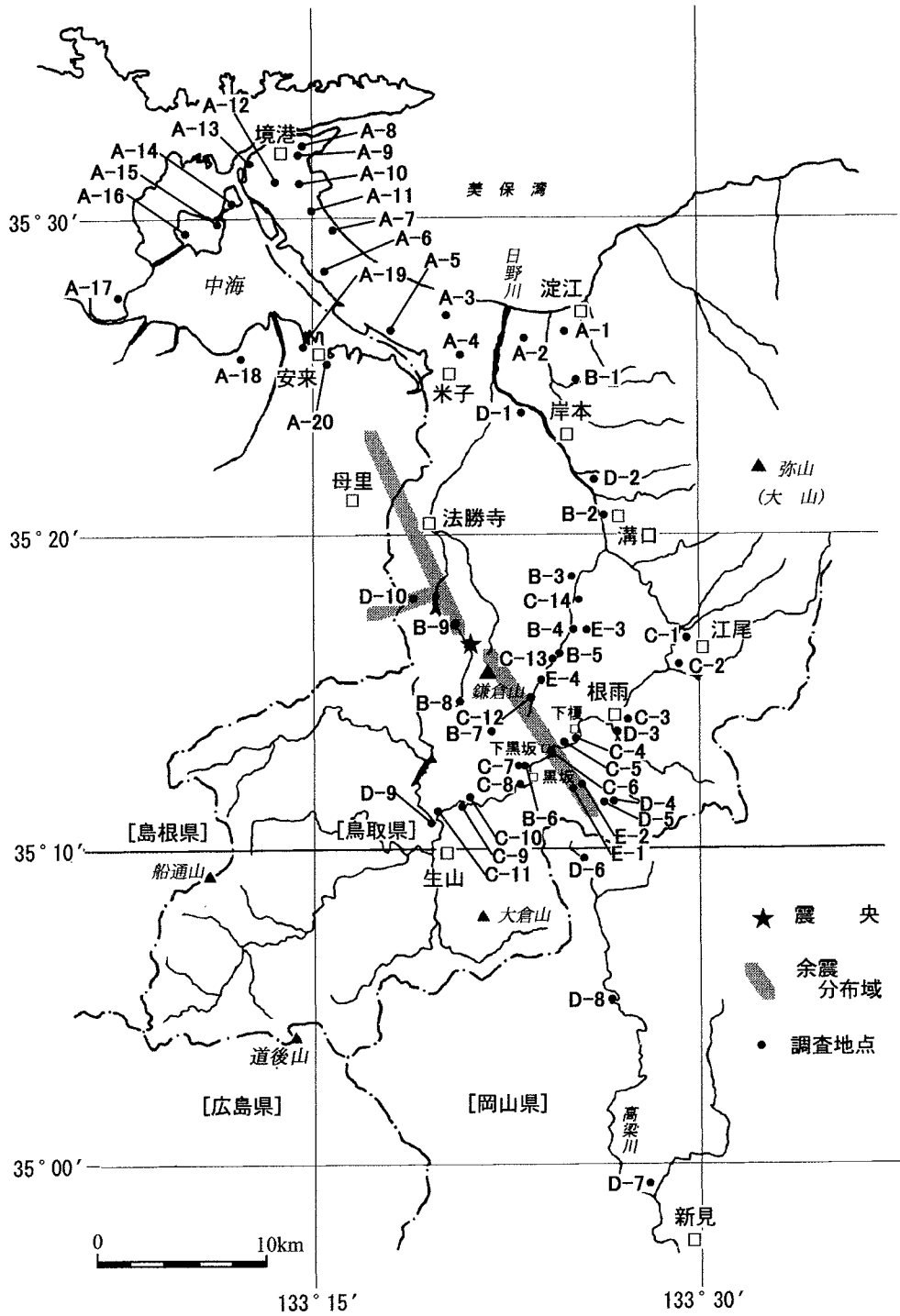


図 1. 鳥取県西部地震による墓石調査地点分布

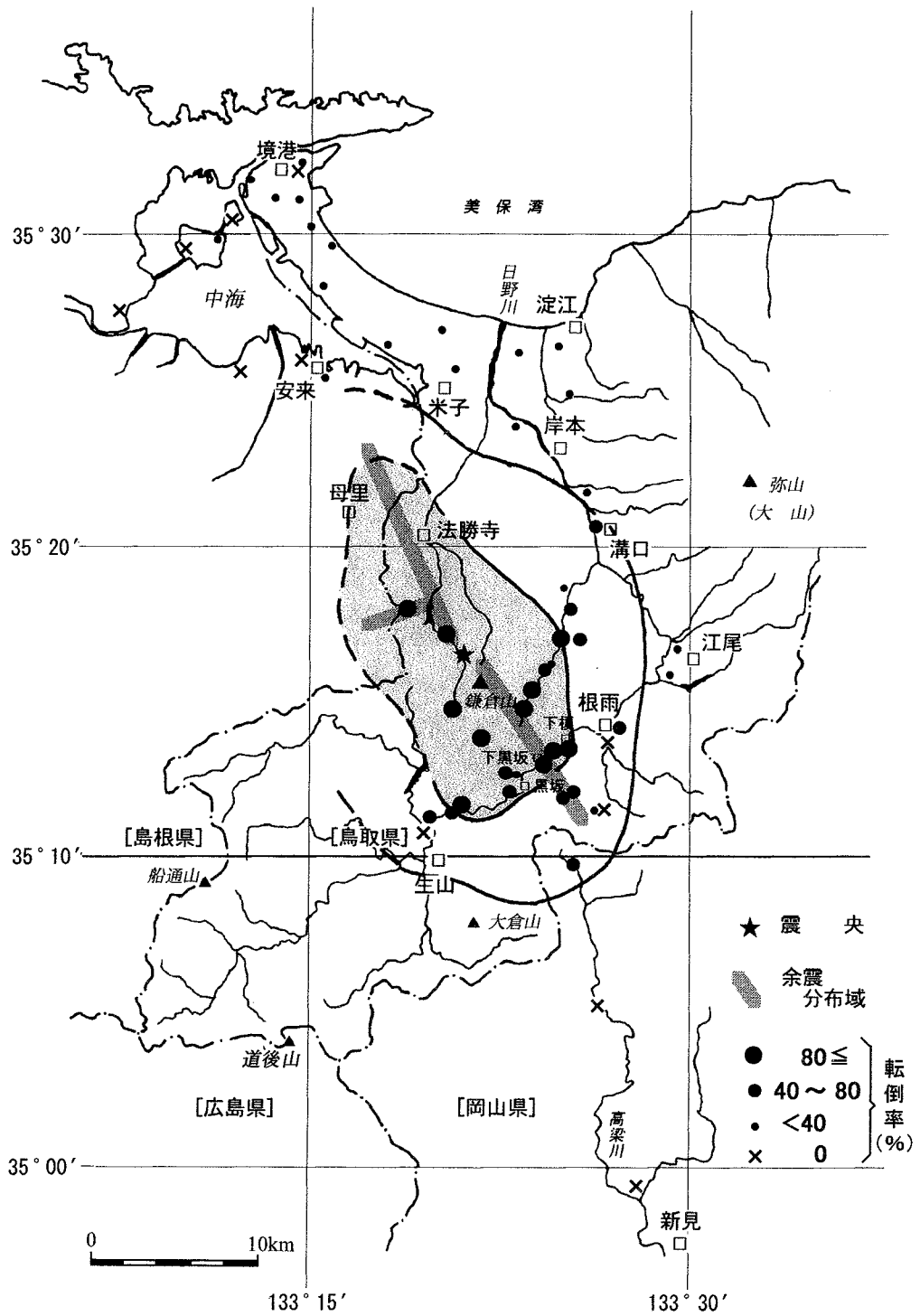


図2. 鳥取県西部地震による墓石の転倒率分布

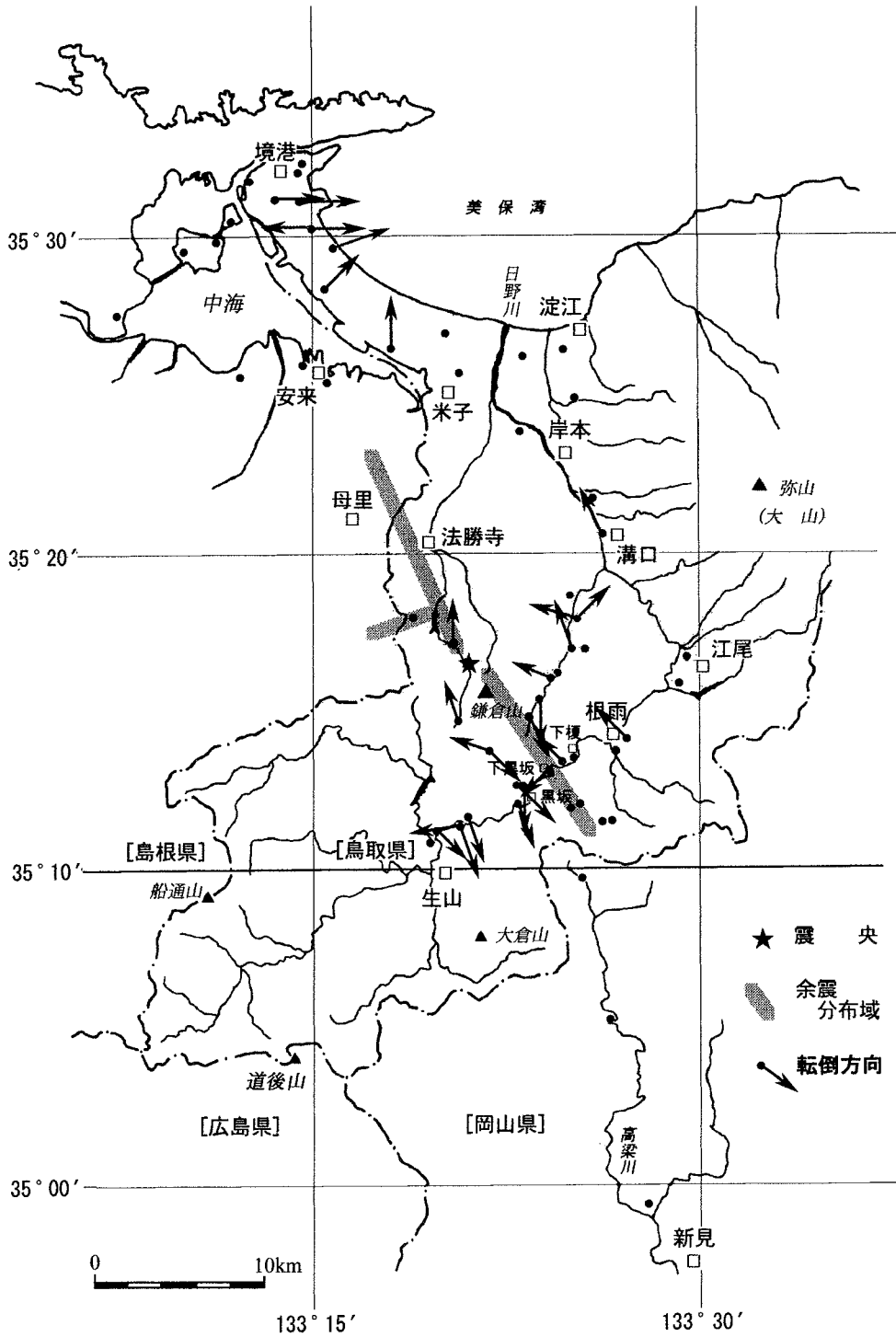


図 3. 鳥取県西部地震による墓石の転倒卓越方向分布

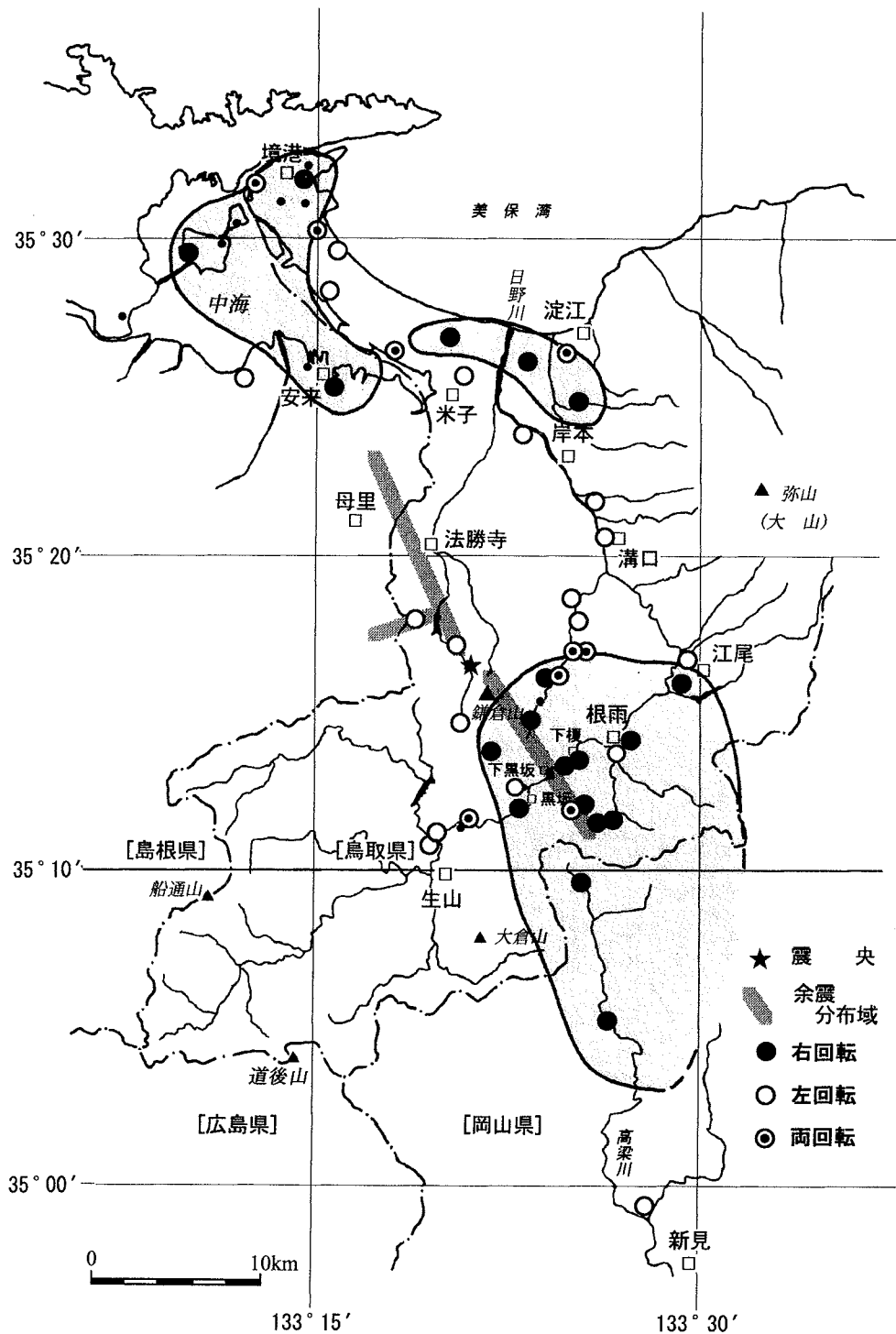


図4. 鳥取県西部地震による墓石の回転方向分布

3. 転倒卓越方向

棹石の転倒卓越方向は調査地点ごとに異なるが、全体としてみると、不鮮明ながらも次の2つの系統性が認められる(図3)。調査地域中・南部では、北北西-南南東方向の余震分布域を境に、南西側では南東方向へ、北東側では北西方向へ、それぞれ転倒する傾向を示す。今後は調査地域を拡大して、このような傾向が有意のものであるか、否かを確認する必要がある。

境港南方では、東-西の転倒卓越方向が顕著である。墓石のみならず、石灯籠などを含め、きわめて明瞭な卓越性が認められる。境港が立地する宍道湖・中海低地帯には第四系が厚く発達し、その北縁は東西方向の宍道断層(多井, 1952)によって境され、中新統が露出する隆起帯—島根半島—に接する。境港南方における東西方向の顕著な転倒卓越方向は、このような地下地質構造に規制された震動特性であると予測される。

4. 回転方向

墓石の回転方向分布には、ある程度顕著な地域性が認められる(図4)。各墓地では、右回転または左回転がそれぞれ卓越する場合のほか、両者が混在することもある。それぞれの分布をみると、右回転が卓越する地点は、北北西-南南東方向の余震分布域の両端あるいはそれらの延長方向に分布する。いっぽう、左回転が卓越する地点は、余震分布域の側方に分布する傾向を示す。両回転が混在する地点は多くないが、それらのほとんどは、右回転および左回転領域の境界部に位置する。

澤田ほか(1998)は墓石の回転挙動を解析し、墓石の回転方向が、地震動の主要動部分の加速度粒子軌跡の回転方向と逆向きになることを明らかにした。ただし、①動揺震動の等価固有振動数付近で、②動的転倒加速度以下で静的転倒加速度程度以上の一方向地震動が、③比較的長い時間与えられる、という3つの条件が満足される特殊な場合には、地震動の卓越する方向に墓石が回転する、という。鳥取県西部地震の場合、図4に示されるように、多くの地点において、きわめて多数の墓石が回転していることが観察された。これらの墓石がいずれも上記3条件を満たして回転したと考えることは困難で、墓石の大半は一般的な回転機構、すなわち地震動の加速度粒子軌跡の回転方向に支配されて、それとは逆方向に回転したものと類推される。

澤田ほか(1998)によって、三陸はるか沖地震時の墓石回転は、強震加速度計記録波形の最大加速度を与えた第1~2波の粒子軌道をもたらし地震動に起因することが解明された。もし、図4に示された墓石回転も、同様な条件で発生したとするならば、発震直後の震央周辺では加速度粒子軌道の回転方向に地理的系統性が備わっていたことを示唆し、それは余震分布域に沿って想定される左横ずれ変位とも調和的である。

データ数の少ない余震分布域南西側のほか、より広範囲にわたる追加調査をおこない、墓石回転分布の全容を把握することが課題になっている。あわせて、強震加速度計記録との比較をはじめ、地震動特性との関係を解明することも重要である。

IV. まとめと今後の課題

この論文では、鳥取県西部地震による墓石の転倒・回転に関する暫定的な調査結果を速報した。その主要点は以下のとおりである。

- 1) 墓石の転倒についての調査方法は、棹石の転倒率を墓地毎に求め、棹石の転倒方位に卓越

性が認められた場合、16方位で記録した。墓石の回転挙動については、墓石正面に向かって右手側面の走行を、芝石から棹石まで石段毎に計測し、同時に回転方向を記録した。

- 2) 棹石の転倒率は、全般的には震央および余震分布域からの距離に支配され、調査範囲内では北北西-南南東方向に伸長した同心楕円状の分布を示す(図2)。転倒率分布を決定した第一義的因子が、地震動の距離減衰であることが示唆される。
- 3) 棹石の転倒方向は、調査地域中・南部では、北北西-南南東方向の余震分布域を境に南西側では南東方向へ、北東側では北西方向へ、それぞれ卓越する傾向を示す(図3)。また、境港では東-西の卓越転倒方向が顕著である。これは、東-西方向の宍道断層(多井, 1952)を境に、第四系が厚い宍道湖・中海低地帯と中新統からなる島根半島の基盤隆起帯が接するという、この地区の地下地質構造に関係した震動特性であると予測される。
- 4) 墓石の右回転が卓越する領域は、北北西-南南東方向の余震分布域の両端あるいはそれらの延長上に位置し、左回転の卓越領域は、余震分布域の側方に分布する傾向を示す。両回転が混在する地点のほとんどが、それらの境界部に位置する(図4)。澤田ほか(1998)にしたがうと、墓石の大半は地震動の加速度粒子軌跡の回転方向に支配されて、それとは逆方向に回転した、と推論される。

今後は、調査地域を拡大して鳥取県西部地震による墓石の転倒・回転の全体像を解明して、墓石の広域的被害分布を把握するとともに、地震動特性との関係や地形・地質条件とのかかわりについても検討をすすめたい。

謝辞

被災されながらも調査を快くご許可いただき、ご協力を賜った地元住民のみなさま、墓石の部位名称と構造をご教示いただいた観音院の中村満直氏にお礼申し上げます。

文献

- 川崎輝雄・野村亮太郎・大矢真也(1996) 墓石の転倒から見た兵庫県南部地震の被害分布とその地形環境. 地理学評論, 69A-1, 39-50.
- 野村亮太郎・川崎輝雄・大矢真也(1996) 墓石の転倒から推定された地震による被害分布域と地形特性. 兵庫県南部地震と地形災害, 日本地形学連合編, 古今書院, 143-157.
- 山陰第四紀研究グループ(1969) 山陰海岸地域の第四系. 第四紀総合研究会編, 日本の第四系—第四紀総合研究論文集一, 地団研専報, no. 15, 355-376.
- 澤田純男・土岐憲三・飛田哲男(1998) 墓石の回転挙動から推定される地震動特性. 土木学会論文集, No.598/I-44, 287-298.
- 多井義郎(1952) 島根半島中央地区の層序と構造—島根半島第三系の地質学的研究(その1)—. 地質学雑誌, 58, 573-583.

(2000年10月19日受理)