

72. 1968年十勝沖地震による青森県 東南部での墓石の被害

地震研究所 松田時彦

(昭和43年5月28日発表—昭和43年9月30日受理)

目次

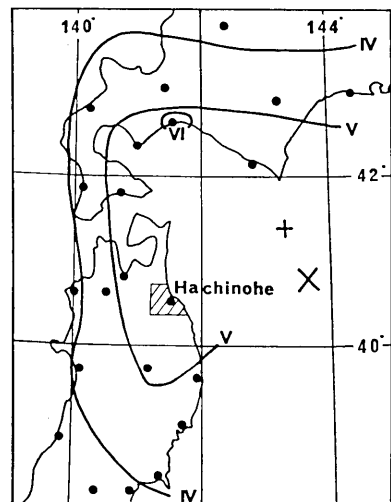
- まえがき
- | | |
|---------------------|------------------------|
| §1. 地形・地質の概略 | §5. 低湿地および段の縁における墓石の被害 |
| §2. 墓石転倒率の分布 | §6. 線状にならんだ被害 |
| §3. 墓石の転倒率と B/H の関係 | §7. 被害が異常に少なかった墓地 |
| §4. 墓石の転倒移動の方向性 | まとめと考察 |

まえがき

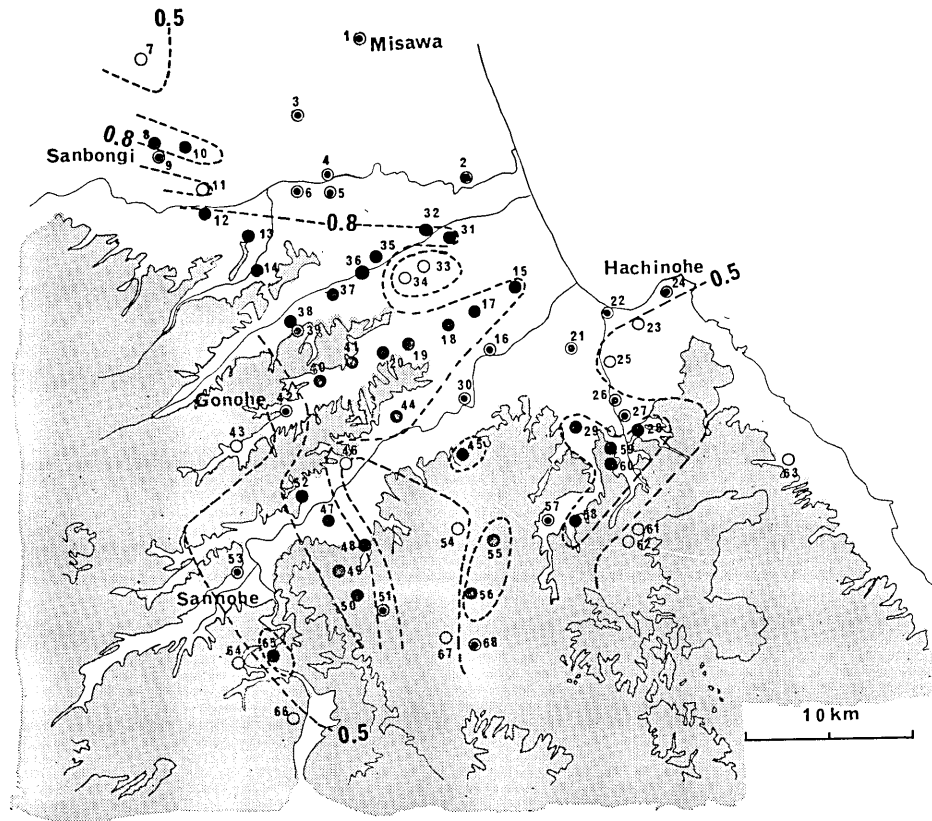
1968年5月16日9時49分頃発生した「十勝沖地震」によつて、北海道東南部および本州の太平洋側地域にかなりの被害が出た。気象庁の発表によれば震源は 40.7°N , 143.7°E 、深さ20km、マグニチュードは7.8であつた(第1図参照)。このため、青森県下だけでも全壊家屋約631、死者47名を出したが、とくに青森県東部の下北および上北地方では、山津波や盛土の崩壊等によつて田畑、道路、鉄道、家屋などに多大の被害を出した(河上房義1968, 小林啓美ほか1968, 加納博ほか1968, 黒田和男ほか1968, 応用地質調査事務所1968, 大沢胖ほか1968)。

筆者は地震直後の5月17日から約10日間、墓石被害の地域的差異を知るために八戸市を中心に青森県東南部と岩手県北東部の墓地約70カ所を調査した。

なお、本震発生と同じ日の5月16日19時39分頃に $M=7.4$ 、八戸市などで震度IVの顕著な余震(震央は第1図参照)があり、これによつても墓石は多少運動し一部の墓地(相内清光寺、南郷村大森の墓地)では一旦修復した墓



第1図 調査地域(斜線部)および震央。
×は1968年5月16日十勝沖地震の震央、+は同日19時39分の余震の震央、ローマ数字は震度をあらわす。



第2図 墓地の位置および墓地の被害程度。

●は転倒率 0.8~1.0, ◐は 0.5~0.7, ○は 0.2~0.4, 数字 1~68は墓地番号 (第1表の番号に対応)。アミの部分(ハチノヘ)は海拔 100 m 以上の地域。

が再び転倒した例もあった。したがって、厳密には本稿の内容は、上記2つの地震による重複した被害を扱ったことになるが、実質的にはほとんどすべて本震によるものとみなして差支えないと思われる。

今回の被害地調査に際しては、現地において各市町村の災害対策本部の方々や寺院関係者からまた現地調査中の関係研究者から多くの援助をいただいた。とくに八戸高等学校の大池昭二氏、東北大学の中川久夫氏、地質調査所の垣見俊弘氏、東京大学の鎮西清高氏は、現地において、あるいは本稿作製に関連して、有益な助言をして下さった。また、地震研究所の各調査班および地質研究部の方々からも種々の援助・討論を受けた。とくに森本良平教授と恒石幸正氏は原稿を読んで下さった。これらの方々には厚くお礼申し上げる。

§1. 地形・地質の概略

調査地域(第2図)は、海岸付近の沖積平野をのぞくと大部分高度約 100 m またはそ

れ以下の丘陵地あるいは台地からなり、墓地の多くはその上またはそれらを開析した谷の斜面上に位置している。これらの丘陵-台地はいくつかの地形面からなり、沖積段丘の一部をのぞいていずれも地表近くは厚さ合計十数 m 程度の第四紀後期の火山灰（八戸火山灰層その他）・ローム層、シルト・砂・礫に被われている（大池昭二ほか 1959・1966, 中川久夫 1961, 第3図参照）。

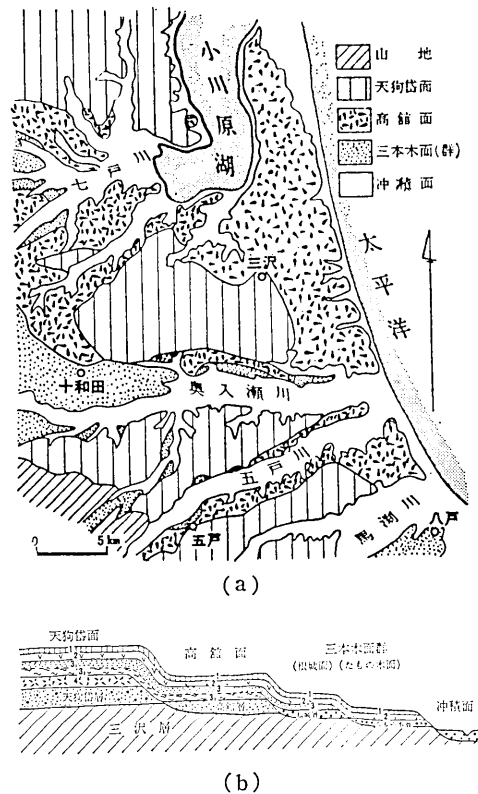
調査地域の北半部は、いわゆる上北台地に属し、南半部は北上山地北部である。上記の第四紀後期の地形面構成層の下位には、上北台地では、主にシルト岩・砂岩・凝灰岩からなる第四紀前期ないし第三紀後期層が発達し、その一部は地形面の基部に露出している。とくに馬淵川沿岸地域には第三紀後期層が広く露出し、北にゆるく傾斜して上北台地の地下に達している。これに反して、調査地域の南半の北上山地では、第三紀後期層～第四紀前期層は部分的にうすく分布し、古生代の頁岩・石灰岩などの基盤岩類が露出していることが多い（青森県地質図参照）。

当地域の第三紀層・第四紀前期層は、ほぼ水平で単調な構造であるが、北上山地北西部の名久井岳東麓に、NNW-SSE方向で東落ちの撓曲構造（辰ノ口撓曲）

があり、これに沿って第三紀～第四紀層は屈曲ないし切断されている。この撓曲構造の両側で、第四紀地形面の高度分布や水準点変動に差異があり、この撓曲構造は現在も活動的であると考えられている（CHINZEI, 1966）。

§ 2. 墓石転倒率の分布

第1表に示すように、68カ所の墓地で合計約2000基の墓についてその竿石の転倒・不転倒の区別とそれら竿石の寸法を測定した。測定は小さな墓地ではすべての墓石について行なつたが、大きな墓地ではなるべく各種の寸法比の墓石が測定されるように取捨して、



第3図 a) 上北地方の地形面分布, b) 主な地形面の模式的断面図

(いずれも、中川 1961, 大池ほか 1966 などに基ついた黒田ほか 1968 より引用)

b) の凡例: 1. 表土 (“あわずな” “ごろた” などの火山灰をふくむ), 2. 八戸火山灰層, 3. 高館火山灰層, 4. 天狗岱火山灰層. 三沢層 (第四紀前期層) 以外はいずれも第四紀後期層で、厚さ概して十数 m 以下。

第1表 調査した墓地

番号	墓地	転倒率	測定数	主要動	地形	参照図	
1	三沢市三沢(瑞泉寺)	0.52	79	N20°W, N80°E	平坦(高館面)	7-1	
2	上北郡	百石町(法蓮寺)	0.57	23	(N50°W) N80°W, (N60°E)	平坦(沖積面)	{6-e 7-2 11-d
3		六戸町七百	0.62	21		緩斜面(天狗岱面)	
4		六戸町犬落瀬(光昌寺)	0.63	49		平坦(沖積段丘)	
5		" 上吉田(海伝寺)	(0.67)	9		斜面	
6		" 鶴喰(月窓寺)	0.74	23		平坦(沖積段丘)	
7	十和田市	洞内(法蓮寺)	0.39	41	N10°W	平坦(天狗岱面?)	{7-3 11-a 6-b,c,d 7-4,7-5 11-b,c 14 15-a,b 4-a 7-6 11-e
8		三本木(理念寺)	0.87	77	N40°E	平坦(三本木面)	
9		" (澄月寺)	(0.46)	28	N20°W, (N70°E)	" (")	
10		" (三本木霊園)	0.91	32	(NS, EW)	" (天狗岱面)	
11		相坂	0.39	23	N50°W	" (三本木面)	
12		藤島	0.94*	17	N20°W	" (")	
13		伝法寺(光明寺)	0.94*	17	N50°W	斜面(天狗岱面)	
14		一本松	0.88*	34	N30°W	緩斜面(")	
15	八戸市	高館	0.9*	10	(N20°W)	尾根(高館面)	{5-b,e 7-7 11-f 4-e 5-h 6-a 7-8 7-9 7-10
16		尻内町尻内(青竜寺)	0.63*	16	N30°W	平坦(沖積段丘)	
17		" 張田	0.78*	37	N30°W	斜面(高館面)	
18		" 正法寺	1.0*	3	NW	斜面	
19		豊崎町永福寺	1.0*	5	N60°W	緩斜面	
20		豊崎町滝谷	1.0*			斜面	
21		(本寿寺)	0.67	27	N40°W, N60°E	緩斜面(根城面)	
22		港町(十王院)	0.49	82	(EW)	斜面(")	
23		白銀町(福昌寺)	0.33	21		平坦地(")	
24		鮫町(浮木寺)	0.46	22	N30°W	" (白銀平面)	
25		新井田(対泉院)	0.17	18		斜面	
26		細越	0.66	12		斜面	
27	町組町松館(大慈寺)	0.55	44	N30°W	" (白銀平面)		
28	寺地	0.81	16	(EW)	緩斜面(")		
29	是川妻の神(福善寺)	0.97	29		斜面(低位段位)		
30	櫛引烏沢(涼雲院)	0.69	16	N40°E	" (高館面)		
31	三戸郡	五戸町鳩岡平	(1.0)	10		平坦(沖積段丘)	{4-b 7-11 11-i 7-12 11-h 7-13 11-h
32		" 池の堂	0.79	14	(N60°W)	斜面(")	
33		" 上市川	0.31	54	N25°W	緩斜面	
34		" 菖蒲川	0.2	20		斜面	
35		" 粒ヶ谷地	0.79	24	N50°W	"	
36		" 切谷内	0.97	28	N40°W	平坦(沖積段丘)	
37		" 兔内・石仏	1.0	16	(N45°W)	" (")	

第1表-2

番号	墓 地	転倒率	測定数	主 要 動	地 形	参照図
38	五戸町 五戸(高運寺)	0.9	16	N40°W	緩斜面(高館面?)	5-f 7-14 11-g 12-a
39	" 五戸(寿念寺)	(0.55)	22	N45°W	緩斜面(高館面?)	11-g
40	" 扇田	0.95	26		斜 面(沖積段丘)	}7-15
41	" 豊間内	0.95	13		"	
42	" 浅水(宝福寺)	0.50	18	N50° E, (N20°W)	" (天狗岱面)	
43	" 手倉橋	0.33	9		" (沖積段丘)	
44	三 福地村 苔米地(法円寺)	0.80	54	N25°W	平坦地(")	7-16
45	" 杉沢	0.78*	9		斜 面	
46	名川町 剣吉(陽広寺)	0.38	32	(EW)	"	7-17
47	" 上名久井(浄休寺)	0.83	30		平坦地(沖積段丘)	7-18
48	" 平野場	0.8	15		斜 面	
49	" 法光寺	1.0*	6	N50° E	屋根上の緩斜面	
50	戸 " 鳥舌内	0.91*	35		"	4-f 7-19
51	" 青鹿長根	0.73	51	N30°W	斜 面	5-a, g
52	南部町 相内(清光寺)	0.79	48	(N30°W), (N60° E)	緩斜面(沖積段丘)	7-20
53	三戸町 川守田(竜川寺)	0.55	83		斜 面	7-21 13-b
54	南郷村 中野(天徳院)	0.44	50		斜 面	(4-c 7-22
55	郡 " 市野沢(養真寺)	0.88	33	(N60° E)	平坦地(蒼前平面)	
56	" 大森	0.84*	19		緩斜面(")	16-a, b
57	" 鳥守(高松寺)	0.57	23		斜 面(沖積段丘)	
58	南郷村 砂籠	0.95*	21	(N40°W)	緩斜面	5-d
59	階上村 小板橋	0.86	14		斜 面	
60	" 長久保	0.94	17	(NS)	緩斜面(白銀平面)	5-c
61	" 晴山沢(西光寺)	0.31	29		" (蒼前平面)	7-23
62	" 小沢	0.15	13		" (沖積段丘)	4-d
63	" 道仏(西光寺)	0.38	16		" (白銀平面?)	
64	二 金田一村 釜沢(金峯庵)	0.28	47		斜 面	7-25
65	戸 舌崎	0.84	56		"	7-24
66	郡 金田一村 金田一(長寿寺)	0.38	83		"	7-26 12-b 13-a
67	九 軽米町 刈敷山	0.30	37		緩 斜 面, 尾 根	7-27
68	戸 郡 " 高家	0.62	42		緩 斜 面	

註 墓 地: 墓地番号1~63は青森県, 64~68は岩手県。括弧内は寺の名。
 転倒率: 竿石についてのみ。台石の移動・転倒がとくに著しい墓地は*印を付した。括弧付は信頼度の低いもの。
 主要動: 2つの方向が記入されている場合は、はじめが主要動の方向、2番目が“第二主要動”の方向。方向は北を基準にした。センスを意味しない。括弧付は不確か、または不明瞭なもの。
 地 形: 括弧内は関連する地形面名。名称は主として中川1961, 大池ほか1959による。三本木面より若い地形面は一括して沖積面または沖積段丘とした。開折された斜面上にある墓地の地形面名は省略した場合がある。

全数を測定しなかつた場合がある。一般に台石の傾斜していた墓石（今回の地震によつて傾斜したものも含む）や特殊な形の墓は測定しなかつた。また、修復されたために転倒、不転倒が確認できなかつたものも多少あつたが、それも除外した。

第2図は各墓地における竿石の転倒率の地域的分布を示したものである。墓地毎の条件の差異などからあまり細かな比較はできないが、調査地域内にはほとんど全部の竿石が転倒した墓地から極く僅かしか転倒しなかつた墓地まであり、墓地の転倒率は地域によつて著しく異なつていた（転倒率 0.2 から 1.0 まで）。

墓地の被害程度の分布はかなり不規則であるが、概して上北台地と北上山地とで転倒率の分布模様が異なつている。両者の中間にある馬淵川沿いにはほぼ被害分布模様の不連続があるように見える（第2図および第17図参照）。

上北台地では海岸寄りよりもむしろ内陸部で被害が高い。とくに八戸市西部の豊崎町とその西方の五戸町および十和田市南部をふくむほぼ三角形の地域に高被害墓地（転倒率 0.8 以上）が集中している。この高被害地域のうちとくに八戸市の正法寺、永福寺および滝谷の各墓地や国道四号線沿いの各墓地（一本松、伝法院、藤島、扇田）では竿石だけでなく、台石までもほとんどすべて移動あるいは転倒した。

この豊崎—五戸—三本木の被害激甚地区の北ないし北東にある六戸、三沢、七百、洞内では墓地の被害は減少し、転倒率は中程度（0.6~0.4）であつた。また五戸町北東部に異常に被害の少ない墓地（上市川および菖蒲川、§7参照）があつた。

北上山地（八戸—三戸以南）では、墓石の被害は概して上述の上北台地内陸部より軽かつたが場所によつて被害の差が著しく、転倒率 0.4 以下の軽微な所と転倒率 0.9 を越え台石まで転倒した所とが混在している。その中で名久井岳東麓沿いの北北西—南南東にのびた地帯に高被害墓地が集中しているが、そのほか久慈街道小板橋付近（寺地、小板橋、長久保、砂籠）、八戸市街地南方の妻ノ神（転倒率 1.0）、南郷村の市野沢（0.9）、三戸南方の舌崎（0.8）などにそれぞれ転倒率の高い墓地があつた。

これに対して八戸市の市街地とその周辺地域は概して墓石の被害が軽く同市の豊崎地区の各墓地とは強い対照を示している（とくに白銀町や新井田では転倒率 0.4 以下）。

上述のように上北台地内陸部に最も明瞭な高被害地区がある。第17図の斜線部は第2図にもとづいて転倒率 0.8 以上の高被害地区の範囲を多少概念的に示したものである。被害が著るしかつた上北台地内陸部は、すでに指摘されているように（加納ほか 1968, 黒田ほか 1968）その表層を多孔質未固結の八戸火山灰層が厚く被い、かつ地震前に特に大きな降水量をみた地域であり、さらに重力分布が示唆しているように地質学的には第三紀後期ないし第四紀の比較的若い地層が海岸部や北上山地よりも厚く地下に横たわつておりと推定される所である（第17図参照）。

§3. 墓石の転倒率と B/H との関係

墓石の基底面の径 (B) と高さ (H) との比 B/H の大小はその墓石の倒れ易さの程度をあらわす1つの目安である。もしある墓地において B/H がある値以下のものは転倒し、



a) 十和田市藤島 (転倒率 0.9)



b) 五戸町上市川 (転倒率 0.3)



c) 南郷村市野沢養真寺 (転倒率 0.9)



d) 階上村小沢 (転倒率 0.15)



e) 八戸市永福寺 (転倒率 1.0)



f) 名川町鳥舌内 (転倒率 0.9)

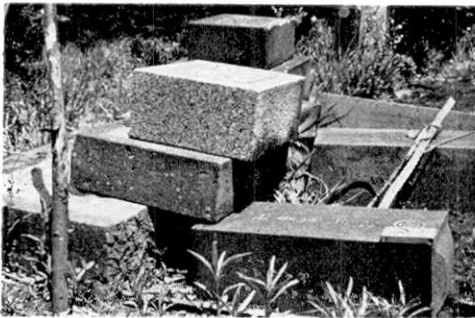
第4図 墓地の被害状況。墓地によつて被害の差が著るしい。



a) 竿石(左)が転倒した後台石(右)がその反対方向に移動し転落した(名川町青鹿長根).



b) 台石が竿石をのせたまま移動し一しよに転落した(八戸市張田).



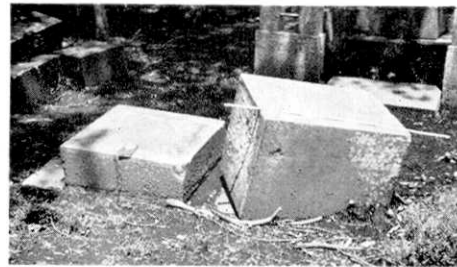
c) 竿石の転倒後も台石は移動した(階上村長久保).



d) はじめ左にあつた竿石は転倒せずに隣(右)の墓の台石の上に移動した(南郷村砂籠).



e) 台石の転倒が、その滑動による転落で生じたことを示す(八戸市張田).



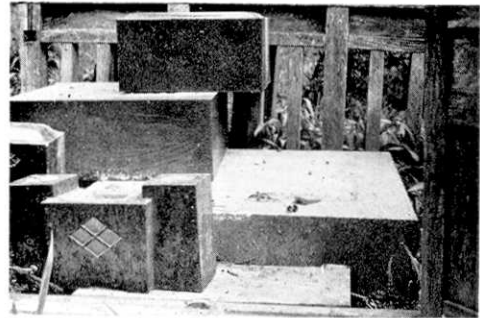
f) 安定した形の墓石も転倒した(五戸町高運寺墓地の低湿地).

第5図 墓石の転倒状況

(第5図のつづき)



g) 倒れにくい方向に倒れた墓石(名川町青鹿長根)。クリノメーターの長辺方向が南北方向。



h) 土台の台石以外の墓石はいずれもほぼ同じ方向に滑動した(八戸市豊崎町永福寺)。

その値以上のものは転倒をまぬがれているならば、その場所での地震動の水平方向の最大加速度 α はほぼ $\alpha = B/H \cdot g$ であると考えられる。墓地ごとにそのような α が求められれば、その α は、その地震による各地の被害程度をあらわす一つの尺度になる。

第7図および第8図は、これについての調査結果を示したものである。調査した全墓石についてその竿石の B/H を求め、ほぼ同じ B/H をもつ墓石群ごとに転倒・不転倒を区別したものである。 B の値としては竿石の基底の2つの辺のうち、一般にはその短い方の辺の長さを用いた。しかし倒れた方向が明確な場合にはその方向に近い方向の辺を用いた。

図から明らかなように、墓石の形態 (B/H) と転倒率の間にははつきりした相関が認められない。すなわち、比較的細長い墓石 (B/H 小) の方がづんぐりした墓石 (B/H 大) よりも倒れ易いという一般傾向は全くない。このことは、墓石の大部分が転倒した墓地でも、半分以下しか転倒しなかつた墓地でも同様である。

このような事実は、この地域での墓石の転倒・不転倒を支配した要因が、 $B/H \cdot g$ で表現される地震動加速度の大小によつていないことを意味している。このことは、この地域が今回の地震に対して示した1つの重要な性質である。

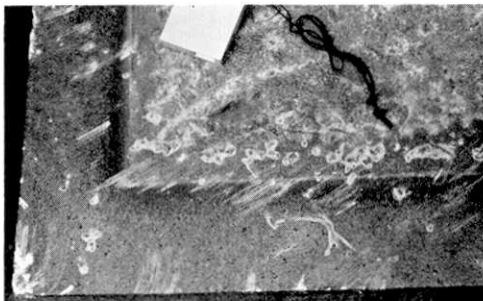
とくに $B/H = 1.5 \sim 2.5$ に達する板状の台石が多数転倒していることは、このことを物語つている(第4図・第5図参照)。台石の B/H であらわされるような $1.5 \sim 2.5g$ の加速度を考えることはできず何度かの地震動によつて、土台上を滑り動き、ついに縁から転落して転倒したと考えられる。竿石の転倒率が上述のようにその B/H と全く無関係であることも、台石の転落と同様の機構を考えることによつて容易に理解できる。

このように墓石の転倒・不転倒がその B/H と無関係であることから、墓(竿石も台石も)の転倒が主に土台上を滑動しその縁から転落したために生じたものと考えられる。

次のようなこの地方の墓地被害の特徴は墓石が転倒するまでに複雑な滑動を行つたこと



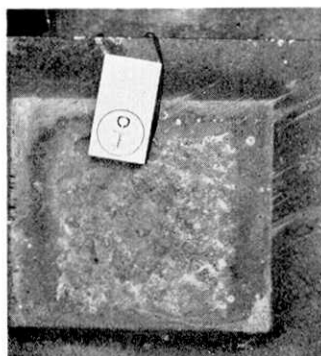
a) 台石は $N40^{\circ} \sim 50^{\circ} W$ 方向に強い条線をつくりながら数回往復し最終的には $N40^{\circ} E$ 方向で静止した (八戸市豊崎町永福寺).



b) 竿石は、はじめの運動で $S60^{\circ} E$ 方向の条線をつくり、のちにやや回転しながら南北の条線をつくり落下した。(三本木理念寺).



d) (三本木理念寺).



c) (三本木理念寺).



e) (六戸町光昌寺).

第6図 墓石の移動による台石上の条線。b) と c) は泥水による条線、a), d), e) は擦り傷による条線 (クリノメーターの長辺の方向が南北)。

を示唆しており、上記の推定を支持している。すなわち、墓石の滑動をあらわす条線（時には方向を異にした二方向以上の条線）が多く生じていること（第6図）、その条線の方向と実際に竿石または台石が移動・転落している方向とがしばしばことなっていること、竿石の移動または転落方向と台石のそれが互に大きく異なっていること（しばしばほぼ直交）、台石の移動・転落が竿石の転倒と同時に起つたのではないこと（前者がおくれていることが多い、第5図 a, c, など）、など。

これらの性質から、墓石の被害をもたらした地震動が概して墓石を滑動させるような性質のものであつたこと、そしてそれが比較的長時間継続し、その間に何度も滑動の方向を変えさせたこと、などが明らかである。

なお、第8図では B/H が大きくなるにつれて、転倒率が上昇してゆく傾向がある。この理由は明らかでないが、すくなくとも一部はサンプリングの不適當によるものと思われる。このほか、 B/H の大きな墓石は大型の墓石であることが多く、サイズの効果 (IKEGAMI and KISHINOUE, 1950) があるのかもしれない。

§4. 墓石の転倒・移動の方向性

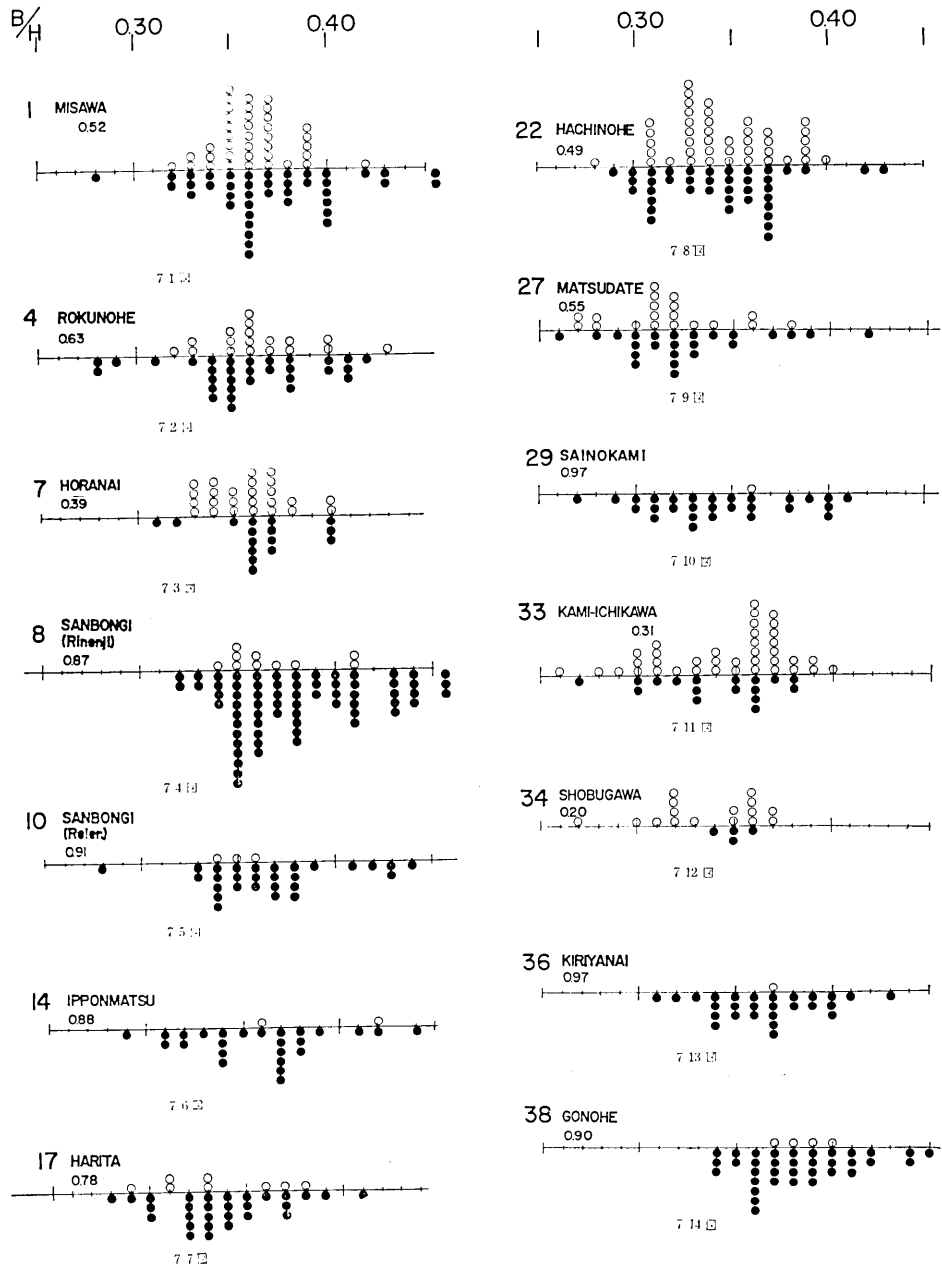
墓石の被害状況には次のような諸点で方向性が認められた。1. 竿石や台石の転倒方向、2. 不転倒の竿石や台石の移動方向（最終静止位置の方向）、3. 台石上に印された墓石の運動の軌跡を示す条線、4. 台石とまわりの土との間にすきまがあいている辺の方向、5. 竿石や台石の回転方向。なお転倒する竿石が最初に着地した方向とそれが最終的に静止した方向とは異なっていることが多かつたが、前者をもつて転倒方向とした。

このうち1つの墓地において最もよい方向集中性を示したものは3)の条線方向である。これは竿石の移動の際その凹凸のある底面が平滑な台石上を滑動した時に台石上に残した擦り傷である。時には竿石底面と台石との間にあつた泥水が移動時にひきずられ風乾して泥の条線となつていることもあつた（第6図）。

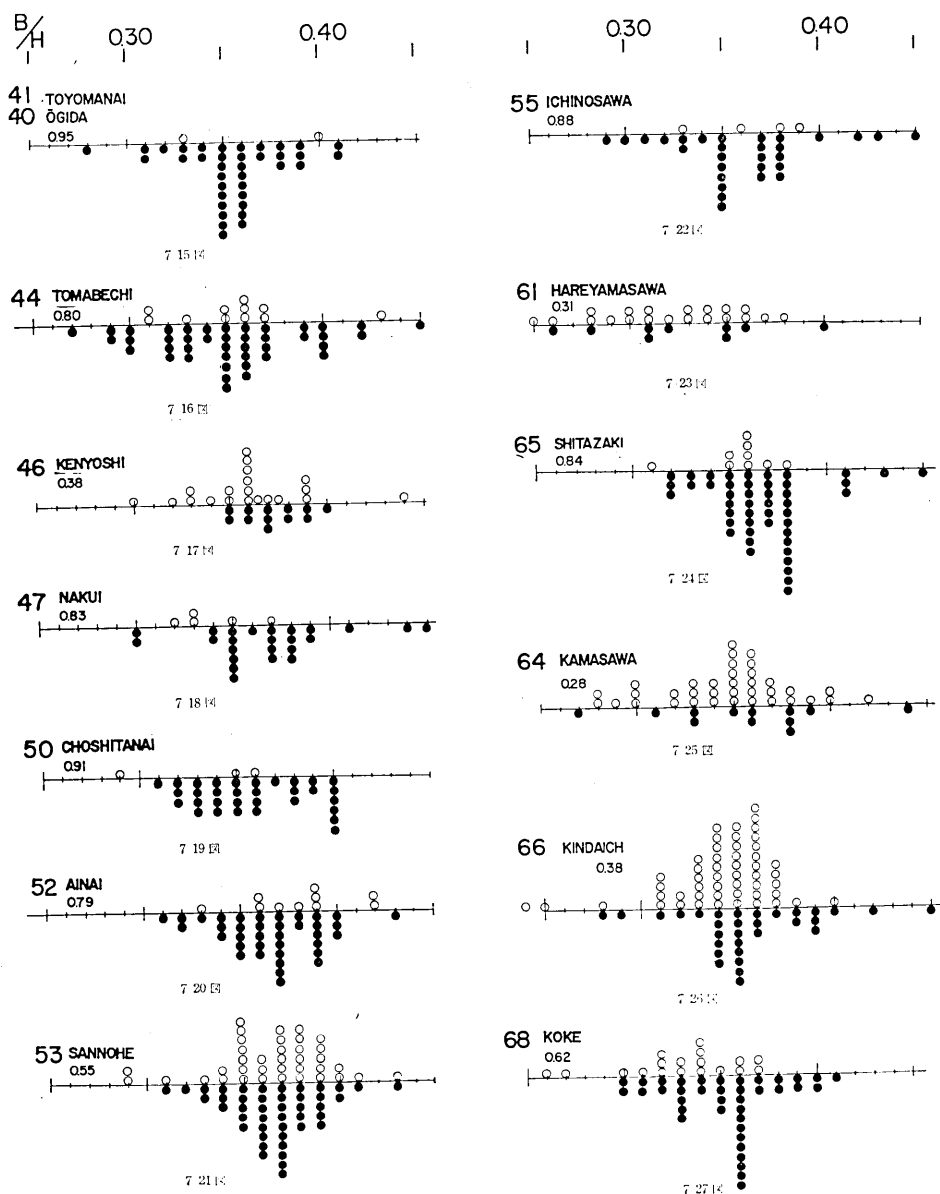
竿の転倒方向、不転倒の竿の移動・静止した方向、および台石の移動方向は互にほぼ一致していることもあつたが一致していない場合が多かつた。とくに台石の移動方向や転落方向は竿石のそれと大きな角度（しばしばほぼ直交）をなすか、同じ方向でセンスが逆である場合がしばしばあつた。

しかし、全体としてその墓地を代表するような方向性が容易に認められた場合もあつた。たとえば墓石のいくつかで台石と竿石の移動方向または転落方向がほぼ一致（センスは逆のこともあつた）かつそれが方向集中性を示している場合や竿石の転倒方向が比較的集中してその方向と条線の方向とがよい一致を示した場合もあつた。そのような場合にはその方向を、その墓地で墓石を動かした主要な震動の方向（墓石に対する主要動）とみなした。

このようにして調査墓地の約半数の墓地で主要動が推定できたが（第1表）、その主要動の方向別頻度分布を第9図に、その地理的分布を第10図に示す。時には上述の諸要素の方向頻度に第二のピークが認められた場合（“第二主要動”）があつたので第9図および第



第7図 主な墓地での B/H 別にみた転倒および不転倒の墓石
 転倒した竿石1コをあらわす。地名の前の番号は、第
 転倒・不転倒の比率が B/H 値の大小に関係しないこ



の数. 横軸は B/H 値. ○は不転倒の竿石 1 本, ●は
2 図および第 1 表の墓地番号. 地名の下の数字は転倒率.
とに注意.

10 図にはそれもあらわした。方向集中性の程度は墓地によつて異なるが、比較的良好な若干の例を第 11 図に示す。

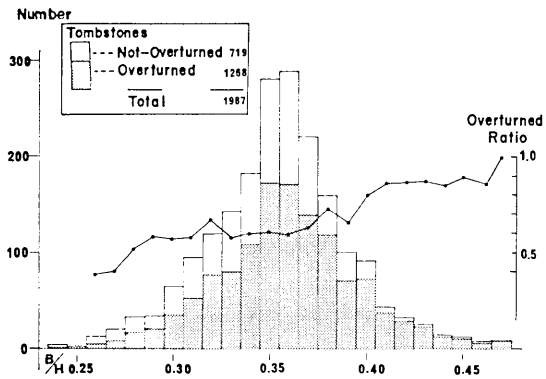
第 9 図にみるように、調査地域では N 30° W-S 30° E 前後の方向の主要動を示した墓地が最も多い。このほか主要動あるいは“第二主要動”がそれとほぼ直交する N 50° E-S 50° W 前後の方向を示す墓地も若干あつた。地理的にみると、上北台地でとくに被害の著しかつた豊崎一五戸地区では大部分の墓地で NW-SE ないし NNW-SSE 方向が主要動であつた。しかし、三本木の理念寺 (第 11 図 b), c)), 五戸町浅水の宝福寺, 名久井町法光寺, 八戸市鳥沢などの墓地ではそれにほぼ直交する NE 方向が主要動であつた。

北上山地では一般に条線があまり観察されなかつたこと、調査時にすでに修復されていた墓地が多かつたこと、などのため主要動が推定できなかつたことが多かつた。

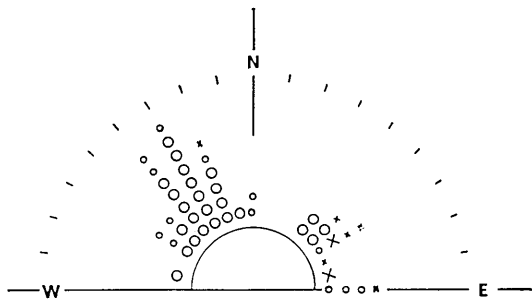
このようにして求められた墓地での主要動方向は付近の民家における被害の異方性 (位碑・家具などの転倒移動の方向性) から求められた主要動と一致していた (三本木澄月寺, 六戸, 浅水, 苫米地など)。

この地方にみられた上述の 2 つの主要動の時間前後関係やその他の性質の相異については一般によくわからなかつたが、この両方の方向の主要動が認められた墓地のいくつかでは、まず NNW-SSE の主要動方向が主に竿石の転倒に対して有効に作用し、のちに NE-SW 方向の振動 (第二主要動) によつて台石の大規模な移動が生じたと判断された。しかし、次にのべる例のようにこれとは逆の場合もあり、場所によつて一概にはいえないらしい。

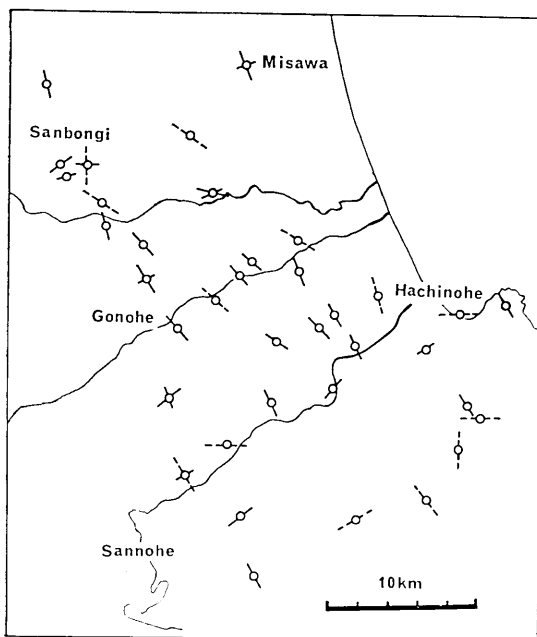
三本木北部の理念寺では、条線のほとんどすべては S40°~50° W 方向であつたが、それはいずれも竿石または台石がはじめにおかれていた位置から出発していた。しかし、条



第 8 図 B/H 別にみた墓石 (竿石) の転倒・不転倒の実数および転倒率 (全墓地の合計)。



第 9 図 墓地毎の主要動の方向別頻度分布。○は各墓地における主要動方向。×は第二主要動の方向。小さい印はやや不明瞭または不確かな場合。印 1 つが墓地 1 つに対応。



第 10 図 主要動方向の地理的分布. 短線は第二主要動, 破線はやや不確かなもの.

線が途中で急に折れてほぼ南へ屈曲する例がいくつかあること, 条線方向と墓石の最終移動方向または転倒方向とが一致しないことなどから, この墓地では上述の $S 40^{\circ} \sim 50^{\circ} W$ 方向 (地面の動きは $N 40^{\circ} \sim 50^{\circ} E$) の主要動が最初の有効な震動であり, それのうちに南にかわり, それによつて残余の多くの筭石が南へ転倒したと推定された. このような条線の軌跡は六戸町光昌寺でもほぼ同様に復元されたが, はじめの主要動は理念寺よりも西 ($S 70^{\circ} W$) に近かった.

主要動方向そのものが数百米ないし数軒はなれた 2 地点で明瞭なこととなっていた場合もあつた (三本木北部と南部, 八戸市豊崎町と

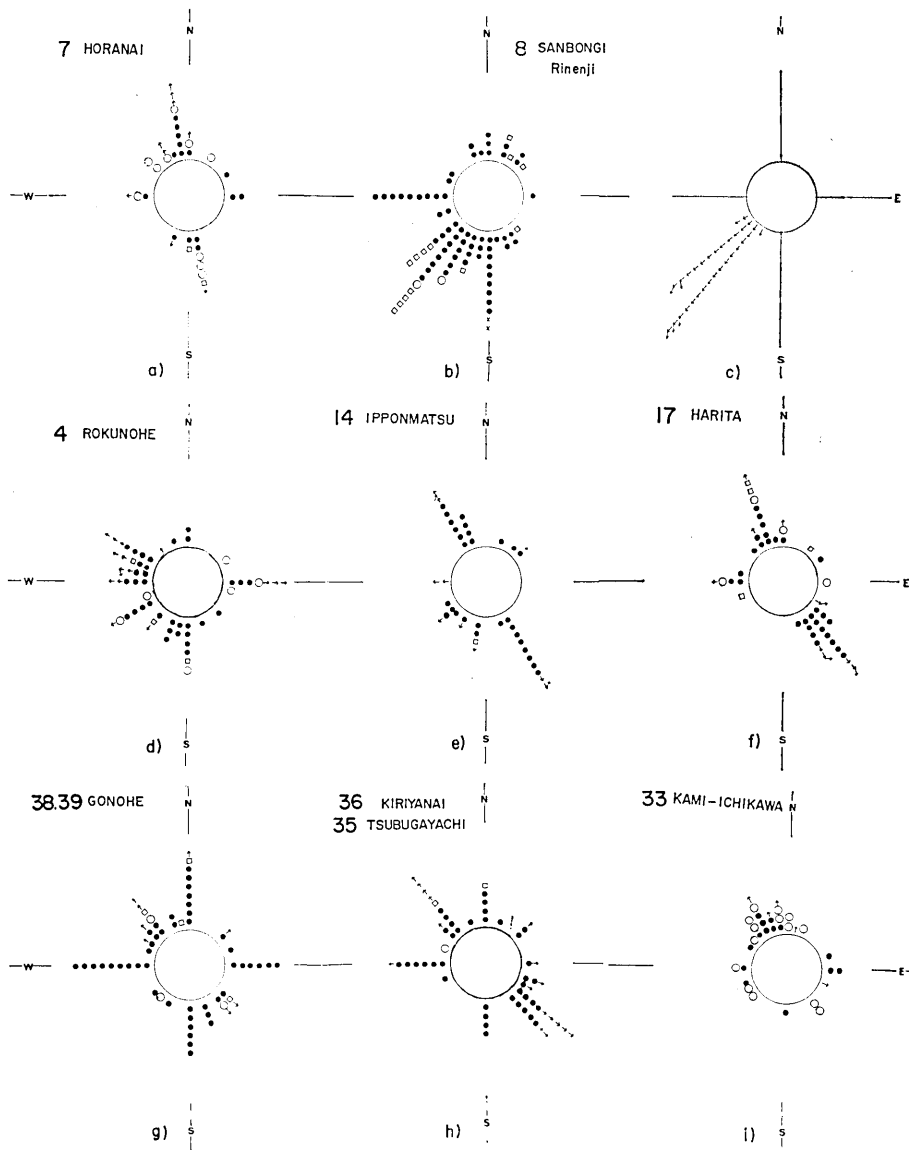
五戸町浅水, 名川町の青鹿長根と法光寺など).

上述のように三本木理念寺では明瞭に $NE-SW$ 方向が主要動であつたがその南方 800 m にある澄月寺では, これと異なり主要動の方向は $N 20^{\circ} W-S 20^{\circ} E$ であつた. このことは, 澄月寺付近の民家で東西方向にのびた家具や棚の物品が転倒・転落しタンスの引出しが滑り出したが, 南北方向においてあつた家具ではそのようなことがおこらなかつたという主婦の話 (二軒とも同様), とも調和している. この三本木南部 (澄月寺) での $NNW-SSE$ 方向の主要動方向は上北台地で最もふつうの主要動方向である.

苫米地や青鹿長根 (名川町) では, 第 5 図 g) のようにその方向には倒れにくい向きにあつたにもかかわらず $N 20^{\circ} \sim 30^{\circ} W$ または $S 20^{\circ} \sim 30^{\circ} E$ の主要動方向へたおれた墓が少なくなかつた. 苫米地 (法円寺) では位碑の転倒状況に方向性があり, それは墓石の被害状況からの主要動方向に調和的であつた.

青鹿長根では上述のように $N 20^{\circ} \sim 30^{\circ} W$ が主要動であつたが, この北方 3.5 km の法光寺墓地では, 主要動は $N 50^{\circ} E$ であり, 同じ辰ノ口撓曲構造に沿つた高被害墓地でありながら主要動方向は互に異つていた. なお, この法光寺墓地は細い尾根の頂部にあるが, その尾根ののびの方向は主要動の方向に近く, したがつてここでの主要動方向が細長い尾根地形の影響によるとは考えられない.

なお, 主要動は多くの場合センスは不明で方角しかわからなかつたが, 三本木理念寺 (第 11 図 b, c) や上市川 (第 11 図 i) のように振動のセンスのわかる場合もあつた.



第 11 図 主な墓地における墓石被害の方向性。●は竿石の転倒方向，○および□はそれぞれ竿石と台石の移動方向，矢印は条線の方向。地名の前の番号は，第 2 図および第 1 表の墓地番号。c) は b) と同一墓地。

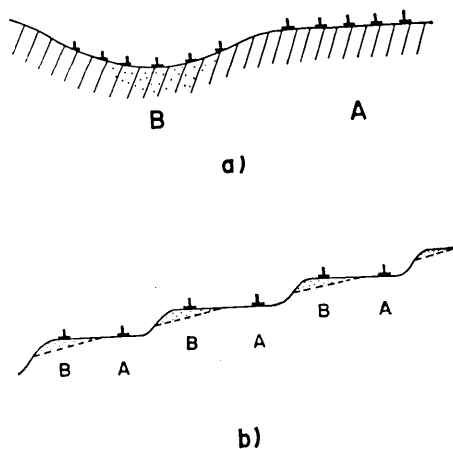
上市川, 藤島, 五戸および永福寺では, 墓石から北~北西へ移動・転倒したものが多く, したがって大地が南~南東へ強く動いたと推測された。

§ 5. 低湿地および段の縁における墓石の被害

いくつかの墓地では, 同一墓地内でも場所によつて墓石の被害程度に大きな相違があつた。それらの例では, 低湿地は非低湿地よりも, また, ひな段状の墓地の谷側の縁は山側よりも, 墓石被害が著るしかつた。それぞれの例について述べる。

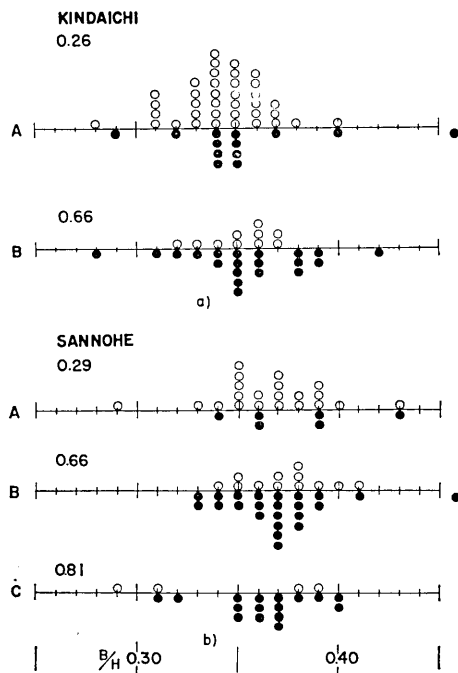
五戸町高運寺の墓地は, やや浸蝕された段丘面上にあるが, その一部には湧水を伴なう低湿地があつた (第 12 図 a)。この低湿地と非低湿地の被害を比較すると, とともに竿石の転倒率は高かつた (0.8 以上) が, 低湿地ではとくに台石の移動・転落が著るしく, 墓基全体が崩壊したものが少なくなかつた。しかし, 同じ墓地の非低湿地 (段丘面上の部分) では対照的に台石の移動がまれであり, 竿石のみが転倒した。主要動の方向は, 非低湿地の墓では NW 方向を示す条線が多く S 30°E 方向が主要動であつたが, 低湿地では墓石ととくに台石の移動転落方向は東西方向に近いものも多く, 多様であつた。

このように, 低湿地の地震動の方が, 台



第 12 図 墓地内の局地的条件と被害

- a) 低湿地 (B) と非低湿地 (A) (五戸町高運寺の例)。
 - b) 段状の墓地の縁側 (B) と山側 (A) (金田一村長寿寺の例) 打点部は推定される盛土部分。
- いずれも A よりも B で被害が著るしかつた。



第 13 図 同じ墓地内における転倒率の相違

- a) 金田一村長寿寺。A は段状墓地における山側, B は縁側 (第 12 図 b 参照)。
- b) 三戸町竜川寺。A は斜面, B はその下の台地, C は A と B の境界部。

石などの板状物体の滑動に対して有効に、かつ多方向に何度も作用したと考えられる。これに対して非低湿地での地震動は短時間に竿石の多くを NW へ転倒させたが、しかし板状の台石はあまり動かさないような性質のものであつた。

金田一村長寿寺の墓地は第 12 図 b) のような斜面にあり、人工的に数段の段がつくられ、墓はその山寄りと縁寄りのほぼ二列にならんでいた(段と段の間の崖は石垣などで補強されていなかった)。墓石の被害はこの両列で著しい差異があつた。縁に近い列では台石の傾斜したものが多かつたが、これを別にしても、竿石の転倒率は縁側で著しく高く(0.7)、山側では低かつた(0.3)。第 13 図 a) 参照。他の同様の段状の墓地でもこのような傾向はみとめられたがこれほどの差異は観察されなかつた。五戸町・切谷内の墓地では段丘の縁辺に近い部分は遠い部分よりも被害が著しかつた。

なお、三戸町竜川寺では同じ墓地でありながら、山腹斜面で被害は少なく(転倒率 0.3) その下につづく平坦地では明らかに被害が高かつた(転倒率 0.7、とくに両者の境界付近では高く 0.8 以上、第 13 図 b 参照)。また、三沢の竜泉寺では、段丘上の平坦地の墓地よりもその下の斜面の墓地(旧墓地)の方が多く転倒していた(転倒率はそれぞれ 0.4 と 0.7)。これは墓地の地形や表層地質の相違によるのかもしれないが、前者は基礎工事を行つてある新しい墓のみからなり、後者は古い墓地が多かつたためかもしれない。

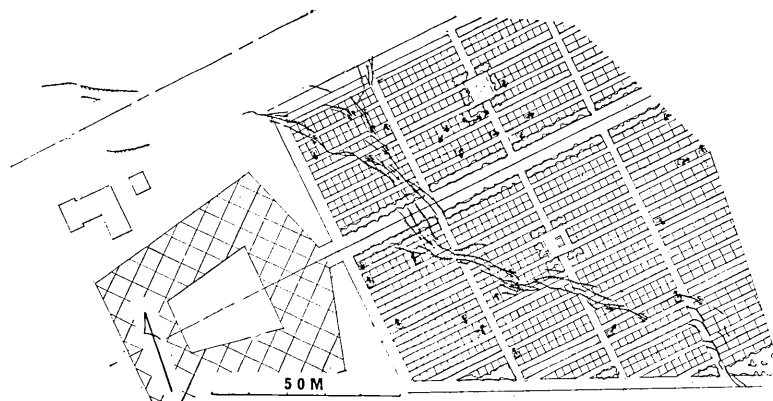
これらの例から推測すると、墓石の被害がその墓地内では均等に分布している場合でもそれはその地域の一般的被害程度を代表せずその墓地付近だけの局地的条件を強く反映している場合がありそうである。これが、調査範囲内での転倒率の分布模様(第 2 図)が不規則であることの一因になつているかもしれない。墓石被害分布と地質構造との関係を考察しようとする際には注意を要する。

§ 6. 線状にならんだ被害

地震の被害分布が線状に配列することは、しばしば報告されているが、今回の被害状況でもそのような例が若干ある。北から順に、

- 1) 三本木(十和田市)北部一稲吉(西北西～東南東方向、長さ約 3 km)。
- 2) 正法寺(八戸市豊崎町)一扇田(五戸町)(東北東—西南西方向、長さ約 8 km)
- 3) 名久井岳東麓(北北西—南南東、長さ 10 km 以上)
- 4) 南郷村市野沢(東北東—西南西、長さ 1 km)

三本木北部一稲吉：三本木北部から東南東の稲吉にかけて家屋の被害が著しかつたが(黒田ほか 1968, 大沢ほか 1968)、墓地(理念寺および三本木霊園)の被害も三本木南部(澄月寺)や相坂に比して著しかつた。三本木一稲吉間にある三本木霊園ではほとんどすべての墓石が転倒したが、そのほか上記の高被害の延びの方向にほぼ一致して西北西—東南東の走向をもち左ずれ(約 20 cm)、南落ちの地割れが生じた(第 14 図、第 15 図)。この地割れは道路をこえて北西隣の畑にもあらわれ終始左ずれであつた。稲吉部落では全壊家屋を伴う高い家屋被害を出し(大沢ほか 1968)、また三本木から六戸へ通ずる国道もこの付近でだけ被害(舗装してある路面中央の開裂)が生じた。



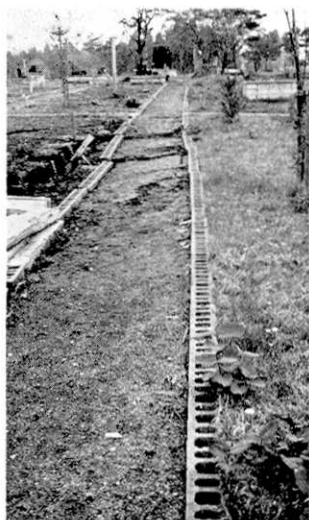
第14図 三本木霊園の地割れ。太矢印は墓石の転倒方向。

空中写真観察によると三本木北部は南部に比して湿潤であり、三本木面上の浅い河川跡にあたる。この旧河川の南縁は三本木の市街地の中北部を斜断しており、河川跡はさらに南東へのびている。しかし、三本木霊園は大部分、この河川跡のある三本木面よりやや高い地形面（天狗岱面）上にある。ここに生じた地割れの南東部は造成した部分であるが、地割れの大部分（北西部）はそのような人為的な擾乱を受けていない平坦地に生じている。概して地割れの方向は地形面の境界と平行ではない。全壊家屋を出した稲吉部落は、被害のほとんどなかつた三本木南部や相坂と同様三本木面上にある。

このように三本木北部—三本木霊園—稲吉の高被害の一部分は湿潤な河川跡や人工造成地などの表層条件によつて説明できるが、しかし、大局的にはこの高被害帯はそれらの表層的地盤分布や地形に対して斜交しており、別の原因（より深い基盤地質条件）を考える必要がある。なお、これに沿つて活断層の存在を示唆する地形は見出されない。

正法寺—扇田: 八戸市の市街地から東へ五戸町へむかうと、正法寺以西で家屋被害（大沢ほか 1968, 田中・長田 1968）とともに墓地の被害も急上昇する。この高被害地は谷沿いにはほぼ西南西—東北東にならび、その東方延長（張田, 高館）とともに §2 で述べた上北台地の被害顕著地域（豊崎—五戸—三本木地区）の一部であるが、とくに竿石の転倒のほか台石の移動・転倒が極めて顕著であること、家屋の被害を伴つたこと、などこの谷沿いの地帯は特異である。

この谷に沿つて、主にその北側斜面から多くの山津波や地這りが発生したが、墓地はいずれもそれと直接関係のない位置にある。したがつてこの地域の墓地の高被害は山津波の結果ではないし、またいずれの墓地も丘陵斜面にあるのでいわゆる沖積低地の軟弱地盤によるのではない。この谷沿いでは滝谷部落にみられたように山津波や地這りと関係のない家屋被害も著しいから、この墓石被害の特異性はそれらの家屋被害や山津波発生と共通の原因を有しており、この細長い地帯の地震動が他に比してやや特異であつた疑いが強い。しかしこの谷沿いに断層その他地質学的な異常の存在は現在の所知られていない。

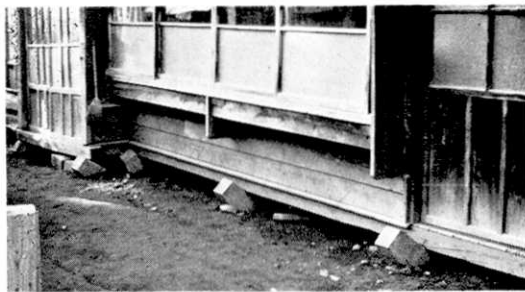


a) 左ずれ変位を示す.



b) 概して南西側(右側)沈下.

第 15 図 十和田市三本木霊園の地割れ.



(a)



(b)

第 16 図 南郷村市野沢の住家の被害(坂本武雄氏宅).
 (a) は家の正面. 南 45° 西に面している.
 (b) は裏側.

名久井岳東麓：三戸市から八戸市までの馬淵川沿いでは相内（清光寺）と苔米地（法円寺）の被害が著しかった（いずれも転倒率 0.8 以上）。このうち相内はほぼ辰ノ口撓曲構造（§1参照）の上に位置している。この撓曲構造に沿う名久井岳東麓の各墓地（上名久井、平野場、法光寺、烏舌内、青鹿長根の各墓地）も著しい被害を受けたので、相内から名久井岳東麓にのびるこれらの高被害は、辰ノ口撓曲構造に関連して生じたものであると考えられる。それは多分撓曲下に推定される基盤の断層に沿った強い地震動による効果と思われるが、しかし撓曲構造に沿って比較的軟質の第三紀層が分布しているための効果も重なっているかもしれない。

南郷村市野沢：北上山地では前記の名久井岳東麓以外にも転倒率 0.8 をこえる高被害墓地が数カ所見つかつたが、そのうちでも市野沢の例は、家屋の被害を伴なつていたこと、被害が線状であることなどの点で特異であつた。他の例（南郷村砂籠、八戸市妻の神、階上村小板橋、福地村杉の沢など）では墓地の被害は最高級（いずれも転倒率 0.8 以上）であつても、それに近接する一般住家には被害はほとんど全くなかつた。

市野沢では、高台にある墓地が著しい被害を受けたが（第4図c）、それだけでなくこれに隣接する養真寺社殿および坂本武雄氏宅が、共に土台から移動し大破した（第16図）。このような強い家屋被害は、この養真寺付近から南約 60° 西へ市野沢の住宅地を斜断してのび、その線上の家屋は大小の被害を受け、とくにバス停留所付近の住家は全壊した。役場の調べによるとこの市野沢の家屋被害は南郷村で（おそらく北上山地の各村落中で）最も著るしかつた。

上記の線状被害地は、墓地のある高位段丘面（蒼前平面？）から町の中心部のある低位の段丘面へ斜めに走つており地形面との相関は認められない。また、この高被害地帯の南側にそれとほぼ同じ方向（N 60°E）の直線上の谷が東へのびており、それに沿つて何らかの地質境界があるかもしれないが、現在の所、地質との関連性ははつきりしない。

以上のように、調査地域内には墓石被害の線状分布が四例認められた。しかし、それがはつきりした地質学的あるいは地形学的な線状構造に対応していることがわかつたのは名久井岳東麓の辰ノ口撓曲に沿うものだけであつた。他の三例については表層の地質や局地的な地形に関係なく被害が高いので、基盤の地質構造の境界に対応している可能性が大きい。しかし、そのような境界の存否は露出不十分のため現在明らかでない。

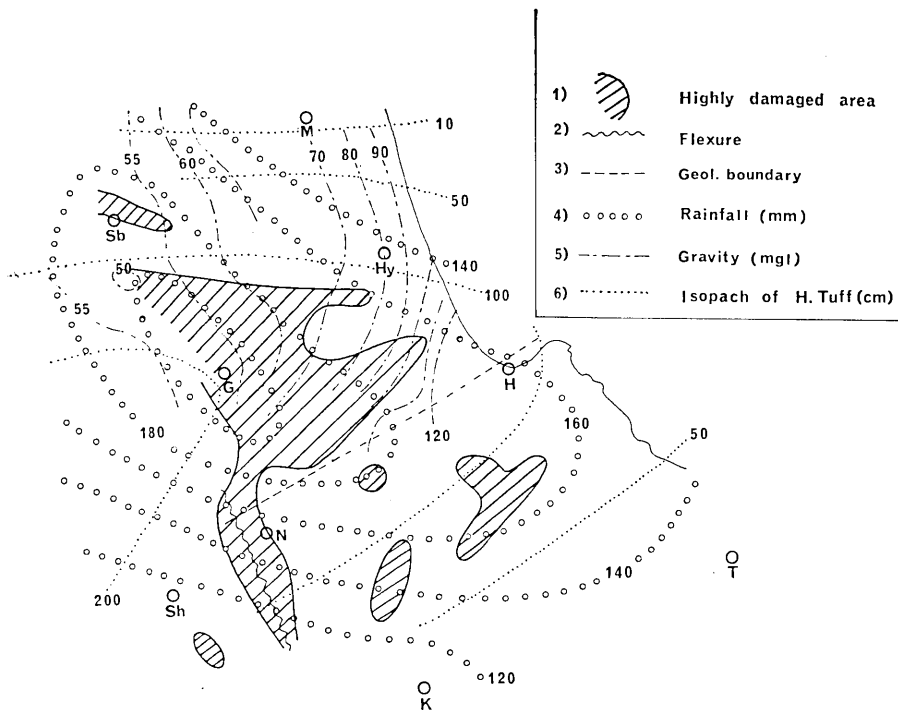
§7. 被害が異常に少なかつた墓地

§2 ですでに述べたように、調査地域内で被害顕著地域の中に孤立して、あるいは被害顕著の墓地（村落）の隣の村落に異常に被害の低い墓地があつた。それが極めて対照的であつたので特に記しておく。

五戸町のある上北台地では上市川および菖蒲川の墓地が異常に低被害であつた。両墓地は、互に約 2 km はなれているが、ともに甚大な被害を出した八戸市豊崎町の谷の北側約 3 km にあり、北にゆるくかたむいた斜面上に位置している。両墓地では大部分の竿石は転倒せず（転倒率 0.2~0.3）台石も動かなかつた。主要動の方向は、上市川の墓地では、

周囲の被害激甚地区の主要動方向とほぼ同じ (N 20°~30°W, 第 11 図 i) であった。つまり被害程度は周囲と甚しく異なっていたのに、主要動の方向には特異性は認められなかった。この墓地の北にある上市川の村落では、棚から多少物品がおちた程度で、この村落の人々は周囲の村落に比してとくに揺れ方が弱かったと話していた。このように上市川では、墓地被害だけではなく、家屋内の被害や人々の体感もこの地区で地震動がとくに軽弱であったことを示している。

・北上山地では、概して被害顕著地区と軽微地区が入りまざっていたが、その中にしばしば最高の墓地被害を受けた部落と最低の墓地被害をうけた部落とが隣り合っている場合があった。南郷村の砂籠と階上村の小沢、南郷村の市野沢と中野、あるいは岩手県二戸郡の舌崎と釜沢などがそのような関係にあつた (いずれもそれぞれ前者が転倒率 0.8 以上、後



第 17 図 墓石の被害分布と、地質および雨量分布との関係。

- 1) 転倒率 0.8 以上の地域 (第 2 図参照)。
- 2) 辰ノ口撓曲 (Chinzei, 1966)。
- 3) 上北台地と北上山地との境界の概略の位置。
- 4) 地震前三日間 (5 月 13 日~15 日) の雨量 (数字はミリメートル)。青森県側は青森地方気象台資料に、岩手県側は盛岡地方気象台資料による。
- 5) 等重力線 (ミリガル), 地質調査所資料 (黒田和男ほか 1968 による)。
- 6) 八戸火山灰層 (降下軽石型) の等層厚線 (センチメートル)。大池昭二 (1963) による。

者が0.5以下)。

とくに釜沢と舌崎の墓地は馬淵川をはさんで相対しており、ともに丘陵の山腹にあつたが、前者は転倒率0.3に達せず後者は0.8以上であつた(第7-25図および7-26図参照)。釜沢の寺(金峯庵)では位碑はおよそ半が転倒したが、その他には転倒した物品はなかつた。しかし、舌崎の民家ではほとんどの物品が転落し壁の一部が破損落下した家もあつた。両墓地の直距離は約1.5km、その間にとくに断層などの地質学的不連続線はなく(CHINZEI, 1966)、それぞれ局地的な条件に支配されたものと思われる。

まとめと考察

1968年十勝沖地震による墓石の被害分布をその地域の地質学的特徴と比較するために、青森県東南部にある上北台地および北上山地北部地方の約68カ所の墓地について調査を行なつた。調査結果の主な点は次のようである。

1. 墓石の転倒・不転倒は墓石の高さ・幅比(B/H)と無関係であつた(第7図, 第8図)。したがつて墓石の多く、とくに B/H の大きな墓石は、その墓石の $B/H \cdot g$ であらわされる加速度によつて転倒したのではなく、何度かの地震動によつて台石上を滑動し最後に台石の縁から転落したと考えられる。このことは板状の台石が多数転倒していることから推定される。

これまでのいくつかの地震、たとえば河内大和地震(棚橋嘉市 1936)、福井地震(末広重二ほか 1948)、宮城県北部地震(佐藤泰夫ほか 1961)、静岡・清水付近の地震(松田・柴野 1965)では、転倒した墓石の B/H から求められた α ($\alpha = B/H \cdot g$)の地理的分布が、これとは独立に求められた墓石の転倒率の地理的分布や家屋など被害程度の分布とほぼ一致していた。しかし、今回の十勝沖地震による当地方の墓石被害では、上述のように B/H の小さな(細長い)墓も B/H の大きな墓もほぼ同様の割合で転倒したので、墓地ごとに α を決めることはできず、したがつて α によつて被害程度をあらわすことはできなかつた。このように、墓石の転倒率が墓石の B/H 比に支配されていないことは、今回の地震によるこの地方での墓石被害の重要な特徴である。なお、今回の調査資料で B/H から α を求めると、 α は重力の1.5~3倍(転倒した台石の場合)に達して明らかに不合理であるが、福富孝治ほか(1954)は北海道地方において1952年の十勝沖地震に際してこれに似た大きすぎる α が算出される場合があることを指摘しており、やや似た現象が1952年の十勝沖地震でもあつたらしい。

2. 墓石の転倒率は震央距離とは無関係に0.2から1.0まで地域によつて著しい差異を示した(第2図, 第17図)。その分布模様は、上北台地と北上山地で異なつており、前者では高被害地区がその内陸部(八戸市西部一五戸町一十和田市)に広く分布し、北上山地では辰ノ口撓曲構造沿いの線状集中を別にすれば概して散在的であつた。このほか、より局地的な線状の高被害帯および異常に被害の低い地区が数カ所あつた(§6, 7参照)。

このような被害分布は、すでに指摘されているように(加納博ほか 1968, 黒田和男ほか 1968)、①地震前数日における大雨の降雨量分布、②重力分布から推定される比較的若

い地層の厚さ分布, ③八戸火山灰層の厚さ分布などと密接な関係がある(第17図). とくに上北台地内陸部のやや広い墓石の高被害地域では, 上記の①と②とくに②が重要な要素であると思われる. 上北台地内陸部は地表の地質分布や重力分布から推定されるように, 北上山地と異なつて, 古生代の基盤岩類が深くて比較的軟弱な第三紀後期以降の地層が厚く広く発達している地域である. この上に, 地表近くの土壌や火山灰層が多量の雨水で飽和していたことが重なつて高被害地域となつたと考えられる.

このほかの著るしいがより局地的な墓石被害の地域差は, 低湿地や段の縁で被害が著るしかつた(§5参照)ことに示唆されているように表層の地学的性質の差異に強く影響されたい. しかし, 澗谷や上市川の例でみるように, 沖積面上(家屋)でも丘陵斜面上(墓地)でも澗谷ではともに被害が著るしく高く, 上市川ではともに被害が異常に低かつたことは, 表層地質(いわゆる地盤)の良否(田中・長田, 1968)だけでは説明できないことであり, 基盤岩類中の構造の不均一性をも考慮する必要がある.

3. NW-SE 方向(とくに N 30°W-S 30°E 方向)を主要動とする墓地が最も多く, N 50°E 前後の方向を主要動または第二主要動とする墓地がこれについた(第9図, 第10図). とくに上北台地内陸部の高被害地では, 前者(NW 方向)が卓越した.

これまでの地震の際にもこのような主要動の存在が気づかれ, しばしばその地理的分布が図示されている. たとえば長野地震では岸上冬彦ほか(1941)によると主要動は震央から放射方向であつた. 南伊豆地震では福富孝治(1934)によると震央に対する方向に直交していた. また, たとえば1935年静岡地震(金原・竹村 1935)や福井地震(松田友明, 1949), あるいは1965年静岡・清水地震(松田・柴野, 1965)では主要動の方向は地域毎にまよつて変化していた.

今回の調査範囲内でも上北台地内陸部は比較的そろつた主要動方向が求められたが, しかし比較的近接して互に主要動方向が大きく異なる例もいくつか見つかった. 1965年の静岡・清水地震ではそのような主要動の地域的变化は第三紀地質構造中の断層の存在と関連していたが(松田・柴野, 1965), 今回の場合には両者の関係は明確に指摘できなかった. しかし主要動の地域性が, 被害程度のそれとともに, その各地域のあるいは各墓地の地学的特性の一つをあらわしていることは明らかである.

この地方でみられた N 30°W 前後の主要動は震央に対して直交(接線方向)に近い, もう一つの N 50°E の主要動方向は放射方向に近い. この同じ1968年十勝沖地震に対する青森・函館・札幌・浦河での恒石幸正(1968)の観察によれば墓石の移動方向から推定される主要動方向は震央に対していずれも放射方向であつたという. 恒石幸正が調査した各墓地はいずれも本地域よりも震央からはなれているから本地域で最も普通にあらわれた接線方向の主要動は震央距離の増大とともに早く減衰してしまい, かわりに本地域で第二の主要動であつた放射方向だけが残存し, そこでの主要動になつたとも考えられる.

文 献

- 青森県 (1963): 青森県地質説明書, pp. 1~92.
- CHINZEI, K. (1966): Younger Tertiary geology of the Mabechi River Valley, Northeast Honshu, Japan, Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. II, 16, pp. 161~208.
- 福富孝治 (1934): 昭和9年3月21日南伊豆強震調査報告, 震研彙報, 12, pp. 527~538.
- 福富孝治・田畑忠司・藤木忠美・金安公造 (1954): 墓石の転倒・移動等による十勝沖大地震の最大加速度と特異な地割れの観察, 1952年3月4日十勝沖地震調査報告, pp. 221~242.
- IKEGAMI, R. and F. KISHINOUE (1950): The acceleration of earthquake motion deduced from overturning of the gravestones in case of the Imaichi Earthquake on Dec. 26, 1946, Bull. Earthq. Res. Inst., 28, pt. 1~2, pp. 121~128.
- 加納 博・中川久夫・生出慶司・大池昭二・松山 力・七崎 修 (1968): 十勝沖地震による青森県八戸地方の地すべり性崩壊, 地質雑, 74, pp. 401~402.
- 河上房義 (1968): 東北地方における1968年十勝沖地震災害の概要, 土木学会誌, 53, pp. 109~116.
- 金原寿郎・竹村千幹 (1935): 昭和10年7月11日静岡地震震害調査報告, 震研彙報, 13, pp. 966~967.
- 岸上冬彦・永田 武・宮村撰三 (1941): 昭和16年7月15日長野地震の統計的調査, 震研彙報, 19, pp. 628~646.
- 小林啓美・大沢 胖・志賀敏男・大野和男ほか (1968): 1968年十勝沖地震調査速報, 建築雑誌, 83, pp. 507~515.
- 黒田和男・垣見俊弘・安藤高明 (1968): 1968年十勝沖地震, 青森県南部地域の子察, 地質ニュース, 168, pp. 1~17.
- 松田時彦・柴野睦郎 (1965): 昭和40年4月20日静岡・清水付近地震の被害地調査報告—とくに地震学的地塊について, 震研彙報, 43, pp. 625~639.
- 松田友明 (1949): 福井地震一般調査報告, 昭和23年福井地震調査研究速報, 日本学会誌, pp. 44~47.
- 中川久夫 (1961): 本邦太平洋沿岸地方における海水準静的変化と第四紀編年, 東北大理学部地質古生物学教室研究報告, 54, pp. 1~61.
- 大池昭二 (1963): 八戸浮石層の絶対年代について, 青森地学, 8, pp. 1~3.
- 大池昭二・七崎 修・松山 力・松山 洋 (1959): 青森ロームの問題点, 青森地学, 1, pp. 3~9.
- 大池昭二・中川久夫・七崎 修・松山 力・米倉伸之 (1966): 馬淵川中・下流沿岸の段丘と火山灰, 第四紀研究, 5, pp. 29~35.
- 大沢 胖・村上雅也・北川良和 (1968): 1968年十勝沖地震における建築物被害概報, 震研彙報, 46, pp. 1451~1459.
- 応用地質調査事務所 (1968): 1968年十勝沖地震による青森県下の災害調査報告, 55 p.
- 佐藤泰夫・松田時彦・柴野睦郎 (1962): 昭和37年4月30日宮城県北部地震調査報告, 震研彙報, 40, pp. 591~612.
- 末広重二・久本辻一・田中康裕 (1948): 福井地震踏査報告(1), 験震時報, 14, pp. 27~37.
- 田中貞二・長田甲斐男 (1968): 八戸市内の各種地盤上における十勝沖地震の余震および常時微動, 震研彙報, 46, pp. 1461~1478.
- 棚橋嘉市 (1936): 墓石の転倒より見たる河内大和強震の震度について, 海と空, 16, pp. 231~234.
- 恒石幸正 (1968): 1968年十勝沖地震による東北・北海道地方の墓石の移動, 震研彙報, 46, pp. 1415~1424.
- 横山 弘・水野 裕ほか6名 (1965): 地形・表層地質・土じょう, 5万分の1八戸, 土地分類基本調査簿, 43~45, pp. 1~42.

72. *Damage to Tombstones due to 1968 Tokachi-oki Earthquake
in the Hachinohe Area, Aomori Prefecture.*

By Tokihiko MATSUDA,
Earthquake Research Institute.

The 1968 Tokachi-oki Earthquake took place off the east coast of northern Honshu on 16th, May 1968, which gave severe damage on the coastal area of Aomori Prefecture and Southern Hokkaido (Epicenter 40.7°N, 143.7°E, Magnitude: 7.8, focal depth 20 km). More than 500 houses were destroyed and about 46 persons were killed in Aomori Prefecture. The Hachinohe area and the vicinity, the most strongly-shaken part of Honshu, were surveyed to study the nature and distribution of damage to tombstones in many graveyards from the geological viewstand.

The results are:

1. The overturning of the tombstones was caused mainly by slip-down from the edge of the footstone, not by direct effect of horizontal acceleration α which is expressed in formula $\alpha = B/H \cdot g$ (B : basal dimension of tombstone, H : height of the tombstone, g : gravity constant). This is concluded based on the fact that the overturning ratio (ratio of overturned tombstones to total number measured) and B/H ratio of the tombstones were independent. (Figs. 7 & 8).

2. The geographical distribution of degree of damage to tombstones is variable in places. The area of the high overturning ratio lies in the northwest of Hachinohe City (Figures 2 and 17), where the younger Tertiary and Quaternary deposits are abnormally thick and had heavy rainfall before the earthquake. The more local variation of degree of damage is also noticed. Some of the highly damaged graveyards could be explained by local surface ground conditions, but the others are probably due to the deeper structural discontinuity in the basement.

3. The most effective direction of seismic motion for damage to tombstones was NW-SE. The subordinate direction was in about N50°E. The geographical distribution of these directions is shown in Figure 10.