

# 地震動の最大振幅と地盤との関係について

波 多 正 二\*

## §1. ま え が き

地震動の振幅は其の土地の地盤や震波経路の地殻構造の状態によつて異つて現われるものと考えられる。吾々は屢々地震規模の比較や津浪の判定に震央距離に対する最大振幅の平均減衰曲線を用いるが、或る場所で振幅の大きさが常にその平均減衰曲線から非常にずれるようなことがあればその場所では斯る曲線をその儘適用することは危険である。かゝる実用的見地から筆者は本邦各地の地震動の最大振幅が平均減衰曲線から推定される振幅に対して如何なる傾向にあり、又地盤の性質とどんな関係にあるか等につき少し調査してみた。

## §2. 調 査 資 料

調査に用いた地震は表1表に示した 14 箇の地震である。

表 1

番号	地 震 名	発 現 年 月 日	震 央		
			北 緯	東 經	
1	鳥 取 地 震	昭和 18 年 9 月 10 日	35.5°	134.2°	日 本 海 側
2	北 但 馬 地 震	大正 14 年 5 月 23 日	35.7°	134.7°	
3	福 井 地 震	昭和 23 年 6 月 28 日	36.1°	136.3°	
4	能 登 地 震	昭和 8 年 9 月 21 日	37.1°	136.9°	
5	男 鹿 半 島 地 震	昭和 14 年 5 月 2 日	39.9°	189.8°	
6	神 威 岬 北 西 沖 地 震	昭和 13 年 11 月 5 日	44.3°	139.1°	
7	南 海 道 地 震	昭和 21 年 12 月 21 日	33.0°	135.6°	大 平 洋 側
8	北 伊 豆 地 震	昭和 5 年 11 月 26 日	35.1°	139.0°	
9	福 島 県 東 方 沖 地 震	昭和 13 年 11 月 5 日	37.1°	141.7°	
10	三 陸 沖 地 震	昭和 8 年 3 月 3 日	39.1°	144.7°	
11	日 向 灘 地 震	昭和 16 年 11 月 19 日	32.4°	132.1°	
12	長 野 県 古 間 村 地 震	昭和 18 年 10 月 13 日	36.8°	138.2°	内 陸 部
13	長 野 地 震	昭和 16 年 7 月 16 日	36.7°	138.3°	
14	西 埼 玉 地 震	昭和 6 年 9 月 21 日	36.0°	139.3°	

## §3. 震央距離による最大振幅の平均減衰曲線と増減係数

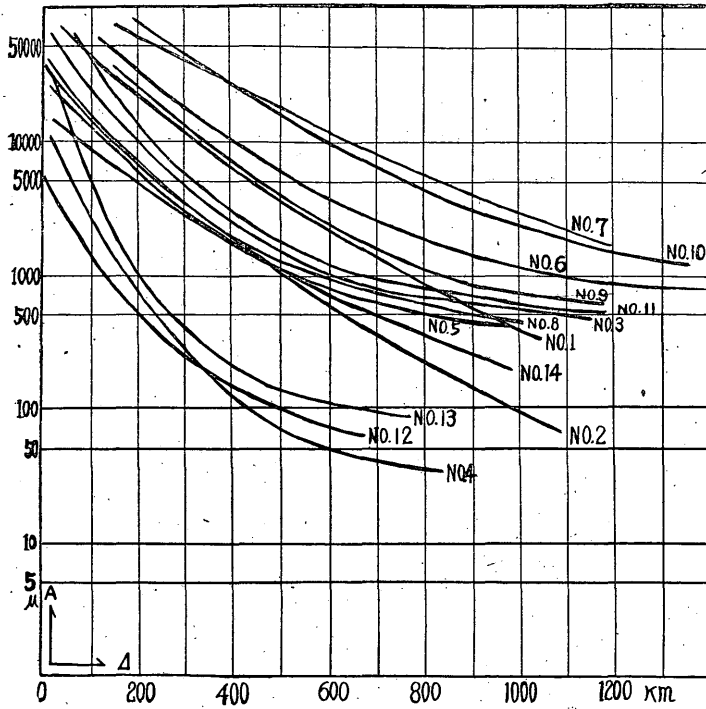
地震津浪の判定には地震計の成分に拘わらずその最大振幅を用いるので此の度の調査でも気象要覽及各地震の調査報告から水平動の最大振幅の中大きな方を取つて調査の対照とした。

地震動の振幅と震央距離の関係については和達博士<sup>1)</sup>の求められた式があるが筆者は縦軸に対数

\* 新潟地方気象台

目盛で最大振幅をとり、横軸に震央距離をとつて各地の最大振幅をプロットし図上の各点を満足するような曲線を引いて其の地震の平均減衰曲線とした。これによつて得られた上記の地震について

第1図 各地震の最大振幅の平均減衰曲線



$C < 1$  ならば標準振幅より小さい。

以上の方法で各地震について係数  $C$  の値を求めると才2表のような値による。これをみると殆んど総ての地震に対して  $C$  が1より大きい場所と小さい場所が存在することがわかる。又これ等の各地震に対する係数の平均を求めると才2表に示した  $C_0$  の様になる。

即ち常に小さく現れる所と常に大きく現れる所は次のようである。但し1回の異常は除いた。常に小さく現れる所は旭川、森、盛岡、福島、筑波山、高山等である。常に大きく現れる所は函館、新潟、水戸、熊谷、東京、横浜、御前崎、名古屋、福岡、熊本等である。

#### § 4. 最大振幅と地盤との関係

地震動の最大振幅は地盤の性質とかなり関係があるものと考えられる。然し土地の表層の地質だ

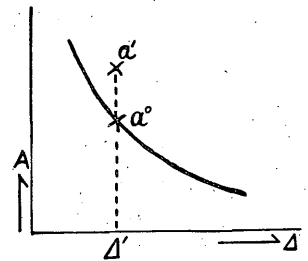
の曲線は才1図に示す通りである。

次に或る地震に於ける平均減衰曲線が才2図のように求めた時震央距離  $\Delta'$  に於ける観測所の最大振幅が  $a'$  であつたとする。そして  $a_0$  を  $\Delta'$  に於ける標準振幅とするとき  $C \equiv a'/a_0$  を仮にその観測所の最大振幅の増減係数と名付ける。従つて

$C > 1$  ならば標準振幅より大きい。

$C = 1$  ならば標準振幅に近い。

第2図



報 時 震 驗

才2表 各地に於ける最大振幅の増減係数

		鳥取地震	北但馬地震	福井地震	能登地震	小間村地震	長野地震	男鹿半島地震	神威脚地震	北伊豆地震	北海道地震	西埼玉地震	福東方沖地震 鳥 県	三陸沖地震	日向灘地震	C <sub>0</sub>
旭礼	川幌	4.6	0.9	0.7				1.0	0.0	0.9						0.7
森	館森	3.6	3.9	0.8				0.5	1.6	1.2			0.5	0.7		2.1
函青	戸古岡田	0.6		0.5	2.7				0.8		0.6		0.5			0.6
八宮盛秋酒	戸古岡田	0.9	1.6	0.9	2.3		0.4	0.5	4.1	3.0		3.0	1.9	1.5	1.2	3.5
		0.3		0.9			0.3	0.6	0.2	2.7	1.5	0.4			4.7	1.3
		0.4			1.2		1.2		0.4	4.8	0.3	0.4	0.7	0.4	0.6	1.0
		0.9		0.5		1.6	2.4		0.6	0.3	0.9	1.5	1.0		1.9	1.6
										0.3	0.3				1.7	1.1
山仙福新高	形台島湯田	2.6	1.1	0.5	0.4	0.3	0.3	1.0	1.0	1.1			0.4	0.7	0.8	0.7
		0.2		0.3	1.0	0.5	0.6	1.0	1.1	0.2	0.7	1.0			5.5	1.3
			4.0	0.4	0.4	0.2	0.5		0.2					2.1	0.3	
			0.8	3.4	3.1	2.1	1.8	1.0	0.4	2.1	2.4		1.0	1.4	4.0	2.4
				0.9	1.3		2.0	0.2	0.4	2.1		1.2		1.8	1.1	1.1
宇水柿筑熊	宮戸岡山谷	1.1	1.3	0.7	1.4	0.6	0.6	2.8	0.5	1.8		0.9	1.6	1.8	0.3	1.2
		1.4	6.3	3.2	1.1	1.3	0.8	0.8	1.0			3.2		2.0	0.8	2.1
				0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	1.8	0.6	1.2	1.0		0.6	0.7	
		5.0		3.1	1.0	1.8	2.6	3.0	0.4	2.9	3.9	0.2	0.4	0.1	0.6	0.3
									2.4			3.0	1.1	1.0	2.1	2.5
銚東横富大	子京浜崎島	1.3	5.6	10.8	0.5	0.5		0.9	1.4			0.2	0.3	2.5		0.9
		6.3		5.5	2.8	3.3		3.2	2.9		1.0	1.6	1.1	1.1		3.2
		1.0		3.7	1.0	1.7	1.2	4.2	2.9	1.3	1.7	0.9	1.0	3.0	1.1	2.6
		0.6			1.4	0.9	0.7	0.8		0.8	0.8	1.0	1.0	2.2		1.6
													3.8		0.5	1.2
三甲御飯松	島府崎田本	3.2	0.3	1.3	1.0	0.8		0.8	0.7			0.6	2.0	1.0	0.8	1.2
		3.1		0.9	0.8	3.8		0.6						2.6	5.0	1.9
		4.9		4.0	3.8								6.3	2.7		4.3
		0.2	0.0	0.1	1.0	0.5	0.4		0.1	2.4		1.4	0.6		1.8	0.9
				1.3	0.2				1.2							0.6
長輪福高岐	野島井山阜	0.4	0.2	0.2	1.4	4.1		3.8	3.0	2.1		1.3	1.0	0.9	0.9	1.6
		0.7			2.8	2.6	0.6	2.4	1.5	4.0	1.4	0.8	1.7	1.6	2.4	1.9
		0.1	1.2	0.8	0.3	0.5	0.8	1.0		2.4		2.1			1.5	
			0.1	0.3	0.5	0.6	0.1	0.4		0.3		0.2	0.2	0.4	0.5	0.3
			0.6	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	3.6	1.9		2.4	2.2		1.4	
名伊彦龜宮	屋山根山津	1.1		1.6	2.1	1.0	1.2	0.3	1.2	1.8		6.3	2.9	4.4	1.3	2.1
		0.6	0.2	1.1	0.7	0.6					1.5		0.4		0.2	0.8
				0.7	1.0	1.3	2.5	0.7	3.4	0.4		2.2	1.7	1.0	0.5	1.3
		1.4		0.9	0.7		1.2	1.6	1.8	0.7				3.0	1.4	
				2.3			0.6	1.6	0.2	0.7					0.9	1.1
京大福洲和	都阪戸本山	2.7	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.4	0.3	1.3	0.4	1.0	0.7	0.5	0.7	0.8
		4.2		5.4	2.3	3.4	1.1	0.5	0.6	1.1		2.3	4.3	5.9	1.4	3.1
				0.7	0.6	1.6	1.1	2.5	0.6		2.1		5.2	1.9	1.3	1.7
		1.2		0.5	0.6		0.7	2.9	2.2	0.4	0.6	1.2	1.5	0.9	0.7	1.1
			0.2	1.5	0.8		1.1	2.4	2.6				1.5	3.0	0.8	1.5
潮豊浜下広	岬岡田関島	0.6		2.9	1.0	1.0		2.4		0.7		1.3	1.1	3.4	1.8	1.6
		1.1		0.5	0.5	0.6	1.5	1.0	0.6		0.9	0.5	1.6	2.3	2.7	1.2
		0.3	0.7	1.1			1.6	1.6	1.1	0.3		0.9			0.6	0.9
		0.6	1.9	0.7	1.3		1.3	0.5	1.0	1.2		1.3	1.2	0.5	0.2	1.1
				0.7								1.3	-1.0	1.2	0.2	0.9

		島 取 地 震	北 但 馬 地 震	福 井 地 震	能 登 地 震	古 間 村 地 震	長 野 地 震	男 鹿 半 島 地 震	神 威 岬 地 震	北 伊 豆 地 震	南 海 道 地 震	西 埼 玉 地 震	福 東 方 沖 地 震 島 嶼 震	三 陸 沖 地 震	日 向 灘 地 震	$C_0$	
岡 徳 室 高 清	山 島 戸 知 水	0.8	3.2				1.0					0.4	0.4	0.7	0.3	1.1	
		1.0	0.6	0.8			1.3	1.0					1.0	1.0	2.0	1.9	1.3
		1.0		1.9	0.4		1.6	5.2	2.3		1.4		0.3	2.2	1.3	0.5	1.7
松 福 大 宮 熊	山 岡 分 崎 本	0.1		0.5	0.4	1.1	2.6	5.5	4.1		0.9	1.0	0.9	10.9	0.3	2.4	
				1.8	1.0		2.7	0.8			0.7	0.6	0.6	0.6	0.0	0.9	
			2.3	3.2	2.0			4.7				1.4	1.6	2.7	1.0	2.4	
根 前	室 橋	2.3	2.3	0.4	2.9		1.0	6.4	1.1	1.2	1.7	2.0	1.8	1.0	1.4	1.9	
			1.6	1.4	1.1			3.7		7.1		0.8	0.8	3.8	3.5		
				2.4	1.9	1.5			2.9	1.0	0.5	0.9	1.0		1.0	1.1	
		0.5		3.1		1.0	0.6	0.9	2.3		0.0	0.8	0.4	1.2	1.1		
				0.8				1.6					1.4	1.4	1.2	1.1	

けでは地盤の強弱を判定するのに充分ではない。同じく岩盤上に堆積した沖積層でもその厚さが異れば地盤の地震動に及ぼす影響も異なるであらう。水上博士等<sup>1)</sup>の調査によれば才三紀層上の沖積層ではその沖積層の深さが増す程地震動の週期も増すと述べられている。従つて地盤に現れた地質の状態だけで地盤の性質を代表することは不充分であるが筆者は近似的にかゝる地表地質と前項で求めた地震動の増減係数の平均値 ( $C_0$ ) との関係調べてみた。その結果各地の地質と  $C_0$  を対応させてみると才3表のようになる。地質は大日本帝国地質図によつた。

観測例が少い爲多少の例外はあるが地質との間には概畧次の関係が見出される。即ち係数の小さい場所から大きくなる場所を順に挙げると、

- (1) 山岳又は高原特に花崗岩からなる山岳地帯
- (2) 火山岩や古生層を基盤とした比較的堆積の少い沖積層で特に海岸に近い所
- (3) 海岸から多少離れた沖積平野(又は洪積層)
- (4) 海岸から遠く離れた沖積平野
- (5) 海岸にある小区域の沖積層の地帯
- (6) 比較的広範囲の沖積平野

然し例外として弧島及岬など海中に突出した所は一般に地質的にみる地盤がかなり強いと思われる所でも係数は内陸の同じ地質の所に比べて大きい傾向がある。

### §5. 震央位置と最大振幅との関係

観測所に対する震央の相対的な位置によつて P 波動の振幅等の異なる事はよく知られておる。期様に最大振幅に於ても地震の発震機構或は震源地や伝播経路の地殻構造と何か組織的關係がみられ

(1) 水上武, 佐久間修三; 各種地盤上の地震動 (1) 高知市に於ける観測, 地震研究所彙報 才 26 号 1~4 冊

報 時 震 験

表3 各地の地盤と最大振幅の平均増減係数

高筑福盛松山旭柿伊京飯	山波福盛森形川岡山吹京都飯	0.3	花崗岩	}花崗岩  高原又は山岳
		0.3	花崗岩	
		0.3	火成岩系上の沖積層	
		0.4	古生層上の小区域の沖積層	
		0.6	火山岩を基底とした小区域の沖積層	
		0.6	安山岩と才三紀層で海岸のみ小区域の沖積層	
		0.7	才三紀層上の小区域の沖積層	
		0.7	才三紀層又は古生層を基底とした小区域の沖積層	
		0.7	古生層又は才三紀層	
0.8	古生層			
0.8	古生層を基底とした小区域の沖積層			
0.9	花崗岩を基底とした洪積層			
銚浜広清宮根酒洲下岡	子田鳥水崎室田本関山	0.9	洪積層又はこの上の沖積層	}海岸にある比較的堅いと思われる所  ⊙島
		0.9	小区域の安山岩らしい。	
		0.9	花崗岩を基底とした小区域の沖積層	
		1.0	中生層	
		1.1	才三紀層及火山灰を基底とした沖積層	
		1.1	才三紀層(安山岩少しあり)	
		1.1	才三紀層を基底とした広い沖積層	
		1.1	火崗岩又は才三紀層	
1.1	小区域の中生層又は小区域の沖積層			
1.1	花崗岩又は古生層を基底とした小区域の沖積層			
高前	田橋	1.1	才三紀を層底し基た沖積層	}海岸から離れた沖積層洪積層
		1.1	安山岩を基底とした洪積層	
宮豊大宇三	津岡鳥宮島	1.1	安山岩を基底とした小区域の沖積層	}海岸から遠く離れた洪積平野  ⊙島
		1.2	火山岩を基底とした才三紀層	
		1.2	安山岩	
		1.2	洪積層	
1.2	安山岩又は之を基底とした小区域の沖積層			
八仙彦宮徳龜岐福和潮富秋長	戸台根古島山阜井山岬崎田野	1.3	才三紀層を基底とした小区域の沖積層	}海岸にある小区域の沖積層地域及少し堅いが海に突き出ている所  ⊙内陸
		1.3	才三紀層を基底とした沖積層	
		1.3	古生層を基底とした沖積層(薄いらしい)	
		1.3	古生層	
		1.3	結晶片岩を基底とした沖積層	
		1.4	才三紀層	
		1.4	古生層を基底とした沖積層(薄いらしい)	
		1.5	才三紀層を基底とした沖積層	
		1.5	結晶片岩層上の沖積層	
		1.6	小区域の片麻岩があり、大部分才三紀層	
1.6	才三紀層			
1.6	才三紀層を基底とした沖積層			
1.6	安山岩を基底とした小区域の沖積層			

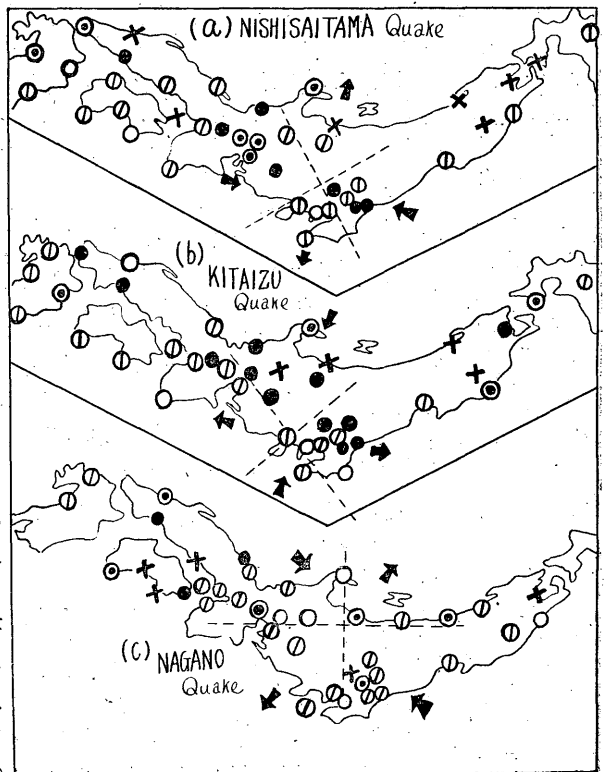
室戸輪甲	1.7	白堊紀層と少しの才三紀層	
神戶	1.7	花崗岩を基底とした極少しの沖積層	
輪島	1.9	才三紀層に少しの安山岩	
甲府	1.9	洪積層を基底とした沖積層	
福熊青名水札高新熊松横大東大函御	1.9	玄武岩を基底とした沖積層	比較的広範囲の 沖積平野
岡本森古屋	2.0	小区域の沖積層	
戸森	2.0	才三紀層を基底とした沖積層	
水古	2.1	沖積層	
札戸	2.1	洪積層を基底とした沖積層	
高幌	2.1	広い沖積平野	
新知	2.4	古生層を基底とした沖積層	
熊湯	2.4	沖積平野	
松谷	2.5	洪積層を基底とした沖積平野	
横山	2.6	白堊紀を基底とした沖積層	
大浜	2.6	洪積層を基底とした沖積層	
東京	3.1	才三紀を基底とした沖積平野	
大分	3.2	洪積層を基底とした沖積平野	
函館	3.5	洪積層を基底とした小区域の沖積層	
御前崎	4.3	同上	

るかどうか調べてみた。

先ず  $C/C_0$  なる量を各地震の場合各地について求めてみるとこれはある特定の地震に際してその土地の振幅の増減係数がその土地の平均の増減係数よりも大きいか何うかを示す係数と考えられる。従つて一つの地震に際し各地の斯る量を比較すると上記の様な震央位置と振幅との間に特別な関係があるか否か推察されよう。

今夫々の地震について各地の  $C/C_0$  を求めこの値について 0~0.3 を○, 0.4~0.8 を◎, 0.9~1.1 を×, 1.2~1.6 を●, 1.7以上を⊙として之を地図上に記入し又震央位置とP波初動の節線を描いてみた結果の一部を才3図(a)(b)(c)...(f)に掲げ

才 3 図 (1)



る。この図からみられるように特に規則的な関係はみえない様である。

池上氏<sup>1)</sup>によると地震動の最大振幅は震央位置により標準より異つて現われることがあると述べられている。然し此の度の調査では資料もあまり充分ではなく勿論決定的なことは言えないがその土地の最大振幅は震央位置や発震機構と特別に規則的な関係はないようである。

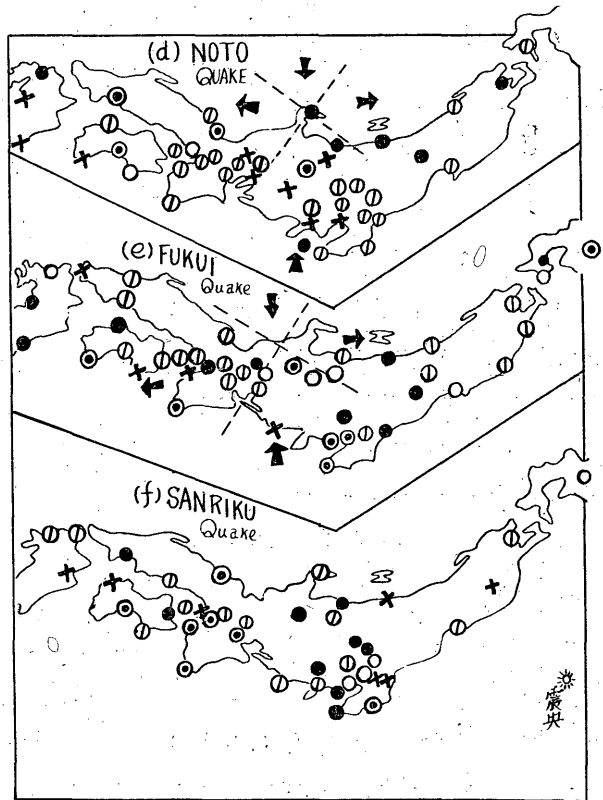
§6. む す び

今回の調査は各地に於ける地震動の最大振幅と地盤との関係を調べ又出来ればその増減係数を求めておけば実用上にも便利と思ひ簡単に調べてみた。資料が充分ではないが或る程度の目安は得られたと思う。

即ち全般的に見て火山岩や古生層に属する地帯に於ける地震動の最大振幅は新世代の地帯に於ける振幅に比べずつと小さくなる傾向がある。然し孤島でるとか海中に突出した岬である場合は同程度の地質状態でも内陸に比べ振幅は大きくなる傾向がある。又逆に地質的に見て比較的弱いと思われる沖積層地帯でも内陸部は沿岸部に比較して振幅は小さく現われるようである。

又或土地の最大振幅は観測所と震央位置或は発震機構とは特に規則正しい関係は見出せない様である。

なお調査について種々御指導を賜つた正務観測課長に厚く御礼を申し上げます。



才 3 図 (2)

(1) 池上良平; 地震動最大振幅の異常分布について, 地震研究所彙報 才 26 号 1~4 册