

○地震ノ大小ト震域トノ關係ニ就テ

理學士 鹽治應太郎

通常地震ノ大小ヲ計ルニ震域面積即チ地表面ノ地震ヲ感シタル面積ヲ以テスルハ適當ノ方法ナリヤ之ヲ研究セント欲セバ先ヅ地震ノ大小ナル語ヲ明ニセザルベカラズ

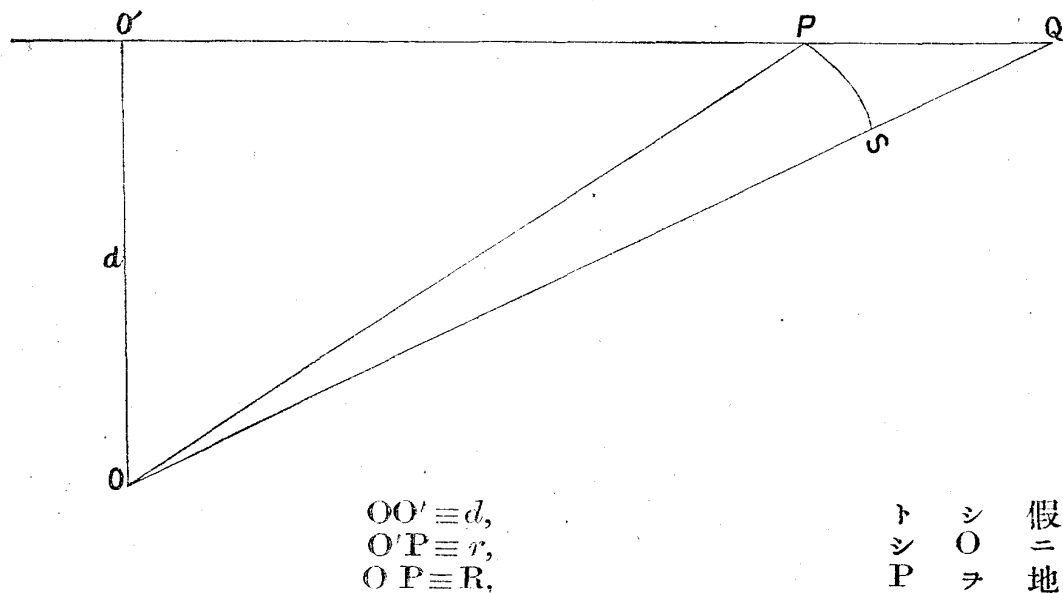
一、一地震ノ大サ或ハ強サトハ其地震ノ「エネルギー」ノ全量ヲ云フ

二、一地震ノ或ル任意ノ場所ニ於ケル強サトハ其場所ノ一單位容積ヲ振動スル「エネルギー」ヲ云フ

夫レ波動ノ一原點ヨリ傳播スルヤ之ヲ傳フル物質ニシテ等一質且ツ完全彈性ニシテ「エネルギー」ヲ消失スルコトナク其物質ノ區域廣大際限ナカラシメバ振動ノ「エネルギー」ハ波原ヨリノ距離ノ自乗ニ反比例スルコトハ理論上動カスベカラザル定則トス故ニ地殻ニシテ地震波動ノ「エネルギー」ヲ消失スルコトナク吾人ノ觀測場所ニシテ地表ヲ距ルコト遠クシテ無限廣大ナル物質中ニ埋メラレタル位置ニ在リト考フルヲ得ルノ位置ナラシメバ震域半径ノ自乗ヲ以テ地震ノ大サヲ表ハシ得ベキモ如何セン吾人ノ位置ハ地表ニ位シ地震波傳播物質タル土地ノ中ニ包マレタル位置ニ非ザルヲ以テ假令「エネルギー」

消失ナシトスルモ表面タルノ條件ハ之ヲ放棄スルヲ得ザルベシ

假ニ地表面ヲ平面ト見做シ
Oヲ震源トシO'ヲ震央トシ
Pヲ觀測點トス



Oヲ頂點トセル圓錐OPQヲ考へOヨリ此圓錐中へ入り込ミタル「エネルギー」ヲEトス若シ地震陰及び地震橋ノ現象ヲ生ズルコトナシトセバPS面ニ達スルトキハ此「エネルギー」減シテ $Ee^{-2\mu R}$ ハ(2hハ距離ニ對スル「エネルギー」ノ消滅率)トナル故ニPQ面ニ於ケル平均強サハ

$$\frac{Ee^{-2\mu R}}{PQ \text{ 面積}} = \frac{Ee^{-2\mu R}}{PS \text{ 面積}} \cdot \frac{d}{R^2} = \frac{K.E.e^{-2\mu R}}{R^2} \cdot \frac{d}{OQ}$$

但シKハ定數ナリ

故ニP點ニ於ケル強サハ

$$\frac{m\omega^2}{2} = \frac{Limm}{OQ=R} = \frac{K.E.e^{-2\mu R}}{R^2} \cdot \frac{d}{OQ} = \frac{d.K.E.e^{-2\mu R}}{R^3}$$

但シmハP點ニ於ケル密度ニシテvハ振動ノ速度ナリ

2ヲ觀測ヨリ得タル振幅トシTヲ同シク振動期トセバ

$$v \propto \frac{1}{T}$$

$$\text{故ニ} \quad \frac{m}{2} \left(\frac{2\zeta}{T} \right)^2 = \frac{L.d.E}{R^3} e^{-2\mu R}$$

但シLハ地震計ノ良否ニ關スル定數ナリ

$$\text{故ニ} \quad \left(\frac{2\zeta}{T} \right)^2 = \frac{2L}{m} \cdot \frac{E}{R^3} e^{-2\mu R}$$

$$\text{若シ} \quad \frac{2L}{m} \equiv \frac{1}{\rho^2} \text{トセバ}$$

$$\left(\frac{2\zeta}{T} \right)^2 = \frac{E}{\rho^2} \cdot \frac{d}{R^3} e^{-2\mu R} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{又} \quad \frac{E}{\rho^2} \equiv A^2 \text{トセバ}$$

$$\left(\frac{2\zeta}{T} \right)^2 = A^2 \cdot \frac{d}{R^3} e^{-2\mu R} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{然ルニ} \quad R^2 = r_1^2 + d^2$$

故ニ深サdニ對シ表面ノ距離r充分大ナルトキハ

$$\frac{2\zeta}{T} = A \frac{\sqrt{d}}{r^{\frac{3}{2}}} e^{-\mu r}$$

$$\text{或ハ} \quad \frac{2\zeta}{T} = A \frac{\sqrt{d}}{r^{\frac{3}{2}}} \times 10^{-\kappa r} \dots\dots\dots (3)$$

又異ナル二點ニテ觀測セバ

$$\frac{2\zeta_1}{T_1} = A_1 \frac{\sqrt{d}}{r_1^{\frac{3}{2}}} \times 10^{-\kappa r_1}$$

$$\frac{2\zeta_2}{T_2} = A_2 \frac{\sqrt{d}}{r_2^{\frac{3}{2}}} \times 10^{-\kappa r_2}$$

$$\text{故ニ} \quad \frac{2\zeta_1}{T_1} \cdot \frac{r_1^{\frac{3}{2}}}{10^{\kappa r_1}} = \frac{2\zeta_2}{T_2} \cdot \frac{r_2^{\frac{3}{2}}}{10^{\kappa r_2}} \dots\dots\dots (4)$$

又震域縁ニ於ケル $\frac{2\zeta}{T}$ 平均ノ價ヲミトシ平均震域半径ヲrトセバ

$$\zeta = A \frac{\sqrt{d}}{r^{\frac{3}{2}}} \times 10^{-\kappa r}$$

$$\text{故ニ} \quad A^2 = \frac{\zeta^2 r^3 \times 10^{2\kappa r}}{d} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{然ルニ} \quad A^2 = \frac{E}{\rho^2}$$

故ニ各地ノ地質等一ニシテ地震計一定ナラシメバ

$$A^2 \approx E$$

然ルニ地震ノ強サハEニ比例スルヲ以テIヲ地震ノ強サトセ

$$\frac{100}{d} r^{1/3} \times 10^{2\kappa} \dots \quad (6)$$

I. 明治三十二年三月七日 大和地震(I圖參照)

観測所

和歌山	53	上下	3.5	47.4
		水平	45.0	1.0

和歌山學生會雜誌第廿
六號中ニ和歌山測候所
ノ記事ヲ掲ケ其中ニ曰
ク第二十秒ニ至リ東
西示針逸出ト故ニ暫ク
疑ヲ存ス

神戸 72 水平 22.8

京 都	德 島	彦 根	名古屋	岐 阜	岡 山	多度津	高 知	福 井	境	松 山	中巨摩	松 本	長 野
84	106	121	140	155	171	178	213	260	260	270	280	285	332
水上下	水上下		水上下	水上下	水上下	水上下	水平	水上下	水平	同	同	水上下	水平
1.3 30.2	13.0 22.6		5.2 35.4	9.1 14.8	.6 2.3	1.8 18.9	1.7 1.34	5.0 16.0	52.0	64.0	7.5	.1 2.0	5.1
.3 1.7			1.3 2.2	1.0 1.0	1.0 .5	1.2 2.5	1.27		.6	.6		1.0 2.0	2.7
18.5				17.4	4.63				86.40	106.70			
震災豫防調査會報告第三十二號京都地震觀測三ノ調査ニ依レバ中途ヨリ不動點動キ始メタルガ如シ故ニ不確ナリ		逸出					振幅特ニ小ナルハ此地特別ノ理由アラシ		振幅特ニ大ナルハ此地特別ノ理由アラシ	同上			

横濱

357 同

7.5 1.3

5.77

振幅特ニ大ナルハ此地
特別ノ理由アラシ

熊谷

370 同

1.6 7

2.29

水戸

465 同

9 1.9

銚子

468 同

5 1.9

熊本

470 同

1.1 1.1

1.00

以上觀測中振動期二秒以上或ハ二秒ニ近キモノハ地震計ノ不
動點動搖ノ疑ヒナキニシモ非ザレバ之ヲ除キ且ツ震央ノ不確
ナルト又震源ノ深サトノ關係ヨリ距離ノ誤差小ナラシメノ爲
メニ百キロメートル以下ノモノヲ除ケバ採用ノ價值アルモノ
ハ岐阜岡山熊谷及熊本ノ四ヶ所ナリ之ニ依テ

$$K=8.73 \times 10^{-4}$$

此ノKノ價ヲ用ヒテ(3)式ノ $\frac{AV}{T}$ ノ價ヲ算出スレバ

觀測所

$\frac{AV}{T}$

岐阜

4.58×10^4

岡山

1.46×10^4

熊谷

3.43×10^4

熊本

2.623×10^4

平均

3.023×10^4

故ニ

$$\log \frac{25}{T} = 4.4804 - \frac{3}{2} \log 7 - 8.73 \times 10^{-4} \dots (7)$$

以上觀測中振動期二秒以上及二秒ニ近キモノヲ除キテ振動期
ヲ平均セバ上下動ニテハ平均 .87 秒ニシテ水平動ハ平均 .88
秒ナリ之ヲ以テ假ニ振動期記錄ナキモノヲ充シテ列擧スレ
バ

觀測所	$\frac{25}{T}$ (觀測ノ價)	$\frac{25}{T}$ (計算ノ價)
和歌山	47.40 Δ	74.10
神戸	23.20 \times	42.90
京都	18.50 Δ	33.00
徳島	27.40 \times	22.30
岐阜	17.40	11.50
岡山	4.63	9.59
高知	1.27	6.35
福井	17.90 \times	4.27
堺	86.40	4.27
松山	106.70	3.96
中巨摩	7.63 \times	3.67
横濱	5.77	2.19
熊谷	2.29	2.02
熊本	1.00	1.16

備考 本表中「△」印アルモノハ疑アルモノニシテ「×」印アルモノハ振動期記録ナキヲ以テ假ニ平均振動期ヲ用ヒタルモノナリ

此結果ヲ見ルニ計算ヨリ得タル價ト觀測ヨリ得タル價ト多少異ナル處アレトモ稍近似ノ價ヲ得タルヲ見ルベク又タI圖ニ依テ徴スルニ(7)式ノ曲線ハ大凡觀測ノ價ノ諸點ノ平均位置ヲ示スヲ見ルベシ其實際ト全ク一致セザルハ蓋シ地震陰地震橋ノ現象ニ因ルアラシモノ(1)式ノPノ價ニ因ルコトモ多キニ居ルナラン

計算ト觀測ト其價ノ著シク異ナルハ松山、堺、福井、横濱、及高知トス是等ニ就テハ尙ホ他ノ地震ニ於テ調査シ判斷ヲ下スベシ

II. 明治二十九年四月二日 能登地震(II圖参照)

此地震ノ震央ハ能登半島ノ東北部ニ在ルガ如シ各觀測地マデノ距離ヲ定メタルハ中央氣象臺所藏地震圖ニ依リ又2.5及Tノ價ハ同臺ノ原簿ニ依ル

觀測所	$r[\text{キロメートル}]$	$2.5[\text{キロメートル}]$	$T_{(秒)}$	$\frac{2.5}{T}$	$AV\sqrt{d}$	$\frac{2.5}{T}(\text{計算})$	
伏木	54.5	水平	.6	1.0	.6	9.770	
長野	116.7	同	3.03	1.5	2.02	4.00×10^3	2.453
甲府	229.0	同	.5	1.0	.60	5.06×10^3	.577

彦根	262.0	同	.6	.9	.667	7.81×10 ⁻³	.431
東京	291.0	同	.2	1.2	1.67	2.56×10 ⁻³	.317

ノ價百キロメートル以上ノモノヲ採リテ定ムルバ
 $k=1.683 \times 10^{-3}$

故ニ各地 $AV\sqrt{d}$ ノ價ハ上表第六段ニ示スガ如シ而シテ其平均ハ 4.858×10^{-3} ナリ
 故ニ

$$\log \frac{2.5}{T} = 3.6864 - \frac{3}{2} \log k - 1.683 \times 10^{-3} \dots (8)$$

此式ニテ計算セル $\frac{2.5}{T}$ ノ價ハ上表第七段ニ示スガ如ク頗ル觀測ノ價ト相似タリ只ダ著シク異ナルヲ伏木トス

III. 明治二十九年八月卅一日 陸羽地震(III圖参照)

此地震ノ震央ハ大森博士ノ推定ニ依レバ宮古ノ南八十度西凡百キロメートル陸中羽後ノ國境ニアルモノ、如シ(震災豫防調査會報告第二十九號宮古地震觀測調査参照)次表ノ距離ハ此推定震央ヨリノ距離ニシテ振幅及振動期ハ中央氣象臺原簿ニ依ル

觀測所	$r[\text{キロメートル}]$	$2.5[\text{キロメートル}]$	T (秒)	$\frac{2.5}{T}$	$AV\sqrt{d}$	$\frac{2.5}{T}$	(計算)
山形	140	水平	32.6	29.0×			16.50
福島	190	東北 小	8.2	.8	10.25	3.933×10^4	9.44

宇都宮	320	上下 2.2 1.0	水平 19.0 3.0
銚子	405	水平 3.2 1.7	1.9 3.496 × 10 ⁴
伏木	417	上下 2.2 2.3	2.0 1.97
甲府	450	水平 6.0 2.0	1.0 2.360 × 10 ⁴
彦根	535	同	1.3 1.0 1.3 4.704 × 10 ⁴
平均		上下 1.125 .8	3.623 × 10 ⁴

備考 本表中「×」印アルモノハ振動期記錄ナキヲ以テ假
ニ平均價ヲ以テ充セルモノナリ又Tノ平均價ハ二秒以內
ノモノ而已ノ平均ナリ

宇都宮及伏木ハ振動期二秒若クハ二秒以上ナルヲ以テ之ヲ除
キ福島銚子甲府彦根ノ觀測ニ依ル

$$k=8.73 \times 10^{-4}$$

之ニ依テ ΔV ノ計算セバ上表第六段ニ示スガ如シ
故ニ

$$\log \frac{2\zeta}{T} = 4.5591 - \frac{3}{2} \log r - 8.73 \times 10^{-4} r \dots (9)$$

而シテ(9)式ニ依テ計算セル $\frac{2\zeta}{T}$ ノ價ハ上表第七段ニ示ス如ク
頗ル満足ナリ試ニ上ニ得タルノ價ヲ平均セバ

$$k=1.143 \times 10^{-3}$$

トナル此價ハ僅ニ三回ノ地震ニテ定メタルモノナレバ不充分

ナルハ論ヲ須タズト雖モ試ミニ此價ヲ用ヒテ二三ノ地震ニ應
用シ粗ボ其近キヲ示サン

IV. 明治三十年二月七日 陸羽地震(IV.圖參照)

震災豫防調査會報告第二十九號宮古地震觀測調査ノ記事ニ依
レバ等震線ヨリ推定シテ此ノ震央ハ宮古ノ南六十度西凡百三
十キロメートルノ位置ニ在トセリ然ルニ同附圖等震線圖ヲ見
ルニ其等震線ノ中心ハ北緯三十九度六分東經百四十度五十二
分ノ邊ニ在ルガ如シ此處ヲ震央トシ距離ヲ測レリ又振幅及振
動期ハ中央氣象臺原簿ニ依ルト雖モ宮古ノ觀測ハ調査會報告
第二十九號ヨリ探レリ

$$\text{觀測所 } \left[\frac{2\zeta}{T} \right] \quad \frac{2\zeta}{T} = \frac{2\zeta}{T} \times 10^{1.143 \times 10^{-3} r} \quad \frac{2\zeta}{T} \text{ (計算)}$$

石卷	97	上下 8.3	水平 3.7 7	6.05	.746 × 10 ⁴	21.6
宮古	110	水平	28.0 1.2	23.31	3.593 × 10 ⁴	17.2
前橋	335	同	.85 1.3	.653	.968 × 10 ⁴	1.75
東京	387	同	1.7 7	2.43	5.130 × 10 ⁴	1.26
甲府	423	同	1.4 1.3	1.077	2.856 × 10 ⁴	1.003
平均					2.6586 × 10 ⁴	

$$\log \frac{2\zeta}{T} = 4.4247 - \frac{3}{2} \log r - 1.143 \times 10^{-3} r \dots (10)$$

此式ニ依テ計算セル結果ハ上表第七段ニ示スガ如ク著シク異

ナルヲ石巻及前橋トス此ニテ除ケバ

$$\log = 4.5866 - \frac{3}{2} \log r - 1.143 \times 10^{-3} \dots (11)$$

トナリ宮古ノ價ハ 25.03 東京ハ 1.83 甲府ハ 1.46 トナリ其結果甚ダ満足ナリ蓋シ石巻ノ著シク異ナルハ等震線ヨリ察スルニ震源ノ形狀南北ニ長キニ因ルナルベシ又タ前橋ノ著シク異ナルハ P ノ價ニ因ルモノト見ルベキカ

V. 明治三十年二月二十日 仙臺地方激震 (V 圖參照)

震災豫防調査會報告第二十九號遠地地震ニ關スル調査中ニ大森博士ハ此ノ地震ノ震央ヲ推定シテ北緯三十八度半東經百四十三度半ノ處ニ在リトセリハ此ノ推定震央ヨリノ距離ニシテ振幅及振動期ハ中央氣象臺原簿ニ依ル但シ京都ノ分ハ調査會報告第三十二號京都地震觀測調査記錄ヨリ採ル

觀測所	$\frac{2\epsilon}{T}$ [キロメ]	$\frac{2\epsilon}{T}$ [ミロメ]	T (秒)	$\frac{2\epsilon}{T}$ (秒)	$\frac{2\epsilon}{T} \times 10^{1.43 \times 10^{-3} \frac{2}{T}}$ (計算)
石巻	200	上下	30.0	.2	
	水平		33.5	.4	17.2
					8.24×10^5
					109.6
山形	283	上下	2.6	2.7	
	水平		13.4	4.0	
福島	285	水平	20.0	.4	50.0
					5.09×10^5
					51.6
秋田	316	上下	6.66		
	水平		16.7		22.0
					40.7

宇都宮	382	水平	13.6	2.0	
新潟	395	同	25.0	28.3	
前橋	450	上下	4.3	上下	7.17
		水平	4.3	異ハ	4.87
				價	4.87
東京	450	上下	2.6	1.0	
	水平		22.8	1.5	15.4
					4.81×10^5
甲府	531	水平	1.35		1.53
伏木	585	上下	.01	.6	
	水平		.50	1.0	.5
岐阜	672	上下	.9		
	水平		3.0		3.43
名古屋	675	水平	6.0	2.1	
彦根	717	上下	.2	.6	
	水平		4.6	.9	5.12
					6.50×10^5
京都	770	水平	.72	1.1	.656
					1.62×10^5
平均		上下	.6		
		水平	.883		5.252×10^5

備考 本表中 T ノ平均ハ二秒以上或ハ二秒ノモノヲ除キタル平均ニシテ「×」印アルモノハ T ノ記錄ナキモノヲ假ニ此平均ヲ以テ充シテ計算セルモノナリ

$$\log \frac{2\epsilon}{T} = 5.7204 - \frac{3}{2} \log r - 1.143 \times 10^{-3} \dots (12)$$

此式ニテ計算セル $\frac{2\epsilon}{T}$ ノ價ハ第七段ニ示ス如シ而シテ VI ニ於

ヲ見タル如ク前橋及伏木ハ特ニ小ナリ其他著シク異ナルハ甲府及京都トスVIニ於テ伏木ノ $\frac{25}{T}$ ノ觀測ヨリ得タル價ニ對スル計算ノ價ハ實ニ十三倍大ナリ若シ余ノ假定ニ從ヒ一定ノPノ價ニ因ルモノトセバVニ於テ觀測ノ價ヲ十三倍セバ凡ソ計算ノ價トナルベキナリVニ於テ觀測ノ價ハ $\frac{25}{T}$ ナリ故ニ之ヲ十三倍セバ6.5トナリ計算ノ價10ニ比セバ強チ誤レリトハ云フベカラズ又IVニ於テ前橋ノ觀測ニ對スル計算ノ價ハ2.7倍大ナリ故ニVニ於テハ $2.7 \times 4.87 = 13.15$ ヨリ大ナルベク又タ $(4.87 + 7.17) \times 2.7 = 23.4$ ヲリハ小ナルベシ而シテ計算ニ於テハ168トナル之ヲ以テ見レバ甚シク異ナルハPノ價ニ因ルモノト云フヲ得ベキカ只ダVニ於テ奇異ナルハ甲府ナリ是レ或ハ此時ニ限リ特別ノ事情アリタルモノナランカ

VI 明治二十七年十月十日 濃尾地震

此ノ地震後數十回ノ餘震アリテ最モ多ク餘震ヲ觀測セルハ丹羽及可兒郡ナリ故ニ假ニ兩郡役所ノ中間ヲ震央トシテ測ル振幅及振動期ハ中央氣象臺原簿ニ依ル

觀測所	$\frac{25}{T}$ [$\frac{1}{T}$]	$\frac{25}{T}$ [$\frac{1}{T}$]	$\frac{25}{T}$ [$\frac{1}{T}$]	$\frac{25}{T}$ [$\frac{1}{T}$]	$\frac{25}{T}$ [$\frac{1}{T}$]
東京	241	1.5	1.0	1.5	1.06×10^4
多度津	307	同	6	7	.857
境	326	同	10.6	1.6	6.630

平均
之ニ依リ

$$1.048 \times 10^4$$

$$\log \frac{25}{T} = 4.0204 - \frac{3}{2} \log r - 1.143 \times 10^{-3} \dots (13)$$

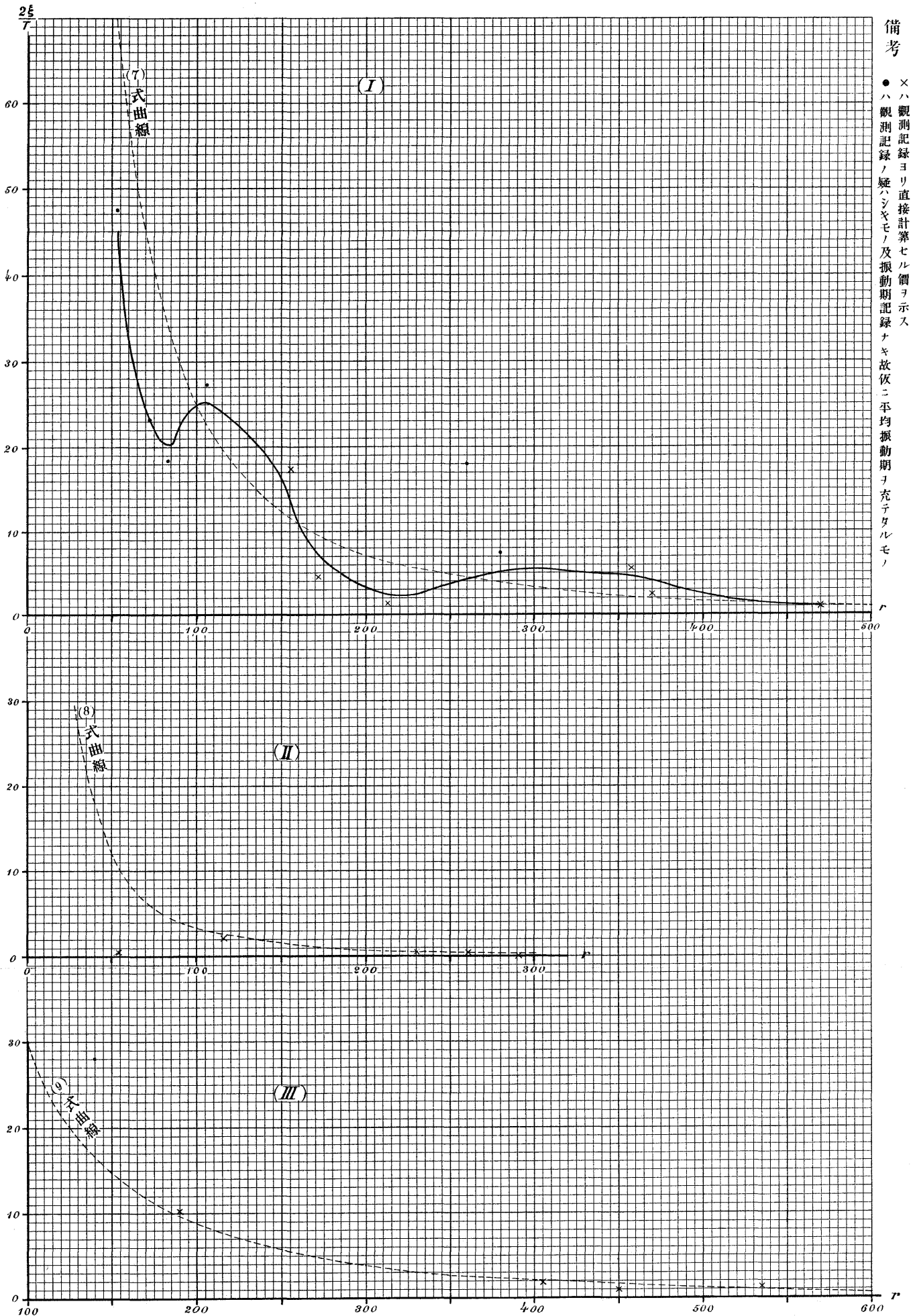
此式ニ依リ計算セル結果ハ第七段ニ示スガ如シ其著シク異ナルヲ堺トス而シテIニ依ルニ堺ノ觀測ニ依テ得タル $\frac{25}{T}$ ノ價ニ對シテ計算ノ價ハ九百分ノ五ナリVIニ於テ觀測ヨリ得タル價ハ6.63ニシテ其百分ノ五ハ3.315ナレバ計算ヨリ得タル $\frac{25}{T}$ ニ比シテ不満足ナル結果トハ云フベカラズ

以上ノ結果ヲ綜合セバ(3)式ニテ計算セル價ト觀測ヨリ得タル價ト著シク差異アルハ前橋、伏木、堺ノ如ク一定ノ係數アリトスレバ蓋シ(1)式ノPノ價ニ因ルモノ即チ地質ト地震計トニ因ルモノナルベシ

此等ノ研究ハ其材料甚ダ乏シク未ダ充分ナル判斷ヲ下スコト能ハザルヲ以テ他日更ニ材料ノ集マル時ヲ俟テ研究スル所アラントス

備考

×ハ観測記録ヨリ直接計算セル値ヲ示ス
●ハ観測記録ノ疑ハシキモノ及振動期記録ナキ故依ニ平均振動期ヲ充テタルモノ



備考

×ハ観測記録ヨリ直接計算セル値ヲ示ス
●ハ観測記録ニ振動期ナキ故仮ニ平均振動期ヲ以テ充セルモノ

