

# 地震ノ大小ト震域トノ關係〔第三回〕

理學士 鹽 冶應 太郎

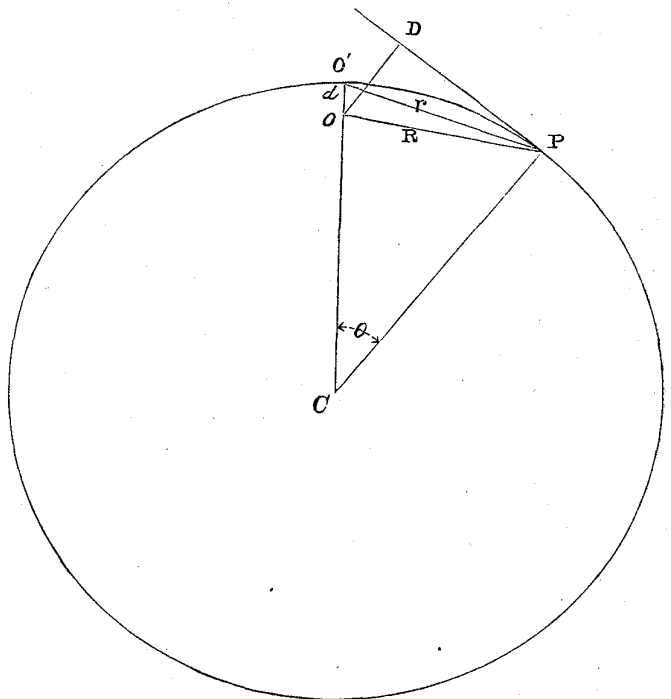
既ニ第一回及ビ第二回報告ニ於テ論ジタル如ク地震波ハ震原ヨリ各方ニ直進スト假定シ且ツ地表ヲ平面ト見做スコトヲ得バ地表任意ノ場所ニ於ケル振動ノ速度ト其ノ地點ノ震原ヨリノ距離トノ關係ハ略ボ次式ニテ表ハシ得ベシ〔震災豫防調査會報告第三十五號及ビ第四十三號參照〕

$$\frac{2\zeta}{T} = \frac{AV\sqrt{d}}{R^2} \times 10^{-kR} \dots\dots\dots (I)$$

然ルニ地球ノ表面略ボ球形ヲナスヲ以テ震原深クシテ甚ダ大ナラザルニ非ズンバ之レヲ平面ト見做スヲ得ザルベシ故ニ地表ヲ凹凸ナキ球面ト見做シ更ニ之レヲ研究セントス  
 Oヲ地球ノ中心トシ Oヲ震原、O'ヲ震央、Pヲ觀測點、PDヲPニ於ケル地平面、ODヲOヨリPDニ下セル垂線トセバ第一回報告ニ論ジタルト同一推論ニ依リ

$$\frac{2\zeta}{T} = \frac{AV\sqrt{OD}}{r^2} \times 10^{-kR}$$

トナル故ニ O'Pヲ $\theta$ ニテ表ハシ O'CP角ヲ $\theta$ ニテ表ハセバ



$$\frac{2\zeta}{T} = \frac{AV\sqrt{d \cos \theta + r \sin \frac{\theta}{2}}}{R^2} \times 10^{-kR} \dots\dots\dots (II)$$

故ニ $\theta$ 割合ニ大ニシテ $\theta$ ニ對シテ $\frac{2d}{r} \sin \frac{\theta}{2}$ 及ビ $\frac{r^2}{r^2}$ ヲ省略シ得ル場合ニハ

$$\frac{2\zeta}{T} = \frac{AV\sqrt{d \cos \theta + r \sin \frac{\theta}{2}}}{R^2} \times 10^{-kR} \dots\dots\dots (III)$$

トナル

又々遠地地震ニテ  $r \sin \theta$  ニ對シテ  $r \cos \theta$  ヲ省略シ得ル場合ニハ

$$\frac{2\epsilon}{T} = a \sqrt{\frac{10^{-3r}}{r}} \dots \dots \dots (IV)$$

トナル 但シ  $a \equiv \frac{A}{\sqrt{2a}}$  ニシテ  $a$  ハ地球ノ平均半徑ナリ。

此ノ (III) 式ノ果シテ實際ニ適スルヤ否ヤヲ檢セントスルニハ先ヅ震原ノ深サヲ知ラザルベカラズ今村博士ハ水平動ノ最大ナル地點ノ震央ヨリノ距離 (S) ト震原ノ深サ (Z) トノ關係ハ次式ニテ表ハシ得ベシトセリ「震災豫防調査會報告第四十三號震原ノ深サニ關スル調査參照」

$$h = \sqrt{2} z \dots \dots \dots (V)$$

然ルニ此ノ推論ハ水平動ハ  $a/R^3$  ニ比例ストノ假定ニ基ケリ若シ (I) 式ニシテ正シカラシメバ震央ニ近キ場所ニテハ (消滅率小ナルヲ以テ消失ナキモノト見做シ) 水平動ハ  $a/R^2$  ニ比例スベシ從テ

$$h = \sqrt{\frac{3}{2}} a \dots \dots \dots (VI)$$

トナル

I. 明治二十九年八月三十一日 陸羽地震 [I 圖參照]

今村博士ハ (V) 式ヲ用キテ此ノ地震ノ震原ノ深サヲ二十四五籽ナラント推定セリ「震災豫防調査會報告第四十三號參照」若シ (VI) 式ヲ用ユレバ二十一籽トナル故ニ假リニ深サヲ二十籽トシ第一回報告ノ材料ヲ用ユレバ

$$\log \frac{2\epsilon}{T} = 3.9355 - \frac{3}{2} \log r + \frac{1}{2} \log (20 + r \sin \frac{\theta}{2}) - 1.251 \times 10^{-3r} \dots \dots \dots (1)$$

ナル式ヲ得

備考  $\theta$  ハ小ナルヲ以テ  $\cos \theta \approx 1$  ト見做ス (以下之レニ做フ)

II. 明治三十一年八月十日 福岡地震 [II 圖參照]

八月十二日ノ地震ト同ジク深サヲ一籽ト見做シ第二回報告ノ材料ニヨリ

$$\log \frac{2\epsilon}{T} = 3.2755 - \frac{3}{2} \log r + \frac{1}{2} \log (1 + r \sin \frac{\theta}{2}) - 1.484 \times 10^{-3r} \dots \dots \dots (2)$$

ナル式ヲ得

III. 明治三十一年八月十二日 (午前八時三十分頃)

福岡地震 [III 圖參照]

今村博士ハ此ノ地震ノ震原ノ深サヲ一籽位ナルベシト推定

セリ「震災豫防調査會報告第四十三號參照」假リニ深サヲ一  
 料トシ第二回報告ノ材料ニヨリ

$$\log \frac{2^{\frac{25}{T}}}{T} \doteq 3.3887 - \frac{3}{2} \log r + \frac{1}{2} \log \left( 1 + r \sin \frac{\theta}{2} \right) \\
 - 1.176 \times 10^{-3r} \dots \dots \dots (3)$$

ナル式ヲ得

IV. 明治三十一年八月十二日(午後一時頃)

福岡地震 [IV 圖參照]

III 地震ト同シ深サト見做シ第二回報告ノ材料ニヨリ

$$\log \frac{2^{\frac{25}{T}}}{T} \doteq 3.13185 - \frac{3}{2} \log r + \frac{1}{2} \log \left( 1 + r \sin \frac{\theta}{2} \right) \\
 - .655 \times 10^{-3r} \dots \dots \dots (4)$$

ナル式ヲ得

V. 明治三十四年八月九日 陸奥地震 [V 圖參照]

中央氣象臺年報ニ依レバ此ノ地震ノ震央ハ八戸附近ニアリシ  
 モノ、如シ故ニ各觀測所マデノ距離ハ假リニ八戸ヨリ測ル又  
 同年報ニヨレバ各測候所ニ於テ觀測セル最大動ノ振幅及ビ振  
 動期ハ次表第三段及ビ第四段ニ示スガ如シ(但シ H ハ水平  
 動ニシテ V ハ上下動ナリ)

觀測所	r	H	25/T	T	25/T	25/T (計算ノ價)
宮古	104	V	19.1	3.5	3.3	1.0
秋田	150	H	8.2	.7	.8	11.7
		V	.8	.8		11.00
福島	320	H	2.5	.8	1.0	3.3
		V	1.0	.5		3.28
水戸	470	H	5.2	1.3		4.0
前橋	505	H	.6	.9	.67	1.57
熊谷	520	H	2.4	1.8		1.49
蕨	585	H	9.3	2.4		
名古屋	775	H	.8	.9	.89	.73

備考 上表上下水平ノ兩動ハ同時ニ起リタルモノニ非ザル  
 ヲ以テ上下動ハ假リニ其ノ半ヲ用フ、(以下之ニ倣  
 フ)。

震原ノ深サヲ十日ノ地震ト同シク十料ト見做シ振動期二秒ニ  
 近キモノ及ビ二秒以上ノモノヲ除キ秋田、福島、水戸、前橋  
 及ビ名古屋ノ五ヶ所ノ觀測ニヨリ

$$\log \frac{2^{\frac{25}{T}}}{T} \doteq 3.8785 - \frac{3}{2} \log r + \frac{1}{2} \log \left( 1 + r \sin \frac{\theta}{2} \right) \\
 - 7.245 \times 10^{-4r} \dots \dots \dots (5)$$

ナル式ヲ得此式ニテ計算セル  $\frac{25}{T}$  ノ價ハ上表第六段ニ示スガ如ク頗ル満足ナリ

VI. 明治三十四年八月十日 陸奥地震 [VI 圖參照]

中央氣象臺年報ニ依レバ此地震ノ震央ハ八戸附近ニアリシモノ、如シ又々同年報ニ依レバ各地測候所ニ於テ觀測セル最大振幅及ビ其ノ振動期ハ次表第三段第四段ニ示スガ如シ

觀測所	$r$	$25$	$T$	$\frac{25}{T}$	$\frac{25}{T}$ (計算ノ價)
青森	73	H 173	1.7	101.7	72.72
宮古	104	H 15.0 V 3.3	3.8 2.3		
秋田	150	H 15.2 V 1.8	.8 .7	19.1	23.15
福島	320	H 6.0 V .7	1.3 1.3	4.62	6.96
水戸	470	H 8.1 V .6	1.7 1.3	4.77	3.76
前橋	505	H 2.2	1.0	2.20	3.34
熊谷	520	H 6.0 V .2	1.9 .8		3.19
横濱	585	H 6.8	1.6	4.25	2.61
名古屋	775	H 1.5	1.0	1.50	1.56

今村博士ハ此ノ地震ノ震原ノ深サヲ十料餘ト推定セリ若シ(VI)式ヲ用ユルトキハ九料餘トナル故ニ假リニ十料ト見做シ宮古及ビ熊谷ノ觀測ヲ除キ其他ノ七ヶ所ノ觀測ニヨリ

$$\log \frac{25}{T} = 4.2004 - \frac{3}{2} \log r + \frac{1}{2} \log \left( 10 + r \sin \frac{\theta}{2} \right) - 7.125 \times 10^{-4} r \dots \dots \dots (6)$$

ナル式ヲ得之レニテ計算シタル  $\frac{25}{T}$  ノ價ハ上表第六段ニ示スガ如ク頗ル満足ナリ。

既ニ見出シタル  $\frac{25}{T}$  ノ價ヲ列記スレバ次ノ如シ

年月日	$k$	$\frac{25}{T}$ (用ヒタル觀測所ノ數)	$\frac{25}{T}$ (用ヒタル式)
明治二十七年八月八日	肥後地震	3	(I)
同 二十九年四月二日	能登地震	4	(I)
同 八月廿一日	陸羽地震	4	(III)
同 三十一年八月十日	福岡地震	5	(III)
同 八月十二日 (午前八時半頃)		6	(III)
同 日 (午後一時頃)		8	(III)
同 三十四年八月九日	陸奥地震	5	(III)
同 十日		7	(III)

上定ナルニ用ヒタル觀測所ノ數ヲ重ミトシタルノ平均價ヲ求ム

$$k=1.022 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (VII)$$

トナル

以下二地震ハ其ノ震原海底ニアリテ正確ナラザレドモ (VII) 式ノ  $\frac{25}{T}$  ノ價ヲ用キテ (I) 式ノ粗ボ満足ナルコトヲ示スニ足ルヲ以テ之レヲ掲グ

VII. 明治三十三年九月十五日 長門地震 [VII圖參照]  
中央氣象臺年報ニヨレバ此ノ地震ノ震央ハ長門國見島附近ト推定セラレタリ故ニ各觀測所マデノ距離ハ假リニ見島ヨリ測ル又同年報ニ依レバ各觀測所ニテ觀測セル最大振幅及ビ其ノ振動期ハ次表第三段及ビ第四段ニ示スガ如シ

觀測所	r	$\frac{25}{T}$	T	$\frac{25}{T}$	$\frac{25}{T}$
福岡	147	H	.4	.2	2.83 2.55 (上下水平同時)
熊本	220	H	.8	.7	1.14 1.17
多度津	248	H	.7	1.2	.59 .92
長崎	252	H	.5	1.0	.50 .88
宮崎	305	H	.5	.5	1.00 .59

$k=1.022 \times 10^{-3}$  ヲ用ヘン

$$\log \frac{25}{T} = 3.8069 - \frac{3}{2} \log r - 1.022 \times 10^{-3} r \dots\dots (7)$$

トナル、此式ニテ計算シタル  $\frac{25}{T}$  ノ價ハ上表第六段ニ示スガ如ク頗ル満足ナリ

VIII. 明治三十三年十一月五日 三宅島附近ノ地震

[VIII圖參照]

福地理學士ノ調査ニ依レバ震央ハ錢島ト蘭難波礁トノ間ニアリトセリ「震災豫防調査會報告第三十八號參照」故ニ各觀測所マデノ距離ハ此ノ所ヨリ測ル又タ中央氣象臺年報ニ依レバ各地測候所ニテ觀測セル最大振幅及ビ其ノ振動期ハ次表第三段及ビ第四段ニ示スガ如シ

觀測所	r	$\frac{25}{T}$	T	$\frac{25}{T}$	$\frac{25}{T}$
横濱	195	H	19.0	2.2	1.1
東京	220	H	3.3	1.0	3.34 2.20
甲府	220	H	3.2	1.5	2.13 2.20
前橋	295	H	1.8	1.5	1.20 1.19
水戸	315	H	1.6	1.8	
京都	345	H	.3	.7	.43 .83

$k=1.022 \times 10^{-3}$  ヲ用ヘン

$$\log \frac{25}{T} = 4.0817 - \frac{3}{2} \log r - 1.022 \times 10^{-3} r \dots\dots (8)$$

トナル此式ニテ計算セル  $\frac{25}{T}$  ノ價ハ上表第六段ニ示スガ如ク満足ナリ

IX. 明治三十一年四月三日 甲斐地震 [IX 圖參照]

第二回報告ニ於テハ震央ヲ假リニ中巨摩郡ニアルモノトシテ測定セシモ中央氣象臺年報ニ依レバ南巨摩郡睦合村トアリ又タ同年報ニ依リテ横濱ノ觀測ヲ得且ツ振動期等ニモ多少ノ誤寫アリタルヲ以テ此ニ訂正再録ス

觀測所	r	$\frac{25}{T}$	T	$\frac{25}{T}$	$\frac{25}{T}$ (計算ノ價)
甲府	40	H 6.3	2.2 .6	2.2	2.2
横濱	110	H 7.2	1.2 .8	6.03	3.88
東京	125	H 1.5	.5 .3	3.04	3.09
前橋	130	H 6	1.3 .2	.52	2.89
名古屋	140	H 1.8	.5	3.60	2.52
岐阜	150	H 1.7	1.2	1.42	2.22

水戸	220	H	.5	.8	.63	1.06
京都	245	H	.51	.3	1.07	.85
大阪	255	H	.5	1.0	.50	.78
大阪	275	H	.8	.7	1.14	.67

$$\log \frac{25}{T} = 3.7632 - \frac{3}{2} \log r - 1.022 \times 10^{-3} r \dots\dots (9)$$

トナル、此式ニテ計算セル  $\frac{25}{T}$  ノ價ハ上表第六段ニ示スガ如ク満足ナリ

X. 明治三十五年八月二十二日 土耳其斯坦地震

此ノ地震ノ震央ハ「カシユガル」附近ニアリシガ如シ而シテ余ノ得タル材料ハ唯ダ大阪及ビ東京ノ二ヶ所ノ觀測ノミナレドモ遠地地震ノ一例トシテ此ニ掲グ「氣象集誌第二十一年第十號大森博士ノ論說及ビ同第十二號氣象要覽參照」

場所	東經	北緯	r	$\frac{25}{T}$	T	$\frac{25}{T}$
震央	75°許	40°許				
大阪	135°5	34°7	5130	9	6	1.5
東京	139°7	35°7	5420	$EW 6$	13.4	18 (平均)
				$SN 12$		.744

(IV)式ニテ求ムレバ

$$k=1.009 \times 10^{-3}$$

トナリ上記の平均價ト相似タリ

然ルニ此ノ場合ニハ五百七十軒許リノ深サノ所ヲ直進シ來ル  
コト、ナル此ノ如キコトハ考ヘ難キコトナレドモ只ダ參考マ  
デニ掲グ

附

以上ハ地震波ハ直進スルモノトノ假定ニ依レル結果ナレドモ  
果シテ直進シ來ルヤ將タ表面ニ沿ヒテ來ルヤハ疑問ナリ今マ  
假リニ表面ニ沿ヒテ來ル波動ナリト假定セバ某地點ニ於ケル  
「エネルギー」ハ粗ボ次式ニテ表ハサルベシ

$$\left(\frac{2\zeta}{T}\right)^2 = \frac{B^2}{r \cos \frac{\theta}{2}} \times 10^{-2cr}$$

但シ B 及ビ c ハ定數ニシテ θ ハ震央ト觀測點トノ地心角  
ナリ從テ

$$\frac{2\zeta}{T} = \frac{B}{r \cos \frac{\theta}{2}} \times 10^{-cr} \dots\dots\dots \text{(VIII)}$$

故ニ θ 小ナル間ハ

$$\log \frac{2\zeta}{T} + \frac{1}{2} \log r = \log B - cr \dots\dots\dots \text{(IX)}$$

又タ直進スルモノトセバ θ 小ナル間ハ

$$\log \frac{2\zeta}{T} + \frac{3}{2} \log r - \frac{1}{2} \log \left( d + r \sin \frac{\theta}{2} \right) = \log A - kr \dots\dots\dots \text{(X)}$$

便宜ノ爲メ

$$\log \frac{2\zeta}{T} + \frac{1}{2} \log r = X$$

$$\log \frac{2\zeta}{T} + \frac{3}{2} \log r - \frac{1}{2} \log \left( d + r \sin \frac{\theta}{2} \right) = Y$$

トセバ (IX) 及ビ (X) 式ハ次ノ如クナルベシ

$$X = \log B - cr$$

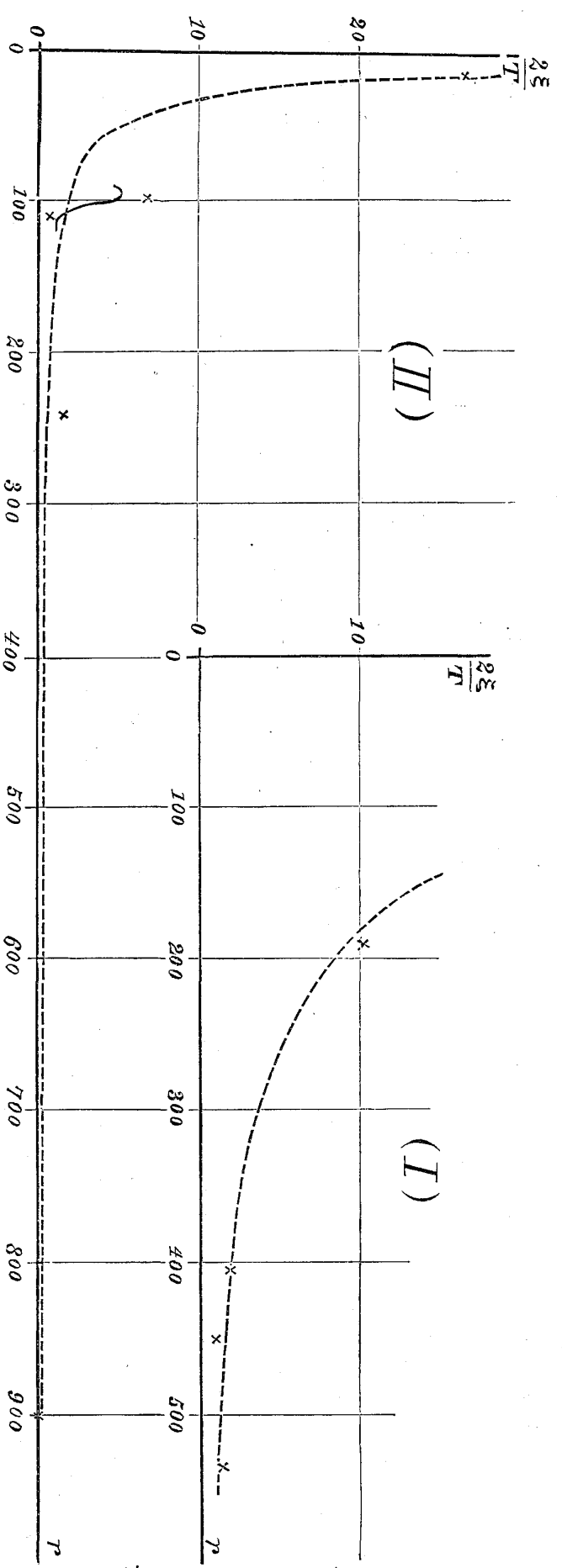
$$Y = \log A - kr$$

此ニ式中孰レカ實際ニ近キヤヲ調査スルハ甚ダ興味アルコト  
ノ考フルヲ以テ之レヲ次表ニ掲グ「但シ各地震ノ番號ハ本論  
ニ記シタル番號ナリ」

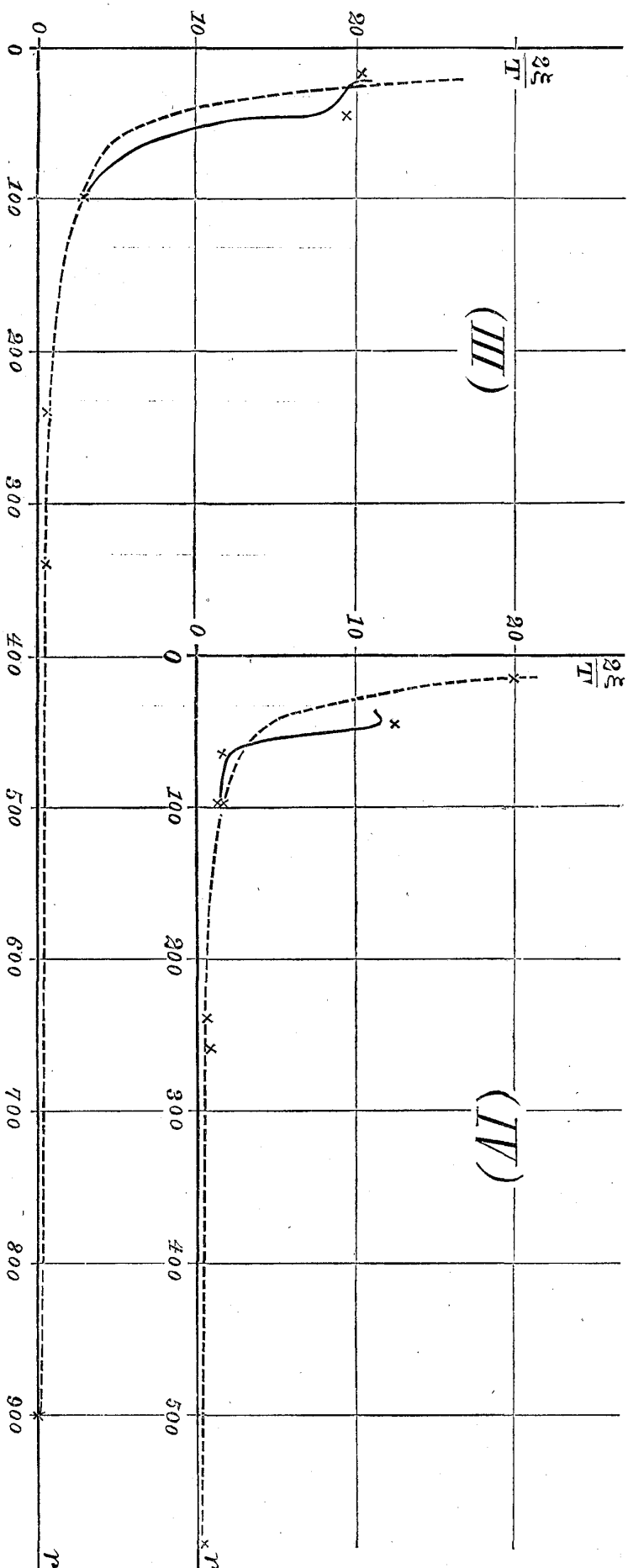
番 號	觀 測 所	$r$	$\frac{2\xi}{T}$	$X$	$Y$	參 照 圖
I	福 島 銚 子 甲 府 彦 根	190	10.25	2.1401	3.7396	X
		405	1.90	1.5818	3.4309	
		455	1.00	1.3266	3.2022	
		535	1.30	1.4781	3.3925	
II	福 岡 熊 本 嚴 原 松 山 東 京	17	26.50	2.0384	3.2644	XI
		98	6.20	1.7880	3.6570	
		110	.71	.8720	2.7644	
		240	.30	.6672	2.6682	
III	福 岡 佐 賀 熊 本 松 山 多 津 東 京	17	20.35	1.9238	3.1498	XII
		44	19.40	2.1094	3.7221	
		98	2.85	1.4504	3.3194	
		240	.50	.8891	2.8903	
IV	福 岡 佐 賀 佐 保 熊 本 長 崎 松 山 高 岡 彦 根	17	19.89	1.9138	3.1428	XIII
		44	12.20	1.9080	3.5207	
		65	1.52	1.0883	2.8389	
		98	1.50	1.1717	3.0407	
V	秋 田 福 島 水 戸 前 橋 名 古 屋	150	11.7	2.1563	3.7970	XIV
		320	3.30	1.7711	3.6482	
		470	4.00	1.9382	3.7918	
		505	.67	1.1778	3.1425	
VI	青 森 秋 田 福 島 水 戸 前 橋 横 濱 名 古 屋	73	101.7	2.9317	4.2217	XV
		150	19.1	2.3691	3.9329	
		320	4.61	1.9163	3.7352	
		470	4.77	2.0146	3.9317	
		505	2.20	1.6940	3.6253	
		585	4.25	2.0117	3.9704	
		775	1.50	1.6208	3.6517	

X圖乃至XV圖ニ示スガ如クYトrトノ關係ハ粗ボ直線式ニテ表ハシ得ベキモ  
Xトrトノ關係ハ概シテ直線式ニテ表ハシ得ザルモノ、如シ只ダ注意スベキ  
ハ遠距離ニ於テハ兩線略ボ平行トナルコトナリ記シテ以テ參考ニ供ス

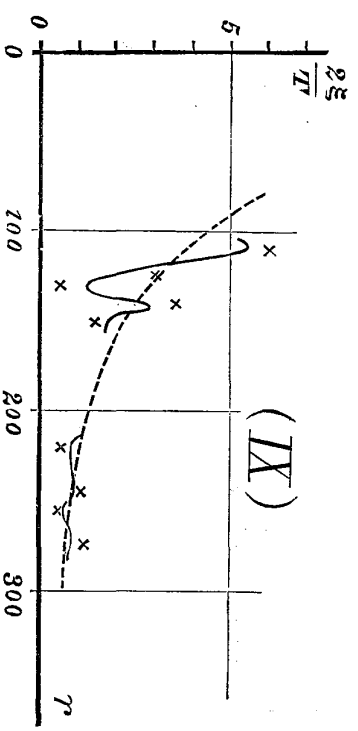
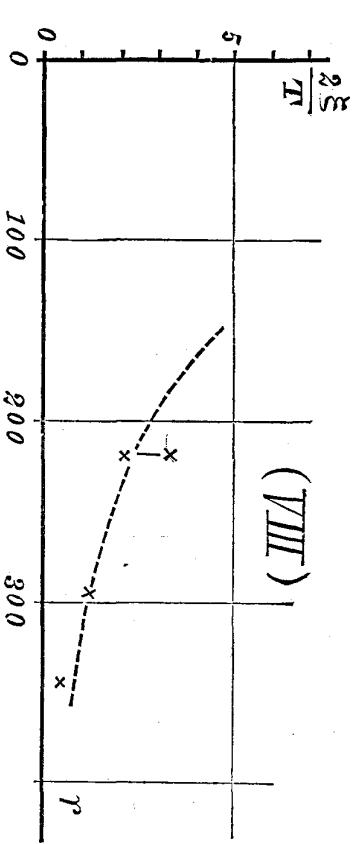
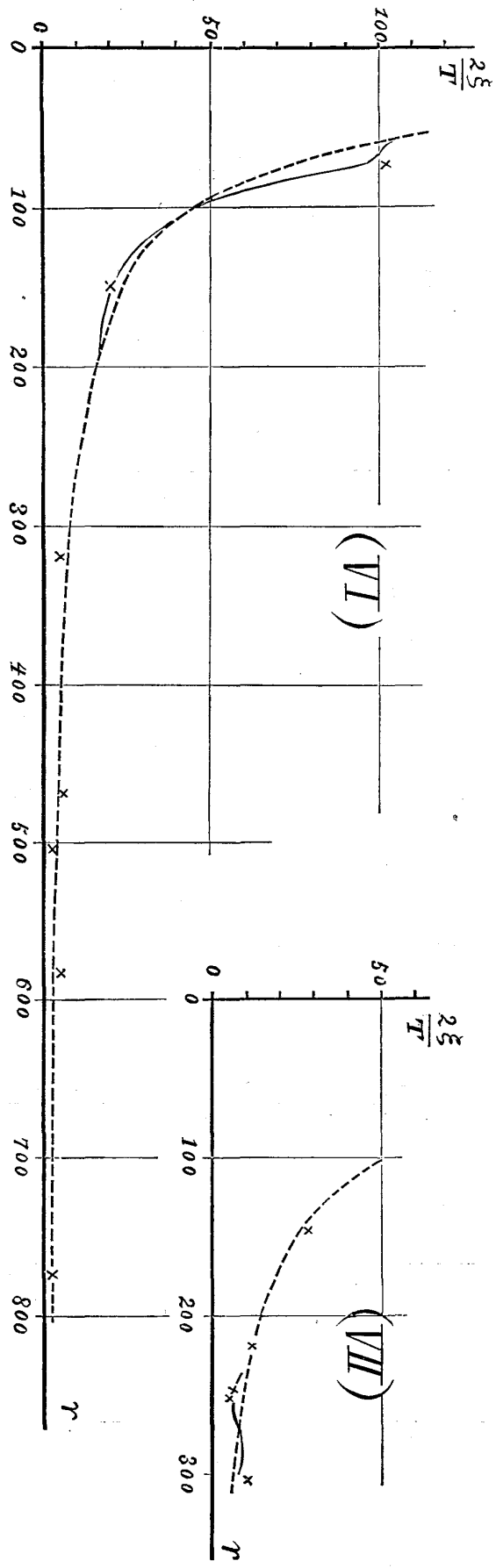
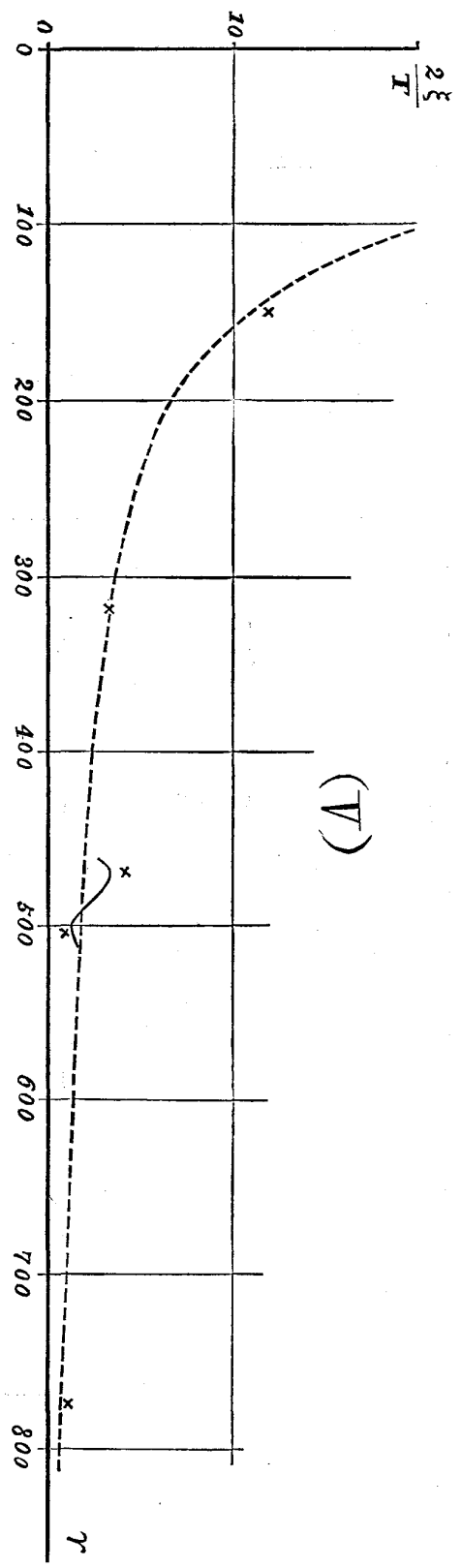




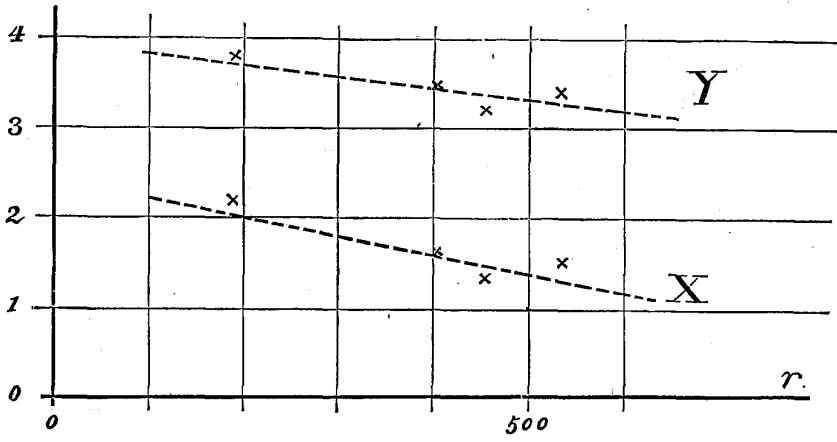
(II)



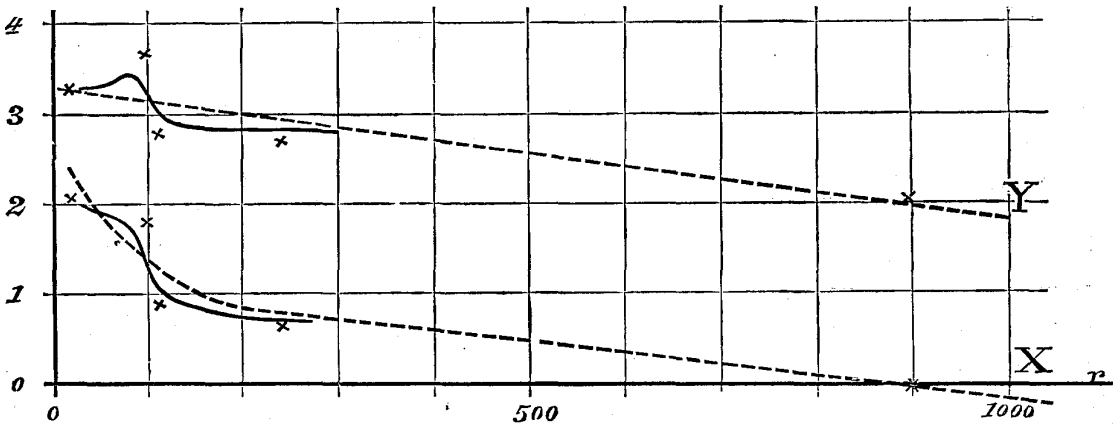
(IV)



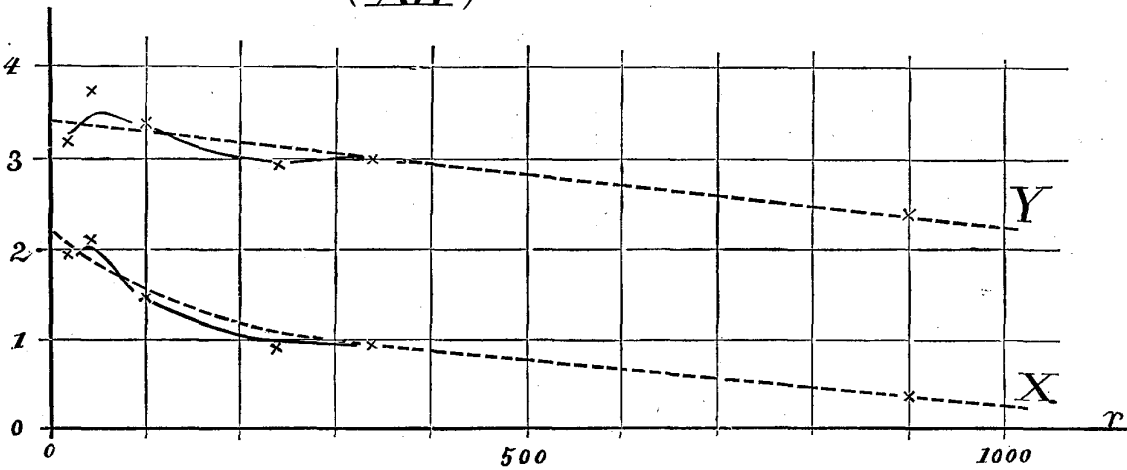
(X)



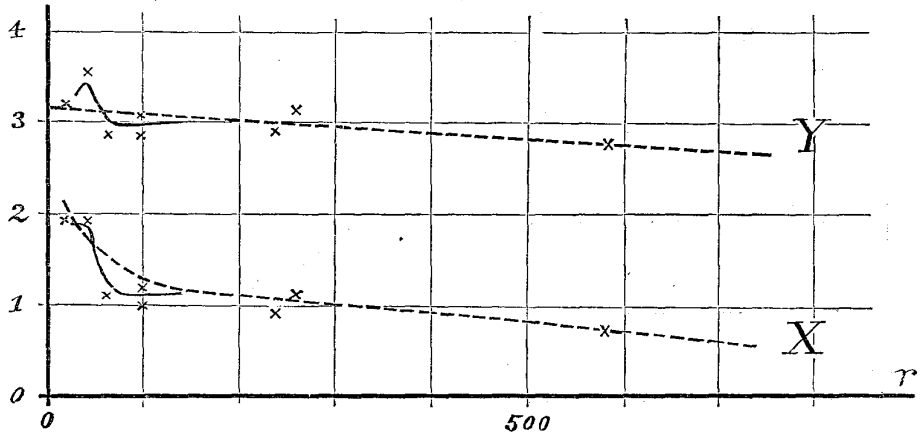
(XI)



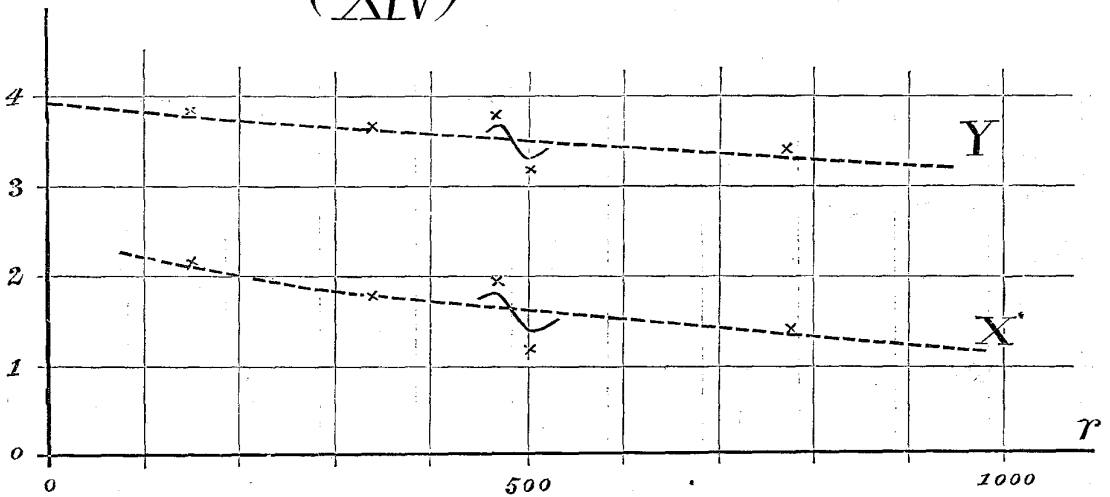
(XII)



(XIII)



(XIV)



(XV)

