

餘震ニ就テ〔第二回報告〕

理學士 鹽 治應 太郎

余曩ニ震災豫防調査會報告第三十五號ニ於テ餘震ニ關シ次式ノ成立スベキコトヲ論ゼリ

$$n' - n = k \log \left( 1 + \frac{t' - t}{h + t} \right) \dots\dots\dots \text{I.}$$

$$N = k \log \left( 1 + \frac{1}{h + t} \right) \dots\dots\dots \text{II.}$$

$$I = \frac{f \cdot k}{h + t} \dots\dots\dots \text{III.}$$

但シ  $n$  及  $n'$  ハ起源時ヨリ  $t$  及  $t'$  ナル時マデニ起ルレ餘震ノ回數  $N$  ハ起源時ヨリ  $t$  時間ノ後ニ於ケル一單位時間中ニ起レル餘震ノ回數  $I$  ハ起源時ヨリ  $t$  時間ノ後ニ於ケル餘震ノ強サ

$k, h$  及  $f$  ハ或ル定數

此ノ推論ハ次ノ三ヶ條ノ假定ニ基ク

$$I = am, \dots\dots\dots \text{(A)}$$

$$y = bm, \dots\dots\dots \text{(B)}$$

$$-dm = cIdm, \dots\dots\dots \text{(C)}$$

但シ  $m$  ハ地殻變動ノ大サ

$I$  ハ地震ノ強サ

$n$  ハ地震ノ回數

$y$  ハ地震頻繁ノ度  $\left( y = \frac{dn}{dt} \right)$

$a, b$  及  $c$  ハ或ル定數

又タ震原以外ノ地ニ於テハ次ノ假定ヲ設ケ前同形ノ式ヲ出セリ

$$y_r = \frac{A_r' y}{B_r' - I} \dots\dots\dots \text{(D)}$$

但シ  $y_r$  ハ震原ヨリ  $r$  ナル距離ニ於ケル頻繁ノ度

$A_r'$  及  $B_r'$  ハ  $r$  及  $b$  地質並ニ地震計ノ感ジニ關スル其地特有ノ定數

又タ試ミニ

$$\left. \begin{aligned} A_r' &= l' \frac{e^{-ar'}}{r'^q} \\ B_r' &= l' \frac{e^{-br'}}{r'^q} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{(E)}$$

ト假定セバ

$$N_r = e^{-ar'} k \log \left( 1 + \frac{1}{h_r + t} \right) \dots\dots\dots \text{IV.}$$

トナリ震災豫防調査會報告第三十號大森博士ノ算式

$$y = ab^{-x}$$

ト一致スルコトヲ示シタリ

然ルニ(D)及ビ(E)ナル假定ハ甚ダ薄弱ナル假定ニシテ充分ノ理由ヲ發見スルニ苦シム是レ更ニ本論ヲ草スル所以ナリ

若シ(A)、(B)、(C)ナル假定ニシテ果シテ眞理ニ近キモノナラシメバ某時 $t$ ニ於ケル餘震ノ強サハIII式ニ依テ表ハサレザルベカラズ實際毎日觀測セル餘震ノ強サハ必ズシモ其前日ノ餘震ノ強サヨリモ弱キモノノミニ限ラズ毎日諸種ノ震度ノ地震亂發スルガ如シ然レトモ初メノ頃ハ烈強震ノ回數割合ニ多クシテ時ヲ經ルニ從ヒ弱微震ノ回數割合ニ多キヲ加フルヲ以テ見レバ一定時間中ニ起レル餘震ノ平均強サハ時ノ經過ト共ニ次第ニ減ズルモノト知ルベシ

(A)及ビ(C)ナル假定ニ從ヘバ

$$dn = -\frac{dI}{a dI} \equiv -k \frac{dI}{I} \dots\dots\dots(1)$$

$$n' - n = k \log \frac{I}{I'} \dots\dots\dots(2)$$

トナル(但シ $I$ 及 $I'$ ハ $t$ 及ビ $t'$ ナル時ニ於ケル左モアルベキ強サ)

又タ某時間中ニ起レル地震ノ平均強サハ

$$\frac{1}{n' - n} \int_n^{n'} I dn = \frac{k(I - I')}{n' - n} \dots\dots\dots(3)$$

故ニ(2)式ニ依リ平均強サヨリ小ナル地震ノ回數ハ

$$k \log \frac{I(n' - n)}{k(I - I')}$$

ニシテ平均強サヨリ大ナル地震ノ回數ハ

$$k \log \frac{k(I - I')}{I'(n' - n)}$$

ナリ故ニ其差ハ

$$2k \log \frac{n' - n}{k(I - I')} + k \log I I'$$

トナル故ニ平均強サヨリ大ナル地震ノ回數ト小ナル地震ノ回數ト等シトハ云ヒ難シ試ミニ  $\log I_m$  ヲ某時間中ニ起レル地震ノ強サノ對數ノ平均トナセバ

$$\begin{aligned} \log I_m &= \frac{1}{n' - n} \int_n^{n'} \log I \cdot dn = -\frac{k}{n' - n} \int_I^{I'} \log I \cdot \frac{dI}{I} \\ &= \frac{\log I + \log I'}{2} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

トナル故ニ  $\log I_m$  ヨリ小ナル對數ヲ有スル強サノ地震ノ回數ハ

$$\frac{k}{2} (\log I - \log I')$$

ニシテ  $\log I_m$  ヨリ大ナル對數ヲ有スル強サノ地震ノ回數モ亦

$$\frac{k}{2}(\log I - \log I')$$

ナリ故ニ強サノ對數ノ平均ヨリモ大ナル對數ヲ有スベキ強サノ地震ノ回數ト小ナル對數ヲ有スベキ強サノ地震ノ回數ト相等シ故ニ次ノ假定ヲ設ク

假定 某時間中ニ  $\log I$  ト  $\log I + \Delta \log I$  トノ間ノ對數ヲ有スベキ強サノ地震ノ起ルベキ probability ヲ

$$P = \frac{p}{\sqrt{\pi}} e^{-p^2(\log I - \log I_m)^2} \Delta \log I \dots\dots\dots (5)$$

ナリトス

此ノ假定ニ從ヘバ某時間中ニ  $I$  ヨリ大ナル強サノ餘震ノ起ルベキ probability ヲ

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{p(\log I - \log I_m)}^{\infty} e^{-x^2} dx = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-x^2} dx \cdot p \log \frac{I}{I_m}$$

故ニ  $N_r$  ヲ某時間中ニ起レル餘震中  $I$  ヨリ大ナル強サノ地震ノ回數トシ  $N$  ヲ同時時間中ニ起レル總回數トセバ

$$1 - \frac{2N_r}{N} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-x^2} dx \dots\dots\dots (6)$$

$$x = p(\log I - \log I_m) \dots\dots\dots (7)$$

# 一、餘震回數ト震原ヨリノ距離トノ關係

地震ノ大サト震域トノ關係ハ粗ボ次式ニテ表ハシ得ルコトハ震災豫防調査會報告第三十五號及ビ第四十三號ニ之ヲ述ベタリ

$$I = \frac{A r^3 e^{k' r}}{d} \dots\dots\dots (8)$$

但シ  $r$  ハ震域半径、 $d$  ハ深サ、 $A$  ハ或ル定數、 $k'$  ハ「エネルギー」ノ消滅率

餘震ノ場合ニ於テ假ニ深サヲ同一（實際ハ種々ノ深サノ餘震アルベキモ）ナリト見做セバ

$$I = a r^3 e^{k' r}$$

$$\log I = 3 \log r + k' r + \log a \dots\dots\dots (9)$$

故ニ震原ヨリノ距離  $r$  ナル地點ニ於ケル回數  $N_r$  トセバ (7) 式ハ次ノ形トナル

$$x = p(3 \log r + k' r + \log a - \log I_m) \dots\dots\dots (10)$$

震災豫防調査會報告第四十三號地震ノ大小ト震域トノ關係論文中ニ列舉セル  $2\frac{5}{2} T$  ノ消滅率  $k$  ノ價中大和地震ハ震央位置誤アルヲ以テ又々福岡地震ハ震原淺ク且ツ過大ナル距離（震原淺クシテ距離大ナルトキハ地表ヲ平面ト見做スコト不當ナラン）ニ於ケル觀測ヲ用ヒタルヲ以テ之ヲ除キ其他ノ四地震

ニテモヲ求ムルニ用ヒタル觀測所ノ數ヲ重ミトシモノ平均價ヲ求ムレバ

$$k=1.143 \times 10^{-3} \quad \text{〔但シ對數ハ常用對數ヲ用フ〕}$$

故ニ常用對數ヲ用フレバ(10)式ハ次ノ如クナルベシ

$$x=p(3 \log r + 2.286 \times 10^{-3} + \log a - \log I_m) \dots\dots (11)$$

濃尾大震ノ餘震 震災豫防調査會報告第三十號大森博士ノ餘震ニ關スル調査ノ條ノ附圖ニ依リC點ヲ通リテ本土ノ彎形ニ粗ボ直角ナル線(目分量ニテ畫キタル線ニシテ凡ソ S. 35° E. ヨリ N. 35° W. ニ畫ケリ)ト之ニ直角ナル線トヲ畫キ更ニ其兩側各四十五度ノ線ヲ畫キテ震域ヲ次ノ四區ニ別チ更ニCヲ中心トシ十軒毎ニ同心圓ヲ畫キテ之ヲ區分シ各部ノ平均回數ヲ求ムレハ次表ノ如シ〔此材料ハ震災豫防調査會報告第三十號大森博士ノ餘震ニ關スル調査ニ依ル〕

- I. 第一區 E. 10° S.—N. 10° E.
- II. 第二區 N. 10° E.—W. 10° N.
- III. 第三區 W. 10° N.—S. 10° W.
- IV. 第四區 S. 10° W.—E. 10° S.

震原ヨリ ノ距離	明治廿四年十一月中間數					明治廿四年十二月中間數				
	I	II	III	IV	平均	I	II	III	IV	平均
50—60	284	103	122	295	201	70	28	31	74	51
60—70	182	104	130	172	147	31	31	30	51	36
70—80	119	96	108	139	116	21	26	23	34	26
80—90	55	96	105	128	96	11	25	22	32	23
90—100	60	69	97	76	76	13	16	20	21	18
100—110	27	49	76	87	60	7	8	18	18	13
110—120	19	17	67	54	39	6	4	16	8	9
120—130	13	14	59	24	28	5	5*	11	6	7
130—140	13	11	47	19	23	3	3*	13	3	6
140—150	3	7	38	19	19	4	2*	8	4	5
150—160	9	1	33	18	15	2	0*	7	4	3
160—170	8	1	30	21	15	4	0*	6	5	4
170—180	7	1	12	20	10	4	0*	2	4	3
180—190	5	0*	10	15*	8	5	0*	4	0*	2

備考 數ハ右肩ニ「\*」印アルハ附近及ヒ前月或ハ次月ノ數ヨリ推定セルモノナリ

上表各部ノ中間距離ヲ以テ震央ヨリノ距離トシ大森博士ノ推

定ニ從ヒ震原ノ深サヲ二十軒トシテ震原ヨリノ距離ヲ求メハ  
各距離ニ對スル平均回數ハ次表第二第三段ニ示スガ如シ

r	平均回數		x		$3 \log r + 2.286 \times 10^{-3} r$	計算ニテ得タル回數	
	十一月	十二月	十一月	十二月		十一月	十二月
58	201	51	.634	.819	5.4229	215	51
68	147	36	.780	.959	5.6532	157	38
78	116	26	.888	1.076	5.8550	119	29
87	96	23	.954	1.124	6.0174	92	22
97	76	18	1.044	1.207	6.1824	71	17
107	60	13	1.126	1.310	6.3327	55	13
117	39	9	1.268	1.418	6.4698	42	10
127	28	7	1.367	1.491	6.6014	33	8
137	23	6	1.431	1.517	6.7231	26	7
146	19	5	1.491	1.585	6.8267	20	5
156	15	3	1.554	1.704	6.9358	16	4
166	15	4	1.554	1.633	7.0393	13	3
176	10	3	1.659	1.704	7.1390	10	3
186	8	2	1.720	1.798	7.2335	8	2

(6)式ノNハ之ヲ知ルニ由ナシト雖トモ假ニ最モ回數多キ岐阜  
ノ回數ヲ以テ之ニ代用シテxノ價ヲ求ムレバ上表第四第五段  
ニ示スガ如ク之ヲ第六段ノ  $3 \log r + 2.286 \times 10^{-3} r$  ノ價ト對照  
スルニ粗ボ次式ノ直線式ヲ以テ表ハスコトヲ得〔I圖參照〕

$$\text{十一月} \quad x = .623(3 \log r + 2.286 \times 10^{-3} r) - 2.7791 \dots (12)$$

$$\text{十二月} \quad x = .54(3 \log r + 2.286 \times 10^{-3} r) - 2.1092 \dots (13)$$

此式ヲ用ヒテ(6)式ニ依リ計算シタル回數ハ上表第七第八段ニ  
示スガ如ク頗ル満足ナリ〔II圖參照〕

(12)式及ビ(13)式ヨリ  $\log I_m - \log a$ ヲ算出セバ

$$\text{十一月} \quad \log I_m - \log a = 4.46$$

$$\text{十二月} \quad \log I_m - \log a = 3.91$$

$$\text{故ニ} \quad (\log I_m)_{t=R_A} - \log I_m)_{t=R_A} = .55$$

$$\text{故ニ} \quad \frac{(I_m)_{t=R_A}}{(I_m)_{t=R_A}} = 3.55 \dots (14)$$

又タ  $I = \frac{f \cdot k}{h+t}$  ヲ正シキモノト假定セバ(4)式ニ依リ

$$\begin{aligned} \log I_m &= \frac{1}{2} \log \frac{f^2 k^2}{(h+t)(h+t')} \\ &= \log f \cdot k - \frac{1}{2} \log (h+t)(h+t') \dots (15) \end{aligned}$$

k=.1376 (震災豫防調査會報告第三十五號參照)トシ十一月及

十二月ノ  $\log I_m$  ヲ算出セム

$$\text{十一月分} \quad \log I_m = \log f \cdot k + .4035$$

$$\text{十二月分} \quad \log I_m = \log f \cdot k - .1928$$

$$(\log I_m)_{+1\text{月分}} - (\log I_m)_{+2\text{月分}} = .5963$$

故ニ

$$\frac{(I_m)_{+1\text{月分}}}{(I_m)_{+2\text{月分}}} \doteq 3.95 \dots \dots \dots (16)$$

此價ト(14)ノ價ト甚ダ相似タリ左ニハ

$$I = \frac{f \cdot k}{h+t}$$

ナリトハ正シキモノナルガ如シ

二、時ト震度トノ關係

(7)式及ビ(15)式ニ依リ

$$x = p \left\{ \log I - \log f \cdot k + \frac{1}{2} \log (h+t)(h+t') \right\} \dots \dots \dots (17)$$

$i$ ヲ以テ強、弱、微ノ或ル震度ノ境ノ強サトシ $i'$ ヲ他ノ境ノ強サトセム

$$x = p \left\{ \log i - \log f \cdot k + \frac{1}{2} \log (h+t)(h+t') \right\} \dots \dots \dots (18)$$

$$x' = p \left\{ \log i' - \log f \cdot k + \frac{1}{2} \log (h+t)(h+t') \right\} \dots \dots \dots (19)$$

故ニ  $x' - x = p(\log i' - \log i)$

$$\text{故ニ} \quad p = \frac{x' - x}{\log i' - \log i} \dots \dots \dots (20)$$

又タ $i_n$ ヲ種々ノ境ノ強サトセム

$$\Sigma x_n = p \left\{ \Sigma \log i_n - n \log f \cdot k + \frac{n}{2} \log (h+t)(h+t') \right\}$$

$$\text{故ニ} \quad \frac{\Sigma x_n}{n} = p \left\{ \frac{\Sigma \log i_n}{n} - \log f \cdot k + \frac{1}{2} \log (h+t)(h+t') \right\}$$

然ルニ $i_n$ 及ビ $f \cdot k$ ハ定數ナルヲ以テ  $\frac{\Sigma \log i_n}{n} - \log f \cdot k \equiv K$  (或

ル定數)トセム

$$\frac{\Sigma x_n}{n} = p \left\{ K + \frac{1}{2} \log (h+t)(h+t') \right\} \dots \dots \dots (21)$$

故ニ若シ $p$ 定數ナルトキハ  $\Sigma x_n/n$ ト  $\log (h+t)(h+t')$ トノ關係ハ(21)式ノ直線ナラザルベカラズト雖ドモ若シ $p$ ガ不定數ナルトキハ(20)式ニ依リ

$$\frac{\Sigma x_n}{n(x' - x)} = K + L \log (h+t)(h+t') \dots \dots \dots (22)$$

トナル(但シ $K$ 及ビ $L$ ハ或ル定數)

試ミニ $p$ ヲ定數ト見做シ明治二十四年十月ノ濃尾大震、明治二十二年七月ノ熊本地震、及ビ明治二十六年九月ノ鹿兒島地震ニ就テ(21)式ヲ適用シ得ベキヤ否ヤヲ檢セントス(材料ハ帝

國大學紀要理科第七冊第二號大森博士ノ餘震論文ヨリ採ル)

(一) 濃尾大震ノ餘震毎二十日分ノ回数 此地震ハ本邦ニ於テ陸上ニ發シタル稀有ノ大震ナルヲ以テ最初ノ數日間ハ混雜ノ爲メ其回数不確ナルヤモ計リ難キヲ以テ十一月六日ヨリノ回数ヲ用フ

十月二十九日午前零時ヲ時ノ起源トシ一日ヲ時ノ單位トセバ  $k=1.2$  (震災豫防調査會報告第三十五號參照) ナリ故ニ十一月六日午前零時ヲ時ノ起源トシ二十日ヲ時ノ單位トセバ

$$k=.46$$

t	年	月	日	烈	強	弱	微	鳴	音	合計	a	$\log (n+1)(n+1')$
0	明治廿四年	至	同	1	15	41	98	66		599	-.425	1.8274
	自十一月六日		月廿五日									
1	自十一月廿六日	至	十二月十五日	3	7	15	8	96	68	332	-.012	.5551
2	自十二月十六日	至	明治廿五年一月四日	2	6	9	1	56	34	189	-.043	.9294
3	自一月五日	至	同	0	4	3	1	45	20	100	.273	1.1882
			月廿四日									

上表aノ價ハ弱微ノ間ヲ境トシタル回数ヨリ(6)式ニテ求メタル價ナリ〔以下ニ地震ノaノ價モ亦同ジ〕

此ノaト  $\log (k+t)(k+t')$  トノ關係ハ粗ボ次式ニテ表ハスヲ得

〔III圖參照〕

$a \div .385 \log (k+t)(k+t') - .2923 \dots \dots (23)$

(二) 熊本地震毎十日分ノ回数 七月二十九日午前零時ヲ時ノ起源トシ一日ヲ時ノ單位トセバハノ價ハ2.25 (震災豫防調査會報告第三十五號參照) トナル故ニ二十日ヲ時ノ單位トセバ

$$k=.225$$

t	年	月	日	烈	強	弱	微	音	合計	a	log (k+t)(k+t')
0	明治廿二年	至	八月七	1	38	84	91	214	-.134		1.4404
	自七月廿九日										
1	自八月八日	至	八月十七日	0	1	36	38	73	.012		.4354
2	自八月十八日	至	八月廿七日	0	3	16	32	51	.230		.8561
3	自八月廿八日	至	九月六日	0	2	6	15	23	.277		1.1345

此ノaト  $\log (k+t)(k+t')$  トノ關係ハ粗ボ次式ニテ表ハスヲ得〔III圖參照〕

$$a \div .298 \log (k+t)(k+t') - .0125 \dots \dots (24)$$

(三) 鹿兒島地震毎五日分ノ回数 九月七日午後九時ヲ起源トシ十日ヲ時ノ單位トセバハノ價ハ.02 (震災豫防調査會報告第三十五號參照) ナリ故ニ八日午後九時ヲ時ノ起源トシ五日ヲ時ノ單位トセバ

$$k=.24$$

t	年	月	日	強	弱	微及計	合計	n	log (h+t)(h+t')
0	明治廿六年	至九月十二日		7	29	93	129	206	1.4742
1	自九月八日	至九月十七日		4	9	40	53	488	4440
2	自九月十三日	至九月廿三日		0	4	18	22	642	8603

此ノ  $\sigma \log (h+t)(h+t')$  トノ關係ハ粗ボ次式ニテ表ハスコトヲ得(III)圖參照)

$$\sigma = 319 \log (h+t)(h+t') + 3568 \dots\dots\dots (25)$$

以上三地震ノ例ニ依レバ(21)式ハ可ナリ適當ナルモノ、如シ而シテ各地震ノ  $p$  ノ價ハ夫々

$$p = 77 \dots\dots\dots (26)$$

$$p = 596 \dots\dots\dots (27)$$

$$p = 638 \dots\dots\dots (28)$$

トナリ其ノ相似タルヲ以テ見レバ何レノ地震ニテモ粗ボ定數ナルベキカ

然レドモ以上ノ實例ハ短時日間ノモノ、ミニシテ其最モ長キモ二ヶ月半許ニ止メタリ蓋シ大震ハ地殼變動大ナルモノナルガ故ニ其ノ餘震ノ震原モ一ヶ所ニ限ラズシテ時ヲ經ルニ從ヒ變動地域内各所ニ移動スベク且ツ回数少キトキハ觀測一回

ノ誤ハ大ニ其結果ヲ誤ルヲ以テナリ  
(四) 濃尾大震ノ餘震月別回数(於岐阜ニ) 大地震ノ餘震ハ其震原一箇所ニ限ラズシテ諸所ニ移動スベキコトハ上ニ述ベタリ帝國大學紀要理科第七冊第二號大森博士ノ論文中ニ此大震ノ美濃、尾張、參河三國各地ニ於ケル餘震月別表アリ其ノ最多ナルハ岐阜、丹羽、西春日井、及東春日井ナリ今マ此ノ四ヶ所ノ一ヶ年間ノ月別回数ヲ摘記セバ次表ノ如シ

場 所	明治廿四年											
	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
岐阜	1087	416	164	114	87	90	54	30	35	52	107	47
中津	468	217	150	52	36	55	53	50	52	46	64	57
西春日井	501	215	141	51	36	48	44	44	49	42	54	54
東春日井	456	178	139	49	35	47	44	44	49	42	54	53

此ノ表ニ依リテ見レバ明治二十四年十一月以後明治二十五年四月頃マデハ多クハ岐阜ノ附近ニ起リタルモノト見テ大差ナカラン故ニ四月迄ヲ採リ(22)式ヲ應用シ試ムベシ

t	年	月	烈	強	弱	微	地震	合計
0	明治廿四年	十一月	2	29	852	106	98	1087
1	同	十二月	3	9	204	137	63	416



2	明治廿五年一月	1	8	45	74	36	164
3	二月	0	5	50	67	37	114
4	三月	0	1	4	52	30	87
5	四月	0	2	10	65	43	90
							177

$x_1$ ヲ強弱ノ境ヨリ算出セル $x$ ノ價  
 $x_2$ ヲ弱微ノ境ヨリ算出セル $x$ ノ價  
 $x_3$ ヲ微ト鳴響トノ境ヨリ算出セル $x$ ノ價

$\therefore h = 1.376$

(震災豫防調査會報告第三十五號參照)トセハ其ノ結果次表ノ如シ

$t$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\frac{\sum x}{3}$	$x_1 - x_3$	$\frac{1}{3} \frac{\sum x}{x_1 - x_3}$	$\log(h+t)(h+t)$
0	1.345	-.627	-.948	-.0767	2.293	-.0935	1.1946
1	1.340	-.034	-.729	.1923	2.069	.0928	.3859
2	1.161	.524	-.450	.4117	1.611	.2560	.9467
3	1.500	.923	-.493	.6433	1.993	.3230	1.4049

此ノ $\frac{1}{3} \sum x / (x_1 - x_3) + \log(h+t)(h+t)$ トノ關係ハ粗ボ次式ニ

テ表ハスヲ得〔(III)圖參照〕

$$\frac{\sum x}{3(x_1 - x_3)} = .15 \log(h+t)(h+t) + .0867 \dots\dots\dots (29)$$

故ニ毎月ノ $p$ ノ價ハ

十一月分	.688
十二月分	.621
一月分	.484
二月分	.599
三月分	
四月分	
平均 $p = .598 \dots\dots\dots (30)$	

トナリ其ノ價粗ボ相似タリ而シテ十一月分ト十二月分トノ $p$ ノ比ハ凡ソ1.11トナリ(12)式ノ $p$ ト(13)式ノ $p$ トノ比ハ凡ソ1.15トナリ其比相似タリ

### 三、餘震回数ト時トノ關係

震災豫防調査會報告第三十五號ニ於テI及ビII式ハ安政元年十一月土佐地震明治二十二年七月熊本地震明治二十四年十月濃尾地震明治二十六年九月鹿兒島地震及ビ明治二十七年三月根室地震ニ應用シテ其ノ良ク實際ニ適合スルコトヲ示シタリ然ルニ根室地震毎一年ノ震數ハ明治三十年以前ハ計算ノ價ヨリモ多クシテ後二ケ年分ハ計算ノ價ヨリモ少シ明治三十二年以後ハ如何アルベキカハ未ダ明ナラザレドモ若シ上ノ研究ヲシテ正シカラシメバ當ニ然ルベキ理ナリ又タ鹿兒島地震ノ $h$ ノ價ハ過小ニシテ初震後十三時間許ノ時ニ於テ無數ノ回数アルコトナル是レ理ニ於テ然ルベカラザルコトニシテ實際ト符合セズ然レドモ上ノ研究ニシテ正シケレバ大震ニ非ズシテ

震原割合ニ深キトキハ震原遠キト同ジク回数ノ減ズルコト急ナルヲ以テハ定數ト假定シテI式ノハヲ定ムレバ此ノ如キコト起リ得ベキ理ナリ

(6)式ニ依レバ

$$\frac{N_r}{N} = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{p(\log I - \log I_m)} e^{-x^2} dx$$

故ニ

$$N_r = \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{p(\log I - \log I_m)} e^{-x^2} dx \right\} h \log \left( 1 + \frac{1}{h+t} \right) \dots\dots (31)$$

然ルニ第二章ニ於テ研究セル如ク $I_m$ ハ時ヲ經ルニ從ヒテ次第ニ小トナルモノナレバ $p(\log I - \log I_m)$ ノ價ハ次第ニ大トナルヲ以テ( $p$ ヲ定數ト見做シ)之ヲ不變數ト見做ストキハ計算ノ價ハ時ヲ經ルニ從ヒテ次第ニ實際ノ價ヨリモ大ナルベキ理ナリ次ニ二三ノ實例ヲ舉ゲテ其果シテ然ルベキヲ證セン

(一) 濃尾大震ノ名古屋ニ於ケル餘震(帝國大學紀要理科第七冊第二號參照)大震ノ翌二十九日午前零時ヨリ十一月十七日午後十二時マデ二十日間ノ總回数ハ六百八十三回ニシテ十二月七日午後十二時マデ四十日間ノ總回数ハ八百〇七回ナリ故ニ $h$ 及 $b$ ヲ定數ト假定シ明治三十四年十月二十九日午前零時ヲ時ノ起源トシ一日ヲ時ノ單位トセバ

$$N = 400 \log \left( 1 + \frac{1}{.4+t} \right) \dots\dots\dots (32)$$

$h=.4$ ハ二十八日午後二時以後ニ初震ノアリタルコトヲ示ス然ルニ實際初震ハ午前六時三十七分ニ起レリ故ニ不合理ナレドモ試ミニ此式ニテ計算セル數ト實際ノ回数トヲ對照セバ初メ四十日間許リハ實際ノ數ニ近キモ以後ハ概シテ實際ノ數ヨリモ多シ之ヲ明ニスルニハ月別表ニ依ルノ簡ナルニ如カズ故ニ上式ヲ十一月一日午前零時ヲ時ノ起源トシ一ヶ月ヲ時ノ單位トセル式ニ化スレバ

$$N = 400 \log \left( 1 + \frac{1}{.1115+t} \right) \dots\dots\dots (33)$$

トナル之ニテ計算セル數ト實際ノ數トヲ次表ニ對照セン

[IV]圖參照]

$t$	年 月	$Y$	$N$	$Y-N$	$z$	$z'-z$	$\frac{z}{z'-z}$	$\log(l+t)(l+t')$
0	明治廿四年十一月	416	399	+17	.211	2.293	.0920	1.1946
1	十二月	113	112	+1	.431	2.069	.2084	.3859
2	明治廿五年一月	43	75	-32	.450	1.678	.2680	.8265
3	二月	29	49	-20	.468	1.707	.2740	1.1134
4	三月	16	38	-22	.647	1.882	.3440	1.3276
5	四月	11	30	-19	.826	2.180	.3790	1.4989

6	月	11	26	-15			
7	月	12	23	-11			
8	月	4	20	-16			
9	月	15	18	-3			
10	月	13	16	-3			
11	月	12	15	-3			
12	月	15	14	+1			
13	十二月	15	13	+2			
14	明治廿六年一月	8	12	-4			
15	月	5	11	-6			
16	月	11	10	+1			
17	月	11	10	+1			
18	月	16	9	+7			
19	月	9	9	0			
20	月	14	8	+6			

備考 上表Yハ實際ノ數ニシテNハ計算ノ數ナリ

此ノ如ク初メ二ヶ月ハ粗ボ一致セルモ三ヶ月以後ハ概シテ過大ナリ

試ミニ岐阜ニ於ケル觀測數ヲ以テ震原ニ於ケル總數ニ代用シ最初六ヶ月間ノ名古屋ノ $\omega$ ノ價ヲ求ムレバ上表第六段ニ示スガ如ク又タ岐阜ノ強弱ノ境ト微音ノ境トニヨリ $\omega_1$ ヲ求ム

レバ第七段ニ示スガ如シ而シテ  $\frac{\omega}{\omega' - \omega_0} + \log(l+t)(l+t')$

ノ關係ハ次式ノ如シ ( $h$ ハ岐阜ノ價ヲ用フ) [(XIV)圖參照]

$$\frac{\omega}{\omega' - \omega_0} = .1213 \log(l+t)(l+t') + .173 \dots\dots\dots (34)$$

之ヨリ $p$ ノ價ヲ出セバ

- 十一月分  $p = .556$
  - 十二月分  $p = .502$
  - 一月分  $p = .407$
  - 二月分  $p = .414$
  - 三月分  $p = .456$
  - 四月分  $p = .529$
- ..... (35)

(二) 幡豆、南設樂、北設樂、渥美、八名ニ於ケル濃尾大震ノ餘震回数(帝國大學紀要理科第七冊第二號參照)

年	月	幡豆		南設樂		北設樂		渥美		八名	
		Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
明治廿四年	十一月	142	142	138	138	135	135	72	72	58	58
	十二月	36	36	33	33	32	32	19	19	17	17
明治廿五年	一月	14	21	14	20	13	19	6	11	5	10
	二月	11	15	8	14	9	14	5	8	5	7
	三月	7	13	3	11	2	11	1	6	1	6

5	四	5	10	3	9	4	9	1	5	0	5
6	五	2	8	0	8	2	7	0	4	0	4
7	六	4	7	4	7	3	6	3	4	3	4
8	七	1	6	1	6	1	6	1	3	0	3

最初ノ二ヶ月ノ回数ニテ次ノ式ヲ得

$$\begin{aligned}
 \text{醬豆} \quad N &= 125.7 \log \left( 1 + \frac{1}{.08+t} \right) \quad \text{〔V〕圖参照} \\
 \text{南設樂} \quad N &= 114.3 \log \left( 1 + \frac{1}{.06+t} \right) \quad \text{〔VI〕圖参照} \\
 \text{北設樂} \quad N &= 111.1 \log \left( 1 + \frac{1}{.065+t} \right) \quad \text{〔VII〕圖参照} \\
 \text{瀧美} \quad N &= 66.6 \log \left( 1 + \frac{1}{.09+t} \right) \quad \text{〔VIII〕圖参照} \\
 \text{八名} \quad N &= 61.7 \log \left( 1 + \frac{1}{.13+t} \right) \quad \text{〔IX〕圖参照}
 \end{aligned}$$

(36)

此等ノ式ニテ計算セル數ハ第三ヶ月以後ハ過大ナルコト上表ノ如シ  
又タ名古屋ニ於ケルガ如ク  $x_t \log (h+t)(h+t')$  トラ計算セバ次表ノ如シ

$t$	醬豆		南設樂		北設樂		瀧美		八名		$\log (h+t)(h+t')$
	$x_t$	$\frac{x_t}{x'_t - x_0}$	$x_t$	$\frac{x_t}{x'_t - x_0}$	$x_t$	$\frac{x_t}{x'_t - x_0}$	$x_t$	$\frac{x_t}{x'_t - x_0}$	$x_t$	$\frac{x_t}{x'_t - x_0}$	
0	.793	.346	.807	.352	1.002	.436	1.064	.465	1.140	.497	1.1946
1	.963	.465	.986	.481	1.009	.487	1.199	.579	1.231	.595	.3859
2	.950	.590	.997	.619	.997	.619	1.241	.770	1.275	.790	.9467
3	1.056	.530	1.292	.648	1.292	.648	1.612	.809	1.790	.898	1.4049

此等ノ  $\frac{x_t}{x'_t - x_0} \log (h+t)(h+t')$  トノ關係ハ粗ボ直線式ヲ以

テ表ハサルノコト(XY)圖ニ示スガ如シ

之ニ依テ十一月及ヒ十二月ノ  $p$  ノ價ヲ求ムレバ次ノ如シ

$$\begin{aligned}
 p(十一月分) \quad p(十二月分) \\
 \text{醬豆} \quad .502 \quad .454 \\
 \text{南設樂} \quad .685 \quad .616 \\
 \text{北設樂} \quad .687 \quad .621 \\
 \text{瀧美} \quad .806 \quad .725 \\
 \text{八名} \quad .879 \quad .795 \\
 \text{平均} \quad .712 \quad .642
 \end{aligned}$$

(37)

(三) 明治廿九年六月十五日三陸地震ノ餘震 震災豫防調査會報告第三十四號大森博士ノ津浪ニ關スル論文ニ依レバ此地震ハ明治廿九年六月十五日午後七時三十三分頃宮古ヨリ約百九十軒青森ヨリ約三百三十軒ノ海底ニ起レルモノトセリ而シテ

六月十五日午後八時ヨリ同三十日午後八時マデ毎二十四時間  
此兩地ニ感ジタル回数ハ次表第二第三段ニ示スガ如シ

	青森	宮古	N(青森)	N(宮古)
0	42	28	48	26
1	23	14	12	10
2	6	6	7	6
3	2	2	6	5
4	3	1	4	4
5	2	2	3	4
6	5	3	3	3
7	2	3	2	2
8	1	0	2	2
9	3	4	2	2
10	2	0	2	2
11	0	0	2	1
12	0	0	1	1
13	1	0	1	1
14	1	0	1	1

最初ノ五日間ノ回数ト十日間ノ回数トニテ

$$N = 42.2 \log \left( 1 + \frac{1}{.08+t} \right)$$

$$N = 41.3 \log \left( 1 + \frac{1}{.309+t} \right)$$

此ノ兩式ニテ計算シタル回数ハ上表第四第五段ニ示スガ如ク  
時ヲ經ルニ從ヒ過大ナリ〔(X)圖及ビ(XI)圖參照〕

(四) 明治廿七年八月八日肥後地震ノ餘震(熊本ニ於テ) 中央氣象臺  
年報ニ依レバ此地震ノ最モ強ク感ジタルハ阿蘇郡長陽、永水、

錦野及ヒ合志郡瀬田ノ諸村ナリ左レバ熊本ヲ距ルコト十五軒  
内外ニシテ多クモ二十軒以内ナルガ如シ而シテ八月九日ヨリ  
三日間ニ五十四回ノ餘震アリ六日間ニ六十八回ノ餘震アリタ  
リ故ニ八月九日午前零時ヲ時ノ起源トシ一日ヲ時ノ單位トセ  
バ

$$N = 47 \log \left( 1 + \frac{1}{.23+t} \right)$$

此式ニテ計算セル結果ハ次表ノ如ク頗ル満足ナリ〔(XII)圖  
參照〕

t	月 日	Y	N
0	八月九日	35	34
1	十日	12	12
2	十一日	7	8
3	十二日	5	6
4	十三日	8	4
5	十四日	1	4
6	十五日	3	3
7	十六日	0	3
8	十七日	1	2
9	十八日	2	2
10	十九日	2	2
11	二十日	4	2
12	廿一日	2	2
13	廿二日	7	2
14	廿三日	0	1
15	廿四日	1	1
16	廿五日	4	1
17	廿六日	3	1
18	廿七日	2	1
19	廿八日	12	1
20	廿九日	3	1
21	三十日	3	1
22	九月初一	1	1

以上ノ結果ヲ以テ見レバ震原ヨリ遠キ地ニ於ケル觀測數ハI  
及II式ニテ計算セル數ヨリモ初メハ割合ニ多キモ時ヲ經ルニ  
從ヒテ減少ス從テ震原ニ近キトキト雖トモ小ナル地震ニハ此  
兩式ヲ適用スルヲ得サルベキカ

# 結 論

以上ノ結果ニ依レバ(10)及ヒ(17)式ハ粗ボ確ナルモノ、如ク從テ(5)式ノ假定ハ眞理ニ近キモノカ殊ニ(10)式ヨリ出セル $p$ ノ價モ(17)式ヨリ出セル $p$ ノ價モ粗ボ相似タルヲ以テ見レバ

$$I \approx \frac{1}{h+t} 8^{p^3 k^4}.$$

モ亦稍ヤ確ナルガ如シ

此故ニ第三十五號ニ於テ假定セル

$$y \approx 8 \frac{A' y}{B' - I}.$$

ハ廢棄スヘキモノト思ハルレトモ少數ノ材料ヲ以テ判斷スルハ早計ニ失スルノ恐レアリ殊ニ上ニ述ブルカ如ク大森博士ノ算式ト相一致スルヲ以テ暫ク兩立セシメテ他日ノ材料ヲ待ツ

## 附

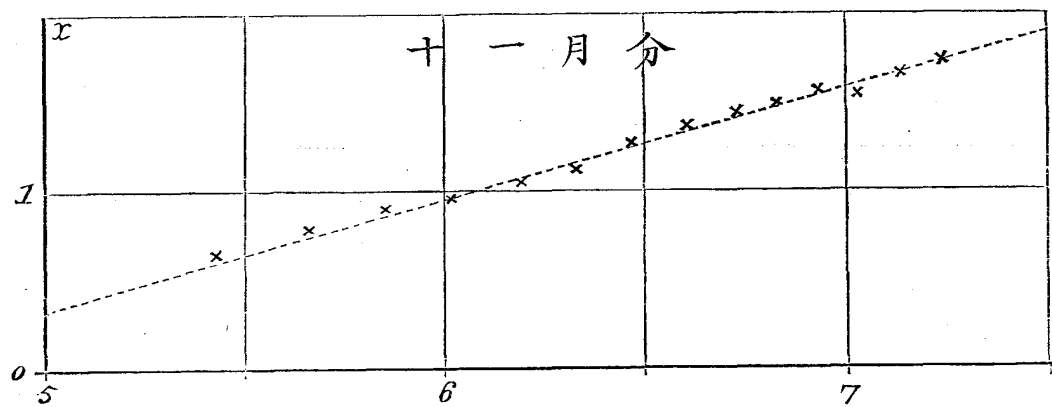
明治卅二年有馬町ノ鳴動數モ亦 及II式ヲ適用シ得ルモノノ如シ中央氣象臺年報ニ依レバ八月七日ヨリ九月十五日マデ四十日間ニ七百七十三回アリ又タ十月二十五日マデ八十日間ニ九百九十一回アリ故ニ八月七日ヲ時ノ起源トシ十日ヲ時ノ單位トセバ

之ニテ計算セル數ト實際ノ數トヲ次表ニ對照セン (XIII) 圖參照)

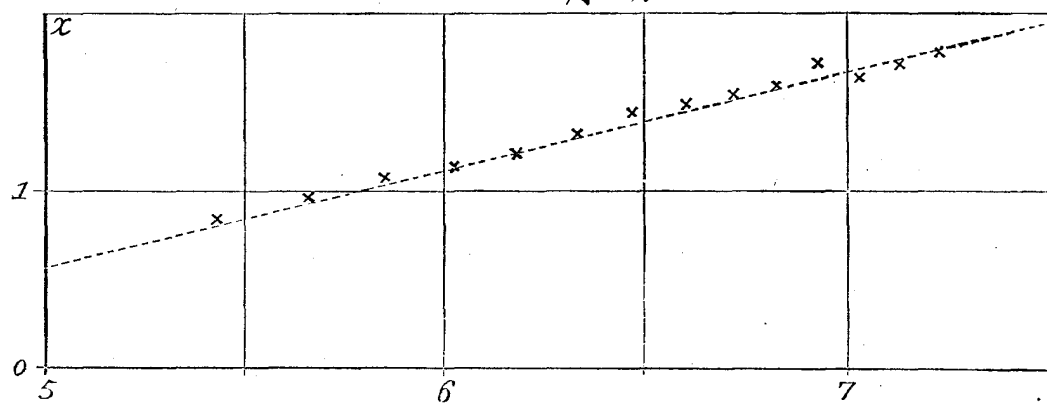
$$N = 777 \log \left( 1 + \frac{1}{.45 + t} \right)$$

$t$	$Y$ (毎十日)	$N$ (毎十日)
0	276	395
1	241	175
2	145	114
3	111	86
4	75	68
5	81	60
6	39	53
7	23	45
8	34	40
9	42	34
10	32	32
11	45	29
12	33	27
13	45	25

(I)

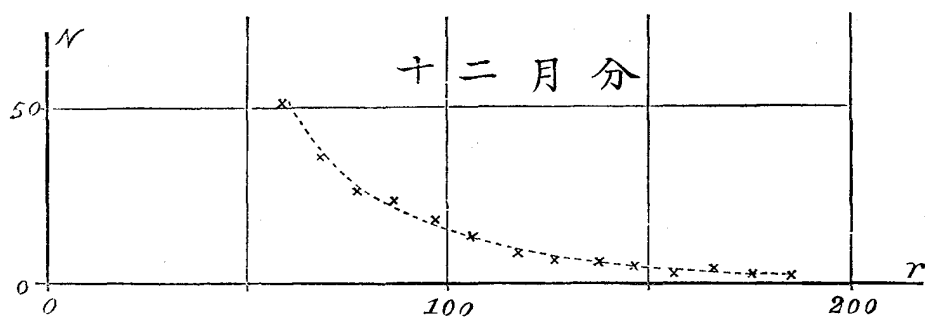
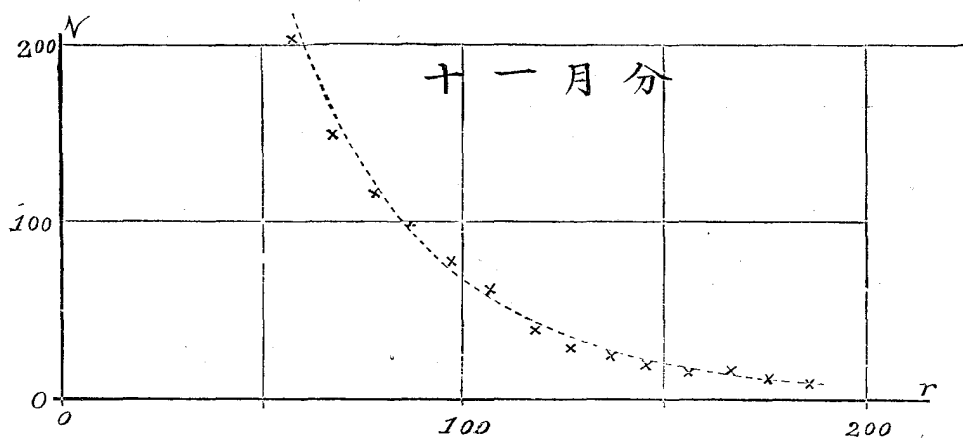


十二月分



$$3 \log r + 2.286 \times 10^{-3} r$$

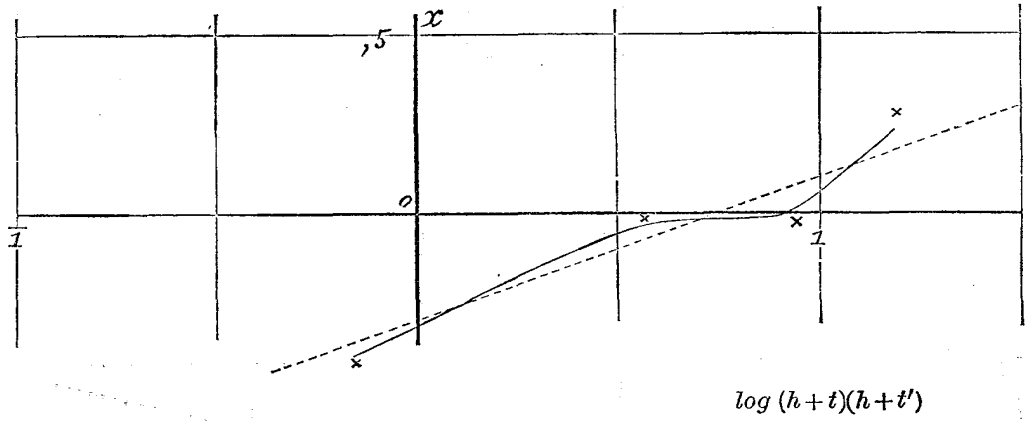
(II)



(III)

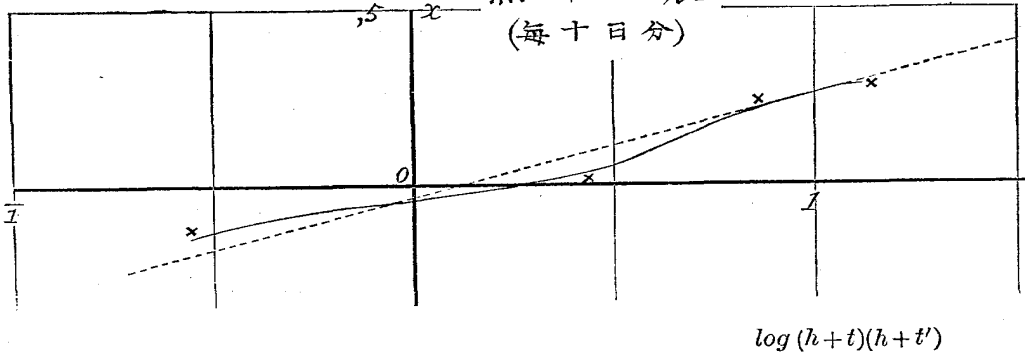
# 濃尾地震

(每二十日分)



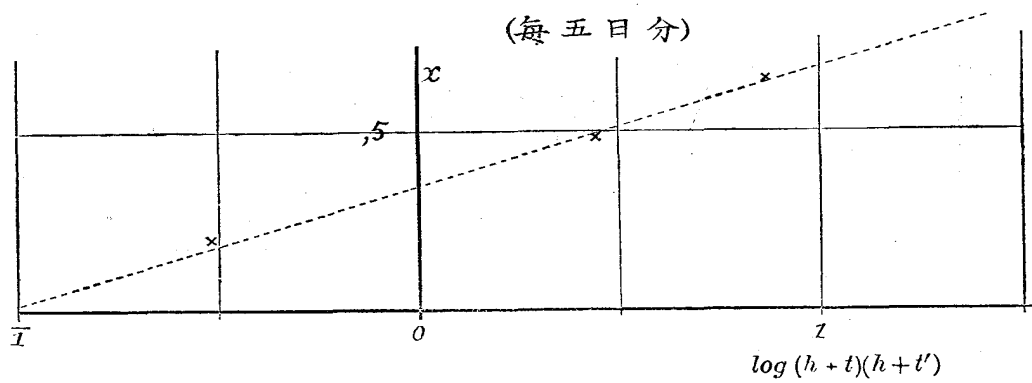
# 熊本地震

(每十日分)



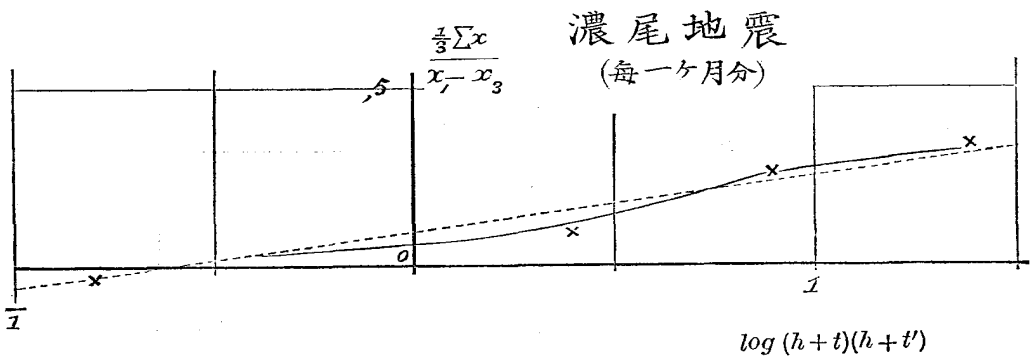
# 鹿兒嶋地震

(每五日分)



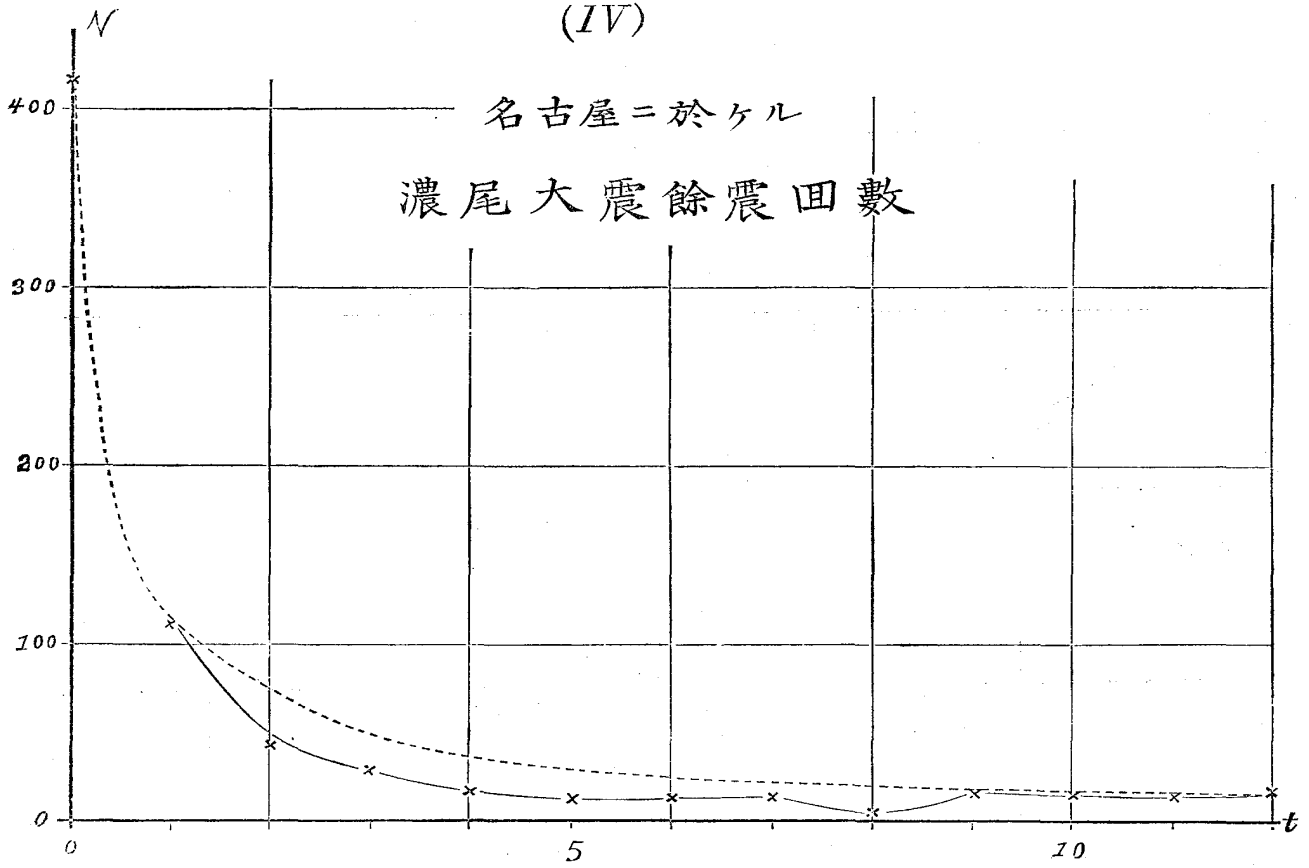
# 濃尾地震

(每一ヶ月分)

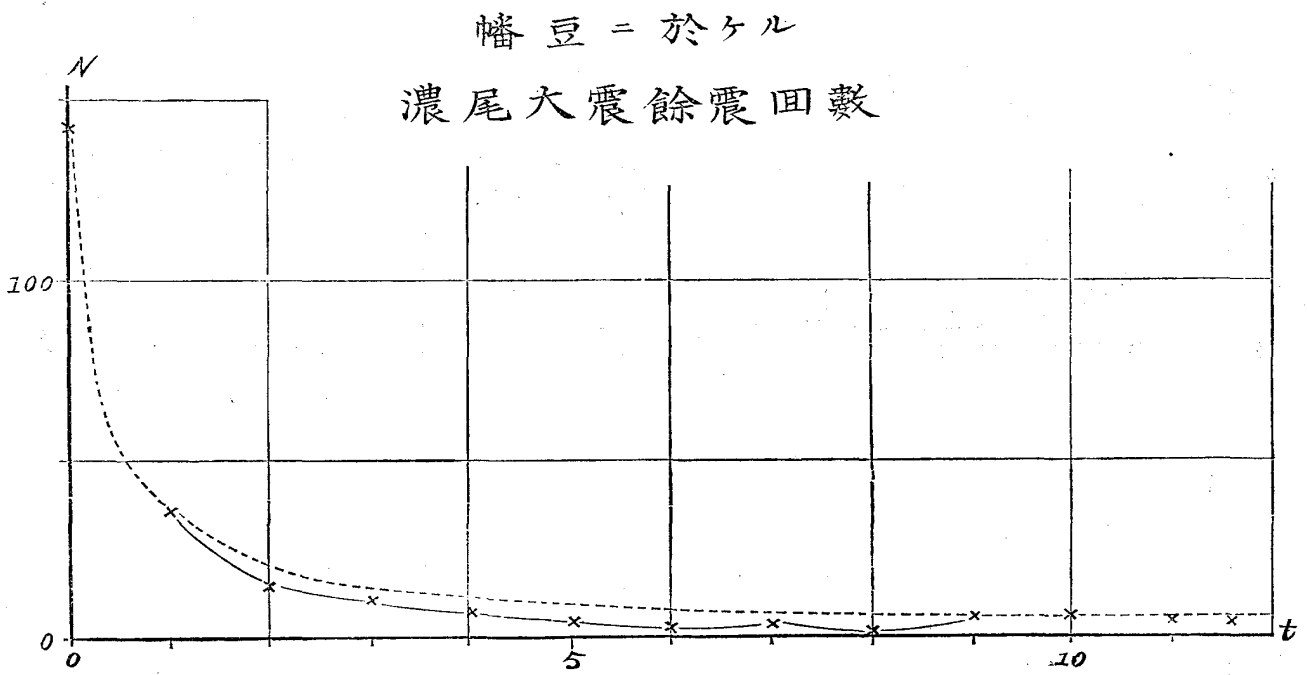




(IV)

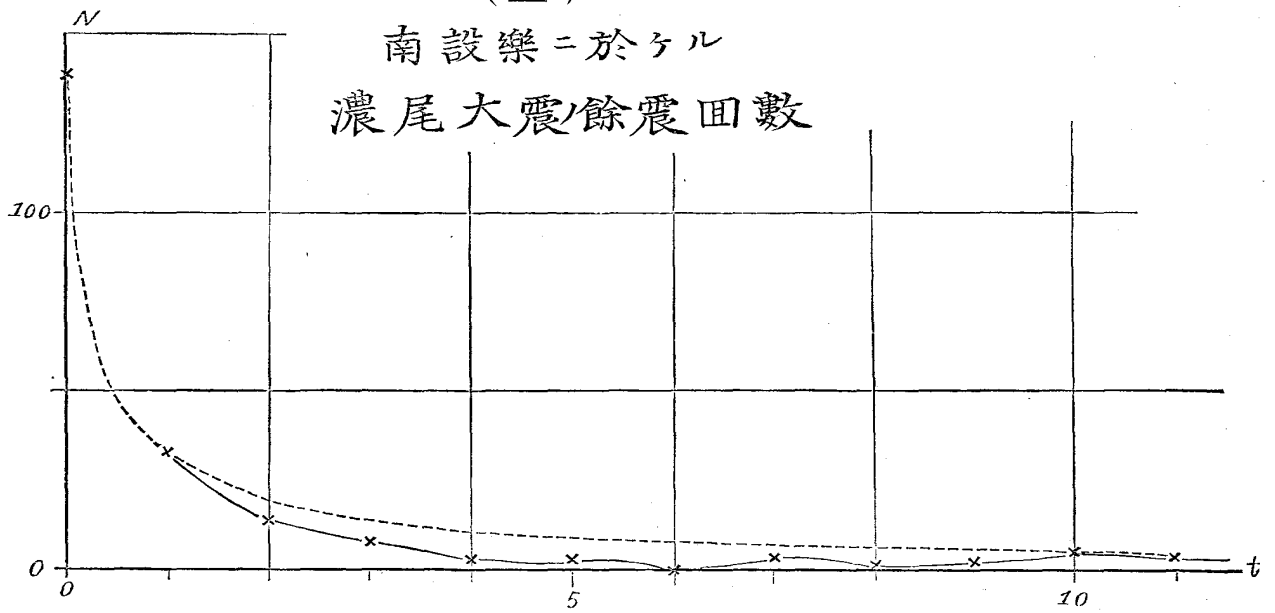


(V)



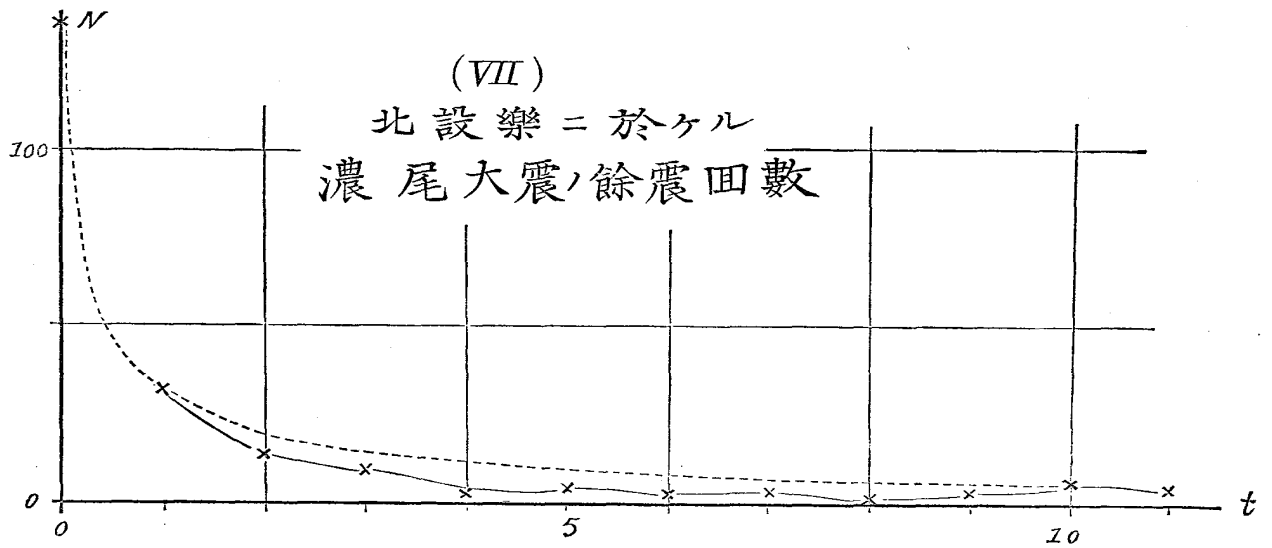
(VI)

南設樂ニ於ケル  
濃尾大震餘震回数



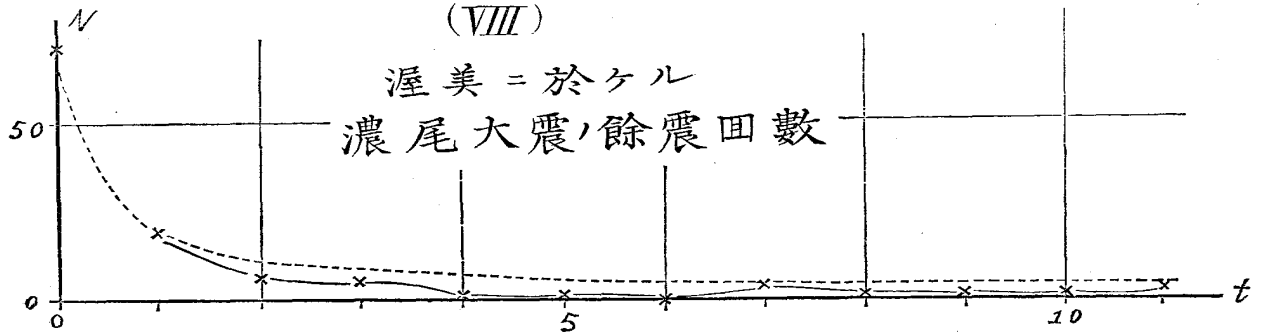
(VII)

北設樂ニ於ケル  
濃尾大震餘震回数



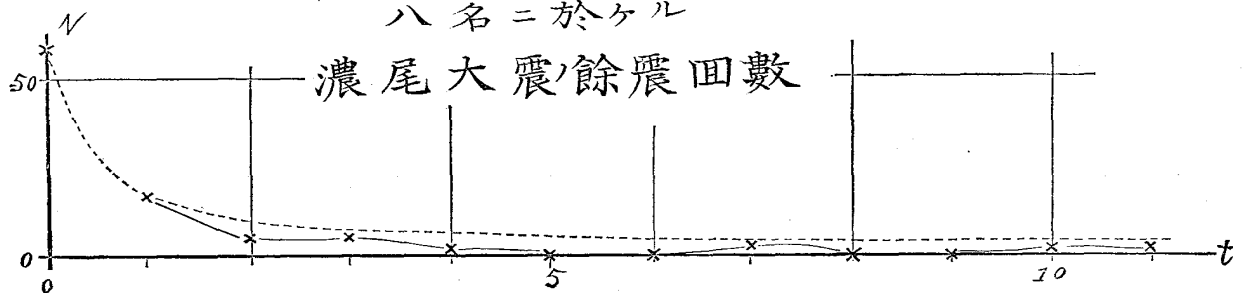
(VIII)

渥美ニ於ケル  
濃尾大震餘震回数



(IX)

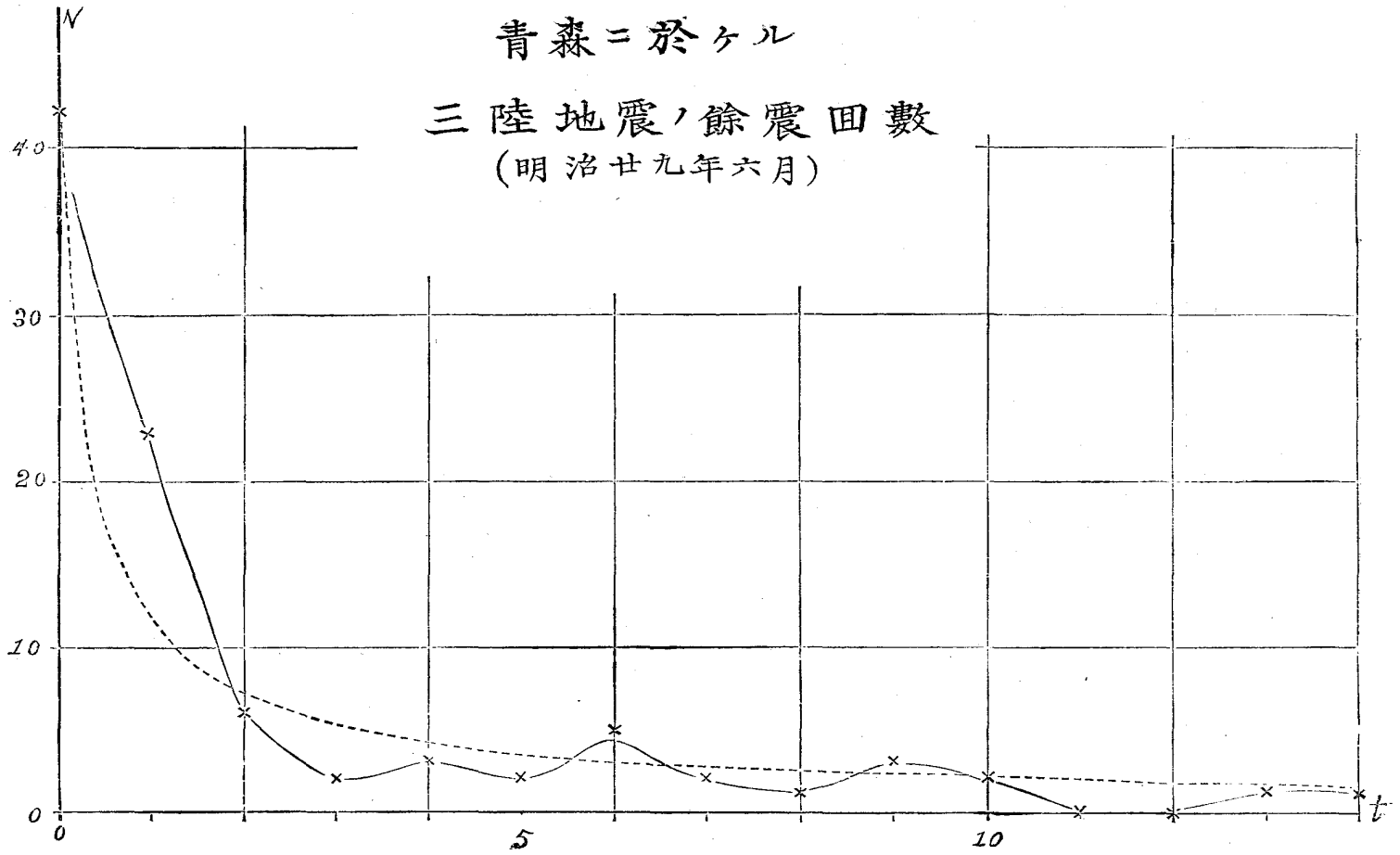
八名ニ於ケル  
濃尾大震餘震回数



(X)

青森ニ於ケル

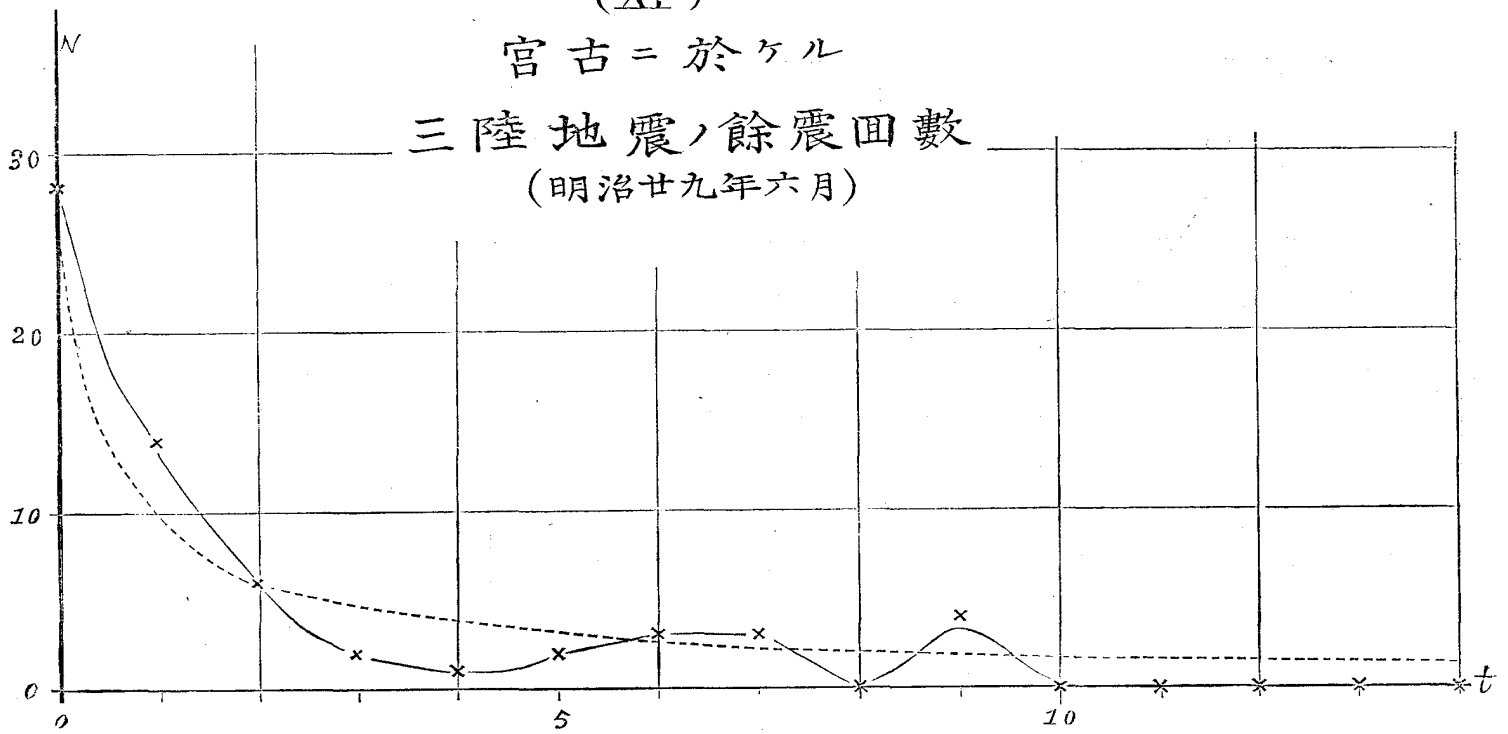
三陸地震ノ餘震回数  
(明治廿九年六月)

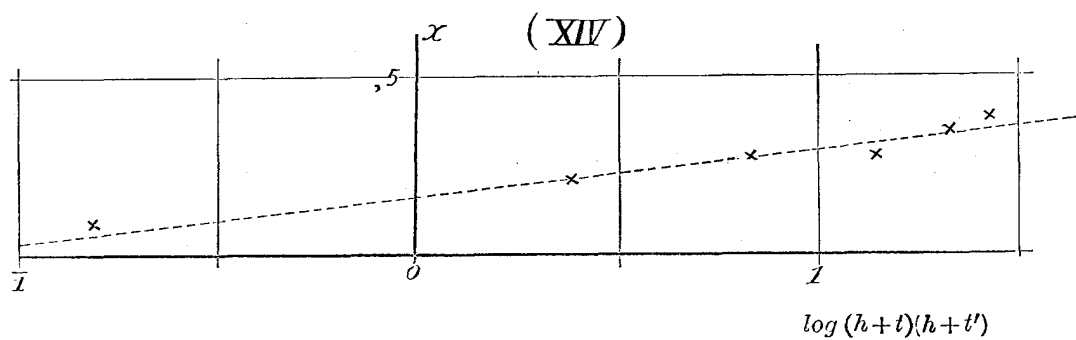
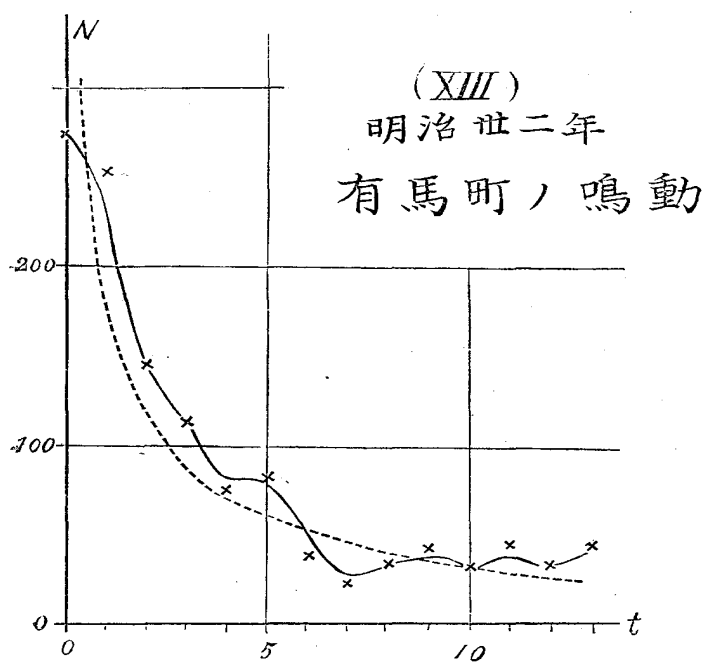
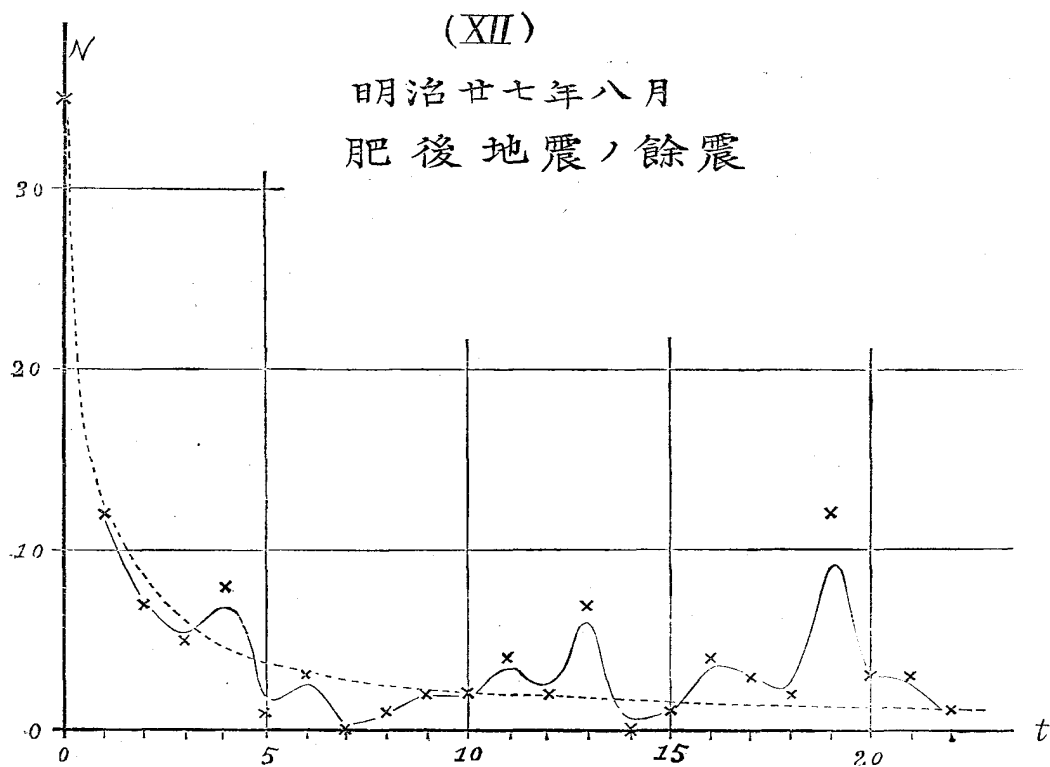


(XI)

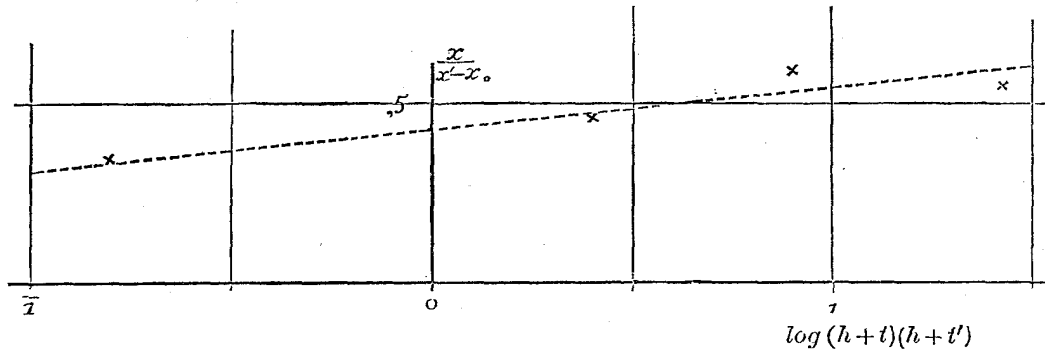
宮古ニ於ケル

三陸地震ノ餘震回数  
(明治廿九年六月)

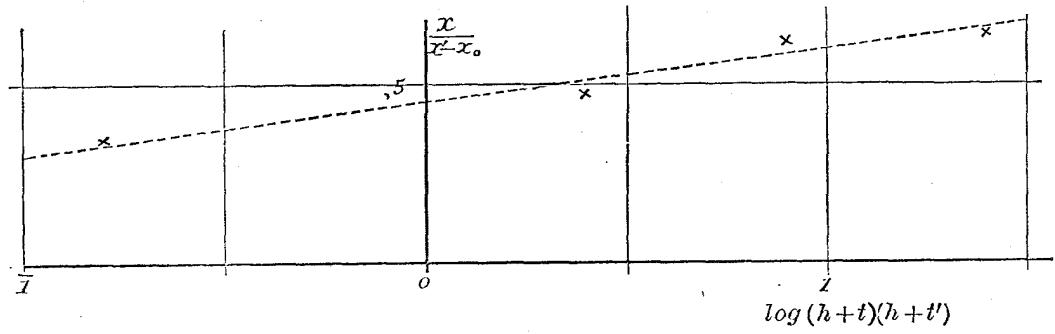




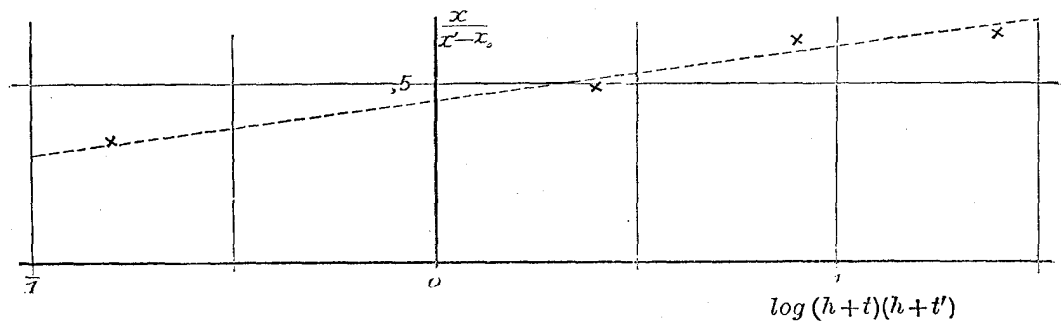
(XV)  
濃尾大震ノ餘震  
幡豆



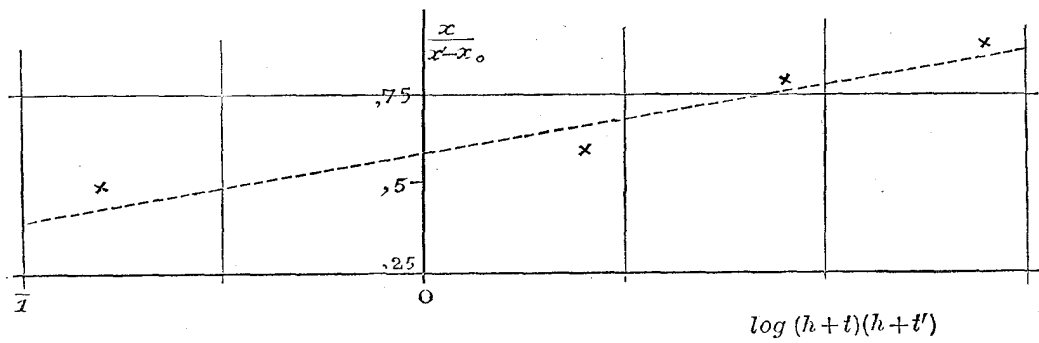
南設樂



北設樂



八名



渥美

