

前橋に於ける地震記象型と初期微動 時間と震央距離との關係

植 野 隆 壽

地震計記象の形は多種多様であるが、其原因として普通考へられてゐることは、(1)地震の發震機構、(2)地殻の不均一性、(3)震央の位置及び震源の深さによる震波線徑路の相違、(4)觀測地の地盤、(5)地震計の種類、及びその恒數等である。然し或 1ヶ所の同一地震計の記象についてのみ考ふれば、(4)は常に不變であり、(5)も亦大體一定であるから、残るのは(1)、(2)及び(3)となり、主に發震機構及び震源の位置従て震波線の徑路及び距離の長短によつて影響されるものと考へられる。この考へから、同一地點に同じ様な發震機構によつて起つた地震は同一觀測所に於ける同一地震計にては相似の記象を描き、近傍の地震は又近き相似記象を描くであらうし、尙一般には初期微動時間と震央距離との關係として知られてゐる大森係數の如きも定數とならずして、個々の場合に就き相當に變化をなすものと思はれるが、かゝる地震に就てのみは或る定數となることが推論される。之等の問題に關しては本多博士⁽¹⁾の昭和6年9月21日西埼玉強震の餘震に於ける調査がある。

筆者は上の如き考へから前橋測候所にて觀測せる地震の中、「昭和7年6月より昭和12年2月迄の小區域以上の有感地震で、氣象要覽に震央の緯度經度が記載されて居り、尙又記象も完全に記録されたもの」83回を選び、その記象型及び初期微動時間と震央距離との關係の調査を試みた。

調査に用ゐた材料は總て重錘重量200斤のウキーヘルト式水平動地震計の記象に依り、期間中の常數は倍率79—93、週期4.8—5.0^s、摩擦係數0.01—0.03、mm/sec²制振度5—8にして、各常數共出来る丈け變化が少くなる様にし、又摩擦係數は常に小なる様注意した。各記象は一々複寫して個々の比較に便ならしめた。初期微動時間の讀取りは凡て筆者が行つた。

前橋測候所附近の地層は洪積層に屬し、敷地附近は元、利根川の河床であつたものゝ如く、可成り深く10m以上も砂礫堆積し、表層は極く軽い火山灰土

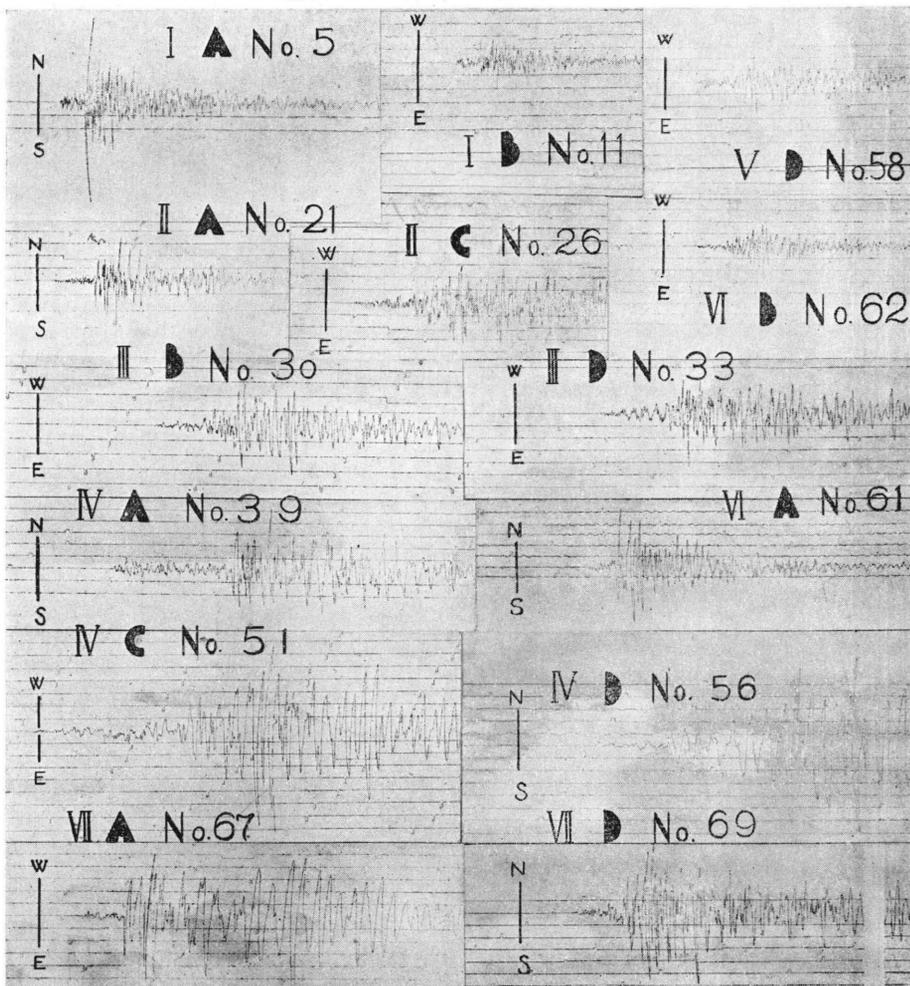
を以て覆はれてゐる。

筆者は之等 83 回の地震記象を大別して次の 4 つの型に分類した。

- A. 單純節線型
- B. 單純漸振型
- C. 複雑節線型
- D. 複雑漸振型

A は第 1 圖の如く形貌が頗る單純で、初期微動中の振幅小さく、主要動に入りて急に増大し、週期短く、P 相・S 相共に明瞭にして、従つて走時差は最も

【第 1 圖 各區記象型の例】



正確に驗測され得るものである。

Bは節線の中に於ける地震の記象型に似てゐる。波相は單純なるも、PよりSに移る間に於て振幅は漸進的に増大し、週期は比較的長い。P相の檢出は容易なるもS相は時に檢出困難のこともある。

Cは初期微動中も主要動中も記象複雑にして、多くは短週期振動を交へて波状を呈するが、初期微動中は振幅小さく主要動に入りて急に増大する點はA型に似てゐる。週期は次のD型よりも短く、P相は時に不明瞭のことあるもS相は一般に明瞭である。

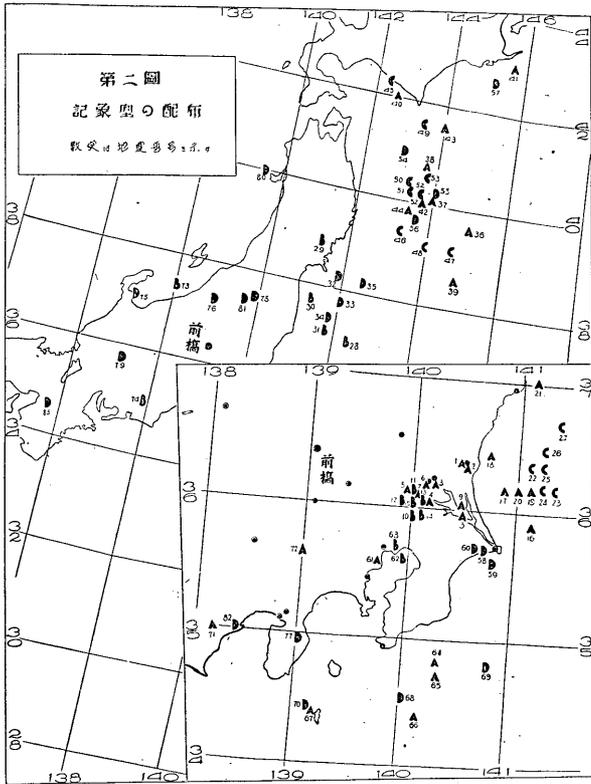
D初期微動中も主要動中も記象複雑にして波状を呈することはC型と同様であるが、振幅に於てB型の如く漸次増大する。一般に週期は長く、P相も

S相も檢出困難の場合が多い。

(2)
本多博士は曾て震源の淺き近地々震の記象型を調査せられ、斷層線又は節線に近き記象型と、其の中間に於ける記象型とを明瞭に圖示せられた。今それと比較して見ると、A型は節線に近き記象型に、B型は中間型に酷似してゐる。

第2圖は之等諸型式の分布を示す。一見入り亂れて雜然たる如きも、各型式によつて夫々1つの集團があり、全然不統一ではない。

第 2 圖



これにより、「ある近接した地域に起つた地震は相似の性質を有し、互に相似の記象型を示すであらう」との推論の一證據になると思ふ。

互に近接した震央を有する地震でも記象型の相違により初期微動時間に差異を生じ、従つて震央係數 Δ/t (Δ : 震央距離, t : 初期微動時間) も亦異なる。次に各記象型の平均震央係數を示す。

A;	8.92 (31)	大森係數(7.42) に比し	20% 大
B;	8.23 (14)	"	11% 大
C;	8.57 (15)	"	16% 大
D;	7.77 (23)	"	5% 大

(観測回数)

AB 平均 8.58, AC 平均 8.75, CD 平均 8.17, BD 平均 8.00 全平均 8.38

即ち節線型に大にして漸進型に小、單純型に大にして複雑型に小、A 型最大 D 型最小である。何れにしても従來の大森係數より著しく大となつてゐる。同様のことは前述の本多博士の西埼玉強震に於ける調査の結果よりも窺ひ得る。即ち同地震に於て節線に近き三島、銚子、長野に於ては震央係數は夫々 7.35, 7.46, 8.22 であるが、節線に遠き東京、横濱、柿岡に於ては夫々 6.59, 6.55, 6.67 であつて、前者は後者より何れも大となつてゐる。

今 P 波の速度を V_1 , S 波の速度を V_2 とすれば、震央係數は $\frac{V_1 V_2}{V_1 - V_2}$ と表され、P・S 兩波速度の相對的變化によつて差異を生ずる。節線に沿ふて進む震波と、離れて進む震波とは P・S 兩波の速度に相對的な變化を生ずるのではあるまいか。

又單純型は複雑型に比し、節線型は 4%, 漸進型は 6% 夫々震央係數が大きくなつてゐる。

次に筆者は之等 83 回の地震の震央を次の 8 地域に分ち、各地域毎に記象型別の震央係數を求めて見た。

- (1) 筑波山を中心とし、水戸附近より霞ヶ浦附近に至る地域
- (2) 鹿島灘即ち銚子より小名濱迄の沖合
- (3) 小名濱より北方奥羽南部及びその沖合
- (4) 三陸沖より根室沖に至る間
- (5) 九十九里濱附近
- (6) 東京灣附近

(7) 野島崎沖合及新島附近

(8) 其 他

尙、之等の地震の震央は凡て氣象要覽に據り、震央距離は陸地測量部二百萬分の一地圖より測つた。

(1) 筑波山附近 此區域の地震は合計 15 回あり、次の如くである。

第 1 表

型	番號	發 震 時					震 央		震央距離 Δ (km)	初期微動 繼續時間 t (秒)	震央係數 Δ/t	
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯				
A 型	1	昭和	7	12	2	2	41	140°28'	36°24'	124	13.4	9.25
	2		9	5	31	8	04	140.5	36.3	128	15.8	8.10
	3		9	6	3	16	17	140.5	35.9	139	15.5	8.97
	4		9	8	3	21	24	140°09'	36°05'	100	13.6	7.35
	5		9	9	1	20	17	140.0	36.2	84	10.6	7.93
	6		10	6	21	4	29	140°05'	36°24'	90	10.6	8.49
	7		10	7	18	2	55	140°05'	36.1	91	11.6	8.17
	8		10	7	31	17	12	140.2	36.2	103	12.0	8.58
	9		10	9	17	5	52	140.5	36.0	135	16.7	8.08
	平均										8.32	
B 型	10		9	9	17	9	30	140.0	35.9	99	14.0	7.07
	11		9	11	28	0	56	140.0	36.2	85	11.2	7.59
	12		10	4	19	1	30	139.9	36.1	82	12.0	6.83
	13		10	6	8	13	57	140.1	36.1	95	13.9	6.83
	14		11	9	30	12	44	140.1	35.9	108	15.0	7.20
	15		12	1	23	17	58	140.0	36.1	86	11.2	7.68
	平均										7.20	

此結果から見ると、震央係數は A 型では大森係數よりも 12% 大きく、B 型では却つて 3% 小さい。此區域の地震と他の地震との區別は容易で一見判定し得る。尙、此區域の地震の震源の深さは兩型共平均 41km となり、相等しくなつてゐる。

(2) 鹿島灘 此區域の地震は 12 回あり、次の通りである。

此區域は A 型と C 型の節線型のみにして漸振型を含まず、震央係數は兩方とも 8.93 で、大森係數より 20% も大である。之は震源が海底に在る爲か

第 2 表

型	番 號	發 震 時					震 央		震央距離 Δ(km)	初期微動 繼續時間 t (秒)	震央係數 Δ/t	
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯				
A 型	16	昭和	7	6	22	9	36	141°.1	35°.9	190	22.8	8.33
	17		8	2	13	15	51	140.9	36.2	163	18.8	8.67
	18		8	4	2	18	53	140.7	36.2	146	13.3	10.97
	19		9	2	17	18	16	141.1	36.2	184	21.6	8.52
	20		11	4	27	21	51	141.0	36.2	172	22.4	7.68
	21		11	12	24	7	56	141.1	37.0	193	20.5	9.41
	平均											8.93
C 型	22		8	6	5	10	51	141.1	36.4	181	21.2	8.54
	23		8	10	1	23	35	141.4	36.2	210	25.6	8.20
	24		9	2	22	10	50	141.3	36.2	200	17.5	11.43
	25		9	6	27	5	39	141.3	36.4	197	21.6	9.12
	26		10	9	14	23	20	141.4	36.7	210	23.7	8.86
	27		11	7	15	10	55	141.3	36.5	196	26.5	7.40
	平均											8.93

とも思はれる。海底に起る地震の震央係数が著しく大となることに就ては清水光夫氏⁽³⁾の父島に於ける調査及び川添萬平氏⁽⁴⁾の仙臺に於ける調査がある。此地

第 3 表

型	番 號	發 震 時					震 央		震央距離 Δ(km)	初期微動 繼續時間 t (秒)	震央係數 Δ/t	
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯				
B 型	28	昭和	8	2	20	18	51	142°.3	37°.0	295	29.3	10.07
	29		8	3	22	0	54	141.3	38.9	337	34.1	9.88
	30		8	8	29	21	31	141.4	37.7	252	27.5	9.16
	31		9	4	7	4	10	141.7	37.3	256	22.7	11.28
		平均										10.10
D 型	32		7	6	3	9	20	141.7	38.2	302	40.5	7.45
	33		9	2	11	7	02	142.0	37.4	265	33.4	7.93
	34		10	3	31	6	20	141.6	37.4	252	34.0	7.41
	35		12	1	7	15	12	142.0	38.8	360	41.4	8.70
	平均											7.87

域に起つた地震も他の地域の地震とは判然と識別出来る。

(3) 小名濱より北方奥羽南部及び其沖合 此区域の地震は 8 回にして第 3 表の如し。

此区域は B 型と D 型の漸振型のみにて節線型を含まず。B 型の震央係数は平均 10.10, D 型は 7.87 となり; B 型は D 型に比し 28% 大となり, 大森係數に比し實に 36% も大となつてゐる。此区域の地震は(2)區と(4)區の

第 4 表

型	番號	發 震 時					震 央		震央距離 Δ(km)	初期微動 繼續時間 t(秒)	震央係數 Δ/t
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯			
A 型	36	昭和 7	7	10	16	46	145°0	39°6	615	67.1	9.17
	37	8	6	9	3	12	144.0	40.2	588	65.0	9.05
	38	8	6	14	5	35	143.7	40.7	605	64.3	9.41
	39	8	7	21	8	15	144.8	38.5	545	55.0	9.91
	40	10	9	18	17	25	142.6	42.0	680	73.5	9.25
	41	10	10	2	14	35	145.8	42.9	895	99.8	8.99
	42	10	10	19	6	52	143.5	40.0	552	58.0	9.52
	43	11	3	2	12	20	144.0	41.6	700	67.7	10.34
	44	11	3	11	9	45	143.7	39.7	548	55.5	9.87
	平均										9.50
C 型	45	7	11	26	13	25	142.5	42.3	705	80.4	8.77
	46	8	3	3	4	42	143.2	39.4	524	61.5	8.52
	47	8	3	3	5	47	144.6	39.2	570	52.4	10.88
	48	8	4	9	11	47	144.0	39.2	520	58.4	8.92
	49	9	10	6	5	27	143.4	41.6	672	87.8	7.66
	50	10	10	13	1	46	143.3	40.4	565	74.8	7.55
	51	10	10	13	10	58	143.4	40.2	560	71.7	7.81
	52	10	10	18	9	13	143.8	40.2	577	80.3	7.19
	53	10	10	18	23	55	143.9	40.4	605	76.0	7.69
	平均										8.33
D 型	54	7	9	3	21	00	143.1	41.0	615	83.1	7.40
	55	8	1	7	13	08	144.0	40.3	600	70.2	8.55
	56	8	4	23	16	14	143.6	39.7	524	61.8	8.48
	57	10	9	11	23	06	145.1	42.7	820	100.3	8.37
	平均										8.20

中間に位し、週期も亦略、兩者の中間位で、波相は前者より複雑であるが、後者程複雑ではなく、週期と距離とを考へに入れて觀察すれば、兩者及び他の區域の地震と區別し得る。

(4) 三陸沖より根室沖に至る區域 此區域は有名なるタスカロラ深海と奥羽東海岸及び北海道南東海岸との間の比較的傾斜の急な斜面の部分に屬し、時々大規模の地震を發現し、回数も亦頗る多い。此區域に屬する地震は合計 22 回である。

此區域には B 型を缺き、震央係数は A 型最も大きく、C 型及び D 型に比し夫々 14% 及び 16% 大であるが、他の區域よりも其差は比較的少い。C 型及び D 型に於ては初期微動中に短週期波動を著しく交へて波状を呈し、D 型に於ては P 相 S 相はその發現時刻の判定の困難な場合が多い。特別な記象型を有し、他の地震との區別が容易である。

(5) 九十九里濱附近 (6) 東京灣附近 此區域の地震は兩者共 3 回宛にして、第 5 表に示す如くである。

第 5 表 九十九里濱附近

型	番 號	發 震 時				震 央		震央距離 Δ (km)	初期微動 繼續時間 t (秒)	震央係數 Δ/t
		年	月	日	時 分	東 經	北 緯			
D 型	58	昭和	8	11	1 17 22	140°7	35°7	165	22.6	7.31
	59		9	11	27 14 55	140.8	35.6	176	20.6	8.54
	60		10	2	20 5 10	140.6	35.7	156	20.6	7.58
	平均									7.81
東 京 灣 附 近										
A 型	61		10	1	19 7 43	139.7	35.6	106	12.7	8.34
B 型	62		8	7	6 10 59	140.0	35.6	120	14.7	8.16
	63		10	1	3 23 55	139.9	35.7	106	17.4	7.36
	平均									7.76

九十九里濱附近は D 型で、震央係数は 7.81、東京灣附近は A 型及び B 型で、震央係数は 8.34 及び 7.76 である。

(7) 野島崎及び新島附近 此區域の地震は合計 7 回にして次表の如し。

第 6 表

型	番 號	發 震 時					震 央		震央距離 Δ (km)	初期微動 繼續時間 t (秒)	震央係數 Δ/t
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯			
A 型	64	昭和 10	6	29	3	58	140°3	34°8	208	23.6	8.81
	65	10	6	29	3	48	140.3	34.7	212	22.3	9.69
	66	11	10	26	0	31	140.1	34.4	240	22.5	10.67
	67	11	12	29	2	20	139.2	34.4	221	25.0	8.84
	平均										9.50
D 型	68	9	4	15	19	33	140.0	34.5	225	31.2	7.21
	69	10	6	15	6	10	140.3	34.7	238	25.5	9.33
	70	11	12	27	9	15	139°10'	34°25'	217	26.4	8.22
	平均										8.25

此區域は A 型と D 型で、震央係數は夫々 9.50 及び 8.25、即ち A 型は D 型に比し 15% 大である。此區域の地震と鹿島灘の地震とは A 型に於て酷似

第 7 表

型	番 號	發 震 時					震 央 地	震 央		震央距離 Δ (km)	初期微動 繼續時間 t (秒)	震央係數 Δ/t
		年	月	日	時	分		東 經	北 緯			
A 型	71	昭和11	10	20	23	24	静岡-志太郡中部	138°2	35°0	170	20.3	8.37
	72	11	11	19	22	57	山梨縣東部	139.0	35.6	86	11.0	7.82
	平均											8.10
B 型	73	9	11	8	12	26	新潟-名立沖合	138°00'	37°18'	137	16.7	8.20
	74	10	4	9	17	19	天龍川中流域	137.9	35.0	184	23.2	7.93
	平均											8.07
D 型	75	8	9	21	12	14	能登強震	137.0	37.1	199	25.0	7.96
	76	8	10	4	3	39	新潟縣中部	138.8	37.2	91	12.6	7.22
	77	9	3	21	12	40	天城山	139.0	34.9	164	21.8	7.52
	78	9	6	6	3	45	福島-高田附近	139.8	37.4	130	19.3	6.74
	79	9	8	18	11	39	岐阜-八幡附近	137°02'	35°43'	198	25.6	7.73
	80	10	3	7	19	27	秋田-男鹿半島沖	139.6	40.0	395	55.0	7.18
	81	10	3	8	2	31	福島-中の川流域	139.6	37.4	120	16.9	7.10
	82	10	7	11	17	25	静岡強震	138°26'	34°59'	165	21.6	7.64
	83	11	2	21	10	08	河内大和強震	135°41'	34°31'	375	52.8	7.18
平均											7.36	

し、判別困難なことがある。

(8) 其他 次に他の地方を一括して第7表に示す。

即ち他の地方全部を綜合したのも A 型は 8.10 にして最も大きく、D 型は 7.36 にして最も小であつて、A 型は D 型に比し 10% 大である。

此の他、日本海北部 3 回、八丈島南方沖 4 回、父島北西沖、若狭灣、飛驒北西部、榛名山南麓、釜石東方沖、千葉市附近、熊谷附近等に各 1 回あつたが、之等は深發性又は類似の地震であつて、同一に扱ふことが出来ないので除外した。

結語 前橋に於て昭和 7 年 6 月より同 12 年 2 月迄に觀測された地震 83 回の記象を調査すると、之等は A, B, C, D の 4 つの型に大別される。之は主に震源の位置及び發震機構により、節線の方向の相違せるによるものと考へられる。

初期微動時間と震央距離との關係 Δ/t を求めると、A 型最も大にして C 型之に次ぎ、D 型最も小となる。然し何れも從來用ひられてゐた大森係數よりは大にして、A 型に於ては 20% も過大を示す。

此關係は全記象を震央により 8 區に分けて調査したが、各區共同様の結果を示し、小名濱より北の奥羽南部及びその沖合に於ては平均 10.10 となつて最も大きく、中には 11.28 となるものもある。こゝに取扱つた震央距離 900 杆以内に於ては一般に震央係數は震央距離と共に増大し、震央の陸地に在る場合よりも海中に在る場合に大となる。

之により前橋に於て震央を決定せんとする場合には、先づその記象の何型にして何區に屬すべきかを判定し（此判定は少し地震調査にたづさはつてゐると左程むづかしくない）、その係數を用ひて震央距離を求めればよく、從來より一層正確に震央位置を決定することが出来る。（昭和 12 年 6 月）

文 獻

- (1), (2) 本多弘吉 驗震時報 5, 2
- (3) 清水光夫 氣象集誌 II, 6, 7
- (4) 川添萬平 氣象集誌 II, 9, 2