

八戸における震央推定のための基礎調査*

(地震記象型の特徴について)

草薙次郎**・石橋昭吉**

550.341

§ 1. はしがき

三陸沿岸の気象官署では、津波の警戒上からも、有感地震の際は、一地点の観測資料から、一応緊急に震央を推定しておかなければならないことが多い。しかし従来の経験からは、初動、 $P\sim S$ 時間などの不明りょうから必ずしも十分な推定は困難で、海底と内陸地震の判定さえ困難なことがある。

そこで八戸一地点の観測から震央を推定する参考およ

び補助手段を得る目的で、八戸における、(1) 有感地震の震央分布、(2) 地震記象型の分類、(3) 初動の押し引きの分布、および(4) 初動の偏り、について主として地域との関係を調べた結果の概要を報告する。

なお本調査に用いた地震の震源および規模は、昭和25年分は気象要覧、昭和26年以降は気象庁地震月報によった。

§ 2. 有感地震の震央分布

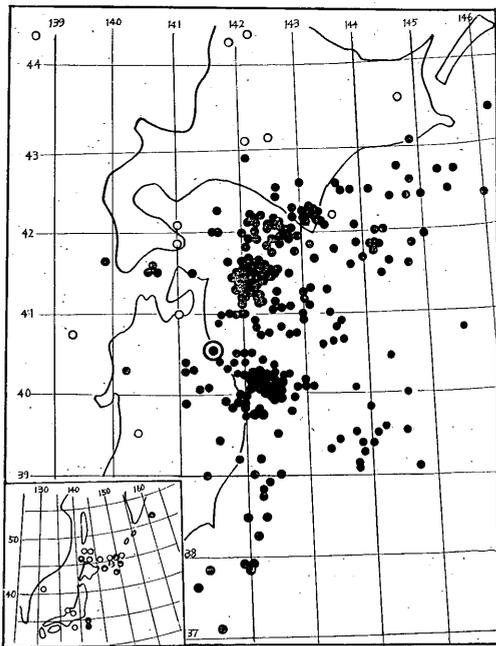
まづ最近の有感地震の震央分布の傾向をみるため、昭和25年~31年の7か年の八戸における有感地震の震央分布を、Fig. 1に示す。有感地震の総数369回のうち、震央の明りょうなものは279回で、そのうち22回が震源の深さ100km以上の深発地震である。ひん発地域は、浦河南西から宮古東方にかけての沖合で、ついで北海道南東沖、三陸はるか沖合が多い。海底の地震にくらべると内陸の地震はきわめて少く、その割合は、16%程度に過ぎない。また太平洋側を除き震央距離が300km以上の有感地震はおおむね深発に限られており、深発地域もほぼ一定している。

§ 3. 地震記象型の分類

昭和25年~29年(ただし資料の関係で、昭和30年、31年の内陸地震3回を特に用いた)の5か年の八戸における有感、浅発(深さ100kmまで)地震のうち、Wiechert式地震計に完全に記録され、かつ震源の明りょうな147回を選び、次の5つの型に大別分類した。

- A型 単純な節線型を示す。
- B型 単純な節線中間型に近い。
- C型 節線型に類似するが、 P 波しだいに増幅し、記象やや複雑となる。
- D型 節線中間型に類似するが、 P 波しだいに増幅し、記象複雑となる。
- E型 純紡錘型。

なおこれらの記象型の例図を、Fig. 2に示した(深発地震については資料不足のため省略する)。

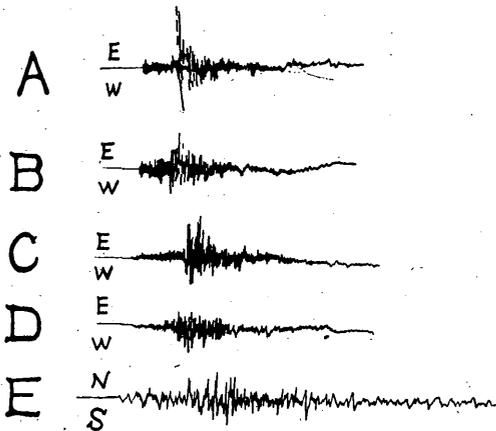


● : 浅発 ($0 < h \leq 100\text{km}$) ○ : 深発 ($h > 100\text{km}$)
◎ : 八戸測候所

Fig. 1 八戸における有感地震の震央分布

* J. Kusanagi and S. Ishibashi.: The Investigation for the Estimation of the Origin of Earthquakes from the Observations at Hachinohe (Received May 26, 1959).

** 八戸測候所

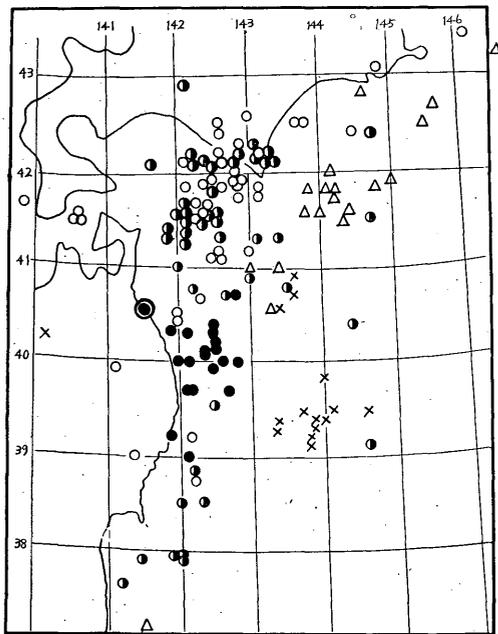


- A型 震度 II 1951. II. 28. 07^h59^m17. 6^s, 41. 1°N—142. 6°E
- B型 // II 1951. I. 5. 18^h43^m51. 7^s, 39. 7°N—142. 7°E
- C型 // II 1954. XI. 9. 20^h35^m55. 1^s, 42. 1°N—142. 4°E
- D型 // I 1953. VIII. 6. 00^h49^m31. 6^s, 41. 0°N—143. 0°E
- E型 // I 1952. III. 23. 03^h57^m27. 0^s, 39. 1°N—143. 8°E

Fig. 2 八戸測候所における地震記象型例図

(1) 地震記象型と地域の関係

記象型と地域の関係を Fig. 3 に示す。一見ふぞろい



- : A型 ● : B型 ●● : C型 △ : D型
- × : E型 ⊙ : 八戸測候所

Fig. 3 八戸における地震記象型分布

のようだが各型によってそれぞれ集団をなしていることがわかる。

すなわち、B、D、Eの各型は地域によってほとんど一定しており、B型は岩手県沖に、D型は北海道南東沖に限られている。紡錘型のE型は三陸沖合に集中しているが、奥羽内陸に全く同型のものがあることは、従来この型が、浅い海底地震の特徴と考えられているだけに注意を要する。しかし大別して、節線型は北海道襟裳沿岸から、青森県沿岸をとおり、岩手県内陸を経て宮城県の沿岸沿いに、また中間型および紡錘型はその沖に分布しているようにみえる。

また、この分布では浦河沖から青森県にかけての海底地震と内陸地震との記象型の差は認められない。

(2) 記象型と震央係数の関係

一地点観測では、震源の深さは決定できないので、普通は深さを0として走時曲線から震央距離を推定している。しかしある範囲内で記象型ごとに震央係数を求めれば、記象型を特徴づける諸要素から、むしろ震央距離を推定する定数として使用し得ると考えられる。そこで分類したものうち、震央距離 100 km~600 km の範囲内で、記象型に震央係数 ($\Delta/P \sim S$) を求めると次のとおりとなる。

(型)	(回数)	($\Delta/P \sim S$)
A 型	39	9.07
B 型	9	9.45
C 型	44	9.36
D 型	20	9.79
E 型	15	9.43

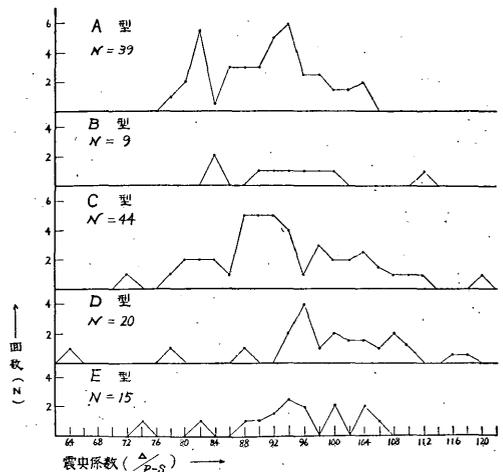


Fig. 4 記象型別震央係数のひん度曲線

Tab. 1 八戸における地震記象型の分類表

型	ひん発地域	$P \sim S$	深さ	$\Delta/P \sim S$	記象型の特徴	初動の疎密分布	初動の傾りの向
A型	浦河 { 南西沖 西沖 南沖	12~18s	20~40 km のことが多い	9.1	P, S ともに明りょうで、特に S は急激で振幅も大。 P 初動は小さく不明のことが多い。 P 波群の振幅は一定で減衰は非常に早い。 $P \sim S$ は正確に検測が可能である。	押し引き	右偏
		22~25s					
		18~22s					
	津軽海峡	16s前後	20 km 以下	8.6		ほとんど	
北海道南部	奥羽北部	25s前後	50~100 km が多い	9.4	引き	左偏	
		岩手県	12~19s	90 km ぐらい			8.9
B型	岩手県 主として久慈宮古沖	7~15s, 普通 10s前後が多い	40 km ぐらいが多い	9.6	P, S 振幅差大ならず、 P 振幅検測可能のことが多い。 P 波群の振幅は一定で減衰は早い。 $P \sim S$ はだいたい検測可能である。	ほとんど引き	右偏
C型	青森県 { 尻矢沖 八戸沖	12~15s	40~60 km が多い	8.9	P 波群しだいに増幅するも S 明りょうだが、 A型ほど顕著でない。 表面波が出ることもあり、減衰やや遅くなる。 $P \sim S$ はだいたい検測可能である。	押し引き	右偏
		11~17s					
	宮城県沖	22~29s	40 km ぐらいが多い	9.6		押しの場合が多い	左偏
	福島県沖	27~32s	10 km 以下が多い	10.3			
D型	北海道南東沖 { 十勝沖 釧路沖 根室南東沖	23~27s	一般に 40 km 以下	9.8	P 波群しだいに増幅し、 S はやや不明りょうとなる。 表面波発達し、減衰おそくなる。 $P \sim S$ 検測困難のことがある。	ほとんど押し	沿岸右偏 沖左偏
		24~40s					
		40s <					
E型	三陸はるか沖 { 青森県沖 岩手県沖	17~18s	20~40 km ぐらいのことが多い	9.6	P 波群しだいに増幅し、表面波卓越し減衰非常に遅くなる。 P 波初動検測可能なことが多いが、 S は困難、紡錘型。	ほとんど押し	右偏
		20~30s					

- A型 青森県沖、北海道南東沖にでることがある。
- B型 岩手県沖に限られる。
- C型 浦河沖、三陸はるか沖、北海道南東沖にでることがある。
- D型 福島県沖にでることがある。
- E型 奥羽内陸にでることがある。

すなわち、A型最も小さく、D型最大を示す。またこれら各型ごとの震央係数のひん度曲線を求めたのが、Fig. 4である。主として回数の不足や $P \sim S$ 決定の不明確などからと考えられるが、かなりのバラツキがあり、ただちに震央距離推定に用いるには問題ではあるが、いずれにしても従来簡便な実用式として知られている大森係数の値、7.42よりは著しく大きな値となっている。

これは、100 km までの深さの地震を一樣に取扱ったためであるが、主として地震波径路の地殻表層の相違による異常震域の結果であろう。

なお、本調査で用いた距離内での地震では、深さとの

関係は明りょうでなかった。

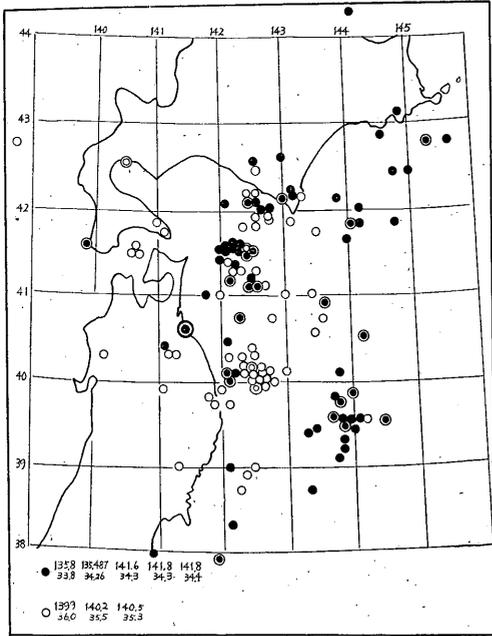
(3) 地震記象型の分類表

これについては、(2)の震央別、記象型ごとの震央係数、および以後の調査結果とともに一括して、Tab. 1に掲げた。

§ 4. P 波初動の押し引きの分布

同一地域に発生する地震は同じような発震機構によるものが多いであろうことは想像できる。かような場合、一地点の観測結果は、地震の発生地域によって疎密の状態で一定してくると考え、その分布を調査しておけば、

震央推定の参考となり得るであろう。資料は昭和25年～31年の7か年の八戸の浅発（資料の関係上、深さ120kmまでを用いた）地震で上下動の初動が明りょうな（上下動が不明でも水平動から推定し得られるものを含む）地震135回の初動の押し引きと震央の関係を Fig. 5 に示す。



●：押し波 ○：押し波 } 水平動よりの推定
 ○：引き波 ●：引き波 }
 ⊙：八戸測候所

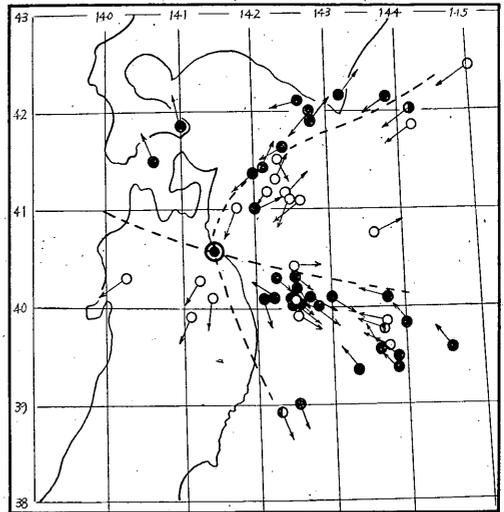
Fig. 5 八戸における P 波初動の押し引きの分布

これで見ると地域的に規則正しい分布をしていることがわかる。すなわち、八戸では三陸はるか沖と北海道南東沖の地震ではほとんど押しで始まり、岩手県沖と東北地方の内陸および津軽海峡の地震は引きで始ることが多い。浦河沖から青森県東方にかけては、押し引きの分布がやや複雑である。なお、ここで水平動からの推定も考慮したのは、水平動で初動の出現が明りょうでも、上下動で不明りょうに出やすい地域の有無を見当づけるためでもあるが、地域的な傾向は明らかでない。ただし、押し波の推定される場合が、引き波の場合にくらべ、非常に多いことは一つの特徴といえるのではあるまいか。

§ 5. 初動の偏り

地震計による初動方向は、普通、震央方向とある偏りを

なすことが知られている¹⁾²⁾³⁾。もし震央によって偏りの特性があるとすれば、震央推定の有力な資料になる。そこで、§4 で用いた資料のうち、初動の大きさ 5μ 以上のものを選び、200 万分の1 地図上で直接作図し、震央との偏りを求めた。用いた地震は52回で、結果を、Fig. 6 に示す。



●：震央に対し右偏 ○：〃 左偏
 ○：〃 偏りなし ⊙：八戸測候所
 Fig. 6 八戸における初動の偏りの分布

これによると、偏りの傾向が全然でたらめではなく、震央によって特徴があることがうかがえる。すなわち海岸線とほぼ直角に交わる線を考え、震央分布を4象限にわけてみると、北東と南西象限では初動方向が震央方向に対し左偏し、北西と南東象限では右偏の傾向があきらかである。この結果だけからみれば、海岸線に沿って三陸沖は地震波が早く、または地殻表層がうすく、北東から南西方向は遅く、または地殻表層が厚い⁴⁾と考えれば一応説明がつけられる。しかし予想される偏りの誤差（常数の変化、初動の読み取りおよび作図上の誤差等）が多いと思われる、また資料も不足なことから不満足な結果なので、ここでは一応平均的傾向があるらしいことだけを述べるに止める。数地点の観測資料によって偏りを求めれば、ある程度この付近の地殻表層の構造も推定し得られるかとも思われるが、これは今後の調査にまちたい。

§ 6. む す び

以上の結果を要約すると次のとおりである。

(1) 八戸における有感地震のひん発地域は、浦河沖から宮古東方沖の海域で、内陸地震は少い。

(2) 地震記象型を分類した結果、発生地域によって、ほぼ類似の記象型をなし、概観して、内陸および海岸線に沿い節線型、沖は節線中間型および紡錘型が多い。

(3) 八戸一地点の資料から緊急に震央距離を推定する際の震央係数は、深さ 100 km 以内、震央距離 100~600 km の範囲内では、記象型別に、9.1~9.8 ぐらいの値を用いるのがよいようである。

(4) 八戸における初動の押し引きの分布は、震央によって、きまった分布をなすことが多いが、浦河沖から青森県東方沖にかけての地震ではやや複雑である。

(5) 初動の偏りも地域的に特徴ある傾向をもつらしく、海岸線沿い、またはこれと直角に近い線を考えれば、北東と南西象限では震央に対し左偏し、北西と南東象限では右偏の傾向がある。

(6) 震央推定のための記象型の分類は、Tab. 1 のとおりである。

以上は統計的に震央と観測結果の関係を調べたものであり、この結果に対する考察にはふれていない。また、地殻の平均厚さを 30~40 km と考えれば、この辺を境

にした記象型の差異も当然考えられるが、これらについての検討は次の機会にゆずることにした。

いずれにしても、以上の結果を考慮にいれば、八戸だけの記象から緊急に震央を推定する際、一応参考になるものと思われ、その後、2、3の有感地震に適用してみたが、ほぼ妥当に近い震央を得ている。

また記象紙は複写し、現業の参考資料として用いられるようにした。

終りに、本調査にあたり御指導をいただいた半沢所長、多大の御援助を与えられた仙台管区气象台、渡辺偉夫技官、および作図の労を煩わした吉田光雄氏の各位に深謝する。

参考文献

- 1) 福富孝治：関東各地に発生する地震初動の特性，地震，**3** (1931)，592~616.
- 2) 岸上冬彦：関東地方の初動について，地震，**4** (1932)，18~25.
- 3) 松沢武雄：地震の初動のかたよりの例，地震，**7** (1935)，179~184.
- 4) 宇津徳治：初動方向のかたよりについて，験震時報，**21** (1956)，13~20.