地震波速度の時間的变化と其の間に起つた

他の地震の発震機構との関係 (第2報) *

岡野敏雄・本間正作 **

第一報に於て、田島地震、鳥取地震を調査せる結果、表題に関して極めて著しい例を得た。第2報に於てはさらに昭和18年3月4月の鹿島灘地震について調査を進め、又若干の検討を試みる積りである。なほ、調査方法に関しては第一報を参照されたい。

§4 鹿島灘地震

此の調査に於ては水戸を基準観測所とし、用ひた比較地震の組合せは第6表の通りである

第6表

附 図 番 号	比較地震 (鹿島灘)						比較地震の間に起つた主な地震						
	発震時		震源地			規模	発震時		震源地				規模
	月日	時分	東経	北緯	深さ		月日	時分	東経	北緯	深さ	震央地名	
第十 図	Ⅲ 15	1009	141.8	36.1	極浅	小	Ⅲ 19	611	139.9	36.2	60	茨城縣南 西部	小
	Ⅳ 20	623	141.5	36.1	極浅	小							
第十一 図	Ⅲ 20	693	141.5	36.1	極浅	小	Ⅳ 7	1837	140.6	35.8	50	千葉縣佐 原附近	小
	Ⅳ 11	2346	141.25	36.25	0	顯							

第6表の比較地震に関して作つたA Bが第7表である。Bを地図上に記入したものが第10図(a)、第11図である。第10図、此の図に於ては総ての観測値が負である。然し、比較地震の中、最初の地震の走時曲線について調べると、基準観測所である水戸の発震時のみが約3秒程早くなつてゐる。それで-3.0秒の線を連ねて見た。すると東北地方は秋田を除いて総て負である。然し秋田は脈動多く、観測値は余りよくない。その他三島、大島が負であるのみで他は総て正になつてゐる。此の比較地震の間に起つた茨城南西部の地震は、第10図(b)に於る様に一方的の節線を持つて居り、円錐型と考へられる。此の場合は後述する如く正負の分布は第16図の如き分布を示すことが予想される。今の場合三島、大島が負で静岡、甲府が正になつてゐることが相当よく説明される。第11図此の例では正負の分布と佐原附近の地震の節線とは略一致してゐる。然し今迄の田島、鳥取の例に於ても、初動の押の象限が正で、引の象限が負であつたが、今度は逆になつてゐる。

此の説明は次の様に考へられる。此の両比較地震の間隔は約22日である。而も千葉縣の地震は前の地震から約18日許り経過して居り、後の期間は約4日許りであり、後の期間は前の期間に比べて極めて短期間である。故に比較地震の前の地震は、千葉縣の地震の歪が未だ充分加はらない中に起り、後の地震は未だ千葉縣の歪が完全に除去されない中に起つたとも考へられる。従つて、両

* T. Okano and S. Homma: On the Time Variation of the Velocity of Seismic Wave. (Part 2)

** 中央氣象臺

此の節に於ては、走時曲線の直線的の部分について論ずる。即ち時間の変りに距離に置換へて述べる。第12図に於て、 F S を比較せる両方の震央、 O を基準観測点で、今迄の例では白河、豊岡、水戸等に相当する点である。 P を任意の観測所とする。 F 、 S を中心として円を画く。 F の地震について P の発震時より O の発震時を減じたものは図に於る AP である。同様に S の地震については BP である。即ち今迄の方法に依れば、 $(BP - AP)$ に相当する時間を時間差としてゐる。故に地震波速度の変化がなく、 F S 二点が異なれば $(BP - AP)$ は当然零ではない。此の $(BP - AP)$ の等値線は F S を焦点とする、双曲線群である。特に $BP - AP = 0$ なる線は此の曲線群中の O 点を通る一分岐である。

次に F S が F P - S P に比べて非常に小さい場合を考へる。 F S の中点を M とし、 M P と二つの円との交点を A 、 B とすれば $AP - BP \approx A'B'$ 。即ち此の場合の等値線は M を通る放射半直線であり、その値は両円に切取られた部分に等しい。特に O 点の方向には零である。即ち比較震源に対して基準点の方向には、震央に差のある時でも、補正値は零になる。又直線 F S に対して O の対称点を O' として M O' の方向にも補正値は零になる。又 F S の方向には、補正値の絶対値は極大になる。

是を本論に就いて云へば、田島地震には白河方向、即ち関東北東部、鹿島灘方面；鳥取地震については基準点が豊岡の場合は近畿北部、中部地方、基準点が松江又は米子の場合には山陰西部、北九州方面；鹿島灘地震については関東、中部地方；に於て震源の差による補正値は零になる。

本論に於る各比較地震に就いて地震波速度の遅速を考へた時、震源は同じであり、地震波速度の変化の無い所と云ふ考へから、震央の極く近くの点を基準点に選んだが、上述の如く震央の方向に依つて補正を加へる必要から、却つて比較の震源から遠く、調査せんとする地震の震央附近の点を基準点に選んだ方がよい。然し充分遠い所を取るのではなければ、次節に述べる様に正負の分布については又考慮しなければならない。

§ 8 正負の分布

此の節に於ては発震機構と地震波速度の大小との関係があるならば、発震時差が如何なる分布状態を示すかについて考へてみる。

(1) 象限型の発震機構の場合、

例へば第13図の如き場合について考へる。即ち F 比較地震の震源、 E は其の期間内に起つた地震の震源で、 F が E の押の象限に含まれる場合である。此の場合地表面下に於る押引の分布は、深い所でも地表面に於る分布と変化ないものとする。

今、任意の点 P に、比較地震 F より到達する地震波線について考へる。地震前には、押の象限に於て速度が早く、引の象限では遅くなるとする。 P に到達する地震波は引の部分に比べて、押の部

分を多く通過するか、又は少ないかに従つて、速くなり又遅くなり両者の等しい距離を通過する場合には変化無いものと仮定する。すると、此の場合に速くなる部分と遅くなる部分との分布 即ち E の地震後に於る歪の無い時と比較しての正分の分布は図の様である 即ち斜線を施した部分が、負、他は全部正になる。 BD 、 $D'D$ は各々節線に平行な直線で、節線との距離が F と節線との距離に等しい。 DQ 、 $D'Q$ は各々 $D'O$ 、 $D'B$ を漸近線とし点 F を通る双曲線の一分支である。

然し FP が充分遠い場合には、地震波線は可成り深層を通過して来る。然るに押引の影響は、地下の如き高圧力の下では、水平的には可成の廣さを持つてゐても、垂直的の廣がりには小さく、大体震源の深さの程度と考へられる。又地震波線は下に突に湾曲してゐる。従つて P 点の充分遠い場合の遅速の影響は、結局地震波線の最後の部分が、押引の象限を通ることに依り現はれて来ると考へられる。故に此の場合は近似的に E の節線と一致する。

(2) 円錐型の発震機構の場合

第10図の場合に準じて説明する。第14図は第10図の時の節円錐の見取図である S は地表面、 E は震源、円錐面の内部が押、外部が引である。そして此の円錐面と S 平面との交線が節線である。第10図のような場合を考へる時、第14図に於て重要なことは 第14図
円錐面の底の母線 EF について F が E より少し許り浅いか、又は EF が S 平面に平行な位置に存在することである。

何故ならば、此の円錐面は、第14図に於る如く片方のみに存在するものではなく E 点に対して対称の方にも存在し、其の一番浅い母線は EF の延長線である。然るに FE は一つの地震波線を示すものであるから 地表面に近づく如く湾曲してゐるから、 EF を両方に延長すれば地表面と二点で交らねばならぬ。故に地表面に於る節線は一本だけでなく必ずもう一本の節線が地表面に現はれる。然るに第10図に於る節線は一本丈地表に現はれてゐて F の延長の地表との交点は現はれてゐない（現はれてゐれば此の一本の節線は閉じてゐる）故、他の節線は震央より余程遠方に出てゐると見られる。その爲には、 E が深く EF が地面に平行か、又は F が E より浅くなければならない。この事は(2)に於ける今後の理論に重要な意味を持つてゐる。

第15図

第15図は第14図の平面図で、 Q は比較震源、 E は速度変化を與へた地震の震源で図の如く節線が存在する。観測点 P が節線の内部に存在する時は問題はない。此の時、 Q より P に達する地震波線は PQ が260杆位でも60杆以内の深さしか通過しない。これより震央距離の近い場合はもつと浅い所しか通らない。従つて第14図 EF の角度が水平から相当違つてゐても、 P に達する地震波線が円錐外に出ることはない。

次に P が拋物型節線の外部にあるとする P に達する地震波線について、円錐の内部又は外部を通る距離が等しければ、 P に於る発震時は普通と比べて変化無く、地震波線が内部を多く通過した時は正、逆の場合は負になると考へる（此の正負は、田島、鳥取、鹿島灘の場合と同じである）故

に円錐の内外を通過した部分の等しい所のP点の、地表面に於る軌跡を求めれば正負の分布が明確になる。

此の正負の境に当るP点の軌跡を求むる爲、Qを通つて地表面に垂直な平面群を各方向別に取りて考へる。そして垂直平面を、上の兩平面の交線を軸として直角だけ回轉し地表面上に現はす。すると、垂直面により切取られた円錐体の部分は斜線を施した型である。此の型は極めて細く、一般の場合には丁度飛行機翼の断面の如き型で、極限として切断面がEを通る場合は、交叉する二直線で囲まれた細い三角形になる。図に於ては、方向により形の変化する様子を示してゐる。

QよりPに至る地震波線は、QPを通る鉛直面上にあり 円錐面とQに於て交はる。然るに円錐の切断面AQは細長く、Qの附近に於てはAQとQPとは殆んど平行状態にある。さてP点はQGとQPとが等しい様な点で且つ地平面上の点である。故にAQの少しの曲線の變り方でP点はAQの方向に非常に位置が変化する。AQはP、Qの少しの方向の変化で形が變り結局P点の軌跡は第16図の太線の様になることが想像される。そして第16図の斜線の部分がPQ-QGなる部分である。

§ 7 結 語

以上各種の例について説明を行つたが、これまでの所未だ断定は出来ぬが、地震波速度の変化が歪によることも關聯して、節線との關係は全然否定することも出来ない様である。断定出来ぬ理由としては、取扱つた例題の數にくらべて簡単な好例に乏しいこと、又各例についてもその説明に対して、余り技巧を施しすぎた嫌いがあること、又観測値についてもあまり精度の善くないこと等がある。従つてこゝに述べた解釋が唯一のものと主張するわけにはゆかない。

然し今迄の所曲りなりにも説明出来ることは、特に高萩沖の地震の節線と田島地震による地震波遲速の分布との關係については、或いは全く他の理論によるかも知れぬが、少くとも此の事實を否定することは出来ない。

鳥取地震の例について 簡単な例の乏しかつたことは、個々の震源が一致せず、その位置も明確に決らず、従つて距離の補正も正確を期し難いこと等によるものと思はれる。

比較地震の位置についても、 $\frac{3}{10}$ 度以上は別として、これ以下の震央の整のある場合は、却つて本論に於る方法による方がよい。これは已に第一報§1に於て述べた通りである。鹿島灘の地震については、海底の地震の爲に周囲の観測値は無く震央位置は余り善く決らないが、これに対して、要覽の位置に依る時間補正を行つたが却つて結果は悪かつた。これは§5に述べた如く、基準点の方向に於ては震源の位置の相異の補正を施す必要がない場合に相当する。

第 16 図

一般に節線との關係を判断する場合、個人の主観が入ることは免れない。又此の方法に依る欠点は、比較地震に対する方向に依り補正值が異なることで、これに対しては等値線を引いて、間に起つた地震の節線についてそこに等値線の飛躍があるか否かを調べればよい。なほ、此れ以上の欠点

は、震源の一致し、適当な期間を置いて起つた比較地震と、其の間に影響を及ぼしたと思はれる地震を組合せる爲に、適当な例の僅小なことである。故に此の調査を行ふ爲には適当な例を選ぶことに苦心を要する

冬季に於ける極東アジアのシベリヤ P_c 氣團の 垂直構造とその消長に就いて *

**
半 沢 正 男

§ 1 緒 言

本研究は東北大学講師森田純氏より與へられた卒業論文として中國及び滿洲のラヂオゾンデ資料からシベリヤ P_c 氣團の垂直構造とその消長について調べたものである。筆者はさきに Wexler⁽¹⁾⁽²⁾

の論文を基にした北アメリカの P_c 氣團の調査を行つた。今度の調査に於てもそれとほぼ同じ方法に依つて研究をすゝめた。その結果シベリヤ氣團の垂直構造について二三の事実が明らかになつた

§ 2 資 料

中央氣象台発行の高層天氣図⁽³⁾に附けてある東亞各地のゾンデ資料の中、ハイルル、長春、咸興包頭及び運城の昭和 18 年 1・2 11・12 月のものを使用した。これらの地点をえらんだ理由は冬季に於ける極東の平均氣圧図でシベリヤ高氣壓の中心がイルク ツク附近にあることから

イルク・ツク—ハイルル—長春—咸興

の線と イルク・ツク—包頭—運城

の線がえがき易く又これらの地点が氣團の發源地に近いことが考へられたからである

§ 3 資 料 の 整 理

P_c 氣團生成の理論

冬季雪におおわれたシベリヤ大陸、北極海方面では大氣の下層が輻射の爲著しく冷却して密度大となり、その結果補足流が周囲から流入して高氣圧がつくられる。P_c 氣團は下層に生成の原因があるから“背の低い”高氣圧である。それでは雪面の輻射の機巧は如何なるものであろうか。

Falckenberg⁽⁴⁾によると雪面からの輻射は黒体輻射のそれよりも 5% 少いだけであるから、ほぼ Stefan-Boltzmann の法則に従う。即ち

$$I = \sigma T^4$$

ここで I、T、 σ は夫々輻射強度、絶対温度、常数 (8.2×10^{-12}) を表はす。それで晴れた種

* M. Hanzawa: On the Structure and Activity of the Siberian P_c Air-mass in Winter Season in the far Eastern Asia..

** 中央氣象臺.