

地震横波の初動から見た震源の運動機構

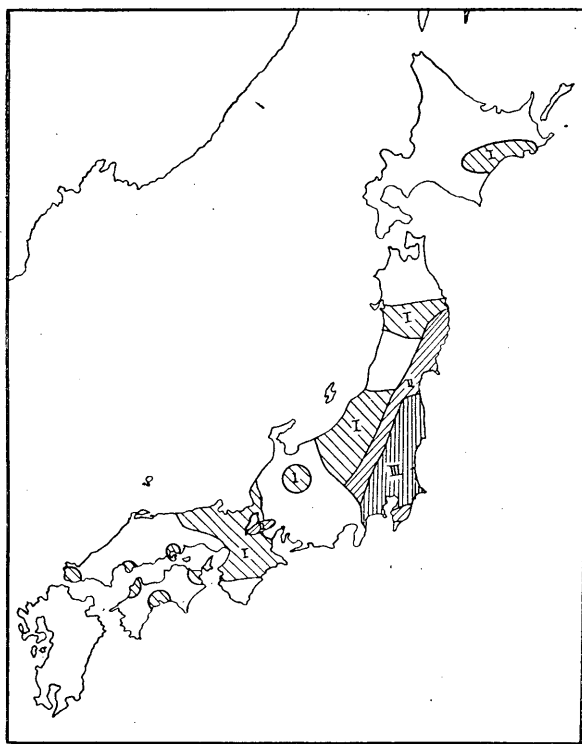
鷺 坂 清 信

一、緒 言

震源の運動機構を單にP波の初動のみから論じたものに就ては内外に於て、種々な論議が提唱されて居る。而してそれ等の説も地表の各地で観測されたP波の初動の方向及び大きさの説明に關する範圍内では大體に於て矛盾がない。然しそれらの説の中で著者が特に斷層説を支持した所以は、先づ從來の斷層説に従ひP波の初動により震源の運動機構を定め、其のP波の節線に當る觀測點に於いて、地震記象に所謂P相節線型が現出することを發見したるによるものである。其の後本多技師は地表面の小地震に關してP相節線型は斷層線上にも現出することを事實に於て認め、他方故中野博士の理論を應用して之を證明された。此の本多技師の發見は斷層説に關して極めて重要な事であつて、今迄斷層説によつて説明された震源の運動機構は再考を必要とするに至つた、即ち從來の調査に於て斷層線として報告されたものは或は節線であるかも知れぬのである。

然しながら實際斷層面が生ずるとすれば斷層線上の記象型と節線上の記象型との間には何等かの差違がなくてはならないとも考へられる、その差違を見出し、以て斷層面を判定せんために著者はS相初動

に注意した、其の結果は記象型の對稱性の發見となり、斷層面の判定には失敗したが、斷層説に關して反省を促すべき規則だつた資料を得た。從來S相初動の讀取りは殆んど不可能とされたものであるが幸



第三圖 志摩半島深發地震の震度分布圖

にして、之が明瞭に讀める二つの地震を得た。その一つは深發地震にして昭和四年六月三日志摩半島沖のもので、他は地表面地震にして北伊豆烈震の前震である。

二、記象型分布圖

此處に第二圖として掲載せる記象型分布圖は昭和四年六月三日、志摩半島沖に發した深發地震の記象であつて最近數年間に現出したものの中最も記象の簡單明瞭のものである。而して此の圖は本臺地震掛木澤綏氏によつて百萬分の一の地圖上に實際の記象と同大に、出來得る限り精密に描寫したものである。但し名古屋は一、四倍、長野は一、二倍に寫真で擴大されたものを描寫した。斯く

して得られた圖が此處に複寫縮小されたのである。又此の記象の多くはヴキーヘルト地震計に依つて得られたものであるが、例外として高知は地動計、津、金澤及び宮崎の水平動は簡單微動計、福岡の南北動は地動計、東西動は微動計に依るものである（次節參照）。

此の圖を見るに一般にP相の初動が極めて明瞭である事が認められる。次にP相及びS相の發達状態に注意するにP相の最も發達せるは近畿地方、八丈島及び關東地方の一部等である。次にP相の最も微小なるは九州地方であり、次いで本州中部地方の一部である、之等P相の微小なる所に於いては却てS相が一般に發達してゐる。又S相初動と思はれるものが可なり多く極めて明瞭に現出して居ることが解るであらう。

尙又近畿地方以西と其の東方に於いて記象上の振動状態が全く異なることに注意されるであらう、即ち西部は極めて急激に制振するが東部は中々振幅を減少しない、其の最も極端なる差違は四國と關東地方である、之日本は近畿地方と中部地方の境界の東西に於いて地質上或は地形上大なる相違があるのであるまいか、特に關東地方に於いては○・八秒程の短週期の波がP相のみならずS相中にも發達してゐる。此の事が異常震域の原因と極めて密接の關係があるであらう事は石川、國富、和達の諸氏に於いて既に認められて居るのであるが、此の圖を見るについて今更の如く感ぜられる（口繪第一圖も參照）。

和達博士の言はれるやうに震源が深いといふ事も異常震域の一つの原因であることも此の圖から見え

る。即ち此の地震の震源の深さは約三百軒であるが震央距離七八百軒以内に於ては其の記象の勢力は容易に減小しないが此の距離を越へて走時曲線の彎曲點、約千軒に近づくに従ひ急に其の記象の勢力の減衰することが解る。

最後に見通すべからざる一つの重要な事がある、それは潮岬及び八丈島等の上下動のP波の主なる振動、並びに濱田、長崎等のS波の主なる振動が殆んど一、二振動で止んで居ることである。之れは震源に於ける主なる變形は週期の三秒乃至四秒の波を一波長か二波長送り出す間に爲される事を意味するものと考へられる。若しも震源に於いて最初の數秒間になされたものと同程度の大きさの運動が繰返されるとすれば、その記象の急激の制振状態は考へられない。之を以て見れば關東地方の地震動の減衰しない事は震源の直接影響以外の事柄に依つて、上記の急激に制振する土地との差違が説明づけられなければならぬ。以上の事から波源として震源の主なる變形は四秒か五秒の間に爲されるといふ事が解る。

三、觀測表（其の一）

此處に掲げた志摩半島沖の深發地震の觀測表はS相初動を示すのが目的であり、其の他の事は著者の前報文に記載したものであるが、二三訂正箇所もあり、又此の深發地震は極めて簡單明瞭に記象されたが故に現今のみならず、將來に於いても多くの人の論文資料となると思はれる。されば其の觀測値につき詳細に説明して置くこととする。

観測所名	發震時刻	初期微動	P波	S波	震央距離	地震計
津	六、三九、一〇、五	三六・六	西南西北	西北一六〇	八四	＊簡單微動計
潮岬	一四・四	三八・五	西南西北	西北二三五	一六七	＊ウイーヘルト式
濱松	二〇・〇	四〇?	西南西北	西北二五(北一六〇) (西三四〇)	六五	簡單微動計
洲本	二三・〇	三九・五	西南	東北不明	二一八	＊ウイーヘルト式
八木	二三・八	三六・二	西南	東北不明	一三五	簡單微動計
名古屋	二四・一	三七・〇	西南	東北不明	一〇六	＊ウイーヘルト式
岐阜	二五・二	三六・〇	西南	東北不明	一三六	簡單微動計
大阪	二五・四	三八・二	西南	東北不明	一七〇	＊大森微動計
神戸	二五・五	四〇・五	上	西南	一九七	＊ウイーヘルト式
京都	二六・一	三七・五	上	西南	一六〇	＊同
彦根	二六・四	三八・六	上	西南	一四五	＊同
和歌山	二七・〇	四一・〇	上	西南	一九二	簡單微動計
沼津	二七・八	四〇・七	上	西南	一七三	＊ウイーヘルト式
高山	二八・四	四一・四	上	西南	二一〇	簡單微動計
徳島	二八・六	四四・〇	上	西南	二四九	＊同
松本	二九・〇	四〇・三	上	西南	二二八	＊同
豊岡	二九・六	四三・六	上	西南	二六五	＊ウイーヘルト式

柿岡	多度津	山形	高知	筑波山	水戸	長野	伏木	東京	前橋	熊谷	室戸	追分	横濱	新居濱	岡山	八丈島	布良
三八・二	三八・〇	三七・三	三七・一	三七・〇	三七・〇	三五・一	三四・八	三四・七	三四・四	三四・一	三三・五	三三・〇	三二・二	三二・二	三一・〇	三〇・九	三〇・三
四四・六	四四・〇	五九・〇		四八・〇	四八・五	四五・七	四五・一	四三・九		四三・〇	四四・三	四五・〇	四三・〇		四五・〇	四四・六	四〇・〇
西南	西南	西南	西南	西南	西南	東南	西北	西南	西南	西南	西南	東	西南	西南	西北	西北	西南
六六二	五九二	二七二	七七一	一微	三三	三一	一五	一二		一六一	一六	三	三二	二二	三一	一一	一三二
五五	三七	四二	九五	五〇	一一	〇〇	三八	〇		二〇	五四	四	二五	六一	一〇	一二	八〇
		二五								六〇			六五		四〇		
			下		下		下			下			下		下	下	下
			一〇		四七		一五〇			九五			二九〇		二二〇	一三八	
		西北			北	西北	西南	西北		西北	東北		北	東	東	西	東南
		九七六七			一〇〇〇	一一〇〇	北不明	三七五		二〇三六	二二二四		六六二以上		九七〇	北不明	北不明
							北?	上									
三五〇	三二四	五二二	三五三	三四二	三七八	二八〇	二八一	二八一	二九一	二八八	三五二	二六二	二五七	三七〇	三一	二七〇	二四九
〇	〇	〇	＊	〇	〇	＊	〇	＊	〇	〇	〇	大	＊	〇	〇	＊	同
ウイールト式	簡單微動計	簡單微動計	ウイールト式	簡單微動計	地動計	ウイールト式	簡單微動計	ウイールト式	簡單微動計	ウイールト式	簡單微動計	大森式微動計	ウイールト式	簡單微動計	簡單微動計	同	同

宮崎	石卷	仙臺	大分	釜山	小名濱	新潟	福島	會津	濱田	境	廣島	吳	横須賀	松山	宇都宮	高田	銚子
五九・九	五九・六	五六・八	五六・七	五五・〇	五三・六	五二・四	五一・七	五〇・〇	四七・九	四七・四	四四・〇	四三・二	四三・二	四三・〇	四〇・四	三九・四	三八・六
六九・〇	六二・六	六一・〇	六二・〇		五三・八	五四・〇	五八・〇	五四・〇	五八・〇	四五・九	五五・四	五二・八		五二・〇	四五・〇	四九・〇	五三・〇
西北	西南	西南	西南	西南	西南	西南	西南	西南	西北	西北	西南			西南	西南	西北	西南
一〇	二五	三三	三四	四五	二〇	一〇	一〇	一〇	四八	一五	九四	五六		一三	二一	二四	三七
					二〇	一〇	一〇	一〇	四五	四五	四六	五六		三〇	一六	一七	二八
			下	上					上							下	下
			三八	五五					五三							八五	五二
上		西北	東						東					東		西北	
		一三	三〇						四〇							四〇	二〇
		三三	三四						六							〇〇	〇〇
									上								
六〇一	五八九	五五三	五三六	七五八	四四八	四三九	四八六	四四九	四八〇	三九五	四四二	四三三	二四九	四一五	三五〇	三二九	三六六
動	動	〇	〇	同	〇	〇	〇	〇	〇	〇	同	同	同	同	〇	〇	〇
＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式	＊ザイヘルト式
＊簡單微動計	＊簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計	強震計	同	同	簡單微動計	同	簡單微動計	簡單微動計	簡單微動計
＊簡單微動計	＊簡單微動計																
（上下）																	

下關	福岡	水澤	熊本	温泉岳	長崎	秋田	盛岡	鹿兒島	宮古	嚴原	青森	大邱	父島	函館	京城	仁川	名瀬
四〇・三・〇	〇四・八	〇八・〇	〇八・二	〇八・七	〇九・四	一一・一	一二・二	一二・七	一五・〇	一五・六	二四・〇	二四・〇	二七・五	四一・七	四四・六	四六・二	四九・六
七二・〇	七〇・〇	六八・〇	七〇・〇	七五・五	七三・〇	七一・〇	七六・〇	七五・五	七五・〇	七〇・〇	八三・〇	八六・〇	八八・〇	九五・〇	一〇二・〇	一〇六・〇	一
西南	西南	西北	西北	東北	西南	西南	西南	南	南	西南	西南	東北	東北	西南	西南	西南	東
微	微	一六六	一八〇	二〇〇	二〇〇	二〇〇	二九八	二八	二八	一六〇	一一六	八	八	〇	〇	一	四
																	下四五
東一〇一	北二五	北八五	北〇八	北	北	北	北	北	北	北	北	北	北	北	北	北	北
五八三	六三八	六四三	六二八	六一	七〇五	六五六	六九七	六九五	七三〇	七二九	七八九	八一	九四九	八九八	九九五	一〇二〇	九八五
〇簡單微動計	※微動計(N)	※地動計(E)	簡單微動計	〇同	簡單微動計	※グイーヘルト式	※グイーヘルト式	〇地動計	簡單微動計	〇同	〇同	〇同	〇グイーヘルト式	〇グイーヘルト式	※グイーヘルト式	※グイーヘルト式	簡單微動計

札 幌	帶 廣	羽 幌	釧 路	旭 川	根 室	那 霸	大 連	大 泊	臺 北	石 垣 島	臺 中	恒 春	臺 南	甲 府	金 澤	宮 津	宇 和 島
五二・八	四一・〇二・	〇二・〇〇	〇二・二二	〇四・〇〇	〇六・二二	一〇・一一	二八・〇〇	三二・一一	四二・〇二・八	〇八・〇〇	一四・九〇	三九・〇〇	四九・五〇				
一〇四・〇〇	一一〇・〇〇	一一七・〇〇	一一二・〇〇	一一二・〇〇	一二三・〇〇	一四四・八〇	一四四・〇〇	一四六・〇〇	一六八・〇〇	一五六・〇〇	一六二・六〇	一八九・〇〇	二〇〇・〇〇	四〇・〇〇	四八・〇〇	四二・〇〇	五六・一一
西南 微 下 微			西南 四 八	東 微	東 微	南 微	東 微	東 微	東 微	東 微	東 微	東 微	東 微	西 北	西 北	西 北	
一〇四四	一〇九六	一一九一	一一五九	一一五一	一二二九	一二八六	一四八二	一四六二	一八三〇	一六八三	一九五七	二一〇六	二〇六七	一九七〇	二六二	二三五	四四九
〇ウイヘルト式	簡 單 微 動 計	同	同	同	〇同	同	〇同	〇同	＊ウイヘルト式	＊同	簡 單 微 動 計	同	同	〇同	＊同	簡 單 微 動 計	同

室蘭	九六・二	一四〇	西八二五	九五八同
福井	四三・〇	一七五		二二〇〇同

此の表中地震計名の上に○又は＊を附したものは著者自身其の記象を讀む事が出来たものであつて、此の中＊印を附したものは記象型分布圖に描寫したものである。今記象型圖に描寫されたものに關する地震計の恒數につき其の概略を記すこととする。グイーヘルト式地震計の基本倍率は水平動では八十倍上下動では六十倍位で使用されて居るものが多く、制振度は五か六位で使用されて居るのが普通である。尙其の固有週期は五六秒である。次に簡單微動計の基本倍率は津が二十倍、金澤が三十倍、宮崎が五十倍であり、其の固有週期は大體四秒位である。高知の地動計の基本倍率は四十倍で制振度は二で磁石を使用してゐる、尙固有週期は約十五秒である。

次に初動の讀取り値であるが、地震計名の上に○又は＊印のあるものは著者自身の讀取りか又はそれに同意出来るものである。其の讀取りに際して近畿、中國、四國、東北の各地方及び本州中部地方の一部は極めて明瞭なる初動を示してゐる故、別に説明の必要はない。第三圖の初動分布圖の略南北に走るAND線の附近の初動は一般に小さく、長野の如きは全く不規則の方向を向いてゐるが其の方向は明か

に讀取れる、高山、松本及び甲府等は小さくはあるが其の方向は明かに讀み取れる、新潟と高田とは極めて小さく、其の方向を決定し難い程度である。

次に九州を通るA/N/D'線附近の模様を説明するに長崎では三分動共に小さいながらも明かに讀取れる。福岡では其の方向が解るのみである。宮崎と熊本とは各分動の方向が調和してゐない、之節線が此の邊を通ることを意味するものであらう。大分及び下關は明かに讀み取れ其の方向も調和してゐる。嚴原では其のP相は極めて小さく、殆んど靜止線と變化がない程度である。但し簡單微動計の記象である。朝鮮の大邱の初動は東が明かで南北動は初期微動全體に互て殆んど振動してゐない等は興味がある。

北海道では札幌の記象は其の方向が辛じて解る程度であるが、P相及びS相の震動が容易に減衰しない之遠距離のため射出角が余程小さくなつた爲もあらうが、根室のP相の振幅が殆んど靜止線の幅を増したのが辛じて解る程度であり、節線型の記象の模範的のものを示して居ること、想ひ合はせて、札幌の記象型は内陸型であり、根室のは海岸型であるといふ國富技師の分類法を反省する必要がある。

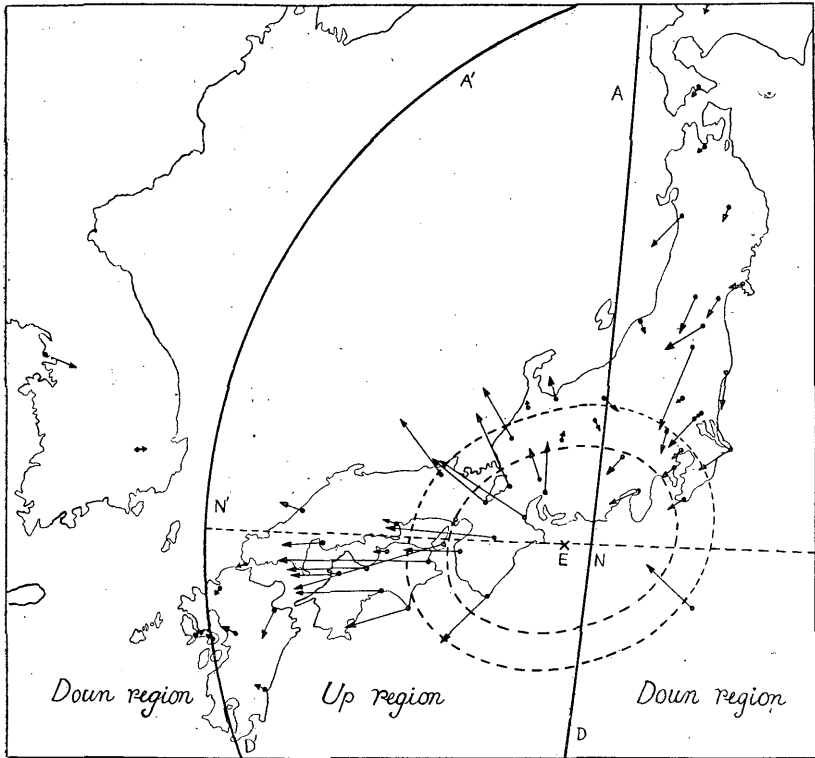
最後に關東地方の初動は極めて短週期（〇、六秒乃至一、二秒）のものとなつたものと通常の週期（三秒乃至五秒）のものとなつたものと二種類出現し、其の方向は同一であるが大いさが異なる。著者は大體に於いて其短週期のものを読み取つたのであるが一二の例外はあつた。記象圖の東京、横濱等に見るが如く其の上下動は極めて

顯著であり、其の週期は水平動と一致しない故。其の合成等としても、極めて大體の傾向が見られるのみで嚴密のことは言へない。

尙朝鮮、臺灣、石垣島等の初動は明かであらう。三分動共に調和してゐる。

扱S相初動の讀み取れる迄になつた経過の概要を述べる必要があるかも知れぬ。然し之れは此の地震の記象が特に明瞭であるからだといふ事に依つて盡きてゐるとする者もあらう。又果して其の著者の驗測したものがS相の初動であるや否やとの疑問をもつ者もあらう。元來深發地震に於いてはP波及びS波の速度とそれ等の比よりして第二相がS波によるものであるといふ事は和達博士に依つて明かにされた。其の後著者により記象の節線型(和達博士のB型)の存在が震源の運動機巧から證明された事によつて和達博士の第二相がS相であるといふ説を支持した。更に本多技師の地表面地震に關する記象型の解説の概念を深層地震に對して、取り入れる時は、和達博士のA型の記象型も説明づけられる、本多技師及び著者は之を中間型と命名したき意見をもつ、然るときは震源の深淺を問はず「記象型は節線型及び中間型の二つに大別さる。」斯くして此の記象型分布圖に示される記象の第二相の顯著なる相がS相であるといふ事は確立した。其處で此の相の初動の中極めて明瞭のもののみを讀み取つて第一表中に掲載した次第である。如何に明瞭に第二相の初動が讀取れるかは記象型分布圖によりて諒解されたい。

第四圖 初動、等PS線(40秒、44秒)及び節線



四、震央と震源

此の地震の震央位置に關しては國富技師の意見があつて、詳細吟味して、此處に訂正報告する。先づ此の地震の初動を第一表により其の水平動を大きさに比例して地圖上に記入すれば第四圖の如くなる、今此の圖に於いて初動の反する境界線を引けば圖のAND線及びA'N'D'線の如くなる、而して之はP波の初動の極めて小さい所を引いた線であつて此の二つは共にP相の節線である。又此の二線に包まれる半圓内の初動は上向きで他

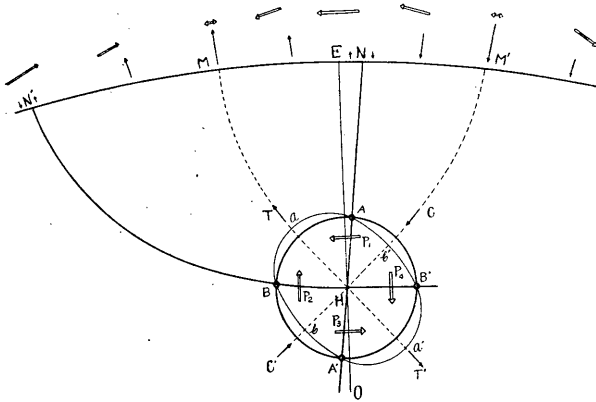
は下向きである。次に近畿、中國兩地方の南北分動の向きに注意して、其の境界線を引いて見ればN'E線の如くなる。今此の三つの線に達する震波の軌道によつて作られる三面の交點は震源であると見ることが出来やう。次に又四十秒と四十四秒の等初期微動線を引けば同圖の點線の如くなる、其の圓の中心は大體×印に當る。即ち初動方向の分布及び等初期微動線から求めた震央は大體一致する。尙又等發震時線の中心を取るも大體此の位置となる。斯くして求められた震央は東經百三十七度十四分北緯三十四度十六分の志摩半島東方沖に當る。第一表の震央距離は此の震央位置に對するものであつて、百萬分の一の地圖によつて測定し、他方球面三角の公式に従ひ計算し、地圖に依る補正を施したものである。

次に震源の深さであるが之は著者の前報告に於て約三百粍と出て居るが大體之が正しい。其の一つの證明は此の地震の走時曲線が本多技師の北伊豆地震の結果を材料として和達、益田、著者等が算出した走時表の中の深さ三百粍のものと一致する。又第三圖のA'N'D'なる節線の半徑は約千百粍であつて、之は此の地震の走時曲線の彎曲點の震央距離より僅かに大であると考へられる、而も同じ表に依りて千粍の彎曲點を有する震源の深さは約三百粍である。

五、P波及びS波の初動方向並びに其の大きさの分布から見た震源の運動機巧

前節の第四圖P波初動の圖に注意するに、大體から見てP波初動の最も大なる所は近畿地方、關東地方の南部及び八丈島等であり、其の最も小なる所は二つの節線A'ND及びA'N'D'の附近である。之だけ

第五圖 震源の運動機巧

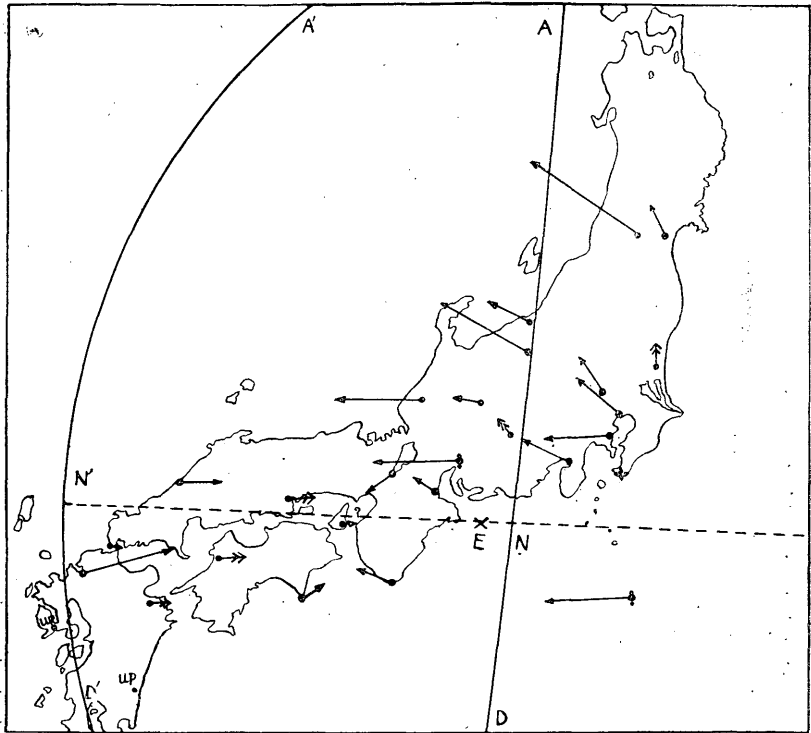


の事を説明するには従來の斷層說で充分である。即ち今震央E、震源H、及び節線(斷層線)に略垂直に交はる線NEN'を含む截斷面圖を描けば第五圖の如くなる。震源範圍ABA'B'なる部分(簡單のために球と考へる)が、T'T'の方向に張力を受け、C'C'の方向に壓力を受けて、假りにA'A'の面が之つたとする、此際

Hに於ける兩側の相對的變位は最大で、球ABB'A'の表面附近では殆んど零であるとする、此の變位によりて此の球體內の歪は消失すると考へる。此の運動に際してAH'A'面の兩側は大體に於いて P_2 、 P_4 の方向に運動する故にAN面の方向に於いては震波の干涉の爲めに P_2 、 P_4 による合成のP波の變位は殆んど零であると考へられる。又B'N'面の方向は P_2 に直角なる故P波の勢力は殆んど零である。此の際S波の勢力はB'N'及びANの方向に於いて最大である。斯くして、地表N及びN'線上の觀測所では節線型の記象が得られる、之はB'B'面が之としても同じ結果になる、又TM及びC'M'の方向にはP波の勢力は最大となる、而して地表M、M'の附近で中間型の記象が得られると考へられる。

次に第一表に於けるS相初動を地圖上に描けば第六圖の如く

第六圖 S波・初動



なる、此の圖の大體の有様を見るに
 N 點の附近では西方に向ひ N' 附近で
 は東方又は上動であつて、其の中間
 の位置では S 相の初動の方向は讀取
 り難く、何處かで相反する方向を取
 つてゐると思はれる。斯様な S 相初
 動の生ずる所以を前述の事項に矛盾
 しない様に震源の發震機巧を想定す
 ることは極めて容易である。即ち第
 五圖に於ける震源域の彈性球體 A B
 A' B' が楕圓體 a b a' b' に變形したと
 考へればよい。此の變形の際、球體
 内の質點 P₁ P₂ P₃ P₄ は略其の矢の示す
 方向に變位し A H 及び B H 線上の點
 は夫々 A N 及び B N' に垂直の方向に

於ける變位が主なものと考へられる。斯様にしてS相初動は説明づけられ、節線型の記象もP波の初動方向及び大きさも説明される。

尙第五圖に於いてE'N'が六百五十籽、EHが三百籽なることから、和達、益田、鷺坂の表からEHNなる角が約十度といふことがわかる、又ENは約五十籽である。

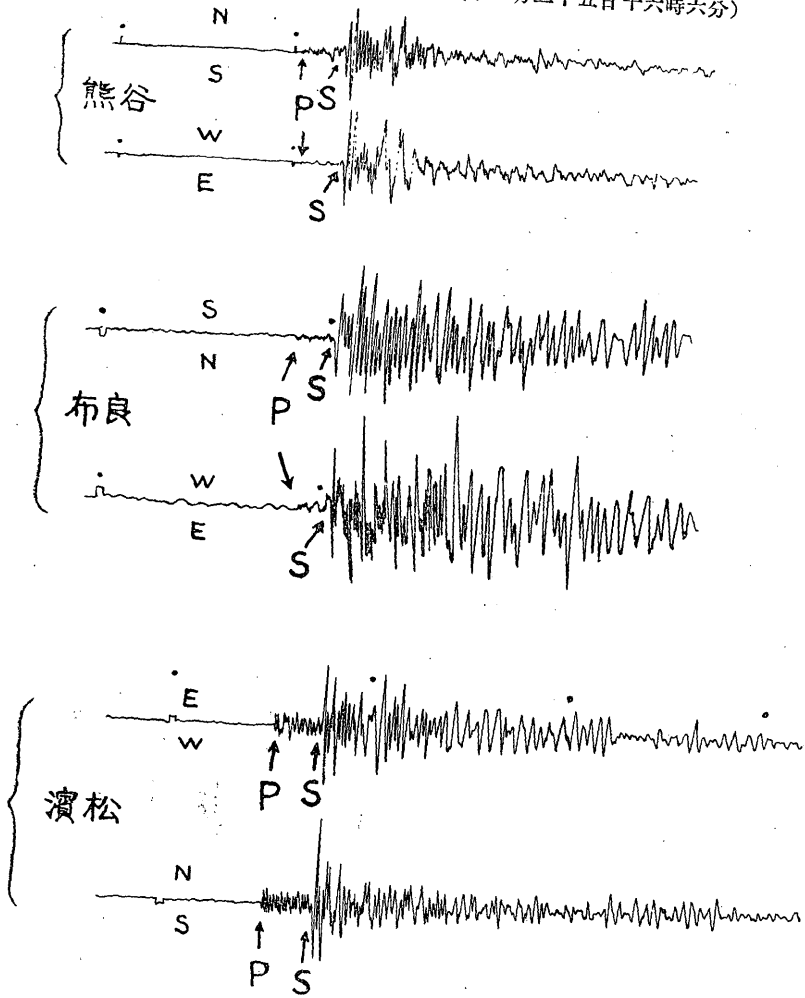
震源域の球が楕圓體に或は楕圓體が球に變形する際に斷層面が出来るか出来ないかは問題である。S相の初動の説明には今の處出来ないとした方が前述の如く説明が簡單である。然し此の變形に附隨して小なる斷層面が出来るとするも差し支へない、而してA'A'面の方向を取るかB'B'面の方向を取るかは地質構造又は機會の問題であると考へる。

六、記象型の對稱性

昭和五年十一月二十五日十六時六分に發現した北伊豆前震は前震中の最も大きいもの、一つであつて其の初動配布は本震と全く同一である、然ればそれに依つて生ずる斷層も本震と同じく略南北で其の西側は南方へ東側は北方へ移動したと考へてもよからう。今斷層線と節線との方向上にある記象を示せば第七圖の如くなる。(實際の記象と同大)

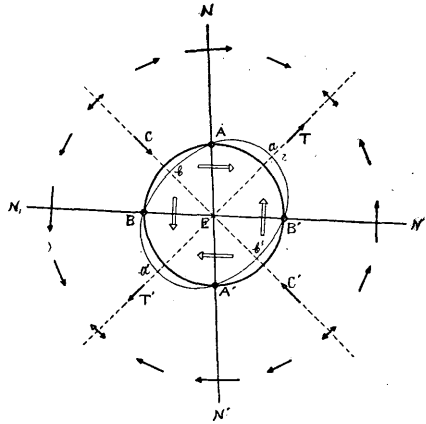
此圖に於いて濱松のS相初動方向は南東にして濱松の位置は西側の節線の少しく南方に在り、熊谷のSの初動は南東にして熊谷は斷層線の少しく東方に在り、布良は東側の節線上にありて、Sの初動は北東に向ふ。今之等S相初動に基いてS相初動の配布圖を斷層線N'N'及節線N₁N₁に關して描けば第八圖の如

第七圖
北伊豆地震の実際動を示す (十一月二十五日十六時六分)



くなる。之に依りて見るにS相初動も全く断層線と節線とにつきて同様の關係にて此の二つを區別することは出来ない。扱P相初動が震央點或は断層線と節線の二等分線につきて對稱であることは己に知られて居ることであるが、本節の事實からS相初動方向を考へに入れても其の對稱

第八圖 地表面震源のS波の初動方面



性は破れない。尙本多技師の研究を考慮するときは、一般に地表面地震の記象型は二つの節線のなす角の二等分線につきて對稱である。然れば志摩半島地震の場合を反省するに斷層線と節線とを區別することはS相初動からも出来ない。此處に於いて斷層面の生成に關して多小疑念をもたざるを得ない。

坪井忠二氏の報告に依れば北伊豆烈震の前後に於いて實測上此の地方は北東、南西の方向に延長し、北西、南東の方向に短縮してゐる。之を圖示すれば第七圖の圓 $ABA'B'$ が橢圓 $ab'a'b'$ となつた同様の變形である、之に依つてP波初動の説明は勿論つくし、又圓内の太い矢の附近にある質點は略其の矢の方向に移動する故S相初動も説明出来る。扱ひへつて考へるに實地に斷層線の現出した地震については本多氏も著者も其の記象型を論じてはゐない。本多技師の取扱つたものは地表面地震であるが主として斷層線の現出が認められない程小さい地震(前震、餘震)についてであり、著者のは地下に震源を有するものである。然れば斷層線と節線との區別は記象型を論ずるには殆んど無意味である。單に二つの節線の存在を認めればよく、實際に地表に顯著の斷層の生じた場合の記象型は全く新に論じなければならぬ。

七、震源のエネルギー

此處に考へて居る志摩半島沖の深發地震の震源から震波として傳播されるエネルギーの總量を算出する目的で次表を作成した。

第二表 觀測表(其の二)

觀測所名	最大動の振幅週期		最大の合成値				觀測所の位置
	P波	S波	AP 平均週期	As 平均週期	AP/As の比		
潮岬	UE 1.5 1.5	EN 5.0 5.0	4.5 3.6	5.5 2.8	0.85	$10^{-4}C.G.S. \frac{V_p^2}{V_s^2}$ 7.7 1.3	N290D, 167KM
洲本	EN 1.0 1.0	EN 1.0 1.0	3.0 4.2	2.5 3.6	0.80	1.1 3.3	N710D, 218KM
名古屋	EN 1.0 1.0	EN 1.0 1.0	3.0 1.1	2.8 3.1	0.91	1.5 4.4	A45 N, 106KM
京都	UE 1.0 1.0	UE 1.0 1.0	4.5 3.3	4.5 2.8	0.69	3.0 8.7	N7210A, 160KM
沼澤	UE 1.0 1.0	UE 1.0 1.0	3.0 4.0	3.0 2.7	0.80	1.6 10.2	A340C, 173KM
布良	UE 1.0 1.0	UE 1.0 1.0	3.0 4.3	3.0 2.3	0.53	7.9 1.6	C290A, 249KM

大根	臺	石垣	札幌
連室	北	島	幌
	UE N ± ± ±	UE N ± ± ±	UE N ± ± ±
	三・三 三・三	三・三 三・三	九・三 三・三
	五・三 四・六	四・八 四・五	一・二 一・五
	UE N ± ± ±	UE N ± ± ±	UE N ± ± ±
	三・三 三・三	四・三 四・三	三・三 三・三
	一・五 一・六	七・一 七・二	六・七 二・八
三・一	一	三・五	三・九
一	一	一・五	二・三
五・五	一・六	一・五	九
一	一	五・九	四・〇?
〇・六	〇・六	〇・六	〇・九
一	一	〇・四	〇・三
一	一	二・六	二・四
N79A1482KM	A230O1229KM	N840D1830KM	N80C1044KM

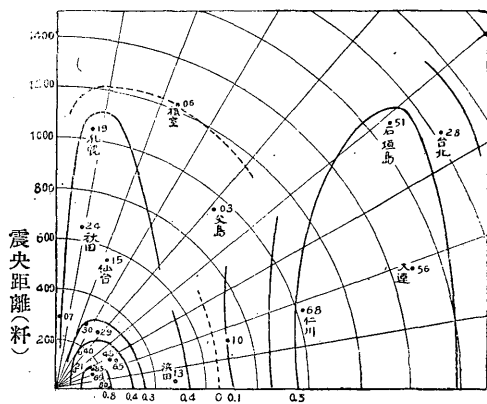
震源から出た震波が此の深発地震の場合特に明かに二群に分れることは記象型分布圖によりて理解される。従つてエネルギーも二つに分けて求めることにする。又記象型の節に於いて説明せるが如く、震源の運動の主なるものは數秒間に過ぎざるが故に數秒間にしてP相及びS相は最も發達する。此の最も發達せる所に於ける速度の最大値を求むるときは其の瞬間に於ける地表面の有するエネルギーを求むることが出来る。

觀測點の地震動を單振動と見做し、其の最大速度を \bar{V} とすれば、單位體積のエネルギーは

$$\frac{1}{2} m \bar{V}_p^2 = \frac{1}{2} m \left(A_p \frac{2\pi}{T} \right)^2$$

$$\frac{1}{2} m \bar{V}_s^2 = \frac{1}{2} m \left(A_s \frac{2\pi}{T} \right)^2$$

第九圖 P波及び線の最大動の振幅の等比線

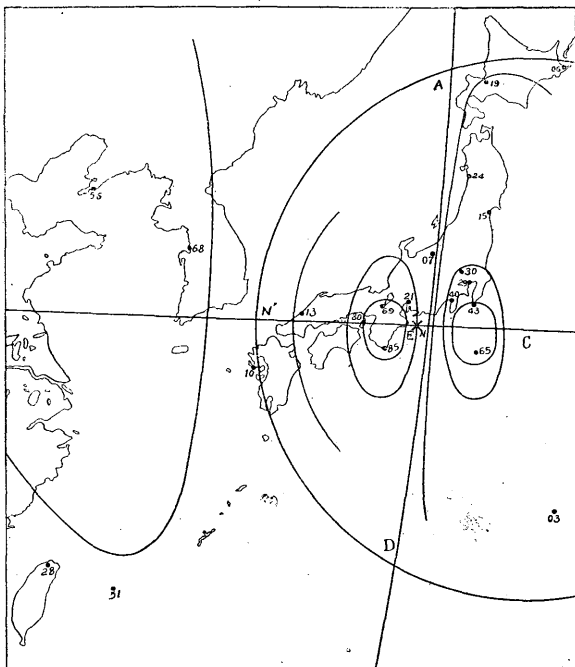


但しTは週期、Aは最大振幅、mは密度であつて、添字P、SはP波或はS波に依ることを夫々示す。此處に省略したことは震波の表面反射による影響、経路で吸収されること及び地震計の倍率として基本倍率を用ひたること等である、尙水平及び上下の運動の合成にも無理がある。

第四圖に於いてANDなる節線と略之に直角の線NE'N'に依りて各觀測點は四つの象限内に分けられる、今第二表の最大振幅の比 $\frac{A_p}{A_s}$ を地圖上に記入して見るに、元來第二表は主として、ヴィーヘルト地震計により、水平動及び上下動の觀測が皆得られたものにつき作成せるが故に、其の觀測點の數が非

常に少ない。其處で本多技師の提言に従ひ先づAND線で折り重ね、次にNE'N'線で折り重ねた圖に最大動の等比線を描けば第九圖の如くる。但し此の圖の作成に於いて觀測地點の位置は其の方向として、AN'及びN'N'線が直交せざるが故に、AND線又はNE'N'線に對して近い方から測つた、又距離は二線の交點でなく震央距離を直ちに用ひた、之等も第二表中に記載した。第二表中根室と大連は簡單微動計、東京のS相は強震計に依るものである。又東京と布良とは短週期の波に對するものも併記した。走時曲線の彎曲點は約千料であり其の外部に於ける

第十圖 P波の最大動の等比線



一部の模様をも示した。測候所名を記入した理由はA N D線の東側と西側とに依つて節線の位置が異なる故其の模様を明かにするためである。

此の第九圖の等比線を参考にして地圖上に最大動の等比線を描けば第十圖の如くなる。

扱エネルギーを求めるために、第九圖に習つて \bar{V}_p 及び \bar{V}_s を記入して等 \bar{V} 線の圖を描けば第十一圖及第十二圖の如くなる、然るときは其の線によりて分れた區間に

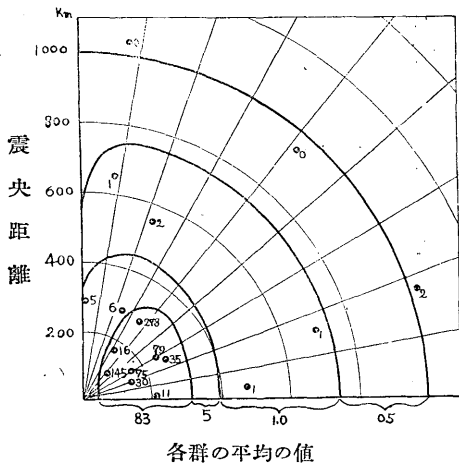
つき \bar{V} の平均の値を用ひ、且其の面積を測ることによりエネルギーを求めることが出来る。但し球面を平面とした省略がある。斯くして千紆なる彎曲點以内の値を求め之を二倍すれば地球面全體に擴る全エネルギーを算出することが出来る。

但し此の値は地球の全表面に於ける深さ一層の有するエネルギーの總和である。
 扱記象型圖の節に説明せる如く震源の主なる運動は四五秒にして止むと考へられるが故に地殻表層のP波の速度を五、五秒・秒、S波は三、三秒・秒、とすれば此の數値を四倍して二十二及び十三秒の深さ迄

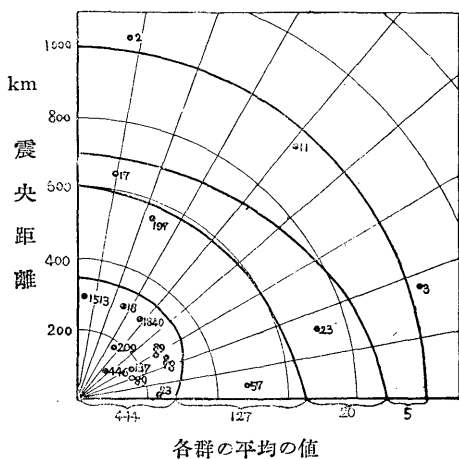
$$W_p' = \frac{1}{2} m \times 0.44384 \times 10^{14} \text{ C.G.S.}$$

$$W_s' = \frac{1}{2} m \times 6.0456 \times 10^{14} \text{ C.G.S.}$$

第十一圖 等 \bar{V}_p^2 線
 各區域の \bar{V}_p^2 平均の値, 單位 10^{-4} C.G.S.



第十二圖 等 \bar{V}_s^2 線
 各區域の \bar{V}_s^2 の平均の値, 單位は 10^{-4} C.G.S.



W_p^i 及び W_s^s があると考へられる。又地殻表層の土地の單位體積の質量を二・七瓦とすれば

$$W_p = 1.34 \times 10^{20} \text{ C.G.S.}$$

$$W_s = 10.63 \times 10^{20} \text{ C.G.S.}$$

$$\frac{W_p}{W_s} = 0.126$$

$$W = W_p + W_s = 1.2 \times 10^{21} \text{ C.G.S.}$$

之震源から震波として發せられるエネルギーの總量の大體の値である。

七、結 論

志摩半島沖深發地震につきて、S波の初動方向が明瞭に讀み取れた事から之が満足するやうに震源の發震機構を想定した、それは震源に於いて、球が楕圓體に變形した如く考へればP波の初動の方向、大きさ及びS波の初動方向も説明づけられた。而して此の變形運動は約四五秒の間に爲されるといふ事が記象型分圖から明かに推定された。此の變形の運動に際して二つのP波の節線を生じ、斷層線、節線の區別は記象型の研究には抹殺した方が至當なりとの結果を得た。

次に震源の主なる運動が四五秒間に過ぎざる事と、各地の地表面がP波及びS波によつて、夫々達せられる最大の運動のエネルギーを觀測結果から算定することにより、震源から震波として傳播するエネ

ルギーの總量を概算した、その値は 1.2×10^{21} C.G.S.U. であり、P波とS波とのエネルギーの比として
〇・一三が得られた。

尙S相初動方向を考へに入れて地表地震の記象型に關し震央點に關する對稱性を見出した。更に本
多技師の記象型の研究を加へて考へるときは二つの節線を二等分する線につきても對稱性があることに
なる。此の結果S相初動を用ひても斷層線と節線の區別は不可能になる。

終りに臨んで本論文を草するに當り種々御助言を賜つた岡田臺長並びに國富、本多兩技師に深謝する
次第である。又挿圖の描寫にお骨折下された木澤綏、三浦秀正の兩氏に厚く御禮を申述べる。

附記 以上の結果から見れば著者の意見は斷層說に對して反對なるかの如く見へるが震源の運動機構に關する事柄は觀測結果の
整理がS相初動に迄及んだといふに過ぎない。即ち如何なる理論にせよ震源に於いて球が楕圓に變形するが如き運動に依つて發せられ
る震波の配布と異なる結果のものは是認されないものであるといふ事を意味するものである。記象型の節で述べた震源の主なる運動が
僅か四五秒間で止む事等は寧ろ斷層說に取つて有利の事柄であると思ふ。

文 獻

一、本多 弘吉

氣 象 集 誌

第二輯第九卷第七號

一、石川 高見

氣 象 集 誌

第二輯第九卷第十二號

一、國富 信一

氣 象 集 誌

第二輯第四卷第六號

一、國富 信一

氣 象 集 誌

第二輯第四卷第九號

一、和達清夫

氣象集

第二輯第五卷第六號

一、鷺坂清信

氣象集誌

第二輯第六卷第九號

一、驗震時報

第三卷第三號

一、坪井忠二

地震研究所彙報

第十號第二冊

一、石本巳四雄

地震研究所彙報

第十號第二冊

深發地震記象型分布圖

昭和四年六月三日志摩半島沖

