

新潟地震の初動分布と地体構造との関係について*

高 木 聖**

550.340.1

§ 1 緒

昭和39年6月16日13時01分ころ起こった新潟地震は、新潟地方に異状な災害をもたらし、数多くの地変をひき起こしたので、衆目を集める結果となりました。たまたま2~3年前より地震予知計画研究グループの先導によって、地震予知計画が一般の注意をひいていた時ではあったし、種々と検討された地震でありました。また新潟地方は津波におそわれていますので、海底に地変があったことは想像できますが、この数年前、気象庁では、日本海側に津波地震は少ないという理由から、新潟津波予報中枢を廃止したりして、気象行政の弱点をつかれた形になりました。このようにいろいろの方面に問題を提起した地震が、どのような仕組で起こったか述べようと思えます。

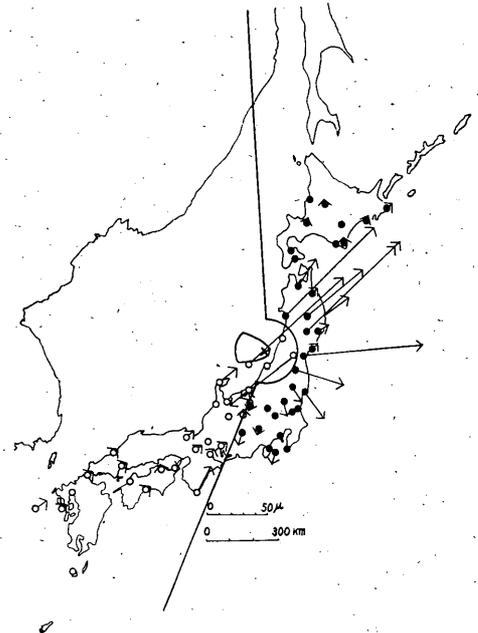
§ 2 初 動 分 布

地震の発震機構は初動分布が握っていますので、この地震の初動分布を調べてみましょう。観測表は第1表の通りです。それによってプロットしたものが第1図であります。

この地震の震央は、初動の集交点があまりよく決まりませんので、気象庁地震課で求めた震央（東経139°11'北緯38°23'）を用いることにします。

地震の深さは、高木-村井の走時曲線⁽¹⁾を用いると、40km となります。しかし、この値は第一近似ですから、他の条件を考慮して±5km くらいは動かしてもかまいません。

震源域の大きさは、高木の方法⁽²⁾で求めます。観測された P~S 走時が高木-村井の P~S 走時に比較して



第 1 図 新潟地震の初動分布 (A145°型)

1.5秒ほど短くなっていますので、震源域を球と考えますと、その半径は12.9km となります。

地震のエネルギーは、有感半径が510km ありますので、鷺坂の表⁽³⁾によりますと、 $10^{21.8}$ エルグとなります。一方、この地震のマグニチュード M は公称7.7ということになっていますので、それによって計算しますと、 $10^{25.2}$ エルグとなります。両者は1000倍の差異がありますが、どちらが正しいかということはいえません。

この地震は以上のような要素を持っていますので、それを考慮に入れながら初期分布を見ることにします。地震の深さが40km ありますので、轉向円の半径は140km 前後となります。これを半径として震央を中心に円を描きますと、福島が僅か円内に入りますので、轉向円の半径を120km に変更します。そうすると、地震の深さは43km でなければなりません。これぐらいの補正は

(3) 鷺坂清信：地震のエネルギー，験震時報10 (1937)

* S. Takagi: Relations between Initial motions of the Niigata Earthquake and the Geological structure (Received Oct. 30, 1964)

** 気象大学校

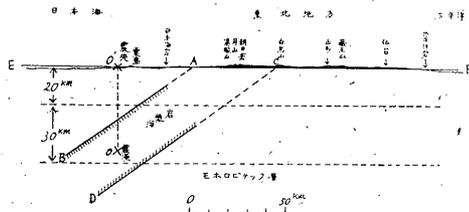
(1) 高木聖，村井五郎：震源（第12報）浅い地震の走時曲線の製作，験震時報，18 (1953)

(2) 高木聖：震源（第13報）モホロビチック層中の震源域の大きさについて，験震時報，19 (1954)

第1表 観測表

官署名	発現時	初動			P~S	震度	官署名	発現時	初動			P~S	震度
		N	E	Z					N	E	Z		
新 潟	時 分 秒	μ	μ	μ	秒	函 館	時 分 秒	μ	μ	μ	分 秒		
酒 田	13 01 50.7			-21	7.1	V	02 13 37.1			+	48.5	I	
相 川	54.8			-26	8.2	V	名古屋	37.9	+	+	-	43.6	付近有感
山 形	55.6	+48	+57	-75	12.2	V	大 島	38.0				46.3	
福 島	56.9	-9	-14	-64	11.5	IV	静 岡	39.4				47.5	I
仙 台	02 01 5	-10	+27	+25	13.9	IV	御前崎	40.9					III
白 河	03.8	+2	+49	+82	16.0	V	浜 松	42				52.0	
秋 田	05.9	-8	+4	+9	17.0	IV	彦 根	42.6				46.2	I
高 田	06.4	+30		+3	18.1	IV	長津呂	43.8				60.2	
石 巻	06.8	+1	+1	-2	16.2	IV	室 蘭	44.1				49.0	I
水 沢	09.1	-0	+4	+5	24.5	IV	津	45.1			01 29.2	I	
長 野	09.3	+125	+155	+40		IV	龜 山	46.2	+3	+1	-2	01 04.9	
宇都宮	11.6			+2	24.4	IV	舞 鶴	46.9				51.8	
松 代	11.8	-6	+3	+7	25.1	III	京 都	48.4				50.3	
小 名 浜	12.5	-	-	+		II	寿 都	49.4				55.8	
前 橋	13.0	-17	+11	+18	25.6	IV	豊 岡	50.5				01 07.5	I
盛 岡	13.6			+4	33.8	IV	鳥 取	52.7				01 01.2	
大 船 渡	13.6	+2	+2	+2	23.1	IV	奈 良	52.9				54.0	
輪 島	14.4	+3	+6	+4	28.5	III	浦 河	53.0	+	+	+	01 00.2	
水 戸	14.4	+5	+6	-13	30.4	IV	大 阪	54.9				58.7	
柿 岡	16.2	-		+10	31.1	II	神 戸	56.0				01 14.0	
輕 井 沢	16.3			+	32.7	IV	札 幌	56.5	+2	+1	+2	58.9	
富 山	16.6				26.4	III	姫 路	57.8				01 14.7	
熊 谷	16.7	+2	+2	-3	35.7	III	広 尾	58.1				01 06.0	
宮 古	16.8	-		+	40.8	III	西 郷	59.6				01 12.3	
松 本	19.8	+13	+21		41.0	III	尾 鷲	03 01.3				01 01.4	
秩 父	20.1	+2	+	-2	33.7	III	洲 本	01.9	+1	+1	-	01 10.4	
高 山	20.3				42.1	III	八 丈 島	03.0				01 06.4	
金 沢	23.6	+	+	-	49.6	I	米 子	03.4				01 04.9	
青 森	24.2				32.2	II	帯 広	04.7			+	01 10.0	I
東 京	24.5	+17	+13	+15	35.0	II	和 歌 山	04.9				01 04.3	
甲 府	24.6	-		+	30.8	III	湖 岬	07.1				01 13.9	
銚 子	24.7	-2	-1	+	38.8	III	高 松	07.3				01 08.9	
八 戸	25.2				40.1	II	德 島	08.4				01 18.3	
横 浜	25.9	+	+	+	35.7	I	釧 路	08.8	+1	+1	+2	01 12.2	
飯 田	27.1			+	39.4	III	松 江	09.8				01 21.8	
岐 阜	29.3	-	-	+	48.5	II	旭 川	10.0	+1	+1	+1	01 26.4	
船 津	30.8				50.1		留 萌	10.1			+2	01 33.1	
福 井	31.6				33.3	II	岡 山	10.5				01 14.0	
三 富	32.0				44.2	I	劍 山	10.9				57.2	I
富 山	32.8				40.2	II	室 戸 岬	19.5				01 27.2	
網 代	33.6			+2	45.6	I	根 室	19.6	+2	+4	+2	01 29.8	
敦 賀	33.8				41.8		高 知	20.1	+2	+2		01 25.7	
	35.5				51.5		田 浜	20.8			-2	01 35.6	

官署名	発現時	初動			P~S	震度
		N	E	Z		
網走	時 分 秒 13.03 20.9				分 秒 01 18.1	
広島	21.5		+ 3	- 2	01 31.2	
松山	23.5			-	01 24.0	
足摺岬	30.1				01 32.2	
稚内	30.5				01 23.2	
宇和島	31.5				01 39.2	
鳥島	37.4				01 49.4	
大分	43.5				01 59.4	
下関	46.5				01 38.0	
福岡	48.8				01 43.4	
阿蘇山	52.6				01 47.0	
延岡	54.4				01 37.6	
宮崎	54.7				02 10.5	
熊本	55.5				02 03.8	
厳原	58.3				01 57.1	
佐賀	59.4				02 08.1	
長崎	04 01.0				02 01.0	
温泉岳	03.0				01 53.0	
鹿児島	06.6				02 13.4	
福江	13.3				02 24.3	
屋久島	22.1				02 18.2	



第 2 図 震央付近の切断図

差さえありません。それで、この地震の深さは 43 km として初動分布を区分することにします。半径 120 km として震央を中心に円を描きますと、この円内に新潟、相川、酒田、山形が入ります。これらの地震記象と、転向円外の観測点の地震記象とを比較しますと、前記 4 観測点の P 波は 2 段に分れていませんが、転向円外の観測点の P 波は 2 段に分れていますので、転向円の半径を 120 km とするのは妥当だと思います。特に山形と福島地震記象を比較してみればよく分ると思います。

転向円の外の初動分布は、震央を通る直線で区分されます。その線は、長野が引で松代が押しでありますから、この狭い間を走っています。この節線は動かすことがで

きません。それが第 1 図の南西に走っている節線であり、もう一つの節線は観測にはかかっていませんが、日本海沿岸を北に走っておるように思われます。第 1 図の図の北に走っておる節線は、転向円内の模様から理論的に計算して作図したものであります。

転向円内の区分を行なう前に、この初動分布が断層を想定した四象限型の区分になるかどうかあためてみましょう。第 1 図のように節線の一つが 1 本の直線と思われる場合の四象限型区分は、垂直断層を想定する習慣になっています。それにしががいますと、南西に延びた一つの節線を、震央を通過して北東に延長することになります。そうなるためには、北海道の西半分の観測点、函館森、札幌、留萌等は引き波とならなければなりません、実際は押し波となっています。最も決定的なのは、転向円内の観測点、相川が押し波とならねばならないことです。実際には引き波となっています。これらの矛盾から、断層を想定した四象限型には区分できないことが分ります。そこで、これを岩漿爆発説の立場から区分してみることにします。

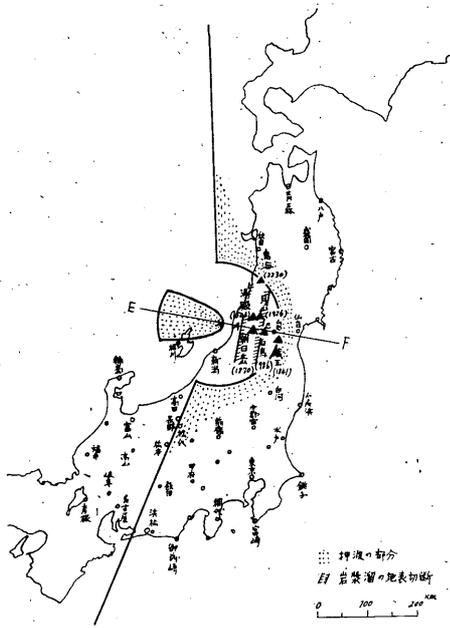
転向円内は震央を囲む観測点が 4 つ共引き波になっていますので、高木の理論⁽⁴⁾によりますと、A 型 145° (非対称押円錐型で、主軸が垂直線に対し 145° 傾いておるもの) と思われま。そうしますと、押し波の部分が震央を含んだ楕円となり、その長軸は 150 km、短軸は 67 km となり、震央の位置はその長軸の端から 10 km 内に存在することになります。この型では普通、楕円の外にもう一つ、双曲線で囲われた押し波の部分が存在するのですが、この場合には丁度転向円のあたりに出ることになりますので、転向円内の区分は楕円だけとなります。

転向円の内がこのように決まってしまうと、それに附随して転向円の外も決まってきます。A145° でありますから、転向円外の 2 つの節線の交角は 154° でありますから、始めに観測より決まっていた 1 つの節線 (震央を通り長野と松代の間を走る線) から 154° 傾いたもう一つの節線を描きますと、震央を通り日本海を北へ進むこととなります。こうして全ての区分が完成しました。これが第 1 図であります。これを見ると全くよく区分されていて、ほとんど一つの例外もないように思われます。

§ 3 地体構造との関係

前節に述べたように、初動分布は A145° 型になってい

(4) 高木聖：震源 (第 10 報) Mohorovičić 層中の地震の初動分布型式、験震時報 18 (1953)



第 3 図 震央付近の火山群

て、震源域の大きさが、半径 12.9 km になっていますから、震源のあたりには、25.8 km の間隔を持った平行な壁面が、地平線に対し 35° の傾きを持って南北方向（厳密にいえば $N10^\circ E$ の方向）に走っていると考えられ、この壁面の間に岩漿が溜っておると考えられます。その模様を震央を通る東西線（厳密にいえば $E10^\circ S$ の方向の線で第 3 図の EF）で切断した断面で表現しますと第 2 図となります。AB, CD がこの壁面でありまして、この形を保ちながら $N10^\circ E$ の方向に走っているわけがあります。この図は縦も横も比率は同じにしてありますから、だいたいの模様は分ると思います。この AB, CD に囲われた岩漿溜が、どの辺まで岩漿のままであるかはまだ分かりません。この付近にたくさん地震が起これば判明すると思います。余震の観測資料が手元にありませんので、調査の仕様もありますが、この構造から判断しますと、この余震の内、本震の震央より海岸に近い所に

起こる余震は震源の深さが浅く、遠い所に起る余震は震源の深さが深くなっていると考えられます。

さて、この岩漿溜の走向と傾斜をよく見ますと、東北日本の地体構造とよく一致しておることが分ります。しかも、この傾斜を第 2 図のように地表まで延長しますと、山形の西方を走る火山列（月山、湯殿山、白鷹山、朝日岳等）を含みます。このことから、これらの火山列は、今回の地震をひき起こした岩漿溜の露出か、または、この岩漿溜から流出してできたものではないかと思われまます。第 2 図に対する平面図を、思考の便のために、第 3 図として付加しておきます。この図の EF 線で切断したものが第 2 図であります。

また、初動分布が $A145^\circ$ 型であるということは、この岩漿溜内の下側で爆発が起こったことを意味します。岩漿溜内の上側で爆発が起これば $A35^\circ$ 型になりますから、余震の中には $A35^\circ$ 型になっておるものもあるでしょう。余震の初動分布を調べるだけの資料が手元にありませんので、いずれともいえませんが、 $A35^\circ$ 型の余震が起これたとしますと、本震で引き波であった新潟、相川が押し波となり、押し波であった甲府、松代、網代、前橋、秋田、青森、八戸、北海道の各観測点等は引き波になるでしょう。

最後に、初動分布が四象限型に区分できませんから、断層によって地震が起こったとはいえません。

§ 4 結

以上を要約すると、初動分布は岩漿爆発型の $A145^\circ$ 型であり、そのことから、東北地方の地体構造と一致した走向を持った岩漿溜の存在が考えられ、その延長が地表に達するあたりには、月山、湯殿山等の火山群があることから、これらの火山群と今回の地震を起こした岩漿溜との間に関係がありそうである、ということになります。また、初動分布から地体構造も想定できる場合があります。これを述べました。

本論文作成にあたり、資料の整理は福田和加子嬢に負う所が多かったので、ここに記して感謝の意を表します。