

北海道周辺における地震活動域と地下構造*

—特に札幌の観測資料から—

大野 譲** 須賀 盛典** 南 喜一郎**

550.340.1

I. は し が き

この調査は札幌において観測された地震観測結果を資料として、北海道およびその周辺における地震活動域と地下構造の解析を行ったものである。なおこの調査はさきに気象庁地震課から提案のあった「地震予知のための予備調査」の一環として実施したものであり、全国的統一調査法をたてまえとしているので本調査もこれによった。調査基準は測候時報第26巻第9号(昭和34年9月)に掲載してあるものである。この調査から種々の考察を行ったが、これはあくまで札幌単独の資料によるもので最終結論とはならない。この予備調査の主旨からも各気象官署の解析結果が集約されてはじめて意義あるものが得られるであろう。

§ 1. 札幌における地震観測と地震計

札幌は豊平川はらん堆積物の扇状帯上におかれ、主として砂礫、粘土の互層からなり、地震動観測としての条件はあまり良好とはいえない。地震動の器械観測が始められたのは1883年(明治16年)で、本調査に使用した観測資料は1927年(昭和2年)設置されたウィーヘルト式地震計(Göttingen型, No. 268, No. 278)である。設置当時は北海道大学構内(43°04'N, 141°21'E, 現在札幌陸運局構内)にあつて観測されていたが、鉄道線路からわずか数10mの距離にあつて、汽車の振動の影響をかなりうけていた。1939年(昭和14年)現在地(43°03'N, 140°20'E)に移転した。現在の観測地点においては、この種の地震計では人工的雑微動は認められない。1952年ウィーヘルト地震計の水平動に精密記録装置が取り付けられ、記象紙の送りが1分間に従来30mmであったものが60mmとなった。また報時受信装置(JJYを受信し毎秒のパルス電流により時計の振子を駆動させる装置)が設置され、これまでクロメーターあるいは電接時計に

のみよつた時刻精度を一層高いものにした。1957年には、ウ式水平動の空気制振器を磁気制振器に取替え、制振度の定常化がはかられた。

§ 2. 地震計の常数值

地震計の作動性能の基準として地震計常数が使われるが、これはとりもなおさず性能の良否を示すものである。第2次世界大戦前とその戦後においては、表にみるごとく格段の違いを示している。本調査期間中の地震計の状態を知るために特に常数表をつけ加えた。

ウィーヘルト式地震計常数值 (1959年9月1日検定)

成分	重すい質量(kg)	倍率	周期(sec)	摩擦値(mm)	制振度
東西動	200	92(81)	4.9(4.2)	0.10(0.27)	7(6)
南北動	200	90(73)	4.9(4.2)	0.08(0.33)	7(5)
上下動	80	77(52)	4.6(3.6)	0.19(0.20)	9(5)

ただし()内のものは1938年8月23日検定のもの

本調査は以上の状況によって観測された資料を使用したものである。

II. 地震記象型からみた地震活動について***

§ 1. ま え が き

同じ場所で観測した地震記象でも、地震計・地震波の径路・発現地域・震源の深さ・発震機構などの相違によって、いろいろの型の記録を示すが、ここでは、札幌の地震記象についてどのような型のものが、どの地域に起こり、それぞれどのような特徴を示すかを調査した。便宜上次のように分けて行った。

§ 2. 深発地震

震央の深さが100 km以上の地震

§ 3. 浅発地震

* Y. Ono, M. Suga and K. Minami: Investigations on the Crustal Structure and Seismic Activity in and near Hokkaido (Using the Data at Sapporo D. M. O.). Received Nov. 21, 1960.

** 札幌管区気象台

*** K. Minami: On the Relations of Seismic Activity and Types of Seismographs. 調査担当: 南喜一郎(札幌管区気象台)

震央の深さが 100 km 未満の地震

§ 2. 深発地震について

(1) 調査方法

ア、札幌におけるウィーヘルト地震記象紙の中から、震源の深さが 100 km 以上のもので、震央が判明し、かつ 3 成分の記録が明らかにとれているもの。

イ、1937 年~1956 年の 20 年間を対象とした。

ウ、選出された記象紙をいくつかの類似記象型にわけ、地震動の振動状況から分類した。その該当地震は 43 個あった。

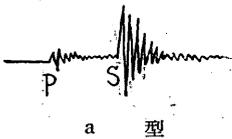
エ、その他は測候時報¹⁾掲載の調査要領にしたがった。

(2) 記象型の分類

まず、振動型から大まかに a・b・c の 3 種に大別した。

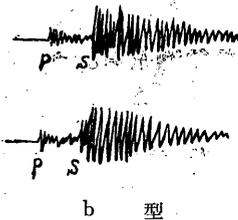
ア. a 型

典型的な深発型で、P 波から S 波までは割合小振幅であるが、S 波が卓越し、かつ S 波の減衰が早い。



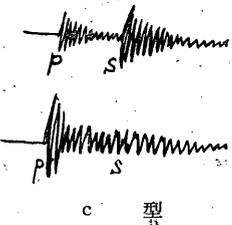
イ. b 型

だいたい a 型に似ているが、S 波が出現してから減衰が遅く、中には S 波の始まりの部分より大きくなるものもある。



ウ. c 型

P 波の振幅が大きく、S 波の振幅は始まりが大きい、または小さい。S 波の減衰は早いのも遅いものもある。



以上の型に分け、震央図を作ると Fig. 1 のとおりと

なる。この震央図から、だいたい図のような四つの活動域を考えることができる。

a 型：本州はるか沖と日本海 b 型：千島南部および北海道・東北地方太平洋沿岸 c 型：オホーツク海より北海道南西沖にいたる地域

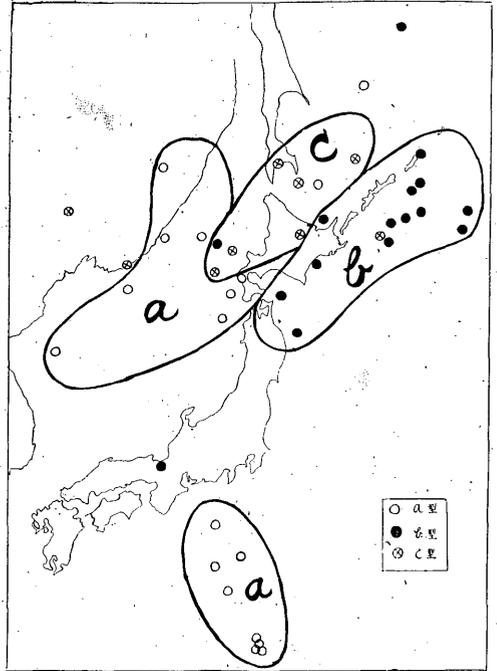


Fig. 1 深発地震記象型の分類

(3) 調査結果

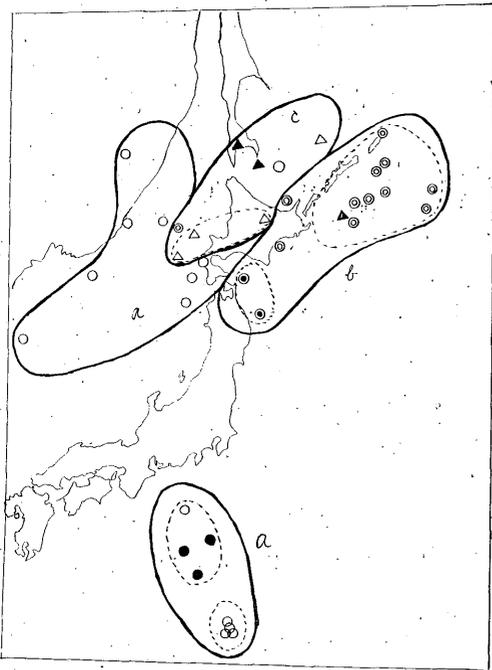
次に各活動域内について少し詳細に調べてみる。たとえば、記象は成分によっても違うものがある。あるいは特別な地域のみ特殊な記象型が存在するかなど検討した。

ア. 本州はるか南方沖 (a 型ブロック)

東海道はるか沖と小笠原諸島沖を二つに分けてみると、後者は全部典型的 a 型 (これを a₁ 型とする、両成分とも似たような記象型をしている) であるが、前者は別な型が多い。すなわち、成分によって記象型が違う。たとえば東西動が南北動より大きく出現している。このような型を a₂ 型とすると、東海道はるか沖は a₂ 型、小笠原諸島沖は a₁ 型と明らかに区別できる。Fig. 2 にはそれを示している。

イ. 太平洋沿岸 (b 型ブロック)

(i) 千島南部：一つの例外を除いては典型的 b 型 (これを b₁ 型といい、両成分とも似たような記象型をしている) が多い。しかし一部 a 型に似たような型をしたものもある。



○a₁ ●a₂ ⊙b₁ ⊙b₂ △c₁ △c₂

Fig. 2 深発地震の活動域における記象型の詳細分類
(ii) 北海道南東沖：一つしか資料がないが、典型的b型である。b₁型としてよからう。

(iii) 東北地方太平洋沿岸：二つとも型は少し複雑であるが、似かよっている。しかし典型的b₁型ともちがう特殊な型であるので、b₂型としたい。

以上の地域は、震源の深さが100 km~200 kmで比較的浅く、特に北海道、東北地方太平洋岸のものは、その記象型は浅発地震(次項で述べる)の型に似ている。

ウ. 日本海 (a型ブロック)

典型的a型で、S波の減衰は極めて早いのが特徴である。P波の始まりの部分と比較的大きく出現しているのも一部ある。だいたいシベリヤ沿岸から北海道南西沖周辺に分布しているが、一つだけ例外のb型がある。

エ. オホーツク海~北海道西方沖 (c型ブロック)

地域的には樺太南岸と北海道北部および北海道西方沖の三つに分かれる。西方沖の二つは典型的なc型でP、Sの始まりの振幅が大きい(これをc₁型とする)ものである。北部の一つは特徴がはっきりしないがc₁型に近い。樺太南岸の二つはよく似た記象型で、成分によって型が違ふ。P波の始まりが大きく、次第に減衰する型でこれをc₂型とする。これは樺太南岸に存在する。

オ. 他の地域では、数も少ないのでよく特徴がわからない。ただ満洲方面はc型であるかも知れない。オホー

ツク海の北部のほうはよくわからない。

以上の調査は、Fig. 2にまとめて示した。

(4) 考察

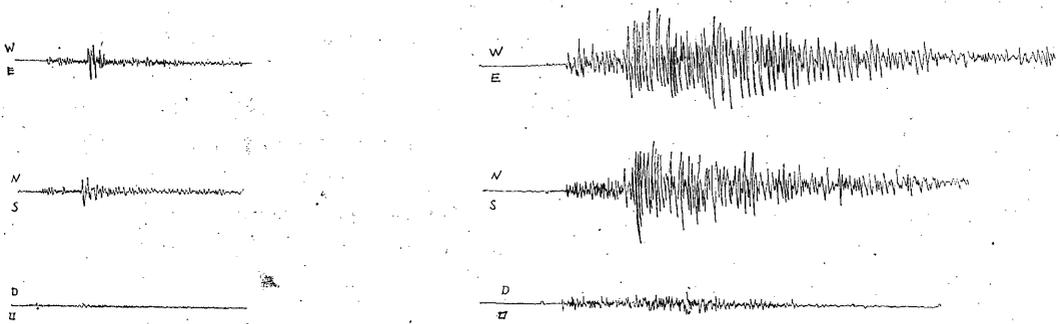
ア. 深発地震の記象型の典型的なものは、a型とc型である。b型はやや浅発地震の型に似ている。北海道付近の太平洋岸にb型が多いということがわかったが、これはこの地域には従来浅発地震が多く、特に千島南部の海域では、深さが60~80 kmのものが多いといわれている。この調査に使った深発地震の資料は、その深さが100~150 kmが大部分である。したがって、これらは浅発地震帯域の底部に起ったもので、一連のつながりをもっているのではなからうか。深さの精度や記象型の類似性からもそのように判断できる。

イ. 本州南方沖の記象型aと日本海の記象型aについては、日本の深発地震帯が日本海から、太平洋にかけて本州を縦断していることがいわれているので、その意味においては関連があるようである。たとえば、本州南方沖の深さは、300~500 km、日本海の深さは200~500 kmというように似かよっている。

ウ. オホーツク海と日本海については、北海道北部沿岸からオホーツク海にかけてC型が多い。深さは200~

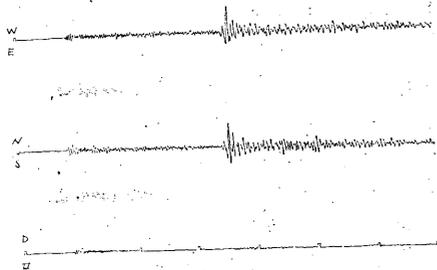
Table 1 記象型分類表

記象型	細分型	震 央	P-S	深 さ	記 象 型 の 特 徴
a	a ₁	日本海 北海道南 西沖	S 25~99	km 200 ~ 600	典型的な深発型で、P波からS波までは割合小振幅であるが、S波が卓越し、かつS波の減衰が早い。
	a ₁	小笠原諸 島	156~ 158	350 ~ 520	同上。ただしS波の減衰はそれほど急でない。
	a ₂	東海道は るか沖	119~ 125	320 ~ 470	同上。ただし成分により、S波の出現や振幅が違っている。
b	b ₁	千島南部 北海道南 東沖 オホーツ ク海南部	52~97 24 101	100~ 150 100 600	だいたいa型に似ているが、S波が出現してから減衰がおそく、なかにはS波の始まりの部分より大きくなるものもある。
	b ₂	東北地方 太平洋沿 岸	20~35	100	b ₁ 型と比べて型がくずれ、S波近くの部分が複雑になっている。S波の振幅はそれほど大きくない。
c	c ₁	北海道西 方沖 北海道北 部	30~39 25	240~ 300 150	P波の振幅が大きく、すぐ減衰し、S波の振幅がふたたび大きくなって減衰する。
	c ₂	樺太南岸	45~50	320	c ₁ 型より、P波の始まりの部分が大きく、次第に減衰し、S波の振幅小さく出現するが明らかでない。

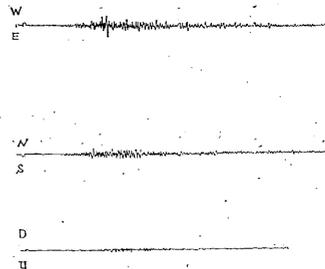


a₁ 型 1941年4月3日3時5分
 北海道南西沖 41.7°N, 139.3°E, H=240 km
 震度0 P-S=31.3 S

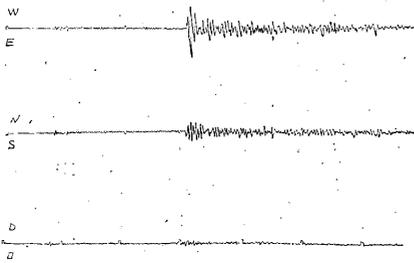
b₁ 型 1943年11月9日20時49分
 千島南部 43.0°N, 148.0°E, H=120 km
 震度0 P-S=51.7 S



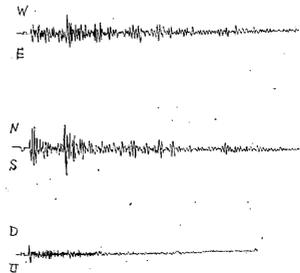
a₂ 型 1950年7月13日13時5分
 小笠原西方沖 28.0°N, 139.6°E, H=500 km
 震度0 P-S=156.5 S



b₂ 型 1941年8月29日15時55分
 苫小牧沖 41.6°N, 141.9°E, H=100 km
 震度0 P-S=20.1 S

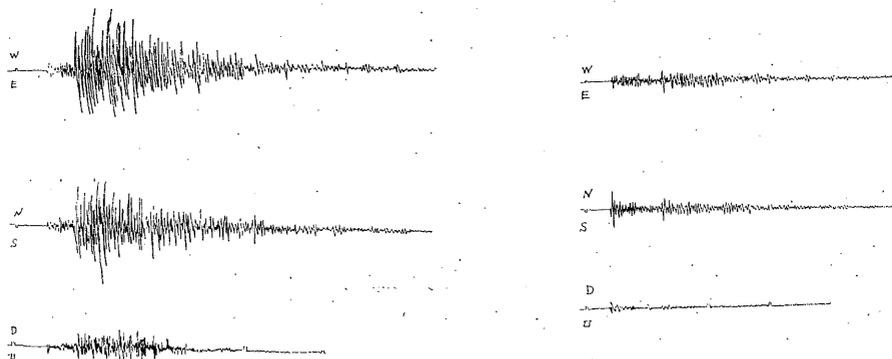


a₂ 型 1951年4月17日4時53分
 東海道はるか沖 31.2°N, 138.0°E, H=470 km
 震度0 P-S=133 S



c₁ 型 1945年11月18日1時7分
 北海道南西沖 43.2°N, 139.5°E, H=240 km
 震度0 P-S=29.8 S

Fig. 3(a) 各記象型の实例



b₁ 型 1944年7月10日21時31分
北海道南東沖 42.8°N, 144.0°E, H=100 km
震度0 P-S=23.5 S

c₂ 型 1951年4月7日7時55分
樺太南岸 46.6°N, 142.4°E, H=320 km
震度0 P-S=50.0 S

Fig. 3(b) 各記象型の実例

300 km が多いが、P波の出現は顕著である。これは震源が比較的近いことおよび地震波伝搬経路上の媒質分布の差異によるものであろう。

エ. 深さ 100 km 以上の地震についての記象型の特徴は発生地域によるよりも、むしろ震源距離および震源の深さが、それを大きく左右しているように考えられる。

資料数が少ないのでこれ以上詳しい考察はさしひかえた。

の

上記の条件に該当するものを選んで、振動型をいくつかに分類した結果、該地震記録は 244 個あった。

(2) 記象型の分類

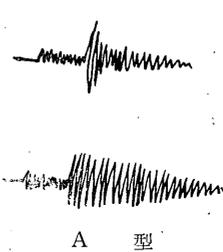
大まかに、A・B・C・D・Eの五つに分類した。

ア. A型

P, S が明らかで、P から S までは振幅が小さいが、S から顕著に出現、S 波の減衰は早いのも遅いものもある。

Table 2 記象型の調査地震表

記象型	発現時				震央	N	E	H	P-S	震度	
	年	月	日	時分							
a ₁	1941	4	303	05	北海道南西沖	41.7	139.3	240	31.3	0	
a ₁	1950	7	13	05	小笠原諸島	28.0	139.6	500	156.5	0	
b ₁	1944	7	10	31	北海道南東沖	42.8	144.0	100	23.5	0	
b ₁	1943	11	9	20	49	千島南部	43.0	148.0	120	51.7	0
b ₂	1941	8	29	15	55	苫小牧沖	41.6	141.9	100	20.1	0
c ₁	1945	11	18	01	07	北海道南西沖	43.2	139.5	240	29.8	0
c ₂	1951	4	7	07	55	樺太南岸	46.6	142.4	320	50.0	0



イ. B型

P は明らかだが、S はやや明らかでない。S のすぐ後に大きな振幅の波が続く。S 波の減衰は比較的遅い。

ウ. C型

P はやや明らか、次第に振幅が大きくなり、紡錘型となってくる。S 波の始まりがわからない。

エ. D型

C型がくずれたもので、P, S の振幅の差はほとんどなく、相の判定はむずかしい。

オ. E型

有珠岳付近で発生する火山性地震の型で特有である。

§ 3. 浅発地震について

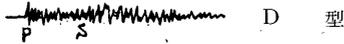
(1) 調査方法

深発地震と全く同様に、札幌のウィーヘルト地震記象紙中より

ア. 3成分の記録が明らかにとれており

イ. 1937~1956年の期間中より

ウ. 震央が明らかで、震源の深さが 100 km 以下のも



んどであり、襟裳岬東方沖から南方沖にかけてB型である。

エ. 千島南部は北海道東方沿岸にA型が若干みられるほかはほとんどB型である。

オ. 北海道北西沖はA型であるが、南西沖はB型系ではっきりしないようである。

カ. 本州方面の中で、東北沿岸はだいたいB型、少し遠くなると、CまたはD型が現われる、これに三陸は

P波が比較的大きく、S波との区別がつかない。

以上の分類を震央分布図から区分すると Fig. 4 のとおりとなる。これによると

ア. 浦河沖はだいたいA型で一部南部にB型が入っている。青森県沖・苫小牧沖などを含めてA型系統である。

イ. 北海道南部の内陸もだいたいA型とみたい。襟裳岬付近、新冠川川口付近および札幌付近が含まれる。

ウ. 北海道南東沖はだいたい二つの型に分けられる。すなわち沿岸付近、花咲半島沖合にかけてはA型がほと

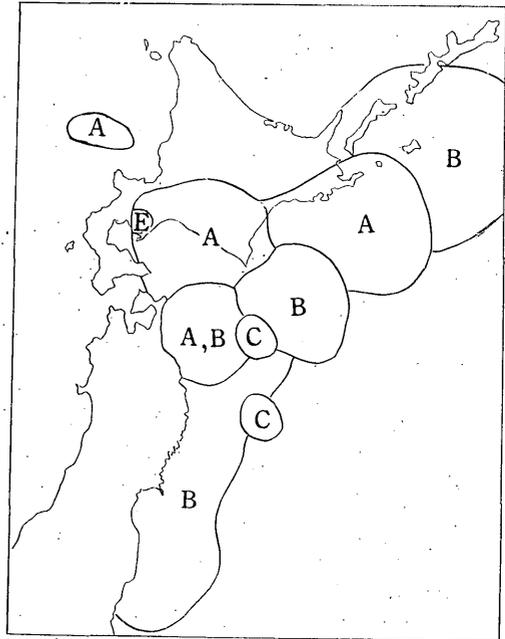
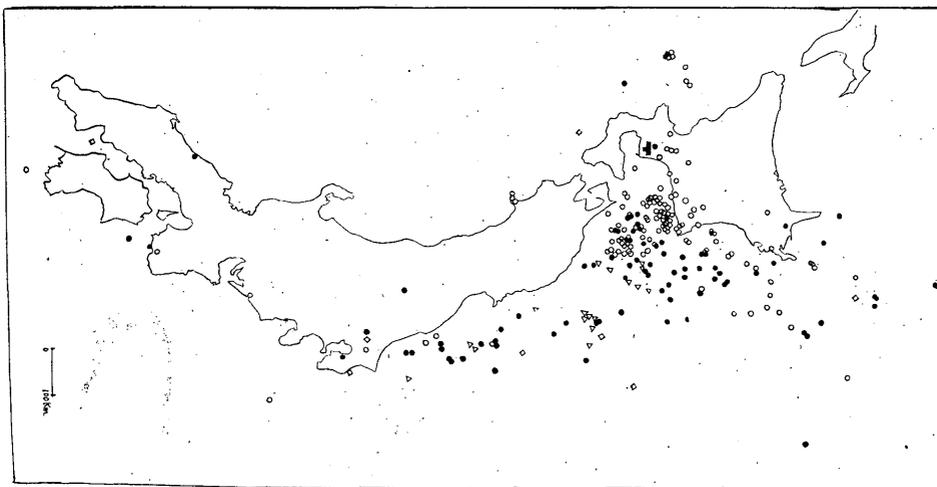


Fig. 5 記象型発現地域



○A ●B ▽C ◇D ■E
Fig. 4 記象型別震央分布図

か沖合に多い。

キ. 火山性地震は有珠岳のものであるが、特別に分類してE型とした。その他の地域では資料も少なく記象型を判別することはさけた。

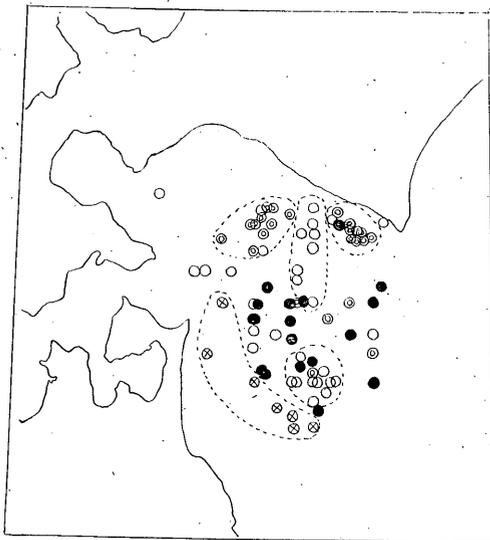
なお、Fig. 5 に記象型の発現地域を簡明に示した。

(3) 調査結果

記録の型は厳密に言えば、同じものはほとんどなく、千差万別である。記象は成分によって似たものもあり、また違うものもある。前者を便宜上 A₁ 型、後者を A₂ 型として、各地域をもう少し詳細に分類してみた。

ア 浦河沖

Fig. 6 にみるごとく、A₁ 型は浦河沖の中央部を縦断してのように、北部および南部に集中している。また



○A₁ ●A₂ ⊗A₃ ●B

Fig. 6 浦河沖の活動域における記象型分布

A₂ 型はその両側特に浦河沿岸の周辺地域を東西に分れて分布しているようである。資料の数からみて、図のようなブロックを考えてもよいのではないか。さらにB型は浦河沖の中部以南に分布している。このあたりは青森県東方沖にあたるので、あるいは別に考えるべきかも知れない。青森県沖沿岸のA型は、たしかに浦河沖のA型と違うので A₃ 型とした。

イ. 青森県東方沖

大部分を浦河沖に入れてしまったので沿岸付近の特殊なA型のみを対象とした。S波がそれほど顕著でないことと、S波の周期が比較的長く現われている点などである。A₃ 型として浦河沖と区別してみた。

ウ. 北海道南東沖

A型は沿岸近くに分布しているが、型の種類は複雑で分類はむずかしい。ただ一般にS波の減衰が緩慢であることが、浦河沖の場合と比較できる程度である。

B型は南方沖に比較的多い。B型の中でA型に近いものやC型に近いものが混入している。これは震央距離による影響もあるが、後者は三陸系の範囲に含まれるものが入ったものと思われる。

十勝沖地震はだいたいB型系である。襟裳岬東方沖から南東にかけてである。北海道南東沖はA型とB型がほぼ明らかに分れていることが注目される。A型は花咲半島沖まではほぼ東西に分布している。

エ. 北海道南部

内陸系の記象型は短周期が入っているの、一見ははっきりした記象型としてみるができる。A型が全部といえるくらいであるが、浦河沖のA型と比べてS波の減衰は緩慢である。ただし、新冠川川口付近のS波の減衰は逆に早い。

オ. 千島南部

花咲半島南東沖は一部A型であるが、これは北海道南東沖の分野に入れたので、国後島および択捉島沖についてみると、まずB型といえる。このB型の大部分は北海道南東沖のB型に似ているものが多い。択捉島沖地震(1958年11月7日)もだいたいB型系に属するものと思われる。

カ. 東北地方太平洋沿岸および三陸沖

比較的沿岸ぞいにはB型、沖合にいくにつれてC型やD型となる。記象の状態が複雑で分類することはさけたが、C型を中心として、B型やD型が存するものと思われる。

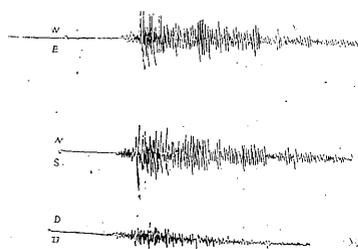
キ. その他

北海道西方沖はほぼA型系、一部B型が入る。過去において津波を伴った地震のある地域であるが、ここではA型系ということになる。資料の数も少ないのでなお検討の余地はある。

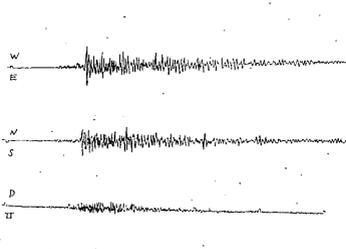
昭和新山の火山性地震は特殊な型で、P~Sの判別がむずかしい。詳しい記象型の分析については水上²⁾木沢³⁾が行っているの、ここでは分類に入れたというだけにとどめる。その他の地域については、いずれも資料が少ないので今回は割愛する。

(4) 考察

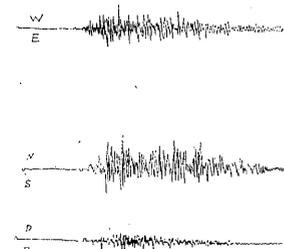
ア. 浦河沖のA型は典型的なものが多い。しかし、青森県東方沖と北海道南東沖はA型とB型の混合したものが現われている。これは襟裳岬南東沖B型活動地域の影響をうけているものと思われる。



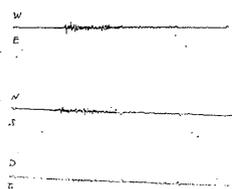
A₁ 型 1945年10月29日 5時23分
 苫小牧沖 42.3°N, 142.0°E,
 H=0~20km
 震度 1 P-S=14.8 S



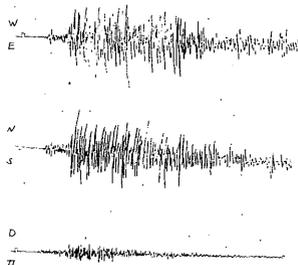
A₁' 型 1939年 5月12日 23時 5分
 北海道南部 42.6°N, 142¹/₄°E,
 H=90~95km
 震度 0 P-S=24.4 S



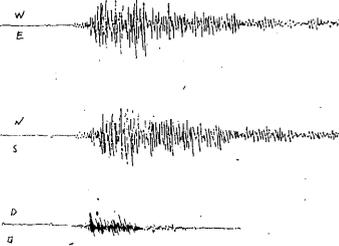
A₂ 型 1943年11月 5日 19時51分
 北海道南東沖 42.0°N, 143.5°E,
 H=45km
 震度 0 P-S=18.7 S



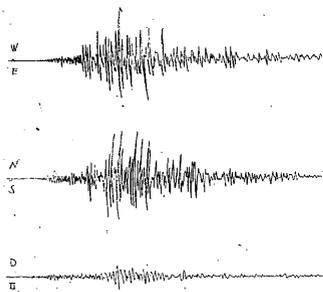
A₃ 型 1947年 5月17日 10時40分
 青森県東方沖 41.2°N, 141.6°E,
 H=0 km
 震度 0 P-S=22.3 S



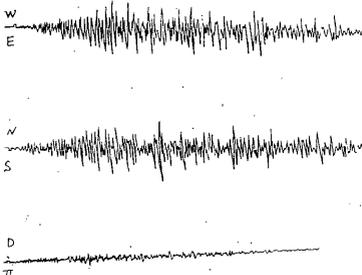
B 型 1939年10月22日 23時40分
 北海道南東沖 42.4°N, 144.0°E,
 H=60km
 震度 [1] P-S=19.6 S



B' 型 1949年 7月18日 18時53分
 浦河沖 41.5°N, 143.0°E,
 H=20km
 震度 0 P-S=26.3 S



B₂ 型 1947年10月21日 18時46分
 千島南部 44.5°N, 145.7°E, H=0km
 震度 0 P-S=52.2 S



C 型 1941年 3月13日 6時37分
 三陸沖 39.5°N, 143.5°E, H=0km
 震度 0 P-S=55.9 S



D 型 1942年 4月10日 22時36分
 北海道南西沖 H<100km
 震度 0 P-S=26.0 S



E 型 1944年 1月 5日 20時55分 有珠岳 震度 0

Fig. 7 各記象型の実例

Table 3 各記象型分類表

震央地名	記象型	P-S	深さ	記象型の特徴
浦河沖	A ₁ , A ₂	14~27 ^s	0~100 ^{km}	P, Sが明らかで、PからSまでの振幅は小さいが、Sからは顕著に振幅大きくなり、減衰もやや早い。Pは明らかで、Sはやや不明りょう。Sのすぐ後に大きな振幅の波が続き、減衰は遅い。
	B	17~30	0~100	
青森県東方沖	A ₃	18~32	0~100	A ₁ のようにPからSまでは小振幅である。Sの始まりはあまりはっきりせず、S波の周期は比較的長い。
北海道南東沖	A ₁ , A ₂	19~35	0~100	浦河沖のA ₁ , A ₂ とはほぼ似ている。S波の減衰がやや遅い。浦河沖のB型と同じである。
	B	19~44	0~100	
千島南部	A	31~94	0~70	北海道南東沖と同じ。北海道南東沖と同じ。
	B	52~88	0~100	
北海道南部	A	9~24	0~100	浦河沖と同じであるが、短周期の波が入っているものが多い。
北海道北西沖	A	15~30	0~100	浦河沖と同じ。
三陸沖	B	30~69	0~100	浦河沖と同じ。Pから次第に振幅を増し、紡錘形となって次第に減少する。Sの始まりがわかりにくい。C型がくずれ、P, Sの振幅差はほとんどなく、相の判定はむずかしい。
	C	30~60	0~60	
	D	50~54	0~100	
有珠岳	E	—	0	P波が大きく、S波との区別がつかない。

この襟裳岬南東沖の地域はかなり明らかな状態でB型の発現地域となっているのは、興味深く、発震機構あるいは地かく構造の特殊性を示すものでなかろうか。この点の本調査で最も注目される点である。

イ. 浦河沖の詳細な分類において、同一型のものはFig. 6a₂に見るごとく比較的一群をなしている。これは、同一地域の震源においては、同一の型が多く現われるということである。一部型の違ったものが入っているが、数の上では問題にならない。ただ地かくの構造を仮定した場合、その構造の違いによって、記象がどのよう

Table 4 各記象型の調査地震表

記象型	年	月	日	時	分	震 央	N	E	H	P-S	震 央
A 1	1945	10	29	05	23	苫小牧沖	42.3	142.0	0~20	14.8	1
A 1	1939	5	12	23	05	北海道南部	42.6	142 ¹ / ₄	90-95	24.4	0
A 2	1943	11	5	19	51	北海道南東沖	42.0	143.5	45	18.7	0
A 3	1947	5	17	10	40	青森県東方沖	41.2	141.6	0	22.3	0
B	1949	7	18	18	53	浦河沖	41.5	143.0	20	26.3	0
B	1939	10	22	23	40	北海道南東沖	42.4	144.0	60	19.6	(1)
B	1947	10	21	18	46	千島南部	44.5	145.7	0	52.2	0
C	1941	3	13	06	37	三陸沖	39.5	143.5	0	55.9	0
D	1942	4	10	22	36	北海道南西沖	—	—	<100	26.0?	0
E	1944	1	5	20	55	有珠岳	—	—	0	—	0

に違うものであるが、また深さによってどのように変わるものかについては、今後検討すべき問題であろう。

ウ. 浦河沖と青森県東方沖におけるA型にかなりの違いを見いだした。また北海道南東沖のA型はややくずれたものが多く、三者ともそれぞれ違うが、震央距離の差、あるいは局所的地かく構造の違いという原因も加味されているのではなかろうか。

§ 4. あとがき

今回の調査は統一調査のためまえから調査資料が制限されたため、北海道内陸部などの活動状況や、ここ数年来起った津波地震などが含まれなかったことは残念であるが、これらについては別の機会にゆずることとした。

今回は震源の深さおよび上下動の記象型はほとんど考慮に入れなかった。なぜならこれらを加えていろいろ調査することは複雑であり、種々の問題点が付加するので割愛した。

記象型の分類にあたっては、遠距離系の浅発地震については非常にむずかしく、A・B・C……という基準にあてはめたという感が深い。また一般的には成分による比較分類程度しかできなかつたことや、A型とB型の間あたりの型はどちらかに分類決定したが、いずれにしても分類にあたっては主観的判断が加わったことはいたし方ない。同時に記象の複雑性を物語っていると見えよう。

参 考 文 献

- (1) 気象庁地震課：地震予知のための予備調査(2), 測候時報, 26 (1959), 368~374.
- (2) 水上 武：有珠火山の最近の活動 (I), (II), B. E. R. I, 25 (1947), 65~76.
- (3) T. Kizawa: A Study of Earthquakes in Relation to Volcanic Activity (I), (II), Papers in Meteorology and Geophysics, 8 (1957), 9 (1959).

III 初動方向の分布による地震活動域について*

§ 1. 初動の押し、引き分布

(1) 資料 ウ式地震計により観測開始された、昭和3年(1928年)から昭和34年(1959年)までの32年間の札幌の地震観測原簿に記載されているもののうち、測候時報掲載の調査要領¹⁾の条件にかなったものを使った。震央の位置は地震月報別冊I「日本付近の主要地震の表」および地震月報(昭和26年以降)を用いた。

(2) 初動の押し、引きの平面的分布 Fig. 8は以上の資料に基いて調べたものである。図の範囲では、震源の深さが100km未満では押し124、引き215、100km以上では押し24、引き30、総計393である。図は初動の押し、引きにしたがって地図上の震央の位置に●、○印をつけたものである。

図を見ると、オホーツク海から北海道中部にかけては、深さ100km以上の押しが分布している。日本海沿岸沖合では引きが分布し、43.6°N~44.3°N、139.5°E~141.0°Eにわりあいまとまっている。

なおこの範囲には昭和15年(1940)8月の神威岬沖、昭和22年(1947)11月の留萌沖と、それぞれ大小の津波をともなった地震が発生している。本道東部では弟子屈付近に資料は少ないが引きの地域があり、また日高山脈南部から襟裳岬にかけて、浦河沖の地域では引きが多い。釧路十勝沖合でもひろく分布し、襟裳岬南東沖から三陸沖にかけては押しが分布し、青森県東方沖では押し、引きがまざっている。

(3) 初動の押し、引きの立体的分布 Fig. 8に使った資料のうち、震源の深さが数的にわかっているものを用いて、立体的な分布状態を調べた。なお震源の深さは100km未満のものについては、±20km以内に、100km以上については、±30km以内に決定されているものを使った。

垂直断面図は、43.0°N以北および41.0°N以南については緯度1度ごとに、その間については0.5度ごとに作成した。なお横軸は経度、縦軸は震源の深さである。

まず北のほうから見ていくと、オホーツク海南部の深い地震は、樺太の中知床半島沖で深さ300km前後で押しの地域としてまとまっている。これより南西に移って、道北の天塩付近でやはり押しの地域として深さ250km前

後であらわれている。しかしいずれも資料が少ないので地域の決定には無理があるかとも思われる。

留萌西方沖では比較的浅いところに、引きの群があり、神威岬沖合から南にかけて、日本海側の深い地震が引きとなってひろく分布しているが、地域的にまとまっていないので地域の決定はできない。

本道中部の夕張付近では深さ100kmから150kmにかけて、押し引きがまざって集まっているが、資料が少ないので区別することはできない。また東部の弟子屈付近では資料が少ないが、比較的浅い20km未満に引きの地域がある。

本道南東沖の釧路、十勝沿岸沖合では、引きの地震がひろく分布しており、中心は42.7°N、144.7°E付近と思われるが密集していないので確かでない。また一部の十勝沿岸沖のものは、本道南部の引きの地域に連なっているように推定されるが、明らかな区別はできない。

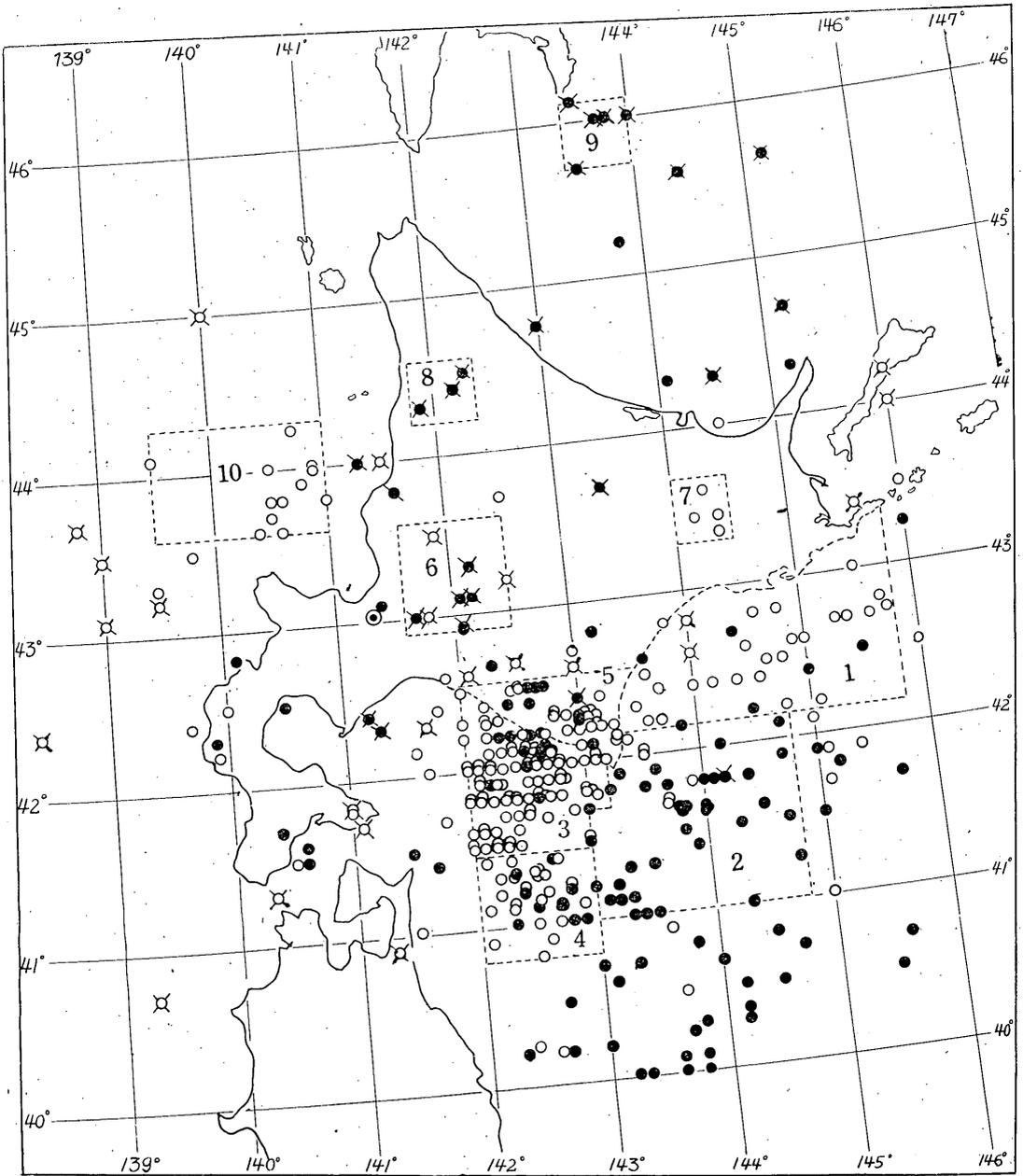
本道南部から襟裳岬付近にかけては、引きの地域となっており、その中心は、日高山脈南部と新冠付近に分れるようである。一方押しも若干まざっているが、北部からの深い押しの地震が南下するにしたがい徐々に浅くなり、この付近が南限と推定される。

浦河沖には引きが深さ0km~90kmの間はかなり密集しており、その地域は青森県東方沖合までひろがっている。襟裳岬南東沖から南方にかけては、押しの地域がひろがっており、中心は南東方にあり、南方のものは、三陸沖の押しの地域に連なっている。青森県東方沖では押し、引きが集まっており、浦河沖の引きの地震と襟裳岬南東沖および三陸沖の押しのものが、まざっており、区別はできないが比較的東方は押しのものが多い。

(4) 初動の押し、引きを示す地域 初動の押し、引きを平面的および立体的に考察した結果、各地域で押し、引きがどのような割合で越っているかを調べたのが、Table 5である。しかしこの地域の区分については、地域によって細分したり、統合した方がよいところもあるかと思われるが、いずれにしても札幌1か所の資料については、疑問があるので今後の調査に期待したい。

(5) 押し、引きの時間的傾向 (3)の資料のうち昭和15年(1940)から昭和34年(1959)までのものを使って、時間的にどのような傾向があるかを(4)の地域単位名2, 3, 4, 5についてみたのがFig. 10である。各地域とも時間的に傾向があるとは思われない。このことは地域による押し、引きの区分はそのまま、地域の特性を示し、さらに発震機構の同一性が地域により保持されていることを暗示している。

* M. Suga: On the Relation between Direction of Initial Motion and Seismic Zone.
調査担当: 須賀盛典(札幌管区気象台)



$h < 100 \text{ km}$ ●: 押し ○引き
 $h \geq 100 \text{ km}$ ■: 押し □引き

Fig. 8 初動の押し、引きの平面分布 (1928年~1959年)

Table 5 初動の押し引きを示す地域とその割合

単位	震央地名	範	囲 (h km)	押し・引きの百分率				備考
				●	○	計	%	
1	釧路沖	42.15°N以北 145.8°E内の海域	20~100	5	27	32	84	おもに 40<h<60
2	襟裳岬南東沖	41.0°N→42.15°N 143.0°E(41.7°Nまで) 143.2°E→144.8°E	30~100	40	6	46	87	十勝沖地震(昭27. III. 4)
3	浦河沖	41.7°N以北 142.0°E→143.0°E 143.2°E	0~90	15	91	106	86	おもに 20<h<60 (41.7°Nまで)
4	青森県東方沖	40.8°N→41.45°N 142.0°E→143.0°E	10~60	11	22	33	67	おもに 20<h<40
5	北海道南部	42.55°N以南の陸地	0~120	8	29	37	78	おもに 40<h<60
6	北海道中部	42.9°N→43.6°N 141.6°E→142.5°E	30~300	5	4	9	56	おもに 100<h<160
7	北海道東部	43.3°N→43.7°N 144.0°E→144.5°E	0~20	—	4	4	100	屈斜路地震(昭13. V. 29) 弟子屈地震(昭34. I. 31)
8	北海道北部	44.2°N→44.6°N 141.8°E→142.4°E	230~300	3	—	3	100	
9	オホーツク海南部	45.7°N→46.2°N 143.4°E→144.0°E	250~360	5	—	5	100	
10	留萌西方沖	43.6°N→44.3°N 139.5°E→141.0°E	0~30	—	12	12	100	

徴がでていますが、資料が少ないので明らかでない。

§ 2. 初動の方向のかたより

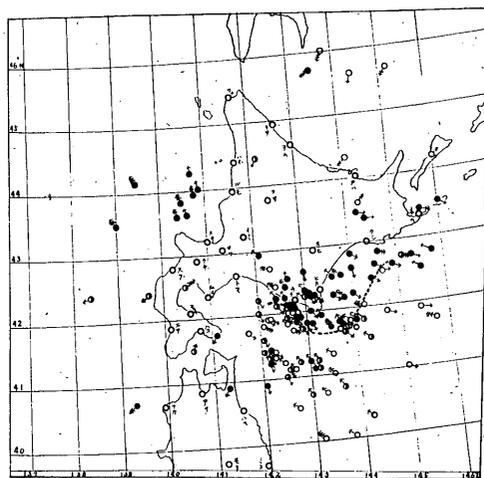
§ 1の(2)の資料のうち初動の水平成分を合成して、宇津³⁾が調べた方法で、震央に平行移動し、震央のかたよりを調べたのが Fig. 12である。なお水平成分の合成した値が8μ以上(矢の先が一つ)20μ以上(矢の先が二つ)50μ以上(矢の先が三つ)の3階級に区別した。

これによると、札幌の資料からは明らかな分布は見られないが、浦河沖から南東方向に襟裳岬沖合に、それより十勝沿岸沖から釧路沿岸沖にかけて、右偏(●印)と左偏(○印)の地域との境界になっている傾向が見られる。すなわちこの付近で地震波速度が早いかまたは地かく表層がうすくなっているものと推定されるが、資料不足のため明らかでない。

§ 3. 調査結果と考察

これまでの結果を要約考察すると次のようになる。

(1) オホーツク海側および日本海側がそれぞれ押し、引きに限られており、また深さのいかんによっていない。特に注目すべきは浦河沖、襟裳岬沖、十勝釧路沖の3地域の押し、引きは、極めて明らかな地域区分がなされることである。このことは地域により地震の発震機構が類



○初動方向が震央に対して左にかたよっている地震の震央
●初動方向が震央に対して右にかたよっている地震の震央
●初動方向が震央に対し右にかたよっている地震の震央
Fig. 12 初動方向のかたより

似し、地域がかわれば、発震機構にも差異を生ずるということを暗示している。また一方これらの地域の間地かくの不連続層の存在も考えられるが、襟裳岬沖および十勝釧路沖においては、初動の押し、引きの垂直分布図によれば深さ約0 km から 100 km の間にまたがって押

し、引きにまとなり、浦河沖においては、約 40 km から 60 km のあいだに若干押しがまざり、他は引きになっていることを考えると、層は単に水平的なひろがりではなく、ある角度をもって存在するものと思われる。

(2) 初動方向のかたよりについては、浦河沖から襟裳岬、釧路沖にかけて、右偏と左偏の境界の存在が若干認められる。このことは地震波速度の不連続がこの付近に存在していることを意味する。

(3) 時間的傾向や Magnitude との関連については、あまり明らかなものは認められなかった。

以上のようになるが、詳細はこの調査のみで解決できないものがあり、今後の調査研究によらねばならない。

参 考 文 献

- (1) 気象庁地震課：地震予知のための予備調査(3), 測候時報, 26 (1959), 420~428.
- (2) 浜松音蔵：東京における初動方向からみた地震活動域について, 験震時報, 24 (1960), 115~120.
- (3) 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.
- (4) 市川政治：近地震のP波初動節線の一作図法, 験震時報, 22 (1957), 77~92.

IV 走時曲線からみた地下構造*

§ 1. 調 査 資 料

1953年から1959年までの7年間、当台のウイーヘルト地震計によって観測された地震のうち、P波が特に*iP*またはPと観測されたものを使用した。資料はこの期間中札幌から半径500 km以内に震源をもつ123個の地震についてである (Table 6参照)。調査方法は測候時報掲載の要領¹⁾にしたがい、各々の震源の深さ別に和達・益田の標準走時から実測によって得られたもののかたよりについて考察した。

§ 2. 地 域 区 分

この調査期間における調査の対象となった地震の震源位置は根室沖・釧路沖・浦河沖とほぼ本道南岸沖に集中している。その他の地域ではきわめてその数が少なく、細域についての区分はさし控え、記象型あるいは、初動分布による地域区分を考慮し、AからGまでの7地域に区分した。地域区分は Fig. 13 に示す。

§ 3. 走 時 曲 線 図

走時曲線図の縦軸には当台において観測された初動の発現時から震源における発震時 (気象庁発行地震月報による) を差し引いた走時をとり、横軸には震央距離をとった。各深さ別に $0 < h \leq 20$ km・ 20 km $< h \leq 30$ km・ 30 km $< h \leq 40$ km・ 40 km $< h \leq 50$ km・ 50 km $< h \leq 60$ km・ 60 km $< h \leq 70$ km・ 70 km $< h \leq 80$ km の走時曲線図を作成した。Fig. 14(a) から (g) までこの図の中で実線で示したのは和達・益田の標準走時曲線である。

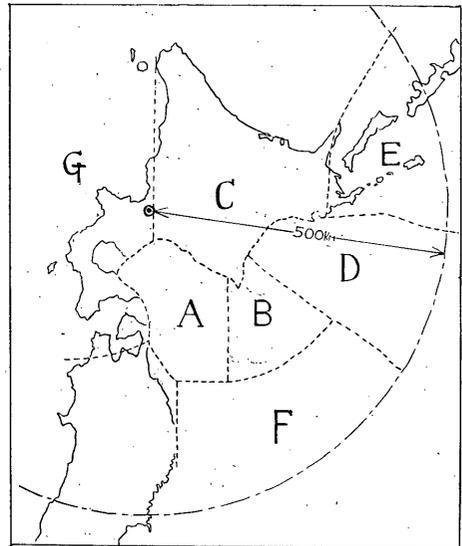


Fig. 13 地域区分図

図中の記号は各地域を表わしたもので、その関係は Table 7 に示す。特に震央距離が 500 km を越えるものであるが、参考までにエトロフ島南方沖に震源を有する深さ 50 km $< h \leq 60$ km のものについても、同様に走時曲線図を作成したのでこれを Fig. 15 に示す。

- (1) $0 < h \leq 20$ km (Fig. 14(a))

G, C 地域のものはほぼ標準走時曲線にのっている。A 地域のものは若干遅れて出る傾向が認められるが、資料が少ないので十分とはいえない。

- (2) 20 km $< h \leq 30$ km (Fig. 14(b))

この深さに属するものはわずかに二つの地震しかなかった。

- (3) 30 km $< h \leq 40$ km (Fig. 14(c))

A・B 両地域のものは明らかに標準曲線より 2~3 秒

* Y. Ono: Crustal Structure as Deduced from Time Distance Curve.

調査担当：大野 謙 (札幌管区気象台)

Table 6 調査に使用した地震の表

発震時 (J. S. T.)	震源			震央地名	地域別	初動の発現時*			**	**
	λ	φ	h			走時	Δ			
d h m s	°E	°N	km			m	s	s	km	
1953 I 19 13 57 29	143.8	41.6	40	襟裳岬南東沖	B	iP _{NEZ}	58 01.4	32.4	262	
" II 06 22 13 03	144.2	42.0	80	襟裳岬東方沖	D	iP _{NEZ}	13 40.7	37.7	260	
" IV 06 18 33 09	143.7	42.5	40	十勝川河口沖	D	iP _Z	33 38.6	29.6	210	
" IV 14 10 21 05	144.1	42.4	20	釧路南々西沖	D	iP _Z	21 40.5	35.5	239	
" IV 19 13 36 54	142.5	41.7	50	尻島崎北東沖	A	iP _E	37 21.0	27.0	182	
" IV 30 05 21 05	143.2	42.2	55	北海道南部	C	iP _{NEZ}	21 31.8	26.8	180	
" V 08 05 33 20	142.2	41.6	40	浦河西南西沖	A	iP _{NEZ}	33 49.5	29.5	179	
" V 19 07 19 41	142.1	41.4	40	下北半島東方沖	A	iP _N	20 07.5	26.5	195	
" V 26 10 43 11	143.1	41.8	40	襟裳岬南西沖	B	iP _{NEZ}	43 41.0	30.0	204	
" VII 02 17 48 24	144.8	41.3	60	襟裳岬南東沖	B	iP _{NEZ}	49 09.7	45.7	350	
" VII 14 21 44 10	139.9	42.2	20	渡島半島西部	G	iP _{NZ}	44 37.2	27.2	152	
" VII 22 21 52 11	144.0	41.6	50	襟裳岬南東沖	B	iP _{NEZ}	52 49.7	38.7	273	
" VIII 08 22 13 44	143.2	42.2	65	北海道南部	C	iP _Z	14 11.8	27.8	180	
" X 27 12 40 50	145.6	42.7	60	根室南方沖	D	iP _Z	41 36.8	46.8	351	
" X 28 07 56 33	143.1	42.2	70	北海道南部	C	iP _{NEZ}	56 57.5	24.5	184	
" XII 07 23 11 33	142.2	38.7	30	金華山北東沖	F	P _Z	12 39.0	66.0	498	
" XII 22 02 36 18	142.2	41.4	40	下北半島東方沖	A	iP _{NEZ}	36 46.7	28.7	198	
1954 II 02 06 08 41	142.1	42.0	40	浦河西方沖	A	iP _Z	09 01.6	20.6	134	
" III 03 17 28 51	142.6	41.3	40	下北半島東方沖	A	iP _Z	29 22.2	31.2	220	
" III 26 13 35 25	142.2	41.2	60	下北半島東方沖	A	iP _{NE}	35 58.2	33.2	220	
" III 26 19 47 22	147.0	44.0	80	千島列島南部	E	iP _Z	48 28.0	66.0	478	
" IV 05 08 14 01	142.8	41.9	50	襟裳岬西方沖	A	iP _N	14 29.6	28.6	181	
" IV 26 11 11 12	142.7	42.0	60	浦河西南西沖	A	iP _{NEZ}	11 36.6	24.6	162	
" V 07 11 19 44	146.1	43.1	70	根室南東沖	E	iP _Z	20 37.5	53.5	392	
" V 12 07 50 05	140.6	41.5	5	津軽海峡	G	iP _{NE}	50 35.9	30.9	184	
" V 27 18 57 11	143.3	42.1	80	襟裳岬付近	C	iP _{EZ}	57 39.8	28.8	202	
" VI 20 06 45 47	142.5	42.1	60	浦河西南西沖	A	P _N	46 09.7	22.7	143	
" VII 16 21 41 43	144.5	39.5	60	三陸沖	F	P _N	42 46.1	63.1	479	
" VII 31 08 59 49	140.6	41.6	20	津軽海峡	G	iP _{NE}	00 18.5	29.5	173	
" VIII 03 20 28 52	143.7	39.1	45	三陸沖	F	P _Z	30 11.6	79.6	484	
" VIII 06 21 02 31	142.7	42.1	40	浦河付近	A	iP _{NEZ}	02 53.8	22.8	155	
" VIII 11 16 27 05	143.4	41.0	60	襟裳岬南方沖	B	P _Z	27 45.0	40.0	286	
" VIII 31 17 24 22	143.8	42.8	70	北海道南東海岸	D	iP _Z	24 51.8	29.8	208	
" IX 12 16 43 47	143.6	40.9	20	襟裳岬南南東沖	B	iP _{NEZ}	44 36.6	49.6	306	
" IX 17 20 52 04	144.8	42.8	55	釧路東南東沖	D	iP _{EZ}	52 43.8	39.8	286	
" IX 28 02 18 22	142.6	42.5	75	北海道南部	C	iP _Z	18 42.3	20.3	122	
" X 16 06 24 50	140.6	41.5	10	津軽海峡	G	iP _{NEZ}	25 21.1	31.1	173	
" XI 09 20 35 25	142.4	42.1	80	浦河西南西沖	A	iP _{NEZ}	35 48.2	23.2	138	
" XI 12 04 30 33	142.1	41.5	60	下北半島北東沖	A	iP _Z	31 00.7	27.7	184	
" XI 18 21 46 30	141.6	42.2	80	渡島半島東方沖	A	iP _{NEZ}	46 49.4	19.4	98	
1955 I 28 01 16 02	140.5	42.5	5	北海道噴火湾	G	iP _{NEZ}	16 21.2	19.2	92	
" II 02 04 16 12	142.6	41.9	60	浦河西南西沖	A	iP _Z	16 37.0	25.0	170	
" III 23 08 23 49	142.4	42.1	65	浦河西南西沖	A	iP _{NEZ}	24 11.4	22.4	138	

発震時 (J. S. T.)	震源地				地域別	初動の発現時*		**	***
	λ	φ	h	震央地名		m	s	走時	Δ
d h m s	E	N	km						km
1955 IV 18 09 04 56	142.0	41.6	20	下北半島東北東沖	A	iP _Z	05 23.0	33.0	172
〃 V 01 18 55 19	143.8	39.8	60	三陸沖	F	iP _{EN}	56 15.6	56.6	416
〃 V 01 22 58 46	143.8	39.8	40	三陸沖	F	iP _{NE}	59 41.0	55.0	416
〃 V 04 02 07 31	143.8	39.5	50	三陸沖	F	iP _{NE}	08 31.7	60.7	446
〃 V 06 09 04 33	143.8	40.1	60	三陸沖	F	iP _Z	05 28.0	55.0	389
〃 V 10 05 15 11	145.6	40.7	80	三陸はるか東方沖	F	iP _Z	16 12.3	61.3	444
〃 VI 05 01 51 21	143.0	40.2	40	三陸沖	F	iP _Z	52 10.2	49.2	347
〃 VI 06 14 59 07	143.0	40.1	40	三陸沖	F	iP _Z	00 00.0	53.0	358
〃 VII 28 21 00 56	143.0	42.2	80	北海道南部	C	iP _{NE}	01 22.1	26.1	168
〃 IX 05 04 09 36	144.9	42.6	40	釧路南東沖	D	iP _Z	10 18.2	42.2	289
〃 X 10 10 17 29	143.1	41.1	40	襟裳岬南方沖	B	iP _Z	18 05.5	36.5	264
〃 XI 02 08 46 14	144.3	40.5	40	三陸沖	F	iP _Z	47 05.0	51.0	375
〃 XI 25 17 33 21	143.1	42.2	60	北海道南部	C	iP _Z	33 45.4	24.4	184
1956 I 01 06 14 17	142.0	41.4	70	下北半島東方沖	A	iP _Z	14 46.3	28.3	133
〃 I 04 14 07 59	143.1	41.5	50	襟裳岬南南西沖	B	iP _{NEZ}	08 27.7	28.7	158
〃 I 06 07 31 44	146.5	43.5	40	千島列島南部	E	iP _{NE}	32 43.5	54.5	424
〃 I 14 23 24 43	145.1	42.3	60	北海道南東沖	D	iP _Z	25 28.0	45.0	321
〃 II 15 06 08 43	143.1	42.3	60	北海道南部	C	iP _{NEZ}	09 09.5	26.5	169
〃 III 06 08 29 43	144.1	44.3	10	網走沖	C	iP _{NE}	30 23.7	40.7	265
〃 III 18 00 41 20	145.2	42.7	40	北海道南東沖	D	iP _Z	42 04.1	44.1	321
〃 III 20 11 23 36	143.6	42.6	80	北海道南東岸	D	P _Z	24 06.3	30.3	192
〃 IV 05 03 23 31	143.1	42.3	60	北海道南部	C	iP _Z	23 56.5	25.5	169
〃 IV 23 12 31 39	145.0	42.4	60	釧路南東沖	D	iP _{NEZ}	32 24.6	45.6	310
〃 V 24 15 49 50	142.6	42.1	60	浦河南西沖	A	iP _{NEZ}	50 14.3	24.3	150
〃 VII 16 03 39 31	142.2	42.2	80	北海道南方沖	A	iP _{NE}	39 54.2	23.2	120
〃 VIII 02 16 18 15	146.4	43.3	60	北海道東方沖	E	iP _Z	19 12.0	57.0	431
〃 X 12 21 44 43	143.6	41.9	40	襟裳岬東方沖	B	iP _Z	45 15.7	32.7	226
〃 X 12 22 21 52	145.1	42.2	70	北海道南東沖	D	iP _Z	22 38.2	46.2	324
1957 I 19 20 29 53	142.6	42.1	80	浦河沖	A	iP _{NZ}	30 17.3	24.3	150
〃 III 10 11 55 07	142.5	41.6	60	襟裳岬南東沖	A	iP _Z	55 43.6	36.6	190
〃 V 08 22 17 50	143.2	42.4	60	日高山脈	C	iP _Z	18 14.8	24.8	179
〃 V 31 04 49 30	142.6	41.2	50	襟裳岬南西沖	A	iP _Z	50 04.5	34.5	232
〃 VI 12 17 28 35	142.9	41.1	40	襟裳岬南方沖	A	iP _{NEZ}	29 12.1	37.1	252
〃 VI 18 14 45 25	143.0	41.6	80	襟裳岬南方沖	A	iP _N	45 57.7	32.7	212
〃 VI 19 02 39 28	142.6	42.1	60	浦河南西沖	A	iP _Z	39 52.3	24.3	150
〃 VII 11 17 11 11	147.0	43.5	40	北海道東方沖	E	iP _Z	12 15.1	64.1	464
〃 VII 26 03 31 40	142.1	41.6	80	尻屋崎北東沖	A	iP _Z	32 07.2	27.2	175
〃 VII 26 22 37 19	143.0	42.5	80	北海道南部	C	iP _N	37 44.3	25.3	150
〃 VIII 22 12 38 02	142.2	41.5	40	襟裳岬南西沖	A	iP _Z	38 29.4	27.4	189
〃 VIII 25 02 00 30	143.1	42.2	80	日高山脈	C	iP _Z	00 57.0	27.0	175
〃 X 03 10 34 43	144.5	42.7	60	釧路沖	D	iP _Z	35 20.1	37.1	262
〃 X 08 08 39 36	142.2	42.0	40	浦河沖	A	iP _Z	39 57.7	21.7	138
〃 X 14 10 19 32	145.5	42.9	40	北海道東方沖	D	iP _Z	20 20.8	48.8	341
〃 X 03 05 44 47	146.0	43.3	40	根室沖	E	iP _Z	45 40.8	53.8	381

発震時 (J. S. T.)	震源			地		初動の発現時*	** 走時	*** Δ
	λ	φ	h	震央地名	地域別			
1957 XI 08 18 03 37	145.0	42.3	60	釧路南東沖	D	<i>iPz</i> 04 22.6	45.6	352
1958 II 13 08 31 28	145.7	42.8	70	根室沖	D	<i>iPz</i> 32 17.6	49.6	360
“ III 24 23 53 56	145.6	42.8	20	花咲半島南方沖	D	<i>iPN</i> 54 49.8	53.8	351
“ III 29 05 20 15	142.8	41.2	60	襟裳岬南方沖	A	<i>iPNZ</i> 20 49.8	34.8	240
“ III 29 22 52 40	142.0	41.6	60	青森県東方沖	A	<i>iPNE</i> 53 07.4	27.4	172
“ IV 01 02 49 35	140.8	44.3	20	北海道西方沖	G	<i>iPNEZ</i> 49 57.6	22.6	146
“ IV 02 20 16 26	142.2	42.4	80	北海道南岸	A	<i>iPN</i> 16 45.6	19.6	120
“ IV 29 14 00 00	142.4	41.9	70	浦河沖	A	<i>iPz</i> 00 24.8	24.8	157
“ VI 22 13 57 44	146.8	42.9	40	根室東方沖	E	<i>iPz</i> 58 47.7	63.7	448
“ VII 19 23 57 25	143.9	40.9	40	三陸沖	B	<i>iPz</i> 58 09.2	44.2	321
“ IX 03 17 10 21	143.3	40.7	20	青森県東方沖	B	<i>iPN</i> 11 09.5	48.5	309
“ IX 14 17 50 33	145.0	42.7	60	釧路沖	D	<i>iPz</i> 51 15.5	42.5	303
“ X 11 18 06 46	144.9	42.2	40	釧路南東沖	D	<i>iPN</i> 07 41.6	55.6	308
“ XI 01 22 47 01	143.4	42.1	70	北海道南東岸	B	<i>iPN</i> 47 31.8	30.8	200
“ XI 19 10 45 53	142.5	42.1	80	浦河沖	A	<i>iPz</i> 46 16.8	23.8	144
1959 I 22 16 33 17	144.2	43.5	5	弟子屈付近	C	<i>iPz</i> 33 54.3	37.3	238
“ I 31 05 38 59	144.4	43.4	20	弟子屈付近	C	<i>iPE</i> 39 37.0	38.0	252
“ I 31 07 16 47	144.4	43.4	0	弟子屈付近	C	<i>iPz</i> 17 27.9	40.9	252
“ II 22 05 11 05	143.1	42.0	60	襟裳岬付近	B	<i>iPz</i> 11 32.9	27.9	180
“ II 22 12 35 42	140.1	42.8	10	北海道南西部	G	<i>iPz</i> 36 01.0	19.0	105
“ III 05 23 09 48	147.3	43.8	80	エトロフ島沖	E	<i>iPz</i> 10 53.3	65.3	497
“ III 10 03 44 27	142.3	41.1	40	青森県東方沖	A	<i>iPz</i> 45 02.5	35.5	233
“ III 30 22 22 23	142.4	41.8	60	浦河沖	A	<i>iPz</i> 22 49.5	26.5	166
“ IV 15 09 15 24	143.2	41.1	40	襟裳岬南方沖	B	<i>iPz</i> 16 01.7	37.7	268
“ IV 26 07 49 44	142.6	40.2	25	岩手県沖	F	<i>iPz</i> 50 34.1	50.1	336
“ VI 16 23 09 12	146.8	43.3	40	北海道東方沖	E	<i>iPz</i> 10 16.1	69.1	446
“ IX 06 16 04 17	142.5	42.0	40	浦河南西沖	A	<i>iPz</i> 04 39.8	22.8	136
“ IX 09 04 19 38	143.1	42.3	60	北海道南部	C	<i>iPz</i> 20 02.8	24.8	169
“ IX 15 01 51 03	142.6	42.1	50	浦河南西沖	A	<i>iPz</i> 51 16.6	13.6	150
“ IX 16 00 08 29	146.8	43.1	60	花咲半島東方沖	E	<i>iPz</i> 09 29.8	60.8	446
“ X 04 05 02 54	146.3	43.2	40	花咲半島東方沖	E	<i>iPz</i> 03 50.8	56.8	406
“ X 07 02 27 47	142.3	42.1	80	浦河沖	A	<i>iPz</i> 28 11.6	24.6	134
“ X 11 18 33 54	142.1	41.5	70	尻屋崎東北東沖	A	<i>iPz</i> 34 21.5	25.5	184
“ XI 08 22 54 56	140.6	43.8	5	北海道西方沖	B	<i>iPNE</i> 55 15.6	19.6	102
“ XII 13 12 20 45	142.1	42.0	40	浦河南西沖	A	<i>iPz</i> 21 07.2	22.2	133
“ XII 17 14 05 51	142.4	40.0	30	岩手県沖	F	<i>iPz</i> 05 40.6	49.6	350

* *iP* または *P* と観測されているものうち一番早い発震時をとる。

** (初動の発現時)-(震源における発震時)=(走時)

*** $\frac{1}{200万}$ の地図で測った震央距離

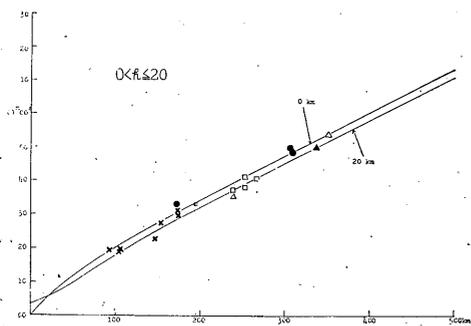


Fig. 14 (a)

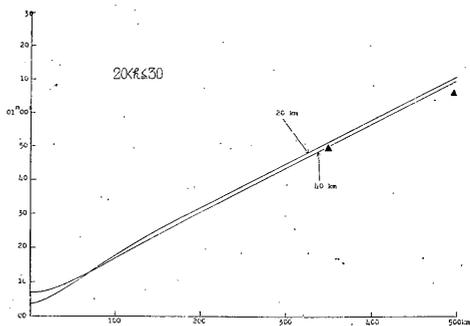


Fig. 14 (b)

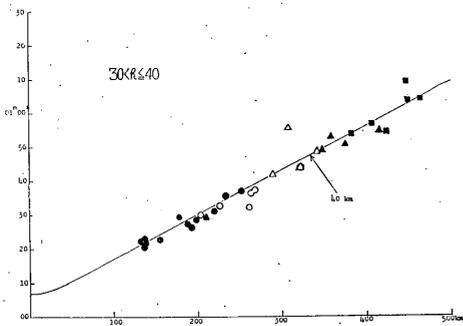


Fig. 14 (c)

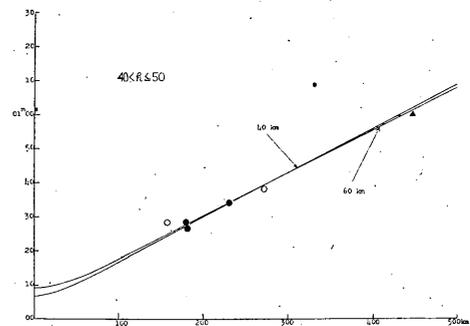


Fig. 14 (d)

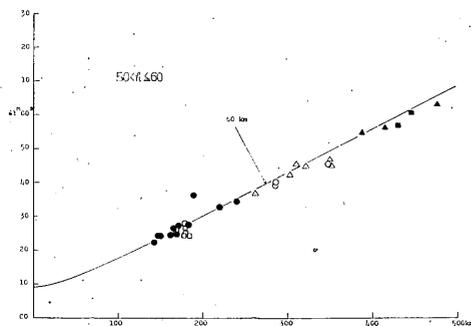


Fig. 14 (e)

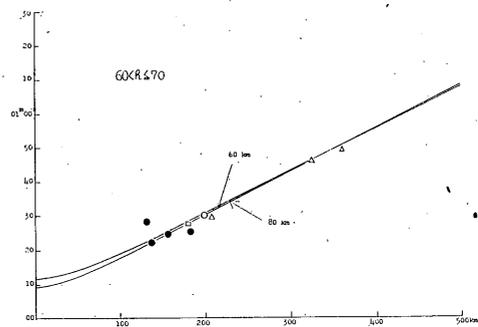


Fig. 14 (f)

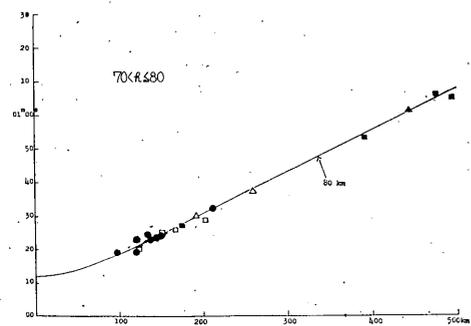


Fig. 14 (g)

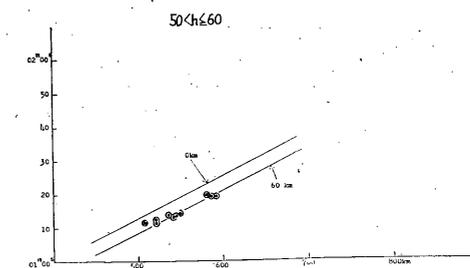


Fig. 15

Table 7 地域記号と地域別

記号	地域符号	地 域 範 囲
●	A	浦河沖, 苫小牧沖, 青森県東方沖
○	B	襟裳岬南および南東沖
□	C	北海道内陸部, 中央および東部
△	D	十勝沖, 釧路沖
■	E	根室沖, 千島列島南部
▲	F	三陸沖
×	G	北海道西部および南西部

早く出ている。震央距離 300 km 以上にある D・E・F 地域のもはばらつきがやや大きい、総体的に見れば走時曲線より若干早くなる傾向が認められる。今期間の調査で資料の最も多かったのは、この深さのものであった。

(4) $40\text{ km} < h \leq 50\text{ km}$ (Fig. 14(d))

資料数は少ないが Fig. 14(c) で標準走時よりずれていた A 地域のもがふたたび標準走時にのりははじめている。

(5) $50\text{ km} < h \leq 60\text{ km}$ (Fig. 14(e))

A 地域のもはほぼ曲線上にのっているが B・C・D・E・F 地域のもは 60 km の標準走時より早く出る傾向をしめしている。

(6) $60\text{ km} < h \leq 70\text{ km}$ (Fig. 14(f))

資料は少ないが各地域とも標準走時にのっている。

(7) $70\text{ km} < h \leq 80\text{ km}$ (Fig. 14(g))

各地域のもはほとんど標準走時曲線上にのっている。C 域のもののみは走時よりやや早く出ているが資料が少ないのでなんともいえない。

(8) エトロフ島沖の地震 (Fig. 15)

震央距離 500 km 以上のものの傾向をみるために、最も資料数の多い地域と深さから、エトロフ島南方沖に震源を有し、深さ $50\text{ km} < h \leq 60\text{ km}$ のものについて調査してみたが、その結果では標準走時とよく一致していた。

§ 4. 結果とその考察

今回の調査で使用した資料は時刻精度の点で期間が最近の観測値に限られ、地域別深さ別に区分したので結果の考察に若干不便な点もあった。このような状況なので完全な解析にまでは至らなかったが、大要は次のとおりである。今後資料数を多くすればさらに詳しい考察が可能であろう。

(1) 浦河沖および襟裳岬沖に発生する地震については、その深さが 0 km から 20 km までのものでは標準走

時にのり、30 km から 40 km では明らかに標準走時より早く発現している。しかし 50 km より深くなるとふたたび標準走時にのりようになっていく。これは地下 30 km ~ 40 km 付近に速度の早い層が、または速度の不連続が存在していると思われる。

(2) 日高山脈の南部および、本道内陸部においては、資料が少ないので不十分ではあるが、浦河沖および襟裳岬沖よりもさらに深い 50 km より 80 km 付近に速度の早い層があると推定される。このことは (1) の結論と合せて考えれば、速度の速い層が本道内陸部に向って若干傾斜して存在していることとなる。

(3) 釧路沖, 根室東方沖および三陸沖など震央距離が 250 km 以上のものについては、深さ 30 km から 60 km にかけて一般に標準走時より早くなる傾向を示している。

(4) 本道西部および南部に発生するものについては、資料数が少ないので走時からのかたよりは不明である。以上の諸点から総合的な考察を行なえば次のようになる。

この調査で走時の比較の基準にしたのは和達・益田の走時であることはさきに述べたとおりである。戦後わが国においては東北・関東各地で行なわれている人工地震による地下構造の研究²⁾によって、東日本のかなりの地域の実体が明らかにされてきている。従来日本付近におけるモホロビチック層の存在を地下付近として考えられていたが、最近ではむしろ 25 km 付近にあることが事実として一般に認められ始めている。この点について参考のため地かく内の P 波の速度の比較表を Table 8 にしめす。

Table 8 地かく内の P 波の速度

和達・益田 (1933年)		東北地方* (1953年)		関東地方* (1954年)		松沢 (1929年)	
深さ	速度	深さ	速度	深さ	速度	深さ	速度
km	km/sec	km	km/sec	km	km/sec	km	km/sec
0	3.20	2.51		5.5		1.94	
		5.87~5.75		6		4	
10	5.25	15				5.0	
20	6.34	6.10~6.20		6.2		20	
		25		25			
30	7.11						
40	7.41	7.5~8.0		7.7		6.1	
50	7.59					50	
60	7.71						
80	7.87					7.5	

* 人工地震の観測から得たもの
点線は不連続の部分

この調査の結果では標準走時からのかたよりが認められるのは震源の深さが 20 km から 60 km の間のものであって、地震波速度の異状による地下構造の問題はこの間に存在していることになる。特に浦河沖・襟裳岬沖付近に震源を有するものの走時からのかたよりが、30 km 付近で明らかに現われていることは、地震波速度の不連続を意味し、Table 8 に示すように地下構造は人工地震の観測結果にむしろ近いものと推定できる。この不連続層の存在については、1959 年 1 月 31 日弟子屈強震の走時曲線の解析³⁾からも同様に推論されている。本道の内

陸部に調査の対象となる資料が多数得られれば、さらに詳しい解析が可能であるが、今回の場合はいままで述べてきた程度にしか推察できなかった。

参考文献

- (1) 気象庁地震課：地震予知のための予備調査(1)、測候時報、26 (1959)、261~265.
- (2) 松沢武雄：爆破地震動による東北地方の地殻の構造、B. E. R. I., 37 (1959)、123~154.
松沢武雄外 2 名：第 2 回銚子田爆破観測から得られた地殻構造について、B. E. R. I., 37 (1959)、509~524.
- (3) 札幌管区気象台：弟子屈強震調査報告、験震時報、25 (1960)、9~20.

V 総合考察*

いままでに調査した三つの結果を総合して考察してみると次のようになる。ただし、この結論はあくまで札幌の単独資料によるものである。

今回の調査結果で特に注目されるのは、本道の南部地域から、太平洋沿岸沖にかけてであって、この地域では資料も多く、かなり突込んだ解析も可能であるが、他の地域については資料数が少ないので、そのようなわけにはゆかなかつた。

§ 1. 地震活動地域の単位

記象型の分類および、押し引き分布から、浦河沖に震源を有する一群のもの、襟裳岬南東沖のもの、釧路沖のものと明らかな地域区分が可能である。特に浦河沖のものは画然としたもので、一つの活動単位として十分考えられる。また青森県東方沖の地域については、記象型から見ても浦河沖のものと襟裳岬南東沖のものとの混合したものであると同様に、初動の押し引き分布上でも明らかに、重なりを示している。このことは極めて注目すべき一致であって、おそらく地下構造と発震機構に原因を持つものである。また釧路沖と襟裳岬南東沖の地震については初動分布から、かなり明らかなほぼ東西にわたる区分線が現われているが、外側地帯に属する地震がこのような広範囲に押しとして観測されるのは興味ある事実である。

§ 2. 地下構造について

北海道における地質構造上の特徴は、中央部を南北に通ずる山脈地帯であって、この背骨にあたる部分は古生

層からなる複雑な褶曲を呈している。重力異状から見れば、特に日高山脈付近ではアイソスターシーが成立していることを示している。浦河付近は特に負の異状がきわめて大きくなっており、地下構造の推定では地かくのおう部にあたるが、この調査の浦河沖の地震活動域との関係はさほど明らかでない。重力の観測値が浦河沖でも将来精測されれば、この関係は明らかになるであろう。

従来本道付近に発生する地震の震源分布からは、Fig. 16 に示すような構造が推定されているが、今回の調査結果からどのように推定が可能であるかについて考察を進めてみる。まづ初動のかたよりにから地震波速度の不連続が、釧路沖から襟裳岬沖・浦河沖にかけて存在することが認められる。また北側ではこの境界線に近づくにしたがって、地震波速度が速くなっていることを示すが、も

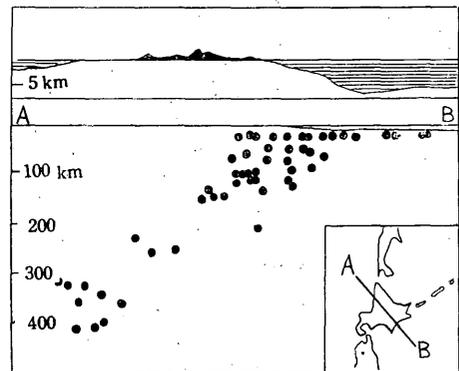
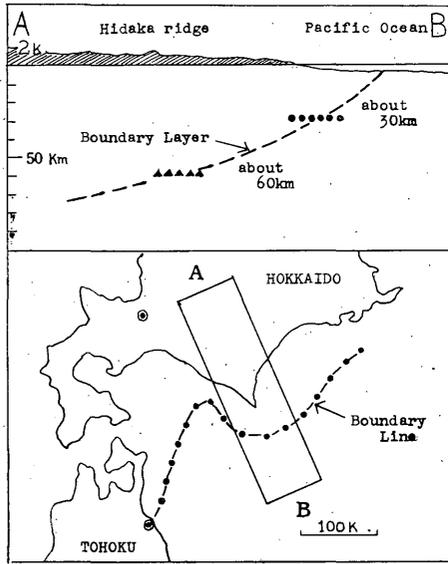


Fig. 16 深発地震震源分布 (Gutenberg による)

し地下構造が成層状とすれば、この線の付近ほど速度の早い層が地上近くに接近しており、成層は北に向って傾斜していることになる。この境界線は八戸の調査結果も考慮すれば、青森県東方沖にもつながり得るものである。

* Conclusion



- モホロビチツク層
- .-.- モホロビチツク層の一番浅く深ついていると考えられる部分

Fig. 17 地下構造図

さらに標準走時からのかたよりの調査から、本道南岸沖では約 30 km の地下にモホロビチツク層の存在が推定され、この層は内陸に入るにしたがって深くなり、60 km 付近になっているように考えられる。このような諸点から大局的には、本道付近では北に向って大きな傾斜構造を持っており、大陸構造の周縁部に位置していると推察できる。このことは震源分布から出されたものとよく一致する。この結果を示したものが Fig. 17 である。

本調査では概要あるいは問題点の提起に終った感もあるが、細部の点の裏付け究明については今後の課題としたい。