

## 鳥取県飯盛山周辺地域における地震探査の概要

—第1次・第2次調査の報告—

平沢 清\* 田村 芳雄\* 田中 章介\*

### Seismic Prospecting in the Vicinity of Iimori-yama, Tottori Prefecture

by

Kiyoshi Hirasawa, Yoshio Tamura & Akiyoshi Tanaka

#### Abstract

Seismic prospecting was performed in the vicinity of Iimori-yama, Tottori prefecture by the refraction method in 1961.

The purpose of this investigation is to explore the subsurface structure of the basement consisting of granite, in order to search uranium ore deposits.

The traverse lines (E, A and C) of this survey are shown in Fig. 1.

The detailed subsurface structure of basement was not obtained, because of little velocity contrast of the basement to overlie volcanic rocks.

Seismic prospecting in this area will be continued in 1962, by improved exploration method.

#### 要 旨

鳥取県飯盛山周辺地域においてウラン鉱床探査のため地震探査を実施した。本調査は、本地域一帯の基盤をなす花崗岩の上限構造の探査を目的としたが、調査地域は厚い火山岩類に覆われているため、所期の目的を達することができなかった。すなわち、火山岩類の速度と風化した花崗岩の速度が近似し、それに地形の複雑さが加わり、速度的に両者を分類することが困難であった。今後この地域では、本調査を1つの手懸りとして花崗岩の未風化部分の構造探査に主眼をおいて物理探査を実施することが望ましい。

#### 1. 緒 言

昭和36年度ウラン鉱床探査事業の1つとして、原子燃料公社との共同研究により鳥取県飯盛山周辺地域において地震探査を実施した。

調査期間は第1次が8月下旬より10月上旬にわたる約50日間、第2次が11月下旬より12月上旬までの約20日間、合計約70日間である。第2次調査は原子燃料

公社の本所に対する依頼調査として実施した。

これらの調査は本年度に実施した調査結果のみではその目的を充分達成し得ず、さらに第3次以降の調査が計画されているので、詳細な報告はこれの完了後にゆづり、本年度に実施した地震探査の概要を報告する。なお第2次の原子燃料公社依頼調査による実施分も本所事業による実施地域の一部を分担したのみで、目的・調査方法などが全く同じであるので、同社の了承を得て一括報告する。

本調査に参加した研究員は次の9名である。

物理探査部 平沢清・田村芳雄・田中章介・堀川義夫<sup>I</sup>

技術部 宮沢芳紀

原子燃料公社科学探鉱課 加藤和義<sup>II</sup>・浅見博史<sup>II</sup>・富重俊夫・原島文雄<sup>I</sup>

(Iは第1次のみ、IIは第2次のみ参加)

このうち宮沢は測量に、他の8名は地震探査に従事した。解析は地質調査所が担当し、筆者ら3名が分担した。

#### 2. 調査地の概要

調査地域は鳥取県気高郡青谷町・東伯郡東郷町・東伯

\* 物理探査部

郡三朝町の3町に跨る山岳地帯で、原燃公社倉吉出張所管内の東郷鉾山麻畑地区に南接する地域である。

本地域の地質は花崗岩を基盤とし、その上に薄い凝灰質堆積層、さらにその上部を厚さ200~300mの花崗岩類(主として安山岩・玄武岩)が覆っている。その水平分布は、第1図中に示された地質境界線の西側には直接花崗岩が分布し、東側は火山岩に覆われた地域である。凝灰質堆積層は両者の境界に沿って薄く分布し、ウラン鉍床はその中の所々に胚胎している。

地形はきわめて起伏に富み、V字谷の若い侵食地形の所が多い。地震探査は調査の必要上から測線も地形にかかわらず直線状に取るので、各測線の地形起伏もきわめて変化に富み調査実施および解析上の障害となつた。また、調査地域中には全く自動車の通ずる道路はなく、調査器材の運搬も全く人力にまつはかない。

### 3. 調査目的・方法その他

本地域の地震探査の目的は花崗岩基盤の上限構造を探索し、試錐探査に先立つてウラン鉍床堆積の可能性あるチャンネル構造を解明する資料を提供することである。

測線設定は本所および原燃公社の協議のうえ、調査地域全域を大まかに覆う意味から、ほぼ南北性のA・B・C・Dの4測線およびほぼ東西性のE・Fの2測線、計6測線を設定した。このうち、本年度は第1次調査でE・Aの2測線を、第2次調査でC測線の計3測線のみを実施した。

調査実施に先立ち、麻畑周辺の試錐コアの超音波速度測定を行なつた。その結果は、基盤である花崗岩が4.6 km/sec、上部層である火山岩が5.5 km/secという地震探査実施にきわめて不利なものとなつたが、測定試料数が少なくこの実験値に普遍性が乏しいこと、および実験値と現地での測定値は必ずしも対応しないと考へる根拠もあつたので、かなりの危惧はあつたが、調査実施に踏み切つたものである。

調査方法は受振点間隔20mの屈折法とし、爆発点は各測線に5~6点設け、それぞれに探さ20mの爆発孔を1孔ずつ掘きした(浅野開発工業K.K.の請負)。なお地表付近低速度層の資料を得るため約100mに1点の割で手掘りの補助爆発点を設定した。観測に用いた探鉍器はE・T・L M-3型24成分地震探鉍器1式である。

前記の速度測定結果から、現地における実測値が花崗岩の方が大となつても、その火山岩との速度差はきわめて小さいものであることが予想されるので、花崗岩上限の形状を連続的に求めるには各爆発点からの爆発をでき

うるかぎり遠方まで受振する必要がある。しかしながら各爆発点とも20mの爆発孔1本ずつでこれを数回の爆発に用いねばならず、このための爆発孔の保持の点から火薬量も制約されるので、それらのかね合いから受振距離を一応1,500m程度まで観測した。またこのため地震記録上の初動の明瞭度も良好とはいひ難い。

### 4. 走時曲線

爆発点および補助爆発点における爆発から初動を観測し、各測線ごとに観測値による走時曲線を作成して第3~5図上段に示した。これらの走時曲線に共通に見られる特質は

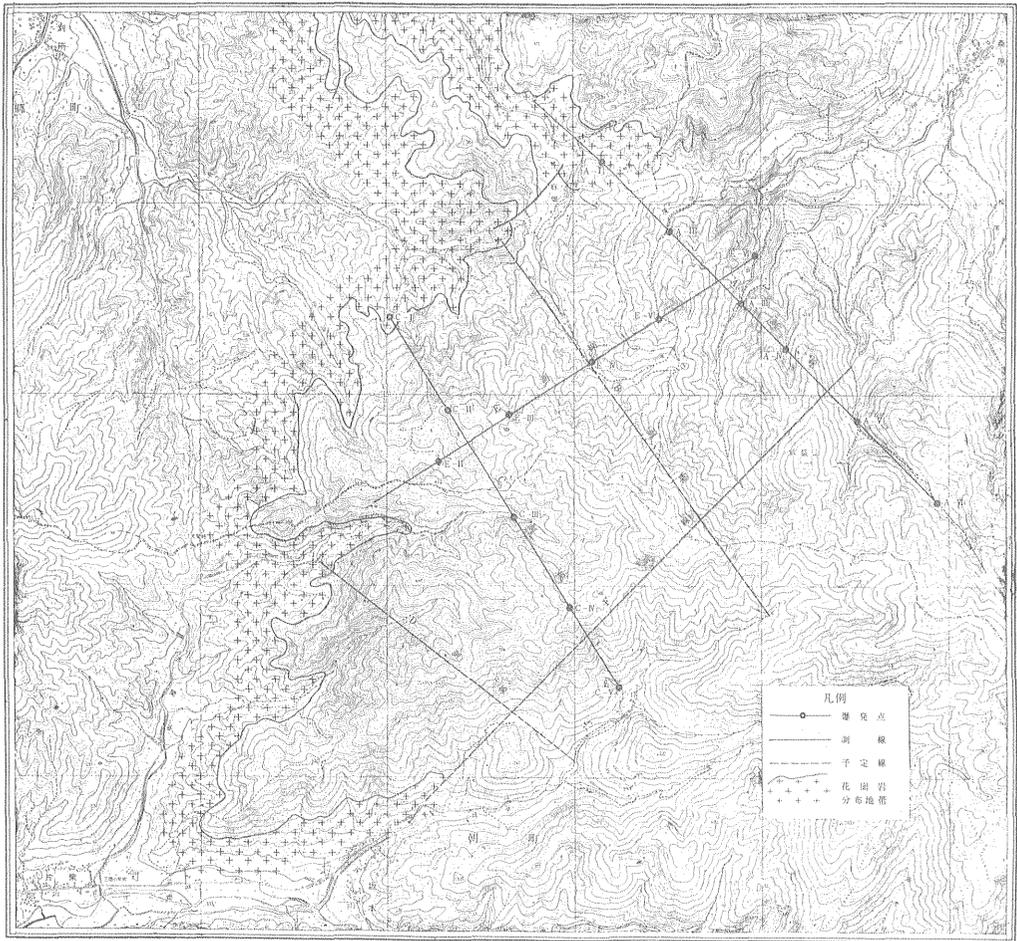
(1) 地形の変化が多いため、走時曲線が地形の凹凸に従つて凹凸に富み、観測値の走時曲線からは“折点”はもちろん“見掛けの速度”さえも判定困難である。

(2) 地形の凹凸を無視して走時曲線を巨視的に見ると、地表付近低速度層以外の走時曲線は最も遠方まで全く1本の直線で“折点”がないようにも見受けられる。そしてその速度は全測線ともほぼ3,000~3,400 m/secを示すようである。

以上のことから走時曲線を解釈すると、各測線とも測線下全域にわたつて3,000~3,400m/secの速度層が分布し、その上部に低速度層が地形の凹凸に従つて分布することが推定される。すなわち、巨視的に見ると各走時曲線の示す速度の基調は3,000~3,400 m/secであり、それに地形の凹凸に伴なう低速度層による時間変化が加算されてこのような凹凸に富む走時曲線となつたものと考えられる。

これらの推定を定性的に証明するため、各測線について基盤走時図を作つた。これを第2図に示す。これは地下速度分布を2層と仮定して各点の零走時を計算し、観測値を修正したものであり、通常“はざとり”走時図とも呼ばれている。この走時図のそれぞれの走時の見掛けの速度はいずれも3,000~3,400 m/secを示し、上記の推定に一応誤りはないことを示している。

走時曲線の解析はこの推定に基づいて観測値走時曲線から図式計算法で行ない、地下速度分布断面図を計算し第3~5図下段に示した。しかしこの図式計算からも、同一受振点における多くの爆発点からの走時全部を満足させる速度分布を求めるのはきわめて困難であり、できる限り、その許容誤差を1/100 sec以内としたが、部分的には特に遠距離の走時については、その許容範囲をかなり逸脱した部分もある。このような複雑な表層分布の地域では止むを得ないことである。以下に各測線の解析結果につき略述する。



第1図 鳥取県飯盛山周辺地震探査測線図

### 5. E 測線

E 測線は No. 25 の西方に約 500 m 延長して設定したが、第 1 爆発点の掘さくが間に合わず中止し、No. 1~25 間の地形が巨大な転石の多い急斜面で作業が危険であるため割愛した。

E 測線の走時曲線を通覧すると、

- (1) IV 付近を境として東半部と西半部とでは走時曲線の様相がかなり異なる。
- (2) すなわち、東半部は低速層が比較的薄く直ちに速度基盤層からの屈折波が表われている。
- (3) 西半部は比較的被覆層が厚く、かつその速度も数層に分かれている。
- (4) 全域を通じて走時曲線に地形の影響が顕著に現われ、ジグザグな走時曲線となっている。そして地形の高

所では低所に比較して低速層がかなり厚いようである。

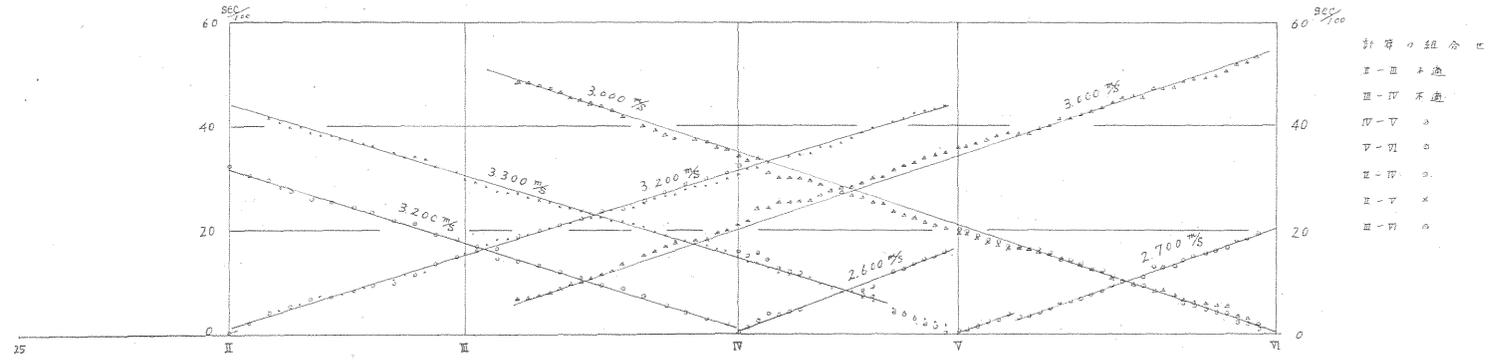
また、基盤走時図によれば本測線の速度基盤<sup>注1)</sup>は東半部で 3,200~3,300 m/sec、西半部で 2,800~3,000 m/sec を示し、全体を通じてほぼ平行な走時となり、かつこれより速い速度層は検出されないようである。

以上の推察および前章の推定に基づいて図式解析を行なった(第2図)。その結果は次のようである。

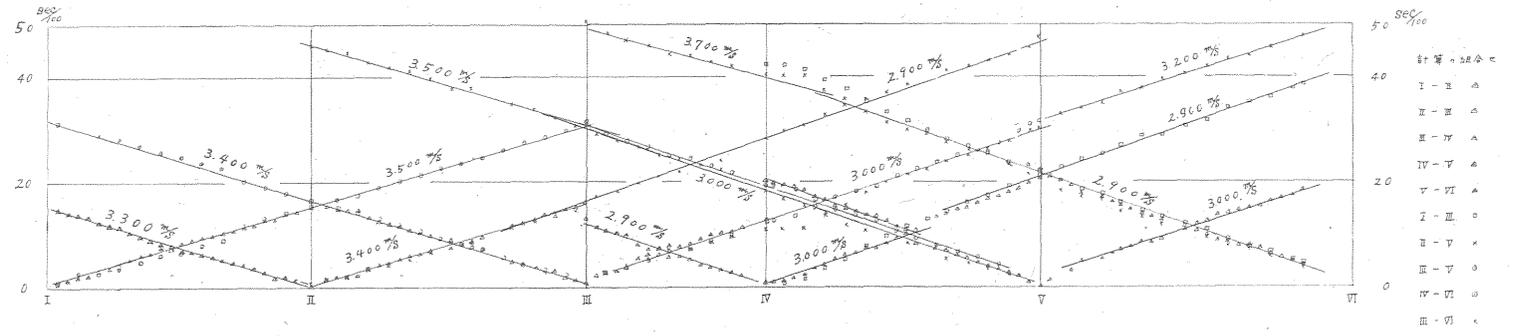
- (1) 測線東半部では

注1) 本地域の地質的な基盤は花崗岩であるが、地震探査結果からは 3,000~3,400 m/sec 層が最も速い速度層となっており、これは後に述べるが必ずしも地質的な基盤である花崗岩に対応するものではない。今回の地震探査における最も速い速度層、かつ最も下部の速度層という意味から 3,000~3,400 m/sec 層をこの報告に限り速度基盤と仮称しておく。

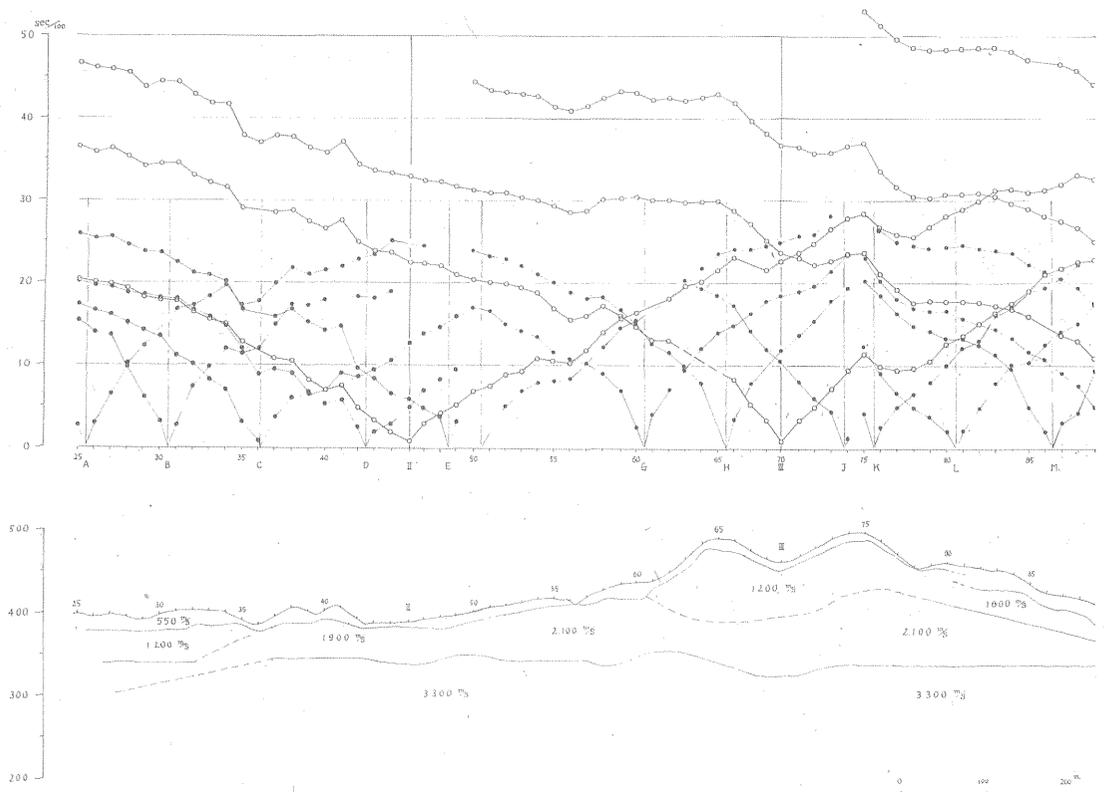
E 測線



A 測線







第3図 E測線走時曲線

基盤層が浅く分布している。

(3) III~V間では速度層は上記の3層に分かれるが、その全体の層厚はほぼ一定で約50~60mである。この区間では速度基盤層の速度はIV以北で3,200 m/sec、IV以南で2,800 m/secとなつてゐるが、速度基盤層上限の形は大略地表地形に並行している。

(4) V~VI間では、他の部分に見られる第1層いわゆる低速層を欠除し、第2層の中の1,200 m/sec層が地表に沿つて薄く分布している。この区間は沢沿いに測線を設定したため、受振器が直接岩盤上に設置され、表土層がないため第1層を欠除したものである。この区間の速度基盤層は2,800~3,000 m/secであるが、一部区間に3,800 m/secの速度の見られる部分がある。

本測線の第V爆発点付近に、原燃公社“倉桑12号”井が深さ213mまで掘さくされた。その試錐結果は地表下30mまでは玄武岩、それより以深160mまでは流紋岩で、花崗岩は174mを上限としており、速度分布との対応は全くつけられない。

### 7. C測線

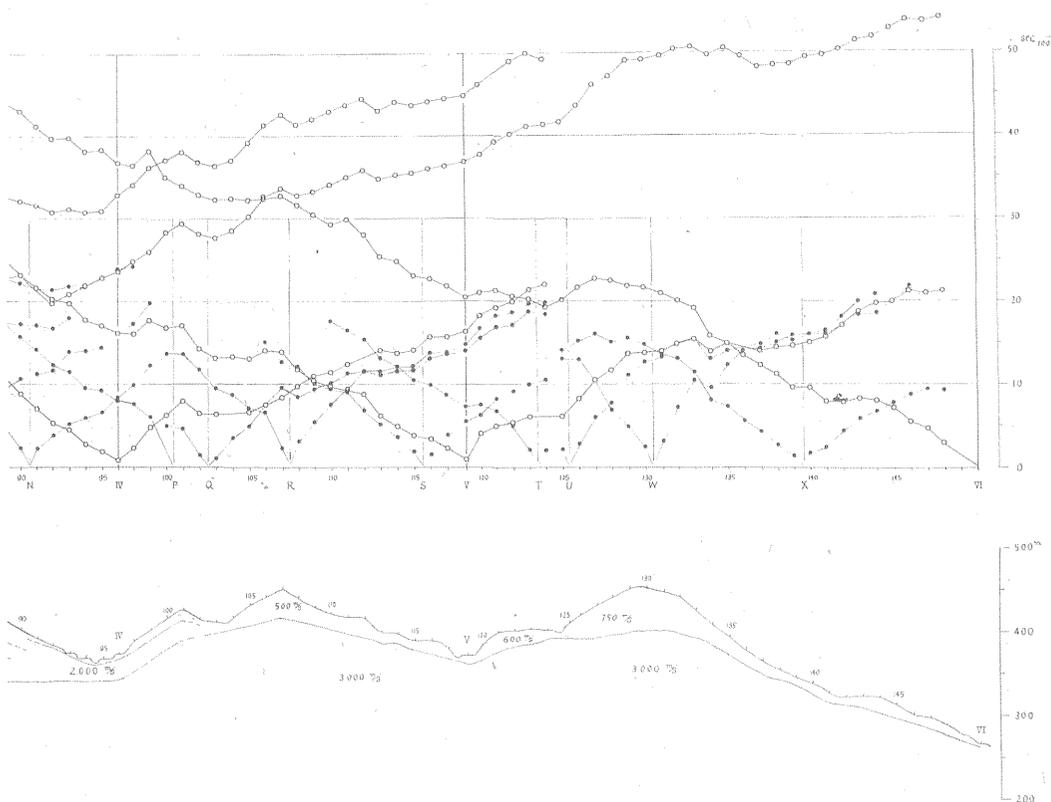
C測線の走時曲線は、他の測線に較べ“折点”が比較的明瞭に認められることが特徴的である。またI~II間のように速度基盤層の見掛け速度が5,000 m/secとかなり高速度を示す部分も見受けられる。これらの高速度は地表および速度基盤層の急傾斜のために表われたものと解釈される。基盤走時図によれば、本測線下の速度分布も表層を除き2層構造のように考えられ、速度基盤層の速度は、I~II間で3,400~3,700 m/secと今回の調査地域中最も大きな値を示し、II以南は2,800~3,000 m/sec程度となつてゐる。

以上の解釈に基づいて図式計算を行ない、概略次のような結果を得た(第4図)。

(1) 本測線下の速度層は、次の3つに分けられる。

- 第1層 300~800 m/sec
- 第2層 850 m/sec  
1,250~2,500 m/sec
- 第3層 2,800~3,500 m/sec

(2) 速度基盤層はI~II間で3,500 m/sec、II~III間で2,800 m/sec、III~V間で3,000 m/sec、のように変化し、I~II間の速度基盤層を構成する物質とII~V間の



お よ び 速 度 分 布 図

それとの間に差異があることが推察される。

(3) 第2層は全測線にわたって分布しているが、I付近およびV付近のように地形の低部に比較的薄く、III~IV間の高所に厚い。

(4) 第2層中 No. 47~74 付近は2,300~2,500 m/sec と他の部分に較べ高速度を示している。むしろこの部分の速度基盤層2,800 m/secに近い値を示す所から、あるいはこの部分に速度基盤層の隆起があるものかも知れない。

(5) IV付近の第2層は850 m/sec ときわめて低速度になつてはいるが、この付近は馬の脊状の狭い尾根の斜面であるので、地下水等の影響かと考えられる。

(6) 測線全域を通じて、速度基盤層は地形を平均化したような形状で分布している。

本測線のIII~IV間の測線付近に“倉波1号”試錐があるが、地表下210m付近まで安山岩、それ以深が花崗岩となつており、速度分布との対応は全く認められない。

## 8. 速度分布と地質

E・A・C3測線の速度分布を総括すると次のようである。

ある。

(1) 速度層は次の3つに分かれる。

第1層 300~900 m/sec

第2層 1,200~2,500 m/sec

第3層 2,800~3,500 m/sec

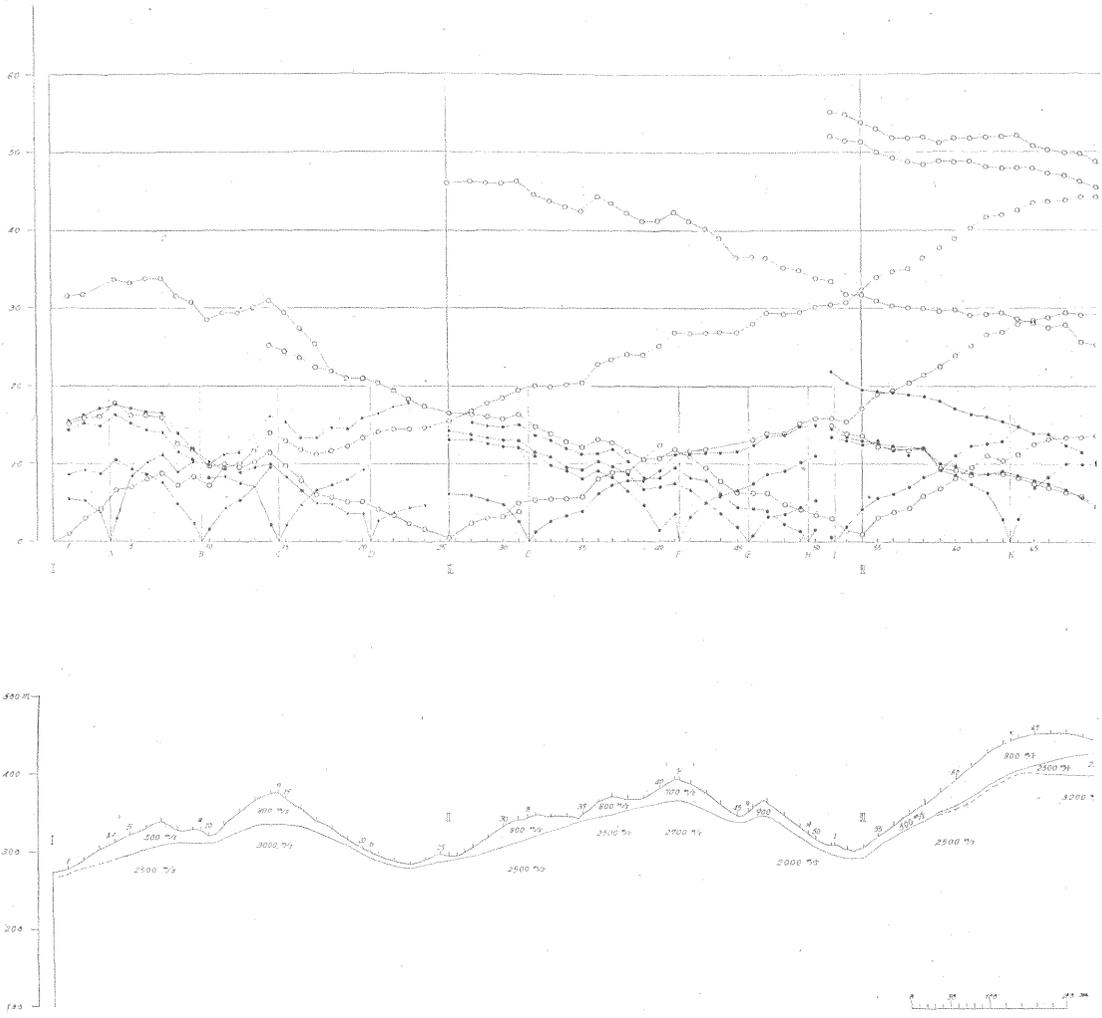
(2) 第3層は今回の調査における速度基盤層となつており、これより速い速度層は検出されていない。

(3) 第2層は速度的にもかなり広範囲な幅を持ち、E測線のようにある部分ではさらに2分されて表われたり、あるいは欠除したりで、変化の多い速度層である。

次に、これらの速度層と地質との関連について考察して見る。

第1層はその速度値から見ても、表土あるいは風化土層と呼ばれるものであり、地質との関連を考えるうえに一応考慮する必要のないものと思われる。

第2層・第3層については、速度と地質との関係はつけ難い。すなわち、測線付近の地表地質調査および試錐資料から、測線下付近には風化花崗岩・玄武岩・安山岩などが露出しているにもかかわらず、弾性波速度分布からは全くこれらを分類しえなかつた。これを確認するた



第4図 A測線走時曲線

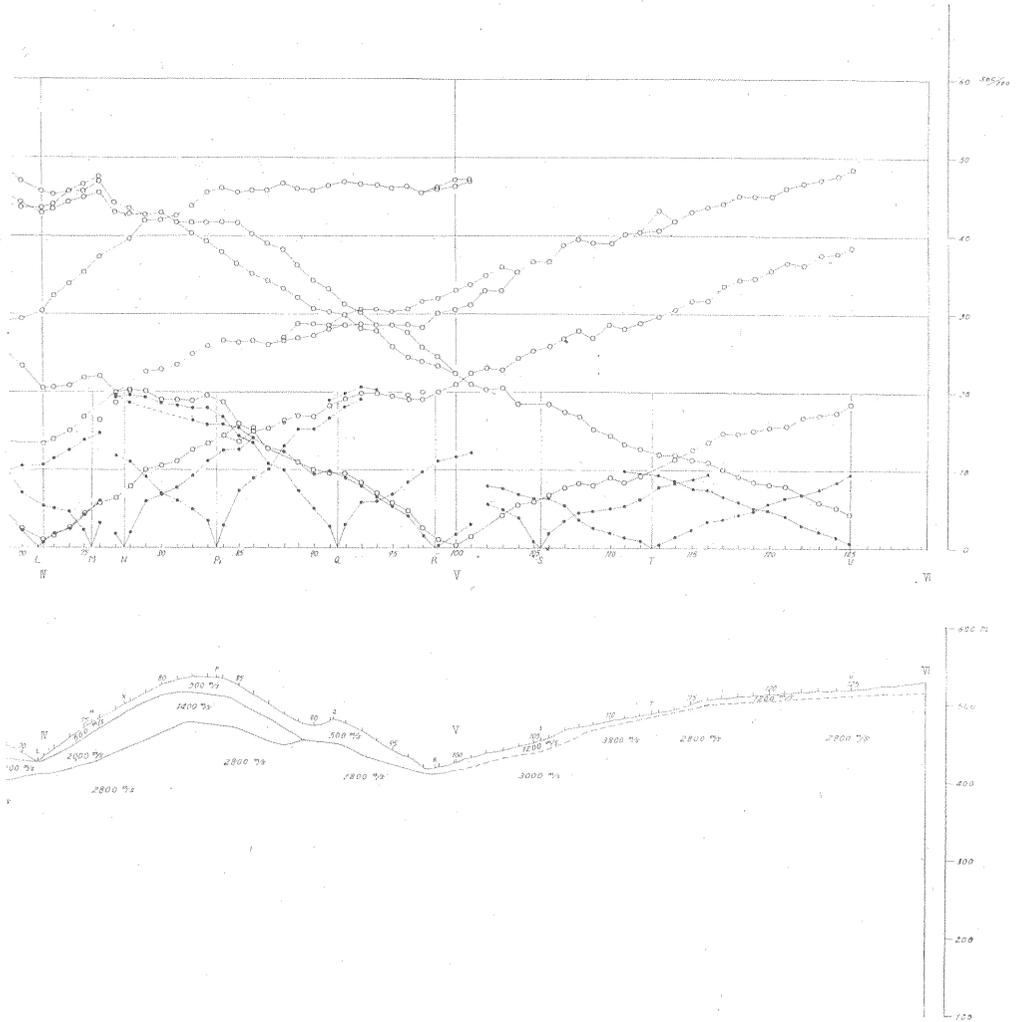
め風化花崗岩中に設けられたA測線のIの爆発点から北西方へ約500mにわたつて花崗岩露出地域中に測線を延長して速度を測定したが、その結果、花崗岩地域の速度も約3,300 m/secであり、I以南の玄武岩地域の速度と変わらない。この事実から各測線下に速度基盤層として分布する2,800~3,400 m/secなる速度層は、地域的にその速度値に多少の変化はあるが、風化花崗岩・玄武岩・安山岩のすべてを包括するものと推定される。

また、昭和33年から35年までに実施された人形峠周辺地域の地震探査資料から、風化を受けていない花崗岩の速度は4,000~5,000 m/secであることが明らかにされている。今回の探査における解析結果にはこの程度の高速度層は認められなかつた。

## 9. 結論

昭和36年度における飯盛山周辺地域の地震探査において得られた結果は次のようである。

- (1) 風化花崗岩と火山岩類とは互いに相似た速度を示し、両者を速度的に区分することは本年度の結果のみからは困難である。
- (2) したがつて、本年度の探査結果からは花崗岩上限の構造を明らかにするという所期の目的は達成できなかった。
- (3) 花崗岩の未風化部分の速度を示すと考えられる走時は本年度の探査結果からは得られなかつた。
- (4) 結局、本年度の探査では地表付近の浅部の速度分



おおよび速度分布図

布を明らかにしえたのみである。

しかしながら、本調査結果のみにて直ちに本地域の地震探査の適用性について結論を下すことはできない。

次章に本調査が不成功に終わった原因について考察し、今後の探査方針等についても併せて検討したい。

### 10. 考 察

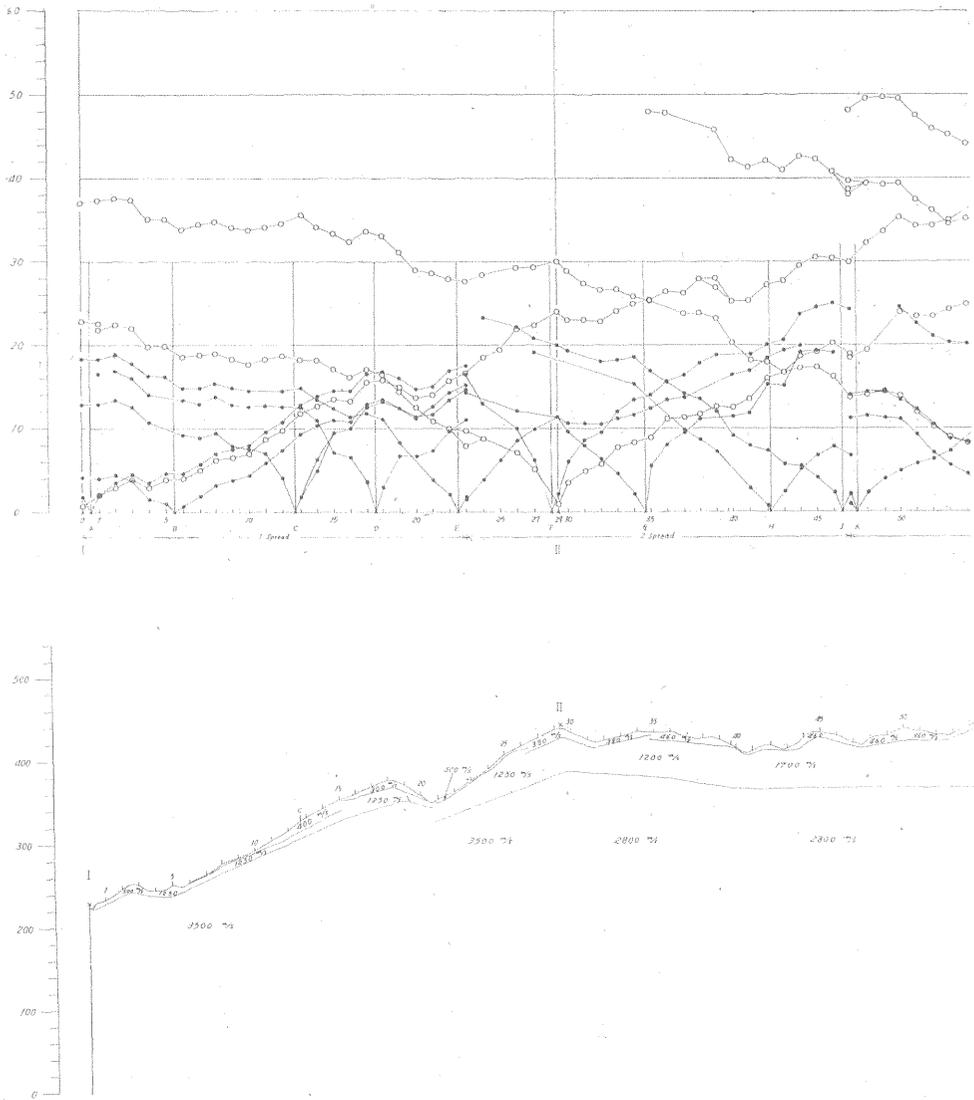
前章までに述べたように、本年度における本地域の地震探査は所期の目的を達成しえなかつた。しかしこれをもって本地域の地震探査の適用性についての結論を得たわけではなく、本年度の欠陥を補い、経験を生かしてさらに調査を継続し、そのうえで結論を下すべきと考えるので、以下に本調査の方法・結果などについて再考すべ

き点について述べたい。

まず本調査の不成功に終わった原因につき、次の3点に分けて考察して見る。

#### (1) 爆発点など主として経費上の問題

今回の調査では爆発点1カ所につき深さ20mの爆発孔を1孔ずつ設置した。これは従来の人形峠地区の経験に基づいたもので、基盤と被覆層との速度差が顕著で、しかも基盤が比較的浅い場合には、受振距離も短くしたがって1孔当りの爆発回数・火薬量も少なくてよいので爆発孔計画もこの程度でよい。しかし本地域のように両者の速度差が少なく、基盤も比較的深い地域では受振距離も長く、したがって1点当りの爆発回数、1回当りの火薬量も多量にせねばならず、この程度の爆発孔計画で



第5図 C測線走時曲線

は不充分である。今回の最大受振距離は1,500mしかとりえず、解析上受振距離の不足が痛感された。このような爆発の問題は爆発孔の増強、火薬量の増大という経費上の問題で解決できることがらである。爆発孔の増強・遠距離受振によつて結果解析に利する点は、

i) 受振記録上の初動の明瞭度を向上させ、解析精度も向上する。

ii) 基盤からの屈折波受振範囲が延びることにより、走時曲線上に地形変化による見掛け速度の測定の任意性

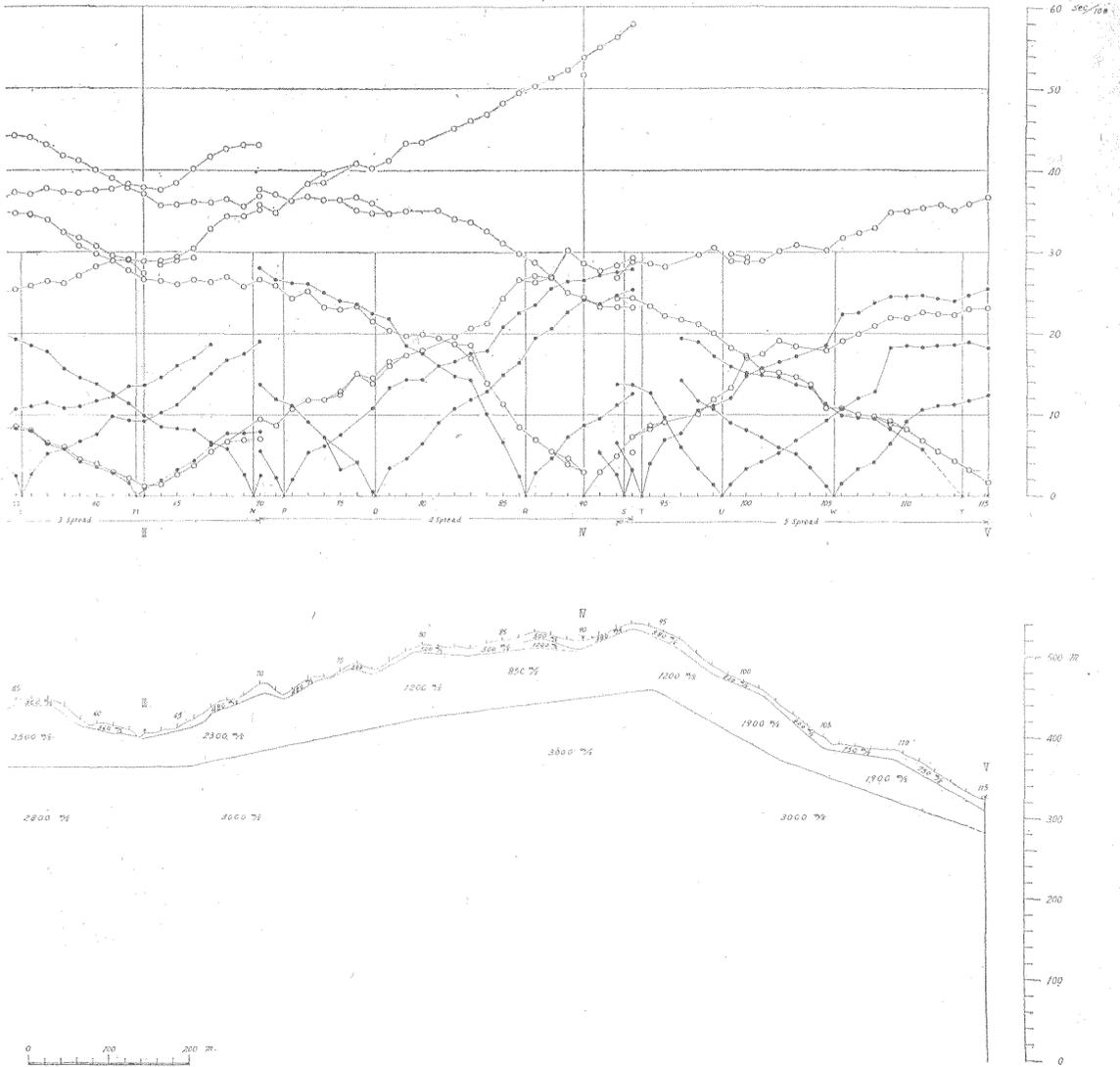
が減少し、基盤速度をより適確に決定しうる。

iii) 風化花崗岩帯の下部に未風化花崗岩帯が存在すると予想し、それからの屈折波を受振することも可能である。

iv) 走時曲線解析上充分な資料を提供することにより、解析上の判断を誤らせない。などである。

(2) 地形・地質など自然条件の問題

本地域では求める基盤岩とそれを覆う被覆層との速度差が少なく、これが探査上の重大な障害となっている。



および速度分布図

特にA測線にこの現象が顕著である。この場合(1)に述べた爆発孔の増強・遠距離受振など行なつても、それに地形の起伏も影響して走時曲線上に両者を明瞭に区分し難い場合がある。このような場合は地震探査から基盤岩の構造を求めるのは困難である。3章にも述べたように、超音波による測定ではむしろ被覆層の速度の方が大となっているほどであり、このような可能性も多分に考えられる。

地形の凹凸およびそれに伴う低速度層の不規則変化

も走時曲線解釈上の大きな障害となり、本年度の走時曲線でも先に述べたように見掛けの速度さえ客観的に測定し難い。これについては遠距離受振によりある程度解決しうるものとする。

### (3) 解析技術上の問題

これは(1)に述べたように爆発孔の増強・遠距離受振などである程度解決できるが、一般に地形変化の激しい地域での屈折法の解析は難かしい。

以上に本調査の問題点について述べた。これらのうち

技術的もしくは経済的に解決しうるものは、今回の調査資料を基に解決し、遠距離受振による資料の補促を主眼に再調査のうえ、本地域の探査方針について改めて考えるべきである。

摺筆にあたり、本年度の調査結果が本地域の地震探査

技術向上の礎石となつて、ウラン鉱床探査に地震探査が有効適切に活用されれば筆者らの幸とする所である。

付：昭和37年度に1測線を選んで再調査を実施した。この結果、本調査に誤りがあれば訂正し、再調査の結果も逐次報告する予定である。

(昭和36年8月～10月、11月～12月調査)