

報 文

553.495:550.835:629.135 (521.1)

北上南部地域空中放射能探査報告

岩崎 章二* 小島 整志* 金谷 弘* 駒井 二郎*

Airborne Radiometric Survey in the Southern Part of Kitakami Area, Iwate Prefecture

by

Shōji Iwasaki, Seishi Kojima, Hiroshi Kanaya & Jirō Komai

Abstract

As a part of program for the peaceful uses of atomic energy, the systematic survey for uranium ores is carried out by the Geological Survey of Japan.

For this purpose, airborne radiometric survey method has been also adopted to locate radioactive raw materials rapidly. And the first routine airborne survey was conducted at the southern part of Kitakami area.

The instruments used were the scintillation counter made by "Mount Sopris Instrument Corporation", U. S. A. (SC-188 DA type) (5"×2" NaI (Tl) crystals) which is equipped with dual heads and radio-altimeter (APN-1 type).

To the positioning, the flight lines were determined by the visual method, because the aerial camera had not been completed when the survey was practiced.

The aeroplane used in the survey is twin-engined De Havilland "Dove" which belongs to All Nippon Airways Co. Ltd. (ANA)

The survey region was the mountainous area. Therefore the undulation of topography was very complicated.

Since it is very difficult to fly following the mountain surfaces, the plane usually flew horizontally.

Quantitative data are as follows:

flying altitude	200~300 m
flying speed	180~200 km/h
length of flight line	20~40 km
intervals of flight line	1.5~2.0 km

and about the area 100 km² were covered by one hour flight.

After the survey flight, records of radioactive intensities and heights above the ground were contrasted each other, and then radioactive intensities to the fixed altitude (200 m) were calculated.

From above procedures, the distributions of the radioactive intensity were obtained, so that the writers could presume some anomalous areas.

要 旨

昭和31年度核原料調査事業の一環として、空中放射能探査が実施されることとなり、その第1回調査を、北上南部地域において行なった。調査期間は昭和31年11月に予備調査を、また31年12月に調査を実施した。調査日数は15日間である。本調査の結果、放射能異常地域として、気仙沼市東方の上部ジュラ紀層中に相当広範囲な高

放射能地域が認められた。その他に2,3の地域に局部的にやゝ高い放射能強度を示す地域が認められる。なお松岩鉱山附近においてはとくに異常は認められなかった。

1. 緒 言

地質調査所では、わが国の花崗岩およびその周辺地帯における核原料資源の組織的調査の一環として、空中放射能探査、いわゆるエアースurvey放射能探査を実施している。

* 物理探査部

そのため、新しく昭和31年11月にアメリカ Mount Sopris Instrument Corporation 製のエアーパーン用放射能探鉱器を輸入し、また電波高度計、位置判定用カメラを製作した。

そして、31年度第1回調査として、東北地方の北上南部地域において調査を実施した。すなわち31年11月20日～25日に予備調査を、同12月14日～22日に調査を実施した。

本報告は、12月の調査の報告を述べ、合わせて11月の調査の結果を簡単に記した。

なお結果整理にあたって計算、図面作製に石田淑子が協力した。

探査飛行は予備調査の際は、機長三上光雄、航空士松田功、整備青梅知男の諸氏が、本調査は機長後藤竹白、整備加藤孝義の諸氏が担当し、また探査測線選定にも協力を得た。

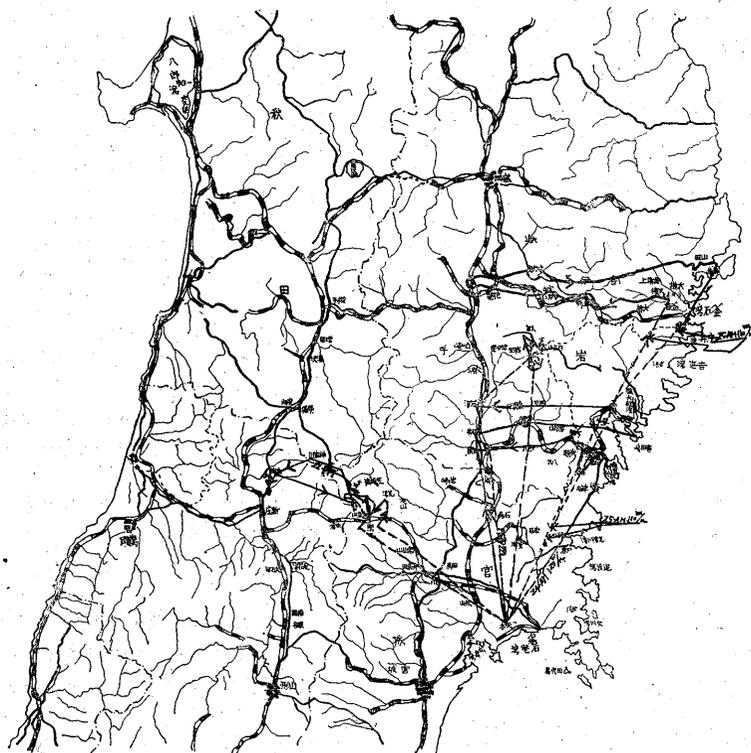
なお探査実施に際して運輸省航空局仙台航空保安事務所鎌倉三二所長および同所職員の御世話になった。ここに感謝の意を表する。

2. 位置および交通

11月調査の主要区域は、東は三陸沖から西は北上川に至る間で、北は山田町・花巻市を連ねる線、南は藤沢町を通る東西線に囲まれる範囲で、調査区域を第1図に示した。

12月の調査における調査区域は、附図に示した。すなわち東西約50km、南北約24kmの区域で、東は三陸沖から西は北上川に至り、北は摺沢町、平泉を結ぶ線に限られ、南は津谷町を通る東西線までの地域である。

飛行の基地としては松島飛行場を使用した。同飛行場は調査地域に最も近い飛行場で、宮城県桃生郡矢本町にある。



第1図 北上地域放射能探査測線図(昭和31年11月)

3. 地形・地質および鉱床

本調査を実施した地域内の地形は、西側の一部を除いて、一般に山地をなしている。標高は比較的低く、大体 500m 以下が多いが、中央部においては 700~800m 程度の山岳も存在する。

気流はあまり良好ではなく、低空飛行は比較的困難であった。

河川のおもなものとしては、東部には大船渡線に沿って、大川・鹿折川が気仙沼湾に、南部では津谷川が上津谷川から発し、南流して太平洋に流入している。そして地域西部を限る北上川は南流して、石巻湾に注いでいる。

本地域の地質は¹⁾²⁾、地域中央部には石英モンゾニ岩および花崗岩が広く貫入し、東部には、二疊紀(気仙沼層群)、ジュラ紀(志津川層群・唐桑層群・鹿折層群)の地層が、南部では三疊紀・二疊紀地層が、また西部には二疊紀の登米層が広く分布している。

また気仙沼市の北西および南東方には古白堊紀に属する新月噴出岩類と大島噴出岩類が分布している。

石英モンゾニ岩中またはその周辺部には、いくつかの鉱山が存在するが、ウラン鉱物の産出が伝えられる松岩鉱山は大船渡線気仙沼駅南西約 5 km に位置し、気仙沼市赤岩字大滝地区内にある。鉱床は熱水性裂隙充填鉱床で、いわゆる高温-中温型含銅磁鉄鉱鉄鉱床に、若干の金・銀・タングステンおよびウランを含有している。

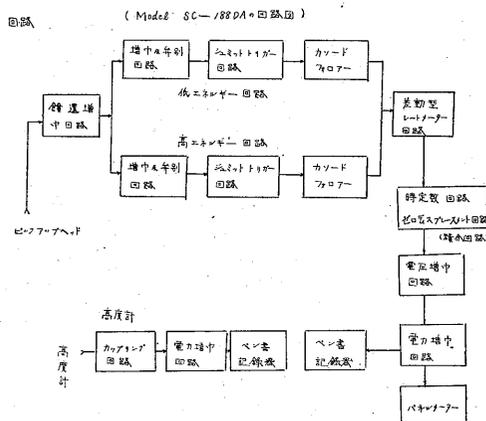
4. 測定器

4.1 放射能測定器

今回の調査に使用した器械は、アメリカ Mount Soper Instrument Corporation 製の SC-188 DA 型放射能探鉱器で、scintillation head として直径 5 吋、厚さ 2 吋の NaI (Tl) 結晶および Du Mon't 5 吋増倍型光電管を使用し、head からの出力は 2 個の全く独立した discriminator 回路を通して高低エネルギー入射に対して、選択弁別される。そして 2 個の head からの合成計数は、連動する 2 個の記録計のうちの一つに連続記録するようになっている。回路の構成図を第 2 図に示した。いま一つの記録計には、電波高度計による対地高度を同じく連続記録するようになっている。

器械の特性を次に示す。

測定範囲	100, 200, 500, 1,000, 2,000, 5,000, 10,000, 20,000, 50,000 cps (full scale)
時定数	0.2, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 sec
Zero displacement	0.0, 0.5, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 倍
	各測定範囲におけるその full scale の倍率



第 2 図

レートメーター感度	10 mV
パルス分解能	2 μ sec
Linearity	各測定範囲において full scale の 3%
入力電圧および電流	12V, 7.2A, 24V, 3.6A
A 電圧	12 または 24V
B 電圧	250V
高電圧	1,250V
なお全重量は 59 kg (記録計, ケーブルを含む)	

4.2 電波高度計

今回使用した電波高度計は、アメリカ Continental Radio and Television Corporation 製の APN-1 型で、SC-188 DA 型 scintillation に附属してきたもので、周波数変調式の電波高度計である。

その定格は次のようである。

中心周波数	440 Mc
最大周波数偏移	40 Mc (400 ft range) 4 Mc (4,000 ft range)
変調周波数	120 c/s
測定範囲	400 ft, 4,000 ft
送信出力	0.1 W
電源	27V, 2.6A, 70W
精度	5ft ± 5%h ^{註1)} (低高度) 50ft ± " (高高度)
重量	23.4 (10.6 kg)

なお測定器(放射能測定器・電波高度計・記録計・蓄電池・ケーブル類)の総重量は、129 kg である。

4.3 航空機

飛行機は調査地域を覆うに必要な航続力を有する。

註1) h は高度

と、必要な人員・器械のための搭載量を有すること、および山岳地帯を低空で飛行するに充分な安全性が保証されることを必要とする。この意味において、双発の De Havilland "Dove" 型輸送機を選定し、全日本空輸 (ANA) からチャーターして使用した。

Dove 機の性能諸元は次の通りである。

速度	最大	195 mph = 314 km/h
	巡航	146 " = 235 "
上昇率		695 ft/min = 210 m/min
実用上昇限度		20,000 ft = 61,000 m
航続時間		7h
航続距離		1,010 mile = 1,620 km
失速速度	フラップ上げ	89 mph = 143 km/h
	フラップ下げ	72 " = 116 "
積載量		2,788 lbs = 1,260 kg

5. 調査方法

5.1 測線

測線は探査区域を覆うこと、できるだけ飛行しやすいこと、測線の両端になるべく明瞭な目標があること、および位置判定の便宜上、測線長を 50km 以下とすること等

しかし、わが国の空中探査においては、調査地が山岳地帯であることが通常なので、地形の起伏がはなはだしく (第3図)、対地高度一定の飛行は著しく困難である。そのため、水平飛行を行ない、平均高度は 200m を目標に実施した。

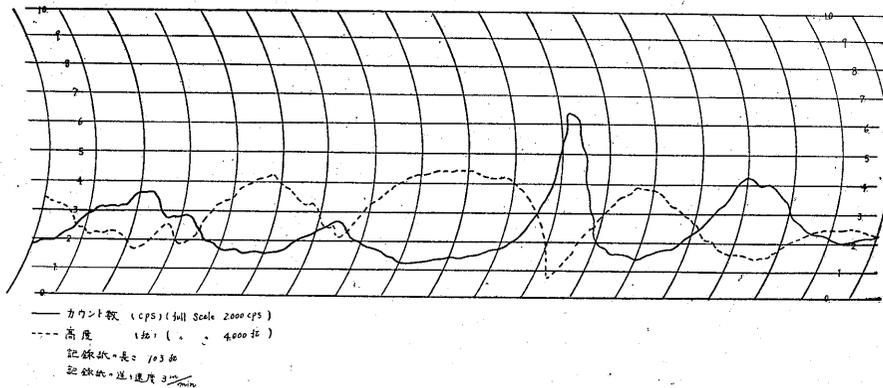
なお飛行速度は毎時 180~200km とし、調査は早朝気流の良好なときを選び、1 回の飛行時間は 3 時間前後であった。

5.3 位置判定

空中探査においては、機上での測定値に対応する地点をできうる限り正確に決定すること、すなわち地点標定が重要である。しかしこれは、飛行機の速度が早いこと、その他の理由で必ずしも容易ではない。そのため一般にこの種調査においては、位置判定のための空中カメラが使用されるが、本調査実施の際には、カメラが完成されていなかったため、機上からの観測によって、地点標定を行なった。すなわち

(1) あらかじめ 5 万分の 1 地形図上に引かれた予定測線について、機上から判定可能と思われる著名目標を定め、連絡の便宜のため、これに順次番号を附した。

(2) 著名目標を通過するごとに、視野の良好な副操



第3図 北上探査の一部記録

を考慮して設定した。12月調査の測線図は附図に示した。

すなわち、東西方向に 19 本の測線長、20~40km (平均測線長 32.5km) の測線を 1.7km の間隔に設け、別に測線長約 20km の斜測線 4 本を設けて調査を実施した。

5.2 飛行方法

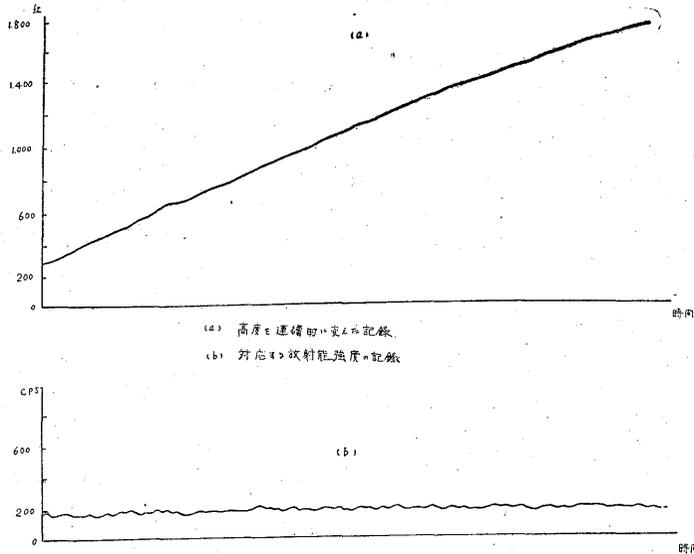
放射能強度は、放射線源よりの距離により、著しく変化し、高度の増加とともに急激に減少する。そのため探査に際しては、安全な程度において、なるべく低空飛行が望ましい。そしてできれば、対地高度一定の飛行が望まれる。事実諸外国における探査の現況では、対地高度を一定にして調査が実施されているとのことである。

縦士席において判定して (航空会社の人が担当した) 後方に連絡され、それに基づいて記録紙上にその位置を記入した。

(3) 一日の飛行ごとに航跡を検討し、その日のうちに測線を新しい地図上に清書した。

5.4 放射能強度

放射能強度測定にあたっては、時定数 1 秒とし、ディスタクリミネーターは使用していない。測定値は記録紙上 9.5 mm ごとに読取っている。記録紙の送り速度は、毎分 76 mm (3吋) として使用したから、読取りは 7.5 秒ごとであって、これに相当する距離はもちろん飛行速度



第4図 海上における高度変化と計数率

によって異なるが、毎時 180 km として 375 m、毎時 200 km では 416m である。

なお測定された放射能強度の値は、高度によって変化するので、放射能強度を比較するためには同一高度に引直さなければならない。すなわち高度補正を必要とする。

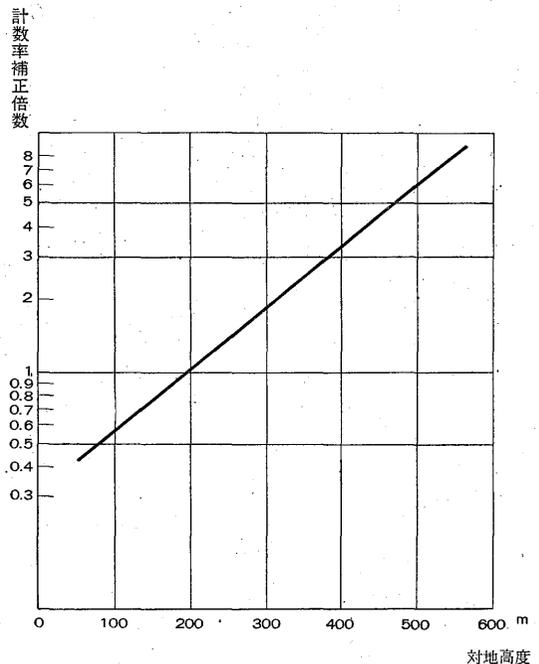
現在放射性物質の分布が一様である、半無限体の場合の高度対計数率の関係によって補正を実施している³⁾。

この場合、空中における放射能強度と高度との関係は、数 10m から数 100m の間で片対数グラフ上の直線で表わされる。そして実際に、測定される値は、高度に関係する部分と高度に無関係なバックグラウンドとからなり、海上における強度^{註2)}がバックグラウンドに相当すると考えられる。したがって高度補正を必要とする部分は、実際の測定値から海上の測定値を引いたものである。

実際の作業は次のようにして実施した。

(1) 各測点の放射能強度の値から、その日の海上の値を差引く。測点は前に記したように大体400m 間隔である。またゼロバックグラウンドは日によって多少の変動はあったが、大体 180 ~ 200 cps であった。参考のため第4図に連続的に高度を変化して測定した放射能強度

註2) いわゆるゼロバックグラウンドである。一般に海上においては海水の放射能微小、海底の岩石の放射能は、海水によって遮へいされる。海上の空気の放射能は、陸上のそれに較べてはなほだしく小さい等のために、その計数は主として宇宙線によるものと考えられ、一応高度によらない定数と考えられる。



第5図

と、それに対応する高度記録の実例を示した。

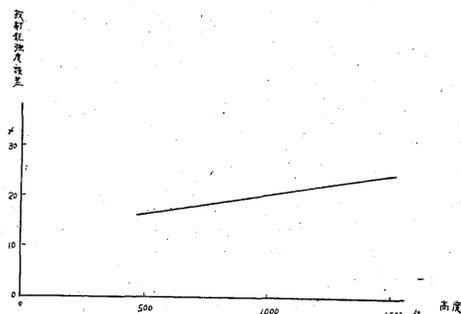
(2) 対地高度の記録からそれぞれの測定の対地高度を求める。

(3) 上記により得られた各測点の放射能強度と、その対地高度の値により、放射能強度はすべて 200m 高度の値に補正倍数(第5図)によって換算する。補正は前に記した補正曲線が直線とみなされる高度 1,800呎(= 550m)まで求め、それ以上の部分は計算していない。

そのため放射能強度分布図においては、この部分は空白となっている。

(4) 得られた200m高度における各測点の放射能強度により、地域内の放射能強度分布図を作製した。

なお、放射能強度の測定誤差としては、観測値の統計誤差、高度計の誤差等によるものが考えられるが、一応高度によるものが最大と考えられるので、第6図に各高



第6図 各高度における高度計誤差による放射能強度の誤差

度における高度計に原因する放射能強度の最大誤差を示した。常用高度(200~300m)において20%程度である。

6. 測定結果

地域内岩石の概略の放射能強度の強弱を知る目的で、11月に実施した第1図に示した測線について、各地層の計数値を求めた。すなわち測線および測点を岩手県10万分の1地質図上に記入し、各測点の放射能強度とその地質との関係を求め、これより各地層の計数値を算出した。ただし一部宮城県にまたがる測線については、宮城県地質概図(20万分の1)を参照し、20万分の1地形図上に測線、測点とその地質を記入して計数値を算出した。

得られた結果は第1表に表示した。

第1表 北上南部地域各地層における放射能強度 (昭和31年11月)

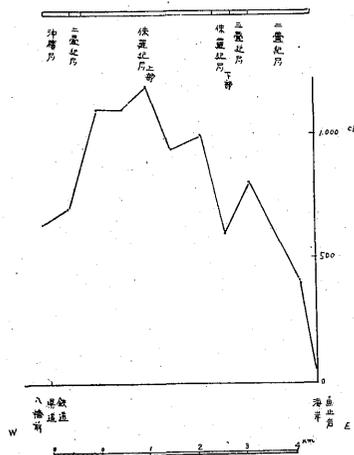
		測定数
沖積層	330±77	95
鮮新層	356±139	64
ジュラ紀層	600±118	14
三疊紀層	284±85	29
二疊紀層	378±80	32
デボン紀層	408±96	72
玢岩	443±117	43
花崗岩質岩	312±49	195
石英モンゾニ岩	480±79	37
安山岩	270±60	26

単位: cps

第1表により、地域内の各地層の放射能強度をみると、ジュラ紀層の計数値が最も大きい値を示している。また火成岩については、酸性岩の計数が塩基性岩石より大となる傾向は認められる。ただし普通地域においては一般に最大の計数値を示す花崗岩質岩に比較し、水成岩層が大きな放射能強度を示すことは一応注目すべきことであろう。

12月調査の結果を放射能強度分布図として附図に示した。

図において明らかなように放射能強度としては500cps以下の低強度地域が広く分布している。地域内でとくに強い放射能強度を示す地域として、950cps以上のものに注目すれば、気仙沼市東方のジュラ紀層上部地層中がもっとも著しいもので(第7図)、この地域一帯は比較的広範囲に高放射能異常が認められる。その他S線西部にも一部高放射能異常が認められる。



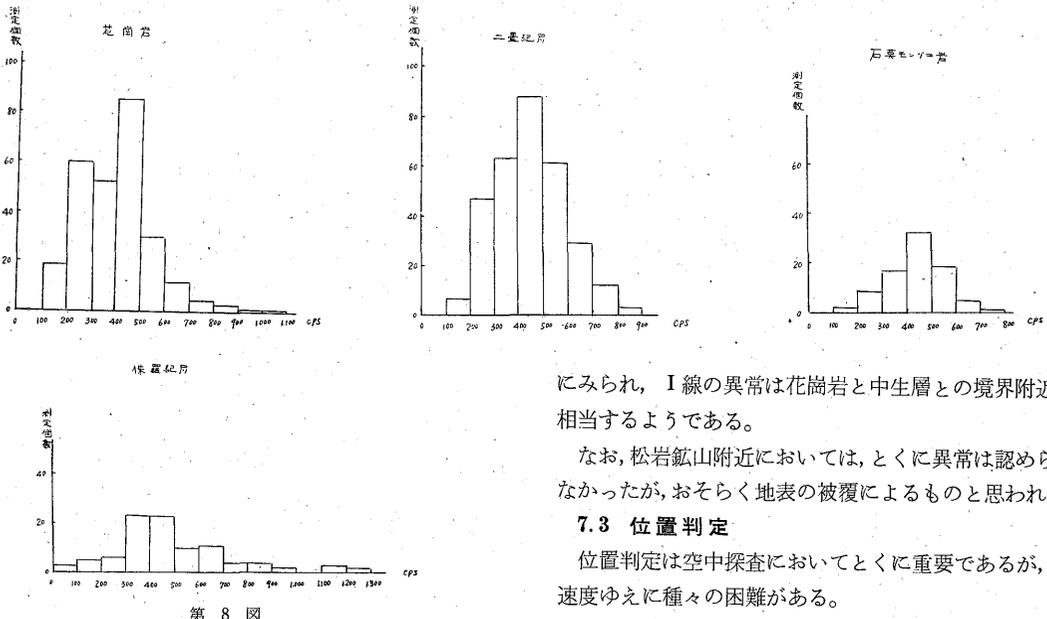
第7図 放射能強度断面図 (0測線の東部)

なお地域内中央部のC線、F線およびI線の一部に800cps以上のやゝ高い放射能強度の部分が存在する。松岩鉱山附近においては、著しい異常が認められな

第2表 北上南部地域各地層における放射能強度 (昭和31年12月)

		測定数
沖積層	381±115	9
ジュラ紀層(上部)	698±71	18
ジュラ紀層(下部)	452±133	77
三疊紀層	505±115	152
二疊紀層	471±87	310
花崗岩	378±105	268
石英モンゾニ岩	452±89	86
噴出岩類	522±120	11

単位: cps



第 8 図

った。

参考のために岩手県 (10 万分の 1)、宮城県 (20 万分の 1) 地質図を参照して、11 月の場合と同様にして求めた各地層の強度を第 2 表に、また比較的測点数の多い二疊紀層・ジュラ紀層・花崗岩・石英モンゾニ岩の計数のヒストグラムを第 8 図としてのせた。

この場合においても 11 月調査の場合と同様に、花崗岩の計数が地域中最小の値となり、水成岩層がより大なる計数を示しているが、これは一応この地域に特異な現象と考えられる。

7. 測定結果の考察

7.1 気仙沼市東方の地域

この地域は本調査において比較的著しい放射能異常を示す地域であるが、地質はジュラ紀上部、鹿折層群の地域にあたる。本地層は、砂岩・頁岩・礫岩から構成されている。そしてその周辺部も古生層ないし中生層からなっている。

高放射能の原因については、空中探査の結果のみより、もちろん推定不可能であるが、水成岩層としては一応注目に値する計数と考えられる。

7.2 その他の異常地域

S 線西部の異常は古生層中の小部分で、相当する地点は、今回は、地点標定を機上からの観察によって行なっているので、必ずしも明瞭でないが、鬼丸層と登米層の接触部附近と思われる。

また C 線、F 線の異常は、それぞれ古生層・中生層中

にみられ、I 線の異常は花崗岩と中生層との境界附近に相当するようである。

なお、松岩鉾山附近においては、とくに異常は認められなかったが、おそらく地表の被覆によるものと思われる。

7.3 位置判定

位置判定は空中探査においてとくに重要であるが、高速度ゆえに種々の困難がある。

今回は 5.3 に述べたように、著名目標をあらかじめ機上からの観察によって目標通過の際に、その地点を記録紙上に記入して位置判定を行なった。

一般に著名目標としては、道路・川・鉄道・橋・山頂・海岸その他がある。このうちとくに数多く目標となるものは道路であるが、これは工事等で比較の変り易く、したがって地図の相違その他で、必ずしも明確な目標とならない場合があるので、とくに注意の必要があると考えられる。

また低空飛行のために見通しが不良で、そのためしばしば目標認定に困難があった。また気流が比較的不良であったため、目標間の速度一定の条件が必ずしも容易ではなかった。

したがって、少なくとも空中カメラの使用は、この種調査には必須のものと考えられる。

7.4 放射能強度と地質

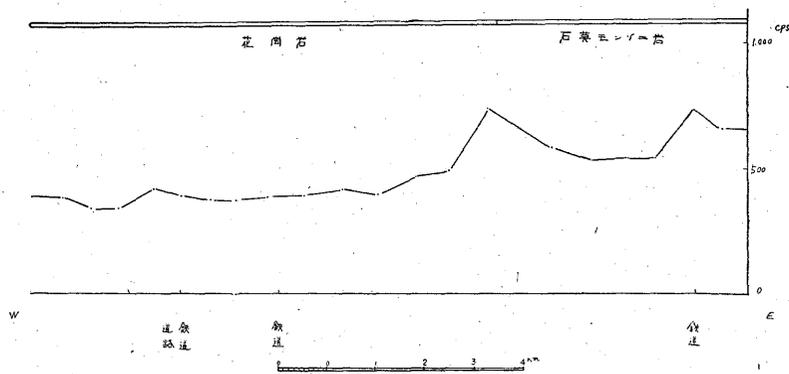
地上探査においては、放射能強度と岩石との間に相当強い相関関係があることが認められている。空中探査においてはどうかであろうか。測定結果によればこの場合においても両者の相関関係は認められるようである。

例えば、一例として 0 測線の断面図を第 9 図に示したが、石英モンゾニ岩と花崗岩との区別は認められる。

8. 結 語

昭和 31 年 11 月、12 月に 31 年度空中放射能探査の第 1 回の調査として、北上南部地域の調査を実施して、次の結果を得た。

(1) 放射能異常地域として、気仙沼市東方の上部ジ



第9図 放射能強度断面図(0測線の一部分)

ユラ紀層中に相当広範囲な高放射能地域が認められた。

(2) その他に 2, 3 の地域に局部的にやゝ高い放射能強度を示す地域が認められる。なお松岩鉱山附近においては、とくに異常は認められなかった。

(3) 放射能強度と地質との間に相当の相関関係が認められる。

(4) 位置判定については、さらに検討の要があると考えられる。

(昭和31年11月, 12月調査)

文献

- 1) 岩手県: 10万分の1岩手県地質図および同説明書 I, 1954, II, 1956
- 2) 宮城県: 20万分の1宮城県地質概図, 1952
- 3) 佐藤光之助外2名: 岡山県南部地域および鳥取県中部地域空中放射能探査報告, 地質調査所月報, Vol. 7, No. 10, 1956