

## 常磐地域における放射能検層による放射能強度分布探査

佐野 澄 一\*

### Radioactivity Logging of Sedimentary Rocks in the Jōban District

by  
Shun-ichi Sano

#### Abstract

In order to measure the radioactivity of sedimentary rocks by logging and obtain the useful data for the uranium prospecting, a logger for deep drill holes was made, and several problems concerning the measurement and analysis were briefly discussed. The exploration surveys were carried out in the Jōban district, but no radioactive anomalies were discovered.

#### 要 旨

堆積岩地域の深い試錐孔を利用して放射能強度分布調査を行なうため、大型検層器を製作し、測定や解析の方法について簡単な検討を行なった。常磐地域において試験的な調査を実施したが、放射能強度の異常は認められなかった。

#### 1. 緒 言

ウラン資源探査の第一段階として飛行機および自動車を使用する全国的な放射能強度分布調査が行なわれている。この調査は酸性侵入岩地域から堆積岩地域へと拡大されているが、堆積岩地域の放射能強度の測定には放射能検層を利用することも一つの方法である。このような目的のためには必ずしも新たに試錐を行なう必要はなく、石油・天然ガス・石炭などの探鉱のために掘さくされた試錐孔を利用することができる。

石油・天然ガスに対する試錐では地層の対比は電気検層によつて行なわれているので、放射能検層と同時に電気検層を実施する必要がある。また堆積岩地域の試錐孔は深いものが多いので、少なくとも深度 1,000m 程度まで測定できる検層器が必要である。

検層によつて放射能強度分布調査を行なうために大型検層器を製作し、常磐地域において試験的な調査を実施した。大型検層器の放射能検層器部以外の部分の製作は陶山淳治・高木慎一郎・畑瀬彦彦が担当し、3回にわたつて行なわれた調査には筆者および上記3名のほか大滝忠雄・鎌田清吉・堀川義夫・小野吉彦・和田義一郎・荒

川正吉が参加した。なお、調査にあつて常磐炭鉱K・K・磐城鉱業所・原子燃料公社試錐課・日本原子力研究所建設部から便宜を受けたことを記して感謝の意を表す次第である。

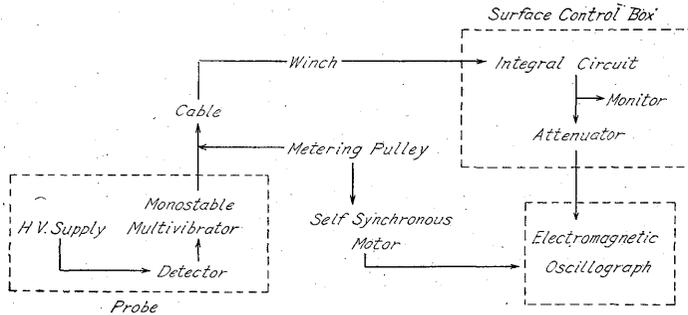
#### 2. 大型検層器の放射能検層器部

##### 2. 1 大型検層器の概要

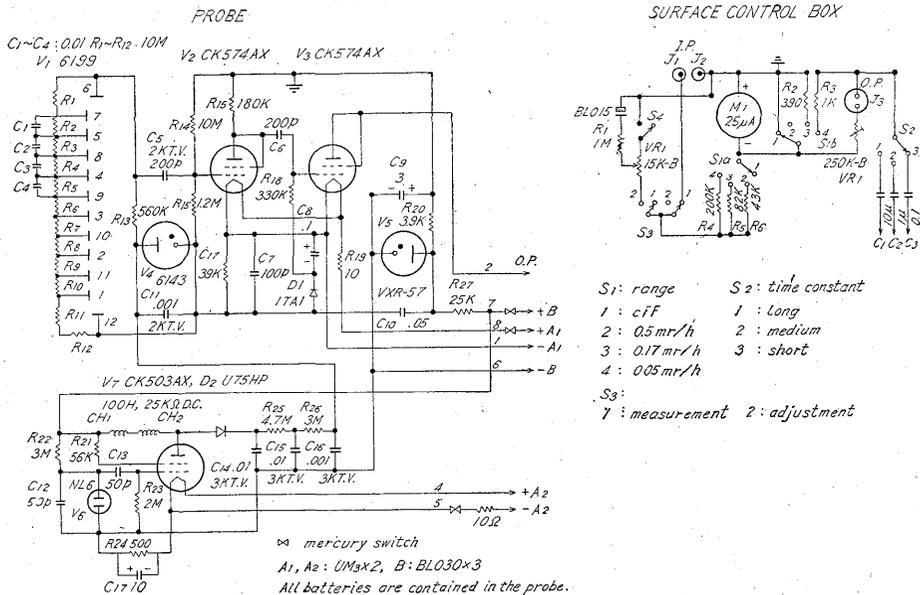
今回製作した検層器は大型検層器または EL-10 と呼んでいるが、従来わが国で天然ガス鉱床の検層に使用されてきた電気検層器と同様なものである。ウインチは長さ 1,700m の 5 芯鎧装電線を捲取り、ガソリンエンジンにより駆動され、トラックに搭載して使用する。測定器部は小型のウインチを利用して自動車の入らない山岳地帯においても使用できるような可搬型としてある。記録装置には 4 素子の電磁オツシログラフを用い、記録用印画紙はセルシンモータにより案内輪と連動して送られる。石炭に対する試錐孔は孔径が比較的小さい場合が多いので、放射線検出器および標準電気検層用電極の直径がそれぞれ 2" および 45mm であるものを使用している。これらのほか接触電気検層用電極および測温用素子も用意されている。

放射線検出器(プローブ)には Victoreen Model 590 -A Probe を改造したものを用いた。このプローブはレートメータ回路を内蔵し、出力がパルスでなく直流であるから、ケーブルの電気的特性に対する制限がなく、普通の電気検層用ケーブルが使用できる。この検出器はシンチレーション・カウンタであるから、周囲温度が 50 ないし 60°C 以上になると使用困難になるが、現在のところそれ以上の高温で使用するための冷却装置は付加されていない。大型検層器の放射能検層器としての構成を第

\* 物理探査部



第1図 放射能検層器部の構成  
Block diagram of the radioactivity logger



第2図 放射能検層器回路図  
Circuit diagram of the radioactivity logger

1図に示した。

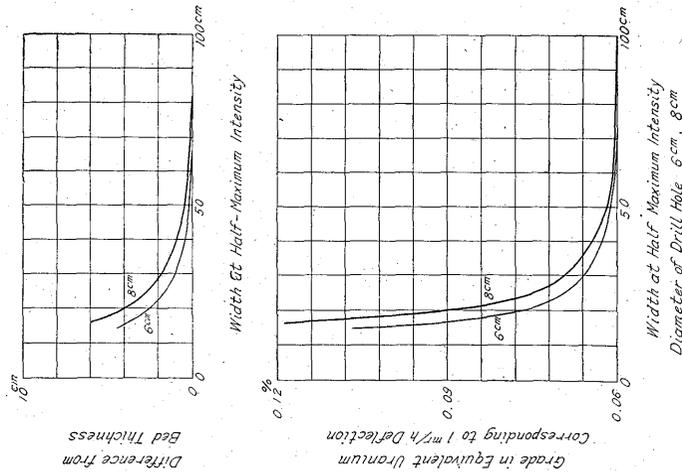
このプローブを用いて深度の浅い試錐孔の測定をする場合には Victoreen Model 638 Control Box および Model 639 Winch を使う方が簡単である。この場合には記録装置としてペン描式電流計を用い、記録紙はケーブルと機械的に連動して送られる。このウインチには長さ約700mの細い単芯鍍装ケーブルが捲取られているが、手捲式であるから深い試錐孔の検層に使うことは実際上困難である。

## 2.2 放射能検層器部の特性

検出器は直径  $1\frac{1}{8}$ " 厚さ  $1\frac{1}{2}$ " の NaI(Tl) シンチレータと光電子増倍管 6199 を用いている。レートメータのモニタの指示範囲 (レンジ) は 0.05 mr/h, 0.17mr/h および 0.5 mr/h であるが、0.05 mr/h のレンジ以外で

は指示は非直線的である。この線量率は R<sub>a</sub> により検定した値であつて、計数率にすると 1mr/h は約 10<sup>5</sup> cpm に対応する。電磁オツシログラフの印画紙上での感度 (線量率ないし計数率に対する振幅) はレートメータの出力の減衰器およびオツシログラフの感度調整器によつて広い範囲にわたつて変えることができる。時定数はレンジの切替によつて変化するが、0.05 mr/h レンジにおいては 3, 1 および 0.3 sec である。

放射能検層器部の回路図を第2図に示した。この回路は指示が非直線的であること、レンジの数が少ないことおよび時定数がレンジによつて変ることなどの不満足な点があるので、現在これらの点を改良するとともにトランジスタ化を行なつてゐる。なお Victoreen Model 638 Control Box の回路は第2図の地上部分とほとんど

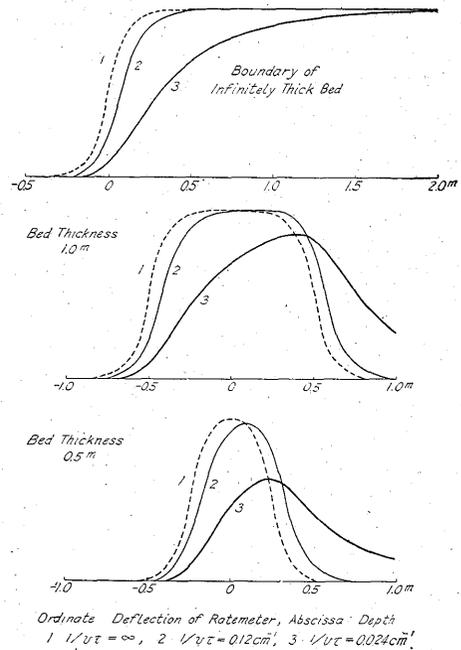


第3図 水平層解析用チャート  
A chart for the analysis of horizontal beds

ど同じであるが、時定数が長く、ペン描式電流計を駆動するための直流増幅器が付加されている。

水平層に対する検出器の応答について筆者は半経験的な理論を報告した<sup>1)</sup>。その方法に従って検層曲線のピークの極大値と半値幅とを用いて水平層の解析を行なうためのチャートを作り、第3図に示した。このチャートでは孔径が小さい場合だけが扱われている。また検出器が試錐孔の中心を通ると仮定し、泥水の影響を無視しているが孔径が大きくなるとこのような簡単な取扱いはできない。一般に堆積層中の放射能強度の異常を示す部分は、とくに強度の強い部分は薄いとしても、1 m以上にわたって拡っており、放射能強度を比較する場合には一応無限に厚い層として取扱つてもさしつかえない。水平層の厚さが無限大で孔径が一樣である場合に、検出器の位置、泥水および泥壁などの影響を計算することはそれほど困難ではないが、現在のところ特別な解析を必要とする場合に遭遇していないので、これらの問題は省略する。

検層曲線はレートメータの動特性のために変形する。厚さ数 cm の薄い層に対しても  $\gamma$  線強度の変化を忠実に記録するためには時定数を 1 sec、検層速度を 1 m/min 以下にしなければならない<sup>1)</sup>。深い試錐孔でこのような低速度で全深度を測定することは困難であるし、また放射能強度分布調査のような概査では薄い層を考慮する必要はない。そこで、厚さ 1 m 程度の水平層に対する検出器の応答に及ぼす時定数  $\tau$ 、および検層速度  $v$  の影響を孔径 6 cm の場合について計算した。孔径が大きくなれば検層曲線の変化は緩やかになるので、孔径が小さい場合について調べておけばよい。計算の結果を第4図に示した。



第4図 レートメータの動特性による応答の変形  
Response deformation by the dynamic character of ratemeter

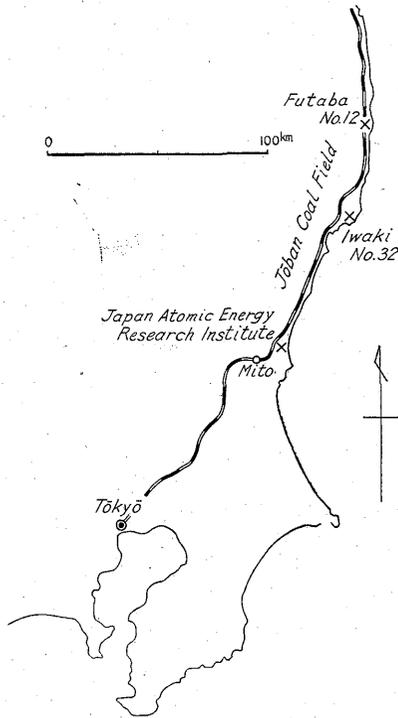
深い試錐孔の検層記録は 1/500 程度の縮尺で表現されるから、 $1/v\tau = 0.12 \text{ cm}^{-1}$  (例えば  $\tau = 1 \text{ sec}$ ,  $v = 5 \text{ m/min}$  または  $\tau = 5 \text{ sec}$ ,  $v = 1 \text{ m/min}$ ) のとき記録上で動特性の影響は認められない。また  $1/v\tau = 0.024 \text{ cm}^{-1}$  (例えば  $\tau = 5 \text{ sec}$ ,  $v = 5 \text{ m/min}$  または  $\tau = 1 \text{ sec}$ ,  $v = 25 \text{ m/sec}$ ) の場合でも厚さ 1 m の水平層に対して真の  $\gamma$  線強度の極大値の 80% 以上の値が記録されるので、実用上

さしつかえないといえる。

### 3. 常磐地域における放射能検層

#### 3.1 石炭の試錐孔に対する検層

昭和33年3月および昭和34年3月に常磐炭田における試錐孔に対して試験的な調査を実施した。周知のように本地域は花崗岩を基盤とする第三紀層中に胚胎する日本有数の炭田地域であつて、空中放射能探査をはじめ各種の放射能強度分布調査が行なわれた。試錐孔の概略の位置を第5図に示した。次に試錐孔および検層作業の概要を表示する。



第5図 試錐孔の位置  
Localities of drill holes

両試錐孔とも夾炭層に達する以前において検層を行なつたので、夾炭層および基盤に近い堆積層の放射能強度の資料は得られなかつた。磐城32号孔の検層では検層速度が早くあまりよい記録が得られなかつたので、双葉12号孔ではその点に注意して測定した。検層図を第6図および第7図に示した。両試錐孔とも放射能強度の異常を認めなかつた。また頁岩および礫岩中に放射能の強い部分が多いことが認められるが、最高で0.025 mr/hを示すにすぎない。

第1表 試錐孔および検層作業の概要

Summary of drill holes and logging

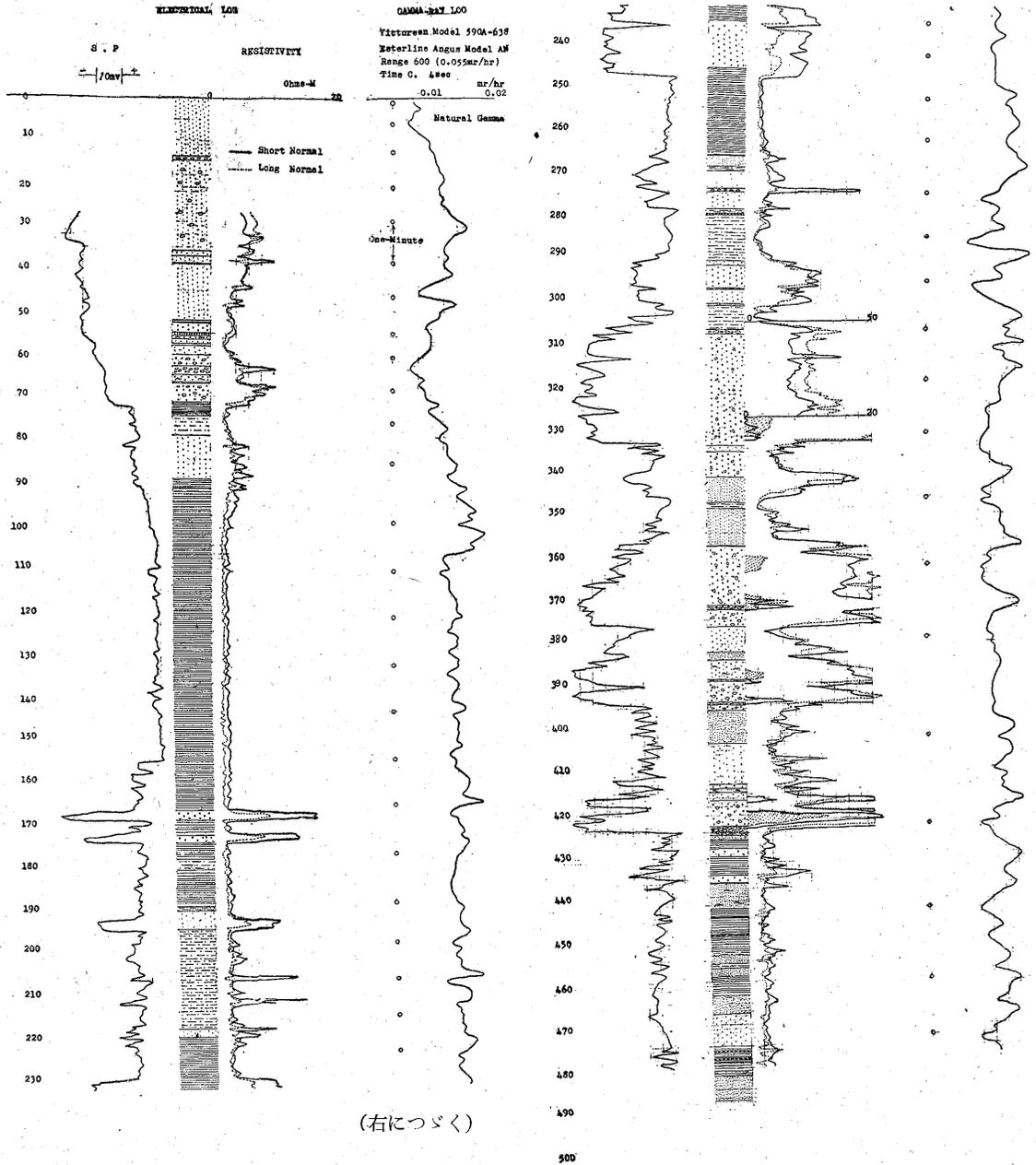
試錐孔名	常磐・磐城32号 (上倉持)	常磐・双葉12号
所在地	福島県磐城市上倉持江名口	福島県双葉郡高岡町字本岡夜の森
所有者	常磐炭鉱K. K.	
掘鑿者	常磐炭鉱K. K.	今村ボーリングK. K.
予定深度	1000m	850m
測定時深度	500m	743.29m
ビット径	116mm	65mm
挿入管	8.90m	4" 10m
水位		10m
泥水比重	1.08	1.01~1.02
孔底温度		700m 43°C
測定年月	昭和33年3月	昭和34年3月
検層器	Victoreen 590A-638-639	Victoreen 590A-EL-10
時定数	4 sec	1 sec
検層速度	約10m/min	約5 m/min
記録紙上感度	0.01mr/hに対し 23.1mm	0.01mr/hに対し 7.7mm
記録縮尺	1/64	1/500
測定深度	480m	700m

#### 3.2 日本原子力研究所構内の試錐孔の放射能検層

昭和33年3月、茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所構内の地下水および地盤調査のために掘さくされた4試錐孔において放射能検層だけを行なつた。この調査は原子燃料公社と協同して放射能検層器の比較試験のために行なわれ、原子燃料公社敷地内に掘さくされた深度約200mの地下水調査のための試錐孔も測定する予定であつたが崩壊のため中止した。

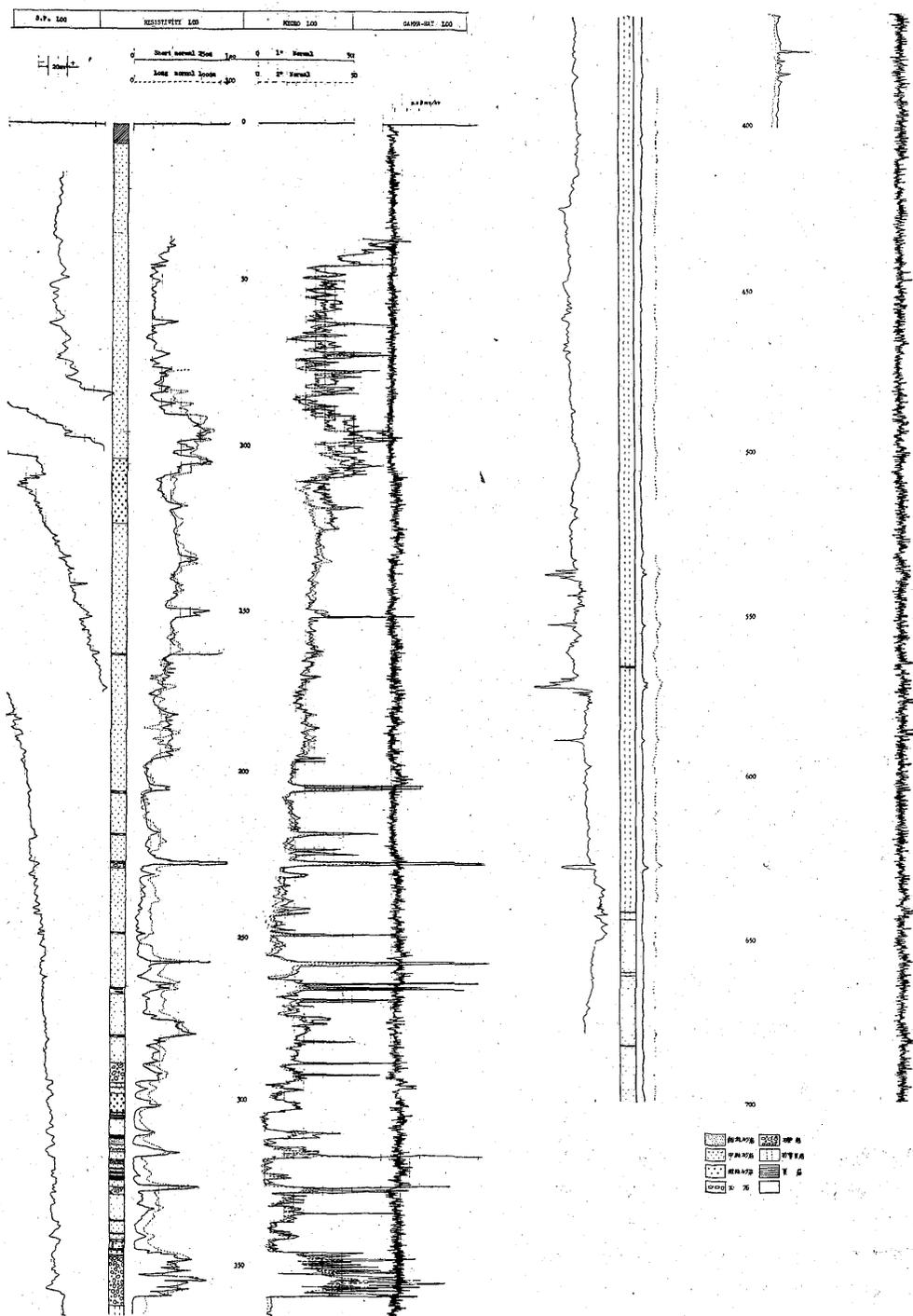
日本原子力研究所構内の4試錐孔も掘さく深度はいずれも25mであるが、掘さく後1年以上を経過していたため挿入管を入れていない部分はほとんど崩壊しており、10m程度しか測定できなかつた。孔径は5"で掘さく者は川崎ボーリングK. K. である。深度が浅いのでVictoreen Model 638 Control Box および Model 639 Winch を使用した。時定数4 sec, 検層速度1.5 m/min で検層を行なつた。

検層図および試錐孔の配置を第8図に示したが、放射能強度は一般に低く最高で0.01 mr/h 程度である。とくに関東ローム層が非常に低い。柱状図と低強度の部分



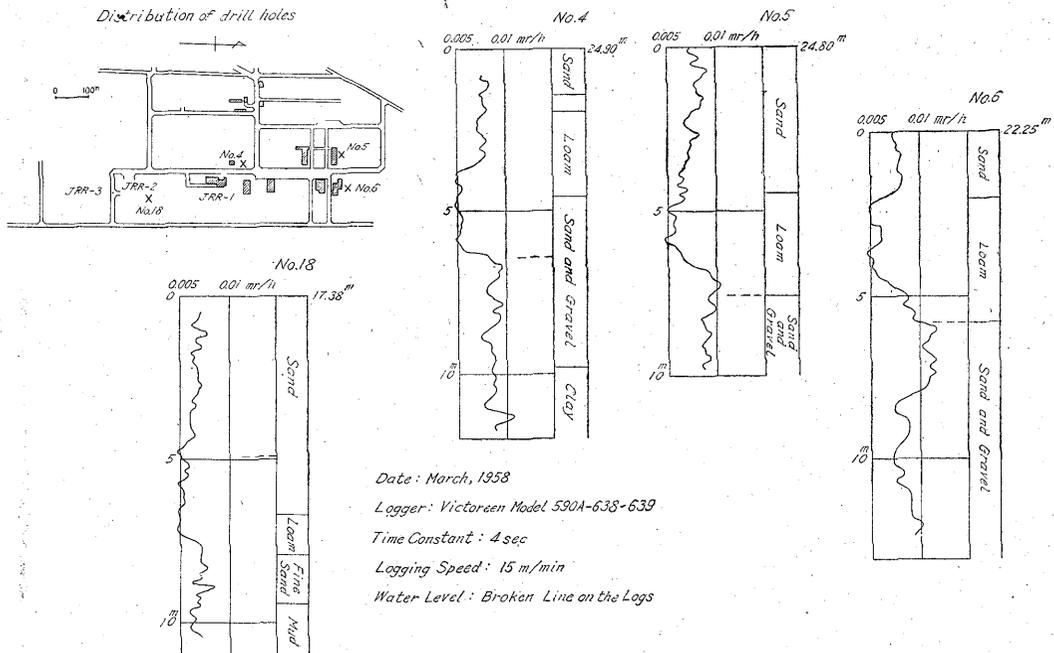
第6図 常磐・磐城32号検層図  
Logs of Iwaki No. 32 drill hole

常磐地域における放射能検層による放射能強度分布探査 (佐野俊一)



(右につづく)

第7図 常磐・双葉12号検層図  
Logs of Futaba No. 12 drill hole



第8図 日本原子力研究所構内における放射能検層図  
Radioactivity logs at the Japan Atomic Energy Research Institute

とは必ずしも一致していないが、深度基準とした地並が測定時期と掘さく時期とで異なるところもあるので、強度の低い部分が関東ローム層であると考えてさしつかえないと思われる。試錐孔中の $\gamma$ 線強度は Geometrical factor の影響で地表における $\gamma$ 線強度の約2倍になるから、関東ローム層の地表での $\gamma$ 線強度は約0.0025 mr/h に相当し、全国的にみても最も低い値を示す地層の一つであると考えられる。

#### 4. 結 語

堆積岩地域の深い試錐孔を利用して放射能強度分布調査を行なうために、大型検層器を製作し、測定や解析の方法について簡単な検討を行なった。常磐地域で試験的に調査を実施したが、放射能強度の異常はみだせなかつた。しかし関東ローム層の強度が非常に低いことを確認し、頁岩や礫岩に相対的に強度の高い部分が多いことを認めた。

放射能検層によって放射能強度分布調査を行なうにあたって、既設の試錐孔を利用することはいろいろな点で

障害が多く、掘さくを完了した時に測定する必要がある。したがって調査班は高度の機動性を持たなければならない。また放射能異常を発見した場合に、その場所の地質鉱床調査を行なうことが不可能であるから、検層図から地質鉱床に関する知識を得る必要がある。したがって各種の検層を迅速に行ない、解析技術を向上させなければならない。空中放射能探査や自動車放射能探査に比較して、放射能検層によって多くの堆積層の放射能強度分布を短時間に測定できる可能性があるが、このような調査を経常的にまた有効に実施するためには、多方面にわたって技術の向上が必要であると考えられる。

(昭和33年3月, 34年3月調査)

#### 文 献

- 1) 佐野俊一：小型放射能検層器ならびに放射能検層による放射性鉱物鉱床の品位・鉱量の推定と宮城県大内地区における物理検層，地質調査所月報，Vol. 11, No. 6, 1960