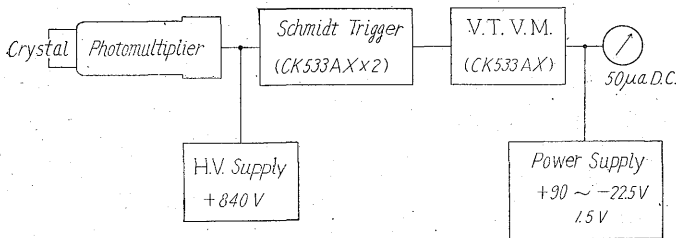


携帯用シンチレーション・カウンターについて (序報)

1) シンチレーション・カウンターは γ 線に対して効率が非常に高いので、探鉱用としてもガイガー計数管を用いた装置に代って広く用いられるようになってきた。地質調査所では昭和29年度に携帯用シンチレーション・カウンターの代表的製品の1つである Canadian Aviation Electronics Ltd. 製 Model 963 Scintillometer を輸入したので、この器械を中心として携帯用シンチレーション・カウンターについて簡単に報告する。

2) Model 963 Scintillometer の仕様は下記の通りである。

- I. 結晶 Na I (Tl) 1"×1"×3/4"
- II. 増倍光電管 Du Mont 6292
- III. レートメーター i) Ranges 0-300(×1), 0-



第1図 シンチロメーターのブロックダイアグラム

3,000(×10) および 0-30,000(×100) cps

ii) 時定数 2 および 8 sec.

IV. Controls i) OFF-ON 2 sec-8 sec, ×1-×10-×100-ZERO CHECK, ZERO CHECK, CALIBRATION CONTROL

V. 電源(乾電池) 1.5 V (UM-1 型)×3, 22.5 V (BLV 型)×5, 840 V×1

VI. 外形寸法 約 23×9×20 cm

VII. 重量 7 lbs

VIII. 附属品 標準放射線源・携帯用布袋

回路のブロックダイアグラムを第1図に示した。Model 963 は合衆国地質調査所および原子力委員会で設計したものと、おもな部分については同様である¹⁾。合衆国で使われているものはレートメーターの目盛が m²/hr で表わしてあり、時定数が2 および 10 sec. である。また結晶は 1 1/4 (dia.) ×1" ないしそれ以上のものが使われており、結晶の大きさによって RCA または Du Mont の12段の増倍光電管の適当なものが使われてい

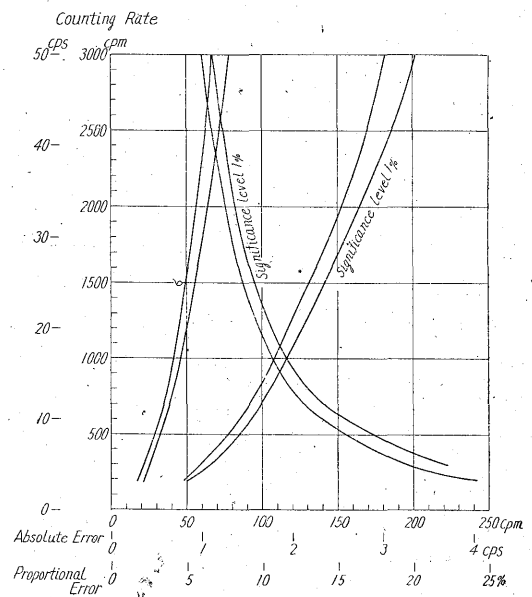
る。そのほか、高圧電源は乾電池でなく弛張発振器によって生ずる交流を昇圧整流してコロナ放電管で安定化して供給している。

3) 放射能測定においては原則として全測定計数が大きいほど精度がよい。したがってシンチレーション・カウンターでは、ガイガー計数管に較べて高い精度と能率とで測定できるはずである。いま時定数 τ sec. のレートメーターによつて、平衡に達してから t min. 間に ν 回測定したときの平均強度 n cpm の分散 σ は

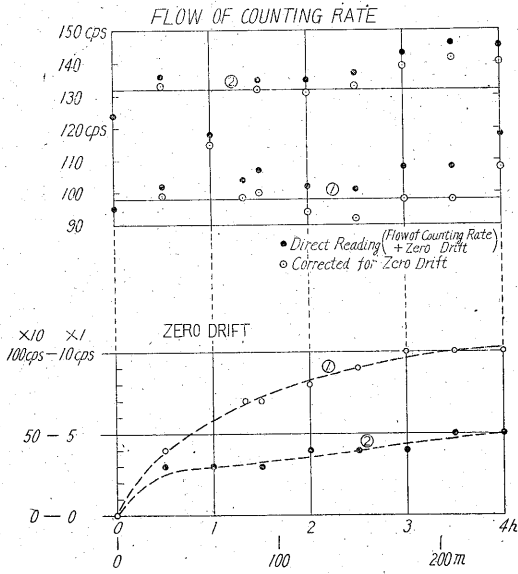
$$\sigma = \sqrt{n/(t+\nu/30)} + 5.47\sqrt{n/\tau\nu}$$

である。Model 963 のような簡単な装置では、零点の移動や calibration の精度によつて制限され、また Model 963 では特に放射能強度の強くない所でも 1,000

~2,000 cpm 位の計数になるから、2~3分以上測定する必要はないと考えられる。しかし、平均値の誤差を小さくするように、10回程度の測定をして平均値を求める必要があると思われる。したがって、時定数を 8 sec. とし 15~10 sec. おきに10回測定する場合、すなわち、 $t=2 \cdot 1/4$ および $1 \cdot 1/2$, $\tau=8$ sec. および $\nu=10$ とした場合について、 σ および危険率 1%



第2図 シンチロメーターの誤差



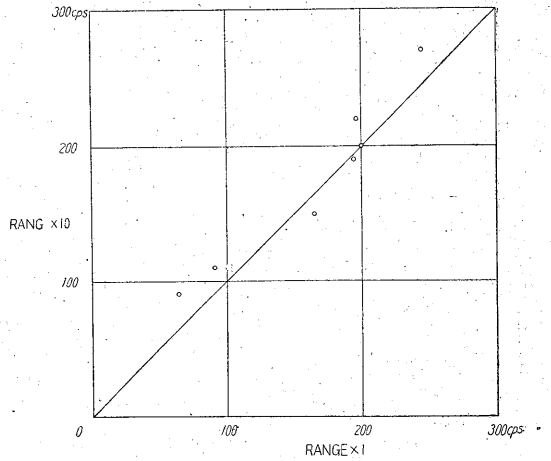
第3図 シンチロメーターの零点移動と指度変動

の誤差(2.57σ)を第2図に示した。

誤差としてはこのほか零点の移動と指度の電源電圧による移動が考えられる。第3図はその実例であつて、零点の移動が相当大きい。この実例は相当長期間使用しないでおいた後測定した場合であつて、連続的に使用している場合には大きな移動はないかも知れない。なお、測定は15sec. おきに10回行って平均値を求めた。

Model 963 の calibration は標準試料を12'' (33cm) の距離に置いたとき100 cps になるように Schmidt trigger circuit の bias を調整する。実際には厳密に100 cps にすることは困難であり、calibration を行う場所の自然計数にもよるから、標準試料を一定の位置で測定した値によつて測定値を補正する方が合理的であるように思われる。しかし、この bias の変化は入力感度にもある程度の影響を与え、したがつて、測定する最低エネルギーが変わることになる。シンチレーション・カウンターでは低いエネルギーのγ線に対する感度がよいので、この calibration の方式には多くの問題を含んでいる。

このほか指度の直線性と各測定 range 間の指度の一致が必要である。指度の直線性についてはまだ調べていないが、Schmidt trigger circuit の時定数がそれほど短かくはないので、counting rate の高い所では、数え落しによつて直線性が悪くなる。第4図には標準試料をいろいろの位置に置いて調べた range ×1 と range ×10 との関係が示してあり、大体両 range の読みは一致しているとみてよいと思われる。この場合、時定数は8sec. で15秒おきに10回測定して平均値を求めた。

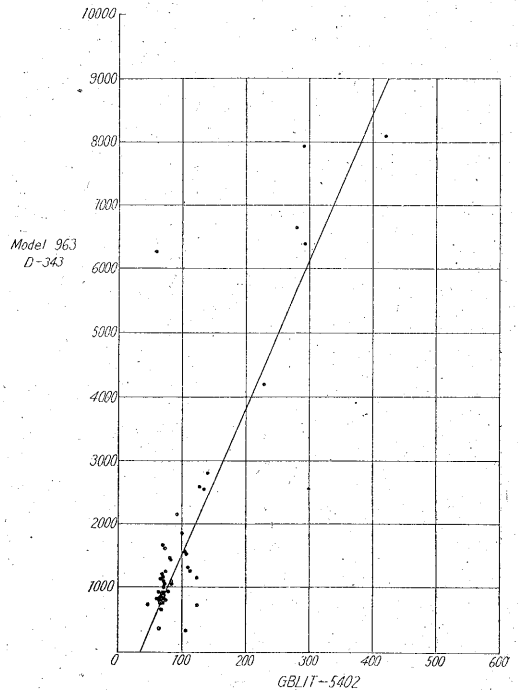


第4図 シンチロメーターのレンジ間関係

時定数を変えたとき指度が変わるかどうかについては、十分な資料がないので省略する。

このように統計的変動による誤差以外の誤差がいろいろあるので、精度は一般に±10%程度であると考えられる。

4) ガイガー計数管で測定した強度と Model 963 による強度との比較は、最も興味のある問題である。第5図は科研 GBLIT 型γ線用計数管を地表に水平に置いたときの、野外における放射能強度と、Model 963 を地



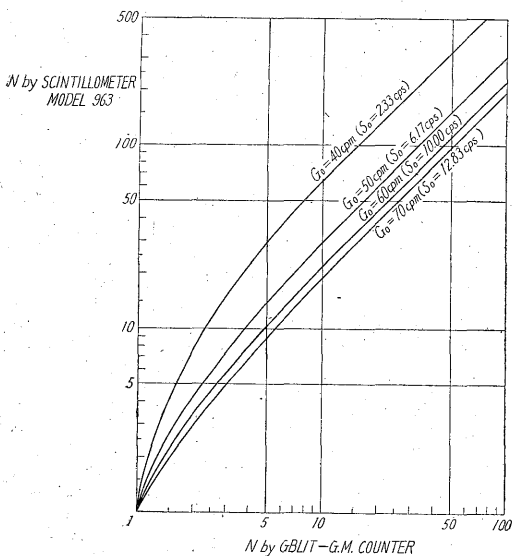
第5図 シンチロメーターとガイガー計数管との比較

表に置いたときの強度との比較であつて、福島県石川地区において測定したものである。両者の関係はほぼ直線的とみられるので、すべての測定がかりに等精度として最小自乗法によつて、GBLIT 型 γ 線用計数管 (陰極長さ 120 mm, 直径 25 mm) を水平に置いたときの強度 G cpm, と Mopel 963 による強度 S cpm との関係を求める

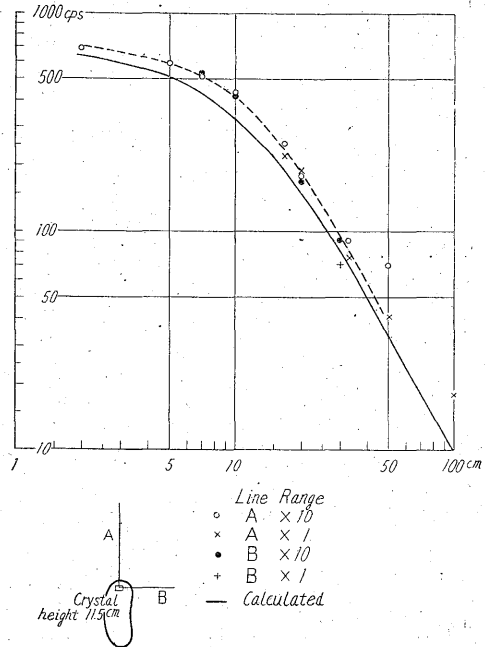
$$G = S/23 + 34 \quad (1)$$

となる。シンチレーション・カウンターも宇宙線に感じるが、 γ 線に対する感度が非常によいので、宇宙線による計数を無視できると考えると、求められた直線(1)が G 軸をきる値 34 cpm は、GBLIT 型の宇宙線による計数值であると考えられる。直線(1)に対する測定値の分散から計算したこの値の確率誤差は、約 ± 3 cpm であつて、GBLIT 型を水平に置き 5 cm の鉛で遮蔽したときの値 31 cpm, および野外における強度とその地点において採取した試料の β 線強度との関係から求めた試料強度 0 に対応する野外の強度、約 40 cpm と較べて妥当であると思われる。しかし、これらの値の多少の不一致については、検討を要する多くの問題を含んでいる。

野外における放射能強度の分布を表現する場合に、各測点の計数を適宜に定めた基準点の計数で割つた値 (N 単位) が用いられることがある。(1) が常に成立つものとして、GBLIT 型による N 単位と、Model 963 による N 単位とを比較すると、第 6 図のようになる。ガイガー計数管の場合には、 N 単位を用いると基準点が同じならば計数管の種類が違つても、ほとんど同じ値になるが、ガイガー計数管とシンチレーション・カウンターと



第 6 図 N 単位の比較



第 7 図 点源に対する指数

を較べると、基準点の強度によつて N 単位による値が違つてくる。いずれにしても、シンチレーション・カウンターの方が強度の比が大きく表わされる。

最後に放射線源からの距離と強度との関係について触れておこう。第 7 図は標準試料を床上の種々の位置に置いて、距離と強度との関係を求めたものであつて、結晶および標準試料を点とみなして、強度が両者の距離の逆 2 乗に比例すると考えて計算した結果と、ほぼ一致することが示されている。

5) Model 963 Scintillometer を中心として、携帯用シンチレーション・カウンターに関する 2, 3 の問題について述べた。この型の器械は精度は望めないが、能率がよく、強度差がガイガー計数管より大きく表現されるという点で優れている。しかし改良を要する多くの点を含んでおり、その 1 つの方向はもつと軽くすることであり、もう 1 つは精度をよくすることである。近い将来に、ガイガー計数管を用いた装置と同様に上記の 2 つの形式に分離していくのではないかと考えられる。

(佐野俊一)

文 献

- 1) Wilson, E. E., Rhoden, V. C., Vaughn, W. W. and Faul, Henry: Trace Elements Investigation Report, 403, U. S. G. S., Dec. 1953