論 説

福島県石川産モナズ石の放射能の測定*

Geiger Counter Measurement of Radiation of Monazite
from Ishikawa, Fukushima Prefecture.

大 森 啓 一** (Keiichi Omori)

1. 緒 言

福島県石川郡石川町附近には多数のペグマタイトがあり、モナズ石を産するペグマタイトの数も多く、この産地についてはすでに報告したとおりである¹⁾。今までに行われたモナズ石の分析結果では、放射性元素として ThO_2 が 11~12%, UO_3 が 0.4% あり、^{2,3)} 放射能は顕著である。この放射能をガイガー計数管で測定⁴⁾ したところ、興味ある結果が得られたので、ここに要旨を述べる。

2. 実 験 方 法

この実験に用いたガイガー計数管は、東北大学放射性同位元素委員会所属の、東芝製 100 進法 Radiation counter であつて、ガイガー管は常に 1100 V の電圧下で動作せしめ、極めて迅速、正確に計数を測定することができた。また時間の測定にはストップ・ウォッチを使用した。

測定時間 まず初めに自然計数を測定し、20 分間につき 437 を得た。これを 1 分間当りの数に換算すると 22 となる。自然計数はいつでもこの程度の数であるが、時にはこれより遙かに多くなることもあり、例えば 5 月 8 日 11 時 50 分では、177/5 分間、すなわち 1 分間につき平均 35 を得た。

一般に自然計数は 20 分間またはそれ以上測定して、1 分間当りの数を求めるのが適当であるが、ここでは便宜上、実験の始めと終りに、5 分間ずつ

* 昭和 29 年 6 月 5 日東京における日本鉱物学会にて講演

** 東北大学理学部岩石・礦物・礦床学教室

測定し、この平均値をもつて実験時の自然計数と見做し、これを鉱物の測定値から減することとした。

次にモナズ石の計数測定に、何分間位が適当であることを定めるため、第 4

第 1 表

測定時間 分間	計 数	1分間の計数
0.5	152	304
1.0	312	312
1.5	459	306
2.0	631	316
2.5	794	318
3.0	941	314
3.5	1097	313
4.0	1265	316
4.5	1427	317
5.0	1585	317
5.5	1746	317
6.0	1891	315
6.5	2058	317
7.0	2223	318
7.5	2402	320
8.0	2540	318

図に m として示したモナズ石（重さ 2.999 g）を試料として、30 秒毎に計数を測定しながら、継続 8 分間測定した。この結果は第 1 表および第 1 図のごとくである（以下総て、自然計数を減じた数値で示す）。この結果から明かなように、5 分間以上の測定値は何れも 1 分間当りに換算すると近似しているので、継続 5 分間測定し、これより 1 分間当りの数を求めることにした。

測定距離 つぎに計数管の窓口からどの位の距離に、モナズ石の試料をおくと、測定値の誤差が少いかを知るため、距離を種々に変化しつつ測定してみた。この結果は第 2 表および第 2 図のごとくである。

第 1 図 縦軸は計数、横軸は測定時間。
Natural は自然計数を表わす。

試料を計数管の窓口に近ずけると、計数は急に増し、窓口から離すと数は減じ、さらにある距離以上遠ざけると、計数はほとんど減じなくなる。

この計数と距離の関係は、円錐の立体角と高さの関係に似ている。第 3 図に示したように、円錐の立体角を ϕ 、高さを d 、底の円の半径を r とす

第 2 表

試料と計数管の窓 口との距離 (d)	計数/1分間 (2.999 g)	立体角 (φ)
mm		
12	1580	1.456
22	832	0.563
32	481	0.286
42	380	0.171
52	227	0.112
62	204	0.080
72	229	0.060

ると、中心角 θ は $\tan \theta = \gamma/d$ であるから、立体角 φ は

$$\varphi = 2\pi(1 - \cos \theta) = 2\pi \left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + \gamma^2}} \right)$$

から求められる。

今計数管の窓口を円錐の底と考え、半径を $\gamma = 10$ mm とし、また試料が円錐の頂点にあるものと考え、試料と窓口の距離 d を 12 mm から順次 10 mm ずつ 72 mm まで増した時の、各円錐の立体角 φ を計算すると、第 2 表および第 2 図の φ となり、上記の測定結果とよく似ている。

ただし、試料を計数管の窓口に近接せしめた時の測定値が、 φ の値に較べて小さいのは、鉍物中で放射能の一部 β 線が吸収されるためと考えられ、鉍物を粉末にして測定すると、 φ と近似するようになる。

以上の結果から、試料は計数管の窓口から中程度の距離、すなわち 42 mm はなれた位置に置いて測定することにした。

第 2 図 縦軸は1分間當りの計数及び 立体角 (φ)、横軸は距離 (d) を示す。

第 3 図

3. モナズ石の計数測定

第 4 図に示した No. 1 乃至 No. 13 のモナズ石結晶およびこれより小さな結晶、計 51 個を、上記の方法で測定した結果は第 3 表のごとくである。1 g 当りの計数は結晶毎に異なり、一定ではないが、これを縦軸に、また結晶の重さを横軸にとつて、この関係を図示すると、第 5 図のようになり、これらを一つの曲線で示すことができる。

第 4 図 実物の 5/9, m~13 はモナズ石 (X はゼノタイムとジルコンの平行連晶)。

第 5 図 縦軸は 1 分間当り, 1 g の計数, 横軸は重さ, (x) はゼノタイム, (C), (C'), (P), (P') は第 6 図と同じ。(P₁) (P'₁) は微細粉末。

第 3 表

No.	計数/1分間	重 量 (g)	1 g 当りの計数	面 積 (mm ²)	1mm ² 当 りの計数
1	144	1.252	115	70	2.0
2	254	2.038	125	120	2.1
3	213	3.267	65	200	1.0
4	185	0.935	198	70	2.6
5	364	4.132	88	150	2.4
6	199	1.295	154	90	2.2
7	232	1.075	216	70	3.3
8	241	1.912	126	130	1.9
9	237	1.522	156	60	4.0
10	150	1.086	138	50	3.0
11	317	2.902	109	85	3.7
12	287	2.975	96	120	2.4
13	990	16.108	61	500	2.0
14	115	0.498	231	60	1.9
15	108	0.726	149	70	1.5
16	127	0.777	164	60	2.0
17	162	0.886	183	88	1.8
18	77	0.321	240	50	1.5
19	101	0.271	140	65	1.6
20	90	0.816	110	88	1.0
21	63	0.423	150	35	1.8
22	88	0.547	161	60	1.5
23	75	0.490	153	50	1.5
24	72	0.411	175	45	1.6
25	78	0.460	170	40	2.0
26	99	0.652	152	44	2.3
27	87	0.335	260	60	1.5
28	85	0.376	226	48	1.8
29	35	0.125	280	20	1.8
30	65	0.275	236	40	1.6
31	28	0.103	272	20	1.4
32	52	0.359	145	40	1.3
33	59	0.242	244	20	3.0
34	71	0.320	212	30	2.4
53	90	0.384	234	45	2.0

36	41	0.172	238	25	1.6
37	28	0.099	283	15	1.9
38	64	0.207	309	30	2.1
39	48	0.224	214	30	1.6
40	23	0.140	164	15	1.5
41	58	0.204	284	30	1.9
42	77	0.233	330	36	2.1
43	66	0.234	282	40	1.7
44	43	0.198	217	25	1.7
45	31	0.118	263	20	1.6
46	73	0.238	307	30	2.4
47	52	0.260	200	30	1.7
48	52	0.217	240	36	1.4
49	68	0.280	243	40	1.7
50	79	0.415	190	30	2.6
51	77	0.506	152	60	1.3
ゼノ タイム	144	0.392	291	48	2.4

モナズ石の計数は重さ 2 g 以上の結晶では 1 g 当り毎分約 100 であるが、これより小さな結晶では、計数は増し、重さ 0.2~0.3 g の小結晶では 200~250 となる。大きな結晶の計数がこのように小さなことは、放射能の一部が結晶内で吸収されることに基くものと考えられる。なお比較のため、ゼノタイムを測定したところ、モナズ石よりもやや多い結果を得た（第4および5図の x）。

第 4 表

試料と計数管窓 口との距離(d)	結 晶 (0.705 g)		径 0.5 mm 以下の 粉末 (0.659 g)		細粉末 (0.629 g)	
	計数/1分 間, 1 g	Al 板フ イルター	計数/1分 間, 1 g	Al 板フ イルター	計数/1分 間, 1 g	Al 板フ イルター
mm						
12	520	240	2312	838	...	...
22	315	135	1170	466	...	...
32	169	76	641	290	...	...
42	103	47	439	204	538	203
52	76	37	345	128	...	...
62	62	23	222	108	...	...
72	49	25	204	82	...	...

また計数管の窓口に向つたモナズ石結晶面の全面積を求めると、第3表のごとくであつて、モナズ石 1 mm^2 当りの計数はほぼ 2 となる。

つぎにモナズ石 (重さ 0.705 g) の結晶と、この粉末 (0.5 mm 篩下, 重さ 0.659 g) の計数を比較すると、第4表および第6図のごとくである。何れも 1 g 当りの計数で示した。またこれらの試料の上にフィルターとして、厚さ 0.5 mm の Al 板をおくと、計数はいちぢるしく小さくなる。これは β 線の一部が Al 板で吸収されるためであらう。

さらにモナズ石を微細粉末にすると、計数は顯著に増大するが、この際 Al 板をフィルターとしておくと、計数は粉末の場合とほとんど等しくなる。この結果からも、結晶に放射能を吸収する性質があることが分る。

4. 結 語

モナズ石の計数は、その結晶に含まれている放射性元素の多寡に比例することはいうまでもないが、このほかに結晶の大きさ (重さ) と密接な関係がある。同じモナズ石でも、結晶そのままよりは粉末にした方が計数は多くなり、また粉末はより細かい方が計数は大きい。

したがつて放射性鉱物の放射能は、単にガイガー計数管で測定した数の多少をもつて示すことは適當でなく、結晶の大きさ (又は重さ) を、測定の条件と共に示さなければならない。

同様に、種々の放射性鉱物の放射能を比較する場合でも、その数だけで比較することは適當でなく、さらにこの基準にモナズ石を用いるような場合には、結晶の大小、重さ等を考慮に入れなければならない。

たとえ量は僅かであつても、微細なモナズ石の粉末が重ならない程度に分散していると、その粉末の一粒ずつが同程度の放射能を出すから、全体としての計数は極めて大きくなり、多量のモナズ石結晶がそこに存在するように感ぜしめる。

逆に、大きな結晶は、その放射能の一部を自ら吸収するため、計数はさほ

第 6 図

縦軸は 1 分間当りの計数、横軸は距離。(C) は結晶、(P) は粉末を示す。又 (C'), (P') は Al 板をフィルターとして用いた場合の結晶と粉末を示す。

ど大きくならない。

したがって野外で、モナズ石等の放射性鉱物を Survey meter 等の計数管で調べる時にも、測定された数の多少から直ちに鉱物の量の多少を推定するのは適当でない。

この研究に要した費用の一部は文部省科学研究費によるものである。

文 献

- 1) 大森啓一： 鉱物学雑誌 1, 226 (1953)
- 2) 柴田雄次, 木村健次郎： 日本化学会誌 42, 963 (1921)
- 3) 上田健夫： 京大理学部紀要 B, 20, 227 (1953)
- 4) U. S. Atomic Energy Commission and U. S. Geological Survey: Prospecting for Uranium (1949)
Spence, H. S. and F. N. Senftle: Prospector's Guide for Uranium and Thorium Minerals in Canada. (1952)

(1954 年 6 月 5 日受理)

H. Weyl 著 Symmetry

(Princeton University Press, 1952, \$ 3.75)

理論物理学への貢献や科学哲学の著書で名高い数学者 Weyl が, Princeton の Institute for Advanced Study を退職するに当たつての記念の著書ともなつたもので, 高い科学的教養のある読者層を対象として書かれたものである。古代エジプト壁画を始めとして, あるいは蜂の巣や放散虫の殻をとり上げ, あるいは雑誌 Vogue の挿画を引用し, 取材の範囲の広くて自由なことは驚くばかりである。しかもそれらの挿画の配列にまでこまかい心が配つてあつて, しらずしらずに 対称 という数学的な内容を理解するように書かれている。後半三次元の対称を扱うあたりからの数学的な取扱いも, とつつきにくいものではない。三次元の対称はもちろん 結晶 を例として説明してあるが, 更に相対性理論や量子力学と対称との関係にまで言及してある。(片 山)