

北上山地の古・中生層のトリウムとウラン (予報)

片田正人*・金谷 弘**・佐藤長治***

(1984年6月5日受理)

1. はじめに

日本の堆積岩のTh, Uに関する最初の主な研究は、1950年代の終りから、1960年代初めにかけて、原子力資源探査の一環として行なわれた。北上山地のTh, Uの探査もその時期に始まった。そしてその時、筆者の一人佐藤は、第8章でのべるような興味ある岩石を見出した****。

その後引き続いて、金谷と片田は、南部北上山地の古生層のTh, Uについて系統的調査をすすめる、一連の成果を得ることができた(金谷・片田, 1975; Kanaya and Katada, 1975)。

今回また、北部北上山地の堆積岩のTh, Uに関する分析資料が、新たに得られた。そこで、既存の南部北上山地の分析値に、今回の北部北上山地のものを加えて、全北上山地のTh, Uに関して予察的な議論を試みる。

分析元素はTh, U, Kである。分析はすべて金谷によるもので、分析法は、ガンマ線スペクトロメトリー法である。

南部北上山地の、今回の議論に利用した試料は、泥岩(粘土岩およびシルト岩)・砂岩・礫岩の基質・石灰岩の計75個であり、北部北上山地の場合は、泥岩・チャート質粘土岩・砂岩・石灰岩・チャート・緑色岩などの約180試料である。そしてこれらの各岩種毎に、必要な場合にはさらに細分して、平均値を算出した。

なお、北部北上山地(の北部北上帯)の試料中には、南部北上山地の古生層を不整合におおる、綾里と歌津付近の中生層試料5個を加えてある。

またこれらとは別に、北上山地堆積岩の北西方延長の一部とされる、北海道松前付近の泥岩分析値についてもふれる。

2. 北上山地の古・中生層の概要

(1) 北上山地古・中生層の分帯

北上山地の古・中生層の総合的分帯は、湊(1950)、吉田(1975)、吉田ほか(1984, 編)によって試みられた。その後若干の修正案も提案されているが、上記の分帯は、現在でもそのまま充分に利用できるものと思われる。したがってここでは、その分帯をそのまま踏襲すること

* 岩手大学教育学部

** 地質調査所物理探査部

*** 動力炉核燃料開発事業団資源部

**** 佐藤長治(1964, 未公表資料), 北上山地産含ウラン黒色珪岩および同粘板岩についての鉱物学的・地化学的試験。鉱石試験報告。

にする(第1図)。

まず全体は、南部北上山地と北部北上山地に2分される。南部北上山地は、主として南部北上帯であって、部分的に中生層によって不整合におおわれる。北部北上山地は、早池峯構造帯・北部北上帯・岩泉帯・田老帯から構成される。各帯の境界の多くは、顕著な断層である。

地質時代は、南部北上帯は古生代後期である。早池峯構造帯-田老帯は、二疊紀-白亜紀である。白亜紀層は、火山碎層岩を主とする累層で、田老帯に分布している。

(2) 各帯の古・中生層の岩相・岩質

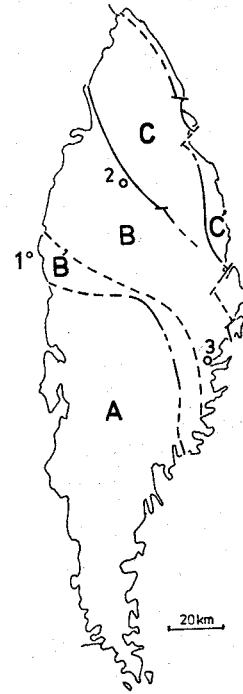
南部北上山地の古生層(南部北上帯)は、小型の比較的浅い堆積盆内の堆積層で、供給源岩として、少なくとも中・上部二疊系では、中性-苦鉄質火山岩の存在がかなり目立っている。それとは対照的に、北部北上山地の古・中生層は、いわゆる優地向斜タイプのもので、供給源岩は、珩長質-中性火山岩と花崗岩が主らしい。おそらく南部および北部北上山地の堆積物の主体は、それぞれまったく異なった堆積盆内のものであったにちがいない(Saito and Hashimoto, 1982)。

南部北上帯のうち、今回はおもに、二疊系中・上部をとりあつかう。二疊系下部は石灰岩や凝灰岩質泥岩・ラテライト質泥岩が多い。石灰岩やラテライト質岩は、熱帯-亜熱帯における堆積相であろう。上部はほとんど細粒泥岩(粘土岩)だけからなる。中部は、下・上部の中間的岩相を示すが、どちらかといえば上部の要素が強い。

北部北上帯は、泥岩・チャート質泥岩・砂岩・チャートと少量の石灰岩・緑色岩の互層である。早池峯構造帯の堆積岩は千枚岩質になっていて、緑色岩が多く砂岩が少ない。また超苦鉄質が広く露出している。両帯はこのように、各構成メンバーの分布面積を異にしているが、泥岩・砂岩の岩質はよく似ている。したがってここでは、両帯を一括し、北部北上帯の試料中には、早池峯構造帯(および南部北上帯をおおう中生層)の試料を含むものとする。

岩泉帯を構成する堆積岩の種類は、北部北上帯の場合とあまりちがわない。しかし泥岩・砂岩の鉱物組成や化学組成の性質がやや異なる(片田・小野, 1978)。北部北上帯砂岩の構成物には、珩長質-中性火山岩からのものが目立つが、それに比較すると、岩泉帯砂岩では、花崗岩起源ではないかと思われる構成物が多い。肉眼的にも、後者は一般的に、より優白色である(片田・寺岡, 1981)。この差は、堆積盆を比較する上で、本質的なものではないかと推定される。

田老帯には、主として海中、一部陸上に堆積した白亜紀火山岩類が多い。それを除くと、泥



第1図 北上山地の古・中生層の分帯区分

- A : 南部北上帯, B : 北部北上帯,
 B' : 早池峯構造帯, C : 岩泉帯,
 C' : 田老帯, 1 : 盛岡, 2 : 葛巻,
 3 : 釜石。

岩・砂岩の岩質は岩泉帯のものに似ている。したがってここでは、多くの場合、田老帯の試料は、岩泉帯のそれに含めて考察する。

3. 分析値

南部北上帯の中・上部を主とする二畳系に関するTh, Uは、すでに公表してある(金谷・片田, 1975)。これを加えて、北上山地全域の各岩種の、各帯毎の平均値を第1表に示す。まずそれらに関する説明を加えよう。

第1表 北上山地と松前地域の古・中生層の、Th, U, K₂Oの岩質別の平均値

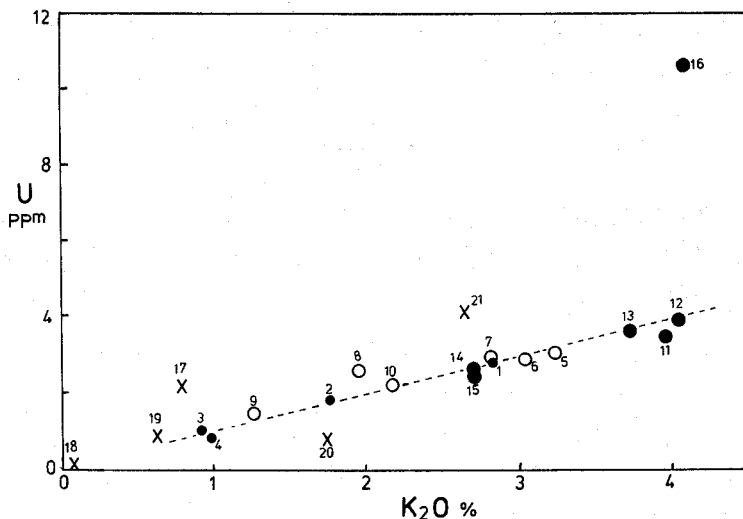
帯	No.	岩 石 名	N	Th	U	K ₂ O	Th/U
南部北上帯	1	粘土岩	44	10.4	2.8	2.83	3.7
	2	シルト岩	11	4.4	1.8	1.78	2.4
	3	砂岩, 石灰質部を含む	15	2.9	1.0	0.94	2.9
	4	砂岩, 石灰質でないもの	5	2.2	0.8	0.99	2.8
北部北上帯	5	粘土岩	14	12.9	3.1	3.25	4.2
	6	チャート質粘土岩	16	13.2	2.9	3.04	4.6
	7	シルト岩	14	10.9	3.0	2.82	3.6
	8	砂岩, 一般的タイプ	14	10.3	2.7	1.94	3.8
	9	砂岩, 火山岩質, 石英稀	7	4.2	1.5	1.24	2.8
	10	砂岩, 火山岩質, 石英普通	5	7.7	2.2	2.14	3.5
岩泉帯	11	粘土岩	19	19.3	3.5	3.97	5.5
	12	チャート質粘土岩	16	17.0	3.9	4.05	4.4
	13	シルト岩	12	18.0	3.6	3.74	5.0
	14	砂岩 (岩泉帯プロパー)	26	13.6	2.6	2.70	5.2
	15	砂岩 (田老帯)	7	11.1	2.4	2.71	4.6
	16	珪長質凝灰岩	3	35.1	10.6	4.08	3.3
	17	不純石灰岩	3	3.1	2.2	0.80	1.4
	18	石灰岩, 一般的タイプ	2	0.4	0.2	0.10	2.0
	19	チャート	5	2.0	0.8	0.63	2.5
	20	緑色岩	11	2.6	0.8	1.76	3.3
	21	泥岩 (松前地域)	4	20.5	4.0	2.63	5.1

N: 分析試料数, ThとU: ppm, K₂O: %。

a) 南部北上帯二畳系には、粘土岩が広く分布する。何か所かで装飾用ストレートとして採掘されており、試料の多くはその採掘場で採取したものである。

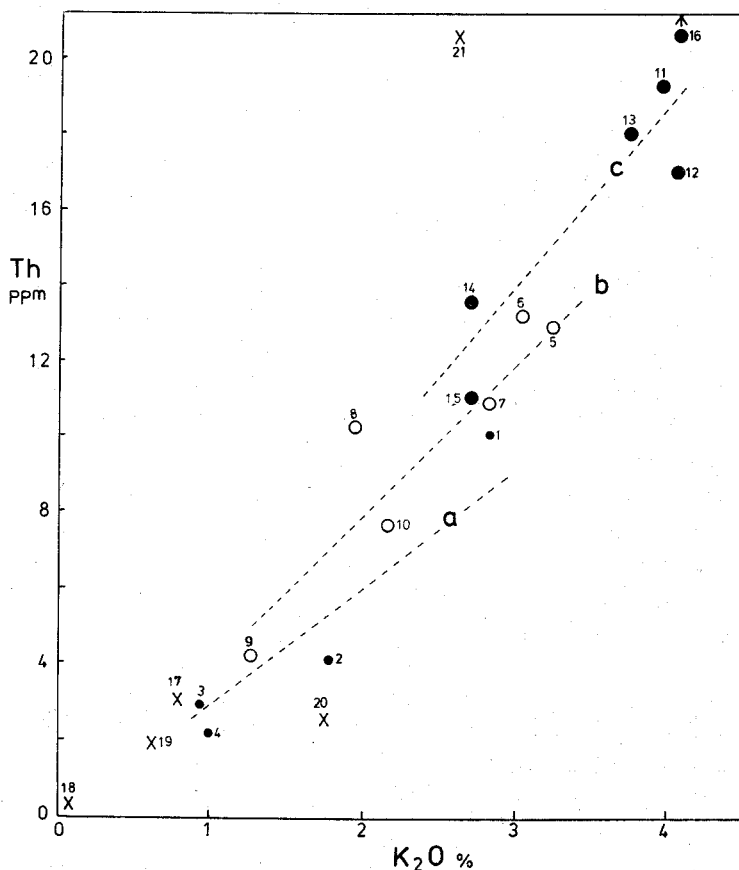
b) 南部北上帯の、砂岩と礫岩(薄衣礫岩)マトリックスとの間では、鉱物組成や化学組成上の差は無視できる。したがって、礫岩のマトリックスは砂岩に加えてある(no.4)。

c) 南部北上帯の砂岩には、石灰質の砂岩が多い。したがって砂岩は、石灰質のもの(no.3)とそうでないもの(no.4)の2者に分けてある。石灰質砂岩の方解石集合部は、no.17の不純



第2図 北上山地と松前地域の古・中生層のUと K_2O

No. は、第1表のものと同様。



第3図 北上山地と松前地域の古・中生層のThと K_2O

No. は、第1表・第2図のものと同様。a, b, cは、南部北上帯・北部北上帯・岩泉帯碎屑層の、大略の分布トレンド。

石灰岩と同質らしく思える。

d) 北部北上帯・岩泉帯の粘土岩の多くはチャート質である (no. 6, 12)。外観はチャート様で塊状のことが多く、鏡下でラジオラリアが認められる。

e) 北部北上帯の砂岩は、石英が比較的乏しく、珪長質-中性火山岩岩片を比較的多く含んでいる。そのうち、ほとんど火山岩碎層物だけから構成される砂岩を、一般的砂岩 (no. 8) と分けてある。さらに火山岩質砂岩を、石英をほとんど含まないもの (no. 9) と、10-20%程度含むもの (no. 10) に区分してある。

f) 田老帯、まれに岩泉帯プロパーには、葉理不明瞭で灰色-暗灰色の、Th, U含有量の多いチャート様岩がある (no. 16)。細粒であることと変成作用のため、鏡下での性質はわかりにくい、少なくとも一部は珪長質火山岩起源であるらしい (第8章)。

g) 不純石灰岩 (no. 17) とは、南部北上帯二疊系上部層に狭まれる暗灰色の薄層であって、斜長石・石英破片や炭質物を含んでいる。No. 18の石灰岩は、北部北上帯・岩泉帯に産する白色-灰白色の、ほぼ純粋のものである。No. 19, 20のチャート・緑色岩の産地もno. 18と同様である。

h) つぎに K_2O を横軸としてThとUの値をプロットしたのが第2, 3図である。

碎屑堆積物に関していうと、まず、Th, Uの絶対値に、南部北上帯・北部北上帯・岩泉帯間の有意差が認められる。U/ K_2O 比は、3帯ともほぼ一定しているが、Th/ K_2O 比は、3帯間に差があるように見える。

4. トリウムとウランの堆積時における挙動のちがい

第2図に示したように、Uと K_2O の間には、非常に高い相関性がある。

南部北上帯の碎屑岩では、 K_2O を含む鉱物は、粘土鉱物、つまり絹雲母だけである (カリ長石の存在は無視できる)。したがって碎屑岩中のUは、絹雲母に吸着されているにちがいない。そして層序とは無関係に、U/ K_2O 比が一定であるところをみると、現在認められるUの大半は海水中に溶存していたもので、海底または堆積間隙水中で吸着されたものに相違ない。

それとはことなって、Th/ K_2O 比は一定の値をとらない (第3図)。過半のThは、供給源地において、 K_2O を含む粘土鉱物に吸着されたものと堆定される (Kanaya and Katada, 1975)。

南部北上帯の不純石灰岩中には、アパタイトが少量見出される。この岩石中では、アパタイト中にもUが含まれているであろう。なぜならば、一般的傾向としてのU/ K_2O 比から堆定される以上にUが含まれているからである。しかしUと P_2O_5 との相関性は悪い。アパタイト中には、Uを比較的多く含むものと、少なく含むものがあるのであろうか。

北部北上帯と岩泉帯の碎屑堆積岩中には、 K_2O を含む鉱物として、自生の白雲母以外に、碎屑性のカリ長石がみられる。砂岩中では、平均10%またはそれ以下の量である。したがってこの場合、岩石の K_2O の約1%またはそれ以下の量がカリ長石中に含まれるわけである。したがって第2, 3図においては、絹雲母に含まれるTh, Uは、その分だけ補正しなければならない。ただし、カリ長石中にも、雲母の場合とほぼ同程度の、ThとUが含まれるのが普通であるから (Wedepohl, 1969, ed), Th/ K_2O 比とU/ K_2O 比は、修正する必要はあまりないであろう。

なお、ThとUは、以上のように沈澱までの挙動が異なるとすると、Th/ K_2O 比 (およびTh/U比) は、供給源地における風化殻形成に影響された値である。Th/ K_2O 比が大きい場合は、風

化作用がより強かったか、より長期にわたったのか、いずれかであろう。いずれにせよ、この場合は、「風化殻の成熟度」が大きかったと表現することができよう。

5. 南部北上帯のトリウムとウラン

南部北上帯の泥岩・砂岩のThとUの値は、世界の一般的な泥岩・砂岩と比較して、ほぼ同値ないし若干少なめである。泥岩・砂岩の供給源岩に、苦鉄質岩が多かったことが、値に影響しているであろう。つまり、供給源岩中の値そのものと、 K_2O を含む粘土鉱物の形成が少なかったことの影響によるものと解される。

なお、Boyle (1982) によれば、泥岩の平均値は、Th12ppm, U3.5ppm, 砂岩はTh5ppm, U1.5ppmである。

6. 北部北上帯のトリウムとウラン

北部北上帯のThは、南部北上帯の場合より、明らかに値が大きい。Uも若干多い。北部北上帯の供給源岩が、より珪長質の岩石だったからであろう。

北部北上帯のU/ K_2O 比は、南部北上帯の場合と差がない。この理由は、すでに述べた。またTh/ K_2O 比（およびTh/U比）は、北部北上帯が大きい。風化殻の成熟度が大きかったからであろう。この推論は下記の事実からも裏付けられる。

北部北上帯には、珪長質-中性火山岩の碎屑物だけからなる、成熟度の比較的低い砂岩がみられる。これは火山岩としての組織が、碎屑物中にはっきり観察できるものである。この試料のTh/ K_2O 比は、北部北上帯の中では最も小さい（第1表、第3図、no. 9, 10）。一方また、南部北上帯にも、風化しやすい中性-苦鉄質火山岩でありながら、火山岩としての組織が明瞭に残っている砂岩がある（no. 4の多く）。これは、南部北上帯の中では、Th/ K_2O 比の最も小さなものである。

チャート質粘土岩のThとUは、チャートと粘土岩との中間の値ではないかと予想されていた。しかし予想に反して、一般の粘土岩とほぼ同値である。この理由はよくわからない。この問題は、後にもう一度ふれる。

7. 岩泉帯のトリウムとウラン

岩泉帯のThとUは、北部北上帯よりさらに多い。U/ K_2O 比は、南部北上帯・北部北上帯とほぼ同値であるが、Th/ K_2O 比は他の2帯より大きい。供給源岩に花崗岩が多かったためと、風化殻の成熟度が高かったためであろう。

鉱物組成や主化学成分でいえば、岩泉帯の砂岩は、石英/長石比の大きなものが多い（片田・寺岡, 1981）、泥岩の Al_2O_3/Na_2O 比は比較的大きな値である（片田・小野, 1978）。これらの比は、供給源岩の種類に左右される値であるが、北部北上帯と岩泉帯の場合のように、供給源岩の種類に、大きいへだたりのない場合には、成熟度を示す1つの指針になり得る。つまりこれらの比が大きいほど、成熟度が高いといえる。したがって、この比に関する事実は、ThやUからの推論と調和的である。

岩泉帯には、特殊な岩石として、珩長質凝灰岩がみられるが、これは次章で述べる。

8. 珩長質凝灰岩

ここでいう珩長質凝灰岩（と思われる堆積岩）は、かつて筆者の一人佐藤が見出したものと同様である。そして今回、片田・金谷の再調査によって、若干のデータを加えることができた。その典型的露頭が、平井賀西方にみられ、岩質は以下の通りである。

外観は、塊状で、チャート質粘土岩によく似ており、（暗）灰色である。

代表的な岩相を鏡下でみると、約10%容量で、長径1/10mm以下の、破片状の長石・石英が散在し、その間を、微粒の珩長質鉱物・粘土鉱物・リュウコクシンなどが填めている。

破片状鉱物のうち、石英は2-3%含まれる部分とほとんど含まれない部分がある。しかし長石は、ほぼ常に、数%は含まれる。長石の多くは、双晶に沿って割れたらしいもので、細長い断面を示し、一般の泥質岩中のものは比べて、細長い外形のものが明らかに目立っている。Th, Uの量は、それぞれ35ppm, 10ppmに達する（第1表, no. 16）。

この代表的岩相以外に、マトリックスに絹雲母の多い岩相や、緑泥石の多い岩相が認められる。

またこれらの岩石に接して、ラヂオラリアを含んだ、ここでいうチャート質粘土岩がみられる。この粘土岩は、Th, Uはあまり多くない。

以上述べた諸事実を総合してみると、問題の岩石は、珩長質凝灰岩としか言いようがないものである。しかし一般的に言えば、珩長質火山碎屑岩は淡色を示すのが普通であるが、この岩石は（暗）灰色であり、層理は不明瞭である。また含まれる長石・石英破片に、摩耗の影響があまり認められない。これらの事実から察すると、この岩石は、海底の泥中に噴出した珩長質火山灰に由来するものであろうか。

また先に、チャート質粘土岩のTh, Uが、意外に多いことを見て来た。チャート質粘土岩（およびチャート？）には、上記のような火山灰が混じている可能性はないだろうか。今後の研究がのぞまれる。

9. 北海道松前地域の泥岩のトリウムとウラン

松前付近の泥岩は、熱変成作用をうけると、紅柱石が再結晶する例が多い。おそらく成熟度の高い泥岩であろう。

この泥岩の（no. 21）のThとUの値や比は、岩泉帯のものに似ている。K₂Oの少ない点は、南部北上帯のものに似ている。しかし、Th/K₂O比、U/K₂O比が大きく、南部北上帯のものとは異なる。このように、松前付近の堆積岩は、総括的にみると、北上山地のどの帯のものにも似ていないようである。両者は、直接連続する堆積盆内のもではなかったかも知れない。

文 献

- Boyle, R. W. (1982), *Geochemical prospecting for thorium and uranium deposits*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

- 金谷弘・片田正人 (1975), 南部北上山地登米相と薄衣相のカリウム・トリウム・ウランおよび帯磁率。地調月報, vol. 26, p.13—27.
- Kanaya, H. and Katada, M. (1975), Contents of thorium, uranium and potassium of the upper Permian mudstones and sandstones in the Southern Kitakami Mountains, Japan. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, vol. 70, p.268—294.
- 片田正人・小野千恵子 (1978), 本州地向斜の砂岩・泥岩の供給源岩について。地質雑, vol. 84, p.141—154.
- 片田正人・寺岡易司 (1981), 日本の砂岩の化学組成。岩手大教育研究年報, vol. 40, p.55—60.
- 湊正雄 (1950), 北上山地の地質。地団研専報, no. 5. p.1—8。
- Saito, Y. and Hashimoto, M. (1982), South Kitakami region: An allochthonous terrane in Japan. *Jour. Geoghy. Research*, vol. 87, p.3691—3694.
- Wedepohl, K. H. (1969, ed), *Handbook of geochemistry*, no. 90 and 92, Springer-Verlag, Berline.
- 吉田尚 (1975), 東北日本古・中生代地向斜の分化と発展。地団研専報, no. 19, p.103—114.
- 吉田尚・大沢穠・片田正人 (1984, 編), 20万分の1地質図幅「盛岡」, 地質調査所。