

群馬県川場村の放射能異常地調査と
ウランフェンの産出について

石原 舜 三*

On Occurrence of Uranophane and Radioactive Anomaly in
Kawaba-mura, Gumma Prefecture, Japan

By

Shunso ISHIHARA

Abstract

In November 1964, a radioactive anomaly was detected by a car-borne exploration in Kawaba-mura, Gumma prefecture, central Japan. Rocks around the anomaly are composed of fine- and coarse-grained biotite granite of probably early Tertiary in age that have intruded the Permo-Carboniferous schists, weakly metamorphosed sediments, mafic and ultramafic rocks, and have been covered by Neogene pyroclastics, lavas, and sediments. The fine-grained granite is probably a marginal facies of the coarse-grained granite and is considered close to its roof. The anomaly found in the coarse-grained, 3 meters beneath the fine-grained, is due to chiefly uranophane, which is identified by X-ray diffraction. The mineral occurring with limonite follows cracks and fractures, rather distinct cooling joint faces of NW and NE directions. The uranophane is only found at the intersection of the two joints, and not on an exposed road-side cutting but below the road surface. These can lead an interpretation that very recent weathering may have been effective to precipitate the mineral from uraniferous solution. Uranium of the solution could have been leached from the host granite which uranium content as trace component is high (8.1 and 11 ppm) in comparison with that of the other Laramide granites in Japan.

So far as is known in the past ten years experience, suitable Tertiary sediments (conglomerate, sandstone, and shale) to fix uranium just above the Laramide's granites are often turned out to be a large scale, even sometimes an economical uranium deposit. The writer's reconnaissance exploration work drew only greenish pyroclastics of andesitic composition overlaying directly the granite. It is suggested that the whole margin of the granite should be detected in the view above-mentioned.

1. 緒 言

昭和39年11月末に実施された物理探査部の中井順二・堀川義夫および金谷弘によるカーボン調査により、群馬県利根郡川場村の東端に近い川場—湯原地内に自然計数の約3倍の放射能異常が発見された。その異常地は赤倉山(1256.7m)の南を東から西に流れる薄根川の分流

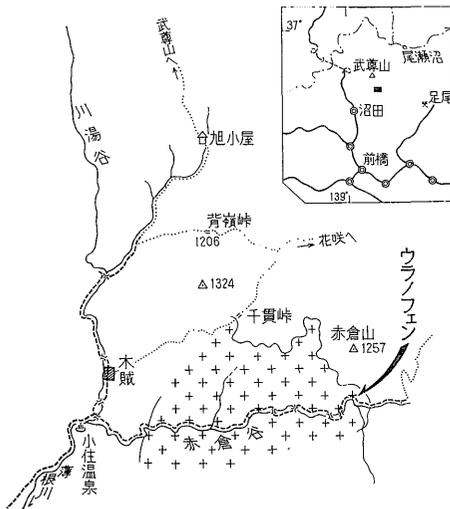
の一つ、赤倉川に沿う林道赤倉線^{注1)}の崖であり、赤倉山の真南750mにあたる(第1図)。浜地忠男(鉱床部)と堀川義夫は同年12月中旬にこの異常地と別に、群馬県利根郡利根村小松部落東方、沼田一大間々間の県道沿いにも発見されていた放射能異常の予察調査を1日間で行なった。そして前者の異常は赤鉄欬化した粗粒黒雲母花崗岩から、後者は利根川のダム工事に関連して砂礫の移

* 鉱床部

注1) 以下赤倉林道と仮称する。

動の調査のために建設省によつて人為的に流されたコバルト60入りカプセルの未回収分の1つよりもたらされたことが明らかにされた。以下は前者についての第2次調査の報告である。調査は昭和40年9月9日より現地5日間で実施された。

異常地は武尊山(2158.3m)主登山路の一つの近くにあるために、比較的交通の便に恵まれている。すなわち、上越線沼田駅より1日5回の東武バス、川場一立岩經由武尊行に乗り、終点木賊の2つ手前の赤倉入口にて下車し、赤倉橋を渡つて赤倉林道を東に4.8kmで異常地に達する(第1図)。この林道は将来県道沼田一平川



第1図 放射能異常地の位置と花崗岩の分布

線として完成され、片品村山崎に通ずるものであるが、現在林道終点の営林署小屋から七曲峠(注2)間直距離約500mが未完成で車を通じない。宿泊所には薄根川分流点付近の小住温泉と武尊荘とがある。

異常地付近の地形は山稜付近が新期の火山岩類に覆われなからか、山腹は浸食されて急峻となり、とくに花崗岩地域は断崖をしばしば作っている。しかし谷底は開けて比較的幅広く、また谷川の傾斜もゆるく滝などをみることは少ない。この付近の鉱床としては異常地の北西約3.5kmの背嶺峠西斜面で、第2次大戦中に稼行された磁鉄鉱および石墨の鉱床が地元の人達により語られている。また石材としての桜石、研磨材としての柘榴石の産出が報告されている(川場村, 1961)。

2. 地質概説

川場村付近の地質については、木村達明(1952)の詳注2)土地の人々による。

しい報告がある。またこの地域に関連する地質および構造帯の問題については山下昇(1954, 1965)と端山好和(1965)が論じている。木村によるところの地域の地史は次のように概括できる。

基盤は古生代と思われ、おもに黒雲母片岩および緑色片岩からなる結晶片岩とホルンフェルス化した古生界である。これらを覆つてジュラ紀の陸成の岩室累層が堆積した。その直後に超塩基性岩および塩基性岩類が侵入し、続いて古第三紀の花崗岩と石英斑岩が活動した。これらを不整合に覆つて火山碎屑物を主とし、陸源物質を伴う新第三系が堆積した。これに続き石英粗面岩~複輝石安山岩からなる火山岩類が噴出し、その後の侵食作用で湖成堆積物や沖積層などを生じて、現在に至っている。

異常地付近の構成岩類は以上のうちの花崗岩類およびそれを不整合に覆う新第三系に限られる。

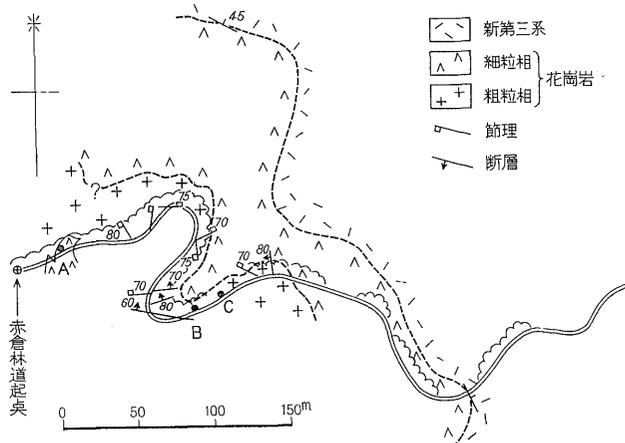
2.1 花崗岩類(注3)

これには2種類あつて、岩体のおそらく95%以上を占める主岩相は粗粒黒雲母花崗岩である。主成分鉱物は多いものから、桃褐色カリ長石、石英および斜長石で、少量の黒雲母を伴っている。いずれも粗粒で、カリ長石はときには 12×22 mmに達するが一般には 10×18 mm以下、石英は径9 mm以下、斜長石はときには 6×18 mmに達するが一般には 5×13 mm以下である。黒雲母の多くは単結晶としての底面径が1 mm以下である。副成分鉱物として、長さ3 mmに達する褐簾石様の放射性鉱物が、主としてカリ長石中にハロを伴いながらしばしば産出する。

この岩相には不規則脈状あるいは塊状のペグマタイトが多い。それは周辺部でカリ長石と石英を主とし少量の黒雲母と褐簾石様鉱物を伴い、中心の晶洞部で自形のカリ長石と石英、これらを埋めて方解石と空色の螢石様鉱物を伴っている。ペグマタイト部以外でもこの岩相は一般に径1 cm以下の晶洞に富んでいる。まれに幅数10 cm以下のアプライトの細脈が節理に規制されて走る。木村達明(1952, p. 466)は輝水鉛鉱細脈を報告している。筆者は確認していないが、この花崗岩の岩質からしてその可能性は強いものと思われる(石原舜三, 1966)。またカリ長石が幅数cmの脈状に集まる部分があり、そこでは微粒の放射性鉱物に富んでいる。

捕獲岩は比較的少ないが、まれに円珠をおびた 20×50 cm以下のものがある。優黒質緻密で、その原岩は本岩体西部の被貫入岩体である超塩基性岩類と思われる。それらの中に交代作用により生じたと思われるカリ長石の

注3) 定量的な扱いをしていないので、2分法による名称を用いた。



第2図 放射能異常地付近の地質略図

斑状変晶をもつものがある。この岩体中小断層や節理などの割目に沿って弱い熱水変質がみられる。多くの場合に長石類がカオリンや絹雲母に、黒雲母が緑泥石に変質し、微量の黄鉄鉱を伴う。まれに黄鉄鉱と緑泥石が単独の細脈としてその変質帯中を走る。またこの岩体は著しい風化作用を受け、新鮮なものも赤倉林道沿いの4つ目の橋、弥生橋の50m上流と100m下流の2カ所の石切場でみられるにすぎない。

いま一つの花崗岩は、上記岩体の東縁(周縁)に存在する細粒斑状花崗岩である。斑晶は多いものから、石英(径7mm以下)、カリ長石(6×10mm以下)、斜長石(2.5×5mm以下)と少量の黒雲母(底面径1mm以下)である。これらは0.5mm程度と同じ組合せの構成鉱物からなる石基に埋められる。カリ長石の巨晶は曹長石の反応縁を伴うことがある。全体として本岩相は粗粒相よりもやや“塩基性”である。

部分的に弱い熱水変質を蒙り、白雲母—緑泥石細脈も存在する。部分的に、たとえば第2図A異常点付近で、有色鉱物がやや多い。全般的に、よく消化された径5mm程度の捕獲岩がしばしば認められる。

2.2 新第三系

細粒斑状花崗岩の最上部は円礫化し、同じ花崗岩物質からなるマトリックスにより埋められ、全体として淡緑色をおびる。外来物質が見当たらないことおよびマトリックスの組織が花崗岩のそれと大差ないことから、これは風化した基盤の表面が新第三系堆積後に水平に動いて生じたものと思われる。

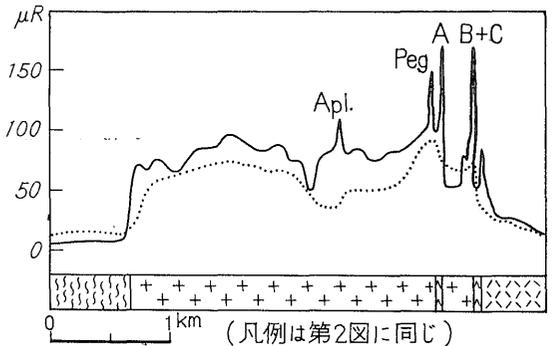
その直上の新第三系の基底部は赤倉林道には露出せず、川底にはほぼN20°Wの方向をもつて存在する。この基底部は粗粒黒雲母花崗岩や結晶片岩の巨礫を含む凝灰

角礫岩で、その厚さは数mをこえない。その上位は緑色(角礫)凝灰岩で、カリ長石・石英などの花崗岩物質を捕獲している。また安山岩質の引伸ばされたパッチ(長さ2cm以下)も多い。その上は部分的に角礫をもつ石英安山岩を挟む、淡緑色緻密な安山岩岩床に変る。さらに上位は炭質物のやや多い頁岩または凝灰岩を挟む砂岩頁岩互層であり、それらは凝灰角礫岩に整合的に覆われる。

これら堆積岩類の走向・傾斜は一般にN20°W, 30°SWであるが、部分的には走向・傾斜ともに乱れている。この砂岩・頁岩互層より上位は、木村達明(1952)により追貝層と呼ばれたものに相当すると思われる。

3. 岩体別放射能強度

赤倉橋三差路から赤倉林道終点までの岩体別放射能強度分布を第3図に示した。測定には医理学製アロカTCS-121型シンチレーション・カウンターを用い、プローブを本器に入れて測定した。実線は露頭での放射能強



第3図 岩体別放射能強度変化図

地質断面図中左端の波形模様は塩基性岩類、図中A, B, Cは第2図のそれらに相当する。点線は林道中央、腰高で測定した値の投影。

度である。この図の左から最初のピークは粗粒花崗岩の幅30cmのアプライト脈で120 μ R、2番目のものはペグマタイトで150 μ R、3と4番目のものは次の第4図で説明されるように変質細脈と2次鉱物中のウランによるもので、5番目の小ピークは第三系基底部の粗粒花崗岩の巨礫であり、第三系中になければピークとはならないものである。

この図に表わされていないものを含めて一般的に、花崗岩中のアプライト細脈は常にやや高く、ペグマタイトの少数のものは同じくやや高いが、多くは母岩と変わらない。花崗岩それ自身については、新鮮な場合は常に高く90 μ R程度であり、この図の測定箇所の場合のように、風化して褐鉄鉱やマンガン酸化物が濃集されている所では、変化が激しく50~95 μ Rである。塩基性岩類は5~8 μ Rでもつとも低く、新第三系は15~40 μ Rである。

この地域の花崗岩類は、本邦の他の地域の花崗岩類に比較して、高い放射能強度を示している。この種の花崗岩の放射能はその多くがウランやトリウムに、残りは放射性カリウムによることが知られている。この地域の花崗岩には肉眼的にハロを伴う放射性鉱物がみられ、またカリ長石含量も高いので、放射能強度が高いものと思われる。

2種類の花崗岩の代表的試料についての分析例によると、粗粒相:11.0ppmU, 27ppmTh, 細粒相:8.1ppmU, 33ppmThである(第1表)。これらの値は本邦の他の花崗岩類に較べて高い(SHIBATA, et al, 1960;

石原舜三他3名, 1965)。

4. 放射能異常とその原因

カーボンにより発見された異常地(B)およびその付近の地質と放射能測定値は第4図に示されている。B異常点の最高値は切り割りが路面と接する所で得られたので、林道並の放射能測定値を点線で記した。B異常点は落葉や腐食土の混在する砂利からなる。他の地点では、花崗岩類が崩落している所がやや高く、露頭がなく新期火山からの降下軽石で覆われる部分が低い。

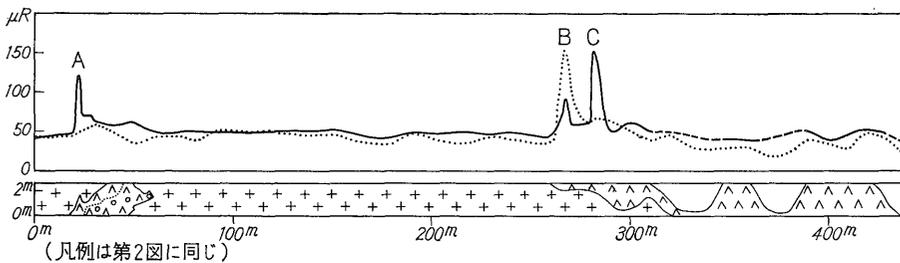
第4図の左端は、赤倉川の第4橋(弥生橋-赤倉橋三差路より4.35km)より上流209mの林道赤倉線の起点で、標識の立っている所である。測定した切り割りは高さ3~15mで、測定箇所は胸高である。

切り割りの花崗岩類は褐鉄鉱と少量のマンガン酸化物とが割目に沿ってフィルム状に鉱染し、赤褐色を呈する。花崗岩の粗粒相は一般に40~50 μ R、BとC異常点で細粒相直下の粗粒相は、50~60 μ Rで、やや高い。斑状の細粒相はA、BおよびC異常点付近で60~70 μ Rと高いのが、第4図右端では、40~50 μ R、粗粒相よりやや低い値を示している。

A異常点は細粒相中の節理に沿うN50°W-60°NEの暗緑色の変質帯であつて、その幅は約2cmの細脈である。他に2条の同系の変質脈があるが、いずれも放射能異常を示さない。鏡下では原岩の組織が認められ、鉱物間隙を放射状に白雲母が埋める。少量の緑泥石が伴われる。確認できるほど多量の放射性鉱物は存在しない。

第1表 花崗岩類のウラン・トリウム量

試料番号	岩石名	採取地点	U (ppm)	Th (ppm)	分析者
6509-9	粗粒黒雲母花崗岩	赤倉林道(第4橋=弥生橋より50m上流の石切場)	11.0	27	関根節郎 大場きみじ
6509-8	細粒斑状花崗岩	赤倉林道(第2図C異常点の東方100m)	8.1	33	〃



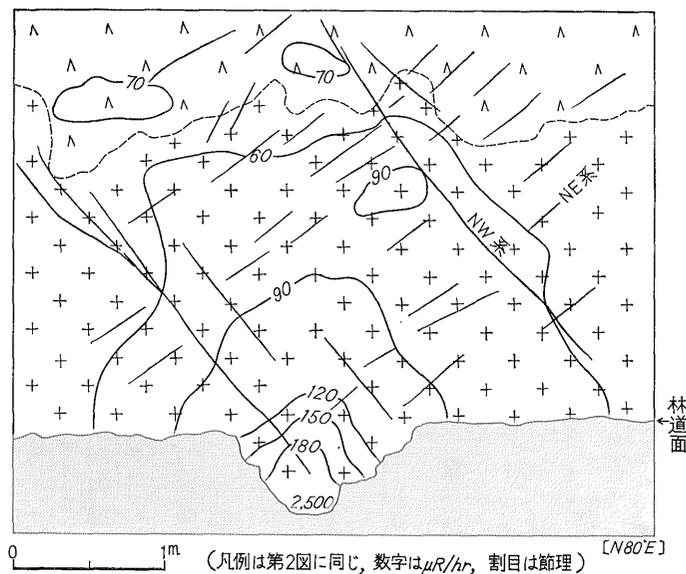
第4図 放射能異常地の露頭スケッチと放射能強度

BとC異常点は、ほぼ水平に接する細粒相直下の粗粒相中にある。この部分の粗粒相は晶洞性で径数 cm 程度のペグマタイトに富む。B異常点は N65°W—55°NE と N5°E—52°W のやや顕著な節理が発達する部分であり、林道地並より高い所の切り割りでは、70 μ r 以上の異常を示す範囲は約 3 m 四方である (第 5 図)。

最高は 90 μ r であり、それは褐鉄鉱が厚く鉱染する節理面で、ウラン鉱物は認められない。ウラン含有量は 0.006% U_3O_8 と少なく、トリウムは 0.0% 台に存在しない (第 2 表)。ウランは褐鉄鉱に吸着されているものと思われる。

B異常点の最高値は、林道地並下約 60cm 掘り下つた所で得られ、最高 2.5 mr を示した (第 5 図)。ここでは黄色のウラン 2 次鉱物が褐鉄鉱と、上記 2 系列のやや顕著な節理のうちの主として NW 系の節理面に共生している。このウラン鉱物は長さ 0.3 mm 程度に成長する針状の結晶で、放射状に集合する (図版 1)。その X 線回折の結果を第 3 表に示した。試料が少量でガラスに張付けたために低角度側の d 値がやや大きい、全体としてウランフェンの回折像^{注 4)}を示している。共生する褐鉄鉱

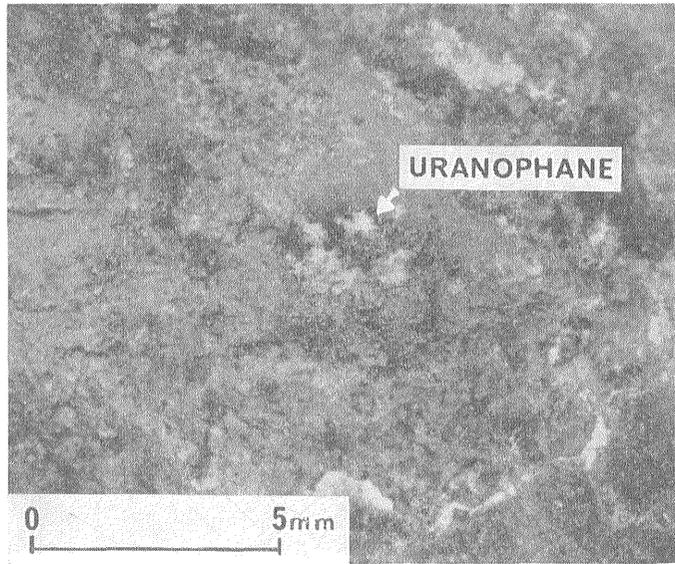
注 4) X 線回折の操作は鉱床部安田俊一によって行なわれた。



第 5 図 B 異常点のスケッチ

第 2 表 ウランの化学分析値

異常地点	試料番号	産 状	採取場所	脈幅 (cm)	U_3O_8 (%)	ThO_2 (%)	分析者
A	6509-18	緑泥石—絹雲母脈	切り割り	4	0.011	0.00	関根節郎 大場きみじ
B	64HM-1	褐鉄鉱に汚染された粗粒黒雲母花崗岩	〃		0.005	0.00	望月常一
	6509-15 (1)	N65°W—55°NE の節理に沿い、おもに褐鉄鉱、少量の Mn 酸化物、微量のウランフェンを含む母岩	路面下	2	0.16		大場きみじ
	6509-15 (2)	同じ節理に沿い褐鉄鉱の付着する節理面とその母岩	路面下	5	0.012		大場きみじ
C	6509-16	非常に弱い E—W, 80°N の節理面に沿う Fe, Mn 2 次鉱物とその母岩	切り割り	5	0.013		大場きみじ



図版1 放射状に集合するウランフェン。図版中央の5つの白点はいずれも放射状に集合する針状結晶の集合体。暗黒色部は褐鉄鉱。

からは明瞭な回折像が得られず、それがどのような水酸化鉄鉱物の組合せからなっているか明らかでない。周囲の母岩中にはウラン雲母と思われるミネラライトで螢光を発する鉱物が鉱染する。母岩中の石英は放射能により暗色を示している。化学分析値の最高は NW 系の節理に沿う幅 2 cm のもので 0.16% U_3O_8 であつた。

母岩は鏡下では原組織を残し、斜長石が微粒の絹雲母に著しく交代されている。カリ長石はおもにパーサイト構造を示し、新鮮である。黒雲母はやや脱色しているもののほか、緑泥石に変質している。褐鉄鉱はコロイド状で、不規則集合体として鉱物間隙を埋めるものと三角または四角形の外形を示すものがある。

C異常点では、E-W, 80°N の非常に弱く発達する節理に沿う 褐鉄鉱とマンガン 2 次鉱物が最高 0.3 mr を示した。その点は林道地並から 1.5m の高さである。しかし異常の範囲は限られていて、70 μr 以上の放射能異常を示す所は 80cm 四方にすぎない。他に不規則な割目がみられるが著しい方向性を示さない。これらの割目に沿つて、褐鉄鉱とマンガン酸化物の鉱染がみられる。化学分析によるウラン品位は 0.013% U_3O_8 である。ウラン鉱物は確認できず、ウランは褐鉄鉱に吸着されているものと思われる。

BおよびC異常点付近で、ウランの供給源と思われる脈状あるいは鉱染物のウランの初生鉱物は発見できなかった。また異常点の直上の粗粒相の周縁部の放射能強度は、とくに高くはない。しかし一般には花崗岩の周縁部は放射能強度が高く、ウランも濃縮されていることが多

第3表 ウランフェンの粉末X線回折像

1		2		3	
I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)
100	7.92	100	7.89	100	7.88
50	6.65	30	6.60	40	6.61
50	5.46	40	5.41	40	5.42
60	4.83	60	4.81	50	4.76
		20	4.29	20	4.29
65	3.96	90	3.96	90	3.94
30	3.60	30	3.60	40	3.60
30	3.52	50	3.50	40	3.51
				10	3.41
55	3.35	20	3.37	10	3.35
35	3.21	70	3.21	50	3.20
				10	3.09
50	3.00	70	2.99	80	2.99
35	2.92	50	2.91	80	2.91
30	2.72	30	2.70	40	2.69
25	2.64	30	2.64	50	2.63
20	2.56	20	2.56	20	2.57
30	2.50	20	2.53	20	2.52
				10	2.40
				20	2.26
20	2.20	30	2.20	40	2.20
25	2.11	30	2.10	50	2.10
		10	2.07	20	2.06
25	1.977	20d	1.965	70	1.969

1. 赤倉林道 Cu K α (Ni) 30kV, 15mA, 4-1-4, 1-0.4-1
2. 鹿児島県垂水鉱山長尾坑, (石原舜三・河内洋佑, 1961)
3. Ruggles pegmatite, New Hampshire, U.S.A

い。当異常点付近の粗粒相の周辺部もかつては放射能鉱物が濃集されており、現在ではウランが溶脱されて、使用した放射能測定器の精度では検出できる程度の異常を示さないのかもしれない。

5. 新第三紀層状ウラン鉱床の可能性

既述のように本地域の花崗岩は一般の花崗岩に較べて高い放射能強度を示し、微量元素としてのウラン含量も高い。このような花崗岩の直上に、それから溶脱された微量のウランを沈殿させて濃縮しうる堆積岩があれば、“堆積型”ウラン鉱床が存在するかも知れない。

異常点付近の花崗岩直上の岩石は細粒相を不整合に覆う新第三系である。赤倉川沿いでは、これは下から花崗岩や結晶片岩の巨角礫をまれに含む厚さ3m以下の異質角礫凝灰岩、火山礫角礫凝灰岩および凝灰岩・砂岩・頁岩の互層からなる。不整合面は走向N20°Wで傾斜は明確でない。これらの放射能強度は一般に12~44 μ rで、著しい異常は認められない。

この不整合面を異常点の北方の山腹に追跡した。ここでは厚さ約1mの凝灰角礫岩がN70°W—45°NEの不整合面で細粒斑状花崗岩を覆う(第2図)。その上位は凝灰岩である。両岩ともに35~38 μ rの放射能強度を示し、異常は認められなかった。

赤倉林道終点の営林署小屋付近には、小規模な湖成堆積物で、木村達明(1952)の赤倉植物化石層に相当すると思われる礫岩・砂岩および泥岩の互層がある。これもまた異常を示さない。この互層は凝灰岩類の上位にあり、花崗岩より平面的に約500m離れている。以上の短時間の予察調査の結果からは、基盤の直上とその付近に好ましいウラン鉱床母層と放射能異常は認められていない。

6. 要約と今後の問題

カーボン調査によつて発見された放射能異常の主要原因はウラノフェンである。このウラノフェンは粗粒黒雲母花崗岩の周縁相中の割目に沿つて産出する。共生鉱物は褐鉄鉱、マンガン酸化物とウラン雲母のみである。いわゆる熱水変質は認められず、花崗岩中の微量のウランが天水により溶脱運搬され、ウラノフェンを生成したものである。ウラノフェンはNW系およびN—S系

の節理が交差し、見かけ上ロ斗状の底の部分にのみ産出する。したがつてこれらの節理はウラノフェンの生成を規制したと観察できる。またウラノフェンは道路の切り割りには発見されず、地並以下の湿つた所に産出した。現世の自然および人為的な諸条件もこの鉱物の出現に関係していると思われる。

花崗岩類の直上を覆う新第三系中のウラン鉱床の可能性について放射能強度が測定されたが、異常は発見されなかった。基盤はウランに富む花崗岩と考えられるので、好ましい母層を探ることが望ましい。赤倉谷に分布する粗粒花崗岩周辺の不整合面を組織的に追跡することが必要かも知れない。

引用文献

- 木村達明(1952): 岩室累層の地質学的研究(1)(付岩室累層周辺的一般地質), 地質雑, vol. 58, no. 685, p. 457~468
- 山下 昇(1954): 予想される片品構造帯, UMP 地質構造部門 B—Zone 連絡紙, no. 1, p. 10~15
- 山下 昇(1965): 上越先第三系グループ報告, UMP 地質構造部門 B—Zone 連絡紙, no. 2, p. 4~5
- 川場村(1961): 川場村の歴史と文化, p. 1~1176
- 石原舜三・河内洋佑(1961): 鹿児島県高隈山の花崗岩と垂水鉱山長尾坑の含ウラン鉱床, 地質調報告, no. 190, p. 333~349
- 石原舜三・鈴木淑夫・関根節郎・倉沢 一(1966): 土岐—岡崎地域の花崗岩質岩類のウラン含有量, 原子力学会年会要旨集, p. 368
- 石原舜三(1966): クエスト鉱床にみられる鉱床形成の2要素, 岩鉱, vol. 55, p. 212~227
- 端山好和(1965): 上越変成帯について, UMP 地質構造部門 B—Zone 連絡紙, no. 2, p. 5~6
- SHIBATA, H., S. OKADA & H. ISHIKAWA (1960): Chemical composition of Japanese granitic rocks in regard to petrographic provinces. Part VIII, -Trace elements-, *Sci. Rep. TKD.*, Sect C, p. 217~270