

新潟・山形県境小国・金丸地区の含ウラン鉱床について

浜地 忠男* 五十嵐 俊雄*

On the Uraniferous Deposits of the Oguni-Kanamaru District, Niigata
and Yamagata Prefectures

by

Tadao Hamachi & Toshio Igarashi

Abstract

In the Koedo area of the Oguni-Kanamaru district, the Middle Miocene sediments, the Imaichi formation which is divided into the Koedo sandstone, the Akashiba conglomerate, and the Okiniwa sandstone members, are distributed on the granitic rocks. The Koedo sandstone member mostly consisting of badly sorted coarse arkose sandstone develops in the northern part of the area and the Akashiba conglomerate member develops and directly covers the granitic rocks in the southern part of the area.

About twenty uraniferous parts have been found in the arkose sandstone and conglomerate within ten and several meters from the top of the granitic rocks. The largest outcrop is called the H outcrop and in its nearby area, the uraniferous part occurs along the bedding plane of the arkose sandstone and has three meters thickness and 100 m × 150 m area, though the other uraniferous parts are of very small scale and low grade.

Coffinite and autunite are identified in the H outcrop, and biotite, chlorite, and limonite which occur as cements between the detrital grains of the sandstone are uraniferous. The thin seams of lignite bed in the second outcrop are also uraniferous and a part of them contains 1.70 per cent U_3O_8 .

As to the origin of uranium, it is most possible that uranium was leached from the granitic rocks and was transported and finally fixed in the present position by the action of ground water.

1. 緒 言

昭和 35 年 8 月 9 日から 28 日まで浜地および五十嵐が、さらに昭和 36 年 9 月 5 日から 14 日まで浜地が、山形県西置賜郡小国町と新潟県岩船郡関川村にまたがって分布している新第三系堆積岩中の含ウラン鉱床の野外調査を行なった。

当地区のウランは昭和 34 年 10 月に原子燃料公社高瀬博により発見され、その後引き続いて原子燃料公社小国出張所によって、剝土作業を含む地質調査および試錐が行なわれてウランの賦存状態も段々と明確となり、東北裏日本に分布する新第三系堆積岩中の含ウラン鉱床として重要視されるようになった。その結果については門田長夫ほか¹⁾²⁾によりすでに公表されている。

* 鉱床部

昭和 35 年度の調査は徳永重元・島津光夫の当地区を含む小国町一帯の地質調査と同時に
行なわれ、浜地・五十嵐は米坂線越後金丸駅北方^{かみ}の上の沢(荒川支流)流域の約 5 km²の面積の原子燃料公社により用意された空中写真に基づく 1 万分の 1 地形図を使用して地質調査を行なうとともに、放射能異常地点の観察および試料採取を行ない、36 年度の調査は新たに行なわれた剝土作業の結果を観察した。

当地域全体の地質や対比については島津らにより詳細に報告されているので³⁾、本報告ではこれらの点については略述し、含ウラン鉱床について野外調査の結果と、2, 3 の室内研究の結果について報告する。

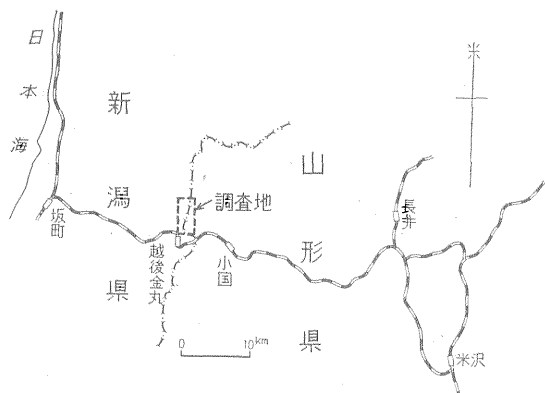
なお本調査研究を実施するにあたり、原子燃料公社本社および小国出張所の方々から未公表資料の提供そのほかについて多大の御援助をうけた。深く感謝する次第で

ある。

2. 位置および交通

調査地区は山形県西置賜郡小国町^{こまご}越戸および新潟県岩船郡関川村八ツ口にわたる荒川の支流、上の沢の流域である。

当地区に至るには、米坂線(羽越本線坂町一奥羽本線米沢間)越後金丸駅下車、北方約1kmの八ツ口部落より越戸部落および日本窯業金丸鉱業所に至る道路を利用する。この道路はリヤカーを通じうる程度の広さで、調査地区内は他に山道があるのみで、道路の発達はきわめて悪い。



第1図 調査地区位置図

3. 地質

小国・金丸地区の層序および対比については徳永らにより第1表のように考えられている。調査区域内に分布するものはすべて今市互層に属する。今市互層は下位から、

- a 越戸砂岩部層
- b 赤芝礫岩部層
- c 沖庭砂岩部層
- d 沖庭礫岩部層

と分けられ、調査区域内には下位三部層が分布する。

3.1 基盤岩類

調査地区内には古生層の分布はなく、基盤岩としては花崗岩類が分布する。花崗岩類は斑状花崗岩・花崗閃緑岩および細粒花崗岩に分けられるが、斑状花崗岩が最も広く分布する。

花崗閃緑岩は越戸断層の東部、越戸部落~沖庭神社山道付近より南部に露出し、細粒花崗岩は調査地区の北部に分布している。これらの関係は島津³⁾らによると漸移関係で花崗閃緑岩が中心部を占めて、斑状花崗岩さらに細粒花崗岩と周辺相の性質を示すものと考えられてい

第1表 小国・金丸地域地層対比表

		新潟県西山・寺泊・弥彦地区、京大・新潟大・帝石 ¹⁾	小国・金丸地区 1960 島津・徳永・小関 ²⁾	米沢盆地西縁 1959 皆川 ³⁾	
洪積世				中・低位段丘堆積物 玉庭層	
鮮新世		灰爪層		中原層 手ノ子層 高峯層	白川層群
		西山層		宇津峠層 ? 湯子屋層 沼沢層	置賜層群
中新世	上	椎谷層 寺泊層 七谷層	舟渡頁岩層	明沢橋層 小国層 目鏡橋層	
	中	津川層	小国互層 今市互層 足ノ水層	北小国層 不動沢層	
新世	下		北小国層	北小国層 不動沢層	八谷層群
			古生層および花崗岩類	箱ノ口層群	

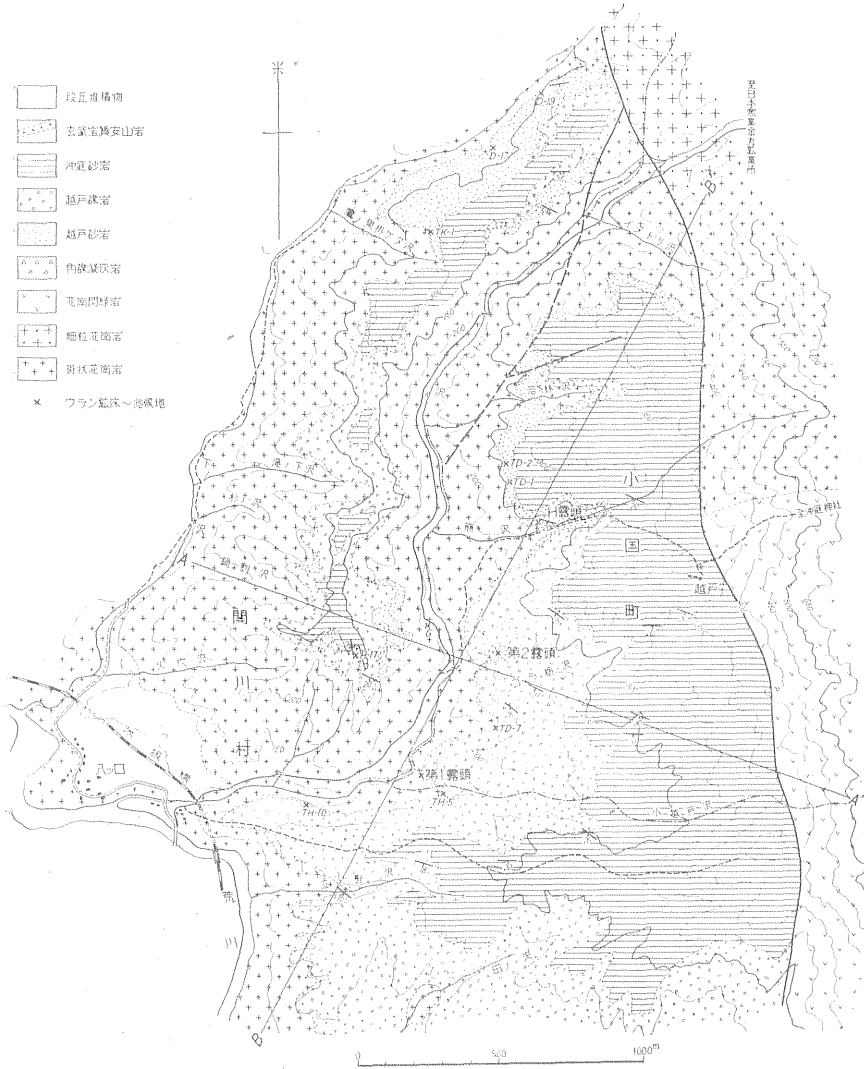
- 1) 藤岡一男: Green tuff (緑色凝灰岩)の研究, 科学, Vol. 26, p. 440~446, 1956
- 2) 島津光夫・徳永重元・小関幸治: 新潟・山形県境小国・金丸地区ウラン鉱床, 地質調査所月報, Vol. 14, No. 2, 1963
- 3) 皆川信弥: 米沢盆地周辺における新第三紀層の層位的および古生物学的研究(その2) 西部および西南部の岩相変化・火成活動・対比, 地質学雑誌, Vol. 65, p. 483~493, 1959

る。斑状花崗岩は中~粗粒で、斜長石の1cm大の斑晶が認められ、その他カリ長石・石英・黒雲母、少量の角閃石からなる。

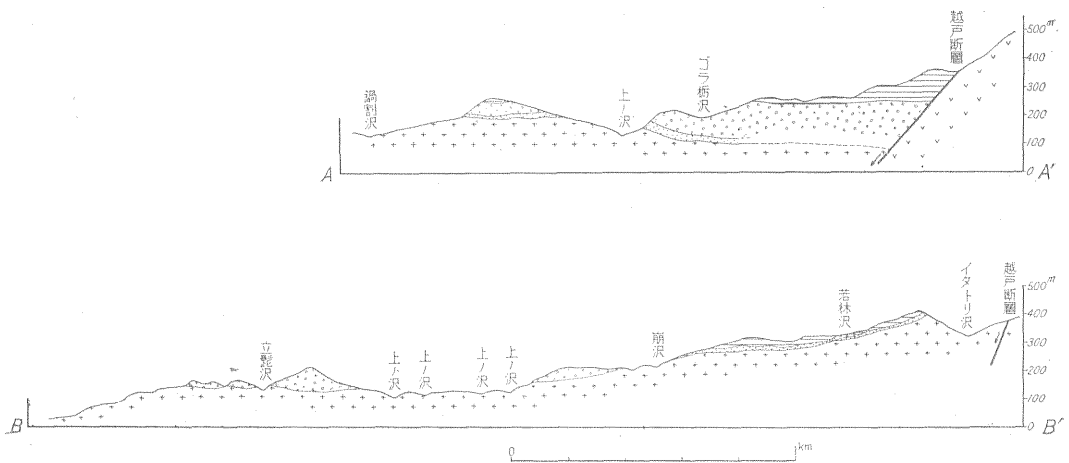
3.2 越戸砂岩部層

本層は花崗岩直上に堆積した粗粒アルコーズ質砂岩を主とする層で、最厚数十mに及ぶ。その上部は赤芝礫岩層あるいは沖庭砂岩層に被覆され、分布範囲はH露頭付近より北部に限られ、層厚の変化が著しい。

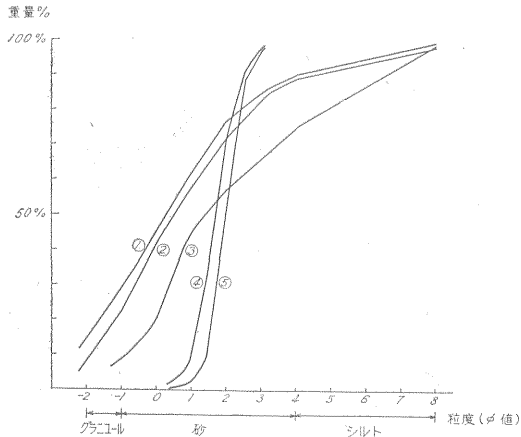
これらの岩質は基盤の花崗岩が分解して、その構成鉱物がそのまま、堆積したものと考えられ、層理が不明瞭で塊状を呈する場合が多いが、第2露頭のように成層して、亜炭の薄層を含む場合もある。図版1はこれらアルコーズ砂岩の薄片の拡大写真で、石英・長石・雲母の破片とこれを埋める膠結部の構造を示しており、この場合の膠結部は黒雲母・緑泥石・絹雲母・褐鉄鉱およびカオリ



第2図 小国・金丸地域越戸付近地質図



第3図 小国・金丸地域越戸付近地質断面図 (凡例は第2図と同じ)



- ① 山形県西置賜郡小国町越戸 アルコーズ砂岩 (小国 H-1)
- ②: 同 上 " (小国 H-12)
- ③ 鳥取県西伯郡三朝町人形峠 露頭, 人形峠層中の粗粒アルコーズ砂岩⁴⁾
- ④: 青森県下北郡東通村岩屋 海岸段丘砂鉄 (鉱床部 丸山修司未公表資料) (No. 8)
- ⑤: " " 田名辺町女館 山砂鉄 (鉱床部 丸山修司未公表資料) (No. 1)

第 4 図 累積頻度曲線

ン(?) からなっている。

これらアルコーズ砂岩は長石の斑晶の破片を含み原地性の堆積物であろうが, その粒度分布を調べた結果が第 4 図に示される。比較のために片山信夫および佐藤良昭⁴⁾により発表されている鳥取県三朝町の人形峠の露頭のアルコーズ砂岩, および丸山修司の洪積世の砂鉄を含む砂岩から得られた結果が示される。第 4 図は横軸に粒度 ($\phi = -\log_2 d \text{ mm}$), 縦軸に粒度の累積重量%をとったもので, これより中央値 (Md_ϕ), 平均値 (M_ϕ), 淘汰度 (σ_ϕ) および歪度 (α_ϕ) を算出した⁵⁾ 結果は次のとおりである。

試料番号	Md_ϕ	M_ϕ	σ_ϕ	α_ϕ	産 地
H-1	0.3	0.4	2.5	+0.04	小国・H露頭
H-12	0.5	0.85	2.25	+0.15	"
A	1.23		2.80	+0.35	人形峠 ⁴⁾
No. 8	1.7	1.7	0.6	0	青森県下北郡
No. 1	2.0	2.0	0.5	0	"

H-1 および 12 は, 海岸砂といわれる No. 1 および 8 と較べて淘汰はきわめて悪く, 人形峠の人形峠層に押し出されたと考えられる A と同じように, 流水による淘汰作用がほとんど行なわれなかったような状態で堆積したものと推定される。

3.3 赤芝礫岩部層

模式地は小国町西部, 荒川と横川との合流点付近, 赤芝礫である。調査地区内ではとくに南部に発達し, ゴラ

栃沢・小越戸沢に広範囲に露出する。厚さは小越戸沢南方の尾根の試錐の結果によると見掛け上最大 140m に及ぶ。北方に行くにつれて厚さが減り, ゴラ栃沢付近では見掛け上, 約 100m, 崩沢付近では 10~20m となり, これより北方では全くなくなる場合が多い。上の沢西方の尾根でも南方ほど発達が良い, 最大 30m の厚さに達する。

礫はおもに古生層の亜角礫~円礫が多く, 花崗岩の礫を混え, 基底部に近いところは径 20cm 以上の礫が多く, また, 径数十 cm に及ぶ花崗岩の大礫がある場合も見られる。ほかに安山岩・アプライトなども見られる。礫部は容積で 80% 以上を占める。基地は一般に砂質 (部分的にアルコーズ) であるが泥質の場合もあり, 木片・植物破片などを含むことがある。厚さ数十 cm 以下の細~粗粒砂岩や時に泥岩を挟む。

礫岩層は北部では前述の越戸砂岩部層の直上を覆うが, 南部では直接花崗岩を覆う。

3.4 沖庭砂岩部層

模式地は当地区の東方, 小国町の沖庭神社付近で, ここでは最厚 200m に及び, 植物化石層を 1~2 帯挟有し, すでに徳永により記載されている⁶⁾。

調査地区内ではゴラ栃沢・小越戸沢の上流でよくその露出が見られ, 泥岩ないし泥質砂岩からなり, 保存の悪い木の葉や茎の破片を産する。層の厚さは小越戸沢南方では約 130m に達する。ゴラ栃沢や小越戸沢では沖庭砂岩部層は前記赤芝礫岩層を覆うが, 崩沢北方では礫岩を欠くことが多く, 直接アルコーズ砂岩を覆う。調査地区の北西部, 上の沢西部の尾根ではほとんど砂岩だけが分布しており, その厚さは 50m に達する。この砂岩層は礫岩の上部に分布する点では沖庭砂岩層に対比されるが, 泥質部がほとんどなく, 岩質では異なる。

地質図で上の沢西方尾根南端に小範囲に分布する凝灰角礫岩や, 小越戸沢南方尾根にしばしば見られる同様な岩相を示すものは, 荒川南方において認められる今市互層に対応する足之水層 (凝灰質頁岩・凝灰角礫岩・流紋岩・緑色凝灰岩からなる) に対比さるべきものである。

調査地区北部に斑状花崗岩中に玄武岩質安山岩の岩脈があるが, これは, 上記のものより新しい時代のものであろう。

以上のように, 北部ではアルコーズ砂岩が発達し, 礫岩の発達は悪いが, これに対して南部では逆にアルコーズ砂岩の発達が悪く, 礫岩が発達する。そして全体の層厚も南部では約 300m に達するが, 北部では 100m 程度である。不整合面は南部では海拔 130m (露頭) あるいは 50m (試錐) であるが北部にゆくにつれて高くなり, 最も高い所で約 400m である。不整合面の凹凸は

著しく、また不規則である。

断層は東部の沖庭台地との間に越戸断層があり、地形的にも明瞭に追跡される。この断層は走向ほぼ南北、西落ちで、当地区では約 600m の落差がある。このほか、イタトリ沢と上の沢との合流点を通るほぼ N20°W 方向の断層があって、上の沢西方尾根の今市互層の一部を切っており、北部では今市互層はこの断層によって花崗岩に接している。金丸部落西方にある古生層と新第三系の分布を支配する東落ち、落差数百 m の正断層の北方への延長は、ハツ口部落を通り花崗岩地帯を通るものと推定されるが、この断層によっても当地区内の新第三系の分布が限定されている。このように当地区の今市互層は、南北に細長い地域に分布しているものと考えられる。

今市互層の時代については徳永らにより、その植物化石が津川層中のそれと類似している点から中新世中期とされ、非海成である。

4. 鉱 床

ウランを濃集する部分は沖庭砂岩層中には発見されず、すべて越戸砂岩と赤芝礫岩層および基盤の斑状花崗岩の一部に分布し、とくに越戸砂岩層中に数多く発見されており、いずれも花崗岩との不整合面の近くにある。

原子燃料公社により実施された約 80 カ所以上に及ぶ不整合面のトレンチのうち、放射能異常を呈したものは約 20 カ所であるが、そのほとんどが砂岩層中で、礫岩層中の放射能異常は第 1 露頭、H-5 および H-10 の 3 カ所にすぎない。これらのうちで特に放射能異常が著しいのは砂岩中の H 露頭付近と第 2 露頭で、このほかは現在までただ弱い放射能異常が局部的に認められているにすぎない。また、花崗岩中の放射能異常としては 1 カ所、上の沢に沿う道路傍 (第 2 図 G 点) で認められている。

採取試料について化学分析を行なった結果は第 2 表の

第 2 表 化学分析結果表

試料番号	試料名	U ₃ O ₈ (%)	ThO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	C (%)	採取場所
H-1	アルコーズ砂岩	0.000	0.00			崩沢 H 露頭
2	〃	0.001	0.00	0.05	0.05	〃
3	〃	0.010	0.00			〃
4	〃	0.003	0.00			〃
5	〃	0.003	0.00			〃
6	〃	0.042	0.00	0.08	0.06	〃
7	〃	0.042	0.00			〃
8	〃	0.026	0.00			〃
9	〃	0.016	0.00			〃
10	〃	0.004	0.00			〃
11	〃	0.080	0.00	0.11	0.07	〃
12	〃	0.034	0.00			〃
13	〃	0.005	0.00			〃
14	〃 (燐灰ウラン鉱を含む)	0.17	0.00	0.19	0.46	〃
15	〃	0.001	0.00			〃
16	亜炭を含む砂岩	0.40	0.00	0.22	2.12	上の沢、支沢第 2 露頭
17	花崗岩	0.003	0.00			〃
18	アルコーズ砂岩	0.012	0.00			〃
19	〃	0.003	0.00			〃
20	〃	0.007	0.00	0.06	0.03	〃
21	礫岩のマトリックス	0.001	0.00			上の沢・下流南岸 H-10 トレンチ
22	〃	0.035	0.00			小越戸沢・支沢 H-5 トレンチ
23	〃	0.012	0.00			〃
24	〃	0.001	0.00			〃
25	花崗岩	0.001	0.00			〃
26	礫岩のマトリックス 砂	0.040	0.00			上の沢東岸第 1 露頭
27	〃	0.011	0.00			〃

試料番号	試料名	U ₃ O ₈ (%)	ThO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	C (%)	採取場所
28	アルコーズ砂岩	0.011	0.00			ゴラ栃沢 D-7 トレンチ
27	変質した花崗岩	0.011	0.00			越戸部落と、金丸長石鉱山との道路の分岐点より、鉱山へ至る道路を上へ約 150m の露頭
28'	"	0.009	0.00			
29	"	0.004	0.00			
30	"	0.004	0.00			
31	"	0.004	0.00			
32	花崗岩	0.001-	0.00			
33	"	0.001-	0.00			
34	アルコーズ砂岩	0.005	0.00			田の沢 D-23 トレンチ
I-1	"	0.018	0.00			上の沢上流東方 TD-1 トレンチ
2	"	0.001-	0.00			"
3	"	0.004	0.00			上の沢、上流東方 TD-2 トレンチ
D-19(1)	泥岩	0.0021				下の沢東岸 D-19 トレンチ
D-19(2)	アルコーズ砂岩	0.0018				"
D-18	炭質泥岩	0.0005				下の沢東岸 D-18 トレンチ
D-17(1)	アルコーズ砂岩	0.004				" D-17 トレンチ
D-17(2)	"	0.006				" "
TS-1	泥岩	0.0007				鷹の巣掛けた沢 TS-1 トレンチ
H-24(1)	"	0.0011				上の沢西方 H-24 トレンチ
H-24(2)	アルコーズ砂岩	0.0001				" "
TK-1	"	0.004				鷹の巣掛けた沢北 TK-1 トレンチ
H-17	"	0.0004				火炊沢東方 H-17 トレンチ
H-12~13	"	0.024				H露頭

分析：関根節郎 (ThO₂)、貴志晴雄 (U₃O₈ H-1~I-3)、望月常一 (U₃O₈ D-19(1)~H-12~13)、藤貴正 (P₂O₅, C)。

とおりである。採取方法は放射能異常を示す部分を約 1 kg 採取し、これから四分法によって一部を取り分析試料とした。49 個の分析値のうち 0.0% U₃O₈ 台のものは 2 個 0.0n% U₃O₈ 台のものは 15 個で一般にウラン含有量は低い。

4.1 砂岩中のウラン

最も代表的なものは H 露頭と第 2 露頭である。

4.1.1 H 露頭

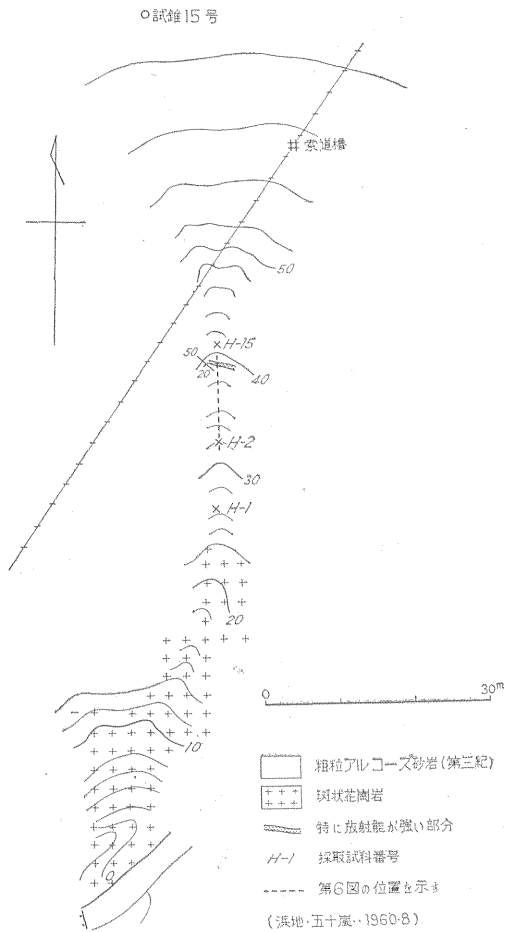
第 5 図と第 6 図は H 露頭を示すもので、とくに第 6 図は小沢に沿って含ウラン部の試料採取地点と各地点の放射能強度およびウラン含有量を示している。ここでは斑状花崗岩の上に粗粒アルコーズ砂岩が分布し、下部では赤褐色、含ウラン部では灰色、その上では灰白色を呈するが、局部的にグラニュールが多くなるほか、粒度や淘汰状況は変わらず、上部で層理がやや明瞭となり、N50°W, 20°S の走向傾斜を示す。H-14 点が最高のウラン含有量を示し 0.17% U₃O₈ に達するが、ここでは燐灰ウラン鉱の細かな結晶が肉眼的に認められる。また、水の湧出が認められ、この付近数十 cm にわたり他の部分に較べて放射能強度は著しく強い。第 6 図で示されるように 0.0n U₃O₈ % 台に達する部分の厚さは約 5

m に達し、不整合面から約 7m 直上に位置している。含ウラン部の下部ではウランの含有量は漸減しているが上部では急激に変化して不毛帯に移る。高品位部の肉眼的特徴は石英が黒色に焼けていることや、炭質物の小破片が目立つことである。

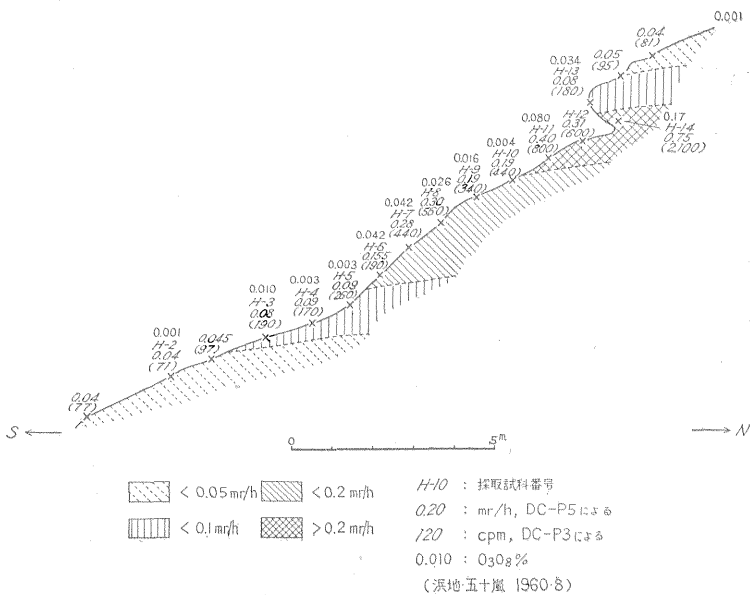
門田長夫²⁾によると、試錐の結果では、この含ウラン部は約 200m×150m の範囲で確認されており、南西方向に 10° 内外でゆるく傾斜して分布している。基盤の花崗岩には凹凸があって、基盤からの距離は最大 14m に及び、鉱床の分布は基盤の形に支配されているというより、むしろアルコーズ砂岩の走向・傾斜に支配されている。

4.1.2 第 2 露頭

ゴラ栃沢と崩沢との中間の小沢の崖に露出する放射能異常部で第 7 図にそのスケッチを示す。ここでは風化した脆弱な斑状花崗岩の上に下から灰色粗粒含粘土アルコーズ砂岩 (厚さ約 10 cm)、暗灰色中粒黒雲母砂岩 (厚さ約 10 cm)、灰色粗粒含粘土アルコーズ砂岩 (厚さ約 35 cm) および白色粗粒アルコーズ砂岩が比較的明瞭に成層して分布し、暗灰色中粒の黒雲母に富む砂岩中に炭質物 (亜炭) の厚さ 1 cm 以下の薄層が含まれている。



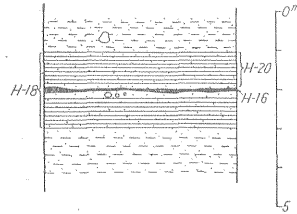
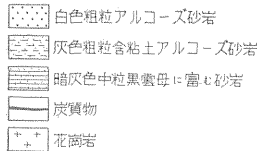
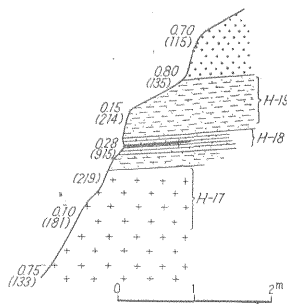
第5図 山形県西置賜郡小国町H露頭付近地質図



第6図 山形県西置賜郡小国町H露頭断面図

第 2 露頭断面図

第 2 露頭 H-18 付近柱状断面図



0.20 : $\mu\text{r/h}$, DC-P5 による
 1.85 : cpm , DC-P3 による
 H-16 : 採取試料番号
 (浜地 五十嵐 1960-8)

第 7 図 山形県西置賜郡小国町第 2 露頭断面図

この露頭は全体として放射能異常を示すが、とくに著しい異常は炭質物で、そのウラン含有量は化学分析の結果 2% U_3O_8 に近い場合がある。また、暗灰色中粒の黒雲母に富む砂岩も 0.007% U_3O_8 (H-20) を含む。ほかにはこの上に分布する灰色粗粒粘土アルコーズ砂岩が 0.03% U_3O_8 を含んでいる。この露頭では亜炭が多量のウランを含んでいるにもかかわらず、ウラン鉱物は発見されていない。

4.1.3 TD-1 トレンチ

崩沢北方の小沢のトレンチで第 8 図の平面図と載面図にその産状を示す。ここでは風化した斑状花崗岩上に主として粗粒アルコーズ砂岩が分布し、放射能の高い部分は載面図に示してあるように花崗岩の直上約 3.5m、厚

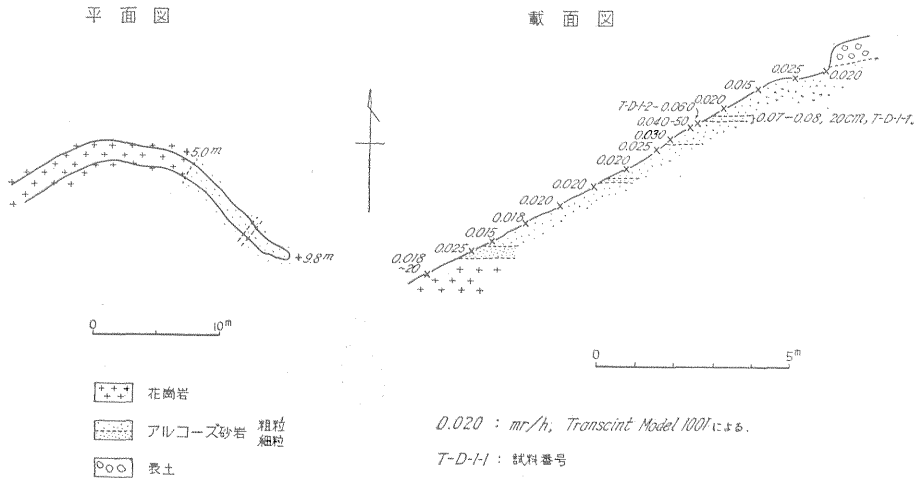
さ約 20 cm の部分で、他の部分の約 4 倍の放射能を示す。この部分の分析結果は 0.018% U_3O_8 を示し(試料番号 I-1)、これに対して 0.060 $\mu\text{r/h}$ を呈したその直下約 20 cm の部分の分析結果は 0.001-% U_3O_8 (I-2) を示しており、含ウラン部の分布はきわめて局部的である。

一般にトレンチにより確認された砂岩中の放射能異常部は前述の TD-1 トレンチに類似しており、その分布はきわめて小部分に限られている。

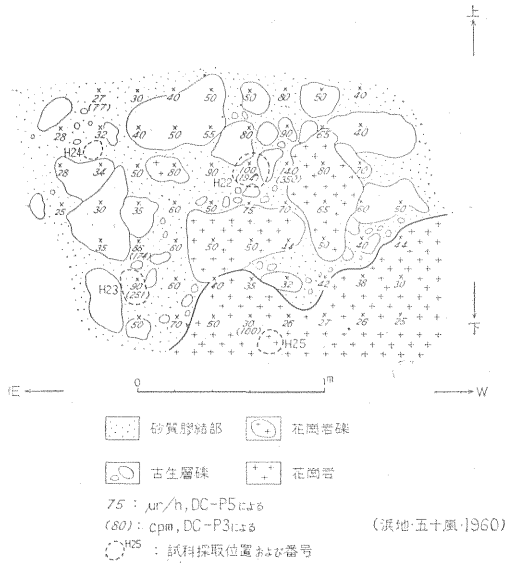
4.2 礫岩中のウラン

礫岩中の放射能異常としては TH-10, TH-5 トレンチおよび第 1 露頭がある。

4.2.1 TH-5 トレンチ



第 8 図 山形県西置賜郡小国町 TD-1 トレンチ



第9図 山形県西置賜郡小国町 H5 露頭スケッチ

小越戸沢とその入口の支沢との分岐点近くに挿れたトレンチですべて礫岩が露出している。その最下部の崖に第9図で見られるように放射能異常が認められる。ここでは基盤の斑状花崗岩の上に礫岩が直接分布して、アルコーズ砂岩はない。礫の種類は古生層の粘板岩および砂岩が圧倒的に多いが、斑状花崗岩の礫も見られ径は最大 60 cm に達する。基地はやや暗灰色を呈する花崗岩質の中～粗粒砂質部とやや泥質細粒な場合とがある。放射能異常はきわめて局部的でその規模は露出面で 10 cm × 10 cm 程度のきわめて小規模なものである。これらの

各部分のウラン含有量はそれぞれ 0.035 % U_3O_8 (H-22), 0.012 % U_3O_8 (H-23) であり、他の部分の分析値が 0.001 % U_3O_8 (H-24) を示している点からも、ウランの濃集がきわめて一部に限られていることがわかる。

4.2.2 第1露頭

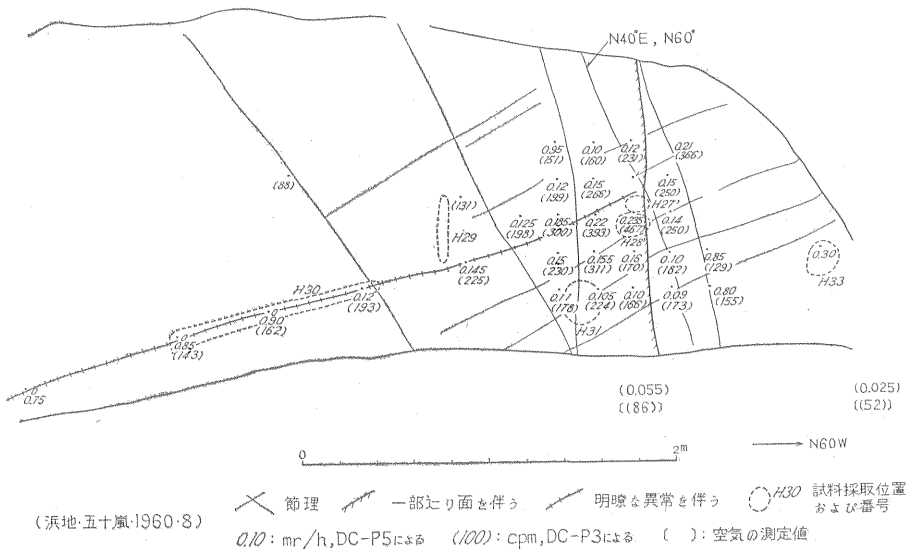
上の沢と小越戸沢との合流点よりやや上流の上の沢東岸の崖の中腹にある。ここでは基盤の斑状花崗岩より数 m 上位の礫岩層中に幅約 50 cm に及ぶ砂質部がある。この上半部は中粒アルコーズ砂岩、下半部は約 60 % の小礫ないしグラニューールを含み、水平方向に約 2 m 連続している。この部分の放射能は自然計数の約 4 倍を示し、化学分析の結果は上半部は 0.011 % U_3O_8 (H-27), 下半部は 0.040 % U_3O_8 (H-26) を示す。

これらのほか礫岩のマトリックスに放射能異常が認められたのは TH-10 トレンチであるが、化学分析の結果は 0.001 % U_3O_8 を示すにすぎず、赤芝礫岩部層中のウラン濃集部は現在までに上記 2カ所が確認されている。

4.3 花崗岩中のウラン

斑状花崗岩中で 1カ所 (第2図 G点) 放射能異常が認められ、ウランの存在が確認された。

第10図はそのスケッチで、ここでは $\text{N}50^\circ\text{E}$, $\text{S}30^\circ$ と $\text{N}40^\circ\text{E}$, $\text{N}60^\circ$ の2方向の節理が発達し、またまれに $\text{N}30^\circ\text{E}$, 垂直の割れ目も発達する。放射能異常を呈するのは図で示されるように $\text{N}50^\circ\text{E}$, $\text{S}30^\circ$ の一つの節理に沿うものと、これと交差する他の節理に沿うもので、とくに両者が交差する H-27, 28 付近は自然計数の 5~6 倍を示す。節理に沿っては明らかに黒雲母の濃



第10図 小国町花崗岩中の異常点

集が認められるほか、放射能異常が強い部分では長石が赤色化し、石英が灰色を示す点が特長である。

化学分析の結果は 0.011 % U_3O_8 (H-27'), 0.009 % U_3O_8 (H-28'), 0.004 % U_3O_8 (H-29), 0.004 % U_3O_8 (H-31) を示し、付近花崗岩の分析値は 2 つとも 0.0001 - % U_3O_8 である。門田長夫²⁾によると当地区外の花崗岩にもウランの濃集部を認め、0.04 % U に達する部分を報告し、この現象を水による溶脱、移動、再配分によるものと説明しているが、このG点では、その産状から、下部からの上昇液の作用によって濃集したものと考える。

5. ウランの賦存状態

現在までウラン鉱物として肉眼的に認められているのは H 露頭の高品位部中の燐灰ウラン鉱のみで、他にコフィン石が同じ場所から原子燃料公社の村野徹により X 線粉末回折法によって認められている。

この他、黒雲母・緑泥石・褐鉄鉱・亜炭にウランが異常に含まれているので、これらについて述べる。

5.1 燐灰ウラン鉱

H 露頭の H-14 点付近のウラン含有量の多い試料に認められる。帯黄緑色の径 2mm 以下の小鱗片状を呈し、ミネラライトにより容易に識別できる。

5.2 コフィン石

門田長夫²⁾によると、石英・長石・黒雲母などの間隙を埋める緑泥石・粘土鉱物・黄鉄鉱および炭質物などを含む黒色不透明物質から、X 線粉末回折法により主要回折像 4.62Å(s), 3.47Å(s), 2.76Å(f), 2.62Å(m), 2.01Å(f) を得ており、2~3μ 以下のきわめて微粒をなして産する。

5.3 黒雲母・緑泥石・褐鉄鉱

人形峠においては礫中の黒雲母およびその分解物にウランを含むことが認められ、また褐鉄鉱中に普遍的にウランが含まれていることはすでに原子燃料公社の武藤正・村野徹³⁾により報告されているが、当地区のアルコーズ砂岩中のウランについても同様なことが認められる。

アルコーズ砂岩は図版 1 のように石英・長石・黒雲母の碎屑粒とこれらの粒間を埋める細粒部からなるが、この細粒部は黒雲母・緑泥石・絹雲母・褐鉄鉱ときに黄鉄鉱・炭質物などからなり、とくに褐鉄鉱化が著しい場合には、黒雲母の周辺や劈開にそい、あるいは碎屑鉱物の細かい粒間を満たして褐鉄鉱が分布する。

図版 2 はウランを含んでいる第 2 露頭の亜炭の直下の砂岩の研磨片に対する原子核乾板によるオートラジオグラフの顕微鏡写真で、石英・長石の粒間を埋める部分に

ウランが含まれていることを明瞭に示している。この写真で比較的広い範囲から α 線を放射している部分は黒雲母などを含む部分で、その中で特に多くの α 飛跡を記録している部分は、褐鉄鉱や、褐鉄鉱中の帯赤色黒色物質でほとんどレターディションを示さぬ物質である。また、粒間を埋めて狭い幅で α 飛跡を放出している部分は微細な黒雲母・緑泥石・褐鉄鉱・絹雲母からなっており、いずれの鉱物もウランを含んでいるように見える。この図版のとくに多量の α 飛跡を放出している部分も、その露出時間が約 414 日という長期間にわたることを考慮に入れると、コフィン石や閃ウラン鉱のようなウランを主成分とする鉱物とは考えられないし、もしも存在するとしても顕微鏡では認められないほどの超微粒のものである。

図版 3 および 4 は、H 露頭産 H-11 (0.080 % U_3O_8) の研磨薄片に対するストリップ法 (富士オートラジオグラフ乾板, ストリップ用 EM, Type ET-2E 15μ) によるオートラジオグラフの顕微鏡写真で、図版 3 は α 線は黒雲母の各部分から均一に放出されており、ウランが黒雲母中に含まれていることを直接に証明している。また図版 4 は同一試料の他の部分で、黒雲母中の不透明物質から黒雲母の 20~30 倍の α 線が放出されたことを示している。この黒雲母の小範囲内の T_a 値 (α 飛跡数/cm²/sec) は 0.03 (標準誤差 10 % ±) で、eU % に換算すると 0.042 % eU となる。

また、H 露頭 H-13 (0.005 % U_3O_8) のストリップ法によるオートラジオグラフでは、黒雲母の破片の末端部の劈開に沿って交代した褐鉄鉱はその黒雲母の数倍ないし十数倍の α 線を放出しているのが認められる。

H-16-1 の研磨薄片に対してコンタクト法によるオートラジオグラフを用いて T_a を算出した結果は次のとおりである。

測定対象	測定面積	測定 α 飛跡数	露出時間	T_a
褐色黒雲母	0.2085 mm ²	1588 個	414 日	0.023

このように、黒雲母は一般に 0.0n % eU、褐鉄鉱は 0.n % eU 台、不透明物質は 0.n eU 台を含み、緑泥石は黒雲母と同程度含んでいる。

5.4 炭質物

炭質物が放射能が強い例は第 2 露頭で認められ、これらは脆弱で細かく割れやすく、断口は介殻状を呈する場合がある。これらを手選でできるだけ純粹にした試料につき工業分析を行なった結果は第 3 表のとおりで、灰分中には 20 % U_3O_8 、原炭に換算しても約 1.7 % U_3O_8 を含有している。CEAC の規定による発熱量の補正を行なうと 6,460 カロリーとなり、褐炭 F₂ に属し、いわゆる亜炭である。

第3表 第2露頭亜炭の分析結果表

試料番号	試料品名	水分 (%)	灰分 (%)	揮発分 (%)	固定炭素 (%)	発熱量 (カロリー)	Ge (%)	U ₃ O ₈ (%)
H-16	亜炭	14.64	8.76	31.10	45.50	4900	0.002	20

注: Ge および U₃O₈ は灰分中の含有量を示す。

CEAC の分類によると、発熱量を補正して $\left(\text{補正值} = \frac{\text{発熱量(分析)}}{100 - 1.08 \times \text{灰分} - \text{水分}} \right) - 6460$ カロリーとなり、褐炭 F₂ に属する。
分析: 阿部智彦 (U₃O₈)、金子博祐 (Ge)、村田富子 (水分～発熱量)

これらの亜炭は一片ごとに放射能強度が異なり、図版5のように2個の亜炭片の研磨片に対する原子核乾板によるオートラジオグラフはそれぞれ感光濃度が異なるばかりでなく、1つの試料の中でも感光濃度は異なり、濃淡の縞は層理に平方(左の試料ではほぼ横の方向、右の試料では左上-右下方向)なものと、ほぼこれに直交するものが右の試料の中央で認められる。図版で示したオートラジオグラフは肉眼で濃淡を識別できるほど長時間にわたり露出(露出時間約397日)したため、強い濃度の部分のα飛跡は識別不能であるが、短時間の露出で得たオートラジオグラフの観察によると、ラジオコロイドによると思われるα飛跡の集合は認められず、オートラジオグラフの濃淡はウラン含有量の多少を示すものと考えられる。したがってウランは亜炭中に決して均一に含まれているのではなく、不均一に分布しているが、ウラン鉱物は認められない。このような現象はすでに東北大学岡好良ら⁹⁾により認められており、宮城県伊具郡大内炭鉱の例より亜炭中に吸着されているものであろう。

亜炭の反射顕微鏡観察の結果は青柳信義によれば、ウランの多い層理に平行な部分は、層理に沿って雁行状に排列するセミフジットの部分に対応し、他のウランの小さい部分はピトリットからなっている。また層理に直交するウランの多い部分は層理を切る割れ目に対応し、ここでは1μ以下の微粒状黄鉄鉱が認められる。

6. むすび

当地区の含ウラン鉱床は中新世中部の今市互層の基底に分布するアルコーズ砂岩中に主として胚胎しており、当地域の地質や鉱床周辺の状況から熱水溶液の作用があったとは考えられないし、また、漂砂源のウランの濃集も考えられないので、地下水の作用により花崗岩中の可溶性ウランが溶脱、運搬され、再沈殿して濃集した“地下水型”に属するものと考えられる。また、門田長夫²⁾により認められているように、ウランの分布が基盤の構造よりも母層の構造に支配されていることなどから“地下水型”と考えるのが妥当であろう。

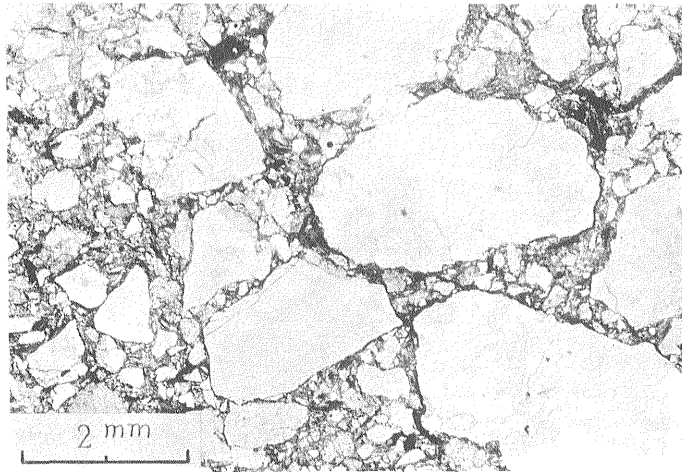
今市互層が淡水性堆積物であり、越戸砂岩はその最下位に分布する淘汰の悪い原地性堆積物である点は地下水型ウラン鉱床の生成に、1つの好都合な条件を示すものであるが、大規模なウランの濃集を起こすには、堆積後の乾燥した内陸盆地のような環境や、ウランを定着させるような還元環境も重要な条件であり、この点については当地区が好条件であるかどうかは疑わしい。ウランを定着させるために当地区では亜炭のような炭質物の存在が重要であり、また、黒雲母のようなフィロシリケートも1つの役割を行なったものと考えられる。

当地区のウラン鉱床の正確な評価は引きつづいて実施されている原子燃料公社の探鉱の結果を待たねばならない。(昭和35年8月、36年9月調査)

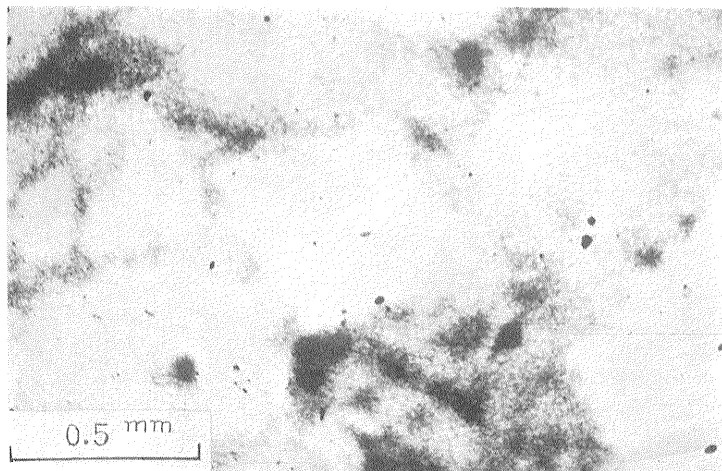
文 献

- 1) 佐藤源郎・東郷文雄・門田長夫: 小国・金丸地域の堆積型ウラン鉱床について、鉱山地質, Vol. 10, p. 408~410, 1960
- 2) 門田長夫: 新潟・山形県境小国・金丸地域の地質とウラン鉱床、鉱山地質, Vol. 12, p. 199~210, 1962
- 3) 島津光夫・徳永重元・小関幸治: 山形・新潟県境小国・金丸地区ウラン鉱床——とくに周辺の地質について——、地質調査所月報, Vol. 14, No. 2, 1963
- 4) Katayama, N. & Y. Sato: The sedimentary environment of the uraniferous bed of the Ningyō pass, Sci. Papers of the College of General Education, University of Tokyo, Vol. 7, p. 131~144, 1957
- 5) Inman, D.L.: Measures for describing the size distribution of sediments, Jour. Sed. Petrol., Vol. 22, p. 125~145, 1952
- 6) 徳永重元: 山形県小国化石層についての新発見、地質調査所月報, Vol. 11, p. 524, 1960

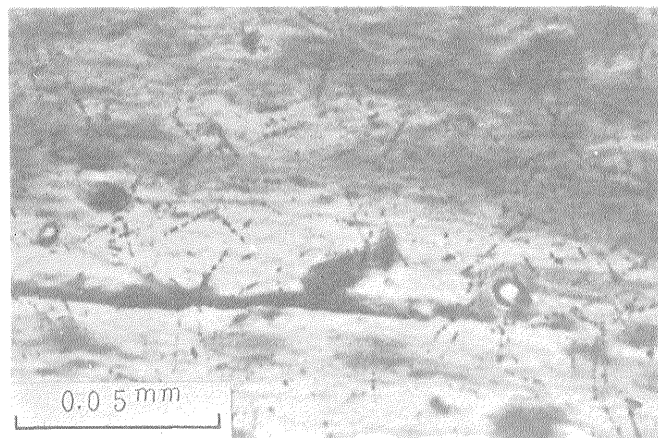
- 7) 武藤正・村野徹: 人形峠のウラン鉱石, ウラン, p. 365~371, 朝倉書店, 1961
- ルマニウムとウラン, ウラン, p. 422~427, 朝倉書店, 1961
- 8) 岡好良・菅野卓治・堀津多三郎: 大内亜炭中のゲ



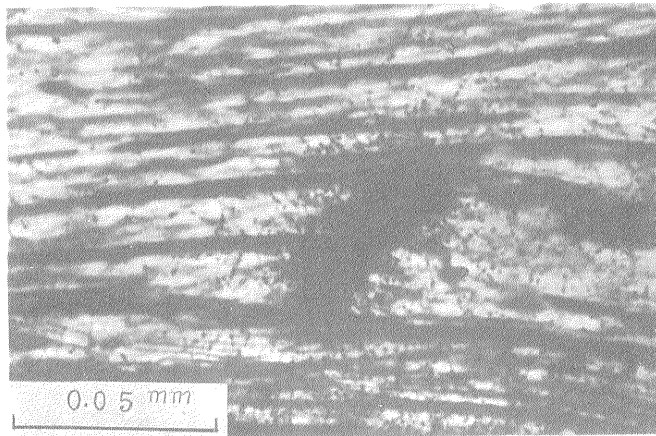
図版 1 アルコーズ砂岩の組織を示す透過顕微鏡写真 試料小国 H-11



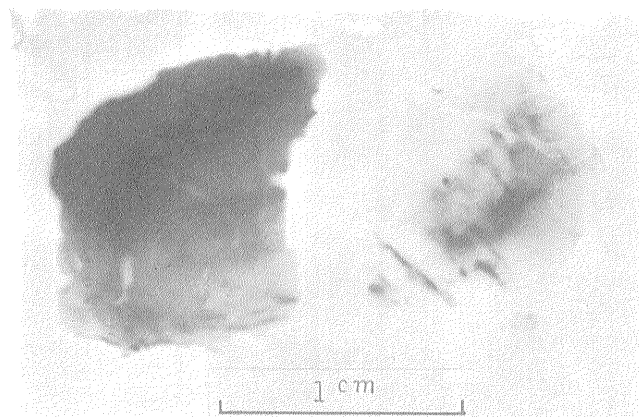
図版 2 アルコーズ砂岩のコンタクト法によるオートラジオグラフの顕微鏡写真
試料小国 H-16-1 (オートラジオグラフの露出時間約 414 日)



図版 3 黒雲母からの α 飛跡を示すストリップ法によるオートラジオグラフの顕微鏡写真 試料小国 H-11 (オートラジオグラフの露出時間約 216 日)



図版 4 黒雲母中の黒色物質からの α 飛跡を示すストリップ法によるオートラジオグラフの顕微鏡写真 試料小国 H-11 (オートラジオグラフの露出時間約 216 日)



図版 5 垂炭のコンタクト法によるオートラジオグラフの拡大写真 試料小国 H-16 (オートラジオグラフの露出時間約 397 日)