

長野県西筑摩郡下の放射能調査

林昇一郎* 丸山修司*

Report on the Radiometric Survey in Nishichikuma-gun, Nagano Prefecture

by

Shōichirō Hayashi & Shūji Maruyama

Abstract

In Japan, uranium occurrences have been abundantly recognized at certain manganese deposits in the Paleozoic formations since 1957. In as much as many manganese deposits developed in Nishichikuma-gun, Nagano prefecture, a radiometric reconnaissance survey was carried out with a scintillation counter (Scintiscope, Reed Curtis, U. S. A.) in 1959.

The authors surveyed over twenty manganese deposits and several other deposits. Manganese deposits, in general, in the district are of low-grade metamorphosed type, and show only slight radioactivity (25 to 30 microroentgen per hour) containing 0.003 to 0.007 per cent U_3O_8 at slaty host rocks adjacent to manganese ore bodies. The authors found, however, two distinct radioactive occurrences in slaty rocks, that is, Niekawa chalcopyrite-pyrite deposit, and Setogawa manganese deposit.

The Niekawa deposit, occurs concordantly in slaty rocks with sandstone comprising pyrite and chalcopyrite and the width is one to two meters. Radioactive parts have been found chiefly at the foot wall side of the vein and show radioactive anomalies as much as 50 to 100 $\mu r/h$, containing 0.051 per cent U_3O_8 , and 11.37 per cent P_2O_5 . Such portion is composed mainly of apatite, feldspar, and quartz. It is confirmed that the radioactivity is contained in apatite crystal as shown by autoradiography. The apatite is very fine and contains strontium after X-ray spectrochemical analysis. This is the second occurrence of radioactive apatite next to Nakajō, Niigata prefecture in Japan. Relationship between the contents of uranium and phosphorus is quite comparable in the two radioactive apatite contained in the specimens.

The Setogawa deposit occurs peneconcordantly in slate hornfels of Paleozoic age intruded by later granite. Host rocks and ore bodies are mainly composed of chert, sulfide zone (30 cm in width, mainly sphalerite), manganese zone (50 cm in width, mainly rhodonite, and a little quantity of helvite), slate (10 to 20 cm in width), and chert, from the hanging wall to foot wall, respectively. Radioactivity was found in the black slate of the foot wall side. This portion shows radioactivities as much as 50 to 60 $\mu r/h$ and continues about ten meters. A grabed sample contains 0.011 per cent U_3O_8 . It is considered that uranium is syngenetically deposited in slaty rocks, and during the course of metamorphism due to granitic intrusion, uranium may have been concentrated. The presence of helvite together with sulfide minerals is inferred as an evidence of post-granitic activities. The genesis of uranium mineralization in such slaty rocks is thought analogously as that of the Noda-Tamagawa, Kaso, and Hagi-daira deposits.

* 鉱床部

要 旨

古生層中のマンガン鉱床に伴なうウランは全国的に認められてきたので、長野県西筑摩郡下のマンガン鉱床20余、その他鉱床6について概査を行なった。その結果マンガン鉱床が全般的に変成度の低いものであつて、つぎの2鉱山以外では放射能異常はほとんど認められず鉱体付近の粘板岩の一部に U_3O_8 0.003~0.007%、25~30 $\mu r/h$ を示したにすぎない。

1) 贅川鉱山

古生層の粘板岩中に層状に胚胎する硫化鉄鉱脈に直接して含ウラン燐灰石層が認められた。現地では100 $\mu r/h$ を示し、 U_3O_8 0.051%、 P_2O_5 11.37%であつて、産状として珍しく、含ウラン燐灰石としては新潟県中条について認められたものである。

2) 瀬戸川鉱山

花崗岩類によつて接触変成をうけたマンガン鉱床の下盤位の黒色粘板岩の一部には60 $\mu r/h$ 、 U_3O_8 0.011%を認めた。本鉱床には多量の閃亜鉛鉱と少量のヘルバイトを伴なつている。

1. 緒 言

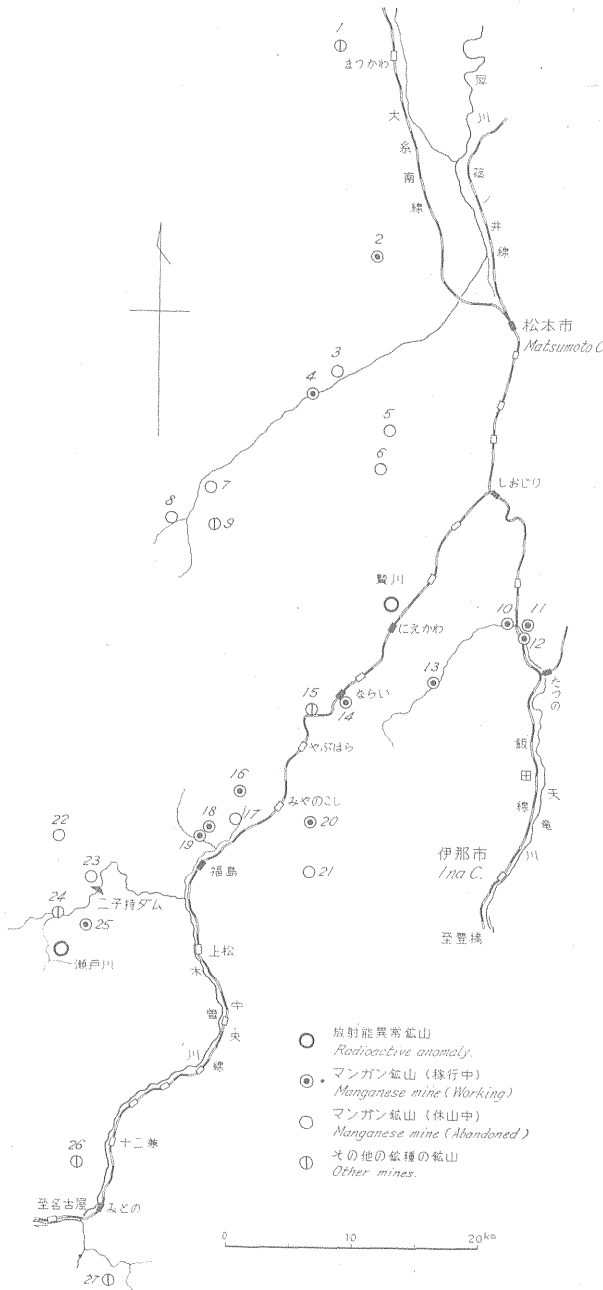
昭和34年11月から12月にわたり、長野県西筑摩郡下の放射能調査を行なった。調査の目的はおもに郡下に多数認められている古生層中のマンガン鉱床に伴なう放射能異常を確認するためであつた。

古生層中のマンガン鉱床に伴なうウランについては、岩手県野田玉川鉱山(1957年)においてはじめて認められた2)。その後栃木県加蘇鉱山3)、群馬県萩平鉱山4)などにおいて類似の産状を呈するウランが全国的に確認されているに至つた。本調査はこのような状況下に行なわれた。今回の調査はジープを利用してかなり能率よく調査することができた。

使用した放射能測定機はシンチレーションカウンタ(Scintiscoper, Reed Curtis 製, U. S. A.)であつて、その強度は $\mu r/h$ (microrentgen per hour) で記してある。

現地調査に際しては鉱山側各位の配慮によるところが多し。ここに厚く謝意を表する。

調査した鉱床は、マンガン鉱床21、硫化物鉱床3、重石鉱床1、ベグマタイト鉱床2などである。以上の諸鉱床のうち、放射能異常と見るべきものは古生層中のマンガン鉱床である瀬戸川鉱床と、古生層中の硫化鉄鉱床である贅川鉱床の2つであつた。その他古生層中のマンガン鉱床の母岩をなす粘板岩の一部に、20~30 $\mu r/h$ を示すことは諸所に認められた。



- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 1. 松川建石 | 2. 三 田 | 3. 八景山 | 4. 竜 島 |
| 5. 清 瑞 | 6. 朝 日 | 7. 八木沢 | 8. 黒 川 |
| 9. 奈 川 | 10. 渡 戸 | 11. 唐木沢 | 12. 上伊那 |
| 13. 浜横川 | 14. 奈良井 | 15. 塩 沢 | 16. 小 樽 |
| 17. 寿 満 | 18. 幸 沢 | 19. 宝 珠 | 20. 大 棚 |
| 21. 日 養 | 22. 屋敷野 | 23. 和 田 | 24. 田 島 |
| 25. 王 滝 | 26. 岩 倉 | 27. 大 沢 | |

第1図 調査鉱山位置図
Index map of Nishichikuma-gun

したがって鉱床の各説は異常の認められた2鉱山についてやや詳細に記すほかは、簡単な記載にとどめてある。

第1図に調査鉱山の位置を示してある。

2. 放射能異常を認めた鉱山

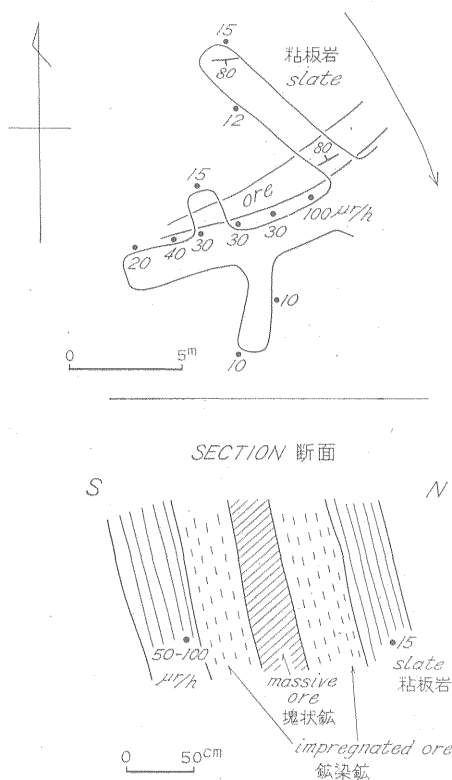
2.1 贅川^{ひえかわ}鉱山

2.1.1 位置および交通 (第1図)

鉱床は長野県西筑摩郡植川村中畑 (5万分の1地形図塩尻) にあり、贅川^{ひえかわ}駅の北方直距2.2km、標高約1,150mにある。贅川^{ひえかわ}駅から中畑^{かたひら}部落を通り通称片平二の谷まで約2.5km、そこから沢に沿って約1.5kmで達し、比較的便利である。沢の入口から現場まで上り40分、下り30分位である。

2.1.2 地質および鉱床 (第2図)

鉱床付近は古生層の粘板岩からなり、母岩は灰黒色堅硬である。鉱床は粘板岩中に整合的に胚胎する層状の硫化鉄鉱脈からなる。鉱脈は走向N70~80°E (同延長約15m以上)、傾斜80°N (同延長数m以上)、厚さ1~1.5



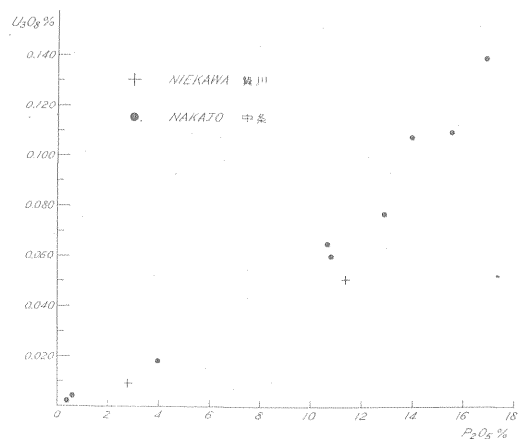
第2図 贅川^{ひえかわ}鉱床坑内図 (数字は放射能強度 $\mu\text{r/h}$ を示す)
Geologic map of the Niekawa mine

mである。西部の延長では尖滅に近くなっているようである。鉱石はおもに黄鉄鉱からなり黄銅鉱を含んでいる。鉱体の中心部は塊状緻密であるが、周縁部は鉱染状を呈している。

2.1.3 放射能異常

放射能異常は鉱床の上盤位の部分に認められた。30 $\mu\text{r/h}$ 程度の放射能異常は数mにわたり連続し、最高100 $\mu\text{r/h}$ に達した。厚さは比較的薄く数~10cm程度である。この部分の平均試料の化学分析値は U_3O_8 0.051%, P_2O_5 11.37% に達した。薄片を観察すると微細な燐灰石の集合からなり、X線粉末回折によるとかなり結晶度の高い燐灰石であることが確認された。一見砂岩ホルンフェルス様に見えるものであるが、実は燐灰石岩であつて長石・石英を伴っている。ウランは燐灰石中に一緒に含有されていることがオートラジオグラフィによって確認された。X線蛍光分析によるとウランのほか少量のSrが認められた。類似の中条産のものにはSrは認められない。

このような産状を呈するウランは本邦では初めてである。少量のウランが含燐粘板岩中にあり、それが硫化物鉱床の生成の際の変質作用によって局部的に濃集したものと見られる。また含ウラン燐灰石としては本邦では新潟県中条 (1953年) 10) について確認されたものであつて、ウランと燐の相関関係はほぼ似ていることが第3図から認められる (分析: 磯野清, 1960)。

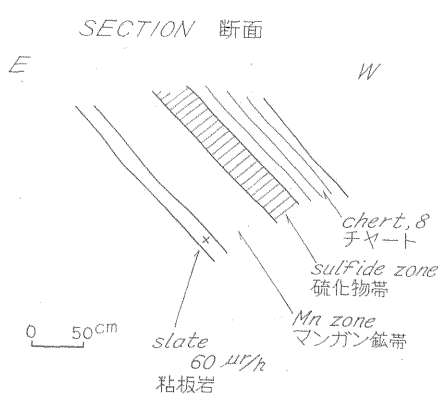
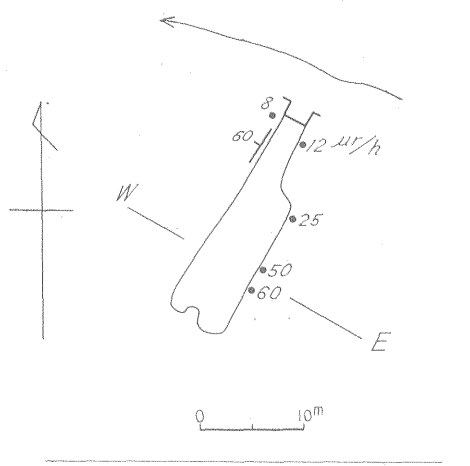


第3図 ウランと燐の相関関係
A relationship between uranium and phosphorus contents

2.2 瀬戸川^{せとがわ}鉱山 (518)

2.2.1 位置および交通 (第1図)

鉱床は長野県西筑摩郡王滝町崩越 (5万分の1地形図あけまつ上松) にあり、高橋沢の上流標高約1,250m付近の瀬戸川国有林内にある。田島の瀬戸川入口から林用軌道の



第4図 瀬戸川鉱床坑内図 (数字は放射能強度 $\mu\text{r/h}$ を示す)
 Geologic map of the Setogawa mine (number indicates radioactivity in microroentgen per hour)

道を徒歩で約45分で高橋沢入口に至り、そこから沢沿いに上り約40分、下り25分で坑口に達した。高橋沢は途中急峻な所が多く、山道の補修がない場合はかなりの時間を要し不便である。

2.2.2 地質および鉱床 (第4図)

花崗岩および花崗斑岩に貫かれ囲まれた古生層からなり、東から西に流れる高橋沢の両側に旧坑がある。昭和25~28年当時採鉱した旧坑は北側にあるが、今回は南側の旧坑を調査した。

鉱床は古生層の層理に平行に胚胎する層状マンガン鉱床からなり、見掛上上盤位から、チャート、硫化物帯(約30cm)、マンガン鉱体(約50cm)、黒色粘板岩となつている。走向 $N40^\circ E$ (同延長約15m以上)、傾斜

注1) 広渡文利による (1959)

$60^\circ N$ (同延長約15m以上)の間鍾押探鉱された。硫化物帯はおもに閃亜鉛鉱からなり、両盤との境界はかなり明瞭である。マンガン鉱体はおもにバラ輝石からなり、一部にヘルバイト(注1)を産したことがある。黒色粘板岩は珪質堅硬になり連続している。

2.2.3 放射能異常

放射能異常は下盤の黒色粘板岩の部分に認められた。25 $\mu\text{r/h}$ 以上の部分は $2\text{m} \times 2\text{m}$ 程度認められ、最高60 $\mu\text{r/h}$ であつた。この部分の平均試料の分析値は U_3O_8 0.011%, C 3.37% であつた(分析: 関根節郎・磯野清)。

母岩別の放射能強度は次のとおりであつた。

粘板岩	12~15 $\mu\text{r/h}$
砂岩	10~12 "
チャート	7~8 "
鉱石	5~7 "

このようなウランの濃集は花崗岩貫入の影響によつて粘板岩に微量に含有されていたウランが、変成作用の結果として局部的に濃集したものと見られる。

3. その他の鉱山の概要

上記以外の調査した鉱山は第1図に示したとおりである。大部分休山中のものであつたが、放射能調査を中心にその概要を北から順に記す。

3.1 松川珪石鉱山 (試第6,501号)

花崗岩中のペグマタイト鉱床で、昭和24年以來採掘され、当時は10余人で、珪石・長石を出鉱していた。

鉱体の大きさは走向延長50m、厚さ30m程度で、全体として、珪石70%、長石30%位と見込まれた。この中にアラナイトが不規則に散点しており、その集合部分の大きさは5~10cmであつた。放射能はほとんど母岩と大差なく、20~25 $\mu\text{r/h}$ であつた。

3.2 三田鉱山

昭和34年6月から軽索600mを架設して、月約20tのマンガン鉱を出鉱中であつた。母岩は両盤とも千枚チャート・粘板岩はほとんどなく、したがつて放射能異常は認められなかつた。鉱床は走向 $N80^\circ\sim 90^\circ E$ (同延長20~30m)、傾斜 $70^\circ N$ (同延長20~30m)、富鉱体の落しは東、厚さ30~40cmであつた。鉱石は灰白色ないし、栗色の炭マン(Mn 40~45%)、二酸化鉱(Mn O_2 60~70%)およびバラ輝石(Mn 32%)などであつた。

3.3 八景山鉱山

母岩は両盤とも千枚チャートである。粘板岩はなく、放射能異常は認められなかつた。鉱体は厚さ30~50cm、鉱石は茶色炭マンからなる。

3.4 信濃電島鉱山¹²⁾

日本電気冶金(株)の鉱区を日本フェオアロイ鉱業(株)が租鉱権で稼行中であった。月約30t (Mn 35~40%)を広島県の竹原製錬所の電解マンガン用として出鉱していた。

鉱床は古生層の粘板岩の層理を完全に切る菱マンガン鉱・方解石脈からなる。放射能異常は認められず、母岩の粘板岩12 μ r/h, チャート5~6 μ r/hであった。

鉱石は淡桃色の菱マンガン鉱および白色の含マンガン方解石のみからなる。一部に黄鉄鉱が鉱染している。

3.5 清瑞鉱山⁸⁾

鉱床付近には砂岩が多い。かつて盛んにマンガン鉱を採掘した坑口は皆崩壊して全く入坑不能であった。

3.6 朝日(旧一位生長)鉱山

マンガン鉱体の下盤は塊状チャート, 上盤は千枚チャートからなり, 局部的に粘板岩があり12~15 μ r/hを示した。鉱床は走向N70~80°E(同延長30~50m), 傾斜60°N(同延長20m位, 厚さ20~40cm)であった。おもに炭マン(Mn 45~48%)を約1,000t出鉱した。鉱体の上部はバラ輝石が多い。

3.7 八木沢鉱山¹³⁾

花崗岩類の影響を受けたとみられるマンガン鉱床である。下流から1号, 2号, 3号の鉱体が開発された。1号はマンガン鉱体と硫化物脈が共生している。マンガン鉱体は厚さ15cmで, その見掛上上盤位には閃亜鉛鉱・黄鉄鉱が厚さ15cmにわたり直接しているのが特徴である。2号坑からはヘルバイト¹⁴⁾を産した。粘板岩はほとんどなく放射能異常は認められなかった。

3.8 黒川鉱山

昭和30~31年頃, チョコレート炭マン(Mn 47%)を約1,000t出鉱したが, 調査当時は坑口が全部崩壊して詳細不明であった。母岩は青灰色粘板岩で, チャートはほとんど見られないのが特徴である。放射能は粘板岩に13 μ r/h, チャート7~8 μ r/hであった。鉱床は走向N80°W(同延長約50m), 傾斜70°N(同延長約50m), 厚さ1~1.5mであった。

3.9 奈川鉱山

鉱床は花崗岩との接触部に近い古生層砂岩中のタングステン石英脈からなる。母岩は珪化をうけ, その中に脈幅15~30cmの石英脈が多数みられる。放射能は母岩・石英脈ともに12~15 μ r/hであった。おもな鉱物は鉄マンガン重石・灰重石・ジルコン・螢石などであった。鉄マンガン重石は脈際に多く認められ, 結晶の大きさは5~20mmであった。

本鉱床は昭和12年発見され, 第2次大戦中採鉱された。

3.10 渡戸鉱山

鉱体の母岩は下盤はおもに粘板岩からなり, 部分的に25~30 μ r/hの放射能があり, 化学分析の結果はU₃O₈ 0.004%であった。この粘板岩は変質して茶褐色になっている所が多い。

鉱体の上盤はチャートからなる所が多い。鉱床は走向N60°E, 傾斜30°S, 厚さ0.5~1.0mである。鉱石は低品位のバラ輝石であった。

3.11 唐木沢鉱山

鉱業権者は垣内文三で, 調査当時20余人で月約30~40t (Mn 30~45%)を東化工(株)に向けて出鉱していた。

鉱体は下盤に粘板岩, 上盤にチャートの丁度境目にある例で, 一般に粘板岩の発達が良い。上盤の灰白色砂質粘板岩は部分的に20 μ r/hに達し, 化学分析の結果はU₃O₈ 0.001%であった。鉱石はおもに炭マンからなり, 一部に高品位のハウスマン鉱を中心部に産する。下部はバラ輝石が多くなる傾向にある。上伊那鉱床とは母岩関係および鉱石の性質を異にしている。

3.12 上伊那鉱山⁷⁾

調査当時大生坑の鉱石を月約30t (Mn 36~37%)東化工(株)に向け出鉱していた。

母岩はチャートは僅かであつて, 大部分は粘板岩からなる。下盤位の石墨質粘板岩には断続的に25~30 μ r/hを示し化学分析の結果はU₃O₈ 0.004%であった。鉱石はおもにあづき炭マンからなる。

3.13 浜横川鉱山⁶⁾

母岩は両盤とも塊状チャートからなり, すこしはなれて千枚チャートがある。鉱体の近くには粘板岩はないが, 付近の粘板岩は12~14 μ r/hであった。調査当時の出鉱は月数百tで, 炭マン80%, バラ輝石20%であった。

3.14 奈良井鉱山

昭和34年6月からマンガン鉱を稼行中であるが, 年間数tを大同製鋼(株)に出鉱していたにすぎない。鉱床の母岩は両盤とも白ないし灰色の千枚チャート(厚さ2~3cm)で, 粘板岩はなく, したがって放射能異常は認められなかった。鉱床は走向N60~65°E(同延長15~20m), 傾斜80°S(同延長数10m), 厚さ10~25cmであった。鉱石はバラ輝石を混えた, 灰色ないし茶色の縞状炭マン鉱であった。

3.15 塩沢鉱山

鉱床は砂岩中のアンチモン石英脈からなる。明治20年頃から知られている。鉱脈は黒色粘土錘で, 脈幅約1mのうち硫化物の多い部分は10~30cmで断続している。鉱石は黄鉄鉱のほか berthierite, boulangierite が

認められた。放射能は粘土の部分が14~16 μ r/h、砂岩が13~14 μ r/hであった。

3.16 小樽鉱山

付近の岩石はおもに砂岩からなる。母岩は白ないし灰色の千枚チャート(厚さ2~5cm)からなり、粘板岩類は少ない。5号坑の一部にある粘板岩は13 μ r/hであった。

3.17 寿満鉱山⁸⁾

付近の岩石は砂岩・粘板岩を主とし、チャートは少ない。母岩は上下盤とも千枚チャート(厚さ5~10cm、粗粒のもの)からなり、坑内には粘板岩はほとんどなく、放射能異常も認められなかった。また前回調査当時稼行した坑内はほとんど坑口崩壊して調査不能であった。

3.18 幸沢鉱山⁸⁾

鉱業権者、錦織保が数人で採鉱していた。マンガン鉱体の上盤は赤色千枚チャート(厚さ2~4cm)、下盤は白ないし灰色の塊状チャートからなる。粘板岩はほとんどないが、そのような部分の薄層は一般に放射能が高い傾向にあるが、連続性に乏しい。

旧3号坑の一部のマンガン鉱体の上盤位5m位に粘板岩があり、厚さは30cm、25~30 μ r/h、 U_3O_8 0.003%であった。旧2号坑の一部マンガン鉱体に直接する上盤に厚さ10cmの粘板岩があり、30~35 μ r/h、分析結果は U_3O_8 0.003~0.007%であった。

3.19 宝珠鉱山

付近の岩石は大部分灰色の凝灰質粘板岩で、10~14 μ r/hであった。鉱体の上盤は白ないし灰色の塊状チャート、下盤は千枚チャートからなる。1号坑のマンガン鉱体の直接上盤の粘板岩が12 μ r/hであった。

3.20 大柵鉱山

昭和34年以来稼行中で、軽索700mあり、月産約30t(Mn 33%)を大同製鋼(株)に向けて出鉱していた。

付近の岩石は粘板岩が多い。鉱体の母岩は上下盤とも千枚チャート(厚さ3~5cm)からなり、粘板岩は鉱体付近には全然なく、したがって放射能異常も認められなかった。

鉱床は走向N60~80°E(同延長20~30m)、傾斜70~80°S(同延長100~120m)、厚さ0.6~1.0mである。鉱石はおもにバラ輝石からなり、周縁部は茶色ないし灰色の縞状鉱があり、平均品位Mn 30~33%であった。

3.21 日義鉱山

休山中で、往時の残貯鉱はバラ輝石混りの縞状鉱であつて、大柵鉱山の鉱石に似ていた。

3.22 屋敷野鉱山

花崗岩類に囲まれたチャート中の鉱床のために一般に

珪酸が多く、マンガンは低品位である。母岩は両盤とも千枚チャートからなる。鉱床は走向N80°W(同延長20~30m)、傾斜80°S(同延長10m)、厚さ20~30cmである。鉱石はバラ輝石を含む珪マンである。

3.23 和田鉱山⁵⁾

昭和32年夏から小規模に採鉱していた。母岩は両盤とも白色ないし灰色の千枚チャートからなる。マンガン鉱体の上盤位約30cmをへだてて灰色で細片に割れ易い粘板岩があり、15~17 μ r/hであった。鉱石はバラ輝石を含む灰色ないし淡青色の珪マンである。少量の方鉛鉱・ざくろ石が認められた。

3.24 田島鉱山⁵⁾

昭和32年頃まで採鉱された。鉱床は古生層を貫く花崗斑岩の接触部に近い後者の中に発達する硫化物石英脈である。走向N40°E、傾斜80°S、脈幅10~20cmである。鉱石は黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱が鉱染している程度であつた。放射能は花崗斑岩18~20 μ r/h、鉱脈12~15 μ r/hであつた。

3.25 王滝鉱山⁵⁾⁸⁾

昭和25年調査当時稼行中の鉱床の付近のものを数人で採鉱し、月約30t(Mn 30%)を群馬県の信越化学㈱の工場に向け出鉱していた。

花崗岩類の接触変成をうけているために珪マン鉱を主とする鉱床になつている。母岩は両盤とも千枚チャートからなり、上盤の一部に灰白色粘板岩があり12~15 μ r/hを示したが、化学分析の結果は U_3O_8 0.001%(切上の意)であつた。鉱石はバラ輝石を主とし、アラバнда鉱・閃亜鉛鉱などが認められた。

3.26 岩倉鉱山¹¹⁾

花崗岩中のペグマタイト鉱床で、おもに石英からなり、長石は少なく、文象花崗岩質の部分を混える。鉱体の大きさは15m×10m×10m位である。石英は上質であるが大部分採掘済であつた。黒雲母の部分が比較的放射能が高いが、一般に焼けは少ない。かつて少量ウラン・トリウム石を産した所である。

3.27 大沢鉱山¹¹⁾

1940年頃から採鉱された花崗岩中のアンチモン石英脈である。旧坑が2、3認められ、一部は白色粘土化が著しい。石英脈の幅5~10cm、延長は数m確かめられた。母岩および鉱脈の放射能は18~20 μ r/hであつた。鉱石はberthieriteおよび輝安鉱の集合からなる。

4. 結 論

1) 長野県西筑摩郡下の古生層中のマンガン鉱床を中心に放射能調査を行なつたが、一般に変成度が低く異常はほとんど認められなかった。全般的にチャートに比し

て粘板岩が高い傾向が認められ、マンガン鉱体付近にみられる粘板岩の一部は 25 ~ 30 $\mu\text{r/h}$ を示し、化学分析の結果は U_3O_8 0.003 ~ 0.007 % であつた。

2) マンガン鉱床が花崗岩類の接触をうけて変成した瀬戸川鉱床では、見掛上、下盤位の黒色粘板岩に 60 $\mu\text{r/h}$ の異常があり、 U_3O_8 0.011 % であつた。これは他地区のものと成因的には類似したものと見られる。

3) 贛川鉱床では古生層中の硫化鉄鉱床に接して含ウラン燐灰石が認められた。放射能は 100 $\mu\text{r/h}$ を示し、 U_3O_8 0.051 %, P_2O_5 11.37 % である。含ウラン燐灰石としての燐とウランの相関は新潟県中条のものなど¹⁾と類似した傾向を示す。

(昭和 34 年 11 月調査)

文 献

- 1) Altschuler, Z. S., R. S. Clarke, Jr. & E. J. Young : Geochemistry of uranium in apatite and phosphorite, U. S. G. S. Prof. Paper, 314—D, 1958
- 2) 浜地忠男・坂巻幸雄 : 岩手県野田玉川鉱山の含ウラン鉱床——とくにウランの本源について——, 鉱山地質, Vol. 9, No. 38, p. 22 ~ 33, 1959
- 3) 林昇一郎・井上秀雄 : 栃木県加蘇鉱山のウラン, ウラン——その資源と鉱物——, p. 431 ~ 434, 1961
- 4) Hayashi, S. : Cosalite from Hagidaira mine, Gun'ma Prefecture, Japan, Min. Journal, Vol. 3, No. 3, p. 148 ~ 155, 1961
- 5) 片田正人・磯見博 : 5 万分の 1 地質図幅説明書, 上松, 地質調査所, 1958
- 6) 宮本弘道 : 長野県浜横川鉱山マンガン調査報告, 地質調査所月報, Vol. 1, No. 4, p. 251 ~ 255, 1950
- 7) 宮本弘道 : 長野県上伊那鉱山マンガン調査報告, 地質調査所月報, Vol. 1, No. 4, p. 256 ~ 258, 1950
- 8) 宮本弘道・林昇一郎 : 長野県木曾地方マンガン鉱床調査報告, 地質調査所月報, Vol. 2, No. 7, p. 347 ~ 352, 1951
- 9) 宮本弘道・林昇一郎 : 長野県王滝鉱山マンガン鉱床調査報告, 地質調査所月報, Vol. 2, No. 12, p. 585 ~ 587, 1951
- 10) 島田忠夫・浜地忠男 : 新潟県中条地区含ウラン層, ウラン——その資源と鉱物——, p. 412 ~ 417, 1961
- 11) 山田直利・村山正郎 : 5 万分の 1 地質図幅説明書, 妻籠, 地質調査所, 1958
- 12) 吉村豊文 : 日本のマンガン鉱床, 1952
- 13) 吉村豊文・吉永真弓 : 長野県八木沢鉱山産ヘルバイト, 鉱物学雑誌, Vol. 4, No. 1, 2, p. 34 ~ 41, 1959
- 14) Yoshinaga, M. : Helvite from Yagisawa mine, Nagano Pref., Japan, Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology, IX, No. 1, p. 47 ~ 53, 1959