

## 概 報

## 福 井 県 内 外 海 鈹 山 調 査 報 告

鷗 飼 保 郎\*

## On the Radioactive Anomaly in the Scheelite-Molybdenite-Chalcopyrite Deposits of the Uchitomi Mine, Fukui Prefecture

by

Yasuo Ukai

## Abstract

The author detected intense radioactive anomaly in the scheelite-molybdenite-chalcopyrite deposits of the Uchitomi mine in Fukui prefecture. Under the microscope, numerous euhedral uraninites were observed in or near the crystals of biotite, chlorite, allanite, zircon and heavy metallic minerals. The chemical and X-ray investigation of the heavy black minerals concentrated by the panning method demonstrated that these black minerals consist of a large amount of uraninite, zircon and a small amount of allanite, and the lattice dimension of the uraninite is  $a_0=5.41\text{\AA}$ , that is, relatively smaller than that of common uraninite.

## 要 旨

筆者は昭和32年12月、小浜市松ヶ崎の内外海鈹山を調査した際に、その坑内および露頭において放射能異常を認め、その後検討の結果ウラン鈹を確認することができたのでその概要を報告する。本鈹山は、小浜市の北西鋸崎と相対峙して、小浜湾を扼する松ヶ崎の先端部に位置する。当地方は、粘板岩・角岩・砂質頁岩の累層で、一般走向は北東—南西で、北西 $40\sim 60^\circ$ 傾斜した単斜構造である。松ヶ崎附近から海岸線に沿って、北東方向に黒雲母花崗岩が帯状に進入し、松ヶ崎の先端部に古生層の一部を残している。花崗岩に接する古生層は著しく珪化作用を蒙り、これらの岩石は堅緻な片状組織を示している。本花崗岩を顕微鏡下で観察すると、カリ長石・黒雲母・緑泥石を主成分とし、斜長石・褐簾石と少量のジルコンを伴う閃長岩質の花崗岩で、石英の量は一般に乏しい。長石・黒雲母は、しばしば局部的に変質して緑泥石化作用、高陵土化作用を蒙っている。

鈹床はこれらの花崗岩と古生層の接触部に近く、主として花崗岩中に発達した気成型の灰重石・輝水鉛鈹を主とする鈹染状の鈹床である。松ヶ崎の凸端部をなす古生層に接する部分においては、その接触部に沿い、局部的

に黄銅鈹・輝水鉛鈹・黄鉄鈹の鈹化作用を伴ない、ウランの分布もこれらの鈹化作用の特質に支配され、灰重石の微晶が花崗岩の節理面に沿って胚胎されている附近は、一般に放射能強度がやゝ高く(50~100cpm)、輝水鉛鈹・黄銅鈹を濃縮している部分にその放射能強度がとくに強い(500~1,000cpm)傾向が認められた。これらの鈹化帯の幅最大は2.6mであるが、走向延長約10~20mの範囲に限られた2~3の富鈹体をその接触部に胚胎している。該鈹石の薄片を鏡下に観察すると、立方体の閃ウラン鈹が灰重石・黒雲母・褐簾石および緑泥石の結晶に接し、あるいはそのなかに数多く晶出して鮮明な暈を呈しているのがみられ、X線による検討の結果その格子常数 $5.41\text{\AA}$ となり、Brooker, Nuffieldの研究の結果酸化の進んだ $\text{UO}_{2.4}\sim\text{UO}_{2.5}$ に相当する閃ウラン鈹に該当することが判明した。

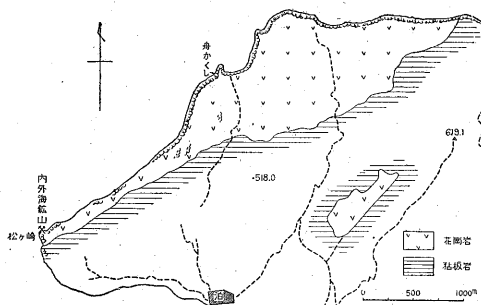
すなわち閃長岩質花崗岩の固結直後において、残漿の自変質作用に伴なわれて、そのなかに濃縮されてきたウラン・稀土類元素・ジルコニウムなどの稀元素を、閃ウラン鈹・褐簾石・ジルコンとして結晶せしめたものと考えられる。金属鈹物の共生関係については、タングステン・モリブデン成分もその同一残漿中に濃縮されていたもので、接触部や節理、断層破砕帯のような内圧の低下する構造線の部分に、それらの残漿が移動し易く、そこに自変質作用を生じる結果となり、鈹床を形成したものと

\* 地質調査所調査員、京都大学理学部地質学鉱物学教室

と考えられる。

### 1. 緒言

工業技術院地質調査所から核原料資源調査の目的で表記鉱山の調査を依頼され、昭和32年12月10日から約10日間現地の調査を実施した。採取した試料の室内研究は未完成であるが、酸化ウランの含有量約80%に達する閃ウラン鉱と同定される鉱物を発見することができたので、こゝに予報としてその鉱床の概要を報告する。なお今回の調査にあたり帝国鉱業株式会社尾崎氏の協力を得たことを感謝する。



第1図 内外海鉱山附近地質図

### 2. 鉱区

鉱区番号 福井県旧試登 第2,527号  
 鉱種名 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, W 銘  
 鉱区面積 390,000坪 (9,541アール)  
 福井県小浜市泊地内 内外海鉱山

### 3. 位置および交通

主要な鉱床は小浜市の北西、鋸崎と相対峙して小浜湾を扼する松ヶ崎の先端部に位し、附近は花崗岩の絶壁数10mに達し、日本海に臨む蘇洞門と称する日本海屈指の景勝の地である。

陸路は小浜市より若狭・堅海・泊の部落を経て海岸線を手籠沿いに松ヶ崎に達することができる。この間泊まではようやく牛馬車を通ずる程度の道路があるが、それより山元に至る約3kmの間は、山腹沿いの山道で、ときに急峻な絶壁がある。海路は小浜市より泊港まで1日3往復の船便があり、さらに泊港から松ヶ崎の現場まで小船を利用することもできるが、冬期の数カ月は波浪荒く接岸が困難である。

### 4. 地質および鉱床

当地方は、粘板岩・角岩・砂質粘板岩・珪岩の互層からなる秩父古生層の累層で、その一般の走向は北東—南西で北西に40~60°傾斜した単斜構造であるが、所によりその走向N20~90°Eに変化し、傾斜もしばしば垂直な所がある。

第1図の地質図に示すように、松ヶ崎附近から海岸線に沿って、北東方向に帯状に角閃石黒雲母花崗岩が進入し、松ヶ崎の先端部に古生層の一部を残すが、若狭湾に面する日本海岸にはこの花崗岩が一面に露出している。また久須夜ヶ嶽(619.1m)の南西斜面の古生層中には、飛地状に花崗岩の岩株がみられる。花崗岩に接する古生

層は著しく珪化作用を蒙り、これらの岩石は堅緻な片状組織を示している。花崗岩中には径数cmから数mに達する角礫状あるいは円味を帯びた塩基性岩の捕獲岩が多く含まれている。花崗岩中には北東—南西方向の節理および断層が発達し、いくつかみられる水門も、また地形図に現われたその急峻な地形も、これらの地質構造上の影響に支配され、蘇洞門の奇観もこれによつてできたものである。

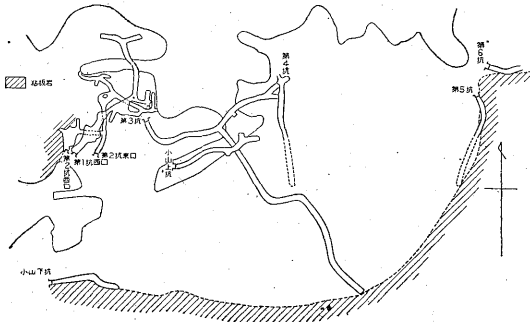
鉱床はこれらの花崗岩と古生層の接触部に近く、主として花崗岩中に発達した気成型の灰重石を主とする鉱染状の鉱床で、第1図に示すように花崗岩中の有色鉱物、長石を交代した灰重石が不規則に散布している場合と、花崗岩の節理面に沿って灰重石の微晶を伴う鉱條がある。そのいずれの場合も黄銅鉱・輝水鉛鉱・黄鉄鉱の鉱化作用を伴ない、その上盤の古生層に接する部分においてはかなりそれらの濃縮した部分が認められる。

ウランの分布もこれらの鉱化作用の特質に支配され、花崗岩中に散布する比較的粗粒な灰重石の部分は、放射能強度も弱く、灰重石の微晶が節理面に沿って胚胎されている附近は、放射能強度がやゝ高く、とくに輝水鉛鉱・黄銅鉱を濃縮している部分に最もその強度が強い傾向が認められる。

### 5. 各鉱床の放射能強度

従来当鉱山において、タングステン鉱・銅鉱を主として稼行された坑道は第2図に示されているように、1坑、2坑、3坑、4坑、5坑、6坑のほか小山下坑・小山上坑の8坑道が開きくされ、それらのうち1坑、2坑は松ヶ崎鉱床として本鉱山の主要な部分である。

今回の調査もこれらの坑内の放射能強度を測定するとともに、さらに露頭部の放射能異常を注意して調査した。またそれらの試料の一部は蛍光分析法を用い、微量ウランの含有量を定量した。



第 2 図

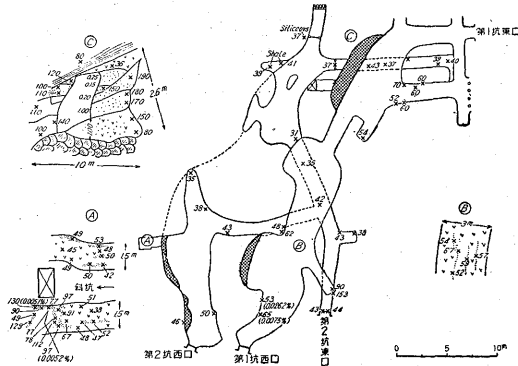
5.1 松ヶ崎鉱床

従来稼行された本鉱山の主要鉱床で、第3図aに示されたように、上盤の粘板岩に近接する花崗岩中に、灰重石を濃縮する部分があつて、その2坑地並以上の鉱石はほとんど採掘済みであるが、坑内の放射能強度、とくに放射能異常を示した2坑西口斜坑および露頭附近の状態については第3図aに示された通り、坑内における放射能強度は概して弱く、30~50cpm程度であるが、斜坑の下部(A)、第1坑西口より約10mの所(B)、およ

び第1坑東口上部の露頭(C)の所で100~200cpmの放射能異常が認められた。(A)、(B)はいずれも優白質の花崗岩の節理面に沿つて灰重石の微晶を伴う部分に50~130cpmの値を示す。(C)の露頭においては輝水鉛鉱・黄銅鉱を著しく濃縮し、鍾の内2.6mに及ぶ鉱化帯は100~200cpmで最高1,200cpmを示した。この部分から採取した試料を-100meshに粉碎し、水簸して得られた黒色の重鉱物を検討した結果、後に述べるような閃ウラン鉱になることを確かめることができた。これら試料の蛍光分析の結果は第1表に示すように露頭(C)の平均ウラン含有量0.149%、坑内試料0.005~0.026%程度である。

第 1 表

試料番号	ウラン含有量 (%)	放射能強度 (cpm)
39	0.0071	53
55	0.0052	97
64	0.0051	130
73	0.0262	53
74	0.0075	65
露頭 (C)	0.149	500

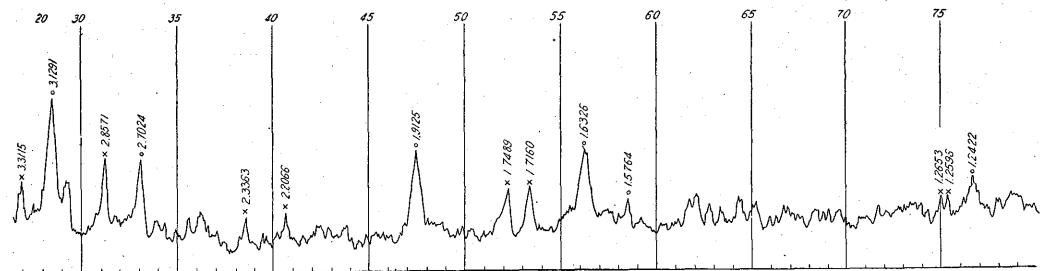


第 3 図 a

松ヶ崎鉱床露頭部より採取したウラン鉱石を-100meshに粉碎して水簸した黒色鉱物を化学分析した結果

Sample	0.0130 g	(110 c 乾燥)
SiO <sub>2</sub>	0.0008 g	6.2 %
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0.0108 g	83.1 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0003 g	2.3 %
		91.6 %

ほかに硫化物の沈殿少量(主としてM)、すなわちその主要成分はU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>となる。これをUraniniteの組成のUO<sub>2</sub>に換算すれば79.94%に相当する。残余の成分については試料が不足のためさらに別試料について詳しく



第 3 図 b Diffraction Pattern of Uraninite from the Uchitomi Mine

検討中である。

本鉱山については Geiger Counter X-Ray Diffractometer で、その粉末試料を X 線的に検討した結果、第3図 b に示す通り Uraninite の回折線に近似した数本の回折 peak を得た。

これは Canada 産の Uraninite に較べて  $d$  の値が  $2\theta$  の低角度の領域において最大  $0.03\text{\AA}$  の差異を示すが、それらの回折強度との関係もきわめてよく一致し、Uraninite と同定することにした(第2表)。

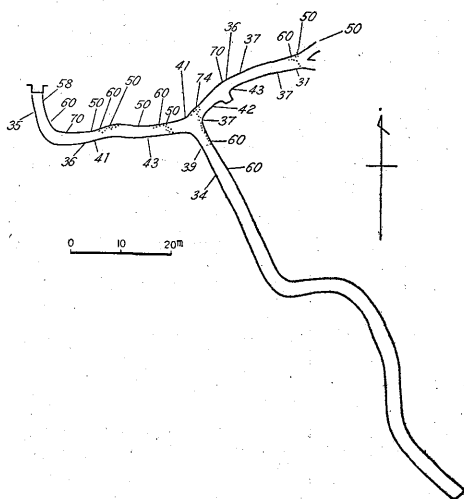
第 2 表

内外海鉱山産 Uraninite			Canada 産 Uraninite		
I	d	hkl	I	d	diff. A
100	3.13	(111)	100	3.16	-0.03
60	2.70	(002)	50	2.73	-0.03
70	1.913	(022)	80	1.935	-0.022
70	1.633	(113)	80	1.648	-0.015
30	1.576	(222)	20	1.576	$\pm 0$
	—	(004)	10	1.366	—
50	1.242	(133)	30	1.252	-0.010
30	1.223	(024)	30	1.221	+0.002

また第3図 b に示すように Uraninite に相当する回折 Peak のほかに  $3.31\text{\AA}$  (14),  $2.857\text{\AA}$  (19),  $2.336\text{\AA}$  (12),  $2.207\text{\AA}$  (12),  $1.749\text{\AA}$  (16),  $1.716\text{\AA}$  (17) etc. でかなり回折強度の強い peak がみられるが、これらが共存鉱物に基因するものと思われるが、まだ検討すべき問題が残されている。

5.2 3 坑

松ヶ崎に進入する花崗岩中で、上部地表に露出する水



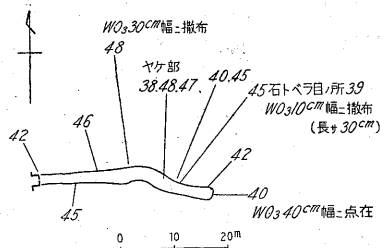
第4図 3坑放射能強度分布状態

鉛の鉱染状露頭の下部状況を探鉱すべく海面上約 16m 地並に開坑されたもので、所々に水鉛ならびに灰重石の散布する部分に放射能の異常を認めたが、とくに坑口から約 50m 掘進した坑内分岐点附近において、やゝ放射能異常が強く最大 74cpm 程度であつた。本坑はなお 90m にして上盤古生層粘板岩に逢着して掘進を中止しているが、その接触部には特別な放射能異常は認められなかつた。

5.3 小山下坑

本坑は海面上 12m の地並に坑口を設け、進入花崗岩の下盤際にて、古生層との接触部の鉱況を探鉱するもので、その延長約 25m である。

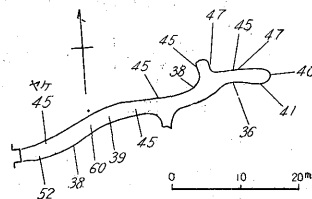
坑内における放射能強度は第5図のように自然係数 (38cpm) よりやゝ高い程度で、坑内中間および引立附近において、灰重石がそれぞれ 30cm、および 40cm の幅に散布する箇所が認められたが、とくに放射能の強い部分は認められなかつた。



第5図 小山下坑放射能強度分布状態

5.4 小山上坑

小山下坑の上部 27m 地並すなわち海面上 39m 水準地並にて、花崗岩中に発達する延長 4m、最大幅 30cm の緑青の生ずる不定な焼け脈を探鉱するもので、坑内延長



第6図 小山上坑放射能強度分布状態

約 45m に達する。

坑内には花崗岩の節理面附近に灰重石の散布する部分があり、とくに引立附近において、その密度大きく、坑道掘進の際採掘した灰重石の坑内貯鉱 2カ所で合計 10t があつたが、放射能強度は最高 60cpm であつた (自然係数 39cpm)。

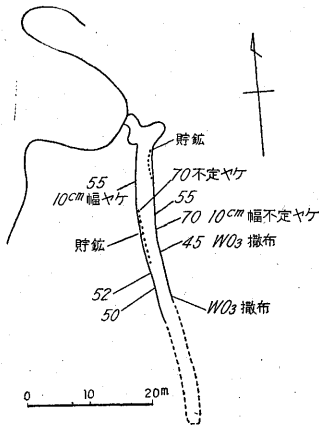
試料	U含有量 (%)
小山上坑 No. 75	0.001
小山上坑貯鈹上鈹	0.004

5.5 4 坑

地表面にある幅約1mの不定緑青附着の露頭下部探査の目的をもって、山腹より斜坑で約3m掘下つた後、花崗岩中を、南方に向かつて探鈹している全延長約24mである。坑内には約4カ所に10cm幅の不定な焼け脈があり、この部分は他の部分より放射能強度もまたやゝ強く、最高70cpmである。

その他3、4カ所に灰重石の散布する部分が認められた。また坑内には掘進当時採掘した灰重石散布の貯鈹2カ所に合計約20tあり、貯鈹A(18t)は平均56cpm、貯鈹B(2t)は平均57cpmであった。

試料	U含有量 (%)
4坑掘取A	0.0011
4坑W上鈹	0.0022
4坑やけ	0.0025

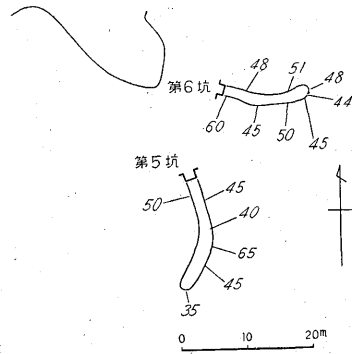


第7図 4坑放射能強度分布状態

5.6 5 坑

明治時代銅を移行する目的で、地表小谷に露出するやけ脈下部を探鈹した旧坑であつて、上記4坑の東方直距離約70mの所から海面上約25m地並に坑口を設け、小山下坑および第3坑引立に露出する花崗岩と粘板岩の接触部延長に相当する部分を掘進したもので、延長約15mである。したがつて坑道右壁は粘板岩、左壁は花崗岩である。

坑口から約8mの地点で放射能強度最も大きく65cpm程度であるが、一般に低く、灰重石はほとんど認められない。



第8図 5坑放射能強度分布状態

5.7 6 坑

花崗岩と粘板岩の接触部附近にある、水鉛の附着するやけ露頭の深部を探鈹した旧鈹で、5坑の北方約10mの地点から、5坑と同じ地並に掘進されている。なお該露頭はその走向N75°Wで直立し、最大幅20cm程度である。坑道は錘押延長約10mであつて、鈹脈は引立約2m手前では灰重石が散布しているが、引立においては3本の鈹條に分岐している。

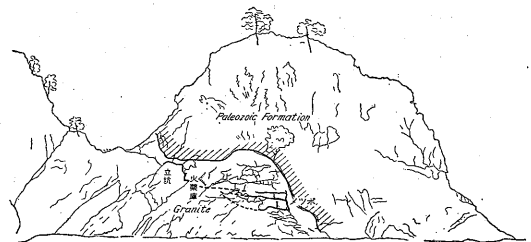
坑内においては一般に放射能強度は低く最大60cpmであるが、本坑坑口附近にあつた含水鉛鈹石の分析結果が下記のように0.0115%のウランを含有していることは注目に値する。

6坑坑外水鉛鈹	0.0115%
6坑坑外貯鈹	0.0027%

5.8 小山メソポ露頭

松ヶ崎の先端部すなわち俗称小山メソポには、花崗岩と粘板岩の接触部を始点として花崗岩の節理面に沿い、先端部山腹を鉢巻状に取り囲み、輝水鉛鈹の附着する鈹脈露頭がレンズ状をなし約4本並走している。その主要なものは延長30m、最大幅40cmで、その南端は途中断続しているが、本鈹山の最も主要な火薬庫附近の鈹床に連続している。

その走向、傾斜はそれぞれN25°E、50°Eである。その他の3本は延長2~5mで間隔3~5mを置いて主



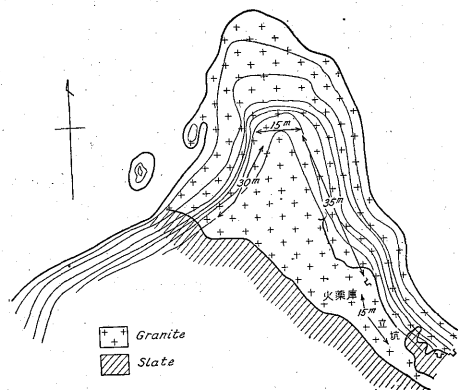
第9図 小山メソポ鈹床露頭分布図

要脈に平行する。放射能強度は最大 200cpm であるが、その詳細は第9図の通りである。

小山メツポ露頭A	0.0265 %
小山メツポ露頭B	0.0018 "
小山メツポ露頭C	0.0083 "
小山メツポ露頭C'	0.0088 "
小山メツポ露頭	0.0093 "

### 5.9 舟かくし露頭

海岸に露出する花崗岩の節理面に沿い、延長 1.5m の水鉛の附着する露頭がある。その走向傾斜 N40° E, 80° Wにして、その先端部はやゝ方向を変え、走向 N 5° E, 直立したやけ脈となつて、山の深みに向かつている。すなわち 60cmの間に 3 條のやけ脈があつて左端は 5~15 cm, 中間は 5 cm, 右端は 5~10cm あり、それぞれの放射能強度は 63~60 cpm の程度である。



第 10 図

### 6. 結 論

以上の結果を総合して考えると、当鉱山のウラン成分は Uraninite として灰重石を主とする鉱化作用に続く、輝水鉛鉱・黄銅鉱を比較的多量に伴なう後期の鉱化作用に密接に関係していることは事実であつて、松ヶ崎鉱床

における露頭 C は小山メツポの露頭とともに一連の関係があるものと考えられる。これらの鉱床におけるウラン含有濃度は、もちろん場所により一定していないが、蛍光分析によりあらかじめ Quenching 成分を分離した間接法で定量分析を行なつた結果、粗鉱品位最高 0.149 % (U) に達し、小山メツポ露頭 A は 0.027% を示した。また灰重石の鉱染帯中においても、輝水鉛鉱・黄銅鉱を僅少ながら伴ない、とくに花崗岩の節理面に沿つてそれらの鉱化作用がみられる部分において、放射能異常があることは重要なことである。さらに下盤の粘板岩と花崗岩の接触部附近を探鉱している 6 坑よりの輝水鉛鉱を、やゝ多量に伴なう鉱石が 0.012% のウランを含有している。

今回の調査は気候的に恵まれない冬期に実施されたために、波浪が荒く、海上からの十分な調査が不可能であつたことと、一方急峻な地形のために野外の調査が不完全であつたため、鉱区全域に及ぶ広範な鉱床の全貌を明らかにすることができなかつたので、さらに適当な機会をとらえ、調査を実施してその実態を明らかにするとともに、これに並行してウラン鉱の鉱物学的な検討およびその共生鉱物との晶出関係等をさらに詳しく研究する必要がある。

概して粗鉱中のウランの含有濃度はあまり高くないが、共存鉱物とくに W 鉱, Mo 鉱, Cu 鉱等の選鉱過程において U 鉱を同時に回収する選鉱方法を計画するとともに、今後の精密な地質調査の結果、ある程度の鉱量を確保することができよう。

(昭和 32 年 12 月調査)

### 文 献

- 1) 福井県： 地下資源の全貌，第一輯；原口九万・辻岡加四郎：小浜湾内外海鉱山の地質鉱床調査，p.188, 1951~1953.
- 2) 福井県： 地下資源の全貌，第一輯；平林万衛：宮川彦一郎：内外海鉱山周辺の地質鉱床調査 p.232, 1951~1953.