2. 人形峠型ウラン鉱床の探査について

(I) 基盤花崗岩に関する問題

(II) 堆積型ウラン鉱床の堆積構造と構造支配の問題

佐藤源郎*

On the Prospecting for the "Ningyō-tōge" (sedimentary)-Type Uranium Deposits

(I) *Problems of basement granite*

(II) *Problems concerning sedimentary structure and structural control*

By M. SATO

The present state of uranium prospecting in Japan indicates that the Ningyō-tōge uranium deposit of sedimentary type is much more promising as Japanese uranium resource than vein-type deposits. It is desirable, therefore, that new localities of the Ningyō-tōge type deposit could be discovered in virgin areas.

The author proposes the following method for an effective and efficient prospecting for the Ningyō-tōge type uranium deposit.

1. To pick out the granite districts containing comparatively higher contents of leachable uranium.
2. In those granite districts, to find the younger sediment in old closed basin, even if the contents of leachable uranium is poor.
3. After examining the structure of the sediment, to catch the high grade ore deposit by the phenomena of "Uranium ore control".

緒 言

日本のウラン鉱に関する知識は、戦後に初めて行なわれた積極的な調査・探鉱により一変したといって過言でない。というのは、従来はベグマタイト型のウラン・トリウム鉱床**が、またその近傍の小規模な漂砂鉱床中にウラン・トリウム鉱物を少量産する事実しか知られていなかったのであるが、国内調査が開始された1954年の夏、岡山大学逸見助教授によって三吉鉱山の金属鉱床中に砒銅ウラン鉱**がまず発見された。この結果、日本のベグマタイト系以外の鉱床中にもウラン鉱物を産することが初めて明らかにされたのであるが、このことは日本に今まで「ない」といわれていた Joachimsthal や Shinkolobwe などの世界的な鉱脈と同型の鉱脈型ウラン鉱床が、日本にも存在することを意味するので、大きな意義をもつものであった。これが日本のウラン鉱床への認識を改める第一の転機となったのである。ついで1955年11月には、予想されていなかった若い堆積岩中のウラン鉱床が、地質調査所の科学的探査の成果として発見されたが、これが今日の人形峠の堆積型鉱床で、品位は高くないが、鉱石の

性質がよいため格安に処理ができ、また鉱床規模は国際級といえるほど大きなことが次第にわかってきたので、日本のウラン資源に対する極端な悲観説を覆えす二番目の転機をつくろうとしている。

国内の探査開始後、今日までに発見されたベグマタイト系以外のウラン鉱床またはウラン鉱物産地の数は30を超えているが、その大部分は鉱脈型であり、堆積型の所在確認地域は2、3に過ぎない。しかし1. 鉱床としての鉱床規模の点からは、人形峠鉱床で現実に見られるように、堆積型が桁ちがいに大きく、資源としての潜在力が大である。したがって原子燃料確保の点から、国産鉱の自給率を向上させるためには、人形峠と同じタイプ、同じ性格の堆積型の新鉱床を重点的に探索することがこの際最も効果的である。そこでその探査を最も能率的に行なうための考え方とその根拠について概説を試みたい。

* 原子燃料公社 (The Atomic Fuel Corp.)

** 現在この型のものは、一般に経済的価値が認められていないから、厳密な意味では、鉱床の名で呼ばれる資格がない。

** 1957年には坑道探鉱により、鉱床下部でこれの初生鉱物であるコフィン石の存在が確認された。

I. 日本国内で現在までに発見されたウラン鉱床

1. マシーフ（山塊）内の分布

近年優秀なウラン鉱床が各所で発見され、開発されたことから、特に著名になったフランスの Massif-Central（中央山塊）の基盤は、古生代末期の Hercynian 花崗岩と、その接触を受け、大なり小なりの変質を蒙って、roof-pendant 状に分布する古生代の変成岩* から成るが、ヨーロッパ大陸には、これと同様な地質から成る山地・山塊が諸国に分布しており、しばしば Massif（山塊）とよばれている。

日本には、花崗岩の時代は異なるが、大体これと類似の地質の山地・山塊が、ほぼ全国的に存在している。これらを地域的に分けて各々山塊（マシーフ）と呼称し、各マシーフの分布状況を第1図に示した。

第 1 図

さて、現在までに存在の知られたウラン鉱床**は30個所以上に達し、その鉱床タイプは大別して鉱脈型・堆積型の2タイプが主なものであるが、そのいずれもが、ここにいるマシーフ地域内で発見されている。

1. 鉱脈型 鉱床

既発見の30数個の鉱床の大部分は鉱脈型に属する

が、このタイプのもので、鉱量、品位の点から資源として認められるほどまとまったものはまだ見出されていない。しかし現在はまだ鉱床探査の網が全国的に密にかけ終っている段階ではなく、また地質学的にみて、日本の地質は、マシーフの存在という点で、優秀な鉱脈型鉱床に富むフランス、ポルトガルの地質と類似の点が多いから、このタイプの鉱床について悲観説を説えるのは早計である。特にフランスやポルトガルなどでは、銀・銅・鉛・亜鉛・タングステンその他の base metal 類をほとんど全く伴わぬ、ウラン単独の鉱脈で優秀なものが多数発見されており、しかも、このようなものは、他金属を目標として試掘されたこともない全くの新鉱床として発見されている。

日本の鉱脈型鉱床の探査には、かつて他金属を目標として、試・採掘された旧坑を調査する方法が主としてとられてきていたから、今後はこの方法のほか、地質構造的な観点から、断層帯、破碎帯を充填している見掛け上は、barrenな細脈などにつき、放射能異常を調べ、異常を僅かでも認めたら、地質構造線に沿って丹念にこれを追跡する禁事などにより、規模の大きな含ウラン鉱脈が把握される可能性がある。このように鉱脈型鉱床の探査は、今後に残された大きな課題であり、これの達成には、なお多くの時間を要する。

付・世界の趨勢からみた鉱床タイプの重要度の変遷

第二次世界大戦を契機として、原子力用原材料としてのウラン鉱の調査探鉱が世界的に活発化したが、列国の国家的なこの事業が進捗して、ウラン鉱床に関する知識が急速に増加するにつれて、資源としての鉱床タイプ別の重要度は大きな変遷を見せてきた。すなわち戦前の事情を、12頁に示す1942年の世界各国のウラン鉱生産量の統計的数字によってみれば、表の通りであって、生産のほとんど全量は鉱脈型に負っていた。

* 花崗岩を含め、これらを総称して crystalline rocks（結晶質岩類）といわれている。

** 資源として開発価値の判定未了のものもとりあげている。

*** マシーフとは認められない地域に存在する北海道下川鉱山および愛媛県大久喜鉱山の含銅硫化鉄鉱床の一部において、僅かな含ウランまたは放射能異常が報告された。この程度のウラン含有は、海外などの黒色頁岩などにもともと含まれている syngenetic のものの域を出ていない。

*** 片山信夫教授の海外視察談によれば、この種の探査法により、優秀なウラン単独の鉱脈が発見された例がフランス・ポルトガル両国に見られる。

第 1 表 戦後11年間に発見された重要なウラン鉱床

発見年次	国 名	鉱 床 所 在 地, 鉱 床 名	地 質 環 境	鉱 床 母 岩	鉱 床 型
1945	南アフリカ連邦	トランスバール・オレンヂフリー州 Witwatersrand 金鉱地帯	楕 状 地	変 成 礫 岩	堆 積 型 (変成礫岩型)
1947	アメリカ合衆国	ユタ州 White Canyon, Happy Jack 鉱山	コロラド高原	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1948	カナダ	サスカチワン州 Beaverlodge 地域 Eldorado 鉱山	楕 状 地	珪岩, 石灰岩, 砂岩, 礫岩, 火山岩床	鉱 脈 型
1948	フランス	中央山塊 La Crouzille 地域	マ シ ー フ	花 崗 岩	鉱 脈 型
1949	アメリカ合衆国	ニューメキシコ州 Todilto 石灰岩中の鉱床, Haystack 鉱山	コロラド高原	石 灰 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1949	アメリカ合衆国	ユタ州 Marysvale 鉱山	マ シ ー フ	石英モンゾニ岩〜花崗岩	鉱 脈 型
1949	フランス	中央山塊 Lachaux 地域	マ シ ー フ	花 崗 岩	鉱 脈 型
1949	オーストラリア	北濠 Rum Jungle 地域	楕 状 地	変質粘板岩	鉱 脈 型 (鉱 染)
1950	アメリカ合衆国	ニューメキシコ州 Jackpile 鉱山	コロラド高原	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1950	アメリカ合衆国	アリゾナ州 Monument No.2 鉱山	コロラド高原	礫 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1951	アメリカ合衆国	ニューメキシコ州 Grants, Poison Canyon 地域	コロラド高原	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1951	アメリカ合衆国	南ダコタ州 Black Hill 地域	コロラド高原	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1952	カナダ	サスカチワン州 Beaverlodge 地域 Gunnar 鉱山	楕 状 地	閃 長 岩 (花崗岩源)	鉱 脈 型 (鉱 染)
1952	アメリカ合衆国	ユタ州 Lisbon Valley 地域 Mi Vida 鉱山等	コロラド高原	礫 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1952	アメリカ合衆国	ユタ州 San Rafael Swell 地域 Delta 鉱山	コロラド高原	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1953	カナダ	ヒューロン湖地方 Blind River 地域	楕 状 地	変 成 礫 岩	堆 積 型 (変成礫岩型)
1953	フランス	ブルターニュ山塊 Vendée 地域	マ シ ー フ	花 崗 岩	鉱 脈 型
1954	アメリカ合衆国	ダコタ・ワイオミング両州古第三紀層地域	コロラド高原型に対比	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1954	オーストラリア	クインズランド州 Mary Kathleen 地域	楕 状 地	ス カ ル ン	鉱 染 型 (接 触)
1955	アメリカ合衆国	ニューメキシコ州 Ambrosia 湖地域	コロラド高原	砂 岩	堆 積 型 (砂 岩 型)
1955	日 本	中国マシーフ内人形峠地域	マシーフ花崗岩を掩う新第三紀層	礫 岩, 砂 岩	堆 積 型 (礫岩砂岩型)

すなわちアメリカ合衆国が堆積型に属するコロラド高原の“カルノー石鉱床”を開発していたほかは、全部が鉱脈型による生産で、生産のほとんど全量が世界的に著名な Shinkolobwe(ベルギー領コンゴ)、Great Bear Lake(カナダ)、Joachimsthal(チェコ)、Urgeirica(ポルトガル)の鉱脈産のものであった。

	生産量 t (U_3O_8 量)	鉱床タイプ
ベルギー領コンゴ	700	鉱脈型
カナダ	525	鉱脈型
アメリカ合衆国	32	堆積型 (コロラド高原型)
チェコスロバキア	10	鉱脈型
ドイツ	9	鉱脈型
ポルトガル	4	鉱脈型

終戦後の動向は、逐次発見された大規模のウラン資源とその鉱床タイプを示す第1表(前頁)に示される⁽²⁾。ここにあげられた重要なウラン鉱床21を大別すれば、堆積型(変成礫岩型を含む)13、鉱脈型(鉱染型を含む)8であって、重点が戦前の逆になったことが示されるが、一鉱床の規模としては、おおむね堆積型の方が桁違いに大きいので、両型の潜在力の開きはいよいよ著大となる。

Nininger氏は、昨年のジュネーブ会議で、この関係を、埋蔵量の観点から図化して表わして発表⁽⁶⁾したが、これによれば、1946年世界の列強にさきがけて、フランスが国家的事業として探査を開始した当時とは全く逆に、1954年からは“堆積型”と“礫岩型”^{*}が往時の鉱脈型に代って、全埋蔵量の90%を占める重要度を示してきた。(第2図)

第2図 自由国家諸国におけるウラン資源の
鉱床タイプ別鉱量百分率

日本のウラン探査は、欧米先進国に比して、開始後日が浅く、前に述べたように国内資源の全貌はもとより、数において既に相当数に上っている鉱脈型につい

ても、まだ見るべきものを把握していないが、堆積型については、人形峠鉱床の探鉱が予想以上に順調に進んだ結果、資源としての規模、潜在力の点で、その重要性が確認されてきた。

3. 堆積型鉱床

日本の堆積型鉱床には、マシーフの主要部を構成する花崗岩よりも古い堆積岩中のものと、花崗岩以後の若い堆積岩中のものがあるが、現在までに知られた範囲では、後者が重要である。

(1) 古い堆積型鉱床

花崗岩以前のものとしては、古生層のチャート、粘板岩、同ホルンフェルスなどの累層中に介在する層状マンガン鉱床の内部またはこれに接する母岩の一部に、ウランの局所的な集中が見られることが知られてきた。

浜地忠男⁽¹⁶⁾氏によれば、野田玉川鉱山のホルンフェルス母岩中には、その黒雲母中の包有物としてごく微細な閃ウラン鉱の存在が明らかにされた。またそのマンガン鉱体および母岩中の割れ目に沿い、閃ウラン鉱を伴う硫化鉱物石英脈の細小脈が存在し、その採取標本品位は、0.03%内外、特に濃集部の最高は0.57% U_3O_8 を示す。この鉱床は明らかに花崗閃緑岩の接触影響を受けており、これとウランの鉱化作用との関係は明らかではないが、ウランの集中が質的にも量的にも低度であるから、いずれにしても syngenetic なウランの域を脱していないと考えられる。ただし、割れ目中の硫化鉱物類に伴ってのウランの集中は、小規模の熱水性鉱化作用を想わせるが、全体的には、きわめて一局部の限られた量であって、ウランの注入・追加が伴われたとしても、結果からみて些少なものであったと想像される。しかし、花崗質岩石の接触変成のために、ある範囲内におけるウランの移動と、それに伴う集中が行われた疑いは充分ある。

このほか岩手県の日鉄花輪、栃木県加蘇、愛知県田口、岐阜県栗木、滋賀県五百井などの同タイプのマンガン鉱床中に、局所的には U_3O_8 0.01~0.02%、一般には0.00%を示すものがある。これらの鉱床の大部分は、多かれ少なかれ花崗岩の contact effect を蒙っているが、特に高品位部は見出されない。海外にはこの程度のウランを含む黒色頁岩類^{**}の莫大な存在が早

* 本稿で称する「堆積型」のグループに入る性格のものである。

** 米の Chattanooga Shale, ソ連の Leningrad Shale など。スウェーデンの Alum Shale はやや特殊の例である。

くから知られているが、低品位のため、現在は開発の対象から外され、将来の資源としてみられている。

また最近マシーフ地域以外の三波川系結晶岩中および北海道日高系中の含銅硫化⁽¹⁷⁾鉄鉱々床の一部に、局所的な含ウランが報告されている。現在までの概査の程度では、これも前に述べた程度のおそらくはsyngeneticなウランに基づく局所的な低度の集中であって、これまた経済的な意義をもつことを期待することは困難であろう。

(2) 若い堆積型鉱床

花崗岩以後の、若い堆積型鉱床は現在次のようなものが知られている。

人形峠鉱床（鳥取・岡山）上部中新統乃至下部鮮新統大内炭田の含ウラン層（宮城）下部乃至中部中新統小芋沢鉱床（山形）中新統（台島統）

これら3鉱床は、マシーフ内において、主として花崗岩を基盤として堆積した新第三紀層という点で共通性があり、前二者は淡水性内陸盆地の生成と見られている。山形県のは、いまだ調査・探鉱が進展していないが、大体前二者に準ずるものであろう。

この中、ウラン鉱床としての調査・探鉱が最も進んでいるのは人形峠鉱床である。

第3図 人形峠位置図

Ⅱ. 人形峠鉱床

1. 概説

1955年11月発見以来、今までに明らかにされたことを概説すれば、その分布範囲は、人形峠を中心として、北方に約15km、東方に約20kmの間断続分布して、すこぶる広大な面積を占めることが知られてきた。(第4図参照) 同時にその鉱床状況ならびに鉱石の性質も明らかになってきた。すなわち鉱量は100万t単位の規模であり、1鉱床単位としては国際級レベルに達する。また品位は簡単な操作*で0.1% U_3O_8 に上る。

また鉱石は、ウラン鉱物として、新鉱物「人形石」Ningyositeを含むが、これは酸にすこぶる溶け易く、したがってこの点では普通の海外鉱石よりも処理の容易なことが実験的に知られてきた⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾。すなわち、この鉱床は、量的にも質的にも甚だ有力なもので、日本の原子力開発用核原料の自給に大きな寄与をなすであろうことが確認されつつある。したがって人形峠鉱床の拡がりを更に追跡するとともに、このタイプの新鉱床を他地域に探索することが、原子燃料自給率向上の点から、最も重要な課題となってきた次第である。

ここにその探査上の考え方を述べるが、順序として、この考察の基礎となるべき人形峠鉱床の性格、特徴を、基盤花崗岩に関する問題と、堆積構造関係の2点に集約して説明する。

2. 基盤花崗岩

(1) この地域の花崗岩の特徴

この鉱床の基盤をなす花崗岩は、主として黒雲母花崗岩および閃雲花崗岩から成り、一部にはアブライト質花崗岩体の露出が見られ、また貫入時代も一様でなく、前後の順序があるようであるが、ここではこれらを一括して花崗岩と称する。その分布は三朝地域から倉吉、人形峠にかけて広い地域に連っている。この地域の花崗岩は他地域のものに比べて、可溶性のウランの含有が、少なくとも部分的には著しく高いという特徴をもっている。

一般に花崗岩々体内の放射性物質が、ジルコン・燐灰石・榍石・ゼノタイム・モナズ石・褐帘石・トール石などの微粒の放射性鉱物として存在することは古くから知られている。この種の放射性物質は、主にウランとトリウムであり、特に後者の方が比較的多量である場合が多いが、これらの鉱物は、比較的物理的にも

* 破碎、水洗、篩分けで、0.04から0.1% U_3O_8 に容易に上る。

第4図 倉吉・人形峠地域地質概念図

また化学的にも安定度の高いものであるから、母岩の風化の際にも、分解してウランが leach されることはほとんどないのが普通である。したがってこの種の鉱物類は可溶性のウランの主な根源とはなりえない。

Larsen¹⁰⁾らの行なった leaching の研究によれば、花崗岩*の主成分鉱物であるペルト長石・石英・斜長石・黒雲母・角閃石・紫蘇輝石などが可溶性ウランを含んでおり、その含有状況は斜長石と有色鉱物類中に著しく多い。同時に岩石中の可溶性ウランというのは、その岩石の主成分鉱物中のものが大部を占めていることが報告されている。

早瀬一氏¹⁴⁾は三朝地域の花崗岩につき、その主成分鉱物の結晶構造内部やその間隙中に存在する可溶性の放射性物質が、他地域の花崗岩中のものにくらべて著しく多いこと、そしてその“leachable radio-active elements”は、主として熱水作用により沈澱したものであろうと述べている¹⁵⁾。

この放射性物質が何であるか、今後の究明が必要であるが、前記 Larsen の研究結果などからみて、これがウランである可能性が高い。

以上述べたように、この地域の花崗岩はその主成分鉱物中に含まれる可溶性ウランが、他地域のものにくらべて著しく多量であると見られるが、またこの地域の花崗岩は倉吉南方でよく調査⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾されているこ

とであるが、小鴨・円谷・よころ谷地区を代表とするウランの鉱脈や鉱染鉱床あるいは破碎帯に沿う鉱化帯など、多くは小規模で不規則な熱水性の鉱床または鉱化帯多数を胚胎している。(第4図参照)そしてウランは初生鉱物のコフィン石の形で含有され、地表およびそれに近い地下の酸化帯では、二次的に燐灰ウラン鉱、燐銅ウラン鉱などに变化して存在していることが明らかにされている。したがってこのような花崗岩が風化・分解すれば、そのウランは地下水や、また所によっては温泉水**などに溶けて容易に移動することが考えられる。すなわちこのような形で胚胎されている可溶性ウランの量もまたすこぶる大量に達しているに違いない。

このようにこの地域の花崗岩中のウラン包蔵の総量は莫大なものであり、このような含ウラン花崗岩は、人形峠タイプの鉱床の最も有力なウラン供給者であると考えることができよう。

(2) 人形峠鉱床のウランの供給源としての考察 人形峠鉱床⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾はこのような花崗岩を基盤

* 代表サンプルとして中生代の底盤塊の一部である南 California 州 Rubidoux 山産の粗粒花崗岩が使用された。

**関根節郎氏らによれば三朝の温泉水の含ウランは平均 0.3γ/l, 最高 1.6γ/l を示す。

として、その浸蝕面の低地に沈澱した淡水性*の盆地堆積層の一部である基底礫岩ないし含礫砂岩中にウランを含むもので、ウラン鉱床とみなされるものは、花崗岩の不整合面上の厚さ2～3m、厚い所で5m**程度の範囲である。砂岩はアルコーズであり、礫岩のmatrixは大部分花崗岩の分解物から成り、礫も花崗岩礫が多い。花崗岩礫として U_3O_8 0.03%を含有するものが存在することが知られている。したがってこの堆積層の構成物の大部分は、当時の周囲の花崗岩の高地から供給されたものと推定される。前に述べたようにこの地域の花崗岩はいろいろの形で可溶性ウランを比較的多量に包蔵しているから、堆積型ウラン鉱床の供給源としては、普通一般の花崗岩にくらべて特に好条件を具えていたことが推考される。

この供給源から可溶性ウランが移動して、鉱床が生成されるまでの過程については、今後の調査・研究資料の蓄積をまわって推論を試みたいが、このウランの移動は、花崗岩の風化分解物中から、主に地下循環水により、また一部のウランは、おそらくは現在の三朝温泉のような温泉水の、地下からの注入によっても行なわれ、あるいはもしかしたら温泉作用によるウランの追加が行なわれたことも想像される。

2. 人形峠鉱床の堆積構造とその構造支配

人形峠地域では、鉱床は東西方向に4kmにわたって断続**し、その間、層厚、岩相には概して大きな変化

は見られないが、南北方向へは長く続かず、両端ではかなり急激に尖滅し、上位層がアバットして直接花崗岩基盤を掩うのが普通である。(第5図参照)

また巨視的にみれば、この含ウラン層はほとんど水平に堆積しているが、詳細にみれば、花崗岩の不整合面の起伏に伴って、5～10°の初生の緩傾斜を示す場所が少なくない。また堆積後の地質構造的な変化は、小規模な断層や破碎帯を除いては、褶曲構造や擾乱帯などはみられない。したがって小刻みなブロック運動以外には著しい地殻変動は蒙っていないとみなしえよう。

第6図 人形峠地域鉱床分布図

そこで堆積当時の花崗岩基盤の表面の地形は、現在の不整合面で表現されている地形とほとんど変わらないと推定される。すなわち現在地下に埋没している不整合面の地形を探知すれば、このものから、堆積当時の堆積構造を判定することができると考えられる。

試錐または探鉱坑道掘進の作業が進捗した結果、地下の不整合面の形状と鉱床の堆積構造との関係がよくわかって来たのは峠・夜次・中津河～恩原の3地区である。(第6図参照)

峠地区における不整合面の地下等高線図に坑道内諸地点のウラン品位を記入し、さらに断層に沿う部分や地表に近い坑口付近などの酸化帯におけるウラン品位の二次的变化を、推定的に復元して鉱床生成当時の品位分布を

第5図 人形峠鉱床南北方向地質断面概念図

* 淡水生棲種の珪藻化石多数を含む泥岩層が介在する。

** 部分的には厚さ10m程度に達するものがある。

** 鉱床が切られている部分は、多くは後の浸蝕作用のため失われたものである。

第 7 図 人形峠鉱床峠地区における富鉱帯の分布(不整合面のチャンネルに沿う)

想定して、これを記入してみると第7図のような谷状の低地帯やチャンネルに沿って高品位部や富鉱帯が分布している状況が明瞭に表われた⁽³⁾。

なお峠地区北部貧鉱地帯の5号坑内において幅10m余りのきわめて小型のチャンネルの存在が確認されたが、チャンネル個所には小規模ながら基底礫岩を有する標式的の堆積構造が存在し、その礫岩中には、南部の富鉱帯同様に人形石を含有する高品位鉱床が生成されている。(第8図参照)

第 8 図 人形峠鉱床峠地区5号坑内295m附近の小チャンネル地質断面概念図

第8図に示される中津河～恩原地区の地下状況は、40数本、延べ5,000m余に達する試錐による格子状調査(grid survey)を行なってえられた不整合面の地下等高線図に、きわめて明瞭な盆地状のチャンネル地形(およそ幅400m、長さ800m、深さ20～60m)が表わされたが(次頁第9, 10図参照)、これに地下検層によるウランの推定品位を記入してみると、富鉱体の形はチャンネルの形にほとんど全く一致していることが明らかになった。ことにこの盆地内では東流する底流水が、東側でダムにせき止められたかのような地形を呈しており、そのために生じた底流水の停滯のため、一層高度のウランの集中をみたものと想像される。なお、このチャンネル個所の含ウラン層は、高品位であるとともに層厚も厚く、10m程度に肥大している部が少なくない。

夜次地区は、峠地区から東流したチャンネルの中心帯にあたり、最も高品位の礫岩層がよく発達して分布するが、低い丘陵地をなしており、地表から浅い部分が多いため、酸化作用を広く蒙っており、したがって溶脱が著しく行なわれた結果、二次的に品位の低下を来たしたと推定される鉱床部分が広く見られる。それにもかかわらず3地区のうちで最も高品位を示す地区である。

以上3地区の調査・探鉱の資料から明らかになったことは、高品位部の生成は、明瞭に花崗岩の不整合面の形態すなわちその上の堆積層の堆積構造に支配されているということである。この現象は開発目標となるべき高品位鉱床の所在の探知に重要な鍵を与えるものと考えられる。人形峠地域に連なる隣接地域の新発見の含ウラン堆積層についても、いくつかのチャンネル構造の存在が確認されつつあるので、まずこのような堆積構造が形成されている個所を探索したうえで、その地区に試錐の格子状調査を行なう探鉱方針がとられている。

この現象は既にアメリカのコロラド高原上の堆積型鉱床について知られており⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾、その探鉱方針も前に述べたものと同様であるが、高品位部を探りあてる確率は、経験上50～60%といわれている⁽¹⁸⁾。

第 9 图 中津河·恩原地区地下潜在铀床分布概念图

第 10 图 中津河·恩原地区地下潜在鉄床地質断面概念図

Ⅱ. 人形峠型新鉱床の探査上の問題点

人形峠鉛床の資源としての重要性和、その鉛床地質学的な性格や特徴に関して述べたが、このような鉛床と同じタイプのを新しく探索する問題について、次のような考え方を提案したい。

1. 基盤花崗岩に関する事項

この型の鉱床のウランの供給源は、堆積当時の盆地の後背地すなわち周囲の高地を形成していた花崗岩であり、これは基盤花崗岩に連なるものであるから、こ

の鉱床探索の第一の問題は、比較的放射能の高い、特に可溶性ウランを包蔵している、たとえば三朝～倉吉地域のような花崗岩地域をまずえらび出すことである。

そのためには、全国各マシーフの花崗岩につき、岩石学的調査・研究ならびにこれを母岩とする鉱床、鉱化帯あるいは破碎帯などについての放射能異常調査、可溶性ウラン胚胎の程度などを調べることがまず必要である。

現在わかっている範囲では、“裏日本マシーフ”内の山形県東田川郡朝日、大張両鉱山を含む地域の花崗岩、“中国

マシーフ”内の岡山県々南地域の一部などがこの条件を具えている花崗岩の例であると考えられる。

2. 若い堆積型鉱床の堆積構造と構造支配に関する事項

前項のような条件を具えた花崗岩地域において、花崗岩基盤上に沈積した内陸盆地淡水堆積層を探索し、この若い堆積層がたとえ僅かでも可溶性ウランを含むことを知ったならば、この含ウラン層下底部の堆積構造、花崗岩の不整合面の形状などを地表精査、トレンディング、試錐、地震探鉱、電気探鉱（比抵抗法）などの方法を適宜用いて吟味し、チャンネル構造を追求する。すなわち不整合面が低下している窪地、小盆地、チャンネルなどの存在個所を探索する。チャンネル構造の一部が地表で発見されたら、ウランの有無にかかわらず、その延長を追跡するために、引続き前述の探鉱方式を適宜組合せて実施する。地下潜在の深さいかににより、電気探鉱（比抵抗法）、地震探鉱、試錐の各方式を使い分けるが、最終的には試錐作業による精密な格子状調査を行なってチャンネルの全貌を把握し、さらに地下検層を丹念に実施して鉱床の所在、高品位部の分布状況を確認する。

以上の順序と方法で、人形峠型の新鉱床の探査を能率的に行なおうとする考え方である。

(1959年 5月2日 受理)

— 参考文献 —

- (1) R. NININGER : "*Minerals for Atomic Energy*", 2nd Edition, (1956), N. Y.
- (2) 佐藤源郎 : 'ウラン資源について', 第1回原子力シンポジウム, 一般講演 (1956).
- (3) 佐藤源郎, 東郷文雄 : '人形峠・倉吉および三吉'

- 鉱山における探鉱成果', 第2回原子力シンポジウム (B-65), (1957).
- (4) M. SATO: 'On the Results of Prospecting for Promising Uranium Deposits in Japan', *Geneva Conference Paper*, 1359, (1958).
- (5) T. MURAKOSHI, K. KOSEKI: 'Summary of Geology and Mineralogy of the Uranium and Thorium Deposits in Japan', *Geneva Conference Paper*, 1360, (1958).
- (6) R. NININGER: 'Geologic Distribution of Nuclear Raw Materials', *Geneva Conference Paper*, 862, (1958).
- (7) Van ROYEN, O. BAWLES: 'Atlas of the World Resources', (1952), New York.
- (8) 天沼倂, 山下利, 村野徹, 芦沢峻, 渡辺昌介: '人形峠鉱山鉱石の粗製錬に関する基礎試験 (A) 硫酸浸出試験について', 第3回原子力シンポジウム (Ⅶ-2), (1959).
- (9) 金沢一雄, 山下利, 大塚勝幸, 安孫子進朗: '人形峠鉱山鉱石の粗製錬に関する基礎試験 (B) 塔式磨砕粉砕機中の硫酸浸出について', 第3回原子力シンポジウム (Ⅶ-2), (1959).
- (10) Q. S. LARSEN, Jr. G. PHAIR, D. GOTTFRIED, W. S. SMITH: 'Uranium in Magmatic Differentiation', *Geneva Conference Paper*, 17 (1955).
- (11) 関根弟郎, 貴志晴雄, 望月常一: 'ウラン鉱床の化学探査について (天然水を対象とする場合)', 地質調査所調査研究発表会講演, (1959).
- (12) V. E. MCKELVEY, D. L. EVERHART, R. M. GARRELS: 'Origin of Uranium Deposits, Economic Geology', 15th Anniv. Vol., (1955).
- (13) M. ROUBAULT, R. COPPENS: 'Migration of Uranium in Crystalline Rocks and the Genesis of Certain Deposits', *Geneva Conference Paper*, 2346, (1958).
- (14) 早瀬一: '三朝付近の花崗岩の放射能的特徴と三朝温泉沈澱物の放射能', 岡山大学温泉研究所報告 18号, (1957).
- (15) 早瀬一: '三朝・倉吉地方の花崗岩質岩石中の長石および黒雲母の放射能', (未公表).
- (16) 浜地忠男, 坂巻幸雄: '岩手県野田玉川鉱山のウラン鉱床', 地質調査所調査研究発表会講演, (1959).
- (17) 山田敬一, 斎藤正雄, 番場猛夫, 沢俊明, 松村明, 五十嵐昭明: '北海道におけるウラン探査の概況', 地質調査所調査研究発表会講演, (1959).
- (18) N. KATAYAMA, Y. SATO: 'The Sedimentary Environment of the Uraniferous Beds of Ningyō Pass', *Sci. Paper, Colleg. General Education*, Univ. Tokyo, 7 (1957).
- (19) 片山信夫: '人形峠のウラン鉱床', 化学と工業, 10, 411 (1957).
- (20) N. KATAYAMA: 'Genesis of the Uranium Deposit in Tertiary Sediments in the Ningyō-Tōge Area, Western Japan', *Geneva Conference Paper*, 1356, (1958).
- (21) 久保恭輔, 村野徹: '人形峠新第三系とウラン鉱床', 第2回原子力シンポジウム (B-67), (1957).
- (22) W. L. STOKES: 'Primary Sedimentary Trend Indicators as Applied to Ore Finding in the Carrizo Mountains', *Ariz. and New Mexico*, Pt. 1, USAEC, RME-3040, (1953).
- (23) R. J. WRIGHT: 'Ore Controls in Sandstone Uranium Deposits of the Colorado Plateau', *Econ. Geol.*, 50 (1955).
- (24) I. J. WITKIND: 'Channels and Related Swales at the Base of the Shinarump Conglomerate, Monument Valley', *Ariz. U.S.G.S. Prof. Paper* 300, (1956).