

## 講演要旨\*

### 堆積岩に伴う日本のウラン鉱床の問題点

肥 田 昇

「日本のウラン鉱床の問題点」というより、今日の研究発表会のこれから進められて行く各発表の序としたい。

日本のウラン鉱床、とくに堆積岩に伴うものについて数年来ウラングループとして調査研究を進めてきたが、現在進行中ながら、概括的には、代表的な地域についてその大要をまとめる段階に到ることができた。

北の方から、北海道南部、秋田一岩手県、新潟一山形県、宮城県大内、岐阜県東濃、京都府奥丹後、岡山一鳥取県、島根一広島県、および鹿児島県垂水などの各地域に分布している堆積岩に伴うウラン鉱床について概観すると、

- 1) ウラン鉱床はいずれも花崗岩類を基盤とし、主として湾入部・湖沼・河川を埋めた礫岩・砂岩・凝灰岩・夾炭層などの一部に存在する。
- 2) 含ウラン層の地質的区分は中新世のものが多く、一部中新世一鮮新世のものが含まれている。これらの堆積岩は、それらに産する植物化石などによって、その種類とその保存の良さから比較的温暖な気候と、静穏な環境のうちに堆積している。
- 3) ウラン鉱床中に含まれるウラン鉱物としては、閃ウラン鉱・人形石・ウランフェン・コフィン石・燐灰ウラン鉱・燐バリウムウラン石などである。
- 4) ウラン鉱床を形成したウランの起源については、これからの発表者によって明らかにされるが、現在のところ基盤花崗岩中のウランの溶出後、沈殿濃集したと考えるのが適当であるが、一方また局所的にはある意味での「熱水性」起源の考え方もなされている。

いま、今日の話をつら易くするために、外国のおもなウラン鉱床：南アの Witwatersrand, カナダの Blind River, アメリカのウラン鉱床の簡単な地質と鉱床、地質時代などについて説明し、さらにウラン鉱床の分類の1例として、片山信夫教授の同時生成型、地下水型、再結晶型について簡単に紹介する（以上表によって説明）。

（鉱床部）

### 人形峠地区のウラン鉱床の層準

小 村 幸 二 郎

鳥取県と岡山県との境界部に位置する人形峠付近には峠鉱床をはじめ、広い区域にわたって、後生堆積型ウラン鉱床が分布している。これらの鉱床は、本邦ではじめて発見、開発された堆積型鉱床として、資源的にも地質、鉱床学的にも注目され、現在、動力炉・核燃料開発公団によって採掘および探鉱されている。

この付近の地質は、基盤となっている三郡変成岩類・木地山層群・山陰型花崗岩類と、これら在不整合におおる新第三紀中新世の西郷層・河原層、鮮新世初期の堆積物とされている三朝層群、および大山火山噴出物を主とする第四紀最新世の地層によって構成されている。これらのうちでウラン鉱床を含むのは三朝層群だけである。

三朝層群は、火山砕屑岩を主とする湖成堆積岩からなり、一部に河成および陸成堆積岩を伴う。本層群は、岩相によって、上位の中津河（高清水）層と下位の人形峠層・小鹿層とに区別され、全体の厚さは約 500m と推定されるが、現在は、その大部分が削剝されているので、厚さ 200m 前後が分布しているにすぎない。本層群は、人形峠付近をほぼ北東-南西方向に走る基盤の隆起部（高清水一高山脊梁帯）を境として、北部の三朝湖盆と南部の人形峠湖盆とでは、下に示すように、岩相を若干異にする。

人 形 峠 湖 盆	三 朝 湖 盆
中 津 河 層	白 兎 層
凝灰角礫岩	砂岩・礫岩
火山礫岩	中 津 河 層
火山礫凝灰岩	凝灰角礫岩
軽石凝灰岩	火山礫岩
砂岩・礫岩・泥岩	軽石凝灰岩
含珪藻泥岩	砂岩・礫岩・泥岩
人 形 峠 層	小 鹿 層
砂岩・礫岩・泥岩	流紋岩質凝灰角礫岩 <small>（村山・山田・大沢, 1961）</small>

含ウラン層としてもっとも重要視されるのは人形峠層で、これは、岩相によって、上部・中部・下部に区別される。上部層は、緑色の細粒凝灰岩をはさむ砂岩・礫岩・泥岩の不規則互層からなり、50m以上の厚さをもつ。中部層は、泥岩または泥岩と砂岩との縞状互層からなり、10~20mの厚さをもつ。下部層は、いわゆる基底礫岩に

\* 月例研究発表会講演要旨

昭和43年1月26日本所において開催

相当し、2~7mの厚さをもつ。礫の多くは基盤花崗岩に由来する。

ウラン鉱床には後生堆積型鉱床のほか、鉱脈状鉱床が知られている。

後生堆積型鉱床は、礫岩・砂岩・泥岩等を母岩とし、人形峠層と中津河層中部以下の層準に限定されて賦存する一方、基盤の古地形に強く支配されて胚胎する。鉱床は、これらの層準中に、礫岩および砂岩を母岩として胚胎することが多く、泥岩中に胚胎する例は少ない。このような産状は、母岩の透水性の差に主として基因するらしく、例えば、砂岩中の鉱床の上限がその上位にのる泥岩との境界にまったく一致することが少なくない。三朝層群堆積以前に基盤に刻まれた河川の跡は「チャンネル」と呼ばれ、この地域のウラン鉱床を形成する要因となった含ウラン溶液の流路として重要な役割を果たしている。従って、鉱床は、ほとんど例外なく、「チャンネル」の底部かまたはその翼部に胚胎している。

鉱脈状鉱床は中津河本鉱床地区において発見された。この種の鉱床には①基盤花崗岩とこれを不整合におおってその上位にのる人形峠層を切る断層に沿う含ウラン粘土脈と、②花崗岩を貫くアブライト岩脈および岩質不明瞭な岩脈中の割目やこれらの岩脈と花崗岩との境界面に沿って形成された含ウラン粘土脈とがある。また、アブライト中に人形石が鉱染状に含まれていることもある。しかし、これらの鉱床の成因については、いわゆる鉱脈として形成されたものかまたは堆積型鉱床と同様の機構で形成されたものか、未解決である。

鉱石鉱物のおもなものは人形石・燐灰ウラン石および閃ウラン鉱である。人形石は非酸化帯中に、後2者は酸化帯中に産する。これらのほか、中津河南鉱床で zippeite がみいだされている。(鉱床部)

岐阜県土岐市~瑞浪市地域の紹介

矢崎清貫・島田忠夫

筆者らがここで紹介する異常地は、東濃地域のウラン鉱床開発の端緒となった第1露頭、第2露頭がある。このほか、河合・和合・月吉・明世および月吉トンネルの上などの異常地が含まれている。とくに林技官によって発見されたビッチブレンドの異常は、今までに本邦において発見されていないことから、とくに銘記しなければならない。

これらの地表異常地に付け加えて、最近では、動発事業団東濃事務所の計画的な探鉱によってさらに多くの坑井異常地が発見されている。とくに筆者らが紹介する範囲内には、土岐市北部の賤洞から月吉につらなる一連の異

常地が発見されている。このウラン異常群は、月吉鉱床と呼ばれ本地域でもっとも胚胎面積の大きい鉱床である。

本地域のウラン異常地の大部分は、基盤花崗岩直上(不整合面)から50m内外の堆積層中に確認されている。一方本地域の堆積形態は、アバット状を呈している。したがって本地域の各ウラン異常は、必ずしも特定の一定層準に発見されていない。

地表における代表的なウラン異常地の層準を示すと次のようになる。

時代	異常地名
生俵期 山野内期	(不整合) 山野内
戸狩期	月吉トンネルの上
月吉期*	池の付近 明世温泉 和合・明世・和合学校・賤洞 (一部不整合)
土岐期	第1露頭・第2露頭 河合

先土岐期(花崗岩)

\* の中には、従来の本郷層が含まれている。 —20,000cpm以上

以上のように本地域のウラン異常地は、本地域に分布する中新世の各地層中に含まれている。しかしウラン品位ならびに異常頻度からみれば、中新世下部の層準に多くの強い異常が確認されている。また多くの共通する場として、基盤花崗岩直上50m内外の堆積層中の比較的砂岩相を呈する岩質の中に含まれることが多い。このようなことから本地域のウラン異常地を胚胎する層準は、同時面的規定はむしろ副次的であって、環境的要素が先行するように思う。(燃料部)

ウラン鉱床の胚胎の層準

岐阜県瑞浪市岩岩~可児郡御嵩地域の紹介

鈴木泰輔・坂巻幸雄

東濃地域の北部に位置する表題地域について、主として層序の見地からウラン濃集地点との関連を述べる。

東濃地方にウランが発見されて以来、多くの調査がなされ、異常地点も数多く確認されるに至ったが、瑞浪北方地域に限り必ずしも地質層序が確立されていなかった。

本研究は主として土岐夾炭層中の岩相や炭層対比、およびその上位に重なる本郷層との境界問題を取上げ、この地域の重要な含ウラン層となっている夾炭層の堆積機構に触れようとしたものである。

従来、この地域は基盤岩類の露出部を境として西方を

可児地区、東方を土岐地区と呼び、両地域に分布する夾炭層は古くから同一層準の地層として扱われていたが、個々の炭層対比について言及したものはなかった。

筆者らは土岐・可児両地区の夾炭層を調査した結果、可児地区御嵩地域において“第3層”と呼ばれる2～3mの主要稼行炭層上と土岐地区日吉地域で“本層”と呼ばれる7～10m以上に達する稼行炭層上にそれぞれ凝灰質頁岩の存在をみつけ、鍵層となることを確認した。また、これら両地域の層序関係が互いに類似することから両地域の炭層対比が可能であるとの結論を得た。この結果、可児地区の夾炭層は土岐地区に較べ厚層であり、日吉地域においては可児地区に発達する夾炭層上半部がまったく欠除していることになる。

土岐夾炭層と本郷層との境界についてみると、日吉地域で両者の明瞭な境界が観察できるのは深沢・南垣外および平岩の3カ所である。これらの地点では“本層”上に鍵層となって存在する1～3mの凝灰質頁岩が本郷層基底の不整合によって削剝を受けている。

一方、可児地区における夾炭層と本郷層との関係は、堆積盆中心部の御嵩地域では日吉地域と異なってむしろ平行不整合的な型をとっている。

次に両地域における岩相上の相違をみてみると日吉地域に粗粒物が圧倒的に多く、可児地区は淘汰よく細粒が多い。

また、夾炭盆地の大きさは花崗岩を基盤とする日吉地域が小で、主として古生層を基盤とする可児地区が大である。

以上の事実から御嵩・日吉両地域の夾炭層を検討すると両地域の堆積の場の違いが浮かび上がる。御嵩地域の“第3層”，すなわち日吉地域の“本層”が堆積し、凝灰質頁岩が堆積した時期までは両地域とも同じような堆積環境にあったが、それ以後は堆積盆の大きさその他から可児地区のみ沈降が進み夾炭層上部が発達した。その間日吉地域はほぼ静止の状態にあったのではなからうか。

これを要約すると可児地区の夾炭層上半部に相当する部分は、日吉地域においては上位の不整合によって多少の削剝は受けたにしろ、その大部分が最初から堆積しなかったのではないかと推定したい。

次にウラン濃集の層準について述べる。

41年末までに発見された各ウラン異常地点の層準を、先に述べた層序にプロットしてみると、土岐夾炭層中と本郷層中に発見されている。このうち、夾炭層中に俄然多く、本郷層中は数が少ない。さらにそれ以上の地層中にはこの地域に限ると皆無である。

夾炭層はこの地域の新第三紀中最初の堆積物であり基

盤岩と直接している。

本郷層は基盤岩および夾炭層を不整合に覆う地層であり、同層中の異常地点はほとんど基盤と直接するかあるいは背後に基盤花崗岩を控える位置に見つかっている。

夾炭層・本郷層両層中の異常地点はいずれも基盤花崗岩と水平的にも垂直的にも密接な関係を有する位置に存在する。

一方、この地域には瀬戸層群の土岐砂礫層が広く分布し、とくに地域北方では花崗岩と直接しているが、ウランの濃集はみられていない。ウラン濃集が基盤花崗岩からの溶脱・沈殿による後生的成因とすれば土岐砂礫層は常に花崗岩の尾根上にあり、影響を受けにくい位置に分布していることで解釈できる。

このことは夾炭層についても同様の解釈がなり立つ。本郷北東方の宿～宿洞にかけては花崗岩と直接して夾炭層が分布しているがウラン異常は見つかっていない。この地域は夾炭層が薄くかつ花崗岩ともども、上位の地層に厚く覆われ地下水が花崗岩に達しにくい地形となっている。また、花崗岩の露出部があっても夾炭層には地形的に花崗岩を通った水が影響を与えにくい位置にある。

以上要するにこの地域のウラン濃集はさまざまな濃集機構が介在するにしても根本的には基盤花崗岩由来のウラン溶液が直接的あるいは、間接的にも通過した場所、換言すれば微量ウランを含む地下水を帯水層として受入れられる位置に存在する地層中のみにみいだされるのではないかと考える。

(燃料部・鉱床部)

#### ウラン鉱床の胚胎の層準

#### 広島県三次市北部地域の紹介

小尾五明・鈴木泰輔

広島県三次市の北東方、比婆郡口和町一帯で中新統備北層群下部層中に、1965年10月発見された放射能異常点について行なったこれまでの調査・研究の結果を簡略に紹介する。

現在同地域に分布の知られている基盤岩類は、白堊紀から第三紀初期にかけて逐次形成された高田流紋岩類・花崗斑岩・黒雲母花崗岩などの一連の酸性岩コンプレックスである。これらの基盤岩類を不整合におおって備北層群が盆地内の低い部分をうめて発達している。口和町の備北層群は浅海相を示す堆積物からなる。岩相上は基底礫岩にはじまり、砂岩・シルト岩からなる下部層と、その上位に整合にかさなるシルト岩を主とする上部層におおむね2分され、三次～庄原盆地をはじめ双三郡・神石郡など備後北部一帯に分布している本郷層下・上部層にそれぞれ一応対比される。

下部層の層厚は5~45m程度で地域南西方に薄く、東から北方に厚くなる傾向を有するが、基盤地形の凹凸によって局地的にはかなり変化した層厚をとる。砂岩はアルコーズ中~粗粒砂岩が主で、北部ではやや細粒となる。礫岩は中~巨礫にわたり花崗岩類の礫がもっとも多く、次いで高田流紋岩類や安山岩の礫が多い。マトリックスは粗砂からなる。本部層中から *Cyclina* sp., *Dentalium* sp., *Ostrea gravitesta* YOKOYAMA などの貝化石が発見された。上部層はシルト岩が主体であるが中~下位にかけて 20cm 前後の砂岩薄層を数枚挟む。最大層厚は約50mである。シルト岩は一般に暗灰色塊状で、風化すると灰白色となり細かく破碎する性質がある。砂岩は細~中粒で淘汰が良い。下部層との関係は整合である。本部層中の化石は大型種が少なく有孔虫化石が豊富に産出することが知られている。上部・下部層を通じて、走向・傾斜は基盤の起伏を反映して変化するが、周縁部を除いては一般に15°以下の緩い傾斜である。永田部落西方から常定付近の一部および池津西方においては下部層を欠き、基盤と上部層が直接しているが、これは基盤の古地形が急斜面となっている部分と推考される。本地域では新第三系の基底層となっている塩町累層(非海成層)は存在しない。

異常点は基盤直上から約50mの範囲にわたる下部層の部分で、岩相としては砂岩層が多い。現在までに確認されているウラン濃集地点は20数カ所を数え、盆地のほぼ全域にわたる。地域的に強い異常を示すものは、宮内南東部(標高350m)、中学校周辺(標高330m)、常定周辺地域で、最強異常点(宮内露頭)の試料の分析値は0.057%  $U_3O_8$ を示す。

この最強異常点の層準は、付近の花崗岩基盤から約40m上位にあり、下部層の縁辺層に相当する細~中粒の砂岩からなる。中学校周辺(向住露頭)、常定周辺地域の異常点群の層準は、下部層の基底部に属し基盤から約5~10m上方で、基底礫岩および中粒砂岩からなり、両地域の最高異常点で採取した試料の分析値はそれぞれ、0.017%  $U_3O_8$  および0.033%  $U_3O_8$  である。向住露頭ではその後道路工事によって拡大された南北方向に約80m完全に連続する新露頭ができ、基底礫岩層(厚さ4m)と、その上部の中~粗粒砂岩層(厚さ3m)にわたって、異常点の分布状況が詳しく観察された。

含ウラン鉱物はまだ確認されたものはない。X線的にはカオリンの回折線が明瞭なので、試料のウランはこれに吸着されている可能性が高い。1967年11月に実施した宮内露頭近傍の試錐孔の放射能検層およびトレンチの結果では、基盤から約40m上位にあたっている表土層と、

直下の細粒砂岩層(一部粘土化)との境界部に限って自然数の約8倍の異常が認められた。この部分からは少量の湧水がみられる。このことは、あるいは現在の地下水によってもウランがある程度移動していることを示すものかも知れない。

これらの成因論的な面の解明は、なお今後の研究の進展にゆだねられている。(鉱床部・燃料部)

### 地質区分による堆積型ウラン鉱床の特徴

坂巻 幸雄

本邦の新第三紀以後の堆積型ウラン鉱床については、この数年間の研究の進展に伴って基礎的なデータが一段と充実してきた。それらによれば、一般的な地質区分と関連させてみた場合、各鉱床についての地域の特徴がかなりはっきり認められる。ここではそれらを整理して得た、堆積型ウラン鉱床の分類を一つの試案として提出する。

(1) 東北日本グリンタフ区に属するウラン鉱床としては、北海道の道南地方、秋田県田沢湖、岩手県花巻西方、新潟~山形県境地区などに存在が知られている。胚胎層準は多くの場合西男鹿~台島階に属し、かつ鉱床の位置は先第三紀基盤花崗岩の直上または近傍に局限されている。

鉱床の規模は一般に小さく、局地的で、連続性にも乏しい。近くには断層や破碎帯のような裂カ系が存在する機会が多い。ウラン鉱物は高品位部でときに認められるだけで、大半の場合、ウランは炭質物や粘土に吸着されている。

いうまでもなく、グリンタフ地域では中新世初頭から、断裂系の生成、急速な沈降と海浸およびそれに伴う後背地の消失、激烈な火山活動などが相次いで起こったために、ウラン鉱床の母層として好適な条件をそなえた normal sediments は局地的にしか存在しない。その分布の局地性が、以後の地塊運動と重なって、現在の探査可能範囲をせばめ、資源的な見通しを暗くしている。ただ、発達した裂カ系は、地下水などによるウランの溶出~運搬の際の通路として重要であり、今後とも新鉱床の発見という目的に対しては大きな手掛りを与えるであろう。

(2) 北陸~山陰グリンタフ区には、京都府奥丹後半島の鉱床群と島根県三刀屋の鉱床がある。グリンタフの形成過程は東北日本と共通する面がきわめて多いが、規模はやや小さい。沈降初期の陸成相である normal sediments も東北日本よりは新しく、台島期上部~西黒沢期の産物とされている。

ウラン鉱床の胚胎の場、ウランの炭質物~粘土吸着、

断層による規制等の特徴は、東北日本の鉱床と酷似する。

したがって、(1) (2)は一括して、例えば「グリンタフ型鉱床」と呼ぶことも可能と思われる。

(3) グリンタフ区に対応して、ほぼ同時期に、本州の太平洋側にあたる部分では非グリンタフ性の堆積盆が形成された。東北日本のこの地域でウラン鉱床の研究が進んでいるのはいまのところ宮城県南部の大内炭田のみである。ウランの炭質物吸着が顕著で、同一層準中で数10 m以上にわたって異常の追跡が可能なところから、同時生成の可能性が論じられている。層序的には台島階に対比される。

(4) 非グリンタフ区の中新統中で、現在もっとも多くのウラン鉱床が知られているのは西南日本内帯側で、東濃地方、伊賀～室生地区、および広島県三次地区が属する古瀬戸内海の堆積盆中である。この堆積盆は台島期の陸上の湖沼群にはじまり、次いで海侵が開始されたが、グリンタフ区にくらべて、変動量や火山活動の規模は小さく、三次を除いては地塊化の影響も少ない。一方この時期以後風化、削剝を受けたのは基盤花崗岩の頂部付近であることが多く、この部分が岩体中でもとくにウランが濃集しやすかった部分であることは注目に値する。

異常は基盤直上部では古地形を反映した channel 構造に支配されることもあるが、それだけではなく上位の透水層中にも多数異常が発見されている。海侵の初期の堆積物中にも一部では異常が認められるが、女川期の広い海侵を示す岩相中にはまだ異常が発見されていない。この原因の一半は、海侵に伴う後背地の消長にも関連すると考えられる。

以上の諸点からみて、この地帯のウラン鉱床の資源的な potentiality はグリンタフ区に比較して高い。「グリンタフ型」と対応させてこの型の鉱床を「瀬戸内型」と仮称しておく。

(5) 中新世以降では、鮮新統最下部の人形峠～倉吉地区の鉱床群と、同最上部とみられる鹿児島高隈山の鉱床がある。いずれも花崗岩基盤上の、閉鎖性の強い局地的な小湖盆堆積物中に含まれ、富鉱部は基盤の channel 構造に規制される。鉱床のまとまりはすぐれているが、堆積盆地の範囲をこえての探査や地層対比には多くの困難を伴うことが多い。従来から慣用されている「人形峠型」の呼称は、厳密にはこの種のものに限ったほうが誤解を生まないであろう。

以上、一口に堆積型鉱床といっても、細部の特徴はそれぞれに異なっており、地層形成期から現在に至る一連の地史を反映している。開発初期と異なり、鉱床の性格や potentiality を考えるうえで、現在ではより精密な

考察を加える必要が日常的に生じている。ここに示したような分類の試案が、今後多方面の議論を進める際にさらに深く検討されることを期待する。(鉱床部)

## ウランの「熱水性」起源の可能性

林 昇 一 郎

まえがき

演者は1955年、鉱床部に核原料資源課の新設以来一貫して国内のウラン鉱床の調査研究に従事してこることができた。この間1963年から1964年にわたり、米国・カナダなどの世界のおもなウラン鉱床についての研究ならびに見学をなし、多くの資料を得ることができた。

ウランに関する鉱床地質学は世界的にもここ20年来急速に発展してきている。わが国においてもここ10余年来急速に発展したものであり、各種の鉱床型式に賦存していることが判明している。人形峠鉱床の発見は従来の地質学の常識を破るものであった。また古生層のマンガンの母岩に伴うもの、黒鉱式鉱床に伴うものはわが国独得の鉱床型式とも見られるものである。ここ数年は花崗岩類直上の堆積岩中のものの方がウラン品位はたとえ低くても鉱量が期待できると見られるにいたり重点的に対象として調査された。その結果、岐阜県土岐市地方、長野県飯田市、福島県南部などに発見されつつある。

従来の教科書に書かれているベグマタイト型、鉱脈型鉱床などに随伴するものを除くと、現在世界でウランの稼行の対象となっているものは層状の「単独鉱床」ともいべきものが多い。このような新しい型ともいえるウラン鉱床の成因を従来の分類規準に当てはめて位置付けるということは一般に無理を伴うようである。したがって、例えば代表的な米国のコロラド高原型のウラン鉱床については1959年 W. I. FINCH<sup>1)</sup> によって peneconcordant という用語が提案され一般に用いられつつある。またさい近は R. H. MOENCH<sup>2)</sup> によって penesyngentic という用語も用いられている。このことは黒鉱、キースラーガー論争におけると同様に、鉱床地質の見地からは、ほとんど常に同生的と後生的の両面の性格がその研究者の目にうつるためではないであろうか。

演者は1963年2月以来、野外鉱床地質家の一人として岐阜県土岐市地方のウラン鉱床の調査研究にはじめから従事する機会を得てすでに満5年を経過した。その間の研究成果の一部は別記文献のようである。これらを通じて研究の経過を御判り頂ければ幸いである。土岐ウラン鉱床の研究を通じてウランの鉱化作用の根原的中心ともいべきものがあってもよいのではないかと推定される

にいたった。

土岐ウラン鉱床の概要

発見当初の情況は地質ニュース112号<sup>9)</sup>に記されているが、その当時の予想をはるかに上廻る鉱床が35×40kmの間に点在することが判明しつつある。

1962年12月1日には第1鉱床付近において著しい放射能異常が記録され<sup>4)</sup>、1963年2月には本邦新産のリンバリウムウラン石が発見された<sup>2)3)9)</sup>。この2次ウラン鉱物は礫の一方にのみ美しい黄緑色の結晶の生長が見られ、鉱液の供給の中心の存在を暗示するような産状であった。

1965年12月には第2鉱床付近の新道開さくに伴う部分においてコフィン石・センウラン鉱を主とする高品位鉱が発見された<sup>7)~10)</sup>。

土岐市地方のウラン鉱床は、はじめは中新統基底部の夾炭層相当層と見られていたが、その後鉱床の発見に伴い明らかに海成層(深海さんご、石灰藻化石などを含む)と見られるもの、湖成層(こい科魚の化石など)と見られるものなかからもウラン鉱が認められるようになった。現在では含ウラン層としては、基盤の花崗岩および古生層を不整合におおう、礫岩・砂岩・頁岩・凝灰質岩石・粘土類・炭質物および花崗岩の一部など諸種の岩石が存在することが認められている。しかしいずれの場合でも基盤岩の直上数10mの範囲がおもな鉱化作用を受けていると見られている。

ウラン鉱物としては、センウラン鉱・コフィン石・リンバリウムウラン石(産地数カ所)などが認められているほかは、大部分含ウラン粘土の形で存在している。高品位部(最高0.75%U<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)はモンモリロン石を主とし、一部にはカオリン・ハロサイトが認められている。このことはウランの鉱化作用と粘土化作用と関連が密接であるとも見られる一資料であろう。

バリウムを主成分とするウラン鉱物が同定されたので重晶石の存在が期待されていたが1966年9月佐藤良昭技官は、リンバリウムウラン石を産した花崗岩の重鉱物組成を検討した結果、果して著しい量の重晶石を鏡下に認めた。センウラン鉱を含む高品位鉱(U<sub>2</sub>O<sub>5</sub>約50%)は黄鉄鉱・長石・石英などをうめ、または細脈状に切っている組織が認められる。

参考文献

1) FINCH, W. I. (1959) : Peneconcordant uranium deposit—a proposed term, *Econ. Geol.*, vol. 54, p. 944~946.  
 2) 林 昇一郎 (1963) : 岐阜県土岐市で発見された堆積型ウラン鉱床について, 日本鉱物学会年会

3) 林 昇一郎・小尾五明 (1963) : 岐阜県土岐市に発見されたウラン鉱床, 地質ニュース, 112号, p. 8~10  
 4) 堀川義夫・小尾中丸 (1965) : 自動車放射能探査による愛知県東部地域の放射能強度分布, 地質調査所月報, vol. 16, no. 3, p. 148  
 5) 林 昇一郎・長島弘三 (1965) : 岐阜県土岐市地方のウラン鉱床 (第2報), 鉱物学雑誌, vol. 7, no. 5, p. 357  
 6) 林 昇一郎 (1965) : 土岐市北部産の本邦新産のリンバリウムウラン石, 日本原子力学会誌, vol. 7, no. 2, p. 79~85  
 7) 林 昇一郎・長島弘三 (1966) : 岐阜県土岐市地方のウラン鉱床 (第3報), 鉱物学雑誌, vol. 8, no. 2, p. 117  
 8) 林 昇一郎 (1967) : 東濃地域のウラン鉱床の概要, 地質ニュース, 150号, p. 3~6  
 9) 林 昇一郎・長島弘三・小尾五明 (1967) : 岐阜県土岐市地方のウラン鉱床 (第4報), とくにセンウラン鉱の産出について, 日本鉱物学会昭和42年度年会予講集, p. 8  
 10) 林 昇一郎 (1967) : 最近発見されたウランの注目すべき産状, 鉱山地質, vol. 17, no. 84, p. 65~67  
 11) 林 昇一郎・鈴木重孝・小尾五明 (1967) : 岐阜県土岐市の含ウラン粘土の諸性質について (予報), 日本地質学会等連合大会  
 12) MOENCH, R. H. and SCHLEE, J. S. (1967) : Geology and uranium deposits of the Laguna district, New Mexico. USGS Prof. Paper 519.

(鉱床部)

ウランの起源の問題

石原 舜三

わが国の主要な堆積型ウラン鉱床の成因を浅熱水鉱床の一種とし、一般の熱水性鉱床のモデルを適用すると、地質的には1)花崗岩類を基盤としその近くに鉱床が存在する、2) 鉱液をもたらした花崗岩質 マグマの存在が実証ににくい、などの難点がある。かりにこれらを無視すると、ウランの起源はマグマの問題に発展する。ここでは基盤花崗岩中の微量ウランを起源として考察した。

ウランは U<sup>4+</sup>, U<sup>6+</sup> で天然に存在し、U<sup>6+</sup> は酸素と結合して容易にウラニルイオン (UO<sub>2</sub>)<sup>2+</sup> を作る。この安

定領域は GARRELS (1955) により計算され、pH よりも Eh により支配される。花崗岩地域の地表水や地下水は一般にやや酸性であるから、ウラニルイオンは強酸性の場合を除き沈殿せず、イオンとして安定である。ウラニルイオンの溶解度は酸性一酸化性領域ほど高い。天然水でウラニルイオンは炭酸根などと結合して種々のよりとけやすい陰錯イオンを作るので、鉱床形成に必要なウランは地表付近の天然水に溶存しうるのである。

鉱床の母層である堆積物が花崗岩の分解により堆積盆にもたらされた環境はやや酸性であろうから、炭質物による吸着や局所的な環環境での固着を除き、吐き出された花崗岩中のウランの多くは流失したと思われる。陸化につれて停滞水、地表水などの移動が生じ、その地下水が基盤のウランを溶出した程度を知ることは難かしいが、風化作用のきわめて初期にウランは動くらしいので (HARRIS & ADAMS, 1965) かなりのウランは溶出したであろう。花崗岩を粉末にし、蒸溜水、弱酸性、炭酸水などによる多くの溶出実験によると、花崗岩中のウランの 1/2 程度は溶出される。

土岐花崗岩 (12×14 km, 139 km<sup>2</sup>, 平均 5 ppmU) がかりに深さ 5 m にわたり、そのウランの 20% が溶出されたとすると、溶出量は金属ウランで約 2 万 t である。土岐地域で 1967 年現在で算出された可採品位 0.03% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> の鉱量には、約 2,000 t の金属ウランが含まれる。3—300 ppm の堆積物中のウランを含めても、総量はおそらく 2 万 t に達しないであろう。花崗岩類中の微量ウランをこのように扱くと、花崗岩の量が大きくウラン鉱床が小規模であるから、多くの場合に鉱床のウラン量は花崗岩中の微量ウランでまかないうる。溶出ウランに関して領家花崗岩類と土岐花崗岩とを比較すると、1) 絶対量が低い、2) 溶出しうるウランはより少ない、の 2 点で土岐花崗岩が基盤としてはるかにすぐれている。

人形峠地域の鉱床の共存元素のうち、磷は基盤に由来するものと理解されているが、一般の堆積岩中の磷量は花崗岩とほぼ同程度である。しかし花崗岩中の磷鉱物の方が“風化作用”でより不安定であろうから、ウラン鉱液中の磷の起源としてまさっていたであろう。他の共存元素の多くも同じく基盤に求めうるが、硫黄は花崗岩中の微量の硫化物 (おもに黄鉄鉱) の分解による硫酸根のほか、堆積物中に発生した硫化水素にも由来したものと思われる。  
(鉱床部)

## 大内炭田におけるウランの同生的濃集の可能性について

垣見 俊弘・平山 次郎  
関根 節郎・池田喜代治

堆積岩中におけるウランの濃集機構を明らかにするためには、少なくとも、厳密に同時代に堆積したことが証明されたサンプルについて、その含有量を比較することが必要であろう。筆者らは、このような趣旨で、大内炭田の主要夾炭層付近の詳しい観察を行ない、約 1.5 km はなれた 2 地点 (大内炭鉱および大葉炭鉱) で、薄い凝灰岩・泥岩などを鍵として、約 1 m の間に数 10 の層準を対比することができた。

次に、大葉炭鉱の坑内で、互いに 5 m および 70 m はなれた 3 か所で、まったく同じと認められる 20 層準から、それぞれサンプリングを行なった。それらは、良質炭・粗悪炭・炭質頁岩・泥岩・凝灰岩からなっている。このような、“同層準サンプル”について、ウランの蛍光分析および微量元素の分光分析を行なった。その結果、ウランについては

- 1) 1 ないし数 ppm の低濃集の場合、同層準サンプルの間では、含有量は ppm の単位で数値的に一致する。
- 2) 数～数 10 ppm の濃集の場合には、同層準サンプルの間でも含有量はいくらか異なるが、その量比が 2 倍をこえることはほとんどない。3 地点におけるサンプルを層準にそってならべ、含有量の変化をみると、極大と極小の層準は、3 地点とも一致している。
- 3) 同層準サンプルにおけるウラン含有量のちがいは、灰分の量には関係がない。
- 4) 大葉炭鉱の 3 地点に関するかぎり、距離が遠ざかることによって、ウラン含有量の一致はそこなわれていない。

微量元素の含有量については

- 5) 層準による一貫性もよく、ウランとも正の相関を示すのは Co, Mo, V である。層準による一貫性はよいが、ウランとの相関があまりよくないのは Li, Cr, W などである。
- 6) 層準による一貫性はよいが、ウランとは無関係かむしろ逆相関にちかいは、B, Ba, Ga, Pb などである。
- 7) 層準による一致も、ウランとの相関もみられないものは、Ge, Mn, Ni, Sn, Sr, Zn などである。

このような結果から、筆者らは、この地域におけるウランの少なくとも数 10 ppm までまでの含有量は、同生

的な濃集と考えるものである。濃集の機構は、おそらく、湖沼底に停滞している水の中にとけているウランの腐植および粘土フラクションとの共沈ないしこれらへの吸着、および続成過程における炭質物への吸着であろう。

堆積環境についてみると、大内炭田の夾炭層堆積時における条件は、次の点で、ウランの同生的濃集に好適であったと思われる。

- 1) *Comptonia Naumannii* などのフローラにみられる高温・多湿の環境は、周辺に露出していた花崗岩の化学的風化、したがってウランの溶脱を促進したであろう。
- 2) 堆積時の景観は、狭長な閉塞された沼あるいは潟であり、したがって、ウランを含む水は、外海に流出し難かったであろう。
- 3) 炭層堆積時には、碎屑物の供給がきわめて少なく、ウランが碎屑物によって薄められることがなかったであろう。
- 4) 湖底は植物の分解によって還元環境に保たれ、ウランの濃集に好適な条件が形成されていたであろう。
- 5) 当時の堆積盆の周囲にはウランを含む花崗岩類の露出地域が広範に及んでいた。

(地質部・技術部)

#### 現世堆積物中のウランの沈殿機構

水野篤行ほか現世堆積研究グループ\*

筆者らは、ウラングループの基礎的研究の一つとして、花崗岩地域を集水域の大部分とする中海・宍道湖水域について現世堆積物に関する研究を行ってきた。まだまとまった報告の段階ではないが、この機会に今までに得られた資料を紹介し、あわせて今後の問題にふれたい注1)。現在までに両湖の表泥(約300点)と河川流域の河川水・底質の試料採取および中海についての予察的コアリング数本を行なった。

**水域の概要** 宍道湖は単純な湖盆形態をとり、最大水深6m程度、大橋川によってそれと結ばれる中海はやや複雑な形をとり、最大水深8m前後である。中海南東部(米子湾入部)をのぞき、沿岸の深さ2~3mのところは砂が分布するほかは泥が堆積している。とくに中海南東部の泥は強い硫化水素臭のある黒色還元泥である。

\* 1967年度研究参加者(アルファベット順):青木市太郎・藤井紀之・比留川貴・堀江正治・水野篤行・望月常一・大場きみじ・小野美代子・小野寺公見・大嶋和雄・関根節郎・米谷宏

注1) 地質調査所報告(未公開)にくわしい報告がなされているが、その脱稿後これまでの研究によって、さらに資料が追加され、その報告中の一部については修正を要する箇所がある。ここでは新しく追加された資料に基づいて要約して述べる。

**表泥中のウラン分布の特徴** U含有量にもとづいて、水域を低・中・高・最高含有部に識別できる。低含有部(U1~3ppm)は沿岸砂質帯・水道部・美保湾および中海泥帯の一部によって代表される。中含有部(4~5ppm)は宍道湖底平原部・中海主部の泥帯、高含有部(6~7ppm)は米子湾入部の大部分である。最高含有部(8~11ppm)は同湾入部の米子港域・小入江のほか飯梨川河口部・大根島南岸の泥帯にスポット状にあらわれている。全体としてみると、宍道湖では沿岸部から湖中央にむかって次第に含有量が増す同心円状分布をとる。いつぼう中海では地域性が非常に顕著である。中海主部の中含有部では概して西半部の方に低い。大根島北方から境水道にかけての泥底では次第に後者にむかって4→1ppmと含有量が低下する。

**ウラン分布と水質環境との関係** 水の塩分濃度の面では宍道湖は低鹹汽水ないし中鹹汽水で微弱的な成層をし、中海は高鹹汽水を主とし、顕著な成層がみられる。その深度5m前後以深では真鹹水に近い濃度を示す。その他主成分についてのくわしい資料を得たが、これら分布パターンと底質中のウラン分布との間にはほとんど関係がみられない。pHは全域的に表層部では8.0~9.0(まれに)であるが5m以深では7台のところが多い。Ehの垂直分布パターンと底質中のウラン分布との間には一部顕著な対応関係がみられる。Eh0面の垂直的位置によって酸化型から最強還元型に至る5型が識別されるが、中海でのウランの高・最高含有部と中含有部との境界の位置はそれぞれほぼEh垂直分布型の強・最強還元型と中還元型以下との間の境界に一致している。湖水中のウラン含有量は最大約3μg/lであり、塩分濃度とほぼ正の相関関係がみられ、底質中のウラン分布とは何ら対応関係を示していない。

**ウラン分布と底質の諸属性との関係** 粒度組成についてはMdφ4を境としてのU量のちがいは明瞭であるが、それ以上の細部については今のところ明確な関係をみとめていない。有機炭素(約150点について酸化適定法による)は宍道湖では2~3%で湖中央部にむかってやや増加する傾向を示す。中海泥質部では2~6%で、かなりの地域差を示し、とくに水の循環に関係があるらしく思われる。ウランとの関係については巨視的には正の相関を示すがかなりの乱れがみとめられ、複雑な両者の関係が存在する。粘土鉱物(生沼郁氏による)とウランとの間にはかなり明瞭な関係がみられる。全域を通じてモンモリロナイト・イライト・ハロイサイト・カオリナイト・クロライトが存在するが、U高・最高含部ではとくに後2者が多く、またハロイサイトがイライトを大きく上



まわり、かつモンモリロナイトが少ない傾向がみとめられる。重金属については今のところ資料が少ないが、ウランとの間にはふつうみとめられるような共生関係はみられないようである。これはそれぞれの元素に detrital 起源のものが多いことに起因する結果と思われる。

**ウラン分布を支配する因子について (今後の問題)** 穴道湖と中海とで大きく分布様式を異にするのは湖盆形態・水塊の性質によるものであろう。ウラン分布の支配要因としてはまず detrital, non-detrital 両型の貢献度を明らかにすることが必要と思われる。低含有部のUについては detrital であろう。しかしそれ以外については両者が存在し、場所によってそれぞれの貢献度を異にしていると考えられる。中含有部については、シルト大の

detrital fraction が大きく貢献するほか、水中からのUの供給も多少関係していると思われる。明らかにクラーク値よりも高い高・最高含有部についてはそれ以上に pH-Eh条件に関係した non-detrital fraction の供給が大きな役割を果しているように思われる。とくに飯梨川河口での最高含有部の出現は河川水中の懸濁物質の河口部での coagulation ・沈殿の結果と考えるのが合理的であろう。全体として、有機物は量的組成からみる限り、一部をのぞいてはウランの沈殿・保持機構にそれほど大きな役割を果しているとは思えない。しかし、粘土鉱物との成因的関係の意義については今後十分に検討する必要がある。