

資 料

553.495:553.065

熱水成ウラン鉱床の構造とその研究に関する若干問題について*

L. I. Lukin & E. P. Soniushkin

小 西 善 治 訳

I. 主要ウラン鉱床地区の若干の構造特性について

主要ウラン鉱床地区は、古期楕状地域と Plate-forme の縁辺地域、および地向斜地帯の古期基盤地域の内部の ridge に賦存していることは、一般に知られている。

カナダのウラン地帯は、カナダ楕状地の西部縁辺地帯に分布している。コールニウール・ウラン地帯は、パリスカン変革期の Plate-forme の縁辺部に存在する。カンタガのウラン鉱床は、アフリカ Plate-forme の特異な内凹地帯地域に分布している。

またウラン鉱床地区が地向斜の縁辺凹地帯に位置している例も知られている。しかしこの地域の鉱床生成期には、地殻は、相当堅硬な性質で特徴づけられる Plate-forme 型地域に転化した。このような地域に発達する大規模鉱床は、後期の構造階の岩石類中に賦存し、地下浅所に存在する堅硬な基盤の地域にしばしばみられる。

したがって重要なウラン鉱床地域の分布にみられる共通性は、Plate-forme および楕状地域が地向斜地帯へ移行する地帯、および Plate-forme 地帯内の著しく沈降した地帯に賦存していることである。

ウラン鉱床区の地質状態は、その構造的特性によって条件づけられる。この鉱床区では、明らかにブロック構造が明確に現われ、それらの地帯では地殻が著しく硬固であることを示している。このような堅硬な性質は、古期基盤岩石が強烈な転移を受け、変成されたばかりでなく、貫入岩・侵入岩が著しく発達しているためである。個々の地域では、3~4回にわたって貫入した花崗状岩石系が識別される。そのうえ晩期の貫入岩系は小貫入岩体——しばしば裂罅型——の出現で特色づけられる。一般に鉱床が局在している上部地質階には、緩短軸褶曲が広範囲にわたって発達しているのが特徴となっている。カナダ地域のみは、線状褶曲が認められているが、ドーム状隆起によって錯雑化されている。

全ウラン鉱床区では、とくに広範囲にわたっていわゆる広域破碎が出現しているのが特色となっている。この種破碎現象は、早期に形成されたものであって、複雑な——長期間にわたる——生成履歴を示している。破碎帯には、マグマの溜の後期分化産物——小貫入岩塊、酸性・亜アルカリ性岩脈、輝緑岩・煌斑岩——がしばしば分布していることがある。

ウラン鉱床地帯の注目すべき主構造特性は、熱水成ウラン鉱床の構造の主特徴を左右している。多くの場合、熱水成ウラン鉱床の主特性は、裂罅型に属し、複雑な脈状鉱体でしばしば代表され、線状に引き延ばされた網状鉱床帯をなし、ときには粗等大、または不規則形態の網状鉱体を形成している。個々の場合についてみると、鉱体の形態は、層間断層の出現と好都合な水平状岩層に鉱体が発達していることと関連して、母岩の層状構造に支配されている。

科学的にも、また現場においても興味ある問題は、ウラン鉱床の生成深度と、深部への延長度を解明することにある。この問題に関しては、残念ながら断片的なデータがあるにすぎない。カナダ、アメリカおよびコールニウールの鉱床については、鉱床の生成深度に関するデータが記載されていないが、鉱床は上部の層序階の岩石中に賦存していることが、一般に認められる。多くの指標——貫

* Лукин, Л. И. и Соношкин, Е. П.: Структуры гидротермальных урановых месторождений и некоторые вопросы их изучения, Серия геологическая, No. 3, 1958

入岩体の半深成容貌、鉍石の石理・構造特性等——によれば、上述のウラン鉍床が比較的地下浅所で生成されたことを物語っている。

ある種のウラン鉍床では、この種の問題について、一層完全なデータが求められる。地層層序における個々の鉍床の位置を直接観察するとともに、他の地質学的事実を解析すると、鉍床の上部が古期地表面から、約 500~700m の深所で形成されたことが推定される。

好都合な構造・岩層下では、熱水ウラン鉍床の延長（深所）は約 1,000m に達することが考えられる。したがってウラン鉍床地帯の構造を研究し、深所における発達の見透しを評価する際には、その地域の地層層序、および構造階梯におけるウラン鉍床の位置——侵食度を当然考慮に入れて——を解明することが重大である。

II. 熱水ウラン鉍床地帯およびウラン鉍床の構造形成における 褶曲性・曳裂性擾乱の役割について

1. 褶曲構造

多くの鉍床地域では、ウラン鉍床は褶曲構造によって明白に支配されることが確かめられる。ベルギー領コンゴの鉍床も、ある程度この型に属する。この種鉍床では、脈状・鉍染状鉍石は、いわゆる含鉍石統として一定の地層に分布している。

類似の賦存条件は、オーストラリアのラム・ドジャグル鉍床地域でも認められる。ここでは pitchblende と黄銅鉍とは、主として一定の——擾乱されている——岩層の成層面および割れ目に沿って分布している。また複雑な褶曲を形成している母岩の成層面に一致して分布する他の鉍床例が知られている。

しかし残念なことには、ウラン鉍床の分布における褶曲構造の役割については、充分研究されていない。個々の例については、鉍体が初期の褶曲が一層晩期——他の走向をもつ——のもので切られた箇所に発達しやすいことが認められている。一層後期の褶曲地帯には、生成時期がウラン鉍床に近い最も晩期の貫入岩体類が分布している。

2. 曳裂構造

熱水性ウラン鉍床区の構造形成における曳裂擾乱の役割は、割合よく説明されている。

まず第一にウラン鉍床の分布空間における巨破碎の重要な役割が確認されている。すなわち多くの鉍床地区では、熱水成ウラン鉍床は、主として巨破碎帯に分布しているのが明らかである。この種実例としては Ceur d'Alene 地方でみられる。カナダの Athabaska, Beaverlodge 附近の地域、および他の鉍床区でも観察されている。多くの場合、ウラン鉍床が巨破碎帯の附近、一般にはそれから 2~3 km——ときにはそれ以上離れていることがある——範囲内の地域に分布している。熱水成ウラン鉍床は、主巨破碎帯に分布しないで、破碎帯に伴う比較的小規模の曳裂性擾乱帯に賦存している。鉍床中にみられる割れ目は、巨破碎帯に平行か、あるいは鉍体を鋭角で切っている。

ウラン鉍床の地質データを検討すれば、多くの巨破碎帯は、長期間にわたる履歴をもっている。多くの場合、破碎帯は鉍床の生成されるよほど以前に形成され、侵入岩が流出する火道となっている。母岩に発達している割れ目——巨破碎帯後に形成される——はしばしば鉍床生成の開始期よりよほど以前に発生し、何回も回春されたものである。ある場合には、ウラン鉍床は曳裂擾乱地帯——噴火口が位置している——に分布していることがある。

ウラン鉍床と噴火口との構造的結び付きは、きわめて興味がある。これはこの地帯では、割れ目構造の形成と深所分布とに好ましい条件がつくられるからである。火山源 neck 地帯に賦存する含ウラン鉍体は、延長がきかないが、700 m 以上——垂直——にわたって深所に追跡されることが知られている。

火山の火道とウラン鉍床の構造的結び付きは興味がある。すなわちこの火道には、割れ目構造の生成および深所賦存にきわめて好ましい条件が生成されるからである。火山岩頸地帯に賦存するウラン鉍床は、延長がきかないが、深所に 700m にわたって追跡される場合が知られている。

火山体とウラン鉱床との構造的結び付きは、一層大きな意義をもち、探査・開発の際に考慮に入れるべきである。多くのウラン鉱床地区では、鉱床は岩脈および小貫入岩体——破砕帯に賦存する——に沿って発達している。次のことが結論としていえる。熱水鉱床の構造生成過程において、きわめて本質的な役割は、造構造擾乱の継承性が占めている。しかしこの種鉱床の構造が一層古期の曳裂帯の回春のみによって形成されたものでない点に留意すべきである。普通鉱床生成過程においても、新しい割れ目ができ、鉱床の構造に重要な役割をなしている。

3. 巨破砕帯に関連性をもつウラン鉱床区の状態について

ウラン鉱床は、破砕帯に沿って不規則に分布している。鉱床は普通鉱床地区に集まり、各鉱体は無鉱石帯を隔てて分布している。巨破砕帯に関する状態については、次の大きなグループに分けられる。1) 巨破砕帯の析裂地帯に賦存しているもの。2) 巨破砕帯の形成以前に強度の割れ目が発達していた地帯である。

第1群の鉱床地区は狭肩状束の形態をなして分岐し、相当延長が長く鉱化破砕帯と、鉱脈賦存帯が発達しているのが特徴となっている。この鉱床地帯は、さまざまな規模をなし、走向に沿って数km 追跡される。ときには鉱脈地帯は、対角線状の割れ目に合体し、複雑な含鉱石割れ目網を形成していることがある。

第2群の鉱床地区は、巨破砕帯に近接して分布し、かつその地帯との共軛割れ目に賦存する含鉱石帯の発達で特徴づけられる。含鉱石帯はその生成時における移動特性によって、巨破砕帯に対して平行から対角線にわたるさまざまな位置を占めている。この種鉱床区の構成成分に含まれる鉱化造構帯は、しばしば走向ならびに傾斜に沿って相当延長し、ときには小さな割れ目を伴ない、その割れ目中には熱水成生成物がまた発達していることがある。

ある場合には、鉱床地帯の賦存位置を決定する鉱化剪断割れ目群は、走向の変わる(曲る)箇所、巨破砕帯から派出していることが明確に確認される場合がある。

現在においては、含ウラン鉱床帯が巨破砕帯に賦存していることは、明らかにされている。すなわち含鉱石割れ目群および鉱石を誘導した割れ目群の形成は、巨破砕と成因的に結び付いていることを示している。鉱石の沈殿過程におけるこの種の割れ目の回春・開口は、巨破砕帯の運動によってまた起こり、その運動と同時的に出現するものである。

曳裂擾乱がウラン鉱床地区を決定する唯一の要因でないことは当然である。この要因とともに、他の要因の影響、まず第一に褶曲形態、貫入岩塊・岩脈・剛性基盤の賦存深度、地域を構成する岩石類の物理・化学的性質と化学的性質とを考慮に入れることが必要である。この種要因類が鉱床地帯の局在化へ干渉を行なうことは、こんにちにいたるまで、あまり明らかにされていない。

さらにウラン鉱床地帯の局在化における曳裂擾乱の役割を解明する際に、起こってくる2, 3の問題の研究を、掘り下げる必要がある。この種問題は次のことがあげられる。

- 1) 巨破砕の“裂け”条件と出現条件の解明
- 2) 巨破砕帯周辺の鉱床地帯の状態を決定する作用割れ目群の分布にみられる規則性の研究
- 3) 鉱床が分布する曳裂性裂罅と、母岩の曳裂性裂罅との構造的結び付きと、巨破砕によるウラン鉱体の生成機構を明らかにすること

III. 熱水成ウラン鉱床の構造

熱水成ウラン鉱床の構造は、褶曲性擾乱と曳裂性擾乱——後者が明らかに卓越している——によって決定される。

ウラン鉱床の褶曲構造の研究には、母岩層の岩石に形成されている褶曲の成因型をまず明らかにすることが必要である。ここでは褶曲型を詳しく検討しないが、次のことを考えに入れることが必要である。すなわち褶曲生成様式は、多くの場合、鉱体および鉱床の局在化条件を決定する。

現在の文献では、熱水成ウラン鉱床の生成における褶曲構造の意義を、充分特徴づけることはできない。とくにウラン鉱床と剪断褶曲、ブロック褶曲、ダイヤビル褶曲との関連性に関するデータは、

全然存在しないといってもよい。カンタガのある種の鉱床の構造のダイヤビル褶曲の干渉に関するきわめて予報的データがある。曳ずり褶曲の鉱体局在化への影響に関するデータも欠失している。ある一定の母岩層の発達範囲に局在化される鉱体生成の構造条件は、きわめて図式的に示されているか、まったく研究されていない状態にある。例えば、鉱体生成における褶曲変形運動と関連性のある地層間隙、層間乱れ、剝離空隙、小割れ目形成の役割の解明は明らかに不十分である。2, 3の鉱床に対しては、鉱床生成における交代作用の役割を掘下げて研究することが必要である。褶曲地層におけるウラン鉱床生成の構造的條件を正しく理解するには、上述の諸問題を充分に明らかにしておかなければ不可能である。

裂罅型の熱水鉱床構造を研究する際には、まず第一に母岩と鉱体に発達している曳裂性擾乱の成因型を決めることが必要である。鉱脈の深所賦存度とその延長性とは、多くの場合、剪断裂罅に賦存しているか、または引張り裂罅を充填しているかによって異なってくる。

剪断裂罅に沿って wall rock の移動方向を決めることが重要である。このようにすれば、含ウラン鉱体がしばしば賦存している開口の想像位置を推定できることである。転位の方向を決定する一般に使用されている方法以外に、多くの場合、きわめて役立つ方法は主剪断割れ目に沿う造構運動過程で発達する作用裂罅の空間的分布の研究と微構造解析の適用である。作用裂罅は、次の関係においても重要である。すなわちこの種裂罅また主剪断裂罅との共軛点においては、新ウラン鉱体がしばしば発達していることがある。したがって作用割れ目を明らかにするとともに、一方では、それと剪断裂罅との（空間）相関関係および分布の規則性を研究することは、脈状ウラン鉱床の構造解析の重要な課題の1つになっている。

含ウラン熱水鉱床構造のきわめて重要な課題は、鉱体と曳裂擾乱との相関関係を明らかにすることにある。この種擾乱は鉱石沈殿よりも一層古期であるか、あるいは一層新規に起ったことが考えられる。第一の場合には造構擾乱は、鉱体の局在化とその型態とに影響する地帯の他構造が重要な因子となる。第二の場合には、構造は形成された鉱体を切り、そのために各構成部分は転移を起している。

鉱床賦存地域の曳裂擾乱の発達史と、それが鉱体の賦存条件に及ぼす影響を解明することは、鉱床の構造研究における重要な部門を形成している。しかし鉱床生成以前、および以後の攪乱差の indicator の検討を止めるべきでない。ある場合には、この問題の解決は非常な障害にぶつかることを強調しておこう。實際上熱水成ウラン鉱床の探査では、次のような例が知られている。すなわち鉱床生成前の擾乱現象に重なり、そのために、鉱体が転位を蒙っている箇所には坑道を切る際には、莫大な資材のロスを招くことがある。したがって鉱体と上述の曳裂擾乱との相関関係を、あらゆる面から研究すれば、鉱床生成以前擾乱が確認され、探鉱作業の方向もそれに対応するように切り換えることが可能となる。

熱水ウラン鉱床を研究すれば、鉱床生成過程は多階梯であって、大多数のウラン鉱物は、晩期鉱石生成階梯に属する鉱脈中に賦存することが明らかとなる。このようにして、ウラン鉱物の局在化には、固有の鉱床形成以前の擾ればかりでなく、間鉱化作用（intramineralization）運動——含ウラン鉱脈および細脈の生成に直接関係がある——が影響を及ぼしている。後者は、これらの運動によって作られた開口裂罅を充填して発達し、ときには母岩または初期生成の鉱脈の破砕によって誘起された割れ目を愈合していることがある。

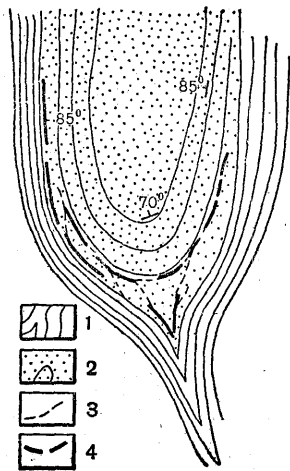
上述の諸事実から、次のことが結論される。鉱体の局在化条件の理解は、間鉱化作用造構運動の主要特性の解明を行なわなければ不可能となる。この場合、間鉱化作用期の変形は、先在造構運動のように、普通広域に及ばないで、一層限局されていることに留意すべきである。この種の変形現象は、先鉱床形成擾乱帯の全地域にわたらないで、最も弱い地帯にのみ出現する。間鉱化作用期の転移にみられる（出現）合法則性を研究することは、きわめて有益である。すなわちこの種の研究によれば、ウラン鉱石の濃集可能帯を指示することができる。さらに、含ウラン物体の生成過程におけるこの種の運動の方向と性質とを確認すれば、裂罅の開口によって生成される鉱体の賦存位置を正確に知る可能性が得られる。

間鉱化作用期の造構物体の研究は——一定の鉱物系と空間における明確な特異性とで特色づけられる——, 生成年代の異なる鉱脈群の解明と密接な関連性がある。

熱水成ウラン鉱床構造の型を分類する場合には, さまざまな geological setting 下にある鉱床について, 等価値のデータが手にはいらないので, 大きな障害(分類上)に出会う。以下で述べるウラン鉱床構造のグループ化は, 問題を完全に明らかにするものとは考えないが, 鉱床局在化における構造の役割の一般的特性を特色づけることを目的とするものである。

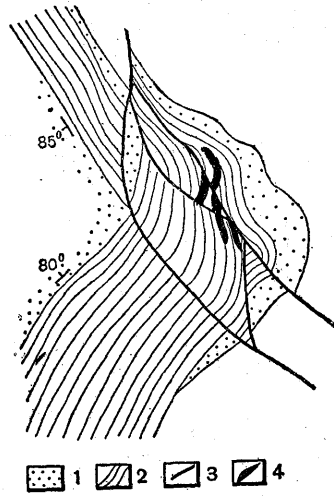
鉱床地区間では, 個々の鉱床, ときには鉱床の賦存地帯は, 異なる構造型に入れられるが, 一つの型から他の型への移行特性で特徴づけられる。現在では, 熱水性含ウラン鉱床は, 次のような主構造型に分類できると考えられている。

1. 強度に圧縮作用を受けた向斜帯の中央楔状閉地帯 (centriwedged-close zone) に賦存する鉱床 (第1図):



第1図 著しく圧縮作用を受けた中央楔状閉地帯に賦存する鉱床の構造図(平面図)

1. ホルンフェルス化作用を受けている岩層
2. 炭酸塩質頁岩層
3. 鉱床生成前に起った造構造擾乱
4. 鉱体



第2図 著しく急傾斜をなす湾局地帯に賦存する鉱床の構造図(平面図)
(著しく圧縮作用を受けた褶曲の翼部を構成する)

1. 頁岩質岩層
2. ホルンフェルス岩層
3. 鉱床生成前の造構造擾乱
4. 鉱体

この地帯では急沈降断層 (steep plunging hinge fault) を伴っている。この型主鉱体は, 岩石組成および機械的性質 (例えば珪質岩石と炭酸塩質頁岩層との界面) とが, 本質的に異なる岩層の界面に発達する。この型の鉱床は, 層状, またはレンズ状をなし, 鉱石は脈状, 鉱染状に賦存し, 一般には母岩と一致して分布している。鉱体の規模は著しく大きく, 褶曲の直接閉塞箇所ならびに, その箇所を接する翼部に分布している。そのほかに, この型には, 層間裂罅 (tear)——褶曲構造の縫合 (joint) 地域に局限して出現する——現象と関連性のある鉱体があげられる。

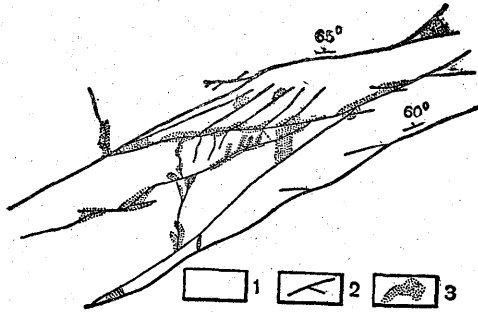
類似の構造 setting は, 背斜構造の周楔状閉地帯 (periwedged close zone) にも出現することがあるから, 注意する必要がある。したがって, 熱水成ウラン鉱床が, このような地帯に賦存している可能性は除外できない。

2. 著しく急傾斜を示す地層の彎曲部——著しく圧縮作用を受けた褶曲構造の翼部を構成する——に賦存する鉱床 (第2図):

この種鉱床は, その規模が大きく, 母岩の層面と一致し, 層状またはレンズ状をなしている。褶曲構造は層間破碎, 交叉破碎現象の出現——ウラン鉱石の局在化に重要な役割を示している——によって錯雑化している。

3. 単一裂罅か, または剪断平行裂罅系列中に賦存する鉱床:

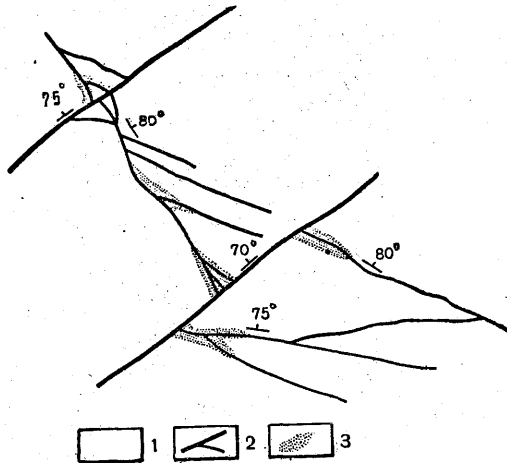
この種鉱体は、規模が大きくないが、走向ならびに傾斜に沿って相当延長しているので、普通識別される。含鉱石裂罅帯は、原則としては直線状を示すが、所によっては、規則正しい湾曲を形成することがある。ある場合には、この種裂罅は所々で分岐し、隣接の含鉱石裂罅帯と接合していることがある。ときには含鉱石裂罅帯は、相互に近接して存在し、いわゆる剪断裂罅帯(shear zone)を形成し、鉱体は echelon 状に分布していることがある。このような状態で鉱床が賦存する場合には、鉱体は、押しつぶされたような状態を示す小規模のレンズ状形態を示し、各鉱体は相当の距離の間、無鉱石地帯を挟んで相互に隔てられている。



第3図 複雑な剪断裂罅帯——活動裂罅を伴う——に賦存する鉱床の構造図(平面図)
 1. 母岩
 2. 鉱床生成以前に形成された造構帯
 3. 含鉱石地帯

4. 活動(裂罅)を伴う複雑な剪断裂罅帯に賦存する鉱床(第3図):

この型の鉱床型は、含鉱石造構帯の規模が大きく、その構造がきわめて複雑なので識別される。この種の各含鉱石造構帯は一般に隣接して分布する剪断裂罅群からなり、片状——schistscityの発達する——破碎岩石を伴っている。各造構帯は、普通分岐し、斜(diagonal)行剪断裂罅が多数でているが、ときには断層が発達していることがある。この種の型の鉱床では、鉱体は複雑な型態をなし、脈状、レンズ状、柱状、不規則状を示す。したがって鉱体の規模もさまざまである。



第4図 落合地帯あるいは鉱床生成前に形成された造構帯を切る箇所に発達する鉱床(平面図)
 1. 母岩
 2. 鉱床生成以前に形成された造構帯
 3. 含鉱石地帯

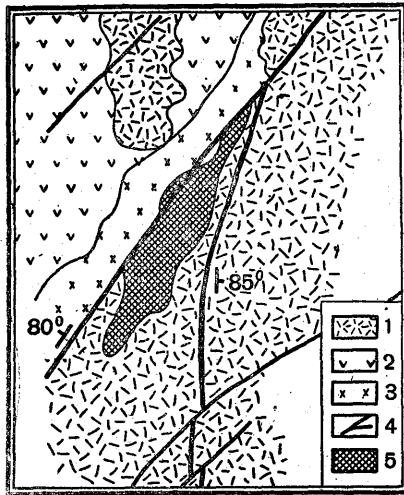
5. 鉱床生成前に形成された造構帯を横切る地帯か、あるいは落合地帯に賦存する鉱床(第4図):

この種型の鉱床を形成する含鉱石帯は、走向ならびに傾斜に沿って湾曲し、小断層、小剪断裂罅を多数持たない、直線状に引き延ばされた特異な網状鉱床(stock work)を形成している。鉱体は平面レンズ(plano lense)形態を形成し、柱状(column)に集まり、鉱床生成前の造構帯の落合箇所に向かって引張られるような状態を示している。したがって落しの方角も、落合線の方向に対応している。

6. 収斂破砕帯(convergent fracture

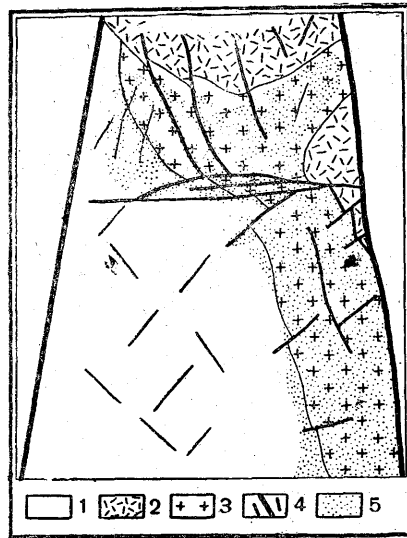
zone)間に存在する網状および網状様鉱床(第5図):

この種の型の鉱床は、収斂破砕帯で限られたV字型の wall rocks 内に分布している。この種鉱床は不規則形態、ときには伸長形態を示す巨大な鉱体を形成し、鉱石は網状に分布している。鉱体の賦存する網状裂罅帯は緻密な小近接割れ目網——各割れ目はさまざまな方向に走っている——で代表される。鉱体はこの種の地帯内で割れ目が最も強度に発達している箇所に局在化している。鉱体は破砕帯の1つに普通近接して発達しているが、一般には破砕帯に沿って追跡される。花崗岩状岩石類が破砕帯に出現している場合には、網状鉱床はこの種岩石類中に主として発達し、相当な程度においてその形態(貫入岩体)を繰り返している。相似の稼行可能の鉱体の賦存範囲は、相当な規模に達する。



第5図 取込破碎帯間に分布する網状鉱床で代表される鉱床の構造図 (平面図)

1. 斑状凝灰岩
2. 閃緑岩
3. 閃長岩
4. 造構擾乱
5. 含鉱石地帯



第6図 小貫入岩体の網状鉱床地帯で代表される鉱床の構造様式 (断面図)

1. 凝灰岩
2. 凝灰岩 tuff lava
3. 石英質斑岩 (貫入岩体)
4. 鉱床生成以前に形成された造構擾乱地帯
5. 鉱体

7. 小貫入岩体および岩脈中の網状鉱床 (第6図):

この種の鉱床は、母岩——異なる機械的性質をもつ——と小貫入岩体および岩脈との接触部附近に普通発達している。この種の接触部では曳裂性擾乱運動が鉱床生成以前にしばしば発生し、ときには潜在裂隙の活動(回春)を伴うことがある。鉱体は空間的には破碎帯に賦存する傾向がある。しかし鉱体は破碎帯側に若干分布しているが、小さな割れ目が強度に発達している地帯に賦存する傾向がある。鉱体は破碎帯の方向に引延ばされた複雑なレンズ形態をなしている。ある場合には複雑な型態を示すこの型の網状鉱床は、曳裂性擾乱との見掛けの結びつきを伴わないうで、貫入岩体または侵入岩体の接触部に分布していることがある。

このようなグループ化は熱水成ウラン鉱床の構造形成に影響する全要因系を補足するまでにはいたっていない。ウラン鉱床構造のこのような分類——ウラン鉱床の型態は geological setting を相当の程度において反換しているはずである——研究は、さし迫った問題である。

研究を必要とされている他の諸問題中では、深部に下がるとともに起るウラン鉱床構造の変化の合法則性を解明することが必要である。残念なことには、この種問題に関する適切なデータは、こんにちまできわめて少ない。唯一の例によると、鉱床の上部地帯に明瞭に現われていた含鉱石剪断裂隙群は、深部に下がるとともにばらけ始め、造構縫合(裂隙)系列になる。しかしさらに下部に下がると、縫合(裂隙)系列は、ばらけた小裂隙の集まりに移行し、ウラン鉱石はこの地帯でなくなっている。深部に下がると起るこのような構造変化は700~800mの間(垂直)坑道で追跡されている。この場合には鉱床の構造変化を、さまざまな機械的性質をもつ岩石の影響と結び付けることは根拠がない。

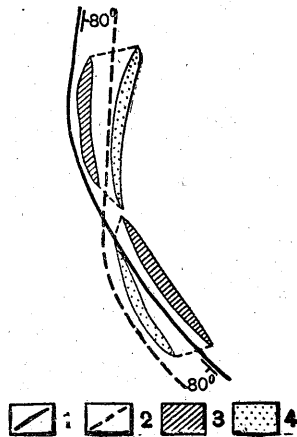
ウラン鉱床構造の深所変化問題に関するデータを、各具体的鉱床について集めることが必要なのは疑問の余地がない。このようなデータが集まれば、鉱床賦存の可能深度を評価するための二次的データが求められるとともに、その生成の構造条件を精確に知ることができであろう。この場合には(機械的性質が異なる)、母岩が変わると構造変化に影響を及ぼすことを考慮に入れるべきである。

IV. 熱水成ウラン鉱床の鉱体局在化の構造的條件について

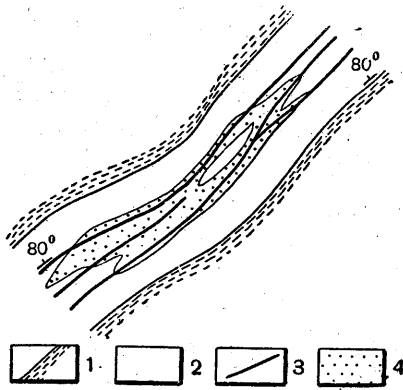
熱水成ウラン鉱床を研究する場合には、各国の地質家は、構造の特性と母岩の特性とを結び付けて、鉱体の主局在化条件を明らかにしている。さらに地質家は、この種鉱床の鉱体が、主として開口裂罅を充填して生成されることを確認している。しかし数鉱床については、交代作用が、鉱床生成に大きな意味をもっていることを明らかにしている。

熱水成鉱床におけるウラン鉱床の、構造的局在化条件——鉱床生成に好ましい岩石類の意義を考慮に入れて——を検討すると、鉱体の次のような主構造型が識別される。

1. 二次急傾斜湾曲地帯——圧縮向斜性褶曲構造の翼部および閉地帯（close zone）に形成される——に発達する岩石の構造に一致する鉱体（第7図）：



第7図 二次急傾斜湾曲——強度の圧縮作用を受けて形成された向斜性褶曲を形成する——一部に胚胎する鉱体
 1. ホルンフェルス化岩石石灰岩(左側)と頁岩(右側)との接触界面を表わす。上部地並
 2. 下部地並の接触界面
 3. 上部地並の鉱体
 4. 下部地並の鉱体



第8図 層間破砕帯に発達する鉱体（平面図）
 1. 雲母質粘板岩
 2. 石灰質粘板岩
 3. 層間破砕帯
 4. 鉱体

この型の鉱体は、層状形態または押しつぶされたレンズ形態をなし、その規模はまちまちで、ときには相当な規模に達することがある。鉱体の構造は、一般には、母岩の構造に一致し、鉱染状鉱石および細脈状鉱石の発達しているのが特徴となっている。

2. 著しく圧縮作用を受けて形成された向斜地帯の急斜褶曲地域に発生する層間破砕帯の鉱体（第8図）：

この種鉱体は、母岩の層面と一致し、平面レンズ形態をなし、pitchblende から構成されている。各鉱体の規模は小さい。

3. 走向および傾斜に沿って、含鉱体裂罅帯の湾曲箇所には胚胎する鉱体：

鉱体が造構裂罅帯の湾曲箇所には局在化する主要原因としては、鉱化作用時に（裂罅に沿って）、岩石の滑動と関連して、裂罅に開口面が発生するからである。この地帯における鉱体は、押しつぶされ、かつ引延ばされたレンズ状形態を示し、その規模は種々様々である。

4. 鉱床生成前に形成された造構帯と裂罅群が接続する箇所、または切る地帯に発達する鉱体：

鉱床生成以前の造構帯および裂罅群——鉱体が胚胎している——を切る箇所、または接続する箇所は、岩石が最も破砕され易い箇所である。

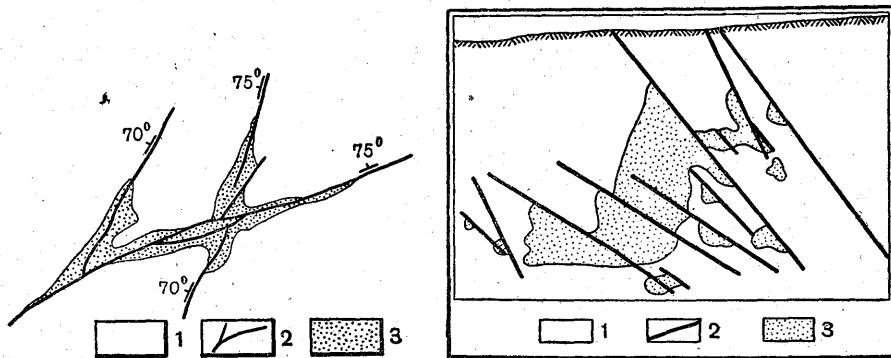
鉱体は、不規則な柱状形態か、あるいは押しつぶされたレンズ状形態を示し、鉱床生成以前の構造の落合線に対応して傾いている。鉱体の規模はさまざまである。この種現象が最も明瞭に認められる箇所は、緩斜層間擾乱地帯と急斜含鉱石裂罅群と落ち合っている箇所である。含鉱石裂罅群は

落ち合箇所または(局部)層間擾乱帯へ移行する場合には分岐し、数条の細脈が形成され、ときには網状鉱床およびT形態の柱状鉱床が発達する場合がしばしばみられる。

5. 主活動(回春)裂罅の共軛地点に発達する鉱体(第9図):

この型の鉱体は、一般には柱状形態を示し、裂罅の共軛線に対応して胚胎する傾向がある。鉱石は、2裂罅間に挟まれている楔状岩石中にも胚胎していることがある。この種の鉱体は、活動裂罅にのみ出現する。

6. 潜在造構擾乱帯および岩脈下に発達する鉱体(第10図):



第9図 主活動裂罅の共軛地点に発達する鉱体

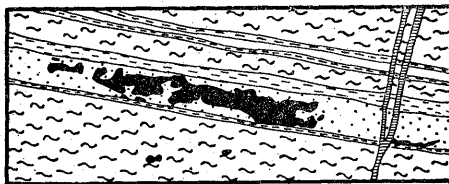
1. 母岩
2. 造構擾乱
3. 鉱体

第10図 潜在造構擾乱下の鉱体(垂直面に投影されたもの)

1. 母岩
2. 鉱床生成以前の擾乱帯
3. 鉱体

この型の鉱体の位置は、鉱液の上昇通路中に存在する溜り面の位置で決定される。このような溜り面には、鉱床生成以前の造構帯、裂罅、岩脈の接触面、一層初期の鉱脈、層面——とくにこの溜り面に断層粘土を伴う場合——が役立つ。鉱体は、複雑な賦存形態を示し、連接構造の賦存要素に対応する傾向がある。

7. 岩脈、一層初期の鉱脈、岩層(鉱石沈殿に好ましい)と含鉱石裂罅との落ち合箇所に発達する鉱体(第11図):



第11図 好ましい岩石層層準と含鉱石裂罅との落ち合箇所に発達する鉱体(鉱脈の断面)

1. 蛇紋岩化作用を受けている粘板岩
2. 石英状粘板岩
3. 緑泥石化作用を受けている粘板岩(黄鉄鉱が散点している)
4. 花崗岩岩脈
5. 鉱体

このような鉱体は、さまざまな組成の岩脈類と含鉱石裂罅との落ち合箇所にしばしば分布する。他のウラン鉱体では、含鉱石裂罅と硫化物を含む一層初期鉱脈との落ち合箇所に賦存している。最後に、ある種の鉱床においては、鉱体は主として、含鉱石裂罅と鉱石沈殿に好ましい岩層とが落ち合っている箇所に胚胎している。とくに North Saskatchewan (カナダ) 鉱床では、角閃岩層と鉱体の結び付き(空間的)が指摘されている。ラム・ドジャグル(オーストラリア) 鉱床では、鉱体は、炭質、石墨化粘板岩に胚胎する傾向がある。

さらにまたウラン鉱体は、黄鉄鉱化作用を受けた岩石中を走る裂罅中に胚胎していることが知られている。

鉱体が岩脈、一層初期鉱脈および好ましい岩石の落ち合箇所に賦存しているのは、2つの主要因で説明される。要因の1つとしては、この種の落ち合箇所には、極度に(機械的性質)不均一であるので、割れ目が多数発生するためである。第2の要因としては、母岩および一層初期鉱脈の化学的組成が鉱石沈殿に好ましいからである。これらの箇所では、硫化物、他の鉱物(2価鉄を含む)

および有機物質が存在すると、ウラン鉱物にとって沈殿する可能性は、除外できない。この種の問題は、充分研究することが必要である。

8. 小裂隙の発達する地域の鉱体（第12図）:

この種鉱体は、網状鉱床中に分布する。さらに鉱体は、相当大規模の巨破碎地帯に、普通隣接してみられる小貫入岩体および岩脈の発達地域内に賦存することがしばしばある。網状型の鉱体は、複雑な柱状形態かまたは押しつぶされた伸張レンズ形態をなし、ときには大規模鉱床を形成していることがある。

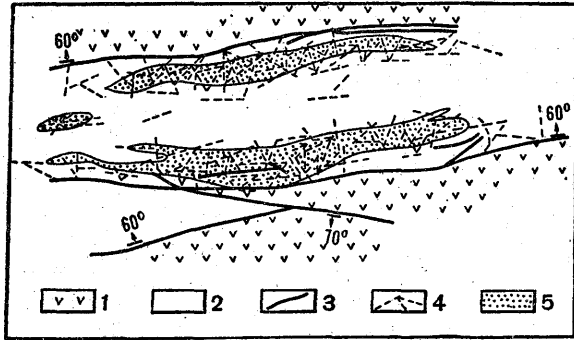
以上の鉱体の構造型だけでは、熱水鉱床におけるウラン鉱物の多様な局在化条件（直り）がつくされているものではない。さらに、鉱体と構造との結び付きを明らかにし、この結び付きの原因を解明するデータの蓄積を行なうことが必要である。しかし、すでに指摘した事実によれば、ウラン鉱床および鉱体の構造的局在化条件とは、原則的には、他の金属類の低温度熱水鉱床にみられる直り（局在化）条件と異なっていないことを示している。

結 論

上述のデータによると、現在、熱水成ウラン鉱床の構造的生成条件の研究は、著しく進歩している。しかし、それとともに、多くの問題に対して補足的研究を行なうことが、要請されていることを、指摘しておくことが必要である。

これらの問題のうちで、まず次の問題を指摘しておくことが必要である。

1. 熱水成ウラン鉱床の生成深度および鉱石の賦存範囲（垂直）に関するデータの精度を高めること。
2. ウラン鉱床地区、およびウラン鉱床の胚胎分布における褶曲構造の役割を解明すること。
3. 鉱床地区および鉱床と巨破碎帯との構造上の結び付き問題を、さらに深く掘り下げること。
4. ウラン鉱床および鉱石の局在化における、多様な成因型の曳裂、褶曲の役割を正確に知ること。
5. 深部に下るにしたがって起る、ウラン鉱床の構造変化の合法則性を研究すること。
6. 好ましい岩石類における、鉱体の卓越的局在化の原因と、ウラン鉱石生成における交代作用の役割との研究をさらに深めること。



第12図 小裂隙群が発達している地帯の鉱帯

1. 玢岩質凝灰岩
2. 石英質玢岩岩脈
3. 鉱床生成以前の擾乱地帯
4. 小裂隙群系
5. 鉱床