

ウラン鉱床の分布から見た地質環境の安定性

笹尾 英嗣

独立行政法人日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門
東濃地科学センター 地層科学研究部 結晶質岩地質環境研究グループ

1. はじめに

日本列島は地質学的な変動帯に位置するため、わが国の地層処分概念は、地質環境の長期的な安定性に特に配慮し、安定な地質環境に多重バリアシステムを構築するという特徴がある(核燃料サイクル開発機構(サイクル機構), 1999)。この概念においては、地質環境には長期的な安定性や放射性物質の移行抑制(遅延)などのバリア機能が期待されている(サイクル機構, 1999)。

地質環境の安定性について、「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—」(サイクル機構, 1999)では、「火山や断層などの活動地域とその影響範囲を除けば、少なくとも将来十万年程度の期間にわたって、廃棄物を人間環境から物理的に隔離し、人工バリアが所定の期間その性能を発揮する設置環境を維持するとともに、天然バリアとして廃棄物に含まれる放射性核種の間環境への移動を妨げる、という地層処分システムに期待される機能を有していることを明らかにした。また、このような機能を有する地質環境がわが国に広く存在することも示すことができた」としている。この一方で、日本学術会議は、原子力委員会委員長が平成22年9月7日付で依頼した「高レベル放射性廃棄物処分に関する取組みについて」に対して、平成24年9月11日付で回答した「高レベル放射性廃棄物の処分について」の中で、地層処分に係る「わが国の政策枠組みが行き詰まりを示している第一の理由は、超長期にわたる安全性と危険性の問題に対処するに当たっての、現時点での科学的知見の限界である」とし、「日本は火山活動が活発な地域であるとともに、活断層の存在など地層の安定性には不安要素がある」ため、地層処分の実現性を検討するためには、「長期に安定した地層が日本に存在するかどうかについて、科学的根拠の厳密な検証が必要である」と述べている(日本学術会議, 2012)。

わが国には小規模ながら多数のウラン鉱床¹が分布している。ウランは酸化環境では溶液中の錯体として存在するため、酸化環境では移動し、還元され

¹ 「鉱床」は本来、経済性を有する有用金属等の濃集部を指すが、国内のウラン資源に関しては、基本的に経済性を有しないと見なされるので、鉱床と呼ぶべきものは存在しない。しかし、本論では、これまでの慣習を踏襲してウラン濃集部に対して「鉱床」を用いる。また、放射線強度が自然状態よりも高いものの、ウランの濃集が化学分析等によって確認されていないものに対しては「放射線異常」を用いる。

ると沈殿する。このため、ウラン鉱床が保存されていることは、還元的な環境が安定的に保持されたことを示す。例えば、わが国最大のウラン鉱床である東濃ウラン鉱床では、約1千万年前と考えられるウラン鉱床の形成時から大部分のウラン系列核種は移行せずに安定に保持されたことが示されている（サイクル機構，1999）。これは地層処分に適した安定な地質環境が長期間にわたって維持されてきた事例と言える。このような事例を積み重ね、わが国の地質環境においても放射性核種が地質環境中に長期にわたって保持されることを示すことは、日本学術会議（2012）が指摘するような地層の安定性についての不安要素に対する科学的議論を進める上での科学的根拠の一つになると考えられる。

そこで、わが国の地質体における地質環境（還元性）の長期安定性と、地質環境が有する天然バリア機能の例証として、わが国のウラン鉱床の分布と産状をまとめた。

なお、国内のウラン鉱床については、1954年から工業技術院地質調査所（現在は産業技術総合研究所地質調査総合センター）および原子燃料公社（その後、動力炉・核燃料開発事業団（動燃事業団）とサイクル機構を経て、現在は日本原子力研究開発機構）による探査活動によって、分布と産状が明らかにされており（動燃事業団，1994，地質調査所，1961，1969），本論ではこれらの報告に記載された情報を取りまとめた。

2. わが国に分布するウラン鉱床の概要

わが国に分布するウラン鉱床は、その特徴（胚胎する地層，産状など）に基づいて、①砂岩型ウラン鉱床，②金属鉱床に伴われるウラン鉱床，③層状マンガン鉱床に伴われるウラン鉱床，④ウラン含有鉱物を含むペグマタイト，および⑤ウランに富む砂鉱に分類される。

① 砂岩型ウラン鉱床

砂岩型ウラン鉱床は、堆積岩に胚胎するウラン鉱床のうち、ウラン以外の金属元素をほとんど伴わないものを指す。このタイプの鉱床は、主に新第三系の堆積岩に存在するが、古第三系および白亜系堆積岩に存在するものもある。このタイプの鉱床は正常堆積物のみ認められ、プレートの沈み込みに関連して形成される付加体堆積物には認められない。

ウランは閃ウラン鉱，コフィン石，人形石などの一次鉱物²のほか，リン灰ウラン石，リンバリウムウラン石などの二次鉱物として存在する。しかし，

² +4 価のウランからなるウラン鉱物の総称。+6 価のウランからなるウラン鉱物は二次鉱物と称される

ウラン鉱物が確認されない例が多く、ウランの多くは粘土鉱物などに吸着して存在していると推定される。

② 金属鉱床に伴われるウラン鉱床

金属鉱床に伴われるウラン鉱床は、一般には気成期から熱水期に形成された錫、モリブデン、タングステン、銅などの鉱脈に伴われるほか、接触交代鉱床に伴われるウラン鉱床も認められている。このタイプの鉱床は日本各地に点在するが、その品位は一般に0.00n~0.0n% U_3O_8 程度で小規模であり、放射線異常として認められるだけのものもある。

ウランは一次鉱物（コフィン石および閃ウラン鉱）のほか、リン銅ウラン石、カソロ石、リン灰ウラン石などの二次鉱物として認められるが、一般には粘土、褐鉄鉱、ビスマス二次鉱物などに吸着されているとされている（高島，1961）。

③ 層状マンガン鉱床に伴われるウラン鉱床

層状マンガン鉱床は、一般にはプレートの沈み込みに伴って付加した堆積岩（付加体堆積物）に胚胎し、海底で濃集・形成したものと考えられる。層状マンガン鉱床では、マンガン濃集部の近傍に、小規模ながらウランが濃集する場合があります、これを層状マンガン鉱床に伴われるウラン鉱床と呼ぶ。母岩の年代は、二畳紀～ジュラ紀である。このタイプの鉱床は、その当時、調査された約130鉱山のうち約20鉱山で認められたとされる（浜地，1961a）。

ウランは一般にはマンガン鉱体近くの泥質岩に含まれるが、脈状のものが認められることもある。微細な閃ウラン鉱が黒雲母の中や縁辺部に認められるが、一般にはウランは鉱物などに吸着されて存在していると推定されている。

なお、マンガン鉱床と直接関係のない含ウラン泥質岩の存在はほとんど知られていないとされている（浜地，1961a）。このことは、ウランの濃集はマンガンの濃集と同様のメカニズムで生じたと考えられ、ウランが存在しない泥質岩ではウランの保存に適した地質環境が保持されなかったのではなく、むしろウランの濃集が起こらなかったと考えるのが妥当であることを示す。

④ ウラン含有鉱物を含むペグマタイト

ウラン含有鉱物を含むペグマタイト（巨晶花崗岩とも呼ばれる、マグマが冷えて固まる過程の末期に形成される花崗岩質の岩石）としてウラン資源の観点から詳細に報告されているのは、水晶山地域（福島県）および竜田鉱山（福岡県）の2地点のみであるが（大森・菊池，1961，稲井ほか，1961），ペグマタイトには含ウラン鉱物が含まれる場合も多く、小関・松原（1961）にはペグマタイト中の放射性鉱物の産地として199地点が挙げられている。ペグ

マタイトの母岩は水晶山地域と竜田鉱山では花崗岩であり，この他の地点についても大部分は花崗岩であると推測される。

このタイプの鉱床では，ウランはフェルグソン石，サマルスキー石，ゼノタイム，トール石，モナズ石，ジルコンなどの含ウラン鉱物に含まれる。これらの含ウラン鉱物はペグマタイトの構成鉱物として産出するが，福岡県竜田鉱山ではペグマタイトを切る小断層に沿って角礫化された長石・石英を緑泥石が充填し，緑泥石中に閃ウラン鉱が散在する（稲井ほか，1961）。

⑤ ウランに富む砂鉱

ウランに富む砂鉱は岐阜県苗木地方の例だけが報告されている（浜地，1961b）が，福島県石川地方にもその分布が知られている。現在の河川堆積物中でのみ認められ，規模は小さい。苗木地域では含ウラン鉱物として，モナズ石，ジルコン，ウラノトール石，フェルグソン石，サマルスキー石，ゼノタイムなどが報告されている（浜地，1961b）。

3. 岩石種ごとのウラン鉱床の分布

文献調査の結果，396地点について，ウランの母岩に関する情報が得られた。このうち，ウラン鉱床は248地点，放射線異常148地点であった。図1にはウラン鉱床と放射線異常の分布を示すが，この図では母岩の岩相と年代，分布範囲などを考慮して複数地点をまとめてプロットしてある（プロットした地点数はウラン鉱床が90箇所と放射線異常が60箇所の合計150箇所）。

① 堆積岩

堆積岩では151地点でウラン鉱床が，98地点で放射線異常が認められており（図1，表1），岩石種別では最も多くのウラン鉱床が分布する。鉱床のタイプとしては，主に砂岩型ウラン鉱床，層状マンガングラン鉱床に伴われるウラン鉱床が認められ，まれに金属鉱床に伴われるウラン鉱床が認められた（表2）。

② 火成岩

火成岩では88地点でウラン鉱床が，43地点で放射線異常が認められる（図1，表1）。鉱床は主として深成岩（主に花崗岩）に胚胎するが，火山碎屑岩などの火山岩にも胚胎する（図1，表1，表2）。

深成岩は主に金属鉱床に伴われるウラン鉱床と，ウラン含有鉱物を含むペグマタイトを胚胎する。金属鉱床に伴われるものは様々な時代の深成岩に胚胎する。また，ペグマタイトを胚胎する深成岩（花崗岩）の年代は報告されていないが，多くの花崗岩は白亜系と推定される。火山岩は金属鉱床に伴わ

れるウラン鉱床と砂岩型ウラン鉱床を胚胎する（表2）。

③ 変成岩

変成岩では9地点でウラン鉱床が、7地点で放射線異常が認められるのみであり（図1，表1），中生界と古生界と考えられる変成岩に胚胎する（表2）。

層状マンガン鉱床に伴われるウラン鉱床は中生界に胚胎するが，それは変成作用の年代であり，源岩は古生界および中生界であると考えられる。また，金属鉱床に伴われるウラン鉱床としては，鉱脈に伴われるものと交代作用に伴われるものが認められる（表2）。

4. 遅延を示すと考えられる産状

わが国最大のウラン鉱床である東濃ウラン鉱床の月吉鉱床に所在する東濃鉱山では，坑道の掘削後，通気などによって坑道壁面の酸化が進むと，高品位部では二次鉱物が晶出したことが報告されている（動燃事業団，1994）。これは坑道開削によって酸化されて溶脱したウランが二次鉱物に取り込まれたことを示している。また，地表近くや割れ目などの地質構造に沿って分布する酸化帯，および風化帯では，二次鉱物が認められることがある。これらは鉱物化によってウランが固定されたことを示しており，地層処分の観点からは酸化的な地質環境における遅延機能と見なされる。さらには，わが国のウラン鉱床では，ウランの産状として粘土や褐鉄鉱，炭質物などへの吸着が卓越するとされる（動燃事業団，1994，地質調査所，1961，1969）。吸着や鉱物化は，地層処分において期待される核種の移行を抑制する機能（遅延機能）であることから（Miller et al., 1994，サイクル機構，1999），わが国のウラン鉱床の産状で鉱物化や吸着と考えられる特徴を抽出した。

① 鉱物化

鉱物化の例として，ウランが粘土に吸着された後に還元されて形成されたと推定される一次鉱物と，地表近傍や割れ目沿いなどの酸化帯において形成された二次鉱物が認められる。

1) 一次鉱物 わが国における一次鉱物の産状は，火成活動に関連して形成されたと考えられるペグマタイト中の含ウラン鉱物，粘土鉱物や黄鉄鉱などに関連するウラン鉱物など，様々な産状のものがある。

わが国最大のウラン鉱床である東濃ウラン鉱床の月吉鉱床では，一次鉱物としてコフィン石 ($U(SiO)_{1-x}(OH)_{4x}$) と閃ウラン鉱 ($(U,Th)O_2$) が同定されている（動燃事業団，1994）。月吉鉱床に産出するこれらの一次鉱物は，黄鉄鉱の周囲や，鉄-チタン鉱物および黒雲母の劈開に沿う変質部に存在してお

り、ウランが粘土に吸着された後、還元されて一次鉱物が形成された可能性が指摘されている（小室ほか，1990，1991）。この事例を参考とすると、粘土鉱物や黄鉄鉱に関連して産出する一次鉱物は、粘土鉱物や炭質物、黄鉄鉱などによって吸着されたウランが還元されて鉱物化した可能性が考えられる。

堆積岩では、人形石が非酸化帯の礫岩砂岩中で黄鉄鉱などの鉱物を覆って産出する例や、コフィン石が炭質物と密接に関連して産出する例などが報告されている（坊城ほか，1969，福岡・久保，1969，動燃事業団，1994）。これらの一次鉱物は熱水性とは考えられないことから、これらの産状はウランが吸着された後に鉱物化したことを示唆する。

また、主に花崗岩に胚胎する金属鉱床に伴われるウラン鉱床では、閃ウラン鉱およびコフィン石が黄鉄鉱や緑泥石に伴われる産状が報告されている（肥田ほか，1961，井上ほか，1961，石原・浜地，1961，島津ほか，1961）。これらの産状はウランが黄鉄鉱や緑泥石の2価鉄によって還元・固定され、あるいは、粘土によって吸着され、その後に鉱物化した可能性を示唆する。

なお、ペグマタイトでは、ウランは一般に含ウラン鉱物として存在するが、竜田鉱山ではペグマタイトを切る断層を充填する緑泥石に伴われて閃ウラン鉱が産出する（稲井ほか，1961）。この産状からは、ウランが緑泥石に吸着された、もしくは緑泥石中の2価鉄で還元された後、鉱物化した可能性が考えられる。

ここで述べた産状は、吸着とその後の鉱物化によるウランの固定を示す可能性が考えられる。

2) 二次鉱物 二次鉱物は坑道壁面や地表近くの酸化帯などで、地下水の蒸発に伴う溶存成分の濃縮によって形成されたと考えられる。本章の初めに述べた東濃鉱山の例では、一次鉱物は認められないことから、坑道への大気供給に伴って酸素が地下水に拡散し、母岩に吸着していたウランが溶解するとともに、母岩中の黄鉄鉱が酸化され、硫酸酸性の酸化的な地下水が形成された。その地下水の坑道壁面での蒸発に伴い、溶存成分が濃縮されて坑道壁面で二次鉱物が形成されたと考えられている（小室ほか，2009）。

このほか、還元帯では一次鉱物が認められるが、地表もしくはその近傍では二次鉱物が認められる産状があり、フェルグソン石を伴うペグマタイト中でリン灰ウラン石が確認されている例がある（動燃事業団，1994）。このような産状は、一次鉱物の酸化によって溶脱したウランが、酸化帯において二次鉱物を形成したことを示す。この事例では二次鉱物の形成メカニズムが理解されているわけではないが、一般にはウランが溶脱するような酸化帯であっても二次鉱物の形成が期待できる場合があることを示す。

なお、金属鉱床に伴われるウラン鉱床では、様々な二次鉱物が認められるが、リン灰ウラン石が卓越し、リン銅ウラン石、ヒ銅ウラン石などが産出する。二次鉱物は様々な産状を示すが、粘土（主に緑泥石）および褐鉄鉱に伴

われるものが多い。二次鉱物は一般に金属鉱床に伴う変質帯に産出するが、金属鉱床とは直接関連しない母岩の割れ目や破碎帯に沿って産出する例がある。堆積岩中ではリン灰ウラン石が卓越し、一般に粘土、褐鉄鉱、珪化木に伴われる。

② 吸着

わが国のウラン鉱床では、ウランの産状として粘土や褐鉄鉱、炭質物などへの吸着が卓越するとされる（動燃事業団，1994，地質調査所，1961，1969）。

岩石種ごとに吸着材となる鉱物などの種類が異なり、堆積岩では、ウランの大部分は粘土や褐鉄鉱、炭質物、黄鉄鉱、黒雲母に吸着していると推定されている。一方、花崗岩などの深成岩では、粘土や褐鉄鉱、胆礬、蒼鉛二次鉱物に吸着していると推定される産状が知られている。また、その産状としては、モリブデン粘土や安山岩岩脈に伴われるもののほか、破碎帯や割れ目に産出するものがある。

なお、わが国のウラン鉱床では、吸着は直接的には確認されていないが、ウラン鉱物が確認されていないことから、ウランは様々な鉱物などに吸着していると考えられている。ここで述べた事例はウラン鉱床という限定された場所に関するものであるが、粘土鉱物や褐鉄鉱は様々な岩石に広く含まれる鉱物であることから、ここで述べた事例を地質環境が有する遅延機能の天然環境でのアナログとして活用することは可能であると考えられる。

5. ウラン鉱床から見たわが国の地質環境の安定性

わが国のウラン鉱床では年代測定結果の報告は非常に少ないが、いくつかの鉱床では、ウラン鉱床の形成年代が明らかにされている。例えば、月吉鉱床の形成時期は約1,000万年前と考えられている（Ochiai et al., 1989）。このほか、層状マンガン鉱床に伴われるウラン鉱床では、マンガンとウランの濃集について、地層が海底に堆積した際に、硫酸還元によって還元帯が形成され、そこにウランが濃集し、マンガンは還元帯上方の酸化帯に濃集することによって形成されたと考えられている（Komuro and Wakita, 2005）。すなわち、ウラン鉱床の形成は母岩の形成とほぼ同時期であり、正確な年代は不明であるものの、ウランは1億年以上もの長期にわたって保存されてきたことを示唆する。これらの事例は、ウラン鉱床形成後、一時的に酸化環境になる事象が生じた可能性は否定できないものの、地質学的な時間スケールで還元環境が保持されてきたことを示す。他の鉱床では、鉱床の成因や生成年代は明らかではないが、ウラン鉱床が地質学的な時間スケールで形成されてきたと考えられることから、ウラン鉱床が存在する場所では、還元環境がある

程度の期間，保持されてきたと推定される。

また，わが国のウラン鉱床では，ウラン鉱物として存在するウランは少量であり，大部分のウランは堆積岩では粘土鉱物や褐鉄鉱，炭質物，珪化木などに，火成岩では粘土鉱物や褐鉄鉱，ビスマス二次鉱物などに吸着して存在していると推定されている（地質調査所，1961，1969，動燃事業団，1994）。このようなウランの産状は，地下水によって運ばれてきたウランが様々な鉱物などに吸着されたことを示しており，地層処分の観点からは天然バリアで期待される遅延機能であると見なされる。粘土や炭質物は堆積岩には普遍的に含まれており，火成岩や変成岩などの結晶質岩では割れ目を充填する粘土が存在する場合がある。また，多様な地質体において核種の移行を遅延する天然バリアとしての機能が期待される。

本論で述べたように，ウラン鉱床は多様な地質体で認められることから，地質学的な変動帯に位置するわが国の地質体においても，安定な地質環境が存在するとともに，鉱物化と吸着といった物質の移動を遅延し，また固定する機能が期待されることを示す。

文献

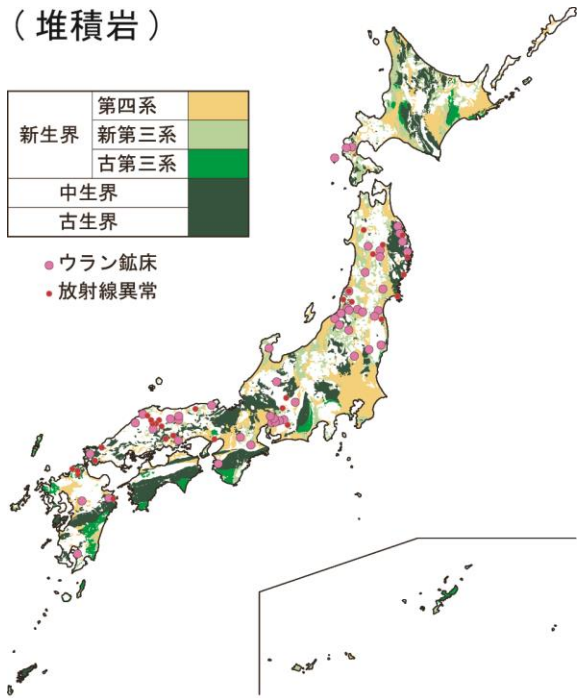
- 坊城俊厚・鈴木泰輔・青柳信義・松井 寛・神山貞二・稲積 惺（1969）新潟県赤谷・三川・津川地域における新第三系の放射能強度および含ウラン層．地質調査所報告，no.232，603-630.
- 地質調査所（1961）日本におけるウランの産状．地質調査所報告，no.190，421p.
- 地質調査所（1969）日本におけるウランの産状，その2．地質調査所報告，no.232，1031p.
- 動力炉・核燃料開発事業団（1994）日本のウラン資源．動力炉・核燃料開発事業団技術資料，PNC PN7420 94-006.
- 福岡勇雄・久保恭輔（1969）岡山県人形峠鉱山のウラン鉱床．地質調査所報告，no.232，923-948.
- 原子力発電環境整備機構（2004）概要調査地区選定上の考慮事項の背景と技術的根拠「概要調査地区選定上の考慮事項」の説明資料．原子力発電環境整備機構技術報告書，NUMO-TR-04-02.
- 浜地忠男（1961a）層状マンガン鉱床に伴う含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，104-112.
- 浜地忠男（1961a）含ウラン漂砂鉱床 とくに苗木地方の漂砂鉱床．地質調査所報告，no.190，112-120.
- 肥田 昇・島津光夫・五十嵐俊雄（1961）山陽地方の花崗岩類とこれに伴うウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，68-79.

- 稲井信雄・広渡文利・藤井紀之（1961）福岡県竜田鉱山の含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，130-134.
- 井上秀雄・五十嵐俊雄・河内洋佑・山田正春（1961）山口県八坂・戸禰・銅谷鉱山の含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，281-293.
- 石原舜三・浜地忠男（1961）島根県清久および東山鉱山の含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，322-332.
- 核燃料サイクル開発機構（1999）わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ－（総論）．核燃料サイクル開発機構技術資料，JNC TN1400 99-020.
- Komuro, K. and Wakita, K.（2005）Chemical Profiles across a Jurassic Stratiform Manganese Deposit at Katsuyama in the Mino Terrane of Central Japan: Implications for Depositional Environment, Diagenetic Metal Redistribution and Paleooceanography. *Resource Geology*, vol.55, 321-336.
- 小室光世・山本正博・鈴木 滋・野原 壮・武田精悦（1990）東濃地域月吉鉱床におけるウランの産状．*鉱山地質*，vol.40，44.
- 小室光世・大塚保夫・山本正博（1991）東濃地域月吉鉱床におけるウランの産状（その2）－Fe-Ti酸化鉱物および輝沸石に伴うウランについて－．*鉱山地質*，vol.41，177-178.
- 小室光世・笹尾英嗣・中田正隆（2009）東濃ウラン鉱床における酸化過程．*資源地質学会第59回年会講演会 講演要旨集*，99.
- 稲井信雄・広渡文利・藤井紀之（1961）福岡県竜田鉱山の含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，130-134.
- 小関幸治・松原秀樹（1961）含ウラン・ペグマタイト鉱床．地質調査所報告，no.190，13-26.
- 日本学術会議（2012）高レベル放射性廃棄物の処分について，41p.
- Miller, W., Alexander, R., Chapman, N., McLinley, I. and Smellie, J.（2000）Geological Disposal of Radioactive Waste and Natural Analogues Lessons from Nature and Archaeology. *Waste Management Series*, vol.2, 316p.
- Ochiai, Y., Yamakawa, M., Takeda, S. and Harashima, F.（1989）Natural analogue study on Tono uranium deposit in Japan. In Come, B. and Chapman, N. A., eds., CEC Natural analogue working group, Third Meeting, Snowbird, USA, 15-17 June 1988, CEC Nuclear Science and Technology Series, EUR 11725, 126-138.
- 大森啓一・菊池 徹（1961）福島県水晶山の含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，121-129.
- 島津光夫・小尾五明・河内英幸・後藤 進（1961）岡山県阿部・大笹鉱山の含ウラン鉱床．地質調査所報告，no.190，239-253.
- 高畠 彰（1961）総論．地質調査所報告，no.190，1-12.

(堆積岩)

新生界	第四系	黄緑色
	新第三系	緑色
	古第三系	濃緑色
中生界		黒色
古生界		濃黒色

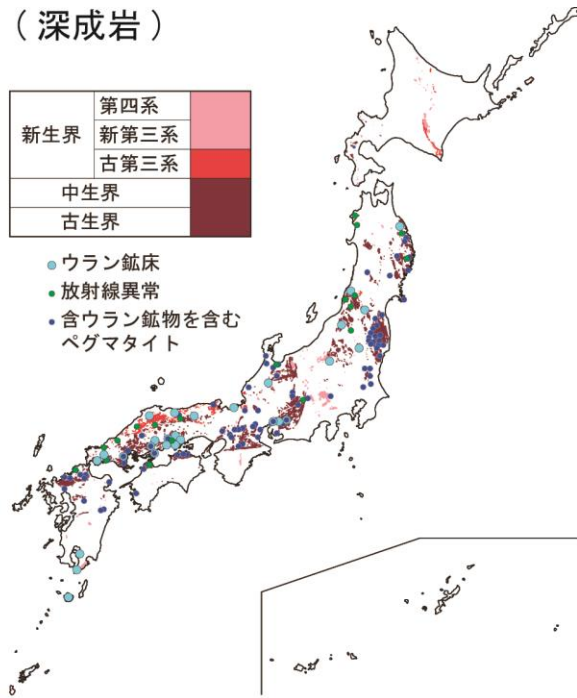
- ウラン鉱床
- 放射線異常



(深成岩)

新生界	第四系	赤色
	新第三系	濃赤色
	古第三系	暗赤色
中生界		黒色
古生界		濃黒色

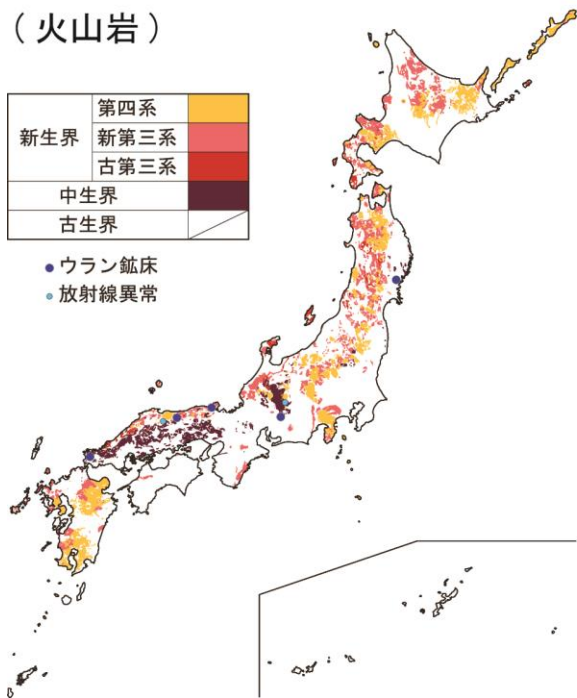
- ウラン鉱床
- 放射線異常
- 含ウラン鉱物を含むペグマタイト



(火山岩)

新生界	第四系	黄色
	新第三系	赤色
	古第三系	濃赤色
中生界		黒色
古生界		濃黒色

- ウラン鉱床
- 放射線異常



(変成岩)

新生界	第四系	白
	新第三系	斜線
	古第三系	青色
中生界		黒色
古生界		濃黒色

- ウラン鉱床
- 放射線異常

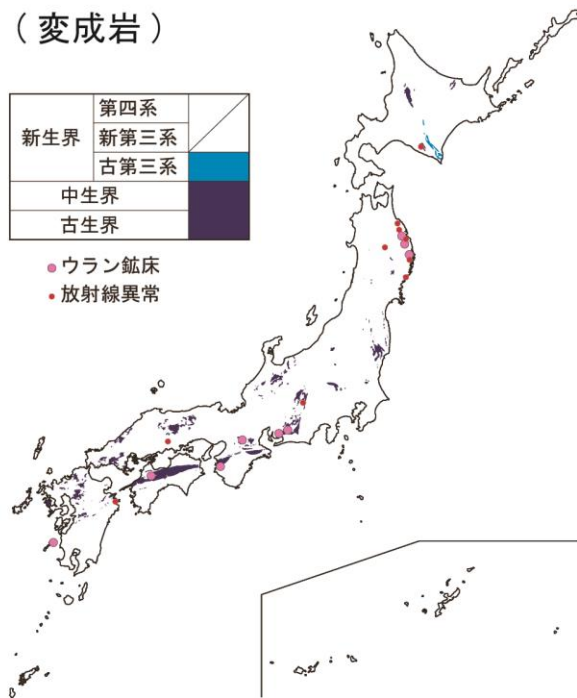


図1 ウラン鉱床と放射線異常，および時代ごとの各岩石の分布。

(本図に使用した地質図は，原子力発電環境整備機構（2004）に掲載された図をトレースして使用した)

表1 岩石種ごとのウラン鉱床と放射線異常の数.

		鉱床	放射線異常
堆積岩		151	98
火成岩	深成岩	69	37
	火山岩	19	6
変成岩		9	7
合計		248	148

表2 岩石種および年代ごとのウラン鉱床タイプ.

		堆積岩		火成岩		変成岩
		正常堆積物	付加体堆積物	火山岩	深成岩	
新生代	第四紀	SS, PI		SS		
	新第三紀	SS, MO		SS		
	古第三紀	SS		MO	MO	
中生代		SS	Mn, MO	MO, SS	MO, Peg	Mn, ?MO
古生代		?SS	?Mn		?MO	?Mn, ?MO

SS: 砂岩型ウラン鉱床

MO: 金属鉱床に伴われるウラン鉱床

Mn: 層状マンガン鉱床に伴われるウラン鉱床

Peg: ウラン含有鉱物を含むペグマタイト

PI: ウランに富む砂鉱