

JNC TN7410 2001-014

地質環境の長期安定性に関する研究
年度計画書（平成13年度）

（技術報告）

平成13年4月

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute) 2001

目次

1. はじめに	1
2. 平成 12 年度までの研究成果の概要	2
(1) 隆起・沈降・侵食に関する研究	2
(2) 気候・海水準変動に関する研究	2
(3) 火山活動に関する研究	2
(4) 地震・断層活動に関する研究	3
3. 研究計画の概要	4
4. 平成 13 年度の研究計画	6
4.1 隆起・侵食に関する研究	6
(1) 将来の隆起・侵食の評価に関する調査研究	6
①地形変化予測手法の整備	6
②丘陵の地形変化速度に関する調査	7
4.2 気候・海水準変動に関する研究	7
(1) 気候・海水準変動の影響の評価に関する調査研究	7
①河川の下刻量に関する調査	7
②気候変動の地下水理への影響調査	7
4.3 火山活動に関する研究	8
(1) 将来の火山活動域の評価に関する調査研究	8
①地殻温度構造調査手法の整備	8
②単成火山群の時空分布に関する調査	9
(2) 火山活動の影響に関する調査研究	9
①火砕流発生に伴う熱的影響に関する熱年代学的調査	9
②地熱・熱水系への影響，マグマの貫入などの影響に関する データ収集	9
4.4 地震・断層活動に関する研究	10
(1) 断層活動の将来予測に関する調査研究	10
①活断層の活動時期と活動場の移動に関するデータ整理・解析	10

②震源断層調査手法の整備	10
(2)地震・断層活動の影響に関する調査研究	11
①断層周辺の岩盤性状に関する調査	11
②地震による地下水変化などの観測および情報収集	11
4.5 地質環境の長期予測に関する研究	11
(1)東濃ウラン鉱床における物質移行に関する研究	12
①地質環境中でのウランの形態および分布に関する調査研究	12
②地下水中の元素の化学形および濃度に関する数値解析	13
(2)東濃地域の古水理地質学的変遷の把握	13
①東濃地域の地形モデルの作成	13
②古水理化学環境の解析手法開発	13
③酸化還元フロントに関する調査及び解析	13
(3)テクトニクスの将来予測に関する研究	14
①テクトニクス地域区分図の作成	14
②地殻変動予測手法の整備	14
5. おわりに	15
6. 引用文献	16
7. スケジュール	17

1. はじめに

国の原子力長期計画¹⁾やエネ調原子力部会報告²⁾によれば、今後の地層処分技術に関する研究開発として、サイクル機構には、「深地層の科学的研究、実測データの着実な蓄積とモデル高度化による地層処分技術の信頼性向上と安全評価手法の高度化に向けて研究開発を着実に推進すること」が求められている。これを受け、サイクル機構の中長期事業計画³⁾では、深地層の科学的研究として、主に深地層の研究施設で進める地質環境の特性に関する研究などに加えて、地質環境の長期安定性に関する研究やウラン鉱床を活用したナチュラルアナログ研究などを行うこととしている。このうち、地質環境の長期安定性については、当面5年程度の間、地震・断層活動，隆起・沈降運動，気候・海水準変動，火山活動などの研究や地殻変動に関する観測を行うことにより，天然現象に関する研究事例を充実し，第2次取りまとめで示されている地質環境の長期安定性に関する評価手法の確立に反映していくこととしている。また，ウラン鉱床におけるナチュラルアナログ研究については，これを着実に進め，地層処分の長期的な安全性を検討する上での基盤となる科学的な知見や傍証となる情報を蓄積していくこととしている。

これら国およびサイクル機構としての方針に基づき，東濃地科学センターでは研究業務の柱の一つとして，地質環境の長期安定性の評価や長期予測のための研究を進めている。この研究は，全国を視野に入れた天然現象に関する事例研究や，東濃ウラン鉱床地域へのナチュラルアナログ研究－古水理地質学的手法の適用により，地層処分の長期的な安全性を評価するための基盤となる知見や情報，技術を整備することを目的としている。本報告書は，これらの研究について，平成13年度を中心に今後の実施計画をまとめたものである。

2. 平成 12 年度までの研究成果の概要

地質環境の長期安定性に関する研究においては、隆起・沈降・侵食、気候・海水準変動、地震・断層活動、火山活動について、全国的な視野から、各天然現象の将来 10 万年程度における発生の可能性や規模、発生した場合の地質環境への影響の範囲と程度を把握するためのデータ整備を行ってきた。平成 12 年度までは、主に、各天然現象について、第四紀における活動の地理的分布や時間的な規則性、および過去に地質環境に影響を与えた事例について調査研究を行った。

(1) 隆起・沈降・侵食に関する研究

山地の隆起の地域的特徴と時間的変遷を文献調査により整理し、隆起が第四紀(少なくともその後半)を通じて一様な傾向で継続してきたことを確認した。また、全国の海岸段丘の年代と高度分布に関するデータベースを作成し⁴⁾、各地の変動様式を整理した。その結果、隆起速度は多くの海岸地域で 50m/10 万年未満であること、同じ傾向の隆起が過去 10 万年から数十万年間継続していることが判明した。

侵食については、ダム堆砂量から求めた侵食速度と流域の地形起伏との関係を明らかにし、数値地図をベースに全国の侵食速度の分布図を作成した⁵⁾。また、河岸段丘の高度分布に基づいて、氷期・間氷期を通じた 10 万年オーダーでの河川侵食のプロセスをモデル化した⁶⁾。

(2) 気候・海水準変動に関する研究

氷期・間氷期を通じた気温、降水量、海水準の変動幅を把握した。氷期には、年平均気温が 10°C 程度低下し、100m 程度の海面低下が起きること、また、地域によっては降水量が現在の半分程度に低下することが判明した⁷⁾。

また、氷期の北海道を例に永久凍土の形成深度をシミュレーションし、最大深度が 130m 程度であることを見積もった⁷⁾。

(3) 火山活動に関する研究

第四紀火山の分布と噴火年代などに関するデータベースを作成した⁸⁾。これをもとに火山活動の場所と時間的変遷を明らかにし、火山活動が第四紀を通じて限られた地域で繰り返していることなどを確認した。

地熱に関しては、ボーリングデータから編纂した地温勾配図⁹⁾をもとに、火山からの距離と地温勾配との関係を解析し、火山活動による熱的影響の範囲は、

火山の噴出中心から 10~20km であることを明らかにした¹⁰⁾。また、火山活動による地質環境への影響について文献調査を実施し、熱的・水理学的・地球化学的影響の範囲が、火山の噴出中心から数 km~20km 程度であることなどの事例を整理した¹¹⁾。

(4) 地震・断層活動に関する研究

空中写真判読などにより、全国の活断層分布図を作成して¹²⁾、分布や活動のタイプの地域性などを解析した。また、テクトニクスと断層活動との関係进行分析し、大半の活断層が過去数十万年間、同じ傾向で活動を続けてきたことを明らかにした。さらに、活断層の地下深部構造や活動場の移動範囲について事例研究を行い、活動場の拡大範囲が数十万年で数 km 程度であることなどを明らかにした。

断層活動による力学的影響範囲については、断層の規模と断層破碎帯の幅との関係などの情報を整理した。地震による地下水への影響については、地震前後における地下水位の変化を観測した。その結果、地震による水位の変動幅は通常認められる季節変動よりも小さく、数ヶ月程度でもとのトレンドに戻ることなどが明らかになった。

3. 研究計画の概要

第2次取りまとめを踏まえ、地質環境の長期安定性に関する評価の信頼性をさらに高めるため、隆起・侵食、断層活動、火山活動などの活動様式やその影響に関する知見・情報を拡充するとともに、それらを実際に評価するための手法を整備していく。

当面の5年程度は、全国を視野に入れつつ、第2次取りまとめに対する国の評価などで指摘された以下のような課題や、具体的な地質環境を評価するうえで必須となるような技術に焦点を当てて、各天然現象に関する事例研究および調査・解析技術の開発を行う。

- ・地殻変動、侵食作用、海水準変動の複合により地形はどう変化するか？
- ・非火山地域における温度異常の原因は何か？
- ・単成火山地域における火山活動域をどう評価するか？
- ・活断層が認められない地域で発生する地震をどう評価するか？
- ・測地データが長期的な地殻変動の傾向と違うのは何故か？

また、東濃地域を事例として、地質環境長期予測手法（広域～局所的なテクトニクス、古水理地質学、ナチュラルアナログなどを駆使して地質環境の将来変化を予測する技術）の開発をめざした研究を進めていく。

(1) 隆起・侵食に関する研究

将来の地形を予測することは、土被りの厚さや動水勾配の変化など、地表から地下深部までの地質環境が将来どの程度安定であるかを評価するうえで重要である。地形は、地盤の隆起と侵食が同時に進行することによって変化していく。本研究では、これを予測するため、隆起と侵食を同時に組み込んだ3次元地形変化シミュレーションの構築を試みる。当面は、海岸部を対象に、万年オーダーでの地形変化シミュレーションの開発を進める。

(2) 気候・海水準変動に関する研究

地球規模での気候変動サイクルに従えば、今後は氷期に向かい、海面は低下していく。海面が低下すると、河川はそこに向かって下刻を始める。本研究では、海面低下にともなう下刻がどのような規模で生じるかを予測する手法の整備をめざす。また、氷期における永久凍土の形成（厚さの分布）を予測する。

(3) 火山活動に関する研究

将来10万年程度にわたって火山活動が生じる可能性のある地域や、マグマの

貫入、大規模火砕流、地熱・熱水などが地質環境に及ぼす影響に関する科学的な知見を蓄積するとともに、それらを調査する手法を整備していく。当面は、物理探査などを利用した地殻温度構造の解明、年代測定などによる単成火山の時空分布の把握など、各事象が顕著にみられる地域を対象とした事例研究を進める。

(4) 地震・断層活動に関する研究

将来 10 万年程度にわたって活動する可能性のある地表付近の断層の存在や、断層活動が周辺の地質環境に及ぼす影響に関する科学的な知見を蓄積するとともに、それらを調査する手法を整備していく。当面は、地震活動や地形的特徴などから地表付近の震源断層を検出するための手法の整備、断層周辺の岩盤性状に関する調査などを事例的に実施する。

(5) 地質環境の長期予測に関する研究

ウラン鉱床が過去に経験してきた様々な変動と、ウラン系列核種の移行・固定状態を比較する以下の研究により、地質環境が有する放射性核種の保持能力やその能力の地質変動に対する頑健性を定量的に評価する。そのため、

- a. ウラン系列核種の移行・固定状態に関与する水理・地球化学的要因の抽出
- b. 過去の地質変動にともなう水理・地球化学環境の変化と、これによるウラン系列核種の移行・固定状態への影響の把握
- c. 広域～局所的なテクトニクスを考慮した地質環境の変動履歴の復元

などを通じて、地質環境の将来変化を予測する手法の構築をめざす。

4. 平成 13 年度の研究計画

4.1 隆起・侵食に関する研究

1) 目 標

将来の地形を予測することは、土被りの厚さや動水勾配の変化など、地表から地下深部までの地質環境が将来どの程度安定であるかを評価するために重要である。地形変化は、地盤の隆起と侵食が同時にはたらくことによって進行する。本研究では、このような万年オーダーでの地形変化を記述する隆起と侵食を同時に組み込んだ 3 次元地形変化シミュレーションの構築を目標とする。

平成 13 年度より当面 3 年間は、海岸部を対象とした地形発達シミュレーションの開発を進める。平成 13 年度は、事例研究を通じてモデルに必要な地形パラメータを取得するとともに、地形変化シミュレーションモデルを設計する。

2) 実施内容

(1) 将来の隆起・侵食の評価に関する調査研究

隆起する土地への谷の切り込みによる段丘→丘陵→小起伏山地という地形発達を数値モデルで記述するため、日本列島の地形パラメータの統計解析、地形と地質との関係の解析、侵食による斜面勾配や高度の減少速度の調査、事例解析地域の詳細地形計測などを行い、これらを元にシミュレーションプログラムを設計する。

①地形変化予測手法の整備

地形変化シミュレーションのためのモデル設計を行う。モデルに組み込む地形パラメータ（斜面の形状と地質との関係など）を得るため、数値地図を用いて全国の流域地形計測を行うとともに、デジタル地質図を作成して地形と地質との関係を検討する。また、平成 12 年度に作成したデジタル地形モデルを用いて、事例解析地域の地形パラメータを計測し、シミュレーションの初期形状を得る。

- ・河川流域抽出プログラムの作成
- ・流域地形パラメータの統計分析（全国）
- ・デジタル地質図の作成（北海道）
- ・事例解析地域の詳細地形計測（八戸南方の 50km²）
- ・景観シミュレーションプログラムの作成

②丘陵の地形変化速度に関する調査

地形変化シミュレーションモデルに入力する地形の改変速度（標高・勾配の時間変化）に関するパラメータを、全国レベルで取得する。

- ・地形の拡散係数の算出（日本の各気候区，地質別）
- ・斜面物質の移動速度の調査（上記①の事例解析地域周辺）

4.2 気候・海水準変動に関する研究

1) 目 標

氷期・間氷期の10万年の周期性からは、現在は間氷期のピークを少し越えた位置にあり、今後は氷期に向かうとされる。また10万年の内、間氷期は2万年、氷期は8万年程度であることから、将来の地質環境を予測する上では氷期の環境を把握することが重要である。氷期に海面が低下すると、河川はそこに向かって下刻をはじめめる。本研究では、この下刻がどのような規模と範囲で生じるかを予測する手法を、平成13年度からの当面3年間で整備する。また、氷期に北日本で発達が予想される永久凍土は、不透水層を形成し、地下水流動に影響を与えることが考えられる。本研究では、永久凍土の形成について、その厚さの分布を予測する。

2) 実施内容

(1) 気候・海水準変動の影響の評価に関する調査研究

氷期の海面低下にともなう河川の下刻が生じる範囲と、その規模を予測する手法を事例研究を通じて整備する。また、氷期の北海道を例に、永久凍土の層厚を感度解析により予測する。

①河川の下刻量に関する調査

濃尾平野を事例に既存ボーリングコアの分析などを行い、河川の下刻が下流から上流へ伝播するプロセスを明らかにする。

- ・既存ボーリングコアなどの分析，年代測定による物質運搬プロセスの把握
- ・既存柱状図のデータベース化による埋没谷底の分布などの把握

②気候変動の地下水理への影響調査

不透水層となる永久凍土が形成される深度を、北海道大学低温科学研究所で開発・改良された永久凍土シミュレーションモデルを用いて、感度解析によって求める。また、氷期の気温・降水量の低下の規模を、既存ボーリングコアの

分析などにより把握する。

- ・永久凍土シミュレーションの実施
- ・コア試料分析 (^{14}C 年代測定, 微化石など)

4.3 火山活動に関する研究

1) 目 標

地質環境の長期安定性を評価する上では, 将来 10 万年程度に新たな火山活動が生じる可能性や, マグマの貫入, 大規模火砕流, 地熱・熱水対流系の生成・発達などの火山活動が地質環境に及ぼす影響の範囲や程度に関して, 科学的な知見を蓄積するとともに, それらの調査手法を整備しておくことが重要である。このため, 上記の現象が顕著な地域などを対象として, 事例研究を主体とした調査研究を進める。

平成 13 年度より当面 3 年間は, 物理探査などを利用して地殻温度構造を把握するための手法の整備, ならびに 1 回限りの活動で形成される単成火山の時空分布に関する調査研究などを事例的に実施する。

2) 実施内容

(1) 将来の火山活動域の評価に関する調査研究

将来, 新たに火山活動が生じる可能性のある地域を評価するため, 非火山地域における地殻内の温度構造を把握する地下探査手法を整備する。また, 得られた地殻温度構造と過去の火成活動の履歴 (時空間分布) を対比することなどにより, 火成活動の将来予測手法を検討する。

①地殻温度構造調査手法の整備

非火山地域の高温異常域を対象に, 比抵抗探査などにより地下深部の温度構造調査を行い, 熱源の存在の有無, 領域, 地下構造などを明らかにするとともに, 地球化学的手法 (He 同位体分析など) により地下の熱源の起源を検討する。また, これらの事例研究を通じて, 地殻の温度構造を推定する手法を整備する。

- ・比抵抗探査 MT 法 (広域調査)

(対象地域: 紀伊半島, 探査深度約 30km)

- ・地震波の速度構造解析による上部・下部地殻のクラック密度と流体飽和度の推定 (対象地域: 紀伊半島を含む西南日本地域)

- ・温泉ガス中の He 同位体比の測定データの収集・整理

(対象地域: 中国・四国地方, 近畿地方)

②単成火山群の時空分布に関する調査

九州・中国地方の日本海側に分布するアルカリ玄武岩類などの単成火山群を対象に、試料採取と年代値データの収集を行い、火山活動の時空分布（地域性、規則性など）を把握する。また、地下構造探査、岩石組成の微量分析などを行い、マグマの供給のプロセスやメカニズムを推定するとともに、火成活動を規制する要因を検討する。

- ・比抵抗探査MT法（広域調査）
（対象地域候補：横田地域，神鍋地域，探査深度約30km）
- ・火山地質調査，年代値データの収集，岩石組成分析（主成分，微量成分，同位体など）（対象地域：横田地域，神鍋地域）

(2) 火山活動の影響に関する調査研究

火山活動が周辺の地質環境に及ぼす影響として、地熱系・熱水対流系の生成・発達、ならびに、マグマの貫入や大規模火砕流の発生による周辺岩盤への熱的影響が挙げられる。本研究では、これらの影響の範囲や程度に関する科学的な知見を蓄積するとともに、影響評価の手法を整備する。

①火砕流発生に伴う熱的影響に関する熱年代学的調査

大規模火砕流堆積物に覆われ岩盤が熱的影響を被ったと考えられる地域は、現在の火山活動地域よりも広範に及んでいる。この熱的影響の範囲と程度を評価することを目的として、代表的な地域で熱年代学的手法（鉱物の閉鎖温度）による解析と数値モデル解析との比較検討を行う。

- ・熱年代分析試料採取地点の選定および試料採取
（対象候補：阿蘇，耶馬溪，今市）
- ・FT長解析（ジルコ，アパタイト）などによる岩盤の上昇温度（熱履歴）の推定
- ・熱的影響に関する数値モデル解析との比較検討

②地熱・熱水系への影響，マグマの貫入などの影響に関するデータ収集

火山活動による地熱系への影響や地下水への地球化学的影響，およびその範囲を把握するために、これまでに収集・構築した「温泉地化学データベース」ならびに「坑井温度データベース」を用いた解析を行う。また、マグマの貫入による影響などについて情報収集を行う。

- ・「温泉地化学データベース」のGIS化
- ・火山体からの距離と地下水組成・pHの変化に関する事例解析
- ・火山分布と地温勾配に関する事例解析

- ・ マグマ貫入の影響に関する文献調査

4.4 地震・断層活動に関する研究

1) 目 標

地質環境の長期安定性を評価する上では、将来 10 万年程度に活動する可能性のある地表および地下の断層の存在や、断層活動が周辺の地質環境に及ぼす影響の範囲や程度に関して、科学的な知見を蓄積するとともに、それらの調査手法を整備しておくことが重要である。このため、上記の現象が顕著な地域などを対象として、事例研究を主体とした調査研究を進める。

平成 13 年度より当面 3 年間は、地震活動の変化のプロセスや地形的特徴から震源断層を推定するための手法の整備、ならびに断層周辺の岩盤性状に関する調査などを事例的に実施する。

2) 実施内容

(1) 断層活動の将来予測に関する調査研究

将来的な断層活動の予測評価を行うため、活断層の過去の活動履歴や活動様式の地域性などに関する情報を整備するとともに、地形、地質、地下構造、測地学・地球物理学に関する各種データを総合的に解析することにより、地下の震源断層の存在と地震発生の可能性を示唆する特徴を抽出する。

①活断層の活動時期と活動場の移動に関するデータ整理・解析

断層の新生や既存断層の再活動の可能性を把握するために、活断層の活動時期と活動場の移動に関して、文献調査などにより最新情報を収集するとともに、これまでに構築した「活断層 GIS マップ」を用いたデータ解析を行う。

- ・ 活断層の活動時期と活動場の移動に関する情報収集
- ・ 活断層の活動時期別分布図の作成
- ・ 活動の場が移動した可能性のある活断層の抽出

②震源断層調査手法の整備

将来的に大規模地震を起こす可能性のある震源断層を把握するためには、地表に活断層が認定されていない地域においても、地下浅部に震源断層が存在する可能性を検討することが重要である。このため、事例研究を通じて、地形学的特徴、地震分布、地下構造などを反映している構造地質学的・測地学的・地球物理学的情報を収集し、それらを総合的に解析することにより、地下の震源

断層の存在と地震発生の可能性を示す特徴の抽出や判断基準に関して検討する。

- ・空中写真判読およびリニアメントの抽出（対象地域：中国地方）
- ・微小地震の列状分布の抽出（対象地域：中国地方全域）
- ・歴史時代の被害地震データの整理（対象地域：全国）
- ・地質断層の再検討（対象地域：中国地方）

(2) 地震・断層活動の影響に関する調査研究

地震・断層活動が周辺の地質環境に及ぼす影響として、断層活動に伴う周辺岩盤中の割れ目系の生成・発達、ならびに地震に伴う震源地域の地下水や岩盤応力（歪）の変化が挙げられる。本研究では、これらの影響の範囲や程度に関するデータを収集・整備する。

①断層周辺の岩盤性状に関する調査

過去の断層活動によって周辺岩盤が受けた影響を把握するため、断層の活動履歴と周辺岩盤中における断層岩（断層粘土や破碎帯）の分布や幅、割れ目系の発達状況を事例的に調査する。また、岩石の力学的破壊試験による岩石の物性変化や透水性変化に関する情報収集を行う。

- ・断層周辺岩盤中の断層岩、割れ目の分布調査
- ・断層活動履歴と岩盤への影響範囲の検討
- ・岩石の力学的破壊試験のデータ収集（文献調査）

②地震による地下水変化などの観測および情報収集

地震の発生に伴う震源地域周辺の地下水（流動）や岩盤応力への影響とその経時的な変化を把握するため、東濃鉾山での地震、地殻歪、地下水観測を行う。また、被害地震が発生した場合、適宜、震源地域の地下水変化などに関する情報収集を行う。

- ・東濃鉾山での地震・地殻歪み観測と地下水観測（水位、温度）の継続
- ・震源地域の地下水変化などに関する情報収集

4.5 地質環境の長期予測に関する研究

将来起こり得る地質環境変動に対する地層処分安全性を示す上で、ウラン鉾床において過去に起こった様々な地質環境変動とウラン系列核種の移行・固定状態を比較解析し、長期にわたって固定化されてきた放射性核種の安定性や地質環境の変化に対する頑健性を定量的に評価することは極めて有効である。

また、信頼性の高い地質環境の将来予測手法を構築するためには、地質環境

変動の背景となる日本列島のテクトニクスについて理解を深めるとともに、広域および局所的なテクトニクスを解析する地球物理学的なモデルを構築することも有効である。

(1) 東濃ウラン鉱床における物質移行に関する研究

1) 目 標

東濃ウラン鉱床では、鉱床生成後、現在までの数百万年以上にわたって様々な地質環境変動（地盤の隆起・沈降、地層の堆積・侵食、断層活動、熱変成、低温での変質、岩石-地下水の相互反応など）を被ったにもかかわらずウラン鉱体が保持されている。このような天然事例は、地質環境変動が放射性核種の移行挙動に与える影響を考察する上で最適な事例といえる。本研究では、このような環境でウランが保持されている要因をナチュラルアナログ的手法により様々な角度から検討し、当面5年間で以下の課題の解明を目指す。

- ・放射性核種に対する地質環境の保持機能が長期間にわたって起こる様々な地質学的擾乱に対してどれほど頑健なものであるか
- ・その頑健性について中心的な役割を果たすプロセスは何か
- ・このプロセスの働きが期待できる他の地質環境はどのようなものか

2) 実施内容

ウラン鉱体とその周辺の天然ウラン系列核種の移行・遅延のメカニズム、およびそれらに関わる各種パラメータ（pH 条件、酸化還元状態など）の現在の状態について、ナチュラルアナログ的手法を用いて調査研究する。

①地質環境中でのウランの形態および分布に関する調査研究

月吉鉱床中や断層近傍のウランの形態、および分布に関する既存情報の整理と解析により、ウラン系列核種の溶出量などを定量的に推定する。解析用データが不足する場合は、既存試料を用いてデータを取得する。

- ・既存データに基づく解析用データベースの作成
- ・これまでのナチュラルアナログ研究において未明な項目（地下水中のコロイド、放射性同位体、亀裂表面の鉱物組成、ウラン収着部の物理・化学的固定化機構、U-233 と U-238 あるいは U-234(I)の交換反応、亀裂周辺部放射性同位体）についての予察的調査解析

②地下水中の元素の化学形および濃度に関する数値解析

土岐花崗岩および土岐夾炭累層中の地下水を対象に、Geochemical Work Branchなどの標準的な地球化学解析コードを用いて、ウランおよび酸化還元電位に關与するその他の元素の化学形を解析する。また、地下水中での uraninite や coffinite の溶解度を算出し、液相中のウラン濃度の上限を推定する。

解析では、關連する熱力学データの入手可能性と信頼性をレビューし、重要な反応のうちデータが不足するために化学形の解析が困難なものの特定も行う。

(2) 東濃地域の古水理地質学的変遷の把握

1) 目 標

地質環境の長期予測手法を確立するために、東濃地域を例に水理・地球化学環境、ウランの移行・固定状態などが過去から将来にわたって、どのように変化するかを時間軸を入れて理解する。

2) 実施内容

東濃ウラン鉱床を含む地域が過去にどのような地質環境の変遷を経てきたかを、地質・地形の情報から復元し、ウラン鉱床を保持してきた過去の水理・地球化学環境を推定する。

①東濃地域の地形モデルの作成

古水理地質モデルに必要な古地形復元の基礎とするため、現在、何処にどのような地形的特徴があるかを客観的に表現するデジタル標高モデルを作成する。

②古水理化学環境の解析手法開発および解析

地質環境の変遷に伴う水理・地球化学環境の変化を解析するためには、水理環境と地球化学環境の変化を相関させながら解析する連動モデルが必要である。本研究ではそのためのモデルを開発し、水理・地球化学環境を解析する。

- ・水理モデルと地球化学モデルの統合および既存データによるモデルの検証
- ・復元された古地形と統合モデルに基づく古環境における地球化学パラメータの変動範囲の推定
- ・鉱物共生(paragenesis)の情報に基づく地球化学パラメータの変動範囲の検証

③酸化還元フロントに関する調査および解析

還元環境の長期安定性について考察するため、ウラン鉱体周辺の酸化還元

関わる地下水・鉱物データを用いて、酸化還元フロントを明らかにする。また、酸化還元フロントに関与する酸化・還元物質の種類とその含有量などを把握し、酸化還元フロントの長期的変遷について解析を行う。

(3)テクトニクスの将来予測に関する研究

1) 目 標

外挿による地殻変動の将来予測の信頼性を高めるためには、日本列島周辺においてテクトニクスが変化している地域を識別し、それ以外の地域では 10 万年程度のスパンで見れば安定したテクトニクス環境の下で、地殻変動が定常的に進行していることを示すことが重要である。また、外挿による予測を裏付ける観点から、地殻変動を記述する物理モデルの整備が有効である。

平成 13 年度は、これまでに蓄積した地殻変動データを整理・解析して日本列島のテクトニクスの特徴を示す全国図を作成する。さらに、日本列島の隆起のメカニズムを説明し、将来の隆起量を予測するために、既存の FEM コードを改良してシミュレーションモデルの構築を開始する。当面は、日本列島の特徴でありデータの豊富な海岸隆起を対象とし、解析モデルを平成 13 年度から 3 年間で開発する。

2) 実施内容

①テクトニクス地域区分図の作成

地殻変動の将来予測の妥当性を示す背景情報として、現在テクトニクスの変化が認められる地域が、日本列島の特定の範囲に限定されることを説明するため、テクトニクスの特徴に基づく概略的な地域区分図を作成する。

- ・地質環境データベース (GIS) に登録されたデータ (活断層, 震源, 地形, 火山) のコンパイル
- ・既存文献 (GPS データなど) のコンパイル

②地殻変動予測手法の整備

日本列島の海岸隆起をテクトニクスと地殻の物性を考慮して解析するシミュレーションモデルを、既存の FEM コードを改良することにより構築する。

- ・解析断面 (東北日本中部の東西断面) の作成
- ・PC 用 FEM (FLAC) を用いた事前解析による問題点の把握
- ・汎用コンピュータ用 FEM (ABAQUS) の改良設計

5. おわりに

平成 11 年度における「第 2 次取りまとめの公表」、平成 12 年度における「第 2 次取りまとめへの国の評価」、「処分事業にかかわる法令の整備」、「処分事業の実施主体の設立」など、わが国の地層処分計画は科学的検討の段階から事業化を目指した段階へと踏み出しつつある。これに伴い、サイクル機構が中核機関となって推進してきた地層処分の研究開発についても、今後は国および関係機関ならびに実施主体である原子力発電環境整備機構などが、それぞれの役割分担に応じて展開していくことになる。このような、わが国の地層処分計画を取り巻く情勢の進展を踏まえて、平成 13 年度からは、大学などの外部専門家に引き続きご支援いただくとともに、国や関係機関との連携をより一層深め、また、実施主体とも協力しあいながら、地層処分技術の信頼性をさらに向上させるための基盤的な知見、情報、技術を整備していく。得られた成果については、処分事業や安全規制に時宜良く反映していくことを念頭において情報化していく。

なお、本報告書に示した内容については、わが国の地層処分計画における今後の進展やサイクル機構内外の動向に留意しつつ、適宜見直しを図っていく。

6. 引用文献

- 1) 「原子力の研究, 開発および利用に関する長期計画」, 平成 12 年 11 月 24 日, 原子力委員会
- 2) 「原子力の技術基盤の確保について」, 総合資源エネルギー調査会原子力部会, 平成 13 年 6 月 (2001)
- 3) 「中長期事業計画 (見直し案)」, 核燃料サイクル開発機構, 平成 13 年 5 月 16 日 (2001)
- 4) 小池一之・町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会
- 5) 藤原 治・三箇智二・大森博雄 (1999) 日本列島における侵食速度の分布. サイクル機構技報, 5, 85-93
- 6) 高木俊男・柳田 誠・藤原 治・小澤昭男 (2000) 河岸段丘から推定した河床高度変化の歴史. 地学雑誌, 109, 366-382
- 7) 松末和之・藤原 治・末吉哲雄 (2000) 日本列島における最終氷期最寒冷期の気候. サイクル機構技報, 6, 93-103
- 8) 第四紀火山カタログ委員会編 (1999) 日本の第四紀火山カタログ (CD-ROM 版), 日本火山学会
- 9) 矢野雄策・田中明子・高橋正明・大久保泰邦・笹田政克・梅田浩司・中司昇 (1999) 日本列島地温勾配図 (1:3,000,000), 地質調査所
- 10) 梅田浩司・小松 亮・中司 昇 (1999) 坑井データによる地下温度構造の推定. サイクル機構技報, 2, 29-36
- 11) 小松 亮・梅田浩司 (1999) 日本列島における温泉・熱水変質帯について. サイクル機構技報, 4, 121-128
- 12) 200 万分の 1 活断層図編纂ワーキンググループ (2000) 200 万分の 1 日本列島活断層図. 活断層研究, 19, 3-12

7. スケジュール

年 度	H13	H14	H15	H16	H17
1. 隆起・侵食に関する研究					
(1) 将来の隆起・侵食の評価に関する調査研究					
①地形変化予測手法の整備					→
②丘陵の地形変化速度に関する調査					→
2. 気候・海水準変動に関する研究					
(1) 気候・海水準変動の影響の評価に関する調査研究					
①河川の下刻量に関する調査					→
②気候変動の地下水理への影響調査					→
3. 火山活動に関する研究					
(1) 将来の火山活動域の評価に関する調査研究					
①地殻温度構造調査手法の整備					→
②単成火山群の時空分布に関する調査					→
(2) 火山活動の影響に関する調査研究					
①火砕流の熱的影響調査					→
②地熱・熱水の影響に関するデータ収集		→			
4. 地震・断層活動に関する研究					
(1) 断層活動の将来予測に関する調査研究					
①活断層の活動時期・活動場の移動		→			
②震源断層調査手法の整備					→
(2) 地震・断層活動の影響に関する調査研究					
①断層周辺の岩盤性状に関する調査					→
②地震による地下水変化などの情報収集					→
5. 地質環境の長期予測に関する研究					
(1) 東濃ウラン鉱床における物質移行に関する研究					
①ウランの形態・分布に関する調査研究					→
②元素の化学形・濃度に関する数値解析					→
(2) 東濃地域の古水理地質学的変遷の把握					
①東濃地域の地形モデルの作成					→
②古水理化学環境の解析手法開発					→
③酸化還元ポットに関する調査・解析			→		
(3) テクトニクスの将来予測に関する研究					
①テクトニクス地域区分図の作成					→
②地殻変動予測手法の整備					→