

高速増殖原型炉もんじゅ敷地周辺の直線的な地形等に関する調査 The linearity of geographical features and a planation surface along the seashore around the fast breeder reactor Monju

佐々木 亮道^{1*}; 安江 健一¹; 島田 耕史¹; 立石 良²; 石丸 恒存¹; 田中 遊雲¹
SASAKI, Akimichi^{1*}; YASUE, Ken-ichi¹; SHIMADA, Koji¹; TATEISHI, Ryo²; ISHIMARU, Tsuneari¹; TANAKA, Yukumo¹

¹ (独) 日本原子力研究開発機構, ² 応用地質株式会社

¹Japan Atomic Energy Agency, ²OYO Corporation

高速増殖原型炉もんじゅ (以下、もんじゅ) においては、原子炉建物近傍の敷地内破碎帯調査のほかに、段丘編年やリニアメントの成因検討等、敷地周辺の地形に着目した調査も行ってきた。本発表では、もんじゅ敷地周辺の直線的な地形や海岸沿いの平坦面を対象とした地形・地質調査の結果を報告する。

1. 直線的な山地/段丘境界に関する調査・検討

もんじゅ敷地の南方に存在する、NW~NNW 方向の線状地形 (L-2 リニアメント, 耐震バックチェック時に判読) は、JAEA による地形・地質調査の結果等から、組織地形である可能性が高いと評価されている。この線状地形の北方の山地/段丘境界は NW 方向で直線的である。この境界の活断層の可能性について、原子力規制委員会の有識者会合において意見があり、これを受けて、詳細な地形・地質調査を行った。

地形調査: 山地/段丘境界付近において、地形判読、現地調査、測量データの解析等を行った。調査地域では、山地斜面が直接海に臨み、現河床と段丘面の勾配は比較的急である。そのため、人工改変前の地形図からは、河川が大きく蛇行することなくゆるく湾曲した侵食地形を作っていること、山地/段丘境界も同様にゆるく湾曲していることが読み取れる。また、建設前の地形図には山地/段丘境界付近に分離小丘状の地形が表現されているが、航空レーザ測量及び踏査ではそのような地形は顕著に認められないことから、地形図作成当時の判読誤差等が影響して表現されている可能性がある。

地質調査: 山地/段丘境界付近において、破碎帯の有無や節理の発達様式に着目して露頭調査と堆積層の年代測定を行った。その結果、発達する節理は主として NW 方向 (山地/段丘境界の発達方向) 及び NE 方向であり、比較的堅硬な花崗岩も分布していることが明らかとなった。また、山地/段丘境界付近には一部の露頭で破碎帯が確認されたが、山地/段丘境界の方向と同方向に連続する破碎帯は確認されなかった。破碎帯が確認された山地/段丘境界北西端付近の露頭では、破碎帯を覆う約 4~5 万年前以降の被覆層に変位は確認されなかった。

以上の地形・地質調査の結果、山地/段丘境界の直線性が断層変位に起因する証拠は確認されなかった。

2. 直線的な海岸線と海岸沿いの平坦面に関する調査・検討

もんじゅ敷地周辺では、大局的にみると NE 方向の直線的な海岸線が発達する。また、海岸沿いの一部に定高性のある地形 (平坦面) が認められる。このような地形の成因と平坦面が他にも分布するのかどうかについて、地形・地質調査を行った。

地形調査: 地形判読を行うとともに、航空レーザ測量データから作成した DEM を利用して等高線図や地形断面図を作成した。その結果、標高 5m 付近に分布する平坦面 (幅約 10m、長さ約 20m) の 1 か所を除き、比較的平坦な面として認識できるような地形は判読されなかった。

地質調査: 節理の発達に着目した露頭調査と、離水を示唆する痕跡の探索を行った。その結果、海岸線と節理の発達方向 (NE 方向) が調和的であることを確認した。また、離水を示唆する生物遺骸は確認されなかった。

キーワード: 高速増殖炉もんじゅ, 破碎帯調査, リニアメント

Keywords: fast breeder reactor Monju, survey of crush zone, lineament

破碎帯の新旧評価について—高速増殖原型炉もんじゅ敷地の花崗岩体の事例— On the turn determination of crush zone activity, a lesson from granitic basement rock holding the fast breeder reactor

島田 耕史^{1*}; 立石 良²; 石丸 恒存¹; 佐々木 亮道¹; 田中 遊雲¹; 宮崎 真之¹; 安江 健一¹; 丹羽 正和¹; 末岡 茂¹; 梅田 浩司¹; 池田 真輝典¹

SHIMADA, Koji^{1*}; TATEISHI, Ryo²; ISHIMARU, Tsuneari¹; SASAKI, Akimichi¹; TANAKA, Yukumo¹; MIYAZAKI, Masashi¹; YASUE, Ken-ichi¹; NIWA, Masakazu¹; SUEOKA, Shigeru¹; UMEDA, Koji¹; IKEDA, Makinori¹

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 応用地質株式会社

¹ Japan Atomic Energy Agency, ² OYO Co.

原子炉施設の耐震安全性評価や放射性廃棄物の地層処分に際して岩盤中の破碎帯の活動性評価は重要な課題であり、その実施に当たっては活動性評価対象の妥当性が担保されるべきである。すなわち、破碎帯の新旧評価により、活動時期を評価すべき対象を絞り込むことが必要と考えられる。ここでは破碎帯とその他の地質体及び破碎帯同士の新旧評価の考え方を整理し、高速増殖原型炉もんじゅ（以下、「もんじゅ」）敷地における花崗岩（江若花崗岩；ジルコンU-Pb法による年代は $68.5 \pm 0.7\text{Ma}$ ）の破碎帯調査をその適用事例として示す。

1. 破碎帯とその他の地質体による新旧評価：

(1. 1) 上載地層による新旧評価；基盤岩中の破碎帯を覆う変位変形を受けていない上載地層の年代特定により、破碎帯の活動がその年代よりも古いことが示される。離れた破碎帯同士の新旧関係は、年代の同じ地層に対する影響の与え方の差異があった場合に評価できる。トレンチ調査（及び火山灰分析）によれば、敷地近傍の活断層である白木-丹生断層はA T火山灰層を含む上載層を切って繰り返し活動している。一方、もんじゅ建設時の敷地内破碎帯トレンチ調査によれば敷地内破碎帯はA T火山灰層を含む上載層を切っていない。これらから、最新活動は敷地内破碎帯の方が白木-丹生断層よりも古いことと、約3万年前以降の白木-丹生断層の活動時に敷地内の当該破碎帯が動かなかったことが示されている。

(1. 2) 岩脈・鉱物脈・粘土脈による新旧評価；破碎帯を横切る岩脈・鉱物脈・粘土脈が破碎帯による変位変形を受けていない時、破碎帯の最新活動はこれらの構造形成よりも古いことが示され、これらの構造の年代が与えられれば破碎帯の最新活動年代を評価することができる。もんじゅ敷地内の剥ぎ取り調査では、約19Maの玄武岩岩脈を切る α -3破碎帯、 α -4破碎帯が確認されており、最新活動年代は岩脈形成よりも後である。

2. 破碎帯同士の関係による新旧評価：

破碎帯同士の切断関係により、切られた方は切った方よりも古い。共役の関係が変位センスから示唆された場合には同時期の形成が考慮されるが、最終的に切っている方が最新活動によるものであろう。共役関係は、Griffith-Coulomb破壊基準、Maximum Effective Moment 破壊基準⁽¹⁾により判断される。切っている構造が高温高圧下での形成を示す場合、過去、地下深部で形成されたことを示すので、切られた構造が変質による脆弱化、粘土化を被っている、古い地質構造と評価できる。もんじゅ敷地内の剥ぎ取り調査では、顕著な粘土脈を伴う β 破碎帯と、これを切る α -3系破碎帯があり、挟角 $50\sim 55^\circ$ で共役的に発達している。また、 α -3系の破碎帯は花崗岩の黒雲母の引きずりと珪長質部の引き伸ばしによるP-Y-R₁面形成を伴う面状カタクレーサイトや石英脈の引きずり褶曲が肉眼で認められ、延性的な変形であり、比較的高温高圧下における構造発達を示唆する。

以上から、玄武岩を切り、 β 破碎帯を切る α -3系の破碎帯が、活動時期を評価すべき対象として絞り込まれており、会場では検討結果を示す。

(1) Zheng et al., 2004, Journal of Structural Geology, 26, 271-285.

キーワード: 高速増殖原型炉もんじゅ, 破碎帯調査, 江若花崗岩

Keywords: fast breeder reactor Monju, survey of crush zone, Kojaku granite

1999年台湾集集地震に伴う地下水位変化の深さによる依存性 Depth-dependent coseismic groundwater level changes by seismic ground motion of the 1999 Chi-Chi earthquake, Taiwan

比嘉 万友美^{1*}; 中村 衛²; 小泉 尚嗣³; 頼 文基⁴
HIGA, Mayumi^{1*}; NAKAMURA, Mamoru²; KOIZUMI, Naoji³; LAI, Wen-chi⁴

¹ 琉球大学大学院理工学研究科, ² 琉球大学理学部, ³ 産業技術総合研究所地質調査総合センター, ⁴ 台湾成功大学防災センター

¹ Faculty of Science and Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus, ² Faculty of Science, University of the Ryukyus, ³ Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴ Disaster Prevention Research Center, National Cheng Kung University, Taiwan

地震時に地下水位や水圧が変動する現象がこれまで数多く報告されてきた (Montgomery and Manga, 2003; 小泉, 2013)。地震時地下水位変動の要因として、静的体積歪変化および地殻変動 (動的体積歪変化や透水性変化・液状化等) が考えられている (Lee *et al.*, 2002; Lai *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2001)。静的体積歪変化は地震時水位変化との対応が良い場合が多く報告されていることから (例えば、小泉, 2013)、地震時水位変化の主要因の1つであると考えられている。しかし、静的体積歪変化と水位変化が対応しないことも多い。この場合は、地震動の影響が大きいとされることが多い (例えば、小泉, 2013)、その詳細は明らかになっていない。

集集地震 (Mw7.6) は1999年9月21日午前1時47分 (現地時刻) に台湾中部で発生した。内陸直下で起こる地震としては最大級のものであったことに加え、断層周辺には高密度の強震動観測網 (Lee *et al.*, 1999) と地下水資源管理用の観測井戸が多数展開されていたため (小泉, 2011)、良好な地震波形データとともに多数の地震時の地下水位変化のデータが震源域近傍で得られている。

集集地震での地下水位変化に関して、Wang *et al.* (2003) では震源域近くの沖積平野部分の比較的浅い地下水において、液状化の観点から地下水位変化量と加速度応答スペクトルおよび速度応答スペクトルとの間に強い相関関係があることを示している。しかし、彼らの研究では多くの井戸をまとめて解析し地震動にのみ注目する一方、帯水層毎の特徴や透水性の影響等について、必ずしも十分検討されてはいない。液状化は、地震動だけで決まるものではなく、地下水の水文地質的条件 (不圧か被圧といった帯水層の性質や透水性等) にも左右されるため、後者についても十分な検討が必要と考えられる。

そこで、我々は水文地質条件が同じと考えられる帯水層毎に地震時の地下水位変化を調べた。不圧帯水層である最も浅い帯水層1とその下の被圧帯水層である帯水層2の地下水を対象とし、異なる性質があるのか調査した。これらの井戸では、水位上昇した井戸 (84本) と低下した井戸 (14本) の両方がみられたが、水位低下に関しては地下水位変化のメカニズムが異なると考えられるため、本研究では沖積平野部分の水位上昇した井戸のデータのみを使用した。また、通常のスペクトルに比べて応答スペクトルは地盤への影響を読み取ることができるため、地震波の応答スペクトルと地下水位変化量との関係を調べた。その際、異なる周波数の応答スペクトルに対する地下水位変化をみるため、高周波側 (1Hz) と低周波側 (0.1Hz) に分けて計算した。元となる加速度地震波形のデータから、加速度応答スペクトル・速度応答スペクトル・変位応答スペクトルを上下動成分・水平動成分・3成分合成のそれぞれで計算している。帯水層ごとに応答スペクトルと水位変化量との相関係数を出したところ、帯水層によって応答する周波数帯が異なるという結果が得られた。不圧帯水層と考えられる帯水層1では高周波側 (1Hz) において水位変化と応答スペクトルとの相関が良かったが、被圧と考えられる帯水層2では低周波 (0.1Hz) において相関が良くなった。また、両帯水層に共通して透水係数と水位変化量は強い正の相関が見られた。

キーワード: 地下水位変化, 1999年台湾集集地震, 地震動

Keywords: Groundwater level changes, The 1999 Chi-Chi earthquake, Taiwan, Seismic ground motion

幌延深地層研究計画の 350m 調査坑道における断層と水みちの産状 Occurrence of faults and water conducting features at 350m gallery of the Horonobe URL project

早野 明^{1*}; 松岡 稔幸¹; 石井 英一¹
HAYANO, Akira^{1*}; MATSUOKA, Toshiyuki¹; ISHII, Eiichi¹

¹ 独立行政法人日本原子力研究開発機構
¹ Japan Atomic Energy Agency

1. はじめに

日本原子力研究開発機構は、幌延深地層研究計画において堆積岩を対象とした水理地質構造の調査評価技術の開発を行っている。2014 年 1 月までに深度 350m に総延長約 740m の水平な調査坑道（以下、350m 調査坑道）が掘削された。本発表では、地上からの調査に基づく水みちになりうる地質構造の分布の予測を踏まえ、350m 調査坑道において行われた坑道壁面の地質観察の結果に基づいて断層や節理などの地質構造の特徴を示す。

2. 地上からの調査に基づく 350m 調査坑道の水みちに関連する断層の分布の予測

これまでに行った地上からの調査により構築された地質構造モデルに基づく、350m 調査坑道には新第三紀の珪質泥岩を主体とする稚内層が分布する。また、350m 調査坑道は北北西方向の背斜構造の西翼部に位置し、層理面の方向は、北西走向で 40 度程度南西に傾斜する。350m 調査坑道には、地質図スケールの大規模な断層は分布せず、確率論的に取り扱われる小断層として、層理面に高角な横ずれが卓越する断層（以下、高角断層）と層理面にほぼ平行な縦ずれが卓越する断層（以下、層面断層）が分布する。250m 調査坑道などの過去の観察結果から、高角断層は、雁行状に配列したスプレークラックを伴い、それにより連結して主要な水みちとなる小断層帯を形成する概念モデルが示されている。一方、層面断層が水みちとして機能している可能性は低いと考えられている。それらの既存情報を踏まえて、350m 調査坑道の湧水箇所を予測するため、近傍の地上からのボーリング孔において実測された高角断層の方向と、その断層幅から推定した断層の大きさに基づき高角断層の分布を推定した。その結果、北東-南西走向または東-西走向を有する 19 条の高角断層が抽出され、そのうち、6 条が 350m 調査坑道と交差すると推定された。特に、最も規模の大きい高角断層（以下、F1 断層）は、北東-南西走向を有し、350m 調査坑道の領域の中央部を通過して北東側の坑道を横断すると推定された。

3. 坑道壁面の地質観察結果に基づく 350m 調査坑道に分布する断層の特徴

350m 調査坑道における地質観察では、いくつかの高角断層が観察された。これらの位置や方向は、地上からの調査に基づく予測結果とおおよそ整合的である。また、少なくとも 7 条の連続性の良い層面断層が観察された。ほとんどの場合、高角断層は層面断層を変位させている。F1 断層は、予測の通り 350m 調査坑道の南西側から中央部付近にかけて観察された。一方、350m 調査坑道の北東側では、F1 断層は観察されず、層面断層の一つである最大 30cm 程度の幅の断層角礫ないし断層粘土を介する断層（以下、S1 断層）が観察された。350m 調査坑道では、掘削前にグラウト工を実施したため、本来の湧水状況を観察することはできないが、予測の通り、ほとんどの高角断層近傍において湧水が認められた。特に、層面断層との交差部近傍では比較的湧水が多い傾向が認められた。一方、層面断層である S1 断層近傍の北東側の坑道においても大量の湧水が発生し、追加のグラウト工を行っている。350m 調査坑道の地質調査の結果、掘削前に注入されたグラウト材は、断層岩を介する断層そのものよりむしろ断層近傍に発達する節理に浸透する傾向がみられ、S1 断層近傍の産状も同様である。このことから、断層そのものよりむしろその近傍で発達する節理がより主要な水みちとして寄与している可能性が示唆される。

4. 今後の課題

350 m 調査坑道の掘削時に実施された坑道壁面地質観察のデータは、地上からの調査に基づく水理地質構造モデルの妥当性確認に用いられる。また、地下施設建設における実施設計の妥当性確認のための基礎データとしても活用できる。今後、詳細なスケールでのモデル化を行う際には、断層近傍で発達する節理の水みちへの寄与を考慮し、さらには高角断層と層面断層の関係を踏まえた概念モデルの更新が重要となる。

キーワード: 水理地質構造モデル, 断層, 水みち

Keywords: Hydrogeological model, Fault, Water-conducting feature

土岐花崗岩体における透水性変化と亀裂構造および変質作用との関係性 Permeability variation in Toki granite and its relationships with crack structure and alteration processes

久保 大樹^{1*}; 松田 典大¹; 柏谷 公希¹; 小池 克明¹
KUBO, Taiki^{1*}; MATSUDA, Norihiro¹; KASHIWAYA, Kouki¹; KOIKE, Katsuaki¹

¹ 京都大学大学院工学研究科
¹ Kyoto University

高レベル放射性廃棄物の地層処分を行う際には、地下処分施設を配置する岩体の詳細な物理的・化学的特性を把握することが不可欠となる。特に、流体の流動経路となる岩体中の高透水性ゾーンの抽出は重要な課題である。本研究では、岩体の透水性の空間的な変化と、それを支配する主な因子を明らかにするため、土岐花崗岩のボーリングコアを試料として浸透率測定を行った。ボーリングコアから円盤状供試体および薄片を作製し、画像解析による亀裂の定量化を行った。さらに、肉眼的に変質程度が異なるボーリングコアを試料として、蛍光 X 線分析 (XRF) を行い、化学組成から推定される岩石の変質程度と浸透率の関係について検討した。

まず、花崗岩体中の深度範囲 1 km にわたる透水性変化を明らかにするため、窒素ガス圧入式パーミアメーターを用いた浸透率測定を行った。試料は日本原子力研究開発機構 (JAEA) によって東濃地域 (岐阜県瑞浪市) で掘削されたボーリングコアである。深度範囲 100~1000 m から 25 m 間隔で計 40 個以上の花崗岩コアを採取し、浸透率を測定した。特に浸透率の高い試料では、コアの外周部で 16 方位の浸透率を測定し、異方性の有無について検討した。

ボーリングコアの浸透率は、変質帯や断層帯のボーリングコアで大きい傾向が認められた。これら劣化部では岩石中の空隙や亀裂が増加し、浸透率測定においてガスが流動するパスが形成されるためと考えられる。また、断層帯付近における浸透率は東西方向で大きいことが明らかとなった。浸透率が大きい方向は断層の走向と調和的であり、浸透率の異方性を形成する要因として断層運動に伴う亀裂の発達が推定された。

次に、亀裂と浸透率の関係を明確にするため、画像解析により亀裂特性を定量化し浸透率と比較した。試料は JAEA の MIZ-1 号孔で採取された花崗岩コアである。本コアは、コア軸と斜交する割れ目により分断されており、割れ目からの距離が異なるコア軸に垂直な 6 つの面で 16 方位の浸透率測定を実施した。その上で、亀裂部分に蛍光樹脂を含浸させた円盤状供試体を作製し、蛍光スキャナでメソクラック解析用画像を取得した。さらに、円盤状供試体から薄片を作製し、実体顕微鏡を用いてマイクロクラック解析用画像を取得した。これらの画像から亀裂を抽出し、交差している亀裂は交差点で分割した上で亀裂の長さや方位を求めた。

各測定位置における浸透率の平均値は、割れ目に近いほど大きいことが明らかとなった。また、メソクラックで認められた配向性は、浸透率が大きい方位と調和的であった。さらに、解析画像におけるマイクロクラックの累計長さや浸透率の間には正の相関が確認された。以上から、亀裂が浸透率の異方性を支配しており、マイクロクラックは浸透率の大きさを規定する重要な因子であることが示唆された。

また、変質プロセスと花崗岩の浸透率との関係について検討するため、肉眼的に性状の異なるボーリングコアを対象に蛍光 X 線分析 (XRF) を行い、化学組成から推定される岩石の変質状態と浸透率の関係について考察した。XRF から、Ca 濃度と浸透率に概ね正の相関が存在することが確認された。既往の研究により、土岐花崗岩については、(1) 黒雲母の緑泥石化、(2) 斜長石のイライト化、(3) 方解石の沈殿という熱水変質プロセスが考えられている (Nishimoto and Yoshida, 2010)。斜長石のイライト化の過程で Ca の沈殿が生じるため、Ca 濃度が比較的高い変質帯や割れ目帯は熱水変質が顕著に進んだことが示唆された。すなわち、変質帯と割れ目帯は高透水性であり、過去に熱水の流動経路として機能したものと考えられた。一方、断層帯の試料は高い浸透率を示すが、Ca 濃度は比較的低いことが明らかとなった。その理由として、破碎の進行に伴い浸透率が増大するが、不透水性の断層ガウジが形成されることで、流体の移動に伴う Ca の付加が生じにくいことが考えられる。

以上から、岩体内においては、亀裂面周辺の微小亀裂が集中する領域や変質帯なども、地下水流動経路として機能する可能性が考えられた。より高精度な地下水理構造の推定を行うためには、こうした高透水性領域の分布を把握する必要がある。

謝辞：解析のためのデータをはじめ、解析方法と結果に関して種々ご教示・討議いただいた (独) 日本原子力研究開発機構の研究者諸氏に深甚の謝意を表したい。

引用文献

Nishimoto, S., Yoshida, H. (2010): Hydrothermal alteration of deep fractured granite: Effects of dissolution and precipitation, *Lithos*, vol. 115, pp. 153-162.

HCG36-P05

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 29 日 18:15-19:30

キーワード: 亀裂構造, 浸透率, マイクロクラック, 変質帯, 地下水理構造, 土岐花崗岩

Keywords: fracture system, permeability, microcrack, altered zone, hydrogeological structure, Toki granite

地中レーダにより推定した森林土壌の分布と放射性セシウムの深度分布の関連性 The relation between imaging of soil structure with GPR and depth profile of radioactive cesium

渡辺 貴善^{1*}; 三田地 勝昭¹; 阿部 寛信¹; 新里 忠史¹
WATANABE, Takayoshi^{1*}; MITACHI, Katsuaki¹; ABE, Hironobu¹; NIIZATO, Tadafumi¹

¹ 日本原子力研究開発機構
¹ Japan Atomic Energy Agency

東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウムは、山林や市街地に降下した。市街地では環境省・地方自治体により除染活動により空間線量率の低減が進められている。これに対して、生活圏から離れた森林においては除染に関わる試験が行われている段階である。未除染の森林域から隣接した生活圏に放射性セシウムが移動することにより、生活圏での空間線量率の空間分布や時間的な変化を引き起こす可能性が考えられる。日本原子力研究開発機構では「福島長期環境動態研究プロジェクト」(以下、F-TRACE プロジェクト)を2012年11月に開始し、現時点における放射性セシウムの分布状況とともに、森林域から流出する放射性セシウムが生活圏や河川、河口域へと移動する状況を明らかにし、それらを踏まえた放射性セシウムの空間的及び時間的な変化に係る将来予測と移動抑制対策の提案を目的とした研究を行っている。

現時点において放射性セシウムの主な供給源である森林域では、放射性セシウムは雨水の浸透に伴い土壌中を深度方向へ移動するだけでなく、落ち葉や土壌に付着し表面流により森林内を水平方向に移動すると考えられる。これらの移動現象は気象条件、植生、地形及び土壌条件により異なることが予想される。そのため、F-TRACE プロジェクトの森林調査では、それら条件が異なる川内村下川内地区(常緑針葉樹林、褐色森林土)と川俣町山木屋地区(落葉広葉樹林、真砂土及び褐色森林土)を調査地点に選定し、2012年12月から植生や土壌断面、空間線量率等の現地調査、採取した落ち葉と土壌に含まれる放射性セシウムの分析を進めている。本論では、放射性セシウムの移動現象に係る諸条件のうち森林内の土壌分布について、地中レーダ探査、貫入式土壌硬度計データ及び現地での土壌断面調査から推定される結果とともに、深度方向における放射性セシウム分布との関連性について報告する。

地中レーダ探査は、10 MHz から 1 GHz 程度の電磁波を送信アンテナから地中に向けて放射し、地下で反射した電磁波を地上の受信アンテナで検出することにより、地下浅部の構造、すなわち土壌分布を推定する手法である(物理探査学会, 1999)。地下に放射された電磁波は、導電率や誘電率等の電気特性が異なる境界、具体的には地下の空洞、埋設物、亀裂、土壌・地層境界の上面及び地下水面などで強い反射を示す。このため、土壌ごとに構成鉱物や間隙率、水分量等の物質移動に係る諸特性が異なれば、本探査によりそれらの地下での分布を検出することができると期待される。特に、周波数の高い送信アンテナを使用した場合には、地下深部の情報は得られないが、地下浅部の詳細な情報を得ることができる。

本研究では、土壌分布の概要を把握するために 100 MHz のアンテナを使用し、空洞等の地下浅部の構造を把握するために 500 MHz のアンテナを使用し地中レーダ探査を行った。森林内の土壌分布は、大まかには尾根や谷、斜面などの地形に依存することが知られている(塚本, 1992 など)。このため本探査では、森林内の谷地形に沿う測線および等高線に沿う測線を設定した。土壌硬度計による貫入試験及び土壌採取で成形された土壌断面の調査は、地中レーダ探査の測線に沿って実施した。

文献

物理探査学会編, 1999, 物理探査ハンドブック, 東京.
塚本良則, 1992, 森林水文学, p.319, 文永堂出版, 東京.

キーワード: 地中レーダ, 放射性セシウムの深度分布, F-TRACE プロジェクト
Keywords: ground penetrating radar, depth profile of radioactive cesium, F-TRACE project

ベントナイトのメチレンブルー吸着量測定法の現状と改良 Current situation and improvement of methylene blue adsorption testing method for bentonite

堀内 悠^{1*}; 三好 陽子¹; 高木 哲一¹
HORIUCHI, Yu^{1*}; MIYOSHI, Youko¹; TAKAGI, Tetsuichi¹

¹ 産業技術総合研究所
¹ Geological Survey of Japan

1. はじめに

ベントナイトのメチレンブルー吸着量測定法は、従来日本ベントナイト工業会によるJBAS107-77およびJBAS107-91などが用いられているが、現行の測定法にはあいまいな部分が多く、測定者の経験や判断に頼るところの大きい試験法であるため、主にベントナイトを扱う各企業内での基準に従い品質管理の目安とする目的で使用されてきた。しかし、現在、廃棄物処分場等の安全性の確保が求められる分野でベントナイトの需要が増えてきたことなどから、公に示すことのできる正確な測定が求められている。本研究では従来の測定法に代り、再現性のある新たな測定法を提案することを目標とし、現状の調査を行った。

2. 調査結果

2013年秋から2014年1月末現在までに、ベントナイトを扱う一般企業等13社に対してメチレンブルー吸着量測定法の現状を取材し、現在行っている測定法の詳細についてアンケートを行った。アンケートの結果、現在メチレンブルー吸着量測定を行っている企業が10社、そのうちJBASの手法に則った手法での測定は8社で行われていた。また、比色法など、JBASで規定されていない独自の手法を用いている企業は、JBASの手法との複合手法を行っている2社を含め4社であった。従来法のJBASにしたがった測定では、試薬の作成、試料の乾燥時間および終点の判定方法などの点で、企業によるばらつきと工夫がみられた。また、比色法等の手法を行っている理由として、終点を数値で判断できる・短時間で測定ができるといったことが挙げられた。

3. 考察

試験方法でばらつきや工夫がみられた部分は、従来法で規定のあいまいであった点・手間のかかる点に多くみられ、各企業が試験法のあいまいさを回避するとともに迅速な手法を検討したことがうかがわれた。しかし、試験法の改善を行って以来20年ほど経つこともあり、工夫の経緯については不明な企業も多い。このことから、従来法を改善し新たな試験法を提案するよい機会であると考えられる。また、各企業にみられる独自の工夫は、最大限に時間と費用を節約する内容のものが多く、消耗品の使用を抑えると同時に、一秒でも時間短縮し効率化しようとする傾向がみられた。

4. 結論と課題

本研究で提案を目指す測定法は、従来法のあいまいさをなくすこととともに費用のかからない迅速な手法であることが求められる。また同時に、廃棄物処分等で安全性の確保が求められる場合でも十分な精度が得られるような試験法である必要がある。今後、メチレンブルーが吸着平衡に至る時間や、ベントナイトの産地による分散・吸着特性の違いなどを検討する予定である。

キーワード: ベントナイト
Keywords: bentonite