

新しい水銀探査法の開発と活断層への適応

Development of exploration technique using mercury and the application to active fault

板井 秀典 [1]; 中川 康一 [2]

Hidenori Iiai[1]; Koichi Nakagawa[2]

[1] 大阪市大院・理・生物地球系; [2] 大阪市大・院・理

[1] Faculty of Science, Osaka City University; [2] Geosci., Osaka City Univ.

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/geos/geo4/index.html>

本研究では、従来の手法では困難であった活断層の位置を特定するための新しい水銀調査法を開発した。

水銀は極微量の測定が可能で、金属鉱床の形成箇所でも顕著であることから、裂隙を充填した浅熱水性の金属鉱床等のセンサーとして有効とされてきた。また、地熱に関係する断裂系調査に用いられてきた。これは、水銀蒸気濃度がわずかな水温の上昇でも急速に大きくなり水銀が拡散しやすいためである。

島田ほか(2000)は、火山活動が無い場所においても、断層裂隙に沿って水銀は濃集するが、これは、深層地下水が、地下増温率に支配された水温を持つと、母岩の水銀を選択的に溶解しつつ、比容が大きいために裂隙に沿って上昇し、浅層地下水と混合するか、水銀蒸気のみが浅層地下水に混入し、これが風化で生じた粘土鉱物に補足、濃集されると提案している。この提案は、非地熱地域の裂隙部における水銀の濃集は、浅部の裂隙が、深層地下水がある地下深部にまで連続している新期の裂隙(断層)であることを示唆する。すなわち、活断層分布域では、活断層を指示すると考えられる。

しかし、これまでの地中水銀蒸気を指標とした探査は、鉱床や地熱地域といった元来水銀蒸気濃度の高い地域での特異点の抽出を目的としたものが多く非地熱地域での報告は少ない。また、非地熱地域の断層と水銀蒸気との関連を明確に検証した報告は無い。

土壌中の水銀の拡散は気液平衡に関するヘンリーの法則に従い(Scholtz 2003)、温度に強く依存する(野田他 1993)ことが知られている。一方、野外の観測においては、降雨の前後で検出される水銀蒸気濃度に大きな変化が観測されている。Lindberg 他(1999)は、この現象をフィールドでの観測結果から報告したが、これまでに、この現象が発生する実証的な報告は行われていない。本研究において、水銀蒸気濃度が降雨前に比べ降雨後に約18倍に達する観測値が得られた。この値は気温による水銀蒸気濃度の変動に比べはるかに大きいにもかかわらず、これまでに地中水銀蒸気濃度を対象とした探査手法の再検討は提案されていない。このため、この変動は水銀探査を実施する上で、解決すべき事項として挙げられる。

このような気象の変動による効果を考慮するために、乾湿の繰り返しによって、土壌中の水銀がどのように変化するかについての実験を行った。その結果、乾燥土壌に加水することによって、水銀蒸気濃度は急激に上昇するが、その後の乾燥と加水の繰り返しによって水銀蒸気濃度のピークは急激に低下した。しかし、新たに水銀ガス中に暴露した試料では加水によって、再びピークが上昇することが観測された。

加水時の蒸発量の増加は、土粒子に吸着されていた液体水銀が加水により土から離脱するため、および、土粒子の表面に吸着されていた2価水銀が加水により離脱しさらに液体水銀に還元されることで、蒸発可能な水銀量が増加することで生じている(Lindberg 他 1999)。

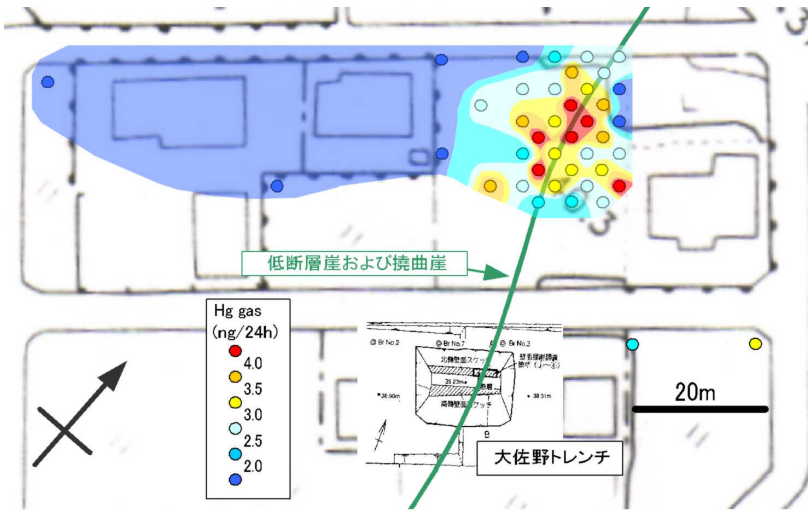
すなわち地表付近の水銀の挙動は、水銀の拡散と土壌の湿潤状態による水銀の固定と放出で説明できる。土壌は乾燥時に水銀が粒子に吸着され、降雨時に一気に大気に放出される特性がある。土吸着量は、乾燥時に下から供給される水銀蒸気量に依存するため、土壌の吸着量を計測することにより、下からの供給量の違いを評価することができる。従って表土はこの条件を満足する大変良い指標となる。言い換えれば地下深部から地表までつながっているような活断層では下からの供給量が格段に大きいので、表土に吸着している水銀は高濃度となることが予想される。

しかしながら、この表土中の高濃度水銀は、降雨によって短期間のうちに蒸発し、表土中に吸着したと見られる水銀はほとんど失われる。この時、いずれの表面においても水銀量はバックグラウンドに相当する低い値でほぼ同じとなる。そのため晴天が続いた状態でのサンプリングが有効である。

一方、表土の下では、乾燥が不完全で吸着量も多くなく、降雨による影響もあまり受けないため、水銀濃度の低下も大きくはない。さらに湿潤の程度は水平方向に一様でないため、下からの供給が一様であったとしても吸着量は不均一となる。

このような理由から表土を採取乾燥し、その後加水して、水銀蒸気濃度の温度依存を無視できる一定温度下で水銀蒸気濃度を測定することで、断層からの水銀供給量以外の環境要因を排除した正確な水銀濃集帯の検出が可能となると考えた。

これを確かめるために、警固断層(福岡県西方沖地震はこの断層の延長上で起こったといわれている)の周辺土壌を採取し、その水銀濃度のコンターから推定される高濃度帯は、その後のトレンチ調査での断層トレースと一致することが確認された。この結果から、本手法は、地熱流体や熱水性鉱床の探査のほか、活断層調査にも有効な手法であると結論した。



乾燥土壌に加水したときの水銀蒸気量等高線図 警固断層および断層トレースは、下山(1998)による