

関東平野中央部に分布する高塩化物イオン濃度を有する地下水の形成プロセス

Groundwater system characterized by high chloride concentrations in the central Kanto plain, Japan

安原 正也^{1*}, 稲村 明彦¹, 高橋 浩¹, 森川 徳敏¹, 高橋 正明¹, 大和田 道子¹, 風早 康平¹, 宮越 昭暢¹, 鈴木 秀和¹, Stephen B. Gingerich², 宮下 雄次³, 林 武司⁴, 藪崎 志穂⁵, 鈴木 裕一⁵

Masaya Yasuhara^{1*}, Akihiko Inamura¹, Hiroshi Takahashi¹, Noritoshi Morikawa¹, Masaaki Takahashi¹, Michiko Ohwada¹, Kohei Kazahaya¹, Akinobu Miyakoshi¹, Hidekazu Suzuki¹, Stephen B. Gingerich², Yuji Miyashita³, Takeshi Hayashi⁴, Shiho Yabusaki⁵, Yuichi Suzuki⁵

¹産総研, ²アメリカ地質調査所, ³神奈川県温泉地学研究所, ⁴秋田大, ⁵立正大

¹Geological Survey of Japan, AIST, ²USGS, ³HSRI, Kanagawa Pref., ⁴Akita Univ., ⁵Rissho Univ.

関東平野中央部には、綾瀬川断層と久喜断層（想定）によって画され、北西～南東方向に延びる幅約10km、長さ約35kmの元荒川構造帯（清水・堀口，1981）が存在する。この構造帯内部の上総層上部～中部（深さ200m-430m付近）には～216mg/lの高い塩化物イオン（Cl⁻）濃度を有する被圧地下水が認められ、Cl⁻濃度が概ね数10 mg/l以下の構造帯外部の地下水と明瞭な濃度コントラストを呈している。また、構造帯内部の地下水の酸素・水素同位体比は外部と比べて小さく、水素同位体比でみると両者の間には5～15%の差が存在する(Yasuhara et al., 2008)。¹⁴C濃度（pMC）からみても、構造帯内部の地下水の¹⁴C濃度は概ね5pMC以下（見かけ年代値で25,000年から30,000年BP程度）と、構造帯外部のそれ（20-90pMC）と比較して明らかに低い（安原ほか，2009）。一方、森川ほか（2006）によれば、⁴He濃度とCl⁻濃度の間には強い正の相関があり、構造帯内部の地下水は1) Cl⁻濃度が低く、⁴He濃度も低い比較的滞留時間が短い地下水と、2) Cl⁻濃度と⁴He濃度がともに高く、相対的に滞留時間が長い地下水の混合の結果形成されたと考えられる。さらに、安定同位体組成とCl⁻濃度の関係からは、1) 水素同位体比がδ⁻⁶⁰‰程度の低Cl⁻濃度の地下水と、2) 水素同位体比がδ⁻⁷³‰程度で75-250mg/l程度の高いCl⁻濃度を有する地下水の混合によって構造帯内の地下水が形成されていることが明らかとなった（安原ほか，2008）。

以上の測定結果を総合すると、元荒川構造帯内部に賦存する特異な地球化学的特性を有する地下水の形成シナリオは次のように考えられる。最終氷期の最寒冷期（現在より約2万年前）に向けての海水面の急激な低下に伴い、関東平野の広域地下水流動系が活発となり、より深層部の地下水まで流動しやすくなった。この結果、同位体的に軽い寒冷期の降水を起源とする地下水（水素同位体比でδ⁻⁷³‰程度）によって上総層上部から中部の地下水の大部分が置換された。関東平野中央部は、その後の更新世末期から完新世に起こった7号地海進や縄文海進によって形成された古東京湾（小杉，1989）において海域に位置していたため、この時期、地表面等を通じて海水や汽水が浸入し、Cl⁻が地下水に付加された（Cl⁻濃度として75-250mg/l程度）。ただ、Cl⁻濃度からみると海水の寄与は1%程度にすぎなかったため、地下水の低同位体比は保持されたままであった。このようにして形成された高Cl⁻濃度、低同位体比で特徴づけられる地下水が、現在に至るまで、周辺上流域からもたらされる低Cl⁻濃度で同位体的に重い新しい地下水（Cl⁻濃度；10mg/l程度、水素同位体比；δ⁻⁶⁰‰程度）と混合しているものと考えられる。この過程において、綾瀬川断層や久喜断層（想定）もしくは未知の地質学的不連続線等の地質構造が広域地下水流動系に

対して地質学的なバリアーとなり、構造帯内部の地下水と周辺の地下水との交流を妨げてきた結果、その特異な地球化学的特性が長期間保持されている可能性が高い。今後、 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ 比に基づいて地下水中のClの起源等についての検討を行ない、上記シナリオの妥当性についてさらに検証を進める予定である。

キーワード: 関東平野, 元荒川構造帯, 同位体, 水質, 地下水システム

Keywords: Kanto plain, Motoarakawa tectonic zone, isotopes, water chemistry, groundwater system