

都内地下水涵養源推定における水素・酸素安定同位体比の有効性の検討

上野広行・朝倉広子・田部一憲

【要約】都内地下水、湧水、河川水、水道水について計 32 検体の水素・酸素安定同位体比（以下、同位体比と記す）の測定を行った。その結果、多摩川の河川水や湧水では、標高が高いほど同位体比が低くなる傾向がみられた。また、地下水の同位体比は地点によって差異があり、同位体比が地下水の涵養源推定に有効であると考えられた。

【目的】

地下水の涵養源の把握は、適正な地下水管理を進める上で重要である。涵養源把握のため、水の同位体比（酸素安定同位体比 $\delta^{18}\text{O}$ 、水素安定同位体比 δD が広く用いられている¹⁾。例えば、標高の高い所にもたらされる降水は同位体比が低くなる傾向があり、これを高度効果とよぶ。すなわち、地下水における同位体比が相対的に低い値をとる場合、その地下水はより高標高の降水により涵養された可能性がある。しかし、同位体比の都内地下水への適用事例²⁾は多くない。ここでは、都内の地下水涵養源推定においてその有効性を検討するため、地下水、湧水、河川水、水道水の同位体比の測定を行った。

【方法】

2019 年 12 月から 2020 年 1 月にかけて合計 32 検体の水試料を採取した(図 1)。同位体比の測定は委託分析により、キャピティリングダウン吸収分光法で行った。 $\delta^{18}\text{O}$ は海水の標準試料を基準として(1)式で計算される(δD も同様)。海水の $\delta^{18}\text{O}$ は概ね 0 ‰(パーミル)となる。地表水は海水が蒸発したものであるため、海水より $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ は低く、 $\delta^{18}\text{O}$ の数値はマイナスとなる。他の無機溶存イオン成分はイオンクロマトグラフ法により分析した。

$$\delta^{18}\text{O} = \left\{ \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{試料}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{標準試料}}} - 1 \right\} \times 1000 (\text{‰}) \quad (1)$$

【結果の概要】

図 2 に $\delta^{18}\text{O}$ と試料採取地点の標高との関係を示した。標高 400 m 以上の湧水における $\delta^{18}\text{O}$ は標高 300 m 未満のそれに比較し、また標高 100 m 以上の河川水における $\delta^{18}\text{O}$ は標高 100 m 未満のそれに比較し、各々低い傾向が確認された。この傾向は、上述した降水における高度効果を反映したものと推察される。

図 3 には、 $\delta^{18}\text{O}$ と δD との関係を示した。一般的に、降水、河川水、地下水、湧水等の $\delta^{18}\text{O}$ および δD の関係は、概ね直線上に分布し、採水地点の場所や水の涵養源等により特有の値を示す。多摩川上流部における同位体比は、都内の水道水、湧水、区部の河川水におけるそれらに比較し、顕著に低い値を示している。このような特徴は、地下水の涵養源推定において有効と考えられた。

また、用賀における比較的浅い深度 40m の地下水の同位体比は台地部の湧水におけるそれと同程度であることから、主要な涵養源が共通である可能性が考えられる。一方、錦糸町における深度 82m の地下水の同位体比は最も低い値を示した。加えて図 4 に示すように、錦糸町の地下水は用賀のそれに比べ、ナトリウムイオン (Na^+) と塩化物イオン (Cl^-) が高濃度であり、海水の影響を受けていることが示唆される³⁾。今後、詳細な検討を行うにはさらなるデータの蓄積が必要であるが、地下水の同位体比にも差異があることから、その涵養源評価を行いうることが示された。

【参考文献】

- 1) 林 武司：酸素・水素安定同位体比を用いた地下水調査，地下水技術，47(8)，pp.27-38 (2005)
- 2) 榎根 勇：多摩川水系の地表水と地下水に関する研究，東急財団学術研究成果報告書 (1994)
- 3) 川島真一ら：東京都区部における被圧地下水の特徴，平 8．都土木技研年報，pp.217-232 (1996)

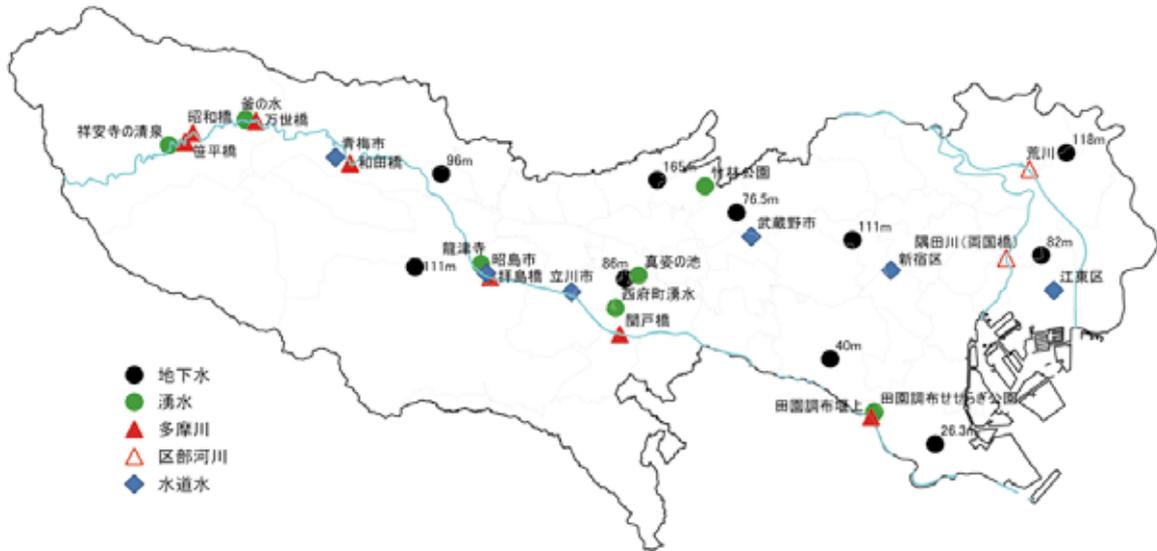


図1 採取地点(図中の数字は地下水ストレーナ深度を示す。)

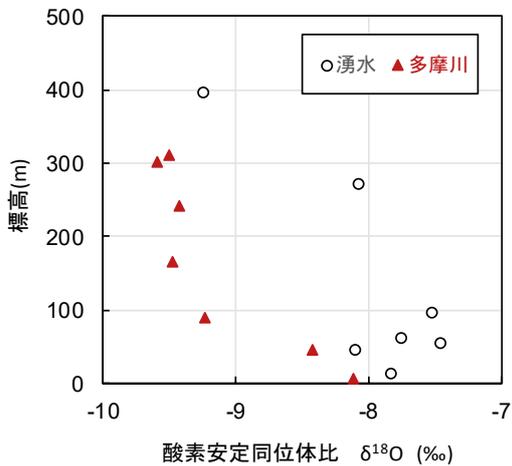


図2 標高と $\delta^{18}\text{O}$ との関係

標高が高いほど同位体比が小さい(高度効果)

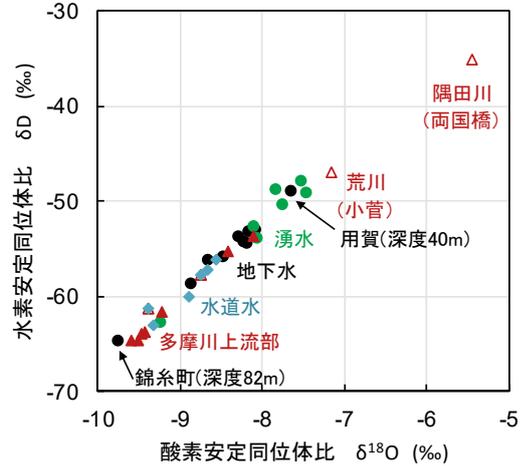


図3 各試料の $\delta^{18}\text{O}$ と δD との関係

同位体比の差異を利用して地下水の涵養源推定が可能

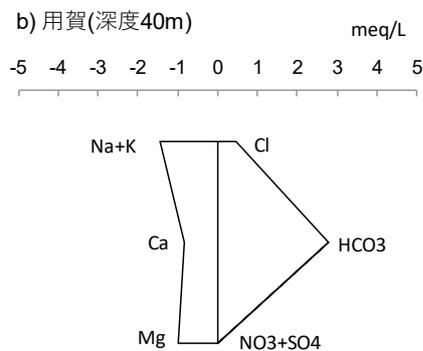
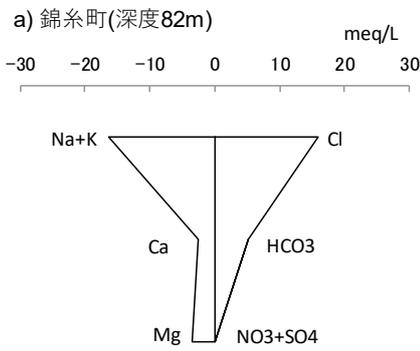


図4 地下水(錦糸町と用賀)のヘキサダイアグラム

錦糸町は用賀に比べ Na^+ と Cl^- が高濃度であり、海水の混入を示唆

【謝辞】

本研究を行うにあたり、筑波大学田中正名誉教授、辻村真貴教授にご助言をいただきました。