

2-3. 主要な研究成果(10)



原子力発電

長期に安定して存在する地下水を調査し年代を決める手法を確立

● 放射性廃棄物処分のサイト選定のための安定な地下水環境把握を支援

背景

放射性廃棄物処分の安全性には地下水の流速が大きく影響し、流速が遅いほど施設周辺の岩盤による放射性核種の閉じ込め性能が高くなります。非常に遅い地下水流速(1m/y以下)は、直接計測することが困難なため、地下水の滞留時間(地下水年代)に基づく評価が有効と考えられます。天然の放射性物質などを利用した地下水年代測定法は、様々な仮定に基づいているため、複数の手法で相互に結果の妥当性を確認する必要があります。

成果の概要

◇氷期に涵養した地下水の存在を確認

地下水環境の長期安定性を明らかにするため、北海道幌延町の沿岸で深層ボーリングによる地下水調査を行いました*1。希ガス濃度と水素同位体比(δD)*2、放射性炭素年代(^{14}C 年代)により、氷期(約2~3万年前)に地下にしみ込んだ降水が上部層(深度90~300m)に残留していることが推定され、この地下水環境が氷期から長期にわたり安定であることを確認しました(図1)。氷期の希ガス涵養温度*3(2.1℃)と現降水(下部層)の涵養温度(8.1℃)を比べると、その差は6℃であることもわかりました。

*1 経済産業省「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(沿岸部処分システム評価確証技術開発)」により実施。

*2 水素同位体比(δD): 重水(D)の率を表す。気温が低いと重水は軽水に比べて蒸発しにくくなり、降水の δD が低くなる。

*3 希ガス涵養温度: 希ガス(Ne, Ar, Kr, Xe)は化学的に安定であり、溶解度の温度依存性が高いため、地下水中の希ガス濃度から涵養温度を推定できる。

◇高精度な同位体測定に成功し、氷期と間氷期の温度変化を検知

青森県六ヶ所村にある日本原燃株式会社の六ヶ所濃縮・埋設事業所敷地内のボーリング孔で、 ^{14}C 年、希ガス涵養温度、 δD などの地下水調査を行いました。当地点に分布する降水を起源とする地下水の年代は、 ^{14}C 年代結果に基づく、現在から約3万年前までの広い年代値を示すことが明らかになりました(図2)。さらに ^{14}C 年代と希ガス涵養温度、 δD の関係を整理すると、氷期の終了に対応して、約2万年前から1万年前にかけて涵養温度、 δD ともに高くなることがわかりました。これらの整合性により、当地点での希ガス、 δD の測定精度が高いことを相互に確認できました。

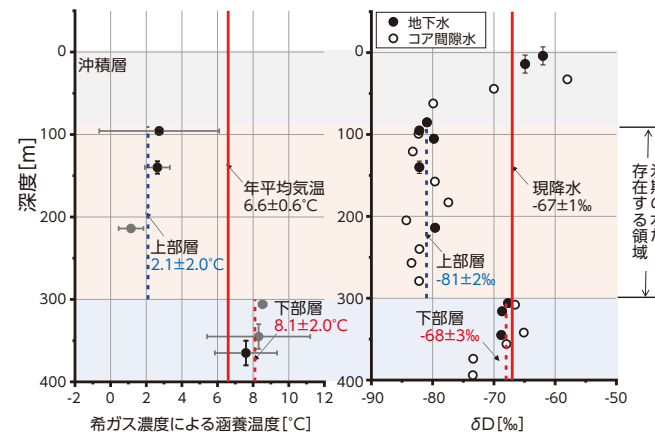


図1 ボーリング実施時の様子(左)と採取深度、希ガス涵養温度、水素同位体比の関係(右)

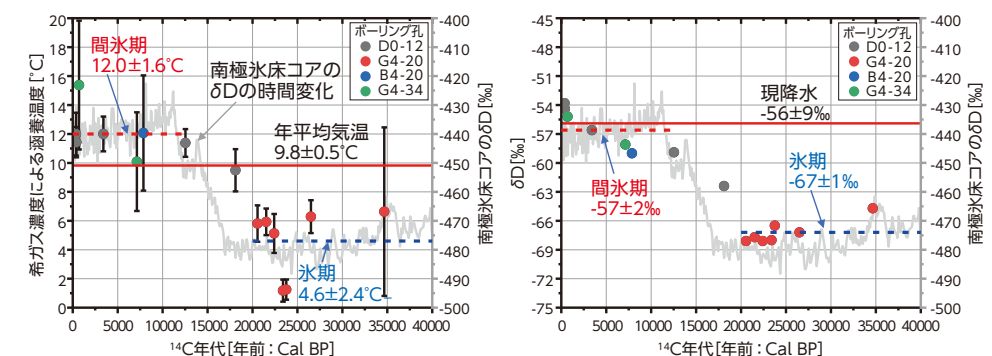
赤線は、現在の年平均気温と現降水の δD 値を示しています。涵養温度は地温の影響により、年平均気温より2℃ほど高くなっています。



富岡 祐一(とみおか ゆういち)／中田 弘太郎(なかた こうたろう)
サステナブルシステム研究本部 地質・地下環境研究部門

長谷川 琢磨(はせがわ たくま)
サステナブルシステム研究本部 研究統括室

地下水年代測定により、廃棄物処分サイトの選定や、安全性評価に貢献します。

図2 六ヶ所村の地下水における希ガス涵養温度と δD の ^{14}C 年代との関係

地球規模の氷期・間氷期の温度変化(南極氷床コアの δD の時間変化)を、地下水中の希ガス涵養温度と δD の ^{14}C 年代との関係から示すことができました。赤線は、現在の年平均気温と現降水の δD 値を示しています。南極氷床コアの δD はPetit et al. (1999)に基づきます。幌延町の例と同様に、希ガス涵養温度から、氷期の涵養温度(4.6℃)は間氷期である現在(12.0℃)より約7℃低いことがわかりました。Cal BP(暦年較正年代)は ^{14}C 年代でよく用いられ、西暦1950年から何年前かを示します。

成果の活用先・事例

氷期に涵養した地下水の残留を示すことで、地下水環境が数万年間の長期にわたって安定であることを説明できます。複数種類の天然の同位体や希ガスをを用いた高精度な地下水年代測定法を用いて地下水環境の安定性を示し、放射性廃棄物の処分候補地選定の際の説明性向上に貢献します。

(参考) Hasegawa et al., Chemical Geology (2024)
中田、電力土木、1月号(2024)