

水循環の解明を目指した水の安定同位体比の時空間変動特性

和歌山大学システム工学部環境システム学科 石塚正秀

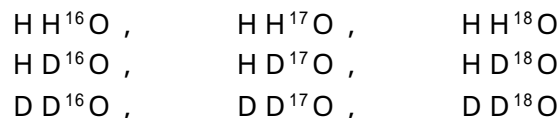
1. はじめに

水の循環を明らかにすることは、限られた水資源の有効的な活用を考える上で重要である。水の安定同位体は蒸発や凝縮作用を受けない限り、水分子を構成する安定同位体の割合（安定同位体比）は変動しないことから、水のトレーサとして用いることができる。そして、その質量の相違により物理的に変動するため、水の安定同位体（比）の時空間変動を捉えることで水の移動を知ることができる。

本研究では、紀伊半島の西側に位置する和歌山県における水の安定同位体比の特徴を示す。和歌山県は太平洋に面した南部地域と紀伊水道に面した北部地域との降水量の差が年平均で約1500mmあり、水量の地域間格差が大きい。そのため、飲料水、工業用水、農業用水、発電用水など、県内における水利用を有効に進めるために、水循環特性の把握が重要な課題である。

2. 水の安定同位体

水分子を構成する原子は水素と酸素である。水素の同位体は質量数1のHと質量数2のD(=²H)があり、酸素同位体は¹⁶O、¹⁷O、¹⁸Oがある。したがって、水分子(H₂O)は同位体の違いを考慮すると、



の9種類が存在することになる。ただし、つぎに示すように存在率の低い同位体により構成される水分子は無視することができる。標準平均海水(S.M.O.W)中の水素と酸素の同位体の存在比は、以下に示すとおりである。

H	99.984(%)	HH ¹⁶ O	99.731(%)
D	0.01557	HH ¹⁸ O	0.1999
¹⁶ O	99.763	HD ¹⁶ O	0.0311
¹⁷ O	0.0373	HH ¹⁷ O	0.0369
¹⁸ O	0.200045	DD ¹⁶ O	0.00000241

3. 渓流水と地下水の同位体比の季節変化

図-1は2000年4月～2002年5月の和泉山地千手川流域(3.8km²)における渓流水・地下水の酸素同位体比(¹⁸O)の時間変化を示す。採取された水の水素・酸素同位体比は、同位体比が既知の国際標準物質(V-SMOW)に対する比を表しており、値が大きくなれば、水が重くなることを示す。渓流水(St.HAT-3)は一年を通して地下水(St.DAIFUKU)よりも重いことが分かる。また、降雨直後に採取された渓流水の同位体比は大きく変動しており、溪流への雨水の流入が分かる。とくに、特徴的な結果は2000年9月11日に観測され、豪雨(353.5mm/day)により同位体比が大きく変動する結果が得られた。また、地下水は渓流水に比べて変動が小さく、安定的な同位体比を示していることから、観測流域に降る雨水の平均的な同位体比を示すことが分かる。

4. 同位体比の空間分布特性

和歌山県における地表水の酸素安定同位体比(¹⁸O)を図-2に示す。同位体比は海水(V-SMOW)を基準とした時の同位体の比率を表しており、地表水は海水からの蒸発後の雨水起源であるため負の値をとる。したがって、同位体比が大きい場合は重く、小さい場合は軽い水である。酸素同位体比は新宮市で最も重く(-6.16‰)、高野山近くの花園村で最も軽い

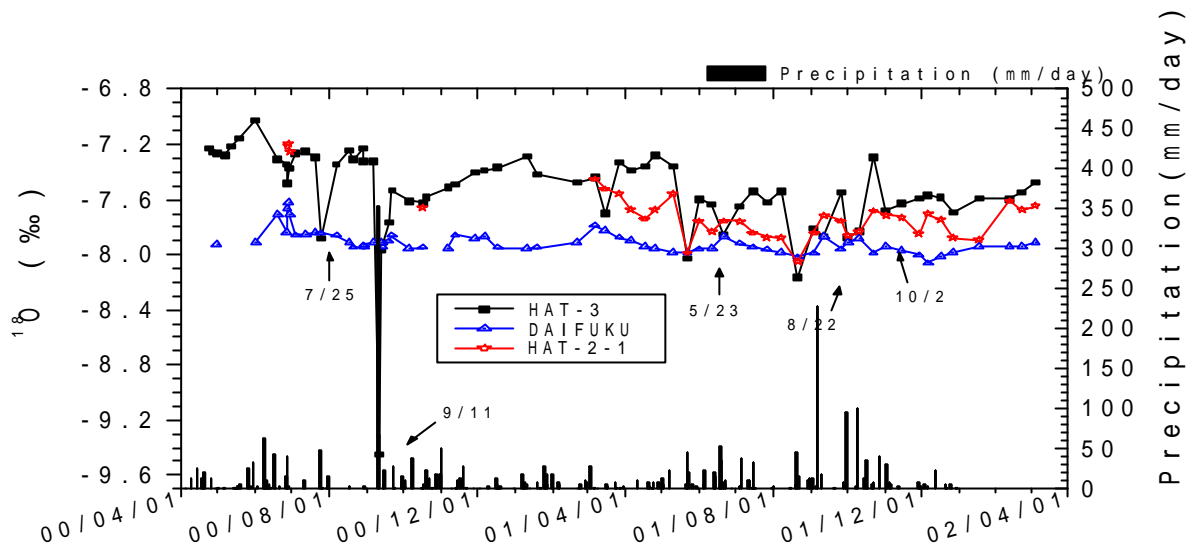


図-1 千手川流域における渓流水と地下水(湧水)の酸素同位体比と降雨量の時間変化，
(2000年4月23日～2002年5月27日)

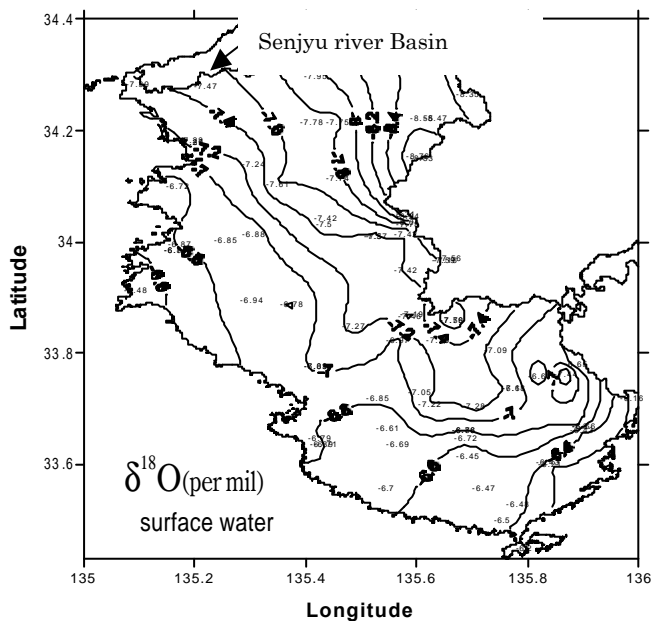


図-2 地表水の酸素同位体比の空間分布，
(2001年4月～7月)

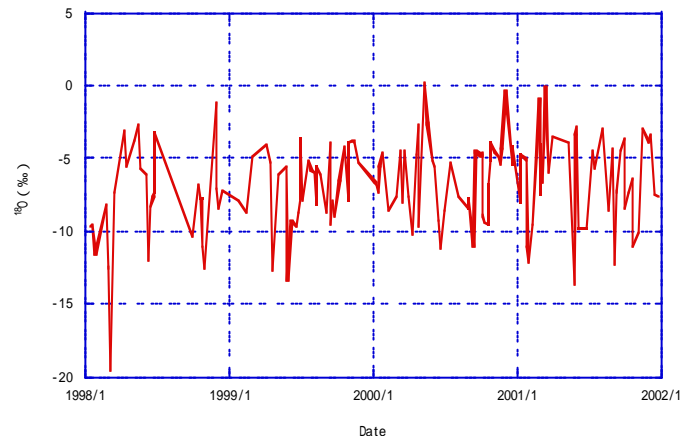


図-3 雨水の酸素同位体比の時間変化，
(和歌山市，1998年1月～2001年12月)

(-8.83‰) 結果を得た．空間分布の特徴として，つぎの三点が挙げられる．緯度が高くなるにつれて同位体比は小さくなる，内陸に向かうにつれて同位体比が小さくなる，標高が高くなるにつれて同位体比が小さくなる傾向がみられた．これらの特徴は順に，それぞれ 緯度効果，内陸効果，高度効果とよばれる．

5. 雨水の同位体比の時間変動

図-3は1998年1月～2001年12月までの雨水の酸素同位体比の時間変化を示す．採水は和歌山大学にて実施された．図-1で示した渓流水・地下水の酸素同位体比の時間変動と比較して，雨水の変動は非常に大きいことが分かる．また，雨水の同位体比の加重平均値は-7.5(‰)となり，雨水観測地点付近に位置する千手川の渓流水の同位体比とほぼ同程度の値を示している．

6. おわりに

本研究により，水の安定同位体比の時空間特性が明らかとなり，安定同位体を用いた水循環の解析の有用性が示された．