

和歌山大学システム工学部 正会員 石塚 正秀
和歌山大学システム工学部 学生員 ○曾根 由実
和歌山大学システム工学部 正会員 井伊 博行
和歌山大学システム工学部 正会員 平田 健正

1. はじめに

和歌山県は紀伊半島の南西側に位置し、太平洋に面していることから降水量の多い地域である。そのため、紀ノ川や熊野川を中心に河川が多い。また、標高 1,370m の護摩壇山を中心に 1,000m 前後の標高の高い山が多く、このことが和歌山県の南北間において約 2 倍の降水量の差（潮岬；2,500mm/year, 和歌山市；1,350mm/year）を生み、地表水の同位体組成にも強く影響すると考えられる。水分子を構成する水素原子と酸素原子の安定同位体は質量の違いから水の移動過程においてその分布が変化することが知られており¹⁾、水のトレーサーとして水循環機構の解明に利用することができる。そこで、本研究では、和歌山県における地表水の水素・酸素安定同位体比の空間分布の特性を明らかにし、さらに、重回帰分析を用いて同位体比の分布に与える影響について考察した。

2. 調査・分析の概要

現地調査は、2001 年 4 月 16 日から 2001 年 7 月 6 日にかけて行い、全 79 地点（渓流水（×）；42 地点 沢水（○）；25 地点 湧水（□）；9 地点 地下水（△）；3 地点）のデータを得た（図-1 参照）。調査において、渓流水や沢水の同位体比は降雨後に降雨の影響を受けて変化するため、数日間雨が降っていない日に採水を行った。また、地表水と雨水の関係を見るために、人為的要因を含まない上流部における地表水や地下水を採水する点に考慮した。

現地では、pH、EC、DO、ORP、水温の測定を行い、また、採水地点の標高は GPS により得られる緯度・経度から、国土数値情報（50m 標高データ）を用いて正確に求めた。また、室内実験においては、イオン交換クロマトグラフィーを用いて化学組成の測定、安定同位体比測定用質量分析装置を用いて水素および酸素安定同位体比の測定を行った。

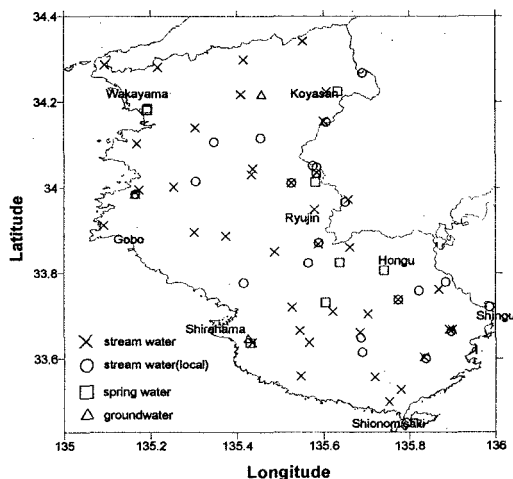


図-1 調査地点

3. 結果と考察

（1）同位体比の特性

和歌山県における地表水の酸素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）を図-2 に示す。なお、水素同位体比も同様の分布傾向を示した。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、一般的に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。水素・酸素ともに新宮市で最も重く（ δD ：-34.7‰, $\delta^{18}\text{O}$ ：-6.16‰）、高野山近くの花園村で最も軽い（ δD ：-57.4‰, $\delta^{18}\text{O}$ ：-8.83‰）結果を得た。空間分布の特徴として、つぎの

Masahide ISHIZUKA, Yumi SONE, Hiroyuki II, Tatemasa HIRATA

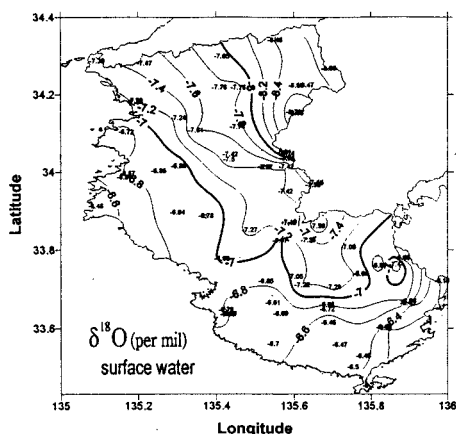


図-2 和歌山県の酸素安定同位体比の空間分布

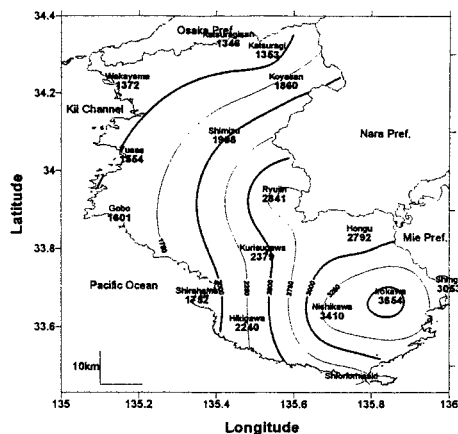


図-3 和歌山県の降水量分布 (AMeDAS データより; 1991 - 1999)

三点が挙げられる。①緯度が高くなるにつれて同位体比は小さくなる、②内陸に向かうにつれて同位体比が小さくなる、③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①緯度効果、②内陸効果、③高度効果とよばれる。つぎに、降水量と地表水の同位体比の分布を比較する。図-3は1991年～1999年間に観測されたAMeDASデータの年間総降水量を示す。降水量分布は東側から西側に向けて減少する傾向がみられるが、同位体比は南西から北東にかけて減少しており、2つの分布図には同じ傾向がみられない。これまでの研究で、降水量の多い季節に雨水の同位体比が軽くなることが知られているが¹⁾、本研究では雨量効果は明瞭にみられない。

(2) 重回帰分析を用いた同位体比に影響を与える各効果の分離

図-2から、地表水の同位体比の分布は緯度、海岸からの距離、標高との関係があることが定性的に示された。そこで、目的変数を酸素(水素)安定同位体比、説明変数を緯度、海岸からの距離、標高として重回帰分析を行い、同位体比の分布に与える影響について調べた。

表-1は標準偏回帰係数から求めた各効果の影響度を示す。その結果、緯度効果の影響が大きく、ついで内陸効果、高度効果となった。表-2は単回帰分析と重回帰分析の比較を示す。一般的に、内陸に向かうにつれて高度が高くなるため、内陸効果と高度効果は互いにそれぞれの影響を含むと考えられる。単回帰分析により得られた同位体比の変化の割合は重回帰分析の結果と比較して大きな値を示しており、単回帰分析による同位体比の変化には各効果間の影響が相互的に含まれていることが分かる。

表-1 同位体比に与える各効果の影響度

	高度効果	内陸効果	緯度効果
$\delta D(\text{‰})$	26%	30%	44%
$\delta^{18}O(\text{‰})$	22%	24%	53%

表-2 単回帰分析と重回帰分析結果の比較

	単回帰分析	重回帰分析
高度効果(‰/100m)	-0.17	-0.07
緯度効果(‰/0.1°)	-0.21	-0.13
内陸効果(‰/10km)	-0.34	-0.14

4. おわりに

本研究は、地表水の安定同位体比に及ぼす①緯度効果、②高度効果、③内陸効果、④雨量効果について和歌山県を対象に調査・分析・解析を行った。その結果、同位体比の分布は緯度効果の影響を強く受けていることが示された。逆に、雨量効果との関係はみられなかった。また、高度効果と内陸効果は互いの影響を受けており、単回帰分析による同位体比の変化の見積は過大評価しているといえる。

【参考文献】1)早稲田ら:中部日本・東北日本における天然水の同位体組成,地球化学,Vol.17,pp.83-91,1983.