

重回帰モデルを用いた地表水の酸素同位体比の空間分布の予測

和歌山大学システム工学部

和歌山大学大学院システム工学研究科

和歌山大学システム工学部

和歌山大学システム工学部

正 会 員 ○石塚 正秀

学生会員 曽根 由実

正 会 員 井伊 博行

正 会 員 平田 健正

1. はじめに

水循環を議論する際に必要となるのがトレーサである．従来の研究で使用されてきた塩化物イオンあるいは電気伝導度は，対象範囲が限定されるため，広範囲の水循環に対して用いることはできない．そこで，本研究では，水のトレーサとして水分子を構成する酸素原子の安定同位体（ ^{16}O ， ^{18}O ）に着目した．

安定同位体は化学的な特性は同じであるが，質量数の相違により物質が移動する過程において，蒸発・凝縮などの物理的特性により空間的に分布が変化する．このような変化は雨水の移動過程において生じ，それを引き起こす原因としては地形の影響が大きい．しかし，地表水の同位体比の空間分布に与える影響は相互的に作用していると考えられる．そこで，重回帰モデルを用いて各効果を分離し，酸素同位体比の空間的分布の予測を行った．

2. 地表水の安定同位体比に影響を与える効果

天水の同位体比の分布特性を決定する要因として，緯度効果，高度効果，内陸効果，雨量効果，雨陰効果がある．緯度効果は，緯度が高くなるほど同位体比が小さくなる効果．高度効果は，標高が高くなると同位体比が小さくなる効果．内陸効果は海岸からの距離が遠くなるほど同位体比が小さくなる効果．雨量効果は，降雨時間が長く降水量が増加すると同位体比が小さくなる効果．雨陰効果は，雨雲の移動に対して山の手前側で同位体比が大きくなる効果を示す．

3. 現地観測の概要

地表水の採水は和歌山県全域（全 79 地点）で 2001 年 4 ～ 7 月に実施した．図-1 は和歌山県の標高分布を示す．和歌山県は紀伊山系に属し，和歌山県の最高峰である護摩壇山（1372m）は県中央東側に位置する．その北側には高野山（約 900 m），南側には龍神（約 700m）がある．また，県南部には大塔山（1122m）などの 1000m を越える山々が存在する．地表水の同位体比は降雨の影響を受けて若干変化するため，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みるため，人為的要因を含まない上流部における渓流水・湧水を採水した．酸素同位体比は質量分析装置を用いて分析を行った．

4. 現地観測結果

図-2 は酸素同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）と海岸からの距離，標高，緯度，降水量との関係を示す．降水量は AMeDAS 観測地点（16 地点）に最も近い観測点のデータを用いた．その結果，酸素同位体比は海岸からの距離，標高，緯度との相関係数が高く（0.7 以上），これらの影響を受けていることが分かる．一方，同位体比と降水量との相関係数は低かった．一般に，高度効果として中緯度では標高が 100m 高くなる毎に酸素同位体比は -0.15 ～ -0.4‰ 減少することが知られて

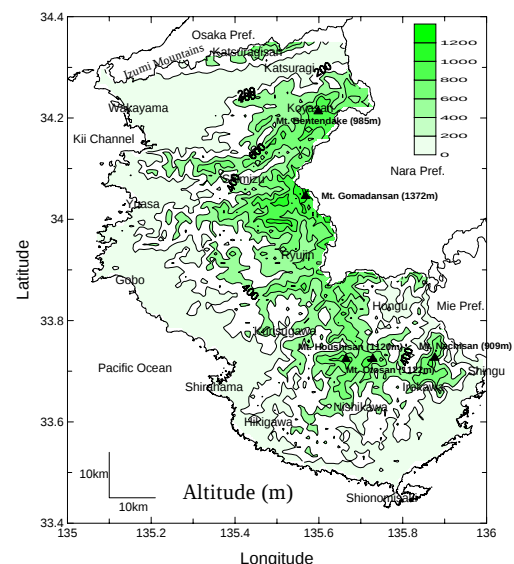


図-1 和歌山県における標高分布

（国土地理院の数値地図 50m メッシュ（標高）より）

キーワード 重回帰分析，酸素同位体比，地表水，和歌山県

おり¹⁾，単回帰的にみると本調査では $-0.18\text{‰}/100\text{m}$ であった．

図-3 は現地観測により得られた酸素同位体比の空間分布を示す．同位体比の大きい重い水は紀伊半島南西部地域に分布し，最も重い同位体が観測された地点は新宮市である．一方，最も軽い水は，内陸に位置する高野山の南側に分布する結果が得られた．高野山は護摩壇山の北側に位置し，緯度効果・内陸効果・高度効果が同位体比の分布に影響を与えていることが分かる．

5.重回帰分析による空間分布予測

目的変数を酸素同位体比，説明変数を海岸からの距離，標高，緯度として重回帰分析を行った．ここで，降水量は同位体比との相関係数が低かったため，説明変数として用いなかった．得られた重回帰式から，等間隔に配置した目的変数を代入して酸素同位体比の予測を行った（図-4）．その結果，地形の特性に応じた分布形状が得られ，観測データの得られていない地点における酸素同位体比を予測できることが分かった．

図-5 は潮岬から高野山までの南北方向における酸素同位体比の実測値と予測値との比較を示す．図には標高，年間総降水量もあわせて示す．潮岬から大塔山にかけては，緯度が高くなるにつれて，標高および海岸からの距離が増加しており，地表水の同位体比は徐々に小さくなっている．また，大塔山および護摩壇山の南側では同位体の変化が大きく，高度効果の影響を受けている．

以上より，重回帰式による予測結果は地形変化による同位体比の空間変動を精度良く再現しており，重回帰モデルを用いて同位体比の分布特性を予測することが可能である．

6. おわりに

現地調査により，地表水の酸素同位体比の空間分布を調べた．その結果を用いて，重回帰モデルを求め，同位体比の空間分布を予測した．雨水や地表水を広域的に採水することは困難であり，本モデルを用いることで観測データの得られていない地域の同位体比を予測することができ，水の同位体を用いた水循環機構の解明に有用な結果が得られた．

【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．

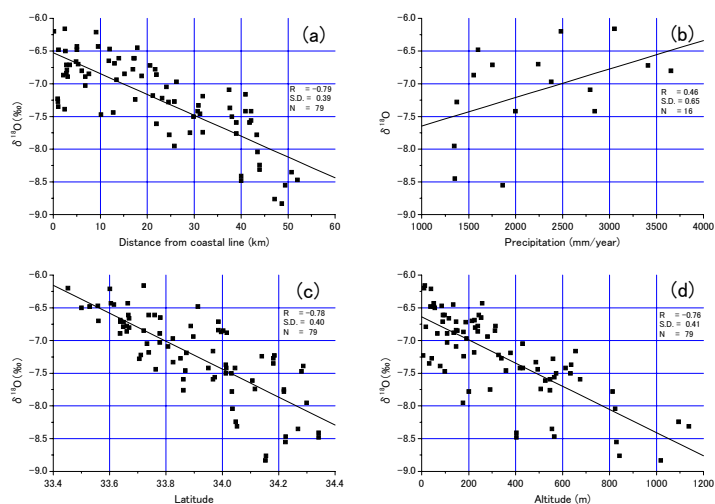


図-2 酸素同位体比と(a) 海岸からの距離，(b)降水量，(c) 緯度，(d) 標高との関係

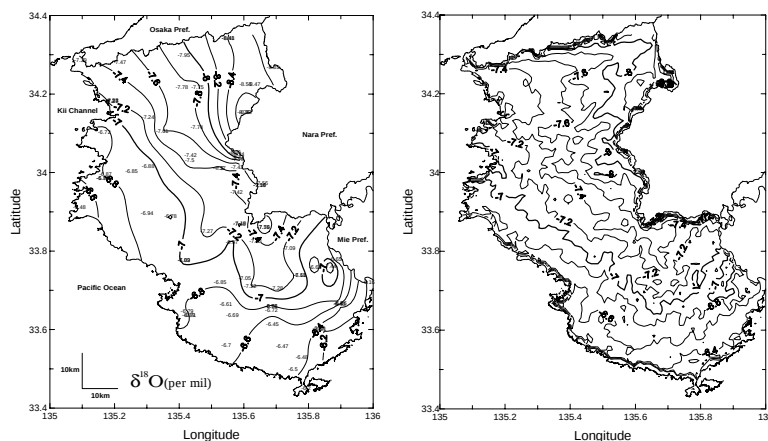


図-3 酸素同位体比の空間分布 (観測結果) 図-4 酸素同位体比の空間分布 (予測結果)

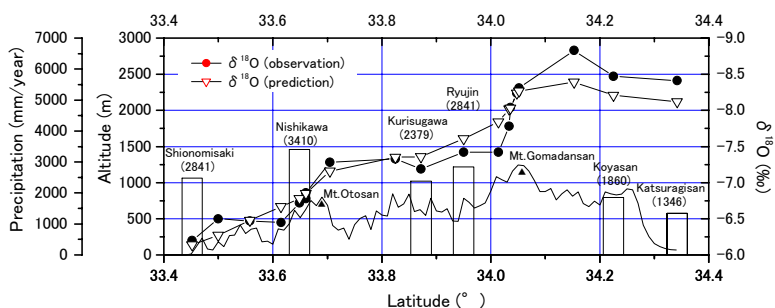


図-5 潮岬から高野山における酸素同位体比の実測値と予測値の比較