

奈良盆地降水の水素・酸素安定同位体比季節変動と短時間変動

和歌山大学システム工学部 学生会員 ○町田 泉
 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

降水を知るといえることは、陸上の水循環を知るための手段の一つである。降水中の安定同位体比分析は水循環だけでなく、その起源を知る手がかりになり、気象学的にも有効な指標となっている。しかし、それらは季節変動に焦点をあてたものが多い。本研究では、奈良県の北西部に位置する奈良盆地を対象地とし、2003年の降雨をより短時間ごとに長期間採取した。これらの水素・酸素安定同位体比を分析し、その季節変動、短時間変動から奈良盆地降水の同位体比特徴を探ることを目的とする。

2. 調査地概要

調査地点は奈良県北西部の奈良盆地に位置する大和郡山市を対象とし採水を行った。海岸からの距離は大阪湾まで約30km、紀伊長島まで約68km、潮岬まで約120kmである。奈良盆地の平均降水量は約1200mm、平均気温は約15℃の温暖寡雨であり、年間を通して、また、一日の気温において寒暖の変化が大きい比較的乾燥した地域である。

3. 年間同位体変化

図1は2003年の日平均気温、降水量、降水を採取した64日の水素・酸素安定同位体比の日平均を示している。降水量は8月がもっとも多かったが、降水回数（1mm以上連続して降水があったものを1回として数える）は6月がいちばん多かった。同位体比変化においては6月の梅雨にあたる時期に低くなり、 δD 、 $\delta^{18}O$ の最低値は梅雨と台風が重なった6/18の-150.24、-17.5であった。また、6月以外にも年間を通して一時的に同位体比が低くなっている部分が見られ、これらは台風に伴う降水に多い。同位体比変化は降水量が多く、降水日数の多い月に低くなる傾向が見られる。また気温は四季に伴った変化を示しているが4月、5月の春時期と、10月、11月の秋時期の気温が安定せず日ごとの差が大きい。これに対して同位体比は春から梅雨に向けて気温が上がると共に下がり、秋から冬に向けて気温が下がると共に上がっている。年間を通して同位体比の明らかな傾向は見られないが気温や降水量が影響していることが予想される。降水の安定同位体比が6月や台風時期に下がっている原因の一つとして、降水形成が関係していると思われる。長時間降りつづける雨は、水蒸気が凝縮されて雨粒になる際に質量の重い分子が優先されるため、降雨開始時はこの質量の大きい雨（Hや ^{16}O に比べてD、 ^{18}O を多く含んだ）が先に地上に降り、時間の経過と共に軽い雨に変化していくことが考えられる。梅雨時期に関しては長期間雨が降りつづけるため、同位体比が低くなる傾向があると考えられる。

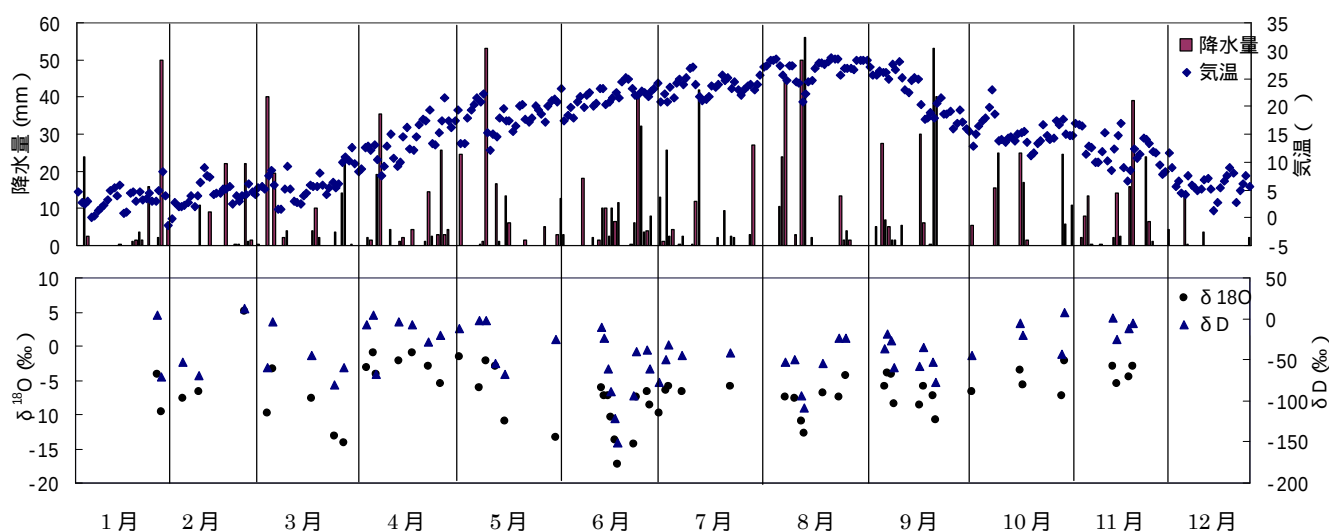


図1 2003年 気温・降水量・同位体比変化

キーワード 安定同位体比、 $\delta^{18}O$ 、気温、水蒸気団

連絡先 〒640-8510 和歌山市栄谷930番地 和歌山大学システム工学部環境システム学科 073-457-8367

4. 短時間同位体変化

奈良盆地での2003年降水日数は64日であったが、そのうち1降雨を時間単位で採取できたのは21回であった。1降雨内での $\delta^{18}\text{O}$ の変化は、一定の動きをせずに短時間の間にも増加・減少し、特に夏から秋にかけての変化は大きく1時間単位で $\delta^{18}\text{O}$ 値の大きな変化がみられた。また、降水時間が長く、気温が大きく変化

する降雨のほうが $\delta^{18}\text{O}$ の値も大きく変化
するものが多い傾向があった。この21降雨
中10降雨で、 $\delta^{18}\text{O}$ は気温の変化と一致
した変化を示し、図2に代表的な結果を示す
この10降雨のうち6降雨は夏時期にあたる
6月、7月、8月であり、特に7/1、8/14、
11/29の気温と $\delta^{18}\text{O}$ は一致している。

5. 気温と $\delta^{18}\text{O}$ の関係

降水の同位体比が気温と一致した結果から、
降水と平衡による水蒸気の同位体比を推定
した。 $\delta^{18}\text{O}$ は水蒸気団内である値を持ち、
地上に降雨として落下する間に、周囲の気
温の影響を受けて変化すると予想される。
地上の気温が $\delta^{18}\text{O}$ 変化に対してどのくらい
の影響を及ぼすかを知るために1降雨を
もたらす水蒸気団の同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{vapor}}$)
の値を一定の -25‰ と仮定し、気温が273K
から373Kまで変化したときの同位体比
($\delta^{18}\text{O}_{\text{liquid}}$)を求めた。計算は同位体
分別係数を用い、以下の式を用いた。
図3はその結果である。

$$10^3 \ln \alpha_{\delta^{18}\text{O}_{\text{liq-vap}}} = 1.137(10^6/T^2) - 0.4156(10^3/T) - 2.0667$$

〔for T in K〕

$$\alpha_{\text{liq-vap}} \delta^{18}\text{O} = (1 + \delta^{18}\text{O}_{\text{vap}}/1000) / (1 + \delta^{18}\text{O}_{\text{liq}}/1000) = 1/\alpha$$

$$^{18}\text{O}_{\text{liq}} = 1000(1 + \delta^{18}\text{O}_{\text{vap}}/1000) - 1000$$

図3から、地上の気温が及ぼす $^{18}\text{O}_{\text{liquid}}$ への
影響は非常に小さく、100度の温度差での
 $^{18}\text{O}_{\text{liquid}}$ 推測計算値変化量はわずか -6.56‰
であった。しかし測定結果は年間の気温差が
約25度であるのに対して $\delta^{18}\text{O}$ の分布範囲は
 -20‰ と大きく、気温との関係は見られない。
測定値と計算値に大きな違いがある原因として
水蒸気団の移動が考えられる。1降雨の短時間
内に水蒸気団が移動するならば、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{vapor}}$
の値は時間と共に変化する。またそのときの風や
気圧による気温変化も $^{18}\text{O}_{\text{liquid}}$ に影響を与え
ると予想できる。

5. まとめ

安定同位体比の季節変化において、梅雨や台風の
多降雨量の時期での同位体比值は低くなり、これは
水蒸気が質量の重い分子から凝縮されていくため
同位体比は下がる(軽くなる)のであろうというこ
とを述べた。また降雨ごとに見た場合、気温が大き
く変化すると、 $\delta^{18}\text{O}$ もそれに一致する傾向が多
くみられたが、地上の温度が $^{18}\text{O}_{\text{liquid}}$ に影響
する効果は非常に小さく、同位体比を変化させる
大きな要因は短時間移動による水蒸気団が考
えられる。

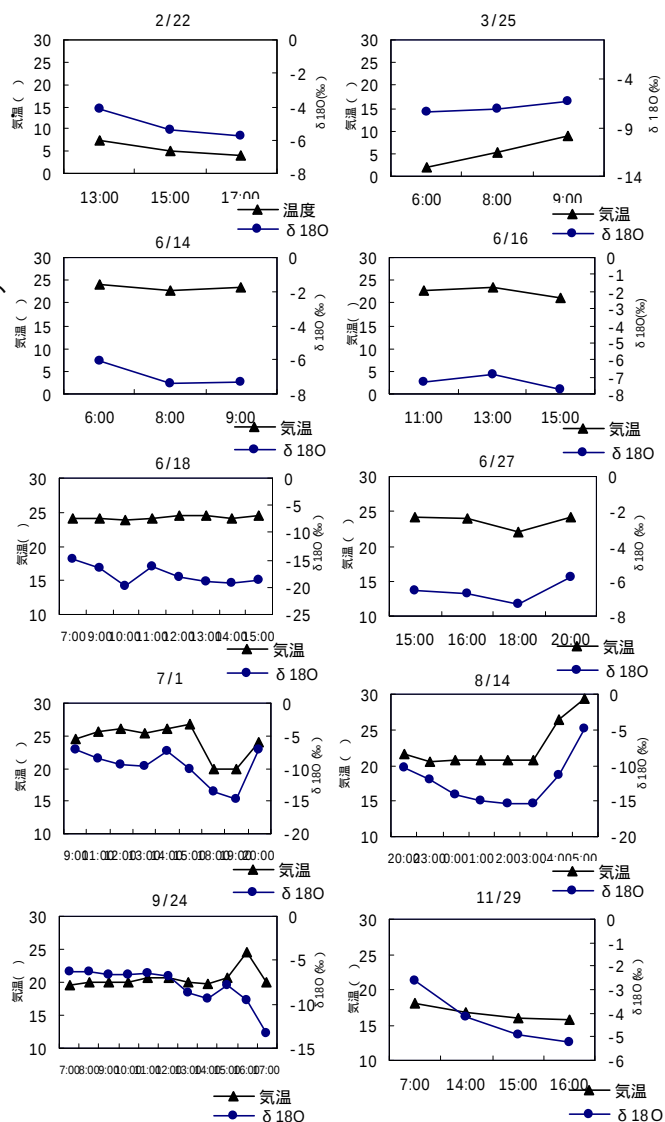
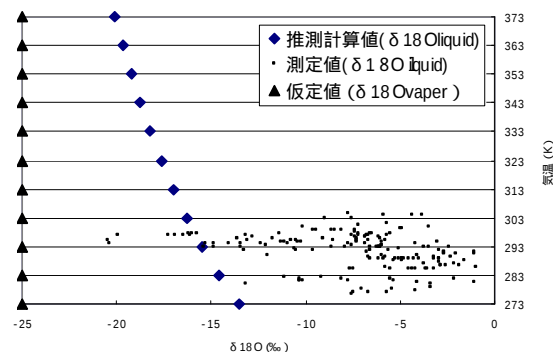


図2 気温と相関関係を示した10降雨

図3 $\delta^{18}\text{O}_{\text{vapor}}$ を -25‰ と仮定した時の $\delta^{18}\text{O}_{\text{liquid}}$ の推測計算結果と測定結果