

和泉山脈周辺の降水の溶存イオンおよび水素・酸素安定同位体比に関する研究

和歌山大学大学院

学生員 佐原尚美

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

降水の溶存イオンや安定同位体比の季節変化を明らかにすることは、その地域の地表水だけでなく、降水の源である大気中の水蒸気起源などの気象学的な問題を解明する手がかりとなる。そこで、本研究では、降水中の溶存イオンおよび水素・酸素安定同位体比の地域変化、季節変化を明らかにし、降水をもたらす水蒸気の輸送過程を解明することを目的とし、特に、山脈による影響をみるために、和泉山脈の南にある和歌山市と北側にある大阪府の2地点を研究対象地域に選び、採水と分析を行った。

2. 分析方法

採水地点は、和歌山市、大阪市、富田林市の3地点である（図1）。海からの距離は、和歌山市約6km、大阪市約8km、富田林市約20kmである。降水試料は、3市において採水器を一定期間放置して雨水を採取した。従って、これらの試料には乾性沈着物も含まれている。降水試料のpH, EC, 溶存イオン (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-), 水素・酸素安定同位体比 (δD , $\delta^{18}\text{O}$) の測定を行った。

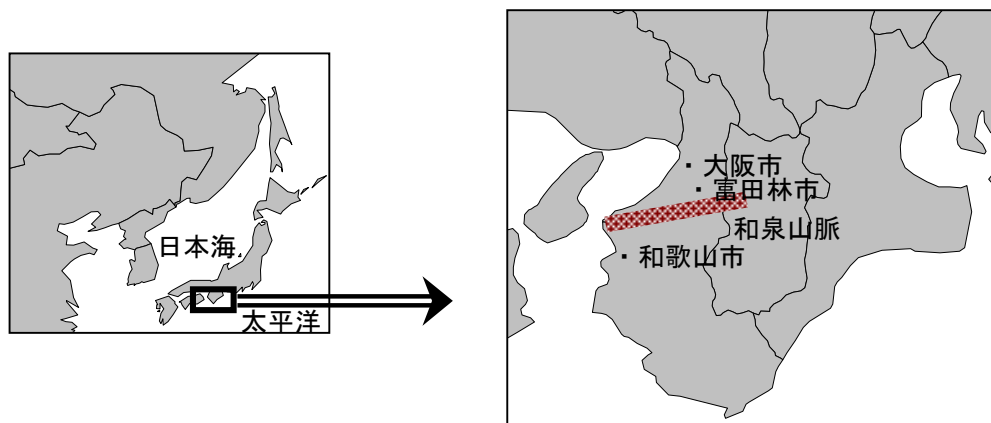


図1 降水試料採水地点

3. 結果と考察

表1の分析結果は、3市の降水量から求めた全測定値の加重平均値を示している。降水量は1月から3月に少なく、梅雨期と台風期に多く、降水の平均値は夏季の降水の影響を強く受けている（図2）。溶存イオンは、その起源によって自然起源と人為起源に大きく分けられる。人為起源として NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- があげられる。特に、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- は都市部での排気ガスによって増加するので、和歌山市に比べ、大阪市、富田林市に多く含まれていた。また、大阪市と富田林市ではpH5.2と低く、酸性物質の SO_4^{2-} 、 NO_3^- の影響を受けているものと考えられる。一方、自然起源の主なものとして、海塩粒子、黄砂（土壌）があげられる。海塩起源の Cl^- 濃度は、海に近い和歌山市や大阪市が高く、内陸の富田林市は低くなっている。 Cl^- を基準として下式により濃縮係数（Ef）を求めた。

$$\text{Ef (濃縮係数)} = (\text{M}/\text{Cl}^-)_{\text{降水}} / (\text{M}/\text{Cl}^-)_{\text{海水}}$$

ここでMは降水および海水中の各元素濃度、 Cl^- は降水および海水中の Cl^- 濃度を示す。和歌山市、大阪市、富田林市において Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} の濃縮係数は、冬から春にかけて高い値を示した。2月から5月にかけて、

キーワード：降水, 溶存イオン, δD , $\delta^{18}\text{O}$

西からの季節風により中国西部から黄砂が輸送される。黄砂は、炭酸カルシウムや石英、長石などを含み、雨水と接触することで、陽イオンが溶け出す。その結果、 Ca^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} 、 Mg^{2+} は、冬から春にかけて黄砂の飛来により濃縮したと考えられる。

和歌山市の δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値は、一番高く、大阪市、富田林市と低くなる。夏季は太平洋高気圧によって南から湿った空気が日本に接近し、冬は北からのシベリアの高気圧が南下して寒気をもたらす。雲の中では、選択的に重い水素や酸素から雨（液体）になるため、降水は時間と共に δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値が低くなる。夏季は太平洋上で生成した雲が降雨をもたらすため、雨雲は南西方向から北東方向に移動する。そのため、雨雲が一番最初に到達する和歌山市の降水中の δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値は一番高く、次に海に近い大阪市、より内陸の富田林市と値が小さくなったと考えられる。一方、冬は日本海上で生成した雲が降雨をもたらすため、北側から雨雲が南に移動する。そのため、冬季では、和歌山市に比べて大阪市、富田林市の降水中の δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値は高くなっていった。しかしながら、年間の降水量は、3市共に冬季は夏季に比べて非常に小さく、 δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値の平均値は、夏季の降水中の δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値が反映され、和歌山市の降水中の δD 値、 $\delta^{18}\text{O}$ 値が最も高くなったと考えられる。

表1 和歌山市、大阪市、富田林市における降水の平均組成

観測期間（日数）	97/11/13-99/11/25（67）	99/1/24-99/10/20（48）	99/1/24-99/10/20（48）
地名	和歌山市	大阪市	富田林市
pH	5.79	5.19	5.18
EC（ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）	23.55	15.00	14.85
Cl^{-} （ mg/l ）	1.99	1.44	0.91
NO_3^{-} （ mg/l ）	1.38	2.04	2.24
SO_4^{2-} （ mg/l ）	1.62	1.84	2.13
Na^{+} （ mg/l ）	0.81	0.68	0.81
K^{+} （ mg/l ）	0.32	0.14	0.14
Mg^{2+} （ mg/l ）	0.15	0.07	0.06
Ca^{2+} （ mg/l ）	0.77	0.72	0.61
NH_4^{+} （ mg/l ）	0.19	0.43	0.58
δD （‰）	-48.62	-59.22	-61.60
$\delta^{18}\text{O}$ （‰）	-7.41	-8.29	-8.71

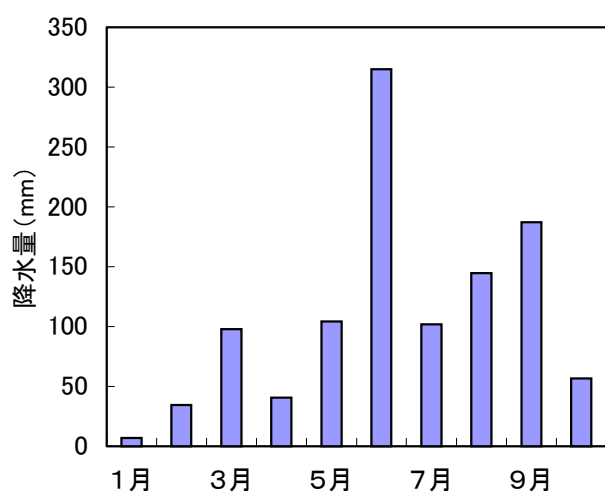


図2 大阪市における降水量(1999)

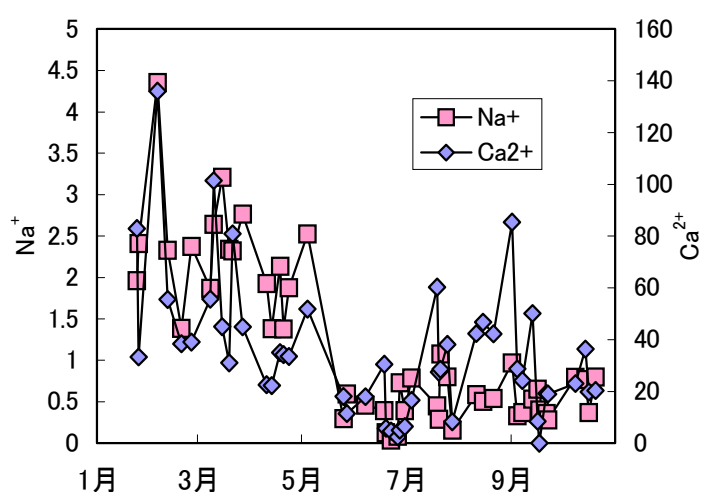


図3 大阪市降水中における Na^{+} 、 Ca^{2+} 濃縮係数(1999)

参考文献

- 1) 日本化学会(1990), 大気の化学(季刊化学総説), 学会出版センター, No.10