

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 ○川井 儀昭
 和歌山大学システム工学部 正会員 平田 健正
 和歌山大学システム工学部 正会員 井伊 博行

1. はじめに

我が国のような中緯度湿潤森林地域では、水は「降水→土壌水→地下水→地表水（河川・湖沼）→海洋→（蒸発→降水）」という循環系を形成している¹⁾。このように、水の様々な移動の過程において水の水素・酸素安定同位体比が変化することが知られており、これらの変化を捉えることで水循環を明らかにすることが可能となる。本研究の調査地域である和泉山地は池が多く存在する。山地に降った雨水は池において一旦溜められ、河川に流出する。そこで、本研究では、和泉山地における池および池水が流入する河川水の水素・酸素同位体比を分析し、夏期における池水の蒸発効果、池から河川への流出による変化、雨水が池水・河川に与える影響について検討を行った。

2. 調査・分析の概要

調査対象流域は、大阪府と和歌山県の県境にある和泉山地の南部に位置する鳴滝川上流の池（St.SN）および河川（St.SN-A）と約3 km 離れた大池（St.OK）である（図-1 参照）。鳴滝川上流の池では表層の水を採水し、大池では排水用ポンプの水を採水した。鳴滝川上流の池は表面積が約 25000 (m²)、集水面積が約 1100000 (m²) であり、大池は約 12000 (m²)、集水面積が約 960000 (m²) である。現地調査は、2000 年 7 月 21 日～10 月 21 日まで行った。また、水素および酸素の同位体比は安定同位体比測定用質量分析装置（Finnigan Mat 社製、サーモクエスト DELTA PLUS）を用いて分析を行った。

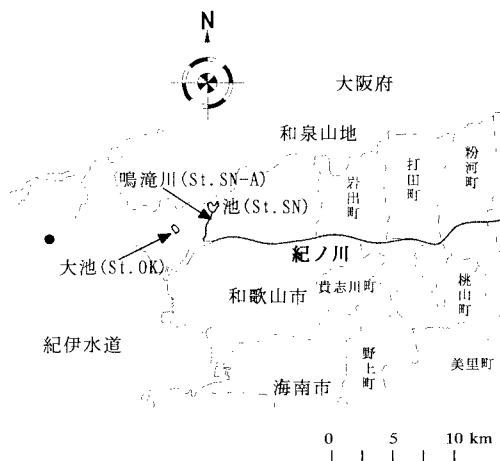


図-1 調査地域

3. 分析結果

図-2 は 2000 年 7 月 21 日～10 月 21 日の大池における水素同位体比 (δD) と酸素同位体比 ($\delta^{18}O$) の関係を示す。採取された水の水素・酸素の同位体比は、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。図中の直線は天水線 (Meteoric water line, $\delta D = 8 \delta^{18}O + 10$) を表しており、雨水起源の水は天水線上に分布することが知られている²⁾。また、水は蒸発の際、レイリー過程にしたがって同位体比の軽いものから蒸発していくという性質を有しており、水が滞留する池や水田などは蒸発の影響を強く受けやすい。8 月 2 日～9 月 8 日に、池水の水素・酸素同位体比は増加し、その際、天水線からずれて右上方向へ変化する傾向がみられた。このとき、水素・酸素同位体比の関係は天水線の傾き 8 に対して、傾きは 4.6 であり、これは蒸発線の傾きが 4～6 である結果と一致する。その後、9 月 11 日・12 日に観測された降水量、それぞれ 353.5、69.0mm/day の大雨により、9 月 13 日の池水は最も軽くなり、天水線上に分布している。このことから、それまで蒸発の影響を受けていた池水が雨

Yoshitsugu KAWAI, Masahide ISHIZUKA, Hiroyuki II, Tatemasa HIRATA

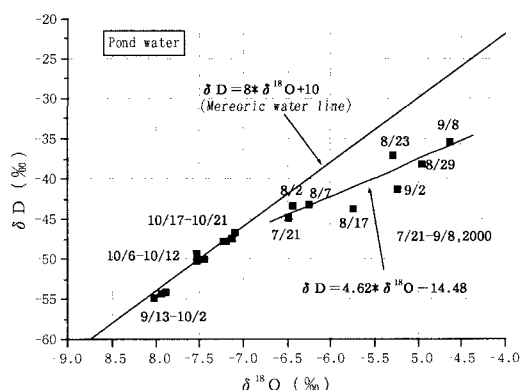


図-2 池水の $\delta^{18}\text{O}$ と δD の時間変化,
2000年7月21日～10月21日

水に交換されたことが分かる。

図-3 は池水・河川水の酸素同位体比の時間変化を示す。ここでは、夏期の蒸発過程をみるために8月2日～9月8日の結果を示す。図中に示した期間の降水量は8月18日に3mm、30日に3.5mm、31日に5mmであり、降水量が非常に少なかった。9月2日にみられる同位体比の低下は、8月30・31日の降雨後に観測を行ったために天水起源で同位体比の異なる雨水が池に流入したと考えられる。河川水に関しては、8月18日の降雨の影響が5日後にもみられており、上流からの池水の影響以外に地下水や中間流出水の影響が表れていると考えられる。また、大池において、8月2日～29日の27日間で池水の水素同位体比が約10‰、酸素同位体比は約

2.0‰変化しており、時間変化はそれぞれ、0.2‰/day、0.04‰/dayであることが示された。したがって、図-2で示した天水線と蒸発線との関係から、蒸発効果が線形であり降雨による影響を無視した場合、7月17日頃から池水の蒸発が顕著になると予想される。また、図-4は池水・河川水の水温変化と気温変化（和歌山市）を示す。河川水は降雨後に水温が大きく低下しており、酸素同位体比とほぼ同じ変化を示した。また、池水の水温は表層水と下層水の違いが表れており、降雨後の水温変化に違いが表れていると考えられる。

4. おわりに

夏期に池水は蒸発により水素・酸素同位体比が天水線からずれて、傾きが4.6の蒸発線に沿うことが示された。また、同位体比の時間変化率は、 δD が0.2‰/day、 $\delta^{18}\text{O}$ が0.04‰/dayであり、時間変化を線形と仮定すると、7月17日頃から蒸発が顕著になることが考えられる。また、池の下流に位置する河川水は上流にある池水の影響を受けて、同位体比の増加がみられた。しかし、降雨後は池水と異なる変動を示しており、他の経路からの河川への流出が考えられる。

【参考文献】

- 1) 環境庁中央環境審議会：環境保全上健全な水循環に関する基本認識及び施策の展開について、1998。
- 2) Craig, H.: Isotopic Variation in Meteoric Waters, *Science*, Vol.133, pp.1702-1703, 1961.

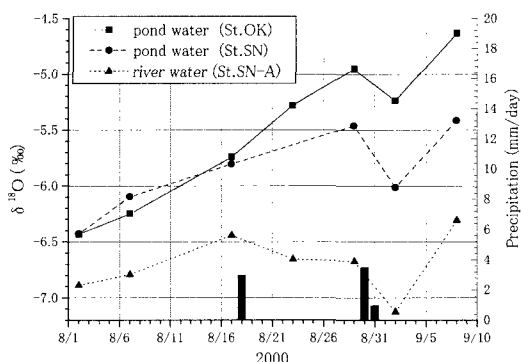


図-3 池水・河川水の $\delta^{18}\text{O}$ と降水量との関係,
2000年8月2日～9月8日

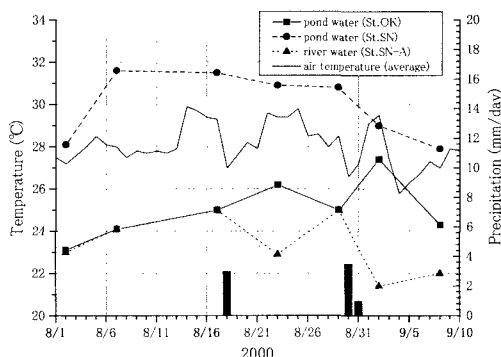


図-4 池水・河川水の水温変化と気温変化,
2000年8月2日～9月8日