

安定同位体を用いた灌漑農地の地下水起源同定

Tracing the origin of groundwater in the irrigated plain by stable isotopes

○芝井 隆¹, 長野宇規¹, Erhan Akca², 久米 崇³, Selim Kapur⁴, 渡邊紹裕³
Shibai Takashi¹, Nagano Takanori¹, Akca Erhan², Kume Takashi³, Kapur Selim⁴ and Watanabe Tsugihiko³

1. はじめに

乾燥地や沿岸地では地下水の塩性化が問題となっており、塩水浸入の分析手段として、安定同位体を用いた研究が近年行われている(例 P. Moller et al., 2008). 本研究では、東地中海沿岸のセイハン川下流灌漑地区(LSIP, トルコ)を対象とし、安定同位体などの指標を用いて地下水の起源の同定を試みた。

2. 研究対象地と分析方法

LSIP はトルコ中南部の地中海に面した沖積平野に位置し、セイハン・ダムの水を利用した大規模な灌漑(農地面積約 13 万 ha)が行われている。海岸に近い地域では灌漑システムが未整備のために地下水を利用しているが、この地域では土壌の塩類化が起きており、その原因を特定することが急務である。

灌漑地に点在する 110 地点の稼動中の井戸から地下水を取水した。深度は最大 350m であった。対照用にセイハン川上流でも 14 地点でサンプリングを行った。水素・酸素・Sr の安定同位体比、微量元素の濃度について分析した。

3. 結果

3.1. 酸素・水素同位体比

水サンプルの酸素同位体比 $\delta^{18}\text{O}$ と水素同位体比 δD の関係を **Fig.1** に示す。 $\delta^{18}\text{O}$ と δD との間には正の相関関係が見られた。 δD の値は LSIP の地下水が $-60 \sim -20$ 、セイハン川上流域の地表水が $-80 \sim -40$ 、下流域での降水が -13 程度であった。灌漑に利用されているセイハン・ダムの水(δD 値: $-55 \sim -50$)よりも値の小さい地下水は、上流域(標高 400m 以上)で浸透した被圧地下水と考えられる。LSIP の地下水は、降雨、セイハン・ダムの水、上流域由来の被圧地下水によって形成されると推測できる。

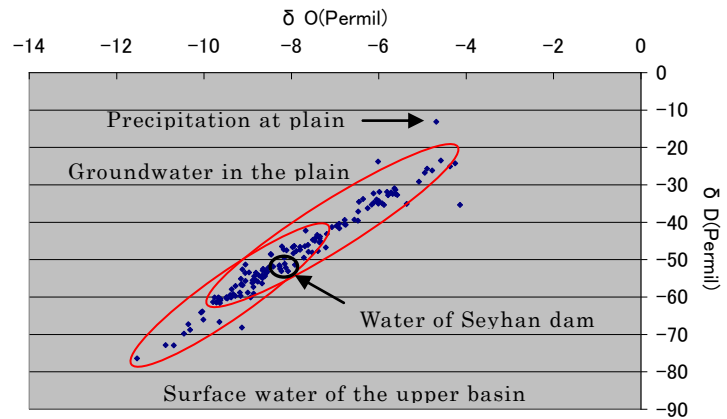


Fig. 1 $\delta\text{O}-\delta\text{D}$ diagram of water

¹ 神戸大学大学院農学研究 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

² Adiyaman University, Adiyaman, Turkey

³ 総合地球環境学研究所 Research Institute for Humanity and Nature

⁴ Çukurova University, Adana, Turkey

キーワード: 地下水, 安定同位体, 灌漑排水

3.2. Sr 同位体比

Fig.2, Fig.3 に Sr 同位体比の平面分布図, 断面分布図を示す. Sr 同位体比は 10^{-4} の位の差異が有意に地下水の起源の違いを示すことから, 平野の地下水は複数の起源を持つことが示された. 海岸部においても海水の影響は顕著ではなかった.

また断面図より, この平野の地下水層が単純でないことが明らかである. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値が小さい地下水が部分的に現れており, これは海水以外の起源を持つ地下水の存在を示している.

3.3. 微量元素濃度

Fig.3 で赤い丸で囲った 7 個のサンプルについて, 微量元素濃度のセイハン・ダムの水の値に対する比をとり対数で表した図を示す (Fig.4).

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ に有意な差があっても他の微量元素に着目すると同様の水質だと判断されるケースも見られた.

4. おわりに

LSIP では, 上流域から透水層を流れてきた水が深層地下水の一部を形成していることがわかった. また, 海水浸入の影響はきわめて少なかった.

このような複雑な地層構造を持つ地域での解析は, 複数の指標を組み合わせることで総合的に判断することが必要である.

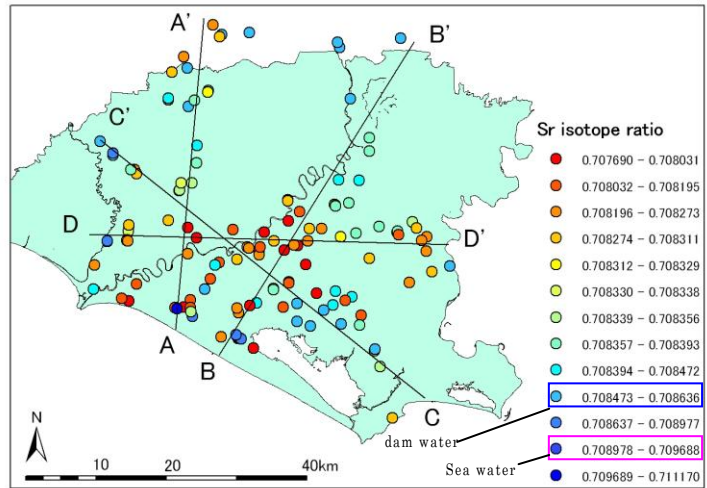


Fig. 2 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ of groundwater of Lower Seyhan Basin

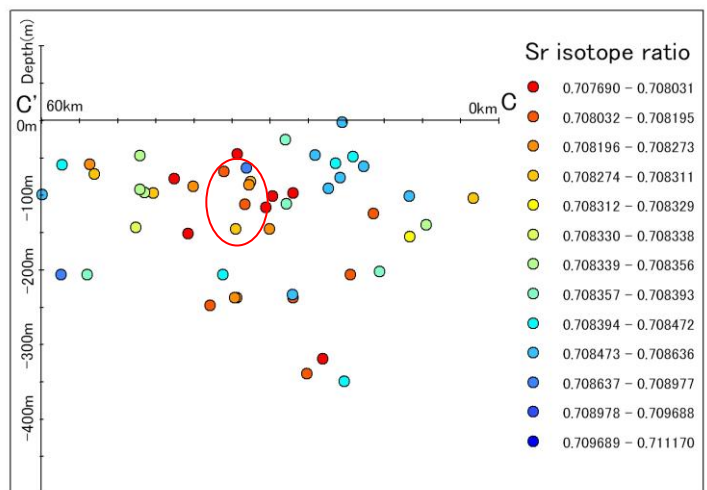


Fig. 3 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ of groundwater along the transect CC' (as shown in Fig.2)

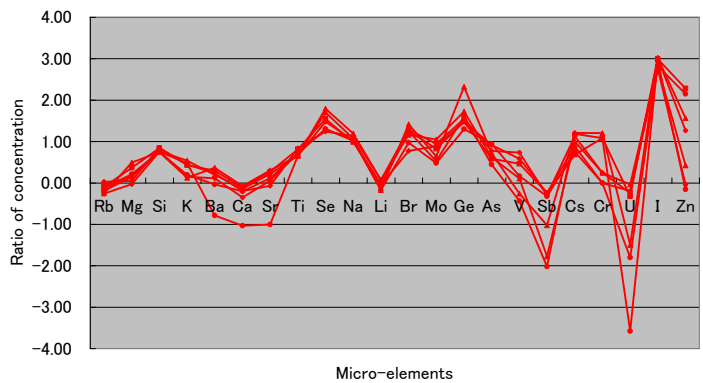


Fig. 4 Spider patterns of groundwater (Ratio of concentration of micro-elements to that of water in Seyhan dam as standard)

参考文献 : P. Moller, S.M.Weise, M.Tesmer, P.Dulski, A.Pekdeger, U.Bayer, F.Magri “Salinization of groundwater in the North German Basin: results from conjoint investigation of major, trace element and multi-isotope distribution” International Journal of Earth Science, 97(5) (2008):pp.1057-1073.

謝辞 : 本研究は, JSPS 科学研究費補助金(No.19208022)および鳥取大学乾燥地研究センターH21 年度計画研究 A の助成のもと行われた. 酸素・水素安定同位体の質量分析は京大学生態学研究センターの共同利用施設, Sr 安定同位体の質量分析は総合地球環境学研究所の共同利用施設を利用した.