

# 安定同位体を用いた灌漑農地の環境評価

## Environmental diagnosis in the irrigation district using stable isotopes

久米崇<sup>1</sup>，長野宇規<sup>2</sup>，星川圭介<sup>3</sup>，藤原洋一<sup>4</sup>，中野孝教<sup>2</sup>，渡邊紹裕<sup>2</sup>

Takashi Kume, Takanori Nagano, Keisuke Hoshikawa, Yoichi Fujihara,

Takanori Nakano and Tsugihiko Watanabe

### 1. はじめに

各種安定同位体を用いた環境評価は様々な分野において実施されており，その有効性が確認されている．我々は，塩類集積が発生あるいは将来的な発生が懸念される灌漑農地において，従来までのマスバランスによる塩分管理に加え，その起源を考慮した塩分管理手法の開発を目指している．本研究では各種溶存成分に加えて，農業地域の環境トレーサーとして近年注目されている硫黄 ( $^{34}\text{S}$ ) とストロンチウム ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) の安定同位体を用いて，灌漑区における各サンプリングカテゴリにおける水と栄養塩類の特性の把握を試みた．

### 2. 調査・分析方法

対象地域はトルコ共和国セイハン川流域の最下流に位置する the Lower Seyhan Irrigation Project である (Fig.1)．調査は 2006 年 8 月の灌漑最盛期に実施した．サンプリングは，灌漑最上流から下流にかけて，ダム水，灌漑水，排水，地下水，ラグーン水，地中海海水を対象に実施した．図中で，河川，用排水路，ラグーン，地中海以外にプロットされている点が地下水サンプリングポイントである．

水の主成分元素は総合地球環境学研究所のイオンクロマト装置 (ICS-90) また Sr を含む微量成分は四重極質量分析装置 (ACTLABS (Canada)) を用いて測定した． $^{34}\text{S}$  はアリゾナ大学の質量分析装置 (Delta Plus XL)、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  は総合地球環境学研究所の表面電離型質量分析装置 (Triton) を用いて測定した．試料の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  は、標準試料である NIST-SRM987 の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  を 0.710250 に正規化した． $^{34}\text{S}$  および  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  の測定精度はそれぞれ  $\pm 0.2\%$ ，0.000012 であった．

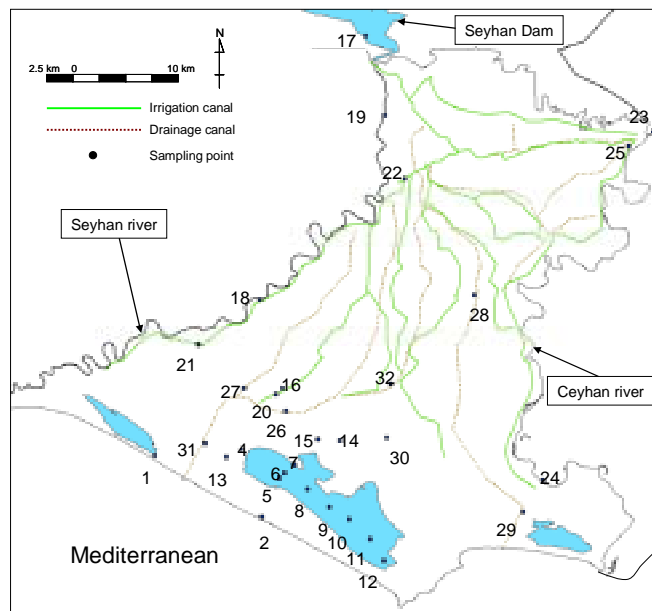


Fig.1 Situation of the sampling points

<sup>1</sup> 鳥取大学乾燥地研究センター，Arid Land Research Center, Tottori University

<sup>2</sup> 総合地球環境学研究所，Research Institute for Humanity and Nature

<sup>3</sup> 京都大学東南アジア研究所，Center for Southeast Asian Studies

<sup>4</sup> 日本学術振興会，Japanese Society for the Promotion of Science

Key word: ストロンチウム，硫黄，安定同位体，灌漑農地

### 3. 結果

$^{34}\text{S}$  の値は 7.1 から 29.4‰ の間に分布していた (Fig.2). 各サンプリングカテゴリにおける平均値は, 海水・Lagoon で 22‰, 地下水 19.1‰, Seyhan ダム・川・灌漑水 13.8‰, Ceyhan 川 7.4‰, そして排水で 11.5‰ であった. 灌漑水の  $\text{SO}_4$  平均濃度は 26.6 ppm であったが, 一度農地を通過した排水の平均では約 2 倍の 57.3 ppm まで上昇していた.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  の値は 0.708149 から 0.709179 の間に分布していた (Fig.3). 各項目における平均値は, 海水・Lagoon で 0.70913, 地下水 0.70859, Seyhan ダム・川・灌漑水 0.70875, Ceyhan 川 0.70815, そして排水で 0.70858 であった. Sr 濃度に関しては, 硫黄と同様に灌漑水よりも排水の方が高く, 平均値はそれぞれ 229 ppb, 332 ppb であった.

### 4. 考察

硫黄, ストロンチウムの安定同位体と濃度の関係を表したプロット (Figs.2,3) から, 各サンプリングカテゴリにおける水の

特性が明らかに出来ることが示された. 硫黄, ストロンチウムの同位体比と濃度は農地における反応・混合過程によって, 明確な特性変化が生じたものと考えられる. 灌漑水と排水における  $^{34}\text{S}$  と  $\text{SO}_4$  濃度の変化は農薬と肥料によるところが大きいと考えられる. 地下水で海水よりも  $^{34}\text{S}$  が大きくなった点の原因は, 海生起源の硫黄の存在, もしくは還元状態によるものであると推測される. ストロンチウムの値は特に土壌起源の物質の溶出により, 同位体の値が低下し, 濃度が上昇したと考えられる. 今後は農薬, 肥料, 土壌の同位体と濃度を測定することにより, 農地における反応・混合過程を明らかにし, 栄養塩類の起源を推定するための基礎的なデータを取得することにより, より詳細な環境評価が可能になると考えられる.

謝辞: 本研究は総合地球環境学研究所のプロジェクト 1-ICR および JSPS 科研費 (No. 18201004) により遂行した. また, 同位体分析には総合地球環境学研究所の小林俊則氏と安渡敦史氏の協力を得た. 記して謝意を表すものである.

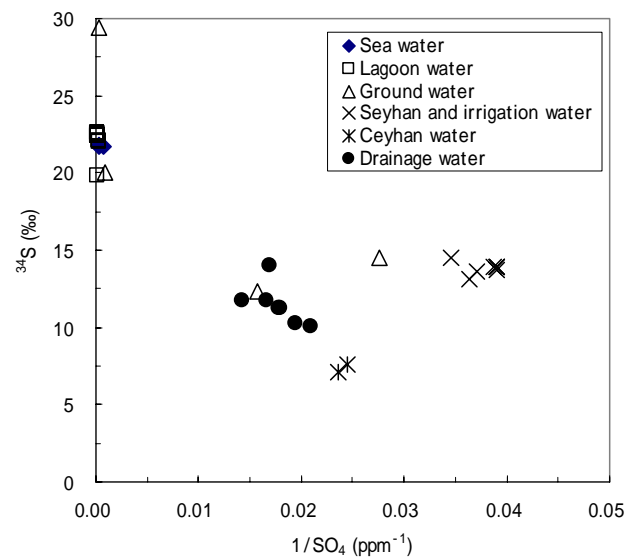


Fig.2 Diagram of 1/S vs.  $^{34}\text{S}$

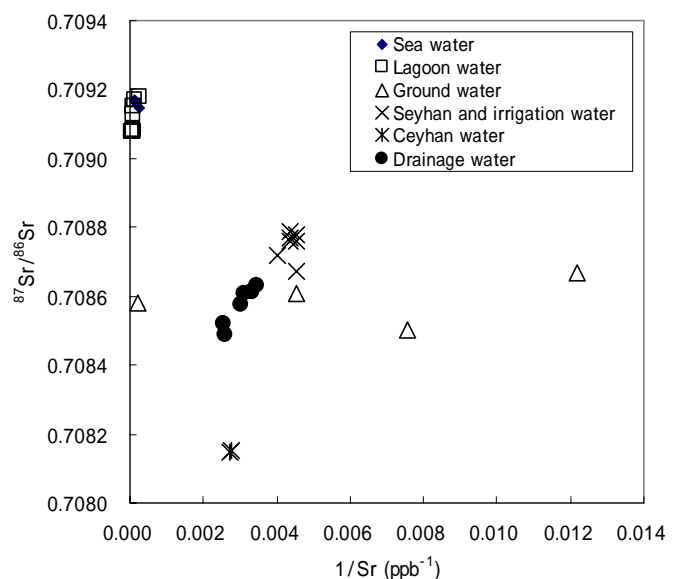


Fig.3 Diagram of 1/Sr vs.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$