

混合モデルによる灌漑農地における塩類起源の定量的解析

Quantitative Analysis of Salt Composition Ratios Using Mixing Model in an Irrigation District

久米崇¹, 長野宇規², 中野孝教¹, 渡邊紹裕¹

Takashi Kume, Takanori Nagano, Takanori Nakano and Tsugihiko Watanabe

灌漑農地における塩分管理は、元入れと排水における塩分量のバランスをとるリーチング要求量の考え方によって進められ必要な排水措置がとられてきた。これは、元入れにおける塩分量以上に塩分を排出させるように排水量を確保するという考え方である。

しかし、量のみに着目し起源を考慮しなければ図1に示すように、実際には考慮すべき塩分のソースがあるにも関わらず、測定のみが生じ必要な排水量を過小評価する恐れがある。さらには、灌漑水や施肥による営農管理、それに伴う地質起源による塩分の溶解・排出などにより、対処すべき起源の塩分を見過す可能性が生じる。このように、より適切な塩分管理には塩分起源の明確化が不可欠であり、その結果、重点対処すべき点も特定できるようになる。

排水における複数の塩分起源を明らかにすることにより、従来まで A vs. B で検討していたリーチング要求量が、A, C, D vs. B で検討することが可能となる。これは同時に、重点的に対処すべき塩分起源を特定できることにもなる。図中(c)は肥料、農薬、降水、塩水浸入などのインプットによる塩分である。これら想定する塩分起源を模式的に示したのが図2である。

本研究では、この点に注目しこれまでの塩分収支による工学的な塩分管理をさらに発展させるため、排水中に含まれる塩分の起源についてストロンチウム安定同位対比 (Sr 比) と微量元素分析を用いて定量的に解析した結果について報告する。

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。調査は2006年8月の灌漑最盛期と2007年2月の農閑期に実施した。サンプリン

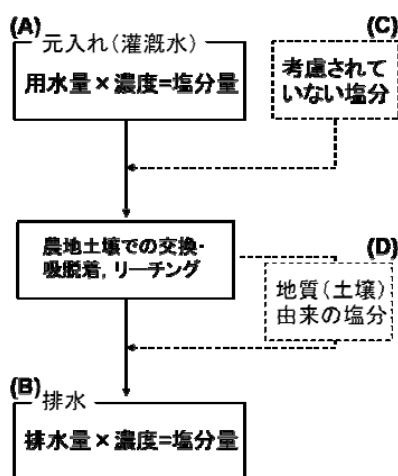


図1 リーチング要求量と塩分起源の概念図

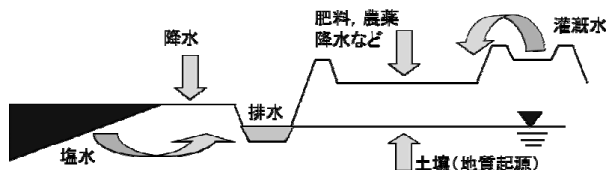


図2 塩分起源の模式図

¹ 総合地球環境学研究所, Research Institute for Humanity and Nature

² 神戸大学大学院農学研究科, Graduate school of Agriculture, Kobe University

Keyword: 混合モデル, Sr 安定同位体, 微量元素, 灌漑農地, 塩類起源

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。

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。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は同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。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の測定精度は 0.000012 であった。

塩類の起源を推定するには、各サンプルの $1/\text{Sr}$ (ppb) と Sr 比 (%) の散布図を描き、そこから得られる mixing line (Faure and Mensing, 1997) を形成するプロットのサンプリングカテゴリの読み取りを行うか、混合モデルまたは EMMA (エンドメンバーミキシング分析) 法 (i.e., Hooper et al, 1990; Durand and Torres, 1996) と呼ばれる混合物質を検討する方法を用いればよい。本研究では、図 3 に示すように排水中 (D10, D11, D12) に含まれる塩分の起源は灌漑水、海水そして肥料分であると結論し、図

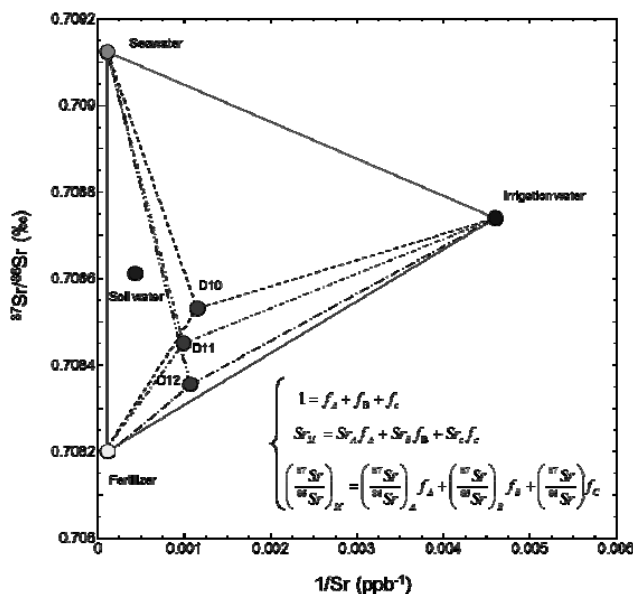


図 3 混合モデルによる排水中 (D10, D11, D12) の塩分のエンドメンバー (灌漑水、肥料、海水)

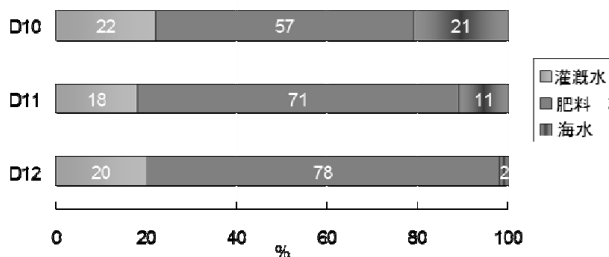


図 4 排水中 (D10, D11, D12) の各エンドメンバー (灌漑水、肥料、海水) の混合比 (冬季排水)

3 に示した連立方程式を解くことで混合比を定量的に解析した。その結果、冬季の排水に含まれる塩分において、各エンドメンバーの混合比が図 4 のように求められた。3 点の排水中における灌漑水の混合比は約 20% で大きな差が見られなかった。しかし、肥料と海水の混合比は、D10 と D12 には大きな差があった。D10 では海水起源の塩分が 21%、肥料起源の塩分が 57% 含まれていた。一方、D12 では海水起源の塩分が 2%、肥料起源の塩分が 78% 含まれていた。これらの差異は、営農管理の違いによるものと考えられる。D10 の排水ブロックは灌漑排水設備および圃場整備が未完で古海水起源と思われる海水塩が多く残る。一方、D12 の排水ブロックは全体的な整備が完了しつつある地域であり多量の施肥が行われていると考えられた。本研究により安定同位体と微量元素の分析結果に混合モデルを適用することで、定量的に塩分起源を解析することが可能であることが示された。本研究は JSPS 科学研究費補助金 (No. 22780225, 研究代表: 久米崇) により遂行したものである。