

# 中国洛惠渠灌区における地下水特性の把握 Grasp of the groundwater characteristic in Luohui Irrigation Scheme, China

福本 群\*                      北村 義信\*                      李 占斌\*\*                      楊 勝利\*

FUKUMOTO Gun, KITAMURA Yoshinobu, LI Zhanbin, YANG Sheng Li,

李 友鵬\*\*                      太田垣 晃一郎\*

LI Peng                      OTAGAKI Kouichirou

## 1、はじめに

「洛惠渠灌区」は黄土高原南東部、関中平野に位置し、陝西省への食料供給地としての役割を担ってきた。年間降雨量は約 500mm、可能最大蒸発量は 1600mm 程度の半乾燥地であり、灌漑用水を洛河から取水し、総延長 235.7km の幹線水路により 51,817ha に及ぶ農地に給水される。灌漑は地表灌漑が主に行われている。これらの灌漑法は、多量少頻度に給水することから地下水位を上昇させ、それに伴う二次的塩類集積を引き起こしている。本研究では、地下水位モニタリングおよび各種イオン分析を行って、二次的塩類集積の大きな影響要因である地下水の特性の把握を試みた。

## 2、調査概要

洛惠渠灌区は洛東地区と洛西地区とに分けられる。調査は、塩害がより顕著である洛東地区（約 32,000ha）を対象として、約 70 箇所を観測井戸とし、2002 年 8 月、2003 年 10 月、2004 年 3 月、6 月、8 月、10 月、2005 年 3 月、5 月、8 月、9 月、2006 年 3 月の計 11 回のモニタリング調査を行った。調査は各井戸の地形情報の他、地下水位測定、地下水電気伝導度(EC)の測定を行った。また実験室でイオンクロマトグラフィー(島津製作所)、原子吸光光度計(島津製作所)を用い、主要陽イオン( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ )と主要陰イオン( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ )を測定した。

## 3、結果と考察

地下水深と地下水電気伝導度(EC)の関係を Fig.1 に表す。2004 年、2005 年ともに地下水深が 10m 以浅の井戸において、EC 値が 4 dS/m 以上を示す傾向がみられる。さらに、これら高 EC を示す 13 井戸の平均 EC の経年変化を表した図が Fig.2 である。2003 年 10 月には 30 年確率に相当する降雨により希釈効果が現れているが、雨季直前の 8 月に EC が高く推移し、経年的には塩濃度は上昇傾向にあることがうかがえる。これは下流側へ流下する地下水中の溶解塩が微少であることを

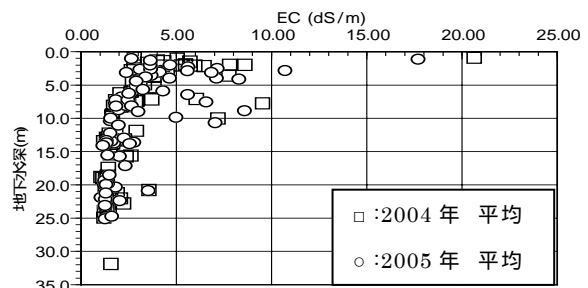


Fig.1 地下水深と EC の関係

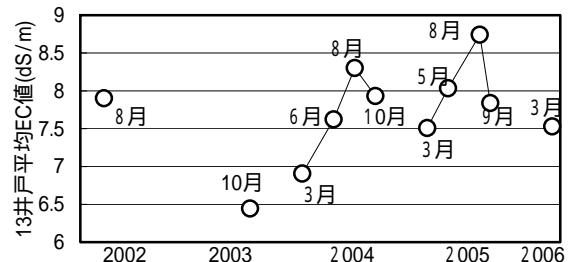


Fig.2 高 EC 井戸の EC 経年変化

\*鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University

\*\*中国西安理工大学 Xi'an University of Technology in China

キーワード 地下水, 土壤塩類化, SAR

意味する。そのため高 EC を示す地下水周辺では水流が極めて緩慢で、毛管上昇と蒸発による濃縮の過程が流下速度よりも勝っていると考えられる。また、緩慢であるゆえに水位が上昇し、水深が浅くなっていると考えられる。

Fig.3 に灌区における 2005 年 3 月の地下水水位等高線と観測地下水 EC の分布を示す。ここでは地下水 EC を 4dS/m と特に高い 10 dS/m を境に 3 段階で表した。EC 値は中央部から北部にかけて高い。特に北部には 20 dS/m 前後の EC 値を示す井戸も存在し、等高線間隔が狭い。このことから地下水の停滞が塩の流下を妨げていると考えられる。

Fig.4 は地下水のイオン分析の結果をトリリニアダイアグラムで表したものである。この図において各井戸データは EC と水深から 3 つのグループに分けて表した。このダイアグラムより、この地域の地下水組成は  $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{NaCl}$  型および  $\text{NaHCO}_3$  型と判断される。これらの地下水を灌漑水として使用する際に以下の点が危惧される。水深が浅い地下水は EC が高く、土壌の塩性化の危険性を持つ。水深が深い地下水では EC は低い、 $\text{HCO}_3^-$  の割合が大きく残留炭酸ナトリウム(RSC)が高い傾向を有し、土壌のアルカリ化が危惧される。陽イオンの主体が  $\text{Na}^+$  であり、全体的にナトリウム吸着比(SAR)が高いため、土壌のナトリウム化の危険性を持つ。渇水時の補助灌漑としての地下水の使用は、EC が低い地下水であっても、土壌のナトリウム化、アルカリ化を進行させる危険性を含むために注意が必要である。

#### 4. おわりに

この研究により地下水深が 10m 以浅の井戸において、高い塩濃度を示すことが分かった。また、地下水深が浅い場合に高い塩濃度を保持し続ける原因の一つとして、地下水の停滞が推測される。地下水の高塩類化は圃場の塩集積の前段階となる。そのため、暗渠の敷設や浚渫、ゴミ除去をはじめとする排水路の再整備や管理の徹底、井戸を使用した垂直排水など、人為的に地下水が容易に流れる状況を作り、溶解塩を流下させることが必要と考えられる。また、地下水を灌漑水として使用する場合、この地域の地下水は全体的に土壌のナトリウム化を、地下水深が 10m 以深の井戸は土壌のアルカリ化を進行させる危険性を有す。持続可能な農業を展開してゆくためにも、河川水と地下水の複合利用など、塩害及びナトリウム害、アルカリ害を軽減する灌漑管理を検討することが望ましい。今後は降雨や灌漑が地下水位の変動に及ぼす影響を定量的に解明することにより、二次的塩類集積の被害を最小限に止めるための灌漑排水管理のあり方について検討していきたい。

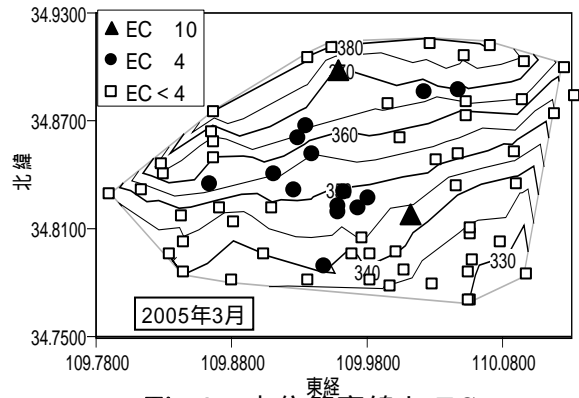


Fig.3 水位等高線と EC

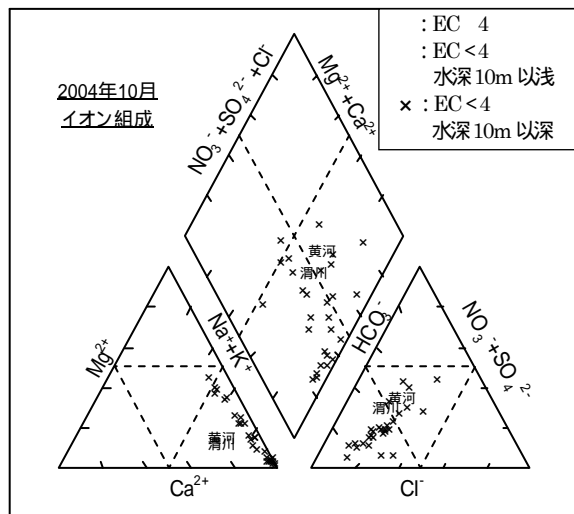


Fig.4 トリリニアダイアグラム  
地下水イオン組成