

上流域の灌漑が下流域の塩類集積に与える影響評価

Assessment of the effect of the irrigation water use of the upper stream on soil salinization of the down stream

久米崇¹, 長野宇規¹, 星川圭介¹, 渡邊紹裕¹

Takashi Kume, Takanori Nagano, Keisuke Hoshikawa, and Tsugihiko Watanabe

1. はじめに

トルコ共和国の The Lower Seyhan Irrigation Project (以下, LSIP) では, 1960 年代の灌漑開発以降, 大規模な灌漑農業が実施されている. LSIP の灌漑開発は, その開発時期によって 4 ステージに分類される. 1-3 ステージの灌漑開発は終了しており, 現在最下流部の 4 ステージの開発が実施されている. 1-3 ステージでは過去に排水路の未整備に起因する塩類集積が発生したが, 現在は排水路整備により塩類集積は解消されている. ただし, 1-3 ステージでは, 過剰灌漑と灌漑設備の老朽化による灌漑水の漏水が解決すべき新たな急務としてあげられている. 一方, 近年, 開発が開始された 4 ステージでは塩類集積が発生している. その原因として, 1-3 ステージの灌漑による影響を受けていると考えられているが, 詳細な分析はこれまで行われていない. 本研究では, 灌漑上流域となる 1-3 ステージの灌漑が, 灌漑下流域にあたる 4 ステージの地下水環境と塩類集積に与える影響について分析した.

2. 調査方法

分析には, 1993-1994 年と 2003-2004 年の 1-3 ステージにおける 572 地点の地下水深の平均値を用いた (Table 1). また, 新たに観測を開始した 4 ステージにおける 2005-2006 年の地下水深データの平均値および個別井戸の地下水深データを用いた. 調査対象地域では冬季に降水が集中することから, 降水が地下水環境に与える影響を同時に評価するために, 各ステージ・各年の降水量データを併せて用いた.

Table 1 Data used in this study

Year and area	Sample size	Measurement interval	Groundwater depth
1993-1994 (areas1-3)	572	Monthly	○
2003-2004 (areas1-3)	572	Monthly	○
2005-2006 (area 4)	15	Monthly	○

3. 結果

1-3 ステージにおける地下水深は, 1993-1994 年および 2003-2004 年における各 1 年間の観測期間に 2 度のピークが認められた (Fig.1-2). 地下水深は灌漑開始後の 5-6 月にかけて上昇し, 灌漑繁茂期である 7-8 月にピークが現れ, 灌漑水量が減少する 9-10 月に地下水深も低下した. 10 月以降の冬季は降水量が増加し, それに対応するように地下水深も上昇した. ただし, 1994 年の 1 月には 250 mm を超える降水量があったにもかかわらず, 地下水深の変化は小さかった.

2005-2006 年における, 4 ステージの平均地下水深と灌漑水量および降水量の関係は, 1-3 ステージとほぼ同様であり, 2 度のピークが認められた (Fig.3). 4 ステージでは灌漑が実施されていないため, Fig.3 には 2005-2006 年の 1-3 ステージにおける灌漑水量がプロットされている. 4 ステージの個別の観測井戸における地下水深変化も同様に, 灌漑と降水の影響を受けて 2 度のピークが認められた. 地下水深は 1-3 ステージに比べ 4 ステージの方

¹ 総合地球環境学研究所, Research Institute for Humanity and Nature
キーワード: 灌漑 塩類集積 地下水深

がより浅い位置に確認された。特に、4 ステージでは、灌漑期および冬季に地下水深が 50cm 程度になる観測井戸があった (Fig.4)。

4. 考察

灌漑および降水と地下水深変動の関係から、4 ステージにおける地下水深変動は、上流域である 1-3 ステージの灌漑に影響を受けている可能性が高いことが示された。これは、灌漑によって影響を受けている 1-3 ステージの地下水深変動と 4 ステージの地下水深変動のピークが形成される時期が合致していることから説明される。この明らかな地下水深変動の原因は、先に述べたように上流の過剰灌漑と老朽化施設からの漏水が原因であると考えられる。下流域の 4 ステージにおいて、地下水深が 1-3 ステージに比べて浅い位置に観測されたのは、元来、本地域が低平な排水不良地域であることと、4 ステージでは排水路が未整備であることが原因であると考えられる。

上流から下流への地下水の移動に伴い、1-3 ステージの中でも上流から下流にかけて地下水の全塩濃度が上昇していた (data not shown)。これは、上流から下流に塩分が排出されていることが原因であると考えられる。さらに、1-3 ステージに比べ 4 ステージでは地下水の塩分濃度が高かった (data not shown) のは、灌漑が実施されていないことから塩分のリーチングが進んでいないことに加え、上流域からの塩分の流入があることが原因であると考えられる。

以上の点から、LSIP では上流域の過剰灌漑と灌漑設備の老朽化による漏水が、灌漑下流域である 4 ステージの地下水環境に影響を与え、結果として塩類集積を現存させている大きな原因の一つとなっていることが示された。

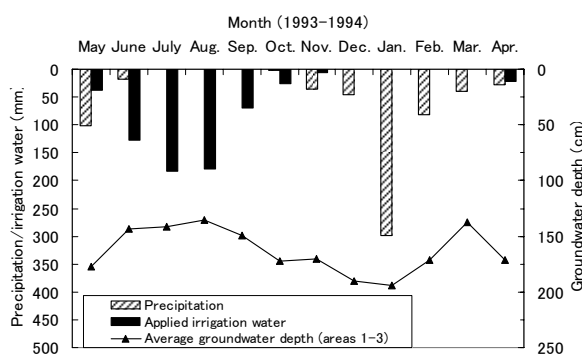


Figure 1. Fluctuation in the groundwater depth for areas 1-3 during 1993-1994

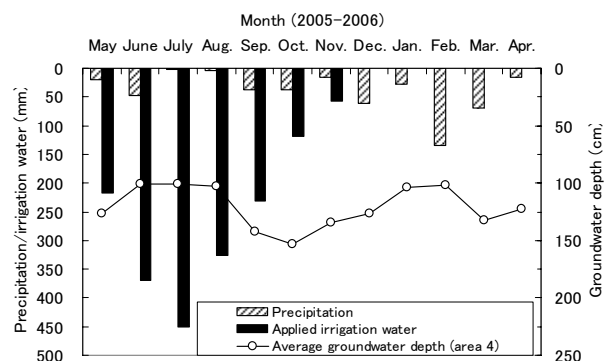


Figure 3. Fluctuation in the groundwater depth for area 4 during 2005-2006

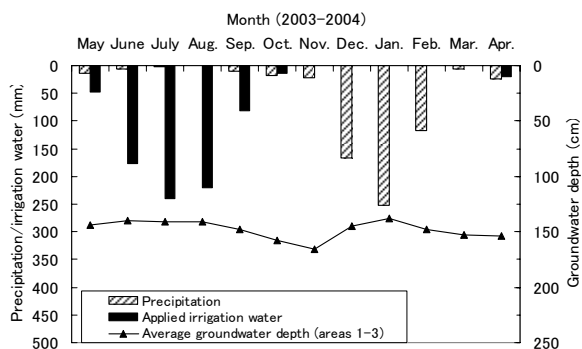


Figure 2. Fluctuation in the groundwater depth for areas 1-3 during 2003-2004

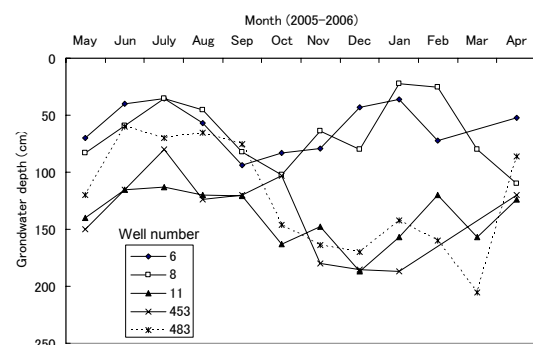


Figure 4. Fluctuation in the groundwater depth along transects A and B