

中国・洛恵渠灌区における地下水質による適切な地下水利用可能量の推定 The estimation of the amount of usable groundwater as considered with groundwater quality in Luohui irrigation scheme, China

○山田直明*, 北村義信**, 清水克之**, 李鴻***

Naoaki YAMADA, Yoshinobu KITAMURA, Katsuyuki SHIMIZU, and Hong LI

1. 諸言

洛恵渠灌区洛東区は中国陝西省大荔県に位置し、灌漑面積は 32,000 ha で平均気温 13.3 °C、年平均降水量 483 mm である。洛東区の概要を Fig.1 に示す。対象地区では冬、春、夏の各灌漑期に 1 回程度灌漑が行われる。また天候や作物の状況により地下水を補助的に利用するが、地域によっては地下水の電気伝導度(EC), ナトリウム吸着比

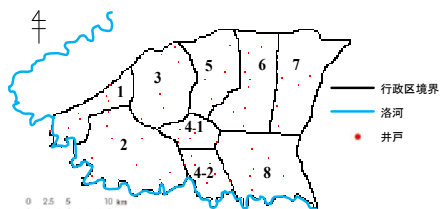


Fig.1 洛恵渠灌区洛東区の概要
The outlines of the East block in Luohui irrigation scheme

(SAR)の値が高く、灌漑水として不適な地下水を利用するため作物への影響が懸念される。この問題に対処するため、先行研究により作物耐塩性と地下水の EC の点から地下水利用可能量の推定とマップ化が行われた。本研究では、さらに土壌のナトリウム質化の危険性を表す指標の SAR, 降水量の変化と作物収量を考慮し地下水利用可能量の推定を行った。

2. 研究方法

2.1 データ収集

洛恵渠灌区洛東区の井戸のうち、56 箇所を対象に採水をし、地下水の EC, SAR を測定、算出した。河川水の EC, SAR は取水源の洛河で採水し測定、算出した。また、地下水と河川水の水質は 2002 年~2010 年のデータを用いた。灌漑水量は計画灌漑水量とし、作物耐塩性は FAO の EC と収量の関係式(FAO, 1989)を引用し、収量が 100%, 90%, 80%となる EC の上限閾値を作物の耐塩性とした。対象作物は綿花、小麦、ナツメ、リンゴ、ナシ、トウモロコシ、アズキ、モモの 8 種類とした。配水量は各地区への日配水量の記録から灌漑期別に算出した。また降水量は 2002~2010 年のデータから灌漑期ごとに多雨年(844 mm)、平年(483 mm)、少雨年(336 mm)の降水量を算出した。

2.2 評価方法

使用する河川水量、地下水量と各々の EC, SAR の値から灌漑水の EC, SAR を算出する。その灌漑水の EC の値が作物の耐塩性を上回り、灌漑水の SAR の値が 9 を超過すると作物収量に影響が出ると仮定した。計算には式 (1), (2), (3)を用いた。

$$Wr + Wg \geq Wi \quad (1) \quad \frac{Wr \times a + Wg \times b + R \times c}{Wr + Wg + R} \leq T_{crop} \quad (2) \quad \frac{Na1 \times \frac{Wr}{Wr + Wg} + Na2 \times \frac{Wg}{Wr + Wg}}{\frac{(Ca1 + Mg1) \times \frac{Wr}{Wr + Wg} + (Ca2 + Mg2) \times \frac{Wg}{Wr + Wg}}{2}} \leq 9 \quad (3)$$

*鳥取大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Tottori University

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

***鳥取大学大学院連合農学研究科, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University

[キーワード] 用水管理, 作物耐塩性, 電気伝導度, ナトリウム吸着比

W_i : 灌漑水量 (mm), W_r : 河川水利用量 (mm)
 W_g : 地下水利用量 (mm), R : 降水量 (mm)
 a : 河川水の EC (dS/m), b : 地下水の EC (dS/m)
 c : 降雨の EC (dS/m), T_{crop} : 作物の耐塩性 (dS/m)
 Na_1, Ca_1, Mg_1 : 河川水の Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}
 のイオン当量 (meq/L)

Na_2, Ca_2, Mg_2 : 地下水の Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} のイオン当量 (meq/L)

図中の式(1)が灌漑水量の下限を、式(2)が耐塩性の上限を、式(3)が SAR の上限を示す。この3式を満たす範囲内で地下水を灌漑利用すれば作物に影響が出ないとする。図中の縦線(4)は実際の配水量を示す。また式(1)と式(2)もしくは式(3)の交点は最低限必要な河川水利用量を示し、その点の地下水利用量を地下水利用可能量とした。地下水利用可能量は地下水質の変動によって上下するため、ECmax, SARmax および ECmin, SARmin のときの地下水利用可能水量をまとめた。

3. 結果および考察

全ての地区(Fig.1 参照)において8種の栽培作物の地下水利用可能量を算出した。その中で降水量の差により結果が変化するトウモロコシについて Table 1 に示す。トウモロコシ

は地下水の EC が 1~2 dS/m, SAR が 9 以下と低い地区 1, 4-2, 5, 8 は少雨年時においても地下水で灌漑を行える。EC が 3.6 dS/m を示す地区 2 は少雨年時における地下水の灌漑は適さないが、地下水の利用により平年時は 80 % の収量, 多雨年時は 90 % の収量が期待できる。また他の作物についても同様に考察すると、耐塩性が高く、配水量が多いナツメは少雨年時においても水と塩のストレスを受けず、全ての地区で地下水の灌漑を行える。同じく耐塩性の高い小麦、綿花は EC の評価において地下水を利用できるが、小麦は地区 4-1, 綿花は地区 3, 6, 7 で SAR が高く、配水量が少ないため地下水の灌漑は適さない。リンゴ、ナシは EC, SAR が低い地区 4-2, 8 と EC が 2~3 dS/m と少し高めだが配水量が比較的多い地区 1, 5 で地下水の利用が可能である。アンズ、モモは配水量が多いため作物に水ストレスを与えず、塩のストレスもあまりなく地下水の灌漑ができる。

4. 結言

本研究では作物の耐塩性と地下水の EC, SAR, 降水量の変化, 作物収量を考慮して地区別, 作物別の地下水利用可能量を推定した。また少雨年時, 平年時, 多雨年時における地下水利用可能量を活用することで, 降水量の変化に伴った河川水の地区間, 地区内での用水配分を考慮し, 水利用効率を高めることができる。さらに本研究で開発した手法は乾燥地において河川水と地下水を併用する灌漑地区に適用可能であり, その汎用性は高い。またその精緻化には, 対象地区のより詳細な作物別収量, 作物別の栽培面積, 灌漑の実態解明および地下水の EC, SAR のモニタリングが必要である。

引用文献

FAO(1989) : Water quality for agriculture, FAO Publication No.29, pp.7~9

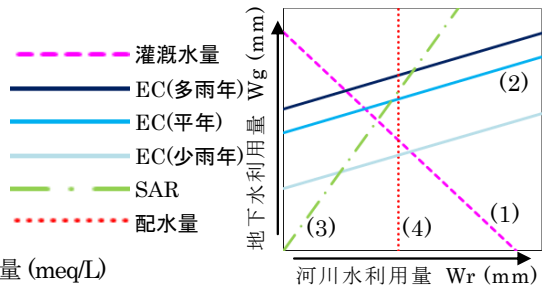


Fig.2 地下水利用可能量の算出
 Calculation of amount of usable groundwater

Table 1 トウモロコシの地下水利用可能量 (mm)
 Amount of usable groundwater for corn

地区 降水量	地下水利用可能量(トウモロコシ)								
	地区1	地区2	地区3	地区4-1	地区4-2	地区5	地区6	地区7	地区8
少雨年時 336 mm	(147)-210	(124)-210	(52-116)	(53-102)	(121)-210	(103)-210	(90)-210	(103)-210	(107)-210
平年時 483 mm	(147)-210	(127)-210	(58-143)	(68-147)	(93)-210	(103)-210	(90)-210	(103)-210	(77)-210
多雨年時 844 mm	(147)-210	(127)-210	(58-143)	(68-147)	(100)-210	(103)-210	(90)-210	(103)-210	(82)-210

収量 100% 収量 90% 収量 80% 地下水灌漑が不適
 括弧内の数値は配水量不足により水ストレスを引き起こすものを示す