

# 中国・洛恵渠灌区における地下水の適切な灌漑利用に関する研究

水利用学分野 佐々木 幸太

キーワード：用水管理，電気伝導度，作物耐塩性，地下水利用

## 1. 緒言

洛恵渠灌区は中国陝西省大荔県にあり、黄土高原の南東部に位置する。総灌漑面積は約 52,000 ha で年平均気温約 16°C、年平均降水量 480 mm の半乾燥気候帯に属しており、主な水源である洛河を境に洛東区と洛西区に分かれている。洛恵渠灌区の概要を図 1 に示す。洛恵渠灌区は冬、春、夏の三灌漑期があり、各灌漑期に 1 回程度、水路に通水され、圃場へと灌漑が行われている。さらに、多くの圃場では天候や作物などの状況に応じて井戸から揚水した地下水を補助的に利用している。しかし地域によって差はあるものの、地下水の EC は 3 dS/m を超え、地下水のみで灌漑を行うには不適な井戸もあり、作物への影響が懸念される。そこで、本研究では洛東区を対象に地下水の灌漑利用が作物に影響を与えない、適切な灌漑について検討する。

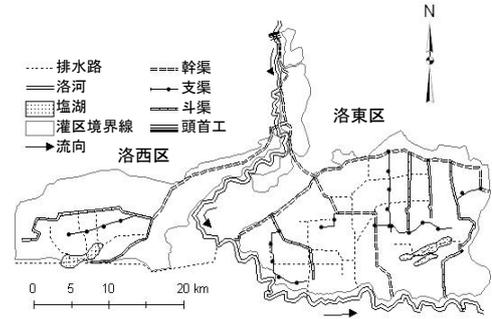


図 1 洛恵渠灌区概要

## 2. データ収集

洛東区に点在する多数の井戸のうち、約 70 箇所を対象として、採水し EC を測定した。河川水の EC は灌区の取水口である洛河頭首工にて採水し測定した。灌漑水量は計画灌漑水量<sup>2)</sup>を、作物の耐塩性は FAO の EC と収量の指標<sup>3)</sup>を引用し、収量が 100 % である EC の上限閾値を作物の耐塩性とした。対象とした作物は綿花、小麦、ナツメ、リンゴ、ナシ、トウモロコシ、アズキ、モモの 8 種類である。河川水配水量は水管理局より入手した 2004 年から 2008 年の各地区への日配水量の記録を基に、灌漑期別に合計した。洛東区の行政区分を図 2 に示す。降雨量は 2005 年から 2009 年のデータより灌漑期ごとの平均降雨量を計算した。なお、地区 4 は南北で地下水の EC が大きく違うため 2 つに分けた。

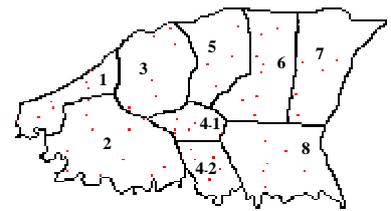


図 2 洛東区の行政区分と井戸の位置 (赤い点が井戸を示す)

## 3. 研究方法

本研究では、使用する河川水量と地下水量とそれぞれの EC から灌漑水の EC を計算し、その値が作物の耐塩性を超過すると作物収量に影響が出るとした。

計算は式 (1)、式 (2)を用いて行った。

$$Wr + Wg \geq Wi \dots (1) \quad \frac{(Wr + R) \times a + Wg \times b}{Wr + Wg + R} \leq T_{crop} \dots (2)$$

$Wi$ : 灌漑水量 (mm)     $Wr$ : 河川水量 (mm)

$Wg$ : 地下水量 (mm)     $R$ : 降雨量 (mm)

$a$ : 河川水・降雨の EC (dS/m)     $b$ : 地下水の EC (dS/m)

$T_{crop}$ : 作物の耐塩性 (dS/m)

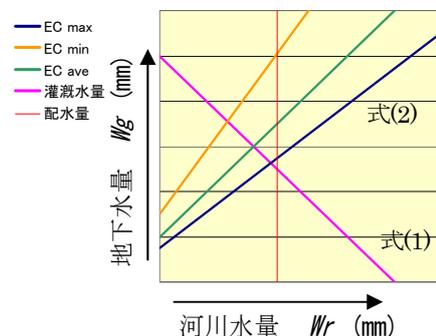


図 3 地下水利用可能量の算出

図中の式 (1)の直線が灌漑水量の下限を、式 (2)の直線が耐塩性の上限である。この 2 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ことになる。地下水の EC の計算方法はまず、観測井を地区別に分ける。そして、2002 年から行われている調査より得られた各観測井の EC を用いて、1 地区で 3 つの EC (EC max、EC min、EC ave) を算出した。EC の値が小さいほど図中の式 (2)の傾きが大きくなる。式 (1)と式 (2)の交点が最低限必要な河川水量であり、図中の縦線は調査した実際の河川水配水量である。

#### 4. 結果・考察

地区 4-1 を例として、図 4 に示す。地区 4-1 は洛東区の中心に位置し、地下水の EC が高い地区である。この地区の EC を表 1 に示した。綿花の耐塩性は 5.1 dS/m と高く、この地区では式 (1) と式 (2) の直線の交点がない。つまり灌漑水量を超える地下水を利用できるため、地下水のみでの灌漑が可能である。その他の地区も同じく、地下水だけで灌漑を行うことができる結果となった。小麦、ナツメは比較的耐塩性が高く、4.0 dS/m と 3.0 dS/m である。地区 4-1 の場合、灌漑水量の直線が EC min とは交わらず、EC ave と EC max の直線とは交差している。よって EC が低いときは灌漑を地下水のみで行うことができるが、そうでない場合は地下水の利用を灌漑水量の半分ほどに抑え、河川水を併用した灌漑がよい。地区 3 も同様に河川水を併用した灌漑がよいが、その他の地区は地下水のみで灌漑を行うことができる。アンズ、モモ、トウモロコシは耐塩性が 1.1 dS/m と低い。ほとんどの地区で 10 mm 程度の地下水は利用可能という結果が出たが、洛東区の圃場は水路から縦に細長く、細かな水管理は難しいと思われる。したがって、地下水はほぼ利用できないといえる。しかし、アンズ、モモの灌漑水量は 90 mm と少なく、地区 4-1 の場合、配水量もほぼその値を満足しているので大きな影響はないと思われる。また、地区 7、8 は地下水の塩分濃度が低いため、灌漑水量の半分からそれ以上を地下水で灌漑できる。リンゴ、ナシは塩分に対して非常に敏感で、耐塩性は 0.7 dS/m である。河川水の EC は 0.93 dS/m であり耐塩性を上回っているため、河川水よりも EC が低い井戸水を利用するか、河川水のみで灌漑することが望ましい。全地区において、8 種の作物の利用可能水量を算出し、利用可能水量を載せたマップを作成した。その一例を図 5 に示す。

表 1 地区 4-1 の EC

地区 4-1	EC (dS/m)
EC max	8.84
EC min	4.95
EC ave	6.67

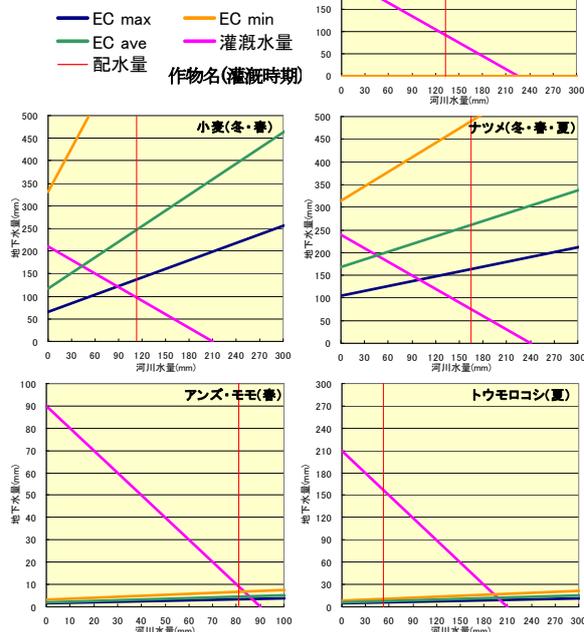


図 4 地区 4-1 における作物別地下水利用可能量の算出

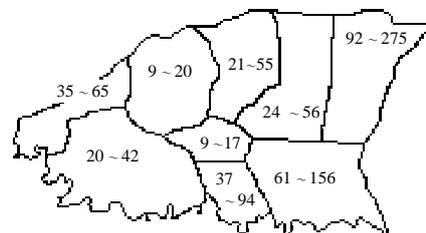


図 5 トウモロコシの地区別地下水利用可能量(mm)

#### 5. 結言

耐塩性の高い綿花は地下水だけを利用した灌漑が可能である。比較的耐塩性の高い小麦、ナツメはほとんどの地区では地下水のみで灌漑できるが、地区 3、4-1 では地下水の利用時には十分な注意を要する。耐塩性の低いアンズ、モモなどは地区 7、8 では地下水を十分利用できるが、その他の地区では地下水を利用できない。したがって、地下水の EC が河川水と同等、もしくはより低い井戸水を利用するか、河川水のみで灌漑できるような用水配分を考慮する必要がある。このように、本研究の成果は渇水時の地区間、地区内での用水配分を考える際に役立つ指標になる。

本研究では作物の耐塩性と地下水の EC の点から地区別、作物別の地下水利用可能量を推定し、そのマップ化を行った。マップの精緻化には、より詳細な灌漑の実態解明および地下水の EC のモニタリングが必要である。

参考・引用文献 1)長町博之 (2009) : 中国・洛恵渠灌区における地下水挙動と灌漑の影響, 鳥取大学大学院修士論文, pp.10~11 ;2)洛恵渠誌編纂委員会 (1995) : 洛恵渠誌, 陝西人民出版社, p.159 ; 3)FAO (1989) : Water quality for agriculture, FAO Publication No.29