

## 黄河流域の大型灌区の農業と水利用

総合地球環境学研究所 渡邊紹裕, 星川圭介, 窪田順平

### 1. はじめに

黄河流域の利用可能な水資源年間約 400 億  $m^3$  の約 80% は農業用水として利用され, その多くは農地からの蒸発散によって消費される. 一部は, 土壌や水路を経由して地下水となり, あるいは河川に流出して, 黄河に還元されることもある. しかし, この流域全体としての構造は, 農地や灌漑地の情報が整備・公開されていないこともあって, 定量的には十分には把握されていないと考えられる.

約 750 万 ha の灌漑面積のうち, 大型灌区の灌漑面積は約 60% を占めるため, この大型灌区の農業と灌漑用水の利用の実態と課題を把握すると, 黄河流域の灌漑と水資源利用に関わる問題の構造が見えてくると考え, 流域内の主要な大規模な灌漑地区と, 関連地域として甘粛省黒河流域の張掖地区の大規模な灌漑区域を事例として選び, 作付けと農業用水管理の実態の調査を進めてきた.

その結果, 各地区とも, 近年様々な「節水対策」を進め, 施設も管理組織に改善がみられるものの, 水収支構造に決定的な変化生じていないことと, また, 現在の作付け体系と用排水施設システムの条件下では, それぞれの地区としては, いわゆる「過剰な用水供給」が行われているとは単純にはいえないことが分かってきた. 以下では, この概況を整理する.

### 2. 黄河流域の灌漑農業の概況と課題

#### (1) 灌漑農地の概要

黄河を用水源とする灌漑農地の面積は 753 万 ha (1997) といわれ, その内 69% (約 520 万 ha) が水文学的な「黄河流域」内にある. 流域内の灌漑面積は, 1950 年代には 150 万 ha であったものが, 20 世紀後半に継続的に拡大してきた. とくに, 1990 年代で, 下流で急速に拡大したのが特徴的である (Li Huiian, 2003). 黄河からの灌漑目的の取水量もこれに対応して増大し, 年間総量は 1950 年頃で 79 億  $m^3$  であったものが, 現在では約 310 億  $m^3$  (1997) にも達している.

中国では, 1 つの組織が管理する面積 (受益面積) によって灌漑地区 (灌区) の規模を以下の 3 つに区分する: すなわち, 大型灌区 (2 万 ha ~), 中型灌区 (670 ~ 2 万 ha), 小型灌区 (~ 670 ha) である. 黄河流域の全灌漑面積を, この灌区規模によって区分すると, 大型灌区が 60, 中型灌区が 16, 小型灌区が 24% を占める. なお, 大型灌区と中型灌区は合計で約 600 灌区ある.

全流域の平均年灌漑用水量は 483mm で, 高揚程揚水機に依存する灌区や井戸灌漑区で少なく約 375 ~ 450mm, 黄河からの取水条件に比較的恵まれた中流域の灌区では 788 ~ 900mm と多くなっている.

#### (2) 黄河流域の農業用配水管理の課題

面積も取水量も増大し続けてきた黄河流域の灌漑が, 様々な問題に面しているのは広く話題にされる場所である. 基本的には, いわゆる「黄河断流」に象徴的に現れるように, 流域の水資源の需給の逼迫の中で, 利用可能量そのものが変動し, その長期的な動向が見定められていないことがある. その状況下, 最大の用水利用部門である灌漑は, 節水を迫られ, 一方で, 多量の人口の扶養と経済発展を支える食料の安定供給の役割を引き続いて発揮していくことを求められている.

農業用水利用における課題の政府の認識は以下のように整理されている. これは, 中国水利部農業水利司前司長冯広志氏の整理 (2004) によるものである.

- 1) 流域全体として水資源が過剰開発状態であり, 水需給のギャップが大きい.

- 2) 多くの灌漑区で施設整備の水準低く、老朽化が進行している。
- 3) 灌漑管理技術の整備・普及が遅れている。
- 4) 水質汚染が深刻である。
- 5) 一部地区では、「生態環境」が悪化する傾向にある。(水質改善の進捗を上回る悪化)。
- 6) 灌漑区の管理体制の整備が遅れている。

こうした状況に鑑み、流域の農業や灌漑の実態を把握し、流域の水文条件や水資源管理とのかかわりでその改善を検討するためには、以下のような点について調査研究を進めることが必要である。

- 1) 作付け体系や灌漑面積の変化の動向の把握
- 2) 節水対策の実施状況の把握 (計画と実際の進展)
  - a. 施設系 (ハード) と管理体制 (ソフト)
  - b. 水路系 (灌漑システム) と圃場 (オンファーム)
- 3) とくに農家参加型の灌漑管理 (用水戸協会設立) の内容と実効の評価
- 4) 圃場から灌漑レベルまでの各レベルの水収支の構造と定量化 (黄河流域との関係)
- 5) 検討の基盤となる灌漑農業と管理改善に関する基礎情報の整備

### 3. 大型灌区における水利用の動向と課題

黄河流域の大型灌区を事例地区として、水利用の実態・動向を調査研究の課題と合わせて整理した。対象としたのは、河套灌区 (灌漑受益面積 57.6 万 ha)、位山灌区 (同 31 万 ha)、青銅峡灌区 (同 33 万 ha)、張掖地区 (黒河流域) (同 25 万 ha) である。(図 1)

#### (1) 河套灌区

黄河流域最大の灌区である河套灌区では、塩害対策・排水改良が進んだこともあって、灌漑面積は継続して拡大してきた。近年の「節水体制」下でも、減少傾向には転じていない。ただし、実際に播種され灌漑が実施された面積の正確な統計は整理できていない。一般的な農業統計によっても、耕地面積・灌漑面積の近年の変化は大きくないことが確認される。その中で、穀物の栽培面積は近年 (2000 年以降) 漸減する傾向が見られる一方、油料作物の栽培面積は漸増していることが示される。

黄河からの取水量も継続して増大してきて、1990 年代前半には年約 55 億  $m^3$  となり、その後 1990 年代後半に約 55 億  $m^3$  となり、2000 年以降は 45~48 億  $m^3$  程度に抑制されている。これに伴って、地区からの地表排水量 (烏梁素海への排水量) も約 6.5 億  $m^3$  から 4.5 億  $m^3$  程度に減少した。しかし、基本的な水収支の構造に決定的な変化が起こったというほどではないといえよう。

河套灌区では、黄河から取水された用水は、送配水過程で約 60% が「損失」といわれる。また、収穫後の土壌塩分の溶脱と土壌での冬季保水を目的とする「秋季湛水」のための用水量が、年総取水量の 30% にも達するといわれる。こうした特徴的な状況が、上記の状況の変

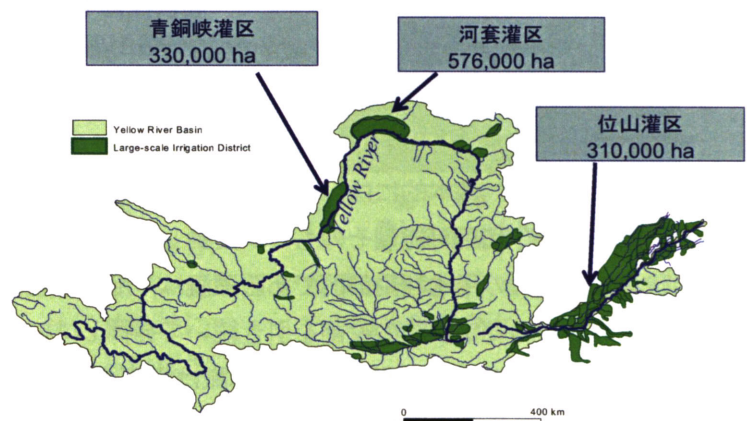


図 1 黄河流域の大型灌区位置と事例対象灌区

化に伴ってどのように変化したかが興味あるところだが、それを考察するに十分な情報は得られていない。また、黄河からの取水量の減少に伴って、地下水取水量が変化していると予想され、地下水流動や地下水位の変化と合わせて分析することが求められる。さらに、進んでいる管理組織の民営化、すなわち用水戸協会による管理の拡大の実態と、その効果の分析も必要である。

## (2) 位山灌区

下流の山東省の位山灌区は、灌漑面積約 31 万 ha の大型灌区である。上流の河套灌区や青銅峡灌区が、乾燥地で黄河取水による灌漑にほぼ完全に依存しており、周辺の沙漠などから独立して形成されている「完全灌漑」地区であるのに対して、位山灌区は、降雨を補完して黄河から取水される「補給灌漑」がなされ、周辺にも同様の構造・規模の灌漑区が並び、それらを自然河川や排水路が流下している。農地排水は、基本的には黄河に還流されず、水文学的な定義からは黄河流域には含まれない。

1958 年から組織的な灌漑が行われるようになり、黄河から約 400m<sup>3</sup>/sec の取水を行い、70 万 ha に灌漑する計画が立てられたが、排水不良等による塩害の深刻化によって、1962 年には一旦灌漑を停止した。その後の排水改良などの対策とともに、1972 年から灌漑を再開し、現在、黄河から約 240m<sup>3</sup>/sec（年間約 70 億 m<sup>3</sup>）の取水を行っている。年 2 作であり、土砂の流入が多く、排水路は無いなど、上流の大型灌区とは状況を大きくことにしており、用排水系統や水管理などの基本情報の収集を進めているところであるが、これまでに整理できた状況は以下のとおりである。

気候は夏雨型（年間 400～600mm）で降水量の年変動（時間的分布の変動、総量の変動）が大きい。その中で、冬小麦（栽培期間は 9 月～6 月）の冬季にのみ灌漑し、冬小麦の裏作であるトウモロコシを含め、夏季作物には原則として灌漑を行わない。冬小麦の収量は降水量にかかわらず安定しているので、降水量を考慮して補給灌漑が行われているものと考えられる。

概算によると、この地域の小麦栽培（水ストレスのない作物成長）には、降水に加えて 500mm 程度の灌漑が必要で、黄河からの取水（約 280mm）の他に地区内で地下水を 200～220mm 程度取水していると推定される。

地区の河川・水路構造や水収支構造を考えると、域外への地表排水はほとんど生じてないと理解される。この水収支構造や、大量の土砂を含む水を取水することから、配水期間を短縮して水路への堆砂を防ぐ送配水方式を採用しているといわれることを、検証する必要がある。さらに、1960 年～70 年代に塩害が顕在化し、その後灌区内の自然河川を掘り下げて排水を改良して問題を緩和・解決したというストーリーも合わせて検討していく必要がある。

## (3) 張掖地区

張掖地区は、甘粛省から内蒙古自治区に流下する黒河の扇状地に展開する。古くから、オアシスの灌漑農業が継続してきた地域であり、この数十年、継続して灌漑施設の整備と灌漑面積の拡大が進められてきた地域である。しかし、下流地域への河川流量の確保と環境保全を目的として、地区全体としての用水取水の削減が、全国の「節水型社会建設モデル地区」として強力に進められている。

農業における節水を進めるために、「三拡・三縮」政策が進められ、「三拡」として、林草面積・経済作物栽培・節水型作物栽培の拡大と、「三縮」として、農田面積・穀類栽培・水消費型作物栽培の縮小が、実施されている。

この結果、この地域の灌漑面積と栽培作物、黒河からの取水量はかなり変化した。地区の一部である張掖市周辺（甘州区）の灌漑面積は、1990 年代の 15 万 ha 前後から、2003 年では約 11 万 ha に

減少した。また、栽培作物も、穀物の割合が約 80%から 70%程度に減少し、張掖市近郊では野菜の栽培が拡大して、小麦・トウモロコシの栽培面積が 50%程度にも減少している。

黒河からの取水量は、1985 年前後で年間約 16 億 m<sup>3</sup> 程度あったものが、その後継続して減少し、2000 年代に入ると約 11~12 億 m<sup>3</sup> となっている。その分、地下水の取水量が増加し、1980 年代にはほとんど記録されていなかったものが、2000 年代に入ると約 4 億 m<sup>3</sup> 程度になって、なお増加傾向にあるという。この地下水取水の増加に伴って、一部では地下水位の低下が問題となっている。

この地域の土地利用・灌漑取水量の変化が、地域の水収支構造と黒河の流況に及ぼす影響は、現在、水文モデルを開発して検討を進めているところである。生産の変化と農家経済の変化と合わせて、灌漑管理の変化が河川水文環境に及ぼす影響の考察事例として興味深い成果が得られると考える。

#### 4. まとめ

以上、事例とした大型灌区の水利用の実態・動向を整理した。上では、地区の動向を整理していない寧夏回族自治区の青銅峡灌区を含め、各灌区の水収支の概況を整理すると表 1 のようになる。この表からは、灌区ごとに水（塩類）収支構造は大きく異なることが分かる。この差異は、地形・地質、作付け体系、施設構造、水管理体制、社会・政治的要因、などに起因すると考えられる。

上流で、比較的用水取水の制約が小さく、水田面積の多い青銅峡灌区は、多量の取水の一方で多量の黄河への還元水がある。地区内を通過する水量が多く、黄河からの取水量の減少が黄河の下流への流下水量にそのまま結びつくことはない。一方、同様に多量の取水を行う河套灌区は、ほぼ地区内で用水を消費し、黄河への還元水量は小さい。従って、取水量の減少は、黄河の下流への流下水量に直接影響することになる。位山灌区は、他の 2 地区と異なって降水量がかなり見込まれ（黄河からの取水量以上）、地区全体として「補給灌漑」の様相を呈す。黄河からの取水量に変化があれば、作付け体系を変更するか、地下水取水量を変化させることになり、変動要因・操作要因がやや複雑となる。

以上のように、大型灌区の水利用の基本と水収支構造の概況をようやく把握できた。その結果、水利用量は作付面積や灌漑定額などから単純に推測することはできないことを、改めて確認することができた。また、全体の動向を見れば、農業部門として節水を図るために、穀物栽培（とくに小麦）を縮小して、河川（黄河や黒河）からの取水量の削減を図っていることが読み取れる。一方で、それは、地下水取水量の増加をもたらし、今後の地下水位低下・地下水枯渇の可能性を予感させる。さらに、中国の小麦輸入の増加という現実に結びついていることが分かる。

今後は、以上の概況の把握を踏まえて、中国の農業政策・水資源政策の展開の中で、各灌漑地区の動向と役割を整理し、個別

の「節水対策」の実効を評価していくことが求められる。とくに、灌区の作付け体系・施設整備・用排水管理の相互関係が水収支に及ぼす影響を定量的に評価することが求められる。この目的のために、別途 IMPAM（灌漑管理実効評価モデル）を開発して検討を進めている。

表 1 大型灌区の水収支の概況（多年平均）

	Unit	青銅峡	河套	位山
総面積	10 <sup>3</sup> ha	624	1190	360
灌漑面積	10 <sup>3</sup> ha	330	576	310
黄河からの灌漑目的取水量	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /年	6.2	5.0	0.89(※)
	mm/年	1880	868	274
還元流出量	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /年	3.53	0.53	≒ 0
	mm/年	1070	92	≒ 0
塩類流入	10 <sup>3</sup> t/年	280	215	-
塩類排出	10 <sup>3</sup> t/年	400	63	-
塩類収支	10 <sup>3</sup> t/年	-120	168	-

※位山灌区では、これに加え 0.65x10<sup>9</sup>m<sup>3</sup>/年の地下水を取水、年降水量約 550mm 「総面積」は灌区の送水可能範囲を大括りした地区面積の参考値（灌区毎に、定義・算定方法が異なる）。