

黄河流域大型灌区における水収支

星川圭介, 渡辺紹裕, 久米崇

1. はじめに

本報告書は、今後の黄河流域水資源管理の方向性を占うべく、黄河の流況に大きな影響を与えている黄河流域大型灌区の水収支の現状と動向についての概要を、既往の研究や報告書に基づいて考察するとともに、黄河流域最大の灌区である河套灌区の水収支実態と水管理改善方針について、灌漑管理実効評価モデル (IMPAM) (星川ら, 2007) の適用結果に基づいて議論する。

2. 主要大型灌区における水収支構造

青銅峡灌区 (寧夏自治区・上流域)、河套灌区 (内蒙古自治区・上流域)、位山灌区 (山東省・下流域) について、取水・排水の概要、月別取水量、およびそれらの変化傾向を示す。青銅峡灌区と河套灌区はそれぞれ年間 60 億 m^3 、50 億 m^3 以上を黄河から取水しており、大型灌区の中でもとりわけ黄河の流況に与える影響が大きい。また、位山灌区は下流域最大の灌区である。

青銅峡灌区

寧夏自治区における年降水量は 200mm 程度であり、農業は灌漑に依存して行われる。寧夏自治区には青銅峡灌区、衛寧灌区、陶楽揚水灌区、固原揚水灌区という 4 つの大きな灌区があり、これらを合わせて寧夏引黄灌区と称する。重力灌漑地区である青銅峡灌区と衛寧灌区は取水量の約半分を排水として黄河に戻している。排水の多くは用水路等から直接排水路に落ちる各種管理用水であり、低平な地形のため土壤水の排水はむしろ悪く、銀川以北の地域は塩類集積が深刻である。青銅峡灌区の用水量のうち 11 億 m^3 が衛寧灌区からの排水によって賄われているとされることがあるが、これは青銅峡と衛寧を寧夏引黄灌区の一部として一体的に捉えた場合、衛寧からの排水が青銅峡に流入しているとみなせるという、いわば仮想的な考え方であり、実際には両灌区の間排水系統に物理的繋がりはない。おそらく寧夏自治区としての取水量を少なく見積もるための算定方法から出た記述である。

青銅峡灌区における月別の取水・排水量を図 1 に示す。収穫後の晩秋から初冬にかけて、来春の作付けに向けた灌漑が行われるのが特徴である。排水量が取水量変化に速やかに追従することは、排水の大部分が各種管理用水であることを傍証している。

過去 20 年の年間取水量に大きな変化はないが、寧夏自治区水電勘測院 (1999) は 2015 年までに年間取水量を 40 億 m^3 程度にするという計画を掲げている。主な対策は幹線水路のライニングと付け替え (ショートカット) であり、これによって水利用率 (重力灌漑の場合) を 37% から 50% に上げることを見込んでいる。このほか地下水を利用し、逆に 8.7 万 ha の農地拡大を図る。結果として純用水量は 22.657 m^3 /年から 24.482 m^3 /年と横ばいである。様々な節水努力は下流により多くの水を回す目的よりも、地域内での有効利用が主眼であり、今後も消費水量は実質的にほとんど変化しないものと考えられる。次に述べる河套灌区に比べ、消費量の削減を求められていない理由としては、寧夏自治区における農業発展が西部大開発の重要な一部分を構成しているためと推察される。

河套灌区

河套灌区は年間降水量 100–200mm程度の乾燥地に位置する。取水地点である黄河三盛公水利枢纽（以下、単に三盛公）では、総幹渠と一幹渠（以上河套灌区）にそれぞれ年間 53 億 m^3 および 6 億 m^3 程度取水されているほか、黄河右岸の伊盟灌区（河套灌区外）へも年間 3 億 m^3 程度取水がある。総幹渠からは年間 7–10 億 m^3 程度が配水管理用水として黄河に直接排水されており、注意すべきは、河套灌区の取水量（50 億 m^3 程度）は、三盛公での取水量から総幹渠での配水管理用水を差し引いた値であるということである。

その他、排水路を通して黄河へ排出される水量は年間 2–3 億 m^3 程度であり、青銅峡灌区に比して少ない。ただ、排水量の大部分は土壌からの浸出水ではなく配水管理用水である点においては青銅峡灌区に類似する。

月別取水量パタンの経年変動は比較的少ない。灌区の農業はほぼ全面的に依拠するため、取水量パタンの経年変動は需要側ではなく、供給側に規定されると考えられる。青銅峡と同様収穫後に翌春の作付けのための灌漑（秋澆：秋灌漑）が行われる。その量は年間取水量の 30%にのぼり、青銅峡灌区よりもはるかに多い（図 2）。これは、青銅峡灌区よりも春先の水需給が厳しいことに起因するものと察せられる。

河套灌区への年間取水量は 1980 年代まで灌漑面積の漸増を受けて増加傾向にあったが、1990 年代以降横ばいとなっている。現在、河套灌区は取水量を年間 40 億 m^3 にまで削減することを求められている。節水対策として、まず、取水量の 60%に上るといわれる送水損失を削減すべく幹渠のライニングが進められている。また、秋灌漑を年間 20 m^3 から 16 億 m^3 に削減する試みも行われている。

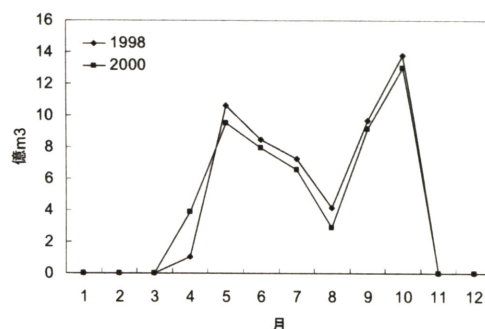
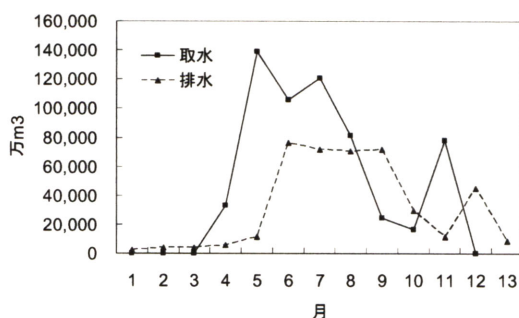


図 1 青銅峡灌区における月別取水・排水量 図 2 河套灌区における月別取水量 (2000 年)

位山灌区

位山灌区の周辺は夏雨型の気候であり、同灌区では原則として冬小麦にのみ、春と秋に灌漑が行われる。他の主要作物は、蔬菜、綿花、豆類、冬小麦の裏作としてのトウモロコシ（いずれも夏作）。蔬菜が近年急増している。平均年降水量は天水農業が可能な 600mm 程度であり、灌漑は渇水時に不足分を補給する形で行われる。灌漑対象となる小麦の作付面積は毎年ほぼ一定であるが、降水量の年変動が大きいいため、灌漑取水量も年々大きく変動する。

排水系統が存在せず、灌区の中で低平な下流部では夏季には地下水深が部分的にきわめ

て浅くなる (<1m). 1960年~70年代に塩害が顕在化. 灌区内の自然河川を掘り下げ排水して緩和したといわれる. これら2つの河川への自然流出以外, 排水は行われていない.

水不足が深刻な黄河下流部に位置するため灌漑用水の安定確保が灌区にとって重要な課題である. 各種節水対策のほか地下水の開発が試みられている. 水路のライニングがかなり末端の水路にまで進んでいるが, これは黄河からの用水に含まれる大量の土砂が水路に沈殿しないよう水路での流速を早めるために行われた泥水対策であるが, 結果として節水につながる. 既に述べたように, 位山灌区ではあくまで灌区内の需要をいかに満たすかが課題であって, 取水量の削減は課題になっていないことが各種報告書からは伺える.

位山灌区での黄河からの取水をめぐる近年の大きな動きとしては「引黄入衛」がある. これは, 位山灌区の用水系統を利用して灌区の西を流れる衛河へと黄河の水を引き, 衛河下流の天津に水を送る事業である. 位山灌区において取水が行われるものの, あくまで取水の主体は天津市であり, 引黄入衛における取水量は位山灌区や山東省による取水量とはみなされない. 引黄入衛は灌漑を妨げないよう冬季に行われる. 11月から2月の取水量の年々変化からは引黄入衛が急増していることが分かる (図3)

3. 河套灌区における水収支の解明と節水可能性の評価

上述した黄河流域を代表する3つの灌区のうち, 河套灌区のみが消費水量削減を迫られており, 河套灌区における節水対策は実質的に黄河の流況および水資源に大きな影響を及ぼす. また, 農業が灌漑にほぼ完全に依存する河套灌区では, 農業生産を維持したままでの取水量の削減は容易ではない. ここでは, 河套灌区における節水の達成可能性を評価するため, 河套灌区の水収支を空間的に十分に代表しうると考えられる永濟渠受益地にIMPAMを適用し, 現在河套灌区において進められている節水対策により水収支や農業生産にどのような影響を及ぼすか評価を行う.

データおよび方法論

計算期間は10年間. これに加え初めに5年間のスピニアップランを行い, 土壌水分や地下水位の初期条件とした. 地下水位と水路網への配水パターン, 排水量によりキャリブレーションを行い, 土壌, 地質構造, 現状の灌漑管理に関するパラメータ設定を行った. キャリブレーションのためのデータが入手可能な1988年から1997年の気象データを用い, 作付けパターンは現地での聞き取りによった.

現状の管理 (base) に加え, 現在進められている管理変更に基づいて, 幹渠をライニングして漏水を削減するケース (case1), 秋灌漑を削減するケース (case2), 幹渠のライニングと秋灌漑の削減を両方行うケース (case3) の3ケースを仮定し, 合計4つの条件下でシミュレーションを行った. いずれの管理変更ケースも, 現在試行されている管理変更に基づいて設定された.

結果

図4には対象地域からの水の年間アウトフロー (十年間平均) の内訳をケースごとに示している. インフローの大部分は黄河からの取水であり, ケースごとのアウトフロー総量の増減は, 水管理の違いによるインフローの増減による. 乾燥地に位置する河套灌区では

裸地における土壌水分や浅い地下水は速やかに土壌面から大気へと蒸発する，水路からの漏水はその大部分が土壌面蒸発として失われており，水路からの漏水の削減により，作物からの蒸散量を減らすことなく（作物に水分負荷をかけることなく），取水量の削減が可能である（case2）．設備投資を伴う漏水削減よりも容易に，作物の水分負荷をほとんど増やさずに可能にするのが秋灌漑の削減である（case2）．秋灌漑はまだ蒸発ポテンシャルが高い時期に行われるため，蒸発による損失が大きい．今回行った程度の削減では，秋季から作付け初期における土壌面蒸発量が減少したのみで，春先の作物の生育への影響はほとんど見られなかった．

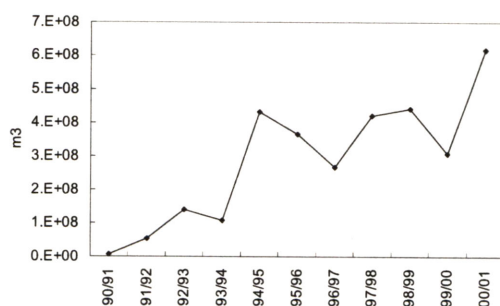


図3 11月-2月期の取水量
(1990-2001)

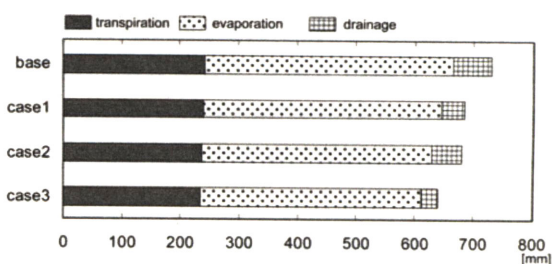


図4 各ケースにおける年間アウトフロー
(十年間平均)の内訳

Base: 現状管理; case1: 幹渠からの漏水を削減;
case2: 秋灌漑を削減; case3: 幹渠からの漏水,
秋灌漑ともに削減.

4. まとめ

河套灌区における節水の実現可能性に，黄河流域の水資源再配分の行方がかかっているといつてよい．河套灌区においては，秋灌漑の削減や水路からの漏水の削減など，農業生産量を低下させずに取水量を削減することが技術的にはまだ可能であると考えられる．今後どれだけの資金が河套灌区に投入され節水が図られるか，中国の経済状況，食糧需給を見据えた動きが続くであろう．

参考文献

- 星川圭介，渡辺紹裕，長野宇規，久米崇（2007）灌漑管理に関する空間情報を取り込んだ水文モデルの開発，農業農村工学会誌，75(11): 11-14
- 寧夏自治区水電勘测院（1999）青銅峡灌区節水改造報告專題研究報告