

灌漑区レベル水動態推定，および黄河流域デジタル農地作成

星川圭介 渡辺紹裕
(総合地球環境学研究所)

黄河流域全体(研究2), および灌漑区(研究1)という, 2つの空間的分析単位を対象とした2つの研究を並行して進めている.

研究1 灌漑区圃場レベル水動態モデル構築に向けて

【はじめに】

灌漑区レベルで水動態をモデルにより表現する目的は2つ:

- ・ 灌漑手法, 水収支, 農業生産の類型化
- ・ モデルを用いた将来予測

である.

黄河流域の灌漑地域から代表的な特徴を持つ灌漑区を選び, それぞれの灌漑区の灌漑手法と水収支, 土壌塩類の動態などを, モデルを用いて表現する. そのモデルに入力するデータの整備作業を通じて, それぞれの灌漑区を類型化することを目的とする. さらに灌漑手法が変化した場合に収量・塩類動態などに生じる変化を, モデルを用いて予測することを目指す. この研究は, もうひとつの柱である黄河領域研究を進める基礎となるものである.

たとえば, 黄河流域の大規模灌漑区である寧夏灌漑区(灌漑面積約42万ha)と河套灌漑区(灌漑面積約116万ha)は, 上下流に隣接し, 同じく黄河から水を引いて重力灌漑を行っているにもかかわらず, その水収支は大きく異なる. 寧夏灌漑区では取水量のうち, 蒸発散などにより消費される水量は3割程度に過ぎず, 残り7割は排水路を通じて再び黄河に排水されている. これに対して河套灌漑区では, 取水量ほとんどが消費されるなどし, 黄河に戻る割合はほとんど無い. こうした水管理の違い, およびその違いが土壌水, 塩類動態, 作物生産に与えている影響が, モデルによる予測を通じて明らかになる. 灌漑用に取水された水が, 圃場内でどのような動態を示し, 作物や土壌にどのような影響を与えているかを圃場レベルで解明することは, 節水による水収支の変化や塩類の影響を考える上で重要であるが, 今まであまり行なわれてきていないのである. 今後, 灌漑に対してさらに節水を求められる状況となり, 寧夏灌漑区のようなところで取水と排水を減らして河套灌漑区に近い水管理を取り入れたときにどのようなことが発生するかということも, モデルを用いて予測し得るのである.

【対象】

黄河流域の灌漑区を規模, 地形, 灌漑手法において代表している5区を対象とする予定である(図-1).

- 湟水：上流域の小規模灌漑区
- 寧夏：中流域の大規模灌漑区
- 河套：中流域の大規模灌漑区
- 渭水：中・下流域の小規模灌漑
- 位山（未確定）：下流域の大規模灌漑

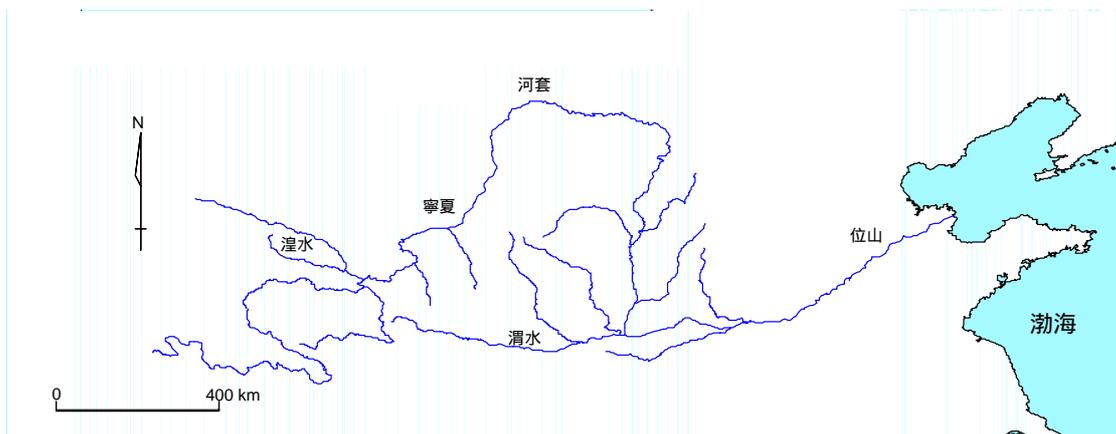


図-1 黄河の主な水系と灌漑区

【手法】

水収支や作物生育に加え，土壤水分や土壤塩類の動態を描写しうる既存の物理モデルを採用し，それぞれの灌漑区に当てはめる．こうした物理モデルの代表的なものに Wageningen 大学の SWAP モデルがある．現在，既存のいくつかのモデルについて，その特性と黄河流域への適用可能性を検討中である．

モデルに入力するデータとして，灌漑区のさまざまな空間情報をグリッドデータの形で表現する．グリッドの大きさはどの程度が適当か，各空間データをどのようにモデルに入力するかなどについては検討中である．

【進捗状況】

実際にモデルを用いて計算する前に，日々参考蒸発散量 (E_{To} [mm]) と作物係数 (K_c) を掛け合わせることで得られる圃場ポテンシャル蒸発散量 (E_{Tc} [mm]) を，寧夏灌漑区を対象として試算，灌漑局からもたらされた取水と排水に関するデータとの比較を行なった．作物係数 (K_c) は，作物の種類・生育段階によって変化する係数であり，中国政府や FAO など諸機関により値が提供されている． E_{To} については，計器蒸発量から算出する方法もあるが，より簡易な方法として，日照時間と平均気温から算出する方法があり，今回は後者を用いた．作物係数と参考蒸発散量から圃場蒸発散量を求める手法は，日々の風速や放射などのデータが得られない際のオプションとして，上記の SWAP モデルにも採用されている．

各作物の作付面積は統計データにより，分析単位はグリッドではなく，寧夏灌漑区全体を一単位とした．分析期間は 1993 年の 1 月から 12 月の 1 年間である．

結果， 35 億 m³ が消費水量とされているのに対し，推定された年間用水量（圃場蒸発散量 - 降水量）は 17 億 m³であった（図-2 参照）. 残り 18 億 m³ は用水路や圃場からの下方浸透量等であるとみなせる．なお，この手法により求められる作物ポテンシャル蒸発散量は，作物に水分ストレスが一切かからない，十分に灌漑が行われている状況下の値であり，実際の値よりも大きいと考えてよい．

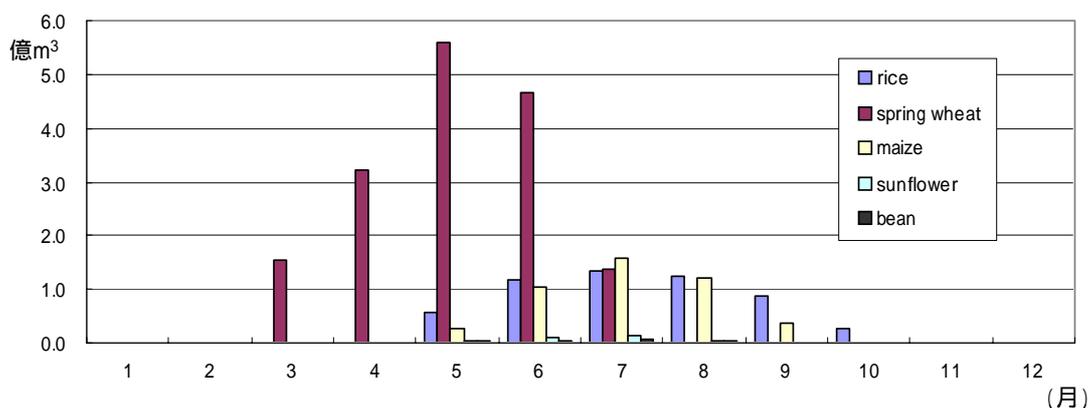


図-2 月別圃場用水量（1993年，寧夏灌漑区）

研究2 黄河流域の土地被覆情報について

【はじめに】

黄河流域全体における農地・灌漑の状態をデジタルマッピングし，0.1度グリッドの黄河流域全体の簡単な農地 - 灌漑図（デジタル農地）の作成を図る．さらにその図に基づいて，流域全体における水収支の現状を明示する．また，1980年と2000年の2カ年における図を作成し，20年間に起きた各種の変化を明らかにする目的で，現在，情報収集及び各種作業を進めている．

【手法】

衛星班から提供される地上植生データに統計資料や灌漑地図，農業生態図，地形情報（DEM）を組み合わせる．また，上記5箇所の代表的灌漑区を対象とした分析の結果を，各地の地形条件や灌漑農地の特色に合わせて組み込むことにより，広域を対象とし，かつ個々の地域の現実に即したデータセットの作成を図る．

【土地被覆情報】

農業生態分布図としては中国科学院が1982年に出版したもの（図-3）があり，当面はこれを利用する．この土地被覆分類は，まず土地被覆を自然植生，農地，無植生地の3つに大分類し，さらにそれぞれを気候や土壌、植物種によって分類したものである．詳しい作成手法は明らかにされていないが，おそらく地上踏査による情報も盛り込まれているものと思われ，2003年夏季に行なわれた黄河流域巡検調査時に得られた農業生態に関する知見ともよく一致する．

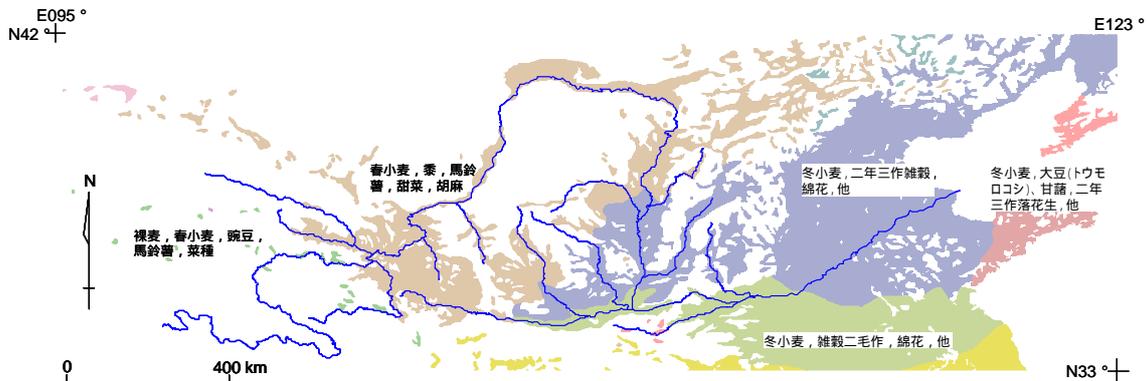


図-3 中国科学院（1982）土地被覆分類（農地）

【中国科学院土地被覆データの内容と使用可能性】

衛星画像分析と植生・農業生態分布図を組み合わせることによりどのような分析が可能かを探るため、現時点で入手できる衛星画像分析に基づいた植生分類図のひとつである USGS 作成 Eurasia seasonal land cover regions ver.2.0 (EASLCR 2.0) と上記の中国科学院作成（1982 年出版）植生分類図の比較・検討を行なった。EASLCR 2.0 は 1992 年 4 月から 1993 年 3 月の間の NDVI (AVHRR) 季節変動から地上植生を推定したもので、土地被覆を 253 に分類している。これら 2 つの土地被覆図を同一配列、解像度のグリッドデータとして重ね合いを調べ、EASLCR 2.0 の土地被覆分類・分布と中国科学院土地被覆図の分類・分布とどのような関係にあるかを整理した。

目的・手法の違いから、2 つの土地被覆分類の空間的分布は必ずしも一致しない。中国科学院土地被覆分類で「農地：一毛作・耐寒作物地域」となっている地域の 9 割以上は EASLCR 2.0 によれば、森林など農地以外の土地被覆が占めている。このことが示すように、中国科学院土地被覆分類の空間解像度は非常に粗く、そもそも「どの地点はどの植生であるか」ということを詳細に表すことを目的とはしていない。「この分類がなされた地域に存在する農地は一般的にどのような農地であるか」という大まかな定性的情報を与えるに過ぎないのである。

しかし、いうまでもなく衛星画像によって土地被覆の分類をする際には、そうした定性的情報こそが重要なものであるし、中国科学院土地被覆は、衛星画像による土地被覆分類に非常に有用であろう。統計資料による各作物の作付面積といったデータを加えることにより、定量的な部分を補うことは可能と考えられる。