

渭河流域の水量水質統合モデルの構築と流域管理への寄与

○科学技術振興機構 正会員 東 修 九州大学大学院 フェロー 楠田 哲也

1. 目的

中国では2002年8月29日に中華人民共和国水法が改訂され、国务院水行政主管部门の指導の下、流域全体と行政区域を結合させた水資源管理体制が強化された。また、流域計画を中心とした流域管理計画体系も構築され、これに基づき、水資源開発、利用、節水対策等の諸制度が確立された。こうした水に関する諸問題の解決へ向けた動きが注目される一方、本研究の対象とする渭河流域では、現在、西部大開発に代表される急速な産業発展、及び人口増加等により、水需要量急増、河川水量減少及び水質悪化、地下水位低下等が深刻化している。これより、本研究では、渭河流域の水量水質統合モデルを構築し、同流域内での水に関する諸問題の原因を解明するとともに、本モデルが今後の中国の流域管理に対し、どの程度寄与出来得るか検証する。

2. 内容

1) **渭河流域諸条件の整理**；図1は渭河流域の位置を表す。渭河流域は中国内陸部に位置し、陝西省、甘肅省、寧夏自治区の3行政区に跨る。流域全体は乾燥気候に属し、年平均降水量400-800mm、年平均気温は6-12℃である。図2は渭河流域の土地利用状況を表す。図より流域南部の各主要都市周辺に居住区及び工業区の集積が見られる。また、耕地はその大部分が流域南東部の関中平原に分布し、広い範囲で小麦、トウモロコシの二毛作が実施されている。2001年の流域内総人口は3,100万人で、うち城鎮人口2,030万人(65.5%)、郷村人口1,070万人(34.5%)となっている。

2) **流域内水利用状況**；図3は2001年の渭河流域内のセクター別、水源別水利用量(計71.9億 m^3)である。図より、セクター別では灌漑用水が全体の70%程度を占め、生活用水17%、工業用水13%と続く。水源別では、地下水の割合が全体の40%程度を占める。なお、流域内の水利用量算定には、各種統計資料から得られた用水原単位を用いた。図4は流域内水利用分布を表す。図より、灌漑地域、及び主要都市が分布する地域の水利用量が非常に多い。

3) 渭河流域水量水質統合モデルの構築

3-1) **人工系水利用を含むGBHM2の構築**；本研究では主に自然系のみを考慮した水循環モデルGBHM2(Yang et al.,2002)に、上述の灌漑、生活、工業用水、及び排水等の人工系水利用を組み込み、より現状に適した渭河流域水循環モデルを構築した。図5は計算フローである。各grid(2.5km $\times$ 2.5km)の水利用量等、計算に必要なパラメータは、各種統計値及び衛星画像解析結果より、GIS上に設定された。図6は陝西省咸陽市の水文観測点における河川流量の実測値と解析値の比較である。図より、自然状態のみを考慮したGBHM2に比し、人工系を加味したモデルは実測値の増減傾向及びピーク流量の出現時期を精度よく再現している。図7は、各gridの2000年の年間地下水位低下量の予測値を表す。生活用水、工業用水の7割を地下水源に依存するため、特に都市部での低下量が大きくなっている。

3-2) **流域水量水質統合モデルの構築**；表1は、生活排水、工業排水、及び処理水の汚濁負荷発生原単位である。ここでは、点源による汚濁負荷のみを考慮に入れ、河川へのBOD物質の負荷に係る水量水質統合モデルを構築し

キーワード：渭河流域、GBHM2、水質水量統合モデル、中華人民共和国水法

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学大学院 工学研究院 環境都市部門、TEL092-642-3303,FAX092-642-3322



図1 渭河流域と主要都市分布



図2 渭河流域土地利用状況
LANDSAT-7:ETM+(2002)

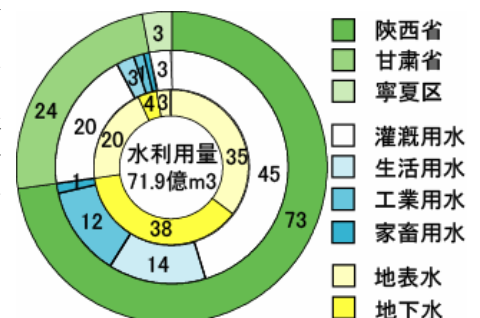


図3 渭河流域年間水利用量(2001)

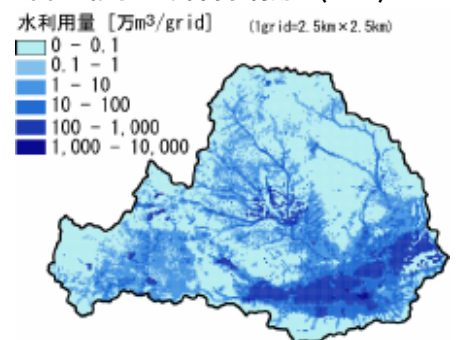


図4 渭河流域水利用分布(2001)

た. 計算フローは, 図5の通りであり, 水質については次の一次元移流拡散方程式を用い解析した.

$$\frac{\partial (AX_i)}{\partial t} = \frac{\partial (AD_L \frac{\partial X_i}{\partial l})}{\partial l} - \frac{\partial (AuX_i)}{\partial l} + q_i + Af_i$$

ここで, A:河川断面積, t:時間, D_L :流下方向の拡散係数, u:流速, l:流下距離, q_i :負荷量, f_i :iの物質変換速度, である. f_i は, 速度定数 K_{li}, K_{3i} を用い, $f_i = -(K_{li} + K_{3i})X_i$ とした. なお, 上式において河川の流れを定常状態と仮定した. 図8は陝西省咸陽市の水文観測点における現地調査結果(BOD₅)と解析値の比較である. 生活排水, 工業排水は全体の2割程度しか処理されず, 殆どが直接河川に放流されるため, 水質は非常に悪い. なお, 実測値と解析値の相関は比較的良好であり, 本モデルが渭河流域の水量水質の再現に適しているといえる.

4) **水量水質統合モデルの流域管理への寄与**; 図9は中国の流域管理に係る計画体系である. 水に係る諸制度は, 国务院水行政主管部门が中心となり策定する流域計画に基づく. 表2は本研究で構築した水量水質統合モデルの当該計画体系に対する具体的な寄与について示している. 表より, 本モデルは水質及び地下水に係る措置に加え, 中長期的供水計画策定の一助と成り得る.

5)**結論**; 本研究では, GIS, 衛星画像解析, 及び各種統計資料等を用い, GBHM2に基づく渭河流域水量水質統合モデルを作成した. これにより, 渭河流域の水循環, 地下水位低下, 河川水質変化等の評価が可能となった. 今後, 本モデルに人口移動, 農工業生産動向, その他政策動向の予測を含む土木計画学の要素を取り入れ, 節水技術導入効果をセクター別に評価し, 政策決定の際により有効な判断材料となるモデルの作成を目指す.

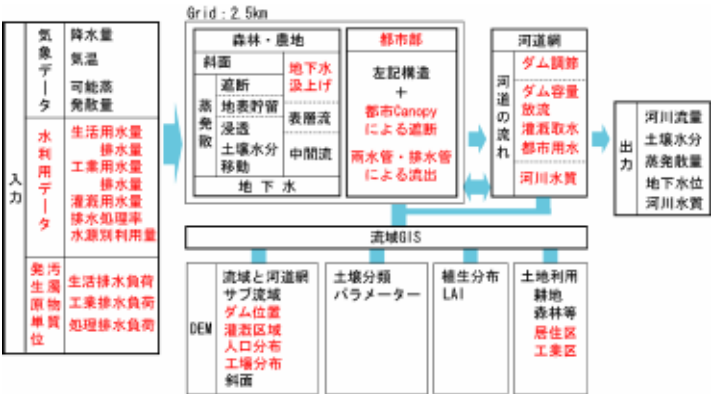


図5 水量水質統合モデル計算フロー

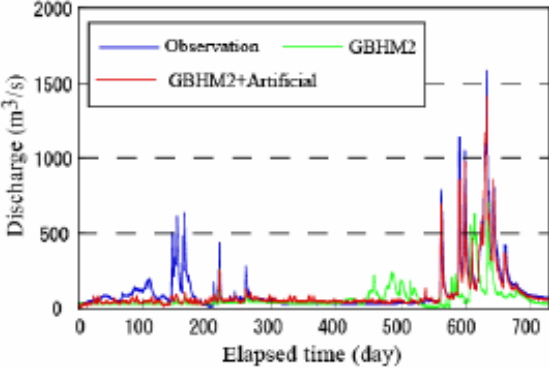


図6 河川流量の実測値と解析値(咸陽市)

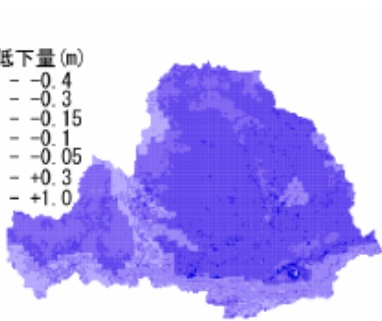


図7 流域の地下水位低下状況(2001)

表1 汚濁物質(BOD)発生原単位		
	単位	BOD負荷
生活排水(都市-農村)	g/人/日	50-30
工業排水	mg/l	200
処理水	mg/l	5

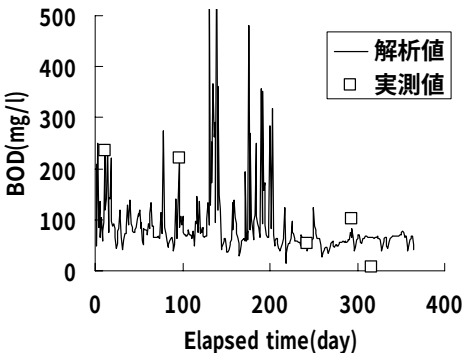


図8 河川水質の実測値と解析値(咸陽市)



図9 中国の流域管理に係る計画体系

表2 流域計画に基づく諸制度に対する水量水質統合モデルの寄与

流域計画に基づく諸制度	概要	水量水質統合モデルの寄与
・水資源保護計画	・水質基準を下回る河川の回復措置	・汚濁物質負荷過程を説明
・地下水開発抑制措置	・地下水過剰採取区域において実施	・地下水位低下の著しい地区を明確化
・水資源中長期的供給計画	・水需給バランスの均衡, 節水に基づく	・現状の問題点を把握し, 今後に役立てる

なお, 本研究は科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業(CREST)によるものである.
参考文献: Yang, D, T. Koike, K. Musiak and T. Kusuda, (2002). Hydrological modeling of the Yellow River basin for exploring water resources management. 水文・水資源学会2002年研究発表会要旨集, p.230-231.