

黄河流域の縣市別水資源需給空間構造の把握に関する研究

大西暁生, 井村秀文, 白川博章, 方偉華

1. はじめに

黄河流域は、近年の人口増加、灌漑農業の発達と社会・経済発展における工業化、都市化の影響によって水需要量が増加している。このような状況下において、1997年には深刻な断流現象が発生した。この背景より、著者¹⁾らは、中国で公刊されている各種統計書や公報類を用い、縣市別データを基に年間単位での水資源需給分析を行ってきたが、この分析フレームを更に拡張し、季節変化を考慮した月単位での水需給推計を試みた。

2. 水資源カスケード

本研究では、河道に沿った水資源のカスケードによって黄河の河川の流れを再現する。

水資源カスケードの概略図を図-1に示す。まず、中国国家基礎地理情報センターの100万の1データを用いてDEM (Digital Elevation Model: 数値標高モデル) から詳細な集水域を設定した。この作成した自然集水域に縣市行政界を合わせ、各縣市の面積が占める割合が大きい方をそれぞれの集水域に属するものとした。

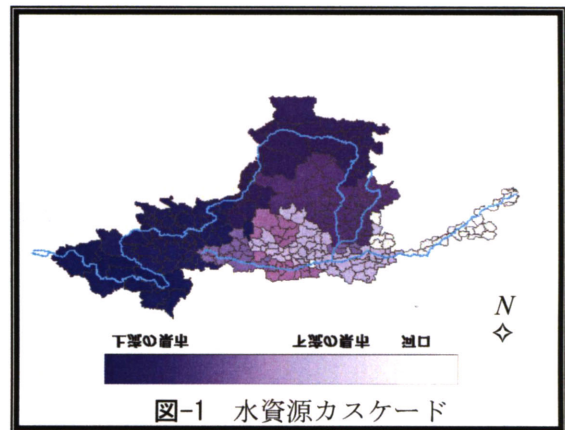


図-1 水資源カスケード

集水域の本流への流入の順序に合わせ縣市の順序を決定した。ただしここで、1つの集水域に2つ以上の縣市が属する場合、それぞれの集水域における河川の上流から下流への流れに合わせて縣市の順序を設定した。また、本研究では、流域全体の大局的分析を目的として、2大支流である汾河と渭河を本流とは別に考える。なお、支流から本流への流入については、汾河は韓城市、渭河は潼関県で、それぞれ黄河本流に合流するものとしている。さらに、取水、消費(耗水)、還元の一連の水循環を考慮するため、用水量に耗水率を乗じ、下流への縣市に還元している。表-1に縣市(i)におけるカスケード計算の概略を示す。

表-1 カスケード計算の概要

水供給量 _i =上流からの流入量 _i +縣市 _i の降水に基づく水資源量
水消費量 _i =各セクター(農業・工業・生活)耗水量 _i
実際流量 _i =下流への流出量 _i =水供給量 _i -水消費量 _i
(ただし、水供給量 _i <水消費量 _i の場合は0とする)

2.1 水資源量

降水量は、190の観測所の降水量データをKriging補間法により点データから面データに変換し、縣市ごとに推計した²⁾。そして、黄河流域にのみ属する各省の域内で集計された水資源量³⁾との整合性を保ちながら各縣市の水資源量を求めた。

2.2 農業用水量

月単位における農業用水量の推計には、各月の作物種別の用水原単位 (m^3/ha) と作物別の灌漑面積が必要となる。まず、作物別の灌漑面積については、全作物の灌漑面積⁴⁾と省ごとの作物種別作付面積割合⁴⁾から推計した。また、各月の作物種別の用水原単位については、「中国可持続発展水資源戦略研究報告集」⁵⁾に記載されている年間作物別灌漑定数と、「引黄灌区節水決策技術応用研究」⁶⁾に記載されている需水期間と需水パターンを参考に設定した。これらを用い、305 縣市別、月別の作物種別農業用水量を推計した。また、農業用水量は、黄河流域外の引黄灌漑区へも引水されているため、年間引水量（およそ 15 億 m^3 ）を 11 月から翌年の 2 月にかけてほぼ同量を三門峽以下の下流域において取水するものとした。

2.3 工業用水量

工業用水量は、単位工業生産（1 万元）あたり水使用量 ($\text{m}^3/\text{万元}$)（以下、工業用水原単位）に工業生産額(万元)を乗じることによって求められる。縣市ごとの工業生産額は 1996 年の実績値の報告書が存在するが、その後の年度については城市のデータしか得られない。そのため、1996 年の工業生産額と一人あたり GDP との関係式を推計し、1997 年以降の工業生産額を推計した（詳しい推計方法については文献 1 を参考とされたい）。

2.4 生活用水量

生活用水量は、1 人あたり水使用量（リットル/日・人）に人口を乗じて求める。ここで、上水道整備が進んだ都市部と農村部を分けて考えるため、上水道にアクセスできる用水人口とアクセスできない非用水人口のデータとそれぞれの原単位を整備する。水使用原単位については、中国水資源公報⁷⁾の値を用いている。用水・非用水人口については、縣市ごとのデータを直接得ることはできなかったため、城市非農業・城市農業人口のデータと城市非農業人口及び城市農業人口に対する用水普及率から用水人口を計算した。

3. 結果

黄河流域における上流から下流の各縣市の耗水量と域内の水資源量、天然流量と実際流量の結果を図-2 に示す。ここでは、黄河本流のみの結果を示す。

まず、上図から、黄河有数の大型灌漑区である河套灌区や位山灌区において、耗水量（水の消費量）が域内の水資源量（各縣市の水資源量）を上回っていることがわかる。特に、下流域の位山灌区では、年間を通じて、耗水量が水資源量を超過している。

また、下図から、1997 年 1 月から 6 月には、実際流量が河口まで到達しておらず、水需給アンバランス、つまり断流現象が発生したことがわかる（図中赤丸の縣市）。

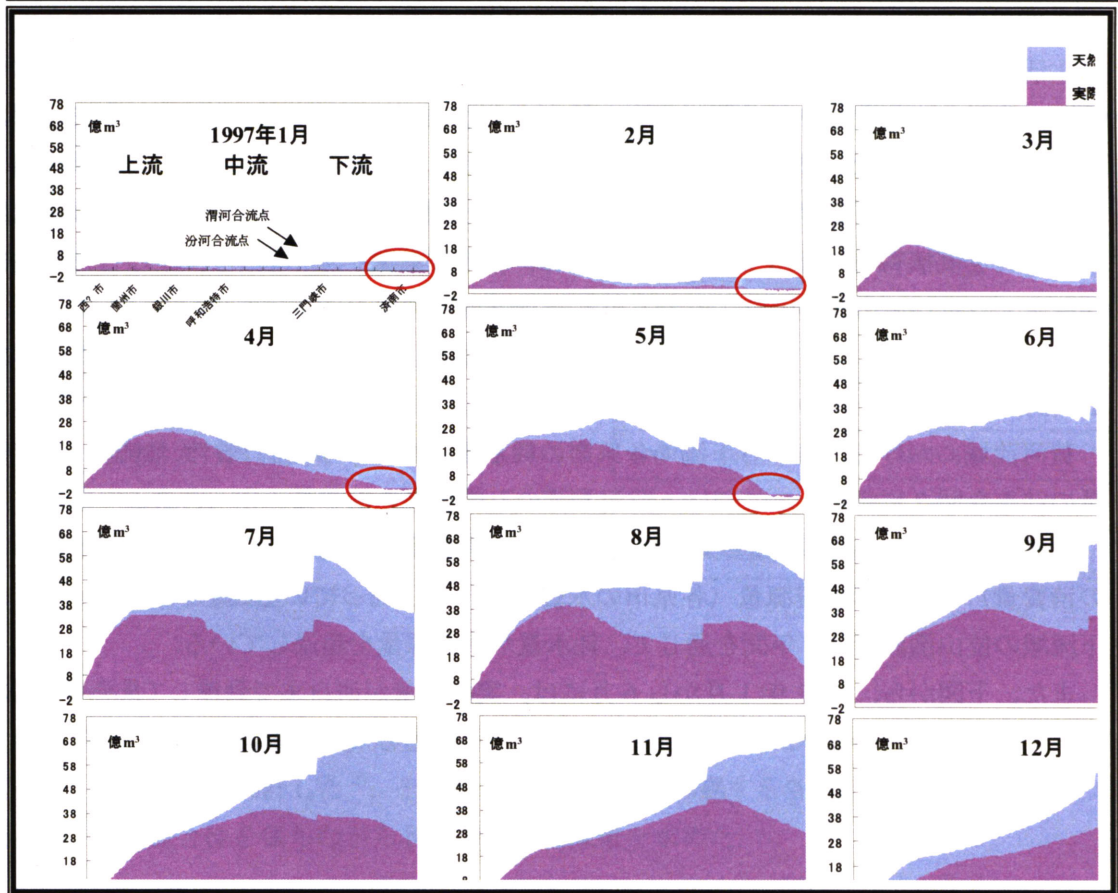
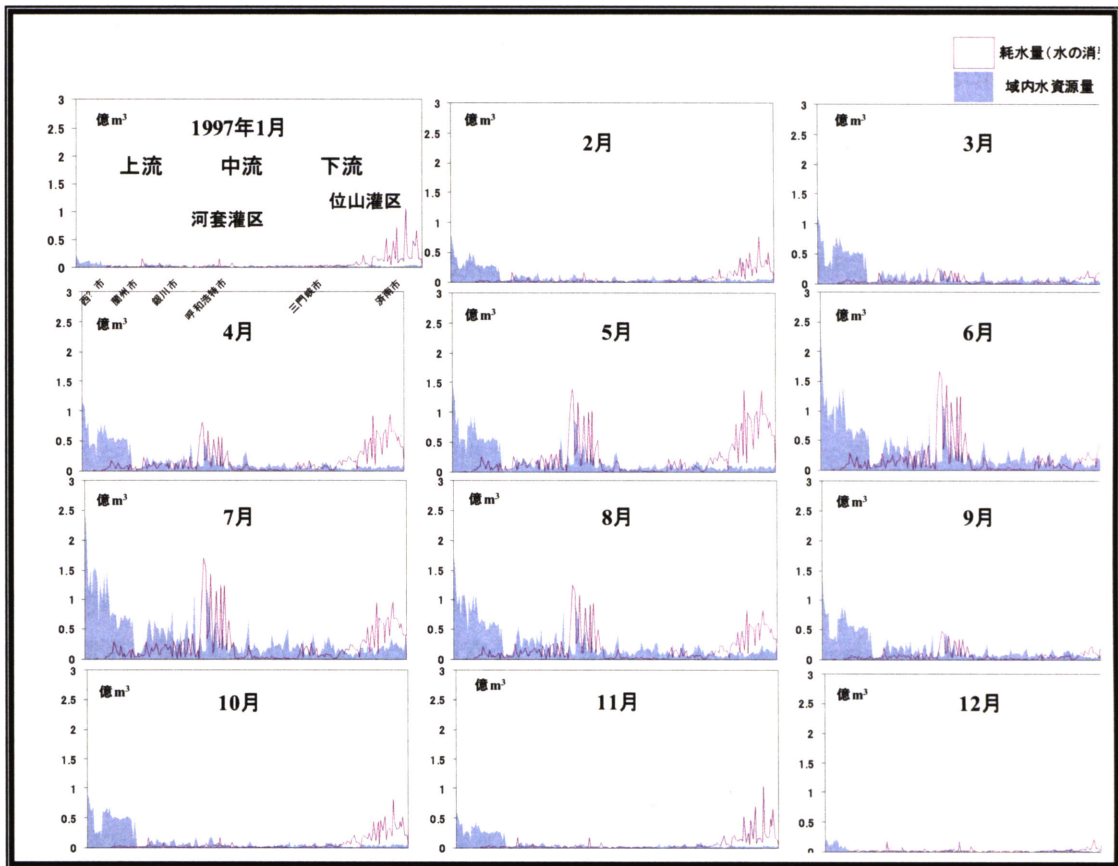


図-2 1997年における黄河本流の水需給アンバランス（断流現象など）

参考文献

- 1) 井村秀文, 大西暁生, 岡村実奈, 方偉華: 黄河流域の縣市別データに基づく水資源需給空間構造の把握に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.33, pp.477-485, 2005.
- 2) Fang Weihua, Study on Crop Phenology and Crop Irrigation Water Requirement under Climate Variability in the Yellow River Basin, 名古屋大学大学院博士論文, 2005.
- 3) 朱曉原, 張学成: 黄河水資源变化研究, 黄河水利出版社, pp.1, 1999.
- 4) 中華人民共和国国家統計局編: 城市統計年鑑, 県(市)社会経済統計年鑑, 中国統計年鑑, 中国統計出版社.
- 5) 石玉林 主編: 中国農業需水与節水高效農業建設-中国可持續發展水資源戰略研究報告集-第4卷, 中国水利水電, 2001.
- 6) 許迪, 蔡林根, 茆智等: 引黄灌区節水決策技術応用研究, 中国農業出版社.
- 7) 中華人民共和国水利部: 「中国水資源公報」, 中国水利部.