

ウズベキスタンの水需要予測モデルの構築

北九州市立大学 学生会員 國安慶太 北九州市立大学 学生会員 松岡恵里子
北九州市立大学 正会員 松本亨

1. はじめに

社会事象と自然事象の変化に伴い、多くの国において水不足が深刻化しつつある。社会事象としては、人口の増加、途上国の急激な経済発展などの要因があり、自然事象としては、地球温暖化の影響顕在化による降水量パターンの変化や河川上流の氷河の後退等が挙げられる。逼迫する水資源問題に対処するためには、水需要の将来推計と効率的水利用の技術及び社会システム対応である。

本研究では、半乾燥地に位置し、近年アラル海の縮小と塩水化問題を抱えているウズベキスタンを対象に、水マネジメントの端緒として水需要の将来予測を行う。生活、工業、農業の3部門において、それぞれ水需要予測モデルの構築を行う。

2. 部門別水需要推計モデルの構築

部門毎に人口変化、経済発展、水利用効率の向上を考慮し、相関の高い説明変数を用いて重回帰分析を行うことにより、需要予測モデルを構築した。

2.1 生活用水需要量

生活用水使用量を表す説明変数として、人口と都市人口率を用いた。説明変数は目的変数と

相関を確認しながら決定した。例として生活用水使用量と人口の相関を示す図を、図1に示す。なお、これらの指標は World Development Indicators¹⁾より引用し、全てのデータが揃っている175カ国を対象に推計を行った。得られたモデルを以下に示す。

$$MW = -2.032 + 5.432 \times 10^{-8} \times (POP) + 0.0491 \times (POP_{urban})$$

自由度調整済み決定係数 ($R^2=0.78$)

MW : 生活用水使用量 ($10^9 m^3/yr$)

POP : 人口

POP_{urban} : 都市人口率(%)

2.2 工業用水需要量

2.2.1 水利用効率改善率の算出

工業用水使用量を表す説明変数として、水利用効率改善率を用いた。水利用効率改善率 η は、以下に示した式より算出した²⁾。

$$IW_f = IW_i \times (1 - \eta)^{f-i} \times \frac{GDP_f}{GDP_i}$$

IW : 工業用水使用量(m^3/yr)

η : 水利用効率改善率

f : 予測年 i : 基準年

ウズベキスタンにいて算出した η の値は0.155であり、他国と比べて比較的高い数値を示した。

2.2.2 工業用水需要推計モデルの構築

第2次産業GDPと、2.2.1で算出した水利用効率改善率を説明変数として重回帰分析を行った。全てのデータが揃っている109カ国を対象に推計を行い、水需要推計モデルを取得した。モデル式を以下に示す。

$$IW = -0.582 - 1.181 \times (\eta) + 9.756 \times 10^{-11} \times (GDP_{Industry})$$

自由度調整済み決定係数 ($R^2=0.93$)

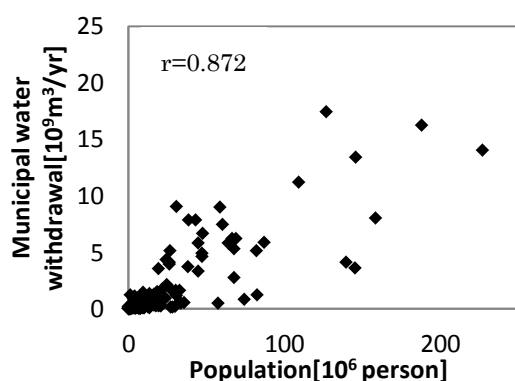


図1. 生活用水使用量と人口の相関図

IW : 産業用水使用量 ($10^9\text{m}^3/\text{yr}$)

η : 水利効率改善率

$GDP_{Industry}$: 第 2 次産業 GDP

2.3 農業用水需要量

2.3.1 クラスタ分析による対象国の分類

農業部門においては、重回帰分析を行う前にクラスタ分析によって世界の国を 3 つのクラスタに分類した。これは、農業用水の水需要の増減要因並びにその寄与率は、降水量や灌漑率の状況によって異なるであろうとの想定による。つまり、似た性質を持つ国を分類し、各クラスタに対応した、より説明力の大きいモデルを構築する。クラスタ分析の指標として、降水量と灌漑率³⁾を用いた。表 2 に分類したクラスタ毎の指標の平均値を示す。

表 2. クラスタ毎の各指標の平均値

	灌漑率	降水量(mm/yr)
Group1 (84)	8.63	687.89
Group2 (49)	18.20	1,956.49
Group3 (18)	65.22	320.00

(注) () 内の数値は、各クラスタの国の数

表 2 より、Group 1 においては、降水量は世界平均より少し低く、かつ灌漑農業の割合がとても低い国である。Group 2 は、年間を通して降水量が多いが、灌漑農業の割合は少し低いといえる国である。ウズベキスタンは Group 3 に分類され、降水量は少ないが、灌漑農業の割合が高いクラスタである。

2.3.2 農業用水需要推計モデルの構築

農業用水使用量を表す説明変数として、人口と単位面積当たりの収穫量を用いた。単位面積当たりの収穫量は FAOSTAT⁴⁾に挙げられている 170 品目を対象とした。クラスタ毎に重回帰分析を行い、水需要推計モデルを取得した。モデル式を以下に示す。

(Group1)

$$AW = -0.432 + 4.137 \times 10^{-7} \times (POP) - 0.467 \times (C)$$

自由度調整済み決定係数 ($R^2=0.87$)

(Group2)

$$AW = 2.278 + 3.754 \times 10^{-7} \times (POP) - 0.0906 \times (C)$$

自由度調整済み決定係数 ($R^2=0.69$)

(Group3)

$$AW = -7.492 + 1.015 \times 10^{-6} \times (POP) - 0.523 \times (C)$$

自由度調整済み決定係数 ($R^2=0.93$)

AW : 農業用水使用量($10^9\text{m}^3/\text{yr}$)

POP : 人口

C : 単位面積当たりの収穫量(ton/ha)

3. まとめと今後の課題

本研究では、水需要推計モデルを構築するため、生活、工業、農業の 3 部門においてそれぞれ相関が高いと判断した増加要因、減少要因を用いて重回帰分析を行い、部門別に水需要推計モデルを構築した。今後は、説明変数の将来予測を行うことで、ウズベキスタンの水需要の将来推計を行う。なお今回は、ウズベキスタンのデータが取得可能な限られた指標を用いて解析を行ったが、実際には気候因子や水に関連するインフラの設備等の水需要に関わるさまざまな要因が他にも存在する。精度向上のためには、説明変数の検討が必要であろう。

参考文献

- 1) World Development Indicators 2011
- 2) 高橋潔、松岡譲、島田洋子、嶋村亮(2000), 第 8 回地球環境シンポジウム講演論文集,p175-180
- 3) 著 ロビン・クラーク, ジャネットキング
監訳 沖大幹 水の世界地図 丸善株式会社 2006 p98-105
- 4) FAOSTAT 2012