

工業用水需要モデルの影響因子の決定

Influencing factor on prediction model of industrial water demand

9930107 大澤 瑞季 Mizuki OSAWA
大瀧 雅寛 Masahiro OTAKI

1. 研究目的

国や都市の経済発展には、工業が大きく関わってくる。途上国では、著しい経済成長と人口爆発を目前にしてこれから増加するだろう工業用水・生活用水需要にどう対処していくかが大きな課題となっている。従って、今後必要とされるであろう水需要量を把握し、適切な水資源開発ないし、需要抑制の対策を進めることが必要である。

本研究では、日本国内における工業用水需要の説明モデルを構築し、国外にも適用可能なモデルの基礎を作ることを目的とする。予測モデルは、社会的・地理的背景を考慮したものにする。

2. 研究方法

選択した業種は、全体に占める水使用量割合や、他業種との特異性を考慮して、石油・石炭、化学、鉄鋼、紙・パルプ、食品(飲料含む)、繊維の6業種とした。それぞれ、全国及び出荷額上位4都市(2000年)について統計資料などよりデータを収集した。それらにSPSSによる重回帰分析(ステップワイズ法、強制投入法)を行い、モデルを作成するための説明変数の絞り込みと決定を行った。また、同業種内で統一した変数を用いることを目的とし、自由度補正済み決定係数 R^2 ・有意確立を検討した。

求めるべき工業用水量を従属変数 Y とした。

Y : 従業員あたり全水使用量(補給水+回収水+海水)
(t /人・日)

また Y を推測するための説明変数を X とし、以下のデータを収集した。その後、分析により変数の絞り込みを行った。

X_1 : 出荷額(物価補正済み、以下同様)(100万円)
 X_2 : 事業所あたり敷地面積(100 m^2 /所)
 X_3 : 事業所あたり従業員数(人/所)
 X_4 : 従業員あたり敷地面積(100 m^2 /人)
 X_5 : 従業員あたり出荷額(100万円/人)
 X_6 : 製造業就業人口(人)
 X_7 : 第二次産業就業人口割合(%)
 X_8 : 第二次産業就業者一人あたり第二次産業GDP(100万円/人)

X_9 : 県民一人あたり設備投資額(100万円/人)

X_{10} : 一人あたり県民所得(円/人)

3. 結果と考察

各業種の全国・上位4都市についての水需要決定説明変数及び、そのモデルの自由度補正済み決定係数 R^2 を下に記す。

Table1 The explanatory variable and the coefficients of determination

	説明変数 X	自由度補正済み決定係数 R^2
化学	X_5	全国 0.85 大阪 0.88 神奈川 0.71 千葉 0.6 山口 0.9
石油	X_{10}	全国 0.92 大阪 0.78 神奈川 0.88 千葉 0.82 岡山 0.7
鉄鋼	X_4	全国 0.99 大阪 0.63 愛知 0.93 千葉 0.94 兵庫 0.99
紙・パルプ	X_1	全国 0.94 愛媛 0.96 埼玉 0.74 静岡 0.94 北海道 0.3
繊維	X_5	全国 0.84 大阪 0.86 愛知 0.72 福井 0.83 岐阜 0.84
食品	X_4, X_6, X_7	全国 0.85 静岡 0.78 愛知 0.84 神奈川 0.64 北海道 0.7

Table2 The regression model

	全国の非標準化モデル式
化学	$Y = 2.7X_5 + 16$
石油	$Y = 2.6 \times 10^{-4}X_{10} - 153$
鉄鋼	$Y = 33X_4 - 31.2$
紙・パルプ	$Y = -3.0 \times 10^{-7}X_1 + 4.4$
繊維	$Y = 1.0X_5 - 5.8$
食品	$Y = 2.6X_4 - 2.3 \times 10^{-6}X_6 + 1.7X_7 - 32$

化学業において、説明変数を X_5 : 従業員あたり出荷額としたモデルの決定係数 R^2 が全国及び上位4県(大阪・神奈川・千葉・山口)それぞれにおいて高い値を得られたので、決定因子を X_5 : 従業員あたり出荷額とした。千葉では、決定係数 R^2 : 0.6 と比較的小さく、従業員あたり出荷額の影響が他地域に比べ小さいが、これは千葉の出荷額が、他地域に比べ1978年から急激に増加した為と考えられる。また千葉は、従業員数が唯一増加傾向にあり、化学業が発展上にある地域であることも原因と考えられる。千葉の説明変数を X_5 : 従業員あたり出荷額の変わりに X_8 : 就業者一人あたり第二次産業GDP とすると

決定係数 R^2 が 0.74 になり、よいモデルとなる。

石油・石炭業では、全国・上位 4 県(大阪・千葉・神奈川・岡山)どの地域においても、説明変数を X_{10} : 一人あたり県民所得としたモデルの決定係数 R^2 が高かったため、 X_{10} を石油・石炭業の決定因子とした。しかし、岡山の決定係数 R^2 0.7 が他地域よりやや低い。ここで説明変数に X_7 : 第二次産業就業人口割合を加えると、全地域において決定係数 R^2 が 0.8 以上になり、より相関の高いモデルとなる。しかし、このモデルは有意確立が 0.05 以上の変数を含んでいるため、変数相互の相関など検討が必要となる。

鉄鋼業では、全国・上位 4 県(愛知、千葉、兵庫、大阪)どの地域においても、 X_1 : 従業員あたり敷地面積を説明変数としたモデルの決定係数が高かったため、 X_1 を決定因子とした。大阪の決定係数 R^2 : 0.63 が比較的低い結果となった。これは生産量が伸びて、使用水量が増加しても、地理的に都心では敷地面積の増加が難しいため、従業員あたり敷地面積では使用水量をうまく説明できなかったためであろう。ここで、説明変数に X_8 : 一人あたり第二次産業 GDP を加えると、全地域において決定係数 R^2 が 0.8 以上になり、より相関の高いモデルとなった。しかし、このモデルは有意確立 0.05 以上の変数を含んでいるため、変数相互の相関など検討が必要となる。

紙・パルプ業において、従属変数 Y を従業員あたり全水使用量とすると、全国・上位 4 県(愛媛、埼玉、静岡、北海道)全てに適用できる変数がなかった為、従属変数 Y を出荷額あたり全水使用量としてモデルを作成した。全国・上位 4 県で、 X_1 : 出荷額を説明変数としたモデルが最も高い決定係数を得られたため、 X_1 を決定因子とした。北海道の決定係数 R^2 : 0.3 が極端に低い、これは北海道の出荷額が唯一減少傾向にあり、紙パ産業が衰退していることが原因と考えられる。ここで、説明変数に X_3 : 事業者あたり従業員数を加えると、全地域において決定係数 R^2 が 0.76 以上になり、より相関の高いモデルとなった。しかし、このモデルにも有意確立が高い変数が含まれているので検討が必要となる。

繊維業では、全国・上位 4 県(愛知、大阪、福井、岐阜)どの地域においても、 X_5 : 従業員あたり出荷額を説明変数としたモデルが高い決定係数を得たことから、 X_5 を決定因子とした。この業種は、特に地

域差がなく、統一した変数でモデルを説明できるという特徴を持つと考えられる。

食品業では、 X_4 : 従業員あたり敷地面積、 X_6 : 製造業就業人口、 X_7 : 第二次産業就業者割合を説明変数としたモデルが、全国・上位 4 県(愛知、神奈川、静岡、北海道)どの地域でも高い決定係数 R^2 を得たことから、 X_4, X_6, X_7 を決定因子とした。神奈川の決定係数 R^2 : 0.64 がやや低い結果となった。これは神奈川では、 X_7 : 第二次産業就業者割合が他地域より大きく減少しており、第三次産業の就業者数が増加しているためと考えられる。また、食品業は、6 業種の中で唯一従業員数が増加しているため、従業員あたり全水使用量は減少傾向にあるという他業種とは異なる傾向を示している。従って他と違った変数の決定を行わねばならなかったと考えられる。

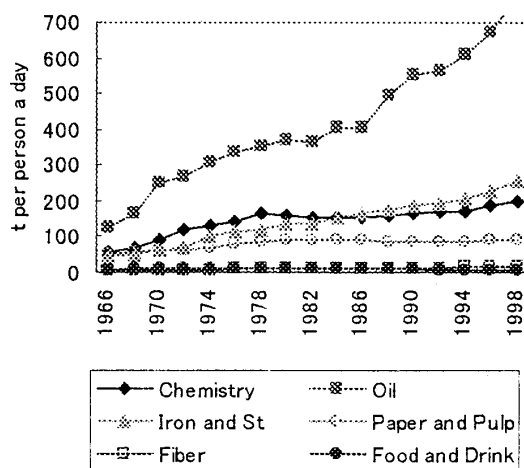


Fig1 The all water usage per worker

4. まとめ

6 業種において、予測モデルの決定因子を絞り込むことができ、水需要の変動をある程度予測することができることがわかった。しかし、各変数の係数や定数に地域差があるため、今後これらを決定する因子に関する更なる検討が必要であろう。

5. 参考文献

- ・ 工業統計表 (1966~1998) 経済産業省発行
- ・ 県民経済計算報告 (1966~1998) 内閣府発行
- ・ 日本統計年報 (1966~1998) 総務省発行
- ・ よくわかる多変量解析 石村貞夫 東京図書
- ・ SPSS による多変量データ解析の手順第 2 版 石村貞夫 東京図書