

## 日本における工業用水使用量決定の影響因子の解析

Analysis on Key Drivers Determining Water Use for Industry in Japan

山田 智子 大瀧 雅寛

Tomoko YAMADA, Masahiro OTAKI

(お茶の水女子大学大学院 ライフサイエンス専攻)

## 1. 研究の背景と目的

近年, 人口増加, 産業発展, 生活様式の変化に伴い, 水使用量が世界的に増加の一途をたどっている. また, 水質汚染, 河川の氾濫などによる水に関わる様々な問題も浮上してきている. 現在, 世界人口の約2割が安全な飲料水を利用できない状況下にある<sup>1)</sup>. 従って, 限りある水資源を適切に使用, 管理するために正確な水需要量予測が必要であると考えられる.

本研究では水使用量の安定している日本において, 工業用水使用量の影響因子の解明を行い, その結果を用いて, 地球規模での工業用水需要量の予測モデルを構築することを最終的な目的としている.

## 2. 日本の工業用水の概要

国土交通省の報告<sup>2)</sup>によると, 日本の製造業を対象とする工業用水の淡水使用量は, 昭和50年代前半までは高度経済成長に伴い増加を続けたが, 50年代後半からは微増又は横ばい傾向で推移している. 淡水使用量の内訳を見ると, 一度使用した水を再利用する回収利用量が年々増加し, 河川水や地下水等から新たに取水する淡水補給量は減少傾向となっている.

平成14年度の従業者30人以上の製造事業所における工業用水<sup>3)</sup>の1日当たりの使用量をFig.1に示した. 上述のように工業用水のほぼ8割を占める淡水使用量の約80%が回収水で占めている. Fig.2には工業用水の産業別構成比を示した. 化学工業と鉄鋼業の上位2産業の使用水量だけで全体の60%以上を占め, 次いで石油・石炭製品製造業, パルプ・紙・紙加工品製造業, 輸送用機械器具製造業の順となっている. この5産業で使用水量の約85%を占めている.

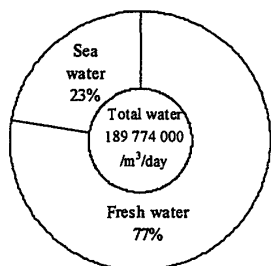


Fig.1 Quantity of water use for industry

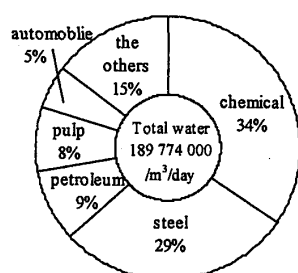


Fig.2 The component ratio of total water use for industries

## 3. 研究方法

官公庁が発行している統計集等からデータを収集し, 統計的分析を行った. 分析内容は以下の通りである.

## 3.1 調査項目

工業用水の総量(製造業を対象としている水量)とそれを淡水, 海水に分けたものを目的変数とした. 以下の水量はいずれも1日当たりの水量<sup>3)</sup>を用いた.

$Y$ : 全工業用水量,  $Y_1$ : 淡水量,  $Y_2$ : 海水量

また, これらの工業用水量に影響すると考えられる因子として, 海に面するか否か, 人口<sup>4)</sup>, 面積<sup>4)</sup>, 人口密度<sup>4)</sup>, 世帯数<sup>4)</sup>, 内水域<sup>4)</sup>, 海岸線の長さ<sup>5)</sup>, 島の数<sup>5)</sup>, 事業所敷地面積<sup>3)</sup>, 事業所数<sup>3)</sup>, 従業者数<sup>3)</sup>, 出荷額<sup>3)</sup>の12項目を説明変数とした.

## 3.2 調査年・都市

3.1に挙げたそれぞれの項目について, 2002年におけるデータを日本の47都道府県ごとに収集した.

## 3.3 分析方法

目的変数と各説明変数の関係, 説明変数間の関係を把握するために, 表計算ソフトのExcelによる相関分析及統計解析ソフトのSPSSによる重回帰分析の2つの方法をとった. ただし, 重回帰分析は変数選択が可能であるステップワイズ法を用いた.

## 4. 結果と考察

## 4.1 目的変数と説明変数の相関

全工業用水量( $Y$ ), 淡水量( $Y_1$ )とでは類似した結果が得られた. 全工業用水量, 淡水量について, 最も相関が強かった説明変数は事業所敷地面積で, その相関係数はそれぞれ, 0.827, 0.879であった. また, 従業者数, 出荷額についてもやや強い相関があった. Fig.3, 4に全工業用水量, 淡水量と事業所敷地面積の相関図を示した.

海水量( $Y_2$ )とやや強い相関があったのは事業所敷地面積であり, 相関係数は0.610であった. その他の変数とは相関がなかった.

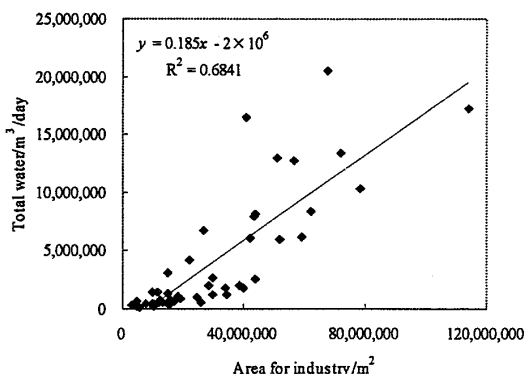


Fig.3 The correlation between total water and area for industry

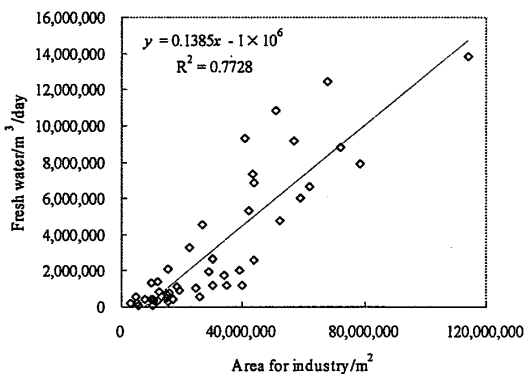


Fig.4 The correlation between fresh water and area for industry

次に、全工業用水量、淡水量を産業別(化学工業、鉄鋼業、石油・石炭製品製造業、パルプ・紙・紙加工品製造業、輸送用機械器具製造業)に分けた水量を用いて同様の分析を行った。それぞれの水量とそれぞれの事業所敷地面積について相関、単回帰分析をした結果を Table.1 に示した。どの産業においても使用水量と事業所敷地面積の相関係数は高かったが、単回帰式の傾きは産業によって異なる結果が得られた。

Table.1 Correlation coefficients

	Total water		Fresh water	
	R	a	R'	a'
chemical	0.866	0.619	0.882	0.421
steel	0.924	0.361	0.932	0.242
petroleum	0.930	0.369	0.740	0.174
pulp	0.958	0.403	0.958	0.403
automobile	0.940	0.111	0.940	0.110
all industry	0.827	0.185	0.879	0.139

R: The correlation coefficient between Total water and Area for industry  
 R': The correlation coefficient between Fresh water and Area for industry  
 a: The slope of the regression line(Total water and Area for industry)  
 a': The slope of the regression line(Fresh water and Area for industry)

4.2 重回帰モデル

重回帰分析(ステップワイズ法)を行った結果、全工業用水量(Y), 淡水量(Y<sub>f</sub>)に関しては、事業所敷地面積と海に面するか否かの2つの変数が選択された。重相関係数は、全

工業用水量では0.853、淡水量では0.901と強い相関が得られた。得られた重回帰モデル、標準偏回帰モデルを Table.2 に示した。

Table.2 から事業所敷地面積が大きいほど、全工業用水量と淡水量は多くなり、かつ海に面している方がその量も多くなることがわかる。また、事業所敷地面積の標準偏回帰係数が全工業用水量と淡水量の場合で、それぞれ 0.817, 0.870 と高い値が得られたので、これらの水量は事業所の規模に強く依存するといえる。

海水量(Y<sub>2</sub>)の重回帰分析では、選択された変数はなかった。従って、今回用いた説明変数以外の変数が影響していると考えられる。また、海水量は県ごとの使用量に偏りがあり、それが結果に影響しているとも考えられる。

Table.2 The multiple linear regression of industrial water use

Total water for industry [m³/day]	
$Y = 0.183 X_1 + 2.88 \times 10^6 X_2 - 3.87 \times 10^6$	Adjusted R <sup>2</sup>
$Y^* = 0.817 X_1^* + 0.210 X_2^*$	0.716
Fresh water for industry [m³/day]	
$Y_f = 0.137 X_1 + 1.92 \times 10^6 X_2 - 2.60 \times 10^6$	Adjusted R <sup>2</sup>
$Y_f^* = 0.870 X_1^* + 0.198 X_2^*$	0.803

X<sub>1</sub>: Area for industry [m<sup>2</sup>]  
 X<sub>2</sub>: Having a seashore(X<sub>2</sub> = 1), not having a seashore(X<sub>2</sub> = 0)

\*: standardized variable

5. 結論

全工業用水量と淡水量については、事業所敷地面積と海に面するか否かという2つの説明変数を組み合わせた重回帰式で説明することができた。海水量については重回帰式が得られなかったため、他の説明変数で再び重回帰分析を行う必要がある。

全工業用水量でも産業別の水量の分析でも事業所敷地面積と強い相関が得られたことから、工業用水は産業の種類に関係なく、事業所の規模の大小に影響されることがわかった。

参考文献

- 1) Stockholm Environment Institute: Comprehensive Assessment of the Fresh-water Resources of the World, 1997
- 2) 国土交通省：平成16年版 日本の水資源
- 3) 経済産業省：平成14年 工業統計表 用地・用水編
- 4) 総務省：第五十四回 日本統計年鑑
- 5) 国土交通省ホームページ：  
<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN4/topics/gansen/coastisl.htm>