

2025年および2050年における全世界の工業用水需要量の予測

Forecasting the Global Water Demand for Industry in 2025, 2050

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

地球上に存在する水のわずか2.5%が淡水で、しかも我々人間はこのうちの3分の1以下しか利用することができない。利用可能な水資源は極めて限られている上に、近年では毎年多くの淡水が農業用、工業用、そして家庭用として取水されている。特に工業用に取水される水については、世界的に急速な工業化が進み、工業用水使用量が増大するとともに深刻な水不足や環境破壊の危機を招く恐れがある。有限である水資源を適切に質と量の面から利用、管理をしていかなくては、水不足がますます深刻な状態に陥ることとなるであろう。

本研究では工業用水需要量予測モデルを構築し、そのモデルを基にして2025年および2050年における工業用水予測量を国ごとに求めることを試みた。

2. 研究方法

2-1. 工業用水需要量予測モデルの構築方法

工業用水需要量の将来予測を行うモデル式をつくるために工業用水とそれに影響を与えると考えられる因子を用いることにした。

各国ごとの2000年における工業用水使用量データ¹⁾の収集を試み、全部で168の国と地域の水量データを得ることができた。工業用水の使用量は産業の種類によって異なると考えられる。例えば鉄鋼、化学、石油、機械等の重工業では多量の水を要するが、それに比べ食品、繊維等の軽工業では少量の水でまかなえる²⁾。そこで、168の国々の各々の主要産業を調べ³⁾、以下のように4つのグループに分類した。

- ・ Group 1: 重工業 (鉄鋼, 化学, 石油・石炭, 機械等)
- ・ Group 2: 食品工業
- ・ Group 3: 繊維工業
- ・ Group 4: その他の工業 (複合型工業)

4つのグループ分けはTable 1.に示した回収率の値に基づいて行った。なお、Table 1.に示したものは、淡水量についての回収率で、海水量は含まれていない。回収率とは、一度使用した水を再利用した水量を全使用量で除したものである。

回収率が高まると新たに水源から取水する水量が少なくなり、効率的に水を使用することが可能となる。このことを考慮して、それぞれのグループごとに最も回収率の高い場合を想定した際の水量および最も回収率の低い場合(回収率が0%)の水量を仮定し、それぞれ、a) Recycle model, b)

Non-recycle model とした。すなわち a の際には工業用水使用量が最も少なく、b の際には最も多くなることを想定している。Table 1.で示した回収率を踏まえ、グループごとの仮定水量の計算方法をTable 2.に示した。b では現時点での水量をそのまま用いた。ただし、Group 1 の b では代表的な重工業国であるアメリカ合衆国、日本、中国の3ヶ国のみの水量データを用いた。アメリカ合衆国では現在、工業用水使用量の約5分の4が淡水以外の使用量²⁾で、日本では約4分の3の淡水以外の使用量¹⁾であり非常に高い回収率である。従って、最も回収率の悪い状況(Non-recycle model)における使用水量は、アメリカ合衆国では実際の水量に5を掛け、日本の水量には4を掛けたものを用いた。また、中国においては近年急速に工業化が進み、再利用水の使用は極めて少ないと考えられるので、実際の水量データをそのまま用いた。

次に、上述した水量とそれに影響を与える因子との相互関係を分析した。工業用水使用量に対する説明変数としてGDPを選択した。GDPを選んだ理由は、工業用水は経済的な影響を受けやすいと考えられるからという点とGDPのデータが収集可能であったからという点である。The World Bank⁴⁾から168の国々の1990年から2003年における平均のGDPのデータを収集した。

工業用水とGDPのデータを用い、上記で示した4グループごとに単回帰分析し、単回帰方程式を求めた。

Table 1. Recovery ratio, Japanese case in 2002

	Recovery	
Chemical	84.8%	Heavy industry → Group 1
Steel	90.6%	
Petroleum, Coal	90.7%	
Car, Truck, Bus	92.6%	
Pulp, Paper	46.8%	→ Group 2
Food	37.6%	
Textiles	15.1%	→ Group 3
Total	79.0%	

Table 2. Assumed data for regression analysis

Group 1	a	(Assumed data) = (Actual data)*0.2
	b	Used USA, Japan and China data, (Assumed data, USA) = (Actual data)*5 (Assumed data, Japan) = (Actual data)*4 (Assumed data, China) = (Actual data)*1
Group 2	a	(Assumed data) = (Actual data)*0.7
	b	Actual data
Group 3	a	(Assumed data) = (Actual data)*0.8
	b	Actual data
Group 4	a	(Assumed data) = (Actual data)*0.5
	b	Actual data

* a: Recycle model, b: Non-recycle model

2-2. 工業用水予測量の計算方法

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)による排出シナリオに関する特別報告(SRES シナリオ)に基づいて、4つのシナリオごとに工業用水の予測量を求めた。4つのシナリオの定義をFig.1に示した⁹⁾。The World Bank⁴⁾およびUnited Nations⁶⁾のホームページを参照し、2025年と2050年におけるシナリオA1, A2, B1, B2ごとのGDPの予測値を用い、2-1で求めた単回帰方程式を工業用水需要量予測モデルとして、これを用いて各国の工業用水需要量の予測量の計算を試みた。

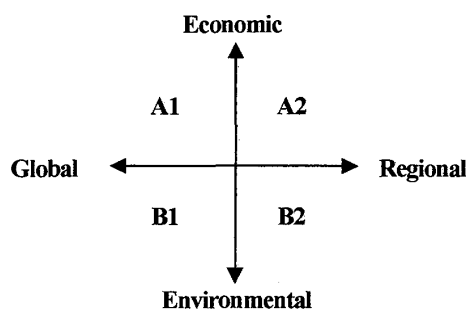


Fig.1 SRES scenarios

3. 結果と考察

3-1. 工業用水需要量予測モデルの構築

工業用水使用量のデータ入手可能であった168ヶ国を4つのグループに分けたところ、Group 1は43ヶ国、Group 2は34ヶ国、Group 3は21ヶ国、Group 4は70ヶ国と分類することができた。各グループ内の工業用水使用量とGDPの単回帰分析により得られた単回帰方程式をTable3.に示した。Table3.の4つのグループの係数を横断的に比較しても差異があるとはいえないようである。主要産業が食品工業であるGroup 3ではRecycle modelとNon-recycle modelは全く同じ結果が得られて、回収率が高まっても使用水量は変わらないことを意味している。

Table3. Regression analysis

Group 1	a	(Amount of water) = $4 \times 10^{-9} \times (\text{GDP})$
	b	(Amount of water) = $9 \times 10^{-9} \times (\text{GDP})$
Group 2	a	(Amount of water) = $6 \times 10^{-9} \times (\text{GDP})$
	b	(Amount of water) = $9 \times 10^{-9} \times (\text{GDP})$
Group 3	a	(Amount of water) = $1 \times 10^{-8} \times (\text{GDP})$
	b	(Amount of water) = $1 \times 10^{-8} \times (\text{GDP})$
Group 4	a	(Amount of water) = $7 \times 10^{-9} \times (\text{GDP})$
	b	(Amount of water) = $1 \times 10^{-8} \times (\text{GDP})$

* a: Recycle model, b: Non-recycle model
* Amount of water: [m³/year], GDP: [dollars]

3-2. 工業用水予測量の計算

Table3.の式(GDP)の所に予測GDP値を代入することにより、Recycle modelとNon-recycle modelにおける工業用水の予測量を計算した。183の国と地域の予測GDP値を用いたので、それらの国々において、SRESシナリオA1, A2, B1, B2ごとにそれぞれ2025年と2050年の予測量を計算するこ

とができた。Fig.2に2025年、2050年におけるシナリオごとの総工業用水需要量を示した。Recycle modelでは2025年、2050年において、それぞれ2000年よりも少ない需要量となることがわかる。また、Non-recycle modelではそれぞれの年において2000年よりも多い需要量となることがわかる。Recycle modelとNon-recycle modelをそれぞれ最小予測量、最大予測量として定義していたので、実際の将来予測需要量はこれらの水量の間の値をとると考えられる。

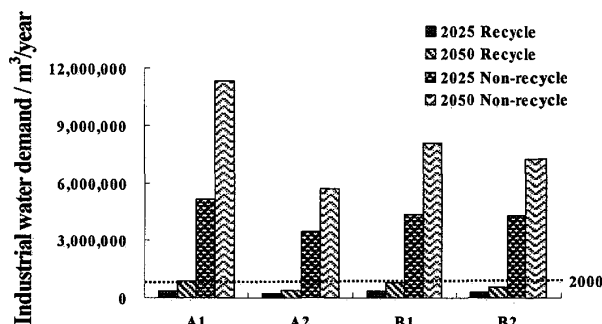


Fig.2 Industrial water demand, in 2025, 2050

4. 結論

世界の国々を主要産業ごとにグループ分けをし、各々における工業用水使用量とGDPとの単回帰方程式を求めることができた。また、SRESシナリオごとに2025年および2050年における工業用水需要量の予測量を求めることができた。

研究から得られた工業用水需要量予測モデルは大まかな傾向をとらえた上で構築したものである。非常に粗い、大雑把なモデルである。現在における主要産業をもとに2025年および2050年における工業用水需要量を計算したので、これにはそれぞれの国において2025年と2050年でも現在の主要産業と変わらないことが前提となっている。主要産業は短い年月で変わることも考えられるので、今回求めた需要の予測量の精度はあまり良いものとはいえない。しかし、今回求めたモデルの善し悪しをさらに検討することにより、さらに精度の良い需要量予測モデルを構築できる可能性が広がったといえる。また精度の良いモデルを基にして工業用水需要の将来予測ができれば、水資源保全に大いに役立てることができるだろう。

参考文献

- 1) 沖大幹 監訳：水の世界地図，丸善株式会社，2006
- 2) 経済産業省：平成14年 工業統計表 用地・用水編
- 3) 東京書籍：最新 世界各国要覧 11 訂版，2003
- 4) The World Bank: World Development Indicators 2005,
<http://devdata.worldbank.org/wdi2005/index2.htm>
- 5) Environment Agency: A scenario approach to water demand forecasting
- 6) United Nations Statistics Division: Statistical Databases,
<http://unstats.un.org/unsd/databases.htm>