

ウォーター・アナリシスの基礎的研究

—水需給情報システムの編成—

Introductory Study to Water Analysis

—Water Supply-Demand Information System Program—

末石 富太郎*・富尾 桂一*
Tomitaro Sueishi and Keiichi Tomio

1 緒 論

現在、資源問題全般についての研究は、一種の陥穿に落ち込んでいる。簡明に言えばこれら研究は、生産・消費を軸とした経済現象の外部に顕在化した資源・環境・エネルギー問題¹⁾に対して、内部構造の不変を前提とした対症技術の開発や価格原理の援用にとどまっている。しかし、外部条件→消費→生産の逆規定を前提しても、妥当な判定基準をもった計画を提示することもまだ不可能である。それは要するに、内部を規定する経済原理と外部要因として物理原理の統合²⁾ができていないからである。

上記のような状況を最も典型的に内蔵しているのが水資源問題であろう。水資源のもつ機能は他の資源によって代替ができない、という名目のもとに、社会経済的に独立した需給体制がとられ、渇水型の水量限界に対して水文情報の精緻化や造水/節水技術などが重視されている。同様に、水質分析や浄水方式の高度化も推進され、これらの裏付けとしての増加費用の負担方式だけが政策課題となる。

換言すれば、水資源の重要性の説明が情緒的にすぎため、水資源を手段としていかなる社会経済的効用を達成するのか、という水資源計画の妥当な判定基準はまだ存在しない、といってよい。政策的には 1 m^3 当たり100円オーダーの水価格の上昇率が問題になる一方、水道水の異臭化が 1 m^3 40万円の水を商品化させているのがこの証拠である。

ウォーター・アナリシス（以下WAと書く）とは、エネルギー・アナリシス（同じくEA）の定義を準用して、「財の生産または人間諸活動に必要な直接・間接の水利用を合算し、水利用の観点からその財の価値を見直す試み」と表現できる。しかしWAは、上述のような資源問題全般を見通した研究³⁾の一環でもあり、

経済学的にはEAを凌駕できる——EAでは石油の有限性を解消することはないが、水のほうが地域性に富むからWAで有限性の解消の可能性もある。

本文では、まず2でWAの基礎的枠組を述べ、それにもとづく最も簡単なマクロ分析を3に示す。ついで4では逆に、ミクロな個人生活の平均像をすべての水利用によって記述する方法の標準化を試みる。5で述べる節水メニューの拡大は、3、4の成果の一つの応用例である。6では、さらに残された多くの課題を整理する。

2 ウォーター・アナリシスの基本原理と目標

WAの方法には、EAの方法が利用できる部分もあるが、後述のようにむしろ独自の工夫が必要となる。また、WAの着想自身も、EAとは完全に独立している。

1978年の福岡渇水を契機として水資源分野では、気象と人為施策の双方に原因を求めた振幅の大きな議論がなされはじめた。両原因を含んだ構造的渇水を解決するため、約3年前末石は水需要構造分析のための次の五つの基本原理を提起した⁴⁾。

①地球の水の大循環にも構造変化があり、関連する国際戦略の影響も視野に入れること。②年間480億 m^3 の用水による1,200万トンの米作は日本の基本的生産力であり、この水価値を再評価すること。③原料加工・製品輸出手型の日本の二次産業（特に素材産業）の水使用や汚濁排出のCPP (consumers pay principle) 方式を検討すること。④雇用やインフレと密接に関係する三次産業の水使用価値と生活との相互連鎖を究明すること。⑤水量と水質の節約の得失評価につながる社会経済的水価格形成をはかること。

しかしながら、これら原理を具体的に展開するに当たって、自明の手法が確立されているわけでもなく、必要なデータが用意されているわけでもない。したがっ

*大阪大学工学部教授 ㊦565 吹田市山田丘2-1

**大阪府土木部技師 ㊦540 大阪市東区大手前之町

て以下に説明する WA の分類と目標は、②～⑤を受けた富尾の研究⁵⁾と相互フィードバックしながら設定されたものである。

WA のためには、まず「地域水収支」の再定義を行う必要がある。

- 1) 1次水収支：通常の水収支で、水資源量の農・工・都市活動用などへの配分状況を示し、地域のとり方によって、自地域内収支と移入・移出が発生する。
- 2) 2次水収支：1次収支を通じて生産された物財およびサービスの帰属先によって定まる水収支で、やはり自給と移入がある。大部分の農・工業用水は2次収支をもつが、都市活動用水の2次収支はWAの目標によって異なる。
- 3) 3次水収支：1、2次収支を完結させるのに必要な人の移動、物財輸送、エネルギーなどのために必要なぶんをいう。

WA の一般型は、経済収支と対応させながら1～3次水収支で全活動を表現することである。しかし、地域分割の方法と財・サービスの分類によって、分析精度や目標の異なった WA が成立する。これらの大枠を示したのが表1である。たとえ水資源には代替財はな

くても、水を通じて達成される財の生産や諸活動には多様な代替がある。現行の水需給予測方式を越えて、水と諸活動に関する①～⑤の階層的構造の中に手段と目的間に結ぶべき相互作用としての「水需給情報システム」をつくりあげることが、WA の当面の目標となる。

3 水需要のマクロ分析

3.1 1次水収支

これまで水需要は、生活用水（家庭用水+都市活動用水）、工業用水、農業用水についてそれぞれ政策的に独立の予測がなされてきた。唯一の例外としてSDによる予測^{6,7)}があるが、これとても計量経済モデルに追随したものである。このような結果、地域での上記3種の水需要の相互関係や水需要からみた地域特性がとらえにくくなってしまっている。

府県～流域単位の広がりをもつ地域では、その地域内の1次水需要の大半は、その地域の人々によってなされる家庭生活、都市活動、生産活動によって生じているので、地域内の1次水需要のすべてをその地域に住んでいる個人に帰着して考察することにより、1次水需要の特性が分析できる。

表1 WA の分類と目標

おおまかな地域分割 財などの概略分類	ミクロモデル (家庭を含む水利用体)	メソモデル (通常の水需給単位)	マクロモデル (全国～特性の異なる地域比較)
消費者認識型 (水利用原単位)を算出しよう 限度での最小単位	I：2次、3次収支を通じた水需要意識の構造化、節水メニューの作成と評価基準の導出	II：Iモデルを用いた水需要予測の精緻化、渇水時の給水ブロック単位での対策の検討	III：I、IIとの比較、またはVI、IXとの比較による新モデルの可能性（たとえば地域水収支の高次化）
新しい中間管理型 (用水(汚濁源)特性を重視した新しい産業中分類)	IV：最終需要者が負担すべき1～3次収支の水価格の形成	V：閉鎖型設定地域における2次、3次収支を介した時間軸上の自己維持性*の検討	VI：多地域の相互依存関係を2次水収支によって表わし、貨幣型の産業連関との比較・代替をはかる(家庭用水も2次水収支をもつ)
政策者立案型 (一次、二次、三次産業またはそれぞれの代表財)	VII：現在の主要概念(たとえば現行用途別1次収支の予測)	VIII：1次水収支に対する水需給予測のクロス・チェック、IXモデルを用いた都市内水源、貯水、再利用の検討	IX：有限の水資源または水環境条件下での地域産業配置の最適化、水資源保全・水質保全などへの地域間経済負担基準の導出

(備考) III、VIIモデルは本研究の対象外である。モデルの内容は各マス目に固定的であるとは限らない。

*) viability

水資源賦存量(渇水年)と地域内水使用量⁸⁾を「1人1日当たり」に換算して図-1に示す。図から社会的な水資源賦存量の地域格差が大きいことがわかる。東北と関東臨海での比は17.1、東北と近畿臨海では6.3である。1人当たりに換算しない自然的な水資源賦存量の比を同じ対象地域でとると、それぞれ7.2、5.1となることから、自然的水資源量の少ない地域へ人口が集中することによって社会的水資源賦存量の格差を大きくしているといえる。その結果、地域内使用水量は関東臨海では社会的賦存量を越え、近畿臨海でも切迫している。このようなことを可能にしているのは、工業用水の地域格差に比べ農業用水の地域格差が非常に大きいこと、工業用水の循環によって補給水量が節約され、関東地域(173 l/人・日)や近畿地域(250)では全国平均(326)より小さくなっていることによる。

3.2 2次水収支

1次水収支では、地域内で直接使われている水に着目したが、2次水収支では、物財を生産するのに使われた水は、その物を消費するときに間接的に使われている水として、物財の最終消費者に付加して考える。

地域的に人口と産業活動に偏在がある場合物流が生じる。この物流に付加された水量(水移出(入)量とよぶことにする)を式(1)のように定義する。また地域内ネット使用水量は、地域内使用水量から水移出量を差し引き水移入量を加えたものとする。したがって、図-1の「地域内ネット使用水量」-「地域内使用水量」の1次元的に表現された値の正値が水移入量であり、負値が水移出量である。

地域内ネット使用水量のみで2次収支では、関東臨海では水資源賦存量を大きく越え、近畿臨海でもそれを少し越えている。

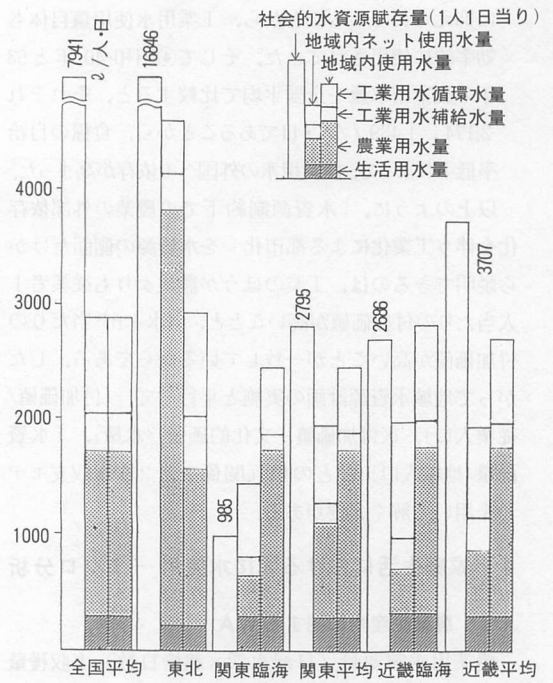


図-1 水需要の実態(昭和53年値)

水資源の流域をへだてた長距離導水や、年をへだてた大量貯水は、現在の水価格と比較してきわめて困難であるのは自明であるから、水資源の制約下で関東臨海および近畿臨海地域で都市化が可能であった理由を、次のように分析できる。

- ①都市化の過程で農業用水を外部地域に依存することによって水資源の制約を緩和していった。
- ②工業用水を循環することによって補給水量を節約し、工業用水移出量を小さくしていった。
- ③資源多消費型の産業構造である近畿臨海地域(表2⁷⁾参照)にお

式(1) 水移出(入)量の定義

$$\begin{aligned}
 \left[\begin{array}{l} \text{A地域での} \\ \text{工業製品移出額} \end{array} \right] &= \left[\frac{\text{A地域での製品出荷額}}{\text{A地域人口}} - \frac{\text{全国での製品出荷額}}{\text{全国人口}} \right] \times [\text{A地域人口}] \\
 \left[\begin{array}{l} \text{A地域での} \\ \text{工業用水移出量} \end{array} \right] &= \left[\frac{\text{A地域での工業製品移出額}}{\text{工業製品移出額}} \right] \times \left[\frac{\text{A地域での工業用水量}}{\text{A地域での製品出荷額}} \right] \\
 \left[\begin{array}{l} \text{B地域での} \\ \text{米移出量} \end{array} \right] &= \left[\frac{\text{B地域での米の生産量}}{\text{B地域人口}} - \frac{\text{全国での米の生産量}}{\text{全国人口}} \right] \times [\text{B地域人口}] \\
 \left[\begin{array}{l} \text{B地域での} \\ \text{米作による水移出量} \end{array} \right] &= \left[\frac{\text{B地域での米の移出量}}{\text{米の移出量}} \right] \times \left[\frac{\text{B地域での米作用水量}}{\text{B地域での米の生産量}} \right] \\
 \left[\begin{array}{l} \text{C地域での} \\ \text{畑作物移出量} \end{array} \right] &= \left[\frac{\text{C地域での畑作面積}}{\text{C地域人口}} - \frac{\text{全国での畑作面積}}{\text{全国人口}} \right] \times [\text{C地域人口}] \\
 \left[\begin{array}{l} \text{C地域での} \\ \text{畑作による水移出量} \end{array} \right] &= \left[\frac{\text{C地域での畑作物移出量}}{\text{畑作物移出量}} \right] \times \left[\frac{\text{C地域での畑作用水量}}{\text{C地域での畑作面積}} \right]
 \end{aligned}$$

いても地域内ネット工業用水使用量は全国平均以下に抑えられていることから、工業用水使用量自体も効率的に使用されてきた。そして④昭和40年と53年の農業用水量を全国平均と比較すると、それぞれ2,174, 1,439 l/人・日であることから、食糧の自給率低下によって、農業用水の外国への依存が高まった。

以上のように、「水資源制約下での農業の外部依存化を伴う工業化による都市化」を水資源の側面だけから説明できるのは、工業のほうが農業よりも従業者1人当たりの付加価値が高いことと、用水1m³当たりの付加価値が高いことが一致しているからである。したがって地域水資源計画の実施と平行して、〔付加価値/従業人口〕、〔(付加価値+文化的価値)/水量〕、〔水資源量/地域人口〕などの相互関係を、2次水収支モデルを用いて解く必要がある。

4 家庭生活における間接水使用 — ミクロ分析

4.1 農業生産物に関するWA

農業用水需要量(日減水深×栽培日数)と収穫量(昭和53年値)から、米1kgにつき3.6m³(約1m³/2合)、小麦1kgにつき1.5m³となる。

4.2 工業製品のWA

工業製品の生産行程を素材の生産とその素材を製品に加工する行程に分けて考え、それぞれ単位重量、単位数量当たり生産に必要な水の原単位表を工業分類の4けた分類で作成し、それを個々の製品について式(2)、(3)により積み上げる。

素材の用水原単位算出式

$$\left[\frac{A \text{の単位重量}}{\text{当たりの水量}} \right] = \left[\frac{A \text{の工業用水総量}}{A \text{の出荷額総計}} \right] \times \left[\frac{A' \text{の出荷額総計}}{A' \text{の出荷重量総計}} \right] \dots\dots(2)$$

製品加工の用水原単位算出式

$$\left[\frac{B \text{の単位数量}}{\text{当たりの水量}} \right] = \left[\frac{B \text{の工業用水総量}}{B \text{の出荷額総計}} \right] \times \left[\frac{B' \text{の出荷額総計}}{B' \text{の出荷数量総計}} \right] \dots\dots(3)$$

ここに、A、Bは工業統計表(用地・用水編)⁹⁾の4けた分類値であり、A'、B'は工業統計表(品目編)¹⁰⁾の6けた分類値の4けた分類までの集計値である。工業統計表は53年度版を利用した。

(1) 家電製品

家電製品の材料の用水原単位表を表3に示す。また家電製品の製造用水原単位は、民生用電気機械器

表2 昭和50年の類型別工業出荷率⁷⁾(金額ベース)

	都市需要充足型	資源多消費型	高次加工型	計
大阪府	21.6%	41.3%	37.1%	100.0%
東京都	38.0	19.5	42.5	100.0
愛知県	16.8	35.1	48.1	100.0
兵庫県	24.9	44.8	30.3	100.0
神奈川県	14.0	35.7	50.3	100.0

(備考) 都市需要充足型: 食料品, 衣服, 家具, 出版・印刷, なめし皮, その他
 資源多消費型: 繊維, 木材, パルプ・紙, 化学, 石油, ゴム, 窯業・土石, 鉄鋼, 非鉄金属
 高次加工型: 金属, 一般機械, 電気機械, 精密機械, 輸送機械

表3 家電製品の材料用水原単位表

材 料	使用水原単位 (l/kg)	補給水原単位 (l/kg)
鉄	129.4	12.6
銅	161.0	33.4
アルミニウム	380.7	88.9
亜鉛	305.2	86.4
硝子	148.5	44.8
プラスチック	509.7	96.7
合板	3.8	3.3
合成ゴム	596.7	99.2
アスベスト	131.0	97.0
紙	625.6	389.9
その他	100.0	28.2

具製造部門の1台当たりの用水原単位を主な家電製品の平均重量から単位重量当たりに換算して用いる。その値は37.8l/kg(使用水量)*、22.5l/kg(補給水量)*となる。

家電製品の代表として、電気洗濯機1台当たりの材料構成および材料用水量を表4に示す。これより洗濯機1台当たりの製品水量は、

$$\text{使用水量} = 8,452.8 + 1,315.4 = 9,768.2 \text{ l/台}$$

(材料用水) (製造用水)

となる。同様に補給水量は2,227.4l/台と試算できる。家電製品の用水量を表5に示す。

(2) 住宅

昭和49年の新設住宅の平均延床面積(82.5m²)に近似するモデル住宅を設定し、住宅建設時に必要必要な構成部材(構造材, 仕上材)および住宅設

*以下(使),(補)と略記する。また補給水量は業種ごとの用水循環率を用いて求めている。

備（電気設備、給排水衛生設備、厨房設備、浴槽設備、ガス設備、什器・家具）の製造に必要な水と、住宅保守時に必要となる部材製造用の水および直接現場で必要となる水を計上した。試算の一例を表6に示す。

木造独立住宅（在来軸組工法、延床面積125 m²、総重量97.7t）では8.5 m³/t(使)、3.4 m³/t(補)、コンクリート系独立住宅（プレハブ、82.5 m²、107.2t）で16.4 m³/t(使)、4.7 m³/t(補)、鉄骨鉄筋コンクリート造集合住宅（96.2 m²、85.6t）で31.3 m³/t(使)、6.7 m³/t(補)となる。

(3) 食 料 品

食料品の代表例のみを試算した。食料品加工部門と容器製造部門から、ビール1本23.3 l(使)、9.8 l(補)、カップめん1個11.5 l(使)、2.9 l(補)である。

(4) 織 維 製 品

繊維製品の製造工程を、繊維素材→紡績業→染色・整理業→織物業→縫製業に分け、各工程での用

表4 電気洗濯機の材料構成と用水量

材 料	重 量 (kg)	使用水量 (l)	補給水量 (l)
鉄	18.0	2,329.2	226.8
銅	2.0	322.0	66.8
アルミニウム	0.8	304.6	71.1
プラスチック	10.0	5,097.0	967.0
そ の 他	4.0	400.0	112.8
計	34.8	8,452.8	1,444.4

(備考) 材料、重量については文献¹¹⁾を引用

水原単位を製品ごとに積算した。試算結果を表7に示す。

(5) 図書および新聞

パルプ用水、インキ用水、印刷出版用水を計上した。図書1冊221.2 l(使)、136.4 l(補)、新聞1部68.3 l(使)、42.2 l(補)である。

表5 家電製品の用水量

製 品	重 量 (kg)	使用水量 (l/台)	補給水量 (l/台)
電 気 洗 濯 機	34.8	9,768	2,227
冷 蔵 庫	60.0	16,768	3,759
カ ラ ー テ レ ビ	25.5	5,016	1,478
扇 風 機	4.2	1,223	281
掃 除 機	5.3	2,087	453
ル ー ム エ ア コ ン	64.1	13,624	3,257
電 気 こ た つ	10.5	678	282
電 気 アイ ロ ン	1.7	360	77
蛍 光 灯 器 具 (灯 具 と も)	1.7	481	113

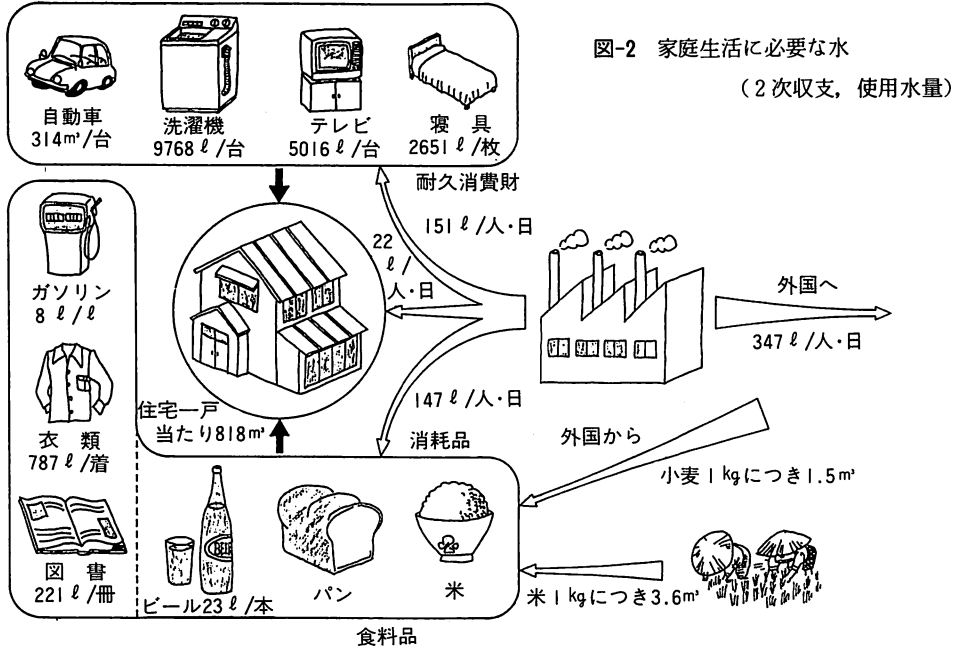
表6 住宅用水量の例

木質系独立住宅（プレハブ）延床面積 82.5 m ²			
用 水 用 途	重 量 (t)	使用水量 (m ³)	補給水量 (m ³)
建 物	45.2	661.1	253.0
設 備	1.9	73.0	24.3
保 守	—	78.0	20.6
建設時現場	—	5.2	5.2
保守時現場	—	0.5	0.5
計	47.1	817.8	303.6
1日当たり(耐用年数25年)		89.6 l/日	33.3 l/日
単位重量当たり		17.4 m ³ /t	6.5 m ³ /t

表7 衣料品および寝具の用水量

品 目	織 維 素 材	重 量 (kg/着)	使用水量 (l/着)	補給水量 (l/着)
背広(上, 下)	表地:毛100%, 裏地:化繊100%	1.00	1,850.8	1,468.2
ズ ボ ン	綿100%	0.42	428.7	340.6
ワ ン ピ ー ス	化繊100%	0.38	971.7	690.6
ド レ ス シ ャ ッ ツ	化繊100%	0.30	786.5	562.4
ブ ラ ウ ス	化繊100%	0.25	683.2	494.7
紳 士 肌 着	綿100%	0.18	171.7	130.4
紳 士 肌 着	綿65%, 化繊35%	0.18	224.4	152.6
婦 人 肌 着	綿100%	0.16	152.7	116.0
婦 人 肌 着	綿65%, 化繊35%	0.16	199.7	135.8
パ ジ ャ マ	綿100%	0.50	460.5	348.0
紳 士 着 物 *	綿100%	0.61	602.3	474.4
婦 人 着 物 *	綿100%	1.57	1,417.1	1,135.2
ふ と ん	わた3kg(綿100%), 生地0.5kg(綿100%)	3.5 kg	2,650.8 l	1,997.0 l
毛 布	アクリル100%	1.4 kg	3,192.9 l	2,176.3 l

* 絹の原単位がないので、綿の値で計算した。



(6) ガソリン

石油精製業用水原単位から、ガソリン1ℓにつき8.1ℓ(使)、1.2ℓ(補)である。

(7) 自動車

材料部門、自動車部品製造部門、自動車製造部門に分けて計上した。自動車1台当たり314.4m³(使)、35.4m³(補)となる。

4.3 家庭生活に必要な水

以上のようなWAの結果を用いて、工業用水の家庭単位での2次水収支を考えてみる。

試算の対象とする家庭¹¹⁾は、4人家族で平均的な所得をもち、消費生活も平均的であるとする。

試算結果を図-2に示す。住宅を含めた耐久消費財と消耗品製造に要する水は、使用水量で319.6ℓ/人・日、補給水量で160.2ℓ/人・日である。1次家庭用水量175ℓ/人・日とくらべると、使用水で1.8倍、補給水ではほぼ同量の2次用水が使われていることがわかる。

また、この水量の工業用水全体に占める割合は、使用水で27%、補給水で49%である。表8の主要商品の輸出割合から、工業用水量の30%が海外へ移出されているとすれば、上記の割合はそれぞれ40%、70%となる。

なお、輸出を考慮しても家庭での2次収支で工業用水量の全体が説明できないのは、第三次産業や都市活動により工業用水が2次収支的に使われていることと、計算の精度上の問題にある。これらは、3次収支の計

表8 わが国主要商品の輸出割合(%)

品目	1977年	1978	1979
綿糸	2.1	1.1	2.6
合成繊維糸	16.8
人絹糸	41.1	39.8	34.3
綿織物	17.6	13.1	9.7
合成繊維織物	66.1	59.1	53.2
人絹織物	59.4	59.8	41.0
毛織物	3.2	3.6	3.1
織機	68.5	84.3	56.0
普通自動車	49.4	48.0	48.8
自転車	17.4	10.9	9.1
ミシン	67.8	68.0	60.7
テレビ受像機	65.3	63.6	54.5
普通鋼圧延鋼材	39.2
陶磁器	9.2
セメント	9.1	10.2	12.3
船舶	92.0	82.7	...
硫安	67.0	38.9	36.6
写真機	85.2	80.4	78.3

算をも含め、今後の課題である。

5 節水の考え方の拡張

5.1 節水メニューの基本的枠組

3、4で示した農・工業用水のWAから、水の時間的・空間的偏在度を財の生産、消費、使用の形態によって小さくできることがわかる。つまり、物理的な水の輸送、貯蔵、節約以外に財の輸送、貯蔵、節約によって水の時・空間的偏在の均衡化が可能であるといえる。

表9 中期的・長期的節水メニューの例

	対象財	2次用水使用量	比較対象の1次用水量	節水行動の例
中 期 的	ドレスシャツ	787 l/枚	家庭用水5杯ぶん, 水洗便所62回ぶん	衝動買いをやめる
	電気洗濯機	9,768 l/台 9 l/回(耐用年数6年, 1回/2日)	1人当たり家庭用水56日ぶん	コインランドリー等の利用
	図書*	221 l/冊	1人当たり家庭用水約1日ぶん	図書館の利用
	新聞朝夕刊*	137 l/日	ためすぎ洗濯1回ぶん	故紙回収の徹底
	ビール*	23 l/本	シャワー1回ぶん	湯水時製造ぶんの消費節減
長 期 的	ルームエアコン	13,624 l/台 17 l/日(耐用年数9年, 90日/年)	1人当たり家庭用水78日ぶん ビール1本ぶん, シャワー1回ぶん	エアコン不要の住宅形式の採用
	電気冷蔵庫	1,863 l/年(耐用年数9年)	1人当たり家庭用水10日ぶん	耐用年数を延ばす
	自動車*	718 l/回(12 l/km) (耐用年数5年, 500 km/月) (1回/月の洗車を含む)	4人家族家庭用水1日ぶん	耐用年数を延ばす, 交通の便がよければ保有しない
	住宅*	約36 m ³ /年	4人家族家庭用水50日ぶん	耐用年数を延ばす

*水資源からみた財の文化的価値が変化しないときは有効でない。

したがって、従来の節水が主として蛇口または生産行程における水量の節約であったのに対し、水の時・空間的偏在の均衡化による水使用価値ポテンシャルの向上を節水と再定義でき、これまでになかった節水メニューを提示することができる。

現段階では、財に付加された水の時・空間的な情報は、財の製造年月日や製造場所が参考になる程度にすぎないことや、都市活動、人・物の輸送、人の移動・移住、物のリサイクルなどのWAが完結していないことから、新しい節水メニューの全貌を描く段階には至っていないが、都市活動用水のうちレストランやクリーニング業のような家庭生活の一部を代替する三次産業では、水の規模の経済性ははたらくので全体としての節水となり、また物のリサイクルは省資源、省エネルギー的であるので、節水メニューの一つであると考えられる。

節水メニューの提示先は、基本的にいって、財またはサービスの最終需要者である個人(または家庭)レベルである。この理由は、すべてのニーズが家庭内で満たされていた自給自足の生活様式が分業化によるニーズの外部依存化型へと変化してきた過程で、水需要も同時に家庭外へ依存していったと説明できるからである。

5.2 節水メニューの具体例

短期的(1年)、中期的(2~5年)、長期的(5~10年)な渇水の危険性を想定して節水メニューを作成

する。以下では水の使用価値を比較する意味で、使用水量にもとづいて述べる。

短期的にはリアル・タイムの節水が主となる。節水ゴマの使用、節水トイレ、洗濯のためすぎなど、家庭用水について提案されている多くのメニューが代表的である。ただし、風呂のシャワーへの代替や、食事の外食化なども含めるべきである。

中期的な期間は物の製造・販売期間とほぼ一致するので、物の使い方が水の節約に関係する。長期的には生活様式の変化も考えられるので一意的には述べられないが、主として物の所有形態が節水に関連する。4で示した数値を参考にして、中・長期のメニューを表9に一括して示す。

6 今後の課題

本文で述べてきた内容を一言で要約すれば、表1の対角線上のモデル(IX-V-I)に対して、基礎的なWAの方法を示したにすぎない。しかし水需給情報システム編成のために、従来の1次収支とは本質的に異なった情報加工の必要性の提示については、目的を十分達したものと考えている。その意味で今後に残された研究課題のほうが、むしろきわめて多面的かつ奥深いのである。

まず常識的にいって、データ収集の精度を高めるとともにモデルの充実をはからねばならない。必然的に対象地域をより小さくし、地域特性や物財消費の特徴

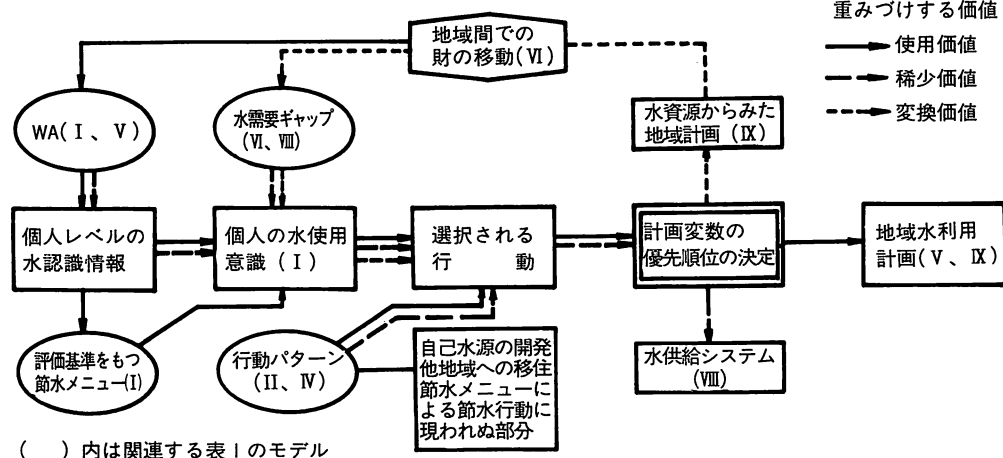


図-3 WAにもとづく水資源計画例

をWAによって抽出する必要がある。現在筆者らは、京阪神地域について、本文では明示的に取扱わなかった3次収支のとり方やEAと連動したVモデルの検討を進めている。

次の課題は、上のようにしてWA的に特性化された地域ごとに、表1のような各モデルの立場から多元な代替的水資源計画を提示し、既存計画との総合的な比較を行うことである。量的・質的な水資源窮乏地域では、水資源からみた地域計画の樹立が叫ばれて久しいが、人口・産業配置からのトップダウン型計画である限りこの実効はあがらない。本文で述べたWAによっても、一次、二次、三次産業用水の効果がある程度最終需要者の判断に委ねられるから、図-3のような水資源計画を望見することができる。

上記と平行して究明されるべきもう一つの課題は、表1で示唆した「評価基準」や「負担基準」などのための論理構築である。経済分析の総合性と比較してEAは補完的役割しか果たしえない¹²⁾と評価されているのに対し、経済財としてはかなり未成熟な水の場合には、WAによって経済原理と物理原理の統合の余地は十分にあるとみるべきである。

現実問題としてみても、5の節水メニューを個人が常に行動に反映することは不可能であろう。行動選択に代替されるべき水の価値情報——つまり、水と貨幣との交換を越えた2次収支にもとづく交換価値、地域ごとに固有な水の稀少価値、WAにより構造化された使用価値の統合が必要なのである。統合の具体的な方法は、たとえば図-3に例示したように、情報経路に対する重みづけとして行われうるだろう。

なお本文は、文部省環境科学特別研究R15-1「都市生態系の総合化——水をつなぎ手として」(代表 沼田真) および日本生命財団特別研究「水資源保全に関する研究」(代表 吉良竜夫)の成果の一部である。また、研究過程で大阪大学盛岡通助教授に有益な討議、助言をえたことを記し、謝意を表する。

参考文献

- 1) 末石富太郎「水資源・環境・エネルギー」『エネルギー・資源』3-1, 1982
- 2) 植田敦『石油と原子力に未来はあるか』亜紀書房, 1978, pp. 140 ~ 146
- 3) たとえば、末石富太郎・植田和弘「社会金属学の提唱」『金属学会会報』20-6, 1981
- 4) 末石富太郎「水需要を満たすのは誰か」『エコノミスト』57-27, 1979. 7. 10
- 5) 富尾桂一「都市における水需要予測および水資源配分計画に関する研究——水配分のための最終需要に着目したウォーター・アナリシス」大阪大学修士論文, 1982
- 6) 高棟琢馬・池淵周一「水の需要構造に関するシステム・ダイナミクス論的研究」『土木学会論文報告集』259, 1977. 3
- 7) 大阪府水道部「大阪府営水道事業次期拡張計画基本調査報告書」1979. 7
- 8) 国土庁「長期水需給計画」『水資源のすべて』建設行政資料調査会, 1979
- 9) 通商産業大臣官房調査統計部編「昭和53年工業統計表、用地・用水編」1980
- 10) 通商産業大臣官房調査統計部編「昭和53年工業統計表、品目編」1980
- 11) 科学技術庁資源調査会編「衣・食・住のライフサイクルエネルギー」大蔵省印刷局, 1979
- 12) 茅陽一(編著)『エネルギー・アナリシス』電力新報社, 1980, p. 19