

都市居住者の高度浄水に対する評価に関する研究

A study on the evaluation of high-level purification of drinking water by residents in the urban area

竹村仁志* 三浦浩之** 和田安彦*
Hitoshi Takemura* Hiroyuki Miura** Yasuhiko Wada*

ABSTRACT : High-level purification of water have been begun since 1998 in Osaka prefecture. In this study, we have cleared evaluation of the drinking high-level purification of water by residents of Osaka prefecture. We measured willingness to pay toward the high-level purification of drinking water based on CVM, and examined what influenced their willingness to pay. The willingness to pay of the residents of Osaka prefecture was more expensive than the operating cost of high-level water purification plant. We have cleared the willingness to pay was influenced by generation and frequency to buy bottled water.

Keywords: high-level purification of drinking water, Contingent Valuation Method(CVM), willingness to pay, trihalomethane

1. はじめに

健康危機管理への関心の高まりや水道水の異味臭問題などにより, 「安全でおいしい水の確保」が求められている¹⁾. このような状況の中で, 大阪府では安全で良質な水道水の供給を目的に, 平成 10 年 7 月から本格的にオゾン処理, 活性炭処理, 生物処理の高度浄水施設を導入した²⁾. 一方, 近年, 公共事業は投資効果の公表を通じて事業に対する住民の合意を得ることが求められている. 特に, 水道事業は水道料金を前提とする独立採算性を原則としているため, 水道水を供給することによって生まれる便益を需要者が認識することが重要となる³⁾.

そこで, 本研究では, 高度浄水導入直後のアンケート調査で高度浄水供給により府民が認識する便益を明らかにした. 府民の便益は高度浄水導入による水道水に対する意識変化, 水道水の代替物として主に利用されている家庭用浄水器, 市販の水の使用状況の変化, CVM(Contingent Valuation Method: 仮想評価法)による高度浄水への支払い意志額(willingness to pay: WTP)の推定により評価した. 本研究で様々なバイアスの生じる可能性が指摘されている CVM⁴⁾を用いたのは, 高度浄水導入直後の需要者(府民)を対象としていることから, 実際に被験者が十分に高度浄水を認識できバイアスを軽減できることと, 給水地域が明確であり対象となる世帯が明らかであるためである. また, 高度浄水導入効果を需要者に認識させるための要因を検討するため, 高度浄水導入による水道水への満足感を高める要因や高度浄水への支払い意志額に影響を与える要因について分析を行った.

2. 調査概要

府営水道は府内 40 市町村に, 年間で約 6 億 m^3 を供給している⁵⁾. 調査は府営水道が平成 10 年 7 月から高度浄水を供給した大阪府内 3 市(豊中市, 東大阪市, 吹田市)の家庭を主に直接訪問し, アンケート用紙

* 関西大学大学院工学研究科 Graduate school of Engineering, Kansai Univ.

** 関西大学工学部土木工学科 Department of Civil Engineering, Kansai Univ.

を配布・回収する配票調査法により実施した。アンケート調査の内容を表-1に示す。調査期間は平成10年8月下旬～10月上旬、配布・回収枚数は451枚であった。アンケート被験者の属性を表-2に示す。アンケート被験者の約60%が家庭の主婦であったが、主婦は各世帯の中で最も水道水の使用頻度が多く、水道料金の直接的な支払い者であることから、アンケート調査結果には十分府民の意思が反映されていると考えた。

3. 高度浄水導入による水道水、家庭用浄水器、市販の水に対する意識変化

高度浄水導入による府民の水道水、家庭用浄水器、市販の水に対する意識変化を明らかにした。

(1) 水道水

① 高度浄水の認知度(図-1、図-2)

高度浄水の認知度を見ると、高度浄水が始まったことを知っていた人は47%であった。高度浄水導入前後に行政は新聞、テレビ、府民便り、インターネット等で広報を行っていた。それにもかかわらず、高度浄水導入を知っている人が半数に満たない理由として、行政の発信する情報への関心の低い人々がいることが考えられる。高度浄水が導入されたことを知っている人の情報の入手手段としては、「新聞」、「テレビ」、「府民便り」が多く、人づてに聞いた人が15%以上いた。

② 高度浄水導入による味の変化の認知度

高度浄水導入により水道水の味の変化を感じたか(図-3)については、「感じた」、「そういえば違うような気がする」と答えた人が回答者の37%程度であった。変化を感じた人の64%は「臭みがなくなった」ことで変化を感じており、次いで「何となく良くなった」(27%)、「おいしくなった」(9%)であった。

③ 高度浄水導入による水道水に対する意識の変化

高度浄水導入前後の水道水への満足度を示した図-4を見ると、高度浄水導入前では水道水に対して77%の人が不満に思っていたが、導入後はこれが22%に減少している。さらに、導入前、満足以思っていた人はわずか5%であったが、導入後は26%に上昇している。高度浄水導入により府民は水道水への満足

表-1 アンケート調査内容

水道水に関する調査	高度浄水処理導入の認知度
	高度浄水導入による味の変化感知
	高度浄水導入による水道水への満足度変化
	水道水に対する不満・不安の理由
家庭用浄水器に関する調査	家庭用浄水器の使用状況
	家庭用浄水器の満足度
市販の水に関する調査	高度浄水導入後の家庭用浄水器に対する意識変化
	市販の水の購入状況
	市販の水の購入目的
水の使用状況に関する調査	高度浄水導入後の市販の水に対する意識変化
	高度浄水、家庭用浄水器、市販の水の高度浄水導入前後の使用状況
CVM調査	高度浄水への支払い意欲額

表-2 アンケート回答者属性

性別	男性：15%	女性：85%				
年齢	20代：6%	30代：21%	40代：27%	50代：27%	60代：14%	70代以上：5%
職業	会社員：8%	公務員：15%	自営業：5%	主婦：58%	その他：14%	
住居形態	一戸建て：71%	マンション・その他：29%				

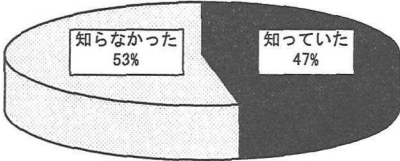


図-1 高度浄水の認知度

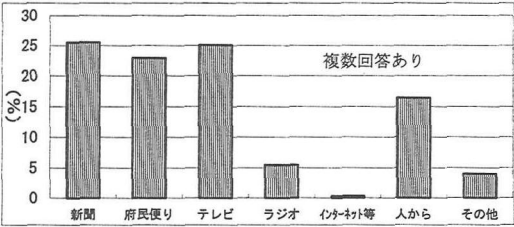


図-2 情報入手手段

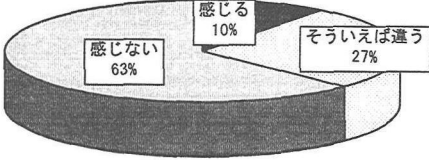


図-3 味の変化の感知

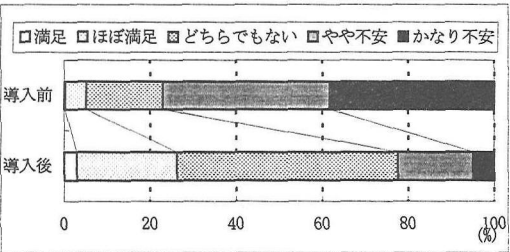


図-4 導入前後の水道水への満足度

度を高め、不安を解消しているが、導入後でも「どちらでもない」と評価している人が 52%おり、府民は十分満足しているとは言えない。

高度浄水導入前に「やや不安」、「かなり不安」と答えた人の導入前後の不安・不満の原因を図-5に示す。高度浄水導入により「カルキ臭」、「変な味がする」等の味・においに関して不満・不安に感じている人は 80%~90%程度減少した。また、安全性に関する不満・不安の原因である「トリハロメタンが心配」と感じている人は 60%、「漠然と心配」と感じている人は 40%程度減少した。安全性に関する不満・不安は味に関する不満・不安と比較して解消されていない。特に「漠然と心配」と感じている人が減少していない。その理由として、味に比べて安全性は向上したことを実感できないこと、安全性に対する正しい認識が充分でないことが考えられる。

回答者全員に質問した高度浄水導入前後の水道水の使用用途(図-6)を見ると、導入前後ともに料理やお茶など水道水に熱を加える用途が多い。高度浄水導入により今まで水道水の味や安全に対して不安や不満に思っていた要因が減少し、水道水への満足感は増加したが、各用途の水道水使用量は導入前より若干しか増加していない。これは、漠然と安全面に対して不安を感じている人が減少していないことが原因であると推察される。用途別では、飲み水用や希釈用などの直接飲料水として使う用途の使用量は、熱を加えて利用する用途の使用量よりも若干増加している。

(2) 家庭用浄水器

家庭用浄水器を設置している家庭は 50%程度であった(図-7)。家庭用浄水器の設置理由は「味がおいしくなるように」(37%)、「安全性を高めるために」(31%)であり、水道水への不満が主な理由である。また、高度浄水と家庭用浄水器の味の違いを示した図-8を見ると、家庭用浄水器を設置している約 60%の人が「家庭用浄水器の水の方がおいしい」、約 35%の人が「変わらない」、「わからない」と評価している。高度浄水後の家庭用浄水器の使用予定を示した図-9では、導入後も家庭用浄水器を 83%の人がそのままつけておくと考えている。その理由は、水道水に対する漠然とした不安が解消されていないこ

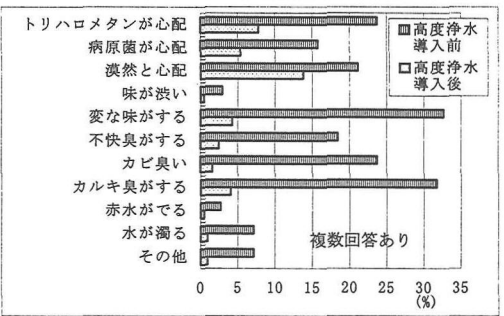


図-5 導入前後の不安・不満の原因

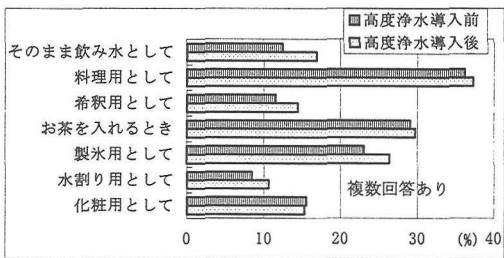


図-6 導入前後の水道水の使用用途

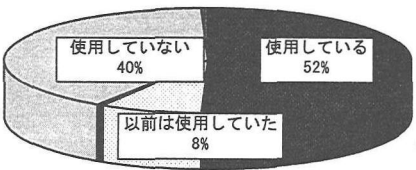


図-7 浄水器設置率

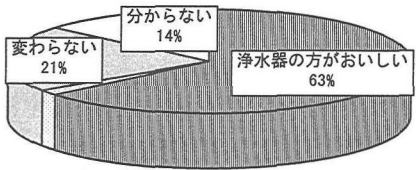


図-8 高度浄水と浄水器の味の比較

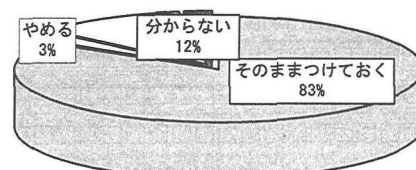


図-9 高度浄水後の設置予定

と、調査時点では導入後あまり日数が経過していないことが考えられる。

(3) 市販の水

市販の水の購入状況を示した図-10を見ると、週1回以上購入する人は37%(週3日以上:19%、週1~2日程度:18%)であり、全く購入しない人は33%であった。市販の水を購入している人の主な購入理由は「おいしいから」(38%)、「安全性を高めるために」(26%)であるが、浄水器の使用理由と異なり、「ミネラル補給」や「何となく」という回答が見られた。

また、高度浄水と市販の水の味の違いを示した図-11を見ると、市販の水を購入している人で市販の水の方がおいしいと答えたのは、42%であり、過半数の人は「わからない」、「変わらない」と感じている。市販の水を購入している人の高度浄水導入後の購入予定を示した図-12を見ると、導入により市販の水を購入していた人のうち、19%は「買うのを控える」、5%は「買うのをやめる」と答えており、購入抑制意識が高まっている。

(4) 高度浄水導入による意識変化

(1)~(3)の結果から高度浄水導入は府民の水道水への不安感を減少させ、満足感を増加させた。しかし、飲料水用や料理用などの水道水使用量は導入前より若干しか増加しておらず、また、家庭用浄水器を設置している家庭では引き続き利用する世帯が多い。これは、水道水に対する漠然とした不安が高度浄水導入後も解消されていないためであると考えられる。一方で、市販の水を購入していた人は市販の水の購入抑制しようとする意識が高まった。今後、府民が安心して水道水を今以上に利用できるようになるためには、水道水の供給者は高度浄水導入と安全性の向上の関係をより明確に示し、情報提供することが重要である。

4. 水道水への満足感を高める方法

高度浄水導入効果を需要者に認識させる方法を検討するため、高度浄水導入による水道水への満足感を高める要因を分析した。

(1) 味の感知と高度浄水の認知度 (図-13)

味の変化を感じた人の84%は高度浄水が導入された情報を主に新聞、テレビ、府民便りにより知っていた。逆に、味の変化を感じなかった人は36%しか導入されたことを知らなかった。これより、高度浄水が導入されたことを認識することによって味の変化を感じやすくなる。

(2) 味の感知と高度浄水導入前後の満足度(図-14)

水道水の味の変化を感じた人のうち、水道水に「満足」、「ほぼ満足」と回答した人の割合は、高度浄水

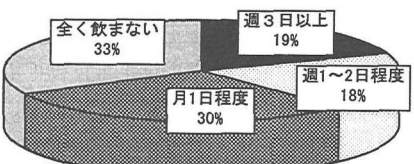


図-10 市販の水の購入状況

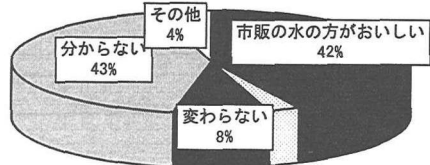


図-11 高度浄水と市販の水の味の比較

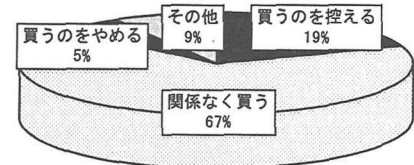


図-12 高度浄水後の市販の水の購入予定

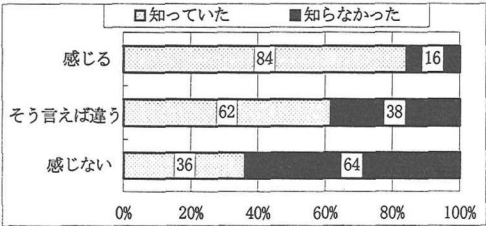


図-13 味の感知と高度浄水の認知度

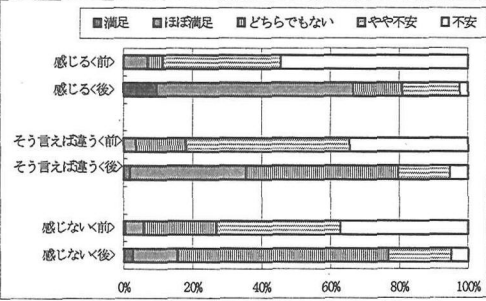


図-14 味の感知と導入前後の満足度

導入で 11%から 67%に上昇した。逆に、変化を感じない人のうち、水道水に「満足」、「ほぼ満足」と回答した人の割合は、導入で 5%から 15%上昇したが、味の変化を感じた人より上昇していない。同様に、「不満」、「やや不満」と回答した人の減少率も味の変化を感じた人の方が高かった。

すなわち、高度浄水事業の情報を知っている人の方が、知らない人より味の変化を感じやすくなり、水道水への満足感は増加している。

5. CVM 評価

(1) シナリオの設定

本研究では、支払カード方式 (payment card) を用いて高度浄水導入による安全性と味の向上への支払い意志額を個別に被験者に質問した。高度浄水処理導入により 300～450 円/月/世帯程度かかる⁶⁾ことから、提示する金額は安全性の向上、味の向上の項目でそれぞれ「支払いたくない」、「100 円/月/世帯」、「300 円/月/世帯」、「500 円/月/世帯」、「1,000 円/月/世帯」、「2,000 円/月/世帯」とし、3,000 円/月/世帯以上は自由回答とした。

(2) バイアスの補正

CVM は意識調査であるため、多くのバイアス発生が懸念されるが、バイアス発生を低減させるため極力 NOAA(国家海洋大気管理局)のガイドライン⁸⁾に準拠するように努めた。なお、このガイドラインには、CVM 評価結果の信頼性を高めるための注意事項が網羅されており、CVM を実施する際の基準の一つとなっている⁴⁾。高度浄水に関する質問について無回答であったり、明らかに論理的矛盾が含まれているサンプルは除外し、バイアスの補正を行った。除外対象を表-3 に示す。除外サンプルを除く有効回答数は 259 となった。

(3) 高度浄水への支払い意志額推定

1) 安全性、味の向上への支払い意志額

有効サンプルを用いて 1 か月 1 世帯当たりの高度浄水への支払い意志額 (WTP) を推定した。安全性、味の向上への支払い意志額の分布を図-15 に示す。今回の調査では「支払いたくない」～「1,000 円/月/世帯」までの回答比率は高く、「2,000 円/月/世帯」、「3,000 円/月/世帯」の回答比率は低かった。平均支払意志額では、味の向上への支払い意志額が 551 円/月/世帯、安全性の向上への支払い意志額が 624 円/月/世帯となった。安全性の向上への支払い意志額の方が味の向上より 70 円/月/世帯高い結果となり、府民の要望は味の向上よりも安全性の向上の方が大きい。

表-3 サンプル除外対象

除外サンプルとその理由	バイアス名	該当者数(人)
属性が学生の場合は、水道料金負担の認識が希薄なため除外する。	母集団選択バイアス	3
「水道料金を高いと思うか」という質問に対して「分からない」と答えている人は水道料金に対する認識が希薄であると考えられるので除外する。		44
住居年数が1年未満の人は、その地域の以前の水道水をあまり知らないので除外する。	地理的集計バイアス	17
「あなたは高度浄水の変化を感じるか」という質問に対して「感じない」と答えたにもかかわらず、高額なWTPを回答しているものを除外する。	回答矛盾バイアス	21
「あなたは高度浄水の変化を感じるか」「以前の水道水の満足度」、「高度浄水後の満足度」「高度浄水への支払い意志額」に関する質問項目のいずれかが無回答である回答は高度浄水を理解していないと見なし除外する		122
「以前の水道水の満足度」と「高度浄水後の満足度」の満足度の変化がない、もしくは満足度が減少していると回答した人で高額なWTPを回答しているものを除外する		13
高度浄水後の満足度が「やや不安」、「かなり不安」と回答した人で高額なWTPを回答しているものを除外する。		11

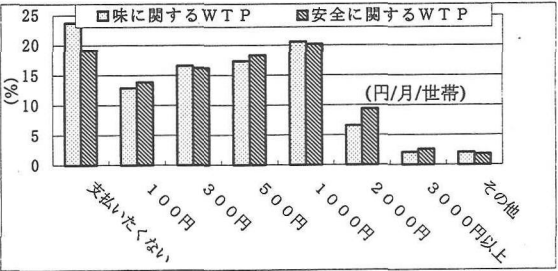


図-15 高度浄水への WTP の分布

2) 高度浄水への支払い意志額の推定

本研究で算出した味の向上への支払い意志額は 551 円/月/世帯、安全性の向上への支払い意志額は 624 円/月/世帯であるが、これらを単純に合計すると、高度浄水への支払い意志額としては過大に見積もる可能性がある。CVM による高度浄水への支払い意志額調査を行った既往研究としては、本研究とは質問方法、質問内容、回答者の高度浄水の経験の有無等が異なるが、明石ら(1994)⁷⁾の研究が報告されており、そこでの高度浄水への支払い意志額は 1,035.7 円/月/世帯であった。したがって、高度浄水への支払い意志額は 600 ～1,000 円/月/世帯程度の間であると推測する。

3) 市販の水の購入費用との比較

1 人 1 日 500ml の市販の水を飲むとして、1 世帯 1 か月当たりの市販の水の購入費用を算出した。市販の水の価格を 2ℓ : 約 230 円、1 世帯当たり的人数を 3 名とすると、1 か月 1 世帯当たりの市販の水の購入費用は約 5,200 円/月/世帯となる。市販の水の購入費用は水道水が改善されることへの支払い意志額より多く、高度浄水に対して市販の水ほど価値を持っていない。

4) 高度浄水導入費用と高度浄水への支払い意志額の比較

高度浄水導入費用と高度浄水への支払い意志額を比較した。高度浄水導入に約 15 円/㎥程度必要となる⁸⁾とすると府営水道は年間約 6 億 ㎥を供給しているので、高度浄水導入により年間 90 億円程度かかることになる。一方、本研究で算出した味の向上への支払い意志額は 551 円/月/世帯、安全性の向上への支払い意志額は 624 円/月/世帯で、大阪府営水道の対象とする世帯数は約 220 万世帯であるので、味の向上への総支払い意志額は約 145 億円/年、安全性の向上への総支払い意志額は約 164 億円/年となる。高度浄水導入による意識的な便益(支払い意志額)の費用に対する比率で表せる費用便益比は、味の向上、安全性の向上ともに 1 以上となり、高度浄水導入費用よりも府民の支払い意志額は高い。

(4) 支払い意志額へ影響を与える要因

年代と高度浄水への支払意志額の関係を示した図-16を見ると、50代までは年代が高くなるにつれ高度浄水への支払い意志額は高くなる傾向が見られた。

市販の水の購入頻度と支払い意志額の関係を示した図-17では、よく飲む(週 3 回以上)、たまに飲む(週 1～2 回程度)、あまり飲まない(1 か月 1 回程度)、全く飲まないの順に支払い意志額は低下している。また、安全の向上への平均支払い意志額は市販の水をよく飲む人は 840 円、全く飲まない人は 470 円となった。前者の方が高くなった理由として、市販の水を購入している人は安全でよりおいしい水をより望んでいること、高度浄水導入により市販の水に使っていた金額を高度浄水のために転換してもよいという意志がはたらいた(高度浄水導入により市販の水の購入を抑える: 19%, やめる: 5%)と考えられる。

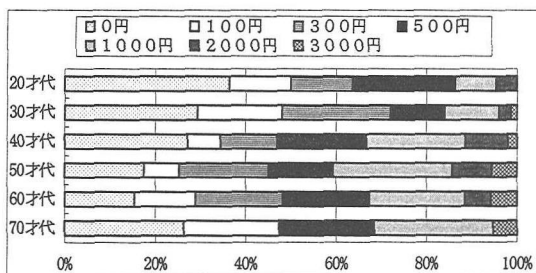


図-16 年代と支払い意志額<安全の向上>

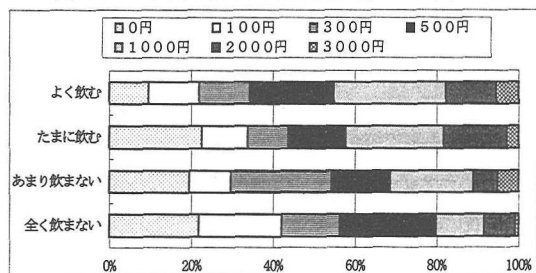


図-17 市販の水の購入頻度と支払い意志額
<安全の向上>

6. まとめ

本研究では、高度浄水導入により府民が認識する便益を明らかにし、便益を需要者に認識させるための要因を検討し、以下の結果を得た。

- ① 高度浄水導入は水道水に対して不満に思っていた 77%の人を 22%に減少させるなど、水道水への不安感を減少させ、満足感を増加させた。
- ② 高度浄水導入により味・においに関して不満・不安に感じている人は 80%～90%程度減少したが、安全性に関して不満・不安に感じている人は 40%～60%程度しか減少してない。
- ③ 飲料水用や料理用などの水道水使用量は高度浄水導入前より若干しか増加しない。
- ④ 高度浄水導入により市販の水の購入抑制意識が高まったが、家庭用浄水器を設置している家庭では浄水器を引き続き利用する世帯が多い。
- ⑤ 高度浄水が導入されたことを認識することによって味の変化を感じやすくなり、水道水への満足感も増加していることから、高度浄水事業の PR 活動は重要である。
- ⑥ CVM で推定した味の向上への支払い意志額は 551 円/月/世帯、安全性の向上への支払い意志額は 624 円/月/世帯であり、安全性の向上への府民の要望の方が味の向上よりも大きい。

高度浄水導入便益を需要者に認識させ、そのための費用負担の理解を得るため、ならびに住民が水道水を安心して今以上に利用するようになるためには、水道水の供給者が高度浄水導入と安全性の向上の関係をより明確に示し、情報提供することが重要なポイントである。

本研究では高度浄水導入直後のアンケート調査で高度浄水供給により府民が認識する便益を明らかにした。事業経過後は情報提供量が減少するのが一般であり、導入直後より府民の高度浄水への便益は低下している可能性があり、事業経過後の高度浄水への便益や意識、事業に関する情報提供の府民への浸透度を調査することも必要である。

【謝辞】 本研究の遂行に当たり、種々の面からお世話になった方々に心からお礼申し上げます。また、大阪府水道部をはじめ貴重なデータを提供していただいた方々に厚くお礼申し上げます。なお、データの解析に当たっては卒研生の田中良尚君、アンケート調査においては当時の卒研生の協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 今田俊彦, 萩原良巳, 佐々木一春, 小泉明, 山田良作: 需要者ニーズによる配水管理目標の設定に関する分析, 水道協会雑誌, 第 64 巻, 第 8 号, pp.34～46, 1995.8
- 2) くらしの水府営水道のあらまし, 大阪府パンフレット,
- 3) 眞柄泰基: 高度浄水処理の現状と今後の動向, 水道協会雑誌, 第 67 巻, 第 12 号, 1998.12
- 4) 栗山浩一: 公共事業と環境の価値—CVM ガイドブッカー, 1997
- 5) 長瀬重義: 安全でおいしい水の安定供給をめざして, 土木学会誌, pp2～5, Vol.83, 1998.7
- 6) 藤田正樹, 梶野勝司, 谷淵決二, 井上圭司: 関西における高度浄水処理, 水道協会雑誌, 第 65 巻, 第 8 号, 1996.8
- 7) 明石達郎, 安田八十五: リスク-便益分析による環境政策の評価と測定—高度浄水処理事業の事例研究—, 日本リスク研究学会誌, pp96-104, 1994
- 8) Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Leamer, E. E., Rader, R. and Schuman, H: Report of NOAA Panel on Contingent Valuation, 58 Federal Register 4601, 1993