

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석*

엄 영 숙**

<차 례>

- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| I. 서 론 | III. 자료수집과 조사설계 |
| II. 자기보호이론과 표본선택을 고려한
이산선택 | IV. 실증분석 결과 |
| | V. 결론과 정책적 시사점 |

I. 서 론

일반인들은 매일 2~3리터 정도의 물을 평생 마시게 되므로 먹는 물에 유해 물질이 미량으로 함유되어 있더라도 건강에 미치는 영향은 매우 클 수 있다. 그래서 각국은 먹는 물 중에 오염될 가능성이 높은 유해물질에 대하여 일생 동안 섭취하여도 유해하지 않는 농도인 최대허용량을 먹는 물 수질기준으로 정하고

* 익명의 심사위원들의 유익한 논평에 감사드립니다.

** 전북대학교 상과대학 경제학부 교수.

있으며, 하천수, 호소수 등의 표류수를 이 기준에 적합하도록 정수처리한 수돗물을 먹는 물로 공급하고 있다.

이렇듯 음용수로 사용되는 수돗물이 1990년대 초 이후부터 각종 수질오염사고로 국민들에게 많은 불신을 받고 있다. 최근에 환경부에서 전 국민을 대상으로 실시한 여론조사결과에 의하면 응답자들의 58%가 수돗물이 식수로 적합하지 않다고 대답하였다. 이들 중 반절 정도가 ‘막연히 불안해서’라고 응답하여, 응답자들이 갖는 불안감이 수돗물의 맛, 색깔, 녹물이나 이물질 등 기준에 수돗물을 기피하는 이유로 알려진 것보다 더 복합적인 것으로 나타났다(환경부, 2005b). 이에 대해 한 시민단체는 또 다른 여론조사에서 응답자들의 80%가 수돗물을 마시면 ‘건강에 좋지 않다’고 생각한다는 결과를 인용하면서 시민들이 평가하는 ‘막연한 불안감’은 바로 ‘건강에 대한 우려’일 수 있다고 평가하고 있다(수돗물 시민사회, 2005).

산업화와 도시화가 진행됨에 따른 다양한 화학물질의 이용이 증가되고, 과학의 발달로 미량의 유해화학물질들이 하천 등 상수원수 생태계와 인체에 미치는 영향이 밝혀짐에 따라 대부분의 선진국에서는 먹는 물 수질환경기준이나 규제기준을 지속적으로 보완 강화하고 있다.¹⁾ 우리나라에서도 1963년 수도법 제정과 함께 대장균 등 미생물에 관한 먹는 물 수질기준이 설정된 이후, 규제대상이 되는 건강상 유해 무기물질과 유기물질의 범위를 세계보건기구(WHO) 권고나 미국의 환경보호청(EPA) 규제강화 등에 발맞추어 계속 확대하여 오고 있다.

그러나 우리나라의 먹는 물 수질기준이 아직도 너무 느슨하다고 지적하는 연구결과들이 나오고 있다. 일례로 최지용·신은경(1998)에 따르면 건강에 유해한 영향을 미치는 무기물질로 분류되는 비소(As)의 환경기준치는 0.05ppm인데 이 기준치를 통과하는 수질의 물이라도 계속 마실 경우 인구 1만 명당 3명이 암에 걸릴 가능성이 있다고 지적하고 있다. 또한 납(Pb)도 현재의 기준치인 0.1ppm

1) 먹는 물의 수질기준이 과거에는 주로 지표미생물, 지질성분, 중금속 등이었으나 현재는 농약, 유기화학물질, 소독부산물 등 미량이지만 독성이 높은 물질로 변하고 있으며 그 농도도 mg/l 수준에서 $\mu\text{g/l}$ 수준으로 강화되고 있다.

정도를 계속 섭취하면 만성중독과 구토, 설사는 물론 혼수상태에 이를 수 있다고 밝히고, 이와 같이 인체에 위해성이 알려진 비소와 납 등의 기준치는 세계보건기구(WHO) 기준인 0.01ppm으로 낮추어 수질기준을 강화하여야 한다는 논의가 꾸준히 이루어지고 있다(한겨레, 1998; 황건식, 2004; 환경부, 2005a).

물론 정부는 모든 국민들이 안심하고 물을 마실 수 있도록 수질을 개선하기 위하여 연구하고 조사하며 제도적 및 정책적인 뒷받침을 하려고 노력하고 있다. 그런데 제한된 재원을 이용하여 효율적인 먹는 물 수질기준의 강화나 수질개선을 위한 정책을 수립하고 시행하기 위하여서는 제반 비용(costs)에 관한 정보와 함께 소비자들이 개선된 수질에 부여하는 가치인 수질개선의 편익(benefits)에 관한 정보가 필요하다.²⁾ 이러한 필요성에 부응하여 우리나라에서도 그 동안 조건부가치측정법(곽승준, 1993)과 회피행위접근법(김도영·김경환, 1994), 실험시장접근법(엄영숙, 1998) 등을 적용하여 비시장재인 먹는 물 수질개선의 편익을 추정하려는 노력이 있어 왔다. 이러한 기존의 연구들은 건강위험에 대한 소비자들의 반응을 진술선호 혹은 현시선호 자료를 통하여 분석하고 가치평가와 연결하였다. 그러나 또 다른 중요한 측면인 소비자들의 주관적 위험인지(risk perceptions)에 대한 논의는 고려하지 않았다.

본 연구는 건강위험에 대한 소비자들의 반응을 경제학적으로 분석하고자 할 때 대두되는 중요한 세 가지 요소—위험인지(perceptions), 행동(behavior), 가치평가(valuation)—들을 체계적으로 분석하고자 한다. 소비자들의 수돗물 음용과 관련한 건강위해 가능성에 대한 염려와 우려 수준에 영향을 미치는 요인들을 분석하고, 나아가서 건강상 안전한 음용수에 대한 소비자들의 선호를, 정

2) 미국의 경우에는 1981년 레이건 대통령이 연간 효과가 최소한 1억 달러 이상으로 추정되는 주요 법안(major rules)이나 규제입안이나 변경시 규제영향평가(regulatory impact analysis)를 의무화하는 대통령령 12291를 발표한 이후, 주요 환경정책 입안시 환경편익이나 환경비용을 추정하는 것이 상당히 정례화되었다. 이 규제영향평가는 1993년 클린턴 대통령 당시 경제분석(economic analysis)으로 강화되어 중요한 규제(significant regulatory actions)들은 편익이 비용을 초과하는 합리적인 정당성이(reasoned justification) 입증될 때만 적절하다고 판단된다고 명시하고 있다(대통령령 12866).

책적으로 논란이 되고 있는 유해물질인 비소를 사례로 진술선호접근법(stated preference (SP) method)을 사용하여 측정해 보고자 한다. 대부분의 SP 연구들이 주로 평가대상인 비시장재에 대한 지불의사와 관련한 질문에 직접 응답하도록 하는 조건부가치측정법(contingent valuation method)을 사용하는데 반하여, 본 연구에서는 가격과 건강위험을 음용수 제품의 특성(attributes)으로 취급하고 이들 특성이 다른 두 종류의 가상적 음용수 제품에 대한 선택을 하도록 유도하는 조건부행동접근법(contingent behavior method: CBM)³⁾을 적용하고 있다. 특히 건강위험에 있어서 차별화된 두 가지 종류의 음용수 제품에 대한 이산적 선택(discrete choice)을 확률효용모형(random utility model)으로 제시하고, 나아가서 이산적 가상선택에 참여하지 않은 무응답자들의 영향을 고려하여 표본선택편의 발생 가능성을 교정하였다.

본문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ절에서는 건강위험을 회피하기 위한 자기보호행동을 이산선택모형의 하나인 확률효용모형으로 제시한다. 제Ⅲ절에서는 본 연구의 실증분석에 사용될 자료의 수집과정을 설명한다. 제Ⅳ절에서는 실증분석 결과를 설명하고, 제Ⅴ절에서는 본 연구에서 얻은 결론을 요약한다.

3) 이 CBM 방법은 최근 비시장재 가치평가방법으로 많이 활용되고 있는 실험선택(choice experiments)의 특수한 경우라고도 볼 수 있다. 보통 실험선택의 경우에는 한 소비자가 평가대상인 조건부 상품의 여러 가지 특성에 대한 상호교환(trade-offs)을 여러 차례 반복적으로 선택할 수 있도록 설계하고 있다. 반면에 본 연구에서 시도되는 가상선택은 음용수의 두 가지 특성에 대해 한 번의 선택으로 상호교환하도록 설계하고 있다. 자세한 조사설계에 대한 설명이 후술될 것이다.

II. 자기보호이론과 표본선택을 고려한 이산선택

1. 건강위험을 줄이기 위한 자기보호행동이론

한 전형적인 소비자가 주어진 소득을 Hicksian 종합재를 포함한 일련의 재화 X 에 배분한다고 가정하자. 또한 소비자가 일련의 X 재 소비로부터 도출하는 효용은 그의 건강상태, z 에 의존한다고 가정하자. 특히, 수돗물에 함유된 건강상 유해물질에 평생 노출된다면, 암과 같은 난치병에 걸려서 조기사망(early death)할 가능성이 있고, 그 확률이 π 라고 하자. 정책적 견지에서 보면 여러 형태의 환경적 유해물질(오염물질, 잔여물 혹은 폐기물)에 노출되어 건강상 위해(질병이나 조기사망)가 발생할 확률을 건강위험(health risk)으로 정의하고 있다.⁴⁾ 건강상 위해와 같이 원상복구가 불가능한 효과(irreplaceable effects)에 관한 분석을 할 때, 경제학자들은 효용함수의 모양이 소비자의 건강상태에 따라 다르다고 보는 상황의존적 선호관계(state-dependent preferences)에 기초하여 왔다(Cook and Graham, 1977; Viscusi and Evans, 1990; Eom, 1994).

분석의 편의를 위하여 두 가지 건강상태만을 고려하여, 난치병이 발생할 경우($z=1$)와 발생하지 않은 경우($z=0$)만을 상정하였고, 다음과 같이 단순화 시켰다.

$$U_g(X) = U(X, z=1); U_b(X) = U(X, z=0)$$

이 때 모든 X 에 대해 $U_g(X) > U_b(X)$ 라고 가정한다.

4) 좀더 구체적으로 말하면, 오염물질에 노출될 가능성, 이러한 노출이 건강상 위해를 가져올 가능성, 그리고 이러한 건강상 위해로 인해 발생할 수 있는 죽음을 포함한 광범위한 결과들(outcomes)을 포괄한다.

소비자들이 이러한 건강위해 가능성에 대해 인식을 하고 있다면, 가만히 있기보다는 건강위해의 가능성을 줄이기 위한 회피행위(avoiding behavior)를 취하여 건강장애를 입을 확률(즉, 건강위험)을 줄이고자 노력할 것이다. 본 연구의 대상인 수돗물에 의한 건강위험을 줄이기 위하여 생수를 구입하거나 정수기를 설치하는 가정이 늘고 있다.⁵⁾ 이와 같이 건강위험(health risks)이 소비자들이 취한 회피행위(avoiding behavior)에 의해 달라질 수 있다는 인식은 Ehrlich and Becker (1972)에 의해 자기보호행동모형(self-protection model)으로 전개되었다. 즉, 개인이 직면하는 건강위험 π 는 취해진 자기보호행동 v 의 함수로 설명되어 $\pi = \pi(v)$ 로 표시된다. 자기보호행동의 가능성을 포함한 개인들의 소비 선택은 다음과 같은 예산 제약 하의 기대효용 극대화 문제로 구성될 수 있다.

$$\text{Max}_{X, V} EU = \pi(v)U_b(X) + (1 - \pi(v))U_g(X) \quad (1)$$

$$\text{s.t. } M = pX + p_v V \quad (2)$$

여기서 M 은 소득, 그리고 p 는 일련의 X 재의 상대가격을 나타낸다. 또한 v 는 자기보호행동, p_v 는 그 가격을 나타낸다. Ehrlich and Becker (1972)에 의하면 개인이 취한 자기보호행동은 조기사망의 확률분포 자체를 왼쪽으로 이동시켜 사망의 확률을 감소시키고 생존의 확률을 증가시킬 것이라고 주장한다. 또한 그들은 개인들이 자신이 취한 자기보호행동이 건강위험에 어떻게 영향을 미칠 것이라는 것을 알고 있다고 가정한다. 이러한 가정 하에서 소비자들이 인식하는 건강위험(π^0)은 의사결정과정에서 ‘외생적’인 변수가 되고, 건강위험의 함수적 관계가 알려져 있다($\pi^0 = \pi(v)$)는 의미에서 ‘객관적’ 정보로 남아 있다.

자기보호행동 v 는 개인들이 자신의 시간을 활용하거나 가계생산과정에 필수적인 재화(essential inputs)를 구입하는 것들을 포함한다. 이 때, 소비자가 취

5) 앞에서 언급한 바와 같이, 최근 환경부에서 실시한 조사결과 응답자들의 4% 정도만이 수돗물을 직접 음용수로 사용하고, 대부분의 응답자들이 수돗물을 끓여 마시거나, 정수기를 설치하거나, 생수를 구입하여 먹는 것으로 조사되었다(환경부, 2005b).

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

하는 v 의 형태는 한계조정이 가능하여 연속적 선택(continuous choices)의 형태를 취하거나, 위험에 있어서 차별화된 몇 개의 대안들 중에서 선택하는 이산 선택(discrete choices)의 형태를 취할 수 있다.⁶⁾ 나아가서 자기보호행동 v 는 소비자의 효용을 직접적으로 도출하지는 않고 단지 건강위험만을 감소시켜 준다고 가정한다.⁷⁾

이와 같이 소비자 자신이 인식하는 건강위험 수준 $\pi^0(=\pi(v))$ 를 달성하기 위한 자기보호행동을 포함한 간접효용함수의 기대치는 식 (1)과 식 (2)를 풀음으로써 식 (3)을 구할 수 있다.⁸⁾

$$EV(p, p_v, \pi, M) = \pi(p_v) V_b(p, M, \pi) + \pi(p_v) V_g(p, M, \pi) \quad (3)$$

여기서 $V_i(M, p, \pi) = U_i[X^*(M, p), M - pX^*(M, p) - p_v v^*(p_v, \pi)]$, $i = b, g$ 그리고 X^* 와 v^* 는 X 재 자기보호행동 v 의 최적선택 수준을 나타낸다. 식 (3)의 간접효용함수들은 소득 M 에 대해 비감소적이고, 가격 p 에 대해서는 볼록성을 유지하는 등 보통의 속성들을 충족시키는 것으로 가정되었다(즉, $\partial V_i / \partial Y > 0$ 그리고 $\partial V_i / \partial p < 0, i = b, g$).

6) 기존의 문헌에서 고려된 자기보호행위 중 연속적 선택의 경우는 집안 청소를 위한 비누의 구입(Courant and Porter, 1981), 집안 청소의 빈도(Harford, 1984), 담배구입량의 감소(Ippolito and Ippolito, 1984)를 들 수 있다. 이산적 선택형식의 자기보호행위의 예로는 안전벨트의 착용여부(Blomquist, 1979), 화재경보기의 구입(Dardis, 1981), 생수의 구입여부(Smith and Desvougues, 1986; 김도영·김경환, 1994), 정기적 의료검진(Gerking and Stanley, 1986), 썸크림의 구입(Dickie and Gerking, 1996), 농약 안전식품의 구입(Eom, 1994) 등을 들 수 있다.

7) 즉, 가계생산의 비결합성(nonjointness)을 가정한다. 가계생산의 결합성(jointness)은 환경질이 소비자의 효용에 한 가지 방법 이상으로 영향을 미칠 때 발생한다. 즉, 음용수로서 수돗물 대신에 생수를 구입하는 회피행동은 건강위험 가능성뿐만 아니라 물의 맛에 의해서도 영향을 받을 수 있다. 사실 좀더 현실적인 설명이긴 하지만, 가계생산의 결합성을 허용하게 되면 회피행위분석은 지불의사에 대한 명백한 결론을 도출할 수 없을 정도로 복잡하게 된다(Hori, 1975; Bockstael and McConnell, 1983; Berger *et al.*, 1987).

8) 자기보호이론의 전개에 따른 식 (3)과 건강위험 감소에 대한 한계지불의사의 도출과정에 대한 자세한 내용은 Eom(1995)을 참조할 수 있다.

2. 표본선택을 고려한 이산선택

현실적으로 소비자들이 수돗물로부터의 건강위험을 줄이기 위하여 취하는 자기보호 행동 중 한계적 조정이 가능한 연속적 선택의 사례를 고찰하기란 쉬운 일은 아니다. 대안으로서 먹는 물에 함유될 가능성이 있는 유해물질에 대한 소비자들의 반응을 이산적 선택결정(discrete choice decisions)의 결과로 생각해 볼 수 있다. 다시 말하면 수돗물의 음용수로서의 적합성을 의심하는 소비자들이 수돗물 대신에 생수를 구입하여 음용수로 사용하기로 결정하는 것은 이산적 자기보호행동의 일례라고 볼 수 있을 것이다.

소비자가 자주 가는 가게에 두 종류의 1.8리터 들이 물병(즉, A제품과 B제품)이 진열되어 있고, 이 두 제품 중의 하나에 대한 구매의도를 표시하는 조건부 선택(contingent choices)에 직면하고 있다고 상정하자. 두 종류의 음용수는 다른 모든 특성은 같은데, 물의 가격과 유해물질로 인한 건강위험의 정도에 있어서 차이가 있다고 표시되어 있다. A제품은 건강상 유해물질이 남아 있을 가능성이 있는 반면에, B제품은 해당 유해물질에 대한 엄격한 검사를 거쳐 유해물질의 함유 가능성이 A제품에 비해 현저하게 낮다. 두 종류(A제품과 B제품)의 음용수 중 어느 제품을 선택할 것인가 하는 결정은 소비자가 두 제품 중 단지 한 제품만을 구입하는 코너해(corner solution)를 수반한다. 이럴 경우, 선택의 결과는 각 제품을 소비함으로써 실현되는 총기대효용(total expected utility)에 의존한다고 가정된다(Ben-Akiva and Lerman, 1985). 그러므로 식 (3)에 전개된 사전간접효용 EV 는 두 조건부 사전간접효용(EV^A 와 EV^B)의 극대치를 나타낸다.

$$EV(M, p_v, \pi; \Theta) = \max [EV^A(M, p_v^A, \pi^A; \Theta), EV^B(M, p_v^B, \pi^B; \Theta)] \quad (4)$$

여기서 p_v^A 와 p_v^B 는 생수 A제품과 B제품의 단위가격을 나타내고, π^A 와 π^B 는 A제품과 B제품의 소비에 따른 건강위해의 가능성을 나타낸다. Θ 는 소비자

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

의 상태의존적 선호를 반영할 수 있는 일련의 개인적 태도 및 인구통계학적 특성을 나타낸다. A제품으로부터의 건강위해 가능성이 B제품보다 높다고 가정하였기 때문에(즉, $\pi^A > \pi^B$), 제품의 다른 속성들이 일정하다고 할 때, A제품의 가격은 B제품의 가격보다 낮다(즉, $p_v^A < p_v^B$). 음용수로부터의 유해물질에 노출되는 것을 꺼리는 소비자의 회피성향이 음용수 B제품을 구매하겠다는 의사결정에 단적으로 반영되어 있다.

McFadden (1974)과 Hanemann (1984)을 따라서, 각 $EV^i (i=A,B)$ 가 분석자들에게 불완전하게 알려져 있다고 가정하여, 하나의 확률효용모형(a random utility model)을 구축하고자 한다. 분석자들이 관찰할 수 없는 요소들은 개인을 구분하는 선호에 관련된 요소들이거나 대안을 구별하는 제품의 속성들일 수 있다. 이러한 시각에서 볼 때, 식 (4)에서 EV^i 는 $\overline{EV^i} + \varepsilon^i (i=A,B)$ 로 표시할 수 있다. 이 때 $\overline{EV^i} (i=A,B)$ 는 선택 i 에 대한 EV^i 중 결정적인 부분을 ε^i 는 확률적인 부분을 나타낸다. 관례를 따라서 $\overline{EV^i} (i=A,B)$ 가 선형함수 형태로 개략될 수 있는 것으로(Hanemann, 1984; Smith and Desvousges, 1990; Eom, 1994) 가정했을 때, B제품에 대한 사전간접효용이 A제품에 대한 것보다 클 때만(즉, $EV^B > EV^A$), 소비자가 B제품에 대한 구매의사를 표현할 것이므로, 이러한 상황을 식 (5)와 같은 효용차등식(utility difference function) $\Delta \overline{EV} (= \overline{EV^B} - \overline{EV^A})$ 로 나타낼 수 있다.

$$\Delta \overline{EV} = \alpha - \beta(p_v^B - p_v^A) + \gamma(\pi^A - \pi^B) + \tau M + \eta \theta = \beta_1 Y \quad (5)$$

여기서 상수 $\alpha = \alpha^B - \alpha^A$ 를 나타내고 $\tau = \tau^B - \tau^A$ 그리고 $\eta = \eta^B - \eta^A$ 를 나타낸다. 각 $EV^i (i=A,B)$ 에 대하여 제품을 구별하는 변수들의 계수들은(β 와 γ) 같은 반면에, 개인을 구별하는 변수들의 계수들은(δ 와 η) 서로 다르다고 가정하였다. 즉, p_v 와 π 변수에 관련된 한계효용은 제품의 선택 여하에 상관없이 같으나, 인구·통계학적 변수들은 선택의 결과에 따라 한계효용에 다르게 영향을 미칠 수

있다는 것이다(Cramer, 1986). 식 (5)에 따르면, 안전제품(B제품)에 대한 구매 의도(purchase intentions)는 감소된 위험($\pi^A - \pi^B$)과 인상된 가격($p_v^B - p_v^A$) 사이의 상호교환(tradeoffs)으로 설명될 수 있음을 알 수 있다.⁹⁾

각 EV^i 에서 확률변수인 ε 이 정규분포를 취한다고 가정하였기 때문에, 식 (5)와 같이 정리된 자기보호행동을 취하는 의사결정은 하나의 프로빗 모형으로 나타낼 수 있다. 즉, 소비자가 안전한 음용수인 B제품을 선택할 확률은 식 (6)으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Pr(자기보호행동)} &= \text{Pr(B제품 구매의도)} & (6) \\ &= \text{Pr}(\overline{EV}^B - \overline{EV}^A > \varepsilon^A - \varepsilon^B) \\ &= \text{Pr}(\alpha - \beta(p_v^B - p_v^A) + \gamma(\pi^A - \pi^B) + \tau M + \eta\theta > \varepsilon) \end{aligned}$$

위와 같은 자기보호행동을 취할 가능성은 1차적으로 소비자들이 A제품이나 B제품 중의 하나를 구입하려는 의사를 표현했을 경우에만 관찰이 가능하다. A제품 혹은 B제품 중 하나에 대한 구매의도를 표시하는 조건부 선택(contingent choices)에 참여하느냐의 여부는 응답자들의 자기선택(self-selection)에 의한 결정이라고 볼 수 있다. 만약에 소비자들이 조건부 선택을 하느냐의 여부에 영향을 미치는 분석자에 의해 관찰되지 않은 요인들이 소비자들이 B제품을 선택하는 자기보호행동을 할 의도가 있느냐의 여부에 잠재적으로 영향을 미칠 수 있는 관찰되지 않은 요인들과 상호연관되어 있다면, 단지 조건부 선택에 참여한 응답자들만을 대상으로 한 절삭된 표본(censored sample)을 사용하여, 식 (6)에 제시된 자기보호행동에 대한 프로빗 모형을 추정한다면, 그 결과는 편의(biased)된 추정계수를 가져올 수 있다. 소비자가 조건부 선택을 하느냐의 여부도 관찰된

9) 식 (5)의 효용차등식은 가격과 위험변수들의 수준(levels)이 아니고 차이(differences)에 의해 영향을 받는다. 바로 이 점이 보통 조건부가치측정법(CVM) 자료분석에 적용되는 확률 효용모형과 본 연구에서 전개된 조건부행동접근법(CBM)에서 적용된 확률효용모형과의 차이라고 볼 수 있다.

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

표본선택 변수 δ 에 기초한 프로빗 모형을 통하여 분석할 수 있다. 다시 말하면

$$\begin{aligned} \delta = 1 & \text{ if } I^* = \beta_2'Z + v \geq 0 \\ \delta = 0 & \text{ if } I^* = \beta_2'Z + v < 0 \end{aligned} \quad (7)$$

여기서, I^* 는 관찰되지 않은 표본선택의 성향을 나타내는 지수이고, Z 는 표본선택에 영향을 미치는 요인들로서, 식 (5)에서 정의된 자기보호행동에 영향을 미치는 요인들과 일부 겹칠 수도 있다. 그리고 확률변수 v 역시 표준정규분포를 취한다고 가정한다. 표본선택을 고려한 음용수 제품의 구매의도와 관련한 응답자들의 반응유형들을 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\Pr(\text{B제품 구매의도/표본선택}) \times \Pr(\text{A제품 구매의도/표본선택}) \times \Pr(\text{표본선택하지 않음})$$

Van de Ven and Van Pragg (1981)가 Heckman (1979)이 전개한 연속함수에 대한 표본선택편의를 교정하는 방법을 이산선택모형에 대해서 응용하였다. 이 방법을 위의 반응유형들에 적용하여 로그우도함수를 구하면 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다(Van de Ven and Van Pragg, 1981, p. 241).

$$\begin{aligned} \text{Log } \mathcal{L} = & \sum_{i=1}^n \mu \delta \log [\Phi(\beta_1'Y_i \beta_2'Z_i \rho)] \\ & + \sum_{i=1}^n (1-\mu) \delta \log [\Phi(-\beta_1'Y_i \beta_2'Z_i -\rho)] \\ & - \sum_{i=1}^n (1-\delta) \log [\Phi(\beta_2'Z_i)] \quad (8) \end{aligned}$$

여기서 $\Phi(\cdot)$ 는 표준정규 누적확률함수를 나타내고, $\Phi(\cdot, \cdot, \rho)$ 는 이변량 표준정규분포 누적확률함수를 나타내며, 이 때 ρ 는 확률변수 ϵ 과 v 의 상관계수를 나타낸다. 그리고 μ 와 δ 는 안전한 음용수의 구매의도와 표본선택여부를 각각 나타내는 이산적 명목지수를 나타낸다. 식 (9)로 표시된 로그우도함수의 계수들은 GAUSS 5.0 프로그램을 사용하여 추정되었다.

Ⅲ. 자료수집과 조사설계

1. 수돗물에 잔류된 비소에 의한 건강위험

도시화와 산업화에 따른 환경오염으로 상수원수 중에 함유될 수 있는 미량의 유해물질의 종류가 많아지고 그 농도도 높아질 우려가 있다. 우리나라의 먹는 물 수질기준 항목은 ① 미생물에 관한 기준, ② 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준, ③ 건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준, ④ 심미적 영향물질에 관한 기준으로 나누어 여러 가지 유해물질의 목록을 정하고 음용수에 최대허용농도 등의 수질기준을 정하여 관리하고 있다(환경부, 2004). 이러한 유해물질들 중 최근 들어 비소의 독성에 관한 연구가 활발히 이루어지고, 그에 따라 비소에 대한 수질기준 강화에 대한 논의가 세계보건기구(WHO)와 유럽연합(EU) 그리고 미국 등 선진국에서 활발히 이루어지고 있다(최지용·신은경, 1998; 황건식, 2004).

건강상 유해영향 무기물질 중의 하나로 분류되는 비소는 공장폐수나 비산석회, 그리고 농약의 유입에 의하여 상수원수에 포함될 수 있다. 비소화합물은 독성이 강하며 소량을 장기적으로 섭취할 경우에는 지각장애, 부종, 간경변, 간장비대, 빈혈, 그리고 심장 등의 순환장애를 일으킬 수 있고, 결국은 암을 유발할 수 있는 발암성 유해화학물질이다. 현행 우리나라를 포함하여 비소에 대한 먹는 물 수질기준은 대체로 0.05ppm(i.e., 0.05mg/l)으로 규제되었다(환경부, 2004). 그러나 세계보건기구(WHO)의 발표에 따르면 비소농도가 0.05ppm 이하인 물을 음용수로 사용한 사람들 가운데에서도 암이나 피부질병 발생이 높다는 보고가 늘고 있다(최지용·신은경, 1998). 그리하여 세계보건기구와 유럽연합(EU)은 비소의 위협으로부터 벗어나기 위한 음용수 수질기준으로 0.01ppm을 권장하고 있다. 특히 미국의 경우에는 비소에 대한 새로운 연구 및 기준 마련을 포함한 1996년의 개정 안전음용수법(Safe Drinking Water Act)을 준수하기 위해 1940

년에 설정된 0.05ppm의 기준치를 0.01ppm으로의 강화를 추진하였다.¹⁰⁾ 우리나라에서도 현재 비소에 대한 수질기준 강화에 대한 논의와 연구가 진행중에 있다(환경부, 2005a).

본 연구의 대상인 비소를 포함하여 먹는 물에 잔류 가능성이 있는 유해물질들이 인체에 미치는 건강위해 효과는 다음의 몇 가지 이유로 명백히 설명하기가 어렵다. 첫째로는 오염물질 함유량이 극소량이어서 오염도를 정밀하게 측정하기 어렵다. 둘째로는 주어진 오염 수준이 초래하는 건강위험(health risks)은 주로 동물실험에 의해 측정되어 인체에 미치는 효과로 외삽되기 때문에 매우 불확실하다. 셋째로는 대체로 먹는 물 속의 이러한 유해물질들은 소량을 장기에 걸쳐 섭취하게 되고 또한 누적되어 건강위해 효과가 가시화되기까지는 오랜 시간이 걸리므로 오염도와 건강위해 효과를 직접적으로 연결하기가 어렵다. 그리고 마지막으로 심리학자들의 연구에 의하면 개인들은 인구 1만 명당 몇 명 등과 같은 매우 작은 확률의 변화를 인지하는 데 큰 어려움을 겪고 있어 이를 과소평가하거나 혹은 과대평가하는 양방향으로의 편이가 발생하는 것으로 나타났다(Slovic *et al.*, 1985; Lichtenstein, 1990). 그리하여 개인들이 인지하는 건강위험 수준과 전문가들이 측정한 기술적 위험추정치가 일치하지 않을 것이라는 실증분석이 또한 늘고 있다(Slovic *et al.*, 2004).

위에서 언급한 요인들 이외에도, 먹는 물로 인한 건강위험에 대한 수요곡선의 도출이 어려운 이유는 먹는 물 속의 잔류유해물질에 의한 건강위험(drinking water risks)은 수돗물의 눈으로 확인할 수 없는 특성들 중 한 요인에 불과하며 시장에서 직접 거래되지 않는 비시장재(nonmarketed good)라는 점이다.

10) 이 기준은 부시 행정부에 와서 최종 확정되었으며, 이에 따라 공공 음용수 공급 시스템은 2006년까지 이 기준을 만족시켜야 한다. 나아가서 최근 들어 음용수내 비소농도에 대한 미국인들의 관심이 커져가면서 미국환경보호청(EPA)은 5만 7,000명의 미국인들로부터 3ppb (0.003mg/l)로 비소의 기준치를 강화할 것을 요구하는 의견서를 받기도 하였다(황건식, 2004).

2. 실험설계와 조사설계

비시장재인 수돗물에 의한 건강위험을 줄이기 위해 소비자들이 자기보호행동을 취하는지 실증적으로 분석하기 위하여, 2000년 10월 중순부터 11월 말까지 전라북도의 전주시, 익산시 그리고 군산시에 거주하는 주민들 중 500명을 표본으로 추출하였다. 학생을 제외한 20세 이상의 성인들 중 각 시의 인구 구성비를 고려하여 성별 그리고 나이의 비율에 맞게 표본을 할당하였다. NOAA 패널의 권고에 따라 대인면접법(in-person survey)을 택하였고, 이틀간의 상세한 면접원 교육을 거쳐 본 조사를 실시하였으며, 회수된 설문지들은 감독관의 검증을 거쳐 입력되었다. 음용수로서 수돗물을 사용하였을 때 소비자들이 느끼는 건강위험에 대한 주관적인 태도, 주어진 건강위험 정보에 반응하여 보다 안전한 제품을 선택할 의도에 반영된 자기보호행동자료와 인구통계학적 자료들이 수집되었다.

물론 수돗물에 의한 건강위험은 맛, 냄새 등과 같이 눈에 보이지 않는 특성(intangible characteristics) 중의 하나이어서 비시장재화이지만, 최근 들어 생수시장이 확대되면서 다른 종류의 먹는 물 거래에 소비자들이 아주 생소하지만은 않다. 그래서 본 연구에서는 실제 가게에서 음용수 구매과정과 유사한 환경이라고 볼 수 있는 이원적 선택형식(binary choice format)을 채택하였다. 즉, 가게에 진열되어 있는 두 종류(A제품과 B제품)의 1.8리터 물병에 부착된 상표표시(product labels)를 이용하여 응답자들에게 제시된 가격과 유해물질로 인한 건강위험 정도를 달리하였다. 각 응답자들은 한 쌍으로 짝지어진 두 제품의 상표를 비교하고 난 뒤, A제품과 B제품 중 어느 종류의 물을 구입할 의도가 있는지를 진술하도록 하였다. 소비자들이 시장에서 직면하는 구매상황을 좀더 현실적으로 반영하기 위하여 '두 종류를 다 사지 않겠다'는 항목을 첨가하였다. 설문조사에서 제시된 CBM 문항을 <그림 1>로 첨부하였다.

두 종류의 음용수 상표에 표기될 가격과 건강위험의 수준(levels)에 충분한

소비자들의 수도물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

<그림 1> 안전한 음용수 제품에 대한 CBM 문항

<다음은 유해물질의 잔류 가능성이 다른 두 종류의 음용수에 대한 귀하의 반응을 알아보고자 합니다. 가상적인 상황이지만 실제 구매상황이라고 생각하시고 답하여 주십시오.>

귀택의 식수를 가게에서 구입하여 먹는다고 가정합니다. 귀하께서 자주 가시는 가게에 두 가지 종류의 1.8ℓ들이 물병이 진열되어 있습니다. 다른 모든 특성은 같은데 물의 가격과 유해물질로 인한 건강위험의 정도에 있어서 다음과 같은 차이가 있다고 합니다(참고로 4인 가족을 기준으로 볼 때, 하루에 10ℓ 정도의 물이 필요하다고 합니다).

A 제품	B 제품
용량: 1.8ℓ 권장 소비자가격: _____ 원 이 물에는 비소(As)라는 유해물질이 남아 있을 수 있습니다. 이 물을 평생 마신다면 인구 _____명 중의 _____명이 암에 걸릴 가능성이 있습니다.	용량: 1.8ℓ 권장 소비자가격: _____ 원 이 물은 비소(As)에 대해 엄격한 검사를 거쳤습니다. 그래서 이 물을 평생 마셨을 때 인구 1,000,000(백만)명 중의 1명이 암에 걸릴 가능성이 있습니다.

·귀택의 소득과 지출을 생각해 보신 후, 귀하께서는 어느 제품을 식수로 구입하시겠습니까?

① A 제품	② B 제품	③ 두 종류 다 사지 않겠다
--------	--------	-----------------

변화를 주기 위해 실험설계(experimental design)를 사용하였다. 건강위험정보는 음용수에 잔류 가능성이 있는 비소라는 유해물질에 평생 노출되었을 때 암에 걸릴 가능성으로 제시되었다. A 물병의 선택에 따른 건강위험은 객관적 위험추정치의 모호성을 감안하여 인구 100만 명 중 4명에서 300명에 걸치는 8개의 다른 위험 수준으로 설계되었다. 반면에 B 물병은 비소에 대한 엄격한 검사를 거쳐, 건강위험이 100만 명 중 1로 설계되었다. 이 확률수치를 택한 이유는 ‘100만 명 중의 1명에 대한 추가적 암발생률’은 미국환경보호국(EPA)이 지정한 환경유해물질로부터의 ‘수용 가능한 위험’(acceptable risk) 수준이기 때문이다

업 영 속

<표 1> 분석에 사용된 변수들의 정의와 표본의 특성

변수명	변수 정의	전체 표본 (N=500)	가상선택 표본 (N=386)
PriceDiff	설문지에서 제시된 두 종류 음용수 병의 가격차이(천원)	3.503 ^a (2.083)	3.318 (2.031)
RiskDiff	설문지에서 제시된 두 종류의 음용수에 잔류되어 있을 가능성이 있는 비소로 인한 건강위험의 차이(10만 명당)	7.2 (9.3)	6.9 (9.1)
Avert ^b	정수기를 부착하거나 생수를 사마시는 등 실제 위험회피행동을 하고 있다면 Avert=1	0.2 (0.4)	0.19 (0.39)
PRisk	수돗물을 평생 마셨을 때 잔류유해물질로 인하여 건강이 해를 입을 가능성에 대한 1에서 10까지의 주관적 위험 인식의 정도	7.6 (2.2)	7.6 (2.1)
Gender	여자=1	0.49 (0.5)	0.48 (0.5)
Age	응답자의 나이	40.4 (10.6)	40.2 (10.5)
Education	응답자의 최종학력(년)	12.9 (3.0)	13.0 (3.0)
Fsize	응답자와 같이 사는 가족의 수	3.86 (1.3)	3.86 (1.32)
Income	응답자 가족의 월평균 총소득(100만 원)	2.198 (1.246)	2.196 (1.305)
Married	기혼이면=1	0.84 (0.37)	0.83 (0.38)

주: a) 괄호 안의 숫자는 표준편차를 나타냄.

b) 수돗물을 끓여서 먹는 것도 위험회피행위로 볼 수 있음. 그러나 응답자의 70% 정도
가 수돗물을 끓여서 먹는다고 응답하였으므로 다중공선성 등의 문제를 우려하여, 정
수기를 부착하거나 생수를 사 먹는 응답자들만을 AVERT 변수에 포함시킴(즉,
AVERT=1로 취급).

(NAS, 1987). 그래서 A제품 대신에 B제품을 선택하겠다는 구매의도에 함축된 위험감소 수준은 100만 명 중 3~299명에 걸쳐 있었다.

또 다른 중요한 변수인 제품의 가격에 대해서도, 먼저 일반 수돗물이라고 볼 수 있는 A제품에 100원~300원에 걸친 세 가지 가격 수준을 정하였다. 반면에 B제품에 대해서는 450원~5,000원까지 다섯 가지 다른 가격 수준을 설정하였다. 그리하여 B제품과 A제품의 가격차는 350원~4,700원에 걸쳐 있었다.¹¹⁾ 결과적으로 A제품과 B제품 간의 가격과 건강위험 수준 차이의 결합은 40가지(5×8)로 이루어졌고,¹²⁾ 이들 설계점들은 여러 차례의 무작위 과정을 거쳐서 각 설문지에 배정되었다.

객관적 건강위험정보 이외에도, 1~10으로 나누어진 선형척도(linear likert) 상에서 수돗물에 잔류될 가능성이 있는 유해물질로 인하여 건강이 해를 입게 될 가능성에 대해 주관적으로 느끼는 심각성을 표시하도록 하였다. 이 선형척도 상에서 1은 '위험이 전혀 없음'을 의미하고, 10은 '위험이 매우 심각함'을 의미하였다. <표 1>은 수집된 자료 중 본 논문에서 사용된 변수들의 정의와 특성들을 전체 표본과 가상선택에 참여한 표본선택 그룹으로 나누어 요약하고 있다.

11) A제품의 가격범위는 학생들과 주부들을 대상으로 한 표적집단토론회(focus group discussions)에서 질문한 수돗물 1.8리터 한 병에 대한 지불의사 금액에 기초하였다. 그리고 B제품과 A제품의 가격차이는 응답자들의 안전한 물에 대한 지불의사 범위에 대한 분포를 포괄해야 한다. 그래서 350원과 같이 실제 생수가격보다 적은 금액과 4,700원과 같이 실제 생수가격보다 큰 금액도 필요하다. 실제로 시장에서 관찰되는 생수가격은 지불의사 분포의 평균 정도를 반영한다고 볼 수 있다.

12) 식 (6)에서 제시하는 자기보호행동에 대한 의사결정은 각 제품에 따른 가격과 건강위험의 수준보다는 두 제품간의 차이에 의존한다. 그리고 실제 시장에서의 많은 가격차이를 비교하는 것은 많은 경험이 있지만, 확률로 표시된 건강위험의 차이를 비교하는 일은 생소한 일일 뿐만 아니라 어려운 일이다. 그래서 가격차이는 다섯 가지(350, 1,000, 2,300, 3,000, 4,700 원) 그리고 건강위험은 여덟 가지(100만 명 중 4, 9, 20, 35, 50, 80, 100, 300명)로 설계하였다. 이러한 범위는 표적집단토론회와 저자가 행한 기존의 건강위험관련 연구결과에 기초하였다.

IV. 실증분석 결과

1. 건강위험에 대한 주관적 심각성에 영향을 미치는 요인들

대부분의 응답자들이 수돗물을 음용수로 사용하는 데 대해 상당한 우려를 표명하고 있었다. <표 2>에 제시된 바와 같이, 75% 이상의 응답자들이 건강위험의 정도가 7 이상이라고 느끼고 있었다. 평균 역시 7.5로 집계되어 응답자들이 수돗물을 음용수로 직접 이용하는 것에 대해 상당한 우려를 표명하고 있었다. 이러한 우려는 70% 정도의 응답자들이 수돗물을 끓여서 마시거나, 20% 이상의 응답자들이 생수를 사 마시거나 정수기를 설치하고 있다는 응답에서도 반영되어 있었다.

물론 1~10으로 나누어진 선형척도가 응답자들이 수돗물을 음용수로 직접 사용함에 따른 객관적 위험추정치를 정확히 반영하지는 않더라도, 건강위험에 대한 주관적 우려와 불안감을 반영하고 이러한 주관적 위험인지는 당면한 위험의 특성에 대한 인식이나 경험, 혹은 태도의 차이를 반영하는 개인들의 성별, 나이, 교육 수준, 혹은 소득 등 사회경제적 변수들에 의해서 영향을 받는 것으로 관찰되었다(Slovic *et al.*, 2004; 업영속, 최원철, 2004). 이를 실증적으로 살펴보기 위하여 주관적 염려 수준에 영향을 미치는 요인들을 순위 프로빗 모형(ordered probit model)을 사용하여 <표 3>과 같이 추정하였다. 우선 나이가 많은 남성일수록 수돗물 음용에 의한 건강위험에 대한 염려 정도가 낮았다. 이는 현재의 나이를 앞으로의 살날들에 대한 기대수명을 반영하는 대리변수라고 보고(Dickie and Gerking, 1996), 또한 남성들이 여성들보다 평균 기대수명이 낮다는 점을 감안할 때, 기대수명이 적어질수록 건강위험에 대한 염려도 적어지는 듯하였다. 반면에 가족의 수가 많을수록 위험인지 수준도 높은 것으로 나타나 수돗물 음용으로 인한 건강위해에 대한 염려는 자기 자신뿐만 아니라 가족 및 타인을 염려하는 이타적인(altruistic) 동기도 포함되어 있을 수도 있다. 그러나 교육 수준

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

<표 2> 먹는 물로부터의 건강위험에 대한 주관적 심각성에 대한 분포

심각성	전체 표본	퍼센트(%)
1~2 건강위험이 적다	11	2.2
3~4	30	6.0
5~6	89	17.8
7~8	181	36.2
9~10 건강위험이 매우 심각하다	189	37.8
합 계	500	100

<표 3> 건강위험에 대한 주관적 심각성에 대한 순위 프로빗 모형

	계수추정치	t-통계량
Education	0.042	2.25
Age	-0.105	-2.10
Gender	-0.164	-1.69
FSize	0.075	1.96
Income	-0.011	-0.26
<i>N</i>	500	
Log <i>L</i>	-961.4	
χ^2 통계치	22.84	

이 높은 응답자일수록 건강위해 가능성에 대한 염려 수준도 높아졌다.

전반적으로 응답자들이 수돗물 음용으로 인한 건강장애 가능성에 대한 상당한 우려를 표시하고 있지만, 그러나 염려 수준이 응답자들 사이에 동질적이라기 보다는 사회경제적 변수들에 따라 차이가 나는 이질적인 경향을 띠고 있음을 알 수 있다.

2. 안전한 음용수에 대한 진술된 선호

설문지에서 제시된 가상적 구매상황에 대해, 전체 표본의 78%인 386명이 A 제품이나 B제품 중의 하나를 구매하겠다는 의사를 표시하였다. 가상적 구매행동에 참여한 386명 중에서, 대다수의 소비자들(289명, 75%)이 비싼 가격에도 불구하고 안전한 음용수(B제품)를 구매하겠다는 의사표시를 하였다.

<표 4>는 소비자들의 안전한 음용수 구입의도에 영향을 미치는 요인들을 설명하는 프로빗 모형의 추정치를 요약하고 있다. <표 4>에 제시된 모형 (1)과 (3)은 가상선택에 대한 구매의도를 표시한 응답자들(386명)만을 대상으로 단순 프로빗 모형을 추정하였는데 반하여, 모형 (2)와 (4)는 A 혹은 B 제품에 대한 가상선택에 참여하지 않은 응답자들의 잠재적 역할을 고려한 표본선택모형(sample selection model)을 추정하였다. 또한 모형 (1)과 (2)는 응답자들의 주관적 위험인지 수준이 염려의 심각성을 나타내는 PRISK 변수에 반영된 것으로 본 반면에, 모형 (3)과 (4)는 주관적 위험인식의 이질성을 구체적으로 반영하여 응답자들의 인구통계학적 변수들을 설명변수로 포함시켰다.

가상적 구매상황에 관한 실험설계의 핵심변수들인 가격과 건강위험 변수 중에서, 가격변수는 전 모형에 걸쳐 경제이론적으로 예측된 부호를 나타내었고 통계적으로 유의하였다. 즉, A제품과 B제품의 가격차(PriceDiff)가 커질수록, 소비자들은 안전한 음용수인 B제품에 대한 수요를 주저하였다. 다른 한편으로 확률로 제시된 기술적 위험정보(RiskDiff)는 단독으로는 통계적으로 유의하지 않았으나, 소비자들이 실제 생활에서 위험회피행위를 행하는지의 여부를 나타내는 AVERT변수와 교차시켰을 때 10%의 유의 수준에서 통계적으로 유의하였다. 다시 말하면, 현재 수돗물에 의한 건강위험을 회피하려는 행동을 취하고 있는 사람들일수록, 제시된 건강위험정보에 대해 안전한 음용수를 구매할 의도를 표시할 가능성이 더 컸다.

모형 (1)과 (2)에서 볼 수 있듯이, 끊이지 않은 수돗물을 음용수로 사용하는

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

<표 4> 표본선택을 고려한 안전한 음용수에 대한 이산선택모형 추정치

변수명	주관적 심각성 변수 사용		주관적 위험인지의 이질성 반영	
	단변량 이산선택	표본선택모형	단변량 이산선택	표본선택모형
안전한 음용수에 대한 이산선택				
Intercept	0.191 (0.54)	0.356 (1.08)	0.486 (0.74)	0.692 (1.17)
PriceDiff	-0.184 (-5.01)	-0.134 (-3.31)	-0.198 (-5.24)	-0.141 (-3.27)
RiskDiff	0.0321 (0.35)	0.0575 (0.69)	0.0266 (0.29)	0.0324 (0.69)
RD×Avert	0.464 (1.87)	0.404 (1.76)	0.409 (1.74)	0.371 (1.75)
PRisk	0.137 (4.02)	0.115 (3.23)		
Gender			0.235 (1.45)	0.259 (1.75)
Age			-0.021 (-2.22)	-0.17 (-1.89)
Education			0.0597 (2.00)	0.041 (1.43)
FSize			0.166 (2.64)	0.142 (2.38)
Income			-0.081 (-1.28)	-0.064 (-1.08)
Marry	0.312 (1.61)	0.310 (1.78)	0.630 (2.61)	0.565 (2.52)
Chonju	-0.327 (-2.13)	-0.309 (-2.25)	-0.271 (-1.74)	-0.268 (-1.92)
가상선택 참여여부에 대한 표본선택				
Intercept		0.581 (2.04)		0.715 (2.55)
PriceDiff		-0.116 (-3.83)		-0.115 (-3.81)
RiskDiff		-0.081 (-1.22)		-0.034 (-0.29)
Gender		-0.158 (-1.25)		-0.208 (-1.61)
Education		0.057 (2.72)		0.044 (2.06)
Correlation		-0.781 (2.31)		-0.809 (2.32)
<i>N</i>	386	500	386	500
Log <i>L</i>	-190.96	-448.48	-186.89	-445.83
Pseudo <i>R</i> ²	0.12		0.14	

주: 괄호 안의 숫자들은 *t*-통계량을 나타내며, Log *L*은 계산된 로그우도함수의 극대치를 나타냄.

<표 5> 안전한 음용수 제품 선택확률에 대한 가격과 위험 탄력성

	단변량 이산선택모형		표본선택모형	
	모형 1	모형 3	모형 2	모형 4
가격변화	0.233	0.201	0.14	0.11
건강위험변화	0.032	0.022	0.029	0.017

것에 대해 건강상 불안하게 느끼는 사람들일수록 안전한 B제품을 구매할 가능성이 컸다. 모형 (3)과 (4)에서 볼 수 있듯이, 교육 수준이 높은 여성들일수록 그리고 가족 수가 많은 기혼자일수록 안전한 음용수를 선호하였다. 지역적으로 전주시에 거주하는 응답자들은 다른 도시에 거주하는 응답자들에 비해 안전한 음용수의 선택을 주저하였다. 응답자들의 가계소득은 안전한 음용수의 선택에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않았다. 다시 말하면, 응답자들의 소득에 대한 한계효용(식 (5)에서 $\tau = \tau^B - \tau^A$)이 제품선택 여하에 따라 차이가 있는 것은 아님을 의미한다.

가상시장에서 제시된 두 음용수 제품의 가격 차이는 안전한 제품의 선택뿐만 아니라 가상시장의 거래에 참여의사를 반영하는 표본선택에도 통계적으로 유의한 부의 영향을 미쳤다. 다시 말하면, 두 제품간 가격차이가 클수록 A제품이든지 혹은 B제품이든지 가상선택에 참여할 가능성이 적었다. 반면에 교육 수준이 높은 응답자일수록 가상시장의 구매선택에 참여할 가능성이 컸다. 식 (6)과 (7)에 제시된 두 이산 선택에 영향을 미치는 오차의 상관계수는 -0.8 정도이며 통계적으로 유의하였다. 두 선택모형간 오차의 상관계수가 존재하므로 모형 (1)과 (3)에 제시된 표본선택을 고려하지 않은 단순 프로빗 모형의 계수들의 추정에 있어서 편의(bias)가 발생하였을 가능성이 높다. 특히 가격변수의 계수가 단순 프로빗 모형과 표본선택을 고려한 프로빗 모형 간에 차이가 있음이 눈에 띈다.

위에서 살펴본 결과는 <표 5>에 제시된 선택확률에 대한 가격과 위험탄력성

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와 안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

<표 6> 강위험감소에 따른 소비자들의 지불의사(가격 증가분)

(단위: 원)

건강위험 감소분	단변량 이산선택모형		표본선택모형	
	모형 1	모형 3	모형 2	모형 4
10만 명 중 3명 (3/10만)	738 (97) ^a	716 (85)	996 (125)	982 (108)

주: a) 괄호 안의 숫자는 Krinsky-Robb (1986) 방식으로 개략한 실증적 표준오차를 나타냄.

추정치 비교에서도 잘 나타나 있다. 우선, 위험변수에 비하여 가격변수의 변화가 선택확률에 미치는 탄력성이 더 큰 것으로 나타났다. 다시 말하면, 1%의 가격변화에 대해 0.1~0.23% 범위의 선택확률의 변화를 가져오는 반면, 1%의 위험변화는 0.017~0.032% 범위의 선택확률의 변화를 초래하였다. 나아가서 표본선택을 고려한 선택모형에서 추정된 가격의 탄력성(0.11-0.14)이 단순 프로빗 모형에서 추정된 가격의 탄력성(0.2-0.23)보다 일관성 있게 낮은 것으로 나타났음을 알 수 있다.

다음으로 안전한 음용수(B제품)에 대한 구매의도에 함축된 소비자들의 건강위험 감소에 대한 지불의사를 측정하였다. 식 (6)에 제시된 B제품과 A제품의 구매에 따른 사전 간접효용의 차이를 없애주어 소비자들에게 일정한 효용을 유지하도록 해주는 A제품 가격에 추가한 단위당 가격인상분을 측정하였다.¹³⁾ 물론 확률효용모형의 구축에 따른 지불의사 측정치의 임의성(randomness)을 제거하기 위하여, Hannemann (1984)이 제시한 바와 같이 사전 간접효용함수의 기대치를 구하였다(i.e. $E[EV^B(\cdot)] = E[EV^A(\cdot)]$). B제품 소비에 따르는 건강위험은 수돗물에 잔류 가능성이 있는 비소에 노출되어 100만 명 중의 1명이 추가적으로 암에 걸릴 가능성이 있는 것으로 상정되었다. A제품의 소비에 따른 건강위험은 정책적 관련성 등을 고려하여 10만 명 중의 3으로 시나리오를 설

13) 가격프리미엄에 대한 자세한 설명은 Eom(1994)을 참조하시오.

정하였으며, 모형별로 <표 6>과 같이 계산되었다. 가격증가분은 각 개인에 대해 계산한 다음 표본 전체에 대한 평균을 계산하였다. 표준편차는 Krinsky-Robb (1986)이 제안한 방법을 사용하여 설명변수의 평균점에서 1만 번의 임의 추출과정을 거친 후 도출된 실증분포(empirical distribution)를 사용하여 계산되었다. 추정모형에 상관없이 응답자들은 안전한 음용수 소비를 위하여 상당한 가격프리미엄을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다. 수도물 사용에 대한 명목 가격이라고 볼 수 있는 A제품의 가격에 비하여, 표본선택을 고려하지 않았을 경우 716원~737원, 그리고 표본선택을 고려하였을 경우 982원~996원의 가격프리미엄을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다. 표본선택을 고려하지 않았을 때와 고려하였을 때 지불의사의 차이가 있는지를 t -통계치를 계산하여 통계적으로 검증하였다. 모형 (1)과 (3) 그리고 모형 (2)와 (4)의 지불의사 평균치의 비교에 있어서 t -통계치는 각각 1.765와 1.779로서 10% 이내의 수준에서 통계적으로 유의하였다. 표본선택을 고려한 프로빗 모형의 추정치는 표본선택편의가 존재하더라도 일치적(consistent)이므로 추정된 지불의사의 차이는 표본선택편의의 고려여부에 기인한다고 볼 수 있다.

V. 결론과 정책적 시사점

본 연구는 먹는 물에 잔류 가능성이 있는 유해물질로부터의 건강위험에 대한 소비자들의 선호를 자기보호행동의 일환으로 선택하는 안전한 음용수에 대한 이산적 선택(discrete choice)모형의 틀 안에서 검토하였다. 특히 안전한 음용수에 대한 이산적 가상선택에 참여하지 않은 전체 표본의 25% 정도의 응답자들을 무시하고 분석했을 때 발생할 수 있는 표본선택편의를 교정하는 확률효용모형을 적용하였다. 정책적으로 논란이 되고 있는 유해물질인 비소로부터의 건강위험을 연구대상재화로 선정하였으며, 비시장재인 건강위험의 평가를 위하여 가

상시장에서 건강위험이 차별화된 제품들간의 구매의도를 진술하는 조건부행동 접근법(contingent behavior method)을 적용하였다. 전북지방의 소비자들을 대상으로 한 실증분석의 결과는 소비자들의 주관적 위험인지의 이질성(heterogenous)과 위험회피를 위한 자기보호행동의 존재를 확인해 주었다.

우선 대부분의 응답자들이 수돗물에 잔류된 유해물질로 인한 건강위험에 대해 상당히 우려하고 있었으며, 이러한 우려와 염려의 심각성이 산발적이고 임의적이라기보다는 나이, 성별 그리고 가족수 등 응답자들의 인구통계학적 특성에 따라 이질적이지만 체계적으로 반응하였다. 그리고 이러한 주관적인 위험인식은 또한 안전한 음용수에 대한 구매의도에도 통계적으로 유의하게 영향을 미쳤다. 아울러 응답자들에게 제시된 객관적 위험정보는 단독으로는 영향을 미치지 않았지만, 실제 위험회피행동 여부를 나타내는 변수와의 상호작용이 허용되자 안전한 음용수의 선택에 유의한 영향을 미쳤다. 물론 실제 시장구매상황에서 익숙한 가격의 차이는 안전한 음용수에 대한 진술된 선호를 설명하는데 매우 중요한 변수였다. 이러한 측면은 선택확률의 가격탄력성이 위험탄력성보다 더 큰 것에도 반영되었다. 또한 가상선택에 대한 참여여부에 따른 표본선택편의가 통계적으로 유의하였고, 이러한 표본선택편의는 특히 가격변수의 계수추정치에 영향을 미쳤으며, 결과적으로 선택확률에 대한 가격탄력성 추정치 그리고 건강위험 감소에 대한 지불의사 추정치에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

안전한 음용수에 대한 가상선택으로 표현된 자기보호행동으로부터 소비자들이 건강위험 감소에 부여하는 지불의사를 측정하였다. 소비자들은 수돗물에 잔류가능성이 있는 비소로부터 인구 10만 명당 3명의 건강위험 감소를 보장하는 안전한 음용수에 대해 716원~996원의 가격 프리미엄을 지불할 의사가 있었다. 이 범위의 지불의사 추정치는 비소로부터의 건강위험에 대해 또 다른 비시장제 평가기법인 실험시장접근법을 사용하여 반복적인 학습효과를 고려하여 측정된 지불의사액인 724원과 상당히 유사한 것으로 나타났다(엄영숙, 2000).

본 연구의 결과를 요약하면, 소비자들이 수돗물 음용으로부터 발생할 수 있는 매우 작은 확률의 건강위험에 대해 높은 우려 수준을 보이고 있기는 하지만,

제시된 객관적 건강위험 정보에 대해 불확실성 하의 소비자 선택이론이 예측하는 방향으로 반응을 하고 있음을 알 수 있다. 그러므로 인체에 영향을 미치는 각종 환경위험(environmental risks)에 대해 기존의 환경규제수단과 더불어 공공 혹은 사적 정보프로그램(information programs)을 병행하여 소비자들의 주관적 위험인식을 바꾸고, 나아가서 자기보호행동에 대한 교육과 학습을 해 나가는 것도 먹는 물 수질정책의 효율성을 높이는 일환으로 고려해 볼 수 있을 것이다. 그러나 물론 본 연구의 실증분석은 물 한 병에 대한 일회적인 의사결정을 다루어, 소비 수량의 조정이 이루어지지 않았으므로, 위에서 계산된 지불의사액을 음용수 수질기준 변화에 대한 총편익추정치의 측정에 바로 활용하기에는 무리가 있을 것이다. 또한 최근의 연구결과에 의하면 음용수 비소 수질기준이 0.05ppm보다 더 낮은 0.01ppm으로 낮추더라도 인체에 미치는 건강위해 가능성은 인구 100만 명의 1보다 더 높은 것으로 보고되고 있어서,¹⁴⁾ 본 연구의 실험 설계의 한 요소인 안전한 음용수 B제품에 대한 건강위험 추정치가 너무 낮게 제시된 점 또한 해석상의 주의를 요한다. 그러므로 앞으로 이러한 점들을 고려한 구체적인 정책시나리오에 기초한 실증연구 결과들을 누적하여 환경정책이나 규제기준의 변화에 대한 경제적 분석의 유용성을 높여 나가야 할 것이다.

◎ 참 고 문 헌 ◎

1. 광승준, “수질개선의 편익추정: 조건부가치측정법과 반모수 추정법의 적용”, 「자원경제학회지」, 제13집, 1993, pp. 183 ~ 198.
2. 김도영·김경환, “회피행동 분석을 이용한 서울시 수돗물 수질개선의 편익 추정”, 「자원경제학회지」, 제14집, 1994, pp. 137 ~ 358.

14) 미국 학술원이 2001년에 실시한 연구결과에 따르면 비소 농도가 0.01ppm의 물을 매일 마시는 사람들 10만 명 중 1명은 생애에 방광암이나 폐암에 걸릴 수 있다고 경고하고 있다 (황건식, 2004).

3. 수도물 시민사회, “수도물 이용행태와 인식에 관한 국민의식 조사”, 2004. 11.
4. 엄영숙, “대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 가치평가: 회피행위 접근법을 사용하여”, 『환경경제연구』, 제7권 제1호, 1998, pp. 1 ~ 23.
5. _____, “환경질 변화에 대한 지불의사와 수용의사의 측정: 실험시장접근법을 이용하여”, 『자원경제학회지』, 제9권 제4호, 2000, pp. 747 ~ 771.
6. _____ · 최원철, “환경위험의 다면성과 일반인들의 주관적 위험인지: 쓰레기 소각 시설부터의 건강위험을 사례로”, 『환경정책』, 제12권 제2호, 2004.
7. 조선일보, 「먹는 물 비소기준 잘못됐다」, 1998. 6. 8.
8. 최지용 · 신은경, “수질환경 및 규제기준의 합리적 조정”, 한국환경정책평가연구원, 1997.
9. 한겨레, 「수도물 평생 마실 때 발암위험 많다」, 1998. 6.
10. 환경부, 『환경백서』, 2004.
11. _____, 『수도물 수질개선종합대책』, 2005a.
12. _____, 「2005년도 수도물 불신해소 관련 전국민 여론조사결과」, 2005b.
13. 황건식, 「비소로 오염된 음용수의 위험성」, KOSEN21, <http://www.kwwa.or.kr/main.php>, 2004.
14. Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, 1985.
15. Berger, M., G. Blomquist, D. Kenkel and G. Tolley, “Valuing Changes in Health Risks: A Comparison of Alternative Measures,” *Southern Economic Journal*, Vol. 53, 1987, pp. 967 ~ 984.
16. Blomquist, G., “Value of Life Savings: Implications of Consumption Activity,” *Journal of Political Economy*, Vol. 87, 1979, pp. 540 ~ 558.
17. Bockstael, N. E. and K. E. McConnell, “Welfare Measurement in the Household Reduction Framework,” *American Economic Review*, Vol. 73(4), 1983, pp. 806 ~ 814.
18. Boyes, W. J., D. L. Hoffman and S. A. Low, “An Econometric Analysis of the Band Credit Scoring Problem,” *Journal of Econometrics*, Vol. 40, 1989, pp. 3 ~ 14.
19. Cook, P. J. and D. A. Graham, “The Demand for Insurance and Protection: The Case of Irreplaceable Commodities,” *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 91, 1977, pp.

143 ~ 156.

20. Courant, P. and R. Porter, "Averting Expenditure and the Cost of Pollution," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 8, 1981, pp. 321 ~ 329.
21. Cramer, J. S., *Economic Application of Maximum Likelihood Methods*, Cambridge University Press, 1986.
22. Dardis, R., "The Value of a Life: New Evidence from the Marketplace," *American Economic Review*, Vol. 70, 1980, 1077 ~ 1082.
23. Dickie, M. S. and S. Gerking, "Valuing Reduced Morbidity: A Household Production Approach," *Southern Economic Journal*, 1991.
24. _____, "Formation of Risk Beliefs, Joint Production and Willingness to Pay to Avoid Skin Cancer," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 78, 1996, pp. 451 ~ 463.
25. Ehrlich, I. and G. S. Becker, "Market Insurance, Self-Insurance and Self-Protection," *Journal of Political Economy*, Vol. 80, 1972, pp. 623 ~ 648.
26. Eom, Y. S., "Pesticide Residue Risk and Food Safety Valuation: A Random Utility Approach," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 76, No. 4, 1994, pp. 760 ~ 771.
27. _____, "Self-Protection, Risk Information, and Ex Ante Values of Food Safety and Nutrition," in *Valuing Food Safety and Nutrition*, (eds.) J. A. Caswell, Westview Press, 1995.
28. Gerking S. and L. Stanley, "An Economic Analysis of Air Pollution and Health: The Case of St. Louis," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 71, 1986, pp. 28 ~ 234.
29. Hanemann, W. M., "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiment with Discrete Response," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, 1984, pp. 332 ~ 341.
30. Harford, J., "Averting Behavior and the Benefits of Reduced Soiling," *Journal of Environmental Economy and Management*, Vol. 11, 1984, pp. 296 ~ 302.
31. Heckman, J., Sample Selection Bias as a Specification Error, *Econometrica*, Vol. 47, 1979, pp. 153 ~ 162.

32. Hori, H., "Revealed Preferences for Public Goods," *American Economic Review*, 1975.
33. Ippolito, P. M. and R. A. Ippolito, "Measuring the Value of Life Saving from Consumer Reactions to New Information," *Journal of Public Economics*, Vol. 25, 1984, pp. 53 ~ 81.
34. Krinsky, I. and A. Robb, "On Approximating the Statistical Properties of Elasticities," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, 1986, pp. 715 ~ 719.
35. Lichtenstein, S. R., P. Slovic and W. A. Wagenaar, "When Lives are in Your Hands: Dilemmas of the Societal Decision Maker," in R. M. Hogarth (ed.) *Insights in Decision Making: A Tribute to H. J. Einhorn*, Chicago University Press, 1990.
36. McFadden, D., "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," *Frontiers of Econometrics*, (ed.) P. Zarembka, New York: Academic Press, 1974.
37. National Academy of Science, *Regulating Pesticide Residues in Food: The Delaney Paradox*, Washington, D. C.: National Academy Press, 1987.
38. Slovic, P., B. Fischhoff and S. Liechtenstein, "Regulation of Risk: A Psychological Perspective," in *Regulator Policy and the Social Science*, (ed.) R. Noll, Berkeley: University of California Press, 1985.
39. Slovic, P., M. L. Finucane, E. Petere and D. G. MacGregor, "Risk as Analysis and Risk as Feelings: Some Thoughts about Affect, Reason, Risk and Rationality," *Risk Analysis*, Vol. 24, 2004, pp. 311 ~ 322.
40. Smith, V. K. and W. H. Desvousges, "Averting Behavior: Does It Exist?," *Economic Letters*, Vol. 20, 1986, pp. 291 ~ 296.
41. _____, "Risk Communication and the Value of Risk Information: Radon as a Case Study," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 72, 1990, pp. 137 ~ 142.
42. Van de Ven, W. P. and B. Van Praag, "The Demand for Deductibles in Private Health Insurance," *Journal of Econometrics*, Vol. 17, 1981, pp. 229 ~ 252.
43. Viscusi, W. K. and W. N. Evans, "Utility Functions That Depend on Health Status: Estimates and Economic Implications," *American Economic Review*, Vol. 80(3), 1990, pp. 353 ~ 374.

소비자들의 수돗물에 대한 주관적 위험인지와
안전한 음용수에 대한 진술선호 분석

엄 영 숙

본 연구는 환경오염물질로부터의 건강위험에 대한 소비자들의 반응을 분석하는 데 중요한 세 가지 요소인 위험인지(perceptions), 자기보호행동(behavior) 그리고 가치평가(valuation)를 체계적으로 분석하고자 시도하였다. 소비자들의 수돗물 음용과 관련한 건강위해 가능성에 대한 염려와 우려 수준에 영향을 미치는 요인들을 분석하고, 나아가서 건강상 안전한 음용수에 대한 소비자들의 선호를, 정책적으로 논란이 되고 있는 유해물질인 비소를 사례로 조건부행동접근법(contingent behavior method)을 적용하여 측정하였다.

전라북도 지방에 거주하는 500명의 소비자들을 대상으로 한 실증분석의 결과는, 대부분의 응답자들이 수돗물에 잔류된 유해물질로 인한 건강위험에 대해 상당히 우려하고 있었으며, 이러한 우려와 염려의 심각성이 산발적이고 임의적이라기보다는 나이, 성별 그리고 가족수 등 응답자들의 인구통계학적 특성에 따라 이질적이지만 체계적으로 반응하였다. 그리고 이러한 주관적인 위험인식은 또한 안전한 음용수에 대한 구매의도에도 영향을 미쳤다. 아울러 응답자들에게 제시된 객관적 건강위험정보는 단독으로는 영향을 미치지 않았지만, 실제 위험회피행동 여부를 나타내는 변수와의 상호작용이 허용되자 안전한 음용수의 선택에 유의한 영향을 미쳤다. 물론 실제 시장구매상황에서 익숙한 가격의 차이 역시 안전한 음용수에 대한 진술된 선호를 설명하는데 매우 중요한 변수였다. 또한 가상 선택에 참여하지 않은 무응답자들을 제외할 경우 표본선택편의의 가능성이 통계적으로 유의하였고, 이러한 표본선택편의는 특히 가격변수의 계수추정치에 영향을 미쳤으며, 결과적으로 건강위험 감소에 대한 지불의사 추정치에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

주제어 : 비소에 의한 건강위험, 수돗물에 의한 건강위험에 대한 주관적 인지,
자기보호행동, 소비자들의 위험/가격 상호교환, 표본선택 효과

Consumers' Subjective Risk Perceptions of Tap Water
and Stated Preferences for Safe Drinking Water

Young Sook Eom

This paper attempts to incorporate three important factors—perceptions, behavior and valuation—in analysing consumers' responses to health risks from environmental pollutants. Using a survey sample of 500 consumers in the Chonbuk province area, this paper empirically investigated determinants of risk perceptions from using tap water as drinking water. Most consumers were considerably concerned about health risks from drinking tap water. Moreover, those subjective concerns were not random, but were systematically related to individuals' demographic variables such as age, gender, and family size. Those subjective beliefs also influenced respondents' purchase intentions on safer water bottles, in response to a contingent behavior question of presenting two types of water bottles. The technical risk information provided in the survey had significant effects on purchase intentions only when it was interacted with respondents' actual averting practice. In addition, the sample selection effects were present by eliminating respondents who decided not to purchase either of two types of water bottles. The potential selection bias had impacts on the coefficients of the price difference variable, and subsequently the estimates of the price increments for health risk reductions.

Keywords : Health Risks from As, Subjective Risk Perceptions,
Self-protection Behavior,
Consumers' Contingent Risk/Price Tradeoffs, Selection Effects