

선택실험법을 활용한 통계적 생명가치의 추정[†]

전호철*

요약 : 통계적 생명가치는 환경정책의 편익 산정에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 예를 들어 대기오염물질의 감소에 따른 건강 편익의 최종적인 화폐가치화 단위로 활용되며 이는 비용편익 분석의 기초가 된다. 통계적 생명가치는 사망위험 감소를 위해 사회의 구성원이 지불하고자 하는 화폐적 가치로 정의될 수 있다 따라서 통계적 생명가치는 각 사회를 구성하고 있는 구성원의 특성에 따라 결정된다. 본 연구는 웹 설문조사를 통해 수집된 총 3,081명의 응답자를 질문의 형태에 따라 두 개의 표본으로 분리하여 선택실험법을 적용하였다. 추정결과 총 1,528명의 표본 집단의 자료를 통해 도출된 약 13억 원의 통계적 생명가치가 가장 적절한 것으로 나타났으며, 이는 국내 선행연구를 활용한 메타분석의 결과와 유사하다. 또한 응답자들은 사망위험을 감소시키기 위해 정부의 정책비용에 대한 지불보다는 개인 차원의 예방에 비용을 지불하는 것을 선호하는 것으로 나타났다.

주제어 : 통계적 생명가치, 선택실험법, 정부 정책비용, 개인 예방비용

JEL 분류 : I1, J1, Q5

접수일(2020년 4월 23일), 수정일(2020년 6월 7일), 게재확정일(2020년 6월 15일)

[†] 본 논문은 한국환경정책·평가연구원 연구과제(환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구)의 주요 결과를 수정·활용하여 작성되었다. 본 결과물은 한국환경정책·평가연구원이 수행한 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 기후변화대응 환경기술개발 사업(과제번호: 2018001310001)의 지원을 받아 연구되었다. 익명의 심사위원 비평과 조언에 감사를 표한다. 논문의 모든 내용에 대한 책임은 저자에게 있다.

* 한국환경정책·평가연구원(KEI), 교신저자(e-mail: hcjeon@kei.re.kr)

A Choice Experiment Approach to the Value of a Statistical Life

Hocheol Jeon*

ABSTRACT : The value of a statistical life (VSL) plays a very important role in estimating the benefits of environmental policy. It is used, for example, as a unit of monetization of health benefits resulting from the reduction of air pollutants, which is the basis of cost-benefit analysis of policies. The VSL can be defined as the value that people of each society are willing to pay to reduce the risk of death, so the value should reflect the characteristics of its members. In this study, we apply a choice experiment with 3,081 respondents collected through a web survey were divided into two samples according to the type of questions. Among the various estimates, the most appropriate estimate of the VSL is about 1.3 billion won from 1,528 sample, which is similar to the results of the meta-analysis using estimates from prior studies conducted in Korea. In addition, this study shows that a private prevention program is preferred to reduce the risk of death from cancer rather than a public program.

Keywords : Value of a Statistical Life, Choice experiment, Public program, Private program

Received: April 23, 2020, Revised: June 7, 2020. Accepted: June 15, 2020.

* Research Fellow, Korea Environment Institute, Corresponding author(e-mail: hcjeon@kei.re.kr)

I. 서론

토양, 물, 대기오염과 같은 환경질의 저하는 인간 활동의 많은 영역에서 부정적 영향을 주게 된다. 환경오염이 인간사회에 가져오는 가장 큰 부정적 영향은 인간의 건강이며 더 나아가서 생명과 직결된다. 환경정책으로 인한 편익 역시 다양한 형태로 나타나지만 인간의 건강의 증진이 가장 큰 부분을 차지한다. 따라서 환경정책의 분석 혹은 수립에 있어 인간의 건강 및 생명에 대한 부분을 화폐 가치화하는 것은 필수적이다. 하지만 이러한 접근은 종종 인간의 건강 및 생명 자체를 경제적 가치로 환산한다는 오해와 함께 비인간적이라는 비판을 받기도 한다.¹⁾

통계적 생명가치(Value of Statistical Life, VSL)는 환경정책으로 인한 인간의 사망위험 감소를 화폐적 가치화하는 데 가장 널리 사용되는 개념이다. 다만 통계적 생명가치라는 용어가 주는 오해로 인해 인간의 생명에 대한 직접적인 화폐적 평가로 잘못 해석되기도 한다. 하지만 통계적 생명가치는 조기사망 1단위의 위험 감소를 달성하기 위해 사회적으로 지불하고자 하는 화폐적 가치로 정의할 수 있다(Freeman III et al., 2014).²⁾ 용어에서 오는 오해도도 불구하고 통계적 생명가치는 사망위험을 감소시키는 환경정책의 평가에 있어 정책의 비용과 편익을 단일 측정 단위로 변환하여 비교할 수 있다는 점에 매우 편리하다는 장점을 가지고 있다. 특히 미세먼지를 비롯한 대기오염물질 배출로 인한 피해를 분석하는 영향경로분석의 화폐가치화 단계에서 가장 보편적인 개념으로 사용되고 있다(Muller et al, 2011; Parry et al., 2014; Heo et al., 2016; Tessum et al., 2017).

앞서 살펴본 바와 같이 통계적 생명가치는 사망위험을 감소시키기 위한 각 사회 구성원이 지불할 의사가 있는 경제적 가치이다. 따라서 환경정책의 관점에서 살펴보면 통계

1) OECD(2012)는 인간의 삶 혹은 생명을 화폐가치와 연결하는 것은 매우 도전적(challenging)임과 동시에 인간의 생명에 대해 무감각하며 냉혹(insensitive or harsh)하게 보일 수 있다고 지적하고 있다.

2) ‘통계적 생명가치(Value of Statistical Life)’라는 용어의 잘못된 의미전달로 인한 다양한 문제 제기가 학계에서 있었으며 용어 변경에 대한 논의 역시 다양하게 진행되고 있다. Freeman III et al.(2014)는 그간 진행된 논의를 일부 소개하고 있다. Cameron(2010)은 “willingness to swap(WTS)”, 즉 갑작스런 사망 가능성에 대한 아주 작은 위험 감소에 대한 대체 상품 및 서비스에 대한 지불의사라는 용어를 대안으로 제시하고 있으며, EPA는 보다 직관적인 “value of mortality risk, VMR”, 사망위험에 대한 가치를 주로 사용하고 있다. 김현노 외(2019)에서는 영문용어는 VSL로 그대로 사용하되 EPA의 VMR의 의미와 유사하게 ‘사망위험 감소가치’라는 용어를 제시하고 있다.

적 생명가치는 개별 사회구성원이 바라는 환경정책의 수준(혹은 궁극적으로 환경질의 수준)을 결정하는 데 있어 핵심적인 역할을 한다고 할 수 있다.

하지만 그간 국내에서는 통계적 생명가치에 대한 연구가 충분하지 못한 측면과 함께 일부 연구에서 도출된 수치에 대한 사회적 합의가 부족하여 해외연구 결과를 편익이전(benefit-transfer)하여 활용한 경우가 대부분이다. 편익 이전 시 국가별 경제수준을 고려하여 보정 작업을 하지만 소득 이외 각 사회 혹은 국가 고유의 가치가 반영되지 않는 문제가 발생한다. 다시 말해 비슷한 경제수준을 가진 국가들 사이에서도 위험에 대한 인식이 다를 수 있는데 이에 대한 고려가 불가능하다는 한계가 있다.

통계적 생명가치 연구의 특징 중 하나는 개별 연구의 방법론 및 대상 등에 따라 추정치의 편차가 매우 크다는 점이다. 이는 환경정책의 편익산정에 있어 불확실성을 의미한다. 따라서 영향경로분석을 비롯한 대부분의 환경정책의 편익 산정에 사용되는 통계적 생명가치의 추정치는 독립적인 연구의 결과보다 개별 연구를 종합한 메타분석의 결과를 활용하는 것이 일반적이다. 하지만 메타분석의 결과가 포괄적이며 객관적으로 받아들여지기 위해서는 충분한 개별 연구의 결과가 존재하여야 한다. 해외에서는 EPA나 OECD 등을 중심으로 다양한 메타연구에서 통계적 생명가치를 도출하여 정책분석에 활용하고 있다. 이에 반해 국내에서 통계적 생명가치와 관련한 메타분석 연구는 활발히 진행되지 못하였으나 최근 들어 신영철 외(2017) 및 안소는 외(2018)이 그간 국내에서 진행된 개별 연구결과를 활용하여 메타연구를 진행하였다. 하지만 여전히 국내 선행연구 중 이상치를 제외하면 메타분석을 위한 충분한 연구가 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 환경오염, 특히 대기오염(대표적으로 미세먼지)으로 인한 피해의 가치화, 다른 측면에서는 대기오염을 줄이기 위한 정책 분석에 있어 필수적인 편익 산정을 위한 영향경로분석에 있어 사용될 수 있는 통계적 생명가치를 도출하는 데 있다. 다만 그간 국내에서 진행된 통계적 생명가치 추정연구가 특정 분야의 정책에 대한 값을 도출하였다면 본 연구는 환경오염으로 인해 발생 가능한 질병 자체에 초점을 두었다. 미세먼지는 세계보건기구(WHO)가 2013년 사람에게 발암이 확인된 1군 발암물질로 지정할 정도로 암 발생의 원인이 되고 있다. 따라서 본 연구는 암으로 인한 사망확률 감소에 대한 응답자의 지불의사액을 추정하였다. 더불어 본 연구는 통계적 생명가치 추정과 관련된 최근 연구에서 가장 널리 사용되고 있는 진술선호방법(stated preference approach)

중 실험선택법을 적용하였다. 설문 설계는 D-Efficient 베이지안 방법을 적용하였으며 Prior 선택에 있어서는 관련 국내 연구가 부족하여 해외 연구에서 추정된 계수 값을 활용하였다. 웹 설문조사를 통해 총 3,081명의 표본을 확보하여 분석하였다. 표본을 설문 유형에 따라 두 개의 그룹으로 나누어 진행하였다. 추정결과 신영철 외(2017) 및 안소은 외(2018)의 메타 연구의 추정치와 유사한 약 13억 원의 통계적 생명가치 추정치가 도출되었다. 더불어 본 연구에서는 암으로 인한 사망위험을 감소시키기 위한 수단으로 정부 차원의 정책과 개인 차원의 예방으로 구분하였으며 응답자는 자신이 선호하는 방법에 더 많은 비용을 지불할 수 있게 선택실험법의 속성을 구성하였다. 이를 분석한 결과 응답자들은 개인 차원의 예방에 비용을 지불하는 것을 선호하는 것으로 분석되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 선행연구의 특징 및 결과를 중심으로 살펴보았다. 제 III장에서는 본 연구에서 적용한 선택실험법의 설계와 수집된 데이터를 소개하였으며, 제 IV장에서는 통계적 생명가치의 추정결과를 제시였다. 마지막으로 제 V장에서는 결론 및 시사점을 도출하였다.

II. 통계적 생명가치의 개념 및 선행연구 분석

통계적 생명가치는 인간의 생명 자체에 대한 화폐적 가치를 의미하지 않는다. 하지만 용어에서 오는 오해는 정책 입안자 및 비전문가들로 하여금 통계적 생명가치를 정책으로 인한 편익 산정에 활용하는 데 있어 주저하게 하는 요인으로 작용한다. 이러한 점에서 통계적 생명가치를 추정하는 개별 연구를 살펴보기 전에 이론적인 개념을 정리하고자 한다.³⁾

경제학의 효용이론에 따라 개인은 예산 제약하에서 효용을 극대화하는 선택을 하게 된다. 이를 통계적 생명가치에 적용하면 개인은 효용을 극대화하는 과정에서 사망위험을 감소시키는 선택(반대급부로 다른 재화에 대한 소비를 줄이는 선택)을 한다. 다만 이러한 과정에서 개인은 본인의 사망확률에 대해 정확히 알고 있으며 효용 극대화 과정에서 본인의 선택이 사망확률을 어떻게 변화시키는지 알고 있다고 가정한다. 논의의 단순

3) Andersson and Treich(2012), Freeman III et al.(2014), Alberini, A., and Ščasný, M. (2018) 를 참고하였다.

화를 위해 1기 정태모형(one-period static model)에서 기대효용(expected utility) 극대화 문제를 표현하면 다음과 같다.

$$E[V] \equiv \pi^0 u(w^0) + (1 - \pi^0)v(w^0) \quad (1)$$

식 (1)에서 π 는 생존확률, $u(w)$ 는 생존한 경우 자산(혹은 자산을 통한 소비) w 을 통해 얻게 되는 효용, $v(w)$ 는 생존하지 못한 경우 얻게 되는 효용을 의미한다.⁴⁾ π^0 와 w^0 는 초기값(initial endowment)을 의미한다.

식 (1)을 통해 확인할 수 있듯이 기대효용은 생존확률과 자산의 선택에 따라 결정되게 된다. 개인은 생존확률을 높임으로써 얻게 되는 한계효용과 이에 따른 부의 감소로 인해 잃게 되는 효용이 같아지는 점에서 효용이 극대화되게 된다. 따라서 통계적 생명가치는 부와 생존확률 간의 한계대체율(marginal rate of substitution, MRS)로 정의되며 이는 식 (1)을 전미분하여 도출가능하다.

$$VSL \equiv - \frac{dw^0}{d\pi^0} = \frac{u(w^0) - v(w^0)}{\pi^0 \partial u(w^0)/\partial w^0 + (1 - \pi^0) \partial v(w^0)/\partial w^0} \quad (2)$$

식 (2)에서 확인할 수 있듯이 통계적 생명가치는 개인의 부와 생존확률의 함수로 표시될 수 있다. 다시 말해 통계적 생명가치는 개인의 생존확률, 부의 초기값 및 효용함수에 따라 차이가 발생하며 이를 국가 개념으로 확장하면 국가 고유의 사회·경제적 요소 및 인식에 따라서 차이가 발생하는 것을 의미한다. 따라서 해외연구를 통해 도출된 통계적 생명가치의 추정치를 편익 이전(benefit transfer)하여 국내의 환경정책의 편익을 산정하는 경우 매우 신중하여야 하며 근본적인 한계가 존재하게 된다. 또한 국내의 사회경제적 요인이 반영된 통계적 생명가치 추정연구가 필요함을 의미한다.

먼저 국내외의 정책분석에서 다양하게 활용되고 있는 통계적 생명가치 추정의 메타 분석 연구를 통해 추정치의 범위를 참고할 필요가 있다. 통계적 생명가치를 추정하는 연

4) 일반적인 경우 $v(w)$ 를 0으로 가정할 수 있다.

구는 크게 진술선호법(stated-preference approach)과 헤도닉 임금접근법(Hedonic wage approach)로 구분될 수 있다. 헤도닉 임금접근법은 현실의 임금 데이터를 사용한다는 장점이 있는 반면 임금을 받지 않는 계층에게 있어 환경질 혹은 위험 변화에 대한 가치 평가가 어려우며 또한 실제 위험이 가치에 미치는 영향과 기타 요소에 의한 영향을 구분하기 어려운 단점이 있다(Lindhjem et al., 2010).

더불어 헤도닉 임금 추정방법은 실제 직업에서 오는 위험도와 관련 직업의 노동자가 인식하는 위험의 정도가 같다고 가정한다. 이는 위험한 직업을 선택한 사람의 위험에 대한 선호는 반영되나 해당 위험을 받아들이지 않은 사람, 즉 해당 직업군을 선택하지 않는 사람들의 선호는 반영되지 못하는 단점이 존재한다. 이러한 점으로 인해 통계적 생명가치를 추정한 최근 연구는 헤도닉 임금 추정방법보다는 진술선호방법이 선호되고 있다(Cropper et al., 2011). 본 연구에서도 진술선호법을 적용한 연구를 대상으로 검토하였다.

<표 1> 메타분석을 활용한 통계적 생명가치 연구결과

메타연구	메타분석에 사용된 연구 출판년도(연구수)	통계적 생명가치 추정결과	
		원자료(년도)	2015년 기준 조정 ¹⁾
Kochi et al. (2006)	1988-2002(14)	\$2.8 백만 (2000)	\$3.9 백만
Dekker et al. (2011)	1983-2008(26)	\$2.4 백만 ~ \$7.5 백만 (2004)	\$3.0 백만-\$9.4 백만
Lindhjem et al. (2010) ²⁾	1982-2007(26)	\$2.9 백만 (2005)	\$3.5 백만

1) OECD 평균 소비자물가지수(CPI)자료로 보정. 다만 소득보정은 하지 않았음.

2) Lindhjem et al.(2010)은 OECD(2012)에서 인용된 후 현재까지 가장 널리 인용되는 추정치임.

원자료: Cropper et al.(2011)

<표 1>은 통계적 생명가치 추정을 위한 메타분석 연구 중 진술선호방법의 결과를 활용한 대표적인 연구의 주요 결과를 보여주고 있다. 진술선호방법을 이용한 통계적 생명가치의 추정치는 헤도닉 임금접근방법을 적용한 연구의 결과에 비해 상대적으로 낮은 추정값을 나타낸다(Cropper et al., 2011). 예를 들어 헤도닉 임금접근방법을 통해 도출된 결과를 활용하여 메타분석한 Viscusi and Aldy(2003)의 추정치는 \$6.9백만~9.5백만

(2009년 기준)로 비슷한 시기의 진술선호방법으로 연구된 결과를 활용한 Mrozek and Taylor(2002)의 \$2.0백만~3.3백만(2009년 기준)의 약 3배 이상에 달한다. 또한 Kochi et al.(2006)에서 헤도닉 임금접근방법과 진술선호방법에 연구들을 비교한 결과 역시 약 3배 이상 차이가 나는 것으로 나타났다.

Lindhjem et al. (2010, 2011)는 진술선호방법을 통해 도출된 결과만을 대상으로 특정 지역이나 국가를 대상으로 하지 않고 총 38개국에서 진행된 연구를 활용하여 메타분석을 하였다.⁵⁾ <표 1>에 나온 결과를 2015년 환율로 단순 환산하면 약 34억~106억 원의 통계적 생명가치가 도출된다.⁶⁾ 다음에 살펴볼 국내에서 진행된 메타연구에서 도출된 결과와 비교하면 상대적으로 매우 높은 값을 알 수 있다.

해외에서는 2000년 초반부터 통계적 생명가치를 추정하는 다양한 메타연구가 진행된 반면 국내에서는 최근 들어 통계적 생명가치 추정을 위한 메타연구가 진행되었다. 대표적으로 신영철 외(2017)과 안소은 외(2018)이 있다. 두 연구의 분석 대상이 되는 국내 연구는 매우 유사하며 메타분석을 위해 최종 선별된 추정치만 다소 차이가 있다. 먼저 신영철 외(2017)은 총 18개의 연구에서 도출된 61개의 추정을 활용하여 메타회귀분석을 실시하였다. 대상이 되는 18개의 연구는 1996년에서 2016년까지의 약 20년간 국내에서 추정된 통계적 생명가치 혹은 지불의사액을 활용하였다. 신영철 외(2017)은 사망위험의 유형, 특성 및 방법론 등을 설명변수로 하는 메타회귀분석을 통해 약 13억 원의 추정치를 도출하였고, 안소은 외(2018)은 OECD(2012)에서 권고한 데이터 선별작업 가이드라인에 따라 최종적으로 총 16개 연구의 66개의 추정치를 이용한 메타회귀분석을 통해 약 12.9억~14.8억 원의 값을 도출하였다. 두 연구의 추정결과는 매우 유사하며 앞서 소개한 해외 메타연구의 결과에 비해 매우 낮은 값을 나타내고 있다. 이러한 차이는 다양한 해석이 가능하다. 가장 일반적인 해석은 소득 수준에 비해 우리나라 국민들이 사망위험에 대한 인지 정도 및 반응 혹은 사망위험 감소에 대한 가치를 낮게 평가한다는 것이다. 이러한 경우는 국내의 연구 결과가 한국인의 위험에 대한 지불의사를 올바르게 추정하였다고 평가할 수 있다. 다만 다른 가능한 해석은 방법론적인 문제일 수 있다. 안소은 외

5) 메타분석의 입력자료로 사용된 Choi et al. (2001)은 한국에서 조건부가치측정법을 통해 도출된 연구로 방사능에 노출에 대한 통계적 생명가치를 추정하였다.

6) 2015년 평균환율:1,132.10원/달러를 적용하였다.

(2018)에서 수집한 총 18개의 연구 중 11개의 연구가 조건부가치추정법을 활용한 연구이며 위험변화의 확률은 6/10,000~4/1,000,000의 범위를 형성하고 있다.⁷⁾ 기존 연구에 따르면 연구방법론과 위험변화확률은 추정치에 결정적인 영향을 미치게 된다. 특히 조사에서 제시된 위험변화확률은 통계적 생명가치가 지불의사액을 위험변화로 나눈 값으로 정의되는 것을 상기한다면 통계적 생명가치 추정치는 위험변화확률이 커질수록 작아지는 현상이 나타난다(Lindhjem et al., 2011). 다른 한편으로 메타연구를 위한 선행연구가 부족한 점 역시 이러한 결과에 영향을 미쳤을 것으로 평가된다.

최근의 해외연구에서는 조건부 가치추정법을 활용한 통계적 생명가치의 추정보다는 선택실험법을 활용한 연구가 대부분이다. 선택실험법은 조건부가치추정법과 비교해 개별 요소의 가치를 세분화하기 쉬우며 합산편의(part-whole bias)나 양극단반응편의(yea-saying bias)에 대한 우려가 적은 장점이 있다(Hanley et al., 1998).

Alberini and Ščasný(2011)는 이탈리아와 체코, 두 국가에서 각각 1,906명, 1,500명을 대상으로 선택실험법을 적용하여 통계적 생명가치를 추정하였다. 통계적 생명가치에 영향을 미치는 주요 속성변수로는 사망원인(암, 교통사고, 호흡기 질환)과 위험을 줄이는 주체(정부 혹은 개인)를 설정하였다. 추정결과 암으로 인한 사망에 대한 통계적 생명가치(VSL)가 높은 현상, 즉 암 프리미엄(cancer premium)과 함께 공공정책에 대한 높은 지불의사(public program premium)가 있는 것을 확인하였다. 추정결과 기존의 연구의 추정치보다 매우 높은 400만(2008년 기준, 약 64억 원)에서 1,000만 유로(2008년 기준, 약 161억 원)의 통계적 생명가치의 추정치를 제시하였다.

Kjær et al.(2018)은 선택실험법을 활용한 통계적 생명가치 추정의 방법론에 대한 연구하였다. 같은 수준의 사망위험에 대해서도 위험의 수준에 표현의 차이가 응답자의 위험감소에 대한 지불의사액에 큰 영향을 미치는 것을 보여준다. 해당 연구에서는 응답자를 세 그룹으로 나누어 한 그룹에 대해서는 통계적 생명가치 추정 연구에서 일반적으로 제시하는 위험확률, 예를 들어 ‘연간 1/100,000 사망확률 감소’를 제시한 반면 다른 한 그룹에 대해서는 ‘연간 1/100,000 사망확률 감소에 해당되는 실제 사망자 감소자 수(즉, 1/100,000 × 총 시민의 수)’를 제시하였다. 마지막 한 그룹에 대해서는 두 가지 표현 모두

7) 총 18개의 연구를 수집하였으며 선별작업을 통해 16개의 연구를 이용하여 메타회귀분석을 실시하였다.

를 제시하여 선택실험법을 진행하였다. 사망위험을 사망자 수만 제시된 그룹에서는 1/100,000 사망확률 감소에 대해 지불의사액이 1,236DKK(2013년 기준, 약 24만 원)이 추정되었으며 반대로 사망위험확률만 제시된 경우에는 560DKK⁸⁾(2013년 기준, 약 11만 원)로 약 1/2 정도로 낮은 수치가 도출되었다. 이에 반해 확률과 사망자 수가 모두 제공된 그룹에서는 중간 정도의 수치인 888DKK(2013년 기준, 약 17만 원)가 지불의사액으로 추정되었다. 이러한 원인에 대해 Kjær et al.(2018)는 확률이 주는 상대적인 모호함으로 인해 낮은 지불의사액이 도출되었다고 분석하고 있다.⁹⁾ 확률만 제시한 경우보다 확률에 해당하는 실제 사망 감소 가능 숫자를 보여주는 경우 응답자가 이해하기 쉬운 측면이 있어 약 2배에 해당되는 지불의사액을 나타냄을 확인할 수 있다. Kjær et al.(2018)은 사망자 수는 공포의 이미지를 형성하게 하여 응답자로 하여금 위험에 대해 과대추정하게 하는 역할을 한다고 결론짓고 있다. 특히 응답자의 수치적 능력이 부족한 응답장의 경우 사망위험에 대한 표현 방법에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 한편 Alberini and Ščasný(2018)는 이탈리아, 네덜란드, 영국, 체코 등 유럽의 4개국에 대해 선택실험법을 적용하여 통계적 생명가치를 추정하였다. Alberini and Ščasný(2018)는 기존의 연구와 달리 암에 대한 위험을 암 발생확률과 암 발생시 사망확률으로 구분하여 제시하였다.¹⁰⁾ 또한 암 발생으로 일상생활에서의 영향을 중요한 변수로 활용하였으며 추정결과 통계적 생명가치는 물론 통계적발생확률가치(Value per Statistical Case, VSCC)에도 영향이 큰 것으로 나타났다. 이는 교통사고와 같이 일회성 사고로 인한 사망과 달리 암과 같은 질병으로 인한 사망의 경우 사망의 결과가 나타나기까지 시간이 소요되고 그에 따른 일상 생활에서의 고통을 수반하기 때문에 이러한 점이 응답자의 지불의사액에 중요한 변수로 작용한다는 것을 확인할 수 있다.

진술선호방법을 통한 통계적 생명가치의 추정은 앞서 살펴본 헤도닉임금 추정법이 가지는 단점을 보완하지만 실제 상황이 아닌 가상적인 상황을 응답자에게 제시하고 이를 바탕으로 선호를 분석하는 방법이 가지는 근본적인 한계, 가상편의(hypothetical

8) DKK는 덴마크 크로나를 의미함.

9) 통계적 생명가치로 환산하면 각각 약 241억 원, 약 109억 원, 약 173억 원이다.

10) 통계적발생확률가치(Value per Statistical Case, VSCC)는 암 발생확률(사망과는 상관없이)을 줄이는 것에 지불의사액으로 정의하였다.

bias)가 존재한다. 특히 앞서 살펴본 바와 같이 위험을 나타내는 표현방식(확률 혹은 사망자 수) 및 정책 수단(공공, 개인) 등에 따라 유의한 차이가 발생한다는 점이다. 다시 말해 조사 설계 및 질문 형식에 따라 결과 값이 매우 달라짐을 의미한다. 따라서 진술선호 방법이 가지는 근본적 한계를 최소화하기 위해서는 엄밀한 실험설계가 선행되어야 한다.

III. 자료수집 및 표본의 특성¹¹⁾

선택실험법은 한 설문자에게 속성의 수준을 변경한 선택지를 반복 질문함으로써 선호를 조사하게 되는데 최근에는 시간 및 비용의 절약과 데이터 관리 등의 장점을 가지는 웹 설문방법이 주로 이용된다. 본 연구에서도 미리 확보된 온라인 패널을 대상으로 휴대전화 문자와 이메일을 통해 URL을 발송하여 응답자를 모집하였다. 모집단은 전국의 만 19세 이상의 성인남녀를 대상으로 지역별, 성별, 연령별 기준 비례할당추출 방법을 적용하여 표본을 구성하였다. 총 26,271명을 대상으로 조사를 요청하여 최종 조사 완료한 인원은 3,081명이 최종 표본으로 선택되었다. 특히 본 조사에서 응답자는 휴대전화나 PC 중 하나의 기기 중 하나를 선택하여 응답할 수 있게 설계하였다. 최종 응답자는 PC와 휴대전화가 각각 1,062명과 2,091명으로 휴대전화의 편의성으로 인해 더 많은 응답자가 휴대전화를 선택하였다.

안소은 외(2018)에 따르면 국내에서 진행된 진술선호법을 활용한 통계적 생명가치 연구의 대부분은 직접적 사망원인의 위험감소에 대한 지불의사액을 추정하기 보다는 대기오염, 기후변화, 화학물질 관리정책의 효과로 인한 간접적인 위험감소를 대상으로 하였다. 이와 달리 본 연구는 사망의 직접적인 원인, 즉 암 발생으로 인한 사망위험에 초점을 두었다는 점에서 선행연구와 차별화된다. <표 2>는 선택실험에서 설정한 주요 속성과 수준을 나타내고 있다.

11) 본 조사는 한국환경정책·평가연구원에서 실시하는 국민환경의식조사의 일부로 2018년 10월 12일부터 22일 까지 실시하였다.

〈표 2〉 선택실험 속성 및 수준

속 성	현재 수준	유형 1	유형 2
암으로 인한 사망확률	15명/10,000명 사망	1명/10,000명 감소 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 5,127명 감소) 3명/10,000명 감소 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 15,381명 감소) 5명/10,000명 감소 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 25,635명 감소) 7명/10,000명 감소 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 35,889명 감소)	14명/10,000명 사망 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 5,127명 감소) 12명/10,000명 사망 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 15,381명 감소) 10명/10,000명 사망 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 25,635명 감소) 8명/10,000명 사망 (연간 암으로 인한 사망자 수 약 35,889명 감소)
정부 정책 시행을 위해 추가 지불하게 되는 연간 비용 (향후 5년간)	-	50,000원/년 (250,000원/5년) 100,000원/년 (500,000원/5년) 200,000원/년 (1,000,000원/5년) 400,000원/년 (2,000,000원/5년)	
개인 차원에서 암 발생을 예방하기 위해 추가 지불하게 되는 연간 비용 (향후 5년간)	-	50,000원/년 (250,000원/5년) 100,000원/년 (500,000원/5년) 200,000원/년 (1,000,000원/5년) 400,000원/년 (2,000,000원/5년)	

본 연구에서는 사망위험수준에 대한 표현 방법을 달리하여 두 개의 그룹으로 구분하였다. 두 그룹 모두에게 현재 암으로 인한 사망확률을 제시하였다. 다만 차이점은 ‘유형 1’ 표본의 설문응답자에게는 프로그램 실행으로 인해 감소되는 확률(ΔP)을 제시한 반면 ‘유형 2’의 응답자에게는 프로그램 실행으로 암으로 인한 사망확률이 감소되어 나타내게 될 확률, 즉 P^1 (변화된 확률) = P^0 (현재확률) - ΔP (감소되는 확률)을 제시하였다. 또한 사망확률 감소로 인해 줄어들게 될 사망자 수도 함께 제시하였다.

선택실험법에서는 속성과 함께 속성별 수준을 합리적으로 제시하여야 가상편의의 가능성을 줄일 수 있다. 통계적 생명가치 연구에서 핵심적인 속성은 사망확률과 관련 비용이다. 본 연구에서는 앞 장에서 검토한 해외 연구를 바탕으로 기본 사망 감소확률을 ‘1명/10,000명 감소’로 정하고 이를 기준으로 수준을 증가하는 방법을 적용하였다. 속성의 수준 중 특히 비용에 대한 수준 결정은 매우 중요하다.¹²⁾ 이를 기준으로 ‘3명/10,000명

감소'에서 '7명/10,000명 감소'로 높은 확률을 제시하였다. 선행연구 중 Alberini and Ščasny가 수행한 연구를 참고하여 비용의 수준을 결정하였다. Alberini and Ščasny는 통계적 생명가치 추정과 관련된 다양한 방법론의 적용뿐만 아니라 다양한 국가에서 선택 실험법을 진행하였다. 일반적으로 지불의사액은 소득의 탄력성의 함수로 정의된다. 이러한 이유로 통계적 생명가치의 추정치를 소득 탄력성을 활용하여 가치이전(benefit-transfer)한다(Viscusi and Masterman, 2017). Alberini and Ščasny의 연구 중 소득 수준이 우리와 비슷한 이탈리아와 체코에서 진행된 연구의 결과를 활용하여 연 5만 원에서 40만 원까지의 비용 수준을 결정하였다.

정책비용에 대한 변수를 정부 정책을 위한 세금 형태의 비용과 개인 차원에서의 예방 비용 두 가지 형태로 제시하였다. Alberini and Ščasny(2018)에서 설정한 개인 차원의 예방비용과 국가 정책 차원의 비용과 유사한 설계를 하였다. 하지만 Alberini and Ščasny (2018)는 두 가지의 비용 중 하나를 선택하는 “all or nothing” 형태로 제시한 반면 본 연구에서는 개인적 예방과 정부 정책비용의 포트폴리오 형식으로 제시하였다. 이는 현실에서 정부는 다양한 형태의 암 위험을 줄이기 위한 정책을 시행하게 되며 이는 결국 국민의 세금에서 재원을 마련하게 된다. 이와는 별개로 개인 차원에서 암 예방을 위한 지출, 예를 들자면 주기적인 건강 검진 혹은 암 예방을 위한 음식 섭취 등의 지출을 하게 된다. 따라서 정부 차원의 정책비용과 개인 차원의 예방 비용은 항상 혼재되어 있기 마련이다. 총 3가지의 속성과 속성별 수준을 이용하여 선택실험 설문지를 설계하였다. 설문 설계는 전문 소프트웨어(NGene Software)를 이용하여 분산-공분산 행렬을 최적화하는 D-Efficient 베이지안 방법을 적용하였다.¹³⁾ 이를 적용하기 위해서는 Prior값이 필요한데, 이는 Alberini and Ščasny(2011, 2018) 및 Kjær et al.(2018)에서 추정된 계수 값을 활용하였으며 패널 혼합로지트모형을 사용하여 설계하였다. 선택문항 셋을 총 28개로 설계 후 이를 4개 블록으로 구분하여 적용하였다. 예를 들어 1안으로 ‘(3명/10,000명 감소, 정부프로그램비용 40만 원/년, 개인프로그램 5만 원)’ 2안으로 ‘(5명/10,000명 감소, 정부프로그램비용 20만 원/년, 개인프로그램 40만 원)’과 ‘선택하지 않음’으로 구성된 선택 집합이 제시되었다. 각 설문 응답자는 각 선택문항 셋별로 총 7번의 선택기회를 가진다.

12) 암으로 인한 현재 사망확률은 2018년 사망원인별 통계자료를 활용하였다.

13) 자세한 설계 방법에 대해서는 NGENE 소프트웨어 매뉴얼, ChoiceMetrics(2011)을 참조

<표 3>은 수집된 자료의 기초통계량을 보여주고 있다. 전체 표본에서 연령이 낮은 응답자일수록 PC보다는 휴대전화를 이용하여 설문에 응답하는 경향이 높음을 확인할 수 있다. 또한 소득 및 학력 역시 PC를 이용한 경우가 더 높는데 이는 연령과 상관관계가 높기 때문에 나타나는 현상이다. 76퍼센트가 대졸 이상의 학력을 가진 것으로 응답하였는데 이는 2018년 전국 평균 49퍼센트에 비해 높게 나타났다. 이는 웹조사의 단점으로 상대적으로 높은 학력수준 및 소득을 나타내는 응답자 표본이 형성된다. 더불어 60대 이상의 고령층의 표본을 확보하기 어려운 단점이 존재한다. 다만 최근 연구에 따르면 우편이나 대면조사와 인터넷 기반의 조사에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나고 있다(Cambell et al., 2018). 설문 소요시간 평균이 1시간 이상으로 긴 이유는 일부 응답 시간이 길어 평균이 높게 나타났기 때문이며 중간값(median)은 17분이다.¹⁴⁾

<표 3> 설문조사 기초통계량

	전체 표본		PC		휴대전화	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
나이	43.67	13.26	45.1	13.6	42.9	13.0
여성	49%	-	37%	-	55%	50%
기혼	65%	-	64%	-	66%	48%
소득(만 원)	470.1	279.7	489.9	291.2	459.8	272.9
대졸	76%	-	80%	-	74%	44%
암 발생(본인)	4%	-	4%	-	4%	20%
암 발생(가족)	35%	-	34%	-	36%	48%
설문 소요시간(분)	92.1	462.3	100.1	513.2	87.8	433.2
표본 수	3,081		1,062		2,019	

IV. 추정 모형 및 결과

웹 설문방법을 통해 수집된 자료를 통해 일반적인 확률효용모형(RUM: Random

14) 설문 소요시간은 선택실험뿐만 아니라 환경의식조사에 대한 답변 시간까지 포함된다.

Utility Model)을 통해 분석하였다. 확률효용모형은 개별응답자(i)가 선택기회(t)에서 총 J 개의 선택지 중 대안(j)을 선택함으로써 받게 되는 효용을 정확히 알고 있다고 가정하고 이를 극대화하는 대안을 선택하게 된다. 다만 연구자는 각 개인이 선택하는 대안으로부터 받게 되는 효용에 미치는 요소 중 일부를 관측하지 못한다고 가정한다. 이러한 점을 모형에 확률변수의 형태로 가정한다. 따라서 확률변수 가산적인(additive) 형태로 가정하면 다음과 같이 모형식을 구성할 수 있다.

$$U_{ijt} = V(X_{ijt}; \beta_i) + \varepsilon_{ijt}, \quad i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (3)$$

식 (3)에서 간접효용(indirect utility) $V(\cdot)$ 는 대안 j 를 선택하는 경우 응답자 i 가 t 기에 얻게 되는 총 효용(U) 중 연구자가 관측 가능한 부분이다. ε_{ijt} 는 앞서 언급한 바와 같이 응답자 i 에게는 관측되지만 연구자에게는 관측되지 않는 부분을 확률모형화한 것이다. ε_{ijt} 의 확률분포에 대한 가정에 따라 프로빗(probit)과 로짓(logit) 모형으로 크게 구분된다. ε_{ijt} 를 서로 독립적이고 동일한 분포(IID, Independent and Identically Distributed)를 따르는 Type I extreme 값으로 가정하는 로짓모형은 닫힌해(closed-form solution)를 갖는 장점이 있어 선택대안이 많은 경우에도 추정이 쉬워 가장 널리 사용되고 있다(Train, 2009). 로짓모형을 가정하면 t 기에 개별 응답자 i 가 j 를 선택하게 되는 확률은 식 (4) 같이 주어진다.

$$\Pr(j|\beta_i) = \frac{\exp(V_{ijt}(\beta_i))}{\sum_{k=1}^J \exp[V_{ikt}(\beta_i)]}, \quad i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (4)$$

이때 간접효용함수 $V(\cdot)$ 는 계수(β)에 선형으로 가정하며, 계수의 형태, 즉 선호의 분포에 대한 가정에 따라 고정된 것으로 가정하는 다항로짓(multinomial logit), 선호가 일정한 확률분포 형태를 가지는 혼합로짓(mixed logit), 개별 그룹별로 다른 선호를 가지는 latent class 모형, 혼합로짓을 확장한 일반화다항로짓(generalized multinomial logit) 등으로 구분된다.¹⁵⁾ 본 연구에서는 다항로짓과 혼합로짓 모형을 통해 추정하였으며, 효

용합수는 다음과 같이 표현된다.

$$U_{ijt} = \beta^{cost} C_{ijt} + (\beta + \eta_i)' X_{ijt} + \varepsilon_{ijt}, \quad \eta_i \sim D(\cdot) \quad (5)$$

혼합로짓 모형은 η_i 를 일정한 분포함수(정규, 로그정규, 삼각형 분포 등)로 가정하여 응답자의 선호를 다르게 반영하는 반면 다항로짓 모형은 η_i 를 고정된 상수로 가정하여 개인의 선호가 일정한 것으로 간주한다. 설명변수 C_{ijt} 는 정책 및 개인 투자비용을 X_{ijt} 는 사망확률 및 선택 안 함과 교차항(사망확률과 개인 특성변수)을 포함한다. 이때 사망확률 감소($\Delta 1/10,000$)에 해당하는 지불의사액은 $E(WTP) = -\frac{E(\beta^p)}{\beta^{cost}}$ 로 정의된다. 따라서 사망위험의 1단위 감소에 대한 지불의사액으로 정의되는 통계적 생명가치는 도출된 지불의사액을 사망위험확률로 나눈 값($E(WTP)/\Delta P$)로 정의된다.

<표 4>는 암으로 인한 사망확률의 표현방식과 상관없이 모든 자료를 함께 추정한 결과(전체 표본)와 이를 구분(유형 1, 유형 2)하여 각각 다항로짓과 혼합로짓모형으로 추정한 결과를 보여주고 있다. 추정된 결과를 살펴보면 추정계수의 부호는 이론 및 예상되는 방향으로 추정되었다. 다시 말해 사망확률 감소에 대한 계수는 양의 부호를 가지고 있으면 비용에 대한 추정계수는 모두 음의 값을 가지고 있다. 다만 추정결과에서 유의해야 할 점은 정책으로 인해 감소된 사망확률, 즉 현재 15명/만명 사망에서 8~14명/만명으로 확률을 제시한 유형 2 표본만을 이용하여 추정한 결과에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았다는 것이다. 이러한 결과에 대해서는 두 가지의 가능한 해석이 있을 수 있다. 첫 번째는 제시된 표현의 차이로 인하여 사망위험 감소 확률이 상대적으로 작게 받아들여져 사망위험 감소가 작아서 지불할 의사의 차이를 보이지 않았다고 생각할 수 있다. 다른 하나는 제시된 확률에 대한 이해가 부족했을 가능성이 있다. 다시 말해 사망위험확률을 제대로 인지하지 못한 채 응답하였을 가능성이 있다. 이는 선택실험에 대한 응답 전 주어진 설명이 응답자로 하여금 위험감소 확률에 대한 속성을 충분히 인지할 만큼 충분하지 못

15) 간접효용합수를 선형으로 설정하면 소득에 대한 한계효용이 일정하다는 것을 전제로 하게 되어 다소 비현실적인 가정이 되게 된다. 다만 비선형소득 효과를 가정하면 후생변화를 추정하기 어려운 문제가 발생한다. Herriges and Kling(1999)은 이러한 문제를 해결하기 위한 방법을 제시하였으나, 여전히 시뮬레이션에 많은 시간이 소요되며 수렴에 있어 문제가 존재하여 대부분의 경우 선형형태의 간접효용합수를 가정한다.

하였거나 잘못 전달되었을 가능성이 있다. 더불어 암으로 인한 위험확률을 감소하기 위해 지불해야 하는 비용 변수에 대한 추정 계수 중 정부 정책을 위한 비용에 대한 변수는 통계적으로 유의하지 않게 도출되었다. 앞서 속성 설계 부분에서 설명한 바와 같이 본 연구는 다른 선행연구와 달리 위험감소를 위한 지불의사액을 정부 정책비용과 개인 투자비용의 포트폴리오로 설정하고 이에 대한 비중을 응답자가 선택하는 형태를 취하였다. 추정결과는 응답자들은 정부정책을 통한 사망위험 감소보다는 개인 차원의 예방비용 지출을 통하는 방법을 선호한다는 것을 보여주고 있다. 나이와 위험확률 감소의 교차항은 음의 값을 가지는 반면 소득 및 가족 중 암 경험 유무는 양의 값을 가진다. 지불의사액이 위험확률에 대한 계수를 비용에 대한 계수로 나눈 값으로 도출되는 것을 상기하면 나이가 많을수록 지불의사액이 낮게 나타나고 소득 및 암 경험 유무는 지불의사액을 높이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 우리의 직관과 일치하는 방향으로 도출되었다.

앞서 살펴본 바와 같이 ‘유형 2’의 자료를 이용하여 추정한 암으로 인한 사망확률 감소(ΔP)에 대한 계수가 통계적으로 유의하지 않기 때문에 유의미한 통계적 생명가치를 도출할 수 없다. 또한 모든 경우에 있어 정부 정책비용에 대한 계수가 통계적으로 유의하지 않게 도출되어 본 연구에서는 전체 표본을 이용한 경우와 ‘유형 1’의 추정결과에서 사망확률의 추정계수와 개인 지출비용의 추정계수를 이용하여 통계적 생명가치를 추정하였다. 전체 표본을 활용한 경우 비록 통계적으로 유의한 결과가 도출되었지만 ‘유형 2’의 자료를 함께 활용하였다는 점에서 ‘유형 1’ 자료만을 활용하여 도출한 결과가 본 연구에서 보다 선호되는 추정결과이다. <표 5>는 추정된 계수를 통해 도출된 통계적 생명가치를 보여주고 있다. 다항로짓과 혼합로짓의 추정결과 차이는 매우 작으며 전체 표본을 이용하여 추정한 경우 약 6.6~6.7억 원이며 ‘유형 1’의 경우 평균적으로 약 13억 원 내외의 추정결과를 나타내고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 ‘유형 2’의 경우 사망확률 감소 변수의 추정치가 통계적으로 유의하지 않아 전체 표본을 사용한 경우 이러한 문제가 내포되어 있다고 판단할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과 가장 적절한 통계적 생명가치 추정치는 ‘유형 1’ 표본만을 이용한 경우로 판단할 수 있다. ‘유형 1’에서 추정된 약 13억 원의 통계적 생명가치 추정치는 앞서 검토하였던 국내 메타회귀분석을 통해 도출된 결과와 매우 흡사한 반면 최근 해외 연구결과나 해외 자료를 활용한 메타회귀분석 결과와 비교할 경우 매우 작은 값임을 확인할 수 있다.

〈표 4〉 모형 추정결과

변수	다항로짓(MNL) 모형			혼합로짓(MXL) 모형		
	전체 표본	유형 1	유형 2	전체 표본	유형 1	유형 2
(a) Parameter Means						
사망확률 (ΔP)	0.1027*** (0.0106)	0.1861*** (0.0152)	0.0194 (0.0150)	0.2010*** (0.0482)	0.3903*** (0.0689)	0.0170 (0.0667)
정부정책비용 (Public Cost)	-0.0013 (0.0015)	-0.0014 (0.0022)	-0.0013 (0.0021)	-0.0038 (0.0025)	-0.0034 (0.0037)	-0.0040 (0.0034)
개인지출비용 (Private Cost)	-0.0153*** (0.0010)	-0.0144*** (0.0015)	-0.0165*** (0.0015)	-0.0306*** (0.0017)	-0.0296*** (0.0025)	-0.0315*** (0.0023)
현재 혹은 선택 안 함(SQ)	-1.0323*** (0.0496)	-0.9391*** (0.0709)	-1.1267*** (0.0695)	-4.4521*** (0.1864)	-4.6206*** (0.2807)	-4.2504*** (0.2259)
$\Delta P \times$ 나이	-0.0022*** (0.0002)	-0.0037*** (0.0003)	-0.0007** (0.0003)	-0.0038*** (0.0011)	-0.0074*** (0.0015)	-0.0007 (0.0015)
$\Delta P \times$ 서울거주자	-0.0177** (0.0069)	-0.0091 (0.0098)	-0.0265*** (0.0098)	-0.0599* (0.0333)	-0.0359 (0.0449)	-0.0636 (0.0451)
$\Delta P \times$ 광역시 (서울제외)	-0.0188*** (0.0063)	-0.0173* (0.0090)	-0.0185** (0.0089)	-0.0504* (0.0298)	-0.0583 (0.0420)	-0.0307 (0.0412)
$\Delta P \times$ 소득	0.0001*** (0.0000)	0.0001*** (0.0000)	0.0001*** (0.0000)	0.0002*** (0.0000)	0.0001* (0.0001)	0.0002*** (0.0001)
$\Delta P \times$ 본인 암 경험	-0.0223* (0.0132)	-0.0159 (0.0199)	-0.0246 (0.0178)	-0.0400 (0.0604)	-0.0216 (0.1077)	-0.0595 (0.0817)
$\Delta P \times$ 가족 암 경험	0.0528*** (0.0057)	0.0709*** (0.0081)	0.0358*** (0.0080)	0.1156*** (0.0273)	0.1623*** (0.0376)	0.0711* (0.0371)
$\Delta P \times$ 건강검진	0.0204*** (0.0065)	0.0227** (0.0091)	0.0186** (0.0094)	0.0331 (0.0321)	0.0507 (0.0416)	0.0452 (0.0441)
(b) Parameter Dispersions						
사망확률 (ΔP)	-	-	-	0.5987*** (0.0154)	0.5983*** (0.0213)	0.6019*** (0.0210)
현재 혹은 선택안함(SQ)	-	-	-	4.8482*** (0.1798)	5.2762*** (0.2464)	4.3637*** (0.2024)
표본수(N)	3,081	1,528	1,553	3,081	1,528	1,553

주: 1) MNL(Multinomial Logit), MXL(Mixed logit).

2) 표본수(N)는 응답자 수를 의미하며 개별 응답자별 7번의 응답기회가 주어졌으므로 총 관측 수는 응답자수에 7을 곱한 값이다.

3) * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

〈표 5〉 통계적 생명가치(VSL) 추정결과

VSL 추정값(만 원)	다항로짓(MNL) 모형		혼합로짓(MXL) 모형	
	전체 표본	유형 1	전체 표본	유형 1
평균	67,017	129,532	65,787	131,836
하한(Lower Bound)	51,955	98,975	34,515	82,571
상한(Upper Bound)	82,079	160,089	97,060	181,102

주: WTP 분포 계산은 Krinsky and Robb의 몬테칼로방법을 이용함.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 환경정책으로 인해 발생하는 편익 중 건강편익을 산정하는 데 있어 필수적인 요소인 통계적 생명가치 도출을 목적으로 하고 있다. 특히 최근에는 대기오염 정책평가를 위한 영향경로분석에서 화폐가치화에서 가장 널리 사용되는 개념이다. 통계적 생명가치는 위험, 특히 사망에 대한 위험감소를 위해 포기 가능한 사회구성원의 주관적 가치의 평균으로 해석할 수 있다. 따라서 각 사회를 구성하고 있는 구성원과 사회·경제적 요소에 의해 정해진다. 다시 말해 각 사회 혹은 국가 구성원을 대상으로 선호를 분석하여 통계적 생명가치를 추정하는 것이 필요하다. 그간 국내에서는 해외 연구 결과를 편익이 전하여 국내 정책효과 분석에 적용하였지만 이는 통계적 생명가치의 개념상 명확한 한계가 존재한다. 이에 본 연구는 이러한 간극을 좁히는 데 기여하고자 한다.

통계적 생명가치를 추정하는 접근방법은 헤도닉 임금방법과 진술선호법으로 구분되는데 최근 연구에서는 진술선호법을 주로 활용한다. 진술선호법은 많은 장점에도 불구하고 설문설계 방식이나 표본 혹은 질문의 유형 등에 의해 추정결과가 크게 달라질 우려가 있다. 정책분석 혹은 정책수립에 결정적인 역할을 하는 수치는 연구자 및 정책결정자들에게 수용 가능하여야 한다. 따라서 개별 연구의 추정치보다 다양한 선행연구를 고려한 메타분석을 통해 도출된 일종의 평균 개념 값을 활용하는 것이 일반적이다. 하지만 그간 국내에서는 통계적 생명가치 추정연구가 다양하게 진행되지 못하였으며 이는 메타연구를 위한 자료가 부족함을 의미한다. 통계적 생명가치의 추정은 교통, 환경 및 보건 분야의 정책분석에 매우 중요함에도 불구하고 다양한 연구가 진행되지 못한 이유 중 하

나는 그간 국내에서의 관련 정책편익 분석은 영향경로분석보다는 정책에 대한 직접적 지불의사액을 추정하는 조건부가치추정법이 주로 사용되었기 때문이다. 따라서 단계별 영향을 추정하는 영향경로분석에서의 화폐가치화에 해당하는 통계적 생명가치 추정이 필요하지 않았다. 하지만 보다 엄밀한 정책효과 분석을 위해서는 가능한 범위에서 영향 경로분석을 적용할 필요가 있으며 이를 위해서는 보다 다양한 형태의 통계적 생명가치 추정연구가 필요하며 이를 토대로 메타연구가 진행되어야 한다.

기존 국내 선행연구에서는 주로 조건부 가치추정법이 선호된 반면 통계적 생명가치를 추정하는 최근 해외 선행연구는 선택실험법을 활용도가 높다. 이러한 점에서 본 연구는 선택실험법을 활용하여 통계적 생명가치를 추정하였다. 또한 최근 연구결과에 따르면 통계적 생명가치의 추정에 있어 사망위험에 대한 표현, 사망원인 및 사망확률 감소를 위한 수단의 집행 주체 등에 따라 추정치가 달라진다. 본 연구에서는 사망확률에 대한 표현 방법 및 집행 주체에 따른 변화를 살펴보았다. 특히 국민들의 정부 정책에 대한 신뢰를 간접적으로 검정할 수 있도록 속성변수로 정부 정책비용과 개인 예방비용을 구분하여 제시하였다.

웹 설문조사를 통해 수집된 총 3,081개의 표본을 활용하여 통계적 생명가치 추정결과는 약 6.6~6.7억 원이었으나 통계적 유의성을 고려하여 가장 적합한 추정치는 ‘유형 1’의 1,528개의 표본을 이용하여 추정한 약 13억 원으로 나타났다. 이는 기존 국내 선행연구결과, 특히 메타연구를 통해 도출된 평균값과 매우 유사하게 분석되었다. 본 연구에서는 암으로 인한 사망위험 감소 수단을 정부 정책과 개인 예방으로 구분하였으며 응답자는 그 비중을 선택할 수 있게 설계하였다. 그 결과 암으로 인한 사망위험 감소를 위해 개인 예방비용으로 지불하는 것을 선호하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다양하게 해석될 여지가 있다. 암으로 인한 사망을 예방하는 것은 정부의 지원이나 정책보다 개인 차원에서 예방할 수 있는 문제로 인식하였을 수 있으며, 다른 한편으로는 정부 정책을 통한 예방보다는 개인 차원에서 필요한 비용을 사용하는 것이 더 효과적일 것이라고 판단하였을 수 있다.¹⁶⁾ 후자의 경우로 해석할 경우는 정부 정책의 신뢰도가 낮다고 해석될 수 있다. 다만 암으로 인한 사망위험확률에 대한 표현 차이에서 오는 응답자의 반응의 차이

16) 본 해석에 대해서는 논문심사자의 지적을 반영하였다.

는 검증되지 못하였다. 이는 속성변수에 대한 충분한 인지가 되지 않아 발생하는 현상으로 사전 정보 전달 및 훈련이 필요함을 확인하였다.

통계적 생명가치를 추정하는 연구는 다양한 접근방법을 통해 지속적으로 연구될 필요가 있다. 특히 최근의 연구에 따르면 사망위험 감소뿐만 아니라 질병으로 인한 고통 및 건강한 삶의 질에 대한 화폐적 가치화로 확장된 연구가 필요하다.

[References]

- 신영철 외, 「화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반 구축(Ⅱ)」, 국립환경과학원, 2017.
- 안소은 외, 「환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구: 부문별 영향평가 및 가치추정」, 한국환경정책·평가연구원, 2018.
- Alberini, A. and M. Ščasný, “Context and the VSL: Evidence from a Stated Preference Study in Italy and the Czech Republic,” *Environmental Resource Economics*, Vol. 49, 2011, pp. 511~538.
- Alberini, A. and M. Ščasný, “Exploring heterogeneity in the value of a statistical life: Cause of death v. risk perceptions,” *Ecological Economics*. Vol. 94, 2013, pp. 143~155.
- Alberini, A., and M. Ščasný, “The benefits of avoiding cancer (or dying from cancer): Evidence from a four- country study,” *Journal of Health Economics*, Vol. 57, 2018, pp. 249~262.
- Andersson, H., and N. Treich, “The value of statistical life,” *A Handbook of Transport Economics*, 2011, pp. 412~443.
- Campbell, R. M., T. J. Venn, and N. M. Anderson, “Cost and performance tradeoffs between mail and internet survey modes in a nonmarket valuation study,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 210, 2018, pp. 316~327.
- Choi, K. S., K. J. Lee, and B. W. Lee, “Determining the value of reduction in radiation risk using the contingent valuation method,” *Annals of Nuclear Energy*, Vol. 28, 2011, pp. 1431~1445.
- Cropper, M., J. K. Hammitt, and L. A. Robinson, “Valuing Mortality Risk Reductions: Progress and Challenges,” *Annual Review of Resource Economics*, Vol. 3, No. 1, 2011, pp. 313~336.
- Dekker, T., R. Brouwer, M. Hofkes, and K. Moeltner, “The Effect of Risk Context on the Value of a Statistical Life: A Bayesian Meta-model,” *Environmental and Resource Economics*,

- Vol. 49, No. 4, 2011, pp. 597~624.
- Freeman III, A. M., J. A. Herriges, and C. L. Kling, "The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods," Third. ed. Resources for the Future, 2014.
- Gilmore, E. A., J. Heo, N. Z. Muller, C. W. Tessum, J. D. Hill, J. D. Marshall, and P. J. Adams, "An inter-comparison of the social costs of air quality from reduced-complexity models," *Environmental Research Letters*, Vol. 14, No. 7, 2019.
- Hanley, N., D. MacMillan, R. E. Wright, C. Bullock, I. Simpson, D. Parisson, and B. Crabtree, "Contingent Valuation Versus Choice Experiments: Estimating the Benefits of Environmentally Sensitive Areas in Scotland," *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 49, No. 1, 1998, pp. 1~15.
- Heo, J., P. J. Adams, and H. O. Gao, "Reduced-form modeling of public health impacts of inorganic PM_{2.5} and precursor emissions," *Atmospheric Environment*, Vol. 137, 2016, pp. 80~89.
- Herriges, J. A., and C. L. Kling, "Nonlinear Income Effects in Random Utility Models," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 81, No. 1, 1999, pp. 62~72.
- Kjær, T., J. S. Nielsen, and A. R. Hole, "An investigation into procedural (in)variance in the valuation of mortality risk reductions," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 89, 2018, pp. 278~284.
- Kochi, I., B. Hubbell, and R. Kramer, "An Empirical Bayes Approach to Combining and Comparing Estimates of the Value of a Statistical Life for Environmental Policy Analysis," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 34, No. 3, 2006, pp. 385~406.
- Lindhjem, H., S. Navrud, and N. A. Braathen, "Valuing lives saved through environmental, transport and health policies: A Meta-analysis of stated preference studies," OECD, 2010.
- Lindhjem, H., S. Navrud, N. A. Braathen, and V. Biaisque, "Valuing Mortality Risk Reductions from Environmental, Transport, and Health Policies: A Global Meta-Analysis of Stated Preference Studies," *Risk Analysis*, Vol. 31, No. 9, 2011, pp. 1381~1407.
- Muller, N. Z., R. Mendelsohn, and W. Nordhaus, "Environmental accounting for pollution in the United States economy," *American Economic Review*, Vol. 101, No. 5, 2011, pp. 1649~1675.
- OECD, *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*, OECD Publishing, 2012.

- Parry, I., D. Heine, E. Lis, and S. Li, “Getting Energy Prices Right: From Principles to Practice,” International Monetary Fund, 2014.
- Tessum, C. W., J. D. Hill, and J. D. Marshall, “InMAP: A model for air pollution interventions,” *PLoS ONE*, Vol. 12, No. 4, 2017, pp. 1~26.
- Train, K. E., “Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press,” Cambridge, 2009.
- Viscusi, W. K., and C. J. Masterman, “Income Elasticities and Global Values of a Statistical Life,” *Journal of Benefit-Cost Analysis*, Vol. 8, No. 2, 2017, pp. 226~250.
- Viscusi, W. K., and J. E. Aldy, “The value of statistical live: a critical review of market estimates throughout the world,” *The Journal of Risk and Uncertainty*, Vol. 27, No. 1, 2003, pp. 5~76.

부 록

〈그림 부록-1〉 선택실험 전에 제공한 사전정보 내용

D4-1 아래 내용을 읽고 응답해주세요.

한국인의 기대 수명은 1990년 71.66세에서 2016년 82.36세로 크게 높아졌습니다. 기대 수명의 증가원인으로는 사회경제적 요인 및 건강한 생활 습관과 더불어 의료비 지출 증가가 크게 기여한 것으로 평가 받고 있습니다. 암 발생 빈도가 증가하는 원인으로는 인구 노령화 와 암 진단 방법 및 자료 수집의 발달과 함께 심각해지는 환경 오염 문제에 기인한다고 보여집니다.

암은 그 자체로 본인 및 가족들에게 상당한 고통을 수반하며, 치료 과정(항암 약물치료 등)에서도 많은 고통이 발생할 수 있습니다. 또한 암 예방 및 치료에는 많은 비용이 소요되어 경제적으로 많은 부담을 수반합니다. 지금부터 귀하께서 다음의 암 발생률을 낮추고 암 발생시 사망률을 낮추는 대안들에 대한 선택을 하는 가정을 하시고 응답해 주십시오.

네 알겠습니다

남은 시간 10초

해당 문항에 답변한 후에는 앞 문항으로 되돌아 갈 수 없으니 신중히 생각하고 답변해주세요.

다음

D4-2 아래 내용을 읽고 응답해주세요.

본 조사의 원활한 진행을 위해 필요한 정보를 전달해 드리겠습니다.

2016년 기준, 암으로 인해 총 78,194명이 사망(암으로 인한 사망 확률 약 15명/만명)한 것으로 나타났습니다.

암으로 인한 사망 확률 및 사망자 수를 감소시키기 위해 개인 차원에서 암 검사를 비롯한 식단 조절 및 운동 등에 추가적인 비용을 투자하는 방법이 있으며, 다른 한편으로 정부 차원에서 암 예방사업 (암 예방 수칙 및 실천 가이드 마련, 직업성 발암 관리, 감염관리, 국가 암 검진 지원 등), 암 발생원인 제거 (예: 대기오염 감소) 등의 정책을 시행하는 것에 비용을 투자하는 방법이 있습니다.

개인차원의 추가적인 비용 투자는 해당 개인에게 암 사망 확률을 줄이는 효과만 있는 반면 정부 차원의 정책은 암 예방 이외의 효과 및 본인 이외의 사람들에게도 혜택이 발생할 수 있습니다. 이상의 사항을 고려하여 암 사망률 감소 정도와 추가적으로 지불해야 하는 방법 및 비용을 고려하여 귀하께서 판단하시기에 최적의 조합을 선택해 주십시오.

네 알겠습니다

남은 시간 8초

해당 문항에 답변한 후에는 앞 문항으로 되돌아 갈 수 없으니 신중히 생각하고 답변해주세요.

다음