

차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 이용자 측면 편익 추정

The Estimation of Users' Benefit in Next Generation Urban and Rural Smart
Weather Service Technique Research and Development Project

이주석(Lee, Joo Suk)*, 유승훈(Yoo, Seung Hoon)**

목 차

- | | |
|---------------------|----------|
| I. 서론 | IV. 분석결과 |
| II. 기존 연구사례 | V. 결론 |
| III. 연구방법론 및 실증연구절차 | |

국문 요약

기상청은 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업을 통하여 1km 범위 이내, 1시간 단위 수준으로 기상정보를 세분화시키고 이를 활용하여 도시지역과 농림지역에 필요한 정보를 제공할 계획이다. 이에 본 연구는 조건부 가치측정법을 활용하여 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 편익을 산정함으로써 동 사업의 경제적 타당성 여부 평가를 위한 정량적 정보를 제공하고자 하였다. 또한 스파이크 모형을 통하여 제시된 금액에 대하여 지불의사가 없는 응답자들을 지불의사가 영(0)원인 집단과 지불의사가 영(0)원보다 큰 집단으로 나누어 분석하였다. 분석결과 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스에 대한 일반국민들의 가구당 연간 WTP는 2,947.0원에 달하는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 동 사업의 타당성분석에 정량적 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어 : 기상서비스기술 개발사업, 조건부 가치측정법, 스파이크 모형, 경제적 편익

※ 논문접수일: 2013.4.10, 1차수정일: 2013.7.13, 게재확정일: 2013.9.2

* 호서대학교 경제통상학부 조교수, leejoosuk@hoseo.edu, 041-560-8346

** 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 교수, shyoo@seoultech.ac.kr, 02-970-6802, 교신저자

ABSTRACT

Korea Meteorological Administration has promoted the next generation urban and rural smart weather service project. The purpose of this project is to provide the necessary information to urban and rural districts by using the subdivided meteorological information. This study attempts to assess the value of the next generation urban and rural smart weather service project by using contingent valuation method. According to estimating result, annual mean willingness to pay per household for the next generation urban and rural smart weather service project is 2,947 won.

Key Words : Weather service technique research and development, Contingent valuation method, Spike model, Economic benefit

I. 서 론

지구온난화가 심화되면서 기상이변으로 인해 빈번해지는 폭설, 집중 호우는 상습침수 및 교통대란으로 인한 도시기능 마비, 재해·재난, 농작물 피해 등으로 인한 물질·인적 피해 등을 야기하고 있다. 따라서 이러한 기상재해의 방지를 위한 정교하고 체계적인 기상·기후 정보에 대한 각계의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 그러나 현재 기상청의 일기예보는 5km 범위의 3시간 단위이며, 단기예보 정확도는 약 86%로 급속한 기후변화와 보다 세분화된 지역별 기상정보를 제공하는데 한계가 있다. 보다 엄밀한 정보의 제공을 위해서는 기술적 측면에서 적어도 1km 범위에서 1시간 이내 단위의 예보 등이 가능한 기반과 기술을 갖추어야 하며, 수요자 요구에 기반한 맞춤형 서비스 모델과 기술이 다양하게 개발되어야 한다.

이에 기상청에서는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업을 추진 중이다. 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업은 고층건물의 밀집도 등 인공적 지형구조와 분지, 급격한 경사면 등 자연적인 지형구조, 식생분포 등을 반영한 1km에서 50m 단위의 세부적인 기상정보를 1시간마다 제공하고자 한다. 또한 보다 세분화되고 엄밀한 기상정보를 활용하여 도시지역의 경우 이상기후와 국지적인 기상재해를 방지할 수 있는 안전방재 서비스, 쾌적한 도시환경을 만들기 위한 도시계획지원 서비스, 기상변화에 따른 질병예방 및 안전한 야외활동을 위한 생활·보건 서비스, 도로결빙·시정거리 감소 등으로 인한 피해를 방지할 수 있는 도로안전 서비스 등을 제공할 계획이며, 농림지역의 경우 농산물의 합리적인 수급 조정과 생산성 향상을 위한 작황예측 서비스, 병충해 감시·예측 서비스, 이상기후와 국지적 기상재해 방지와 농약·비료의 중복살포를 막을 수 있는 농장 맞춤형 국지기상 서비스 등을 제공할 계획이다. 동 사업은 2012년에서 2019년까지 7년간의 기술개발기간을 거쳐 2019년 이후 상용화를 목표로 하고 있다.

그러나 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업에는 막대한 예산이 소요되므로 동 사업의 원활한 추진으로 위해서는 동 사업의 경제성이 충분히 확보되었는지를 검토할 필요가 있다. 이를 위해서는 동 사업의 경제적 효과 즉, 편익(benefit)의 정량적 평가가 선행되어야 한다.¹⁾²⁾

1) 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업과 같은 공공사업의 경제적 타당성을 평가하는 중요 기준으로 비용-편익분석(cost benefit analysis)가 활용되고 있다. 일반적으로 비용은 산정이 용이한 반면 본 연구의 주제가 되는 차세대 기상정보 서비스의 경우 편익의 경우 추가적인 사용료의 지출 없이 일반 국민이 누리는 혜택이므로 정량적인 산정이 어렵기 때문에 본 연구와 같은 편익의 산정은 비용-편익분석에 필수적이다.

2) 익명의 심사위원은 편익 외에 비용도 제시되어야 한다고 지적하였으나 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 경우 최종적인 비용이 확정된 것이 아니라 본 연구와 같은 편익산정 결과를 바탕으로 사업의 규모와 비용이 조정될 수 있기 때문에 이에 대한 언급이 제한적일 수 밖에 없다. 또한 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상

일반적인 재화나 서비스의 편익은 시장의 거래를 통해서 가격이란 형태로 관측되기 때문에 가치의 평가가 용이하다. 반면 본 연구의 대상이 되고 있는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 경우, 언뜻 보아 편익이 잘 정의되지 않으며, 편익을 정의한다 하더라도 어떻게 측정할 것인지에 대해 선뜻 답을 내리기가 쉽지 않다. 이것은 기상서비스 기술이 시장에서 거래가 되고 있는 재화가 아니며, 대부분의 정보가 무료로 제공되기 때문에 그 가치를 평가하기가 대단히 어렵다. 이러한 재화를 포괄적으로 정의할 때 통상 비시장재화(non-market)라 하는데, 이것은 해당 재화나 서비스가 시장에서 거래되고 있지 않으며, 또한 거래되기도 어려운 측면을 반영하고 있다. 경제학자들은 지난 수 십 년 동안 이러한 비시장재화의 편익을 추정하기 위하여 많은 고민과 연구를 해 왔으며, 1990년대에 이후에 비시장재화 편익추정 방법론은 어느 정도 정립되면서 비약적인 발전을 해 오고 있다. 이와 같이 시장가격이 존재하지 않는 재화나 서비스의 가치추정을 위해서 조건부 가치측정법(CVM, contingent valuation method)이 널리 사용되고 있다(Mitchell and Carson, 1989).

이에 본 연구에서는 양분선택형(DC, dichotomous choice) CVM을 활용하여 이용자측면에서 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 편익을 산정하고자 한다. 한편 본 연구의 설문조사 결과 응답자의 65.1%가 동 사업에 대하여 지불의사가 없다고 응답하였다. 이에 본 연구에서는 스파이크(spike) 모형을 통하여 제시된 금액에 대하여 지불의사가 없는 응답자들을 지불의사가 영(0)원인 집단과 지불의사가 제시금액보다는 작지만 영(0)원보다 큰 집단으로 구분하되 하나의 모형 안에서 다룰 것이다.

이후 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. II절에서는 CVM을 활용하여 기상서비스 기술의 편익을 산정한 기존 연구사례들을 소개하고, III절에서는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 편익을 측정할 수 있는 방법론에 관하여 논의하였다. IV절에서는 실증분석의 결과를 제시하였고, 마지막 V절은 결론으로 할애하였다.

II. 기존 연구사례

기상정보의 중요성이 증가됨에 따라 1990년대 후반부터 해외에서는 기상정보의 가치와 관

서비스기술 개발 사업의 편익은 본 연구에서 제시한 일반인들의 편익뿐만 아니라 산업적 측면의 편익은 기상산업의 부가가치창출 편익과 기상정보 활용산업의 비용절감 및 부가가치창출 편익까지 포괄하여 제시되어야 하는데 이러한 정보 없이 관련 비용만 제시된다면 자칫 동 사업의 경제성이 확보되지 않는 것으로 오해될 소지가 있기 때문에 부득이 본 연구에서는 비용과 관련된 정보를 제시하지 못하였다. 또한 비용관련 자료를 제시하지 않더라도 일반 국민들이 가지고 있는 편익의 규모가 산정된다면 본 연구의 결과는 이러한 서비스를 수행하기 위한 비용규모의 적정성을 판단하는 자료로도 활용될 수 있다.

런된 연구들이 활발히 진행되었다. 기상정보의 가치에 대한 연구들은 크게 두 가지 접근법으로 나뉘는데 기상정보 제공에 따른 사후적 비용절감액이 측정 가능할 경우 관련 비용절감액을 기상정보 제공의 편익으로 산정하였으며, 사전적으로 또는 일반인을 대상으로 기상정보의 편익을 산정하는 경우 CVM을 활용하였다.

기상정보의 가치와 관련하여 우선 기상정보가 농사에 미치는 가치를 측정하는 연구들이 활발히 진행되었는데 Katz et al.(1982)은 미국의 워싱턴 주를 대상으로 사전적인 기상예측의 개선이 사과, 배, 복숭아 등 과실재배에 미치는 서리피해를 얼마나 줄이는지를 분석하였으며, Fox et al.(1999)는 캐나다 온타리오의 겨울 밀 재배농가를 대상으로 정확한 강수 예측이 밀 재배에 미치는 홍수피해를 얼마나 줄이는지를 분석하였는데 분석결과 정확한 강수 예측의 가치가 연간 1헥타르 당 평균 100 캐나다 달러에 달하는 것으로 나타났다. 또한 정확한 기상예측이 가능하다면 기상이변에 대비한 추가적인 예비전력 생산의 필요성이 낮아진다. 이에 Teisberg and Weiher(2005)는 정확한 기상정보 제공에 따른 전력생산비용 절감액을 추산하였는데 만약 100% 완벽한 기상예보가 가능하다면 이로 인해 잠재적으로 줄일 수 있는 비용절감액은 연간 6,900만 달러로 추정되었다.

한편 몇몇 해외 연구들은 사전적으로 또는 일반인을 대상으로 기상정보의 편익하기 위하여 CVM을 적용하였다. Anaman and Lelleytt(1996)은 호주의 일반인들이 일상생활에서 누리는 공공기상정보의 혜택을 정량적으로 분석하기 위하여 CVM을 적용하였는데 분석결과, 가구당 연간 24 호주달러의 가치가 있는 것으로 나타났다. Lazo and Chestnut(2002) 역시 미국의 일반인들을 대상으로 일상생활에서 누리는 기상예보의 혜택을 정량적으로 분석한 결과 현재 수준의 일기예보에 대해 미국 가구들이 부여하는 가치는 가구당 109 달러였으며 현재 수준보다 개선된 추가적인 기상정보에 대한 지불의사액(WTP, willingness to pay)은 가구당 16 달러에 달하는 것으로 나타났다. 또한 Alberini et al(2010)는 산간벽지에서 스키를 타는 스위스인 1,157명을 대상으로 보다 정확한 눈사태 경보 정보의 제공을 위한 WTP를 분석한 결과 눈사태 경보의 개선에 대한 WTP는 최대 46 스위스 프랑으로 나타났다.

국내의 경우 기상정보의 가치를 직접 측정한 연구는 없으나 기상정보가 산업 및 경제활동에 미치는 영향에 대하여 연구한 다양한 연구들이 있다. 김창덕 외(2006)는 철골공사를 대상으로 기온, 강우, 강설, 바람 등 기후요소 변화에 따른 작업이 불가능한 일수를 계산하여 기후가 건설기간에 미치는 영향을 분석하였으며, 신재원 외(2007)는 초고층 건축공사를 대상으로 서울 지역의 기후 요소와 작업생산성의 상관성을 분석하였다. 또한 한창희 외(2009)는 전력소비량과 기온과의 상관관계를 바탕으로 기상예보 정확도의 개선과 전력 수요량 예측 정확도 개선의 상관관계를 분석하였다. 이 연구를 통하여 기상정보의 정확도 향상이 전력 생산비용을

절감하는 것으로 나타났다.

III. 연구방법론 및 실증연구절차

1. 연구방법론

차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스는 시장에서의 거래가 어려운 비시장재의 성격을 가지고 있으며, 누구나 사용할 수 있는 비배재성과 한 사람이 소비하더라도 다른 사람의 소비를 제한할 수 없는 비경합성의 특성을 가진 공공재이다. 또한 가치평가 대상이 사후적 가치가 아닌 향후 기술이 개발될 서비스의 사전적 가치를 추정해야한다는 점을 고려할 때, 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 편익은 비시장재의 가치추정 방법론을 적용하는 것이 적절하다. 한편 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스에 대한 가치를 단순히 서비스를 직접 이용함으로써 얻게 되는 사용가치만으로 평가할 경우 과소평가될 수 있다. 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스에 대한 가치를 구하기 위해서는 (i) 비록 지금 당장은 이용할 계획이 없더라도 앞으로 이용할 가능성이 있음을 의미하는 선택가치, (ii) 자신이 이용하지 않더라도 타인이 이용할 수 있음으로써 얻을 수 있는 만족감인 대체가치, (iii) 비록 자신이 이용하지 않더라도 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스가 존재하는 것 자체를 중요시하는 존재가치, 그리고 (iv) 후손에게 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스가 주는 혜택을 물려주기 위한 유산가치와 같은 비사용가치들이 폭넓게 고려되어야 한다. 따라서 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 제공에 대한 비사용가치를 포괄해야 한다는 점, 사전적인 가치를 측정해야 한다는 점 등을 고려하여 동 사업의 편익은 CVM을 활용하여 산정하는 것이 적절하다.

2. 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발사업의 편익 구도

기상청이 계획 중인 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발사업은 보다 세분화된 기상정보의 제공과 기상정보를 활용한 이용자 맞춤형 정보의 제공으로 나눌 수 있다. 우선 기상청에서는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발사업을 통하여 현재의 5km 범위/3시간 단위의 일기예보 서비스를 고층건물의 밀집도 등 인공적 지형구조, 분지, 급격한 경사면 등 자연적인 지형구조, 식생분포 등을 반영한 1km~50m 범위/1시간 단위의 일

기예보 서비스로 기상정보를 고도화할 계획이다.

또한 고도화된 기상정보를 바탕으로 이용자 맞춤형 기상서비스를 제공할 계획이다. 기상청에서 계획하고 있는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스는 기상정보가 활용된 서비스 제공 지역에 따라 ① 도시지역 서비스와 ② 농림지역 서비스로 구분 가능하다.

도시지역에 제공되는 서비스는 보다 고도화된 기상정보를 통하여 도시 주민들의 일상생활과 연계된 보다 다양한 수요자 맞춤형 정보를 제공할 것이며, 다음 <표 1>과 같이 차세대 도시·농림 융합서비스를 통해 제공되는 도시계획지원 서비스, 안전방재 서비스, 도로안전 서비스, 생활·보건 서비스 등을 포괄한다.

<표 1> 도시지역 서비스

서비스	서비스 내용
도시 계획 지원	<ul style="list-style-type: none"> · 신뢰할 수 있는 수 년간의 기상정보를 바탕으로 도시계획 단계에서 재해방지시스템을 구축하고 대기오염물질의 확산을 방지할 수 있는 바람길 정보 등을 제공
안전 방재	<ul style="list-style-type: none"> · 1km~50m 단위의 기상정보, 10분 단위의 초단기 예보, 기상 정보의 신속한 제공, 지형적 구조에 맞는 기후 정보를 제공함으로써 집중호우, 폭설, 폭염과 같은 기상재해에 대한 대응능력을 강화함. · 재해에 대한 취약지역을 사전에 파악하고 기상재해 발생 시 재해발생지역에서의 탈출, 회피 유도 경로를 일반인들에게 제공함으로써 기상관련 사고의 경감과 피해예방 등 사회적 비용 감소 기대 · 독성물질의 발생, 대형화재 발생 시 풍향, 습도 등을 고려한 이동경로를 일반인들에게 제공함으로써 관련 피해의 최소화 기대
도로 안전	<ul style="list-style-type: none"> · 현재 교통정보제공서비스와 같은 방식으로 도로결빙, 시정거리 불량지역에 대하여 구간별 정보를 제공함으로써 안전한 운전에 기여 · 보다 높은 해상도의 기상정보를 활용하여 노면온도를 예측하고 이에 따른 동절기 도로관리(제설)의 효율을 높일 수 있음
생활· 보건	<ul style="list-style-type: none"> · 일반적인 기상정보 뿐만 아니라 지형적 특성, 식생분포, 대기오염물질 및 병충해의 이동경로 등을 고려하여 알르레기, 천식, 피부질환, 일사병, 자외선, 폐질환 등 기후변화와 관련된 질병들의 발생확률 및 위험도 관련 정보들을 일반인들에게 제공 · 일반인들의 생활지역, 연령, 직업 등을 고려한 일대일 맞춤형의 건강관련 정보를 제공함으로써 일반인들의 예방적인 건강관리에 기여 · 폭염, 꽃가루, 대기오염 물질과 관련된 취약지역, 취약계층 등에 실시간 경보를 제공함으로써 건강관련 사고를 최소화

농림지역에 제공되는 서비스는 보다 고도화되고 세밀화된 기상정보와 작물의 생육, 병충해 이동경로 등 농업활동과 연계한 기상정보를 제공할 것이며, 다음 <표 2>와 같이 차세대 도시·농림 융합서비스를 통해 제공되는 작황예측서비스, 병충해감시·예측 서비스, 농장맞춤형 국지기상서비스 등을 포괄한다.

〈표 2〉 농림지역 주민의 농업활동 개선편익

서비스 항목	서비스 내용
작황예측서비스	· 기후 변화에 따른 곡물·채소·과일 등 생산량 및 품질 변화를 사전적으로 예측함으로써 농산물의 초과공급 또는 초과수요에 따른 가격폭등 또는 가격폭락현상을 방지하고 관련 농업분야의 생산성을 향상시킬 수 있음
병충해감시·예측 서비스	· 기후변화에 따른 농작물 및 가축 병충해의 발생 및 확산경로를 예측할 수 있으므로 병충해 확산에 따른 피해를 방지할 수 있음
농장맞춤형 국지기상서비스	· 농장 단위의 세분화된 기상정보를 제공함으로써 국지적인 기상변화에 대한 대응이 용이해지며, 예상치 못한 강우로 인한 농약·비료의 중복 살포를 방지할 수 있음

3. CVM 적용의 절차

1) 대상재화 선정 및 시나리오 작성

본격적인 설문조사를 위한 첫 단계로서 대상재화와 이에 대한 가상시장을 설정해야 한다. 설문조사는 기상정보 활용에 대한 일반적인 의견 조사, 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술에 대한 일반적인 의견에 대한 조사, 사회경제적 질문의 세 단계로 이루어진다. 기상정보 활용에 관한 일반적인 의견조사에서는 응답자의 기상정보에 대한 관심도를 묻는 질문이 포함된다. 본격적인 설문조사 단계인 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술에 대한 설문에서 중요한 것은 대상재화와 이에 대한 조건부 시장(contingent market)을 설정하는 것이다. 지불의사에 관한 핵심질문을 하기 전에 먼저 응답자에게 조건부 시장의 일반적 상황을 제시하여 대상재화에 대한 인지도와 견해를 유도한다. 그 다음 단계로 도시·농림 융합 스마트 기상서비스 기술의 기대효과를 제시한다. 서비스 제공 이전상태와 이후상태의 변화를 보다 명확히 전달하기 위해 보기카드 등의 보조 자료를 활용한다.

2) 지불수단 선택

응답자가 밝히고자 하는 지불의사를 쉽게 표현할 수 있도록 지불수단을 제시하는 것은 조건부 시장 설정에 있어서 중요한 역할을 한다. 현실성 있는 지불수단으로 시장을 설정하는 것은 응답자가 진정한 가치를 밝힐 수 있도록 유도한다는 점, 가상적 상황을 좀 더 현실화시킨다는 점, 또 의도와 행동 간의 관계를 밀접하게 할 수 있다는 점에서 중요하다. 특정 지불수단을 결정 시, 평가하고자 하는 재화와의 관련 정도, 응답자의 결정을 단순화할 수 있는 정도, 여러 가지 편의를 제거할 수 있는 정도를 기준으로 삼아야 한다. 한편 본 연구의 주제로 삼는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 경우 현재 기상청에서 제공하는 기상서비스와

마찬가지로 추가적인 사용료를 거두지 않기 때문에 관련된 지불수단이 존재하지 않고 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 경우 비배제성과 비경합성이 존재하는 공공재화이기 때문에 세금을 지불수단으로 삼는 것이 타당한 것으로 판단된다. 특히 500억원 이상의 사업비가 소요되는 공공사업에 대하여 시행되는 기획재정부와 한국개발연구원의 예비타당성 조사에서 CVM을 적용할 경우 대부분 소득세를 활용하고 있기 때문에 본 연구도 가구 당 총 소득세의 증가를 통한 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 비용의 확충이라는 지불수단을 제시하고 지불 방식은 향후 5년간 매년 가구 총 소득세로 지불하는 것으로 설정하였다.

3) 지불의사 유도방법

본 연구에서는 지불의사 유도방법으로서 DC 질문법을 이용한다. 양분선택형 질문법은 응답자가 대답하기 용이하여 응답률이 높고, 출발점 편이나 설문조사원 편이에 의한 영향이 적으며, 비합리적 지불의사가 발생할 가능성이 적으면서 응답자의 전략적 행위를 줄일 수 있다. DC 질문법은 단일경계, 이중경계 등으로 구분할 수 있는데 본 연구에서는 단일경계 양분선택모형을 활용하였다. 일반적으로 이중경계의 경우 단일경계에 비해 통계적 효율성을 개선시킬 수 있지만 연속된 질문으로 인한 응답결과의 편의를 발생시킬 수 있기 때문에 단일경계모형을 우선적으로 적용하는 것이 타당하다. Cameron and Quiggin(1994)에 따르면 이중경계모형에서 응답자들이 두 번째 질문에 대해 본인의 의사가 '아니오'임에도 설문의 주체나 면접원의 기대를 만족시키기 위해 '예'라고 응답하는 승낙의 문제(compliance problem)와 반복된 질문에 귀찮아서 무조건 '아니오'를 응답하는 거부의 문제(reject problem)가 발생할 수 있는 단점이 있다. 즉, 이중경계모형은 단일경계모형에 비해 통계적 효율성을 개선시킬 수 있지만 어느 정도의 편의를 초래할 가능성이 있다.

4) 제시금액의 설계

응답자들에게 제시되는 제시금액은 최종적으로 얻고자 하는 WTP의 평균값 또는 중앙값에 민감한 영향을 미칠 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다. 본 연구에서는 지역별 비율을 고려하여 선정한 30명의 일반인들 대상으로 사전조사를 시행하였으며, 개방형 질문을 통해 응답자들에게 얻은 WTP 결과를 바탕으로 최종적인 제시금액을 설정하였다. 사전조사를 통해 얻은 응답자료 중 지나치게 값이 큰 WTP의 영향을 최소화하기 위하여 응답자료의 중앙값(median)을 바탕으로 1,000원부터 12,000원까지 총 8개의 초기 제시금액을 결정하였다. 이렇게 결정된 제시금액은 전체 응답자를 무작위로 구분한 8개 그룹에 각각 할당되었다.

5) 조사 대상 및 표본

본 연구에서는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술을 위한 WTP를 추정하기 위한 지불수단으로 '추가적인 가구당 소득세'를 활용하였다. 따라서 조사의 타당성이라는 측면에서, 소득이 있는 가구가 기본적인 조사 대상이 되며 최종적으로는 가구 소득세에 대한 결정권한이 있는 가구의 가구주 또는 배우자를 조사대상으로 정의하였다.

표본은 제주도를 제외한 전국의 시(市) 단위 이상 지역의 가구수 비중을 기준으로 설계하였다. 표본크기는 1,000가구로 설정하고 2010년 인구센서스의 지역별 가구 수 자료에 근거하여 표본을 설계하였다. 통상적으로 일반인 또는 일반 가구를 대상으로 하는 전국 단위의 표본 조사에서 표본크기를 1,000가구, 1,200가구, 1,500가구 정도로 설정하고 있고 이는 표본오차와 주요 특성 변수의 분류 정도, 조사비용 등을 감안 시, 경험적으로 적절한 수준이라고 판단된다. 다음 <표 3>은 각 지자체별 실제 표본의 분포를 보여준다.

<표 3> 조사 표본 설계 및 실제 표본

행정구역	가구수(가구)	가구수 비중(%)	실제 표본(가구)
전국	14,325,115	100.0	1,000
서울특별시	3,341,352	23.33	236
부산광역시	1,190,107	8.31	82
대구광역시	817,620	5.71	54
인천광역시	828,012	5.78	57
광주광역시	461,387	3.22	33
대전광역시	480,466	3.35	34
울산광역시	340,652	2.38	20
경기도	3,271,071	22.83	231
강원도	379,518	2.65	27
충청북도	336,590	2.35	24
충청남도	428,945	2.99	30
전라북도	500,929	3.50	35
전라남도	342,665	2.39	24
경상북도	733,949	5.12	52
경상남도	871,852	6.09	61

6) 조사 방법

설문조사는 표본의 대표성을 확보하고 보다 엄밀한 결과를 얻기 위하여 전문적인 설문조사

기관에 의뢰하여 이루어졌으며, 면접원들이 가구 방문하여 조사대상자를 접촉하여 동의를 얻어 면대면(face-to-face) 조사를 진행하였다. 또한 면접조사가 일관성 있게 진행될 수 있도록 하기 위해, 연구진이 조사에 참여하는 면접원들을 대상으로 조사의 취지와 목적, 조사 진행 방식 등에 대하여 직접 면접원 교육을 실시하였다. 본 조사는 2011년 3월 16일부터 4월 6일 까지 21일간 진행하였다.

다음 (그림 1) 최종적으로 응답자들에게 제시된 지불의사유도 문항의 주요 부분이다. 한편 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스가 일반인이 이해가 쉽지 않을 수 있고 특히 작황, 병충해감시, 농장맞춤형 서비스 등은 도시 거주자가 쉽게 판단이 어려울 수 있으므로 본 연구에서는 응답자들에게 WTP를 묻기 이전에 설문지 외에 다양한 그림화일을 포함한 보기카드를 제시하였고 보기카드를 활용하여도 이해가 부족할 것을 대비하여 응답자들의 이해를 돕기 위해 일대일 개별면담을 통해 면접원들이 추가적인 설명을 할 수 있도록 하였다.

기상청은 2019년부터 도시지역과 농림지역을 구분하여 차세대 도시·농림 융합스마트 기상서비스를 통하여 도시지역에 필요한 기상정보와 농림지역에 필요한 기상정보를 제공하고자 합니다.

차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 개발을 위해서는 상당한 비용이 필요하며, 이 비용은 세금으로 충당할 수 있습니다. 이 재원을 마련하기 위해서는 귀하 가구가 향후 5년간 매년 납부하는 가구 총 소득세의 추가적 인상이 필요합니다. 그런데 만약 많은 사람들이 추가되는 소득세를 지불하지 않는다면 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 개발은 불가능할 수 있습니다. 반면 많은 사람들이 소득세의 추가적인 지불에 동의한다면 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 개발이 가능할 것입니다.

차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스 개발 이외에도 정부가 해야 하는 사업은 많이 있습니다. 따라서 본 조사에서는 귀하의 가구가 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스 개발에 대해 생각하시는 가치에 대해 알고자 합니다.

이를 위해 본 사업의 원만한 추진을 위해 귀하의 가구가 기꺼이 부담하고자 하는 소득세 인상 수준에 대해 여쭙겠습니다. 귀하 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실을 고려하시고, 다음 질문들은 오직 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스 개발만을 염두에 두시고 응답해주시기 바랍니다.

문. 귀하 가구는 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 개발을 위해 향후 5년 동안 한시적으로 매년 [제시금액] (원)의 가구 총 소득세를 추가로 지불할 의사가 있습니까?

- ① 있다 ② 없다

(그림 1) WTP 도출을 위한 주요 설문 문항

4. CVM 추정모형

1) 확률효용함수 설정

차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스로 소비자들이 느끼는 편익을 추정하기 위하여 Hanemann(1984)의 확률효용모형(random utility model)을 사용하였다. Hanemann(1984)이 제시한 확률효용모형은 고전학파의 예산제약하의 효용극대화를 추구하는 경제이론에 근거하고 있다.

응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득과 개인의 특성들에 근거하여 공공재의 수준 변화에 대해 느끼는 효용은 간접효용함수($v(j, y; s)$, j : 제시금액에 대한 응답 여부($j=1$ 은 ‘예’, $j=0$ 은 ‘아니오’), y : 소득, s : 개인의 관찰 가능한 특성들)로 표현할 수 있다. 그러나 연구자에게는 응답자가 공공재 공급수준의 변화를 선택 또는 거부하는데 있어 관찰될 수 없는 부분이 존재하기 때문에 효용함수는 다음과 같이 확률적 요소를 갖는다.

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \epsilon_j, \quad j = 0, 1 \quad (1)$$

응답자가 “차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스를 위해 A 금액을 지불할 의사가 있는가?” 라는 질문에 대해 “예”라고 응답하는 경우, 효용함수는 다음과 같다.

$$u(1, y - A; s) \geq u(0, y; s) \quad (1-1)$$

사업시행 이전에 누렸던 효용보다 소득의 감소에도 불구하고 사업시행으로 얻는 효용이 더 커짐을 의미하며 이는 다시 $v(1, y - A; s) + \epsilon_1 \geq v(0, y; s) + \epsilon_0$ 로 나타낼 수 있고, 변형하면 식 (2)와 같은 효용격차함수로 나타낸다.

$$\Delta v = v(1, y - A; s) - v(0, y; s) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1 = \eta \quad (2)$$

여기서 1과 0은 각각 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스 제공 후와 전의 상태를 나타내며, η 는 $\epsilon_0 - \epsilon_1$ 이며 효용격차의 분포를 정형화하기 위한 확률변수(stochastic variable)이다.

각 응답자는 사업시행을 통해 얻을 수 있는 간접효용의 증가분(Δv)이 양(+)이면 “예”라고 답하고 제시금액의 지불에 대해 동의하는 것으로 개인의 효용을 증가시킬 것이므로 응답자가

“예” 응답을 할 확률은 다음 식 (3)과 같다.

$$\Pr(Yes) = \Pr(\Delta v \geq \eta) = F_{\eta}(\Delta v) \quad (3)$$

여기서 $F_{\eta}(\cdot)$ 는 확률변수 η 의 누적분포함수로 응답자가 실제로 지불의사질문에 대해 “예”라는 응답을 하였다면 확률변수인 WTP, C 에 대하여 $\Pr(Yes) = \Pr(A \leq C) = 1 - G_C(A)$ 임을 의미하므로 Δv 의 누적분포함수는 다음 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$F_{\eta}(\Delta v) = 1 - G_C(A) \quad (4)$$

여기서 $G_c(\cdot)$ 는 확률변수 C 의 누적분포함수이며, A 는 역시 제시된 금액(bid price)이다.

2) WTP 추정모형

효용극대화문제에 직면한 각 응답자 $i = 1, \dots, N$ 의 양분선택형 질문에 대한 응답결과는 “예” 또는 “아니오”가 된다. 각 응답자들은 한 개의 금액을 제시받게 되고 응답은 ‘예’인 경우(Y)와 ‘아니오’인 경우(N)의 2가지로 나뉜다.

$$I^Y = 1 \text{ (} i \text{번째 응답자가 ‘예’로 대답한 경우)} \quad (5)$$

$$I^N = 1 \text{ (} i \text{번째 응답자가 ‘아니오’로 대답한 경우)}$$

위 식의 $1(\cdot)$ 는 괄호안의 내용이 참이면 ‘1’, 그렇지 않으면 ‘0’의 값을 가지는 지시함수(indicator function)이다. 효용극대화를 추구하는 응답자 N 가구의 표본을 가정할 경우, 만약 i 번째 응답자가 제시금액(A_i)에 대해 ‘아니오’라고 대답할 확률은 $G_c(A_i)$ 라 가정하면, 로그우도함수는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \{I_i^Y \ln[1 - G_c(A_i)] + I_i^N \ln G_c(A_i)\} \quad (6)$$

식 (6)의 $G_c(\cdot)$ 를 선행연구들의 관례를 따라 로지스틱분포를 가정하면 $G_c(A) = [1 + \exp(a - bA)]^{-1}$ 로 정형화할 수 있고 WTP 평균값은 다음과 같이 계산된다.

$$\text{mean WTP} = \frac{a}{b} \quad (7)$$

한편 일반 국민들은 기상정보를 쉽게 접하고 있지만, 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 경우 일반국민들이 아직 체험하지 못한 미래의 서비스이기 때문에 동 사업이 일반 국민들에게 친숙하지 않으며, 동 서비스를 위해 본인의 소비를 일부러 줄여 이 금액만큼을 지불한다는 것에 대해 거절의 의사를 가지고 있는 사람들이 적지 않을 것이다. 실제로 설문 분석 결과, 응답자의 65.1%가 동 사업에 대한 지불의사가 없다고 응답하였다. 따라서 이러한 경우에 적용이 가능한 모형의 개발이 필요하며, 이 모형에 투입되어야 할 자료를 확보할 수 있도록 설문지도 적절하게 보완될 필요가 있다.

단일경계모형에서 제시금액에 대해 지불의사가 없다고 밝힌 응답자를 대상으로 영의 WTP를 가지는지 여부를 식별하는 질문을 추가적으로 하여 응답을 얻게 되면 지불의사가 없다고 응답한 자료는 영의 WTP와 영보다 크면서 제시금액보다 작은 양의 WTP를 가진 자료로 구분된다. 이렇게 캐어문기 질문을 통해 영의 WTP가 식별될 수 있으므로, 분석모형은 자료와의 일관성을 확보할 수 있도록 영의 WTP를 명백하게 반영해야 한다.

현재까지 영의 WTP를 반영할 수 있도록 CVM 문헌에서 제안되고 응용된 모형은 크게 WTP의 분포함수가 영에서 스파이크(spike)를 허용하도록 하는 스파이크 모형(Kriström, 1997)과 영의 WTP를 가질 확률 분포와 양의 WTP를 가질 확률 분포를 볼록결합(convex combination) 형태로 결합하는 혼합 모형이 대표적이다.

스파이크 모형에서는 식 (5)의 ‘아니오’이 0의 WTP와 0보다 크지만 제시금액보다 작은 양의 WTP로 구분되므로, I^N 은 다시 I^{NY} 와 I^{NN} 로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{NY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-예"}) \\ I_i^{NN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-아니오"}) \end{cases} \quad (8)$$

WTP의 누적분포함수를 $G_C(A_i)$ 라 하고 이를 로지스틱(logistic) 함수로 가정하여 스파이크 모형을 구성하면 평균값 WTP를 추정할 수 있다. 스파이크 모형에 있어서, WTP의 누적분포함수는 식 (9)와 같이 정의된다.

$$G_C(A; \theta) = \begin{cases} [1 + \exp(a - bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1 + \exp(a)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \quad (9)$$

따라서 스파이크 모형에 대한 로그우도함수(log-likelihood function)는 식 (10)과 같다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \ln \left\{ \begin{array}{l} I_i^Y [1 - G_C(A_i)] + (I_i^{NY} + I_i^{NNY}) [G_C(A_i) - G_C(0)] \\ + I_i^{NNN} \ln [G_C(0)] \end{array} \right\} \quad (10)$$

이 때 스파이크는 $1/\ln[1 + \exp(a)]$ 로 정의되며 표본에서 영의 WTP를 갖는 응답자의 비중을 의미하며 평균값 WTP는 다음과 같이 추정된다.

$$\overline{WTP} = (1/b) \ln[1 + \exp(a)] \quad (11)$$

IV. 분석결과

1. 응답의 분포

응답분포를 살펴보기에 앞서 응답자들의 사회경제적 특성을 살펴보면 다음과 같다. 우선 응답자의 성별은 남성이 약간 많으나 거의 비슷하였으며, 평균 연령은 45.02세로 나타났다. 한편 응답자의 교육수준은 13.5년으로 대략 평균적으로 전문대 졸업 수준으로 나타났으며, 가구당 월평균 소득은 377.9만원으로 나타났다.

〈표 4〉 표본의 인구통계학적 특성

구분	설명	평균	표준편차
성별	남성=1, 여성=0	0.518	0.50
연령	단위: 연령(세)	45.02	9.24
교육수준	단위: 교육년수 (년)	13.50	2.63
소득	단위: 세전 월평균 소득(만원)	377.90	183.80

한편 제시금액에 대해 228가구의 응답자들이 ‘예’라고 응답하였고, 제시금액에 대해 ‘아니오’라고 응답했던 사람들 중에서 WTP가 0보다 크다고 응답한 사람들이 121가구로 나타났으며, 651가구가 전혀 지불의사가 없다고 응답하였다. 한편 국내의 공공사업이나 정책에 적용된 다양한 CVM 조사에서도 이와 같이 전혀 지불의사가 없다는 응답이 50%이상을 상회하지만 본

연구와 같이 65.1%가 지불의사가 없는 것은 상당히 높은 수준이다. 이는 많은 응답자들이 현재의 기상서비스 수준에 큰 불편을 느끼지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

〈표 5〉 전국 응답자의 제시금액별 응답 분포

제시금액 (원)	예		아니오-예		아니오-아니오	
	빈도수 (가구)	비율 (%)	빈도수 (가구)	비율 (%)	빈도수 (가구)	비율 (%)
1,000	53	42.4	11	8.8	61	48.8
2,000	42	33.6	10	8.0	73	58.4
3,000	37	29.6	13	10.4	75	60.0
4,000	35	28.0	16	12.8	74	59.2
6,000	17	13.6	31	24.8	77	61.6
8,000	17	13.6	15	12.0	93	74.4
10,000	19	15.2	14	11.2	92	73.6
12,000	8	6.4	11	8.8	106	84.8
계	228	22.8	121	12.1	651	65.1

2. WTP 모형 추정 결과

스파이크 모형을 이용한 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스에 대한 추정결과는 다음과 같다.³⁾

〈표 6〉 스파이크 모형의 추정결과

변수	추정계수(t -통계량)
상수항	-0.4450(-6.91)**
제시금액	-0.1679(-13.61)**
관측 가구수	1000
로그우드(Log-likelihood)	-918.23
Wald 통계량 (p -value)	1,578.18 (0.000)**

주: 1) **는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

2) 제시금액의 단위는 1,000원이다.

3) 본 연구에서는 소득, 교육변수 등 응답자의 사회·경제적 변수를 추가하여 동 변수들이 WTP에 미치는 영향을 살펴 보았으나 유의수준 5%이내에서 유의한 변수가 없었다.

실증분석의 마지막 단계로 위 추정결과를 적용하여 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스에 대한 일반국민들의 가구당 연간 WTP를 산정하였는데 분석결과 가구당 연간 2,947.0원에 달하는 것으로 나타났다.

〈표 7〉 평균 WTP의 추정결과

평균 WTP 추정결과 (t-통계량)	95% 신뢰구간
2,947.0원** (13.61)	2,530.8원~3,484.0원

주: 1) **는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

2) 95%신뢰구간은 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 몬테칼로 시뮬레이션 기법을 이용하여 계산하였다.

이렇게 추정된 가구당 연간 평균 WTP 추정치에 전국 가구수를 곱해주면 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 연간 총편익을 측정할 수 있다. 최종적으로 도출된 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 연간 총편익은 505.5억원에 달한다.

〈표 8〉 차세대 도시·농림 융합 기상서비스에 대한 연간 총편익

WTP(원)	가구수(가구)	총편익(억원)
2,947.0	17,152,277	505.5

주: WTP와 가구수는 모두 2010년 12월 기준이며, 통계청 홈페이지의 통계데이터베이스인 KOSIS의 2010년 추계치를 활용한다.

V. 결 론

기상청에서 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업을 통하여 현재 제공하는 5km 범위의 3시간 단위의 기상정보를 1km~50m 범위에서 1시간 수준으로 세분화시키고 이를 활용하여 도시지역의 경우 이상기후와 국지적인 기상재해를 방지할 수 있는 안전방재 서비스, 쾌적한 도시환경을 만들기 위한 도시계획지원 서비스, 기상변화에 따른 질병예방 및 안전한 야외활동을 위한 생활·보건 서비스, 도로결빙·시정거리 감소 등으로 인한 피해를 방지할 수 있는 도로안전 서비스를 제공하며, 농림지역의 경우 농산물의 합리적인 수급조정과 생산성 향상을 위한 작황예측 서비스, 병충해 감시·예측 서비스, 이상기후와 국지적 기상재해 방지와

농약·비료의 중복살포를 막을 수 있는 농장 맞춤형 국지기상 서비스 등을 제공할 계획이다.

이에 본 연구는 이용자 측면에서 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스기술 개발 사업의 편익을 산정함으로써 동 사업의 경제적 타당성 여부 평가를 위한 정량적 정보를 제공하고자 하였다. 이를 위해서 본 연구에서는 비시장재화의 가치측정에 널리 활용되는 CVM을 활용하고자 하였으며, 응답자의 61.5%가 동 사업에 대한 지불의사가 없다고 응답하여 지불의사가 없는 응답자들을 지불의사가 영(0)원인 집단과 지불의사가 영(0)원보다 큰 집단으로 구분하되 하나의 모형을 분석하고자 하였으며 이를 위해 스파이크(spike) 모형을 적용하였다. 분석결과 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스 기술에 대한 일반국민들의 가구당 연간 WTP는 2,947.0원에 달하는 것으로 나타났으며, 이렇게 추정된 가구당 연간 WTP 추정치에 전국 가구 수를 곱해 도출된 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 연간 총편익은 505.5억원에 달하였다.

본 연구의 분석결과를 살펴보면 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다. 우선 본 연구에서 도출한 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스의 연간 총편익은 505.5억원에 달한다. 이는 2012년 기준 기상청의 연구개발 투자비 819억원의 61.7%로 상당히 높은 수준이다. 특히 본 연구에서 산정하지 못한 산업적 편익 즉, 보다 개선된 기상정보의 활용에 따른 기상관련 산업의 부가가치 창출 효과, 보다 정확한 기상예보와 다양한 기상정보 서비스의 활용을 통한 일반 기업들의 비용절감효과 등을 감안한다면 기상정보 서비스의 개선이 미치는 편익이 관련 투자 비용에 비해 충분히 크다고 볼 수 있다. 그러나 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스에 대한 응답자들의 지불의사를 물어본 결과 65.1%가 지불의사가 없다고 응답하였다. CVM을 적용한 공공사업에 대한 기존의 WTP 조사결과 대부분 전혀 지불의사가 없다는 응답이 50% 이상을 상회하지만 본 연구와 같이 65.1%가 지불의사가 없는 것은 상당히 높은 수준이다. 이는 많은 응답자들이 현재의 기상서비스 수준에 큰 불편을 느끼지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 차세대 도시·농림 융합 스마트 기상서비스는 국가재정으로 시행되는 공공사업이기 때문에 특정 계층이 아닌 전 계층의 관점에서 보다 세밀한 기상정보의 필요성을 검토할 필요가 있다. 또한 세밀한 기상정보와 이를 바탕으로 한 다양한 기상정보 서비스가 직·간접적으로 일반 국민 모두에게 혜택을 제공할 수 있는지에 대한 충분한 검토가 필요하다.

참고문헌

김창덕·이덕형·유정식·유재길·정재훈 (2006), “기후요소에 의한 철골공사 작업불가능일 산정에 관한 연구”, 「한국건설관리학회논문집」, 7(4): 137-145.

- 신재원·류한국·이현수 (2007), “기후정보를 이용한 초고층 건축 골조공사의 확률적 공기산정 모델”, 「대한건축학회논문집 구조계」, 23(6): 123-132.
- 한창희·이중우·이기광 (2009), “전력 수요 예측 관련 의사결정에 있어서 기온예보의 정보 가치 분석”, 「경영과학」, 26(1): 77-90.
- Alberini, A., Rheinberger, C. M., Leiter, A., McCormick, C. A. (2010), “What is the Value of Hazardous Weather Forecasts? Evidence from a Survey of Backcountry Skiers”, Working paper.
- Anaman, K. A. and Lellyett, S. C. (1996), “Contingent Valuation Study of the Public Weather Service in the Sydney Metropolitan Area”, *Journal of Applied Economics and Policy*, 15(3): 64-77.
- Hanemann, W. M. (1984), “Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses”, *American Journal of Agricultural Economics*, 66: pp. 332-341.
- Fox, G, Turner, J, Gillespie, T. (1999), “The Value of Precipitation Forecast Information in Winter Wheat Production”, *Agricultural and Forest Meteorology*, 95: pp. 99-111.
- Katz, R. W, Murphy, A. H, Winkler, R. L. (1982), “Assessing the Value of Frost Forecasts to Orchardists: A Dynamic Decision-Making Approach”, *Journal of Applied Meteorology*, 21: pp. 518-531.
- Krinsky, I. and Robb, A. L. (1986), “On Approximating the Statistical Properties of Elasticities”, *Review of Economics and Statistics*, 68: pp. 715-719.
- Krström, B. (1997), “Spike Models in Contingent Valuation”, *American Journal of Agricultural Economics*, 79: pp. 1013-1023.
- Lazo, J. F. Chestnut, L. G. (2002), Economic Value of Current and Improved Weather Forecasts in the US Household Sector. *Report prepared for the National Oceanic and Atmospheric Administration*. Stratus Consulting Inc. Boulder, Colorado, USA.
- Lazo, J. (2005), What are Weather Forecasts Worth? Stated Preference Approaches to Valuing Information, CANSEE Report, Toronto, CA.
- Mitchell R. C. and Carson, R. T. (1989), 「Using Surveys to Public Goods : The Contingent Valuation Method」, Washington, D.C. : Resources for the Future.
- Teisberg, T. J., Weiher, R. F., Khotanzad, A., (2005), “The Economic Value of Temperature Forecasts in Electricity Generation”, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86: pp. 1765-1771.

이주석

고려대학교에서 경제학 박사학위를 취득하고 현재 호서대학교 경제통상학부 조교수로 재직 중이다. 관심분야는 비시장재화의 가치추정, 경제성 분석 등이다.

유승훈

서울대학교 기술경영경제정책과정에서 자원/환경경제학으로 경제학박사를 취득하였으며, 현재 서울과 학기술대학교 에너지환경대학원 교수로 재직 중이다. 관심분야는 자원/환경경제학, 산업경제학 등이다.