

학교 환경교육 강화를 통한 가정의 에너지 절감 효과*

이진권**

The Effect of Environmental Education on Household Energy-Saving
Behaviour

Lee, Jinkwon**

서강대학교 경제학부(School of Economics, Sogang University)

제 출 : 2014년 2월 6일 승인: 2014년 2월 28일

국 문 요 약

환경교육은 기후변화에 대처하는 가장 근본적이고 중요한 방안이라고 할 수 있다. 환경부가 지정하고 재정적으로 지원하는 환경교육시범학교 제도의 운영은 환경교육 강화의 효과를 검증하기 위한 자연실험(natural experiment) 환경을 제공한다. 2011년 14차 환경교육시범학교로 지정된 학교 학생들의 가구와 인근 지역의 비시범 학교 학생들의 가구에 대한 수도요금, 전기요금, 가스요금의 제 요금 설문자료를 활용하여, 환경교육시범학교 지정을 통한 학교 환경교육의 강화가 학생들 가정에서의 에너지 절감에 단기적으로 어떠한 영향을 미치는지를 difference-in-difference 추정을 통해 분석한다. 환경교육시범학교 지정을 통한 환경교육의 강화는 대상 가구의 전기요금과 가스요금을 비시범 학교 대상 가구에 비해 유의한 수준으로 절감시키는 것으로 나타나, 학교 환경교육의 강화가 대상 가구에 파급효과를 가지고 있으며 이를 통해 단기적으로도 에너지 절감 행위를 강화시켜 줄 수 있는 것으로 분석되었다.

■ 주제어 ■ 환경교육, 환경교육시범학교, 구간회귀분석, 에너지 절감, 자연실험, 기후변화

Abstract

Environmental education is the most important and fundamental way to deal with the climate change. The school policy concentrating on environmental education, which has been established and financially supported by the Korea Ministry of Environment, provides an environment for natural experiment, examining the effect of reinforcing environmental education at schools on the energy-saving behaviours observed in the households concerned. We investigated the impact by applying the difference-in-difference measure to various utilities including water, electricity and gas between the households with children whose schools were designated as pilot environmental

* 본 논문은 환경부 용역보고서 최석진 외(2011)의 내용 중 저자에 의해 저술된 부분의 내용을 대폭 수정, 보완한 것이며, 서강대학교 선도연구사업 (SRF-201314001.01)의 지원을 통해 수행되었음.

** 교신저자 : jlee22@sogang.ac.kr

education schools in 2011 and the households with children attending general schools. The results showed that the households with children attending the pilot environmental education schools paid lower electricity and gas costs. This implies that environmental education provided at schools can indirectly affect the household energy saving behaviour and in turn reduce the total energy consumption in a short time.

Keywords Environmental Education, Environmental Education Concentrated School, Interval Regression, Energy-Saving, Natural Experiment, Climate Change

I. 서론

온실가스 배출 등에 의한 지구온난화의 문제는 범지구적 환경문제로서 심각한 정치, 경제적 효과를 가지고 있다. 이미 전 세계는 지구온난화라는 공통의 환경문제를 함께 해결하기 위해 국제협상을 진행해 왔고, 이러한 협상들로부터의 결과들은 각국의 적절한 온실가스 배출 저감을 요구함과 동시에 이를 충족치 못하는 경우 정치, 경제적 제약이 뒤따르도록 하고 있다. 이러한 이유로 선진국들은 포괄적인 환경정책의 일환으로 환경교육의 강화, 에너지 절감, 배출권 거래제 등과 같은 다양하고도 적극적인 온실가스 배출 저감 정책을 수행하고 있다. 우리 정부도 최근 코펜하겐 회의에서 2020년까지 30% 온실가스 저감을 천명하는 등 온실가스 문제를 포함한 환경문제의 해결과 동시에 이러한 해결책을 경제성장의 동력을 삼으려는 적극적인 노력을 경주하고 있다.

오늘날 세계가 직면하고 있는 다양한 환경문제에 대처하는 방안은 다양하다. 환경세, 배출권 거래제, 쓰레기 종량제 등 비교적 단기적으로 그 효과를 볼 수 있는 정책들이 존재한다. 그러나 궁극적인 환경문제 해결의 성공여부는 적절한 환경교육을 통한 범시민적인 환경인식, 환경태도 및 환경행동의 강화에 달려 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 예컨대, 범시민적인 에너지 절감, 쓰레기 절감 노력 등과 같은 공동체적 노력의 뒷받침이 없이 단순히 환경세, 배출권 거래제 등과 같은 정책적 노력만으로는 온실가스 저감의 목표를 달성하기가 어려울 것이다. 적절한 환경교육을 통해 모든 경제주체가 궁극적으로 환경과 경제성장의 조화를 추구할 수 있을 때, 현재 우리가 당면하고 있는 다양한 환경문제의 해결이 가능하리라는 점에서 환경교육의 중요성은 아무리 강조해도 지나침이 없을 것이다. 이러한 이유로 여러 선진국뿐만 아니라 우리나라도 다양한 환경교육 프로그램을 통해 환경교육을 강화하고 있다는 것은 주지의 사실이다.

그러나 환경교육의 강화를 통해 환경행동이 단기적으로도 변화할 수 있는지에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 예컨대, 과연 환경교육의 강화가 단기적으로 에너지 절감 등을 통한 온실가스 저감 노력의 증대를 가져다 줄 수 있는지의 여부는 오늘날 우리가 당면하고 있는 문제의 해결 관점에서 중요한 문제임에도 불구하고 이를 판단할 수 있는 연구는 국내에서 거의 이루어지지 않았다. 물론, 환경교육의 궁극적인 목표는 장기적인 환경행동의 강화에 있으며, 그러한 환경교육의 효과가 나타나는 데에는 오랜 시간이 필요한 것이 사실 이긴 하지만 그것이 중단기적 효과에 대한 연구가 불필요하다는 것을 의미하지는 않을 것이다. 만일, 환경교육 강화의 효과가 단기적으로도 나타난다면 환경교육의 강화는 우리가 지금 당면한 온실가스 문제의 해결을 이끌 수 있는 중요한 하나의 장·단기적 방안이 될 수 있을 것이라는 점에서 환경교육 강화의 단기적 효과를 분석하는 연구는 반드시 필요하다고 할 수 있다.

또한 학교 환경교육의 중요성이 단순히 학생들의 환경인식, 환경태도, 환경행동을 강화하는 데에만 있는 것은 아니다. 학교 환경교육이 학생들을 통해 가정으로, 즉 부모들에게 간접적으로 파급될 수 있다면 단기적이고 가시적인 현실에서의 환경행동 강화가 가능하다. 이로 인해 학교 환경교육의 가정으로의 파급효과를 분석한 연구들이 외국에서는 이루어지고 있으며, 연구에 따라 상반된 결과들이 존재하여 아직 논쟁 중인 중요한 이슈라 할 수 있다(Duvall and Zint, 2007).

이러한 문제의식에 입각하여 현실의 의사결정에 기반한 객관적 지표를 활용해 국내 환경교육의 효과를 분석한 연구는 이진권(2009)이 유일하다. 이진권(2009)은 환경교육 시범학교를 포함한 환경교육 중점지도학교 가정과 환경교육이 일반적 수준으로 진행되는 환경교육 일반지도학교 가정의 제 요금(수도, 전기, 가스) 비교를 통해 환경교육의 강화가 수도요금, 전기요금, 가스요금을 절감하는 효과가 있음을 보고하고 있다. 또한 그러한 결과는 학교 환경교육이 가정의 부모에게 간접적으로 유의한 영향을 미칠 수 있다는 것을 발견하였다. 그러나 그 연구에서는 자료의 한계로 인해 일정한 시기에 일회적으로 수집된 두 집단의 제 요금 자료를 비교하고 있어, 다양한 변수들을 통제한다고 하더라도 여전히 환경교육 강화라는 정책의 효과만을 도출하는 데에는 한계를 가지고 있었을 뿐 아니라, 제 요금에 유의한 영향을 미칠 수 있는 소득변수가 포함되지 않은 한계를 가지고 있었다.

본 연구는 이러한 한계를 극복하기 위해 수행되었으며, 환경교육 강화의 단기적 효과를 보다 엄밀히 분석한다. 현재 환경부에 의해 지정되어 강화된 환경교육이 수행되는 환경교육시범학교 정책은 환경교육 강화의 단기적 효과를 분석할 수 있는 자연실험(natural

experiment) 환경을 제공한다. 본 연구에서는 환경교육시범학교 학생들의 가정에서의 에너지 요금(수도, 전기, 가스)과 일반적인 환경교육이 수행되는 일반학교 학생들의 가정에서의 에너지 요금(수도, 전기, 가스)을 환경교육시범학교 지정 직후에 해당하는 시점(3월)과 일정 기간이 지난 후(7월)의 두 차례에 걸친 설문조사 결과를 이용함과 동시에 소득자료를 포함해 환경교육 강화의 단기적 효과를 분석함으로써 선행연구의 한계를 극복하고자 한다.

II절에서는 환경교육의 효과를 분석하는 선행연구를 간략히 소개하고, III절에서는 실증 분석 방법 및 모형을 간략히 정리한다. IV절에서는 두 집단에 대한 비교분석결과를 정리하고, V절에서는 결론이 뒤따른다.

II. 환경교육의 효과에 대한 선행연구

환경교육이 실제의 행동으로 드러난 환경 의사결정에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 선행연구는 그리 많지 않다. 예컨대, 환경교육을 통해 얼마만큼의 에너지가 절감될 수 있는지를 분석하는 연구는 국내외를 막론하고 거의 이루어지지 않았다. 대부분의 환경교육 효과를 분석하는 연구는 주로 설문조사를 통해 환경교육이 환경인식, 환경태도, 환경행동에 미치는 효과를 분석하는 형태로 이루어졌는데, 이러한 설문조사의 설문내용은 대부분 응답자 스스로가 자신의 환경인식, 환경태도, 환경행동을 평가하여 척도를 매기는 형태 또는 퀴즈의 형태로 제시되는 문제를 푸는 형태로 구성되었다.

김수진, 정미경(2007)은 초등학생을 대상으로 일반적인 교사지침서에 따르는 환경교육이 실행된 집단과 보다 더 강화된 환경교육을 실행한 집단의 환경인식의 차이를 비교하는 연구를 통해 강화된 환경교육을 실행한 집단의 환경인식이 그렇지 않은 집단에 비해 더 많이 향상되었음을 보고하고 있다. 홍진희 외(2005)는 중학생들의 환경행동이 현실에서 어떻게 실제로 나타나고 있는지를 소비생활양식 조사를 통해 분석하고 있지만, 환경교육이 그러한 환경행동에 미치는 효과를 분석하고 있지는 않다. 진옥화, 최돈형(2005)은 중학생들을 대상으로, 환경과목이 선택된 학교의 집단, 창의적 재량활동으로 환경과목을 선택하는 학교의 집단, 그리고 환경과목을 선택하지 않은 학교의 집단을 구분하여 이들의 환경소양을 측정하고 이에 영향을 미치는 변인들의 효과를 설문조사를 이용해 분석하였는데, 이 연구에서 환경소양을 구성하는 다양한 변인 중 생태적 지식과 환경 쟁점 지식만이 세 집단에서 유의한 차이를 보임을 보고하고 있다.

Morris and Schagen(1996)은 환경교육이 스스로를 환경전문가라고 생각하는 선생님들에 의해 수행되는 학교의 학생들의 환경행동 지수가 그렇지 않은 학교의 학생들보다 더욱 높다고 보고한다. Kahn and Friedman(1995)은 경제적 빈곤층에 해당하는 도시 흑인 계층의 학생들을 대상으로 수행한 연구에서 경제적 보상이 주어지는 품목의 재활용 행위가 그렇지 못한 품목의 재활용 행위보다 유의한 정도로 적극적이라고 보고하고 있는데 이러한 결과는 사회경제적 계층에 따라 환경교육의 효과가 다르게 나타날 수 있을 뿐 아니라 환경행동 강화를 위한 인센티브도 사회경제적 상황에 따라 달라지는 것이 바람직할 수도 있음을 제시하고 있다. Ramsey(1993)는 환경행동 개발에 중점을 둔 IIAT(Issue Investigation and Action Training)라는 교육 프로그램의 효과를 IIAT 교육이 이루어진 그룹과 전통적인 과학교육이 이루어진 그룹으로 나누어 비교 분석하였으며 그 결과 IIAT 프로그램으로 교육 받은 그룹의 환경행동 점수가 유의하게 더 높다고 보고한다. Culen(1994)도 전통적인 과학교육 형태로 습지에 대한 환경교육을 받은 학생들에 비해 습지에 대한 사례를 통해 환경교육을 받은 학생들의 환경행동 점수가 더 높다고 보고한다.

한편, 이상의 연구들이 학교 환경교육의 직접적인 대상들인 학생들에 대해 이루어진 것에 반해 그러한 학교 환경교육이 학생들의 가정으로 전파될 수 있는지를 분석한 연구들도 존재한다. Vaughan et al.(2003)은 코스타리카 학생들과 그 학생들의 부모를 대상으로 수행된 환경관련 퀴즈 연구를 통해 환경교육을 집중적으로 받은 학생들 부모의 퀴즈 점수가 그렇지 않은 학생들 부모의 퀴즈 점수에 비해 유의하게 높다고 보고한다. Damerell et al.(2013)도 습지보존 관련 환경교육을 받은 학생들 부모들이 더 높은 습지관련 환경인식과 환경행동을 보이고 있음을 발견했다. 그러나 Legault and Pelletier(2000)은 1년간의 학교 환경교육이 부모의 환경행동에 미치는 효과를 분석한 결과 그 효과가 유의하지 않음을 보고하는 등 현재까지 그 주제는 논쟁의 여지를 가지고 있다 할 수 있다(Duvall and Zint, 2007).

일반적으로 환경교육의 효과를 분석하는 대부분의 선행연구들은 환경인식, 환경태도, 환경행동을 측정하기 위해 응답자 스스로의 평가에 근거한 주관적 설문조사의 결과 또는 퀴즈형태의 설문 응답결과를 이용했다. 그러나 Schuman and Johnson(1976)은 그러한 주관적으로 평가된 척도는 행동의 실천과 괴리가 있으므로 실제 행동의 대체변수가 되기 어렵다는 것을 보고하고 있다. 따라서 그러한 주관적 평가 척도를 통해 환경교육 또는 환경교육의 강화가 현실에서의 실제 의사결정 또는 행동실천에 얼마나 유의한 영향을 미치는지를 분석하기가 쉽지 않은 것이 사실이다.

환경교육의 효과를 현실의 의사결정 또는 행동실천 자료를 통해 분석한 연구는 많지 않다. Roper Starch Worldwide(1994)는 학교에서 환경교육을 받는 학생들 또는 환경지식 점수가 높은 학생들이 쓰레기 절감 등과 같은 환경행동을 현실에서 더욱 활발하게 행한다는 것을 발견하였다. 이진권(2009)은 전기요금, 가스요금, 수도요금 및 쓰레기 배출량을 포함한 설문조사 결과를 이용함으로써 응답자 자신이 주관적으로 평가하여 점수를 매기는 추상적인 척도가 아닌 응답자의 환경행동 현황에 대한 정량화된 응답결과를 통해 환경교육이 현실에서의 환경행동에 얼마나 직접적으로 영향을 미치고 있는지를 분석하였다. 그 연구는 환경교육의 강화가 제 요금 및 음식물 쓰레기 배출량을 감소시킬 수 있음을 발견하고 학교 환경교육이 가정의 제 요금 절감에 유의한 영향을 미칠 수 있음을 보고하고 있으나, 특정 시점에서의 두 집단(환경교육 집중학교의 가정과 환경교육 일반학교의 가정)의 비교를 통해 이루어졌을 뿐 아니라 가정의 소득정보를 확보하지 못해 환경교육 강화의 효과 이외의 여타 변수의 효과가 완벽히 통제되지 않은 한계를 가지고 있다.

본 연구는 소득변수를 포함해 통제하고, 환경교육시범학교 선정을 통한 강화된 환경교육의 수행여부를 기준으로 두 시기의 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 제 요금 자료 수집을 통해 제요금의 difference-in-difference를 추정함으로써 그러한 선행연구들의 한계를 극복하고자 한다.

III. 실증분석 방법 및 분석모형

본 연구의 설문조사는 2011년 3월부터 제14차 환경교육시범학교로 지정된 9개의 초등학교와 4개의 중학교 및 동일 지역군(군 단위)에 위치한 비슷한 학급 규모를 가진 환경교육비시범 초등학교와 중학교 재학생과 학부모를 대상으로 수행되었다.¹⁾ 따라서 조사대상은 13개 환경교육시범학교의 재학생 및 학부모와 13개 환경교육비시범학교의 재학생 및 학부모였다.²⁾ 설문지는 재학생용 설문지와 학부모용 설문지가 따로 구성되었으며, 설문지 수

1) 환경교육시범학교의 정식명칭은 환경보전시범학교로 1985년부터 매 2년 기간으로 환경교육 강화를 위해 환경부 주관하에 지정되어 왔으며, 2011년에는 14차 환경교육시범학교가 지정되었다. 14차 환경교육시범학교는 서울을 비롯한 6대 광역시에서 각 1개교, 전북을 제외한 나머지 도에서 8개교가 선정되었으며, 그 중 초등학교가 9개교, 중학교가 4개교, 고등학교가 2개교였다. 환경교육시범학교로 지정되면 연 8백만 원의 보조금이 지급되어 이를 통해 각 학교는 자율적으로 다양한 환경교육 강화 프로그램을 수행하고, 그 결과를 보고서로 제작하여 제출하고 우수 사례에 대해서는 별도의 시상한다. 환경교육시범학교의 운영보고서 및 우수 사례 등은 환경부의 환경교육 홈페이지 www.keep.go.kr에서 찾아 볼 수 있다.

2) 초등학교 재학생들은 모두 5학년이었으며, 중학교 재학생들은 모두 2학년이었다.

거 후 재학생과 해당 학부모용 설문지를 매치하여 자료를 정리하였으며, 본 연구에서는 학부모용 설문지의 내용만을 활용하였다.

이러한 설문조사는 2011년 5월과 9월 두 차례에 걸쳐 우편설문 형태로 각각 수행되었으며, 환경교육시범학교 가정의 3월 제 요금은 5월 조사에서, 7월 제 요금은 9월 조사에서 수집되었고, 조사대상 가정은 두 조사에서 반드시 일치하지는 않았다. 한편, 환경교육비시범학교 가정의 3월 및 7월 제 요금은 9월 조사에서 일괄적으로 수집되었다. 환경교육시범학교가 2011년 3월에 지정되었기 때문에 3월 제 요금은 강화된 환경교육이 막 시작되었을 때의 제 요금이며, 7월 제 요금은 강화된 환경교육이 3-4개월간 진행된 후의 제 요금이라고 할 수 있으므로 이 요금들의 difference in difference 추정치를 통해 환경교육 강화의 효과를 살펴볼 수 있다.

본 연구에서 활용하는 학부모 설문항목을 정리하면 아래의 <표 1>과 같다.³⁾ 본 연구에서는 환경교육 강화의 에너지 절감 효과를 분석하기 위해 환경교육시범학교 학생들의 가정에서의 제 요금(수도, 전기, 가스)과 환경교육비시범학교 학생들의 가정에서의 제 요금을 비교한다. 일반적으로 수도, 전기, 가스요금은 사용량과 정(正)의 관계를 가지고 있으므로 환경교육의 강화를 통해 제 요금이 절감된다는 것은 그 사용량이 절감된다는 것을 의미한다. 따라서 환경교육 강화를 통한 제 요금의 절감분은 그 자체로 환경교육 강화의 경제적 편익으로 해석할 수 있을 것이다. 또한 환경교육 강화에 의한 에너지 사용량 절감 및 쓰레기 배출량 감소는 이산화탄소 배출량 감소를 통해 추가적인 사회적 편익을 가져올 수 있으므로, 본 연구에서 살펴보는 환경교육 강화를 통한 제 요금 절감 효과는 환경교육 강화의 최소한의 경제적 편익으로 해석할 수 있을 것이다.

3) 해당 설문조사 연구는 환경교육이 환경인식, 환경태도, 환경행동에 미치는 효과를 살펴보기 위한 전통적인 설문항목들과 교사들을 대상으로 한 설문지 등도 포함하고 있었으나 그 내용들은 본 논문의 연구목표와 떨어져 있으므로 생략한다. 이에 대한 분석결과와 좀 더 자세한 설문조사 절차 및 내용은 최석진 외(2011)를 참조할 수 있다.

표 1. 학부모용 설문지에 포함된 설문 영역 및 내용

설문 영역	설문 내용	문항 형태
가정의 월 상수도, 전기, 가스 요금 ^a	◦ 상수도 사용 요금	선다형
	◦ 전기 사용 요금	선다형
	◦ 가스 사용 요금	선다형
환경보전 노력	◦ 환경보전을 위한 실천 활동	선다형
환경교육 경험	◦ 자녀의 환경교육 경험	선다형
	◦ 학부모의 환경교육 경험	선다형
제반 배경 정보	◦ 학생 및 학부모의 제반 변수 (소득, 주거형태, 부모교육수준, 부모연령, 가족수, 방의 개수 등)	선다형, 주관식

주: 3월과 7월 제 요금 관련 설문항목은 선다형으로 구성되었다. 수도요금은 ① 2000원 미만, ② 2000원 이상-4000원 미만, ③ 4000원 이상-6000원 미만, ④ 6000원 이상-8000원 미만, ⑤ 8000원 이상-10000원 미만, ⑥ 10000원 이상-12000원 미만, ⑦ 12000원 이상-14000원 미만, ⑧ 14000원 이상-16000원 미만, ⑨ 16000원 이상-18000원 미만, ⑩ 18000원 이상-20000원 미만, ⑪ 20000원 이상-30000원 미만, ⑫ 30000원 이상-40000원 미만, ⑬ 40000원 이상-50000원 미만, ⑭ 50000원 이상의 14개 구간 중 선택이 가능했으며, 전기요금과 가스요금은 각각 ① 5000원 미만, ② 5000원 이상-10000원 미만, ③ 10000원 이상-20000원 미만, ④ 20000원 이상-30000원 미만, ⑤ 30000원 이상-40000원 미만, ⑥ 40000원 이상-50000원 미만, ⑦ 50000원 이상-60000원 미만, ⑧ 60000원 이상-70000원 미만, ⑨ 70000원 이상-80000원 미만, ⑩ 80000원 이상-90000원 미만, ⑪ 90000원 이상-100000원 미만, ⑫ 100000원 이상-110000원 미만, ⑬ 110000원 이상-120000원 미만, ⑭ 120000원 이상의 14개 구간 중 선택이 가능했다.

특정한 한 시기에서의 두 집단에서의 제 요금을 비교한다면 제 요금에 영향을 미칠 수 있는 여타 요인들에 대한 통제가 되지 않아 환경교육이 제 요금에 미치는 효과만을 분리해 분석하기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 환경교육시범학교가 새롭게 선정된 2011년 3월의 환경교육시범학교 및 인근 비시범학교 가정에서의 제요금과 그 시범학교에서 어느 정도 환경교육이 이루어지고 난 이후인 2011년 7월의 환경교육 시범학교 및 비시범학교 가정에서의 제 요금을 이용하여 difference-in-difference 추정치를 통해 환경교육 강화정책의 경제적 효과만을 분리해 분석한다.

본 연구에서 사용된 제 요금 자료는 구간자료이므로 중도절단 문제를 명시적으로 다룰 수 있는 구간회귀분석(interval regression)을 사용한다. 관측할 수 없는 실제의 특정 요금 (예: 수도요금)을 y^* 라 하고, $y^* = x\beta + e$ 라는 선형추정모형을 설정한다면, y^* 는 설문지에 제시된 특정 요금에 대한 N 개의 구간 중 하나에 포함될 것이다. 따라서 이 모형을 선형추정한다면 잘려진 자료에 의한 편의가 발생할 수 있으므로, 각 요금 구간 정보

를 활용한 구간회귀분석이 더 바람직하다. 각 요금 구간들은 $[y_j, y_{j+1})$ 로 표시할 수 있으며, $j=0,1,2,\dots,N-1$ 로 나타낼 수 있다. 따라서 실제 요금 y^* 가 N 개의 구간 중 특정 구간에 포함될 확률은 다음과 같다.

$$\Pr(y_j < y^* < y_{j+1}) = F(y_{j+1}) - F(y_j)$$

이때, $F(\cdot)$ 는 y^* 의 누적확률분포이고, $j=0,1,2,\dots,N-1$ 이며 $y_0 < y_1 < \dots < y_N$ 이라 가정한다. 또한 오차항 e 가 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 정규분포 $\phi(\cdot)$ 를 따른다고 가정하면, 각각의 관측치에 대한 로그우도함수(log-likelihood function) $l(\beta, \sigma^2)$ 는 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$l(\beta, \sigma^2) = 1[y^* < y_0] \ln \phi\left(\frac{y_0 - \mathbf{x}\beta}{\sigma}\right) + 1[y_0 \leq y^* < y_1] \ln\left(\phi\left(\frac{y_1 - \mathbf{x}\beta}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{y_0 - \mathbf{x}\beta}{\sigma}\right)\right) \\ + 1[y_1 \leq y^* < y_2] \ln\left(\phi\left(\frac{y_2 - \mathbf{x}\beta}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{y_1 - \mathbf{x}\beta}{\sigma}\right)\right) + \dots + 1[y_N \leq y^*] \ln\left(1 - \phi\left(\frac{y_N - \mathbf{x}\beta}{\sigma}\right)\right)$$

이때, $1[\cdot]$ 는 $[\cdot]$ 에 포함되어 있는 조건이 성립하는 경우에는 1, 그렇지 않은 경우에는 0의 값을 가지는 지시함수(indicator function)이다. 전체 관측치에 대한 로그우도함수를 최우추정법(maximum likelihood)을 통해 추정함으로써 β 와 σ^2 을 추정할 수 있으며, 추정된 β 는 일반적인 OLS 추정치와 동일한 의미로 해석될 수 있다. 따라서 이 모형의 독립변수 \mathbf{x} 에 환경교육터미변수, 시기터미변수, 그리고 환경교육터미변수와 시기터미변수의 교차항을 포함시킴으로써 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정간의 제 요금의 difference in difference 추정치를 구할 수 있다.

제 요금 항목들 각각에 대해 개별적인 회귀분석이 이루어졌으며, difference in difference measure를 추정하기 위한 기초단계로 활용하기 위해 3월 제 요금 및 7월 제 요금에 대한 개별적인 구간회귀분석을 먼저 수행해 살펴 본 후 환경교육 시범학교 대상 가구와 비시범학교 대상 가구 사이의 제 요금의 difference in difference를 추정하기로 한다.

IV. 분석결과

아래 <표 2>는 설문대상의 주요 변수에 대한 기초통계를 요약하고 있다. 총 관측치는 2,648 가구(환경교육 시범학교 가구 = 1,296, 비시범학교 가구 = 1,352)였으나, 각 변수에 대해 결측치가 존재하여 주요 변수별 관측치는 다소 상이하다.

본 연구의 주요 연구대상은 환경교육시범학교 대상 가구와 환경교육비시범 학교 대상 가구의 수도요금, 전기요금 및 가스요금의 차이이므로 아래에서 3월과 7월의 제 요금의 차이를 각각 좀 더 상세히 살펴본 후, 3월과 7월 제 요금의 차이의 차이를 통해 환경교육시범학교를 통한 환경교육 강화의 효과를 엄밀히 분석하기로 한다.

표 2. 설문대상의 주요변수 기초통계

	관측치	평균	표준편차	최소값	최대값
환경교육시범학교 가구 = 1	2648	0.489	0.499	0	1
7월 제 요금 설문대상 = 1	2648	0.495	0.500	0	1
부모의 학교 환경교육 참여 = 1	2544	0.211	0.408	0	1
부모의 환경보호 실천 ^a	2594	2.551	0.707	1	4
자녀들의 환경보호 노력 ^b	2385	3.678	1.125	1	6
부모의 에너지 절감 노력 ^b	2613	4.172	0.936	1	6
외부환경교육 = 1	2587	0.353	0.478	0	1
아버지 전문대졸 이상 = 1	2537	0.497	0.500	0	1
어머니 전문대졸 이상 = 1	2523	0.390	0.488	0	1
아버지 나이	2445	44.333	4.784	27	80
어머니 나이	2483	41.469	4.732	29	75
가족 수	2586	4.178	1.051	1	20
방의 개수	2604	2.907	0.671	1	5
단독주택 = 1	2595	0.222	0.416	0	1
아파트 = 1	2595	0.575	0.494	0	1
빌라 등 = 1	2595	0.203	0.402	0	1
월 소득 400만 원 미만 = 1	2561	0.613	0.487	0	1

주: a는 부모의 환경보호 실천 (1=전혀 노력하지 않는다, 2=조금은 노력하는 편이다, 3=실천하려고 노력한다, 4=항상 실천한다)

b는 자녀들의 환경보호 노력, 부모의 에너지 절감 노력 (1=전혀 그렇지 않다, 2=그렇지 않다, 3=그렇지 않은 편이다, 4=그런 편이다, 5=그렇다, 6=매우 그렇다).

먼저 환경교육 시범학교가 새롭게 선정된 3월의 시범학교 및 비시범학교 가정의 제 요금을 통계적으로 살펴본다. 3월의 수도요금, 전기요금, 가스요금 기초 통계는 아래의

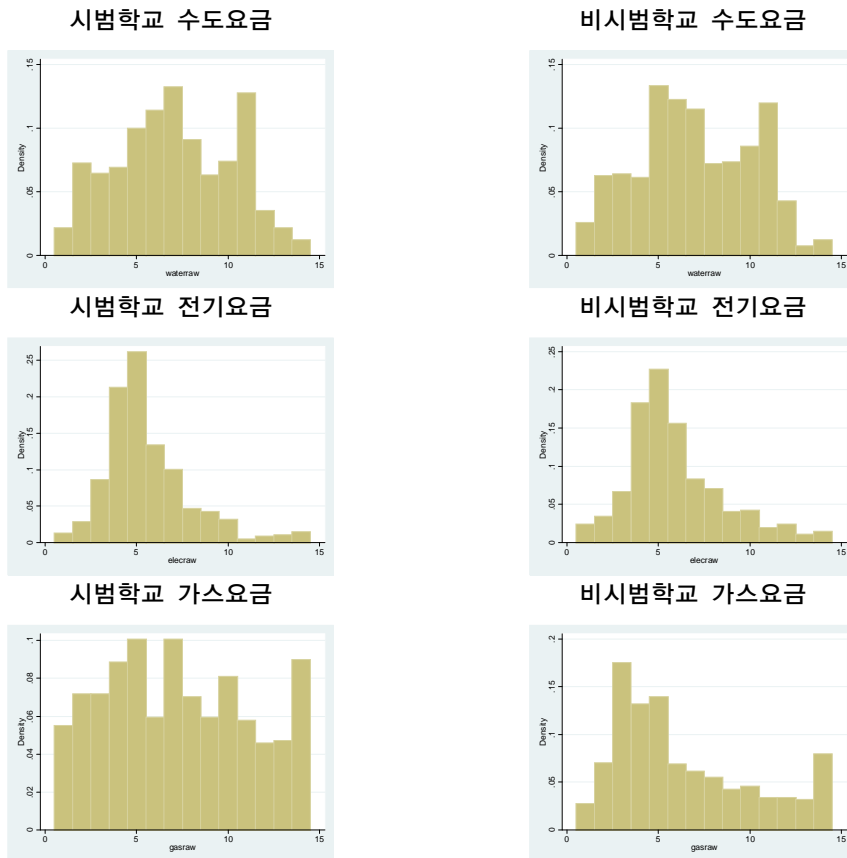
<표 3>에 정리되어 있으며, 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 3월 제 요금의 분포는 아래의 <그림 1>에 나타나 있다.

표 3. 환경교육 시범학교 및 비시범학교 3월 제 요금

요금	환경교육시범학교					환경교육비시범학교				
	관측치	평균	표준편차	최소	최대	관측치	평균	표준편차	최소	최대
수도요금	649	14815.1	9693.75	2000	50000	652	14455.5	9143.99	2000	50000
전기요금	660	44284.1	25682.06	5000	120000	657	41054.0	23191.90	5000	120000
가스요금	655	58332.1	37323.42	5000	120000	651	48771.1	36194.55	5000	120000

주: 범위별 상한값과 하한값의 평균을 이용했음. 상한값 또는 하한값만 있는 범위의 경우, 그 한계값을 이용.

그림 1. 환경교육 시범학교 및 비시범학교 3월 제 요금 분포



환경교육 시범학교와 비시범학교의 3월 수도요금은 각각 14,815원과 14,455원으로 큰 차이를 보이지 않고 있다. 반면, 시범학교의 전기요금과 가스요금은 각각 44,284원과 58,332원으로 비시범학교의 41,054원과 48,771원에 비해 더 높은 것으로 나타난다. 이러한 시범학교와 비시범학교에서의 전기요금과 가스요금의 차이는 각각 통계적으로 유의하다(전기요금: $p=0.027$, 가스요금: $p<0.001$). 그러나 이러한 차이는 다만 시범학교에 새롭게 선정된 학교 가정의 제 요금과 비시범학교 가정의 제 요금의 차이를 의미할 뿐 환경교육과 어떤 관련을 가지고 있다고 보기는 어렵다. 즉, 환경교육 시범학교가 3월에 새롭게 선정되었고, 따라서 그러한 환경교육의 효과가 3월 요금에 바로 영향을 미친다고 보기는 어려우므로 이러한 요금의 차이들은 환경교육과 무관한 표본수집에 의해 발생한 차이로 보는 것이 타당할 것이다. 환경교육이 제 요금에 미치는 효과는 환경교육이 반영되지 않은 이러한 3월 요금에 있어서의 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정 간의 차이가 환경교육으로 어떻게 변화하는지를 통해 분석해야 할 것이다. 만일 환경교육이 유의한 제 요금 절감효과를 가진다면 시범학교 가정의 제 요금이 상대적으로 더 많이 낮아질 것이다.

표 4. 3월 제 요금에 대한 구간회귀 분석

	수도요금 (N=952)		전기요금(N=961)		가스요금(N=953)	
	계수	SE	계수	SE	계수	SE
환경교육 (시범학교=1)	321.91	621.15	4658.41***	1555.26	8416.09***	2613.62
환경보호실천	226.43	487.66	1023.80	1217.05	-71.56	2056.07
에너지절감노력	274.14	378.71	-1482.53	941.17	1866.85	1589.36
외부환경교육(외부환경교육=1)	180.58	679.82	-387.25	1694.59	-759.24	2854.66
자녀들의 환경보호 노력	-789.01***	303.96	1.58	758.73	-99.33	1273.52
부모의 환경교육 참여 (참여=1)	-245.09	811.72	-3306.93	2033.41	-237.27	3415.74
아버지 나이	-80.26	119.35	194.25	299.79	314.40	506.59
어머니 나이	117.13	123.45	147.22	310.75	-950.44*	523.76
가족 수	1316.04***	351.85	2940.92***	875.85	2978.43**	1471.04
아버지 교육 (전문대졸 이상=1)	915.35	765.76	-3278.01*	1909.35	4267.92	3206.21
어머니 교육 (전문대졸 이상=1)	-1804.81**	764.21	1568.71	1910.29	-4105.69	3198.55
방의 개수	1013.52*	537.27	4306.53***	1336.37	7001.47***	2274.65
아파트	1365.28*	820.43	-4293.74**	2055.19	22366.05***	3484.86
빌라	3172.67***	1010.63	-2825.93	2528.10	21193.21***	4268.25
소득 100-200만 원	5495.43***	2112.12	18458.09***	5438.35	25825.60***	9018.11
소득 200-300만 원	4902.69**	2019.95	19509.18***	5195.61	24547.57***	8631.16
소득 300-400만 원	6199.68***	2051.53	19538.70***	5273.87	34455.65***	8761.19
소득 400-500만 원	5482.47***	2093.85	20052.38***	5371.67	31172.96***	8924.87
소득 500-600만 원	6264.21***	2157.07	21801.64***	5525.59	36351.54***	9208.43
소득 600-700만 원	3377.33	2500.94	25775.70***	6384.89	33410.11***	10634.62
소득 700-800만 원	3061.28	2581.65	28774.34***	6640.53	26408.04**	11013.53
소득 800-900만 원	4155.66	3263.20	31092.43***	8140.02	42727.31***	13978.80
소득 900-1000만 원	7806.02**	3493.59	34815.76***	8804.70	34240.76**	14738.20
소득 1000만 원 이상	3454.97	2808.40	35173.66***	7161.30	26166.92**	12169.55
상수	-373.47	4520.39	-10911.04	11374.69	-9954.05	19138.54
LL		-2493.16		-2178.19		-2501.90

주: 1. ***: 1%, **: 5%, *: 10% 유의수준 (two-tailed test).

2. 소득 기준 변수: 100만 원 미만

3. 거주 유형 기준 변수: 단독주택

3월의 제 요금에 영향을 미칠 수 있는 소득 등 여타 변수들을 통제한 상태에서의 환경교육 시범학교와 비시범학교의 제 요금의 차이를 분석하기 위해 구간회귀분석을 실행해 볼 수 있고 그 결과가 <표 4>에 정리되어 있다.⁴⁾ 구간회귀분석 결과에서도 역시 환경교육 시범학교와 비시범학교 간에 3월 수도요금은 유의한 차이를 보이지 않는 반면 전기요금과 가스요금은 시범학교 가정에서 더 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 가족 수, 방의 개수는 일반적인 기대대로 제요금과 정(正)의 상관관계를 보이고 있으며, 주거형태 및 소득수준도 전반적으로 제 요금에 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

다음으로 환경교육 시범학교가 새롭게 선정된 이후 약 4·5개월의 환경교육이 실시된 이후인 7월의 시범학교 및 비시범학교 가정의 제 요금을 통계적으로 살펴본다. 7월의 수도요금, 전기요금, 가스요금 기초 통계는 아래의 <표 5>에 정리되어 있으며, 그 분포는 <그림 2>에 나타나 있다. 환경교육 시범학교와 비시범학교 간에 제 요금의 차이는 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 3월 환경교육 시범학교의 전기요금과 가스요금이 비시범학교에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 높았다는 점을 고려해 봤을 때, 7월 전기요금과 가스요금의 차이가 유의하지 않았다는 사실은 환경교육 시범학교에서의 강화된 환경교육을 통해 전기요금 및 가스요금의 절감효과가 존재했을 가능성이 있음을 보여준다. 좀 더 엄밀한 분석을 위해서는 7월의 제 요금에 영향을 미칠 수 있는 소득 등 여타 변수들을 통제한 상태에서의 환경교육 시범학교와 비시범학교의 제요금의 차이를 분석하기 위해 구간회귀분석을 실행해 볼 수 있고 그 결과가 아래 <표 6>에 정리되어 있다.⁵⁾

표 5. 환경교육 시범학교 및 비시범학교 7월 제 요금

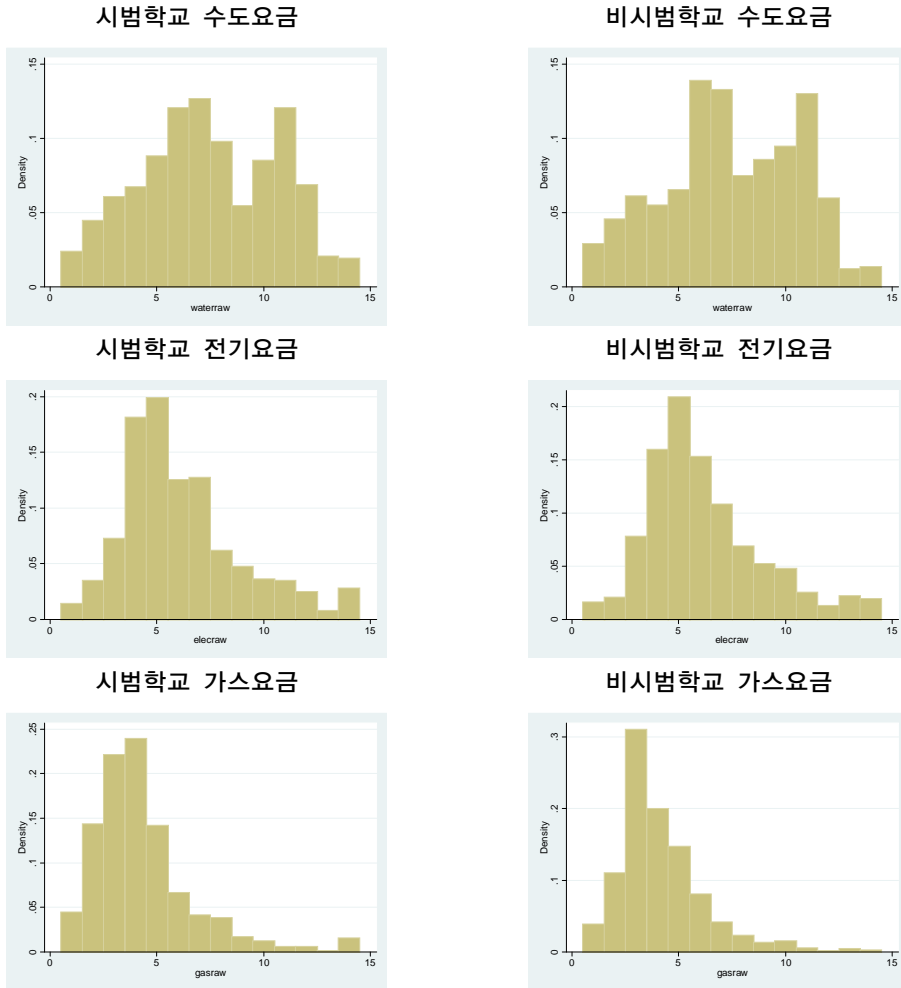
요금	환경교육시범학교					환경교육비시범학교				
	관측치	평균	표준편차	최소	최대	관측치	평균	표준편차	최소	최대
수도요금	623	16067.4	10450.09	2000	50000	654	15694.2	9618.51	2000	50000
전기요금	628	46695.9	27343.33	5000	120000	663	47306.2	26573.27	5000	120000
가스요금	626	29177.3	22946.51	5000	120000	643	27375.6	19873.63	5000	120000

주: 범위별 상한값과 하한값의 평균을 이용했음. 상한값 또는 하한값만 있는 범위의 경우, 그 한계값을 이용.

4) 포함된 주요 독립변수에서의 결측치(missing values)로 인해 구간회귀분석(interval regression)에서의 관측치는 다소 감소하였다.

5) 3월 제 요금 구간회귀분석과 마찬가지로 주요 독립변수 결측치로 인해 구간회귀분석에 포함된 관측치가 다소 감소하였다.

그림 2. 환경교육 시범학교 및 비시범학교 7월 제 요금 분포



구간회귀분석 결과에서도 마찬가지로 7월의 제 요금에 있어서는 환경교육 시범학교와 비시범학교 간에 유의한 차이가 존재하지 않았다. 이러한 사실은 3월에 유의한 차이가 없었던 수도요금에 관련해서는 환경교육이 거의 영향을 미치지 않았을 가능성이 크다는 것을 암시하며, 3월에 환경교육시범학교 가정에서 더 높게 나왔던 전기요금과 가스요금에 관련해서는 환경교육시범학교 가정에서의 전기요금 및 가스요금의 절감 폭이 더 컸을 가능성이 있음을 제시한다. 만일 이러한 절감 폭의 차이가 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정 사이에서 통계적으로 유의하다면 이는 적어도 환경교육 시범학교를 통한 환경

교육의 강화가 전기요금 및 가스요금 절감에는 효과가 있다는 것을 의미할 것이다. 따라서 difference-in-difference measure를 이용한 좀 더 엄밀한 분석이 필요하다.

표 6. 7월 제 요금에 대한 구간회귀분석

	수도요금 (N=945)		전기요금(N=951)		가스요금(N=936)	
	계수	SE	계수	SE	계수	SE
환경교육 (시범학교=1)	38.07	682.34	-1077.29	1771.21	-1204.25	1400.40
환경보호실천	-434.94	532.34	331.14	1382.54	-446.79	1100.10
에너지절감노력	5.69	435.51	-2836.15**	1136.54	-1676.52*	899.88
외부환경교육(외부환경교육=1)	29.72	720.15	-49.18	1864.54	-1693.28	1473.42
자녀들의 환경보호 노력	-563.01	342.96	1519.16*	885.17	73.62	707.31
부모의 환경교육 참여 (참여=1)	-1486.28*	824.40	-1534.15	2136.64	2070.03	1680.96
아버지 나이	-14.86	124.27	248.26	321.70	69.69	257.05
어머니 나이	88.47	126.31	27.25	327.54	282.47	260.14
가족 수	822.20**	329.89	1480.73*	849.48	2830.52***	676.34
아버지 교육 (전문대졸 이상=1)	-74.20	826.83	-2059.34	2143.95	132.09	1704.87
어머니 교육 (전문대졸 이상=1)	-1146.26	837.01	3245.73	2167.55	788.28	1724.85
방의 개수	621.29	555.21	4474.45***	1439.54	1303.05	1151.18
아파트	-205.46	891.80	-11217.79***	2296.35	2118.13	1842.32
빌라	270.63	1083.41	-4052.38	2783.24	-2414.29	2224.41
소득 100-200만 원	3516.81	2475.27	1431.14	6356.66	4628.82	5165.29
소득 200-300만 원	4828.06**	2346.34	13735.30**	6023.52	7011.46	4901.47
소득 300-400만 원	5921.60**	2386.14	14490.88**	6120.98	7588.69	4984.28
소득 400-500만 원	5610.72**	2463.17	15711.82**	6306.61	7529.60	5133.44
소득 500-600만 원	6934.66***	2505.11	17452.27***	6423.18	10610.04**	5208.89
소득 600-700만 원	4611.42	2809.02	14186.46**	7219.40	13132.56**	5857.68
소득 700-800만 원	4749.24*	2854.74	22891.52***	7384.06	2999.33	5933.71
소득 800-900만 원	4056.74	3659.72	11238.44	9464.13	12809.39*	7555.88
소득 900-1000만 원	5135.00	3551.59	31806.73***	9159.07	10393.60	7320.91
소득 1000만 원 이상	6881.93**	3019.61	22175.20***	7744.77	18138.14***	6330.39
상수	6637.11	4805.47	15458.11	12444.27	-3253.52	9947.55
LL	-2486.61		-2243.41		-2045.56	

주: 1. ***: 1%, **: 5%, *: 10% 유의수준 (two-tailed test).

2. 소득 기준 변수: 100만 원 미만

3. 거주 유형 기준 변수: 단독주택

즉, 환경교육 시범학교를 통한 환경교육이 제 요금의 절감에 유의한 효과를 미치는지를 살펴보기 위해서는 3월의 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 제 요금의 차이가 7월에 어떻게 변화했는지를 살펴봐야 한다. 즉 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 3월 및 7월 제 요금의 difference-in-difference를 통해 실제로 환경교육시범학교를 통한 환경교육이 제 요금을 유의한 정도로 절감시켰는지를 살펴봐야 할 것이다.

단순히 환경교육시범학교 가정의 3월과 7월의 제 요금을 비교해서 환경교육의 효과를 분석하는 것은 큰 의미가 없다. 왜냐하면, 이렇게 분석하는 경우 3월과 7월 사이에 제 요금의 차이가 발생한 요인이 정확히 무엇인지 파악할 수가 없기 때문이다. 예를 들어, 환경교육 시범학교 대상 가구의 7월 가스요금이 3월에 비해 감소했다고 하자. 이러한 가스요금의 감소는 환경교육의 효과일 수도 있지만 단순한 계절적 요인일 수도 있고 여타 다른 요인 때문일 수 있다. 따라서 그러한 가스요금의 감소가 환경교육에 의한 것이라고 단언할 수가 없는 것이다. 그렇기 때문에 환경교육시범학교의 인근 지역에서 환경교육비시범학교를 선정하여 difference in difference를 추정할 필요가 있다. 이 경우 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 제요금의 변화 요인은 거의 동일할 것이다. 다만 환경교육시범학교에서는 비시범학교보다 강화된 환경교육이 시행된다. 따라서 만일 환경교육 시범학교에서의 강화된 환경교육이 제 요금 절감에 효과를 미친다면 3월의 두 집단에서의 제 요금의 차이($d3=3$ 월 환경교육시범학교 가정의 제 요금 - 3월 환경교 비시범학교 가정의 제 요금)보다 7월의 두 집단에서의 제 요금의 차이($d7=7$ 월 환경교육시범학교 가정의 제 요금 - 7월 환경교육 비시범학교 가정의 제 요금)가 더 작을 것이며 결국 $d7-d3$ 만큼이 순수한 환경교육 강화에 의한 제 요금 절감분이라고 해석할 수 있는 것이다.⁶⁾

이러한 difference-in-difference를 추정하기 위해 제 요금의 구간을 종속변수로 하는 구간회귀분석을 실행하였으며 그 결과가 아래의 <표 7>에 제시되어 있다. <표 7>에서 “환경교육 × 시기”에 해당하는 계수들이 7월 환경교육 시범학교와 비시범학교 간의 제요금의 차이에서 3월 환경교육 시범학교와 비시범학교 간의 제요금의 차이를 뺀 difference-in-difference 추정치를 의미한다.

수도요금, 전기요금, 가스요금 모두 그 값들이 음의 값으로 나타나 환경교육 시범학교 가정에서의 수도요금, 전기요금, 가스요금의 절감효과가 있음을 보여주긴 하지만

6) 3월의 시범학교 제 요금이 비시범학교보다 작은 경우($d3<0$) 시범학교의 강화된 환경교육에 효과가 있다면 7월의 시범학교 제 요금은 비시범학교보다 더 작아진다. 즉, $d7<0$ 이며, $|d3|<|d7|$ 이다. 따라서, $d7-d3<0$ 이 된다. 마찬가지로 3월의 시범학교 제 요금이 비시범학교보다 큰 경우 ($d3>0$) 시범학교의 강화된 환경교육에 효과가 있다면 7월의 시범학교와 비시범학교의 제 요금의 격차는 더 작아진다. 즉, $d7>0$ 또는 $d7<0$ 이며, $d3>d7$ 이다. 따라서 $d7-d3<0$ 이 된다.

수도요금의 경우 그 절감효과가 통계적으로 유의하지 않으며 전기요금과 가스요금에 대해서만 그 절감효과가 통계적으로 유의하다. 다시 말해, 전기요금은 평균적으로 3월에 비해 7월에 더 늘어났으나 환경교육시범학교 가정의 전기요금이 3월에 비해 7월에 늘어난 정도가 환경교육비시범학교의 전기요금이 3월에 비해 7월에 늘어난 정도보다 더 적었다. 마찬가지로, 가스요금은 평균적으로 3월에 비해 7월에 감소했으나 환경교육시범학교 가정의 가스요금이 3월에 비해 7월에 줄어든 정도가 환경교육비시범학교의 전기요금 및 가스요금이 3월에 비해 7월에 줄어든 정도보다 더 컸다. 전기요금 및 가스요금에 영향을 미치는 여타 변수들이 통제되었으므로 이러한 차이는 환경교육시범학교에서의 환경교육에 의한 것이라 볼 수 있다.⁷⁾

표 7. 환경교육 시범학교와 비시범학교의 3월 및 7월 제 요금의 Difference-in-Difference

	수도요금(N=1897)		전기요금(N=1912)		가스요금(N=1889)	
	계수	SE	계수	SE	계수	SE
환경교육(시범학교=1)	406.36	637.87	4808.25***	1631.50	8823.68***	2054.00
시기(7월=1)	1520.98**	650.37	6745.31***	1667.80	-23973.38***	2106.79
환경교육 × 시기	-468.37	895.76	-5785.45**	2292.40	-10111.61***	2889.52
환경보호실천	-84.19	361.19	732.25	923.44	-479.03	1167.44
에너지절감노력	140.37	287.14	-2083.65***	734.60	386.23	926.30
외부환경교육(외부환경교육=1)	128.30	495.98	-218.23	1265.66	-699.88	1591.92
자녀들의 환경보호 노력	-669.97***	228.44	718.47	582.21	-152.03	735.26
부모의 환경교육 참여 (참여=1)	-954.80*	578.10	-2214.38	1479.82	510.45	1853.46
아버지 나이	-45.22	86.28	212.65	220.98	213.63	280.00
어머니 나이	98.22	88.37	71.24	226.66	-286.46	286.13
가족 수	1076.65***	239.32	2082.20***	608.14	3182.79***	769.20
아버지 교육 (전문대졸 이상=1)	459.29	563.40	-2650.41*	1438.77	2524.91	1813.62
어머니 교육 (전문대졸 이상=1)	-1523.07***	566.83	2375.42	1448.84	-1900.65	1823.25
방의 개수	843.53**	386.34	4446.01***	985.39	3700.84***	1253.87
아파트	598.74	605.87	-7710.25***	1546.05	12515.35***	1967.43
빌라	1749.86**	741.06	-3545.24*	1886.90	9656.34***	2390.99
소득 100-200만 원	4596.86***	1617.97	10428.07**	4182.81	16850.33***	5306.20
소득 200-300만 원	4876.96***	1539.78	16709.60***	3977.12	17615.15***	5056.05
소득 300-400만 원	6039.15***	1565.86	17122.38***	4041.67	22671.35***	5138.03
소득 400-500만 원	5550.39***	1601.51	17877.65***	4137.94	21194.89***	5258.98

7) 3월에 비해 7월의 수도요금 및 전기요금은 상승했고 가스요금은 하락했으며 그 변화분은 통계적으로 유의한데, 이는 계절적 요인에 의한 당연한 결과라 할 수 있다.

	수도요금(N=1897)		전기요금(N=1912)		가스요금(N=1889)	
	계수	SE	계수	SE	계수	SE
소득 500-600만 원	6583.55***	1644.75	19782.78***	4235.93	25534.09***	5380.16
소득 600-700만 원	4017.51**	1875.33	20118.58***	4829.22	25161.64***	6129.16
소득 700-800만 원	3904.28**	1919.10	25976.14***	4976.97	16557.14***	6268.74
소득 800-900만 원	3939.50	2445.65	21098.84***	6244.09	28017.25***	7962.06
소득 900-1000만 원	6247.90**	2479.92	33529.35***	6360.85	25121.28***	8011.84
소득 1000만 원 이상	5237.89**	2052.05	28319.25***	5278.91	24788.64***	6780.88
상수	2257.20	3307.09	-145.36	8477.07	-1.46	10751.65
Log-likelihood	-4988.00		-4439.32		-4745.46	

주: 1. ***: 1%, **: 5%, *: 10% 유의수준 (two-tailed test).

2. 소득 기준 변수: 100만 원 미만

3. 거주 유형 기준 변수: 단독주택

반면 수도요금에 대해서는 환경교육의 요금 절감 효과가 있기는 하나 그 효과가 통계적으로 유의하지는 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 환경교육이 수도, 전기, 가스 모든 부분에 걸쳐 효과를 나타내고 있지는 못하다는 것을 의미하고 있지만, 분석대상이 되는 환경교육 기간이 약 4개월에 지나지 않는다는 점을 고려해 본다면 전기요금 및 가스요금에 대한 절감효과만으로도 환경교육이 나름대로의 의미를 가지고 있다고 판단된다. 한편으로 수도요금이 반영하고 있는 물의 사용량은 전기나 가스에 비해 에너지 사용이라는 인식이 덜한 것이 사실이다. 만일 환경교육이 에너지 절약 등을 통한 지구온난화 문제를 중심으로 행해졌다면 상대적으로 에너지 절약 실천 행동이 전기 및 가스 사용량의 감소라는 좀 더 직접적인 에너지 절약으로 나타났을 수 있으며, 물 사용에 대해서는 그 연관성을 찾기가 상대적으로 어려워 물 사용량 감소라는 행동으로 이어지기가 어려웠을 수 있다. 혹은 환경교육시범학교의 환경교육이 에너지 절감을 더 강조하는 방향으로 진행되어 시범학교와 비시범학교 간에 물 사용에 관련한 환경교육에는 큰 차이가 없음을 보여주는 것일 수도 있다. 근본적으로 이러한 경향 역시 다양한 환경교육을 통한 다양한 환경실천을 유도하기에는 본 분석에서 다루고 있는 자료에서의 환경교육 기간이 매우 짧았다는 것에 그 원인이 있을 수 있다. 좀 더 엄밀한 환경교육의 효과를 분석하기 위해서는 충분한 환경교육 기간을 허락하고 (예컨대 적어도 1년) 환경교육의 제 요금에 대한 효과를 분석할 필요가 있을 것으로 판단된다.

이상의 논의를 종합해보면 환경교육 시범학교를 통한 환경교육은 전기요금과 가스요금의 절감에 유의한 효과를 가지고 있다는 결론을 내리는 것이 바람직하다. 구체적으로

환경교육시범학교 가정의 경우 7월 전기요금은 환경교육비시범학교 가정에 비해 평균 5,785원 정도 더 절감되었으며, 가스요금은 환경교육비시범학교 가정에 비해 평균 10,111원 정도 더 절감되었다. 본 분석에 사용된 7월 환경교육시범학교 가정의 전기요금 및 가스요금 표본수가 각각 628가구, 626가구이므로 표본 내에서는 3,632,980원의 전기요금 절감 효과와 6,329,486원의 가스요금 절감효과가 있는 것으로 추산해 볼 수 있다.⁸⁾ 따라서 본 연구의 분석 표본에 대한 환경교육시범학교 지정을 통한 환경교육 강화의 제 요금 절감효과는 총 9,962,466원으로 추산해 볼 수 있다. 이러한 결과를 환경교육시범학교에 속하는 전 가구에 대해 적용하면 환경교육을 통한 전기요금 및 가스요금 절감효과를 추산해 볼 수 있을 것이며, 이러한 시범학교 지정을 통한 환경교육 강화의 제 요금 절감효과는 환경교육 강화의 최소한의 편익을 의미할 것이다. 즉 환경교육 강화를 통한 제 요금 절감효과는 관련 에너지 사용량의 절감을 의미하고 이러한 에너지 사용량의 절감은 이산화탄소 배출의 감소를 가져올 수 있으며 이러한 이산화탄소 배출의 감소는 부가적으로 사회적 편익을 증대시킬 수 있다. 그러나 제 요금 절감으로 측정된 편익에는 이러한 이산화탄소 배출 감소를 통한 간접적 편익은 포함되어 있지 않다. 또한 환경교육 강화는 에너지 절감 이외에 쓰레기 배출량을 감소시키는 효과도 가지고 있을 수 있으며 이러한 쓰레기 배출량의 감소 역시 쓰레기 처리 비용 절감과 이산화탄소 배출량 감소의 편익을 가져올 수 있지만 이 역시 제 요금 절감으로 측정된 환경교육 강화의 편익에는 포함되어 있지 않다. 따라서 환경교육 강화를 통한 제 요금 절감효과는 환경교육 강화를 통한 최소한의 에너지 절감 편익을 의미한다고 할 수 있을 것이다.

이러한 결과는 학교에서의 환경교육의 효과가 학생을 통해 가구구성원으로 파급될 수 있음을 현실의 에너지 절감행위를 통해 보여주고 있다는 점에서 최근 논쟁 중인 학교 환경교육의 파급효과에 대해 의미 있는 함의를 제공해 주고 있다(Vaughan et al., 2003; Damerell et al., 2013; Legault and Pelletier, 2000). 학교 환경교육의 강화가 교육의 직접적인 대상인 학생들에게 뿐만 아니라 그 학생들 가정의 에너지 절감 행위에 유의한 영향을 미치며, 이러한 효과는 단기적으로도 가시적 성과를 거둘 수 있다는 것을 보여주고 있다는 점에서 본 연구의 결과는 학교 환경교육 강화의 중요성을 또 다른 측면에서 강조하고 있다고 할 수 있다.

흥미로운 점은 에너지 절감 노력이 클수록 전기요금은 통계적으로 유의한 수준으로

8) 7월의 전기요금 표본 628가구, 가스요금 표본 626가구 중 주요 변수에서의 missing data로 구간회귀분석에는 포함되지 않는 가구도 있으나 총액 계산에는 모든 가구를 포함시켰다.

감소하는 반면 물요금 및 가스요금에는 유의한 영향을 미치지 않는다는 것이다. 이는 에너지 절감 노력이라는 것이 주로 전기 사용량 절약이라는 행동을 통해 나타나고 있음을 시사하고 있으며 따라서 환경교육 시 에너지 절감 노력에 물과 가스 사용의 절감도 포함됨을 좀 더 강조할 필요가 있으리라 보여진다.

또한 부모의 환경교육 참여는 전반적으로 가스요금을 제외한 제 요금을 절감하는 효과를 가지고 있다. 물론, 본 분석에서는 수도요금에 대해서만 부모의 환경교육 참여가 통계적으로 유의한 절감효과를 가지고 있고 전기요금과 가스요금에 대해서는 통계적으로 유의한 절감효과를 가지고 있지는 않지만 이러한 결과는 지속적으로 부모가 환경교육에 참여한다면 전반적인 제 요금 절감효과를 가질 가능성을 제시한다고 할 수 있다. 특히 수도요금의 유의한 절감효과는 7월 수도요금 자료의 영향이 큰 것으로 파악되고, 여름이라는 계절 특성상 부모가 참여한 환경교육의 효과가 물 사용 측면에서 좀 더 강하게 나타난 것의 결과가 아닐까 추정된다. 따라서 환경교육 시 부모의 참여를 적극적으로 유도할 수 있는 프로그램을 개발할 필요가 있으리라 판단된다.

그런데 환경보호 실천노력이 제 요금 절감에 미치는 효과는 통계적으로 유의하지 않을 뿐 아니라 경제적으로도 미약하다. 이는 각 가구들이 에너지 절감과 환경보호가 가지고 있는 밀접한 관련성을 생각보다 충분히 인지하고 있지 못한데서 발생한 것이 아닐까 추측되며 따라서 에너지 절감과 환경보호가 가지고 있는 밀접한 관련성을 좀 더 적극적이고 구체적으로 보여줄 수 있는 환경보호 프로그램을 통한 환경교육이 좀 더 강화되어야 할 필요성이 있다고 보여진다.

V. 결론

본 연구에서는 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 2011년 3월 및 7월 제 요금에 대한 difference-in-difference measure를 통해 환경교육이 가정의 제 요금에 미치는 효과에 대해 분석하였다. 환경교육시범학교가 지정된 것이 2011년 3월이므로 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 3월 제 요금에는 환경교육시범학교 지정을 통한 본격적인 환경교육의 효과가 반영되어 있지 않다고 보는 것이 타당하다. 따라서 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 3월 제 요금의 평균적인 차이는 환경교육과는 무관한 요인에 의한 제 요금의 차이로 해석할 수 있다. 반면, 환경교육시범학교 가정의 7월 제 요금에는

환경교육시범학교 지정을 통한 환경교육의 강화에 따른 효과가 반영되어 있지만 환경교육 비시범학교 가정의 7월 제 요금에는 그러한 환경교육 강화 효과가 존재하지 않을 것이다. 따라서 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 7월 제 요금의 평균적인 차이는 환경교육에 의한 차이와 환경교육과는 무관한 요인에 의한 차이가 모두 포함되어 있을 것이다. 그러므로 순수한 환경교육의 제 요금에 대한 효과는 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 7월 제 요금의 평균적인 차이에서 환경교육 시범학교 가정과 비시범학교 가정의 3월 제 요금의 평균적인 차이를 빼 준 difference-in-difference measure으로 추정해 볼 수 있다.

분석결과 3월에서 7월까지 약 5개월 동안의 환경교육 시범학교 지정을 통한 환경교육의 강화는 수도요금, 전기요금, 가스요금 중 전기요금 및 가스요금의 절감에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로 환경교육시범학교 지정을 통한 환경교육의 강화는 전기요금과 가스요금을 각각 가구 당 평균 5,785원과 10,111원 정도를 비시범학교에 비해 더 절감시키는 것으로 나타나 가구 당 평균 총 15,896원의 요금절감 효과가 있는 것으로 나타났으며 환경교육시범학교 대상의 전 가구에 대해 이러한 결과를 적용해 보면 환경교육 시범학교 지정을 통한 총편익을 추정할 수 있을 것이다. 수도요금에 대해서는 절감효과가 다소 있기는 하지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 이러한 환경교육 강화의 전기요금 및 가스요금 절감 효과는 환경교육 강화를 통한 최소한의 편익을 의미한다고 할 수 있다. 전기요금 및 가스요금 절감은 전기 및 가스 사용량의 감소를 의미하고 따라서 이를 통한 이산화탄소 배출량 감소를 통한 편익 및 환경교육 강화를 통한 쓰레기 배출량 감소와 그로 인한 이산화탄소 배출량 감소 편익까지 고려한다면 환경교육 강화를 통한 편익은 단순한 전기요금 및 가스요금 절감효과보다 더 클 것이라는 것을 예측할 수 있다.

일반적으로 환경교육의 효과는 단기에 행동으로 나타나지 않으며 장기에 걸쳐 그 교육의 효과가 축적되었을 때 점진적으로 행동양식을 통해 표출된다. 따라서 본 분석에서 사용한 자료의 환경교육 기간이 약 5개월이라는 점을 고려할 때 적어도 전기요금 및 가스요금에 대해 유의한 절감효과를 보인다는 것만으로도 환경교육시범학교 지정을 통한 환경교육의 강화가 중요한 의미를 가지고 있다고 볼 수 있다.

또한 본 연구의 이러한 결과는 학교에서의 환경교육의 효과가 학생을 통해 가구구성원으로 파급될 수 있음을 보여주고 있어, 학교 환경교육의 강화는 교육의 직접적인 대상인 학생들에게 뿐만 아니라 그 학생들 가정의 환경실천에도 유의한 영향을 미치며, 이러한 효과는 단기적으로도 가시적 성과를 거둘 수 있다는 점에서 학교 환경교육 강

화의 중요성을 또 다른 측면에서 보여준다고 할 수 있다.

그러나 본 연구에서 활용된 3월과 7월의 제 요금 비교에서 7월의 경우 여름휴가로 인해 일정기간 동안 가구의 제 요금이 매우 낮거나 0이 되어 월 제 요금을 낮추었을 가능성이 있다. 이 경우 시범학교 가구와 비시범학교 가구의 여름휴가 일수가 유의하게 다르다면 제 요금의 *difference-in-difference* 추정치에 편의가 존재할 가능성이 있으며, 5개월의 환경교육 기간은 환경교육의 궁극적인 효과가 완전히 나타나기에 다소 짧은 기간이라고 볼 수 있다. 따라서 환경교육시범학교 지정을 통한 환경교육의 제 요금 절감효과를 보다 더 엄밀히 분석하기 위해서는 3월과 그 다음 해 3월의 제 요금을 비교함으로써 좀 더 오랜 기간의 환경교육 기간을 허락함과 동시에 여름휴가로 인한 편이의 존재 가능성을 배제하고, 환경교육시범학교에서의 강화된 환경교육 콘텐츠를 측정하는 양적 변수를 포함한 동일한 가구의 자료 축적을 통해 환경교육시범학교 지정을 통한 지속적인 환경교육의 강화가 제 요금 절감효과를 증대시키는지 등을 포함하는 좀 더 포괄적이고 체계적인 분석이 지속적으로 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 김수진, 정미경. 2007. “초등 실과 의생활 영역에서의 환경교육이 아동의 의생활 환경인식에 미치는 효과”. 『한국실과교육학회지』 19(3): 13-28.
- 이진권. 2009. “환경교육이 에너지 및 쓰레기 절감에 미치는 정량적 효과에 관한 연구”. 『환경정책연구』 8(4): 51-73
- 진옥화, 최돈형. 2005. “환경 소양 개념의 변천과 환경소양 측정 연구”. 『환경교육』 18(2): 31-43.
- 최석진, 김성숙, 남상덕, 이동엽, 이진권. 2011. 『환경교육의 경제성 효과 분석 연구』. 환경부 용역보고서.
- 홍진희, 최돈형, 손연아. 2005. “중학생의 소비생활양식 조사를 통한 생태 발자국 측정 프로그램 개발”. 『환경교육』 18(3): 75-90
- Culen, G. R. 1994. *The Effects of an Extended Case Study on Environmental Behavior and Associated Variables in Seventh and Eighth Grade Students*, Paper Presented at the NAAEE, Cancun, Mexico.
- Damerell, P., C. Howe, and E. J. Milner-Gulland. 2013. “Child-orientated environmental education influences adult knowledge and household behaviour”. *Environmental Research Letters*, 8: 1-7.
- Duvall, J., Zint, M. 2007. “A review of research on the effectiveness of environmental education in promoting intergenerational learning”. *Journal of Environmental Education*, 38: 14-24.
- Kahn, P. H. Jr. and B. Friedman. 1995. “Environmental Views and Values of Children in an Inner-City Black Community”. *Child Development*, 66(5): 1403-1417.
- Legault, L and Pelletier, L. G. 2000. “Impact of an environmental education program on students’ and parents’ attitudes, motivation, and behaviours”. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 32: 243-50.
- Morris, M. and I. Schagen, 1996. *Green Attitudes or Learned Responses?*. Slough: NFER
- Ramsey, J. M. 1993. “The Effects of Issue Investigation and Action Training on Eighth-grade Students’ Environmental Behavior”. *Journal of Environmental Education*, 24(3): 31-36.
- Roper Starch Worldwide. 1994. *Environmental Attitudes and Behaviors of American Youth with an Emphasis on Youth from Disadvantaged Areas* (ED 381 599). Washington, DC: National Environmental Education and Training Foundation.
- Schuman, H. and M. P. Johnson. 1976. “Attitudes and Behavior”. *Annual Review of Sociology*, 2: 161-207.

Vaughan, C., Gack, J., Soloranzo, H. and Ray, R. 2003, "The effect of environmental education on school children, their parents, and community members: a study of intergenerational and intercommunity learning". *Journal of Environmental Education*, 34: 12-21.