

학업성취도 미달 학생이 보통 이상 학생의 학업성취도에 미치는 친구효과 추정*

우 석 진**

본 논문에서는 학업성취도가 낮은 학생이 학업성취도가 보통 이상 학생의 학업성취도에 미치는 친구효과를 추정하였다. 친구효과 추정을 위해 2009년에 시행되었던 학력향상중점학교 정책이 수반하는 회귀불연속설계를 이용하였다. 중학교를 대상으로 한 국가수준 학업성취도 평가 전수 자료를 이용하여 분석한 결과, 이러한 친구효과는 존재하였음을 확인하였다. 구체적으로는 학력향상중점학교 정책으로 학업성취도 미달학생 비중이 1%p 감소할 때, 보통 이상 학생의 비중이 5%p 이상 증가하였다. 더 나아가서 이러한 친구효과는 다양한 강건성 검정 하에서도 여전히 존재함을 보였다.

주제어: 친구효과, 회귀불연속설계, 학력향상중점학교

I. 서론

많은 기존 문헌을 통해 친구(혹은 동료)들이 학생의 학업성취도에 중요한 영향을

논문 접수일: 2016년 8월 2일, 논문 수정일: 2016년 9월 11일, 논문 게재확정일: 2016년 9월 18일

* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임을 밝힌다(NRF-2014S1A5A2A01016511).

** 명지대학교 경제학과 (sjwoo@mju.ac.kr)

미치는 것으로 알려져 있다. 예컨대, 학교 혹은 반 구성에 있어 동성 혹은 이성이 어떤 영향을 주는지(Hoxby, 2000; Jackson, 2012; Lee, Turner, Woo, & Kim, 2014), 친구들과의 상호작용에 대한 긍정적 친구효과(혹은 동료효과)가 추정되고 있다(Mas & Moretti, 2009; Bandiera, Barankay, & Rasul, 2010; Brown, 2004; Bursztyn & Jensen, 2015).

본 논문에서는 그동안 문헌에서 비교적 잘 연구되어 오지 않았던 학업성취도가 낮은 학생이 학업성취도가 보통 이상 학생의 학업성취도에 미치는 친구효과를 실증적으로 추정하고자 한다. 통상적으로 학력이 낮은 학생이 학력이 높은 학생으로부터 긍정적인 친구효과를 받는 경향이 있어 기존 연구들은 학력이 높은 학생이 학력이 낮은 학생들에 미치는 효과에 초점을 맞춰왔다.¹⁾ 여기에서는 반대 방향, 즉 학력이 낮은 학생이 학력이 상대적으로 높은 학생에게 미치는 친구효과에 초점을 맞추었다. 이러한 친구효과는 정책적으로 매우 중요한 의미를 갖는다. 예컨대, 만약 저학력 학생으로부터 고학력 학생으로 긍정적인 친구효과가 존재한다면, 저학력 학생의 학업성취도 개선에 초점을 맞춘 교육정책이 직접적인 정책 목표가 아니었던 다른 학생의 학업성취도에도 긍정적 외부성을 기대할 수 있을 것이다.

하지만 기존 연구를 통해 친구효과(peer effect)를 추정하는 것이 실증적으로 어렵다는 점도 잘 알려져 있다(Evans et al., 1992; Manski, 1993; Moffitt, 2001; Angrist, 2014). Manski(1993)는 친구효과 추정에 있어서 반사문제(reflection problem) 때문에 동료에 관한 변수가 내생성의 문제를 반드시 내포하고 있음을 지적하였다. 본 논문에서 관심을 가지고 있는 친구효과를 실증 분석함에 있어 더 중요한 난관은 자기선택(self-selection)의 문제이다. 부모가 학업성취도가 높은 자녀들을 좀 더 좋은 환경에서 공부시키기 위해서 학업성취도가 낮은 학생들이 많은 학교를 피했다면 일반적인 회귀분석을 통해 추정된 친구효과는 과대 추정될 가능성이 있다. 학력이 낮은 학생의 학업성취도가 개선되어 학력이 높은 학생의 학업성취도가 따라서 개선된 것이 아니라, 일종의 소팅(sorting)의 결과일 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 이러한 실증적인 어려움을 극복하기 위해서 다음과 같은 식별전략을 사용하였다. 먼저, 친구효과를 식별하기 위해 2009년부터 시행된 학력향상중점학교 정책에서 기인한 변이를 이용하였다. 학력향상중점학교 정책은 저학력 학생들만을 대상으로 도입된 정책이었다. 학력이 기초 미달인 학생들이 많은 학교를 학력향상중점학교로 지정하고, 해당 학교를 재정 및 행정적으로 지원하는 정책이었다. 김경희 외(2011,

1) <http://www.nber.org/digest/apr01/w7867.html>

2012), Woo et al.(2015)의 연구에 따르면 학력향상중점학교 정책은 학력 미달학생의 학업성취도를 제고하는 인과적 효과가 있었다. 한편, 학력향상중점학교 정책 하에서 시행되었던 프로그램은 학업성취도 기초 이하의 미달학생만을 대상으로 했었기 때문에 학업성취도 보통 이상의 학생을 대상으로 한 프로그램은 없었다.²⁾ 따라서 학력향상중점학교 정책이 보통 이상의 학생의 학업성취도에 영향을 주었다면 이는 미달학생의 학업성취도 개선을 통해 다른 학생에게 간접적으로 영향을 준 친구효과일 가능성이 높다. 두 번째 식별전략은 학력향상중점학교의 정책 배정 규칙 때문에 발생하는 회귀불연속설계를 이용하는 것이다. 불연속적인 정책 배정 규칙 때문에 발생하는 회귀불연속설계는 교육정책의 인과적 효과를 추정하기 위해서 기존 연구에서도 자주 사용되고 있다 (Angrist & Lavy, 1999; Black, 1999; van der Klaauw, 2002; Jacob & Lafgren, 2004; Matsudaira, 2008). 학력향상중점학교 정책의 경우 미달학생 비중이 일정 수준 이상인 경우 예외 없이 정책에 참여해야 한다. 이러한 정책 배정 규칙 때문에 학력향상중점학교 정책에 회귀불연속설계를 적용할 수 있다. 이런 경우 최소한 정책 경계선 근방에서의 인과적 정책효과를 식별할 수 있고, 이는 국지적 처리효과(local treatment effect)와 동일하게 해석될 수 있다. 본 논문은 이와 같은 식별전략을 통해서 최소한 정책 경계선 주변에서의 친구효과를 식별 및 추정하였다.

2009년과 2010년에 시행되었던 전국단위 학업성취도 평가 전수자료 중 중학교의 결과를 이용하여 실증 분석한 결과, 전 과목 평균의 경우 학업성취도 보통 이상 학생 비중이 친구효과 때문에 10%p 정도 증가하는 긍정적인 효과가 있었던 것으로 보인다. 이러한 긍정적인 친구효과는 다양한 강건성 검정 하에서도 일관성 있게 존재함을 확인할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제II장에서는 학력향상중점학교에 대한 설명과 분석에서 사용한 전국단위 학업성취도 평가에 대해서 설명하였다. 제III장에서는 친구효과 추정을 위한 계량모형과 식별전략에 대해서 설명하였다. 제IV장에서는 친구효과 추정 결과와 강건성 검정 결과를 제시하였다. 마지막 제V장에서는 결론과 정책적 시사점에 대해서 논의를 하였다.

2) 여기에서 학업성취도의 구분은 전국단위의 학업성취도 평가에 따라 4단계에 따른 구분이다. 우수, 보통, 기초, 기초학력 미달로 구분된다. 보통학력은 평가 대상 학년급 학생들이 성취하기를 기대하는 기본 내용을 상당 부분 이해한 수준이다.

II. 제도 및 자료

1. 학력향상중점학교 정책

2008년 이명박 정부가 들어서면서 교육정책의 기초로서 미국의 아동낙오방지법(No Child Left Behind) 정책과 유사한 ‘기초학력 미달 학생 제로 플랜’을 내걸었다. 기존의 학교 교수·학습 지원 차원에서 추진되어 오던 학습부진학생 책임지도제의 실효성을 제고하기 위해 평가 시스템과의 연계를 통해 부진학생 지도에 대한 학교·교사의 책무성을 견인할 수 있도록 질 관리 체계를 추가하였다. ‘기초학력 미달 학생 제로 플랜’이라는 국정과제를 집행하기 위해서 전국규모의 국가수준 학업성취도 실시가 불가피해졌다.

국가수준 학업성취도 평가에 기초하여 2009년부터 시행된 정책이 학력향상중점학교³⁾ 정책이다(김경희 외, 2011). 정책 목표는 학업성취도가 낮은 학교들을 식별하여 학력향상중점학교로 정의하고, 학력향상중점학교에 대한 책무성을 강조하는 동시에 재정 및 행정 지원을 하였다. 학력향상중점학교를 식별하기 위해서 국가수준 학업성취도평가(이하 학업성취도평가)를 이용하였다. 학업성취도평가의 대상은 초등학교는 6학년, 중학교는 3학년, 고등학교는 1학년(2010년부터는 2학년)이었다. 평가는 매년 1회 평가 대상 학년 전체를 대상으로 시행되었다. 초·중등학교의 경우 국어, 수학, 영어, 사회, 과학을, 고등학교의 경우 국어, 수학, 영어를 평가하였다. 시험은 2010년의 경우 방학 전인 7월 13~14일에 시행되었다. 평가 결과는 과목별로 우수, 보통, 기초학력, 미달의 4단계로 분류되었다(김완수 외, 2011).

교육부(당시 교육과학부)는 2009년도 학업성취도평가에 기초하여 학교들을 학력향상중점학교 정책에 배정하였다. 정책 배정 규칙은 미달학생 비중의 전국 평균의 2배로 정해졌다. 구체적으로 살펴보면, 정책 경계점은 초등학교의 경우 미달학생 비중 5% 이상, 중·고등학교의 경우는 미달학생 비중 20%로 정해졌다. 개별 학교의 미달학생의

3) 해당 정책은 2009년 상반기에 시행 여부가 발표되었다. 2011년 이후에는 학력향상형 창의경영 학교로 명칭이 변경되었다.

비중이 경계점을 상회하면 해당 학교는 예외 없이 학력향상중점학교로 선정되었다. 한편 미달학생 비중이 20%보다는 낮지만 학교장이 원하는 경우 학력향상중점학교 정책에 참여할 수 있었고 실제로 참여한 학교도 적지 않았다.

학력향상중점학교로 선정된 학교는 재정 및 행정 지원을 받았다. 학교 규모에 따라 차이는 있었지만 연간 5,000만 원에서 8,000만 원의 지원을 받았다. 학력향상중점학교는 재정을 저학력 학생들을 위한 보조교사, 대학생 인턴교사를 고용에 사용할 수 있다. 또한, 저학력 학생들을 위한 방과후 학교, 방학 중 특별보충 수업, 전문교사 배치, 특별 학습자료 개발 및 제공을 할 수 있었다. 또한, 교육청으로부터 학교 개선을 위한 컨설팅도 받을 수 있었다(김경희 외, 2011).

학력향상중점학교 정책의 경우 미국의 아동낙오방지법처럼 학력향상중점학교가 달성해야 할 목표가 명시적으로 주어진 것은 아니었다. 하지만 해당 학교가 저성과 학교인 학력향상중점학교로 지정된 것은 지역사회에 알려졌다. 따라서 학력향상중점학교의 교장과 학교 구성원들은 이러한 지역사회로부터의 낙인효과(stigma effect)에서 벗어나기 위해서 많은 노력을 한 것으로 보고되었다(김완수 외, 2011).

2. 자료 및 기초통계량

본 논문에서 사용하고 있는 자료는 국가수준의 학업성취도평가 전수 자료이다. 실증 분석에서는 학력향상중점학교 정책을 이용하여 친구효과를 추정하기 위해 중학교에 초점을 맞추었다. 초등학교는 학업성취도 미달학생이 상대적으로 적어 친구들의 학업성취도에 영향을 줄 정도로 많지 않았다. 초등학교의 경우 미달학생 비중이 1.7%에 지나지 않았다(김경희 외, 2011). 고등학교의 경우 대학 입시의 효과가 커서 통상적으로 정책의 효과가 다른 요인들과 교락(交絡)될 가능성이 높다. 반면, 중학교의 경우, 미달학생 비중이 20% 이상으로 충분한 정책대상이 될 학생들이 있고 동시에 대학 입시의 영향을 비교적 작게 받아 정책이 효과를 낼 가능성이 높았다. 따라서 여기에서는 중학생을 대상으로 친구효과를 추정하였다.

<표 1>은 2010년을 기준으로 학교 및 학생들의 요약 통계량을 보여주고 있다. 2009년과 2010년 모두 학업성취도평가에 참여하였던 3,041개의 중학교 중 약 9.9%에 해당하는 학교가 학력향상중점학교로 지정되었었다(김경희 외, 2011). 이를 다시 정책 경계점 중심으로 구분해 보면, 미달학생 비중이 20% 이상인 경우 100% 학력향상중점학교

〈표 1〉 요약 통계량

	전 학교		경계선 근방: [18~22%]	
	경계점 미만 (<20%)	경계점 이상 (≥20%)	경계점 미만 (18~20%)	경계점 이상 (20~22%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
학교 수	2937	104	30	42
정책 수혜 학교 비중(%)	6.7	100.0	13.3	100.0
Panel A. 학교 특성(2010)				
여학생 비중	0.477	0.392	0.420	0.407
기초수급자 비중	0.087	0.153	0.147	0.152
남중이면 1	0.134	0.125	0.133	0.143
여중이면 1	0.123	0.010	0.033	0.024
사립학교면 1	0.216	0.150	0.100	0.175
학급 수	18.911	11.510	14.533	12.800
교사 대 학생 비율	15.517	10.635	12.552	11.328
석사 이상 교사 비율	0.367	0.402	0.408	0.434
Panel B. 2009 학업성취도평가 결과				
미달 학생 비중				
- 평균	0.069	0.247	0.190	0.206
- 국어	0.044	0.182	0.146	0.151
- 수학	0.112	0.337	0.268	0.258
- 영어	0.052	0.197	0.145	0.165
- 과학	0.067	0.254	0.191	0.209
- 사회	0.068	0.267	0.200	0.249
Panel C. 2010 학업성취도평가 결과				
보통이상 학생 비중				
- 평균	0.625	0.499	0.492	0.557
- 국어	0.720	0.601	0.606	0.657
- 수학	0.561	0.394	0.411	0.433
- 영어	0.648	0.509	0.500	0.590
- 과학	0.566	0.447	0.434	0.513
- 사회	0.632	0.544	0.512	0.594

자료: 한국교육과정평가원, “전국단위의 학업성취도 평가”(2009, 2010).

정책을 받았고, 기준점 이하인 경우 6.7% 정도만 정책에 참여하였다. 이를 경계선 근방 2% 내외로 좁혀서 살펴보면, 기준점 이하인 경우 참여율이 13.3%로 다소 상승하였다. 학업성취도의 경우, 전 학교를 대상으로 보면, 2009년 미달학생 비중(평균)이 경계점 이상 학교는 24.7%로 상당히 높았고, 경계점 이하의 경우 6.9%에 그쳤다. 하지만 경계선 근방으로 한정하였을 때는 경계점 이상 학교가 20.6%, 경계점 이하 학교가 19%로 눈으로 보기에 큰 차이가 나지는 않았다. 다른 학교들의 특성의 경우도 전 학교를 대상으로 보았을 때는 큰 차이가 있었지만, 경계선 근방으로 한정되었을 때는 유사하였다.

하지만, 2010년도 보통 이상의 학업성취도를 보인 학생 비중은 친구효과가 작지 않을 정도로 존재할 가능성을 보여주고 있다. 전 학교를 대상으로 하였을 때 경계선 이상의 학교는 보통 이상 학생의 비중이 49.9%인 데 반해, 경계선 이하의 학교는 62.5%로 평균적으로 10%p 이상 높았다. 정책 수혜 대상은 비수혜 대상에 비해 평균적으로 2010년에도 학업성취도가 낮았음을 확인할 수 있다. 하지만 경계선 근처로 오면 이러한 경향은 반대가 된다. 평균에 초점을 맞추어 보면, 학력향상중점학교 정책 비수혜 학교의 2010년의 평균 보통 이상 학생의 비중이 49.2%인 데 비해, 수혜 학교의 평균 보통 이상 학생의 비중은 55.7%로 6%p 이상 높다. 정도의 차이는 있으나 전 과목에서 공히 동일한 현상을 관찰할 수 있었다.

III. 계량모형과 식별전략

학력향상중점학교 정책을 이용하여 친구효과를 추정하기 위해서 아래와 같은 계량모형을 설정하였다. 먼저, 2009년에 실시된 학업성취도평가에서 미달 등급을 받은 학생의 비중이 미리 정해진 경계점을 넘어서면 예외 없이 학력향상중점학교 정책에 배정되었다. 학교 i 를 학력향상중점학교 정책에 배정하는 규칙은 아래와 같이 식 (1)로 표현할 수 있다.

$$d_i = I\{x_i \geq c\} \quad (1)$$

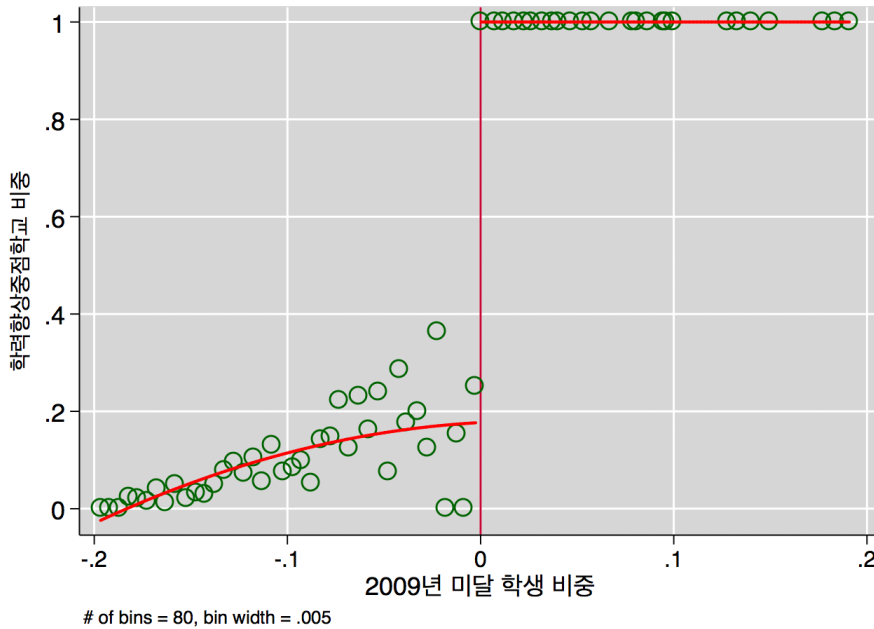
여기에서 c 는 경계점은 20%이다. 학력향상중점학교 정책 수혜 학교는 $d_i = 1$ 이고, 비수혜 학교는 $d_i = 0$ 의 값을 갖게 된다. 이러한 배정 규칙은 회귀불연속설계에 해당한다.

식 (1)과 같이 정책에 대한 배정이 특정 경계선을 기준으로 결정이 되면, 처리군과 비교군 사이의 이른바 중첩조건(overlapping condition)이 만족되지 않아 성향점수매칭추정법(propensity score matching estimation)과 같은 매칭추정법을 사용할 수 없다. 정책효과를 식별하기 위해서는 회귀불연속설계 구조를 이용해야만 한다(van der Klaauw, 2008; Imbens & Lemieux, 2008; Lee & Lemieux, 2010; DiNardo & Lee, 2004).

식 (1)의 배정 규칙에 따르면, 2009년에 미달학생 비중이 20% 이상인 학교는 예외 없이 학력향상중점학교 정책을 대상이 되고, 미달학생 비중이 20% 미만인 학교는 원칙적으로 정책 수혜 대상이 되지 않는 못한다. 하지만, 실제 정책이 시행될 때 학력향상중점학교 정책에 참여를 원하는 학교는 미달학생 비중이 20% 미만이라도 자발적으로 참여할 수 있었다. 따라서 학력향상중점학교 정책의 경우 회귀불연속설계가 분명한(sharp)한 것이 아니라 불분명한(fuzzy) 경우이다(Imbens & Lemieux, 2008). 즉, 식(1)과 같이 정책 배정 자체에 불연속이 발생한 것이 아니라 학교가 해당 정책에 참가할 확률인 성향점수(propensity score)에서 불연속이 발생한 것이다. [그림 1]은 2009년도 학력향상중점학교 배정 규칙을 보여주고 있다. 먼저, X-축은 2009년도 미달학생 비중을 보여주고 있다. 다만, 회귀불연속설계 문헌의 관행을 따라서 기준점인 20%를 중심으로 중심화(recentering)를 했다. 그림에서 미달학생 0%가 실제로는 20%이다. Y-축은 각 급간에서 학력향상중점학교의 비중인 성향점수이다. 원은 관측치를, 실선은 각 관측치를 이용해 2차 함수로 적합시킨 것이다. [그림 1]에 따르면 경계선 근처로 성향점수의 불연속이 발생하고 있음을 육안으로도 확인할 수 있다. 예컨대, 경계점 바로 왼쪽의 성향점수는 0.2가 안 되는 반면, 경계선 바로 바로 오른쪽의 경우는 예외 없이 1이기 때문이다. 따라서 학력향상중점학교는 불분명한 회귀불연속설계에 해당되는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 친구효과를 추정하기 위한 계량모형을 다음과 설정하였다. $y_i(0)$ 는 학교 i 가 학력향상중점학교 정책의 수혜를 받지 않았을 경우의 보통 이상 학생의 비중이라고 정의하자. $y_i(1)$ 는 동일한 학교가 학력향상중점학교 정책의 대상이 되었을 때의 보통 이상의 학생 비중이다. x 는 2009년도의 미달학생 비중을 나타낸다. 각 잠재적 성과는 식 (2)와 같은 함수적 형태를 갖는다고 가정하자.

(그림 1) 학력향상중점학교 배정 규칙



주: 2009년 미달학생 비중은 20%를 중심으로 다시 그린 것임. 따라서 그림의 미달학생 0%가 실재는 20%임. 급간 사이 즈는 0.5%이고, 동그라미는 간 급간에 속한 학교 가운데 학력향상중점학교의 비중을 계산한 것임. 실선은 관측치를 2차 다항식으로 추정한 것임.
 자료: 한국교육과정평가원, “전국단위의 학업성취도평가”(2009, 2010년).

$$\begin{aligned}
 y_i(0) &= f(x_i) + \epsilon_i(0) \\
 y_i(1) &= \alpha_d + \alpha_i + f(x_i) + \epsilon_i(1)
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

위의 모형에 따르면 학력향상중점학교 정책이 정책의 직접 대상인 미달학생을 제외하고 보통이상의 학생의 학업성취도에 미칠 수 있는 경로는 직접효과인 α_d 와 친구효과로 불리는 간접효과인 α_i 이다.

본 논문에서는 친구효과를 추정하기 위해서 다음과 같은 몇 가지 가정을 하였다. 제 II장에서 설명한 대로 학력향상중점학교가 직접적으로 보통이상의 학업성취도에 영향을 줄 경로는 거의 없다. 따라서 친구효과의 식별을 위하여 $\alpha_d = 0$ 이라고 가정하였

다. 두 번째로, 회귀불연속설계 문헌에서 일반적으로 가정하는 대로 $f(\cdot)$ 는 경계선 근처에서 연속이라고 가정하였다. 특별히, $f(\cdot)$ 에 대한 함수적 형태는 가정하지 않았다. 미관측 이질성인 $\epsilon(k)$ ($k=0, 1$)는 최소한 경계선 근처에서 연속이라고 가정하였다 (Lee & Lemieux, 2008; Woo et al., 2015).

이러한 가정 하에서 친구효과 μ_{FRD} 는 다음과 같이 추정할 수 있다. 먼저, 분석의 편의를 위하여 몇 개의 기호를 정의하자.

$$\begin{aligned} \mu_y(x) &= E(y_i | x_i = x), \quad \mu_d(x) = E(d_i | x_i = x) \\ \mu_{y+}(x) &= \lim_{x \rightarrow 0^+} \mu_y(x), \quad \mu_{y-}(x) = \lim_{x \rightarrow 0^-} \mu_y(x) \\ \mu_{d+}(x) &= \lim_{x \rightarrow 0^+} \mu_d(x), \quad \mu_{d-}(x) = \lim_{x \rightarrow 0^-} \mu_d(x) \end{aligned} \quad (3)$$

그러면 친구효과 τ_p 의 크기는 식(4)와 같이 추정할 수 있다.

$$\tau_p = \frac{\mu_{y+} - \mu_{y-}}{\mu_{d+} - \mu_{d-}} \quad (4)$$

위에서 정의된 친구효과 추정은 회귀불연속설계 문헌에서 사용되는 국지다항회귀분석(local polynomial regression)을 이용하였다. Hahn, Todd, & van der Klaauw(2001)과 Porter(2003)에 따르면 국지다항회귀분석을 이용한 추정치는 효율적인 것으로 알려져 있다. 비모수 추정에 있어서는 밴드 폭(bandwidth)이 중요한데, 여기에서는 기존 문헌을 따라서 Imbens & Kalyanaraman(2012)의 최적 밴드 폭을 사용하였다.

IV. 추정결과

1. 예비분석

회귀불연속설계의 경우 예비분석으로 시각화된 그래프를 사용하는 것이 일반적이다

(Black, 1999; Ludwig & Miller, 2007; Lee, 2008; Woo et al., 2015). 친구효과의 효과를 가늠하기 위해서 [그림 2]에서는 학교 수준에서 2009년 미달학생 비중에 대비한 2010년 보통이상 학생의 비중을 산포도와 비모수적 회귀선을 그려놓았다. (a)는 전 과목 평균을, (b)~(f)는 과목별 성과를 표시하였다.

전 과목 평균을 중심으로 설명을 해보자. 원래 학력향상중점학교 정책이 없었다면 회귀선은 불연속 구간 없이 우하향할 것임을 예상할 수 있다. 1년 사이에 체계적인 변화 없었다면 2009년도에 미달학생 비중이 높아 학업성취도가 낮았던 학교는 2010년도에도 역시 학업성취도가 낮은 것이 보통이기 때문이다.

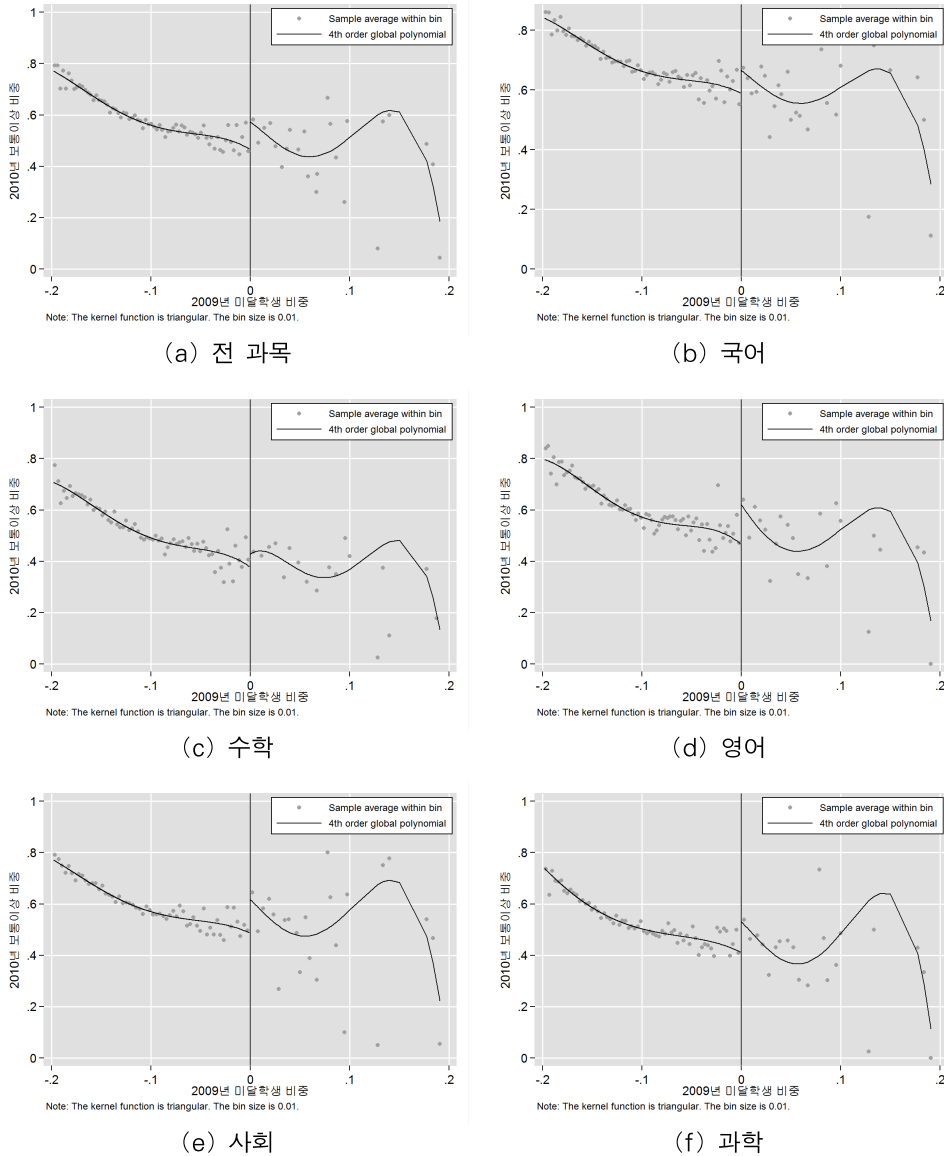
Woo et al.(2015)에 따르면, 학력향상중점학교 정책이 2010년 미달학생 비중을 2~4% 정도 낮추는 효과가 있었다. [그림 2]는 이러한 효과가 미달학생을 넘어서서 보통이상 학생에게도 긍정적인 영향을 주고 있음을 보여주고 있다. 0%를 중심으로 왼편 회귀선의 절편과 오른편 회귀선의 절편이 위로 어긋나 있음을 육안으로 확인할 수 있다. 기준선 바로 오른쪽, 즉 2009년에 학업성취도가 낮았던 학교의 2010년 보통이상의 학생 비중이 기준선 바로 왼쪽의 학교들의 보통이상의 학생 비중보다 10%p 정도 높음을 확인할 수 있다. 이러한 경향은 전체 평균뿐만 아니라 정도의 차이는 있었지만 전 과목에서 공히 발생하고 있었다.

남은 문제는 경계선 근방에서 회귀선의 격차가 얼마나 되고, 그 격차가 통계적 혹은 경제적으로 유의한지를 검정하는 것이다. 여기에서는 식 (3)을 이용하여 친구효과를 추정하고 통계적 유의성을 검정하였다.

2. 추정 결과

친구효과에 대한 추정 결과는 <표 2>에 제시되어 있다. 추정 결과에 따르면, 전 과목의 경우(모형 (1)) 경계선 근처에서 학력향상중점학교 정책 수혜 학교의 보통이상의 학생 비중이 비수혜 학교에 비해서 10.8%p 높았다. 이 격차는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의했다. 학력향상중점학교 정책이 시행된 지 1년도 채 안 된 결과임을 고려해 보았을 때, 경제적으로도 유의하다고 볼 수 있다. 예컨대, Woo et al.(2015)에 따르면, 학력향상중점학교 정책으로 미달학생 비중이 2~4% 정도 감소했던 것과 비교하면 정책 효과는 상당히 크다고 볼 수 있다. 예컨대, 학력향상중점학교 정책으로 감소한 미달 학생 4% 모두 보통이상이 되었다고 해도 동 기간 동안 발생한 6% 이상의 보통이상

[그림 2] 2009년 미달학생 비중(중심조정)과 2010년 보통이상 학생 비중



주: 전 과목의 경우, 각 과목의 보통이상 학생의 비중을 계산한 후 이들의 평균으로 정의하였음. 간 급간의 크기는 Calonico, Cattaneo, & Titiunik (2015, JASA)이 기반하여 계산하였음. x-축은 2009년의 미달학생 비중을 학력향상중점학교 기준점인 20%를 원점으로 하여 재표시한것임. y-축은 2010년의 보통이상 학생 비중을 표시한 것임.

자료: 한국교육과정평가원, “전국단위의 학업성취도평가”(2009, 2010년).

학생의 증가는 친구효과로 설명이 가능하다.⁴⁾

이러한 친구효과가 존재하는 몇 가지 이유를 생각해볼 수 있다. 먼저, 저학력의 학생들의 학업이 개선됨으로써 수업 혹은 수업 외 공부시간에 방해(disruption)가 발생할 가능성이 줄었을 가능성이 있다. 저학력 학생들이 수업시간에 졸거나 딴짓을 하면 면학 분위기가 나빠져 수업과 학습의 질이 저해되기 마련이다. 학력향상중점학교 정책으로 저학력 학생의 학력이 개선됨으로써 수업 중 방해 현상이 감소하였다면, 다른 학생들의 면학 분위기도 제고되었을 가능성이 있다. 둘째, 교사들의 수업 목표 그룹이 분명해졌을 가능성이 있다. 교사들이 수업 준비를 할 때 다양한 학생들의 수업 욕구를 만족시키려면 수업의 목표를 달성하기 힘든 경우가 있다. 학력향상중점학교 정책을 통해 보조교사들이 있기 때문에 교사들은 중간 학생들을 목표로 수업을 집중하여 진행하고 저학력 학생들은 보조교사들이 도와주면서 수업을 진행했다면 중간 이상의 학생들이 정책의 추가적인 혜택을 볼 수 있었을 것이다. 마지막으로 정책 개입을 통해 미달 학생들의 학업성취도가 개선되면서 기초학력 학생들과 선의의 경쟁이 벌어졌을 가능성도 있다. 미달 학생들의 성적이 향상되면서 친구효과로 인해서 기초학력 학생들도 좀 더 많은 시간을 공부함으로써 전체적으로 보통이상의 학업성취도가 향상되었을 가능성도 있다.

여기에서 추정된 긍정적인 친구효과에 따르면 Hoxby(2000)의 결과와 유사하게 친구효과가 비대칭이지 않을 가능성이 있음을 보여주고 있다.⁵⁾ 성적이 낮은 학생들의 학업을 정책 개입을 통해 개선해 주면, 반드시 분반이나 수준별 수업을 통해 학생들을 층화(stratification)시키지 않아도 총 공부량(aggregate learning)을 증가시킬 수 있음을 보여주고 있다.

이렇게 추정된 정책효과는 모든 학교에 적용되는 것은 아니다. 경계선 상에서 배정 기준이 한계적으로 변화했을 때 순응학교에서 기대할 수 있는 효과라는 점에서 Imbens & Angrist(1994)에서 정의하고 있는 국지처리효과(local average treatment effect)라고 해석할 수 있다. 이는 경계점을 올리거나 내렸을 때 추가로 편입되는 순응 학교(compliers)에게 평균적으로 기대할 수 있는 효과이다.

4) [부도 1]에 따르면 최적 밴드 폭의 50, 75, 125, 150%의 밴드 폭에 대해서도 친구효과는 일관성 있게 존재하고 통계적으로도 유의한 것으로 보인다.

5) Hoxby(2000)에 따르면, 학업성취도가 높은 학생이 학업성취도가 낮은 학생의 학업성취도를 제고하는 효과뿐만 아니라 반대 반향, 즉 학업성취도가 낮은 학생의 학업성취도가 개선될 때 학업성취도가 높은 학생들도 영향을 받는 효과도 있을 수 있다.

〈표 2〉 친구효과 추정 결과

	(1) 전 과목	(2) 국어	(3) 수학	(4) 영어	(5) 사회	(6) 과학
τ_p	0.108*** (0.040)	0.064* (0.033)	0.049 (0.036)	0.149*** (0.051)	0.136*** (0.052)	0.120** (0.053)
학교 수	3,041	3,041	3,041	3,041	3,041	3,041
최적 밴드폭	0.072	0.136	0.118	0.072	0.075	0.070

주: 전 과목의 경우, 각 과목의 보통이상 학생의 비중을 계산한 후 이들의 평균으로 정의하였음. local polynomial은 2차항까지 고려하였음. 최적 밴드폭은 Imbens & Kalyanaraman(2012)에서 제시한 대로 계산하였음. 괄호 안에는 표준오차가 제시되어 있음. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

과목별 효과는 다소 차이가 있었다. 영어, 사회, 과학은 평균보다 큰 효과가 있었고 통계적으로도 유의하였다. 영어는 14.9%p, 사회는 13.6%p, 과학은 12%p 정도 보통이상의 학업성취도를 제고하는 효과가 있었다. 국어와 수학의 경우 효과는 긍정적이었지만 크기도 다른 과목들에 비해 작고 통계적인 유의성도 없었다

3. 강건성 검정

앞에서 추정된 친구효과에 대한 비모수적 추정치는 몇 개의 가정에 근거하고 있다. 이러한 가정들이 우리의 분석에서도 적절히 성립하는지를 검정하면 앞에서 추정된 친구효과가 가정 때문에 나온 것인지 아니면 실재하는지를 검정할 수 있다. 회귀불연속설계로부터의 추정치에 대한 강건성 검정은 Lee & Lemieux(2008)이 제시한 대로 시행하였다.

본 논문에서는 다음과 같이 4단계에 걸쳐 강건성 검정을 하였다. 먼저, 학생 및 학교의 특성들을 통제한 이후에도 친구효과가 남아 있는지를 확인하였다. 학력향상중점학교 정책의 효과가 정책 그 자체 때문이 아니라 다른 특성들의 차이 때문에 발생할 수 있기 때문이다. 둘째, 회귀불연속설계의 중요한 가정 중 하나는 특성 변수들의 경계선 근방에서의 연속성이다. 주요 특성 변수들이 경계선 상에서 연속인지를 검정하면 정책 효과가 혹시 특성들의 불연속성 때문에 발생한 것인지 아닌지를 확인할 수 있다. 이를 위해 주요 특성 변수들을 종속변수로 하고 동일한 회귀불연속설계 추정을 하였다. 셋

제, 경계선인 0.0%(20%)뿐만 아니라 다른 가상의 경계선에서도 정책효과가 나타나는지를 검정하였다. 경계선 근처뿐만 아니라 다른 임의의 경계선에서도 유사한 효과가 존재한다면 추정된 친구효과를 신뢰하기 어렵다. 마지막으로 참가학교들이 학력향상중점 학교에 참여하기 위해서 일부러 2009년도 점수를 조작했는지 여부를 검정하였다. 이를 위해서 McCrary(2008)이 제안한 학교 밀도함수가 경계선 근처에서 연속인지 여부를 검정하였다.

먼저, 학생과 학교의 특성을 통제한 이후에도 친구효과가 남아 있는지를 살펴보자. 검정은 종속변수인 보통이상 학생의 비중을 학교 및 학생의 특성에 회귀분석을 통해 구해진 잔차에 대해서 회귀불연속설계 추정치를 계산하였다. 학교 및 학생의 특성으로는 단성학교인지 여부(男中인지 女中인지의 여부), 공립인지의 여부, 학급 수, 여학생 비중, 교사 대비 학생 비율, 교사의 석사 이상 학위 소지 비율, 국민기초생활수급자 학생 비중을 고려하였다.

학교 및 학생의 특성을 고려한 이후의 정책효과는 질적으로는 <표 2>의 결과와 유사하였다. 학교 특성을 통제한 이후에도 친구효과는 여전히 존재하였다. 전 과목의 경우 약 7.6%p 정도 보통이상의 학생 비중이 학력향상중점학교 정책 수혜 학교가 높았다. 정책효과의 크기는 특성을 통제하기 전인 10.8%p보다 작아지기는 했다. 이러한 현상은 개별 과목에서도 동일하게 발견되었다.

<표 3> 강건성 검정 1: 학교 특성 통제 후 친구효과 추정결과

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	전 과목	국어	수학	영어	사회	과학
τ_p^c	0.076** (0.034)	0.048 (0.039)	0.041 (0.032)	0.095** (0.045)	0.073* (0.044)	0.089** (0.041)
학교 수	3,007	3,007	3,007	3,007	3,007	3,007

주: 전 과목의 경우, 각 과목의 보통이상 학생의 비중을 계산한 후 이들의 평균으로 정의하였음. local polynomial은 2차항까지 고려하였음. 최적 밴드폭은 Imbens & Kalyanaraman(2012)에서 제시한 대로 계산하였음. 학교 및 학생의 특성으로는 단성학교인지 여부(男中인지 女中인지의 여부), 공립 인지의 여부, 학급 수, 여학생 비중, 교사 대비 학생 비율, 교사의 석사 이상 학위 소지 비율, 국민기초생활수급자 학생 비중을 고려하였음. 괄호 안에는 표준오차가 제시되어 있음.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 4〉 강건성 검정 II: 학교 특성의 연속성 검정

	2010년		2009년	
	평균	표준편차	평균	표준편차
남중이면 1	-0.0558	(0.0718)	-0.0554	(0.0718)
여중이면 1	0.0127	(0.0345)	0.0127	(0.0345)
공립이면 1	0.1284	(0.0986)	0.1021	(0.0904)
학급 수	-2.0400	(2.5653)	-2.7845	(2.7169)
여학생 비중	0.0273	(0.0476)	0.096**	(0.0472)
교사 대 학생 비율	-1.3527	(1.3990)	-2.7077	(1.6985)
교사 석사 이상 비율	0.0574	(0.0467)	0.0513	(0.0480)
기초수급자 학생 비율	-0.0055	(0.0289)	-0.0062	(0.0251)

주: 괄호 안에는 표준오차가 제시되어 있음. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

두 번째 강건성 검정으로 주요 학교 특성의 연속성을 검정하였다.⁶⁾ 성과변수인 보통 이상 학생의 비중의 불연속이 정책 수혜 여부 때문이 아니라 미관측 이질성의 불연속 때문에 발생한 것이라면 식 (2)의 연속성 가정에 위배되기 때문에 정책효과를 식별할 수 없게 된다. 이러한 검정을 위해 학교 주요 특성을 종속변수로 하여 경계선 근처에서 불연속이 발생하는지를 검정하였다. <표 4>에 따르면 성과를 측정했던 2010년에는 모든 주요 변수의 경우 불연속이 발생하지 않았다. 1년 전인 2009년에도 여학생 비중을 제외하고는 대부분의 특성에서 불연속을 발견할 수 없었다. 따라서 보통이상 학생의 비중의 불연속성이 발생한 이유는 정책 효과 때문이지 다른 특성에 있어서 불연속이 존재하기 때문은 아닌 것으로 보인다.

세 번째 강건성 검정으로 가상의 경계선을 이용하여 친구효과를 다시 추정하였다. 이러한 검정의 주요 아이디어는 추정된 친구효과가 정책 경계선 상뿐만 아니라 다른 임의의 지점에서도 발생할 수 있는지를 확인함으로써 본 논문에서 추정한 친구효과가 우연히 경계선에서 발생한 결과가 아님을 보여주는 것이다. 이를 위해 경계점 0.0외에도 2% 간격으로 좌우측 2점씩 가상의 경계점을 설정하여 친구효과를 다시 추정하였다.

<표 5>에 따르면, 정책 경계선인 0%를 제외하고 다른 경계선 상에서는 통계적으로 유의한 정책 효과를 발견할 수 없었다. 가상선 (4)의 경우 효과가 음(-)이기 때문에 이

6) 2009년도 보통이상 학생의 비중(전 과목)에 대해서도 회귀불연속설계 추정을 실시하였다. 추정치는 -0.053, 표준오차는 0.029으로 통계적으로 유의하지 않았다. 효과의 방향도 음(-)으로서 경계선 근처에서 학력향상중점학교로 지정된 학교의 학업성취도 보통이상의 학생의 비중이 그렇지 않은 학교에 비해 작았다. 이는 2009년도에는 최소한 경계선 근처에서는 두 그룹 간의 격차의 방향이 자연스럽게 통계적으로 유의한 차이가 없었음을 보여주는 결과이다.

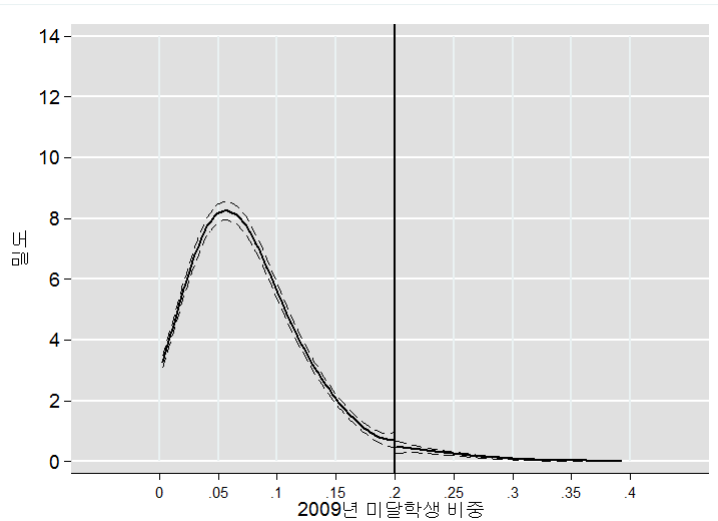
〈표 5〉 강건성 검정 III: 가상의 경계선

	(1) 경계점: -.04	(2) 경계점: -.02	(3) 경계점: 0.0	(4) 경계점: .02	(5) 경계점: .04
τ_p^{fake}	0.146 (0.118)	3.024 (19.456)	0.108*** (0.040)	-0.129* (0.078)	-0.084 (0.073)
학교 수	3,041	3,041	3,041	3,041	3,041

주: 종속변수로는 전 과목 평균을 사용하였음. local polynomial은 2차항까지 고려하였음. 괄호 안에는 표준오차가 제시되어 있음. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

는 통상적으로 기대하는 정책의 효과의 방향이 아니라 정책이 없는 경우에 발생할 수 있는 부호의 방향이다. 즉, 2009년도에 학업성취도가 낮았던 학교의 경우 2010년에 보통이상의 학생의 비중이 작은 것은 정책 개입이 없으나 해당 경계선에서 불연속이 있을 때 발생할 수 있는 부호의 방향이다. 따라서 학력향상중점학교 정책 시행에 따라 발생한 친구효과는 실제 정책 경계선인 20% 근방에서만 발생하고 있음을 확인할 수 있다.

(그림 3) 강건성 검정 IV: McCrary의 running 변수의 조작가능성에 대한 검정



주: McCrary(2008)에 따라서 밀도함수가 경계선 근처에서 집중이 발생하는지를 검정하였음. 실선은 밀도함수, 점선은 95% 신뢰구간임. McCrary 검정량은 -0.408이고, 표준오차는 0.294로서 경계선 근처에서 밀도함수의 차이가 발생한다는 귀무가설을 기각할 수 없었음.

마지막으로 McCrary(2008)을 따라서 경계선 근처에서 참여 학교들이 학력향상중점 학교 참여와 관련하여 인위적 조작이 있었는지를 검증하였다. 만약 학교들이 이른바 정책변수(running variable)를 이렇게 조작(manipulation)한 것이라면 추정된 친구효과는 진정한 효과가 아니라 조작의 결과일 수 있기 때문이다. 여기에서는 McCrary(2008)가 제안한 대로 밀도함수가 경계선 근처에서 집중이 발생하는지를 검정하였다. [그림 3]에 따르면, 경계선 오른쪽에 학교가 감소하기 때문에 정책변수를 조작하여 학력향상중점 학교 정책에 참여했을 가능성은 낮아 보인다. McCrary 검정량은 -0.408 이고 표준오차는 0.294 로서 경계선 근처에서 밀도함수의 차이가 발생한다는 귀무가설을 기각할 수 없었다.

V. 결론

본 논문에서는 학력향상중점학교 정책이 가져오는 회귀불연속설계를 이용하여 성적이 '나쁜' 친구가 '좋은' 친구의 학업성취도에 어떤 영향을 줄 수 있는지를 실증 분석하였다. 성적이 나쁜 학생의 학업성취도가 개선되었을 때, 성적이 좋은 학생의 학업성취도 역시 큰 폭으로 개선되는 것을 확인할 수 있다. 더 나아가서 긍정적인 친구효과는 다양한 강건성 검정 하에서도 여전히 존재하고 있음을 보였다.

이러한 종류의 긍정적 친구효과는 교육정책의 측면에서도 중요한 함의를 준다. 먼저, 학업성취도가 낮은 학생들을 대상으로 하는 제대로 된 개입정책의 효과가 저학력 학생에게만 국한되는 것은 아니라는 점이다. 본 논문의 추정 결과에 따르면, 학력향상중점 학교 정책이 미달학생을 2~4% 줄이는 효과가 있었지만 직접적 수혜 대상이 아니었던 보통이상 학생의 비중은 10% 이상 증가하는 간접적인 효과가 있었다. 즉, 긍정적인 정책 외부효과가 작지 않음을 보여주고 있다. 저학력 학생에 대한 지원정책의 효과성이 본 효과 외에도 부수효과가 상당히 클 수 있을 가능성을 시사해주고 있다.

참고문헌

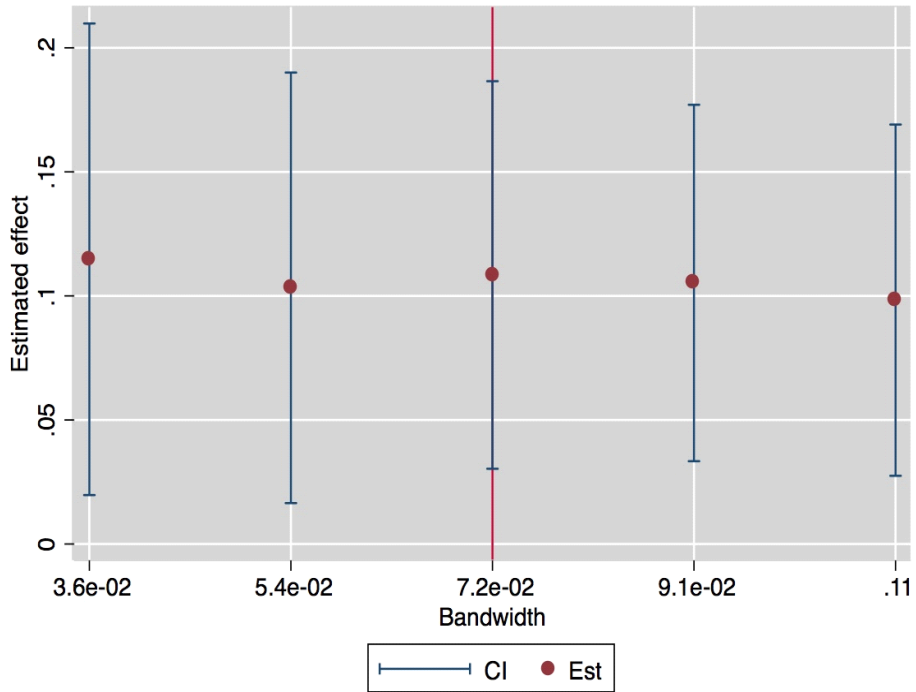
- 김경희 · 김희경 · 상경아 · 신진아 · 이봉주 · 권점례 · 우석진 · 류성창 · 송경오. “한국과 미국의 기초학력보장 정책 비교 분석.” 한국교육과정평가원, 연구보고서 RRE 2011-10, (2011. 12).
- 김경희 · 김희경 · 노원경 · 상경아 · 신진아 · 정혜경 · 우석진 · 류성창. “Korea-US Bilateral Study on Turnaround Schools.” 한국교육과정평가원, 연구보고서 CRE2012-12-2, (2013. 5).
- 김완수 · 최인봉 · 상경아 · 김희경 · 신진아 · 김성훈. “국가수준 학업성취도 평가에 나타난 우리나라 학력 향상의 특성 분석.” 한국교육과정평가원 RRE 2011-2-4, (2011. 12).
- 옥현진 · 김경희 · 노원경. “기초학력향상 정책 분석 및 기초학력 도약학교의 성공사례 연구.” 한국교육과정평가원 한미공동세미나 자료집, (2012. 5).
- Angrist, Joshua D. “The Perils of Peer Effects.” *Labour Economics* 30 (October 2014): 98-108.
- Angrist, J. and Lavy, V.. “Using Maimonides' Rule to Estimate the Effect of Class Size on Student Achievement.” *Quarterly Journal of Economics* 114 (May 1999): 535-575.
- Bandiera, Oriana, Iwan Barankay, and Imran Rasul. “Social Incentives in the Workplace.” *The Review of Economic Studies* 77 (2) (April 2010): 417-458.
- Black, Sandra E. “Do Better Schools Matter? Parental Valuation of Elementary Education.” *Quarterly Journal of Economics* 114 (2) (May 1999): 577-599.
- Brown, B. B. and James Larson. “Handbook of Adolescent Psychology.” *Adolescents' Relationships with Peers*. 2nd. Hoboken, NJ US: John Wiley & Sons Inc (May 2004): 363-394.
- Bursztyn, Leonardo, Florian Ederer, Bruno Ferman, and Noam Yuchtman. “Understanding Mechanisms Underlying Peer Effects: Evidence from a Field Experiment on Financial Decisions.” *Econometrica* 82 (4) (July 2014): 1273-1301.
- Bursztyn, Leonardo and Robert Jensen. “How Does Peer Pressure Affect Educational

- Investments?" *Quarterly Journal of Economics* 130(3) (August 2015): 1329-1367
- Calonico, Sebastian, Matias D. Cattaneo, and Rocio Titiunik. "Optimal Data-Driven Regression Discontinuity Plots." *Journal of the American Statistical Association* 110 (512) (April 2015): 1753-1769.
- DiNardo, John and David S. Lee. "Program Evaluation and Research Designs." *Handbook of Labor Economic* (March 2011): 463-536.
- Evans, William N., Wallace E. Oates, and Robert M. Schwab. "Measuring Peer Group Effects: A Study of Teenage Behavior." *Journal of Political Economy* (October 1992): 966-991.
- Hahn, Jinyong, Petra Todd, and Wilbert Van der Klaauw. "Identification and Estimation of Treatment Effects with a regression discontinuity Design." *Econometrica* 69 (1) (January 2001): 201-209.
- Hoxby, Caroline. "*Peer Effects in the Classroom: Learning from gender and race variation.*" (August 2000).
- Imbens, G W. and Angrist, J.D. Identification and Estimation of Local Average Treatment Effects." *Econometrica* 62 (2) (March 1994): 467-475.
- Imbens, Guido W. and Thomas Lemieux. "Regression Discontinuity Designs: A Guide to Practice." *Journal of Econometrics* 142 (2) (February 2008): 615-635.
- Imbens, Guido and Karthik Kalyanaraman. "Optimal Bandwidth Choice for the Regression Discontinuity Estimator." *The Review of Economic Studies* (November 2011): rdr043.
- Ludwig J., D. Miller, "Does Head Start Improve Children's Life Chances? Evidence from a regression discontinuity design." *Quarterly Journal of Economics* 122 (1) (February 2007): 159 - 208.
- Jackson, C. K. "Single-Sex Schools, Student Achievement, and Course Selection: Evidence from Rule-Based Student Assignments in Trinidad and Tobago." *Journal of Public Economics* 96 (1) (February 2012): 173-187.
- Jacob, Brian A. and Lars Lefgren. "Remedial Education and Student Achievement: A Regression-Discontinuity Analysis." *Review of Economics and Statistics* 86 (1) (February 2004): 226-244.
- Lee, David S. "Randomized Experiments from Non-Random Selection in US House

- Elections.” *Journal of Econometrics* 142 (2) (February 2008): 675-697.
- Lee, David S. and Thomas Lemieux. “Regression Discontinuity Designs in Economics.” *Journal of Economic Literature* 48 (2) (June 2010): 281-355.
- Lee, Soohyung, Lesley J. Turner, Seokjin Woo, and Kyunghye Kim. *All or Nothing? The impact of school and classroom gender composition on effort and academic achievement*. No. w20722. National Bureau of Economic Research, December 2014.
- Manski, Charles F. “Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem.” *The Review of Economic Studies* 60 (3) (July 1993): 531-542.
- Mas, Alexandre and Enrico Moretti. “Peers at Work.” *The American Economic Review* 99(1) (March 2009): 112-145.
- Matsudaira, Jordan D. “Mandatory Summer School and Student Achievement” *Journal of Econometrics* 142(2) (February 2008): 829-850.
- McCrary, J., “Manipulation of the Running Variable in the Regression Discontinuity Design: A density test” *Journal of Econometrics* 142 (2) (February 2008): 698-714.
- Moffitt, Robert A. “Policy Interventions, Low-Level Equilibria, and Social Interactions.” *Social Dynamics* 4 (45-82) (2001): 6-17.
- Porter, Jack. “Estimation in the Regression Discontinuity Model.” *Unpublished Manuscript, Department of Economics, University of Wisconsin at Madison* (May 2003): 5-19.
- van der Klaauw, Wilbert. “Estimating the Effect of Financial Aid Offers on College Enrollment: A regression - discontinuity Approach.” *International Economic Review* 43 (4) (November 2002): 1249-1287.
- , “Regression - discontinuity Analysis: A Survey of Recent Developments in Economics.” *Labour* 22 (2) (May 2008): 219-245.
- Woo, Seokjin, Soohyung Lee, and Kyunghye Kim. “Carrot and Stick?: Impact of a Low-Stakes School Accountability Program on Student Achievement” *Economics Letters* 137 (December 2015): 195-199.

[부 록]

[부도 1] 다양한 밴드 폭별 친구효과 추정



abstract

**The Peer Effects of Under-performing Students on
Proficient Students:
Evidence from Regression Discontinuity Design**

Seokjin Woo

This paper estimates the peer effect of how improving the under-performing students can affect the academic performance of other students, focusing on the ratio of students more than proficient. We take advantage of the regression discontinuity design of the policy assignment rule of School-for-Improvement (SFI), which targeted the under-performing schools as an identification strategy. The estimation results from the 2009-2010 NAEA (National Assessment of Educational Achievement) reveal that the decrease of the ratio of under-performing students tends to increase the ratio of excellent or proficient students at around the policy cutoff. The finding turns out to be robust to various falsification tests.

Keywords: peer effect, regression discontinuity design, School for Improvement