

고등학교에서 과학 선택 과목의 수, 심화(Ⅱ) 과목 비율, 교과 다양성이 이과 학생의 과학에 대한 태도 성장에 미치는 효과

이경건 · 홍훈기*

서울대학교

The Effects of the Number, Ratio of Advanced Courses, and Variety in Science Elective Subjects on the Growth of High School Science Course Students' Attitude Towards Science

Gyeong-Geon Lee · Hun-Gi Hong*

Seoul National University

Abstract : We fitted latent growth models of attitude towards science using the Korea Education & Employment Panel 2004-2007 data with 343 high school students. The growth model show better fit indices compared to the no growth model. The intercept and slope showed significant variances, and thus, we added control variables of the number, ratio of advanced courses, and variety in science elective subjects, and the achievement percentile for middle school. In the conditional growth model, the previous achievement has significant positive effects on the intercept and the ratio of the advanced courses and variety of science subjects show significantly positive effects on the slope. Based on the results, it supports the 2022 Revised Science Curricular that high school credit system should provide students with basic 'Physics,' 'Chemistry,' 'Biology,' and 'Earth Science,' credits in 'general electives', various integrated subjects in 'converged electives', and highly advanced subjects in 'career electives.'

keywords : science elective subjects, science affective domain, latent growth model, high school credit system, 2022 Revised National Curriculum

I. 서론

국민 전체를 대상으로 하는 현대적 중등교육 체제는 16세기 이후로 교육과정사에 지속적인 영향을 미친 포스트-라무스주의(post-Ramism)에 기반하는 것으로 이해되는바, 특정 학년까지는 모든 학생들이 교양교육에 해당하는 공통 과목들을 이수하도록 하고 이후 학생들의 진로에 따라 다양한 교과들을 선택적으로 이수하도록 하는 경우가 보편적이다(White, 2011). 우리나라의 경우 국가 교육과정 체제 하에서 과목 선택권은 제6차 교육과정 시기부터 실질적으로 확대되기 시작하였다. 그리고 제7차 교육과정 때는 고등학교 2-3학년이 선택 중심 교육과정을 이수하게 되었고(MOE, 1997), 이러한 편제가 2009 개정 및 2015

개정 교육과정 시기까지 일관적으로 유지되어 왔다(MOE, 2009, 2015; So, 2017). 과학 교과의 경우 제7차 교육과정의 국민공통기본교육과정에 준하는 10학년 과학 과목을 학습한 이후에 물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구과학 I·II의 주요 선택 과목을 학습하게 되는바, 기본(I) 과목의 학습 이후 심화(II) 과목을 학습하게 되는 견고한 위계성이 존재하여 왔다.¹⁾ 이러한 체제 하에서는, 과학 심화(II) 과목을 이수한 학생들만이 대학 수준에서 필요한 해당 교과 지식을 제대로 습득할 것이라는 예상이 가능했다(e.g., Lee, Kwak, & Cho, 2019). 그리고 2022년 상반기 현재 “국민과 함께하는 미래형 교육과정”으로서의 2022 개정 교육과정이 개발되고 있으며, 이와 함께 “역량함양 과학과 교육과정 재구조화 연구 공청회”에서와 같이

* 교신저자: 홍훈기 (hghong@snu.ac.kr)

** 2022년 2월 21일 접수, 2022년 4월 8일 수정원고 접수, 2022년 4월 30일 채택

http://dx.doi.org/10.21796/jse.2022.46.1.80

과학 선택 과목의 재구조화가 기획 및 추진되고 있다 (Shin, 2021). 이러한 재구조화는 제7차 교육과정 시기 이후 지금까지 20여 년 간 유지되어 온 과학 선택 과목 체제를 허물고 새로운 체제를 마련하는 일에 다름 아니다. 그러므로 이 시점에서는 과거의 과학 선택 과목 체제 하에서 실행된 학교 과학 교육과정이었어떤 결과를 가져왔는지를 정리하고, 이를 기반으로 미래의 과학 선택 과목 체제의 구성과 실행에 대한 논의를 이어가는 일이 필요하다고 하겠다.¹⁾

고등학교 과학과 선택 과목에 관한 새로운 논의가 요구되는 보다 구체적인 이유는 다음과 같이 정리된다. 첫째, 2025학년도부터 전면 도입될 고교학점제는 미래사회를 대비하기 위해 학생의 진로와 적성에 따른 맞춤형 교육과정을 필요로 하며, 이에 따라 여러 교과목들이 학생의 진로, 적성, 역량 중심으로 재구조화될 전망이다(MOE, 2021). 학생의 행위주체성(agency)과 선택권이 강조되어 가는 오늘날의 역량기반 교육과정 기조에서 과학 선택 과목들은 학생들의 바람직한 지식, 기능, 태도와 가치를 동원하는 역량을 함양할 수 있는 방향으로 재구조화되어야 한다(OECD, 2019; Lee & Kwak, 2021).

둘째, 이러한 추세 안에서 2022 개정 교육과정은 고등학교 2-3학년이 수강할 선택 과목을 “교과별 학문 내의 분화된 주요 학습 내용 이해 및 탐구를 위한 ‘일반선택’, ‘교과 내·교과 간 주제 융합 과목, 실생활 체험 및 응용을 위한 과목’”으로서의 ‘융합선택’, “교과별 심화학습(일반선택과목의 심화 과정) 및 진로 관련 과목”으로서의 ‘진로선택’ 등의 계열로 구별하는 안을 추진하는 중이다(MOE, 2021). 제7차 교육과정 이래로 지금까지 유지되어 온 물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구과학 I·II라는 선택 과목 체제로는 이에 발맞추기 어려우므로 선택 과목의 재편성이 필요하다.

셋째, 고등학교 과학과 선택 과목의 실제적 운영은 지금까지 수능의 체제 변화로부터 큰 영향을 받아 왔다. 수능은 2011학년도까지 과학탐구 영역에서 최대 4개까지의 선택 과목을 허용하였으나 2012학년도부터는 최대 3개까지의, 2014학년도부터는 최대 2개까지의 선택 과목만을 허용하였다. 이러한 상황에서 심화(Ⅱ) 과목을 수능에서 선택하는 비율은 기존 2011학년도에 과학탐구 영역 응시자 227,264명 중 과목별 최대 92,918명(40.89%, 생물Ⅱ)에서 최소 25,228명

(11.10%, 물리Ⅱ) 수준이었다가(MEST, 2010) 2021학년도 현재 과학탐구 영역 응시자 187,987명 중 과목별 최대 6,585명(3.50%, 생명과학Ⅱ)에서 최소 2,796명(1.49%, 물리학Ⅱ) 수준으로 급감하였다(MOE, 2020). 심지어 2018년도에 교육부는 과학 심화(Ⅱ) 과목들을 진로선택 과목으로 취급하여 2022학년도 수능에서 응시하지 못하도록 하는 방안을 발표하였다(MOE, 2018a) 과학기술계의 강력한 반발로 인해 이를 철회하였던 바 있다(MOE, 2018b). 위와 같은 정책 환경의 변화들은 고등학교에서 과학 선택 과목 운영에 난점을 가져다주는 요소들이며(Jo, Choi, & Cho, 2012), 이에 비추어볼 때 향후 고등학교 과학 교육과정이 수능 체제의 변화에 강건성(robustness)을 지니고 바람직하게 운영되기 위하여 선택 과목들을 새롭게 편성하는 방향을 모색하는 일이 시급하다.

고등학교 과학 선택 과목들에 대하여 현재까지 이루어진 선행 연구들을 정리하자면 다음과 같다. 먼저는 과학 선택 과목에 대한 학생 및 교사들의 인식을 조사한 경우이다. Shin & Song (2008)은 과학 교과목 선택 요인과 만족도에 대하여 학생들은 자신의 흥미와 적성을 가장 우선시하였으나 교사들은 입시와 관련된 문제에 초점을 두고 있었음을 보고하였다. Jo, Choi, & Cho (2012) 역시 고등학생의 계열 선택 및 과학·수학 선택 과목 이수에 관한 의견 조사를 통해 과학 선택 과목 선정에서 학생들의 흥미가 가장 중요한 요인이지만 대입과 관련된 외적 요인들도 적지 않은 비중을 차지하였다고 보고하였다. 다음으로는 수능에서 특정 과목의 선택에 집중한 경우이다. Lee & Choi (2013)는 수능에서 물리 I의 선택률을 높이기 위하여 물리 교과 전반에 대한 호감, 수능에서 높은 점수를 얻기 쉬운 과목이라는 인식, 수학 학습에 대한 자기효능감을 높여야 한다고 하였다. Yoo & Shim (2013)은 고등학생들이 학교에서 권장하는 지구과학 I을 높은 비율로 이수하였지만 수능에서는 지구과학에 대한 이해 및 진로연관성 부족으로 그 선택률이 낮아진다는 점을 지적하였다. 또한 Kim, Bae, & Park (2017)은 학생들과 교사들의 인식 조사를 통해 수능에서 화학 I 문항이 화학적인 내용과 성취 기준보다는 복잡한 수학적 사고력을 요구하기 때문에 대입에 불리한 영향을 줄 수 있다는 점이 과목 선택에 부정적인 영향을 준다고 하였다.

한편 상술하였던 2018년도의 사건은 당시 과학교육

1) 과학과의 세부 내용 영역의 명칭은 제7차 교육과정까지 ‘물리’, ‘화학’, ‘생물’, ‘지구과학’으로 되어 있었으나 2009 및 2015 개정 교육과정을 기점으로 ‘물리학’, ‘화학’, ‘생명과학’, ‘지구과학’으로 개칭되었다. 논의의 편의상, 이하 특별한 언급이 없는 한 각각을 ‘물리’, ‘화학’, ‘생물’, ‘지구과학’으로 통칭한다. 또한 본 연구에서 ‘교과’는 국가교육과정 편제 내에서 과학과 전반을 지칭하는 의미에 준하여 사용하며, ‘과목’은 물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구과학 I·II 등의 개별 과목들을 지칭하기 위하여 사용한다.

학계에 작지 않은 충격을 가져다주었으며, 그 이후로 과학과 선택 과목에 대한 연구들이 지속적으로 이루어지는 계기가 되었다고 할 수 있다. 예컨대 Lee & Hong (2018)은 수능 과학탐구 영역의 심화(Ⅱ) 과목 선택 요인에 관한 데이터 마이닝을 통해, 부모의 사회경제적 지위나 사교육 여부보다는 학생 개인의 수업 시간 흥미도 및 학교 수준에서의 진로지도 등 교육적 개입으로서 변화시킬 수 있는 요인들이 있음을 보였다. Lee, Kwak, & Cho (2019)는 고등학교 과학과 선택 수과목 이수에 대한 이공계열 대학생들의 인식을 조사하여 고등학교에서 자신의 전공과 관련성이 높은 과학 I·II 과목을 모두 이수한 집단이 그것이 학과 만족 및 전공 공부에 미치는 영향에 대하여 가장 긍정적으로 응답하였다고 보고하였다.

그런가 하면, 근래에 보다 직접적으로 2022 개정 과학과 교육과정 및 고교학점제 시행을 염두에 두고 선택 과목들의 재구조화 방안을 논의한 연구들도 있었다. Lee & Kwak (2021)은 192개 고등학교의 과학 교사에 대한 설문을 통해 교사들이 현행 선택과목 체제의 유지를 선호한다는 점을 밝히면서도 새로운 교육과정 및 고교학점제에 대비하여 새로운 과학 선택 과목 편성이 필요하다고 하였다. Kwak (2021)은 전국 고등학생 1,738명이 과학사/생활과학/융합과학에 대하여 갖는 인식을 조사하고 12명의 과학 교사들을 심층 면담하여, 어려움 없이 모든 학생들이 학습할 수 있는 다양한 융합선택과목들을 개발할 필요가 있다고 하였다. 그런가 하면 Kim & Kwak (2020)은 10명의 델파이 조사와 고등학교 지구과학 교사 192명의 인식 설문을 통해 다양한 지구과학 선택과목 재구조화 방안과 세부 교과 예시들을 제시하였다.

하지만 위와 같은 선행 연구들은 물리/화학/생물/지구과학 중 일부 교과에만 주목하거나, 기본(I) 또는 심화(Ⅱ) 과목 중 한 쪽에만 초점을 두는 등, 고등학교 교육과정에서 학생들이 이수하는 과학과 선택 과목들을 폭넓게 고려하지 못한 면이 크다. 과학 선택 과목 이수의 결과를 살펴보는 경우에도 수능이나 대학생활 적응의 측면에서 후향적인 관점을 취하였다. 고등학교 교육과정이 대학에서의 수학을 위한 예비적인 성격을 지닌 것도 사실이지만, 고등학교 교육과정을 이수하는 과정에서 해당 교과목이 학생들에게 어떠한 영향을 미쳐 바람직한 성장을 이끌어내는가도 중요하게 바라보아야 할 문제이다. 결국 향후 과학 교육과정에서 선택 과목을 어떻게 구성해야 할 것인가에 대하여 고등학생 교육 목표 변인에 기반하여 추가적인 시사점을 제공하는 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 구조방정식 모형의 일종인 잠재 성장 모형(latent growth model)을 활용하여 과학

선택 과목 관련 변인들이 고등학생들의 과학 관련 구인의 성장에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고, 이를 기반으로 과학 교육과정에서 선택 과목 재편에 대한 함의를 제공하고자 하였다. 잠재 성장 모형은 동일 연구 참여자에 대하여 주로 3개 이상의 시점에서 측정된 변인들의 점수를 관측된(observed) 값으로 보고 그 초기치와 변화량을 잠재적인(latent) 변인으로 보아, 해당 변인의 값이 시간이 지남에 따라 성장하는지 여부를 판별할 수 있게 해준다(Meredith & Tisak, 1990). 잠재 성장 모형은 학생들의 과학에 대한 태도의 변화를 살펴보는 등 그 활용도가 높아(e.g., George, 2000) 국내외 교육 연구에서 빈번하게 사용되는 방법이다(Yeo & Park, 2012). 예컨대, 청소년의 독서활동, 진로성숙도, 자기주도학습의 종단적 관계를 살펴보거나(Lee & Chung, 2020), 대학 입학전형 유형별 학업 성취도 변화 추이를 살펴보는(Chon & Kim, 2017) 일이 3개 시점 이상에서 측정된 자료에 기반한 잠재 성장 모형으로서 가능해진다. 하지만 잠재 성장 모형이 국내 과학교육 연구에서 사용된 사례는 드물었다. 주목할 만한 예외인 Lee (2010)는 한국 청소년패널조사 자료로 적합(fitting)한 잠재 성장 모형으로 중학교 2학년 학생들의 수학 및 과학 학업 성취도가 4년의 기간 동안 성장하였는지의 여부를 살펴보고, 여기에 타인과의 관계, 자아관, 가구소득 등의 요소가 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다. 하지만 과학 학업 성취도는 과학 교과목의 종류와 시험의 난도 등이 학교급별, 학교별, 학생별, 시기별로 달라질 수 있으므로 시간에 따른 측정동일성을 보장하기 어렵고, 결과적으로 목표 구인의 성장을 논의하기 어렵다는 점에 유의할 필요가 있다.

한편 본 연구에서 과학교육의 목표 구인으로는 과학에 대한 태도를 고려하였다. 과학에 대한 태도는 과학 자체, 과학자, 과학의 사회적 책임 등 과학 관련 대상에 대한 좋고 싫은 정서적 반응을 의미하며, 보다 직접적으로는 “과학 학습에 관련된 대상, 사람, 행동, 상황, 제안 등을 특정한 방식으로 평가하는 학습된 성향”(Gardner, 1975; Oh & Han, 2021)으로 정의할 수 있다. 교육 목표로서의 학생들의 태도는 과학 교육과정에서 중시되는 정의적 영역이며(MOE, 2015) 미래사회를 살아갈 학생들이 길러야 할 역량의 주요 구성 요소이다(MOE, 2021; OECD, 2019). 그러므로 과학 교육 운영의 실제에서 학생들의 과학에 대한 태도가 성장하는지를 살펴보는 일이 의미가 있다. 선행 연구들은 학생들의 과학 과목 선택이 그들의 과학에 대한 정의적 영역에 기인하는 면이 있다고 하였으나(Shin & Song, 2008; Jo, Choi, & Cho 2012; Lee & Hong, 2018), 거꾸로 과학 선택 과목 이수가 그들

의 과학에 대한 정의적 영역에 어떠한 영향을 주는지를 살펴본 경우는 매우 드물었던 것으로 보인다. 상술하였듯 과학 학업 성취도는 표준화된 평가가 아닌 이상 학생의 성장을 논의하기 어렵지만, 과학에 대한 태도는 학생의 마음(mind) 안에 있는 것이므로 동일한 코호트(cohort)에 대하여 동일한 문항으로 측정된 경우에는 측정동일성이 어느 정도 확보된다고 볼 개연성이 학업 성취도에 비하여 상대적으로 높다.

고등학생의 과학에 대한 태도에 대한 잠재 성장 모형을 구성하는 과정에서 학생들이 고등학교에서 이수한 과학 선택 과목의 수, 그 중 심화(Ⅱ) 과목의 비율, 그리고 교과 다양성(물리/화학/생물/지구과학/기타)을 조건 변수로서 고려하였다. 각각은 국가 교육과정에서 의도하고, 학교 수준에서 운영하며, 학생 수준에서 이수하는 과학 교육과정에 대한 서로 구별되는 차원의 정보를 제공한다고 할 수 있다. 과학 교육과정이 학생의 과학에 대한 태도를 함양하는 결과를 낳으려면, 결국 이러한 3가지 변수들에서 그러한 효과가 나타날 것으로 예상할 수 있다. 또한 이러한 변수들을 종합적으로 고려하는 일은 선행 연구들에서 그 일부에만 집중하였던 한계를 넘어 과학 선택 과목 이수의 결과에 대한 포괄적인 이해를 제공할 수 있다. 다만, 이러한 3가지의 조건 변수들을 고려하기 위하여는 과학 선택 과목을 1과목 이상 이수한 학생들, 곧 우리나라 고등학교 교육 현장에서 이과 계열을 선택한 학생들을 대상으로 연구를 진행하여야 할 불가피성이 있다.

위와 같은 고찰을 기반으로 본 연구에서 설정한 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 우리나라 이과 고등학생의 과학에 대한 태도 점수는 시간이 지남에 따라 성장하는가?

둘째, 우리나라 이과 고등학생의 과학에 대한 태도의 성장에 과학 선택 과목의 수, 심화(Ⅱ) 과목의 비율, 과목 다양성은 어떠한 영향을 주는가?

Ⅱ. 연구 방법

1. 분석 자료

본 연구의 분석 자료로서는 한국교육고용패널(Korea Education & Employment Panel; KEEP)의 중학교 3학년 코호트의 추적 조사 데이터(2004-2007)를 활용하였다. KEEP을 활용한 이유는 우리나라에서 작성 및 보고되는 교육 패널 자료의 대부분은 국어, 영어, 수학 교과와 관련된 문항만을 포함하지만 KEEP의 경우 과학 교과 관련 문항들을 포함하고 있기 때

문이다. 또한, 우리나라 고등학생의 과학 선택 과목 이수율과 관련한 정보를 포함한 패널 자료는 KEEP이 유일한 것으로 보인다. KEEP은 2016년부터 2차 조사(wave)를 시행하였으나, 고등학생의 과학 선택 과목 이수율과 관련한 변수를 포함하지 않았다. 결국 우리나라 고등학생의 과학 선택 과목 이수율과 관련한 종단적 정보를 담고 있는 패널 자료로서는 다소 과거의 것이기는 하나 본 연구에서 활용한 1차 KEEP 데이터를 사용하는 일이 불가피하였다.

해당 코호트들은 KEEP의 표본 설계 단계에서 지역 등을 고려하여 확률적으로 표집되었다. 2004년에 총 2,000명을 표집하는 것을 목표로 하였으며, 2005-2007년에 대부분 고등학교에 재학하였으나, 일반계고등학교, 과학고등학교, 외국어고등학교, 전문계고등학교 등으로 진학 유형이 나뉘었다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해서는 가장 일반적인 고등학교 진학 유형인 일반계고등학교 코호트를 분석할 필요가 있었다. 2005년 KEEP 2차년도 추적조사에 응답한 일반계고등학교 학생은 1,283명이었다. 여기서 본 연구의 목적을 달성하기 위하여는 고등학교 2-3학년 때 과학 선택 과목을 1개 이상 이수한 고학생들만을 대상으로 할 필요가 있었으며, 이는 곧 당시 이과 계열을 선택한 학생들에 해당한다. 2006년 KEEP 3차년도 추적조사에서 자신을 이과 계열이라고 응답한 학생은 431명에 해당하였다. 본 연구 모형의 적합에 활용된 데이터에서 학생 코호트들은 전국의 83개 일반계고등학교에 재학 중이었다.

2. 분석 방법

1) 변수 설정

본 연구에서 관심을 둔 변수는 학생들이 일반계고등학교 1-3학년으로 재학하였을 때의 과학에 대한 태도 점수, 그리고 학생들이 고등학교 2-3학년 때 이수한 과학 선택 과목의 종류였다.

과학에 대한 태도는 고등학교 1-3학년 시기 학생 응답 점수를 사용하였다. KEEP에서는 국어, 영어, 수학, 그리고 과학 등의 교과에 대한 태도를 2005-2006년에는 ‘흥미가 있다’ 및 ‘잘 한다’의 2개 문항으로, 2007년부터는 여기에 ‘좋아한다’를 포함한 3개 문항으로 조사하였다. 문항들은 5점 리커트 척도로 구성되어 있었다(1점: ‘전혀 그렇지 않다’ - 5점: ‘매우 그렇다’). 이러한 문항들이 과학교육계에서 중시하여온 엄밀한 심리측정을 달성하는 데는 부족한 것이 사실이나, 패널 자료를 활용한 연구에서는 이러한 2개 문항

에 준하는 문항들을 기반으로 학생 정의적 영역을 연구모형에 포함하는 것이 일반적이며(e.g., Lee, 2010; Lee & Chung, 2020), KEEP을 활용한 연구 문헌에서도 이로써 교과에 대한 태도를 조작적으로 정의하고 있다(e.g., Kim, 2014). 본 연구에서 역시 2005-2007년에 공통적으로 포함된 ‘흥미가 있다’ 및 ‘잘 한다’ 문항을 평균하여 당해년도에 관측 변수(observed variable)로 삼았다.

학생들이 이수한 과학 선택 과목은 학생 자신이 고등학교 3학년 시점에서 돌아볼 때 고등학교 2-3학년 시기 동안 실제 이수한 교과목을 답한 자료를 활용하였다. 이는 자신들이 재학 중인 학교에서 개설 및 운영 중인 과학 선택 과목들 중 학생들이 가능한 만큼 자유롭게 선택하여 이수한 결과라고 볼 수 있다. 학생들은 물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구과학 I·II, 생활과 과학, 기타로 총 10개 과목 선택 및 이수 여부를 기입하였다. 학생이 이수한 과학 선택 과목의 수는 이론상 1-10까지가 가능하다. 이수한 전체 과학 선택 과목 중 물리II, 화학II, 생물II, 지구과학II의 비율을 산출하여 심화(II) 과목 비율 변수로 삼았으며, 이는 이론상 0-1이 가능하다. 과학 선택 과목에서 물리/화학/생물/지구과학/기타 5개 범주 이수 여부를 합산하여 교과 다양성을 정의하였으며, 이는 이론상 1-5가 가능하다. 예컨대, A라는 학생이 이수한 과학 선택 과목이 고등학교 2학년 때 물리 I, 화학 I, 생물 I, 지구과학 I 이고 고등학교 3학년 때 화학II, 생물

II 라면, A학생의 이수 선택 과목 수는 6, 심화(II) 과목 비율은 $2/6 = 0.33$, 교과 다양성은 4이다.

마지막으로, 학생들의 중학교 3학년 때의 성적 백분위(1-100)는 당시의 담임 평가 문항을 활용하였다. 여기서 숫자가 100에 가까울수록 성적이 높음을 의미한다. 이는 과학 교과에 한정된 것은 아니지만 학생의 전반적인 사전 성취 수준을 파악하기 위한 변수로서 충분히 활용 가능한 변수이다.

위와 같은 변수들에서 결측치가 발생한 관측은 분석에서 제외하였다(listwise deletion). 또한 왜도(skewness)와 첨도(kurtosis)를 심각하게 왜곡하는 이상치 3건을 추가적으로 제거하였다. 결과적으로 분석을 위해 총 343건(남자: 200, 여자: 143)의 관측 데이터를 유지하였다.

해당 변수들에 대한 정보와 기술통계를 정리하면 Table 1과 같으며, 상관관계는 Table 2와 같다. 기술 통계상 모든 변수들의 왜도가 절대값 3 미만, 첨도가 절대값 10 미만으로 다변량 정규성 기준을 충족하였다(Kline, 2015; e.g., Lee & Chung, 2020). 변수들 간의 상관관계는 대부분 경우 정적으로 유의미하게 나타났으나, 중학교 3학년 때의 성적 백분위와 과학 선택 과목 변수들의 상관관계는 유의미하지 않았다. 또한 고등학교 1학년 때의 과학에 대한 태도는 과학 선택 과목에서 심화(II) 과목의 비율과의 상관관계가 유의미하지 않았다.

Table 1. Descriptive statistics and information of variables (N = 343)

변수 (코드)	평균 (표준편차)	최소값 - 최대값	왜도	첨도	변수 구성
고1 과학에 대한 태도 (sci_att1)	3.440 (831)	1 - 5	-.124	2.552	- 2차년도(2005년) 고등학교 1학년 학생의 5점 리커트 척도 응답 평균 (Cronbach's $\alpha = .76$)
고2 과학에 대한 태도 (sci_att2)	3.513 (802)	1 - 5	-.391	3.215	- 3차년도(2006년) 고등학교 2학년 학생의 5점 리커트 척도 응답 평균 (Cronbach's $\alpha = .68$)
고3 과학에 대한 태도 (sci_att3)	3.585 (812)	1 - 5	-.528	3.573	- 4차년도(2007년) 고등학교 3학년 학생의 5점 리커트 척도 응답 평균 (Cronbach's $\alpha = .8$)
중3 성적 백분위 (m3_achiv)	67.756 (22.639)	.6 - 99.8	-.589	2.601	- 1차년도(2004년) 중학교 3학년 담임교사 응답 - 상위권일수록 100에 가까움.
과학 선택 과목 수 (sci_num)	5.28 (1.312)	1 - 8	-.930	4.258	- 4차년도(2007) 고등학교 3학년 학생 응답 - 물리 I·II, 화학 I·II, 생물 I·II, 지구과학 I·II, 생활과 과학, 기타로 총 10개 과목 이수 여부 합산
과학 심화(II) 과목 비율 (sci_adv_ratio)	.287 (.160)	0 - 1	.480	6.546	- 4차년도(2007) 고등학교 3학년 학생 응답 - 과학 선택 과목에서 물리II, 화학II, 생물II, 지구과학II의 비율 계산
과학 교과 다양성 (sci_sub_vari)	3.732 (.740)	1 - 5	-1.132	5.604	- 4차년도(2007) 고등학교 3학년 학생 응답 - 과학 선택 과목에서 물리/화학/생물/지구과학/기타 5개 범주 선택 여부 합산

Table 2. Pearson's correlations between variables ($N = 343$)

변수 코드	sci_att1	sci_att2	sci_att3	m3_achiv	sci_num	sci_adv_ratio	sci_sub_vari
sci_att1	1.0000						
sci_att2	.5736***	1.0000					
sci_att3	.4756***	.5536***	1.0000				
m3_achiv	.2553***	.1685**	.2228***	1.0000			
sci_num	.1535**	.1728***	.2740***	.0829	1.0000		
sci_adv_ratio	.0355	.1237*	.1173*	.0201	.4106***	1.0000	
sci_sub_vari	.1237*	.1290*	.2519***	.0776	.7428***	-.0918	1.0000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

2) 연구 모형

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 잠재 성장 모형을 구성하고 적합(fitting)하였다. 우선 학생들의 과학에 대한 태도 점수에 대한 무성장 모형(no growth model)과 성장 모형(growth model)을 각각 적합하고 비교하였다. 이를 그림으로 나타내면 Figure 1과 같다. 무성장 모형과(Figure 1-(a)) 성장 모형에(Figure 1-(b)) 공통적으로 포함되는 초기치(절편)는 모든 시점의 측정 변수에 동일하게 적용되도록 계수를 1로 두는 것이 보편적이다. 성장 모형에 포함되는 변화량(기울기)에서 1차 시점에 대한 계수를 0으로 두는 것이 보편적이며, 2차 시점 이후의 계수는 연구자가 가진 이론적 가정에 따라 지정할 수 있다. 잠재 성장 모형에서는 대체로 선형적인(linear) 성장을 가정하므로, 본 연구에서도 2차 시점과 3차 시점에서의 계수를 1:2가 되도록 지정하였다.

Figure 1-(b)와 같은 성장 모형은 초기치와 변화량에 대하여 개인별 변량을 설명하는 통제 조건을 설정하지 않은 무조건 모형(unconditional model)이다. 이후 과학 선택 과목 이수에 대한 통제변수를 투입한

조건 모형(conditional model)을 구성하였다(Figure 1-(c)). 조건 모형에서는 우선 중학교 3학년 때의 전반적인 성적 백분위가 고등학교 1-3학년 때의 과학에 대한 태도의 초기치 및 변화량에 영향을 줄 수 있다고 가정하였다. 그리고 학생이 고등학교 때 이수한 과학 선택 과목의 수, 선택 과목에서 심화(Ⅱ)과목의 비율, 과목 다양성은 고등학교 2-3학년 때의 과학에 대한 태도의 변화량에 영향을 줄 수 있다고 가정하였다. 이 때 상관관계에서 확인할 수 있듯이 고등학교에서 이수하게 되는 과학 선택 과목의 총 수가 과학 교과목 내에서의 심화(Ⅱ) 과목의 비율과 과목 다양성에 어느 정도 영향을 줄 수 있다고 가정하여 그러한 회귀 경로 역시 설정하였으며, 심화(Ⅱ) 과목의 비율과 과목 다양성이 서로 연관이 있을 수 있으므로 공분산을 설정하였다.

각 모델의 적합 결과 비교를 위하여 χ^2/df , NFI, RFI, IFI, TLI, CFI, RMSEA, SRMR, AIC를 종합적으로 활용하였다. 데이터 클리닝 및 기술통계 산출을 위하여 STATA 16을 사용하였으며 잠재 성장 모형의 구성과 적합을 위하여 SPSS AMOS 21을 사용하였다. 적합 방법은 최대가능도 추정(maximum

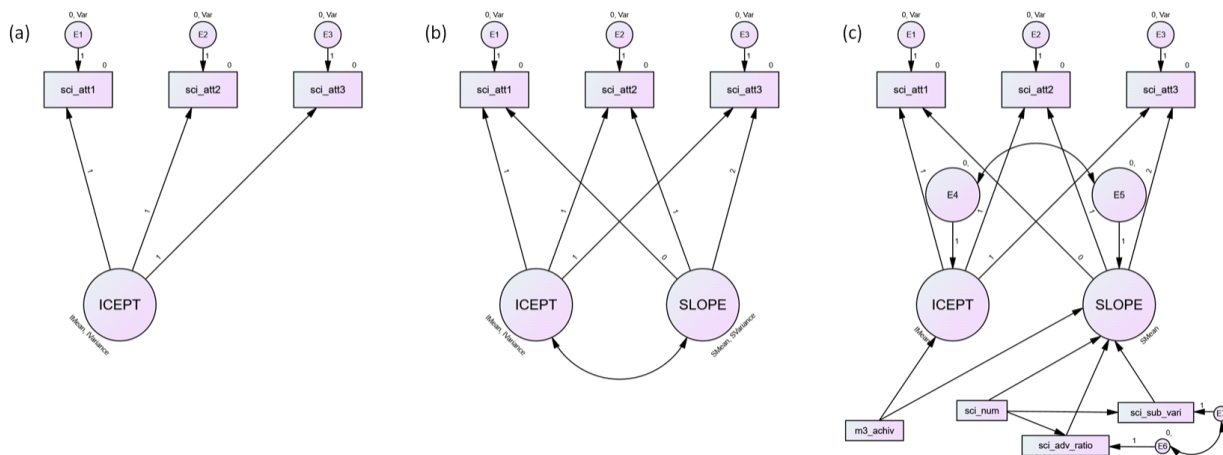


Figure 1. No growth model (a), unconditional latent growth model (b), and conditional latent growth model (c) of high school students' attitude towards science

likelihood estimation)을 사용하였으며, 조건 성장 모형에서 이수 과학 과목의 수의 효과 크기에 대한 유의성은 2,000번의 최대가능도 기반 부트스트랩(bootstrap)을 통하여 95% 유의수준에서 검정하였다.

III. 연구 결과

1. 무성장 모형과 성장 모형 적합 결과 비교

본 연구에서 설정한 모형들의 적합 결과, 적합 지수 들은(fit indices) Table 3과 같이 나타났다. 무성장 모형의 경우(Figure 1-(a)) χ^2/df 가 3 이상이며 $p < .01$ 로 나타나 모형이 데이터의 분산을 잘 설명한다는 영가설을 기각하였다. 물론 이러한 기준은 관측 수가 많을 때에는 과도하게 엄격한 기준이 될 수 있는 것이 사실이지만, 무조건 성장 모형의 경우에는(Figure 2-(b)) χ^2/df 가 1 이하로 나타나 영가설을 기각하지 않았다는 점에서 후자가 더 나은 모형임을 알 수 있다. NFI, RFI, IFI, TLI, CFI 등은 .9 이상으로서 1에 가까운 수치를 보여줄수록 모형이 데이터를 잘 설명하는 것으로 여겨진다. 무성장 모형 또한 이러한 기준에 근접하거나 이를 상회하였지만, 무조건 성장 모형이 이러한 지수들에서 더 나은 수치를 보여주었다 (IFI와 TLI 등의 수치는 모형의 적합도가 매우 높을 경우 1 이상의 수치가 나오기도 한다). RMSEA와 SRMR 은 각각 0.05 이하와 0.08 이하로서 작은 수치일수록 더 나은 모형으로 여겨진다. 무성장 모형의 경우 RMSEA가 .079로서 다소 높았고, 양자 모두에서 무조건 성장 모형이 더 나은 적합도를 보여주었다. 특히 AIC는 모수(parameter)의 개수에 대한 일종의 벌점을 부과하면서 모형이 데이터를 잘 설명해내는지에 대한 가능성을 보여주는바, 인접한(nested) 모형을 비교

할 수 있는 준거를 제공한다. 그런데 무조건 성장 모형의 AIC가(12.126) 무성장 모형에 비하여(24.884) 10 이상 작았으므로, 전자가 후자에 비하여 확연하게 더 나은 모델이며 전자를 택해야 함을 알 수 있다(Burnham & Anderson, 2004). 곧, 여러 적합 지수에 의한 모델 간 비교는 이과 고등학생의 과학에 대한 태도가 학년이 올라감에 따라 성장한다는 점을 보여준다.

무조건 성장 모형의 적합 결과를 보다 자세하게 나타내자면 Table 4와 같다. 초기치 및 변화량의 평균, 분산, 그리고 공분산 모두가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($p < .05$ 또는 그 이하). 곧, 이과 고등학생들은 평균적으로 3.440점의 과학에 대한 태도 점수를 초기치로 지니되, 이러한 초기치의 분산이 .430으로 나타났다. 또한 학생들이 한 학년씩 진급함에 따라 .072의 기울기로 과학에 대한 태도 점수가 증가하되, 이러한 변화량의 분산이 .044로 나타났다. 한편 이러한 초기치와 변화량의 공분산은 -.053으로서 부적(-) 유의미하였는데, 이는 과학에 대한 태도 점수 초기치가 높은 학생일수록 학년이 올라감에 따른 변화량은 줄어든다는 것이다. 여기서 초기치 및 변화량의 분산이 유의미하였다는 것은 학생 개인별로 가지고 있는 과학에 대한 태도의 초기 점수와 그 변화량이 다르다는 것을 의미한다. 고등학교 1학년 때 과학에 대한 태도 점수가 학생별로 다른 것은 자연스럽지만, 학년이 지남에 따라 과학에 대한 태도가 성장하는 정도(변화량)가 학생별로 다르다는 점은 이러한 개인별 차이가 어디서 발생하였는지를 확인하기 위하여 추가적인 통제 조건들을 투입한 조건 성장 모형의 적합 결과를 확인할 필요성을 제시한다. 본 연구의 경우에는 조건 성장 모형을 통해 학생이 고등학교 2-3학년 때 이수한 과학 선택 과목 관련 변수들이 과학에 대한 태도의 성장(변화량)을 증가시키는지 살펴보게 될 것이다.

Table 3. Model fit indices according to constraint (N = 343)

모형	χ^2/df	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA	SRMR	AIC
무성장 모형	18.884/6 = 3.147 **	.933	.966	.953	.977	.954	.079	.0302	24.884
무조건 성장 모형	.126/3 = .042	1.000	1.000	1.010	1.010	1.000	.000	.0028	12.126
조건 성장 모형	16.042/13 = 1.234	.982	.970	.996	.994	.996	.026	.0531	60.042
수용 기준 (Lee & Noh, 2013; Woo, 2012; Hu & Bentler, 1998)	< 2 ; $p > .05$	> .9	> .9	> .9	> .9	> .9	< .05	< .08	작을수록 뛰어남

** $p < .01$

Table 4. Estimates (s.e.) in the unconditional growth model ($N = 343$)

	평균	분산	공분산
초기치(절편)	3.440 (.044) ***	.430 (.053) ***	-.053 (.023) *
변화량(기울기)	.072 (.023) **	.044 (.017) **	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

2. 조건 성장 모형 적합 결과

본 연구에서 설정한 조건 성장 모형의 적합 결과 역시 Table 3에 제시되어 있다. 조건 성장 모형에서는 χ^2/df 가 1.234로 2 이하로서 1에 가까운 수치를 보여주었으며, 영가설을 기각하지 않았다($p > .05$). 또한 NFI, RFI, IFI, TLI, CFI가 모두 .9 이상이며 1에 가까운 것으로 나타나 훌륭한 적합도를 보여주었다. RMSEA는 .026으로 .05보다 낮았으며, SRMR 또한 .0531로 .08보다 낮아 뛰어난 적합도를 보여주었다. 곧, 본 연구의 조건 성장 모형은 매우 뛰어난 적합도를 지닌 모델로서 그 적합 결과를 받아들일 수 있다.

조건 성장 모형의 적합 결과를 보다 자세하게 나타내자면 Table 5와 같다. 중학교 3학년 때의 성취도 백분위는 고등학생의 과학에 대한 태도 초기치에 유의미한 효과를 보였다($\beta = .292, p < .001$). 하지만 이

는 학생의 과학에 대한 태도 변화량에 유의미한 효과를 보이지는 않았다($\beta = -.103, p > .05$). 이과 고등학생의 학년에 따른 과학에 대한 태도 성장(변화량)에 유의미한 효과를 보인 것은 고등학교 2-3학년 때에 이수한 과학 심화(Ⅱ) 과목 비율($\beta = .240, p < .05$)과 과목 다양성($\beta = .365, p < .05$)이었다. 이수 과학 선택 과목 수는 과학에 대한 태도 성장에 유의미한 직접 효과를 보이지는 않았으나, 그것이 심화(Ⅱ) 과목 비율과 과목 다양성을 매개로 하여 과학에 대한 태도로 향하는 경로를 고려한 간접 효과를 더할 때, 유의미한 전체 효과를 보였다($\beta = .362, p < .001$). 한편으로 고등학생의 과학에 대한 태도의 초기치와 변화량 사이에는 부적인(-) 공분산이 여전히 존재하였으며($cov = -.057, p < .05$) 심화(Ⅱ) 과목 비율과 과목 다양성 사이에서 부적인(-) 공분산이 존재하였다($cov = -.047, p < .001$).

Table 5. Estimates in the conditional growth model ($N = 343$)

결과 변수 ← 원인 변수	비표준화 계수 (β)	표준오차 (s.e.)	표준화 계수 (β)
경로 계수			
과학에 대한 태도 초기치(절편) ←			
중3 성취도 백분위	.008 ***	.002	.292
과학에 대한 태도 변화량(기울기) ←			
중3 성취도 백분위	-.001	.001	-.103
심화(Ⅱ) 과목 비율	.332 *	.164	.240
과목 다양성	.109 *	.049	.365
과학 선택 과목 수 (직접 효과)	-.001	.030	-.008
과학 선택 과목 수 (간접 효과) †	.062	.036	.370
과학 선택 과목 수 (전체 효과) †	.061 **	.015	.362
심화(Ⅱ) 과목 비율 ←			
과학 선택 과목 수	.050 ***	.006	.411
과목 다양성 ←			
과학 선택 과목 수	.419 ***	.020	.743
공분산			
초기치 분산 ↔ 변화량 분산	-.057 *		
심화(Ⅱ) 과목 비율 분산 ↔ 과목 다양성 분산	-.047 ***		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

† 부트스트래핑(bootstrapping)으로 표준오차 계산 및 유의성 검정

Ⅳ. 논의 및 제언

본 연구는 잠재 성장 모형에 기반하여 우리나라 이과 고등학생의 과학에 대한 태도 점수가 학년이 올라감에 따라 성장했다는 점을 보였다. 여기서 중학교 3학년 때의 학업 성취도 백분위가 고등학생의 과학에 대한 태도 초기치(1학년 시기)에는 유의미한 영향을 미쳤으나 고등학교 2, 3학년 시기로의 변화량(성장)에는 그렇지 않았으므로, 과학에 대한 태도 변화량에 관하여는 학생들이 고등학교 진학 이후 경험한 과학 교육과정의 효과가 어느 정도 판별되었다고 할 수 있다. 즉, 중학교 때 뛰어난 성취를 보였던 학생이든 그렇지 않은 학생이든 고등학교 시기 동안의 과학교육을 통해 과학에 대한 태도를 함양할 수 있었던 것이다. 특히 조건 성장 모형에서는 고등학교 2-3학년 시기에 이수한 과학 선택 과목들이 이과 고등학생의 과학에 대한 태도 점수의 성장에 유의미한 영향을 미치는 요인이었음을 밝혀내었다.

첫 번째 연구 문제와 관련하여, 우리나라 이과 고등학생의 과학적 태도는 시간이 지남에 따라 성장함을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과의 본질을 재고하자면, 국가 수준에서 구성되어 학교 수준에서 실행된 과학 교육과정이 학생들의 마음 안에 있는 교육적 구인의 지속적인 성장에 효과적임을 보인 것이다. 종래의 과학 교육과정이 과도하게 지식 중심적이어서 학생의 흥미를 이끌어내지 못했다거나, 또는 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 교과 지식의 구조가 견고한 것이 문제가 될 수 있다는 상투적인 비판과는 달리, 기존의 과학과 교육과정이 이과 학생의 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있다. 비록 본 연구의 표본이 우리나라 일반계 이과 고등학생들에 한정되었으나, 이러한 결과는 잠재 성장 모형 분석 결과 미국에서 과학에 대한 중고등학생들의 태도가 학년이 올라감에 따라 감소하였다는 보고와는 상반된다(George, 2000). 곧, 제7차 교육과정에서 수립된 우리나라의 과학 선택과목 체제가 비록 완전히 자유로운 학생의 과목 선택을 의미하는 것은 아니었다 할지라도, 학교에서 제공되는 일말의 자율적인 과목 선택권에 따라 편성·운영되어 바람직한 결과를 낳아온 면이 있다고 하겠다.

두 번째 연구 문제와 관련하여, 우리나라 이과 고등학생의 과학적 태도는 과학 선택 과목의 수, 심화(Ⅱ) 과목의 비율, 과목 다양성에 의하여 더욱 성장하는 것으로 나타났다. 그런데 여기서 과학 선택 과목의 수는 유의미한 전체 효과를 지녔으나 유의미하지 않은 직접 효과나 간접 효과를 지녔으므로(Table 5), 단순히 학생들이 과학 선택 과목을 많이 이수하는 것이 바람

직하다는 논의에 그치는 것은 큰 의미가 없을 것이다. 결국 본 연구에서 집중하여야 할 논의점은 다음과 같다고 할 수 있다. (1) 본 연구는 제7차 교육과정 이후 자리 잡았듯 교과 지식의 구조가 유지된 선택 과목들을 전제하고 있었음에 유의할 필요가 있다. 이와 함께 본 연구에서는 (2) 심화도와 (3) 다양성이라는 차원이 개별적으로 고려될 수 있다고 보았다. 이러한 3가지 측면 각각에서 기존의 과학 선택 과목 체제가 어느 정도 긍정적인 면이 있었다는 점이 본 연구의 결과라고 할 수 있을 것이다. 이렇듯 기존에 실행된 교육과정의 효과를 살펴본 일은 향후의 계획된 교육과정의 방향을 탐색하는 데 활용될 때 보다 실질적인 기여를 할 수 있을 것이다. 이에 앞으로 더욱 학생의 선택권을 중시할 2022 개정 교육과정 개발 추진 방향 및 교학점제 도입의 맥락을 고려하여(MOE, 2021), 본 연구가 향후 과학과 선택 과목을 구성하는 데 있어서 갖는 함의를 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 고등학생들이 이수한 과학 선택 과목의 수가 늘어날수록 학생의 과학에 대한 태도가 성장하였으므로(Table 5), 많은 수의 과학 선택 과목을 개발하여 학생들이 이를 이수할 수 있도록 하는 일이 필요하다고 할 수 있다. 그런 면에서, 11개의 선택 과목이 존재하였던 2015 개정 과학과 교육과정에 비하여 2022 개정 과학과 교육과정 시안(Shin, 2021)에서 ‘일반선택’, ‘융합선택’, ‘진로선택’이라는 범주를 따라 총 16개의 선택 과목들이 개발되고 있는 상황을 긍정적으로 받아들일 수 있다. 다만 과학 선택 과목의 수 자체는 본 연구의 결과에서도 직접 및 간접 효과가 아닌 전체 효과만을 보였으므로 학생이 어떤 방식으로 선택 과목을 이수하는 것이 바람직한지에 대하여 구체적인 함의는 제공하지 않는 면이 있으며, 학생들이 실제 이수하게 되는 과학 선택 과목의 수는 제한적일 수 있다는 점에 유의하여야 한다.

한편 본 연구의 결과는 제7차 교육과정 시기에서처럼 선택 과목에서 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 교과 지식의 구조가 유지되고 있을 때에도 학생이 더 많은 과학 선택 과목을 이수할수록 그것이 학생의 과학에 대한 태도의 성장에 유의미한 영향을 미칠 수 있음을 보였다는 점에 주목할 필요가 있다(Table 5). 이는 2022 개정 과학 교육과정의 ‘일반선택’ 과목에 대한 함의를 제공할 수 있다. 곧, 가장 토대적인 교과 지식의 구조를 반영한 과목을 2022 개정 과학 교육과정에서도 유지할 필요가 있는 것이다. 고교학점제 하에서 대다수의 학생들이 선택하는 것은 ‘일반선택’ 과목들이 될 것이라는 예상과 함께 학생들이 수능에서도 ‘일반선택’ 과목들에 안정적으로 응시할 수 있을 것이라는 점을 고려한다면, 그러한 토대적인 과목들은

‘일반선택’ 계열 내에 개설되어야 할 것이다. 그런 면에서, 2022 개정 교육과정에서 마치 제5차 교육과정에서와 유사하게 ‘물리학’, ‘화학’, ‘생명과학’, ‘지구과학’이라는 4개 과목들을 ‘일반선택’ 계열 안에 개설하는 현 방향을(Shin, 2021) 바람직하게 받아들일 수 있다. 이 때, 각 과목의 필수적인 빅 아이디어들이 ‘융합선택’ 또는 ‘진로선택’ 이전에 ‘일반선택’ 계열 안에 모두 포함되도록 만전을 기울여야 한다. 이는 학생들이 21세기 사회를 살아가는 데 필수적인 과학적 소양과 역량의 토대가 되는 교과 지식을 안정적으로 제공할 수 있는 방안이다.

둘째, 본 연구의 결과 이수한 선택 과목의 수(양)를 통제하였을 때에도 과목 다양성이 학생들의 과학에 대한 태도의 성장에 유의미한 효과가 있었다(Table 5). 이는 하나의 선택 과목 안에서 물리/화학/생물/지구과학이라는 분과 내용 지식을 다양하게 다루어도 이를 이수한 학생들의 과학에 대한 태도가 성장할 것이라고 기대할 수 있음을 의미한다. 이는 2022 개정 과학과 교육과정의 ‘융합선택’ 과목에 대한 함의를 지니는 것으로 이해할 수 있다. 과학 교과와 비교될 수 있는 사회 교과의 경우 국가 교육과정 개정 때마다 과목명을 변경할 뿐 아니라 일반사회/역사/지리/윤리 등의 교과목들이 이합집산한 선택 과목들을 지속적으로 개발하여 다양성과 새로움을 추구하여 왔다. 반면 과학과의 경우 2009 개정 교육과정의 융합형 과학 및 2015 개정 교육과정의 통합형 과학 외에는 통합형 교과가 거의 개발되지 않았고, 이는 선택 과목이라기보다 공통 교과의 성격으로 운영되었다. 이에 비추어 볼 때, 통합적인 성격을 지닌 과학 선택 교과의 개발을 충분히 고려해볼 수 있다. 2009 개정 및 2015 개정 교육과정의 통합형 교과 실행 경험은 향후 다양한 통합형 선택 과목들이 개발 및 적용된다고 하여도 학교 현장에서 이에 충분히 적응할 수 있는 기반이 될 것이다. 더욱이, 이러한 통합형 교과의 구성은 단일 분과학문 지식만으로는 해결하기 어려운 보다 복잡하고 실제적인 문제를 해결할 수 있는 다각적 접근을 가능하게 하므로 21세기를 살아가기 위해 반드시 필요한 과학적 소양 또는 핵심 역량을 기르는 데 실제적인 영향을 줄 개연성이 높고, 역량기반 교육과정을 향한 국내외적 추세와 총론적 이념과도 잘 맞물린다(So, 2017; cf. OECD, 2019; MOE, 2021). 곧, 물리, 화학, 생물, 지구과학의 빅 아이디어를 중심으로 한 통합형 선택 교과를 개발하여 ‘융합선택’ 교과로 배치하는 방향을 고려해볼 필요가 있는 것이다(cf. Kwak, 2021). 그런 면에서, 2022 개정 과학과 교육과정 시안에서(Shin, 2021) ‘융합선택’ 과목 범주가 존재하기는 하나 간학문적 빅 아이디어를 중심으로 하는 개념

적 통합보다는 과학사나 기후위기, 인공지능 등의 주제를 중심으로 통합이 이루어지고 있는 것으로 보인다. 점에서 다소 아쉬운 점이 있다. 앞으로 물리-화학, 화학-생물, 생물-지구과학, 지구과학-물리 등의 융합적인 성격을 지닌 과목들을 개발하는 일을 고려해볼 만하다.

셋째, 본 연구의 결과 이과 고등학생들은 심화된 수준의 과학 선택 과목을 이수할 때 과학에 대한 태도가 성장하는 것으로 나타났다(Table 5). 곧, 고등학생들이 심화된 수준의 과학 선택 과목을 이수할 수 있도록 하는 가능성을 보장해야 한다. 이는 2022 개정 과학과 교육과정의 ‘진로선택’ 과목에 대한 함의를 제공하는 것으로 이해할 수 있다. 기존과 같은 심화(Ⅱ) 선택 과목은 2022 개정 과학과 교육과정의 개발 현황이나(Shin, 2021) 2018학년도와 같은 수능 체제의 변화로 인한 변동성을 고려할 때 더 이상 운영되기 어려운 상황이다. 또한 2025년부터 전면 시행될 예정인 고교학점제 하에서는 정말로 자신의 진로를 이공계열 전문가로서 결정한 학생들이 ‘진로선택’ 과학 과목들을 선택할 것이라는 예상을 해볼 수 있다(MOE, 2021). 이 경우에는 과학적 소양을 지닌 일반 시민을 길러내는 일도 중요하지만 그보다 더 전문적인 일을 하게 될 미래의 과학자를 길러내는 일 또한 과학 교육과정의 목표 중 하나라는 점을 고려해야 한다. 상기한 바와 같이 과학 교과의 토대적인 빅 아이디어는 ‘일반선택’ 교과에 포함되도록 하되, ‘진로선택’ 교과에서는 영재학교, 과학고등학교, 과학중점학교 학생들이 선택할 만큼 차별화된 심화성과 엄격성(rigor)을 추구하는 일을 고려해볼 수 있을 것이다(cf. Shin, 2021).

요약하자면, 본 연구의 결과는 제7차 교육과정 이후 유지되어 온 기존 과학 선택 과목 체제의 성과를 정리하는 시점에서 현재 개발되고 있는 2022 개정 과학과 교육과정의 ‘일반선택’, ‘융합선택’, ‘진로선택’ 체제를 대체로 지지하며, 새로운 체제가 적어도 학생의 과학에 대한 태도 면에서 어느 정도 긍정적인 결과를 이끌어낼 수 있으리라는 예상을 가능하게 한다. 다만 ‘융합선택’에서 소재 중심이 아닌 개념 중심의 간학문적 통합이 이루어진 과목의 개발이 필요할 수 있다는 점을 다시 제안한다.

본 연구는 일말의 한계 안에서 이루어졌다. 먼저, 본 연구의 결과는 전통적인 물리/화학/생물/지구과학의 4개 교과 구분에 기반하고 있다. 그러므로, 교과간의 경계를 완전히 허무는 형태의 통합형 교과나, 2015 개정 교육과정에서 도입되었던 바 있고 “역량함양 과학과 교육과정 재구조화 연구”에서 고려되고 있는 과학사 관련 교과나, 갈수록 그 요구가 증대되고 있는 기후변화 또는 인공지능 관련 교과에 대하여는

(Shin, 2021; MOE, 2021) 직접적으로 암시하는 바가 없다. 그러한 새로운 형태의 교과들은 ‘융합선택’ 계열 내에서 개설될 가능성이 높은 바(Shin, 2021), 해당 교과들의 구성 방안에 대한 연구가 여전히 요구된다고 하겠다.

본 연구의 결과 고등학생의 과학에 대한 태도 성장에는 과학 선택 과목 중 심화(Ⅱ) 과목의 비율과 교과 다양성이 유의미한 효과를 보였으므로(Table 5), 향후 과학 교육과정에서의 선택 과목 역시 심화도와 다양성이라는 두 방향을 고려하며 구성 및 개발되어야 할 것이다. 다만 본 연구의 결과 고등학생들의 과학 과목 선택에서 심화도와 다양성 사이에서 부적인 공분산이 존재하였다(Table 5). 곧, 과학 선택 과목들이 학교 현장에서 운영 및 실행될 때 학생들이 심화 과목들을 다양하게 선택하기를 기대하기는 현실적으로 어려울 수 있다. 그러나 본 연구의 결과가 학생들에게 먼저 다양한 과학 교과(물리/화학/생물/지구과학)를 접하게 하고 이후에 심화된 과목을 이수하게 하는 것이 더 나은지, 혹은 그 반대인지에 대한 답을 제공하지는 않는다.

본 연구에서 분석한 자료가 제7차 교육과정이 적용되던 과거의 것이라는 점 역시 본 연구의 한계점에 해당할 수 있다. 2000년대 초반의 우리나라 사회문화적 상황과 2020년대에 들어선 오늘의 그것은 사뭇 다를 수 있고, 그 안에서 실행되는 과학 교육과정을 접한 학생들의 반응 또한 달라질 수 있다고 하는 것이 당연하다. 다만, 이에 관하여는 제7차 교육과정 시기가 오늘날과 유사하게 고등학교 2-3학년 학생들이 학습하는 물리Ⅰ·Ⅱ, 화학Ⅰ·Ⅱ, 생물Ⅰ·Ⅱ, 지구과학Ⅰ·Ⅱ 선택 과목 체제가 성립한 때로서 이후의 2009 및 2015 개정 교육과정 시기 과학 선택 과목 체제와 밀접한 연관이 있다는 점을 다시 한 번 언급하고자 한다. 우리나라 과학 교육과정에서 중요한 내용 요소들은 국가 교육과정 개정에도 불구하고 대체로 유지되어 온 면이 크며(Leem & Kim, 2013), Ⅰ·Ⅱ 선택 과목의 성격과 그들 간의 위계성 또한 2022 개정 교육과정의 개발 직전까지 대체로 유지되어 왔다고 할 것이다. 그러므로 본 연구의 결과는 현재 시점까지의 과학 교육과정의 실행 효과에 대한 일말의 정보를 제공하며, 앞으로 2022 개정 교육과정 및 그 이후의 우리나라 국가 교육과정에서 선택 과목 체제를 정비하기 위한 정리 작업의 일환으로서 갖는 함의가 없지 않다고 하겠다.

이와 관련하여, 본 연구가 지니는 방법론적 함의로써 논의를 마무리하고자 한다. 연구 자료의 기간 문제는 국내에서 조사 및 보고되는 패널 데이터에서 과학 교과와 관련된 변수들을 포함하는 경우가 KEEP 외에 매우 드물다는 점에서 기인한 면이 있다. 국내 연구기

관에서 작성하는 패널 데이터에는 국어, 영어, 수학 교과에 대한 변수들만이 포함되는 경우가 절대 다수이며, 해당 변수들에 대한 분석을 통한 다양한 연구 논문들이 교육평가 및 교육통계 분야의 연구자들에 의하여 다수 보고되는 현실이다. 향후에는 국내 교육 관련 패널 조사에서 과학 교과 관련 변수들이 포함되도록 하는 과학교육계의 노력 또한 필요하다고 하겠다.

패널 자료의 활용과 무관하지 않게, 본 연구의 결과는 지금까지 국내에서 이루어진 과학교육 연구가 3개 이상 시점에서의 종단적인 자료를 활용한 경우가 많지 않았음을 상기하게 한다. 사전-사후 검사라는 2개 시점에서의 측정을 틀로 하는 준실험설계 연구가 특정한 교수학습 방법 및 프로그램의 효과를 밝혀내는데 주요한 방법으로서 과학교육 연구의 주류를 구성하는 것이 사실이나, 그러한 연구들은 그만큼 교실 단위에서 맥락의존적인 면이 크므로 보다 일반적이고 정책적인 함의를 제공하는 데는 한계가 있을 수 있다. 그런 면에서, 본 연구의 결과는 잠재 성장 모형을 비롯한 보다 다양한 연구 방법이 과학교육계에서 유용하게 활용될 수 있음을 시사한다. 예컨대, 본 연구의 결과 우리나라 이공계 고등학생의 과학에 대한 태도 점수가 성장한 것으로 나타났으나, 일부 선행 연구에서는 학기가 지남에 따라 고등학생들의 과학 학습 동기가 감소하는 현상을 보고하여(Shin *et al.*, 2018) 서로 상반되는 면이 없지 않다. 대규모 종단 자료와 보다 정교한 통계 방법론에 기반하여, 2022 개정 교육과정을 비롯한 향후 우리나라 교육 상황에서 학생들의 과학에 대한 정의적 영역의 변화 추이가 어떠한지를 다시금 살펴볼 필요가 있으며, 이 때 고교학점제 하에서 과학 선택 과목이 어떠한 영향을 미치는지 역시 주요 변수로 다루어져야 할 필요가 있다.

위에서 논의된 사항들이 두루 고려되어, 2022 개정 과학과 교육과정이 제공하는 선택 과목 편제가 고교학점제 하에서 학생들의 선택권을 보장하면서도 바람직한 교육 결과를 이끌어낼 수 있게 되기를 기대한다.

국 문 요 약

한국교육고용패널 2004-2007년 자료 중 343명의 이과 고등학생 조사 데이터를 활용하여 과학에 대한 태도에 대한 잠재 성장 모형을 적합하였다. 모형 적합 결과, 과학에 대한 태도의 무성장 모형보다 성장 모형이 더 나은 것으로 나타났다. 통제 변수가 없는 무조건 성장모형에서 과학에 대한 태도의 초기치와 변화량의 분산이 유의미하였으므로, 여기에 학생 개인 수준에서 이수한 과학 선택 과목의 수,

심화(Ⅱ) 과목의 비율, 교과 다양성, 그리고 중학교 3학년 때의 성적 백분위를 통제 변수로 투입하였다. 이러한 조건 성장모형에서 중학교 3학년 때의 성적 백분위는 과학에 대한 태도 초기치에 정적으로(+) 유의미한 직접 효과가 있었고, 과학 심화 과목의 비율과 교과 다양성이 과학에 대한 태도 변화량에 정적으로(+) 유의미한 직접 효과가 있었다. 연구 결과에 기반하여, 2022 개정 과학과 교육과정이고교학점제를 대비하여 ‘일반선택’ 계열에서는 교과 지식의 구조를 견지한 물리, 화학, 생물, 지구과학 교과를 제시하고, ‘융합선택’ 계열에서는 해당 교과들의 구조가 어느 정도 유지된 통합형 교과를 개발하며, ‘진로선택’ 계열에서는 차별화된 심화성과 엄격성을 지닌 교과를 제공하는 방향을 제안하고 지지하였다.

주제어: 과학 선택 과목, 과학에 대한 태도, 잠재 성장 모형, 고교학점제, 2022 개정 교육과정

References

- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods & Research, 33*(2), 261-304.
- Chon, K. H., & Kim, J. Y. (2017). An analysis on the academic achievement trends based on the college admission types using latent growth models. *CNU Journal of Educational Studies, 38*(1), 243-263.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education, 1*(1), 1-41.
- Geroge, R. (2000). Measuring change in students' attitudes toward science over time: an application of latent variable growth modeling. *Journal of Science Education and Technology, 9*(3), 213-225.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods, 3*(4), 424-453.
- Jo, K. -h., Choi, J., & Cho, H. S. (2012). High school students' opinions on choosing their academic track and elective courses for science and mathematics. *Journal of Research in Curriculum Instruction, 16*(3), 839-857.
- Kim, H., Bae, S., & Park, J. (2017). Analysis of the causes of decrease in the number of students taking Chemistry I in the CSAT by analyzing Chemistry I question in the CSAT and the recognition survey of students and teachers. *Journal of the Korean Chemical Society, 61*(6), 378-387.
- Kim, S. (2014). An analysis of general education high school students' English achievement. *Journal of Research in Curriculum Instruction, 18*(4), 1261-1280.
- Kim, Y., & Kwak, Y. (2021). Research on reconstruction of Earth Science elective courses. *Journal of Korean Society of Earth Science Education, 13*(1), 40-52.
- Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4th ed.). New York, NY: Guilford publications.
- Ministry of Education [MOE]. (1997). *Science curricular*. Seoul: Author.
- Ministry of Education, Science, and Technology [MEST]. (2010). *Press release for the grading result of College Scholastic Ability Test for 2011*. Seoul: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *Science curricular*. Sejong: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2018a). *Press release for 「The college entrance policy forum for discussing subject structure and coverage of the College Scholastic Ability Test for 2022」*. Sejong: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2018b). *Press release for 「The announcement of plans for revising college entrance policy for 2022 and directions for reforming high school education」*. Sejong: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2020). *Press release for the grading result of College Scholastic Ability Test for 2021*. Sejong: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2021). *Plans for proceeding future curriculum with peoples*. Sejong: Author.
- Kwak, Y. (2021). Ways to restructure science convergence elective courses in preparation

- for the high school credit system and the 2022 Revised Curriculum. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 14(2), 112-122.
- Lee, G.-G., & Hong, H.-G. (2018). Educational data mining regarding selection of advanced science subject in CSAT: Using the KEEP 2005-2009 data. *Journal of Vocational Education & Training*, 21(3), 191-224.
- Lee, H. (2010). The longitudinal study on academic achievement of mathematic and scientific subject. *Journal of Science Education*, 34(1), 1-11.
- Lee, H., & Chung, H. (2020). The longitudinal relationship among reading activity, career maturity, and self-directed learning in adolescents using multivariate latent growth modeling. *Secondary Education Research*, 68(2), 389-412.
- Lee, H., & Noh, S. (2013). *Advanced Statistical Analysis* (2nd ed.). Goyang: Moonwoo.
- Lee, I., Kwak, Y. (2021). Ways to restructure science elective courses in preparation for the high school credit system and the 2022 Revised Curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 41(2), 145-154.
- Lee, I., Kwak, Y., & Cho, H. (2019). A survey research on science and engineering college students' perception on completing prerequisite science courses in high school. *Journal of Science Education*, 43(2), 195-206.
- Lee, S. H., & Choi, H. (2013). What makes students select Physics I on the College Scholastic Ability Test? *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 16(1), 231-251.
- Leem, Y. W., & Kim, Y.-S. (2013). A historical study on the Korean science curriculum for the elementary and secondary schools. *Biology Education*, 41(3), 483-503.
- Meredith, W., & Tisak, J. (1990). Latent curve analysis. *Psychometrika*, 55(1), 107-122.
- Oh, P. S., & Han, M. (2021). A review of the history of and recent trends on emotion research in science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 41(2), 103-114.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2019). *OECD future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030*. Paris, France: Author.
- Shin, M.-J., & Song, B.-H. (2008). Different perceptions of students and teachers to the elective subject-oriented science education system. *Secondary Education Research*, 56(2), 465-490.
- Shin, S., Rachmatullah, A., Ha, M., & Lee, J.-K. (2018). A longitudinal trajectory of science learning motivation in Korean high school students. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 674-687.
- Shin, Y. (2021). *The process of competence-fostering science curricular restructuring and ways of elementary-secondary science curricular content*. in Proceedings of the Public Hearing for Competence-fostering Science Curricular Restructuring Research.
- So, K. (2017). *Understanding Curriculum*. Paju: Kyoyookbook.
- White, J. (2011). *The invention of the secondary curriculum*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Woo, J. (2012). *The concept and understanding of structural equation model*. Seoul: Hannarae.
- Yeo, S., & Park, S. (2012). An application of latent growth modeling: Use of curriculum-based measurement as longitudinal data. *Asian Journal of Education*, 13(4), 247-273.
- Yoo, M., & Shin, D. (2013). Trends in high school students' selection of science subjects: Focusing on Earth Science. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 17(2), 595-618.

저 자 정 보

이 경 건 (서울대학교 대학원생)

홍 훈 기 (서울대학교 교수)