

시·도교육청에 의한 일반계고 학업성취도의 동태적 변화 예측에 관한 탐색적 연구: 시스템 다이내믹스의 적용

하정윤
순천제일대학교 유아교육과

A Exploratory Study on the Impact of Metropolitan and Provincial Offices of Education on Dynamic Change of Academic Achievement in General High School: Applying System Dynamics

Jung-Youn Ha
Division of Early Childhood Education, Suncheon Jeil College

요 약 본 연구의 목적은 단위학교 학업성취도에 영향을 주는 시·도교육청의 변인을 확인하고, 시·도교육청 지원에 따라 학업성취도가 동태적으로 어떻게 변화하는지 예측하는 것이다. 이를 위해 16개 시·도교육청 총 606개 일반계고의 국가 수준학업성취도(국어·영어·수학 교과의 보통학력 이상 도달 비율) 결과를 다층모형과 시스템 다이내믹스를 활용하여 분석하였다. 분석 결과, 시·도교육청 수준의 지방교육재정 효율화 노력과 교원행정업무 경감 노력, 교원연수 활성화 노력이 단위학교 학업성취도에 영향을 미치는 시·도교육청 변인으로 확인되었다. 또한 정책 실험을 통해 단위학교 학업성취도의 동태적 변화를 예측한 결과, 교원연수 활성화 노력이 단위학교 학업성취도의 가장 큰 영향 요인으로 확인되었고, 지방교육재정 효율화 노력, 교원 행정업무 경감 노력 순이었다. 단위학교 학업성취도의 향상을 위해 시·도교육청의 기능은 교육 책무성에 기반을 두어야 하며 중장기적인 관점에서 보다 강화된 정책을 수립·운영할 필요가 있다.

Abstract The purpose of this study is to identify the variables of metropolitan and provincial offices of education that affect the academic achievement of unit schools, and to predict how academic achievements dynamically change with the support of offices of education. The results of academic achievement of 606 general high schools in 16 metropolitan and provincial offices of education(rates of attaining more than normal education in Korean, English, and mathematics subjects) were analyzed using a multi-level model and system dynamics. As a result of the analysis, it was confirmed that the provincial and provincial offices of education's efforts to increase the efficiency of local education finance, the efforts to reduce teacher administration, and the facilitation of faculty training were the variables of the provincial and provincial offices of education. In addition, through policy experiments, efforts to revitalize teacher training were the most influential factors in academic achievement of unit schools, followed by efforts to streamline local education finances and to reduce the administrative work of teachers. In order to improve the academic achievement of unit schools, the functions of the metropolitan and provincial offices of education should be strengthened based on the education accountability, and policies need to be established in the mid- to long-term perspective.

Keywords : Metropolitan and Provincial Offices of Education, General High School, Academic Achievement, Dynamic Change, System Dynamics

이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A8021561), This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2017S1A5A8021561)

*Corresponding Author : Jung-Youn Ha(Suncheon Jeil College)

email: hajy9615@suncheon.ac.kr

Received June 19, 2020

Revised July 8, 2020

Accepted September 4, 2020

Published September 30, 2020

1. 서론

시·도마다 지역 여건에 따라 교육정책을 수립, 운영할 수 있는 교육청의 재량권이 확대되면서 단위학교에 미치는 영향력이 커지고 있다. 시·도교육청이 단위학교에 영향을 줄 수 있다는 주장[1]과 함께 교육책무성을 확인할 수 있는 지표인 학업성취도가 지역에 따라 차이가 있다고 밝힌 연구들이 꾸준히 발표되면서[2-6] 단위학교 학업성취도에 영향을 미치는 시·도교육청의 영향 요인을 확인할 필요가 있다. 본 연구는 시·도교육청에 따라 지방 교육의 질이 달라지고 단위학교의 학업성취도 차이로 귀결될 수 있다는 인식에 따라 시·도교육청이 단위학교의 학업성취도에 미치는 영향을 규명하고, 그 변화가 동태적으로 어떻게 나타나는지 밝히고자 한 탐색적 연구이다.

본 연구의 첫 번째 연구문제는 학업성취도에 영향을 주는 시·도교육청 변인은 무엇인가에 관한 것이다. 이는 학업성취도에 영향을 미치는 시·도교육청 변인을 확인하는 것으로 지방교육자치제 도입 이후, 교육청이 정책 개발과 재정 지원 역할을 수행한다는[7] 점에 주목하여 교육청 평가지표와 관련 선행연구를 통해 변인을 도출한다.

본 연구는 일반계고를 분석 대상으로 하였는데, 그 이유는 학교 운영에 대한 관리와 지원을 시·도교육청에게 받는 고교에 비해, 초·중학교는 하급행정기관인 교육지원청의 지원을 받기 때문이다. 따라서 학업성취도에 대한 시·도교육청의 영향을 분석하는 본 연구의 대상으로 고등학교가 적합하다. 다음으로 여러 유형의 고등학교 중 일반계고를 선택한 것은 특수목적고, 특성화고, 자율고는 상대적으로 그 수가 적고 일부 고교 유형은 특정 지역에 집중되어 시·도교육청 간 차이를 비교하기 어렵기 때문이다. 일반계고는 표본을 충분히 확보할 수 있을 뿐 아니라 학교 목표, 학생과 교사 수준, 교육과정 등이 다른 고등학교 유형에 비해 비교적 동질적이라는 특징을 갖고 있어 본 연구의 대상으로 선정하였다.

두 번째 연구문제는 시·도교육청에 따른 학업성취도의 동태적 변화 예측이다. 학업성취도를 지속적으로 향상시키기 위해서는 시·도교육청의 정책과 재정 지원이 안정적으로 제공되어야 한다. 이런 점에서 시·도교육청의 변인이 학업성취도를 동태적으로 어떻게 변화시키는지 예측해보는 것은 시·도교육청의 정책 수립에 있어 중요한 정보를 제공할 수 있다.

이상의 두 가지 연구문제에 답하기 위해 고려할 점은 적합한 방법론의 적용이다. 첫 번째 연구문제에서 수집한 자료를 분석할 때 고려할 점은 단위학교가 시·도교육청

에 포섭되어 있기 때문에 위계 구조를 반영해야 한다는 것이다. 또한, 학교들이 다른 지역의 학교와는 독립적이지만, 같은 시·도교육청 내 학교들과는 상호종속적이라는 점도 고려해야 한다. 즉, 일반적인 회귀분석 모형으로는 기본 가정을 충족하지 못하고 위계적 속성도 반영할 수 없어 연구결과의 타당성을 상실할 수 있다[8-9]. 이런 문제를 극복하여 타당한 분석 결과를 도출하기 위해 본 연구에서는 다층모형을 사용한다. 다층모형을 통해 학업성취도에 대한 시·도교육청의 영향 요인과 효과를 타당하게 파악한 후에 두 번째 연구문제로 이어갈 수 있게 된다.

두 번째 연구문제인 단위학교 학업성취도의 동태적 변화 예측은 변인들 간의 복잡한 상호 인과관계를 밝히는 것이 중요한데, 이를 위해 본 연구에서는 시스템 다이내믹스를 사용한다. 복잡한 시스템을 총체적(holistic)으로 이해하기 위한 방법인 시스템 다이내믹스는 정책모델의 개발과 추세 분석, 그리고 정책 개입 시점을 예측하는 데 사용되고 있다[10].

본 연구는 단위학교의 학업성취도에 영향을 미치는 요인을 밝히고자 한 연구들이 학생과 단위학교에 초점을 두었다면, 상급교육행정기관인 시·도교육청에 주목하였다는 점, 둘째, 학업성취도의 동태적 변화를 예측하기 위한 방법으로 시스템 다이내믹스를 적용함으로써 교육 분야에서의 활용 가능성을 모색한다는 점에서 의의가 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 학업성취도에 영향을 주는 시·도교육청의 정책과 재정 지원 기능을 확인하고, 이들 요인에 따른 일반계고 학업성취도의 동태적 변화를 예측하고자 한다. 연구목적을 달성하기 위해 연구대상으로 선정한 일반계고 자료는 한국교육학술정보원 에듀데이터와 학교알리미에서 수집하였다. 분석 대상 교육청은 세종시교육청을 제외한 16개 시·도교육청으로 교육청별 표집학교 수 비율은 약 40%이다. 이는 다층모형 분석에서 2수준의 시·도교육청 수가 제한되어 있기 때문에 1수준인 단위학교에서 시·도교육청의 속성을 최대한 반영할 수 있는 학교 수를 확보하기 위해서이다. 그리고 표집상 오차를 최소화하기 위해 비례유총표집 방식을 사용하였는데 시·도교육청별로 할당한 표집학교 수를 다시 시·군·구 수의 비율로 할당한 후 표집하였다. 이러한 방식으로 Table 1과 같이 606개교(40%)를 분석 대상교로 선정하였다.

Table 1. Number and rate of sampling schools by region

Region	General High School Total Number of Schools(A)	Number of sampling schools(B)	Percentage of sampling schools (B/A)
Seoul	183	74	0.40
Busan	80	32	0.40
Daegu	50	20	0.40
Incheon	78	31	0.40
Gwangju	46	18	0.39
Daejeon	37	14	0.38
Ulsan	35	14	0.40
Sejong	5	-	
Gyeonggi	343	138	0.40
Gangwon	87	35	0.40
Chungbuk	47	19	0.40
Chungnam	72	29	0.40
Jeonbuk	90	36	0.40
Jeonnam	88	35	0.40
Kyongbuk	122	49	0.40
Kyongnam	136	54	0.40
Jeju	21	8	0.38
Total	1,520	606	0.40

2.2 연구변인

본 연구의 종속변인은 일반계고 학업성취도로 국어·영어·수학 교과의 보통학력 이상 도달 비율이며 사용한 자료는 2018년도에 고등학교 2학년을 대상으로 한 국가수준학업성취도 결과이다. 독립변인은 단위학교 수준과 시·도교육청 수준으로 구분하였다. 단위학교 수준 변인은 선행연구 고찰을 통해 배경 변인(설립유형과 총 학생 수), 정책 변인(자율학교, 방과후학교, 학생상담, 자율동아리), 재정 변인(기본적 교육활동비)이며, 시·도교육청 수준 변인은 평가지표에서 배경 변인(시·도 유형), 정책 변인(교원연수 활성화 노력, 교사의 교육전념 여건 조성 노력), 재정 변인(지방교육재정 효율화 노력: 학교 기본운영비 확대 비율, 교육환경개선 사업비 투자실적 비율)을 선정하였다.

2.3 분석방법

첫 번째 연구문제를 해결하기 위해 사용한 분석방법은 다층모형으로 이를 통해 시·도교육청 변인의 효과를 규명함으로써 학업성취도에 대한 시·도교육청의 영향을 확인할 수 있다. 다층모형은 두 개 이상의 수준으로 구성된 자료를 분석할 때 유용한 방법으로 집단 특성을 개인 특

성으로 보거나 개인의 행위를 집단의 결과로 이해하지 않고 단일 모델로 분석할 수 있다[11]. 단위학교 수준 변인들의 영향력을 통제하고 분석함으로써 교육청 간 학업성취도 차이가 시·도교육청의 어떤 특성으로 설명되는지 규명할 수 있다. 본 연구에서 사용한 통계 프로그램은 STATA 14이다.

두 번째 연구문제인 단위학교 학업성취도의 동태적 변화를 예측하기 위해 시스템 다이내믹스 기법을 Fig 1과 같이 여섯 단계로 적용하였다.

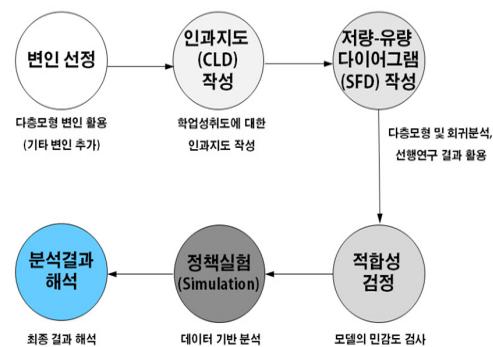


Fig. 1. Procedure for applying the academic achievement prediction model

먼저 시·도교육청 수준 변인을 선정한 후, 변인들 간의 상호 관련성에 따라 변인들의 인과순환 구조를 파악하여 인과지도를 작성하였다. 인과지도는 시스템의 전체적인 구조와 시스템을 구성하는 변인들의 인과적인 상호작용 관계를 이론적인 접근을 통해 피드백 루프로 제시한다. 인과지도는 화살표와 함께 's', 'o'를 사용하여 변인들 간의 인과관계 방향을 표시한다. 그리고 여러 개의 변인들이 인과관계로 구성되며 하나의 폐쇄된 원을 형성하는데, 이러한 피드백 루프를 통해 변인들의 상호영향 관계를 확인할 수 있다.

다음으로 학업성취도 예측모델을 개발하기 위해서는 시스템 다이내믹스를 활용한 모델링 과정인 저량-유량 다이어그램(SFD)을 작성한다. 모델링은 학업성취도와 관련한 여러 변인들 간의 인과순환 구조를 제시한 인과지도를 기반으로 작성한다. 저량-유량 다이어그램을 작성한 후, 실제 모델링 과정으로 변인마다 함수식을 대입하는 데, 이는 시뮬레이션을 수행하기 위한 것이다.

개발한 모델이 적합한지 확인하는 과정으로 상수값을 가진 변인들에 각각 최댓값과 최솟값을 투입하여 모델의 행태가 어떻게 변화하는지 확인한다. 본 연구에서는 Vensim 프로그램의 민감도 분석 기능을 통해 검증하였

다. 민감도 분석은 시스템 다이내믹스 모델에서 사용되고 있는 상수들에 대해 난수를 발생시키는 방법으로 연구자가 임의로 지정한 횟수만큼 시뮬레이션을 수행한 후 그 결과를 보여주는데, 일반적으로 200회의 시뮬레이션을 실시하도록 설계한다[12]. 그리고 마지막으로 모델의 적합성이 입증되면 기본 모델을 토대로 정책 시나리오를 설계하고 정책 실험을 수행하였다. 시뮬레이션 수행 결과는 정책 실험별로 도출된 그래프를 갖고 해석하였다. 본 연구에서는 인과지도, 모델링, 적합성 검정, 정책실험 등을 수행하며 Vensim DSS 버전을 사용하였다.

3. 연구결과

3.1 학업성취도에 영향을 주는 시·도교육청 변인

첫 번째 연구문제는 일반계고 학업성취도에 영향을 주는 시·도교육청 변인을 밝히는 것이다. 이를 위해 본 연구는 다층모형 분석을 통해 확인하였다. 다만, 첫 번째 연구문제는 두 번째 연구문제로 나아가기 위한 과정이라는 점에서 다층모형의 최종 분석 결과만 제시하여 보고한다.

시·도교육청 변인들이 학업성취도에 미치는 효과를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 시·도교육청의 배경 변인인 시·도 유형의 회귀계수는 2.964로 도 단위 교육청의 국어, 수학, 영어 과목의 보통학력 이상 도달 비율 평균이 시 단위 교육청에 비해 2.964% 더 높은 것으로 나타났다 ($p<.05$). 시·도교육청의 정책 변인 중, 교원연수 활성화 노력의 회귀계수는 0.143으로 교원들의 1인당 교원연수 시간이 한 시간 늘어날수록 단위학교의 학업성취도는 0.143%p 높아지는 것으로 나타났다($p<.001$). 교사의 교육전념 여건 조성 노력의 회귀계수는 -0.133으로 교원들의 행정업무 경감 만족도가 1점 상승할수록 단위학교의 학업성취도는 0.133%p가 낮아졌다($p<.05$). 그리고 지방 교육재정효율화 변인에서 학교 기본운영비 확대 비율의 회귀계수는 -0.156으로 시·도교육청의 학교 기본운영비 확대 비율이 1% 증가할수록 학업성취도는 0.156%p씩 낮아졌다($p<.05$). 그리고 교육환경개선 사업비 투자실적 비율의 회귀계수는 0.109로 시·도교육청의 교육환경개선 사업비 투자실적 비율이 1% 증가할수록 학업성취도는 0.109%p 높아졌다($p<.001$).

교육청 수준의 변인을 모두 투입한 결과, 시·도교육청 수준 변인으로 단위학교 학업성취도를 설명할 수 있는 최대 분산 크기는 60.739%로 나타났다. 이러한 결과는 일반계고 학업성취도의 시·도교육청 차이에 대해 본 연

구에서 설정한 시·도교육청 수준 변인들의 설명력이 크다는 것을 보여준다.

Table 2. Effects of Metropolitan and Provincial Office of Education variables on academic achievement

Fixed effect	Random Coefficient Model	Model A	Model B
	Regression coefficient	Regression coefficient	Regression coefficient
	(S.E)	(S.E)	(S.E)
Constant (Overall average)	89.160*** (1.193)	89.609*** (1.608)	87.900*** (1.118)
Background variable			
Region type		-0.827 (1.995)	2.964* (1.423)
Policy/Financial Variables			
Efforts to activate teacher training			0.143*** (0.022)
Teacher Education Commitment Efforts			-0.133* (0.070)
Efficient Local	Ratio of School Basic Operation Cost Expansion		-0.156* (0.080)
Education Finance	Educational environment improvement project cost Investment performance ratio		0.109*** (0.031)
Random effect			
Office of Education level	12.097	12.027	5.440
School level	79.865	79.852	73.303
Total variance	0	0	0
ICC	0.13154	0.13090	0.06909
χ^2	55.37***	55.33***	28.72***
Variance of cumulative description			
Office of Education level		0.13200	0.60739
Total		0.18240	0.29929

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

3.2 학업성취도의 동태적 변화

시스템 다이내믹스를 활용하여 시·도교육청 수준의 변인들이 상호 인과관계로 구조화될 때, 학업성취도가 동태적으로 어떻게 변화하는지 예측하였다. 다층모형 분석을 통해 학업성취도에 미치는 각 변인별 계수값 크기와 통계적 유의미 수준을 고려하여 판단하였다. 이하에서는 분석 결과를 시스템 다이내믹스 기법의 적용 단계별로 구분하여 제시하였다.

3.1.1 인과지도

본 연구의 단위학교 학업성취도 예측 모델 인과지도는 단위학교와 시·도교육청 수준의 변인들이 서로 영향을 주고받는 피드백 구조로 이루어져 있다. 시스템 다이내믹스의 인과지도에는 여러 변인들이 상호 관계하는 극성(polarity)에 따라 양의 피드백 루프와 음의 피드백 루프로 나타난다. 즉, 시스템의 전체적인 구조가 어떤 양상을 보이는지 탐색하는 단계라고 할 수 있다. 다층모형 분석을 통해 단위학교의 학업성취도에 영향을 미치는 것으로 밝혀진 변인들의 개념적인 관계를 인과지도로 제시하면 Fig 2와 같다.

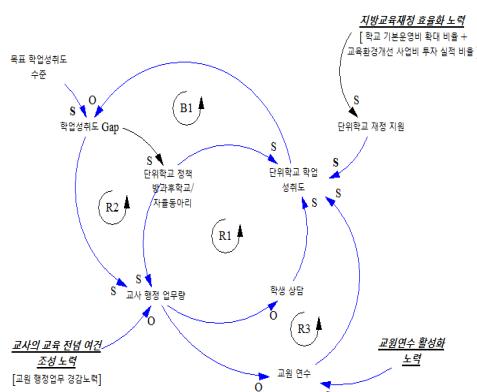


Fig. 2. CLD of academic achievement prediction model

일반계고의 학업성취도에 영향을 주는 변인으로 단위학교 수준에서는 단위학교 정책(방과후학교, 자율동아리), 교사 업무량, 교원 연수, 학생상담을 포함하였고, 시·도교육청 수준에서는 교원연수 활성화 노력, 교사의 교육 전념 여건 조성 노력(교원 행정업무 경감 노력), 지방교육재정 효율화 노력(학교 기본운영비 확대 비율, 교육환경개선 사업비 투자실적 비율)을 활용하였다. 이들 변인들이 형성하는 인과순환 구조를 설명하면 먼저, B1 루프

는 일반계고의 학업성취도가 상승하면 목표 학업성취도 수준(국가수준학업성취도 국어/수학/영어의 보통학력 이상 비율 100%)과의 차이가 줄고, 목표 성취도 차이가 클 때보다 단위학교의 정책은 줄어들게 된다. 따라서 B1 루프는 음의 피드백 루프로서 단위학교 정책 투입으로 학업성취도를 증가시키다가 목표한 학업성취도 수준과 차이가 줄어들면서 학업성취도의 증가율이 더 이상 증가하지 않는 균형 루프로 나타난다.

R1 루프는 단위학교 학업성취도가 낮아지면 목표한 학업성취도 수준과의 차이는 증가하고, 이를 줄이기 위한 단위학교 정책은 계속 강화된다. 단위학교 정책이 증가(혹은 강화)하면 이를 수행하는 교사들의 업무량은 늘어나게 되고 상대적으로 학생상담 시간은 줄어드는데, 이는 학생들에게 필요한 상담이 제공되지 못하면서 학업성취도에 부적 영향을 준다. R1 루프는 강화 루프(reinforcing loop)로 이를 개선하지 않을 경우 악순환 현상이 발생한다.

R2 루프는 단위학교의 학업성취도가 올라가면 목표한 학업성취도 수준과 차이가 줄게 되고, 교사들의 행정 업무량은 상대적으로 감소함을 보여준다. 행정 업무량이 감소할수록 상대적으로 학생상담은 늘어나며, 학생에게 필요한 상담이 제공되면서 학업성취도에 정적인 영향을 미친다. 결국, R2 루프는 강화 루프로서 긍정적인 선순환 현상이다.

R3 루프는 단위학교의 학업성취도가 상승하면 목표한 학업성취도 수준과 차이가 줄어들면서 교사들의 행정 업무량은 감소한다. 그리고 교사들의 행정 업무량이 줄수록 교수역량을 위한 연수 참여는 증가한다. 교원연수 참여를 통해 교수역량이 향상되면 교육활동에 영향을 주며 학업성취도를 향상시킨다.

3.1.2 저량-유량 다이어그램

인과지도가 완성되면 변인들 간 관계를 시뮬레이션 할 수 있도록 Fig 3과 같이 저량-유량 다이어그램을 작성한다. 저량 변인은 시간흐름에 따라 누적된 값을 가지며, 시간 흐름 형태를 나타내는 유량 변인에 의해 유입(inflows)과 유출(outflows)의 증감이 발생한다.

학업성취도는 단위학교 수준 변인과 시·도교육청 수준의 교원연수 활성화 노력, 교사의 교육 전념 여건 조성 노력, 지방교육재정 효율화 노력 변인으로 모델링하였다. 모델링 과정에 필요한 계수값은 데이터의 확보 유무에 따라 자료를 확보한 경우에는 회귀분석을 통해 산출된 계수값을 투입하였고, 자료를 확보하지 못한 경우에는

기초관계 균등단위 모델링(NORMALIZED NUMBER: Normalized Unit Modelling By Elementary Relationship) 방법을 사용하였다. 기초관계 균등단위 모델링은 저량 변인과 유량(rate) 변인 간의 관계를 모두 기초적인 관계로 설정하고, 변인들의 측정 단위를 0에서 1까지의 값으로 균등화시킨 것이다[13-14]. 기초관계 균등단위 모델링을 사용하더라도 시스템의 행태를 확인하며 실제 정책의 효과를 비교, 평가하는 것은 무리가 없다[15]. 본 연구에서 0과 1은 변인의 최솟값과 최댓값으로서 0 이하나 1 이상의 값은 존재하지 않는 것으로 설정하였다.

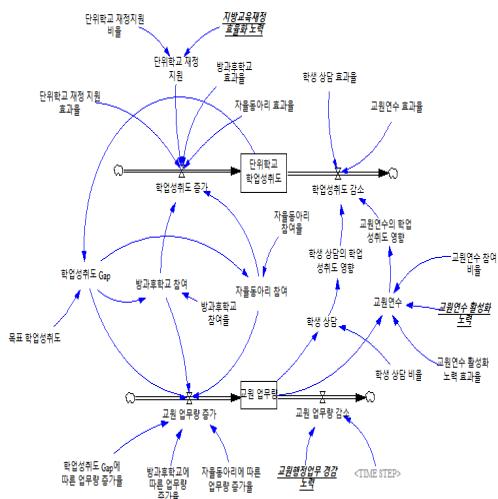


Fig. 3. SFD of academic achievement prediction model

3.1.3 모델 적합성 검정

시스템 다이내믹스는 현실 문제를 모델링하여 시뮬레이션을 수행하기 때문에 모형의 적합성 여부를 확인해야 한다. 일부 변인의 경우, 수치화하기 어려운 질적인 자료가 모델에 포함될 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 Vensim에서 제공하는 민감도 분석을 통해 적합성 검정을 수행하였다. 모델 적합성을 검정하기 위해서 본 연구에서는 상수값을 가진 변인에 최댓값과 최솟값을 투입하여 모델이 어떠한 변화 행태를 보이는지 확인하였다. 모델의 민감도 분석은 상수가 무작위 값을 가졌을 때, 다른 변인들에 미치는 영향이 균등하면 그 모델은 타당하다고 판단할 수 있다. 민감도 분석 결과, 그래프가 발산하지 않고 일정하게 나타나면 모델이 적합하다고 할 수 있다[16].

본 연구에서는 시·도교육청 수준의 세 변인에 최소, 최대값을 투입하여 200회에 걸친 시뮬레이션을 통해 모델

의 적합성을 검정하였다. 그래프의 폭은 모델 내에서 해당 상수가 갖는 불확실성을 표현하는 것으로 그 폭이 작을수록 불확실성이 작다고 할 수 있다. 본 연구의 적합성 검정 결과는 Fig 4와 같이 변화 행태가 안정적으로 나타나 모델이 적합하게 설계되었다고 판단하였다.

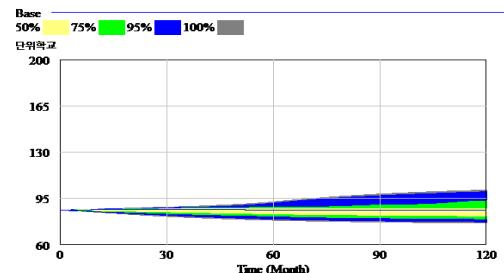


Fig. 4. Sensitivity analysis results

3.1.4 시뮬레이션

시·도교육청 수준 변인이 단위학교 학업성취도의 동태적 변화에 어떤 영향을 미치는지 예측하기 위해 시·도교육청 수준의 투입 변인을 최대, 평균, 최소로 구분하였다 (Table 3). 이는 정책 시나리오를 구성하기 위한 것으로 각 변인의 투입량이 달라질 때 단위학교의 학업성취도가 어떻게 변화하는지 확인할 수 있다. 본 모델의 시뮬레이션 분석 기간은 10년(120개월)으로 설계하였다.

Table 3. Classification of input variables of Metropolitan and Provincial Office of Education

Variable	Maximum	Average	Minimum
Efforts to activate teacher training	132.36 hour	101.64 hour	61.49 hour
Efforts to reduce teacher administration work	20hour	30hour	40hour
Efforts to increase the efficiency of local education finance	110.43%	68.94%	48.72%

기초모델(Table 4)은 교육청 수준 세 변인을 전체 교육청 평균값으로 투입하였을 때, 단위학교 학업성취도가 어떻게 변화하는지 확인하는 것이다. 각 변인별 평균값을 살펴보면, 교육청의 지방교육재정 효율화는 68.94%, 교원행정업무 경감 노력(교사의 교육전념 여건 조성 노력)은 교사들의 행정업무 월 평균 시간으로 30시간, 교원연수 확성화 노력은 일바구 소속 교사들의 평균 직무연수

시간으로 101.64시간이다. 세 변인의 평균값을 투입하여 단위학교의 학업성취도인 국어, 수학, 영어 세 과목의 보통학력 이상 도달 비율이 어떻게 나타나는지 그 행태를 확인하였다.

Table 4. Basic model inputs

	Efforts to increase the efficiency of local education finance	Efforts to reduce teacher administration work	Efforts to activate teacher training
Basic model	Average (68.94%)	Average (30hour)	Average (101.64hour)

기초모델로 단위학교의 학업성취도를 예측한 결과는 Fig 5와 같이 분석 시점부터 약 1년까지는 학업성취도가 향상되지만, 그 이후에는 학업성취도가 계속 하락하는 양상을 보인다(최초: 86.17%→최종: 85.30%). 즉, 시·도교육청 수준의 지원을 평균으로 유지하더라도 단위학교의 학업성취도는 초기에만 상승하다가 지속적으로 하락함을 예측할 수 있다.

이제 기초 모델을 토대로 단위학교의 학업성취도가 시간의 흐름에 따라 어떤 변화 양상을 보이는지 정책 시나리오를 설정하여 비교할 필요가 있다.

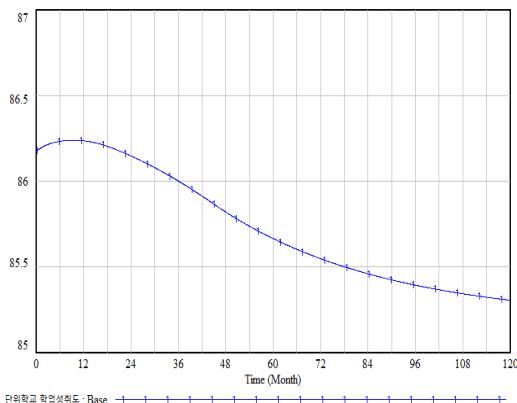


Fig. 5. Simulation results of the basic model

정책 시나리오 1(Table 5)은 시·도교육청 수준의 세 개 변인을 모두 최대로 설계한 것이다. 각 변인별 최대값을 제시하면, 지방교육재정 효율화 노력은 110.43%, 교원행정업무 경감 노력은 교사들의 월 평균 행정업무 시간으로 20시간, 교원연수 활성화 노력은 일반교사들의 직무연수 시간으로 132.36시간이다. 정책 시나리오 1

에 따라 투입량을 최대로 한 결과, 학업성취도의 변화 행태는 Fig 6과 같다.

Table 5. Input in Policy Scenario 1

	Efforts to increase the efficiency of local education finance	Efforts to reduce teacher administration work	Efforts to activate teacher training
Policy Scenario 1	Maximum (110.43%)	Maximum (20hour)	Maximum (132.36hour)

정책 시나리오 1은 분석 시점부터 학업성취도가 계속 상승하다가 약 9년이 지난 시점부터 하락하는 양상을 보이고 있다. 이는 지방교육재정 효율화와 교원행정업무 경감, 교원연수 활성화 노력은 최댓값으로 투입할 경우, 약 9년 정도까지 단위학교의 학업성취도가 지속적으로 향상되고, 그 이후 조금씩 떨어진다(최초: 86.17%→최종: 89.27%). 즉, 세 개 변인에 대해 교육청의 지원과 투자를 최대로 투입할 경우, 기초모델(평균값)에 비해 단위학교 학업성취도 수준이 상승하며 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다. 결국, 교육청 수준의 지원 노력이 단위학교의 학업성취도에 긍정적인 영향을 준다는 것을 확인하였다.

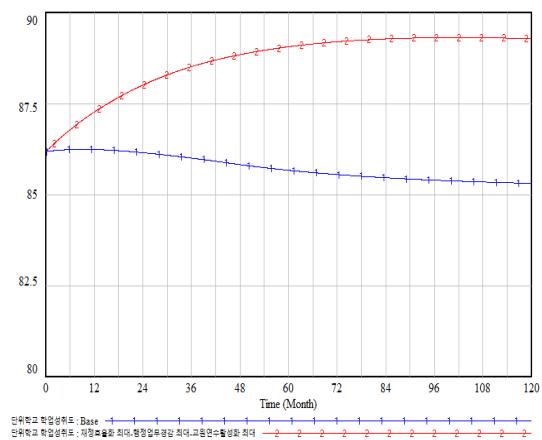


Fig. 6. Simulation result of policy scenario 1

정책 시나리오 2(Table 6)는 시·도교육청 수준의 세 개 변인의 투입량을 모두 최소로 설계한 것이다. 시·도교육청의 지방교육재정 효율화(48.72%)와 교원행정업무 경감 노력(40시간), 교원연수 활성화 노력(61.49시간)을 최소로 투입할 경우, 단위학교의 학업성취도 수준이 어떻게 변화하는지 확인하였다.

Table 6. Input in Policy Scenario 2

	Efforts to increase the efficiency of local education finance	Efforts to reduce teacher administration work	Efforts to activate teacher training
Policy Scenario 2	Minimum (48.72%)	Minimum (40hour)	Minimum (61.49hour)

정책 시나리오 2는 Fig 7과 같이 단위학교 학업성취도는 초기부터 계속 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 지방교육재정 효율화와 교원행정업무 경감, 교원연수 활성화 노력을 최솟값으로 투입할 경우, 단위학교의 학업성취도가 지속적으로 하락하는 것을 보여준다. 즉, 세 개 변인에 대해 시·도교육청의 지원과 투자를 최소로 할 경우, 기초모델 및 정책 시나리오 1과 달리 초기부터 학업성취도가 하락한다는 것을 확인할 수 있다(최초: 86.17%→최종: 81.68%). 결국, 시·도교육청 수준의 각종 지원이 최소화 될 경우, 단위학교의 학업성취도에 부정적인 영향을 준다는 것을 예상할 수 있다.

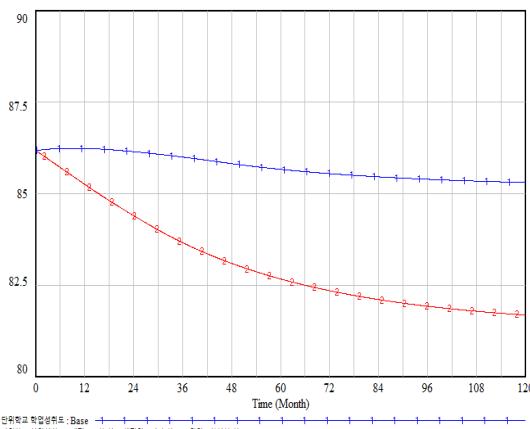


Fig. 7. Simulation result of policy scenario 2

Fig 8은 기초 모델과 정책 시나리오 1, 2의 결과를 종합한 것이다. 시·도교육청 수준의 변인 투입량을 최대로 하였을 경우, 단위학교 학업성취도가 상승하는 기간이 가장 길고 성취 수준도 가장 높았다. 반면, 투입 수준을 최소로 설정한 경우, 단위학교 학업성취도는 계속 하락하는 것을 알 수 있다. 주목할 점은, 시·도교육청 수준 변인의 투입량을 최소로 할 경우에 단위학교 학업성취도가 초기부터 계속 하락한다는 점이다. 결국, 시·도교육청 수준의 지방교육재정 효율화와 교원행정업무 경감, 교원연수 활

성화 노력은 단위학교의 학업성취도에 중요한 영향을 미치는 변인임을 확인할 수 있다.

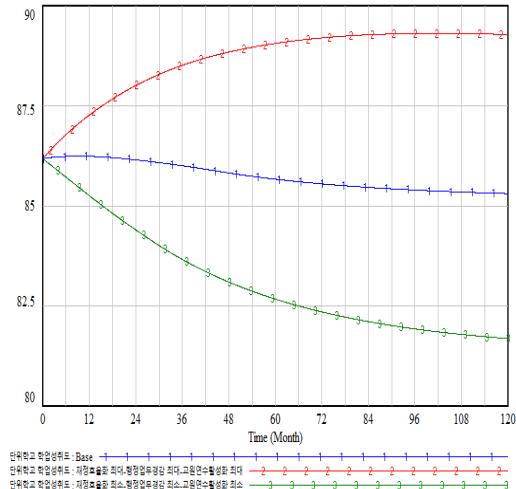


Fig. 8. Comprehensive simulation results

5. 논의 및 결론

본 연구는 학업성취도에 대한 시·도교육청의 영향력을 규명하고, 시·도교육청 변인에 따라 학업성취도가 동태적으로 어떻게 변화하는지 예측하고자 하였다. 단위학교 학업성취도에 대한 시·도교육청의 영향을 분석하고 그 동태적 변화를 예측한 결과, 본 연구에서 밝히고자 했던 연구 문제에 대한 결론을 제시하면 다음과 같다.

시스템 다이내믹스를 통해 시·도교육청 수준 변인들의 투입량을 최대 수준과 최소 수준으로 설정하고 정책 실험을 실시하여 도출한 결과, 시·도교육청 수준의 지방교육재정 효율화 노력, 교원행정업무 경감 노력, 교원연수 활성화 노력은 단위학교의 학업성취도 상승에 영향을 미치는 변인으로 확인되었다. 그리고 각 변인들의 투입량을 최대/평균/최소로 조절하여 시뮬레이션을 실시한 결과에 따르면, 단위학교 학업성취도에 교원연수 활성화 노력이 가장 큰 영향을 주는 요인되었고, 이어 지방교육재정 효율화 노력, 교원 행정업무 경감 노력 순으로 나타났다.

학업성취도 향상을 위한 시·도교육청의 지원 노력에 대해 몇 가지 제언하면 다음과 같다. 첫째, 학업성취도를 제고하기 위해서 시·도교육청의 기능은 교육책무성에 기반을 두고 더욱 강화되어야 한다. 또한, 시·도교육청이 거둔 성과와 한계를 정책과 재정 지원의 측면에서 종합적이고 체계적으로 분석할 필요가 있다. 둘째, 시·도교육청

의 정책 및 재정 변인들이 학업성취도 차이를 유발하는 것으로 밝혀졌다는 점에서 시·도교육청은 단위학교 현장이나 중앙 정부의 요구를 수행하는 수동적 역할은 지양하고, 지역 여건과 특성을 고려하여 실제적인 성과로 나타날 수 있는 정책과 재정 지원 노력을 기울여야 한다.셋째, 시도교육청은 단위학교 학업성취도가 각종 투입 자원의 양과 시간 흐름에 따라 달라질 수 있다는 점을 고려하여 단기적인 노력보다 장기적인 관점에서 정책을 수립하려는 노력을 기울일 필요가 있다.

본 연구의 제한점과 후속 연구를 위해 제언하면 먼저, 본 연구의 대상은 일반계고로 한정하여 초등학교와 중학교 및 다른 고등학교 유형에 대한 시·도교육청의 영향력을 확인하지 못했다. 후속 연구에서는 시·도교육청 수준의 변인을 선별하고 초등학교와 중학교 등으로 확대·분석할 필요가 있다. 다음으로 학업성취도 이외의 교육책무 성을 확인할 수 있는 다른 변인들의 예측 모델을 개발하지 못했다. 중도탈락, 상급학교 진학 등에 대해 추가적으로 모델을 개발하여 분석한다면 보다 다양한 정책 예측과 수립, 지원이 이뤄질 수 있다는 점에서 추가 연구가 필요하다. 그리고 본 연구에서 제시한 예측 모델의 경우, 시·도교육청 수준의 변인에 초점을 맞추어 개발한 것이고, 연구의 여전상 그 범위를 제한적으로 설정하였기 때문에, 실제 정책에 활용하기 위해서는 보다 정교한 모델링 과정이 필요하다. 또한, 변인의 투입값에 대한 타당성을 확보하기 위해 면담과 각종 질적 자료를 활용하는 것도 필요하다.

본 연구는 교육학 분야에서 시스템 다이내믹스의 활용 가능성을 탐색적 수준에서 확인해 보았다. 지금까지 교육학 분야에서 미래 예측 도구인 시스템 다이내믹스를 활용한 연구가 부족했다는 점에 본 연구의 시도는 의의가 있다. 향후에는 교육학 분야에서 시스템 다이내믹스를 활용한 연구가 활발히 수행되어, 교육문제 인식, 대안의 분석, 정책의 결정 및 집행, 분석, 평가에서 유용하게 활용되기를 기대한다.

References

- [1] S. W. Park, "Autonomy and control in schooling: Who and what controls principals's work?", *Journal of Korean Education*, Vol.38, No.1, pp.27-53, April, 2011.
- [2] Y. H. Kang, J. H. Yoon, H. S. Lee, N. G. Kim, On the relevancy of high school levelling policy, p.65, KEDI, Korea, pp.25-27.
- [3] T. J. Gahng, "An Exploratory Analysis of Achievement Variation over Geographical Areas with Specific Reference to Population Mobility", *Studies on Korean Youth*, Vol.18, No.2, pp.315-344, May, 2007.
- [4] K. K. Kim, "Educational Gap in Korea and Determinant Factors", *Korean Journal of Sociology of Education*, Vol.15, No.3, pp.1-27, September, 2005.
- [5] J. J. Son, "Understanding Gangnam as a Educational Space", *Korean journal of sociology of education*, Vol.14, No.3, pp.107-131, January, 2004.
- [6] K. S. Sung, J. H. Kim, "An Exploratory Study on the Education Effects of Provincial School Districts: Using HLM and Cluster Analysis", *The Journal of Educational Administration*, Vol.19, No.4, pp.267-290, December, 2001.
- [7] S. N. Kim, H. J. Kim, T. H. Jung, J. R. Park, T. J. Sung, Development of evaluation model for metropolitan and provincial offices of education for the substantive improvement of local educational autonomy, p.502, KEDI, Korea, pp.381-387.
- [8] S. J. Kang, "Analytical Comparisons between Classical Linear Models and Multilevel Models as Educational and Social Research Methods", *Journal of Educational Evaluation*, Vol.11, No.1, pp.207-258, March, 1998.
- [9] A. S. Bryk, S. W. Raudenbush, *Hierarchical Linear Models*, p.512 London: Sage, 1992, pp.247-276.
- [10] D. H. Kim, T. H. Moon, D. H. Kim, *System dynamics*, p.262, Daeyoung Books, 1999, pp.52-76.
- [11] J. Y. Lee, S. J. Kang, H. N. Bang, M. J. Lee, K. S. Park, *Principles and Practice of Advanced Quantitative Analysis in Social Science*, Seoul National University Publishing Culture Center, 2005.
- [12] K. C. Kim, K. Y. Jung, J. Choi, H. S. Kim, S. W. Kim, "System Dynamics using VENSIM®", p.357, Seoul Economic Management, 2007, pp.261-276.
- [13] D. H. Kim, "Systems thinking of President Kim Dae Jung", p.220, Jipmoondang, 2000, pp.125-157.
- [14] J. D. Sterman, *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, p.982, New York: McGraw-Hill, 2003, pp.490-521.
- [15] J. H. Juhn, "A Dynamic Analysis on the Relative Effectiveness of Promoting Policies for Information Security Industry", *Korean system dynamics review*, Vol.4, No.2, pp.5-44, November, 2003.
- [16] T. H. Moon, "Issues and Methodological Status of System Dynamics", *Korean system dynamics review*, Vol.3, No.1, pp.61-77, May, 2002.

하 정 윤(Jung-Youn Ha)

[정회원]



- 2003년 2월 : 충북대학교 사범대학 교육학과 (문학사)
- 2015년 8월 : 충북대학교 대학원 교육학과 (교육학박사)
- 2015년 2월 ~ 2015년 8월 : 한국 직업능력개발원 연구원
- 2015년 9월 ~ 현재 : 순천제일대학교 유아교육과 교수

〈관심분야〉

교육행정, 고등교육, 성과관리