

중학교 과학수업에서의 보편적학습설계 적용 효과 및 하위집단 분석 연구: 잠재성장계층분석을 중심으로

권효진(權孝眞)*

박현숙(朴賢淑)**

홍성두(洪晟斗)***

논문 요약

본 논문의 목적은 잠재성장계층모형을 기용하여 UDL이 과학학습성취도에 미치는 효과를 검증하고, 집단 전체를 대상으로 한 효과성이 하위집단에 따라 어떻게 차별화되어 나타나는지를 검토하는 데 있다. 이를 위해, 학교사 6명의 참여 하에 중학생 192명을 실험 및 통제집단으로 나누어 보편적 학습설계를 적용한 과학수업과 일반 과학수업을 15주간 실시한 후 전체 및 하위영역(지식·이해·적용)에서의 과학학습성취도를 측정하였고, 잠재성장계층 분석방법을 통해 분류된 하위집단의 각 계층별 점수변화에 대한 특성을 분석하였다. 분석 결과, 실험·통제집단은 성취도에 따라 4개의 하위집단으로 구분되었고, 실험집단의 전체 과학학습성취도가 통제집단에 비해 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 하위영역에서는 성적이 낮은 학생들의 경우 실험집단이 통제집단에 비해 상대적으로 성취도의 유의한 향상이 더 크게 나타났고, 성적이 높은 학생들은 실험집단의 경우 점수를 유지하는 경향을 나타낸 반면 통제집단의 경우 오히려 점수가 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 보편적 학습설계를 적용하여 효과성을 검증하는 데 있어, 전체 평균치에 의한 실험·통제집단 간 비교 외에 하위집단 별로 그 특징을 검토해 보아야 할 필요가 있고, 이 때 잠재성장계층모형이 하위집단을 분류할 때 유용하게 활용될 수 있음을 시사한다.

주요어 : 보편적 학습설계, 중등과학수업, 과학학습성취도, 잠재성장계층모형

* 제1저자, 이화여자대학교 특수교육과 겸임교수

** 교신저자, 이화여자대학교 특수교육과 교수

*** 서울교육대학교 유아·특수교육과 교수

I. 연구의 필요성 및 목적

보편적 학습설계는 완전통합교육의 맥락에서 장애학생을 위한 교육을 분리하지 않고 모든 학생들의 특성과 요구를 고려하여 수업을 재구조화하는 것이다(Curry et al., 2006; Garderen & Whittaker, 2006). 보편적 학습설계에서 제시하는 핵심 원리 3가지는 수업 내용을 다양한 방법으로 제시하고, 학생들이 학습한 것을 다양한 방법으로 표현할 수 있게 하며, 학생들에게 다양한 참여방법을 제공하는 것이다(Center for Applied Special Technology: CAST, 2008).

이러한 보편적 학습설계를 실제 교육 현장에 적용한 연구 결과들에서는 수업 내용 이해도 및 학업성취도 향상 등과 같은 학업적 효과(Acrey et al., 2005; Browder et al., 2008; Dymond et al., 2006; Lieber et al., 2008)와 수업참여도, 학생 상호작용, 과제수행 행동, 사회기술, 동기적 효과 등의 향상(Dymond et al., 2006; Lieber et al., 2008; McGuire-Schwartz & Arndt, 2007)과 같은 교육적 이점을 보고하고 있다. 그러나 보편적 학습설계의 효과성을 명확하게 논하기 위해서는 많은 분야에서 여러 가지 과학적인 연구방법을 통한 연구 및 자료가 보다 더 확충되어야 한다는 지적이 있다(Stockall et al., 2012).

이러한 필요성들로 인하여 보편적 학습설계(Universal Design for learning: UDL) 분야에서는 UDL의 원리 및 교수적 지침을 제안하는 연구(Hitchcock et al., 2002; Howard, 2004; Kurtts et al., 2009)와 인식조사 연구(Izzo, Murray & Novak, 2008; Schelly, Davies & Spooner, 2011), 현장 적용 후 효과에 관한 연구(Acrey et al., 2005; Dymond et al., 2006; Lieber et al., 2008; McGuire-Schwartz & Arndt, 2007; McPherson, 2009; Meo, 2008), 교육과정 및 현장에 적용하기 위한 효과적인 방법에 대한 연구(Kurtts et al., 2009; Rose & Dalton, 2009; Stockall et al., 2012) 등이 지속적으로 이루어지고 있다. 특히 과학교과 분야는 모든 이를 위한 교육(science for all)을 지향하고 있다는 측면(Mastropireri et al., 2006)과 실생활에 유용한 과학적 소양을 함양하는 데 유용하다(유장순, 2006; Scruggs, Mastropieri & Boon, 1998)는 특성으로 인하여, UDL을 적용하여 학생들의 성취를 높일 수 있도록 접근하는 노력이 매우 의미 있는 교과영역이다.

이와 같은 맥락으로 UDL을 과학수업과 접목시킨 선행연구들이 차츰 보고되어 오고 있다. Kurtts와 그의 동료들(2008)은 중학교 과학 교과에서 UDL의 개념을 실행하여 다양한 학습자의 요구에 맞게 재설계하는 방법에 대하여 연구하였다. 이들은 총 5단계로 구성된 UDL 수업계획 모델을 제시하고, 이러한 수업계획 모델을 적용하여 모든 학습자의 교육적 요구를 충족시키는 계획을 세울 수 있고 학생들의 학업 수행 향상을 이끌 수 있을 것이라고 보고하였다. McPherson(2009)은 4개 국가와 9개 주에 흩어져 있는 유치원 전 과정, 유치원, 초등 1~3학년 학생들을 대상으로 웹사이트에 기반을 둔 협력 프로젝트를 통해 UDL을 과학교과에 적용하여 학업성취 및 수업참여도의 향상을 보고하였다. 이 때 연구대상 학교의 교사 및 학생들은 주로 웹사

이트를 활용하여 UDL에 기반을 둔 각종 자료 및 공학, 방법 등을 공유하였고, 긍정적인 효과가 있었던 것으로 밝히고 있다. 국내에서의 연구를 살펴보면, 조선화와 박승희(2011)는 초등학교 과학과에 UDL을 적용하여 집단의 평균치를 비교하는 양적 연구로 결과를 분석하였는데, 장애학생들에게는 효과성이 분명하지 않았지만, 비장애학생들에게는 학업성취도의 향상이 있었다고 보고하였다. 유선해(2010)는 UDL에 의한 중학교 과학 교수-학습 자료가 지적장애 학생의 수업 참여행동과 학업수행능력에 미치는 영향을 단일대상연구로 분석한 결과 긍정적인 효과를 보고하였다.

이상과 같이 UDL의 효과에 관한 연구는 점차 심층적·다각적인 방향으로 이루어지고 있으며, 과학교과에 UDL을 적용한 연구들도 지속적으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 UDL을 적용한 과학수업 후의 과학학업성취도에 대한 효과를 보다 심층적으로 분석하고자, 잠재성장계층모형을 활용하여 과학학업성취도의 종단적 점수변화에 따른 하위집단의 양상을 검토해보고자 하였다.

잠재성장계층분석은 잠재적 객체 사이의 이질적 특성을 잠재계층별로 나타나게 하고, 개별 대상이 각 군집에 속할 확률을 찾아내어 세분화하는 분석 방법이다(Uersax, 2001: 홍성두, 여승수, 2011에서 재인용). 즉 다측정 시점에서 제공하는 종단적인 자료를 활용하여 외현상 찾기 힘든 이질적 특성을 잠재계층별로 나타나게 하고 개별 대상이 각 군집에 속할 확률을 찾아낼 수 있다. 또한 잠재계층모형에서는 각 개체들의 사후 계층 소속 확률 값들이 추정된 모형 모수와 그 값에 의해 계산되어지므로, 표본에 포함되어 있지 않은 다른 개체들이 향후 어떤 계층에 포함될지를 예측할 수 있다(남궁평, 임수정, 2005). 그러므로 잠재성장계층분석을 통하여, UDL을 적용한 과학수업이 학업성취도에 긍정적 효과를 미쳤던 하위집단과 그렇지 않은 하위집단 등 하위유형을 분석할 수 있다.

이에 본 연구에서는 확률적 군집분석의 성격을 띄는 잠재성장계층 모형을 기용하여 과학학업성취도 전체 및 하위영역(지식·이해·적용)에서의 집단 전체를 대상으로 한 효과검증 뿐 아니라, 전체집단을 대상으로 한 효과성이 성취도 하위집단에 따라 어떻게 차별화되어 나타나는지를 검토하고자 하였다. 본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다.

- (1) UDL 과학수업이 과학학업성취도 전체 영역에 미치는 효과는 어떠하며, 하위집단은 어떻게 나타나는가?
- (2) UDL 과학수업이 과학학업성취도 하위영역(지식, 이해, 적용)에 미치는 효과는 어떠하며, 하위집단은 어떻게 나타나는가?

II. 연구방법

1. 연구참여자

본 연구의 참여자는 서울시 일반중학교(특수학급 없음) 한 곳의 1학년 학생 192명(6학급), 교사 5명(과학교사 4명, 과학실험보조교사 1명)과 연구자이다. 실험 및 통제집단의 구분은 학생들의 이전 학기 과학성적을 비교하여 두 집단이 차이가 나지 않도록 학급별로 선정하였다. 그 결과, 실험집단 학생들은 총 97명(남 63명, 여 34명), 통제집단 학생들은 총 95명(남 60명, 여 35명)으로 구성되었다. 연구참여자에 대한 배경정보 및 역할은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구참여자의 배경정보 및 역할

	실험집단				통제집단			
	학급	남	여	N	학급	남	여	N
학생	A	21	11	32	A'	20	12	32
	B	20	12	32	B'	20	12	32
	C	22	11	33	C'	20	11	31
				97				95
교사	구분	경력	UDL 연수 및 연구경험	학력	역할			
	과학 교사A	22년	없음	대학원 졸	<ul style="list-style-type: none"> • 실험집단 과학수업 담당 • 중재 교수법 협의 및 선정 • 수업계획 및 결과 검토 • 학습지도안 검토 • 과학고사 출제 			
	과학 교사B	2년	없음	대학교 졸	<ul style="list-style-type: none"> • 통제집단 과학수업 담당 • 과학고사 출제 			
	과학 교사C	10.5년	없음	대학원 재	<ul style="list-style-type: none"> • 중재 교수법 협의 및 선정 • 수업계획 및 결과 검토 • 학습지도안과 과학고사 검토 			
	과학 교사D	11년	없음	대학교 졸	<ul style="list-style-type: none"> • 재 교수법 협의 및 선정 • 수업계획 및 결과 검토 • 학습지도안과 과학고사 검토 			
	보조 교사	3년	없음	대학교 졸	<ul style="list-style-type: none"> • 수업보조, 수업준비 			
	연구자	14년	있음	대학원 졸	<ul style="list-style-type: none"> • 중재 학습지도안 개발 및 협의 • 중재 전 과정의 자문 및 운영 			

실험집단과 통제집단 학생들의 과학학업성취도 동질성 검정을 위하여 실험 전 1학기 과학성적으로 두 독립표본 *t* 검정을 실시한 결과, 실험집단(M = 50.06, SD = 10.30)과 통제집단(M = 49.94, SD = 9.74) 간 과학학업성취도는 유의수준 .05에서 유의한 차가 없는 것으로 나타났다(*t* = .087, *p* > .05).

실험집단 과학교사 A와 통제집단 과학교사 B의 수업방식을 비교하기 위하여, 해당 학교에서 2011년 2학기에 실시한 동료평가용 녹화자료(수업 1차시 녹화 자료)와 수업 방식에 대한 면담을 통해 두 교사의 수업진행 구성 요소를 추출하였고 공통점과 차이점을 분석하였다. 분석결과에 대해 교사 A, B로부터 수업 구성요소와 방법에서 크게 차이가 나지 않음을 검증받았다.

2. 중재방법

본 연구에서는 실험집단을 대상으로 UDL을 적용한 과학수업을 실시하였고, 통제집단에는 일반과학수업을 실시하였다. UDL을 적용한 과학수업을 계획하고 실행하기 위하여 CAST(2004)에서 제시한 PAL(Planning for All Learning) 4단계를 활용하였다. 본 연구에서 실시한 각 단계별 실시 내용은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 본 연구의 중재절차

단계	실시한 내용
1단계	국가가 제시한 교육과정의 하위 목표에 근거하여 수업내용과 학생들의 수준에 적절한 목표들을 계획함
2단계	교육과정과 학습의 현재 상황을 분석하기 위하여 주로 사용된 교수방법, 평가, 자료에 대한 기초 정보를 토대로 수업 실행의 걸림돌이 되는 사항을 파악함
3단계	2단계에서 수업 실행을 방해하는 요소에 대한 해결책을 모색함 평가방법 및 학습자료를 선정하여 학습지도안을 작성함 ※ 학습지도안 구안 시 적용한 교수법 <ul style="list-style-type: none"> • [선행조직자]와 [용어정리] 제공 • 학습목표를 스스로 선택할 수 있도록 목록 제공 • 선택한 학습목표에 맞게 학습한 후 스스로 정리하고 평가할 수 있는 학습지 제공 • 학생이 선택할 수 있는 탐구활동을 많이 삽입 • 탐구활동과정의 단계별 시범 보임 • 학습자료는 시청각적 매체와 활동자료 등 가능한 다양하게 제시함 • 보조교사가 함께 투입되어 학생 학습활동을 보조함 • 학생이 학습한 결과를 자유로운 양식으로 표현할 수 있게 함(예시 제공) • 학습한 내용을 정리할 수 있도록 학생들의 활동결과를 수렴하여 교사가 정리해주는 시간을 가짐
4단계	UDL을 적용한 수업을 실제 실시함 수업 실시 후 협의과정을 거쳐 수정 및 보완 사항을 중재에 반영함

본 연구에서 적용한 교수법은 UDL의 여러 가지 교수법 중 연구자와 과학교사 3인이 현재 우리나라 중학교 과학 수업에 실제적으로 적용 가능하다고 공통적으로 합의한 교수법을 주로 사용하였다(<표 2> 3단계 참조). 그리고 UDL의 기본 원리를 토대로 이러한 교수법을 사용하여, 실제 실험이 진행되었던 중학교의 1학년 2학기 과학 교육과정 28차시에 대하여 학습지도안을 연구자가 고안하였다. 고안된 학습지도안은 내용타당도 검증을 위하여 통제집단의 일반과학수업을 담당하는 과학교사를 제외한 연구참여 과학교사 3인, 교육공학·특수교육을 전공한 교수 1인에 의한 검토과정을 거쳤다. 이 중 17번째 차시(판 구조론)에 대하여 보편적 학습설계를 적용한 학습지도안의 예시를 <표 3>에 제시하였다.

<표 3> 보편적 학습설계 학습지도안 (예시)

과목	과학		장소	
날짜			차시	5/13
교사			학반	
대단원	Ⅷ. 지각 변동과 판 구조론			
중단원	Ⅷ-2. 지각 변동 1. 대륙은 왜 이동할까? (288~289쪽)			
수업 주제	판 구조론			
학습 목표	(학습목표-기본) 지구의 맨틀이 움직이면서 대륙이 조금씩 움직이고 있음을 이해할 수 있다.			
	(학습목표-발전) 판 구조론이 완성되기까지의 과정을 통해 과학적 탐구가 이루어지는 과정을 설명할 수 있다.			
	(학습목표-심화) 대륙 이동설, 맨틀 대류설, 해적 확장설, 판 구조론을 서로 비교하여 차이점과 논리적 증거 및 오류를 설명할 수 있다.			
	(공통-생활과학) 서로 멀리 떨어진 두 대륙에서 같은 생물의 화석이 발견되는 이유를 설명할 수 있다.			
단 계	학습 요소 (시량)	교수-학습 활동		학습자료 및 유의점
		교사활동	학생활동	
도입	전 시간 복습 (2분)	<ul style="list-style-type: none"> 지난 시간에 배운 대륙 이동설에 대하여 파워포인트 자료를 제시 하며 개인별 혹은 단체로 질문하여 상기시킴 	<ul style="list-style-type: none"> 교사가 제시하는 자료를 보며 교사의 질문에 답하고 지난 시간에 배운 내용을 상기하기 	전 시간 복습 자료
	흥미 유발 (2분)	<ul style="list-style-type: none"> 판 구조론에 관한 동영상 자료를 보여주고 대륙의 분포와 지표의 모습이 이루어지는 과정에 대한 이론의 역사적 변천 과정을 이야기 해주며 흥미를 유발함 	<ul style="list-style-type: none"> 교사의 설명을 들음 	흥미유발 동영상 자료
	본시 학습 소개 (2분)	<ul style="list-style-type: none"> 선행조직자를 학생들에게 유인물과 파워포인트로 제공하여 이번 시간에 배울 내용을 안내함 학생들에게 모르는 단어가 있으면 학습지에 제시된 [용어 정의] 자료를 참고하여 뜻을 파악하도록 유도함 	<ul style="list-style-type: none"> 선행조직자 유인물 및 파워포인트 자료를 보며 이번 시간에 배울 내용을 파악하기 교사의 설명 중 모르는 단어의 뜻이 있으면 학습지의 [용어 정의] 자료를 참고하여 파악하기 	<ul style="list-style-type: none"> 선행조직자 자료 학습지 자료

	학습 목표 선택 (2분)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습목표를 기본, 발전, 심화, 공통 단계로 제시하여 학생들이 스스로 자신에게 알맞은 목표를 선택하여 숙지하도록 유도함 	<ul style="list-style-type: none"> • 자신에게 적절한 학습목표를 선택하고 이를 유의하여 숙지함 	학습목표 선택목록 파워포인트 자료
전개	본시 학습 전체 설명 (4분)	<ul style="list-style-type: none"> • 맨틀 대류설, 해저 확장설, 판구조론을 학습 내용 정리 파워포인트 자료와 교과서 288쪽 그림 20을 제시하고 판서하며 순서대로 설명함 • 대륙 이동설에서 맨틀 대류설, 해저 확장설을 거쳐 판구조론이 나오기 까지 역사적 배경을 간략히 정리한 자료를 모듈별로 나누어 주고 과학 글쓰기(영화 대본 만들기)를 실시하게 함(대교 교과서 중1 과학 362-363쪽 참조) 	<ul style="list-style-type: none"> • 교사의 설명을 들음 • 교사의 설명과 교과서, 따로 배부된 자료를 참고하여 과학 글쓰기(영화 대본 만들기)를 모듈별로 실시함 	준비물 학습내용정리파워포인트자료 과학 글쓰기(영화 대본 만들기)자료 주의점 장에 학생들이 역할을 맡을 수 있도록 돌아다니면서 지도하기
	모듈별 활동 (24분)	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈별로 작성한 영화 대본에 맞추어 역할극 혹은 목소리 연기를 3분 이내로 할 수 있도록 역할을 정하고 연습하도록 유도함 • 각 모듈별로 발표하게 함 	<ul style="list-style-type: none"> • 발표 종류(연극 혹은 목소리 연기)와 각자 맡은 역할을 모듈별로 정함 • 모듈별로 발표함 	어려워하는 모듈이 있으면 교과서 관련 내용을 제시해주고 각 이론의 중요점을 다시 설명해주기
	본시 학습 정리 (5분)	<ul style="list-style-type: none"> • 맨틀 대류설, 해저 확장설, 판구조론에 대하여 파워포인트 자료와 판서를 통하여 교사가 정리함 • 학습지를 혼자 혹은 짝과 정리해보도록 유도하고 함께 확인하기 • 학습지를 화면에 띄워 교사가 정리해 줌 	<ul style="list-style-type: none"> • 교사의 설명을 들으며 학습한 내용을 정리함 • 오늘 배운 내용을 생각하며 학습지를 완성하기 • 교사의 설명을 들음 	학습내용정리파워포인트자료 학습지 자료
정리	평가 (3분)	<ul style="list-style-type: none"> • 오늘 학습한 내용을 평가하기 • 오늘 학습한 내용에 대하여 학습지의 ‘스스로 되짚어 봅시다.’를 선택한 학습목표에 맞추어 개별 혹은 짝과 함께 풀어보고 글로 쓰거나 퀴즈 형식으로 확인해보도록 유도하기 • ‘스스로 되짚어 봅시다.’를 화면에 띄워 교사가 정리해 줌 	<ul style="list-style-type: none"> • 여러 가지 활동 중 자신에게 알맞은 것을 선택하여 스스로 평가하기 • 교사의 설명을 듣고 정리함 	학습지 자료
	차시 예고 (1분)	<ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간 차시 예고 	<ul style="list-style-type: none"> • 차시 예고를 듣고 정리함 	

<표 3>에 제시한 보편적 학습설계 학습지도안은 <표 2>의 3단계에서 제시한 ‘학습지도안 구안 시 적용한 교수법’에 근거하여 국내 교육과정과 수업 상황을 고려하여 구성되었다. 일반수업에서 사용하는 학습지도안과 비교하여 다음과 같은 주요한 차이점이 있다. 우선 도입단계에서 흥미를 유발할 수 있도록 시·청각적 자극을 모두 줄 수 있는 동영상 자료를 제시한 점과 선행조직자와 용어정의 자료를 시·청각적으로 제공한 점, 학습목표를 4가지 정도 제시하여 학생들이 스스로 선택하고 그에 맞는 학습자료를 선택할 수 있게 한 점이다. 전개단계에서는 주로 이론적

인 내용을 교사 주도로 진행하는 일반수업과 달리, 학생들에게 주요 내용을 교수하고 다양한 자료를 제공한 후 학생들이 스스로 학습한 것을 영화대본으로 만들고 자유로운 방법으로 발표할 수 있도록 다양한 기회를 제공하였다. 또한 모든 학생들이 역할을 맡을 수 있도록 지도하고, 학습내용 습득을 어려워하는 학생이 있으면 개별적으로 중요점을 다시 교수하였다. 정리단계에서는 학습한 내용을 스스로 방법을 선택하여 자기 평가가 될 수 있도록 유도하였다.

3. 검사도구

본 연구에서는 학생들의 과학학업성취도 측정을 위하여 실험집단과 통제집단에 대하여 사전 검사, 중간검사, 사후검사의 세 검사 결과를 분석하였다. 사전검사는 평가도구의 반복 사용으로 인한 연습효과를 배제하기 위해 2011년도 1학기 기말고사 대신 연구대상 학생들의 1학기 교과 내용과 동일한 출제범위의 다른 문제인 2010년도 1학기 기말고사 문제를 사용하였고, 중간검사와 사후검사로는 각각 2011년도 2학기 중간고사와 기말고사의 지필성적을 분석하였다. 본 연구에서 사용된 학교 고사의 문항구성 및 신뢰도의 구체적인 내용은 <표 4>와 같다. 검사도구 전체의 신뢰도는 사전, 중간, 사후 모두 .900이상이었고, 하위영역별 신뢰도는 .720에서 .803 사이로 나타났다.

<표 4> 본 연구의 사용된 검사도구의 문항 구성 및 신뢰도

구분	사전검사		중간검사		사후검사	
	문항수	신뢰도	문항수	신뢰도	문항수	신뢰도
지식	7	.720	8	.762	9	.760
이해	10	.803	13	.788	13	.802
적용	10	.730	9	.774	10	.743
전체	27	.904	30	.905	32	.910

본 검사도구의 타당도를 높이기 위하여 해당 학년을 맡은 과학교사들 전원의 협의와 검토를 통해 문제를 출제하였고, 교과협의회에서 정한 기준에 맞추어 문항의 난이도(상·중·하) 및 내용영역(지식·이해·적용)을 고려하여 이원목적분류표를 작성하면서 문항의 조절 및 수정과정을 거쳐 완성하였다. 또한 학교 행정가의 결재과정을 거쳐 여러 가지 요건에 대한 검토과정을 거친 후 최종 완성하였다. 채점과정에서는 3차에 걸친 재검토과정을 거쳐서, 검사도구와 결과가 가지는 신뢰도와 타당도를 확보하고자 하였다.

4. 자료의 수집 및 분석

본 연구에서는 실험 및 통제집단 과학학업성취도에 대하여 SPSS for window 16.0과 Mplus 5.1 프로그램을 이용하여 통계분석을 실시하였다. 이 때 각 검사의 측정시점과 도구가 다른 점을 감안하여 결과 비교 시 원점수를 평균 50, 표준편차 10인 표준점수로 환산하여 분석하였다.

실험 및 통제집단의 하위집단 점수변화의 특징을 자세하게 알아보기 위하여 잠재성장계층모형을 기용하여 하위유형에 따른 점수변화의 발달적 특성을 분석하였다. 이때 AIC(Akaike's Information Criterion), BIC(Bayesian Information Criterion), Loglikelihood 적합도 지수를 검토하여 제일 적은 값에 해당하는 하위그룹의 개수를 최적의 모형으로 결정하였다. Entropy 지수는 0에서 1의 값을 가질 수 있으며 1에 가까울수록 자료에 적합한 모형으로 평가할 수 있으나, 모형의 적합도 값으로 쉽게 사용해서는 안된다는 점을 고려하여(Ramswamy, Desarbo, Reibstein, & Robinson, 1993: 홍성두, 여승수, 2011에서 재인용), Entropy 값이 지나치게 낮을 경우에만 고려하였다.

III. 연구 결과

1. 과학학업성취도 전체에 대한 분석

실험집단과 통제집단의 과학학업성취도 결과에 따른 하위집단을 추정하기 위하여, 각각 총 4개의 집단이 존재한다는 가정 하에 잠재성장모형을 적용하였다. 실험집단과 통제집단의 하위 집단 수에 따른 AIC와 Adjusted BIC, Loglikelihood, Entropy 계수는 <표 5>와 같다.

<표 5> 실험 및 통제집단의 전체 과학성적에 대한 적합도 지수

구분	하위집단의 수	AIC	Adjusted BIC	Loglikelihood	Entropy
실험 집단	2	1888.88	1881.302	-931.44	0.794
	3	1886.68	1876.189	-925.34	0.917
	4	1879.58	1866.17	-916.79	0.895
통제 집단	2	1791.491	1783.51	-882.75	0.83
	3	1780.69	1769.64	-872.34	0.87
	4	1768.31	1754.19	-861.15	0.91

본 연구에서 가장 적합한 모형을 선택하기 위하여 <표 5>에서 제시한 AIC와 Adjusted BIC, Loglikelihood의 절대값이 가장 작은 모형을 찾아본 결과, 실험 및 통제집단 모두 4개의 하위집단을 가진 모형이 가장 적합하다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 4개의 하위집단을 가진 모형을 최종 선택하였다.

이와 같이 최종 선택된 실험집단과 통제집단 내 4개의 하위집단에 분류된 학생 수와 비율은 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 실험 및 통제집단의 전체 과학성적에서의 집단별 학생 수

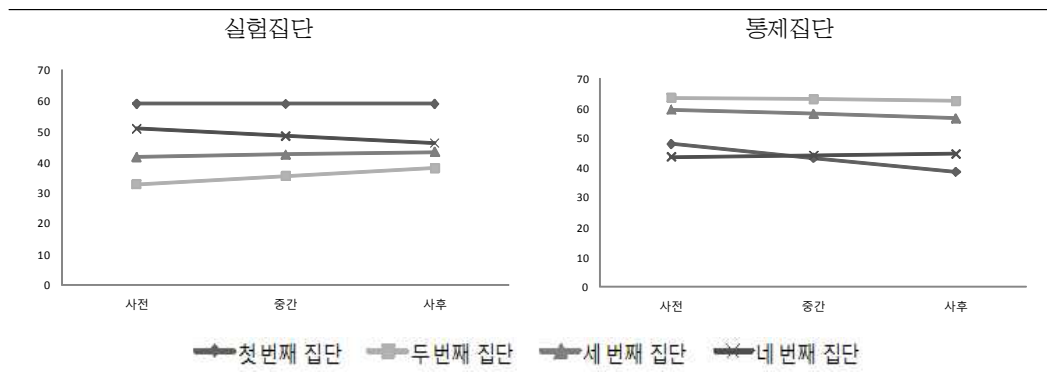
구분	집단의 수	첫 번째 집단	두 번째 집단	세 번째 집단	네 번째 집단	N
실험 집단	학생 수	46	8	36	7	97
	전체비율(%)	47.42	8.25	37.11	7.22	100
통제 집단	학생 수	4	4	30	56	94
	전체비율(%)	4.24	4.56	31.90	59.30	100

실험집단과 통제집단의 전체 과학 성적에 대한 하위집단별 선형모형의 결과는 <표 7>과 같다. 이 결과를 바탕으로 한 각 하위집단의 변화 추이는 [그림 1]에 제시하였다.

<표 7> 실험 및 통제집단의 전체 과학성적에 대한 하위집단별 선형모형의 결과

구분		실험집단		통제집단	
		평균치 계수(표준오차)	분산 분산(표준오차)	평균치 계수(표준오차)	분산 분산(표준오차)
첫 번째 집단	초기값	59.20*** (0.74)	-3.83 (6.47)	48.20*** (.13)	4.08***(1.35)
	기울기	-0.03 (0.28)	-10.08***(2.95)	-4.70***(.13)	-1.79 (1.29)
두 번째 집단	초기값	32.91*** (3.83)	-15.95***(3.44)	63.72***(.09)	-4.13***(1.34)
	기울기	2.67 (3.87)	-11.37 (3.64)	-0.49 (1.56)	5.21 (2.93)
세 번째 집단	초기값	41.80*** (1.80)	11.95 (9.48)	59.74***(.53)	1.50 (1.72)
	기울기	0.85 (0.60)	-6.48 (3.46)	-1.45***(.53)	5.21 (2.10)
네 번째 집단	초기값	51.04*** (0.59)	-17.47***(2.85)	43.80***(1.22)	46.37***(8.54)
	기울기	-2.33 (1.19)	-8.52 (5.52)	0.54 (.35)	4.64***(1.70)

*** $p < .001$.



[그림 1] 실험 및 통제집단의 영역전체 하위집단별 과학학업성취도 변화 추이

<표 7>에 제시된 실험집단의 선형모형 결과를 살펴보면, 첫 번째 집단은 초기값이 59.20으로 가장 높은 점수로 출발하였다. 기울기는 -.03으로 음의 값을 보였지만 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 두 번째 집단의 경우, 나머지 세 집단에 비하여 가장 낮은 32.91의 초기값으로 시작하였고, 2.67의 양의 기울기를 가지고 있으나 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 세 번째 집단의 특성을 살펴보면, 41.80으로 출발하고 있고 기울기는 .85로 나타나서 양의 값을 가지고 있으나, 역시 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 네 번째 집단은 초기값이 51.04로 두 번째로 높은 값으로 시작하였으나 기울기 -2.33이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 각 집단의 초기값은 첫 번째 집단이 59.20으로 가장 크고, 두 번째 집단이 32.91로 가장 작은 값을 가지며 각 집단별로 차이가 났으나, 진전도에서는 유의한 차가 나타나지 않았다.

실험집단의 분산을 살펴본 결과, 첫 번째 집단 초기값의 분산(-3.83)은 통계적으로 유의하지 않아 집단내의 개인차가 없는 것으로 나타났다. 진전도 기울기에 대한 분산(-10.08)은 성적변화에 있어 개인차가 유의하게 있는 것으로 나타났다. 그리고 두 번째(-15.95)와 네 번째(-17.47) 집단의 경우, 초기값의 분산은 집단내에서 유의하게 개인차가 있는 것으로 확인되었으나 진전도 기울기에 대한 분산에서는 모두 유의한 차가 나타나지 않았다. 세 번째 집단은 초기값의 분산이 11.95, 진전도 기울기의 분산이 -6.48로 산출되었으나 모두 유의하지 않았다

<표 7>에서 통제집단의 전체 과학성적에 대한 집단별 선형모형의 결과를 살펴보면, 첫 번째 집단은 초기값이 48.20의 점수로 출발하였으나, -4.70의 음의 기울기를 나타내었다. 두 번째 집단의 경우, 초기값이 가장 높은 63.72점으로 시작하였고, 진전도 기울기는 통계적으로 유의하지 않았다. 세 번째 집단의 경우, 초기값이 두 번째로 높은 59.74점에서 출발하였으나, 진전도 기울기가 -1.45로 음의 기울기를 나타내었다. 마지막 네 번째 집단의 경우 43.80의 초기값으로 시작하였고 진전도 기울기는 통계적으로 유의하지 않았다.

통제집단 분산의 경우, 세 번째 집단은 초기값과 진전도 기울기의 분산이 유의하지 않아 구성

원간 개인차가 존재하지 않는 것으로 확인되었고, 첫 번째와 두 번째 집단의 경우 초기값에서 유의한 차가 나타났으나 진전도에서는 유의한 집단내 개인차가 나타나지 않았다. 반면 네 번째 집단에서는 초기값과 진전도에서 유의한 개인내차가 있는 것으로 확인되었다.

2. 과학학업성취도 하위영역에 대한 분석

1) 지식영역

지식 영역 과학학업성취도 변화를 알아보기 위하여, 사전 및 중간, 사후검사의 문항들 중 이원 목적분류표에 근거하여 지식 영역만 추려내어 성적을 산출하고, 잠재계층모형으로 점수변화에 있어 실험 및 통제집단을 하위유형으로 구분하여 각 하위집단의 발달적 특성을 분석하고자 하였다. 그런데 잠재성장계층 모형이 실험 및 통제집단에서 모두 수렴되지 않아 적합도를 산출할 수가 없었다. 이를 미루어 짐작하면 지식영역의 잠재계층성장모형은 자료에 적합한 분석모형이 아닌 것으로 볼 수 있다.

2) 이해영역

이해영역 과학학업성취도 변화를 알아보기 위하여, 사전 및 중간, 사후검사의 문항들 중 이원 목적분류표에 근거하여 이해 영역만 추려내어 성적을 산출하고 잠재계층모형으로 점수변화에 대하여 실험 및 통제집단을 하위 유형으로 구분하여 각 하위집단의 발달적 특성을 분석하였다.

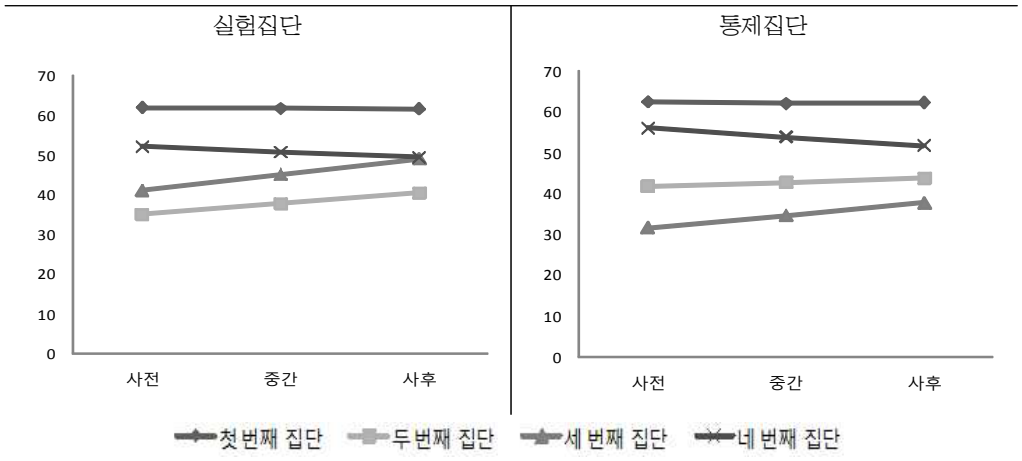
실험 및 통제집단의 이해 영역 과학학업성취도 변화에 따른 하위집단의 유형을 좀 더 자세히 살펴보기 위하여, 총 4개의 집단이 존재한다는 가정 하에 잠재성장계층 모형을 적용하였다. 실험집단과 통제집단의 가장 적합한 모형을 선택하기 위하여, 하위집단의 수에 따른 AIC와 Adjusted BIC, Loglikelihood, Entropy 계수를 비교한 결과, 4개의 하위집단을 가진 모형이 가장 적합하다는 것을 확인할 수 있었다. 그래서 4개의 하위집단을 가진 모형을 최종 선택하였다.

실험집단과 통제집단의 이해 영역 과학성적에 대한 집단별 선형모형의 결과는 <표 8>과 같다. 이 결과를 바탕으로 한 각 하위집단의 변화 추이는 [그림 2]에 제시하였다.

<표 8> 실험·통제집단의 이해영역 과학학업성취도에 대한 하위집단별 선형모형 결과

하위집단		구분	실험집단		통제집단	
			평균치	분산	평균치	분산
			계수 (표준오차)	분산 (표준오차)	계수 (표준오차)	분산 (표준오차)
첫 번째 집단	초기값	62.13*** (.56)	-23.06*** (5.82)	62.59*** (.15)	2.03 (1.80)	
	기울기	-.19 (.23)	-15.17*** (4.72)	-.08 (0.35)	-2.96 (1.98)	
두 번째 집단	초기값	35.14*** (.69)	-23.92*** (6.21)	41.95*** (1.03)	16.91 (7.46)	
	기울기	2.74 (1.59)	1.21 (7.81)	.94 (0.69)	9.23 (3.81)	
세 번째 집단	초기값	41.26*** (2.19)	14.75 (16.93)	31.74*** (.59)	3.16 (2.29)	
	기울기	3.97*** (.31)	-14.40*** (4.62)	3.02*** (1.08)	.58 (3.04)	
네 번째 집단	초기값	52.22*** (1.23)	23.17 (12.60)	56.15*** (.97)	19.27*** (4.75)	
	기울기	-1.33 (.52)	-9.92 (4.98)	-2.16*** (.48)	5.41 (2.52)	

*** $p < .001$.



[그림 2] 실험집단과 통제집단의 이해영역 하위집단별 과학학업성취도 변화 추이

<표 8>에 제시된 집단별 선형모형의 결과를 살펴보면, 실험집단에서 첫 번째와 두 번째, 네 번째 집단은 각각 초기값이 62.13, 35.14, 52.22로 통계적으로 유의하였으나, 진단도 기울기(-.19, 2.74, -1.33)는 통계적으로 유의하지 않았다. 세 번째 집단은 초기값이 41.26, 진단도 기울기가 3.97로 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

실험집단의 분산을 살펴본 결과, 첫 번째 집단의 초기값의 분산(-23.06)은 통계적으로 유의하여 집단내의 개인차가 있는 것으로 나타났고, 진단도 기울기에 대한 분산(-15.17)도 성적변화에 있어 개인차가 있는 것으로 나타났다. 두 번째 집단의 경우, 초기값의 분산(-23.92)은 통계적으로

유의하여 집단내에서 개인차가 있는 것으로 확인되었으나, 진전도 기울기에 대한 분산(1.21)은 유의한 차가 나타나지 않았다. 세 번째 집단의 경우, 초기값의 분산(14.75)은 집단내의 개인차가 없는 것으로 나타났으나, 진전도 기울기에 대한 분산(-14.40)은 통계적으로 유의하게 나타나 성적변화에 있어 개인차가 있는 것으로 나타났다. 네 번째 집단은 초기값의 분산(23.17)과 진전도 기울기의 분산(-9.92)은 모두 유의하지 않아 구성원간 개인차가 존재하지 않았다.

통제집단의 경우, 첫 번째 집단과 두 번째 집단은 초기값이 각각 62.59, 41.95로 통계적으로 유의하였으나, 진전도 기울기(-.08, .94)는 유의하지 않았다. 세 번째 집단과 네 번째 집단의 경우, 초기값이 각각 31.74, 56.15이며 진전도 기울기는 각각 3.02, -2.16으로 모두 유의한 것으로 나타났다. 그리고 <표 8>에 제시된 통제집단의 분산을 살펴본 결과, 네 번째 집단의 초기값(19.27)은 통계적으로 유의하여 집단내에서 개인차가 있는 것으로 확인되었다. 그 이외의 다른 모든 초기값과 진전도 기울기의 분산은 구성원간 개인차가 존재하지 않는 것으로 확인되었다.

3) 적용영역

적용영역 과학학업성취도 변화를 알아보기 위하여, 사전 및 중간, 사후검사의 문항들 중 이원목적분류표에 근거하여 적용영역만 추려내어 성적을 산출하고 잠재계층모형을 통하여 점수 변화에 있어 실험 및 통제집단을 하위유형으로 구분하여 각 하위집단의 발달적 특성을 분석하였다.

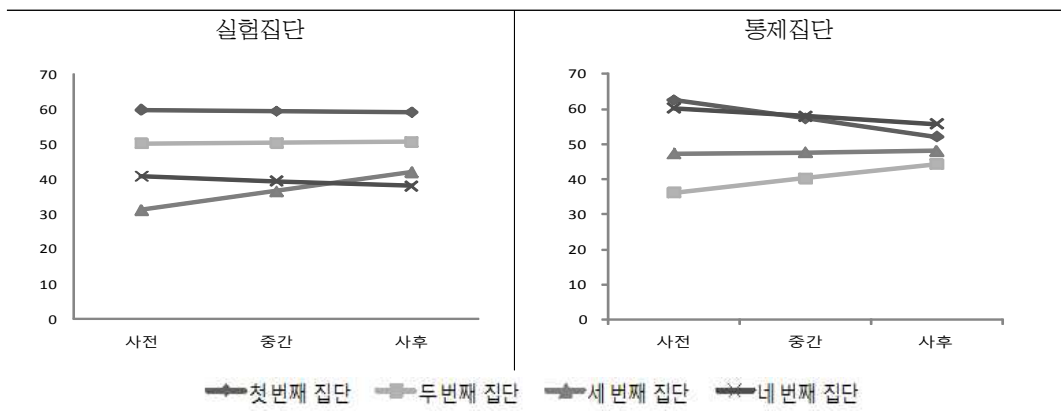
실험집단과 통제집단의 적용영역 과학학업성취도 변화에 따른 하위집단의 유형을 좀 더 자세히 살펴보기 위하여, 총 4개의 집단이 존재한다는 가정 하에 잠재성장계층 모형을 적용하였다. 실험집단과 통제집단의 가장 적합한 모형을 선택하기 위하여, 하위집단의 수에 따른 AIC와 Adjusted BIC, Loglikelihood, Entropy계수를 비교한 결과, 4개의 하위집단을 가진 모형이 가장 적합하다는 것을 확인할 수 있었다. 그래서 4개의 하위집단을 가진 모형을 최종 선택하였다.

실험집단과 통제집단의 적용영역 과학성적에 대한 집단별 선형모형의 결과는 <표 9>에 제시하였다. 이 결과를 바탕으로 한 각 하위집단의 변화 추이는 [그림 3]에 제시하였다.

<표 9> 실험·통제집단의 적용영역 과학학업성취도에 대한 하위집단별 선형모형의 결과

하위집단		구분	실험집단		통제집단	
			평균치	분산	평균치	분산
			계수 (표준오차)	분산 (표준오차)	계수 (표준오차)	분산 (표준오차)
첫 번째 집단	초기값	59.95*** (.44)	-17.18*** (4.69)	62.10*** (.24)	-11.88*** (1.80)	
	기울기	-.33 (.36)	-17.26*** (3.84)	-5.20*** (1.86)	1.37 (9.76)	
두 번째 집단	초기값	50.34 (.45)	-19.35*** (4.94)	36.26*** (1.07)	-2.17 (3.30)	
	기울기	.23 (.90)	-2.90 (5.64)	4.01*** (1.07)	2.62 (4.49)	
세 번째 집단	초기값	31.20*** (.79)	-15.94*** (4.70)	47.35*** (1.58)	20.79 (15.72)	
	기울기	5.48*** (.45)	-20.11*** (3.93)	.35 (.53)	-.09 (2.65)	
네 번째 집단	초기값	40.97*** (.66)	-16.53*** (4.86)	60.26*** (.88)	-4.19 (2.57)	
	기울기	-1.38 (.77)	-13.12*** (4.05)	-2.24*** (1.28)	3.14 (4.18)	

*** $p < .001$.



[그림 3] 실험집단과 통제집단의 적용영역 하위집단별 과학학업성취도 변화 추이

<표 9>에 제시된 집단별 선형모형의 결과를 살펴보면, 실험집단의 경우 첫 번째와 두 번째, 네 번째 집단은 각각 초기값이 59.95, 50.34, 40.97으로 가장 높은 점수부터 순서대로 세 번째까지 높은 점수로 출발하고 있다. 진전도 기울기는 세 집단 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 세 번째 집단은 초기값이 가장 낮은 31.20이고 진전도 기울기는 5.48인데, 두 값 모두 통계적으로 유의하였다.

실험집단의 분산을 살펴본 결과, 두 번째 집단 기울기에 대한 분산값(-2.90)은 통계적으로 유의하지 않아 성적변화에 있어 개인차가 없는 것으로 나타났다. 이를 제외한 다른 집단의 초기값의 분산 및 진전도 기울기의 분산이 모두 통계적으로 유의하여 구성원간 개인차가 존재하는 것

으로 확인되었다.

그리고 <표 9>에서 통제집단의 경우, 첫 번째, 두 번째, 네 번째 집단은 초기값이 각각 62.10, 36.26, 60.26이고, 진전도 기울기는 각각 -5.20, 4.01, -2.24로 모두 통계적으로 유의하였다. 세 번째 집단은 47.35의 초기값은 통계적으로 유의하였으나, 기울기의 값 .35는 통계적으로 유의하지 않았다. 통제집단의 분산을 살펴본 결과, 첫 번째 집단의 초기값(-11.88)은 통계적으로 유의하여 집단내 개인차가 있는 것으로 나타났다. 이를 제외한 다른 초기값의 분산 및 진전도 기울기의 분산은 모두 통계적으로 유의하지 않아 구성원간 개인차가 존재하지 않는 것으로 확인되었다.

IV. 논의

본 연구에서는 UDL을 실제 과학수업에 적용한 후 잠재성장계층 분석방법을 이용하여 실험·통제집단 전체 및 하위영역에 미치는 효과 및 그 효과성이 과학학업성취도 변화의 특징과 관련하여 어떠한 하위집단들로 분류되어 나타나는지를 검토해보고자 하였다. 중등 과학수업에서의 UDL 적용 효과 및 하위집단 분류에 관한 논의는 다음과 같다.

1. 과학학업성취도 효과성에 대한 논의

잠재성장계층분석을 통하여 과학학업성취도 전체에 대한 각 하위집단의 점수 변화의 특징을 알아본 결과, 실험 및 통제집단은 각각 네 개의 하위집단으로 구분되었고, 각 하위집단은 서로 상이한 발달 궤적을 보여주었다. 전체 과학학업성취도에서 실험집단과 통제집단의 초기값과 성장률을 비교해보면, 실험집단 내 네 개의 하위집단은 초기값에서 하위집단 간 차이가 났으나 앞으로의 성장 변화를 예측하기 어려운 것으로 나타났다. 통제집단은 네 하위집단의 초기값에서 하위집단 간 차이가 났고, 첫 번째 하위집단(초기값 48.20)과 세 번째 하위집단(초기값 59.74)의 경우 오히려 성장 변화가 유의하게 감소하였음을 알 수 있었다.

통제집단이 보이는 이러한 현상은 중학교 과학교과의 학업내용 난이도 증가에 따라 발생하는 자연스러운 결과일 수 있다. 하지만 실험집단은 이런 현상을 보이지 않고 있다. 즉 실험집단은 통계적으로 유의한 진전도 감소 현상을 나타내지 않았으나, 통제집단은 하위집단들 중 두 집단이 유의하게 감소하는 결과를 보여주었다. 이를 통해 UDL이 전체 과학학업성취도에서 상대적으로 효과가 있었다고 볼 수 있다.

과학학업성취도 하위영역에서 실험 및 통제집단의 각 하위집단 점수변화의 특징을 살펴본 결과, 이해영역에서는 실험집단의 경우 아래에서 두 번째로 낮은 초기점수로 시작한 세 번째 하위

집단(초기값 41.26)은 양의 진전율을 나타내어, 중간고사와 기말고사로 가면서 이해영역 성취도가 유의하게 증가하는 하위집단임을 알 수 있었다. 통제집단의 경우에도 가장 낮은 초기점수로 시작한 세 번째 하위집단(초기점수 31.74)이 양의 진전도 기울기를 나타내어 지속적인 향상을 보이는 하위집단인 것으로 나타났다. 그러나 실험집단의 진전도 기울기가 통제집단보다 더 큰 값으로 확인되어 성취도는 실험집단이 더 많이 증가하였다는 사실을 알 수 있었다. 나머지 하위집단의 경우 실험집단에서는 성적이 감소하는 하위집단이 없었으나, 통제집단에서는 두 번째로 높은 초기 점수로 출발한 하위집단(초기점수 56.15)이 지속적으로 유의하게 성적이 감소하는 추세를 나타내었다. 이와 같은 사실에 근거하여 이해영역의 경우 실험집단이 통제집단보다 각 하위집단에서 성취도가 상대적으로 더 높다고 할 수 있다.

적용영역에서는 실험집단과 통제집단 모두 점수가 가장 낮은 31.20, 36.26의 초기값으로 시작한 하위집단에서 양의 진전율을 나타내어 유의한 성취도 향상을 보였으나, 실험집단이 더 크게 향상된 것으로 나타났다. 또한 실험집단은 점수가 가장 높은 하위집단(초기값 59.95)과 두 번째로 높은 하위집단(초기값 50.34)은 성취도가 중간 및 기말고사에서 감소하지 않았으나, 통제집단의 경우, 점수가 가장 높은 하위집단(초기값 62.10)과 두 번째로 높은 하위집단(초기값 60.26)의 성취도가 지속적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 즉 적용영역에서는 실험집단이 통제집단보다 각 하위집단에서 성취도가 향상된 인원이 상대적으로 많았다고 할 수 있다. 이와 같은 결과를 종합하여 볼 때, 실험집단이 통제집단에 비하여 전체 및 하위영역에서 과학학업성취도가 높은 하위집단이 많다는 것을 알 수 있었다.

과학학업성취도 하위영역인 이해, 적용에서의 효과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 이해영역의 경우에는 국가수준학력평가의 성취수준별 4단계의 '기초학력' 수준에 해당하는 40점대 점수의 실험집단 학생들에게 유의한 성적 향상의 효과가 있었고, 50점대 학생들의 경우 실험집단은 성취도를 유지하는데 비하여 통제집단은 오히려 성취도가 유의하게 낮아지는 것으로 나타났다. 적용영역의 경우에는 국가수준학력평가의 '기초학력미달' 수준에 해당하는 30점대 학생들에게 실험집단과 통제집단에서 유의한 성적 향상의 효과가 있었으나 실험집단의 향상 정도가 더 큰 것으로 확인되었다. 국가수준학력평가의 '우수학력' 수준에 해당하는 60점대 학생들에게는 통제집단의 경우 오히려 성취도가 유의하게 낮아지는 데 비하여, 실험집단은 성취도를 유지하고 있다는 사실을 알 수 있었다.

결국 과학학업성취도 전체와는 달리, 이해와 적용 하위영역에서는 실험집단과 통제집단 모두 평균이하의 성취를 보이는 학생들의 성취도는 증가하는 경향을 보였지만, 평균이상의 성취를 보이는 학생들의 경우, 통제집단은 통계적으로 감소하는 경향을 보인 반면, 실험집단은 보이지 않는 것으로 나타났다. 즉 UDL이 중학교 과학학업성취의 이해영역과 적용영역에 있어서 평균이하 학생들의 성취도는 증가시키고, 평균이상 학생들의 성취도는 감소시키지 않는 바람직한 교육

접근법인 것을 알 수 있다.

2. 과학학업성취도의 하위집단에 관한 논의

본 연구에서 UDL을 적용한 결과, 실험집단은 전체 성적에서는 큰 변화가 없었으나, 통제집단은 오히려 성적이 낮아졌다는 점을 감안하면 상대적으로 효과가 있었다고 볼 수 있다. 또한 각 하위영역에서는 30~40점대 점수 학생들의 경우 실험집단이 통제집단에 비하여 상대적으로 성취도의 유의한 향상이 더 크게 나타났고, 50~60점대 학생들은 실험집단의 경우 점수를 유지하는 경향을 나타낸 반면 통제집단의 경우 오히려 점수가 유의하게 감소하는 경향을 보였다.

이와 같은 과학학업성취도의 하위집단에 관한 논의는 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 UDL을 적용하였을 때 학업성취도가 낮았던 학생들의 향상이 많이 이루어졌음을 알 수 있었다. 이는 성취도가 낮은 학생들이 학업성취도에 있어 학교 변인의 영향을 많이 받기 때문으로 추정된다. 박도영과 그의 동료들(2001)은 위계분석을 통하여 TIMSS 과학학업성취도 결과에 영향을 주는 변인이 우리나라가 중앙집중식 교육체제로 학교 재량이나 특성이 없기 때문에 대부분 부모의 사회경제적 위치 등과 같은 학생 수준 배경 변인의 영향이었고, 학교 수준의 분산은 과학학업성취도에 있어 크지 않다고 보고하였다. 이러한 현실 속에서 이제까지의 수업에서 학생의 학업적 요구를 학교 밖 환경이나 스스로 충족시킬 수 없는 배경을 지닌 학생은 학업에 어려움을 겪고 학습결손이 누적되어 왔을 것이다. 따라서 학업성취도가 높은 집단의 학생들보다 낮은 집단의 학생들이 상대적으로 학교 수준 변인의 영향을 더 많이 받는다고 추론할 수 있다. 그러므로 '평균'에 맞춘 교육이 아니라 개인의 특성을 고려하고, 보다 다양한 방법의 정보 제공을 통하여 학습내용을 쉽게 이해할 수 있도록 접근한 UDL의 효과가 더 크게 나타난 것이라 추정된다.

둘째, UDL의 원리를 적용한 중재에서 여러 가지 교수방법이 성적이 하위집단인 학생들의 학업성취도 향상에 도움이 되는 요인으로 작용하였을 것이라 여겨진다. 즉 학생 탐구활동을 많이 삽입하고 탐구활동 과정을 단계별로 시범을 보이며 진행한 점과 보조교사가 함께 투입되어 학생 탐구활동을 보조한 점, 그리고 탐구활동 후에는 그 결과를 수렴하여 교사가 정리하는 방법으로 수업한 점이다. 이는 Mastropieri와 동료들(2006)이 제시한 바와 같이, 활동중심의 과학학업에 '코치된 구체화(coached elaboration)'가 병행되면 학생들의 학습효과는 더 커진다는 연구결과와, '활동중심'의 과학수업과 '지원된 탐구중심'의 과학수업의 효과를 비교하였을 때, 후자가 전자보다 우월한 성취도를 나타내었다는 선행연구(Dalton et al., 1997)의 결과와 같은 맥락이다. 또한 본 연구에서는 자기점검의 방법을 적용하여 학생들 스스로 학습내용을 이해하고 있는 지 내용 단락마다 확인하도록 유도하였는데, 이러한 교수방법이 성적이 낮은 학생들의 학업성취도를 향상시키는 요인으로 작용하였다고 볼 수 있다. 이는 자기질문(self-questioning) 전략은 그것

을 사용할 수 있는 학습장애 학생의 경우 가장 긍정적인 효과를 나타낸다는 선행연구(Mastropieri & Scruggs, 1994) 결과와도 연관된다. 즉 비록 장애학생은 아니지만 이들과 비슷한 수준의 학업성취도를 보이는 학업성취도가 낮은 학생들에게도 이러한 요소가 포함된 중재의 방법이 더욱 효과가 있었다고 보여진다.

셋째, 성적이 낮은 학생들의 경우 실험집단이 통제집단보다 학업성취도 향상이 상대적으로 더 크게 나타났다. 이는 평소 과학을 어려워하거나 흥미와 관심이 낮은 학생들이 과학적 현상을 생활주변으로 연결시키는 본 연구의 중재방법을 통하여 이제까지의 과학수업보다 쉽게 내용에 접근할 수 있었고, 과학적 사실을 실생활에 적용시키는 능력을 향상시킬 수 있었기 때문이라고 추정된다. 이는 학업성취가 낮은 학생에게는 과학적 지식보다는 일상생활에서 경험하는 자연현상에 흥미와 관심을 유발시키고 실생활에서 유용한 생활과학교육이 더욱 효과적이라는 선행연구(강경숙 외, 2005; 하미경, 김현주, 2000)의 지적과 같은 맥락이다.

넷째, 성적이 중간에서 상위집단에 속한 학생들은 통제집단의 경우 오히려 성취도가 유의하게 낮아지는 경향이 나타났고, 실험집단에서는 유지가 되고 있는 것으로 나타났다. 이는 곽영순과 그의 동료 연구자들(2006)이 지적한 바와 같이 과학학업성취도와 흥미는 학년이 올라갈수록 낮아지는 경향이 있다는 것과, 김윤지와 정진우(2006)가 밝힌 고등학생들의 과학학습에 대한 동기는 전체적으로 낮다는 연구결과와 맥을 같이 한다. 즉 넓은 범위와 많은 분량, 초등 교육과정에 비하여 난이도가 더 높은 학습내용을 습득하는 과정에서 학생들은 점차 과학에 대한 흥미를 잃어가고, 어려워하는 경향이 있음을 확인할 수 있다. 강영혜 외 (2007)는 학생들의 과학학습에 대한 흥미도는 과학학업성취도를 예측하게 하는 주요 변수 중의 하나가 될 수 있다고 하였다. 그러므로 과학에 대한 흥미를 점차 잃어가면서 과학학업성취도가 하향하는 것을 막기 위해서는 김현경과 정진수(2012)의 연구결과에서 밝히고 있듯이 학생의 발달 수준을 고려한 교육과정을 심층 분석하여 학습내용이 학생들의 발달 수준에 비해 너무 어렵지 않도록 조절하고 여러 가지 자료를 개발할 필요가 있을 것이다. 본 연구 결과에서 UDL을 적용하지 않은 집단의 성취도가 적용한 집단에 비해 오히려 낮아졌다는 점을 감안하면, UDL 중재가 과학적 흥미를 유발하고 학습내용에 더 쉽게 접근하는 데 기여하였다고 추론된다.

본 연구에서는 기존의 현장적용 선행연구들과 달리 잠재성장계층모형을 이용하여 실험-통제 집단을 과학학업성취도의 변화 경향에 따라 하위집단으로 나누어 각 계층별 점수 변화에 대한 특성을 알아보았다. 본 연구가 갖는 의의는 집단 평균치에 의한 효과성이 학생들을 하위집단으로 분류하여 보았을 때에는 어떻게 차별적으로 나타날 것인지 실험집단과 통제집단 내의 하위 유형들을 탐색하고 이에 대한 정보를 제공하였다는 데 있다. 본 연구로부터 얻는 시사점은 UDL을 적용한 수업의 효과성을 분석할 때 하위유형으로 분류해서 그 특성을 살펴볼 필요가 있다는 점과 하위유형을 분류할 때 잠재성장계층모형이 유용하게 활용될 수 있다는 점이다. 추후에는

효과 유무에 따라 하위유형 내 구성원들의 특성이 어떻게 비교되는지를 분석함으로써 추후 과
학수업의 질적 향상을 도모하기 위한 하위유형별 교수 방향에 대해 논의해보는 연구가 이어져
야 할 것이다.

참고문헌

- 강경숙, 김희규, 유장순, 최세민 (2005). **장애 학생의 교육과정적 통합을 위한 교과별 수업적용 방법 구안: 초등학교 도덕, 사회, 과학과를 중심으로**. 안산: 국립특수교육원.
- 강영혜, 박소영, 정현철, 박진아 (2007). **특수목적고등학교 정책의 적합성 연구**. 서울: 한국교육개발원. 연구보고. RR 1007-5.
- 곽영순, 김찬중, 이양락, 정득실 (2006). 초·중등 학생들의 과학 흥미도 조사. **한국지구과학회지**, 27(3), 260-268.
- 김윤지, 정진우 (2006). 고등학생들의 과학 학습에 대한 동기 요인 분석. **한국과학교육학회지**, 26(2), 291-297.
- 김현경, 정진수 (2012). 국가수준 학업성취도 평가에 나타난 중학교 3학년 학생들의 과학 성취도 분석. **과학교육연구지**, 36(2), 394-407.
- 남궁평, 임수정 (2005). Markov Latent Class 모형을 이용한 노동력 데이터의 분류. **통계연구**, 12, 1-12.
- 박도영, 박정, 김성숙 (2001). 중학교 수학·과학 성취도에 대한 학교-학생수준 배경변수들의 효과. **교육평가연구**, 14(1), 127-149.
- 유선해 (2010). **보편적 학습설계에 의한 과학 교수-학습자료가 지적장애 학생의 수업참여 행동, 학업수행능력에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문, 우석대학교 교육대학원, 충북.
- 유장순 (2006). 일반학교에 통합된 장애 학생의 성공적인 과학수업을 위한 지원체제. **특수교육연구**, 13(2), 53-82.
- 조선화, 박승희 (2011). 보편적 학습설계를 적용한 초등 과학 통합수업이 통합학급 학생들의 과학학습성취도에 미치는 영향. **특수교육학연구**, 46(2), 51-84.
- 하미경, 김현주 (2000). 경도정신지체 학생의 과학교육에 관한 예비특수교사의 인식. **특수교육학연구**, 35(2), 231-252.
- 홍성두, 여승수 (2011). 중재반응모형을 활용한 수학 학습장애 위험군의 하위유형 분류 가능성 탐색: 잠재성장계층분석을 중심으로. **특수아동교육연구**, 13(2), 393-413.
- Acrey, C., Johnstone, C., & Milligan, C. (2005). Using universal design to unlock the potential for academic achievement of at-risk learners. *Teaching Exceptional Children*, 38(2), 22-31.
- Browder, D. M., Mims, P. J., Spooner, F., Ahlgrim-Delzell, L., & Lee, A. (2008). Teaching

- elementary students with multiple disabilities to participate in shared stories. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities(RPSD)*, 33(1-2), 3-12.
- CAST (2004). Planning for all learners(PAL) toolkit. Retrieved April 3, 2011, from http://www.cast.org/teachingeverystudent/toolkits/tk_procedures.cfm?tk_id=21
- Curry, C., Cohen, L., & Lightbody, N. (2006). Universal design in science learning. *The Science teacher*, 73(3), 32-37.
- Dalton, B., Morocco, C. C., Rivnan, T., & Mead, P. L. R. (1997). Supported inquiry science: Teaching for conceptual change in urban and suburban classrooms. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 670-684.
- Dymond, S. K., Renzaglia, A., Rosenstein, A., Chun, E. J., Banks, R. A., Niswander, V., & Gilson, C. L. (2006). Using a participatory action research approach to create a universally designed inclusive high school science course: A case study. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities(RPSD)*, 31(4), 293-308.
- Gardren, D., & Whittaker, C. (2006). Planning differentiated, multicultural instruction for secondary inclusive classrooms. *Teaching Exceptional Children*, 38(3), 15.
- Hitchcock, C., Meyer, A., Rose, D., & Jackson, R. (2002). Providing new access to the general curriculum: Universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 35(2), 8-17.
- Howard, K. L. (2004). Universal design for learning: Meeting the needs of all students. In the curriculum-multidisciplinary. *Learning and Leading with Technology*, 31(5), 26-29.
- Izzo, M. V., Murray, A., & Novak, J. (2008). The faculty perspective on universal design for learning. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 21(2), 60-72.
- Kurtt, S. A., Matthews, C. E., & Smallwood, T. (2009). (Dis)solving the differences. A physical science lesson using universal design. *Intervention in School and Clinic*, 44(3), 151-159.
- Lieber, J., Horn, E., Palmer, S., & Fleming, K. (2008). Access to the general education curriculum for preschoolers with disabilities: Children's school success. *Exceptionality*, 16(1), 18-32.
- Mastropieri, M. A., & Scruggs, T. E. (1994). Text versus hands-on science curriculum: Implications for students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 72-85.
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E., Norland, J. J., Berkeley, S., McDuffie, K., Tornquist, E. H., Connors, N. (2006). Differentiated curriculum enhancement in inclusive middle school science: Effects on classroom and high-stakes tests. *Journal of Special Education*, 40(3), 130-137.
- McGuire-schwartz, M. E., & Arndt, J. S. (2007). Transforming universal design for learning

in early childhood teacher education from college classroom to early childhood classroom. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 28(2), 127-139.

McPherson, S. (2009). A dance with the butterflies: A metamorphosis of teaching and learning through technology. *Early Childhood Education Journal*, 37(3), 229-236.

Meo, G. (2008). Curriculum planning for all learners: Applying universal design for learning(UDL) to a high school reading comprehension program. *Preventing School Failure*, 52(2), 21-31.

Rose, D., & Dalton, B. (2009). Learning to read in the digital age. *Mind, Brain, and Education*, 3(2), 74-83.

Schelly, C. L., Davies, P. L., & Spooner, C. L. (2011). Student perceptions of faculty implementation of universal design for learning. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 24(1), 17-30.

Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A. & Boon, R. (1998). Science education for students with disabilities: A review of recent research. *Studies in Science Education*, 32, 21-44.

Stockall, N. S., Dennis, L., & Miller, M. (2012). Right from the start: Universal design for preschool. *Teaching Exceptional Children*, 45(1), 10-17.

* 논문접수 2013년 8월 1일 / 1차 심사 2013년 9월 5일 / 게재승인 2013년 9월 22일

* 권효진: 부산대학교 사범대학 화학교육과를 졸업하고, 동 대학원 교육학과에서 석사학위(화학교육, 특수교육)를 취득하였으며, 이화여자대학교에서 특수교육 전공으로 박사학위를 취득하였다. 현재 중랑중학교 교사 및 이화여대 특수교육과 겸임교수로 재직 중이다. 주요 연구로는 '보편적 학습설계 기반 과학수업이 중학교 장애 및 비장애학생의 과학학습성취도에 미치는 효과', '일반중학교에 통합된 장애학생의 과학수업에 대한 장애학생 및 관련인의 인식 실태와 요구 분석' 등이 있다.

* E-mail: han-oyel@hanmail.net

* 박현숙: 이화여자대학교 사범대학 외국어교육과를 졸업하고, 미국 웨스턴 일리노이 대학 및 인디애나(블루밍턴) 대학 특수교육학과에서 석사, 박사학위를 취득하였다. 현재 이화여자대학교 특수교육과 교수로 재직 중이며, 주요 저서로는 '학습장애: 토대, 특성, 효과적 교수', 'C-RIC 읽기 평가-교수 지침서', '장애학생을 위한 전환교육과 전환서비스' 등이 있다.

* E-mail: hspark@ewha.ac.kr

* 홍성두: 단국대학교 사범대학 특수교육과를 졸업하고, 동 대학원 특수교육과에서 석사학위(정서행동장애아교육)를 취득하였으며, 서울대학교에서 특수교육 전공으로 박사학위를 취득하였다. 현재 서울교육대학교 유아특수교육과 교수로 재직 중이며, 주요 저서로는 '장애학생을 위한 국어교육의 이론과 실제', '특수교육 연구의 실제 -증거기반 교육실천을 위한 주제와 방법론-' 등이 있다.

* E-mail: secshsd@hanmail.net

Abstract

The Effect of UDL on Science Achievement and the Analysis of Subgroups in Middle School Students: With the Latent Growth Class Analysis

Kwon, Hyojin*

Park, Hyun-Sook**

Hong, Sung Doo***

The purpose of this study was to test the effect of science class applied universal design for learning(UDL) on science achievement and to explore subgroups within students in a middle school. For this purpose, this study employed latent growth class analysis(LGCA) and analyzed the characteristics of score growth rate of subgroups from both whole area and 3 subareas of science achievement. Participants were 192 students and 6 science teachers implementing or supporting UDL for 15 weeks. The results were obtained as follows: Within experimental and control groups, 4 subgroups emerged from both whole area and subareas; The whole science achievement of experimental group was enhanced more than that of control group; For subareas, relatively more positive effect of increasing achievement was shown in experimental group students with low scores, and students with high scores in experimental group showed a tendency to maintain their scores, while those in control group showed a tendency to get significantly reduced scores. These results imply that the need exists to examine how the effectiveness obtained by group average would appear distinctly when focused on the information of changes in scores of each subgroup, and that LGCA can be applied usefully to classify subgroups.

Key words: Universal design for learning, Secondary science instruction, Science achievement, Latent growth class analysis

* First author, Adjunct Professor, Ewha Womans University

** Corresponding author, Professor, Ewha Womans University

*** Professor, Seoul National University Of Education