

PISA 2009 결과를 중심으로 한 우리나라와 상하이의 수학교육 현황 비교 분석

임해미¹⁾·전영주²⁾

본 연구에서는 최근 OECD PISA에서 최상위 성취를 보이고 있는 상하이의 교육성과에 주목할 필요성을 인식하고 다음의 두 측면에서 연구를 수행하였다. 첫째, 중국 및 상하이와 관련된 다양한 문헌을 토대로 상하이의 교육체제 및 수학교육 현황에 대해 조사하였다. 둘째, 우리나라와 상하이를 중심으로 PISA 2009 결과를 분석하여 우리나라 수학교육에서 보완해야 할 부분에 대해 조사하였다. 그 결과, PISA 2009에서 상하이의 수학 평균점수는 600점으로 우리나라의 546점보다 50점 이상 높았으며, 수학 평가들을 이용하여 분석한 결과, 모든 하위요소의 문항에 대해 우리나라보다 높은 정답률을 보였다. 특히 '수학적 과정'의 '반성'에서는 대부분의 성취수준에서 유의한 차이를 보였으며, '형식화하기'에서는 2수준과 6수준에서 유의한 차이를 보였다. 해당 수학적 과정은 고차원적 수학적 단계 및 실제 맥락에서 수학적 문제를 만들어내는 가장 핵심적인 모델링 과정인 만큼 이에 대한 교수 학습을 보완하고, 필요한 경우 상하이의 수학교육을 벤치마킹하여 우리나라 학생들의 수학 소양이 신장될 수 있도록 다양한 교육적 노력을 기울여야 할 것이다.

주요용어 : 상하이의 수학교육, 국제 학업성취도 평가, OECD PISA 2009

I. 서론

중국의 발전, 나아가 중국의 미래를 확인하려면 상하이의 발전을 눈여겨볼 필요가 있다. 2013년 현재, 상하이는 인구가 2천 4백만에 이르는 중국에서 가장 큰 도시로, 베이징, 톈진, 충칭과 더불어 4대 직할시에 해당한다. 우리나라의 인구가 4천 8백만임에 비추어볼 때 상하이의 규모를 짐작할 수 있다. 2009년 상하이의 GDP는 인구 1인당 11,563 달러로 수도권 베이징이 정치의 중심지라면 상하이는 경제 중심지라고 볼 수 있다. 상하이는 중국에서 가장 세계화되고 개방화된 도시로서, 무역, 산업, 경제를 비롯하여 특히 교육에서 선도적인 역할을 담당하고 있다(OECD, 2011, p.90).

상하이의 높은 교육성과는 경제협력개발기구 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)가 주관하는 국제 학업성취도 평가 PISA(Programme for International Student Assessment)의 결과를 통해 확인되었으며, 이는 전 세계가 상하이의 교육에 주목

1) 한국교육과정평가원 (제1저자)
2) 전북대 수학교육과 (교신저자)

하는 계기가 되었다. OECD는 참여국의 정부가 자국의 교육 시스템을 점검할 수 있도록, 각국의 의무교육이 끝나는 시점인 만 15세 학생들을 대상으로 읽기, 수학, 과학 소양을 평가하고 있다. PISA는 PISA 2000을 첫 주기로, 이후 3년마다 평가가 시행되고 있다.

상하이는 PISA의 네 번째 주기인 PISA 2009에 경제협력파트너의 자격으로 처음 참여하였으며, 전체 65개 참여국 중 읽기, 수학, 과학의 전 영역에서 1위를 차지하였다. 특히 상하이는 수학 영역에서 다른 국가와 비교하여 매우 높은 성취를 보였다. PISA에서는 평균점수 500점, 표준편차 100점으로 하는 표준점수를 산출하는데, 상하이는 PISA 2009 수학 평균점수가 600점으로 싱가포르(562점), 홍콩-중국(555점), 우리나라(546점), 대만(543점), 핀란드(541점) 등의 수학 상위국과 큰 격차를 보이며 1위를 하였다(OECD, 2010). 우리나라는 OECD 회원국 중 수학 평균점수가 가장 높았으나 상하이와 비교하면 50점 이상 낮았다.

상하이가 경제협력파트너의 자격으로 참여했지만 중국의 교육을 선도하고 있다는 점을 감안한다면 상하이의 교육에 대한 면밀한 조사와 분석이 필요할 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 다음의 두 가지 측면에서 연구를 수행하였다. 첫째, 중국 및 상하이와 관련된 다양한 문헌을 토대로 상하이의 교육체제 및 수학교육 현황에 대해 조사하였다. 둘째, 우리나라와 상하이를 중심으로 PISA 2009 결과를 분석하여 우리나라 수학교육에서 보완해야 할 부분에 대해 조사하고 시사점을 제시하였다.

II. 상하이의 교육체제 및 수학교육 현황

1. 상하이의 교육체제

상하이는 중국 교육 개혁의 허브(Hub)로서 중국 전역 가운데 9년제 의무교육을 가장 먼저 실시한 곳이기도 하다. 1985년 7월 제정한 <상해시보급의무교육조례(上海市普及義務教育條例)>와 이를 수정 반포한 1997년 <상해시 실시 '중화인민공화국의무교육법' 관법(上海市實施〈中華人民共和國義務教育法〉辦法)>에 따라 9년 일관제(一貫制)학교의 경우 초·중학기간, 완전중학(完全中學)의 중학 시기의 아동들은 9년제 의무교육의 권리를 법률로 보장받고 있다(上海市教育委員會, 2013a). 의무교육은 법에 규정된 학령 아동들에게 실시하는 기초교육으로서 상하이 9년 의무교육 단계 입학률은 99.9%에 이른다(徐利惠, 2012). 이것은 전국 초등학교 입학률 99.27%, 중학교 입학률 97%(中華人民共和國教育部, 2007)에 비해 다소 높은 수치이다. 그렇지만 중학교 졸업생의 진학률의 경우에는 99.3%로 전국 평균 진학률 74.88%(徐利惠, 2012; 中華人民共和國教育部, 2007)에 크게 상회한다.

상하이의 기초교육의 학제는 초등학교 5년, 중학교 4년, 고등학교 3년인 5-4-3제로 운영되고 있으며, 현재 전일제인 초등학교 764개, 중고등학교 754개가 있으며 132만 2천8백여 명이 재학 중이다. 이 가운데 사립 초·중등학교가 287개(초등 181개, 중·고등 106개)에 재학생 수는 24만 3천 3백여 명이 재학 중이다. 이것은 상하이 전체 초·중등학교수의 18.9%, 전체

학생 수의 18.4% 수준에 해당된다(上海市教育委員會, 2013a).

근대 상하이 교육의 역사는 19세기 말에서 20세기 초까지 채원배(蔡元培)와 황염배(黃炎培)를 중심으로 한 “兼容并包(모든 것을 두루 포함한다)”의 교육이념으로 진행되었다. 1949년 건국 이후에는 기본적인 교육이 보급되다가 문화대혁명(1966~1976년)기간 동안 교육 역시 혼란한 시기를 맞는다. 그 후 1977년부터 10년 여 동안 교육에 대한 회복 작업이 진행되었다. 이 시기에 1983년 덩샤오핑의 ‘현대화, 세계화, 미래화’ 세 가지 교육 추구 방향과 맞물려 1990년 당시 상하이 시(市) 서기(書記)인 황국(黃菊)은 ‘세계 일류 도시를 건설하기 위해서 먼저 세계 일류 교육을 반드시 이루어야 한다.’며 상해 교육의 방향성을 주장하였다. 이후 2004년 “一流教育, 一流成市(일류교육, 일류성시)”의 교육현대화 목표에 따라 상하이의 교육이 지금까지 진행되고 있다(徐利惠, 2012).

<표 II-1> 상하이 의무교육과정 및 고등학교 교육과정

학과 과정	학년												비고		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
基礎型課程	언어	어문									어문			探究型課程(II)	
	문학	영어									영어				
	수학	수학									수학				
	사회과학	품덕(品德)과 사회					사상품덕(思想品德)				사상(思想)정치				
							역사			사회	역사		사회		
							지리				지리				
	자연과학	자연					과학		물리, 화학, 생명과학		물리, 화학, 생명과학		과학		
							노동기술				노동기술				
	기술			新息科技			新息科技				新息科技				
		체육과 건신(健身)													
체육과 건신															
예술	창유(唱遊), 미술		음악, 미술					예술							
拓展型課程	흥취활동(興趣活動)					학과(知識類, 技能類)				학과(체육과 건신(健身), 예술)					
	전제교육(專題教育) 또는 반(班) 단체활동									專題教育 또는 班 단체활동					
	사회복무(社會服務), 사회실천(社會實踐)									사회복무, 사회실천					
研究(探究)型課程(I)	과제(문제) 연구, 항목설계(項目設計) 등									과제연구 또는 항목설계 등					

* ‘研究(探究)型課程(I)’은 학생의 흥미와 경험을 반영하여 교사와 학생이 공동으로 실시하여 학생의 재능을 개발시키는 목적으로 편성된 것이며, ‘研究(探究)型課程(II)’는 기초형과정(基礎型課程)과 적전형과정(拓展型課程) 중 학과내용을 융합하여 연구성 학습방식으로 진행되는 과정.

* 교과를 나누거나 종합적으로 연결된 교육과정을 선택할 때, 만약 과학, 역사, 지리를 선택한다면, 자연지리의 내용을 적게 할 수 있다. 만약 역사와 사회, 생물, 물리, 화학을 선택한다면 자연지리의 내용을 계획해야 함.

이러한 토대 위에 상하이의 기초교육(基礎教育)은 국가의 교육방침에 의거 전인교육에 중점을 두며, 교육의 질 제고와 각 학생 개인의 품성, 지력(智力), 체력 등 다양한 측면 발달에 초점을 두고 있다. 또한 학생이 평생 배울 수 있도록 지속적인 양질의 교육 서비스를 제공하며, 소질 제고, 이상(理想) 배양, 도덕과 문화 교양을 갖춘 사회주의 건설 후계자로서 견고한 기초를 다지도록 훈육하고 있다. 특히, 모든 국·사립의 초·중등학교는 “적극적으로 독려하고(積極鼓勵), 힘껏 지지하고(大力支持), 올바르게 지도하고(正確引導), 법에 따라 관리(依法管理)”한다는 방침이 시(市), 구(區)(현(縣)), 소도시(鄉(鎮)) 등 각 지방 정부의 명확한 관리 책임 아래에 실시되고 있다. <표 II-1>과 <표 II-2>는 《상해시보통중소학교과정방안(上海市普通中小學課程方案)》(시행고(試行稿))에 근거한 상하이 의무교육과정 및 고등학교 교육과정, 학년별 교육과정 주당 시수를 나타낸 것이다(上海市中小學課程改革委員會, 2007; 上海市教育委員會, 2013b).

<표 II-2> 상하이 학년별 교육과정 주당 시수

과정	학년												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
기초형과정	어문	9	9	6	6	6	4	4	4	4	3	3	3
	영어	2	2	4	5	5	4	4	4	4	3	3	3
	수학	3	4	4	5	5	4	4	4	5	3	3	3
	품덕과 사회(초) 사상품덕(중) 사상정치(고)	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	2
	자연(초)/과학(중등)	2	2	2	2	2	2	3					2
	물리								2	2	2	2	
	화학									2	2	2	
	생명과과학								2	1		3	
	사회									2			2
	역사							2	2		2	2	
	지리						2	2			3		
	예술								2	2	1	1	1
	창유/음악	2/	2/	/2	/2	/2	1	1					
	미술	2	2	2	1	1	1	1					
	체육과 건신	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	노동기술				1	1	2	1	2		1	2	
	신식과기			2			2				2		
	주당시수	25	26	27	28	28	26	26	27	27	27	26	19
	척전형과정	흥취활동	5	4	4	4	4						
전제교육 또는 반단체활동		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
학과류/활동류							5	5	4	4	5	6	13
사회복무 사회실천		매 학년 1~2주		매 학년 2주			매 학년 2주			매 학년 2주			
연구형과정	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	
주당 총 시수	32	32	33	34	34	34	34	34	34	35	35	35	

상하이 교육과정의 특징은 모든 학생들이 의무 과정을 통해 수행하는 기초형과정(基礎型課程), 학생의 직접 참여를 통한 창의정신과 실천능력 등의 개발과 학생의 사회책임감을 기르는 것을 목표로 두는 척전형과정(拓展型課程), 학생의 자주성, 탐구성 학습을 바탕으로 지식을 종합적으로 운용하여 문제해결 능력을 향상시키는 연구형과정(研究型課程)으로 구성되어 있다(<표 II-1>, <표 II-2>). 이러한 교육 내용은 1986년 4월 전국인민대회 4차 회의에서 <中華人民共和國義務教育法>을 제정한 이래, 2001년 7월 초·중학교의 <基礎教育課程改革綱要(試行)>과 같은 해 11월 <義務教育課程設置實驗方案>, 그리고 2003년 3월 고등학교의 <普通高等學校教育課程方案(實驗)>, 2011년 <義務教育各學科課程標準> 등 교육의 질 개선이라는 방향으로 개정된 교육과정의 토대로 마련되었다.

한편, 상하이에서는 학교 교육 개혁과 교학 특색을 살리기 위한 방법으로 중점학교(重點學校) 제도를 운영하고 있다. 중점학교는 중국 정부가 특별히 재원과 훌륭한 교사를 배치하여 특혜를 주는 전통적 형태의 중국 명문 학교로서 이 제도는 우수교사를 초빙하여 학교의 특성에 맞는 교육을 실시함으로써 학교의 수준을 한 단계 끌어 올리고 지식정보화 사회에서의 우수 인재 양성을 위한 목적으로 설치 운영되는 제도이다. 이 제도는 1949년 건국 이후 우수 인재 양성을 위해 우수한 교육시설과 교사진을 지원하는 프로그램으로 처음 시작되다가 문화대혁명 시기에 잠시 폐지된다. 그 후 계획경제 아래에서의 교육발전을 위한 방법으로 1977년 덩샤오핑은 중점 소학교, 중학교, 고등학교, 대학교를 설치하여 운영하도록 하였고, 1978년, 교육부는 《關於辦好一批重點中小學的試行方案》를 법률로 제정하여 중점학교 운영의 근거를 마련하였다. 현재는 성(省), 시(市)별로 중점학교 또는 실험(시범)학교라는 이름으로 운영되어 오고 있다.

상하이에는 현재 1,518개의 초·중등학교 가운데 초등학교 108개교(9년일관제 12개교, 12년일관제 1개교 포함), 중학교 150개교, 고등학교 81개교가 중점학교로 지정되어 운영되고 있다(<표 II-3>). 이것은 상하이 전체 초등학교의 14.1%, 전체 중·고등학교의 39.4%에 해당된다. 학생들은 이러한 중점학교에 들어가기 위해 치열한 입시 경쟁을 치르며, 이를 통해 명문 대학 진학을 위한 발판으로 여기고 있다.

<표 II-3> 상하이 각급 학교³⁾ 수 및 교사 수(2012년 기준)

구분	小學校	初級中學	高級中學	完全中學	九年一貫制	十二年一貫制	계
학교 수	764	358	134	94	149	19	1,518
중점학교 수	95	150*	81**		12	1	339
교사 수	小學(46,254), 初中(34,506), 高中(16,596)						97,356

* 출처 : <http://www.shmec.gov.cn>

* 초급중학 150*개교, 고급중학 81**개교에 완전중학의 중점학교 수 포함

3) 소학교(초등학교), 초급중학(중학교), 고급중학(고등학교), 완전중학(중·고등 연계 6년제), 9년일관제(초·중 연계 9년제), 12년일관제(초·중·고 연계 12년제)를 가리킴.

이러한 상하이의 중점학교를 통한 우수인재 양성은 상하이가 중국 4대 특별시 중 하나로 중국 교육개혁의 허브임과 동시에 우수 인재들이 집적(集積)되는 교육적 환경이 그 배경이라 할 수 있다. 더불어 상하이 당국의 지속적인 교육 개혁의 일환으로 이루어진 것이라 할 수 있다. 특히, 2002년 사립학교 육성법이 제정되는 등 2000년대 접어들면서 중국교육의 선진화가 가속되는 시점에서 상하이 시정부에서는 2004년 지방학교를 살리기 위한 방법으로 실험실을 새롭게 설치하고 낡은 건물의 리모델링, 도서 및 시청각 교재 구입, 교사 급여 인상 등에 USD 500만불 이상을 투자하였다. 2007~2008년에는 도심의 10개 우수 공립학교와 교육 컨설팅 관계자들이 시골 지역의 낙후된 학교들을 돕기 위한 교육 컨설팅이 실시되었다 (Leila Hoteit 외, 2012).

다른 차원에서의 우수 인재 양성은 초상교육(超常教育)이 있다. 초상교육은 우리나라의 영재교육에 해당되는 것으로 1978년 중국과학기술대학의 소년반이 시초가 되었다. 최근 중국 정부가 중장기 교육발전 로드맵으로 제시한 《國家中長期教育改革和發展規劃綱要(2010-2020)》에서도 창의인재(創新人才) 양성을 언급하며 초상교육을 강조하였다(孟萬金, 2010). 이러한 초상교육 기관의 대표적인 예로 ‘중국과학기술대 소년반’, ‘북경 8중학교’, ‘인민대부속중학 소년과학원’, 그리고 상하이에는 ‘복단대 소년반’, ‘상해교통대 소년반’, ‘상해실험중학교’ 등을 뽑을 수 있다. 이러한 초상교육은 ‘과학성원칙(科學性原則)’, ‘창신성원칙(創新性原則)’, ‘인본성원칙(人本性原則)’, ‘실효성원칙(實效性原則)’에 중점을 두고 실시하고 있으며, 내용적으로 인지능력, 사유능력, 호기심, 민감성과 창조성, 우수 인재간의 교류를 통한 특수 잠재능력 개발을 목표로 하고 있다(楊德軍 외, 2011). 상하이 대부분의 일반 학교는 1개 반 이상의 특별학급을 개설하여 속진과 심화를 병행하는 영재교육을 실시하고 있다. 특히, 유아부터 16세 이전 청소년들을 대상으로 체계적인 공립학교 초상교육 시스템을 구축, 초등학교와 중학교에는 ‘영재반’, 고등학교에는 ‘영재반을 위한 예비 소년반’과 대학에는 월반하여 입학하는 어린 학생을 위한 ‘대학 소년반’을 설치 운영하는 등 초상(超常)교육을 체계적으로 운영하고 있다(한국교육과정평가원, 2011b).

시장경제체제와 한 자녀 정책이 도입되면서 중국 가정에서의 교육비는 가계비 지출에서 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 상하이의 경우 유치원에서 대학 졸업까지 10.5만 위안의 교육비용이 들어간다는 통계가 있다(鄭麗, 2008). 이러한 교육 열기는 학교 밖의 지아지에(家教), 바오쓰(包師), 푸다오(輔導)라는 사교육으로 병행되고 있다. 지아지에와 푸다오는 가정교사를 초빙하여 실시하는 과외 수업이며, 바오쓰는 학생이 교사의 집에서 거주하며 수업을 받는 것을 말한다. 鄭麗(2008)의 중국 사교육 실태 조사에 의하면 초·중학교보다는 고등학교 학생의 사교육 비율이 높게 나타났으며, 부모의 월평균 소득이 높을수록 사교육을 받는 비율도 높은 것으로 조사되었다. 사교육을 받는 수학교과와 비율은 중학교 50.0%, 고등학교 51.2%로 나타났다. 이와 같은 사교육 현상은 대학 진학을 사회적인 성공과 연결시켜 평가하는 중국의 입신양명(立身揚名) 문화의 단면으로 이해할 수 있다.

중국에서의 대학 진학은 ‘보통고등학교초생전국통일고시(普通高等學校初生全國統一考試)’, 줄여서 ‘고시(高考)’라고 부르는 우리나라 수능에 해당되는 시험을 치러야 한다. 고시(高考)의 주요 목적은 대입 선발을 위한 개관적인 평가 자료 마련과 중등학교에서 실시하는 소양교육 제고에 도움을 주기 위해서이다. 고시(高考)의 방식은 ‘3+X’, ‘3+1+X’, ‘3+1’, ‘3+학업수행평가+종합소양평가’, 그리고 ‘3+종합’ 방식 등이 있으며, 이 가운데 각 성(省)에서 자율적으로 선택하여 시행하고 있다. 여기서 ‘3’은 ‘어문, 수학, 외국어’를 가리키고, ‘X’는 통합능력측정시험으로 문과종합(정치·역사·지리)과 이과종합(물리·화학·생물) 과목을 가리킨다. ‘1’은 정치·역사·지리·물리·화학·생물 과목 중 택 1을 말한다. 상하이는 2011이전에는 ‘3+1+X’ 방식에서 2012년 ‘3+1’ 방식으로 변경 적용하고 있다(전영주, 2011; 한국교육과정평가원 2011a).

<표 II-4> 상하이 고시(高考) 제도(制度)

구분	3+1+X	3+1
시행시기	◦ 2011년 이전 시행	◦ 2012년 이후
특징	◦ 어문, 수학, 영어(각 150점) 정치·역사·지리·물리·화학·생물 중 택1(150점) 종합능력 측정(문과/이과 종합)(150점)	◦ 3+1+X와 유사 ◦ 문·이과 구분하지 않음 (정치·역사·지리·물리·화학·생물 통합) ◦ 600점 만점(이전 630점) ◦ 江蘇省 시행(2012년)

상하이는 북경시, 천진시, 중경시, 허북성(河北省) 등 중국 25개 성(省)·시(市)·자치구(自治區)에서 시행하고 있는 ‘3+X’ 방식이 아닌 독립된 입학시험 제도를 시행하고 있다. 이것은 “X” 요소를 상하이의 특성에 맞게 다양한 방식으로 운영하여 선발인재의 다원성을 제고하고 중앙집권적인 획일화된 교육과정에서 탈피함과 동시에 교육의 질을 높이는데 궁극적인 목적이 있다.

2. 상하이의 수학교육

상하이 교육위원회는 《상해시중소학수학과정표준(시행고)(上海市中小學數學課程標準(試行稿))》를 통해 1~12학년을 소학단계(小學階段, 1~5학년), 초중단계(初中段階, 6~9학년), 고중단계(高中段階, 10~12학년)로 나누어 각 단계별 학습 내용을 제시하였다. <표 II-5>는 초중과 고중의 학습내용이다(上海市教育委員會, 2004).

<표 II-5> 상하이 중·고등학교 수학 학습 내용

* 괄호()는 시수

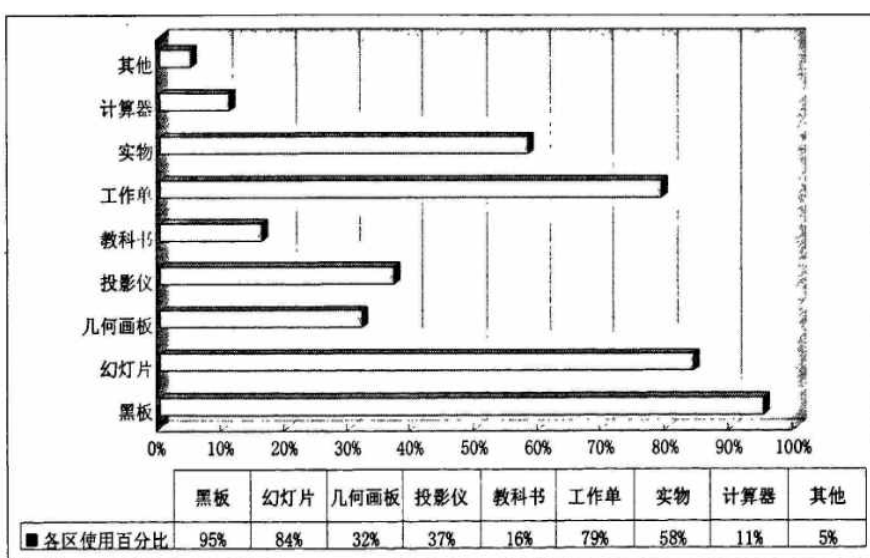
구분	初中段階		高中段階
	6~7학년	8~9학년	10~12학년
수와 연산	·유리수(85) ·실수(13)		·복소수(10)
방정식과 대수	·일차방정식과 일차부등식(25) ·정식(整式)과 분수식(54)	·이차방정식(10) ·근의 공식(14) ·간단한 대수방정식(21)	·집합과 명제(12) ·부등식(14) ·행렬과 기초행렬식(8) ·순서도(10) ·수열과 수학적귀납법(18)
도형과 기하	·원과 부채꼴(5) ·기본도형의 작도(7) ·직육면체(7) ·도형의 이동(14) ·만나는 직선과 평행 직선(12) ·삼각형(20)	·기하증명(26) ·사변형(25) ·넓은 삼각형(22) ·원과 정다면형(14) ·예각삼각형(10)	·평면벡터의 좌표(8) ·평면직선방정식(14) ·곡선의 방정식(18) ·공간도형(15) ·간단한 기하체 연구(10)
자료 정리 및 확률통계	·자료정리	·기초확률(8) ·기초통계(15)	·순열, 조합, 이항정리(14) ·확률과 기초통계(12)
함수와 분석		·정비례·반비례 함수(12) ·일차함수(13) ·이차함수(9)	·함수와 그 기본성질(16) ·지수함수와 로그함수(20) ·삼각비(20) ·삼각함수(12)

우리나라의 수학과 학습내용과 다른 점은 6~7학년 기본도형의 작도에서 각의 합·차·배 및 여각과 보각 내용, 8~9학년의 사변형에서 벡터의 합·차를 다룬다는 것, 그리고 10~12학년의 복소수에서 복소평면을 다룬다는 것이 특이하다. 또한 [그림 II-1]에서와 같이 척전형 과정을 두어 학생들의 수학학습에 대한 흥미 유발과 참여도를 높이고자 노력하고 있다. 이러한 과정을 통해 학생들은 심화된 수학을 취급하게 되며, 문장제 문제를 해결하는데 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. [그림 II-1]은 유클리드 기하의 원론과 중국 고대의 피타고라스의 정리에 해당되는 고구정리(勾股定理)를 비교하며 자국(自國) 수학문화의 우수성을 학습하도록 안내하고 있다.

2	学习主题	几 何 文 化	课时数	7
	学习内容	学习要求及活动建议		
	勾股定理和勾股数组	介绍勾股定理的发现史,进一步了解勾股定理的数学价值和东、西方数学文化;通过运用构图方法推导勾股定理,培养创造性思维的习惯和能力。在探索勾股数组的过程中,认识勾股数组及其构造方法		
	《几何原本》与欧几里得	了解古希腊的数学成就和理性文明的成果,感受科学精神		
	出入相补原理与测量	了解我国古代数学的成就和利用面积研究几何问题的方法		
	几何命题的机器证明	了解我国数学家吴文俊的成就和机器证明的发展史,初步体会算法思想		
说明				

[그림 II-1] 拓展型課程의 예시

상하이 교육의 특징은 교사 교육 및 교사의 전문성 신장에 주력하고 있다는 것이다. 상하이는 중국에서 처음으로 초임 후 5년 이내에 240시간의 전문성 신장 교육(CPD; Continuous Profession Development)을 의무화하였으며, 우수 교수학습 사례 및 연구 결과를 교수학습 웹 플랫폼(web-based platform)을 이용하여 축적된 자료를 교사 상호간 공유하도록 하고 있다. 또한 중국 본토의 여러 곳에 비해 수학 수업에서 다양한 교구 및 도구를 [그림 II-2]와 같이 활용하고 있는 것으로 나타났다(宋衡男, 2010). 전통적인 칠판 사용이 95% 정도, 슬라이드 84%, GSP 32%, 프로젝터 37%, 워크시트 79%, 계산기 11% 등을 수업 시간에 활용하고 있는 것으로 나타났다.



[그림 II-2] 상하이 수학 수업에서의 교구 및 도구 활용 비율

한편, 2011년 중국교육부는 2001년 7월 반포한 <전일제의무교육수학과정표준(실험용)(全日制義務教育數學課程標準(實驗用))>을 수정 보완하여 <의무교육수학과정표준(義務教育數學課程標準)>을 발표하였다. 이를 통해 ‘모든 학생들이 수학의 가치를 알게 하고(人人學有價值的數學), 필요한 수학을 학습하도록 하며(人人都能獲得必需的數學), 각 개인마다 수학의 발전을 이루도록(不同的人在數學上得到不同的發展)’하는 기본이념을 제시하고, 의무교육 기간인 9개 학년을 3개 학단(學段), 제1학단(1~3학년), 제2학단(4~6학년), 제3학단(7~9학년)으로 나누어 각 학군별 학습목표를 제시하였다. 세부 학습목표는 ‘지식과 기능’, ‘수학적 사고’, ‘문제해결’, ‘정의적 태도’로 정하였으며, 각 학군별 학습내용은 <표 II-6>과 같다(中華人民共和國教育部, 2011).

<표 II-6> 학단별(學段別) 수학 학습내용 구성

학군	제1학군	제2학군	제3학군
수와 대수	·수 알기 ·수의 계산 ·생활 속의 양(量) ·규칙 탐색	·수 알기 ·수의 계산 ·식과 방정식 ·규칙 탐색	·수와 식 ·방정식과 부등식 ·함수
공간과 도형	·도형 알기 ·측량 ·도형과 변환 ·도형과 위치	·도형 알기 ·측량 ·도형과 변환 ·도형과 위치	·도형 알기 ·도형과 변환 ·도형과 좌표 ·도형과 증명
확률과 통계	·기초통계활동 ·불확정 현상	·간단한 통계과정 ·가능성	·확률 ·통계
실천과 종합응용	·실천활동	·종합응용	·과제학습

이러한 중국교육부의 취지를 살리고자 상하이 시교육위원회 당국은 《상해시중장기교육개혁발전규화장요(2010-2020年)(上海市中長期教育改革和發展規劃綱要(2010-2020年))》와 《중소학2013학년도과정계획화급기설명호교위기 [2013]20호(中小學2013學年度課程計劃及其說明滬教委基[2013]20号)》를 통해 학생들이 즐거운 수학 수업을 받을 수 있도록 수학교육개선에 지속적으로 노력하고 있다.

III. 우리나라와 상하이의 PISA 2009 수학 결과 비교 분석

이 장에서는 우리나라와 상하이의 PISA 2009 수학 결과를 정답률을 중심으로 비교 분석하였다. 우선 PISA 수학 평가들의 차원 및 하위요소별 정답률을 분석하여 두 나라에서 차이가 나타나는 부분을 알아보았다. 그 중 일부 하위요소에서 유의한 차이가 나타난 ‘수학적 과정’을 성취수준별로 분석하여 우리나라 수학교육에 대한 함의점을 도출하고자 한다.

PISA는 주기별로 주영역을 정하여 주영역에 대한 심층적인 평가를 실시하고 있다. 수학이 주영역인 주기는 PISA 2003, PISA 2012이며, PISA 2000, PISA 2006, PISA 2009는 수학이 보조영역인 주기이다. PISA 2009는 수학이 보조영역인 주기로, 수학 문항을 새로 개발하지 않고, 이전 주기와 추이변화만 조사하기 위해 추이문항만으로 평가를 실시하였다. PISA 2009에 사용한 문항은 PISA 2003부터 단위문항 24개(하위문항 35개)이다. 본 연구에서는 PISA 웹사이트의 데이터베이스⁴⁾에 제공된 원 자료를 분석하여 두 나라 학생들의 정답률을 계산하고 그 차이를 분석하였다. 분석 대상은 우리나라 학생 4,989명, 상하이 학생

4) <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/>

5,115명이며, 두 국가의 정답률 차이는 χ^2 검증을 통해 분석하였다.⁵⁾

1. PISA 2009 수학 정답률 비교 분석

1) 평가틀 하위요소별 분석

PISA에서는 정형화된 수학 문제에 대한 해결 능력보다는 수학적 지식을 활용하여 실생활 문제를 해결할 수 있는지를 평가하고자 한다. 즉, PISA는 수학이 세계에서 담당하는 역할을 인식하고 이해하는 능력, 수학적으로 근거가 충분한 판단을 하는 능력, 건설적이고 사려 깊고 반성적인 시민으로서 개인의 생활에 필요한 방식으로 수학을 관련짓고 이용하는 능력인 수학 소양을 평가한다(김경희 외, 2010).

수학 소양을 평가하기 위해 PISA 2009 수학 평가틀은 ‘상황과 맥락’, ‘수학적 내용’, ‘수학적 과정’의 세 가지 차원을 갖는다. ‘상황과 맥락’은 문제가 제시되는 배경으로 개인적, 교육적, 직업적, 공적, 학문적 상황의 다섯 가지 하위요소로 구분된다. ‘수학적 내용’은 문제를 해결할 때 가장 중요하게 사용되고 조직되어야 하는 수학적 지식으로 양, 공간과 모양, 변화와 관계, 불확실성의 네 가지 하위요소로 구분된다. ‘수학적 과정’은 문제가 발생한 상황을 수학과 연결하고 문제를 해결하기 위해 요구되는 능력과 관련되며, 재생, 연결, 반성의 세 가지 하위요소로 구분된다. ‘수학적 과정’에서 ‘재생’은 지식의 재생과 기계적 조작의 수행, ‘연결’은 학습한 소재의 통합, 연결 및 확장, ‘반성’은 고차원적 추론, 논증, 추상화, 일반화, 모델링 등과 관련된다(김경희 외, 2010).

<표 III-1>은 우리나라의 상하이 학생들의 정답률을 수학 평가틀의 차원 및 하위요소별로 분석한 것이다. 분석 결과, 우리나라 학생들은 모든 하위요소에서 상하이 학생들보다 낮은 정답률을 보였으나, ‘수학적 과정’의 ‘반성’을 제외하고는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. ‘반성’ 영역에는 35문항 중 8문항이 포함되어 있는데, 우리나라 학생들의 정답률은 46.87%, 상하이 학생들의 정답률은 61.46%로 유의수준 .05에서 유의한 차이를 보였다. 이는 우리나라 학생들이 상하이 학생들에 비해 높은 위계의 수학적 능력, 즉 ‘수업 시간에 배운 바를 확장하여 문제를 모델링하고 해결하고 의사소통을 하는 능력, 적절한 언어를 이해하고 이를 조작할 수 있는 능력, 더 나아가 학생으로 하여금 수학과 다른 교과에서의 문제 해결과 관련된 응용 사이의 관련성을 만드는 능력(김경희 외, 2010)’이 부족함을 의미한다.

5) PISA에서는 학생의 응답을 코드를 사용하여 구분하는데, 코드 0은 오답, 코드 1은 만점(코드 2가 있는 경우는 부분점수), 코드 2는 만점, 코드 7은 응시하지 않음, 코드 8은 일정 문항 이후부터 풀이를 하지 않아서 해당 문항까지 도달하지 않음, 코드 9는 무응답을 의미함. 본 연구에서는 코드 7은 전체 피험자 수에서 제외했고, 코드 8은 오답으로 처리하여 분석하였음. 모든 정답률 계산은 학생 가중치를 고려하여 계산했으며, 성취수준은 $p < 1$ (plausible value 1) 값을 기준으로 분류함.

<표 III-1> 평가틀 하위요소별 정답률 비교

차원 및 하위요소		문항수 (35문항)	PISA 2009 정답률(%)			
			우리나라	상하이	정답률 차이	
					χ^2	p
수학적 내용	양	11	62.24	71.01	1.818	0.178
	공간과 모양	8	55.47	67.64	3.569	0.059
	변화와 관계	9	58.91	64.10	0.528	0.467
	불확실성	7	52.19	65.01	3.481	0.062
수학적 과정	재생	9	75.39	79.40	0.452	0.502
	연결	18	53.92	63.77	2.067	0.151
	반성	8	46.87	61.46	3.945*	0.047
상황과 맥락	개인적	4	72.40	80.25	1.754	0.185
	교육적	4	65.86	67.03	0.022	0.881
	직업적	1	40.20	44.92	0.512	0.474
	공적	13	57.30	68.50	2.751	0.097
	학문적	13	52.76	63.82	2.492	0.114

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

2) 정답률 차이가 유의한 문항

<표 III-2>는 PISA 2009에 사용된 35개 추이문항 중 우리나라와 상하이 학생들이 유의한 정답률 차이를 보인 10개 문항을 문항 ID 순으로 정리한 것이다. 전체 35문항에 대한 정답률 비교 결과는 <부록>에 수록하였으며, 여기서는 유의수준 .001에서 유의한 차이를 보인 네 문항에 대해서만 살펴보기로 한다.

우선 ‘육상트랙(M406Q02)’은 육상 경기장에서 트랙별로 출발 위치가 다른 이유를 이해하고 이와 관련된 거리를 계산하는 문항으로 공간과 모양과 관련된 수학적 지식과 연결 능력을 요구하는 구성형 문항이다. 이 문항에 제시된 맥락은 PISA 문항 중에서도 매우 실제적인 문항으로 정형화된 문제나 이미 수학 문제로 번역된(translated) 형태의 문제에 익숙한 우리나라 학생들에게 낯설게 느껴졌을 수 있다. ‘교통수단(M420Q01)’은 교통수단과 관련하여 표로 제시된 자료를 보고 제시된 명제의 진위를 판단하는 문항으로 통계와 관련된 불확실성 영역, 그리고 반성 능력을 요구하는 선다형 문항이다. 이 문항은 학생들의 통계 지식을 정확하게 이해하고 있는지를 여러 가지 명제를 이용하여 다각도로 묻고 있다. ‘나머지 한 변(M462Q01)’은 삼각형의 결정조건과 관련된 문항으로 공간과 모양 영역의 지식과 반성 능력을 요구하는 구성형 문항이다. 삼각형의 결정 조건만 알고 있으면 해결할 수 있는 문항으로 문항 자체의 난이도는 높지 않지만 우리나라 학생들이 삼각형의 결정 조건을 학습한 시점이 다소 오래 되어 정답률이 낮게 나타난 것으로 보인다. 이상 세 문항에 대해서는 우리

PISA 2009 결과를 중심으로 한 우리나라와 상하이의 수학교육 현황 비교 분석

나라 학생들의 정답과 비교하여 상하이 학생들의 정답률은 두 배 가량 높게 나타났다.

마지막으로 ‘이산화탄소(M828Q03)’는 그래프에 제시된 자료를 읽고 큰 수의 계산을 해야 되며, 양 영역의 지식과 연결 능력을 요구하는 구성형 문항이다. 문제를 해결하려면 단위를 고려하여 계산할 수를 구체화하고 큰 수의 나눗셈을 수행해야 한다. 이 문항에서 우리나라 학생들의 정답률은 15.04%였으나 상하이 학생들은 53.42%의 정답률을 보여 큰 차이를 보였는데, 이는 우리나라 학생들이 정형화된 수치에 익숙해져있고 실제 맥락에서의 큰 수를 다루는 경험이 부족했기 때문으로 보인다.

이상을 종합하면 상하이와 비교하여 우리나라 학생들의 수학 소양을 신장하기 위해서는 다음과 같은 점이 교수 학습에서 고려될 필요가 있다. 첫째, 주변에서 흔히 볼 수 있는 상황 속에서 수학적 소재를 끌어내어 이를 수학 문제로 형식화하여 다루어보는 경험, 실제 맥락에서의 가공되지 않은 숫자를 다루는 문제 풀이 경험을 늘여주어야 한다. 둘째, 수학적 지식을 독립된 개별적 지식이 아닌 수학 내적, 수학 외적으로 연결된 지식으로 습득할 수 있도록 한다. 무엇보다도 우리나라와 비교하여 상하이의 학교 수학 수업이 실제적 수학 소양 신장을 위해 어떻게 이루어지고 있는 지를 알아보기 위해서는 상하이의 교수 학습 자료 및 방법에 대한 연구가 요구된다.

<표 III-2> 두 나라간 문항별 정답률 유의성 분석

문항 ID	단위문항명	상황과 맥락	수학적 내용	PISA 2009 수학적 과정	PISA 2012 수학적 과정	PISA2009 정답률(%)			
						우리나라	상하이	정답률 차이	
								χ^2	p
M406Q01	육상 트랙	공적	공간과 모양	연결	이용하기	46.31	62.67	5.827 *	0.016
M406Q02		공적	공간과 모양	연결	형식화하기	32.80	62.90	18.029 ***	0.000
M411Q01	다이빙	공적	양	재생	이용하기	50.68	69.53	7.553 *	0.006
M411Q02		공적	불확실성	연결	해석하기	53.19	70.71	6.876 *	0.009
M420Q01	교통수단	개인적	불확실성	반성	해석하기	32.61	61.87	16.862 ***	0.000
M446Q02	온도계 귀뚜라미	학문적	변화와 관계	반성	형식화하기	20.07	40.38	9.524 *	0.002
M462Q01	나머지 한 변	학문적	공간과 모양	반성	이용하기	41.13	75.02	23.727 ***	0.000
M464Q01	폐지우리 만들기	공적	공간과 모양	연결	형식화하기	38.31	61.46	10.581 *	0.001
M564Q02	리프트	공적	불확실성	반성	형식화하기	50.92	72.07	9.313 *	0.002
M828Q03	이산화탄소	학문적	양	연결	이용하기	15.04	53.42	32.175 ***	0.000

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

2. 수학적 과정에 대한 성취수준별 분석

앞서 살펴본 바와 같이 우리나라 학생들은 ‘수학적 과정’ 중 ‘반성’ 영역에서 상하이 학생들과 유의한 차이가 나타났다. 여기서는 ‘수학적 과정’을 성취수준별로 분석하여 우리나라 수학교육에서 고려해야 할 부분에 대해 알아보고자 한다.

PISA에서는 학생들의 수학 소양에 대한 성취수준을 1수준~ 6수준으로 구분하고 있다. 성취수준은 6수준은 669점 초과, 5수준은 607점~ 669점 이하, 4수준은 545점~ 607점 이하, 3수준은 482점~545점 이하, 2수준은 420점~482점 이하, 1수준은 358점~420점 이하로 구분하고 있다(OECD, 2010; 김경희 외, 2010).

1) PISA 2009 평가들에서의 수학적 과정별 분석

<표 III-3>은 PISA 2009 평가들의 ‘수학적 과정’ 하위요소인 ‘재생’, ‘연결’, ‘반성’에 대한 성취수준별 정답률 차이를 나타낸다.

<표 III-3> PISA 2009 평가들에 따른 수학적 과정에서의 수준별 정답률 비교

수학적 과정	수준	우리나라	상하이	정답률 차이	
				χ^2	p
재생	6	74.43	79.83	1.016	.313
	5	74.10	79.63	1.016	.313
	4	76.78	79.32	.117	.733
	3	75.33	78.92	.452	.502
	2	74.96	79.19	.452	.502
	1수준 이하	75.78	78.21	.113	.737
연결	6	54.04	64.76	2.511	.113
	5	53.17	62.84	2.053	.152
	4	55.14	65.49	2.083	.149
	3	54.06	62.24	1.314	.252
	2	53.45	64.42	2.492	.114
	1수준 이하	51.81	59.35	.992	.319
반성	6	45.77	62.04	5.153 *	.023
	5	47.80	61.08	3.408	.065
	4	47.84	62.80	4.555 *	.033
	3	46.36	61.62	5.153 *	.023
	2	45.72	59.72	3.934 *	.047
	1수준 이하	46.15	57.00	2.422	.120

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

분석 결과, ‘재생’ 영역에서는 모든 성취수준에서 우리나라와 상하이의 정답률이 유사하며, ‘연결’ 영역에서는 약 10%p의 차이가 나타났지만, ‘반성’ 영역에서는 약 15%p 가량의 차이를 보였다. 또한 ‘반성’ 영역의 6수준, 4수준, 3수준, 2수준에서 우리나라 학생들이 상하이 학생들보다 유의하게 낮은 정답률을 보였다. 이는 대부분의 성취수준에서 우리나라 학생들의 고차원적 추론, 논증, 추상화, 일반화, 모델링 능력이 상하이 학생들보다 낮음을 의미한다.

2) PISA 2012 평가들에서의 수학적 과정별 분석

PISA 2012는 PISA 2003에 이어 수학이 다시 주영역이 되는 주기로서 수학 평가들이 새롭게 수정되었다⁶⁾. PISA 2012 평가들에서 ‘맥락’과 ‘수학적 내용’은 PISA 2009와 유사하지만 ‘수학적 과정’에서는 하위요소가 수정되는 변화가 있었다. 즉, ‘수학적 과정’과 관련하여 PISA 2003에는 수학을 수행하기 위한 다양한 능력을 수학의 정도에 따라 ‘재생’, ‘연결’, ‘반성’으로 구분하였으나, PISA 2012부터는 ‘수학적 과정’을 수학적 모델링 과정을 나타내는 ‘형식화하기’, ‘이용하기’, ‘해석하기’로 세분화 되었다(OECD, 2013). ‘형식화하기’는 맥락화된 문제에서 수학적 형식을 형식화하기 위해 요구되는 수학적 구조를 찾을 수 있는지를 나타낸다. ‘이용하기’는 학생들이 연산과 조작을 얼마나 잘 수행하는지, 수학적으로 형식화된 문제로부터 수학적 해를 구하기 위해 개념과 지식을 얼마나 잘 적용할 수 있는지를 나타낸다. ‘해석하기’는 학생들이 수학적 해와 결과를 어느 정도 파악하고 있으며, 이를 실제계의 문제 맥락에서 해석할 수 있는지, 그 결과나 결론이 합리적인지 아닌지를 판단할 수 있는지를 나타낸다(조지민 외, 2011).

OECD PISA 국제본부에서는 PISA 2003부터 사용되어온 35개 추이문항을 PISA 2012 수학적 과정에 따라 재분류한 자료를 제공하였는데(송미영 외, 2013). 본 연구에서는 이 분류를 토대로 PISA 2009 결과를 PISA 2012의 ‘수학적 과정’으로 분석하였다.

<표 III-4>는 PISA 2012 평가들의 ‘수학적 과정’ 하위요소에 대한 성취수준별 정답률 차이를 나타낸다. 분석 결과, ‘형식화하기’의 6수준과 2수준에서만 유의한 차이가 나타났다. 6수준에서의 유의한 차이는 우리나라의 최상위 수준 학생들이 상하이의 최상위 수준 학생들과 비교하여 실제 맥락으로부터 해결해야 할 수학 문제를 형식화하는 능력이 부족함을 뜻한다. 따라서 수월성 교육이나 수준별 수업에서 상위권 학생을 대상으로 ‘형식화하기’에 해당하는 수학적 경험을 풍부하게 할 수 있는 내용을 많이 다루어야 할 것이다. PISA에서 기초수준(base line)으로 정하고 있는 2수준 학생들에 대해서도 ‘형식화하기’ 과정의 수학 교수 학습 자료를 개발하여 수학 소양에 대한 기초 학력 신장을 위한 맞춤형 교육을 도입하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

6) PISA 2003 수학 평가들이 PISA 2006, PISA 2009에도 적용됨. PISA 2012 수학 평가들은 PISA 2015, PISA 2018까지 사용됨.

<표 III-4> PISA 2012 평가들에 따른 수학적 과정에서의 수준별 정답률 비교

수학적 과정	수준	우리나라	상하이	정답률 차이	
				χ^2	p
형식화하기	6	49.17	63.26	3.977 *	.046
	5	51.36	60.63	2.029	.154
	4	52.92	64.76	2.976	.084
	3	50.58	61.77	2.462	.117
	2	49.34	62.56	3.977 *	.046
	1수준 이하	51.45	57.90	.988	.320
이용하기	6	59.09	70.22	2.642	.104
	5	58.71	69.56	2.642	.104
	4	61.16	70.73	2.228	.136
	3	59.69	68.51	1.769	.184
	2	59.30	68.01	1.747	.186
	1수준 이하	56.76	64.95	1.345	.246
해석하기	6	63.06	69.46	.802	.370
	5	61.22	68.68	1.407	.236
	4	61.96	68.67	1.084	.298
	3	62.08	67.82	.791	.374
	2	61.96	70.44	1.426	.232
	1수준 이하	61.78	67.51	.791	.374

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

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 PISA 2009에서 상하이의 높은 성취에 주목하여 상하이의 교육 체제와 수학교육 현황을 조사하고, 우리나라와 상하이를 중심으로 PISA 2009 결과를 분석하여 우리나라 수학교육에서 보완해야 할 부분에 대해 조사하였다.

PISA 2009에서 상하이의 수학 평균점수는 600점으로 우리나라의 546점보다 50점 이상 높았으며, 수학 평가들을 토대로 분석한 결과, ‘수학적 과정’의 ‘반성’ 영역에서 유의한 차이를 보였으며, ‘형식화하기’에서는 2수준과 6수준에서 유의한 차이를 보였다. 해당 수학적 과정은

고차원적 수학적 능력 및 실제 맥락으로부터 수학적 문제를 만드는 단계에 영향을 주는 능력으로, 이에 대한 교수 학습을 보완하고 필요한 경우 상하이의 수학교육을 벤치마킹하여 우리나라 학생들의 수학 소양이 신장될 수 있도록 다양한 교육적 노력을 기울여야 할 것이다.

한편, 상하이는 지난 2013년 12월 초 발표된 PISA 2012 결과에서도 전 영역 1위를 기록하였다. 특히 PISA 2012 상하이의 수학 평균점수는 613점으로, PISA 2009보다 13점이나 높아졌다. 우리나라도 수학 평균점수가 554점으로 OECD 국가 중 1위를 차지하였으나 여전히 상하이와는 큰 점수 차이를 보이고 있다. 따라서 국제 학업성취도 평가 결과에 대한 비교 분석 이외에도 상하이의 교육과정 및 교과서, 평가 문항 등에 대한 보다 세밀한 분석이 후속 연구로 이루어져야 할 것으로 보인다.

상하이의 교육성과는 집적된 우수한 인적 자원이외에도 다양한 교육적 노력의 결과로 볼 수 있다. 중국에서 처음으로 초임 후 5년 이내에 240시간의 전문성 신장 교육(CPD; Continuous Profession Development)을 의무화하였으며, 우수 교수학습 사례 및 연구 결과를 교수학습 웹 플랫폼(web-based platform)을 이용하여 축적하여 공유하였다. 학교간 불균형 해소를 위해 상하이 도심과 외곽 지역 간 성취 및 교육의 질 불균형 해소를 위한 다양한 전략을 마련하고, 도심 지역 교사들과 외곽지역 학교 교사를 순환 배치하여 우수학교를 벤치마킹하도록 독려하고 있다(OECD, 2011).

교육 분야에서 나타난 상하이의 저력은 머지않아 경제, 과학 분야의 발전으로 이어질 것으로 보인다. 국가 발전의 많은 부분을 인적 자원에 기대고 있는 우리나라는 국제적으로 최상위 성취를 유지하고 우리의 교육 체제를 지속적으로 점검할 필요가 있을 것이다.

참고 문헌

- 김경희, 시기자, 김미영, 옥현진, 임해미, 김선희, 정송, 정지영, 박희재(2010). OECD 학업성취도 국제비교 연구(PISA 2009) 결과보고서. RRE 2010-4-2, 한국교육과정평가원
- 孟万金(2010). 人人都有超常潜能,人人都需要超常教育, 中國特殊教育 2010(7), 49-53.
- 上海市中小學課程改革委員會(2007). 上海市普通中小學課程方案解讀. 上海教育出版社.
- 上海市教育委員會(2004). 上海市中小學數學課程標準(試行稿). 上海教育出版社.
- 上海市教育委員會(2013a). <上海基础教育概況>. 2013년 9월
http://www.shmec.gov.cn/web/concept/show_article.php?article_id=363
- 上海市教育委員會(2013b). <市教委印發上海市中小學2013學年度課程計劃及其說明>. 2013년 10월
<http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node2319/node12344/u26ai35448.html>
- 徐利惠(2012). 上海基礎教育現況, 問題發展方向, 上海市教育委員會.
- 송미영, 박혜영, 임해미, 최혁준, 손수경(2013). OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과보고서. RRE 2013-4-2, 한국교육과정평가원.

- 宋衡男(2010). 上海初中數學課堂互動研究-基于录像的分析, 華東師範大學 碩士學位論文.
- 楊德軍·張毅·王凱(2011). 普通高中階段創新人才培養研究報告, 人民教育出版社 課程教材研究所
- 전영주(2011). 중국 대학입학시험의 수학 평가내용 및 구성 고찰. 한국학교수학회 14(1).
- 鄭麗(2008). 사교육에 대한 중국학부모의 인식연구, 창원대학교 석사학위논문
- 조지민, 김수진, 이상하, 김미영, 옥현진, 임해미, 박연복, 이민희, 한희진, 손수경(2011). OECD 국제 학업성취도 비교 연구 - PISA 2012 예비검사 시행보고서-. RRE 2011-4-2, 한국교육과정평가원.
- 中華人民共和國教育部(2007). <2006년全國教育事業發展公報>
- 中華人民共和國教育部(2011). 義務教育數學課程標準(2011年版), 北京師範大學出版社
- 한국교육과정평가원(2011a). 각국의 대학입학시험 체제 및 대학 전형 현황. 연구자료 ORM 2011-78.
- 한국교육과정평가원(2011b), PISA 2009 결과에 기반한 수월성 교육 개선 방안, 연구자료 ORM 2011-7-2, KICE Positioning Paper, 3(2)
- Leila Hoteit, Chadi N. M., Jussi Hiltunen., Pasi Sahlberg,(2012). Transformation Leadership in Education: Three Key Imperatives for Lasting Change, Booz & Company.
- OECD(2010). PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I). <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en>
- OECD(2011). Strong Performers and Successful Reformers in Education: Lessons from PISA for the United States: Lessons from PISA for the United States. OECD Publishing.
- OECD(2013). PISA 2012 Assessment and Analytic Framework. Paris: OECD.

A Comparative Study on Mathematics Education Between Korea and Shanghai Based on the Results of PISA 2009

Rim, Haemee⁷⁾ · Jeon, YoungJu⁸⁾

Abstract

Shanghai has been reported as the highest performing countries(economies) in PISA 2009 and PISA 2012. In this reason, we reviewed literatures related to educational system of Shanghai focusing on the mathematics education. Additionally, we analysed the results of PISA 2009 of mathematics domain between Korea and Shanghai to compare some differences between two countries.

As a result, we discovered the followings: 1) Comparing with Shanghai students, Korea students attained low performance in every sub-categories of mathematics abilities indicated in the PISA framework. 2) In PISA 2009 Framework, Korea students produced low achievement than Shanghai students in sub-categories of "reflection". 3) In PISA 2012 Framework, Korea students attained low performance than Shanghai students in sub-categories of "formulating".

Consequently, it gave us insight into the idea that school mathematics in Korea should use authentic context to help students improve their competencies "reflection" and "formulating".

Key Words : Mathematics Education of Shanghai, International Comparative Study, OECD
PISA 2009

Received December 9, 2013
Revised December 19, 2013
Accepted December 26, 2013

7) Korea Institute of Curriculum and Evaluation (rimhm@kice.re.kr)

8) ChonBuk National University (jyj@jbnu.ac.kr)

<부록> PISA 2009 수학 문항별 정답률 차이 분석

문항	단위문항명	상황과 맥락	수학적 내용	PISA 2009 수학적 과정	PISA 2012 수학적 과정	PISA2009 정답률(%)			
						우리나라	상하이	정답률 차이	
								χ^2	p
M033Q01	방의가구 배치도	개인적	공간과 모양	재생	해석하기	77.14	74.25	0.243	0.622
M034Q01	벽돌	교육적	공간과 모양	연결	형식화하기	56.60	52.60	0.323	0.570
M155Q01	인구피라미드	학문적	변화와 관계	연결	해석하기	72.57	79.86	1.363	0.243
M155Q02		학문적	변화와 관계	연결	이용하기	76.27	75.39	0.027	0.869
M155Q03		학문적	변화와 관계	반성	이용하기	35.26	40.10	0.533	0.465
M155Q04		학문적	변화와 관계	연결	해석하기	67.38	68.05	0.023	0.880
M192Q01	통에 물 채우기	교육적	변화와 관계	연결	형식화하기	60.63	63.71	0.192	0.661
M273Q01	배관	교육적	공간과 모양	연결	이용하기	65.56	70.27	0.368	0.544
M406Q01	육상 트랙	공적	공간과 모양	연결	이용하기	46.31	62.67	5.827 *	0.016
M406Q02		공적	공간과 모양	연결	형식화하기	32.80	62.90	18.029 ***	0.000
M408Q01	복권 추첨	공적	불확실성	연결	해석하기	38.98	43.05	0.331	0.565
M411Q01	다이빙	공적	양	재생	이용하기	50.68	69.53	7.553 *	0.006
M411Q02		공적	불확실성	연결	해석하기	53.19	70.71	6.876 *	0.009
M420Q01	교통 수단	개인적	불확실성	반성	해석하기	32.61	61.87	16.862 ***	0.000
M423Q01	동전 던지기	개인적	불확실성	재생	해석하기	82.46	88.35	1.412	0.235
M442Q02	접자	공적	양	반성	해석하기	55.19	57.51	0.183	0.669
M446Q01	온도계 귀뚜라미	학문적	변화와 관계	재생	형식화하기	83.75	86.08	0.157	0.692
M446Q02		학문적	변화와 관계	반성	형식화하기	20.07	40.38	9.524 *	0.002
M447Q01	타일 붙이기	공적	공간과 모양	재생	이용하기	85.91	81.94	0.595	0.440
M462Q01	나머지 한 변	학문적	공간과 모양	반성	이용하기	41.13	75.02	23.727 ***	0.000
M464Q01	폐지우리 만들기	공적	공간과 모양	연결	형식화하기	38.31	61.46	10.581 *	0.001
M474Q01	달리기 기록	교육적	양	재생	이용하기	80.65	81.53	0.033	0.856
M496Q01	현금 인출	공적	양	연결	형식화하기	64.65	68.48	0.202	0.653
M496Q02		공적	양	연결	이용하기	81.87	82.46	0.000	1.000
M559Q01	전화 통화 요금	공적	양	반성	해석하기	82.95	86.38	0.344	0.558
M564Q01	리프트	공적	양	재생	형식화하기	63.12	71.35	1.447	0.229
M564Q02		공적	불확실성	반성	형식화하기	50.92	72.07	9.313 *	0.002
M571Q01	정지하는 자동차	학문적	변화와 관계	반성	해석하기	56.83	58.32	0.020	0.886
M603Q01	숫자 검사	학문적	양	연결	이용하기	46.90	54.78	1.281	0.258
M603Q02		학문적	양	연결	이용하기	46.26	59.09	3.388	0.066
M800Q01	컴퓨터 게임	개인적	양	재생	이용하기	97.37	96.53	0.000	1.000
M803Q01	통조림 캔	직업적	불확실성	연결	형식화하기	40.20	44.92	0.512	0.474
M828Q01	이산화탄소	학문적	변화와 관계	재생	이용하기	57.42	65.03	1.345	0.246
M828Q02		학문적	불확실성	연결	이용하기	67.00	74.13	1.178	0.278
M828Q03		학문적	양	연결	이용하기	15.04	53.42	32.175 ***	0.000

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