

우리나라와 싱가포르의 초등학교 과학 교과서에 제시된 물리 영역 탐구 활동의 특징 비교

정하나 · 전영석*

서울교육대학교

A Comparative Study on Physics Inquiry Activities in Science Textbooks for Primary School in Korea and Singapore

Jung, Hana · Jhun, Youngseok*

Seoul National University of Education

Abstract: The purpose of this study is to provide some suggestions for future improvement of scientific inquiry activities in Korean elementary science textbook. The modified framework of Lee(2005) and Millar *et al.*(1998) was used to compare inquiry activities in the Korean and Singaporean science textbooks. The results of this study are as follows: Korean text books have more activities than Singapore's, but both countries have similar time allotment for science classes. In the area of 'inquiry process skill', Singapore is more balanced in 'Basic inquiry process skills' and 'Integrated inquiry process skills' than Korea. Singapore's integrated inquiry rate is also higher than Korea's. Next the results of comparing leaning objectives to scientific inquiry activities shows that Korean text books tend to focus on 'contents objectives', while Singapore's text books focus on balancing 'contents objectives' and 'process objectives'. Korean science textbooks encourage students to communicate the results of experiments but in most case these communication activities are actually not performed. Lastly Korea and Singapore have low degree of openness in inquiry activities. Remarkably 'Suggest questions' are totally conducted by teachers. This study implies that Korean science textbooks should have lower amounts of inquiry activities to accomodate enough time for communication about results. Next we need to make balance not only 'Basic inquiry process skills' and 'Integrated inquiry process skills' but also 'Content objectives' and 'Process objectives'. Lastly we need to make student to be the leader in science classes through encouraging them to plan procedures for experiments and to discover results by themselves.

Key words: Singapore, Korea, scientific inquiry activities, science textbook

I. 서 론

탐구는 과학의 핵심적인 특징이자 과학 교육의 중요한 방법이다. 미국의 과학교육국가기준(National Research Council, 1996)에서는 과학 탐구의 성격을 2가지로 제시하고 있다. 과학 탐구는 과학자가 연구를 통해 얻은 다양한 증거에 바탕을 두고 자연세계를 설명하는 방법을 제시하는 것이며, 더불어 학생이 자연 세계에 대한 과학자들의 연구 방법을 이해하고 과학적 개념에 대한 이해와 지식을 증진시키는 활동을 의미하기도 한다. 즉, 학생들은 탐구를 통해 문제 해결 능력을 기르고, 과학적 지식을 습득하며 과학자들의 연구를 이해할 수 있다(NRC, 2000).

우리나라는 제3차 교육과정에서부터 지속적으로 탐구 교육을 강조하여 왔고 2007년 개정 교육과정에서는 '자유 탐구'를 도입하였으며 단원별 필수 탐구 활동을 명시하는 등 탐구의 중요성을 더욱 부각시켰다(교육과학기술부, 2011). 탐구를 통해 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 일상생활의 문제 해결에 이를 활용하도록 하여 탐구 학습을 강조하고 있다(교육인적자원부, 2007). 우리나라뿐만 아니라 미국, 영국, 싱가포르, 일본의 과학과 교육과정에서도 탐구 능력 신장을 과학 교육의 중요한 목표로 삼고 있다(이미경과 김주훈, 2004). 미국은 개인의 의사결정에 과학적 탐구 과정을 사용하도록 하는 것을(NRC, 2000) 목표로 설정하고 있고 일본은 자연과 친해지

*교신저자: 전영석(교신저자 jhunys@snu.ac.kr)

**2012년 4월 30일 접수, 2012년 6월 19일 수정원고 접수, 2012년 6월 20일 채택

고, 통찰력을 갖고 관찰, 실험 등을 행하며, 문제해결 능력을 기르도록 하고 있다(문부과학성, 2008). 싱가포르 역시 과학적 탐구를 통해 필요한 탐구 기능과 정의적 태도를 기를 수 있도록 하고 있다(Ministry of Education, Singapore, 2008).

우리나라를 포함한 많은 나라에서 탐구 교육을 강조하고 있으나 교육 현장에서 실제로 탐구교육이 잘 이루어지고 있는지에 대해서는 생각해볼 여지가 있다. 수학·과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science: TIMSS) 2007의 결과 보고서(김수진 등, 2008)를 보면 참여국들의 수학·과학 성취도 비교뿐만 아니라 교육 맥락 변인과의 관계도 알 수 있다. 그 중 '과학 수업 활동' 변인을 살펴보면, 우리나라 학생들은 과학 수업 중 탐구활동이 대체적으로 국제 평균에 비해 적게 이루어진다고 인식하는 것으로 나타났다. 국제 평균과 비교하여 (우리나라/국제평균)의 형식으로 나타내어보면, '실험이나 조사 설계 및 계획(21%/50%)', '공부하는 것에 대한 설명(26%/65%)', '실험과 조사활동 수행(28%/54%)', '관찰한 것에 대한 기술(29%/65%)', '소집단 별로 실험과 조사활동(29%/56%)', '선생님의 실험이나 조사활동 관찰(46%/67%)' 등으로 조사되었다. 즉, 우리나라의 학생들은 실험설계와 의사소통이 많이 부족하며, 실험 활동 자체가 적고 학생이 주도하는 활동보다는 교사가 주도하는 활동이 더 많이 이루어진다고 인식하고 있다. TIMSS는 4학년과 8학년을 평가 대상으로 하고 있어서(김수진 등, 2008) 초등학교 전체의 문제로 일반화시킬 수는 없지만 교육과정에서 탐구를 강조하는데도 불구하고 학생들이 탐구 과정이 학습에 반영되지 않는다고 인식한다는 점은 주목할 필요가 있다.

우리나라의 탐구 학습 실태를 좀 더 자세히 알기 위해 본 연구에서는 우리나라의 초등학교 과학 교과서에 제시된 과학 탐구 활동을 외국의 것과 비교하여 특징을 찾고, 그 결과를 토대로 교과서 개선을 위한 시사점을 도출하였다. 우리나라처럼 국가 수준의 교육 과정을 근거로 만든 국정 교과서를 가지고 모든 초등학교 학생이 과학 수업을 하는 나라에서는 교과서가 교육의 내용과 수준에 매우 큰 영향을 끼치기 때문이다.

본 연구에서 비교 대상 국가로 싱가포르를 선택하였다. TIMSS 2007 결과 과학 수업에서 탐구 활동이 차지하는 비율이 높으며 동시에 우리나라와 같이 국가 주도적 과학 교육과정을 운영하고 있기 때문이다.

또한 싱가포르는 TIMSS 1995년, 1999년, 2003년, 2007년에서 지속적으로 1위 또는 2위의 우수한 성적을 보이고 있기(김수진 등, 2008) 때문에 중요한 시사점을 얻을 수 있을 것이라고 판단하였다.

우리나라와 싱가포르의 과학 교과서나 교육과정을 비교한 선행연구가 다소 있다. 김태일(2007)은 한국과 싱가포르의 7, 8학년 과학 교과서에 실린 물리 탐구활동의 일반적인 특징을 탐구활동의 목적, 학생의 사고관련 활동, 과제의 개방성 정도의 세 범주로 나누어 비교하였다. 이 연구를 통해 한국의 중등 과학 교과서는 탐구활동의 목적이 내용 중심적이거나 싱가포르는 과정 중심적이라는 것과 싱가포르 탐구의 개방성이 한국보다 유의미하게 높다는 것을 알아내었다. 또 이미경과 김주훈(2004)은 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정을 목표 및 내용체계를 중심으로 비교하였다. 연구 결과 대부분의 나라가 과학적 소양을 기르는 것을 중요한 목표로 삼고 있었고 과학 지식의 습득, 과학 탐구, 과학에 대한 흥미와 호기심과 관련된 내용을 포함하고 있었다. 한편 이봉우는(2005)는 외국의 12개 국가 또는 주(미국의 경우)의 교육과정에 제시된 탐구 과정 요소를 비교 분석한 결과를 토대로 우리나라의 교육과정에서는 탐구를 과학에서 가장 중요한 것이라고 인식하지만 세부적인 탐구기준을 제시하지 않고 있다고 하였다. 이 외에도 많은 연구가 있었지만(윤솔아, 2011; 최영준, 2003; 정은하, 2001) 초등학교 보다는 중등학교에 관한 것이 많았고, 또한 교과서에 수록된 실제 활동을 살펴보기 보다는 교육과정 문서를 비교한 연구들이 대부분이었다.

본 연구를 통해 우리나라와 싱가포르의 초등학교 과학 교과서에 제시된 탐구 활동을 물리 영역 중심으로 비교하여 그 특징을 찾고, 교과서 개선을 위한 시사점을 얻고자 하였다. 먼저 물리 영역의 학습 내용 및 탐구 활동 수를 비교하고 다음으로 탐구 활동에 포함된 탐구 과정 요소를 비교하였다. 그리고 우리나라와 싱가포르의 탐구 활동의 목적, 탐구 활동 과제의 개방성 정도를 비교하였다. 실제 초등학교의 학습 내용을 입체적으로 판단하기 위해서는 과학의 모든 영역에 대해서 분석해야 하지만 연구의 집중도를 높여 좀 더 자세히 들여다보기 위하여 물리 영역으로 한정하였다. 추후 후속 연구를 통해 다른 영역의 탐구 활동에 대한 분석도 이루어지게 되기를 희망한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 목적은 우리나라와 싱가포르의 초등학교 과학 교과서를 비교하여 탐구 활동의 특징을 알고 교과서 개선을 위한 시사점을 도출하는 데 있다. 이를 위해서 우리나라와 싱가포르의 초등학교 3~6학년 과학 교과서에 실린 단원 중 물리 영역에 해당하는 것을 분석의 대상으로 삼았다. 우리나라의 교과서는 2007년 개정 교육과정에 따라 교육과학기술부가 만든 국정 교과서(과학, 실험관찰)를 분석 대상으로 하였고, 이를 위한 교사용 지도서를 참고하였다. 싱가포르의 교과서는 2008년 개정 교육과정에 따라 Marshall Cavendish Education에서 출판한 'Science ; My pals are here!'을 선택하였다. 'Science ; My pals are here!'은 40년 넘게 교과서 및 교재를 발행해오고 있는 Marshall Cavendish Education 출판사의 교과서로 싱가포르 교육부로부터 지속적으로 교육적인 우수성을 입증 받아 현재 싱가포르 학교에서 가장 많이 사용되고 있는 교과서이다.¹⁾ 또한 싱가포르의 초등학교 졸업시험인 PSLE (Primary School Leaving Examination)의 상위 점수대를 차지하고 있는 초등학교의 60% 이상이 이 책을 사용하는 것으로 나타났다.²⁾ 따라서 싱가포르에서 사용하는 교과서로서 보편성을 인정할 수 있다고 판단하여 비교 대상 교과서로 선정하였다. 그러나 엄정하게 볼 때 국정교과서와 검인정교과서의 차이가 여전히 존재하고 있으므로 연구 결과를 해석할 때 이를 감안하여야 할 것이다. 싱가포르 과학 교과서는 3~4학년 군(Lower Block)과 5~6학년 군(Upper Block)으로 나뉘어 있고 학기 구분은 없는 대신 주제별로 나누어져 있다. 3~4학년 군은 다양성, 상호작용, 시스템, 에너지, 순환의 5가지로 구성되어 있고 5~6학년 군은 여기에서 다양성이 빠져 4가지로 구성된다. 각 주제마다 이론 책, 실험관찰 책(Activity book), 탐구 과정 능력 책(Process and Skill)이 있으나 탐구 과정 능력 책은 탐구 능력 향성을 위해 마련된 별도의 과정이므로 분석 대상에서 제외하였다.

2. 연구 방법

우리나라와 싱가포르의 초등 과학 탐구 활동의 특징을 비교하기 위해, 두 나라의 학습 내용과 탐구활동 수, 탐구 과정 요소, 탐구활동의 목적, 탐구활동 과제의 개방성을 비교하였다. 학습 내용은 두 나라의 교과서 단원명을 참고하여 우리나라는 학년별로, 싱가포르는 학년군으로 표시하였다. 탐구 활동 수를 비교하기 위해서 탐구 활동의 단위를 정할 필요가 있는데 우리나라는 한 차시를 하나의 탐구활동으로 보되, 연차시로 구성된 활동도 하나의 활동으로 간주하였다. 싱가포르는 실험관찰 책의 소단원을 하나의 탐구 활동으로 보았다. 하나의 탐구 활동을 수업하는 데 걸리는 시간이 동일하지 않기 때문에 단순히 탐구 활동의 숫자로 비교하는 것은 타당하지 않다고 판단하여 전체 활동 수 중 해당 탐구활동이 차지하고 있는 비율로 비교하였다.

탐구 활동에 포함된 탐구 과정 요소를 비교하기 위해서 각 탐구 활동에 포함된 탐구과정요소의 수를 세었다. 탐구과정의 구성 요소는 학자나 각 국가의 교육과정마다 다르게 제시하고 있다. 우리나라의 교육과정에서는 탐구과정을 기초탐구과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등)과 통합탐구과정(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등)으로 나누고 있다(교육인적자원부, 2007). 싱가포르의 교육과정에서는 기능(Skill)과 과정(Process)으로 나누고 기능(Skill)에는 관찰(observing), 비교(Comparing), 분류(Classifying), 장치와 기구 사용(Using apparatus and equipment), 의사소통(Communicating), 추리(Infering), 예상(Predicting), 분석(Analysing), 대안 생성(Generating possibilities), 평가(Evaluating), 가설 설정(Formulating hypothesis)을 두고 있으며 과정(Process)에는 창의적 문제 해결(Creative Problem Solving), 의사결정(Decision-Making), 조사(Investigation)를 제시하고 있다(Ministry of Education, Singapore, 2008). 이처럼 우리나라와 싱가포르의 탐구과정요소가 일치하지 않기 때문에 보다 보편적인 기준을 마련하고자 이봉우(2005)의 연구에서 사용된 탐구 분석 틀을 수정하여 사용하였다. 통

1) http://www.marshallcavendish.com/education/contentview.aspx?article_id=4

2) http://www.marshallcavendish.com/education/contentview.aspx?article_id=168

합 탐구 과정의 ‘의사소통’은 기초 탐구 과정의 ‘표현’과 통합하여 기초 탐구 요소의 ‘의사소통’으로 하였다. 미국 AAAS(American Association for the Advancement of Science)에서 개발한 SAPA(Science A Process Approach) 교육과정을 보면 의사소통을 기본적인 탐구 과정 요소로 제시하고 있고(김명숙, 2007), 우리나라 2007년 개정 교육과정에 따른 5~6학년 지도서에서도 의사소통을 기초 탐구 과정에 분류하고 있다(교육과학기술부, 2011). 분석 틀의 기초 탐구 과정 요소에는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통을 두었다. 또한 통합탐구요소는 문제인식, 가설설정, 변인통제, 실험설계, 실험수행, 분석, 결론도출 및 일반화로 항목을 정하였다. ‘일반화’는 탐구를 통해 얻어진 자료를 바탕으로 과학적 규칙성을 발견하여 과학적 원리, 법칙을 찾아내는 것이나 초등학교 수준에서는 결론도출과 비슷한 수준에서 이루어진다고 판단하여 결론도출과 함께 묶었다.

그 다음으로 탐구 활동의 목적과 탐구 활동 과제의 개방성 정도를 분석하기 위해서 김태일 등(2007)이 사용한 탐구활동 분석틀(Millar et al., 1998)을 이용하였다. 탐구 활동의 목표 분석을 통해 내용 목표와 과정 목표가 차지하는 비율을 알아보고, 과제 개방성 정도를 알아보기 위해 과제 제시부터 결과 해석이 교사와 학생 중 누구 주도로 이루어지는지를 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 물리 영역의 학습 내용 및 탐구 활동 수 비교

우리나라와 싱가포르의 초등학교 3~6학년 과학 교과서에서 다루고 있는 물리 영역의 학습 내용은 <표 1>과 같다. <표 1>을 보면 우리나라의 학습 내용이 싱가포르에 비해서 더 많다는 것을 알 수 있다. 우리나라에서는 싱가포르에서 다루고 있지 않은 물체의 속력, 자기장, 빛의 굴절, 도구(도르래) 같은 내용을 다루고 있다. 우리나라는 속력을 배우지만 싱가포르는 배우지 않고, 우리나라에서는 전자석을 자기장에 의한 것으로 가르치지만 싱가포르에서는 현상 위주로 가르친다. 또한 우리나라에서는 빛의 직진을 3학년에, 반사와 굴절은 6학년에 나누어 학습하지만 싱가포르는 빛의 직진과 반사에 관해 모두 3~4학년에 학습하고 굴절은 학습하지 않는다. 이외에도 우리나라는 도르래를 가르치지만 싱가포르는 가르치지 않는다.

다음으로 우리나라와 싱가포르의 과학 내용을 물리(운동과 에너지), 화학(물질), 생물(생명), 지구과학(지구와 우주) 영역으로 분류하여 탐구 활동 수를 살펴본다(<표 2>). 싱가포르는 우리나라와 같이 학문 영역으로 분류하지 않고 주제별로 분류를 하기 때문에 교과서의 내용을 살펴보고 우리나라의 분류 체계를 따랐다.

<표 2>를 보면 전체 활동 수는 우리나라가 260개로

표 1 우리나라와 싱가포르의 초등학교 과학 교육과정에 제시된 학습 내용(물리영역)

학년	국가	우리나라	싱가포르				
			주제		상호작용	에너지	
			다양성	순환			시스템
3		<ul style="list-style-type: none"> 자석의 성질 빛의 직진 				<ul style="list-style-type: none"> 자석 	<ul style="list-style-type: none"> 빛 열
4		<ul style="list-style-type: none"> 무게 열 전달 					
5		<ul style="list-style-type: none"> 전기회로 물체의 속력 					
6		<ul style="list-style-type: none"> 빛 자기장 에너지 			<ul style="list-style-type: none"> 전기회로 	<ul style="list-style-type: none"> 힘 (마찰력, 중력, 탄성력) 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 (위치, 운동, 화학, 탄성 에너지 등)
총 계		9개			6개		

표 2 우리나라와 싱가포르의 영역별 탐구 활동 수

영역	학년	우리나라 활동 수(개)			싱가포르 활동 수(개)		
		3~4	5~6	소계(%)	3~4	5~6	소계(%)
물리		34	35	69(26.5)	22	23	45(32.8)
화학		34	26	60(23.1)	14	8	22(16.1)
생물		36	32	68(26.2)	32	38	70(51.1)
지구과학		33	30	63(24.2)	0	0	0(0)
총 계		137	123	260(100)	68	69	137(100)

싱가포르에 비해 거의 2배 가까이 많다. 물리 영역만 살펴보면 우리나라는 69개, 싱가포르는 45개로 1.5배 정도 많은 수준이다. 하지만 물리영역이 차지하고 있는 비율을 보면 싱가포르(32.8%)가 우리나라(26.5%)보다 높다. 우리나라는 물리, 화학, 생물, 지구과학이 거의 균등하게 분배된 반면 싱가포르는 생물 영역의 비율이 가장 높고 다음으로 물리, 화학 순이며 지구과학에 관련된 내용은 거의 없다. 지구 생태계를 다루지만 생물영역에 해당되는 내용으로 이루어져 있으며 천문이나 지진, 화석과 같은 지구과학 고유의 내용은 다루어지지 않는다.

우리나라와 싱가포르의 탐구 활동 수의 차이에 대해 좀 더 알기 위하여 교육과정에 배당된 연간 수업 주수, 주당 수업 시수 및 수업 시간 단위를 비교하였는데, <표 3>은 그 결과를 정리한 것이다.

싱가포르는 4학년 말이 되면 영어, 모국어, 수학 시

험을 보게 되는 데 그 결과에 따라 각자 능력에 맞는 반으로 배치된다. 상급반의 경우는 과학이 3시간, 중·하급반은 5시간으로 배정이 되므로 5~6학년은 시간배당이 달라진다(김경자, 2008). <표 3>을 바탕으로 '연간 수업 주수×수업 시간 단위 주당 수업 시간 수(학년군)' 계산하여 학년 군의 연간 총 수업 시간을 계산하였다. 그리고 학년 군 활동수로 나누어 활동 당 수업 시간 수를 계산했다. 그 결과는 <표 4>와 같다. <표 4>에 의하면 싱가포르는 우리나라에 비해 활동 당 시간 수가 더 많이 배당되어 있다.

배당 시수는 싱가포르가 많거나 최소한 동등한데 비해 활동 주제의 수는 싱가포르에서 더 적다는 점으로 보아 싱가포르에서는 한 개의 활동에 우리나라보다 더 오랜 시간을 배정하여 심도 있게 학습하고 있다는 것을 알 수 있다. 교과서에서 한 활동이 차지하는 페이지수도 평균 2쪽 가량으로 비슷하거나 어떤 것은

표 3 우리나라와 싱가포르의 시간 편제

	연간 수업 주수(주)	수업 시간 단위 (분)	주당 수업 시간 수(시간)			
			3학년	4학년	5학년	6학년
우리나라	34	40	3	3	3	3
싱가포르	40	30	3	4	5 또는 3	5 또는 3

표 4 우리나라와 싱가포르의 학년 군 별 연간 총 수업 시수, 활동 당 수업 시수

국가	학년	3~4학년	5~6학년
		우리나라	연간 총 수업 시수 활동 당 수업 시수
싱가포르	연간 총 수업 시수 활동 당 수업 시수	8400분 123.53분	12000분 또는 7200분 173.91 또는 104.35

더 적기 때문에 싱가포르의 교사나 학생이 느끼는 부담이 훨씬 적을 것으로 예상된다. 우리나라는 연차시가 거의 없고 한 활동 당 한 차시에 마무리해야 하는 경우가 많다. 이것은 교사들이 부담을 느끼는 요인이 될 수 있다. 이수아 등(2007)의 연구에서도 초등학교 교사들이 40분 단위의 수업 시간에 맞추어 한 차시를 지도하는 것에 어려움을 느낀다고 하고 있다. 반면 싱가포르는 우리나라와 비교하여 수업 시간 수는 비슷하거나 많지만 다루는 학습내용, 탐구 활동의 수는 더 적어 한 개의 탐구 활동에 필요한 시간을 1.5~2배로 확보하고 있다.

2. 탐구과정요소 비교

우리나라와 싱가포르의 초등 과학 교과서에 제시된 물리 영역 탐구 활동을 통해 가르칠 수 있는 탐구 과정 요소를 분석하기 위해 과학책과 실험관찰 책(싱가포르는 Activity Book)에 제시된 탐구 활동 안내를 면밀히 읽고 해당 되는 탐구 과정 요소를 중복하여 선택

하였다. ‘의사소통’의 경우 표나 그래프, 조직도 나타내기와 같은 자료 표현, ‘설명하여보자(Explain)’, ‘말하여 보자(Say)’, ‘이야기해 보자’, ‘토의하여 보자’와 같은 활동이 포함된다. ‘실험수행’의 경우 실험 및 조작이 들어간 활동을 ‘실험 수행’으로 보았다. 그 결과는 <표 5>와 같다. 괄호 속의 %비율은 각 탐구 과정 요소가 학년 별, 나라 별 탐구활동에서 차지하는 비율을 뜻한다. 이때, 우리나라와 싱가포르의 학년별 탐구 활동 수가 다르기 때문에 탐구 활동 수를 학년란에 함께 표시하였다. 또한 탐구 활동에서 주로 나타나는 탐구 과정 요소를 알아보기 위하여 60%이상 차지하는 탐구 과정 요소는 매우 많음(진한회색), 30% 이상 60%미만은 많음(연한회색), 30%미만은 적음(하얀색)으로 구분하여 함께 나타내었다. 소계는 기초 탐구 과정, 통합 탐구 과정의 소계이며 괄호 속의 비율은 학년 별, 나라 별 전체 빈도수에서 차지하는 비율이다.

우리나라 물리 영역의 탐구활동에서 탐구과정 요소가 차지하는 비율을 살펴보면 많이 포함된 순서대로 ‘의

표 5 우리나라와 싱가포르의 물리 영역 탐구 활동에 포함된 탐구 과정 요소

탐구과정요소	국가	우리나라 (%)			싱가포르 (%)			
		학년	3~4학년 N=34	5~6학년 N=35	총 계 N=69	3~4학년 N=22	5~6학년 N=23	총 계 N=45
기초 탐구 과정	관찰		26(76.5)	19(54.3)	45(65.2)	19(86.4)	13(56.5)	32(71.1)
	분류		1(2.9)	6(17.1)	7(10.1)	1(4.5)	2(8.7)	3(6.7)
	측정		8(23.5)	7(20.0)	15(21.7)	5(22.7)	6(26.1)	11(24.4)
	예상		10(29.4)	11(31.4)	21(30.4)	5(22.7)	5(21.7)	10(22.2)
	추리		14(41.2)	14(40.0)	28(40.6)	17(77.3)	14(60.9)	31(68.9)
	의사소통		30(88.2)	30(85.7)	60(87.0)	14(63.6)	16(69.6)	30(66.7)
소계		89(68.5)	87(61.7)	176(64.9)	61(56.5)	56(45.5)	117(50.6)	
통합 탐구 과정	문제인식		0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
	가설설정		0(0.0)	1(2.9)	1(1.4)	0(0.0)	4(17.4)	4(8.9)
	변인통제		2(5.9)	1(2.9)	3(4.3)	3(13.6)	10(43.5)	13(28.9)
	실험설계		3(8.8)	3(8.6)	6(8.7)	2(9.1)	7(30.4)	9(20.0)
	실험수행		29(85.3)	28(80.0)	57(82.6)	22(100.0)	18(78.3)	40(88.9)
	분석		2(5.9)	6(17.1)	8(11.6)	7(31.8)	11(47.8)	18(40.0)
	결론도출		5(14.7)	15(42.9)	20(29.0)	13(59.1)	17(73.9)	30(66.7)
	소계		41(31.5)	54(38.3)	95(35.1)	47(43.5)	67(54.5)	114(49.4)

사소통(87.0%), '실험 수행(82.6%)', '관찰(65.2%)', '추리(40.6%)', '예상(30.4%)', '결론도출(29.0%)', '측정(21.7%)', '분석(11.6%)', '분류(10.1%)', '실험 설계(5.8%)', '변인 통제(4.3%)', '가설 설정(1.4%)' 이었고 문제 인식은 없었다. '의사소통', '실험수행', '관찰' 은 매우 큰 비중을 차지하며 '예상' 과 '추리' 도 비교적 큰 비중을 차지하고 있다고 할 수 있다.

기초 탐구 과정 요소는 전체 빈도수의 64.9%, 통합 탐구 과정 요소는 전체 빈도수의 35.1%를 차지하고 있어 우리나라는 기초 탐구 과정 요소가 통합 탐구 과정 요소보다 많다는 것을 알 수 있다. 3~4학년이나 5~6학년에서도 같은 경향을 보인다. 3~4학년의 경우에는 기초 탐구 과정 쪽으로 좀 더 치우쳐 있다고 할 수 있다.

싱가포르의 물리 영역 탐구활동에서 탐구 과정 요소가 차지하는 비율을 살펴보면 '실험수행(88.9%)', '관찰(71.1%)', '추리(68.9%)', '결론도출(66.7%)', '의사소통(66.7%)', '분석(40.0%)', '변인통제(28.9%)', '측정(24.4%)', '예상(22.2%)', '실험설계(20.0%)', '가설설정(8.9%)', '분류(6.7%)' 순이었고 문제 인식은 없었다. '실험 수행', '관찰', '추리', '결론도출', '의사소통' 이 60% 이상으로 높은 비중을 차지하고 있으며, '표현' 과 '분석' 은 비교적 높은 비중을 차지하는 편이라고 할 수 있다. 기초 탐구 과정 요소는 전체 탐구 과정 요소의 빈도수 중 50.6%를 차

지하고 있으며, 통합 탐구 과정 요소는 49.4%를 차지하고 있다. 싱가포르는 우리나라와 다르게 기초 탐구 과정 요소와 통합 탐구 과정 요소의 비율이 거의 같다. 주목할 만 한 점은 학년 별로 비교했을 때 3~4학년의 경우 기초 탐구 과정 요소가 더 많고, 5~6학년의 경우 통합 탐구 과정 요소가 더 많다는 점이다. 즉, 싱가포르 과학 탐구 활동은 고학년으로 갈수록 통합 탐구 과정을 중요시하고 있으며 전체적으로는 균형을 이루고 있다고 할 수 있다. <표 5>에서 우리나라와 싱가포르의 탐구 과정 요소가 차지하는 비율을 그래프로 나타내어 비교하여 보면 <그림 1>과 같다.

<그림 1>을 살펴보면 우리나라와 싱가포르 모두 '의사소통', '실험수행', '관찰' 이 60% 이상의 높은 비율을 차지하고 있다. 이를 통해 우리나라와 싱가포르의 탐구 활동은 대부분 '의사소통' 과 '관찰' 을 기본으로 포함한 실험 활동이라는 것을 알 수 있다. 하지만 우리나라와 싱가포르의 관찰 전, 후 활동은 많은 차이를 보인다. 우리나라는 예상해 보고 관찰 한 뒤 이유를 설명해 보는 POE 모형을 많이 적용하고 있다. 그리하여 '예상', '관찰', '추리', '의사소통' 이 모두 30%이상으로 많다. 반면 싱가포르는 예상 활동이 우리나라보다 적다. 대신 관찰을 한 후 관찰이나 측정된 결과를 표나 그래프, 그림, 조직도 등으로 다양하게 표현하고 그 자료를 분석하여 이유를 설명 한 뒤 결론을 도출하는 활동 패턴이 많다. 이 때문에 '관찰', '추

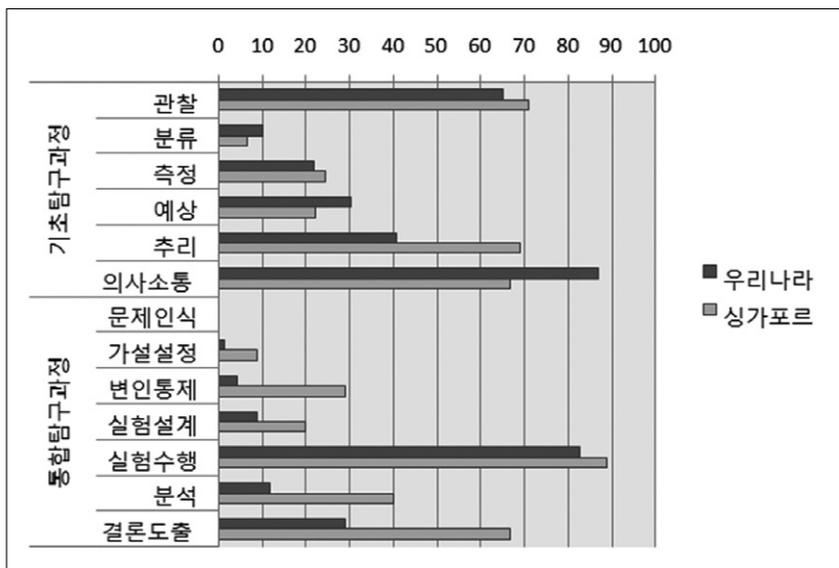


그림 1 우리나라와 싱가포르의 탐구 과정 요소가 차지하는 비율

리', '분석', '결론도출', '의사소통' 이 30%이상으로 많이 나타난다. 싱가포르에서는 우리나라에 비해 관찰 후 자료를 표현하고 그것을 분석해서 결론을 내리는 훈련을 많이 하고 있다고 판단된다.

다음으로 싱가포르는 '변인통제' 요소가 우리나라에 비해 20%이상 높은 비율을 차지하고 있다. 싱가포르는 '변인통제' 가 3~4학년에서 3번 나오던 것이 5~6학년에서 10번으로 크게 증가하고 있다. 이를 통해 싱가포르에서는 변인 통제를 통해 자신의 실험을 설계하는 능력의 향상을 강조하고 있다는 점을 알 수 있다.

세 번째로 우리나라와 싱가포르 모두 문제 인식 요소가 없다. 문제 인식이란 자연 현상을 관찰하고 그로부터 더 알아보고 싶은 의문점이나 궁금증을 학생 스스로 만드는 것이다. 하지만 이러한 활동에 대한 안내는 두 나라의 교과서에서는 제시되지 않는다. 우리나라에서는 자유탐구를 위한 6차시의 시간을 마련하고 있으나 학교 현장에서 실제로 이러한 시간을 확보하기가 힘들다. 싱가포르 역시 이 점은 마찬가지이다. 싱가포르 역시 '화이트 스페이스' 라는 교사 재량 시간을 마련하고 있으나(Ministry of Education, Singapore, 2008) 이것을 어떻게 활용해야하는 지 구체적인 안내를 하지 않고 있다.

3. 탐구활동의 목적 비교

우리나라와 싱가포르의 초등학교 3~6학년 과학 교과서에 실린 물리 영역 탐구활동의 목적을 비교하기 위해 Millar 등(1998)이 탐구 활동의 목표를 나누어 놓은 분류 체계를 사용하였다. 탐구 활동 목적의 하위 범주는 <표 6>에 나타난 것과 같다. 탐구 활동을 통해 도달하고자 하는 학습 목표를 확인하여 가장 근접한 하위 범주를 중복하여 선택하였다. <표 6>는 우리나라와 싱가포르의 탐구 활동의 목적을 분석한 표이다. '사실'이란 '순수한 물을 100℃에서 끓는다.' 와 같이 누구나 쉽게 받아들일 수 있는 진술을 말한다. '개념'은 사실들을 검토하여 공통된 속성을 찾는 것이다. '관계'란 과학 사실 사이에 나타는 규칙적인 패턴, 법칙이라 할 수 있다. '이론'은 어떤 현상에 대한 설명을 제공할 수 있는 과학적 이론을 학습하는 것이다. '실험도구와 장치 꾸미기'는 온도계, 빛 센서와 같이 실험 도구의 사용법을 익히는 활동이다. 하지만 '해어 드라이기'와 같이 일상 용품만 사용되는 경우는 해당되지 않는 것으로 하였다. '자료를 처리하는 방법을 학습하기'는 관찰이나 측정한 것을 그림, 표, 그래프 등으로 표현하는 활동을 나타낸다. '의사소통 하는 법

표 6 우리나라와 싱가포르 과학 탐구 활동의 목적 분석

범주	하위범주	빈도(%)	
		우리나라 N=69	싱가포르 N=45
내용 학습	사물과 현상을 인식하고 친숙해지도록 한다.	50(72.5)	30(66.7)
	사실을 학습한다.	48(69.6)	28(62.2)
	개념을 학습한다.	37(53.6)	23(51.1)
	관계를 학습한다.	20(29.0)	18(40.0)
	이론/모형을 학습한다.	0(0.0)	0(0.0)
	소 계	15(55.2)	99(50.5)
과정 학습	실험 도구를 사용하거나 장치 꾸미는 법을 학습한다.	50(72.5)	35(77.8)
	탐구를 계획하고 구체적인 문제를 다루는 법을 학습한다.	6(8.7)	9(20.0)
	자료를 처리하는 방법을 학습한다.	14(20.3)	18(40.0)
	결론을 지지하기 위해 자료를 이용하는 법을 학습한다.	17(24.6)	21(46.7)
	연구 결과를 의사소통하는 법을 학습한다.	39(56.5)	14(31.1)
	소 계	126(44.8)	97(49.5)
	총 계	281(100.0)	196(100.0)

학습하기'는 '자료 처리 방법'을 이미 분리하였기 때문에 결과 해석 단계에서 실제적인 발화가 이루어지는 탐구 활동만을 포함시켰다. 하위 범주의 빈도수는 각 나라의 탐구 활동 수로 나누어 %로 나타내었다. 소계는 내용 요소와 과정 요소 별 합이며 전체 빈도수에서 차지하는 비율을 %로 나타내었다.

탐구 활동의 목적에 따른 분석 결과, 내용 학습에 관련된 목표의 비율과 과정 학습에 관련된 목표의 비율의 차이가 우리나라는 10.4%인 반면, 싱가포르는 2.0%로 우리나라가 내용 학습 쪽에 더 치우쳐 있으며 싱가포르는 거의 동등하다는 것을 알 수 있다.

내용 학습의 하위 범주를 보면 우리나라가 싱가포르보다 높게 나타난 영역은 '사물과 현상 인식', '사실 학습', '개념 학습'이었고 '관계 학습'은 싱가포르가 더 높았다. 과정 학습의 하위 범주를 보면 우리나라가 싱가포르보다 높은 영역은 '연구 결과를 의사소통하는 법 학습'이었고, 그 외의 '실험 도구와 장치 꾸미는 법 학습', '탐구 계획 및 구체적 문제 다루는 법 학습', '자료 처리 방법 학습', '결론을 지지하기 위해 자료를 이용하는 법 학습'은 모두 싱가포르가 높았다.

이러한 결과가 나온 것은 우리나라의 탐구 활동이 대부분 실험을 통해 얻은 결과를 바탕으로 사실과 개념을 학습하도록 구성되었기 때문이다. 그러나 두 가지 개념 사이의 관계를 파악하는 경우는 싱가포르의 경우가 많게 나타났다. 예를 들어 우리나라는 에너지의 종류를 학습할 때 에너지를 분류해보고 종류를 아는 것에 그치지만, 싱가포르는 에너지의 종류를 알고 각 에너지와 여러 변인 사이의 관계를 알아보는 탐구를 수행한다. 예를 들어 물체를 떨어뜨린 높이와 밀가루 바닥이 파인 정도를 비교하여 높이에 따라 물체가 가진 위치에너지가 어떻게 변하는 지 알아보거나, 플라스틱 손가락에 변형을 준 정도와 그 위에 있던 물체가 날아간 거리를 비교하여 변형 정도에 따라 물체가 가지는 탄성에너지가 어떻게 변하는지를 알아보도록 탐구 활동을 구성하고 있다.

과정학습은 대체로 싱가포르가 높았으나 '의사소통하는 법을 학습하는 활동'은 우리나라가 싱가포르보다 높게 나왔다. 이것은 교과서에 등장하는 표현 중에 '이야기할 수 있다.', '말할 수 있다.', '설명할 수 있다.'를 '의사소통 학습'으로 보았기 때문이다. 이 결과는 의사소통 활동이 부족하다고 학생들이 응답한 TIMSS 2007의 결과와는 다소 상충된다. 교과서에서

제시한 바와 실제 수업 결과가 다를 수 있다는 것을 보여준다. 중학교의 교과서에 제시된 '토의하자', '이야기해 보자'와 같은 표현이 실제 의사소통을 위한 목적이라기보다는 교사가 실험 결과를 정리하도록 하는 목적으로 제시된 것(김희경, 2003)이라는 연구 결과로 설명할 수 있다. 한편, 싱가포르 역시 'Explain', 'Say'와 같은 표현을 사용하고 있는데 과학 수업에서 이루어지는 활동에 대한 TIMSS 2007년 연구 결과를(싱가포르/국제평균)으로 살펴보면, 공부한 것을 설명(66%/65%)하거나 소집단별로 실험과 조사활동 하는 것(54%/56%)이 국제 평균보다 높거나 비슷하게 나왔다. 즉, 실제로 설명하고 말하는 활동이 활발하게 이루어지고 있다는 것으로 이해할 수 있다. 교과서의 내용을 진술할 때 수업 과정에서 실제로 의사소통이 이루어질 수 있도록 활동을 구성할 필요가 있다고 판단된다.

싱가포르에는 '실험 도구 사용 및 장치 꾸미기 학습'이 우리나라보다 더 높게 나왔는데 이는 우리나라에서 사용되지 않는 빛 센서, 온도 센서나, 데이터 기록계를 소개하고 있기 때문이다. 우리나라에 비해 싱가포르의 '자료 처리 방법 학습'이 차지하는 비율이 높는데, 싱가포르의 경우, 표, 그래프, 마인드맵, 조직도, 그림 등을 많이 사용하고 있다. 특히 조직도는 우리나라에서는 나타나지 않는 자료 표현 방법이다. '이론/모형 학습'은 싱가포르와 우리나라 모두 거의 없는 것으로 나타났는데 이는 초등학교 수준에서 이러한 목표를 달성하기가 쉽지 않기 때문인 것으로 생각된다. 중학교 수준에서 우리나라와 싱가포르의 과학 교과서를 비교한 김태일 등(2007)의 연구를 보면 중학교 수준에서도 '이론/모형 학습'은 거의 찾아보기 어려운 것으로 나타났다.

4. 탐구 활동 과제의 개방성 정도

과제의 개방성은 탐구 활동 중 '문제 제시', '사용할 실험 장치(준비물) 제시', '실험 과정 제시', '데이터를 다루고 정리하는 방법 제시', '결과 해석'이 주로 누구에 의해 주도 되는 가로 판단하였다. 이를 위하여 Millar 등(1998)이 제시한 과제 개방성 정도 분석 틀을 연구에 맞게 수정하여 사용하였다. 과제 개방성 정도 분석은 실험이 이루어지는 탐구활동을 대상으로 하기 때문에 실험을 하지 않는 탐구활동은 분석의 대상에서 제외하였다. 우리나라의 물리영역 탐구

활동 중 실험을 포함하는 것은 3~4학년이 29개, 5~6학년은 29개로 총 58개이고, 싱가포르는 3~4학년이 22개, 5~6학년이 18개로 총 40개이다. 학년 별, 나라 별 탐구 활동 수가 다르기 때문에 탐구 활동의 수를 별도로 표시하였다. 빈도 수 밑에 나온 % 비율은 그 나라, 그 학년별 빈도가 차지하는 비율이다. 소계는 학년 별 소계이며 소계 밑에 나온 % 비율은 학년 별 빈도수가 차지하는 비율이다.

각 하위범주가 교사 결정(T), 교사와 학생의 상호작용(TS), 학생 개인 결정(S), 학생 간 상호작용(SS) 중 어디에 해당되는지 판단하였다. 친구나 모둠이라는 대상 없이 '이야기해보자' 라고 하는 것은 교사와 학생의 상호작용(TS)로 보았고, 친구나 모둠이라는 말이 등장하고 '이야기해보자' 라고 하는 것은 학생 간 상호작용(SS)으로 판단하였다. 교사 단독 결정(T)에서 학생 간 상호작용(SS)으로 갈수록 개방성이 높은 것으로 보았다.

〈표 7〉과 〈표 8〉에서 우리나라와 싱가포르의 '문제 제시' 항목을 보면 두 나라 모두 과제 개방성정도가 낮다는 것을 알 수 있다. 우리나라와 싱가포르 모두 교사에 의해서 과제가 제시되고 있으며 학생들이 문제를 제시하는 경우는 거의 없다는 것을 알 수 있다.

'사용할 실험 장치' 에 관해서는 우리나라가 싱가포

르보다 개방성이 다소 높은 것으로 나타났다. 이것은 우리나라의 경우 일부의 활동에서 교사가 제시한 준비물 이외에 학생이 준비물이나 장치를 결정할 수 있도록 하고 있기 때문이다. 예로 3학년의 '자석을 이용한 나만의 장난감 만들기', 4학년의 '나만의 저울 만들기' 와 '나만의 보온병 만들기', 5학년의 '과일전지 만들기' 및 6학년의 '나만의 조리기 만들기' 를 들 수 있다. 3~4학년 교과서에서는 학생으로하여금 준비물이나 장치를 결정하도록 하는 경우에는 준비물을 점선으로 된 사각형 안에 제시하고 있다. 싱가포르는 무게와 용수철의 늘어난 길이 사이의 관계를 알아보는 실험 이외에는 거의 대부분 교사가 실험 장치나 준비물을 안내하고 있다.

'실험 과정' 에 대한 개방성은 우리나라보다 싱가포르가 더 높은 것으로 나타났다. 우리나라는 학생 스스로 실험의 과정을 생각하도록 하는 활동이 주를 이루었고 학생 간의 상호작용이 이루어지는 활동은 적은 편이다. 하지만 싱가포르는 학생들 간의 상호작용을 통해서 실험의 과정을 계획하고 직접 실험해 보는 활동이 차지하는 비율이 우리나라보다 높았다. 가장 대표적인 활동은 무게와 용수철의 늘어난 길이 사이의 관계를 알아보는 실험과 자석을 이용하여 길을 찾는 활동인데, 싱가포르에서는 교사와 학생의 상호작용이

표 7 우리나라의 과학 탐구 활동 과제 개방성 정도

하위 범주	빈도(%)											
	우리나라(3~4학년)N=29				우리나라(5~6학년)N=29				전체(3~6학년) N=58			
	T	TS	S	SS	T	TS	S	SS	T	TS	S	SS
Oq	29 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	29 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	58 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Oe	25 (86.2)	4 (13.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	27 (93.1)	1 (3.4)	1 (3.4)	0 (0.0)	52 (89.7)	5 (8.6)	1 (1.7)	0 (0.0)
Op	25 (86.2)	0 (0.0)	2 (6.9)	2 (6.9)	26 (89.7)	0 (0.0)	3 (10.3)	0 (0.0)	51 (87.9)	0 (0.0)	5 (8.6)	2 (3.4)
Om	22 (75.9)	7 (24.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	25 (86.2)	4 (13.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	47 (81.0)	11 (19.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Oi	0 (0.0)	12 (41.4)	10 (34.5)	7 (24.1)	0 (0.0)	17 (58.6)	9 (31.0)	3 (10.3)	0 (0.0)	29 (50.0)	19 (32.8)	10 (17.2)
소계	101 (69.7)	23 (15.9)	12 (8.3)	9 (6.1)	107 (73.8)	22 (15.2)	13 (9.0)	3 (2.0)	208 (71.7)	45 (15.5)	25 (8.6)	12 (4.2)
총계	145(100.0)				145(100.0)				290(100.0)			

표 8 싱가포르의 과학 탐구 활동 과제 개방성 정도

하위 범주	빈도(%)											
	싱가포르(3~4학년)N=22				싱가포르(5~6학년)N=18				전체(3~6학년) N=40			
	T	TS	S	SS	T	TS	S	SS	T	TS	S	SS
Oq	22 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	18 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	40 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Oe	22 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	17 (94.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (5.6)	39 (97.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (2.5)
Op	19 (86.4)	1 (4.5)	1 (4.5)	1 (4.5)	15 (83.3)	1 (5.6)	1 (5.6)	1 (5.6)	34 (85.0)	2 (5.0)	2 (5.0)	2 (5.0)
Om	21 (95.5)	1 (4.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	16 (88.9)	2 (11.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	37 (92.5)	3 (7.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
Oi	0 (0.0)	6 (27.3)	15 (68.2)	1 (4.5)	0 (0.0)	6 (33.3)	11 (61.1)	1 (5.6)	0 (0.0)	12 (30.0)	26 (65.0)	2 (5.0)
소계	84 (76.4)	8 (7.3)	16 (14.5)	2 (1.8)	66 (73.3)	9 (10.0)	12 (13.3)	3 (3.4)	150 (75.0)	17 (8.5)	28 (14.0)	5 (2.5)
총계	110(100.0)				90(100.0)				200(100.0)			

(Oq:문제제시, Oe:사용할 실험 장치, Op:실험과정, Om:데이터를 다루는 방법, Oi:결과 해석)

우리나라에 비해 높았으며 교사가 주도하는 측면은 상대적으로 낮았다. ‘데이터를 다루는 방법’의 개방성은 우리나라가 더 높게 나왔다. 우리나라에서는 글이나 그림 중 원하는 형태를 선택하여 표현하거나 표에 들어갈 내용을 학생이 스스로 생각해보도록 하는 부분이 많은 반면, 싱가포르는 데이터를 다루는 방법에 있어 학생들에게 주는 선택권이 적었다.

‘결과 해석’에서는 싱가포르의 개방성이 더 높게 나왔다. 싱가포르는 우리나라보다는 모둠활동이 적은편이나 탐구 활동 끝에서 학생들이 자료를 분석한 것을 바탕으로 스스로 결론을 내려 보는 활동이 많다. 다만 우리나라의 경우, 학생 간 상호작용이 더 많은데, 3~6학년 단원 마지막에 나오는 ‘나만의 ○○○만들어 보기’의 영향이 크다. 자신의 산출물을 제작하는 활동은 3~4학년은 모든 학생들이 성취해야할 필수 과제로 제시되지만 5~6학년에서는 심화 과제로 제시된다. 따라서 5~6학년은 학생 간 의사소통의 기회가 줄어들 위험성을 가지고 있다.

전체적으로 보았을 때 싱가포르는 ‘실험 과정’, ‘결과 해석’의 개방성이 높고 우리나라는 ‘사용할 실험장치’, ‘데이터를 다루는 방법’에서 개방성이 높았다.

우리나라는 재료나 데이터를 작성하는 방법에는 자율성을 주지만 실험 과정이나 결과 해석은 주로 교사 주도로 이루어지는 것으로 판단된다. 특히 고학년으로 갈수록 전달해야할 내용이 많아지면서 ‘실험 과정’과 ‘결과 해석’의 교사 주도성이 심화되는 것으로 보인다. 싱가포르는 실험 장치나 데이터 다루는 방법은 교사가 제시하고, 실험 과정과 결과 해석은 학생들에게 주도권을 주고 있으며 이것은 저학년 고학년 모두 비슷한 양상을 보인다. 또한 우리나라보다 모둠 활동은 부족하나 학생들이 주도적으로 수업에 참여하도록 이끌고 있다.

V. 결론 및 시사점

우리나라와 싱가포르의 3~6학년 초등 과학 교과서 탐구 활동을 물리 영역 중심으로 비교하기 위해 과학 탐구 활동의 특징을 ‘학습 내용과 탐구 활동 수’, ‘탐구 활동에 포함된 탐구 과정 요소 수’, ‘탐구 활동의 목적’, ‘탐구 활동 과제의 개방성 정도’의 4가지로 나누어 파악하였다.

학습 내용과 탐구 활동 수를 비교해 보면 우리나라

가 싱가포르에 비해서 학습 내용 수나 활동 수가 더 많다는 것을 알 수 있다. 우리나라에서는 싱가포르에서 다루고 있지 않은 물체의 속력, 자기장, 빛의 굴절, 도구(도르래) 같은 내용을 다루고 있었다. 두 나라가 주당 배당하고 있는 과학 수업 시간 수를 알아본 결과 비슷하거나 싱가포르가 더 많았다. 싱가포르는 한 가지 활동을 우리나라 보다 여유롭게 진행할 수 있다고 판단된다.

탐구 활동에 포함된 탐구 과정 요소를 비교해 본 결과 우리나라와 싱가포르 모두 '의사소통', '실험수행'과 '관찰'이 60% 이상의 높은 비율을 차지하고 있다. 우리나라와 싱가포르의 탐구 활동은 대부분 '관찰'과 '의사소통'을 기본으로 포함한 '실험' 활동이라고 할 수 있다. 하지만 우리나라는 POE 모형을 많이 적용하고 있기 때문에 '예상', '관찰', '추리', '의사소통'이 모두 30%이상으로 많다. 이에 반해 싱가포르는 관찰을 한 후 관찰이나 측정된 결과를 표나 그래프, 그림 등으로 표현하게 하고 그 자료를 분석하여 이유를 설명한 뒤 결론을 도출하는 활동 패턴이 많기 때문에 '관찰', '추리', '표현', '분석', '결론도출'이 30%이상으로 많은 것으로 나타났다. 그리고 싱가포르는 우리나라에 비해 통합 탐구 과정을 강조하고 있다. 모든 통합 탐구 과정 요소의 비율이 우리나라보다 높다. 이것은 싱가포르가 고학년의 통합 탐구 과정 능력을 길러 주는 것을 중요하게 생각하기 때문이라고 볼 수 있다. 특히 '결론도출', '분석', '변인통제'가 우리나라에 비해 20%이상 높은 비율을 차지하고 있다. 또한 우리나라와 싱가포르 모두 문제 인식 요소가 없었다.

탐구 활동의 목표에 따른 분석 결과 우리나라와 싱가포르 모두 내용 학습에 관련된 목표가 차지하는 비율이 과정 학습에 관련된 목표보다 높았다. 그런데 내용 학습에 관련된 목표와 과정 학습에 관련된 목표가 차지하는 비율의 차이를 살펴보면 우리나라가 내용 학습 쪽에 더 치우쳐 있으며 싱가포르는 거의 균형을 이루고 있다는 것을 알 수 있다. 내용 학습의 하위 범주를 보면 우리나라가 싱가포르보다 높게 나타난 것은 '사물과 현상 인식', '사실 학습', '개념 학습'이었고 '관계 학습'은 싱가포르가 더 높았다. 과정 학습의 하위 범주를 보면 우리나라가 싱가포르보다 높은 것은 '연구 결과를 의사소통하는 법 학습'이었고, 그 외의 '실험 도구와 장치 꾸미는 법 학습', '탐구 계획 및 구체적 문제 다루는 법 학습', '자료 처리 방법 학습',

'결론을 지지하기 위해 자료를 이용하는 법 학습'은 모두 싱가포르가 높았다. 이런 결과는 우리나라가 실험을 통해 얻은 결과를 바탕으로 사실과 개념을 학습하는 것이 일반적이기 때문이다. 또한 교과서에 제시하는 의사소통 활동의 비율이 높았는데 이것은 TIMSS 2007의 결과와 상반되는 것으로 교과서에서 제시하는 탐구 활동이 실제 수업에 모두 이루어지는 것은 아니라는 사실을 확인할 수 있었다.

탐구 활동 과제 개방성을 비교한 결과 싱가포르는 '실험 과정', '결과 해석'의 개방성이 높고 우리나라는 '사용할 실험장치', '데이터를 다루는 방법'에서 개방성이 높았다. 우리나라는 재료나 데이터를 작성하는 방법은 자율성을 주지만 실험과정이나 결과 해석은 주로 교사 주도로 이루어지고 있다. 이에 반해 싱가포르는 실험 장치나 데이터 다루는 방법은 교사가 제시하지만 실험과정과 결과 해석은 학생들에게 주도권을 주고 있다. 우리나라보다 모둠 활동은 부족하나 학생들이 주도적으로 수업에 참여하도록 이끌고 있다.

본 연구를 통해 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 우리나라는 탐구 활동을 여유롭게 할 수 있는 시간 확보가 필요하다. 40분 동안 한 가지 탐구 활동을 끝내야 하는데 실험을 하고 정리까지 하기엔 시간이 부족하다. 하지만 현실 적으로 과학 수업 시간을 늘리는 것은 어렵다. 따라서 핵심적인 내용으로 교과 내용을 적정화 할 필요가 있다. 많은 내용을 가르치기 보다는 필수적인 내용을 중심으로 학생 수준에 맞게 가르치고 또한 이에 대하여 충분히 의사소통을 할 시간을 제공해야 할 것으로 판단된다.

둘째, 기초 탐구 과정 요소와 통합 탐구 과정 요소의 적절한 비중에 대해 연구 결과에 바탕을 둔, 심도 깊은 논의가 필요하다. 즉, 두 요소의 균형을 유지하되 고학년에서는 문제인식, 가설설정, 변인통제, 실험설계와 같은 통합 탐구 과정 요소의 비율을 높이는 것도 고려해 볼 필요가 있다. 고학년이 되면 학생들이 스스로 의문을 생성할 수 있도록 충실한 관찰 활동과 문제 인식 활동을 마련할 필요가 있으며 가설이 무엇인지, 변인이 무엇인지 스스로 생각해 보고 실험을 설계해 보는 과정이 필요하다. 학생들이 실험을 설계할 어려워하는 이유 중 하나가 변인통제이다. 따라서 충분히 연습할 필요가 있다고 생각한다.

셋째, 탐구 활동의 목적에 있어서 내용 학습과 과정 학습 목표의 균형을 추구할 필요가 있다. 우리나라 과

학과의 총괄목표를 보면 '자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기른다.' 라고 제시하고 있다. 즉, 과학 탐구 과정은 과학의 기본 개념을 이해하는 방법이며 과학 내용은 탐구를 통해 언어야할 핵심 결과이다. 내용과 과정 모두 다 중요하기 때문에 두 가치를 균형있게 가르치도록 교과서를 구성하여야 할 것이다. 다만 초등학교 시절에는 과학에 대한 긍정적인 태도를 형성하는 것이 중요하며 실험도구를 사용하거나 자료를 처리하는 방법, 결론을 도출하는 방법은 상급학년이나 다른 과목에도 전이가 가능하기 때문에 초등학교 수준에서는 과정에 좀 더 초점을 두는 것에 대한 추가 논의가 필요하다. 또한 세부적으로는 탐구 활동의 목적을 단순히 사실이나 개념을 전달하는 활동에만 두지 말고 관계를 탐구하는 활동도 구성할 필요가 있으며 실제적인 의사소통이 이루어질 수 있도록 활동을 구성하거나 시간을 확보하는 일이 필요하다고 생각된다.

넷 째, 실험 과정과 결과를 너무 교사 주도적으로 안내해서는 안 된다. 실험 과정과 결과 해석 영역에 있어선 싱가포르의 개방성이 높았다. 이것은 싱가포르가 실험하기 전에 학생들이 좀 더 자유롭게 과정을 생각하게 하고 실험 결과는 교사와 함께 정리하는 형식을 가지고 있기 때문이다. 우리나라와 같이 실험 과정을 교사 주도적으로 안내하다보면 학생들이 별로 고민하지 않고 그저 과정만 따라하는 일이 벌어진다. 이러한 일이 벌어지지 않도록 학생들이 실험과정을 좀 더 자유롭게 생각할 수 있는 기회를 주어야 할 것이다.

본 연구는 실제 과학 수업이 아닌 교과서만을 비교하였기 때문에 우리나라와 싱가포르의 실제 과학 수업의 특징을 다 보여줄 수는 없다. 실제적인 수업을 관찰하고 비교한다면 두 나라의 과학 탐구 활동의 특징을 보다 정확하게 파악할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호.
- 교육과학기술부(2011). 초등학교 교사용 지도서 과학. 3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-2. (주)금성 출판사.
- 김경자(2008). 초등학교 교육과정의 국제적 동향 및 이슈 : 주제발표1 ; 세계 초등학교 교육과정 총론의 동향 -한국, 미국, 싱가포르를 중심으로-. 한국초등교육학회, 2008(4), 3~23.
- 김명숙(2007). 제 7차 교육과정 초등학교 과학 교과서의 탐구 과정 요소별 유형 분석 -기초탐구 과정을 중심으로-, 춘천교육대학교 교육대학원 초등과학교육전공.
- 김수진, 김남희, 박선용(2008). 수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교연구 TIMSS 2007 결과 보고서-. 한국교육과정평가원 연구보고, RRE 2008-03-03.
- 김태일, 이재봉, 신광문, 박중찬, 김동훈, 이성목(2007). 한국과 싱가포르의 중학교 과학 교과서의 물리 영역 탐구 활동의 특징 비교. 한국과학교육학회지, 27(7), 547~558.
- 김희경(2003). 중학생의 동료간 논변활동을 강조한 개방적 물리 탐구: 조건, 특징, 역할을 중심으로. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 유솔아(2011). 학년군 교과서 개발을 위한 기초 연구로서 싱가포르 초등과학 교과서 분석. 한국교육과정학회, 29(3), 147~171
- 이미경, 김주훈(2004). 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정 비교. 한국과학교육학회지, 24(6), 1082~1093.
- 이봉우(2005). 외국 과학교육과정의 탐구기준 비교 분석. 한국과학교육학회지, 25(7), 873~884.
- 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호(2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 26(1), 97~107.
- 정은하(2001). 우리나라와 싱가포르의 중등 과학 교육과정 비교 연구. 연세대학교 교육대학원 지구과학교육전공 석사 학위 논문.
- 최영준(2003). 전기와 자기에 관한 초·중·고등학교 교육과정의 국제 비교. 한국과학교육학회지, 23(1), 86~99.
- 문부과학성(2008). 소학교 학습지도요령. 문부과학성.
- Karen O., Sheryl M.(1999). Rising to the challenge of the national science education standards the processes of science inquiry primary

- grades. Squaw Valley, CA: S&K Associates.
- Millar, R., Le M., J-F. & Tiberghien, A.(1998). working paper 1 A map of the variety of Labwork. Labwork in science education. Heslington: Department of Educational Studies, The University of York.
- Ministry of Education, Singapore(2008). Science syllabus primary 2008. Ministry of Education, Singapore.
- Koh S. L., Teo-Gwan W. L.(2009). My Pals are Here! Primary 5&6 Science Text book and Activity book 2nd Edition. Energy, System, Interactions. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- NRC(National Research Council, 1996). National science education standards. Washington, D.C: National Academy Press.
- NRC(National Research Council, 2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Center for Science, Mathematics, and Engineering Education. Washington, D.C: National Academy Press.
- Teo-Gwan W. L.(2009). My Pals are Here! Primary 3&4 Science Text book and Activity book 2nd Edition reprinted. Energy, Interactions. Singapore: Marshall Cavendish Education.
- <http://www.moe.gov.sg/>
- http://www.marshallcavendish.com/education/contentview.aspx?article_id=168
- http://www.marshallcavendish.com/education/contentview.aspx?article_id=4

국문 요약

본 연구는 우리나라와 싱가포르의 초등학교 과학 교과서에 제시된 탐구 활동을 물리 영역 중심으로 비교하여 그 특징을 찾고, 교과서 및 교육과정 개선을 위한 시사점을 얻고자 한다. 탐구 활동의 특징 비교를 위해 탐구 활동 수, 탐구 과정 요소, 탐구 목적, 탐구 과제의 개방성 정도를 비교하였다. 연구 도구로는 이봉우(2005)

의 탐구 과정 요소 분석 틀과 Millar 등(1998)의 탐구활동 분석틀을 수정하여 사용하였다. 연구 결과, 우리나라의 탐구 활동 수가 싱가포르에 비해 1.5배 가량 많았으나 주당 과학 수업 시간은 같거나 싱가포르가 조금 더 많았다. 탐구 과정 요소를 비교해 본 결과 우리나라의 경우 기초 탐구 과정이 차지하는 비율이 높았고 싱가포르는 기초 탐구 과정과 통합 탐구 과정이 거의 균형을 이루고 있었다. 하지만 5~6학년의 경우 싱가포르는 통합 탐구 과정의 비율이 더 높았다. 탐구 활동 목적을 분석해 본 결과 우리나라는 내용 중심적인 활동이 많았고 싱가포르는 내용 학습과 과정 학습이 균형을 이루고 있는 것으로 나타났다. 하지만 내용 학습 중 '변인이나 개념 사이의 관계를 학습하는 것'에서는 싱가포르가 높은 비율을 나타냈다. 우리나라도 과정 학습 중 '의사소통 학습하기'에서 높은 비율을 차지했다. 하지만 교과서의 의사소통 활동이 실제 의사소통의 목적으로 사용되기 보다는 정리의 목적으로 사용되고 있는 것이 아닌지 조심스레 의문을 던져 본다. 탐구 활동 과제 개방성을 비교한 결과 '문제인식'은 우리나라와 싱가포르 모두 교사에 의해 이루어져 개방성이 낮은 것으로 나타났다. '실험 과정', '결과 해석'의 개방성은 싱가포르에서 높았고 '사용할 실험장치', '데이터를 다루는 방법'에서는 우리나라의 개방성이 높았다. 우리나라는 재료나 데이터를 작성하는 방법은 자율성을 주지만 실험과정이나 결과 해석은 주로 교사 주도로 이루어지고 있었다. 이 연구를 통해 시사하는 점은 첫째, 탐구활동 수를 줄여 핵심적인 내용으로 적정화 하는 것이다. 둘째, 기초 탐구와 통합 탐구의 균형을 추구하되 고학년은 통합 탐구 과정 요소를 늘리는 것이다. 셋째, 탐구 활동의 목적을 내용 학습과 과정 학습의 균형을 이루되 내용 학습에선 단순한 사실·개념 전달보다는 관계를 파악할 수 있는 내용을 마련하고 과정 학습에선 실제적 의사소통이 이루어질 수 있도록 탐구 활동을 구성해야 할 것이다. 마지막으로 '실험 과정'과 '결과 해석'의 개방성을 높여 요리책 식의 과학책에서 탈피하도록 노력해야 할 것이다.

주요어 : 싱가포르, 한국, 과학 탐구 활동, 과학 교과서