

우리나라 과학 교과서에 나타난 기초 탐구 과정 분석: 분류, 예상 및 추리 탐구 요소를 중심으로

김희경 · 박보화[†] · 이봉우[†]
(강원대학교) · (단국대학교)[†]

Analysis of the Basic Inquiry Process in Korean Science Textbooks: Focused on Classification, Prediction and Reasoning

Kim, Heekyong · Park, Bohwa[†] · Lee, Bongwoo[†]
(Kangwon National University) · (Dankook University)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the features of the standards of classification, prediction and reasoning in foreign national science standards and the characteristics of these inquiry processes in the Korean science textbooks. The inquiry process of classification was found less frequently rather than observation and measurement. 'The classification of one character' was much more contained than the higher level of classification, 'the classification of composit character'. For the inquiry process of prediction, most of prediction was 'prediction from experiment result'. In the level of prediction, 'basic prediction' was found more frequently than 'operation prediction'. The inquiry process of reasoning was found more frequently than classification and prediction and was increased in the higher grade textbooks. In the level of reasoning, the higher grade textbooks included 'secondary reasoning' rather than 'simple reasoning'.

Key words : basic inquiry process, science textbook, classification, prediction, reasoning

I. 서 론

과학 학습에서 탐구는 다른 교과와 구분되는 가장 특징적인 것이다. 과학적 탐구란 과학자들이 자연 세계를 연구하고 자신들의 활동을 통해 얻어진 증거를 토대로 설명을 제안하는 다양한 방법을 뜻한다. 탐구는 또한, 자연 세계에 대한 과학자들의 연구 방법을 이해하고 과학적인 아이디어에 대한 지식과 이해를 증진시키기 위한 학생들의 활동을 의미한다(National Research Council, 1996, 2000). 학생들은 탐구 기능의 발달을 통해서 과학적 개념과 과학의 본성을 이해할 뿐만 아니라 과학에 대한 긍정적인 자세를 갖출 수 있다(Abd-El-Khalick *et al.*, 1998).

우리나라의 과학과 교육과정에서도 1973년 제 3

차 교육과정(문교부, 1973)부터 과학과 교육목표에 '과학적 방법을 체득시켜 과학의 규칙성을 발견하는 능력과 태도를 기른다.'라고 명시함으로써 탐구 교육을 강조하기 시작했으며, 2007년 개정 교육과정(교육인적자원부, 2007)에서는 '자유 탐구'를 신설하는 등 학생들의 과학적 탐구 능력의 증진을 과학 교육의 중요한 목표 중의 하나로 설정해 놓고 있다. 또한, 외국의 과학교육 개혁(American Association for the Advancement of Science, 1994; National Research Council, 1996, 2000)에서도 과학적 탐구를 통하여 과학의 본성에 대한 학습을 할 수 있도록 교육 환경을 설계하도록 권장하고 있다.

그러나 이런 노력에도 불구하고 학생들이 학교에서 수행하고 있는 탐구 활동들은 학생들에게 의

미 있는 학습을 제공하지 못하고, 과학에 대한 왜곡된 관점을 조장하고 있다는 비판이 많이 제기되고 있다(Bell *et al.*, 2003; Germann *et al.*, 1996; Hodson, 1998; Penner & Klahr, 1996; Tamir & Lunetta, 1981; Wellington, 1998). 학생들이 수행하는 활동들은 주로 과학 내용을 확인하는 요리책식 수업이기 때문에 학생들은 실험 활동의 중요한 측면을 이해하지 못하고 있다.

이봉우(2005)는 우리나라의 교육과정에 제시되어 있지 않은 탐구의 세부 기준이 외국의 교육과정에서는 어떻게 제시되어 있는지 분석하였다. 우리나라에서는 교육과정에 탐구의 세부적인 내용이 포함되어 있지 않기 때문에 학교 현장에서 이루어지는 탐구의 모습은 교과서 속에서 발견할 수 있을 것이다. 우리나라에서는 제7차 교육과정부터 탐구 과정을 기초 탐구 과정과 통합 탐구 과정으로 나누어 제시하고 있다. 특히 기초 탐구 과정은 초등학교부터 고등학교에 이르기까지 모든 학년에서 고루 강조되어 지도되어야 한다고 제시하고 있다. 기초 탐구 과정에는 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리 등의 5가지로 이루어져 있는데 이봉우와 김희경(2007)은 이 중에서 관찰과 측정에 대하여 외국 교육과정에서 어떻게 제시하고 있는지 분석하였고, 이봉우 등(2007)은 우리나라 3~10학년 교과서에서 관찰과 측정이 어떻게 나타나 있는지 분석하였다. 관찰과 측정은 실제 과학적 탐구의 출발점으로 인식되어 왔기 때문에 많은 연구에서 언급하고 있다. 그러나 분류, 예상, 추리의 탐구 요소들은 기초 탐구 과정으로서 중요함에도 불구하고 대부분 탐구 과정을 분석하는 연구에서 통합적으로 이루어졌을 뿐 독립적인 탐구 과정으로 이루어진 연구(이혜원 등, 2005; 최현동 등, 2005)는 그리 많지 않다.

따라서 본 연구에서는 외국의 과학교육과정에서 나타난 탐구 기준 중에서 기초 탐구 과정인 분류, 예상, 추리에 관련된 항목을 분석하여 기준이 어떻게 제시되어 있는지 살펴보고, 이를 바탕으로 분석틀을 개발하고 국민 공통 기본 교육과정인 우리나라 3~10학년 과학 교과서에서 분류, 예상, 추리의 탐구 요소가 어떻게 제시되어 있는지 분석하였다.

II. 연구 방법

1. 외국 교육과정 분석

본 연구의 첫 번째 목표는 외국의 과학과 교육과

정에 나타난 탐구 기준에서 기초 탐구 과정인 분류, 예상 및 추리 탐구 요소의 특징을 분석하는 것이다. 분석을 한 외국의 교육과정은 영국 교육과정(INCA, 2004), 미국 과학교육기준(National Research Council, 1996), 미국 캘리포니아주 교육과정(California Department of Education, 2000), 미국 매사추세츠주 교육과정(Massachusetts Department of Education, 2001), 미국 콜로라도주 교육과정(State of Colorado, 1995), 미국 텍사스주 교육과정(Texas Education Agency, 2005), 미국 네브라스카주 교육과정(Nebraska State Department of Education, 1998), 미국 버지니아주 교육과정(Board of Education, 2003), 미국 플로리다주 교육과정(Florida Department of Education, 1996a, 1996b), 캐나다 앨버타주 교육과정(Government of Alberta, 1996), 호주 빅토리아주 교육과정(Victorian Curriculum and Assessment Authority, 2002), 뉴질랜드 교육과정(Ministry of Education, 1993), 싱가포르 교육과정(Singapore Department of Education, 2004)으로 총 13개의 나라(주)의 교육과정이다. 교육과정에 나타난 탐구 요소 중에서 분류, 예상 및 추리와 관련된 부분을 추출하여 정리하고 그 특징을 분석하였다.

2. 우리나라 교과서에 제시된 분류, 예상, 추리 탐구 요소 분석

본 연구의 두 번째 목표는 분류, 예상, 추리 탐구 요소가 우리나라 3~10학년 교과서에 어떻게 제시되어 있는지 분석하는 것이다. 이를 위해서 분류, 예상, 추리 등에 대한 기존의 논의들을 바탕으로 분석틀을 개발하였다.

1) 분류 탐구 요소 분석틀 개발

분류는 과학자들이 사물이나 사태의 집합체에 어떤 질서를 부여하기 위해 사용하는 것이며, 분류 체계는 사물이나 사태를 인지하고 그것들 사이의 유사성, 차이점, 상호관계를 보여주기 위해 사용되는 것이다(American Association for the Advancement of Science, 1967). 또한, 수집된 사물이나 사건으로부터 여러 가지 특성을 찾아내고, 그 특성에 따라 나누는 것(우종욱 등, 1998)이며, 유사점에 따른 장소, 사물, 관념 등의 범주화, 준거 속성(criterial attributes)에 따라 나누고, 나누는 것을 더욱 세분화하여 개체를 확인할 수 있을 때까지 나누어 사물들 사이의

위계적 단계를 체계화하는 활동(유모경과 조희형, 2003)으로 정의되고 있다.

분류의 세부 항목으로서 권재술과 김범기(1994)는 “① 주어진 여러 가지 사물을 관찰하고, 한 가지 특성에 따라 사물을 분류할 수 있다. ② 주어진 여러 가지 사물을 관찰하고, 복합 특성에 따라 사물을 분류할 수 있다. ③ 주어진 여러 가지 사물의 분류된 특징을 관찰하고, 복합 특성을 바르게 찾을 수 있다.”의 세 가지를 제시하였다. 허명(1984)의 과학 탐구 평가표(SIED)에서는 ‘자료의 수집과 정리’의 하위 단계의 6가지 중 하나로 분류를 선택하여 그 하위 항목으로 일단계 분류와 다단계 분류를 제시하였다. 또한, Gabel(1993)은 기본적인 과학 능력으로서 분류를 지정하여 “① 물체의 집합을 주고, 물체를 분류할 수 있는 집합의 관찰할 수 있는 특성을 찾기, ② 물체의 집합을 주고, 상위와 하위 단계 나누기, ③ 공통된 특성을 가지는 물체의 집합을 주고, 한 가지 특성으로 물체 순서정하기. ④ 시스템과 물체를 분류할 수 있는 힌트를 주고, 물체가 속해 있는 그룹을 정의하기”의 네 가지를 제시하였다.

이를 바탕으로 분류 분석틀의 하위 범주를 기본적으로 물체로부터 특성에 따라 분류하는 것과 분류된 것으로부터 특성을 찾는 것으로 나누는 것으로 정하였다. 또한, 분류에서 중요한 것 중 하나가 순서를 정하는 것에도 관련되어 있기 때문에 이를 세 번째 하위 항목으로 정하였다. Gabel(1993)의 분류의 목표 중에서 순서 정하는 것이 포함되어 있음을 근거로 하여 특성에 따라 분류하기는 다시 한 가지 특성에 따라 분류하기, 복합 특성에 따라 분류하기, 순서 정하여 나열하기로 나누고, 분류된 것에서 특성 찾기는 분류의 기준 찾기, 특성 표현하기, 순서 정해진 것의 특성 찾기로 나누었다. 분류 탐구 요소의 분석틀은 그 결과와 함께 표 4에 제시하였다.

2) 예상 탐구 요소 분석틀 개발

예상은 어떤 일이 일어나기 전에 미리 생각하는 행동이나 그 내용이라고 국어사전(네이버 인터넷 백과사전)에 제시되어 있으며, 차후에 관찰해야 할 사실에 대한 예언, 몇 가지 변인들 사이의 상관 관계, 독립 변인과 종속 변인 사이의 인과 관계, 외삽·내삽 등에 대하여 진술하는 과정(유모경과 조희형, 2003)이며, 관찰과 측정으로부터 알아 낸 현

재의 증거와 과거의 경험, 그리고 이들 사이의 관계에 대한 추리 등을 바탕으로 하여 미래의 사건이나 현상을 짐작하는 행위(서울대학교 과학교육연구소, 2005)로 정의되고 있다. 또한, Gabel(1993)은 추론과 비교하여 추론은 과거에 일어난 사건이나 현상에 대한 설명이나 관찰이고, 반면에 예상은 미래의 사건이나 관찰에 대한 예언이라고 명시하며, 그 하위 단계로 초보적 예상하기(경험과 관찰로부터 예상하기, 추가적인 관찰을 통하여 예상하기)와 조작적 예상하기(주어진 자료의 경향성으로부터 예상하기, 조작을 가했을 때의 변화 예상하기)를 제시하였다.

본 연구에서는 예상의 하위 단계로 크게 예상 대상, 예상의 단계, 예상의 확인, 예상의 진술로 나누었다. 예상의 대상은 표로부터의 예상, 그래프로부터의 예상, 실험 결과의 예상으로 나누었고, 예상의 단계는 초보적 예상과 조작적 예상으로 나누었다. 초보적 예상은 경험과 관찰로부터의 예상을 말하며, 조작적 예상은 내삽·외삽·경향 분석을 통한 경향성으로부터의 예상과 독립·종속 변인에 의한 조작을 가했을 경우, 변화를 예상하는 것으로 구분하였다. 예상 확인하기는 관찰이나 실험을 통해 예상이 결과와 비교하여 옳은 지를 확인하는 단계와 예상이 잘못되었을 경우, 예상을 수정하는 단계로 구분하였고, 예상 진술하기는 글로 진술하기, 발표나 언어로 진술하기, 표·도표·그래프로 진술하기로 나누었다. 예상 탐구 요소의 분석틀은 그 결과와 함께 표 5에 제시하였다.

3) 추리 탐구 요소 분석틀 개발

추리는 알고 있는 것을 바탕으로 알지 못하는 것을 미루어서 생각하는 것(네이버 인터넷 백과사전)이며, 관찰한 자료나 이미 알고 있는 몇 가지의 구체적인 지식으로부터 포괄적인 결론을 이끌어내는 귀납적 일반화 과정, 또는 과학적 법칙이나 이론으로부터 특정한 사실이나 법칙을 도출하는 연역적 정신 활동으로 정의하고 있다(유모경과 조희형, 2003). 또한, 서울대학교 과학교육연구소(2005)에서는 관찰·측정·분류 과정에서 얻어진 자료를 바탕으로 어떤 사건이나 현상이 발생한 원인을 설명하는 것으로 정의하고 있으며, 좋은 추리를 하기 위해서는 정확하고 다양한 관찰로부터 이루어져야 하고 관찰 사실들을 자신의 경험이나 지식을 연결시켜 추리해야 한다고 하며, 결론을 이끌어 낼 때에는 논

리적 비약이 없어야 한다고 하였다.

본 연구에서는 추리 탐구 요소의 하위 단계로 크게 추리의 자료 출처, 추리의 단계, 추리 진술하기로 나누었다. 추리의 자료 출처는 추리의 정의에 근거하여 관찰로부터의 추리, 측정으로부터 추리, 분류로부터의 추리로 구분하였다. 추리의 단계는 자료로부터 단순 추리하는 일차적 추리와 알고 있는 지식이나 자신의 경험과 연결시켜 추리하는 이차적 추리로 구분하였다. 추리의 진술은 글로 진술하기, 언어로 진술하기, 그림·도표·그래프로 진술하기로 구분하였다. 추리 탐구 요소의 분석들은 그 결과와 함께 표 6에 제시하였다.

4) 분석 방법

분석된 교과서는 제7차 교육과정에 의한 초등학교 3학년부터 6학년까지의 국정교과서와 중학교 1학년부터 고등학교 1학년까지의 교과서 중 가장 사용 빈도수가 높은 3종의 교과서로 총 20권을 분석하였다. 초등학교 과학 교과서는 탐구 활동 위주로 되어 있기 때문에 교과서 전체 내용을 분석하였고, 중학교와 고등학교 과학 교과서는 교과서에 제시된 활동만을 분석 대상으로 선정하였다. 개발된 분류, 예상 및 추리 탐구 요소의 분석들을 바탕으로 3인의 연구자가 1차 분석을 실시하였고, 연구자의 분석 결과가 일치하지 않은 항목에 대해서는 최종적

으로 일치할 때까지 반복하여 분석을 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 외국 교육과정에 나타난 분류, 예상 및 추리 탐구 요소 내용 분석

표 1과 같이 기초 탐구 과정 중 분류, 예상 및 추리 탐구 요소는 나라(주)마다 다른 방식으로 제시되어 있다. 관찰과 측정이 많은 나라에서 매 학년마다 강조하여 기준을 제시하고 있는 것에 비해서 분류, 예상 및 추리의 내용은 상대적으로 적게 제시되어 있다.

분류에 대한 기준은 5개 나라(주)에서 그 기준을 포함하고 있다. 주로 저학년에서는 단순히 비교하는 정도로 제시하고 있고, 상위 학년으로 올라가면서 분류 기준에 따라서 나누고, 분류된 것의 특징을 찾아볼 수 있는 능력을 제시하도록 하고 있다. 분류와 관련된 두 나라(주)의 기준을 표 2에 제시하였다.

예상에 대한 세부 기준은 9개 나라(주)에서 기준을 제시하고 있다. 저학년에서는 단순히 결과를 예상해 보도록 제시하고 있으나, 학년이 올라가면서 원인과 결과 사이의 관계에 기초하여 예상하기(미국 캘리포니아주 4학년), 외삽과 같은 분석 경향을 이용하여 예상하기(미국 버지니아주 9~12학년)과

표 1. 각국(주)의 기초 탐구 과정 기능별 기준(이봉우와 김희경, 2007)

학년	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
영국	CP							P		P		X	
미국(캘리포니아주)	C		CP	P	PI	C							
미국(메사추세츠주)	C		C			I							
미국(콜로라도주)	P												
미국(텍사스주)										X			
미국(네브라스카주)						P							
미국(버지니아주)	CP	CPI	C	CPI	PI	CP	CPI	P		P			
미국(플로리다주)			P	P	PI					X			
캐나다(앨버타주)		P	P	I	PI	PI	PI		P	P	PI	X	
호주(빅토리아주)	C	CP		C		PI		PI		C		X	
뉴질랜드	P						P		P		P		

* C:분류, P:예상, I 추리.

같이 보다 명확하게 예상 활동의 기준을 제시하고 있다. 예상과 관련된 두 나라(주)의 기준은 표 2와 같다.

추리에 대한 탐구 기준은 6개의 나라(주)에서 제시하고 있지만 그 내용은 자세하지 않고 대부분 관찰이나 예상과 같이 제시하고 있다. 많은 나라(주) (미국 캘리포니아주, 버지니아주, 플로리다주, 호주 빅토리아주 등)에서 관찰과 추리를 구별할 수 있어야 함을 제시하고 있다.

표 2. 외국 교육과정에 나타난 분류관련 탐구 기준의 예

나라 (주)	학년	분류 관련 탐구 기준
미국 버지니아 주	K	- 물체를 크기에 따라 나열하기 - 한 가지 물리적 특성에 근거하여 두 그룹으로 분류하기
	1	- 물체나 사건을 특성, 특징에 따라 분류하고 나열하기
	2	- 두 가지 혹은 그 이상의 특성에 따라 분류하기
	3	- 유사한 특징을 가진 물체는 적어도 두 부류로 분류하기
	5	- 암석, 광물, 생물을 분류기를 사용하여 확인된다.
	6	- 분류체계는 다양한 특성에 근거하여 발전된다.
호주 빅토리아 주	K	- 비교와 매칭을 통해 다양한 물체 분류하기
	1~2	- 유형에 따라 데이터 분류하기
	3~4	- 차이점을 통해 고체, 액체, 기체 분류하기
	9~10	- 화학 반응 범주에서 유형 정하기

2. 교과서에 나타난 분류 탐구 요소 분석

본 연구에서 개발한 분류 탐구 요소 분석틀에 의해서 초등학교 3학년 1학기부터 6학년 2학기까지 총 8권의 교과서와 중학교 1학년(7학년)부터 고등학교 1학년(10학년)까지 총 4개 학년에 대한 12권을 분석하여 그 결과를 표 4에 제시하였다.

분류에 대한 내용은 관찰과 측정에 대한 연구 결과(이봉우 등, 2007)와 비교하면 5.2%, 21.9% 정도 밖에 발견되지 않았다. 빈도수로만 살펴보았을 때 초등학교에서 비교적 많이 발견되었다. 특성에 따라 분류하기에서는 76%가 한 가지 특성에 대해서 분류하는 것이었고, 복합 특성에 대한 것은 많이 발

표 3. 외국 교육과정에 나타난 예상 관련 탐구 기준의 예

나라 (주)	학년	예상 탐구 기준
영국	K~1	- 무엇을 할지 결정하기 전에 어떤 일이 일어날지 생각하기
	6~8	- 예측을 하고 그 예측을 증거와 일치시켜 봄으로써 설명을 입증하는 것이 중요하다. - 사전 조사를 하고 예상하기
	9~10	- 사전 조사를 하고 적합한 예상하기
	K	- 결과에 있어 보이지 않는 것 예상하기
	1	- 무작위 추측보다는 관찰 결과의 유형에 근거하여 예상하기
미국 버지니아 주	3	- 예상하기
	4	- 관찰, 결론, 추론, 예측 사이의 구별이 이루어진다. - 기본적인 선 그래프, 막대그래프, 그림그래프의 데이터에 근거한 예상하기
	5	- 패턴에 의한 예상하기, 그래프 데이터의 단순 외삽에 의한 예상하기
	6	- 거리, 부피, 양을 어렵 잡기 위해 저울 사용하기 - 예상과 추론의 타당성을 검증하기 위한 방법 고안하기
	7	- 예상하는데 연속적인(continuous) 선 그래프 사용하기
	9~12	- 내삽, 외삽, 경향 분석을 통한 예상하기

견되지 않았다. 초등학교의 경우에는 학년별 단원마다 많은 차이가 나타났는데, 3학년 1학기에서는 분류와 관련된 특정 단원이 없어 총 6회로 가장 적었으며, 모두 한 가지 특성에 따라 분류하는 것이었다. 3학년 2학기에 총 22회로 가장 많은데, 이는 ‘식물의 잎과 줄기’에서 식물의 잎과 줄기를 여러 가지 방법으로 관찰하고 이에 따라 분류하도록 하였고, ‘여러 가지 돌과 흙’에서도 여러 가지 돌을 관찰하고 분류하는 내용으로 이루어져 있기 때문이다. 특성에 따라 분류는 총 13회 중 12회(92%)로 한 가지 특성에 따라 분류하기가 대부분을 차지하였고, 분류된 것에서 특성 찾기에서는 총 9회 중 분류된 것에서 기준 찾기가 7회(78%)로 가장 많았다.

4학년 1학기에는 ‘식물의 뿌리’에서 뿌리의 역할을 추론하고 분류하도록 하였는데, 총 10회 중 한 가지 특성에 따라 분류하기가 6회, 분류된 것에서

1) 중학교와 고등학교 교과서는 학년별 3종을 분석하여 그 평균값을 제시함.

표 4. 학년별 분류 탐구 요소 분석 결과²⁾

대범주	세부 범주	학년													
		3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2	7	8	9	10	계	
특성에 따라 분류하기	한 가지 특성	6	12	6	5	6	9	5	3	4	7	5	6	74	
	복합 특성	0	1	0	1	1	1	7	0	2	1	0	2	16	
	순서 나열하기	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	8	
분류된 것에서 특성 찾기	기준찾기	0	7	0	2	3	1	3	0	1	2	1	1	21	
	특성 표현하기	0	2	4	6	3	6	5	1	3	0	0	2	32	
	순서 정해진 것 특성 찾기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
계		6	22	10	14	13	17	20	4	12	12	8	13	151	

특성 표현하기가 4회를 나타내었다. 4학년 2학기에서는 ‘동물의 생김새와 동물의 생활’에서 분류를 강조하였는데, 특성에 따른 분류에서는 한 가지 특성에 따라 분류하기가 5회, 복합 특성에 따른 분류가 1회였다. 분류된 것에서 특성 찾기에서는 기준 찾기가 2회, 특성 표현하기가 6회로 많았다. 5학년 1학기에서는 ‘용해와 용액’에서 물질의 분류를 ‘꽃과 열매’에서는 주변의 꽃을 여러 가지 방법으로 관찰하고, 관찰 사실을 바탕으로 한 가지 특성에 따라 분류하기 6회, 복합 특성에 따라 분류하기 1회, 분류된 것에서 기준 찾기 3회, 분류된 것에서 특성 표현하기 3회로 나타났다. 5학년 2학기에서는 ‘용액의 성질’에서 용액의 색, 냄새 등 관찰을 통하여 분류 기준을 설정하고 용액을 분류하는 활동과 다양한 지시약을 사용하여 한 가지 특성에 따라 분류하기 능력(9회, 90%)이 강조되었다. ‘화산과 암석’에서도 화산을 분류하고, 분류된 것에서 특성 찾는 능력(6회, 86%)을 강조하였다. 6학년 1학기에서는 ‘주변의 생물’에서 여러 가지 생물의 특징을 알아 기준에 따라 분류하기, 분류의 기준 토의하기, 각 무리의 특징 알기 등의 활동으로 분류 능력이 집중되어 나타났다. 총 20회로 가장 많았는데 특성에 따른 분류에서는 12회 중 복합 특성에 따른 분류가 7회(58%)로 가장 많았고, 분류된 것에서 특성 찾기는 8회 중 5회로(63%) 특성 표현하기가 가장 많았으며, 순서에 관련된 분류하기는 없었다. 6학년 2학기에는 특정 단원이 없어 총 4회로 가장 낮은 빈도를 보였다.

7학년부터 10학년까지는 초등학교에 비해서 분

류의 빈도수가 낮아짐을 볼 수 있었다. 8, 9학년의 경우에는 다른 학년에 비해서 수업시수도 많고 교과서의 양도 늘어났음에도 불구하고 그 비율은 오히려 초등학교에 비해서 50% 이하로 줄어들 수 있다. 그 빈도도 한 가지 특성에 따라 분류하는 것에 집중되어 있어 분류의 상위 단계로 넘어가지 못하는 것을 알 수 있다. 다만 순서 나열하여 분류하기는 3~5학년에서는 한 번도 제시되지 않음에 비해서 6~7학년은 5회(13%), 8~10학년은 19회(23%)로 저학년에 비해 고학년으로 갈수록 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

3. 교과서에 나타난 예상 탐구 요소 분석

예상에 대한 탐구 요소 분석 결과는 표 5와 같다. 예상에 대한 탐구 요소도 관찰과 측정에 비해 빈도수는 적게 나타났다. 3학년 1학기에는 예상 대상 중 실험 결과, 예상이 1회, 기타 2회였고, 모두 초보적 예상이었다. 3학년 2학기에는 실험 결과, 예상이 4회였고, 모두 실험 후 결과와 예상 결과 확인하기였으며, 이 중 1회는 초보적 예상이고, 3회는 독립변인·종속변인에 의한 조작적 예상이었다. 4학년 1학기에는 실험 결과, 예상이 4회, 기타 3회가 있었고 그 중 5회가 초보적 예상이고, 독립·종속변인에 의한 조작적 예상이 1회였다. 예상 확인 단계에서는 확인하기가 5회, 확인 후 예상 수정하기가 1회였고, 예상을 말로 진술하기도 1회 있었다. 4학년 2학기에는 그래프 예상 1회, 실험 결과 예상 2회, 기타 1회였고, 모두 초보적 예상이었으며 이중 글로 진술하기가 1회 있었다.

2) 7~10학년의 데이터는 3개 교과서의 결과를 평균하여 소수점 첫째 자리에서 반올림하여 정수로 나타냄.

표 5. 학년별 예상 탐구 요소 분석 결과

대범주	세부 범주	학년													계
		3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2	7	8	9	10		
예상 대상	표	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	그래프	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	실험 결과	1	4	4	2	5	4	0	3	6	7	5	3	44	
	기타	2	0	3	1	1	0	1	2	2	2	1	4	19	
예상의 단계	초보적 예상	2	1	5	4	6	4	1	1	7	9	5	6	51	
	내삽	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	조작적 예상	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	경향 분석	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	2	6	
	독립, 종속	0	3	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	8	
예상 확인	확인하기	0	4	5	0	5	4	0	3	3	5	4	2	35	
	수정하기	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
예상 진술 하기	글	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
	말	0	0	1	0	1	1	0	1	2	3	1	2	12	
	그림·도표·그래프	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	4	
계		5	12	20	9	18	13	2	16	23	26	18	24	186	

5학년 1학기에는 실험 결과, 예상이 5회, 기타 1회가 있었고, 모두 초보적 예상이었으며, 이 중 5회는 예상 확인하기, 1회는 말로 진술하기였다. 5학년 2학기에는 실험 결과, 예상이 4회였고 모두 초보적 예상이었으며, 실험 후 결과와 예상 결과를 확인하였으며, 이 중 1회는 예상을 말로 진술하였다. 6학년 1학기에는 예상이 거의 없었다. 자료를 바탕으로 예상하는 기타 1회만 있었으며, 단순 초보적 예상이었다. 6학년 2학기에는 실험 결과, 예상이 3회, 기타 2회였고 그 중 1회는 초보적 예상이었으며, 경향 분석에 따른 조작적 예상과 독립·종속 변인에 따른 조작적 예상이 각각 2회씩 있었다. 이중 확인하는 예상은 3회이었으며, 말로 진술하기 1회, 그림·도표·그래프로 진술하기 2회가 있었다.

예상의 대상은 실험 결과 예상이 대부분이었다. 3~5학년에는 총 28회 중 20회(71%), 6~7학년은 총 31회 중 20회(65%), 8~10학년은 총 74회 중 44회(59%)로 60% 이상을 차지하였고, 학년이 높아지면서 표, 그래프, 과학사 내용 등 예상 대상이 다양하였다.

예상의 단계에서는 초보적 예상이 3~5학년에는

총 26회 중 22회(85%), 6~7학년은 총 31회 중 23회(74%), 8~10학년은 총 74회 중 60회(81%)로 대부분을 차지하였다. 많은 수는 아니지만 학년이 높아짐에 따라 조작적 예상이 증가하였다. 3~5학년에는 독립·종속 변인에 따른 조작적 예상만 4회 있었으나, 6~7학년에는 경향분석이 4회, 독립·종속 변인에 따른 조작적 예상이 4회 있었고, 8~10학년에는 외삽에 의한 예상이 2회, 경향 분석에 따른 예상이 10회, 독립·종속 변인에 따른 예상이 2회 있었다.

예상 확인에서는 실험 후 결과와 예상 결과, 확인하기가 대부분이었고, 예상 결과를 수정하기는 4학년 1학기에 1회 뿐이었다. 예상 진술에서는 말로 진술하기가 3~5학년은 총 4회 중 3회(75%), 6~7학년은 총 12회 중 7회(58%), 8~10학년은 총 24회 중 17회(71%)로 가장 많았고, 고차원적 사고를 요하는 그림·도표·그래프는 3~5학년에는 없고, 6~7학년에 4회, 8~10학년에 2회가 있었다.

4. 교과서에 나타난 추리 탐구 요소 분석

추리에 대한 탐구 요소 분석 결과는 표 6과 같다. 3학년 1학기에 자료 출처에서는 관찰 사실로부터

추리가 3회, 분류로부터 추리가 1회이고, 추리의 단계에서는 일차적 단순 추리가 2회, 알고 있는 지식 연결하는 이차적 추리가 1회이고, 말로 진술하기 1회가 있었다. 3학년 2학기에 자료 출처는 관찰이 4회, 기타 자료가 1회이고, 그 중 4회가 단순 추리이고, 1회가 알고 있는 지식 연결하는 이차적 추리였으며, 말로 진술하기 2회가 있었다. 4학년 1학기에는 관찰로부터 추리가 3회, 측정 1회, 기타 1회가 있고, 단순 추리 4회, 경험과 연결한 이차적 추리 1회, 지식 연결이 2회 있었으며, 말로 진술하기가 2회 있었다. 4학년 2학기에는 관찰로부터 추리가 10회, 측정 2회, 분류 1회, 기타 2회가 있고, 이 중 단순 추리가 10회, 지식 연결이 5회 있었으며, 진술에서는 글로 진술하기 1회, 말로 진술하기가 7회였다.

5학년 1학기에는 관찰로부터 추리가 13회, 측정 4회, 기타 3회이고, 이 중 단순 추리가 11회, 경험 연결이 6회, 지식 연결이 5회였으며, 진술에 있어서는 글로 진술하기 1회, 말로 진술하기 6회, 그림·도표·그래프가 1회 있었다. 5학년 2학기에는 관찰 9회, 측정과 분류 각 1회, 기타 5회이고, 이 중 단순 추리가 11회, 경험 연결하여 추리가 1회, 지식 연결하여 추리하기가 5회였으며, 진술에서는 7회 모두 말로 진술하기였다. 6학년 1학기에 자료 출처에서는 총 16회 중 관찰로부터의 추리가 11회(69%)로 가장 많았고, 추리의 단계에서는 총 16회 중 단순 추리가 12회(75%)로 가장 많았으며, 추리 진술하기에서

는 3회 모두 말로 진술하기였다. 6학년 2학기에는 기타로부터 추리가 총 23회 중 13회(57%)로 가장 많았고, 추리의 단계에서는 총 23회 중 알고 있는 지식 연결하여 추리가 14회(61%)로 가장 많았으며, 진술에서는 8회 모두 말로 진술하기였다.

추리는 학년이 높아짐에 따라 증가하는데, 특히 3~5학년 총 162회, 평균 54회에서 6~7학년 총 295회, 평균 142.5회로 급간 증가 폭이 매우 큼을 알 수 있다. 자료의 출처에서는 관찰로부터 추리가 3~5학년 총 65회 중 42회(65%), 6~7학년 총 260회 중 133회(51%), 8~10학년 총 514회 중 274회(53%)로 가장 많고, 분류로부터의 추리는 5% 미만으로 매우 적었다. 추리의 단계에서는 미세한 차이지만 저학년에서는 일차적 추리가 많고, 학년이 높아지면서 이차적 추리가 증가함을 볼 수 있다. 3~5학년은 총 69회 중 일차적 추리 42회(61%), 이차적 추리 25회(39%)로 일차적 추리가 더 많으나, 6~7학년은 총 298회 중 일차적 추리 135회(45%), 이차적 추리 164회(55%)로 이차적 추리가 더 많고, 8~10학년은 총 562회 중 일차적 추리 239회(43%), 이차적 추리 323회(57%)로 이차적 추리가 더 많다.

추리 진술하기에서는 학년에 상관없이 85% 이상으로 말로 진술하기가 대부분이었고, 학년이 높아짐에 따라 글로 진술하기와 고차원적 사고를 필요로 하는 그림·도표·그래프로 진술하기가 증가하였다. 말로 진술하기가 3~5학년에 총 28회 중 25회

표 6. 학년별 추리 탐구 요소 분석 결과

대범주	세부 범주	학년													계
		3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2	7	8	9	10		
자료 출처	관찰	3	4	3	10	13	9	11	6	39	36	28	28	190	
	측정	0	0	1	2	4	1	1	4	15	17	17	14	76	
	분류	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	6	
	기타	0	1	1	2	3	5	4	13	20	16	9	4	78	
추리의 단계	일차적 추리	2	4	4	10	11	11	12	8	38	32	31	16	179	
	단순 추리	0	0	1	0	6	1	1	1	6	4	1	0	21	
	이차적 추리	1	1	2	5	5	5	3	14	42	40	30	32	180	
추리 진술하기	글	0	0	0	1	1	0	0	0	3	4	1	0	10	
	말	1	2	2	7	6	7	3	8	38	36	33	21	164	
	그림·도표·그래프	0	0	0	0	1	0	0	0	5	2	4	4	16	
	계	8	12	14	38	50	40	35	54	206	187	155	121	920	

(89%), 6~7학년에는 총 149회 중 126회(85%), 8~10학년에는 총 311회 중 268회(86%)로 가장 많았고, 그림·도표·그래프로 진술하기는 3~5학년에 1회(4%), 6~7학년에는 14회(9%), 8~10학년에는 29회(9%)였다.

추리 탐구 요소는 분류나 예상 탐구 요소에 비해 상위 단계의 내용이 많이 포함되어 있었다. 일차적 추리에 해당하는 단순 추리에 비해서 지식 연결의 이차적 추리의 횟수가 더 많았으며, 학년간 빈도도 초등학교에서 중학교, 고등학교로 이어지면서 더 많이 발견되었다. 이는 추리 탐구 요소가 통합 탐구 요소의 결론 도출 및 일반화 과정에서 가장 필요한 탐구 요소이기 때문이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 기초 탐구 과정 중에서 분류, 예상 및 추리 탐구 요소가 우리나라 과학 교과서에 어떻게 제시되어 있는지 살펴보는 것이다. 이를 위하여 외국의 과학 교육과정에 나타난 분류, 예상 및 추리의 내용을 살펴보고, 이론적 논의를 바탕으로 분석틀을 개발하여 초등학교 3학년부터 고등학교 10학년까지의 과학 교과서를 분석하였다.

분류, 예상 및 추리의 내용은 기초 탐구 과정의 다른 요소인 관찰 및 측정에 비해서 교과서에 적게 기술되어 있었다. 분류에 대한 분석 결과, 중·고등학교에 비해서 초등학교에서 많은 활동이 제시되어 있었는데, 이는 초등학교 교과서에서 분류에 대한 내용(동식물 분류, 물질의 특성에 따른 분류 등)이 많기 때문이다. 분류 활동의 높은 비율이 ‘한 가지 특성에 따른 분류’였고, ‘복합 특성에 따른 분류’는 그 비율이 높지 않았다. 특히 ‘복합 특성에 따른 분류’가 ‘한 가지 특성에 따른 분류’에 비해서 분류 단계의 상위 단계라고 생각하면 초등학교에서 중학교, 고등학교로 넘어가면서 더 많은 활동이 제시되어야 함에도 불구하고, 분류의 빈도수가 줄어들고 동시에 복합 특성 분류도 6학년 1학기에 치중되어 있고, 다른 학년에서는 거의 찾아보기 어려웠다. 이러한 경향은 예상 탐구 요소의 분석 결과에서도 비슷하게 나타나고 있다. 예상 탐구 요소 분석 결과를 살펴보면 예상의 단계에서 ‘초보적 예상’이 51회로 예상의 상위 단계인 조작적 예상의 15회에 비해서 상당히 많았다. 조작적 예상은 중·고등학교에서 약간 증가하기는 하였지만, 그 횟수가 적어

큰 의미를 부여하기는 어렵다.

이러한 경향은 우리나라 과학 교과서의 구성 방식에 기인하기 때문으로 판단된다. 우리나라 과학 교과서의 내용은 물리, 화학, 생물, 지구과학의 과학 내용에 입각하여 학년당 단원 배치를 하여 학생들의 탐구 활동도 그 과학 내용을 확인하는 과정으로 제시되어 있다. 따라서 기초 탐구 능력을 신장시킬 수 있는 별도의 탐구 활동이 제시되는 것이 아니라 내용에 초점이 맞추어져 있기 때문에 탐구의 기능적인 측면이 드러나지 않고 있다. 즉, 현재 과학 교과서 구성은 과학 내용에 묶여 있기 때문에 다양한 분류, 예상 및 추리의 탐구 요소를 포함하는 활동을 제시할 수 없는 제한점을 가지고 있다. 2007년에 새로 교육과정이 개정되어 최근 새로운 교과서 개발이 이루어지고 있고, 교육과정 속에는 ‘자유 탐구’를 제시하여 교과서의 내용과 관련 없이 탐구 활동을 할 수 있는 방안이 마련되어 있다. 따라서 새로운 교과서(특히 초등학교 과학 교과서)에는 기초 탐구 과정의 여러 능력을 신장시킬 수 있는 방안이 모색되어야 할 것이다. 이를 위해서는 우선 기초 탐구 요소들이 학년에 따라서 학생들이 어떤 능력을 갖추어야 할지에 대한 논의가 필요하다. 본 연구의 결과에서 제시한 외국 교육과정 중에서 미국의 버지니아주의 분류와 예상 관련 탐구 기준이 하나의 모델이 될 수 있을 것이다. 이 내용과 현 7차 교육과정 교과서에 제시된 탐구 요소들의 분석 결과는 학생들이 신장시켜야 할 탐구 능력의 기준을 세우는데 필요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

V. 국문 요약

본 연구의 목적은 외국 교육과정에 나타난 분류, 예상 및 추리 탐구 요소를 살펴보고, 우리나라 3학년에서 10학년까지의 과학 교과서에 나타난 기초 탐구 과정 중에서 분류, 예상 및 추리가 어떻게 제시되어 있는지 알아보는 것이다. 분석 결과는 다음과 같다. 분류에서는 전체 빈도수가 관찰이나 측정에 비해서 적었으며, 초등학교에서 많이 발견되었다. 분류의 단계는 ‘한 가지 특성에 의한 분류’가 대부분이고, 분류의 상위 단계인 ‘복합 특성에 따른 분류’ 활동은 많이 발견되지 않았다. 예상에서는 대부분이 실험 결과를 이용한 예상 활동이었고, 예상의 단계에서 초보적 예상이 대부분으로 예상의 상

위 단계인 조작적 예상은 많이 발견하지 못했다. 추리는 분류와 예상에 비해서 많은 빈도수를 나타냈으며, 학년급간 분포에서도 상위 학년에서 많은 빈도수를 나타내었다. 또한, 추리의 단계에서도 초등학교에서 중·고등학교로 넘어가면서 추리의 상위 단계인 이차적 추리의 빈도가 증가하였다.

참고문헌

- 교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호.
- 문교부(1973). 과학과 교육과정(제3차 교육과정).
- 서울대학교 과학교육연구소(2005). 성공적인 중학교 과학 탐구수업을 위한 길라잡이 자료.
- 우종욱, 김범기, 한안진, 허명(1998). 국가 수준의 과학탐구 능력 평가체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(4), 617-626.
- 유모경, 조희형(2003). 중학교 1학년 과학 교과서의 탐구 영역 분석. 한국과학교육학회지, 23(5), 494-504.
- 이봉우(2005). 외국 과학교육과정의 탐구 기준 비교 분석. 한국과학교육학회지, 25(7), 873-884.
- 이봉우, 김희경(2007). 외국 과학교육과정의 관찰과 측정 기준 분석. 초등과학교육, 26(1), 87-96.
- 이봉우, 박보화, 김희경(2007). 우리나라 3-10학년 과학 교과서에 나타난 기초 탐구 과정 분석: 관찰 및 측정 탐구 요소를 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(5), 421-431.
- 이혜원, 양일호, 조현준(2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. 초등과학교육, 24(3), 236-241.
- 최현동, 양일호, 권치순(2005). 초등학생 분류능력 발달의 경향성. 초등과학교육, 24(3), 281-191.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G.(1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural. *Science Education*, 82, 417-436.
- American Association for the Advancement of Science (1967). *Science - A Process Approach*. Xerox Co.
- American Association for the Advancement of Science (1994). *Benchmarks for Scientific Literacy: Project 2061*. New York, USA: Oxford University Press.
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of science apprenticeship program on high school students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 487-509.
- Board of Education (2003). *Science Standards of Learning for Virginia Public Schools*.
- California Department of Education (2000). *Science Content Standards for California Public Schools. Kindergarten through Grade Twelve*.
- Florida Department of Education (1996a). *Sunshine State Standards*.
- Florida Department of Education (1996b). *Sunshine State Standards with Grade Level Expectations*.
- Gabel, D. L. (1993). *Introductory Science Skills*. Waveland press.
- Germann, P. J., Haskins, S., & Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 475-499.
- Government of Alberta (1996). *Curriculum and Program Resources: Science*.
- Hodson, D. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical Work in School Science*(pp. 93-108). NY: Routledge.
- INCA (2004). England Curricula(age 3-19).
- Massachusetts Department of Education (2001). *Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework*.
- Ministry of Education (1993). *Science in the New Zealand curriculum*.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C, USA: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, D.C, USA: National Academy Press.
- Nebraska State Department of Education (1998). *Nebraska Science Standards*. ERIC Document Reproduction Service, ED 454 044.
- Penner, D. E., & Klahr, D. (1996). The interaction of domain-specific knowledge and domain general discovery strategies: A study with sinking objects. *Child Development*, 67, 2709-2727.
- Singapore Department of Education (2004). *Science Syllabus*.
- State of Colorado (1995). *Colorado Model Content Standards for Science*.
- Tamir, P. & Lunetta, V. N. (1981). Inquiry related tasks in high school science laboratory handbooks. *Science Education*, 65, 477-484.
- Texas Education Agency (2005). *Texas Administrative Code Chapter 112 Texas Essential Knowledge and Skills for Science*.
- Victorian Curriculum and Assessment Authority (2002). *Curriculum and Standards Framework II*.
- Wellington, J. J. (1998). Practical work in science: time for a reappraisal. In J. J. Wellington(Ed.), *Practical work in school science* (pp. 3-15). NY: Routledge.