

초등학생의 관찰능력 측정을 위한 준거 개발

박유정 · 김범기*
한국교원대학교

Development of Criteria for Measuring the Observation Abilities of Elementary School Students

Park, Yu-Jeong · Kim, Beom-Ki*
Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study is to develop the criteria for measuring the observation abilities of elementary school students. Object, viewpoint and mental demand constitute the evaluation criteria of observation abilities. Object domain was classified into two- and three-dimensional figures, while viewpoint was classified into constancy and variety of views. Mental demand covered 2 through 5. The assesment tool based on the three-dimensional criteria was developed for the lower, middle and upper grades of 166 elementary school students. Results from this study were as follows. These students' scores were significantly different in the classification by each dimension and distinguishable between the grades. They scored high on two-dimensional figures, constancy of view and lower mental demand, and the upper grade students' scores were higher than the lower ones in all dimensions. Therefore, the evaluation criteria developed in this study can be used effectively for measuring the observation abilities of elementary school students. Implication for this study was determined to be the development of a valid and reliable test for observation abilities of elementary school students.

Key words: observation, science process skills, observation abilities, evaluation criteria

I. 서 론

과학 탐구 능력이란 과학적 지식에 대응하여 문제를 해결해 나가는 절차와 이와 관련된 사고과정을 의미한다(권재술과 김범기, 1994). 과학탐구능력은 여러 가지 의미를 포함하고 있는데, 본 연구에서는 과학자들이 연구하고, 문제를 해결할 때 요구되는 기능으로서(Padilla *et al.*, 1985), 절차적 지식과 밀접한 관련이 있는 탐구과정기능(science process skills)에 관점을 두고 연구를 수행하였다. 탐구과정기능을 숙달하는 것의 지적인 가치는 과학적 사실과 원리를 암기하여 재생하는 능력보다 훨씬 크며(Ostlund, 1992), 과학탐구능력의 향상을 통해 과학적 사실과 과학적 개념을 잘 이해할 수 있고, 실험능력을 향상시킬 수 있는 것으로 기대된다(권재술과 김범기, 1994).

과학 탐구 능력의 신장은 중요한 과학교육 목표의 하나로써, 과학교육과정에서 강조되고 있다. 우리나라는 제 3차 과학과 교육과정부터 교과목표에 ‘과학

적 탐구 방법’을 명시하면서, 탐구능력의 신장을 과학 지식의 습득과 긍정적인 과학적 태도의 함양과 함께 중요한 항목으로 제시하고 있다(교육부, 2000). 제 6차 교육과정에서는 내용체계를 지식과 과정으로 나누고, 탐구과정기능을 제시하면서, 학년별 내용에도 탐구활동을 명시하였다(교육부, 2000). 제 7차 교육과정에서는 지식과 탐구영역으로 구분하고, 탐구영역은 탐구 활동과 탐구 과정으로 나누어 제시하였는데, 탐구과정은 관찰, 분류 측정 등의 기초탐구과정과 가설 설정, 변인통제 등의 통합탐구과정으로 나누어 제시하였다(교육부, 2000). 2007 개정 교육과정에서는 자유탐구를 신설하고, 과학 교과서에 탐구과정기능을 설명하면서, 과학적 탐구 능력을 향상시키는데 비중을 크게 하였다(교육인적자원부, 2007).

과학적 탐구는 관찰로부터 시작된다(권용주 등, 2003; 박종원과 김익균, 1999; Klopfer, 1990; Lawson, 1995). 관찰을 통해 문제를 발견하고, 관찰에 의하여 문제에 관한 정보를 수집하고, 이것을 처리

*교신저자: 김범기(kimbk@knu.ac.kr)

**2011.07.15(접수) 2011.08.23(1심통과) 2011.09.23(2심통과) 2011.09.27(최종통과)

하여 법칙을 발견한다(우종옥과 이항로, 1995). 관찰은 가장 기초적인 탐구기능으로서(Norris, 1984), 추리하기, 의사소통하기, 예상하기, 측정하기, 분류하기와 같은 다른 탐구기능 발달에 필수적이다(Funk *et al.*, 1979; Moher *et al.*, 2000; 이혜원 등 2005). 관찰 탐구기능의 중요성은 과학교육과정과 교과서 속에도 반영되고 있다. 제 6차 교육과정과 제 7차 교육과정 해설서에 나타난 탐구기능을 분석한 결과, 제 6차는 14가지 탐구과정요소 중 관찰이 19%, 제 7차는 18가지 중 관찰이 13%를 차지하였다(하소현 등, 2001). 또한 3~6학년까지 교과서의 탐구기능요소의 분석결과, 6차에서는 63.8%, 7차 54.4%로 관찰이 상당한 부분을 차지하고 있었다(최선영과 강호갑, 2002; 이봉우 등, 2007).

이렇듯 초등 과학교육에 있어서 관찰이 강조되고 있으나, 초등학생들의 관찰능력에 대한 논의와 측정을 위한 노력은 부족하다. 외국의 과학교육과정의 탐구기준과 비교해 본 결과, 우리나라 과학교육과정에서는 탐구에 대한 중요성만 언급되어 있을 뿐, 학년별 세부기준이 없다(이봉우와 김희경, 2007). 효과적인 관찰습을 위해서는 학습 내용과 방법에 대한 계획이 이루어져야 하고, 이에 앞서 학생 수준에 맞는 관찰목표 설정을 위해 관찰능력을 면밀히 분석할 필요가 있다.

초등학생의 관찰능력에 대한 연구는 특정한 관찰과제를 제시하고, 진술된 관찰내용을 바탕으로 관찰유형을 분류하는 연구들이 주로 이루어졌다(김정길과 김해경, 1992; 송판섭과 한광래, 1995; 한광래, 2003; 신동훈 등 2006). 이러한 연구에서는 관찰의 유형과 수를 양적으로 분석하였는데, 그 결과 학년이 올라감에 따라 관찰 내용의 수가 증가하고, 관찰유형이 변화함으로써, 관찰능력이 학년에 따라 차이가 있음을 밝혔다. 그러나 이러한 결과는 학년별 관찰행동의 특징을 설명할 수 있으나, 관찰과제를 수행하는 데 요구되는 관찰능력을 명확히 규명할 수 없다. 또한 관찰과제에 따라 결과가 다르게 나타나기 때문에(변정호 등, 2009), 관찰 진술의 양적인 증가나 유형의 변화만으로 학생들의 관찰능력을 일반화할 수 없다(박명희 등, 2005).

따라서 초등학생들의 관찰능력을 측정하고, 탐구능력의 발달을 논의할 수 있는 신뢰롭고 타당한 검사도구가 필요하다. 탐구능력 측정을 위한 표준화된 검사

지로 권재술과 김범기(1994)의 TSPS(Test of Science Process Skills)가 있으나, 적용범위가 초등학교 5학년부부터 중학생이고, 10가지 탐구과정요소 중 관찰문항은 3문항으로, 초등학생의 관찰능력을 면밀히 측정하기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 초등학생들의 관찰능력을 측정할 수 있는 검사도구를 개발하기 위한 선행연구로서, 초등학생의 관찰능력 측정을 위한 준거를 개발하고자 한다. 이를 위해서 관찰 능력 준거 타당성 조사도구를 개발, 투입하여, 준거별, 학년별 차이검증을 통해 관찰능력 측정준거의 타당성을 논의하려고 한다. 연구를 통하여 초등학생들의 관찰능력의 측정 준거를 정립하고, 신뢰롭고 타당한 표준화된 관찰능력 검사도구 개발의 기초를 제공할 수 있을 것이라 기대한다.

II. 연구내용 및 방법

1. 관찰능력의 정의

탐구과정 기반의 과학 교육과정인 SAPA에서는 과학에 있어서 탐구 과정이란 행동적으로 세목화 할 수 있고, 모든 영역에도 폭넓게 전이 될 수 있는 지적 과정 또는 지적 기능이라고 하였다. 이러한 지적 기능 또는 과정이 학습자들에게 길러지게 하기 위한 요건으로, 몇 가지 전제가 충족되어야 한다(Gagné, 1964). 과학자들의 복잡한 지적활동들은 단순한 활동으로 분석되어질 수 있고, 과학자들의 지적기능들은 학습되어 질 수 있으며, 점점 더 복잡한 기능으로 발전할 수 있다. 따라서 단순한 형태의 관찰에서부터 시작하여 분류, 측정, 의사전달, 수 사용, 시공간 관계 조식, 추론과 예측의 과정으로 점진적으로 나아가는 합리적인 수업계열을 구성해야 한다. 즉 행동적으로 세목화된 단계적 탐구 학습을 통해, 탐구 능력을 신장시킬 수 있음을 의미한다. SAPA에서 제시한 관찰 과정의 하위 계열을 그림 1과 같이 간단하게 나타낼 수 있다(박영우, 2008). 대상의 속성에 대한 정보 수집을 바탕으로, 속성의 변화 관찰, 실험 상황에서의 관찰, 연속된 상황의 관찰 등 상위 관찰과정이 이루어진다.

과학적 관찰이란, 오감을 통해 사물이나 현상에 대한 1차적 정보를 있는 그대로 수집하는 활동(김정길과 김해경, 1992; 김도옥, 1996; 송판섭과 한광래, 1995;

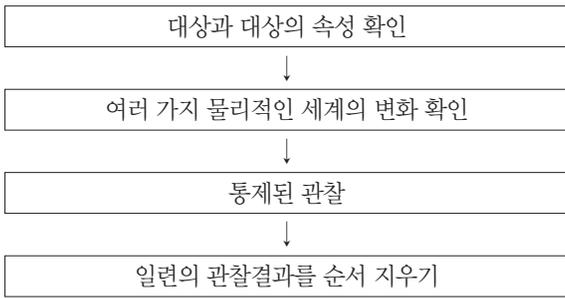


그림 1 SAPA의 관찰 과정 계열

박종원과 김익균, 1999; 권용주 등, 2005; 신동훈 등, 2006)이다. 즉 대상의 속성에 대한 객관적 정보의 수집은 관찰과정의 본질이다. 관찰하기는 실질적으로 관찰력을 동원하여 여러 가지 사물의 유사점과 차이점을 찾아내게 되는 것이며, 대상에 대한 주의 깊은 관찰은 수준이 낮은 초등학교에서부터 가장 높은 수준의 관찰에 이르기까지 필수적이다(배진호 등, 2005). 따라서 본 연구에서는 대상의 1차적 정보를 수집하는 지적 기능으로서의 관찰능력을 측정하고자 한다.

2. 관찰능력 측정의 제한점

관찰은 오감을 통해 다각적으로 이루어지지만, 관찰을 통해 대상에 대하여 얻게 되는 1차적 정보 중 80% 이상이 시각에 의한 것이다(신현정과 유상욱, 2000). 또한 7차 교육과정 초등학교 과학 교과서에서 제시된 관찰탐구요소들은 90% 이상이 시각을 이용한 탐구활동으로 이루어져 있다(이봉우 등, 2007). 따라서 본 연구에서는 관찰활동의 거의 대부분이 시각적 관찰을 통해 이루어지므로, 관찰능력 측정의 범위를 시각적인 관찰능력에 한정하였고, 관찰능력을 대상의 1차적 정보를 수집하는 지적기능이라 정의함에 따라, 시각정보의 처리능력으로서의 관찰능력을 측정하고자 한다.

시각정보에는 입력되는 빛의 세기와 관련된 휘도 정보, 입력되는 빛의 파장 분포에 따라 얻게 되는 색

표 1 관찰능력 측정 준거 타당성 조사도구 투입 학년별 학생수

학년	저학년(N=56)		중학년(N=56)		고학년(N=54)	
	1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년
학생수	28	28	26	30	25	29

도 정보, 도형이나 문자의 모양·크기·배치 등에 따라 얻게 되는 공간 정보, 빛의 점멸이나 움직임과 같은 시공간 정보 등이 포함된다. 이 중 시각 정보를 통한 대상의 인식은 공간정보 즉 모양, 크기, 배치 등의 형태인식과 관련이 깊다(신현정과 유상욱, 2000). 시각을 통해 대상을 인식한다는 것은 중요한 구조적 패턴을 파악하는 것을 의미하며(김춘일, 1995), 시각 대상의 정체를 인식하는 것을 형태인식 또는 형태 재인(pattern recognition)이라고 한다(이정모, 2009).

형태를 재인하는 능력은 비교 관찰 과제를 통해 측정할 수 있다. 비교관찰은 단순관찰의 유의미한 해석 단계이다. 비교 관찰이 이루어지기 위해서는 대상의 정체를 파악하는 단순관찰이 먼저 이루어지고, 대상의 속성의 유사점과 차이점을 파악하게 된다. 따라서 본 연구에서는 여러 가지 대상의 형태를 관찰하고 차이점과 유사점을 비교하여, 같은 대상을 찾아내는 것을 관찰능력의 측정 내용으로 하였다.

3. 관찰능력 측정준거 타당성 조사

(1) 관찰능력 측정준거 타당성 조사도구의 투입 대상

조사도구의 투입은 표 1과 같이 서울 S초등학교의 저학년 56명, 중학년 56명, 고학년 54명, 전체 166명을 대상으로 하고, 시간은 초등학교의 집중력을 고려하여 40분을 넘지 않도록 하였다.

(2) 결과 분석

투입결과는 측정준거별로 점수의 대응표본 t검증을 통해, 준거의 구분에 따른 차이를 분석하고, 저·중·고학년에 따른 일원분산분석으로, 검사점수의 학년별 차이를 분석하였다. 이를 통해 준거별 타당성에 대하여 논의하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

관찰능력 측정을 위한 준거로 관찰대상, 관찰관점,

요구정신용량의 관찰능력 측정준거 삼차원틀을 개발하였고, 준거에 따라 제작한 조사도구의 결과분석을 토대로 측정준거의 타당성을 논의 하였다.

1. 관찰능력 측정준거의 요소와 수준

본 연구에서 개발한 관찰능력 측정준거는 관찰대상, 관찰관점, 요구정신용량이다. 형태재인의 과정에서 중요한 요소는 관찰대상의 차원(dimension)과 관찰 대상을 바라보는 관점(viewpoint)이다. 또한 관찰을 통한 형태 재인의 과정을 정보 처리적 관점에서 본다면, 관찰을 통해 변별해야 하는 정보의 수와 관련된 요구정신용량이 관찰능력에 영향을 줄 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 관찰대상은 평면모양과 입체모양, 관찰관점은 고정과 변화로 구분하고, 요구정신용량은 2~5까지로 하여 그림 2와 같이 관찰능력 측정준거의 삼차원틀을 개발하였다.

관찰능력 측정준거의 첫 번째 요소는 관찰대상이다. 관찰 대상 즉 사물은 그 자체로 공간감을 가지고, 지각된 모든 공간은 2차원과 3차원의 사이에 속해있게 된다(김춘일, 1995). 우리가 대상의 지각하는 방법에 대한 형태재인이론에서는 평면모양의 인식은 세부특징이론(feature theory)으로 설명할 수 있다. 관찰대상을 재인할 때는 기본적인 간단한 형태로 지각하게 되는데, 이때 다른 물체와 구분 지을 수 있는 특징이 세부특징(features)이다. 대상의 형태는 그 형태를 구성하고 있는 세부특징 즉 세로선, 가로선, 둥그런 선, 꺾어진 선, 원 등의 특정한 속성들로 구성되어 있으며, 입력된 자극으로부터 세부 특징들을 추출해 낸 다음에 이 특징들이 조합되어 대상의 형태인식이 이루어진다(이정모, 2009). 세부특징이론은 평면도형과 같은 간단한 물체의 인식은 설명할 수 있지만, 3차원의 복잡한 물체들의 재인을 설명하기 어렵다. 이에 Biederman(1987)은 구성요소 재인이론(RBC : Recognition by Component)을 제안하였다. 3차원 대상은 정육면체, 원기둥, 삼각기둥 등의 부피세부특징(volumetric features)으로 이루어지며, 이를 간단한 3차원 입체 덩어리인 지온(geons, geometrical ions)이라 하였다. 2차원 상에서 수평선과 수직선들의 세부특징이 결합하여 대상의 형태를 이루는 것처럼, 3차원 상에서는 대상 지각의 기본 구성요소인 지온들이 서로 결합해서 형태를 이룬다는 것이다. 따라

서 관찰대상이 평면모양일 때와 입체모양일 때 대상의 구조와, 대상 인식의 과정이 다르므로, 관찰능력 측정준거로 관찰대상에 따른 평면과 입체모양을 설정하였다.

관찰능력 측정준거의 두 번째 요소는 관찰관점이다. 관찰관점 요소에서는 고정과 변화 두 가지로 나누어 관찰능력을 측정할 수 있다. 형태 인식은 대상의 구조가 복잡할수록 어렵지만, 구조가 간단한 물체도 관찰 관점에 따라서 대상 인식에 어려움을 줄 수 있다(이정모, 2009). 관점 고정 즉 대상이 정지해 있는 상황에서 여러 가지 대상을 비교 관찰할 때는 세부특징들을 파악하고 일대일 대응 비교하게 되므로, 비교적 쉽게 대상의 구조를 파악할 수 있다. 반면 관점이 변화할 경우 다른 차원의 능력이 필요하다. 사람이 여러 시점에서 본 한 물체를 재인하는 능력을 시점 불변성(viewpoint invariance)이라고 한다(김정오 등, 2007). 물체의 이미지는 그 물체를 보는 관점(viewpoint)에 따라 계속 변한다. 관점이 달라지면 대상의 세부특징들의 위치나 방향 등의 구조가 달라지기 때문이다. 형태 재인이 대상의 구조적 패턴을 파악하는 것이라고 볼 때, 시점의 변화는 관찰에 어려움을 주는 요인이 될 것이라 판단된다. 형태가 매우 유사한 대상들을 각각 다른 관점에서 본 이미지로 제시했을 때, 같은 대상을 찾아내는 능력은, 동일한 관점에서 본 대상들을 비교하는 능력과 차이가 있을 것이다. 따라서 관찰관점의 고정과 변화를 관찰능력 측정준거로 설정하였다.

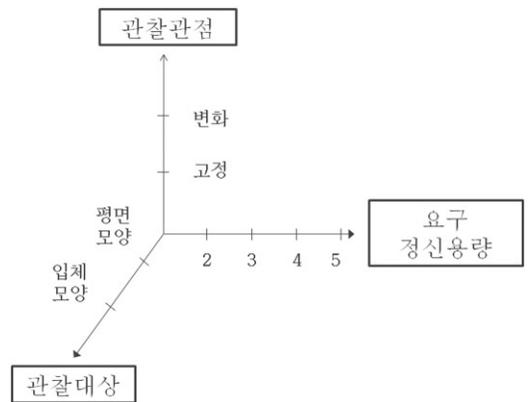


그림 2 관찰대상, 관찰관점 및 요구정신용량의 삼차원 틀

관찰능력 측정준거의 세 번째 요소는 요구정신용량이다. 관찰을 통해 대상의 차이점과 유사점을 파악하

여 같은 대상을 찾아내는 것은 대상의 시각 정보 처리의 과정으로 볼 수 있다. 신 피아제 이론가인 Pascual-Leone은 인지 발달에 정보 처리적 입장을 도입하여, 단기 기억의 역할을 강조하였다. 그는 아동의 정신용량과 문제가 요구하는 정신용량에 따라서 문제해결의 결과가 다르게 나타난다고 하였다. 정신용량(mental capacity)이란 인간이 단기기억에서 처리할 수 있는 정보의 개수를 의미하고, 요구정신용량(mental demand)이란, 문제를 해결하기 위하여 단기기억에 동시에 처리해야 할 변인의 수나 과정을 의미한다. 문제해결을 위해서는 문제 해결자의 정신용량이 문제의 요구 정신용량보다 크거나 같아야 한다는 것이다. Pascual-Leone(1987)은 아동의 연령에 따라 정신용량이 증가한다고 하였다. 그는 아동이 단기기억 내에서 동시에 처리할 수 있는 독립된 스키머의 최대 개수 즉, 정신용량 M의 크기를 피아제의 인지발달단계와 대비시켜 표 2와 같이 나타내었다.

여러 대상을 관찰하여 그 중 같은 대상을 찾아내는 문제에서 요구정신용량이란 대상의 세부특징들의 차이점의 개수라고 할 수 있다. 비교해야 할 차이점의 개수가 많을수록 형태를 인식하고 비교하는 데 어려

움이 있을 것이라고 보고, 이는 초등학생의 인지발달 단계에 따른 관찰능력의 차이를 확인할 수 있는 중요한 요소가 될 것이라 판단된다.

따라서 본 연구에서는, 초등학생들의 인지발달 단계인 구체적 조작기와 형식적 조작 초기에 해당하는 2개~5개의 정보를 처리하여 같은 대상을 인식하는 요구정신용량 2~5를 관찰능력의 측정 준거로 설정하였다.

2. 관찰 능력 측정 준거 타당성 조사도구

조사 도구의 문항은 5개 이상의 그림에서 같은 대상을 나타내는 그림 두 개를 선택하는 것이다. 관찰능력의 측정 준거인 관찰대상, 관찰관점, 요구정신용량에 따른 관찰능력 측정준거 타당성 조사문항 분류표는 표 3과 같다.

관찰대상에서 평면모양은 삼각형, 사각형과 같은 간단한 평면도형으로 이루어진 그림으로 제시하고, 입체모양은 정육면체의 쌓기나무를 여러 가지 방법으로 쌓은 그림을 제시하였다. 정육면체는 대표적인 지

표 2
피아제의 인지발달단계와 나이에 따른 정신용량의 발달(Pascual-Leone, 1987)

나이	피아제의 인지발달단계	정신용량 M
3-4	전조작 초기	$e^* + 1^{**}$
5-6	전조작 후기, 구체적 조작 초기	$e + 2$
7-8	구체적 조작 중기	$e + 3$
9-10	구체적 조작 후기	$e + 4$
11-12	형식적 조작 초기	$e + 5$
13-14	형식적 조작 중기	$e + 6$
15-16	형식적 조작 후기	$e + 7$

* 실행스키머를 활성화 시키는데 관련된 정신용량으로 일정함

** M 조직자에 의한 과제 해결에 필요한 스키머를 활성화시키는 데 관련한 정신용량

표 3
관찰대상, 관찰관점 및 요구정신용량의 조사도구 문항분류표

관찰대상	관찰관점	요구정신용량			
		2	3	4	5
평면모양	고 정	1	2, 3	4, 5	6
	회전축1	13	14,15	16,17	18
입체모양	고 정	7	8, 9	10,11	12
	회전축1	19	20,21	22,23	24
	회전축2	25	26,27	28,29	30

표현할 수 있다. 관찰관점에서 관점변화는 관찰대상의 회전을 통해 구현하였다. 평면모양은 2차원 공간상에 있으므로, 평면에 수직하는 축을 중심으로 회전하는 경우만 존재할 수 있고, 입체모양은 세 가지 축을 중심으로 회전시키면서 물체의 위상을 변화시킴으로서 관점의 변화를 줄 수 있다. 관점이 달라져도 같은 대상을 인식하기 위해서는 어느 관점에서 보아도 물체의 세부특징들이 모두 나타나야 하므로, 관찰관점에 따른 문항은 평면상에서 표현될 수 있는 범위 내에서 대상의 회전만을 다루게 된다. 따라서, 평면모양에서는 평면에 수직한 회전축 한 개를 기준으로 회전한 회전축1, 입체모양에서는 회전축이 한 개인 회전축 1과, 회전축이 두 개인 회전축 2로 나누었다. 회전축이 세 개인 경우는, 관점이 변화하면서 세부특징이 모두 표현되지 않기 때문에 문항에서 제외하였다. 요구정신용량은 여러 대상의 그림 중 같은 대상을 가려내는 데 고려되어야 하는 차이점의 개수가 2개인 것부터 5개까지로 하여, 30문항을 개발하였다.

문제부는 간단하게 서술하고, 답지부는 불필요한 정보를 주지 않도록 간결한 그림으로 나타내었다. 오답은 크기, 모양, 배치 속성 중 한 가지 속성만 다른 답지들과, 다른 속성을 2가지 이상 갖고 있는 답지로 구성하였다. 그림 3은 [평면모양-관점고정-요구정신용량3] 문항과 [입체모양-관점회전축2-요구정신용량2]인 문항의 예시이고, 표 4는 문항 2의 답지별로 반영된 형태 속성들을 표시하였다.

검사문항 난이도 지수 평균은 0.53으로, TSPS(권재술과 김범기, 1994)의 문항 난이도 평균 0.58과 유사하고, 문항의 변별도는 평균 0.38로 26개의 문항이

표 4 크기, 모양, 배치에 따른 문항2 답지

답지	속성			비고
	크기	모양	배치	
①	같음	× -	원(뒤),사각형(앞)	원(뒤),사각형(앞) 정답
②	같음	+ -	원(뒤),사각형(앞)	
③	같음	×	원(뒤),사각형(앞)	
④	같음	+ -	원(앞),사각형(뒤)	
⑤	같음	× -	원(뒤),사각형(앞)	정답
⑥	같음	× -	원(앞),사각형(뒤)	

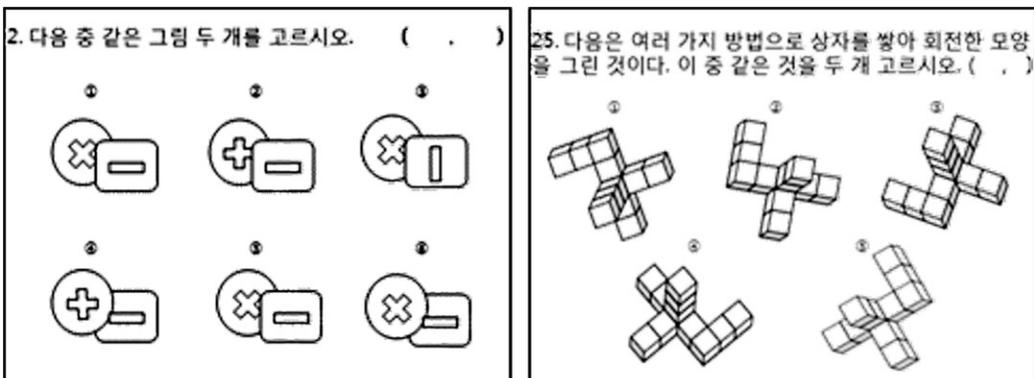
변별력이 있었다. 내적 일관성 신뢰도 계수(Cronbach α)는 0.86, 반분 신뢰도 계수(Spearman-Brown)는 0.90이었다. 내용타당도는 과학교육전문가 5명의 CVI 지수 0.87로, 신뢰도와 타당도가 높은 검사문항으로 사료된다.

3. 관찰능력 측정준거에 따른 초등학생의 관찰능력

조사도구 투입결과의 단일표본 t 검증과 일원분산 분석을 바탕으로 본 연구에서 개발한 관찰능력 측정준거인 관찰대상, 관찰관점, 요구정신용량의 타당성을 논의하였다.

(1) 관찰대상에 따른 관찰능력

관찰대상의 평면모양과 입체모양에 따른 정답률을 대응표본 t 검정한 결과는 표 5와 같다. 평면모양 7.95점, 입체모양 8.09점으로 평면모양의 정답률이



(a) 평면모양-관점고정-요구정신용량3

(b) 입체모양-관점회전축2-요구정신용량2

그림 3 검사문항 예시 (a)문항2 (b)문항25

가 더 높았고, 유의한 차이가 있었다. 관찰대상이 평면모양인 것과 입체모양인 것에 따라 대상의 속성을 비교하는 능력에 차이가 있고, 입체모양의 관찰이 더 높은 수준의 관찰능력이라 할 수 있다. 따라서 관찰능력 측정준거로 설정한 관찰대상에 따른 평면모양과 입체모양의 구분이 적합한 것으로 보인다.

학년에 따른 정답률과 그에 따른 일원분산분석 결과는 표 6과 같다. 평면모양 F=22.27, 입체모양 F=38.45로 학년에 따른 정답률에 의미있는 차이가 있었다. 특히 입체모양에서 저학년과 고학년의 점수 차이가 더 크게 나타났다.

따라서 평면모양보다 입체모양인 대상을 관찰하는 것이 더 높은 수준의 관찰능력이며, 평면모양과 입체모양의 관찰에서 모두 학년이 올라갈수록 관찰능력 점수가 향상되는 것으로 보아, 관찰대상에 의한 평면모양과 입체모양의 구분이 초등학생의 관찰능력을 변별할 수 있는 측정준거로 적합하다.

(2) 관찰관점에 따른 관찰능력

관찰관점의 고정과 변화에 따른 정답률은 표 7과 같다. 관점고정 78.2%, 관점변화 37.0%로, 관점변화 유무에 따라 관찰능력의 점수 차이가 매우 컸고, 대응표본 t 검증 결과도 유의한 차이가 있었다. 즉 관찰관점

에 따른 관점고정과 관점변화가 다른 수준의 관찰능력을 의미하므로, 관찰능력 측정준거로서의 구분이 적합하다.

표 8과 같이, 일원분산분석 결과 관점고정 F=8.47, 관점변화 F=50.77로 학년에 따른 정답률의 차이가 유의하게 나타났다. 즉 관점고정과 관점변화 모두 학년에 따른 관찰능력을 변별할 수 있다. 한편 관점이 고정된 경우 저·중·고 학년 모두 71% 이상으로 정답률이 높게 나타나, 비교적 저학년 수준에서도 해결 가능한 데 반해, 관점변화영역은 저학년 17%, 중학년 42%, 고학년 52%로, 저학년에 비해 중학년에 올라가면서 큰 폭으로 증가하였다. 따라서 관찰관점이 고정되거나 변화되는 경우 모두 학년에 따른 관찰능력에 차이를 측정할 수 있으므로, 초등학생의 관찰능력 측정준거로 적합하다고 판단된다.

(3) 요구정신용량에 따른 관찰능력

요구정신용량이 2, 3, 4, 5인 문항의 정답률을 대응표본 t 검증한 결과는 표 9와 같다. 요구정신용량이 늘어날수록 정답률이 감소하였고, 각 단계 사이의 정답률에 유의한 차이가 있었다. 파악해야 하는 차이점의 개수가 많을수록 즉 요구정신용량이 클수록 여러 대상들 중에서 같은 대상을 가려내는 것이 더 어

표 5
평면모양과 입체모양 점수의 t 검증

구분(점수)	M (%)	SD	t	p
평면모양(12)	7.95 (66.2)	2.66	14.87	0.000
입체모양(18)	8.09 (44.9)	3.73		

표 6
평면모양과 입체모양에 따른 저·중·고학년 점수의 비교

구분(점수)	저학년(N=56)		중학년(N=56)		고학년(N=54)		F
	M(%)	SD	M(%)	SD	M(%)	SD	
평면모양(12)	6.34(52.8)	2.53	8.23(68.6)	2.17	9.31(77.6)	2.39	22.27*
입체모양(18)	5.32(29.6)	2.08	8.63(47.9)	3.39	10.41(57.8)	3.61	38.45*

*p<.05

표 7
관점고정과 관점변화 점수의 t 검증

구분(점수)	M(%)	SD	t	p
관점고정(12)	9.38 (78.2)	2.33	23.70	0.000
관점변화(18)	6.66 (37.0)	4.29		

(N=166)

(N=166)

표 8
관점고정과 관점변화에 따른 저·중·고학년 점수의 비교

구분(점수)	저학년(N=56)		중학년(N=56)		고학년(N=54)		F
	M(%)	SD	M(%)	SD	M(%)	SD	
관점고정(12)	8.57(71.4)	2.70	9.29(77.4)	2.02	10.31(86.0)	1.86	8.47*
관점변화(18)	3.09(17.2)	2.23	7.57(42.1)	3.44	9.41(52.3)	4.24	50.77*

*p<.05

표 9
요구정신용량 2, 3, 4, 5 점수의 t 검증

(N=166)

구분(점수)	M(%)	SD	t	p
2 (5)	2.99 (59.9)	1.04	3.07	0.003
3 (10)	5.52 (55.2)	2.31		
3 (10)	5.52 (55.2)	2.31	2.21	0.029
4 (10)	5.23 (52.3)	2.06		
4 (10)	5.23 (52.3)	2.06	10.04	0.000
5 (5)	1.91 (38.2)	1.33		

표 10
요구정신용량에 따른 저·중·고학년 점수의 비교

구분(점수)	저학년(N=56)		중학년(N=56)		고학년(N=54)		F
	M(%)	SD	M(%)	SD	M(%)	SD	
2 (5)	2.29 (45.7)	0.82	3.05 (61.1)	0.86	3.67 (73.3)	0.93	34.58*
3 (10)	3.96 (39.6)	1.94	5.75 (57.5)	1.86	6.91 (69.1)	2.11	31.12*
4 (10)	3.96 (39.6)	1.49	5.55 (55.5)	2.05	6.20 (62.0)	1.95	21.57*
5 (5)	1.45 (24.1)	1.04	2.50 (41.7)	1.16	2.94 (49.0)	1.32	23.53*

*p<.05

렸다. 특히 요구정신용량 4와 5의 차이가 크게 나타났다.

표 10과 같이 요구정신용량별로 학년에 따른 관찰능력 점수의 일원분산분석 결과 모두 학년이 올라가면서 정답률이 높아졌고, F값은 모두 의미있는 차이를 나타냈다. 따라서 관찰능력 측정준거로 설정한 요구정신용량의 2, 3, 4, 5의 구분은 적합하다고 판단된다.

이상과 같이 관찰능력 측정준거로 설정한 관찰대상에 의한 평면모양과 입체모양, 관찰관점에 의한 고정과 변화, 요구정신용량 2~5의 구분에 따라 관찰능력에 유의한 차이가 있었고, 모든 영역에서 학년이 올라감에 따라 관찰능력 점수가 향상됨으로써, 본 연구에서 개발한 관찰능력 측정 준거가 초등학생들의 관찰능력을 측정하기에 타당한 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

과학 탐구 능력을 신장시키는 것은 중요한 과학교육 목표의 하나이며, 그 중에서 관찰탐구능력은 탐구의 출발점이며, 가장 기초가 되는 탐구능력이다. 과학교육에서 관찰능력의 중요성은 강조되고 있지만, 구체적으로 관찰능력의 요소 및 수준 등에 관하여 명확하게 규명한 연구는 드물고, 관찰능력 측정도구의 개발이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 초등학생들의 관찰능력의 요소와 수준을 밝혀 관찰능력 측정을 위한 준거를 마련하고자 하였다. 이에 설정한 준거에 따라 제작한 조사도구를 초등학생에게 투입하여 개발준거의 타당성을 논의함으로써, 신뢰롭고 타당한 관찰능력 검사도구 개발의 기초를 밝히는 데 본 연구의 목적이 있다.

본 연구에서는 관찰능력을 대상의 1차적 정보를 수집하는 지적 기능으로 보고, 관찰활동의 거의 대부분을 차지하는 시각관찰능력에 제한하여 관찰능력을 측정하고자 하였다. 관찰능력의 측정준거를 관찰대상, 관찰관점, 요구정신용량으로 설정하고, 관찰대상은 평면모양과 입체모양, 관찰관점은 고정과 변화, 요구정신용량은 2~5로 구분하였다. 조사도구 투입결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 관찰대상에서 평면모양보다 입체모양의 정답률이 더 낮게 나타나, 대상들 간의 속성을 비교하여 같은 모양을 변별하는 능력은 평면모양과 입체모양에 따라 차이가 나며, 입체모양이 더 높은 수준의 관찰능력을 요구하는 것으로 보인다. 또한 학년이 올라갈수록 정답률의 의미있는 차이가 나타나, 학년에 따른 관찰능력의 차이를 변별할 수 있는 준거라 판단된다. 둘째, 관찰관점에서 관점고정과 관점변화의 정답률에 큰 차이를 보여, 관점이 고정되어 있을 때보다 관찰관점이 변화하는 경우 대상을 관찰하여 특성을 파악하는데 높은 수준의 관찰능력이 요구되는 것으로 나타났다. 관찰관점이 고정과 변화인 경우 모두 학년이 올라감에 따라 점수가 향상되었고, 관점변화에서 학년 간 차이가 더 컸다. 즉 관점을 변화시키면서 물체를 관찰하는 것은 저학년에게는 어려운 수준이었다가 학년이 올라가면서 발달하는 경향이 더 크게 나타나는 능력이라 할 수 있다. 따라서 관찰관점의 고정과 변화는 다른 수준의 관찰능력을 의미하며, 학년에 따른 차이를 변별할 수 있는 관찰능력의 측정준거로써 타당하다고 본다. 셋째, 요구정신용량에서는 요구정신용량이 2에서 5로 커질수록 정답률이 낮아졌고, 2와 3, 3과 4, 4와 5 사이에 정답률의 의미있는 차이가 있었다. 특히 형식적 조작기에 해당하는 요구정신용량 5의 문항에서는 정답률이 크게 감소하였다. 이는 초등학교 학생들이 대상을 비교할 때 요구정신용량 즉 변별해야 하는 차이점의 개수가 많을수록 더 높은 수준의 관찰능력이 요구됨을 의미한다. 또한 학년이 올라갈수록 모든 영역에서 정답률이 향상됨으로써, 학년에 따른 관찰능력을 측정하는 준거로 적합하다고 사료된다.

이상과 같이 본 연구에서 개발한 관찰능력 측정준거는 초등학교생들의 관찰능력 수준을 의미있게 파악하고, 변별할 수 있었다. 연구에 사용한 검사문항은 지필평가를 위해 평면모양과 입체모양의 그림을 사용하였는데, 입체모양의 관찰을 실제 입체 물체가 아닌 평

면상에 표현된 입체모양으로 대체한 것은 본 연구의 제한점이라고 할 수 있다. 그러나 검사문항은 신뢰도와 타당도가 높았고, 투입 결과 관찰능력의 측정 준거 및 구분이 타당함을 확인하였다.

따라서 관찰대상에 따른 평면모양과 입체모양, 관찰관점에 따른 고정과 변화, 요구정신용량 2~5는 초등학교생의 관찰능력을 측정할 수 있는 준거로 적합하며, 신뢰롭고 타당한 관찰능력 측정도구를 개발하는데 기초자료를 제공할 수 있을 것이라 기대한다.

국문 요약

이 연구는 초등학교생의 관찰능력 측정준거를 개발하는데 목적이 있다. 본 연구에서는 관찰능력의 측정준거를 관찰대상, 관찰관점 및 요구정신용량으로 설정하였다. 관찰대상은 평면모양과 입체모양, 관찰관점은 고정과 변화로 구분하고, 요구정신용량은 2부터 5까지로 하여, 관찰능력 측정 준거의 삼차원틀을 개발하였다. 측정 준거의 타당성을 검증하기 위해 삼차원틀에 따라 조사도구를 개발하였고, 초등학교 저·중·고학년 166명에게 투입하였다. 연구결과, 관찰대상, 관찰관점 및 요구정신용량의 세 가지 준거에 따라 관찰능력 검사점수에 의미 있는 차이가 나타났고, 학년에 따라 의미 있는 차이가 있었다. 관찰대상에서는 평면모양, 관찰관점에서는 관점고정, 요구정신용량이 작을수록 관찰능력 점수가 높게 나타났고, 저학년에서 고학년으로 갈수록 관찰능력 점수가 높았다. 따라서, 본 연구에서 개발한 관찰능력 측정 준거는 초등학교생들의 관찰능력을 의미있게 파악하고 변별할 수 있으며, 신뢰롭고 타당한 초등학교생의 관찰능력 측정도구를 개발하는데 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

참고 문헌

- 교육부(2000). 초·중·고등학교 과학과 교육과정 기준(1946~1997). 교육부.
- 교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호.
- 권용주, 정진수, 강민정, 박운복(2005). 생명현상에 대한 초·중등 과학교사의 관찰에서 나타난 과학적 관찰의 유형. 한국과학교육학회지, 25(3), 431-439.

권용주, 정진수, 박윤복, 강민정(2003). 선언적 과학 지식의 생성과정에 대한 과학 철학적 연구-귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.

권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구 능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.

김도옥(1996). 지식중심의 과학교수 학습을 탐구 중심의 교수학습으로 변화시키기 위한 관찰 특성에 대한 인식 변화의 효과. 초등과학교육, 15(1), 107-122.

김정길, 김해경(1992). 초등학교 학생들의 관찰능력에 관한 연구(I); 반성 화강암과 역암의 관찰에 대하여. 초등과학교육, 10(2), 286-298.

김정오 외 역(2007). 감각과 지각 제 7판, 시그마프레스. [원전:Goldstein, E. B. (2007). Sensation & Perception (7th ed.). Thomson Learning, Inc.]

김춘일 역(1995). 미술과 시지각. 미진사.[원전: Arnheim, R.(1995). Art and Visual Perception. University of California Press]

박명희, 박윤복, 권용주(2005). 초등학생들의 어항 관찰활동에서 나타난 관찰의 유형과 그 변화. 초등과학교육, 24(4), 345-350.

박종원, 김익균(1999). 과학적 관찰의 의미와 탐구과정에서 학생들의 관찰 행동 분석. 한국과학교육학회지, 19(3), 487-500.

박영우(2008). 탐구과정을 기반으로 한 교육과정 조직. 청주교육대학교 논문집 제 44집, 45-62.

배진호, 김진수, 윤봉희(2005). 식물을 활용한 탐구 활동이 초등학생의 과학탐구능력과 과학적 태도 및 관찰능력에 미치는 영향. 과학교육연구 제 30권, 37-68.

변정호, 이준기, 권용주(2009). 과학교육에서 제시하는 과학적 관찰의 의미와 과정에 대한 분석, 한국과학교육학회지, 29(5), 531-540.

송관섭, 한광래(1995). 촛불 실험을 이용한 초등학교(3~6)학년 아동들의 관찰능력 분석, 한국초등과학교육학회지, 14(1), 73-84.

신동훈, 신정주, 권용주(2006). 생명현상에 관한 초등학교 관찰수업 과정과 관찰능력 분석. 초등과학교육, 25(4), 339-351.

신현정, 유상욱 역(2000). 시각심리학. 시그마프레스. [원전: Solso, Robert L. (1994). Cognition

and the visual arts. MIT Press].

우종옥, 이항로(1995). 고등학생의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구 개발. 한국과학교육학회지, 15(1), 92-103.

이봉우, 김희경(2007). 외국 과학교육과정의 관찰과 측정 기준 분석. 초등과학교육, 26(1), 87-96.

이봉우, 박보화, 김희경(2007). 우리나라 3-10학년 과학 교과서에 나타난 기초탐구과정 분석 : 관찰 측정 탐구요소를 중심으로, 한국과학교육학회지, 27(5), 421-431.

이정모(2009). 인지과학-학문간 융합의 원리와 응용. 성균관대학교 출판부.

이혜원, 양일호, 조현준(2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. 초등과학교육, 24(3), 236-241.

최선영, 강호감(2002). 제 6차와 7차 초등학교 과학과 교과서에 제시된 탐구기능과 교수-학습 방법의 비교 분석. 한국과학교육학회지, 22(4), 706-716.

하소현, 곽대오, 성민웅(2001). 초·중·고등학교 탐구 기능 요소에 대한 6차와 7차 교육과정의 비교. 한국과학교육학회지, 21(1), 102-113.

한광래(2003). 메뚜기를 이용한 초등학교 학생들의 관찰 능력 조사. 초등과학교육, 22(1), 121~129.

Biederman, I. (1987). Recognition-by-Components: A Theory of Human Image Understanding. Psychological Review, 94(2), 115-147.

Funk, H. J., Fiel, R. L., Jaus, H. H., & Sprague, C. S. (1979). Learning by science process skill. Kendall/Hunt publishing company.

Gagné, R. M. (1964). "Psychological Issues in Science - A Process Approach" The Psychological Bases of Science - A Process Approach. AAAS.

Klopfer, L. (1990). Learning scientific inquiry in the student laboratory. In E. Hegarty-Hazel(Ed), The student laboratory and the science curriculum (p.101). London: Routledge.

Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. Belmont, CA:

Wadsworth Publishing Company.

Moher, T., & Johnson, A., Cho, Y., & Lin, Y. (2000). Observation-based inquiry in a virtual ambient environment. In B. Fishman & S. O'connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 238-245). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Norris, S. P. (1984). Defining Observation competence. *Science Education*, 68(2), 129-142.

Ostlund, K. L. (1992). *SCIENCE PROCESS SKILLS*. Addison-Wesley Publishing Company.

Padilla, M. j., Cronin L., Twiest M. (1985). The development and validation of A test of Basic Process Skills, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.

Pascual-Leone, J.(1987). Organismic processes for neo-Piagetian theories: a dialectical causal account of cognitive development, *International Journal of Psychology*, 22, 531-570.