

과학의 본성에 대한 검사 도구를 활용한 연구의 개관과 분석 (1990~2009)

나지연 · 송진웅[†]

(장곡초등학교) · (서울대학교)[†]

A Review and Analysis of the Studies using Instruments on the Nature of Science(1990~2009)

Na, Jiyeon · Song, Jinwoong[†]

(Changgok Elementary School) · (Seoul National University)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to review the current state and characteristics of instruments used to assess individual understanding of the nature of science (NOS). This study conducted a series of content analyses of the articles published in a total of seven Korean and international journals from 1990 to 2009. A total of 99 research papers and assessment tools were categorized according to their features such as item type, the method of development, philosophical perspectives and others. So, evaluation domains of the instruments were also compared with the features of the NOS endorsed in some standards science education documents internationally well known, such as Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993), National Science Education Standards (NRC, 1996). It was found that VNOS was the most frequently used instrument used for the last 20 years. There was a difference between characteristics of instruments used in Korean journals and these in international journal, such as philosophical perspectives, item type. Moreover, the results showed that there were only a few of instruments to ask about ethics of scientists, significance of science process skill and the context. NOS instruments focused only on limited aspects of NOS emphasized by the standard documents.

Key words : NOS(the nature of science), NOS instruments, standard documents of science education

I. 서 론

지난 반세기 동안의 과학적 소양을 강조한 문헌들은 과학의 본성에 대한 이해의 중요성을 일관되게 강조해 왔으며(Meichtry, 1993), 과학의 본성에 대한 이해는 거의 100여 년 동안 과학교육의 주요 목표 중 하나였다(Lederman, 2007). 과학의 본성이 과학교육에서 지속적으로 중요한 위치를 차지하는 이유는 학생들이 과학의 본성을 이해함으로써 과학의 의미와 과학 공동체의 규범을 이해하고, 현대 문화의 일부로서 과학의 가치를 올바르게 인식하며,

과학 관련 사회적 쟁점에 대한 의사 결정 능력을 기르는 데 도움이 되기 때문이다(Driver *et al.*, 1996). 이에 세계 각국의 과학교육과정은 과학의 본성을 그 핵심 요소로 포함하고 있으며(조희형과 박승재, 2001; AAAS, 1993; McComas & Olson, 1998), 우리나라에서도 과학의 본성에 대한 목표가 제 7차 과학과 교육 과정의 목표 중 하나로 채택되었다(교육부, 1998).

과학의 본성에 대해 학생들이 가진 개념을 조사하는 연구는 1954년 Wilson에 의해 시작되었으며(Lederman, 2007), 이 연구를 시작으로 과학의 본성

에 대한 학생/교사의 개념을 알아내려는 연구는 하나의 분명한 연구 분야로 확립되었다(소원주, 1998). 또한, 교실에서 과학의 본성을 가르치기 위해 많은 연구들이 실시되었다(Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Bianchini & Colburn, 2000; Irwin, 2000; Khishfe & Lederman, 2006; Lin & Chen, 2002). 우리나라에서도 과학의 본성에 대한 대학원생이나 초등교사의 인식을 조사하는 연구(송진웅과 권성기, 1992; 장병기, 1995)로부터 최근에는 명시적 수업 방법이나 과학사를 활용하여 과학의 본성을 가르치는 교수법에 대한 연구가 진행되었다(조정일 등, 2008; 최준환, 2009). 특히, 과학의 본성에 대한 교육이 저학년에서부터 이루어지는 것이 효과적이며(Lederman & O'Malley, 1990), 초등 수준에서 가르치는 것이 중학생의 부적절한 이해를 수정하게 하는 데 더 생산적이기 때문에(Kang *et al.*, 2004), 최근에는 우리나라 초등학교를 대상으로 하는 연구가 점차 활발하게 이루어지고 있다(김지나 등, 2008; 나지연과 장병기, 2005; 노태희 등, 2002).

과학의 본성이 과학교육의 목표로서 강조되고, 과학의 본성 관련 연구도 활발히 이루어지고 있는 이 시점에서 과학의 본성에 대한 연구를 되돌아보고 앞으로의 연구 방향을 모색해 보는 것은 의미 있는 일이다. 그것은 과학의 본성에 대한 연구의 부족한 측면을 개선하고 앞으로의 방향을 제시하기 위한 시사점을 제공하는 데 도움이 될 것이기 때문이다. 과학의 본성에 대한 연구를 되돌아보는 다양한 방법이 있을 수 있으나, 이 연구에서는 과학의 본성에 대한 인식을 조사하는 데 사용된 검사 도구에 초점을 두어 과학의 본성에 대한 연구를 고찰해 보려고 한다. 연구자가 연구를 통해 알아내고자 하는 내용과 중점을 두고 있는 영역을 가장 잘 드러내는 것이 검사 도구이기 때문이다.

과학의 본성에 대한 인식을 조사하거나 관련 교수법을 개발하는 연구들은 다양한 검사 도구를 사용해왔다. 1980년대까지 Science Attitude Questionnaire(Wilson, 1954), Facts about Science Test(Stice, 1958), the Test of Enquiry Skills(Fraser, 1980), the Language of Science(Ogunniyi, 1982)와 같은 도구들이 다양하게 개발되었다(Lederman *et al.*, 1998). 여러 연구들은 이런 검사 도구들을 통해 연구 대상자의 인식이 적절한지 판단하고, 학생들이 과학의 본성에 대한 적절한 개념을 가지고 있지 못하므로 교사는 이것

을 가르치기 위해 노력해야 한다는 결론을 내리기도 하였다(Lederman, 1992). 이처럼 과학의 본성에 대한 인식과 관련된 연구 결과는 검사 도구를 통해 얻기 때문에 연구의 결과를 정확하게 해석하고, 학생의 생각을 올바르게 이해하기 위해서는 과학의 본성을 조사하는 검사 도구에 대해 바르게 파악해야 한다. 그러나 과학의 본성에 관한 연구에서 사용한 도구의 특징이나 사용 현황을 종합하여 살펴본 연구는 없었다. 다만 검사 도구를 사용하는 논문이 증가하면서 검사 도구의 타당도가 비판의 대상이 되었으며(Lederman, 2007), 이런 검사 도구가 과학의 본성을 올바르게 평가하는지에 대한 의문이 제기되어 왔을 뿐이다(Aikenhead & Ryan, 1992; Koulaïdis, 1995; Lederman *et al.*, 1998). 검사 도구의 개발자들이 일관된 과학 철학적 관점을 채택하지 않고, 주제에 따라 임의로 서로 다른 과학 철학을 넘나들고 있다는 비판(Koulaïdis, 1995)으로부터 ‘학생과 연구자는 같은 방식으로 검사 문항을 해석하고 이해한다.’는 잘못된 가정을 바탕으로 검사 도구를 개발하였기 때문에 과학의 본성에 대한 학생들의 생각을 정확하게 평가할 수 없다는 비판(Aikenhead & Ryan, 1992)까지 여러 주장이 제기되었다. 그러나 이런 비판은 연구자가 새로 개발한 검사 도구의 필요성이나 정당성을 입증하기 위해 기존에 개발된 일부 검사 도구의 평가 방식과 관련된 부분적인 특징을 간략하게 언급한 경우가 대부분이다. Lederman *et al.*(1998)이 과학의 본성 검사 도구에 대한 연구를 실시한 적이 있으나, 이 연구도 1990년대 이전에 개발된 검사 도구들의 평가 방식과 관련된 문제점을 비판하고, 검사 도구의 특징을 나열하였다. 따라서 연구에 큰 영향력을 미치는 검사 도구의 특징과 현황을 종합적으로 정리하는 작업이 필요하다.

이 연구는 과학의 본성에 대한 연구를 되돌아보고 앞으로의 연구 방향을 모색하기 위한 방법의 하나로 최근 20년 동안 사용된 검사 도구를 중심으로 그 현황과 특징을 살펴보고, 이를 통해 과학의 본성에 대한 연구의 부족한 측면을 인식하여 앞으로의 연구 방향을 위한 시사점을 얻고자 한다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상 자료

과학의 본성에 대한 검사 도구를 사용한 연구를

고찰하고 사용된 검사 도구들의 특징과 사용 현황을 살펴보기 위해서 국내외에서 개발된 과학의 본성에 대한 검사 도구와 이 검사 도구를 사용한 논문을 포괄적으로 조사할 필요가 있다. 이를 위해 이 연구에서는 1990년부터 2009년 8월까지 국내외의 가장 대표적인 학회지 7개(한국과학교육학회지, 한국초등과학교육학회지, International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching, Research in Science Education, Science Education, Science & Education)를 대상으로 과학의 본성에 대한 검사 도구를 사용한 논문들을 추출하여 이 논문들에서 사용된 검사 도구의 사용 현황을 조사하였다.

1990년부터 2009년 8월까지 7개 학회지에 게재된 논문 중에서 과학의 본성에 대한 검사 도구를 사용한 논문은 총 99편(한국과학교육학회지-21편, 한국초등과학교육학회지-8편, International Journal of Science Education-22편, Journal of Research in Science Teaching-25편, Research in Science Education-2편, Science Education-13편, Science & Education-8편)으로 파악되었다.

과학의 본성에 관한 연구에서 주로 사용하는 도구에 대해 더 자세히 알아보기 위해 사용 빈도가 가장 높은 검사 도구 10개를 선정하여 도구의 특징을 살펴보고, 시사점을 탐색하였다. 검사 도구를 선정할 때, 연구자가 자체적으로 검사 도구를 개발하여 사용하였지만 이후, 다른 연구자에 의해 재사용되지 않은 도구(Gustafson & Rowell, 1995; Waters-Adams, 2006)들은 배제한 뒤, 사용 현황이 가장 높은 10개의 검사 도구를 선정하였다. ‘검사 도구’는 연구자의 특성에 영향을 받지 않고 과학의 본성에 대한 인식 자료를 모을 수 있어야 하며, 다른 연구자들이 재사용할 수 있도록 표준화되어 있어야 한다. 따라서 검사 도구의 범위는 점수나 특성들을 산출할 수 있는 지필 평가의 형태와 구조화된 면담 또는 반 구조화된 면담 시 미리 정한 질문 문항으로 제한했다.

2. 검사 도구 분류의 준거 및 분석 방법

애석하게도 현재 과학의 본성에 대한 검사 도구들의 특징을 체계적으로 분석할 수 있는 분석틀은 존재하지 않는다. 더욱이 과학 본성의 구성 개념에 대한 합의가 이루어지지 않았다는 주장도 있다(Alters, 1997; Hipkins *et al.*, 2005). 실제로 과학이 여러

학문 분야와 연관되어 있어서 지금까지 과학의 본성과 그 범주에 관한 많은 논쟁이 있어 왔고(양일호 등, 2005), 과학의 본성에 대한 개념은 보편적이거나 고정적이지 않아서 20세기 초 학교 과학교육의 목적 중 하나로 다루어진 이래 계속 변화되어왔다(조희형 등, 2009). 따라서 과학의 본성에 대한 검사 도구를 구분하고 분석하는 일은 과학의 본성에 대한 연구의 관점에 따라 달라질 수 있으며, 여러 가지 준거에 따라 다양한 분류가 있을 수 있다.

이 연구에서는 그 준거를 방법론적 측면과 내용적 측면으로 나누어 고찰하고자 한다. 먼저 방법론적 측면에 대한 고찰은 과학의 본성에 대한 검사 도구를 가장 종합적으로 연구한 Lederman *et al.*(1998)의 분석 표현 방식(문항 형태, 총점 산출 방식, 하위 척도 유무, 연구 대상 등)을 기준으로 사용하였으며, 각 기준에 따라 검사 도구들이 갖는 특징을 살펴보았다. 이와 더불어 장병기(2004)가 제기한 방법론적 문제(문제 상황, 반응 유형, 자료 해석, 조사 형태)에 따라 도구를 분류하였다.

내용적 측면은 여러 나라의 과학교육 표준 문서에 나타난 과학의 본성 지도 내용과 과학의 본성에 대한 연구에서 강조하고 조사되는 내용과의 비교를 통해 알아보았다. 이는 과학의 본성에 대한 연구가 중점을 둔 과학의 본성 영역과 과학교육 표준 문서들이 중점을 두고 지도하고자 하는 과학의 본성 영역이 일치하는지 알아봄으로써 과학의 본성에 대한 연구들이 어떤 측면에서 부족한지를 인식하기 위함이다. Benchmarks for Science Literacy(AAAS, 1993)와 National Science Education Standards(NRC, 1996)와 같은 표준 문서들은 미국의 과학교육 정책과 실행에 큰 영향을 미친다. 50개 주 대부분은 그들이 가진 과학교육 틀이나 기준에 과학의 본성에 대한 기준을 포함하여 Benchmarks for Science Literacy와 National Science Education Standards에 적합하도록 개정해왔다(Good & Shymansky, 2001). 이외에도 A Statement on Science(Curriculum Corporation, 1994)나 Common Framework(Council of Ministry of Education, 1996)와 같은 표준 문서들은 각국의 과학교육 지도 목표와 영역 및 지향점을 대표하기 때문에 이를 과학의 본성 검사 도구의 조사 내용과 비교함으로써 과학 본성 연구의 부족한 측면을 알아보고자 하였다. 특히 우리나라 교육 과정은 과학의 본성을 지도하도록 언급하고 있으나, 세부 지도 지

침이나 지도 내용, 명시적 지도 사례가 없기 때문에 외국의 과학교육 표준 문서들을 기준으로 비교하였다.

McComas와 Olson(1998)은 다음의 과학교육 표준 문서에서 추천하고 있는 과학의 본성에 대한 내용을 분석하여 정리하였다. 과학교육 표준 문서에서 나타나는 과학의 본성에 대한 내용을 정리한 표는 총 52개의 진술문으로 이루어져 있다(표 1 참조).

- USA : Benchmarks for Science Literacy(AAAS, 1993)
- USA : National Science Education Standards(NRC, 1996)
- USA : Science Framework for California Public Schools(California Department of Education, 1990)
- USA : The Liberal Art of Science(AAAS, 1990)
- Australia : A Statement on Science(Curriculum Corporation, 1994)
- England/Wales : Science in the National Curriculum (Department of Education, 1995)
- New Zealand : Science in the New Zealand Curriculum(Ministry of Education, 1993)
- Canada : Common Framework(Council of Ministry of Education, 1996).

이 연구에서는 McComas와 Olson이 정리한 과학 교육 표준 문서의 내용을 과학의 본성 검사 도구의

문항 내용과 비교하였다. 비교 방법은 표 2와 같다. 표 2의 예는 McComas와 Olson이 정리한 과학교육 표준 문서의 진술문 중 ‘과학 지식은 잠정적이다.’가 각 검사 도구의 문항 조사 내용에 포함되어 있는지 비교한 것으로서, 문항의 조사 목적이 진술문과 일치할 경우 서로 공통된 내용에 중점을 두고 있는 것으로 분류하였다. 연구자 외의 과학교육 전문가 1인이 같은 방법으로 McComas와 Olson의 틀을 따라 검사 도구의 문항을 독립적으로 분류했으며, 분류자간 일치도는 87.6%였다.

하지만 본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다. 국내의 7개의 학회지에 게재된 논문만을 대상으로 분석하여 검사 도구를 선정했기 때문에 전 세계 과학교육 연구의 전반적인 검사 도구 사용 현황을 종합적으로 살펴보았다고 보기 어렵다. 또한, 과학교육 표준 문서와 비교한 결과 역시 접근이 용이한 영·미 문화권 국가의 과학교육 표준 문서 8개와의 비교 결과라는 제한된 의미에서 해석되어야 할 것이다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 도구 사용 현황

분석 대상 논문들이 사용한 도구의 출처를 조사한 결과는 표 3과 같다. 총 99편의 논문 중 21편(21.2%)의 논문이 해당 논문에서 자체 개발한 도구를 사용하였으며, 78편(78.8%)은 다른 논문에서 개발된 도구를 사용하였다. 국내·외의 논문 모두 도

표 1. 과학교육 표준 문서 내용(McComas & Olson, 1998)

| 진술문 | 과학 교육 표준 문서 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 과학 지식은 안정적이다. | | | ○ | | ○ | | | | ○ |
| 2. 과학 지식은 잠정적이다. | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 3. 과학은 끝나지 않을 것이다. | | | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 4. 과학은 경험적 증거에 의존한다. | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| 중략 | | | | | | | | | |
| 51. 과학적 관념은 과학자의 사회/역사적 환경에 의해 영향을 받는다. | | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 52. 과학은 전에 어떻게 되어 왔는가에 의존한다. | | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ |

1. Benchmarks for Science Literacy, 2. Science Framework for California Public Schools, 3. National Science Education Standards, 4. A Statement on Science, 5. The Liberal Art of Science, 6. Science in the National Curriculum, 7. Science in the New Zealand Curriculum, 8. Common Framework.

표 2. 검사 도구와 과학 교육 표준 문서 비교 방법 예시(‘과학 지식은 잠정적이다.’에 대해)

| 검사 도구 | 문항 번호 | 문항 진술문 | 과학 교육 표준 문서 진술문 |
|-----------------------|-------|---|------------------|
| NSKS ¹ | 37 | -과학 지식은 재검토하고 변화하는 대상이다. | |
| M-NSKS ² | 28 | -과학 지식은 재검토되고 때때로 시간이 흐름에 따라 변한다. | |
| VOSTS ³ | 90411 | -과학자가 과학 연구를 정확하게 실시했을 때에도, 발견한 지식은 미래에 변할 수도 있다. | |
| Nott & Wellington | . | . | |
| Solomon <i>et al.</i> | . | . | 2. 과학 지식은 잠정적이다. |
| Palmquist & Finley | 7 | -과학에서 지식은 잠정적이다. | |
| PPP ⁴ | 2-1 | -시간이 흐르면 과학자의 이론이나 관찰 사실의 의미가 변화하는가? | |
| Chun | 1 | -과학 지식은 잠정적이고 변할 수 있다. 과학 지식은 절대적 진리가 될 수 없다. | |
| 이은아 | . | . | |
| VNOS-C ⁵ | 4 | -과학자들이 과학이론을 개발한 후에, 이론은 변하는가? | |

1. Nature of Scientific Knowledge Scale, 2. Modified Nature of Scientific Knowledge Scale, 3. Views on Science-Technology-Society, 4. Philosophical Perspectives Probe, 5. Views of Nature of Science Questionnaire.

표 3. 검사 도구의 개발 관련 현황

| 도구 사용 | | 국외 | | 국내 | | 소계 |
|---------|--------|-------|------|-------|------|------|
| | | 자체 개발 | 재 인용 | 자체 개발 | 재 인용 | |
| 자체 개발 | 빈도 | 18 | 5 | 3 | 0 | 21 |
| | 백분율(%) | 25.7 | 27.8 | 10.3 | 0 | 21.2 |
| 타 도구 인용 | 빈도 | 52 | | 26 | | 78 |
| | 백분율(%) | 74.3 | | 89.7 | | 78.8 |

구를 자체 개발하기보다는 다른 논문에서 개발된 도구를 인용하는 비율이 높았다. 국내의 경우, 국외에 비해 타 논문의 도구를 인용한 비율이 더 높았고, 자체적으로 만들어 쓴 검사 도구들은 다시 재 인용된 적이 없었다. 타 도구를 인용한 경우도 국내에서 발표된 검사 도구인 PPP와 이은아(2001), HS-VOSTS(임재항 등, 2004)를 인용한 경우는 총 5편에 불과했고, 외국 검사 도구를 사용한 경우 20편, 국내 검사 도구와 외국 검사 도구를 통합하여 사용한 경우 1편으로, 우리나라의 경우 외국에서 개발된 검사 도구를 그대로 번안하거나 수정하여 사용하는 경우가 많다(장병기, 2004)는 것을 확인할 수 있었다. 국외의 경우, 자체 개발된 18편(25.7%)의 논문 중에서 5편이 다른 논문에 의해 재사용되었으며, 그 도구는 VNOS-A(Lederman & O'Malley, 1990),

MNSKS (Meichtry, 1992), Solomon *et al.*(1996), Palmquist & Finley(1997), Moss *et al.*(2001)이었다. 자체적으로 도구를 만들어 사용하였으나 해당 논문 이후에는 재사용되지 않은 논문은 총 13편이었다. 이 논문의 도구들은 면담이나 개방형 지필 평가의 형식이어서 다른 연구자들이 사용할 경우에 결과를 해석하기 어렵거나(Abell & Smith, 1994; Gustafson & Rowell, 1995) 검사 문항 전체가 논문에 명확하게 실려 있지 않아서 사용하기 어려운 경우(Niaz, 2009; Dhingra, 2003)가 대부분이었다.

다음으로 논문들이 사용한 검사 도구의 빈도를 살펴보았다. 표 4에 나타난 것과 같이 국내외를 합하여 VNOS, VOSTS, ‘Solomon *et al.*’의 사용 빈도가 높았고, 특히 VNOS의 사용 빈도가 다른 도구에 비해 현저하게 높았다. VNOS는 Lederman을 중심으로 같은 연구자 집단에 의해 개발되었으며, VNOS-A가 개발된 이래로 변화와 개선을 거듭하여, 현재 A, B, C, D, E, Sci형까지 개발되었다(Lederman, 2007). A형부터 Sci형은 연구 대상에 따라 어휘나 평가 영역을 수정하였지만 진술문은 유사하다(Abd-El-Khalick *et al.*, 2001; Lederman, 2007). 이런 이유로 검사 도구를 인용한 문헌들은 A, B, C, D형을 구별하여 사용하지 않고, 출처를 VNOS로만 밝힌 경우가 있었다. 따라서 VNOS에 관한 사용 현황을 각 ‘형’마다 구별하지 않았다. 국외의 경우, VNOS, VOSTS,

표 4. 검사 도구의 사용 빈도

| 검사 도구 | 사용 현황 | 개발자 | 개발 년도 | 사용 현황 | | |
|-----------------------|----------|------------------------------|-------|-------|----|----|
| | | | | 국외 | 국내 | 합계 |
| NSKS | | Rubba & Andersen | 1978 | 2 | 0 | 2 |
| M-NSKS | | Meichtry | 1992 | 2 | 1 | 3 |
| VOSTS | | Aikenhead <i>et al.</i> | 1989 | 5 | 7 | 12 |
| Nott & Wellington | | Nott & Wellington | 1993 | 0 | 6 | 6 |
| Solomon <i>et al.</i> | | Solomon <i>et al.</i> | 1996 | 6 | 4 | 10 |
| Palmquist & Finley | | Palmquist & Finley | 1997 | 2 | 1 | 3 |
| PPP | | 소원주 | 1998 | 0 | 3 | 3 |
| Chun | | Chun | 2000 | 0 | 2 | 2 |
| 이은아 | | 이은아 | 2001 | 0 | 2 | 2 |
| VNOS | VNOS-A | Lederman & O'Malley | 1990 | 31 | 7 | 38 |
| | VNOS-B | Abd-El-Khalick <i>et al.</i> | 1998 | | | |
| | VNOS-C | Abd-El-Khalick & Lederman | 2000 | | | |
| | VNOS-D | Lederman & Khishfe | 2002 | | | |
| | 검사 도구 종합 | Lederman <i>et al.</i> | 2002 | | | |
| | VNOS-Sci | Schwartz & Lederman | 2008 | | | |

‘Solomon *et al.*’의 사용 빈도가 높았으며, 국내에서는 VOSTS와 ‘Nott & Wellington’, VNOS가 높았다. 국외에서 높은 사용 빈도를 보인 검사 도구들은 국내에서도 사용 빈도가 높았다. 그러나 국내에서 사용 빈도가 높았던 ‘Nott & Wellington’의 경우 국외에서는 사용된 적이 없었고, 국내에서 발표된 PPP와 ‘이은아’도 국외에서 사용된 적이 없었다.

과학의 본성과 관련된 검사 도구 개발자들이 일관된 하나의 과학 철학적 관점을 채택하는 것이 아니고, 주제에 따라 임의로 서로 다른 과학 철학을 넘나들고 있으며(Koulaidis, 1995), 과학 본성의 기준을 뒷받침하는 철학적인 기본 가정을 정확히 제시하지 않았다는 비판이 있어왔다(소원주, 1998). 이와 반대로 Lederman *et al.*(2002)은 검사 도구 문항에서 응답을 철학적 입장으로 설계한 경우에, 연구 대상자들이 한 선택에 상관없이 연구 대상자들을 종종 귀납주의자, 검증주의자, 가설연역주의자처럼 특정 철학적 관점에 굳어져 있는 것처럼 평가하고 있다고 비판하였다. 이에 과학의 본성 검사 도구를 사용하는 논문들이 철학적 입장에 따라 응답자를 구분하였는지 살펴보았다.

표 5에 나타난 것처럼 전체 99편의 논문 중에서 16편(16.2%)이 철학적 관점에 따라 학생들을 구분하였으며, 83편(83.8%)은 철학적 관점에 따라 학생들을 구분하지 않았다. 즉, 최근 20년간 게재된 논문들은 응답자를 철학적 관점에 따라 구별하지 않는 경향이 더 컸다. 국내의 경우, 철학적 관점에 따라 학생들을 구분하는 비율(37.9%)이 구별하지 않는 비율(62.1%)보다 작았지만, 국외(7.1%)와 비교했을 때에는 국내에서 구분하는 비율이 더 컸다. 이러한 결과는 ‘Nott & Wellington’과 PPP의 영향이라 할 수 있다. ‘Nott & Wellington’과 PPP는 응답자의 응답을 철학적 입장에 따라 구분하는 검사 도구이다. 앞서 언급한 바와 같이 국외에서는 ‘Nott & Wellington’과 PPP가 사용된 적이 없다. 그러나 국내에서 철

표 5. 검사 도구의 사용 특징

| 도구 사용 | 국외 | | 국내 | | 합계 | | |
|-----------|--------|-----|------|------|------|------|------|
| | 유 | 무 | 유 | 무 | 유 | 무 | |
| 철학적 관점 | 빈도 | 5 | 65 | 11 | 18 | 16 | 83 |
| | 백분율(%) | 7.1 | 92.9 | 37.9 | 62.1 | 16.2 | 83.8 |

학적 관점으로 응답자를 구분하는 논문의 대부분이 이 도구를 사용하였다. 'Nott & Wellington'을 사용한 논문의 결과 해석 방식을 살펴보면 'Nott & Wellington'이 제시한 방법을 그대로 사용하거나(5개의 차원에서 구분), 장병기(1995)가 'Nott & Wellington'을 변안·수정할 때 각 철학적 입장을 고전적 관점과 현대적 관점으로 구분한 방식을 사용하였다.

각 논문들이 과학의 본성을 조사하기 위해 사용한 도구의 형태를 알아보았다. 국내의 경우, 강제 선택식(선다형, 리커트 척도, 진위형 등) 문항을 사용하는 논문(69%)이 개방형이나 면담 형식의 문항을 사용하는 논문(20.7%)보다 많았다. 그러나 국외의 경우에는 이와 반대로 개방형이나 면담 형식의 문항을 사용하는 논문(64.3%)이 강제 선택식 문항을 사용하는 논문(11.4%)보다 많았다. 강제 선택식과 개방형·면담의 형태를 통합하여 사용하는 비율도 국내가 더 적었다. 강제 선택식 문항은 개발자와 응답자가 같은 방식으로 문항을 해석하고 인식한다고 가정하기 때문에 개발자의 관점을 반영하고, 심각한 모호함을 드러내어 타당도가 떨어진다는 비판을 받아왔다(Aikenhead *et al.*, 1989; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a). 그럼에도 불구하고 국내 연구가 강제 선택식 검사 도구를 선호하는 이유는 면담과 개방형 문항의 경우 시간이 오래 걸리고 대규모 연구를 할 수 없기 때문에 대규모 연구와 양적 연구, 통계 처리를 선호하는 최근까지의 우리 연구 문화 때문으로 추측된다.

2. 검사 도구의 특징 분석

1) 각 검사 도구의 개요

과학의 본성에 대한 각 도구들의 특징을 더 자세히 살펴보기 위해 논문들이 사용한 도구 중에서 사용 빈도가 가장 높은 도구 10개를 선정하였다. 선정된 검사 도구는 다음과 같다.

표 6. 검사 도구의 문항 형태

| 문항 | 국외 | | | 국내 | | |
|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| | 강제 선택식 | 개방형/면담 | 통합 | 강제 선택식 | 개방형/면담 | 통합 |
| 빈도 | 8 | 45 | 17 | 20 | 6 | 3 |
| 백분율(%) | 11.4 | 64.3 | 24.3 | 69 | 20.7 | 10.3 |

- Nature of Scientific Knowledge Scale(Rubba & Andersen, 1978)
- Modified Nature of Scientific Knowledge Scale (Meichtry, 1992)
- Views on Science-Technology-Society(Aikenhead *et al.*, 1989)
- Nott & Wellington(1993)
- Solomon *et al.*(1996)
- Palmquist & Finley(1997)
- Philosophical Perspectives Probe(소원주, 1998)
- Chun(2000)
- 이은아(2001)
- Views of Nature of Science Questionnaire(Lederman *et al.*, 2002)

먼저 NSKS는 Rubba와 Andersen에 의해 1978년에 개발된 5단계 리커트 형식의 검사 도구이다. 이 검사 도구는 Showalter(1974)가 정리한 과학의 본성에 관한 9가지 요소를 바탕으로 과학 지식의 본성을 6개의 요소(초도덕성, 창조성, 발달성, 간결성, 검증가능성, 통일성)로 정리하고, 이를 평가하기 위해 각 요소 당 8개의 문항을 개발하였으며, 총 문항은 48개이다. M-NSKS는 Meichtry가 1992년에 NSKS를 수정하여 개발한 5단계 리커트 형식의 검사 도구이다. 평가 방식은 NSKS와 동일하지만 Rubba와 Andersen(1978)이 제시한 과학 지식의 본성 중 '초도덕성', '간결성' 요소를 제외하고 4개의 요소(창조성, 발달성, 검증가능성, 통일성)만 평가하고 있다. 문항은 총 32개이다. VOSTS는 Aikenhead *et al.*에 의해 1989년에 개발된 문항 수 114개의 선다형 검사 도구이다. 이 검사 도구는 과학의 본성을 평가하기 위해 제작된 검사 도구가 아니라 STS에 대한 학생들의 이해를 조사하기 위해 제작되었다. 9개의 영역으로 구성되어 있으며, 이 중 9영역이 과학 지식의 본성에 대한 문항으로 구성되어 있다. 또한, 이전 검사 도구에서 구조화된 응답을 연구자가 제공했던 것을 피하고 학생들의 대안 개념을 답지로 제작하였다(Lederman, 2007). 정답과 오답이 없으며 단지 학생들의 답은 그 문제에 대한 그들 자신의 생각을 나타내는 것일 뿐이다(Aikenhead *et al.*, 1989). Nott와 Wellington이 1993년에 개발한 검사 도구는 11단계 리커트 형식의 24개 문항으로 구성되어 있다. 응답자의 입장을 5개의 차원으로 나누어 제시한다. '상대주의/실

증주의’, ‘귀납주의/연역주의’, ‘상황주의/비상황주의’, ‘과학의 과정/내용’, ‘도구주의/실재주의’의 각 차원에서 어느 입장에 가까운지 제시한다. Solomon *et al.*이 1996년에 개발한 검사 도구는 총 6문항으로 이루어져 있으며, 이 중 5문항은 선다형 문항이고, 1문항은 개방형 문항이다. 이 검사 도구는 ‘이론’, ‘실험’, ‘이론과 실험의 상호작용’에 대해 학생들이 이해하는지에 관심을 두고 있으며, 사회나 정치와 관련된 과학을 학생들에게 질문하는 것은 학생 수준에 맞지 않는다고 생각하여 배제하고 있다. Palmquist와 Finley가 1997년에 개발한 검사 도구는 과학의 본성에 대한 5가지 측면(과학 지식, 과학 방법, 과학 이론, 과학 법칙, 과학자의 역할)을 다루는 10개의 진술문에 동의하거나 동의하지 않는 이유를 진술하도록 하는 면담 형식이다. PPP는 소원주가 1998년에 개발하였으며, 문항이 총 24개의 3지선다형으로 구성되어 있다. 다른 검사 도구들과 달리 귀납주의, 상대주의, 반증주의로 응답자의 과학 철학적 입장을 나타낼 수 있다. Chun이 2000년에 개발한 검사 도구는 과학의 본성과 관련된 9개의 진술문으로 구성되어 있으며, 이 진술문에 동의하는지, 동의하지 않는지에 대한 의견을 응답자가 설명하는 면담 형식이다. 각 진술문은 ‘잠정성’, ‘주관성’, ‘검증 가능성’, ‘사회·문화·정치적 영향’, ‘창조성’, ‘간결성’, ‘과학적 방법’, ‘사고의 방식으로서의 과학’, ‘과학

과 기술의 관계’에 관한 내용이다. 이은아가 2001년에 개발한 검사 도구는 AAAS(1993)가 편찬한 Benchmarks for Science Literacy 중 과학의 본성과 관련된 진술문을 바탕으로 문제 은행 형태의 총 552개의 문항으로 구성되어 있다. 이 검사 도구는 학생들의 응답 결과를 해석할 때 발생할 수 있는 오해를 덜기 위해 동일한 기본 개념을 바탕으로 세 가지 다른 유형의 검사 문항을 개발하였으며, 각 유형마다 긍정형 문항과 부정형 문항으로 구성하였다. 따라서 총 6개 문항이 하나의 기본 개념을 평가하기 위한 묶음이다. VNOS는 Lederman을 중심으로 여러 연구자에 의해 개발되었다. VNOS-A형은 7개의 문항으로 된 개방형 설문지 형태이며, 응답자가 답지를 작성한 후에는 면담을 실시한다. 이런 방식은 VNOS의 다른 ‘형’에서도 계속 유지된다. VNOS에서 조사하는 과학의 본성 영역은 C형에서 가장 많은 영역을 조사하고, A형은 ‘과학 지식의 잠정성’을 조사한다. C형에서 검사한 영역은 ‘과학 지식의 특성(잠정성, 경험성, 창조성, 주관성)’, ‘관찰과 추론’, ‘이론과 법칙의 관계와 작용’, ‘과학에 대한 사회와 문화의 영향’, ‘보편적인 과학적 방법의 존재’이다. VNOS는 이 검사 영역을 연구 대상의 수준에 따라 수정하였다.

검사 도구의 일반적 특징을 정리한 결과는 표 7과 같다. 측정 대상을 살펴보면 ‘이은아’는 K-12의 학

표 7. 검사 도구의 일반적 특징

| 검사 도구 | 특징 | 측정 대상 | 문항 형태 | 문항 수 | 철학적 관점 평가 | 평가 하위 척도 | 검사 결과 해석 방식 |
|-----------------------|----|------------------------|--------------|---------------|--------------|-------------|-------------------|
| NSKS | | 고등학생 | 5단계 리커트 | 48 | × | ○ | 표준화된 점수 제시 |
| M-NSKS | | 6, 7, 8학년(중학생) | 5단계 리커트 | 32 | × | ○ | 표준화된 점수 제시 |
| VOSTS | | 고등학생 | 선다형 | 114 | × | ○ | |
| Nott & Wellington | | 과학교사 | 11단계 리커트 | 24 | ○ | ○ | 5개의 철학적 차원 |
| Solomon <i>et al.</i> | | 8, 10, 12~13학년 | 3지 선다형 및 개방형 | 6 | × | × | 응답 빈도 |
| Palmquist & Finley | | 예비교사 | 면담 | 10 | ○ | ○ | 전통적 / 중립 / 현대적 관점 |
| PPP | | 중학생 중학교 교사 | 3지 선다형 | 24 | ○ | ○ | 삼각 다이어그램 |
| Chun | | 과학교사 | 면담 | 9 | × | ○ | 서술 |
| 이은아 | | K-12 | 진위형 | 552 (92묶음) | × | ○ | 점수 제시 |
| VNOS-C | | 대학생, 대학원생, 예비 과학 교사 | 개방형 및 면담 | 10 | × | ○ | 소박한/세련된 관점 |

생들을 연령에 따라 K-2학년, 3~5학년, 6~8학년, 9~12학년으로 나누어 조사할 수 있는 문제 은행 형태의 검사 도구를 개발하였다. 최근에 초등학생을 대상으로 하는 연구들이 실시되고 있지만 ‘이은아’를 제외하고 9개의 검사 도구는 초등학생을 대상으로 하지 않으며, 중학생 이상을 대상으로 하고 있다.

각 검사 도구가 검사 결과를 해석하는 방식을 비교한 결과, NSKS와 M-NSKS는 응답 결과를 표준화된 점수로 제시하고 있다. M-NSKS의 경우, 최대 총점은 160점이고, 96점을 기준으로 하여 96점 이상이면 일반적으로 받아들여지고 있는 과학의 본성에 대한 관점을 가지고 있다고 평가한다. NSKS 역시 같은 방식으로 평가를 하는데 전체 총점을 240점으로 계산한다. ‘이은아’는 검사 결과를 점수로 제시하도록 하고 있으나, 검사 도구를 사용하는 연구자가 문제 은행에서 연구 대상에 알맞은 문항을 선별하여 사용해야 하기 때문에 총점은 검사 도구 사용자에 따라 달라질 수 있다. 또한 얻은 점수가 높을 경우 이 결과를 과학의 본성을 더 잘 이해하고 있다고 결론 내리지 않을 것을 강조하고 있으며, 단지 Benchmarks for Science Literacy(AAAS, 1993)가 나타내고 있는 과학의 본성에 대한 관점에 응답자가 가깝다고 결론을 내리도록 하였다. VOSTS는 개발자가 문항에 대한 해석을 제시하지 않고 있으며, 해석 방법은 후속 연구자에게 돌렸다(소원주, 1998).

‘Nott & Wellington’과 PPP는 철학적 관점으로 연구 대상을 분류하였다. ‘Nott & Wellington’은 5개의 수직선 위에 철학적 관점을 배치하여 응답자가 어떤 관점에 더 가까운지 제시하였다. PPP는 삼각다이어그램의 각 꼭짓점에 ‘귀납주의’, ‘상대주의’, ‘반증주의’를 배치하여 응답자의 응답 결과를 설명하였으며, 세 가지 관점 중에서 더 가까운 관점을 검사 결과로 제시하였다. ‘Palmquist & Finley’와 VNOS-C는 면담과 개방형 문항들로 이루어졌기 때문에 응답 결과를 몇 가지 관점으로 분류하여 연구자들이 분류한 관점 가운데 특정 관점을 응답자들이 가졌다고 결론 내리고 있다. ‘이은아’와 VNOS-C 개발자들은 표준 점수를 제시하는 것에 대한 문제점을 강하게 비판하고 있으며, 10개의 검사 도구 중 8개는 표준 점수를 제시하지 않고 있다.

평가를 할 때 하위 척도가 없을 경우 전체 해석만 할 수 있어서 과학의 본성과 같은 복잡한 구조에서는 맞지 않는다는 비판이 있어 왔다(Lederman, 2007). 따라서 연구 결과를 전체적으로 해석하는 방식 이외에 하위 척도를 제시하고, 이에 따라 세부 결과로 나누어 해석할 수 있는지 알아본 결과, ‘Solomon *et al.*’을 제외한 나머지 9개 검사 도구는 모두 하위 척도가 있었다.

다음으로 검사 도구가 과학의 본성의 여러 요소 중에서 어떤 요소에 초점을 두었는지 평가 중점을 알아보았다(표 8 참조). ‘이은아’가 조사하는 과학적

표 8. 검사 도구의 중점 평가 내용

| 검사 도구 | 중점 평가 내용 |
|-----------------------|---|
| NSKS | 과학 지식의 특성(초도덕성, 창조성, 발달성, 간결성, 검증 가능성, 통합성) |
| M-NSKS | 과학 지식의 특성(창조성, 발달성, 검증가능성, 통합성) |
| VOSTS | STS(정의, 과학의 외부 사회성, 과학의 내부 사회성, 과학 지식의 인식론) |
| Nott & Wellington | 과학에 대한 철학적 관점(과학 지식, 과학 과정과 방법, 과학교육) |
| Solomon <i>et al.</i> | 이론과 실험의 특징과 상호작용 |
| Palmquist & Finley | 과학적 지식, 과학적 방법, 과학적 이론, 과학적 법칙, 과학자의 역할 |
| PPP | 과학에 대한 철학적 관점(과학의 구획 기준, 과학의 변화 양상, 과학적 지식의 인식론적 지위, 과학적 방법) |
| Chun | 과학의 특성(잠정성, 주관성, 검증 가능, 사회·문화·정치적 영향, 창조성, 간결성), 과학적 방법, 사고의 방식으로서의 과학, 과학과 기술의 관계 |
| 이은아 | 과학적 세계관, 과학적 탐구, 과학적 기획 |
| VNOS-C | 과학 지식의 특성(잠정성, 경험성, 창조성, 주관성), 관찰과 추론, 이론과 법칙의 관계와 작용, 과학에 대한 사회와 문화의 영향, 보편적인 과학적 방법의 존재 |

세계관은 과학의 안정성, 잠정성 등과 같은 과학 지식의 일반적 특성을 포함한다. 따라서 과학의 본성 중 ‘이론’, ‘실험’의 특징을 살펴본 ‘Solomon *et al.*’을 제외하고, 9개의 검사 도구는 모두 과학 지식의 특성을 평가하는 데 초점을 두고 있다. NSKS와 M-NSKS는 과학 지식의 특성만 조사하고, VOSTS, ‘Nott & Wellington’, ‘Palmquist & Finley’, PPP, ‘Chun’, ‘이은아’, VNOS-C는 과학 지식의 특성 이외에 과학적 방법에 관련된 특성도 조사하고 있었다. 이를 통해 10개의 도구들이 과학 지식과 과학적 방법에 대한 특성에 공통적으로 중점을 두고 조사하고 있다는 것을 알 수 있다.

2) 검사 도구의 방법론적 문제에 따른 분류

첫 번째로 각 도구가 구체적 상황을 제시하는지 상황과 관계없는 형태인지 살펴본 결과, 10개의 도구 모두 ‘왜 과학자가 실험을 한다고 생각하는가?’ (Solomon *et al.*, 1996)처럼 상황을 제시하지 않는 문항을 가지고 있었다. VOSTS와 VNOS-C의 경우에는 과학자들의 활동에 대한 학생들의 생각을 조사하는 구체적 상황을 제시한 문항을 가지고 있었으나, 학교 과학을 문제 상황으로 제시한 도구는 없었다. 상황과 관계없는 문항 형태는 학생들이 마음속에 다양한 상황 중 어떤 것이든 응답할 수 있고, 연구자에게는 불확실성을 안겨준다(Leach, 1997)는 문제점을 가지고 있다. 따라서 맥락 중립적 문항을 사용할 때에는 이런 불확실성을 해결하기 위해 Kang *et al.*(2004)가 사용한 방법처럼 문항의 응답 이유를 기술하도록 하거나 VNOS처럼 면담을 할 필요가 있다.

두 번째로 학생들이 일반적으로 주장하는 견해와 구체적인 과제를 수행하는 행동에서 추리하는 반응 유형에 따라 분류하였다. 10개의 도구 모두 학생들이 일반적으로 주장하는 견해를 통해 조사 결과를 얻었으며, 학생들의 행동을 관찰하여 과학의 본성에 대한 인식을 조사하는 도구는 없었다.

세 번째로 각 도구의 자료 해석 견해에 대해 살펴보았다. 대부분의 도구들이 자료를 해석할 때 미리 규정된 견해와 비교하는 규범적 접근 방식을 사용하는데 반해 미리 정해진 잣대 없이 응답자의 관점에서 응답자의 반응을 이해하기 위해 견해를 끌어내는 의미-분석적 방법을 사용하는 도구는 VOSTS 뿐이었다.

표 9. 방법론적 문제에 따른 분류

| 방법론적 문제 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 문제 상황 | 맥락 중립 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 구체적 | | | ○ | | | | ○ | | | |
| 반응 유형 | 주장 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 행동 | | | | | | | | | | |
| 자료 해석 | 규범적 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ |
| | 의미-분석적 | | | | | | | ○ | | | |

1. Chun, 2. Solomon *et al.*, 3. VNOS-C, 4. Palmquist & Finley, 5. NSKS, 6. M-NSKS, 7. VOSTS, 8. Nott & Wellington, 9. 소원주, 10. 이은아.

3. 과학교육 표준 문서와 검사 도구 간 비교

McComas와 Olson이 정리한 과학교육 표준 문서의 내용과 과학의 본성 검사 도구의 조사 내용을 비교해 보았다. 과학교육 표준 문서들은 공통적으로 강조하는 내용이지만 과학의 본성 검사 도구의 조사 영역에는 포함되어 있지 않은 부분을 알아보기 위해, 8개의 과학교육표준 문서 중에서 5개 이상이 지도 내용으로 제시하고 있는 진술문과 과학의 본성 검사 도구 문항을 비교하였다. 그 결과는 표 10과 같다. ‘과학 지식의 특성’(잠정성, 경험성, 재현 가능성, 창조성 등)은 과학교육 표준 문서와 과학의 본성 검사 도구가 모두 중점을 두고 있는 것으로 나타났다. 그러나 과학을 둘러싼 맥락과 관련된 영역은 검사 도구의 일부만이 조사 영역에 포함시키고 있었으며, 특히 ‘과학은 사회적 전통의 일부이다.’, ‘과학은 문화적 전통의 일부이다.’와 같은 진술문의 내용을 포함하는 도구는 없었다. 이에 반해 과학의 맥락과 관련된 영역이지만 ‘과학적 관념은 과학자의 사회/역사적 환경에 영향을 받는다.’는 진술문은 5개의 도구가 검사 영역에 포함하고 있었다. 이러한 결과는 Driver *et al.*(1996)의 주장처럼 과학의 본성과 관련된 도구 및 연구들이 과학을 사회·문화의 공간 내에 존재하는 것이 아니라, 사회에 영향을 주고 사회로부터 영향을 받는 존재로 생각한다는 것을 알 수 있다. ‘과학자는 도덕적인 결정을 한다.’, ‘과학자는 정확한 기록을 유지할 필요가 있다.’ 등과 같이 과학자의 윤리와 관련된 영역과 ‘과

학하는 방법에 대해 배우기 위해 관찰이 중요하다’, ‘과학하는 방법에 대해 배우기 위해 이론이 중요하다.’ 등과 같은 과학 과정 기술과 과학 지식을 구성하는 요소의 중요성에 대한 영역을 조사하는 도구도 거의 없었다.

지금까지 과학교육 연구에서는 과학의 본성을 조사하기 위한 다양한 시도들이 있어 왔고, 그러한 시도들이 추구하는 방향도 과학의 본성에 대한 여러 영역(과학 지식, 과학적 방법, 과학자, 과학 사회 등)에서 다양하게 나타났다. 그런 다양한 방향의 연

구가 있었음에도 불구하고 과학의 본성 검사 도구 중에서 가장 많이 사용하는 10개의 도구들은 대부분 과학 지식의 특성과 과학적 방법에 대한 응답자의 인식을 조사하는 데 집중되어 있었다. 그리고 과학교육 표준 문서는 과학자의 윤리, 과학을 둘러싼 맥락, 과학 과정 기술과 과학 지식을 구성하는 요소의 중요성에 대해 가르치도록 추천하고 있으나, 검사 도구 중에는 이 영역에 대해 조사하는 경우가 적었다. 과학교육 표준 문서의 지도 내용과 검사 도구의 조사 내용에는 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

표 10. 검사 도구 별 조사 가능한 진술문

| 과학교육 표준 문서 진술문 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 과학 지식은 잠정적이다. | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | |
| 과학은 경험적 증거에 의존한다. | | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | ○ | ○ |
| 과학은 회의주의에 의존한다. | | | | | ○ | ○ | | | | |
| 과학 지식은 관찰에 바탕을 두고 있다. | | ○ | ○ | | | ○ | | | ○ | ○ |
| 과학 지식은 실험 증거에 바탕을 두고 있다. | | ○ | ○ | | ○ | ○ | | ○ | ○ | |
| 과학은 현상을 설명하기 위한 시도이다. | | ○ | | | | | | ○ | | |
| 과학은 점진적으로 변화한다. | | | | ○ | | | | | ○ | ○ |
| 과학은 혁명을 통해 변화한다. | | | | ○ | | | | | ○ | ○ |
| 과학자는 재현 가능성을 필요로 한다. | ○ | | | | ○ | ○ | | | | ○ |
| 과학자는 창조적이다. | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | |
| 모든 문화는 과학에 영향을 줄 수 있다. | | | ○ | | | | ○ | | | ○ |
| 과학은 전 세계에 걸쳐 밀접한 관련이 있다. | | | | | | | | | | ○ |
| 과학은 사회적 전통의 일부이다. | | | | | | | | | | |
| 과학은 문화적 전통의 일부이다. | | | | | | | | | | |
| 과학은 기술에 중요한 역할을 해왔다. | ○ | | | | | | ○ | | | |
| 과학적 관념은 과학자의 사회/역사적 환경에 영향을 받는다. | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | | | ○ |
| 과학은 인간의 노력이다. | | | | | | | | | | |
| 새로운 지식은 분명하게, 개방적으로 보고되어야 한다 | | | | | | | | | | |
| 과학자는 도덕적인 결정을 한다. | | | | | | | ○ | | | ○ |
| 과학자는 정확한 기록을 유지할 필요가 있다. | | | | | | | | | | ○ |
| 과학자는 정직하게 보고해야 한다. | | | | | | | | | | |
| 과학자는 새로운 생각에 개방적이어야 한다. | ○ | | | | | | ○ | | | ○ |
| 과학하는 방법에 대해 배우기 위해 관찰이 중요하다. | | | | | | | | | | ○ |
| 과학하는 방법에 대해 배우기 위해 이론이 중요하다. | | | | | | | | | | ○ |

IV. 결론 및 제언

이 연구는 1990년부터 2009년 8월까지 과학교육 관련 국내외 7개의 대표적 학회지에 게재된 논문 중에서 과학의 본성에 대한 검사 도구를 사용한 논문 99편을 대상으로 사용된 검사 도구의 현황과 특징을 살펴보았다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 국내·외의 논문 모두 도구를 자체 개발하기보다는 다른 논문에서 개발된 도구를 인용하는 비율이 높았다. 특히 우리나라의 경우에는 외국에서 개발된 검사 도구를 그대로 변안하거나 수정하여 사용하는 경우가 많았다.

둘째, 국내외를 합하여 VNOS, VOSTS, 'Solomon *et al.*'의 사용 빈도가 높았고, 특히 VNOS의 사용 빈도가 다른 도구에 비해 현저하게 높았다.

셋째, 최근 20년간 게재된 논문들은 응답자를 철학적 관점에 따라 구별하지 않는 경향이 더 컸으며, 국내와 국외를 비교했을 때에는 국내에서 구분하는 비율이 더 컸다.

넷째, 국내 연구가 국외에 비해 강제 선택식 검사 도구를 선호하였다. 국내의 경우, 강제 선택식 문항을 사용하는 논문이 개방형이나 면담 형식의 문항을 사용하는 논문보다 많았고, 국외의 경우에는 이와 반대로 개방형이나 면담 형식의 문항을 더 많이 사용했다.

다섯째, 과학의 본성 논문에서 가장 많이 사용하는 10개의 도구들은 대부분 맥락 중립적이고, 규범적으로 자료를 해석하며, 응답자의 인식을 그들의 주장으로부터 얻어내는 도구들이었다.

여섯째, 도구들은 대부분 과학 지식의 특성과 과학적 방법에 대한 응답자의 인식을 조사하는 데 집중되어 있었고, 과학자의 윤리, 과학을 둘러싼 맥락, 과학 과정 기술과 과학 지식을 구성하는 요소의 중요성에 대해 조사하는 경우는 적었으며, 과학교육 표준 문서의 지도 내용과 검사 도구의 조사 내용에는 차이가 있었다.

이상의 결과를 살펴보면, 과학의 본성에 대한 국내외의 연구에서 검사 도구를 사용하는 방식이나 현황에 차이가 있으며, K-12단계 수준에서 지도해야 할 과학의 본성에 대한 보편적 내용이 합의가 되었다고 할지라도(Lederman, 2007) 검사 도구의 조사 내용과 과학교육 표준 문서가 제시하는 지도 내용에 차이가 있었다. 또한, 과학의 본성 검사 도

구 각각의 내용은 과학교육 표준 문서에 나타난 지도 내용과 비교하여 부족한 측면을 드러냈다. 이와 같은 결과를 바탕으로 다음과 같이 제언을 하고자 한다.

초등학생의 경우, 맥락 중립적 문항을 적용하기에 무리가 따르고, 상황과 관계없는 문항 형태는 연구자에게 불확실성을 안겨줄 수 있으며, 규범적 자료 해석 방식은 개발자의 관점을 반영하는 문제가 있다(장병기, 2004). 그러나 과학의 본성 논문에서 가장 많이 사용하는 10개의 도구들의 대부분이 상황을 제시하지 않는 문항 형식을 가지고 있었으며, 학교 과학을 문제 상황으로 제시한 도구는 없었다. 또한, 학생들의 행동을 통해 과학의 본성에 대한 인식을 조사하는 방식과 의미-분석적 방법을 사용하는 도구는 거의 없었다. 따라서 이러한 문제점을 고려하여 기존의 도구를 검증하여 사용할 필요가 있으며, 새로운 형태의 도구 개발도 필요할 것이다.

과학의 본성에 관한 연구를 실시하는 궁극적 목적 중 하나는 학생들에게 과학의 본성을 효과적으로 지도하여, 학생들이 이에 대한 적절한 이해를 갖도록 하는 것이다(Bell *et al.*, 2003; Lin & Chen, 2002). 따라서 과학의 본성에 관한 연구는 학생들에게 가르칠 과학의 본성 내용에 대한 다양한 연구가 이루어져야 한다. 그러나 현재 검사 도구들은 과학 지식과 과학적 방법에 집중되어 있으며, 과학자의 윤리, 과학을 둘러싼 맥락, 과학 과정 기술과 과학 지식을 구성하는 요소의 중요성에 대한 부분은 부족한 실정이다. 최근 영국에서는 21세기를 대비하기 위한 새로운 국가 교육 과정의 지침을 위해 Beyond 2000 : Science Education for the Future(Millar & Osborne, 1998)에서 10가지의 권고 사항을 제시하였다. 그 내용 중에는 '과학적 소양을 강화하기 위해 설계되는 과학교육과정 내에서 현재 소홀히 다루어지고 있는 기술과 과학 응용의 측면들이 어떻게 통합될 수 있는가에 대한 연구가 반드시 수행되어야 한다.', '학생들은 과학내의 사회적 과정에 대해 이해해야 한다.'는 것과 앞으로 더욱 많이 직면하게 될 중요한 사회적, 윤리적 쟁점들에 대해 의견을 개진할 수 있도록 하기 위해 과학적 소양이 필요하다고 언급하고 있다. Beyond 2000(Millar & Osborne, 1998)에서 언급되었듯이 기술과 과학 응용의 측면, 과학내의 사회적 과정, 사회적·윤리적 쟁점과 관련된 교육은 21세기를 살아가는 학생들에게 필요하다. 그

러나 연구 결과는 과학을 둘러싼 맥락(사회, 문화, 역사, 기술 등)과 과학자의 윤리에 대한 영역의 연구 부족을 나타내었다. 이에 모든 과학의 본성 관련 연구가 이 영역들에 중점을 둘 필요는 없지만, 이런 영역에 대한 연구가 더 이루어질 필요가 있다. 특히, 교육적 효과를 얻기 위해 이러한 영역에 대한 학생의 인식 조사 연구뿐만 아니라 이 영역을 가르칠 교육방법에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다. Beyond 2000(Millar & Osborne, 1998)에서는 과학교육이 과학의 상세한 내용 지식에 치우쳐서 학생이 과학 지식의 발생 이유와 같은 과학의 문화적 기여에 대해 인식하지 못하는 문제점을 해결하기 위해 내러티브 형식의 설명적 이야기(explanatory stories)를 사용할 것을 제안하고 있다. 과학 지식을 발생시키는 주변 맥락이자 과학의 문화적 기여와 연결된 영역인 ‘과학을 둘러싼 맥락’과 ‘과학자의 윤리’도 ‘설명적 이야기’ 방식을 통해 가르칠 필요가 있다고 생각한다. 그러나 이에 대한 연구는 거의 없는 실정이므로, 그에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 교육부(1998). 초등학교 교육 과정 해설. 대한교과서 주식회사.
- 김지나, 김선경, 김동욱, 김현경, 백성혜(2008). 초등학교들의 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. *초등과학교육*, 27(3), 261-272.
- 나지연, 장병기(2005). 과학 연구 수업이 과학 본성에 대한 초등학교의 인식에 미치는 영향. *초등과학교육*, 24(5), 558-570.
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진(2002). 과학의 본성에 대한 초등학교생들의 견해. *한국과학교육학회지*, 22(4), 882-891.
- 소원주(1998). 과학교사의 과학 철학적 관점과 과학 서술 방식이 중학생들의 과학관의 변화에 미치는 영향. *한국교원대학교 대학원 박사학위논문*.
- 송진웅, 권성기(1992). 과학철학을 수강하는 대학원생의 과학의 본성에 대한 인식의 변화. *한국과학교육학회지*, 12(1), 1-9.
- 양일호, 한기갑, 최현동, 오창호, 조현준(2005). 초등 신규 교사의 과학 본성에 대한 신념. *초등과학교육*, 24(4), 360-379.
- 이은아(2001). 과학의 본성에 대한 학생들의 이해 발달 평가 문항의 개발 : 미국 AAAS의 “과학적 소양을 위한 기본”에 의거하여. *서울대학교 대학원 박사학위논문*.
- 임재향, 강순민, 공영태, 최병순, 남정희(2004). STS에 대한 고등학생들의 견해에 관한 평가도구 개발. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1143-1157.
- 장병기(1995). 과학 수업 및 과학의 본성에 대한 초등 교사의 인식. *초등과학교육*, 14(1), 1-15.
- 장병기(2004). 과학의 본성에 대한 학생의 생각을 조사하기. *초등과학교육*, 23(2), 159-171.
- 조정일, 김진희, 홍행화(2008). 10학년 과학 탐구 단원의 맥락에서 모델 구성과 규칙발견을 통한 명시적 수업이 과학의 본성의 관점에 미치는 효과. *한국과학교육학회지*, 28(8), 955-963.
- 조희형, 김희경, 윤희숙, 이기영(2009). 과학교육의 이론과 실제. *교육과학사*.
- 조희형, 박승재(2001). 과학론과 과학교육. *교육과학사*.
- 최준환(2009). 과학사를 활용한 과학수업 적용을 통한 중학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 발달. *한국과학교육학회지*, 29(2), 221-239.
- Abd-El-Khalick, F. & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2001). Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. (ERIC Document Reproduction Service No.ED472901). Retrieved June 16, 2009, from <http://eric.ed.gov/>.
- Abell, S. K. & Smith, D. C. (1994). What is science-preservice elementary teachers conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16(4), 475-487.
- Aikenhead, G. S. & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. & Fleming, R. W. (1989). *View On Science-Technology-Society* (form CDN.mc.5). from <http://na-serv.did.gu.se/teknik/teknikpdf/voststasks.pdf>.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39-55.
- American Association for the Advancement of Science (1993).

- Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report.* Retrieved June 16, 2009, from <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>.
- Bell, R. L., Blair, L., Crawford, B. & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Bianchini, J. A. & Colburn, A. (2000). Teaching the nature of science through inquiry to prospective elementary teacher: A tale of two researchers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 177-209.
- Chun, S. J. (2000). An examination of the relation among science teaching actions, beliefs, and knowledge of the nature of science. doctoral dissertation, Georgia University, Georgia.
- Dhingra, K. (2003). Thinking about television science: How students understand the nature of science from different program genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 234-256.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Good, R. & Shymansky, J. (2001). Nature-of-science literacy in benchmarks and standards: Post-Modern/Relativist or Modern/Realist?. *Science & Education*, 10, 173-185.
- Gustafson, B. J. & Rowell, P. M. (1995). Elementary preservice teachers : constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17(5), 589-605.
- Hipkins, R., Barker, M. & Bolstad, R. (2005). Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), 243-254.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies : Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Kang, S., Scharmann, L. & Noh, T. (2004). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314-334.
- Khishfe, R. & Lederman, N. G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Koulaidis, V. (1995). Science teacher' philosophical assumptions: how well do we understand them?. *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.
- Leach, J., Driver, R., Millar, R. & Scott, P. (1997). A study of progression in learning about 'the nature of science' : Issues of conceptualisation and methodology. *International Journal of Science Education*, 19(2), 147-166.
- Lederman, N. G. & O'Mally, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225-239.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. & Lederman, N.(Eds.) *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Wade, P. D. & Bell, R. L. (1998). Assessing the nature of science: What is the nature of our assessments?. *Science & Education*, 7, 595-615.
- Lin, H. & Chen, C. (2002). Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 773-792.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science educational standards documents. In W. F. McComas(Ed.) *The nature of science in science education, rationales and strategies*(p. 41-52). Netherlands : Kluwer Academic Publishers.
- Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science : Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.
- Meichtry, Y. J. (1993). The impact of science curricula on student views about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 429-443.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London : London.
- Moss, D. M., Abrams, E. D. & Robb, J. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), 43-65.
- Nott, M. & Wellington, J. (1993). Your nature of science profile: an activity for science teachers, *School Science Review*, 75(270), 109-112.
- Palmquist, B. C. & Finley, F. N. (1997). Preservice teachers'

- view of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 595-615.
- Rubba, P. A. & Andersen, H. O. (1978). Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science & Education*, 62(4), 449-458.
- Schwartz, R. S. & Lederman, N. G. (2008). What scientists say : Scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, 30(6), 727-771.
- Solomon, J., Scott, L. & Duveen, J. (1996) Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493-508.
- Waters-Adams, S. (2006). The relationship between understanding of the nature of science and practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919-944.