

초등 교사의 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 윤리적 민감성

박지선 · 송진웅
(서울대학교)

Elementary School Teachers' Ethical Sensitivity on Socio-scientific Issues

Park, Jisun · Song, Jinwoong
(Seoul National University)

ABSTRACT

As curriculum statements require addressing ethical and social issues which are raised by modern science and technology, the ability to perceive ethical and social issues regarding science is necessary for teachers to introduce socio-scientific issues (SSI) in their science class. The purpose of this study is to explore elementary school teachers' ethical sensitivity on SSI and attempts to give implications for teacher education. To explore the ethical sensitivity in the context of SSI, the revised version of the Test for Ethical Sensitivity on Science (TESS) was used. Two socio-scientific issues (genetic engineering and radioactive waste) were provided to read and write down five possible questions they believed should be considered before reaching a decision. Data was collected from eighty-two elementary school teachers in Korea. To analyze the ethical sensitivity, the responses including ethical considerations were analyzed by situation and ethical issues. The result showed that 81 out of 82 teacher participants provided at least more than one ethical consideration on each scenario of this study. However, not many teacher could raise various ethical issues and situation that ethical issue might occur. There were only a few teaches who could consider all the situations, 'process of scientific research', 'application of science and technology', and 'science influenced by society', that ethical issues might occur. Especially, teachers failed to consider that the ethical issue can occur in the situation when science is influenced by society. Based on the results, we suggest that during teacher education teachers need to experience finding various ethical issues that can occur in the context of SSI and especially considering the ethical issues when science is influenced by society.

Key words : ethical sensitivity, socio-scientific issues, elementary school teachers

I. 서 론

1980년대 이후, 과학적 소양은 과학교육의 주요 목표 중 하나로 인식되고 있다(AAAS, 1993; McComas & Olson, 1998). 과학적 소양은 뉴스나 미디어를 통해 제공되는 과학 지식을 이해하고, 이와 관련한 문제들을 합리적으로 판단하는 능력을 말하는데(Hodson, 2003; Ratcliffe & Grace, 2003), 오늘날 과학기술의 발달과 함께 나타나는 사회적 문제들은

과학적 소양의 중요성을 더 부각시키고 있다. 유전자 변형 식품, 동물 실험, 방사성 폐기물 처리장 건설, 송전선에 의한 전자기파의 피해, 기후변화 등의 과학 관련 사회적 쟁점(socio-scientific issues)들은 문제 해결을 위해 올바른 과학 지식 습득뿐만 아니라, 과급효과와 영향, 손실 등 다양한 측면을 고려할 수 있는 능력을 요구하고 있다(Bingle & Gaskell, 1994).

과학 관련 사회적 쟁점은 과학을 기반으로 한 비구조화된 문제 상황을 포함하고 있기 때문에, 과학

지식을 활용한 개인적 또는 사회적 수준의 의사결정을 수반한다(Ratcliffe & Grace, 2003). 이에 합리적 의사결정이 가능한 민주시민 양성을 위해 과학 관련 사회적 쟁점을 다룬 수업이 과학교육에 도입되었고, 여러 선행 연구들은 합리적인 의사결정에 필요한 과학 지식과 사고 전략이 무엇인지 파악하고자 하였다(Fleming, 1986a; Fleming, 1986b; Khishfe, 2012; Kolstø, 2001; Means & Voss, 1996; Sadler, 2004a; Tytler *et al.*, 2001). Fleming(1986a, 1986b)은 학생들이 과학 지식을 의사결정 과정에서 의미 있게 활용하지 못한다고 보고하였고, Ratcliffe and Grace(2003)는 과학 지식만으로는 합리적인 의사결정에 도달할 수 없음을 주장하였다. 과학 관련 사회적 쟁점은 최신 과학 영역에서 나타나는 것으로 증거나 정보가 불충분하기 때문에 과학지식에만 의존하여 의사결정하기 어려우며, 다양한 가치에 대한 판단이 수반될 수밖에 없음을 주장하였다. 따라서 과학 관련 사회적 쟁점에서 과학 이외의 여러 가치와 영역을 고려하는 것은 필수적이다.

특히, 과학 관련 사회적 쟁점은 인간의 삶과 긴밀한 연관이 있기 때문에 윤리적 측면의 고려는 더욱 중요하다(Cho, 2008). 예를 들면 유전자 조작 식품을 통해 얻을 수 있는 경제적 이득 또는 과학 발전만을 고려하고, 자연 질서의 파괴, 생명의 경시 풍조, 인간에 미치는 영향과 같은 윤리적 측면을 간과하는 것은 인간에게 큰 위험을 가져올 수 있다. 그러므로 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 합리적 의사결정을 위해서는 과학 지식의 이해뿐 아니라, 윤리적 측면을 고려한 올바른 가치 판단이 수반되어야 한다(Bell & Lederman, 2003; Kolstø *et al.*, 2006; Zeidler & Keefer, 2003; Zeidler *et al.*, 2005). 게다가 과학에서의 윤리적 측면은 과학의 본성과 밀접한 관련이 있다. 과학은 인간 활동의 산물이기 때문에 본질적으로 윤리적 측면을 내포할 뿐 아니라, 과학 연구도 하나의 사회적 과정이기 때문에 정직한 수행 및 보고 등의 연구 윤리와 같은 과학자의 윤리적 책무성이 요구된다(AAAS, 1993; Beauchamp & Childress, 2001; McComas & Olson, 1998; Resnik, 1998). 이와 같은 윤리적 측면의 강조는 그 파급효과가 단지 과학자 공동체에 그치지 않고, 전체 시민 사회 공동체에까지 이르기 때문이다. 그러므로 과학교육에서는 과학 관련 사회적 쟁점의 윤리적 측면을 인식하고, 이에 대한 합리적이고 책임감 있

는 시민 양성을 강조하고 있다(AAAS, 1993; NRC, 1996; Millar & Osborne, 1998).

윤리적 측면을 고려한 합리적 의사 결정을 위해서는 가장 먼저 과학 관련 사회적 쟁점이 윤리적 영역의 문제임을 인지하는 것이 선행되어야 한다. 이는 Rest and Barnett(1986)의 윤리적 민감성이라는 개념과 긴밀히 연관된다. Rest and Barnett(1986)은 윤리적 행위는 윤리적 민감성, 윤리적 판단력, 윤리적 동기화, 윤리적 품성, 이 네 가지 과정의 상호작용을 통해 일어난다고 하였다. 여기서 윤리적 민감성이란 특정 상황이 윤리적 영역의 문제임을 인식하는 것을 포함하며, 그 상황에서 발생할 수 있는 다양한 행동들을 따져보고, 행동의 결과가 다른 사람들에게 어떠한 영향을 미치는지를 고려할 수 있는 능력이다. Rest and Barnett(1986)은 윤리 지식이 있더라도 하더라도 어떤 문제가 윤리적 영역의 문제라고 느끼지 못한다면, 윤리적 추론 및 행동이 수반될 수 없음을 지적하며, 윤리적 민감성이 윤리적 측면을 고려한 합리적 의사 결정에서 가장 선행되어야 하는 과정임을 강조하고 있다.

이러한 윤리적 민감성은 교사가 과학 관련 사회적 쟁점을 활용한 수업을 하고자 할 때 더욱 중요한 의미를 갖는다. 교사는 과학과 관련된 사회적 쟁점들 중에서 학생들의 과학 수업에 적합한 윤리적 영역의 문제를 인식하고, 이를 수업의 주제로 채택하는 수업 준비 절차를 거치게 된다. 교사의 윤리적 민감성이 곧 교수학습의 질을 결정하는 중요한 요인들 중에 하나로 작용할 수 있다는 것을 의미한다. 그 동안 과학교육에서는 과학자 또는 과학을 전공하고 있는 대학생, 중등학교 학생들의 윤리적 민감성을 측정하는 연구는 이루어졌으나(Choi *et al.*, 2015; Clarkeburn, 2002; Do & Im, 2014; Sadler, 2004b), 교사의 윤리적 민감성에 대한 연구는 거의 수행되지 않았다. 특히, 초등교사는 과학 교과뿐 아니라, 도덕 및 사회 교과도 함께 가르치기 때문에 교과를 통합한 수업을 통해 과학 관련 사회적 쟁점의 윤리적 측면을 다룰 기회가 더 많을 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 과학 관련 사회적 쟁점과 관련된 교사 교육에 대한 시사점을 얻기 위해 초등학교 교사들의 윤리적 민감성을 살펴보았다. 과학 관련 사회적 쟁점이 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황임을 인지하고 있는지, 얼마나 다양한 윤리적 문제들을 고려할 수 있는지를 살펴보았다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 초등 교사의 과학 관련 사회적 쟁점의 윤리적 민감성을 살펴보기 위하여 서울, 경기, 충북, 부산 지역의 학교에 100부의 설문지를 우편 발송 및 직접 전달하여 82부의 설문지를 회수하였다. 이 연구에 참여한 교사의 성별은 남교사가 19명, 여교사가 63명으로 여교사가 많으나, 초등학교 여교사의 비율이 76%라는 통계 자료(KEDI, 2012)를 참고해 볼 때, 본 연구의 교사의 성별 비율은 현 실태를 반영하고 있다고 볼 수 있다. 또한 연구 대상자들을 교육 경력별로 살펴보면, 교육 경력이 5년 미만인 교사가 32명, 5년 이상 10년 미만인 교사가 23명, 10년 이상 20년 미만인 교사가 17명, 20년 이상 30년 미만인 교사가 8명, 30년 이상인 교사가 2명이다.

2. 검사 도구

초등 교사의 윤리적 민감성을 살펴보기 위한 검사는 Clarkeburn(2002)이 사용한 Test for Ethical Sensitivity(TESS) 검사지를 이 연구의 목적에 맞게 일부 수정하여 사용하였다. Clarkeburn의 TESS 검사지는 유전자 조작한 소를 이용하여 상업적 목적으로 질병을 치료하는 우유를 개발하는 사례를 제시하고, 이에 대한 세 가지 질문을 담고 있다. 첫 번째 질문은 사례에 대한 찬반 여부를, 두 번째 질문은 의사결정을 수행하기 전에 고려해야 할 사항이라고 생각되는 것 5가지를 묻는 것이며, 세 번째 질문은 두 번째 질문에 적은 고려해야 할 사항들 중 가장 중요하게 생각되는 것을 한 가지 적도록 하였다. 이 중 윤리적 민감성에 대한 분석은 두 번째 질문을 대상으로 이루어지며, 각 응답을 채점틀을 기준으로 0점에서 3점까지 점수를 부여하여 윤리적 민감성을 측정하였다.

본 연구는 교사들의 윤리적 민감성을 점수화 하여 민감성이 높고 낮음을 측정하는 것이 목적이 아니라, 교사들이 과학 관련 사회적 쟁점의 윤리적 측면을 어떻게 인식하고 있는지를 살펴보기 위한 연구이므로, Clarkeburn의 TESS 검사지의 형식을 수정하여 사용하되 분석 방법은 따르지 않았다. 또한 유전 공학이 과학 관련 사회적 쟁점의 대표적 사례 중 하나이지만, 단 한 개의 사례로는 부족하다는 연구자의 판단에 따라, 사례를 추가하여 연구를 실

시하였다. Clarkeburn(2002)은 TESS 검사지 개발 연구에서도 더 정확한 윤리적 민감성을 측정하기 위해서는 한 개 이상의 사례를 통해 측정하는 것이 필요함을 언급한 바 있으며, Fowler *et al.*(2009)도 TESS에 사례를 추가하여 TESS PLUS를 개발한 뒤 윤리적 민감성을 측정한 바 있다. 그러나 Fowler *et al.*(2009)은 TESS와 유사한 유전 공학 사례를 추가하여 TESS PLUS를 구성하였다. 유전 공학 사례가 대표적인 과학 관련 사회적 쟁점 사례임은 틀림없지만, 보다 다양한 사례를 통한 윤리적 민감성을 측정할 필요가 있다(Do & Im, 2014). 방사성 폐기물과 관련된 사례는 초등학교에서 다루는 대표적인 과학 관련 사회적 쟁점인 원자력 발전과 관련이 깊은 주제이다. 이와 동시에 방사성 폐기물 사례는 단순히 원자력 발전에 대한 찬반 논의 사례보다는 구체적인 맥락을 제시하고 있어 교사의 윤리적 민감성을 측정하기에 적합하다고 생각하였다. 이에 본 연구에서는 TESS가 제시하고 있는 유전 공학과 관련된 사례에 방사성 폐기물과 관련된 사례를 추가하여 연구를 실시하였다.

본 연구에서는 TESS 검사지에 방사성 폐기물과 관련된 사례를 추가하여 연구를 실시하기로 결정한 뒤, 다음과 같은 절차를 거쳐 수정된 검사지를 작성하였다. 우선, 본 연구진이 TESS 검사지를 한글로 번역한 뒤, 5명의 과학 교육 연구자들과 함께 용어 및 표현에 대한 적절성을 검토하고 수정하였다. 한글로 번역된 검사지는 영어와 한국어를 능숙하게 구사하는 과학 관련 전공자가 다시 영어로 역번역하여 기존의 TESS 검사지와 의미가 유사한지 비교분석하였다. 이러한 과정을 거쳐 기존의 TESS 검사지를 한글로 번역한 검사지를 완성하였다. 기존의 TESS 검사지 사례에 추가하기로 한 방사성 폐기물 관련 사례를 개발하기 위해서, 연구진은 완성된 한글 번역본 검사지의 문장 구조를 분석하여 각 문장에 대응되도록 사례를 개발하였다.

이러한 과정을 거쳐 본 연구에서는 유전자 조작 소를 이용하여 질병을 치료하는 우유를 생산하는 것에 대한 찬반 사례(유전공학 사례)와 원자력 발전 후 남은 사용후 핵연료에서 유용한 물질을 추출하여 재사용하는 것에 대한 찬반 사례(방사성 폐기물 사례)를 포함하고 있는 검사지를 만들었다. 각 검사지는 사례를 제시한 뒤, 사례에 대한 찬반과 의사결정을 수행하기 전에 고려해야 할 사항이라

고 생각되는 것을 5가지 적도록 하였다.

3. 분석 방법

본 연구에서는 ‘윤리적 민감성을 윤리적 문제가 내포된 쟁점 사례가 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황임을 인지하고, 그 상황에서 발생할 수 있는 문제를 예측할 수 있는 능력’으로 정의하였다. 본 연구가 정의하고 있는 윤리적 민감성에 기반하여 초등 교사들이 작성한 검사지의 응답을 다음의 세 단계를 거쳐 분석하였다.

첫째, 교사들의 응답 중에서 윤리적 고려가 포함된 응답들을 추출하였다. 윤리적 고려를 하고 있는 응답들을 추출하기 위하여 ‘안전, 위험, 확실성, 가치, 이로움’과 유사한 뜻을 지닌 단어가 들어간 응답들은 윤리적 고려를 하고 있다고 간주하였다. 반면, 과학적, 기술적, 또는 재정적 자료만으로 대답이 가능한 질문을 검사지의 응답으로 제시한 경우는 윤리적 고려를 하고 있지 않은 것으로 분류하였다. 응답이 의견만을 나타내고 고려해야 하는 것을 제시하지 않은 경우는 분석에서 제외하였다. 관점에 따라서는 본 연구에서 윤리적 고려라고 분류한 응답을 사회적 고려를 한 응답라고 볼 수도 있으나, 넓은 의미의 윤리에서는 상당 부분의 사회적 고려는 윤리적인 것과 맞닿아 있으며, 이를 구분하는 것은 쉽지 않다. 본 연구는 교사들의 응답을 윤리적 고려가 포함된 응답과 그렇지 않은 응답으로만 구분하여 분석하였다. 예를 들어 아래와 같이 방사성폐기물과 관련된 사례에서 P(8)과 같이 재정적 자료만으로 비용 절감효과를 대답할 수 있는 질문은 윤리적 고려를 포함하고 있지 않은 응답으로 분류하였다. 반면, P(3)과 같이 연구원의 안전 즉, 인간의 안전을 고려하는 질문은 윤리적 고려를 하고 있는 응답으로 분류하였다.

P(8): 연구에 들어가는 비용과 성공 후 우라늄 수입 비용 절감 대비 효과는 어느 정도인가?

P(3): 사용후핵연료를 재사용하는데 필요한 연구를 하는 연구원의 안전은 보장되는가?

둘째, 윤리적 고려를 하고 있는 응답들이 다루고 있는 주제를 분석하였다. 이를 위하여 각 응답이 내포하고 있는 주제를 간단하게 요약하여 코딩하고, 비슷한 범주에 속하는 응답끼리 분류하였다. 예

를 들어, ‘이러한 연구 즉, 핵치환하는 과정 중에 소에게 생기는 변이/병은 없을까?’와 같은 응답은 유전적 변이로 인한 생태계의 영향과 밀접한 연관이 있다고 볼 수 있으나, 소에게 생기는 변이 및 병이라고 명시적으로 표현하였으므로 ‘실험 동물의 복지’라는 범주로 분류되었다.

셋째, 윤리적 고려를 하고 있는 응답에서 초등 교사들이 어떠한 상황을 윤리적 고려가 필요한 상황이라고 보았는지 분석하였다. Fullick and Ratcliffe (1996)는 다양한 상황에서 윤리적 문제가 발생할 수 있음을 지적한 바 있다. 과학자가 과학 연구를 수행하는 과정이나 과학과 기술이 낳은 결과가 사회가 응용될 때 윤리적 문제가 발생할 수 있을 뿐 아니라, 연구에 필요한 재정 지원과 같이 사회가 과학에 영향을 미치면서 윤리적 문제가 발생할 수 있다고 하였다. 이에 본 연구에서는 윤리적 고려를 하고 있는 응답을 ‘과학 연구 상황’, ‘과학과 기술의 응용 상황’, 그리고 ‘사회가 과학에 영향을 미치는 상황’으로 나누어 분석함으로써, 윤리적 문제 발생 가능 상황에 대한 교사들의 인식도 살펴보았다.

자료 분석의 신뢰도를 확보하기 위하여 연구자 1인과 연구자 외의 과학교육 전문가 1인이 각각 10명의 교사 설문 응답을 분석하였다. 유전공학과 방사성 폐기물과 관련된 사례에 대한 분석시간 일치도는 각각 80%와 89%였으며, 불일치한 분석에 대해서는 최종적으로 하나의 의견에 도달할 때까지 상호 협의를 반복하였다. 이후 나머지에 대해서는 연구자 1인이 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 윤리적 고려를 포함한 응답

초등 교사 82명에게 유전공학 및 방사성 폐기물 관련 사례가 제시된 검사지를 제공하고, 각 사례에서 의사결정을 내릴 때 고려해야 할 사항들을 5가지 적도록 한 결과, 유전공학 사례에서는 교사 1명당 평균 4.5개의 고려사항(총 372개)을 작성하였으며, 방사성 폐기물 사례에서는 교사 1명당 평균 4.6개(총 385개)의 고려사항을 작성하였다. 교사들이 작성한 고려사항의 개수는 방사성 폐기물 사례가 유전 공학 사례보다 더 많음에도 불구하고, 윤리적 문제가 고려된 응답의 개수는 유전공학 사례가 더

많았다. 유전공학 사례에서는 윤리적 문제가 고려된 응답이 236개(63.4%)인 반면, 방사성 폐기물에서는 182개(47.3%)로 더 적었다. 이는 사례에 따라 의사결정에 미칠 수 있는 고려사항이 다를 수 있다는 Lee *et al.*(2012)과도 유사한 결과로, 본 연구에서는 유전공학 사례에서 윤리적 문제를 더 많이 고려하는 것으로 나타났다.

교사별로 윤리적 문제를 고려한 응답의 개수를 살펴본 결과, 대부분의 교사들이 1개 이상의 윤리적 문제를 의사결정 시 고려하는 것으로 나타났다. Table 1에서 볼 수 있듯이, 윤리적 문제를 전혀 고려하지 않은 교사는 유전공학 사례와 방사성 폐기물 사례에서 각각 1명이 있었다. 즉, 대부분의 교사들이 제시된 사례가 윤리적 문제를 포함하고 있는 과학 관련 사회적 쟁점임을 인식하는 것으로 해석될 수 있다.

2. 교사들이 고려한 윤리적 문제들

본 연구에서는 윤리적 문제를 고려하고 있는 교사들의 응답들을 귀납적으로 분류하여 어떠한 윤리적 문제들을 고려하고 있는지를 살펴보았다. 유전공학 사례에서 나타난 윤리적 문제들을 분류한 결과는 Table 2와 같다. 유전공학 사례에 포함된 윤리적 고려에 대한 응답들은 대체로 ‘안전과 위험’, ‘동물 복지’, ‘유전자 조작의 윤리성’, ‘연구의 이로움’에 대한 것들이었다. ‘안전과 위험’, ‘동물 복지’에 대해 언급한 응답이 많았으며, 대부분이 유전자 조작 우유의 잠재적 위험이나 이 우유를 만드는데 사용되는 유전자 조작에 대한 위험에 관련된 것들이었다. 이 외에도 우유의 접근가능성, 환경적 영향, 여론에 대하여 언급한 응답들도 있었다.

반면, 방사성 폐기물 사례에 대한 대부분의 응답에서는 대체로 ‘안전과 위험’, ‘환경적 영향’, 그리

Table 1. Number of teachers on how many ethical considerations was appeared in each scenario

| No. of ethical consideration | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|------------------------------|---|----|----|----|----|---|
| No. of teachers | Genetic engineering scenario | 1 | 10 | 20 | 27 | 15 | 9 |
| | Radioactive waste scenario | 1 | 18 | 33 | 24 | 4 | 2 |

Table 2. Examples of ethical issues raised in genetic engineering scenario

| Ethical issue | Number of responses | Examples |
|----------------------|---------------------|---|
| Safety and risk | 66 | “Can it be assured the safety of produced milk?” |
| Animal welfare | 79 | “Is the cloning cow using nuclear transfer technology healthy?” |
| Ethics of GM | 34 | “Is genetic modification ethically appropriate?” |
| Benefit | 17 | “Can this milk make a full recovery?” |
| Risk of misuse | 14 | “Is there any possibility that cloning technology can be misused?” |
| Accessibility | 6 | “Can low-income people buy this if this research succeed?” |
| Environmental impact | 5 | “What is the environmental impact of genetically modified animal?” |
| Social consensus | 5 | “How can you ask for consent of the group which is against genetic engineering or animal protection group?” |
| Others | 10 | “What is the problem if one research monopolize this technology?” |

Table 3. Examples of ethical issues raised in radioactive waste scenario

| Ethical issue | Number of responses | Examples |
|----------------------|---------------------|--|
| Safety and risk | 97 | “Is it worthwhile to take risk?” |
| Environmental impact | 31 | “Is there any evidence that this reprocessing technology is not harmful to environment?” |
| Social consensus | 15 | “Can you have approval of local residents?” |
| Risk of misuse | 18 | “Is there any possibility to misuse?” |
| Other | 21 | “Is there any ethical problems in nuclear reprocessing technology?” |

고 ‘여론’에 대한 윤리적 고려가 나타났다. 그 중에서 ‘안전과 위험’에 대한 언급이 가장 많았으며, 이들 대부분은 재처리 과정이나 시설에 대한 것들이었다. 이 외에도 오용될 위험에 대해 언급한 응답들도 있었다. 방사성 폐기물 사례에 대해 교사들이 제기한 윤리적 문제들을 분류한 결과와 이에 대한 예시를 Table 3에 제시하였다.

위와 같이 교사들이 고려하고 있는 윤리적 문제를 귀납적으로 분류한 뒤, 교사들이 얼마나 다양한 윤리적 문제를 고려하고 있는지 분석하였다. 아래의 예는 어느 한 교사가 방사성 폐기물 사례에 대한 응답을 적은 것이다. 이 교사는 5개의 고려사항을 적었으며, 그 중 4개가 윤리적 문제를 포함하고 있었다. 그러나 4개 중 2개는 안전 및 위험이라는 중복된(또는 유사한) 주제를 담고 있으므로, 이 교사는 총 3개의 윤리적 주제를 제기한 것으로 간주할 수 있다.

- (1) 재처리 시설은 안전한가? (안전 및 위험)
- (2) 재사용하게 될 경우 그 경제적 가치는? 재처리 시설 건설비용보다 가치가 있는가? (윤리적 문제를 포함하고 있지 않음)
- (3) 어느 지역이나 재처리 시설이 건설되기를 찬성하는 지역은 없을 것이다. 사회적 합의는 어떻게 이룰 것인가? (여론)
- (4) 핵연료 물질이 유출되지는 않는가? (안전 및 위험)
- (5) 이 연구가 사회에 이익을 끼치는가? 해를 끼치는가? 가령, 핵전쟁, 핵무기 개발에 악용 (오용될 위험)

이러한 방법으로 교사들이 얼마나 다양한 윤리적 주제를 의사결정 시 고려해야 할 사항으로 제기하였는지 확인하였으며, 이를 정리한 결과는 Table 4와 같다. 진술된 주제의 중복성 또는 유사성을 고려한 결과, 교사들이 제기한 윤리적 문제의 개수가 Table 1과 비교해 봤을 때 감소하였으며, 특히 응답에서 4-5개의 윤리적 문제를 제시하였던 교사의 수

가 상당히 감소한 것을 확인하였다.

3. 윤리적 고려가 요구되는 상황에 대한 분석

본 연구는 교사들이 각 사례에 대한 의사결정을 내릴 때 고려해야 할 사항으로 적은 응답들 중 윤리적 문제를 지적한 응답을 대상으로 어떠한 윤리적 문제를 고려하고 있는지와 함께 어떠한 상황에서 윤리적 문제가 발생할 수 있다고 보았는지도 분석하였다. 그 결과, 동일한 주제의 윤리적 문제를 지적하고 있으나, 윤리적 문제가 제기될 수 있는 상황이 서로 다른 응답들을 발견하였다.

- T(3): 특정 단백질을 포함한 우유를 개발하는데 성공한다면 그 단백질을 인간에게 적용해보는 임상실험은 어떻게 할 것인가?(안전한 실험인가? 인간에게 적용해도?)
- T(77): 우유를 복용하였을 때 생길 수 있는 문제점이나 부작용에는 어떤 것들이 있는가?

3번 교사의 응답과 77번 교사의 응답은 모두 우유가 인체에 영향을 미칠 위험에 대해 고려하고 있다. 그러나 3번 교사는 우유가 인체에 영향을 미칠 위험을 임상실험이라는 과학 연구 과정에서 검증할 수 있는지에 초점을 맞춘 반면, 77번 교사는 우유가 사판되어 사람들이 마시게 되었을 때 생길 수 있는 문제에 대해 초점을 맞춘 것을 확인할 수 있다.

- P(56): 사용후핵연료를 안전하게 보관할 수 있는가?
- P(71): 사용후핵연료가 노출되었을 때 위험성은?

방사성 폐기물 사례에 대한 응답에서도 비슷한 사례가 발견되었다. 56번과 71번 교사 모두 사용후핵연료의 위험성에 대해 우려하고 있지만, 56번 교사는 사용후핵연료가 과학 연구 과정에서 혹은 재처리 과정에서 안전하게 보관될 수 있는지에 대해 우려한 반면, 71번 교사는 사용후핵연료가 노출되었을 가상의 상황의 위험성에 대해 언급하였다.

이처럼 동일 주제의 윤리적 문제를 지적하고 있더라도 윤리적 문제가 제기될 수 있는 상황이 다를

Table 4. Number of teachers on how many ethical issues was appeared in each scenario N(%)

| No. of ethical issues | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Total |
|-----------------------|------------------------------|--------|----------|----------|----------|--------|--------|---------|
| No. of teachers | Genetic engineering scenario | 1(1.2) | 13(15.9) | 36(43.9) | 23(28.0) | 8(9.8) | 1(1.2) | 82(100) |
| | Radioactive waste scenario | 1(1.2) | 32(39.0) | 37(45.1) | 8(9.8) | 4(4.9) | 0(0.0) | 82(100) |

수 있다. 본 연구에서는 각 응답이 지적하고 있는 윤리적 문제가 제기될 수 있는 상황을 ‘과학 연구 상황(Process of scientific research)’, ‘과학과 기술의 응용 상황(Application of science and technology)’, 그리고 ‘사회가 과학에 영향을 미치는 상황(Science influenced by society)’으로 나누어 분석하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

유전공학 사례에 대하여 윤리적 고려가 포함된 236개의 응답 중 과학 연구 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제에 대한 것을 언급한 응답이 122개(51.7%), 과학과 기술의 응용 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제를 언급한 응답이 90개(38.1%), 사회가 과학에 영향을 미치는 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제를 언급한 응답이 12개(5.1%)인 것으로 분석되었다. 과학 연구 상황에 대한 응답이 가장 많았으며, 과학과 기술의 응용 상황에 대한 응답과 사회가 과학에 영향을 미치는 상황에 대한 응답이 그 뒤를 이었다. 사회과 과학에 영향을 미치는 상황에 대한 윤리적 문제들은 사회적 합의 또는 동의에 대한 문제들이 언급되었다. 반면, 방사성 폐기물 사례에서는 과학 연구 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제에 대한 것을 언급한 응답이 44개(24.0%), 과학과 기술의 응용 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제를 언급한 응답이 104개(56.8%), 사회가 과학에 영향을 미치는 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제를 언급한 응답이 20개(10.9%)인 것으로 확인되었다. 과학과 기술의 응용 상황에 대한 응답이 가장 많았으며, 과학 연구 상황과 사회가 과학에 영향을 미치는 상황에서 일어날 수 있는 윤리적 문제에 대해 언급한 응답이 그 뒤를 이었다. 이는 본 연구에 참여한 교사들이 과학이 응용되면

서 발생하는 윤리적 문제와 과학 연구 과정에서 야기되는 윤리적 문제들에 대해서는 고려할 수 있는 반면, 많은 교사들이 사회가 과학에 영향을 미치는 과정에서도 윤리적 문제가 발생할 수 있다는 점에 대해 인식이 낮은 것으로 해석될 수 있다. 이와 동시에 각 사례가 가진 특징에 따라 윤리적 문제가 실제로 빈번하게 일어나는 상황이 다르기 때문에 각 상황에 대한 응답 수에 차이가 나는 것을 발견할 수 있다. 이러한 이유로 본 연구에서는 Table 6과 같이 교사들이 얼마나 다양한 상황을 고려하고 있는지, 즉 ‘과학 연구 상황’, ‘과학과 기술의 응용 상황’, 그리고 ‘사회가 과학에 영향을 미치는 상황’을 고르게 고려할 수 있는 있는지도 분석하였다.

Table 6은 교사들이 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황을 다양하게 고려하고 있는지를 분석한 결과이다. 유전공학 사례의 경우, 한 가지 상황에 대해서만 고려한 교사가 32명, 2가지 상황을 고려한 교사가 43명, 3가지 상황 모두를 고려한 교사가 5명으로 나타났다. 2명의 교사는 제시한 모든 응답에서 상황이 드러나지 않아 0개로 분석되었다. 방사성 폐기물 사례의 경우, 제시한 모든 응답에서 상황이 드러나지 않았던 교사는 6명이었으며, 1개의 상황만을 고려한 교사가 37명, 2개의 상황을 고려한 교사가 37명이었다. 3개의 상황 모두 고려한 교사는 2명에 불과하였다. 즉, ‘과학 연구 상황’, ‘과학과 기술의 응용 상황’, ‘사회가 과학에 영향을 미치는 상황’을 모두 고르게 고려하고 있는 교사의 수가 적은 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

Table 5. Number of responses analyzed by situations where the ethical issues were considered

N(%)

| Example | The situations where the ethical issues was considered | | | |
|---------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | Process of scientific research | Application of science and technology | Science influenced by society | Situation not identified |
| Genetic engineering | 122(51.7) | 90(38.1) | 12(5.1) | 12(5.1) |
| Radioactive waste | 44(24.0) | 104(56.8) | 20(10.9) | 15(8.2) |

Table 6. Number of teachers on how many situations were considered in each scenario

N(%)

| No. of teachers | No. of situations | 0 | 1 | 2 | 3 | Total |
|----------------------------|-------------------|------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| | | Genetic engineering scenario | 2(2.4) | 32(39.0) | 43(52.4) | 5(6.1) |
| Radioactive waste scenario | | 6(7.3) | 37(45.1) | 37(45.1) | 2(2.4) | 82(100) |

본 연구는 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 초등 교사의 윤리적 민감성을 살펴보고, 교사 교육에의 시사점을 제공하고자 하였다. 여기에서 윤리적 민감성이란 과학 관련 사회적 쟁점이 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황임을 인지하는 것뿐 아니라, 그 상황에서 발생할 수 있는 문제들을 예측할 수 있는 능력까지 포함한 것으로 보았다. 교사들의 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 윤리적 민감성을 조사하기 위하여 본 연구에서는 유전공학과 방사성폐기물에 대한 사례를 각각 제시하고, 이에 대한 의사결정을 내리기 전에 고려해야 할 사항을 5가지 적도록 하였다. 그리고 초등 교사의 윤리적 민감성을 살펴보기 위하여 제시한 응답을 윤리적 고려를 포함한 응답과 그렇지 않은 응답으로 분류한 뒤, 윤리적 고려를 포함한 응답들이 다루고 있는 주제를 분석하였다. 또한 윤리적 고려를 하고 있는 응답에서 어떠한 상황을 윤리적 고려가 필요한 상황이라고 보았는지 분석하였다. 그 결과, 대부분의 초등 교사들이 본 연구에서 제시한 과학 관련 사회적 쟁점이 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황임을 인지하고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에 참여한 82명의 교사 중 81명의 교사가 각 사례에서 의사결정을 할 때 발생할 수 있는 윤리적 문제를 적어도 한 개 이상 고려하였다. 교사가 과학 관련 사회적 쟁점을 주제로 한 수업을 하고자 할 때, 교사가 과학 관련 사회적 쟁점이 윤리적 문제를 내포하는 쟁점 상황임을 인지하고, 발생 가능한 윤리적 문제를 인지하는 것은 매우 중요하다. 이러한 점에서 본 연구 결과는 매우 고무적이라고 할 수 있다.

그러나 과학 관련 사회적 쟁점에서 다양한 윤리적 주제 및 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황을 고려하고 있는 교사들은 많지 않았다. 특히, 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황을 ‘과학 연구 상황’, ‘과학과 기술의 응용 상황’, 그리고 ‘사회가 과학에 영향을 미치는 상황’으로 나누어 분석하였을 때, 대다수의 교사들이 ‘사회가 과학에 영향을 미치는 상황’에서 발생할 수 있는 윤리적 문제에 대해서는 고려하지 못하는 것으로 나타났다. 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황을 과학 관련 사회적 쟁점이 윤리적 문제를 내포하고 있다는 것을 인지하는 것도 중요하지만, 합리적인 의사결정을 위해서는 쟁점사항을 다각적으로 살펴보고, 발생 가능한 다양한 윤리적 문제를 인식하는 것도 중요하다. 특히

교사는 학생들이 의사결정 이전에 다양한 측면을 고려할 수 있도록 안내하는 역할을 한다는 측면에서 그 중요성이 더욱 크다고 할 수 있다.

윤리적 문제를 고려하고 있는 응답을 주제와 상황이라는 두 측면에서 분석한 결과, 같은 주제의 윤리적 문제를 다른 상황에서 제기하는 응답들이 있었다. 예를 들어, 어떤 교사는 임상실험이라는 과학 연구를 통해 낭포성 섬유증을 치료할 목적으로 만들어진 유전자 조작 우유가 인체에 미칠 영향에 대하여 충분한 검증을 하였는지를 고려한 반면, 다른 교사는 우유가 시판되어 사람들이 마시게 되었을 때 생길 수 있는 예기치 못할 문제에 대해 고려하는 응답을 제시하였다. 이러한 응답들은 공학 윤리를 미시적 접근과 거시적 접근으로 나누어 바라보는 Herkert(2005)의 관점으로 해석할 수 있다. 유전자 조작 우유가 인체에 미칠 영향에 대하여 임상실험을 통해 충분한 검증을 하였는지를 묻는 응답은 과학자 개인 혹은 과학자 집단의 책임을 강조하였다는 측면에서 과학 윤리의 미시적 접근이라고 해석할 수 있으며, 우유가 시판되어 사람들이 마시게 되었을 때 생길 수 있는 예기치 못할 문제에 대해 고려하는 것은 과학 연구 활동이 직접 목표로 삼는 것은 아니지만, 과학 연구의 결과로 나타날 수 있는 사회적 결과까지 포함하여 고려하고자 하였다는 측면에서 거시적 접근이라고 해석할 수 있다.

본 연구는 윤리적 민감성이 높고 낮음을 평가하는 기존의 양적 측정 방법이 아닌, 각 사례에서 어떤 윤리적 문제를 다양한 각도에서 고려하고 있는지를 살펴봄으로써 교사 교육에 대한 실질적 제언을 하고자 하는 점에서 그 의미가 있다. 본 연구 결과를 바탕으로 교사 교육에 대한 시사점을 제시하면 다음과 같다. 교사들은 다양한 과학 관련 사회적 쟁점 사례를 접하고, 각 사례에서 다양한 윤리적 쟁점을 찾아내는 활동을 경험할 필요가 있다. 본 연구 결과에서 대부분의 교사들이 과학 관련 사회적 쟁점이 포함하고 있는 윤리적 문제를 하나 이상 인지하고 있는 것으로 나타났지만, 다양한 상황에서의 윤리적 문제 혹은 다양한 주제의 윤리적 문제를 인지하고, 의사 결정에 고려하는 교사는 많지 않은 것으로 나타났다. 특히, 과학 윤리의 미시적 접근과 거시적 접근을 균형 있게 다루는 교사 교육이 필요하다. Reiss(2008)의 연구에 따르면 학생들은 과학 관련 사회적 쟁점을 접할 때 과학 기술의

응용으로 인해 야기되는 윤리적 측면에서 초점을 두는 경향이 있으며, Barrett and Nieswandt(2010)의 연구에서는 교사 역시 과학의 연구 과정에서 야기되는 윤리적 문제를 잘 인지 못하는 경향이 있다고 지적하였다. 본 연구에서는 ‘과학 연구 상황’과 ‘과학과 기술의 응용 상황’에 대해서는 많은 교사들이 적어도 한 개 이상씩 언급하였지만, ‘사회가 과학에 미치는 상황’에 대한 윤리적 고려를 언급한 교사는 많지 않았다. 그러므로 거시적 접근 중에서도 ‘사회가 과학에 미치는 상황’에서도 윤리적 문제가 발생할 수 있음을 강조한 교사 교육이 이루어져야 할 필요가 있다.

참고문헌

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report. Retrieved December 16, 2011, from <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>
- Barrett, S. E. & Nieswandt, M. (2010). Teaching about ethics through socioscientific issues in physics and chemistry: Teacher candidates' belief. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 380-401.
- Beauchamp, T. L. & Childress, J. F. (2001). Principles of biomedical ethics. New York: Oxford University Press.
- Bell, R. L. & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Bingle, W. H. & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201.
- Cho, H. (2008). Theories and methods of science ethics education. Seoul: Jipmoondang.
- Choi, Y., Kim, I. & Im, S. (2015). The relationships between moral sensitivity and preference for science, belief and learning science of middle school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(1), 65-72.
- Clarkeburn, H. (2002). A test for ethical sensitivity in science. *Journal of Moral Education*, 31(4), 439-453.
- Do, K-A. & Im, S. (2014). Investigation of middle-school students' moral sensitivity to socioscientific issues. *New Physics: Sae Mulli*, 64(2), 170-179.
- Fleming, R. (1986a). Adolescent reasoning in socio-scientific issues. Part I: Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 677-687.
- Fleming, R. (1986b). Adolescent reasoning in socio-scientific issues. Part II: Nonsocial cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 689-698.
- Fowler, S., Zeidler, D. L. & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Fullick, P. & Ratcliffe, M. (1996). Teaching ethical aspects of science. Southampton: Bassett Press.
- Herkert, J. R. (2005). Ways of thinking about teaching ethical problem solving: microethics and macroethics in engineering. *Science and Engineering Ethics*, 11, 373-385.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Khishfe, R. (2012). Nature of science and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(1), 67-100.
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tonning, A. S. V. & Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socio-scientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Korean Educational Development Institute (KEDI). (2012). Statistical yearbook of education. Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Lee, H., Chang, H., Choi, K., Kim, S. W. & Zeidler, D. L. (2012). Developing character and values for global citizens: Analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(6), 925-953.
- 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. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Means, M. L. & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139-178.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science

- education for the future. London: King's College School of Education.
- National Research Council (NRC). (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academic Press.
- Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues. Philadelphia: Open University Press.
- Reiss, M. (2008). The use of ethical frameworks by students following a new science course for 16-18. *Science & Education*, 17(8), 889-902.
- Resnik, D. B. (1998). The ethics of science: An introduction. New York: Routledge.
- Rest, J. R. & Barnett, R. (1986). Moral development: Advances in research and theory. New York: Praeger.
- Sadler, T. D. (2004a). Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. (2004b). Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. *Journal of Moral Education*, 33(3), 339-358.
- Tytler, R., Duggan, S. & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23(8), 815-832.
- Zeidler, D. L. & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical consideration. In D. L. Zeidler (Ed.) The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education (pp. 7-38). Dordrecht: Kluwer Academic Pub.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.