

# 융합교육연구

제3권

2017년 12월

한국교원대학교 융합교육연구소





# 목 차

- ■ 성Polanyi의 인식론에 근거한 ‘생태계와 환경’단원 수업이  
초등학교 6학년 학생들에게 미치는 영향 ..... 김정아·김정은·백성혜 / 1
  
- ■ SW교육 선도학교 사례 분석을 통한 SW교육 중심  
초등 융합인재교육 방안 ..... 이소율·이영준 / 23
  
- ■ 사회네트워크 분석법을 활용한 중등교사들의 융합 및  
융합교육에 대한 인식 탐색 ..... 신세인·이준기 / 35
  
- ■ 성을 주제로 한 융합프로그램의 개발 및 유용성,  
현장 적용성에 관한 고찰 ..... 김예진·이상휘·노준호·장세윤 / 53
  
- ■ 돌턴의 사고와 입자운동을 도입한 수업이 대기의 입자  
분포에 대한 초등학교 6학년 학생들의 생각에 미치는 영향 ... 한강식·백성혜 / 63
  
- 〈부록〉
- 『융합교육연구』 발간(편집 및 심사) 규정 ..... 85
- 『융합교육연구』 논문 작성 규정 ..... 87



## Polanyi의 인식론에 근거한 ‘생태계와 환경’단원 수업이 초등학교 6학년 학생들에게 미치는 영향\*

김정아·김정은\*\*·백성혜\*\*\*

### 요약

본 연구는 Polanyi의 인식론에 근거하여 초등학교 6학년 『생태계와 환경』단원을 재구성하였으며, 이를 학생들에게 가르침으로써 학생들이 인간중심 세계관에서 생태중심 세계관으로 변화되는지 교육적 효과를 알아보려고 하였다. 수업 전에 실시한 사전 설문과 예비적으로 투입한 수업을 맡은 담임 교사와 면담, 선행 연구 고찰 등을 통해 학생들이 인간중심주의 사고를 하고 있음을 확인하였으며, 생물의 존재를 목적론적으로 인식하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 인간을 생태계를 이루는 하나의 생물로 바라보는 생태중심주의 세계관을 초점식으로 삼아 교육 내용을 세부적으로 분석하고, 내러티브 방식을 도입한 교수자료를 개발하였다. 내러티브 자료는 세계관에 대해 직접 언급하기 보다는 학생에게 새로운 사고를 요하는 질문을 제시하고 이를 스스로 생각해보도록 하는 형식으로 진행하였다. 그 결과 맥락적 상황 판단과정에서 초점식을 기반으로 응답한 실험반 학생 수(11명, 42%)는 통제반(1명, 4%)에 비하여 높은 응답률을 보였다. 한편 일부 학생들은 변화된 자신의 생각을 표현하지 못하는 상황이 관찰되었으며, 이는 암묵적 지식이 학생 안에 완전히 인격화되지 않았기 때문일 수 있다. 따라서 학생들이 보조식을 인지할 수 있도록 메타인지 교육의 방안을 연구할 필요가 있고, 더불어 다양한 맥락적 상황 제시를 통해 학생들이 지식을 인격화시킬 수 있도록 도움을 줄 수 있는 방안에 대한 후속 연구가 요구된다.

● 주요어: 플라니, 인식론, 인간중심적 세계관, 생태중심적 세계관, 초등학교 6학년 학생

\* 논문접수일: 2017년 10월 1일, 심사완료일: 2017년 11월 15일, 게재확정일: 2017년 12월 14일

\*\* 한국교원대학교

\*\*\* 교신저자, 한국교원대학교 교수, E-mail: [shpaik@knue.ac.kr](mailto:shpaik@knue.ac.kr)

이 논문은 김정아 석사학위논문을 수정 보완한 것임.

## I. 서론

우리나라 교육은 세계에서 그 열기가 높게 평가되기도 하지만 학생들의 과도한 학습시간과 함께 낮은 흥미도가 문제점으로 지적되기도 한다. 김만희(2003)는 학생들이 과학을 어려워하고 기피하는 현실의 원인을 좋은 수업에 대한 기존의 인식론적 관점인 전통적 객관주의 인식론과 현대 구성주의 인식론에서 찾고 있다. 근대 교육의 배경이 되어온 전통적 객관주의 인식론은 지식의 엄밀성과 확실성을 추구하면서 인간의 마음과 분리된 객관적인 지식의 이상을 추구해 왔다(한상기, 1995). 이러한 객관주의 인식론은 수식과 논증 위주의 메마른 과학수업으로 이어졌고 학생들은 과학 수업을 점점 더 기피하게 되었으며 이는 전 세계적인 문제라고 그는 지적한다. 한편 이러한 비판을 받고 있는 전통적 객관주의에 대한 반성에서 시작된 현대의 구성주의 인식론은 지난 1980년대 이후 각 급 학교의 과학교육 현장에 절대적인 영향을 미쳐왔다(조희형, 최경희, 2002). 2007 개정 교육과정에서도 과학 교육을 탐구의 결과로 얻어진 지식을 전수하기보다는 자연을 탐구하는 과정으로 보고 과정으로서의 과학인 탐구활동을 강조(교육과학기술부, 2011)하여 교육과정에 탐구활동의 비중이 늘어났다. 하지만 현실적으로 수행이 어렵거나 그 의미가 정확하지 않다는 것이 문제점으로 이야기된다(강훈식, 윤혜경, 이대형, 2013). 또한 현장의 교사들은 초등과학실험에서 진정한 과학적 의미와 탐구는 실제로 일어나기는 쉽지 않다고 생각하였다(이선경, 이규호, 신명경, 2011). 과학의 탐구 방법을 재현하거나 실험 활동의 비중이 늘어난다고 해서 학생들이 과학 지식을 더 쉽게 받아들이고 흥미를 갖는 것은 아님을 알 수 있다. 이처럼 현실의 교육은 어느 부분에서는 전통적인 인식론의 입장을 취하고 어느 부분에서는 구성주의 인식론의 입장을 취하지만 둘 중 어느 인식론에 중점을 두고 교수와 학습을 볼 것이냐 하는 것은 현재 부딪힌 문제를 해결하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 학생들이 과학 교과에 대해 흥미를 갖고 내면화 할 수 있는 대안적 인식론을 교수와 학습의 과정을 새롭게 해석한 20세기의 과학철학자 Polanyi에게서 찾고자 한다. Polanyi는 자신의 일생을 통한 체험을 바탕으로 과학지식이 절대적이고 객관적이라는 인식론과 과학 지식이 개인이나 집단의 합의에 의해 이루어졌다는 인식론을 모두 비판한다(김만희, 2003). 그는 과학 지식은 실재를 반영하므로 객관적이지만 그 안에 개인적 판단이 포함된다는 독창적인 인식론을 주장하였다(Polanyi, 1958/2001). 즉, 객관적인 과학 지식이지만 이는 개인이 합리적이고 의미가 있다고 판단했을 때 비로소 받아들여 진다는 것이다(조영태, 2006). 객관적인 과학 지식은 교사에 의해 학생에게 전달되지만 그 지식의 가치에 대한 판단은 학생에게 달려있

며 학생이 의미 있고 가치 있는 것이라 여겨야만 진정으로 받아들여지게 된다는 것이다 (Polanyi, 1958/2001). 그렇다면 학생이 적극적으로 참여하고 학생이 의미 있게 지식을 받아들이기 위해서는 무엇이 어떻게 전달되어야 하는 것일까? Polanyi는 과학 지식에는 말로 표현할 수 없는 부분이 있으며 이것이 전달되어야 한다고 하였다. Polanyi는 주목의 대상, 즉 우리가 배워야 할 것으로 인지하는 것은 초점식(focal awareness)이라 하였으며, 초점식을 내면화하기 위한 도구이자 말로 표현하기 힘든 부분을 보조식(subsidiarily awareness)이라고 하였다(Polanyi, 1958/2001). 과학 지식의 말할 수 없는 부분에 대한 해석으로 김만희(2003)는 과학 지식의 의미와 그 안에 담겨진 과학적 세계관으로 해석하였다. 이 과학적 세계관을 양은주,조경원,임현식(2001)의 연구는 세상을 보는 안경으로 표현한다. 일반적인 수업에서는 과학적 세계관이 보조식이 되겠지만 본 연구에서는 이를 초점식으로 두어 학생들이 과학 지식을 내면화하는 것을 돕고자 한다. 소원주,김범기,우종욱(1998)의 연구에 의하면 과학 교사들의 과학 철학적 관점은 학생들에게 별다른 영향을 미치지 않았고, 학생들은 그 나름의 고유한 영역의 관점에 고착화 되어 있었다. 즉 과학적 세계관의 올바른 전달 방법을 알지 못한다면 이는 전달될 수 없으므로 이를 초점식으로 삼아 학생들이 내면화하도록 도울 필요가 있다. 그러나 과학적 세계관의 명확한 개념과 전달방법에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. Polanyi의 인식론을 바탕으로 교과내면화를 연구한 논문에서는 기계적 주입식 교육을 비판하며 내러티브 방법을 활용해야 한다고 주장한다(양은주,조경원,임현식, 2001; 김만희, 2003; 남진영, 2008; 강문숙,김석우, 2012). 하지만 그 구체적인 방법을 예시한 논문은 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 Polanyi의 인식론을 바탕으로 과학적 세계관의 내면화를 위해 교사가 전달해야 하는 것과 그 전달 방법인 내러티브에 대한 구체적인 예를 제시하고자 한다. 이를 위해 초등학교 6학년 『생태계와 환경』단원을 연구단원으로 선정하였고 해당 수업이 학생들에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, Polanyi의 인식론에 근거하여 초등학교 6학년 『생태계와 환경』단원을 통해 생태중심주의 세계관을 전달하기 위하여 학생의 보조식을 예측한다.

둘째, 생태중심주의 세계관을 전달하기 위한 초점식을 분석하고, 내러티브 교수자료를 개발한다.

셋째, 내러티브를 활용한 Polanyi의 인식론에 근거한 수업이 학생들에게 미치는 영향을 알아본다.

## II. 용어 정의

### 1. 내러티브

본 연구에서는 학생들이 초점식을 내면화 시키는 데 도움을 주기 위하여 내러티브를 활용하고자 한다. 권오남, 주미경, 박정숙, 박지현, 오혜미, 조형미(2013)는 학자에 따라 스토리텔링(Storytelling)과 내러티브(Narrative)를 구분하기도 하지만 학습자가 교과 지식을 내면화하는데 필요한 이야기라는 측면에서는 이 둘을 같은 것으로 정의하였다. 문지현, 권동택(2010)의 연구에서는 이야기를 만드는 과정으로 인간이 세계를 이해하고 구성하는 매개라고 할 수 있으며 결과물로서의 이야기뿐만 아니라 의미 교섭을 통해 의미를 생성해 나가는 과정까지 포함한다고 이야기 하였다. 스토리텔링 교육에서 저명한 학자인 Egan(1989)은 다양한 교과에 스토리텔링 기법을 사용하여 교육해야 한다고 주장한다. 그는 우리가 종종 과학적 방법이 수 천 년의 세월을 거쳐 현재의 진술에 이르렀다는 것을 잊는다며 이러한 발견이 왜 그렇게 오랜 시간을 필요로 했는지 상상해야 한다고 말한다. 또한 우리는 그런 것들이 쉽게 전달될 것이라는 생각을 버려야 한다고 한다. 인간의 창의성에 대한 그의 이야기는 과학적 세계관, 심미감의 체험과 같은 것으로 이해되며 학생이 언어로 표현하여 배웠음을 확인하지 못할 지라도 학생들이 학습할 수 있다는 것은 Polanyi의 보조식과 유사하다. 내러티브의 조건을 김만희(2003)는 세 가지로 제시한다. 과학적 세계관을 전수하는 이야기, 도전적 질문을 내포한 이야기, 학생의 눈높이에 맞춘 이야기가 그것이다. 이러한 조건을 갖추어 정보를 전달하고 사람의 마음을 일깨우고 변화시켜야 한다고 주장한다. 본 연구에서는 내러티브를 교사가 학생이 초점식을 내면화시킬 수 있도록 풀어내는 설명 및 학생들의 이야기를 포함하여 교실 안에서 주고받는 의미 있는 모든 이야기라고 정의한다.

### 2. 판단의 기준으로 활용되는 암묵적 지식

Oakeshott(1965)는 교수내용으로서의 지식을 정보와 판단의 두 차원으로 구분하였다. 정보는 사실 또는 지적 활동의 가시적 결과로서 명시적인 것이기 때문에 당사자가 구해보려고만 한다면 얼마든지 구할 수 있지만(김만희, 2003) 판단은 쉽게 획득할 수 있는 것이 아니다. 판단은 정보와 달리 항목으로 나열하여 제시할 수도 없으며 쉽사리 암기하거나 복제할 수도 없는 것이다. 판단은 그것과 관련된 세세한 정보들을 모두 잊어버리고도 남아 있는 지식의 잔영이다. Polanyi는 이를 몸에 체화된 것이라

표현하면서 의사가 오랜 동안 그 일을 하지 않았다 하더라도 X선 판독하는 능력은 그대로 가지고 있는 것이라고 하였다(Polanyi, 1958/2001). Bruner(1960/2005)는 기계적 학습과 대비되는 개념으로 교과와 내면화를 이야기 하면서 배운 내용이 학생의 몸 안으로 들어와 학생의 한 부분이 되는 것이라 표현하였다. 이러한 연구를 바탕으로 초점식이 어떠한 상황의 판단 기준이 되었을 때 새로운 암묵적 지식이 생선된 것 즉, 지식의 발달이 이루어진 것으로 본다.

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 절차

선행 연구와 문헌 연구를 통해 Polanyi의 인식론 및 초점식 전달을 위한 방안으로서 내러티브를 구상하였다. 또한 학생들이 초점식을 학습할 때 도구로서 활용할 보조식을 예측하기 위해 사전 설문지를 개발하여 투입하였고, 추가적으로 선행 연구 고찰 및 현직 교사 면담을 진행하였다. 그 후 연구 단원인 6학년 『생태계와 환경』단원을 통해 생태중심주의 세계관을 전달하기 위한 초점식을 분석하였으며 이를 바탕으로 내러티브 자료를 개발하였다. 개발된 자료는 예비 투입을 통해 수정되었으며 사전, 사후 설문지 및 수업 중 내러티브, 학생과의 면담을 통해 본 수업이 학생에게 미치는 영향을 알아보았다.

#### 2. 연구 대상

연구 대상자는 2개 그룹이다. 내러티브 자료를 개발하고 그 적합성 여부를 판단하기 위한 예비 투입 대상자는 충청남도 C시 소재지의 Y초등학교 6학년 1개 학급 21명 학생이다. 예비 투입을 위하여 단원의 순서를 바꾸어 『생태계와 환경』단원을 먼저 학습하였고, 수업은 6학년 학생을 지도한 경험이 있는 경력 3년차 담임교사가 진행하였다. 예비 투입 결과를 바탕으로 수정된 내러티브 자료를 충청남도 S시의 Y초등학교 6학년 1개 학급 26명을 실험반으로 선정하여 연구자가 직접 수업을 진행 하였고, 같은 학교의 다른 1개 학급 25명을 통제반으로 선정하였다. 수업 전 실험반과 통제반 모두에 생태계와 관련된 세계관을 파악하기 위한 사전 설문을 실시하였으며, 실험반에서는 Polanyi의 인식론을 근거로 하여 개발 및 수정된 내러티브 자료를 활용한 수업을 진행하였고 통제반에서는 교과서 중심의 일반 수업을 진행하였다. 그 후 사후 설문을 통해 내면화한 초점식을 명시적으로 표현하는 외면화 과정을 거친 뒤, 특정

상황에서의 판단을 알아봄으로써 초점식을 통합하여 새로운 암묵적 지식을 생성하는 지식 발달이 이루어졌는지 살펴보았다.

### 3. 단원 선정 및 생태중심주의 세계관

본 연구는 Polanyi 인식론이 현실 교육에 실현되는 예시를 제시하기 위해 초등학교 6학년 『생태계와 환경』 단원을 그의 인식론을 바탕으로 수업하고자 한다. NGSS에서는 미국에서의 교육과정이 한 주제에 대한 학생의 이해가 학년이 올라감에 따라 어떻게 증진되고 지원 될 수 있는지에 대해서는 거의 관심을 기울이지 않아 주제들은 반복적으로 겹칠기식으로 일관성 없이 다루어지며 심도 있는 지식 성장의 기초가 허약하게 된다는 조사 결과를 발표하였다. 이와 관련하여 현재 우리나라 과학교육과정에서도 한 주제가 초·중·고등학교 교육과정에서 비슷한 내용이 반복되고 있으며, 윤리 주제가 보다 중요하게 다루어지는 생물 단원(조덕주, 이경희, 2013; 문경원, 김영수, 2003)인 6학년 『생태계와 환경』 단원을 통해 본 연구를 진행하기로 하였다. 제 7차 교육과정의 단원 지도상의 유의점에서 인간이 환경 문제를 완벽히 해결할 수 있을 것이라는 맹신을 버려야 한다고 명시해 놓았고, 2007 개정 교육과정 교사용 지도서의 『생태계와 환경』 단원의 개관에는 ‘이 단원에서는 인간을 포함한 동식물과 환경을 구성하는 요소가 생태계 내에서 어떻게 상호작용하는지를 이해하는 것이 가장 중요하다(교육과학기술부, 2011)’는 내용이 포함되어 있다. 이러한 내용들은 학생들이 인간 중심적으로 사고하는 것을 우려하여 제시하였다고 판단되며, 이와 같은 관점은 최근 생태학이나 환경학에서 환경문제의 대부분이 인간중심주의에서 비롯되었다는 인식이 확산되면서 많은 사람들이 새로운 패러다임으로 ‘생태중심주의’에 관심을 갖게 되었다(조용개, 2008)는 의견과 그 맥을 같이 한다. 따라서 본 연구에서는 『생태계와 환경』 단원을 통해 인간은 생태계 안에 존재하는 무수한 생물종 중 하나라고 인식하는 생태중심주의 세계관을 전달해야 한다고 본다.

### 4. 자료 개발

『생태계와 환경』 단원을 통해 생태중심주의 세계관을 전달하기 위한 내러티브 자료 개발을 위해서 Bruner, Feynman, Egan의 저서를 분석하였다. 또한 내러티브 방식을 현장 교육에 도입한 다양한 논문 및 2007개정 교육과정의 전 학년 과학과 교사용 지도서와 필요한 경우 제7차 교육과정의 과학과 교사용 지도서도 분석하였다. Bruner의 저서와 Feynman의 저서를 통해 학생들에게 과학적 세계관을 전달하기 위한 좋은 방법은 새로운 사고를 요하는 질문을 던져 그들의 이야기를 듣고 친구들의 발표와 의견을 들으면서 지식을

스스로 판단하여 내면화하는 것이라 판단하였다. Polanyi 와 Egan 또한 좋은 질문을 지식 전달의 방법이라 이야기하였다. 따라서 내러티브 방법을 좋은 질문과 학생의 발표로 정한 후 학생의 이야기를 이끌어내는 수업에 관한 곽영순(2002)의 연구보고서도 참고하였다. 또한 예비 투입 학급인 충청남도 C시 초등학교의 6학년 담임교사와 수업 전 2번의 면담을 하였고, 수업을 통해 내러티브 자료도 함께 검토하였다. 그렇게 초점식 전달에 적합하다고 판단된 자료를 최종 선정하여 충청남도 S시의 학생들에게 투입하였다. S시 초등학교의 수업은 연구자가 직접 진행하였으며 매 차시마다 촬영하고 학생들의 반응에 따라 최종 선정된 자료의 배치를 바꾸거나 시간 배정을 변경하여 보조식 전달을 S시의 실험반에 적합하도록 수정 하였다.

자료의 개발과 수정은 Jackson(1995)의 교사 내러티브의 목적과 김만희(2003)의 교수 내러티브의 유의점을 기준으로 이루어졌다. 첫째, 개발된 자료가 과학적 세계관을 전수하는데 적합한가이다. 자료가 예상과는 달리 학생들에게 과학적 세계관을 전달하는데 적합하지 않은 경우 이를 삭제하였다. 둘째, 도전적 질문의 포함여부이다. 질문이 기존의 개념이나 용어를 확인 하는 수준에 그치는 경우 이를 수정하거나 삭제하였다. 또 교사가 직접 전달하는 것보다 학생에게 질문하여 이를 이끌어내는 것이 더 적절하다고 생각되는 경우 설명대신 질문의 형태로 바꾸었다. 셋째, 학생의 눈높이에 적합한가이다. 아무리 좋은 내용이라 할지라도 학생의 눈높이에 적합하지 않다면 이는 수정되어야 한다. 또한 여기에는 학생이 도구로 사용할 보조식을 고려하는 것 역시 포함된다. 자료 개발의 모든 과정은 과학교육 전문가 1인, 과학교육 박사과정 1인, 석사과정 2인이 참여한 정기적인 세미나를 통해 지속적으로 논의되었다.

## 5. 자료 분석

개발한 내러티브 자료가 학생들에게 미치는 영향을 알아보기 위해 충청남도 S시 초등학교의 6학년 1개 학급의 수업 내용을 촬영하고 이를 전사한 뒤 분석하였다. 촬영한 내용은 교사의 발문에 대한 학생들의 반응과 발표에 중점을 두고 분석이 이루어졌다. 또한 실험반, 통제반 학생들을 대상으로 이루어진 사전 설문지와 사후 설문지도 분석하였다. 사전 설문지는 생태계에 대한 전반적인 학생의 생각을 묻는 내용으로 이루어졌고, 사후 설문지는 암묵적 지식의 외면화 및 지식 발달 여부 확인을 위해 맥락적 상황에서의 판단을 묻는 문항으로 구성되었다. 촬영한 수업 내용을 살펴보고 생각을 더 알아보아야 할 필요가 있는 학생이나 사후 설문지 분석을 통해 면담이 필요한 경우 별도의 시간을 내어 학생과의 면담을 실시하였다. 모든 자료의 분석은 과학교육 전문가 1인, 과학교육 박사과정 1인, 석사과정 2인이 참여한 정기적인 세미나를 통해 반복적이고 지속적으로 이루어졌다.

## IV. 연구 결과 및 논의

이 장에서는 『생태계와 환경』 단원을 예시로 보조식과 초점식을 명확히 하고, 초점식을 전달하기 위해 개발된 자료를 제시한다. 자료 개발의 과정에 대한 이해를 돕기 위해 세미나 과정과 예비투입 학교 담임교사와의 논의 과정도 기술하였다. 이렇게 개발된 자료를 활용해 진행된 수업이 학생들의 내면화와 외면화 과정을 포함한 지식 발달에 미치는 영향을 알아보기 위해 수업과 설문지 및 면담을 통해 수집한 자료를 바탕으로 학생의 변화를 분석하여 기술하였다.

### 1. 학생의 보조식

학생은 학습의 대상인 초점식을 암묵적 지식 안으로 통합하기 위한 도구로서 보조식을 활용한다. 따라서 교수자료를 제작하기 전에 학생의 보조식에 대한 예측이 선행되어야 하고, 이를 위하여 수업 전 사전 설문, 예비 투입 수업을 진행하는 현직교사와의 면담, 선행 연구 조사를 실시하였다.

자신의 생각을 자유롭게 적는 사전 설문에서 학생들은 <표 1>과 같이 실험반과 통제반 모두 인간의 손에 생물의 존속여부가 달려있다고 생각하고 있었고, 일부 학생은 인간을 왕으로 생물을 백성으로 비유하는 등 인간중심의 세계관을 가지고 있었다. 이는 생태계에 대한 학생의 인식을 조사한 선행연구와도 일치하는 결과이다(김영미, 오경환, 1996; 박지영, 민진선, 김희백, 2003; 이정초, 2005).

<표 1> 학생들의 보조식 예측을 위한 사전설문 결과

질문	답변	실험반(26)	통제반(25)
생물이 멸종되었거나 멸종 위기에 처한 이유는 무엇일까요?	인간의 영향	26(100%)	24(96%)
	환경의 변화	0	1(4%)
지구생태계에서 인간은 어떤 역할을 해야 할까요?	생물보호, 생물파괴	24(92%)	21(84%)
	모르겠다	2(8%)	4(16%)
지구생태계에서 인간은 어떤 위치에 있을까요?	중심	24(92%)	22(88%)
	한 부분	0	1(4%)
	모르겠다	2(8%)	2(8%)

이정초(2005)는 초등학교 6학년 학생들이 환경요소 간의 순환적 연관성에 대한

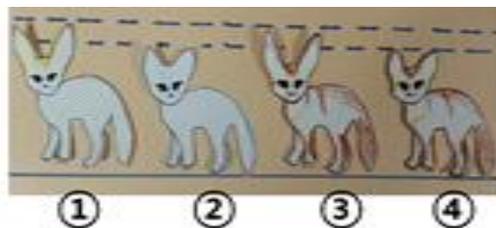
개념이 부족하며 환경문제를 인간 중심으로 설명하려는 경향이 있음을 밝혔다. 그는 이러한 인간 중심 사고는 학년이 올라감에 따라 인지발달로 인해 자연스럽게 해소될 수 있다고 말한다. 하지만 고등학생의 생태계에 대한 오개념 유형을 연구한 박지영, 민진선, 김희백(2003)의 연구에서는 이러한 인간 중심 사고가 자연스럽게 해소될 수 있으리라는 기대가 현실에서 잘 이루어지지 않음을 보여준다. 고등학교 2학년 학생들은 생태계를 구성하는 각 생물의 역할에 대한 문항에서 학생들은 공통적으로 인간중심적이고 목적론적인 설명 방식을 보였다. 조용개(2008)는 그의 저서에서 'Devall&Sessions(1985)의 패러다임 이동(조용개, 194쪽)'을 소개하며 인간중심주의의 성격으로 '자연에 대한 인간의 지배, 인간을 위한 자원으로서의 자연환경, 거대 기술과 기술적 해결책 강조 등'을 이야기하였고, 'Milbrath(1989)의 지배적인 사회적 패러다임에서 새로운 생태적 패러다임으로의 이동(조용개, 198쪽)'에서는 새로운 생태적 패러다임(NEP)과 반대되는 지배적인 사회적 패러다임(DSP)의 성격으로 '자연의 가치를 경시함, 인간의 자연 지배, 과학과 기술의 승배와 맹신'을 들고 있다. 따라서 본 연구 대상인 학생들이 갖고 있는 인간중심주의 세계관은 '인간이 자연을 이용하고 지배하며 과학 기술을 통해 생태계 문제를 해결하는 등 자연을 제어할 수 있다는 관점'으로 정리할 수 있다.

## 2. 초점식 분석 및 내러티브 개발

본 연구에서 초점식을 분석한다는 것은 교사가 생태중심주의 세계관이라는 전체 의미를 학생들에게 전달하기 위하여 개별 지식으로 해체하고, 이 해체한 개별 지식들을 '생태계와 환경' 단원 중 적합한 차시에 초점식으로 삼는다는 것을 의미한다. 이때 초점식의 의미가 이중으로 사용되므로 최종적 초점식인 '생태중심주의 세계관'을 2차 초점식으로 명명하고, 이에 도달하기 위한 개별 지식이자 각 차시의 초점식이 되는 내용들을 세부 초점식으로 명명하겠다. 학생들이 인간을 생태계를 이루는 하나의 생물로서 바라보는 세계관을 갖기 위해서는 생태중심주의 세계관의 바탕이 되는 수많은 생물종의 장엄함과 광대함, 비생물 요소의 위대하면서도 무서운 힘, 그 안에 존재하고자 하는 생물들, 그리고 그 길고 긴 역사의 장고함과 인간으로서의 겸손함을 알아야 한다. 따라서 첫 번째 세부 초점식은 '지구 생태계의 광대함 알기'이다. 조용개(2008)는 그의 저서를 통해 인간들에게 '너희들은 자연을 지배하라'를 멀리하고 오히려 대신에 '거대한 자연의 일부로서 낮은 곳에 임하라'고 하는 것이 생태중심주의라고 말한다. 학생들에게 인간이 손쉽게 제어할 수 있을 만큼 지구 생태계가 작지 않고, 빠르지는 않지만 끊임없이 변한다는 인식 심어주기 위해서는 학생들의 예측을 뛰어넘는 다양한 생물종 알아보고, 지구 생태계는 고정되어 있는 것이 아님을 알려주

어야 한다고 판단했다. 구체적인 내용은 학생들이 아마존 밀림의 수많은 생물종을 알아보고, 화석 관찰을 통해 우리가 알지 못하는 수많은 생물종이 과거에 존재했음을 인식함으로써 자신이 아는 생물들은 과거에 존재했거나 현재 존재하는 생물종 중 극히 일부라는 것을 깨우칠 수 있도록 하는 것이다. 더불어 인간 역시 비생물 요소의 영향을 많이 받으며, 비생물 요소라는 것은 긴 시간이 흐르면 얼마든지 바뀔 수 있다는 이야기를 통해 장고한 시간 동안 이루어진 지구 환경 변화의 위대함과 신비로움, 그 변화의 무서움을 느껴볼 수 있도록 하였다.

두 번째 세부 초점식은 ‘자연에 대한 경외심’이다. 김일방(2012)은 그의 저서에서 생태계의 전체상이나 복잡함은 엄청나게 많은 수의 종들이 긴 역사 속에서 서로서로에게 적응하거나 또는 의식이 없는 자연의 힘에 적응하려고 애쓰면서 성공과 실패를 되풀이해 온 결과라고 이야기하였고, 2007 개정 교육과정 교사용지도서『생태계와 환경』단원의 개관에는 ‘이 단원에서는 인간을 포함한 동식물과 환경을 구성하는 요소가 생태계 내에서 어떻게 상호작용하는지를 이해하는 것이 가장 중요하다.’고 나와 있다. 따라서 생태계의 변화는 예측하기 어렵고, 지구 상의 모든 생물은 자연의 힘인 비생물 요소의 영향을 받는다는 것을 이야기하기 위해 생물이 적합한 환경을 찾아 정착하거나 환경에 맞게 변한 능동적인 개체가 아니라 환경이 적합한 생물을 선택했다는 내러티브 자료를 제작하게 되었다. 이 내러티브 자료는 예비 투입 학교 담임교사와 면담 중 개발되었으며 과학교육 전문가와의 토의를 통해 정교화된 결과 [그림 1]과 같이 다르게 생긴 4마리의 여우 중 사막 환경에서 자손을 남길 확률이 높은 여우를 선택해 보고, 그러한 현상이 아주 오랜 기간 반복될 경우 어떤 일이 일어나게 되겠는지 생각해 보는 활동으로 결정되었다.



[그림 1] 내러티브 시각 자료(시간의 흐름에 따른 진화 결과 예측)

‘자연에 대한 경외심’과 관련하여 조용개(2008)는 저서에서 생태중심주의는 자연에 대한 생물학적 생존권을 인정하고 자연에 대한 경외사상을 바탕으로 인간과 자연의 윤리적 관계를 회복하려는 일련의 환경운동의 이념이라고 볼 수 있고, 인류는 지구 생태계 안에서 서로 의지하면서 살아가는 여러 종 가운데 하나 일 뿐이라고 이야기하였다. 따라서 지구의

긴 역사 중 인간은 찰나의 순간을 살고 있음을 인지하여 생태계의 중심에 인간을 두고 생각하는 세계관에 대해 되돌아 볼 수 있는 계기를 마련해 줄 필요가 있다고 여겨져 이를 위한 내러티브 자료(그림 2)를 제작하였다.



[그림 2] 내러티브 시각 자료(지구 역사에서 인간의 존재)

지구의 역사를 24시간에 비교했을 때 인간은 얼마만큼 지구에 존재해 왔는지 생각해 본다면 자연의 위대함과 변화의 두려움에 대해 스스로 생각할 수 있는 기회가 될 것이라고 판단하였고, 이는 진화를 의미하는 교과서 상의 '적응'이라는 것이 굉장히 오랜 시간이 필요하다는 것과 관련하여 지구의 긴 역사를 함께 소개할 수 있다.

세 번째 세부 초점식은 '인간의 한계'이다. 제 7차 교육과정 교사용 지도서『생태계와 환경』단원의 지도상의 유의점에는 '인간은 과학의 힘으로 계속해서 환경 문제를 완벽히 해결하면서 물질적인 풍요를 누릴 수 있다는 생각을 학생들이 가지고 있다면 더 어려운 문제가 될 것이다.', '생태계 파괴라고 하면 환경오염만을 떠올리기 쉬운데 자연 상태에서도 생태계는 파괴되기도 하고 다시 회복되기도 한다는 것을 지도한다.'는 내용이 명시되어 있다. 이는 생태계에 영향을 미치는 것이 인간뿐만이 아니며, 인간이 미칠 수 있는 영향도 그 한계가 있으므로 인간이 환경 문제를 완벽히 해결할 수 있을 것이라는 맹신을 버려야 함을 의미한다. 더불어 제 7차 교육과정 교사용지도서『생태계와 환경』단원의 참고자료에는 말라리아가 극성을 부리자 그 섬의 사람들이 모기를 죽이기 위해 많은 양의 살충제를 뿌렸으나 예상하지 못한 생물 농축에 의한 피해 사례가 제시되어 있다. 한 가지 변화가 예상치 못한 수많은 결과를 불러일으킬 수 있는 것이 생태계이므로 인간이 생태계를 제어할 수 있다는 것은 오만한 생각이라는 것이다. 따라서 생태계변화가 모두 인간에 의한 것이라고 생각하거나 인간이 환경을 보호하면 모든 생물이 잘 살 수 있다고 생각하는 것은 옳지 않다는 것을 깨달음으로써 인간 중심 세계관에서 벗어나 생태 중심 세계관으로의 암묵적 지식 변화를 꾀할 수 있는 내러티브 자료가 요구되었다. 이를 염두에 두고 인간을 중심으로 생각하는

것에서 벗어나보는 기회를 제공하기 위해 사자의 입장이 되어 인간이 없다면 삶에 어떤 변화가 있겠는지 생각해보도록 하는 것과 공룡의 멸종을 생각해보고 운석충돌이 다시 일어난다면 우리는 이를 대처 할 수 있을지 생각해 봄으로써 인간이 환경 문제를 완벽히 해결할 수 있다는 맹신을 지적하는 내러티브를 제작하였다. 또한 인간 역시 생태계를 이루는 하나의 생물인데 왜 인간에 대해 배우고 있는지에 대해 학생 스스로 생각해 볼 기회를 주기 위한 내러티브도 마련하였다. 이상의 내러티브는 교과서 내용만으로 수업을 진행했을 때 인간의 활동만을 소개하고 있어 학생들이 생물의 존속여부가 인간에게 달려있다고 생각하거나 자연재해는 생태계 파괴가 아니라는 잘못된 개념을 가질 우려가 있는 교과서의 내용을 보충하기 위해 활용되었다.

지금까지 논의한 내용을 교육과정에 적용한 결과를 <표 2>에 제시하였다.

<표 2> ‘생태계와 환경’단원의 초점식 분석과 내러티브

차시	교과서 내용	세부 초점식	내러티브
4차시	비생물 요소가 생물에 미치는 영향 (햇빛, 물 등이 콩나물 성장에 미치는 영향) 창의 활동: 지구 평균 기온 5도 상승 시 생태계 변화	1. 지구 생태계의 광대함 알기	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 아마존 밀림의 다양한 생물종을 알아보는 활동을 통해 학생들의 예측을 뛰어 넘는 수많은 생물종이 존재함을 알기</li> <li>. 화석 관찰 활동을 통해 학생들이 알지 못하는 수많은 생물종이 과거에 존재했음을 알기</li> <li>. 자신이 아는 생물들은 과거에 존재했거나 현재 존재하는 생물종 중 극히 일부라는 것과 지구 생태계는 고정되어 있는 것이 아님을 깨우치기</li> <li>. 아프리카에 살고 있는 사람들을 생각해보며 우리는 비생물 요소에 얼마나 많은 영향을 받고 있는지 생각해보기</li> </ul>
5차시	적응의 의미: 생물이 환경에 맞추어 살아가는 현상 -다양한 생물의 예를 관찰, 이해 -예>겨울잠, 사막과 열대림 식물의 외형	2. 자연에 대한 경외심 갖기	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 지구의 역사를 24시간에 비교했을 때 인간은 얼마만큼 지구에 존재해 왔는지 생각해보기</li> <li>. 사막의 환경에서 살기 적합한 여우는 생존과 번식을 하지만 적합하지 않은 여우는 사망하거나 자손을 남기지 못해 멸종하여 현재의 귀가 길고 털이 짧은 사막 여우들이 남게됨을 통해 적응이란 생물이 환경에 맞게 변한 것이 아니라 환경이 적합한 생물을 선택한 것이라는 것에 대해 생각해보기</li> <li>. 인간도 자연의 선택을 받은 하나의 생물종임을 알기</li> </ul>
6,7차시	인간의 활동이 생태계에 미치는 영향, 환경 오염이 생물에 미치는	3. 인간의 한계 깨닫기	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 환경의 변화가 모두 인간에 의한 것이 아님을 알기</li> <li>. 사자의 입장에서 인간이 없다면 삶이 어떻게 변할</li> </ul>

영향	것인지 생각해보기 . 공룡의 멸종을 생각해보고 운석충돌이 다시 일어난다면 우리는 어떻게 해야 하는지 이를 대처할 수 있을지 생각해보기
----	---

### 3. 내러티브적 방식을 도입한 수업이 학생에게 미치는 영향

본 연구의 목적은 Polanyi의 인식론을 바탕으로 내러티브적 방식을 도입한 『생태계와 환경』단원의 수업을 통해 생태중심주의적 세계관을 학생들이 암묵적 지식으로 받아들여 지식의 발달을 이루는 것이다. 지식의 발달은 초점식이 맥락적 상황의 판단 기준이 되었을 때 이루어진 것이므로 설문지와 수업 과정 및 면담을 통해 학생들이 통제반과 비교하여 어떤 변화와 차이가 있는지 알아보았다.

#### 가. 내면화

본 연구에서 내면화는 교사가 전달하는 생태중심주의 세계관의 세부 초점식인 '지구 생태계의 광대함 알기, 자연에 대한 경외심 갖기, 인간의 한계 깨닫기'를 학생들이 통합하여 암묵적 지식으로 받아들이는 과정이다. 수업을 촬영하여 전사한 뒤 과학교육 전문가 1인, 과학교육 박사과정 1인, 석사과정 2인이 참여한 정기적인 세미나를 통해 학생들이 세부 초점식을 학습하는 과정을 반복적으로 분석하였다. [그림 3]은 수업 중 학생들이 세부 초점식1 '지구 생태계의 광대함'을 학습해 가는 과정이다. 이와 같은 과정은 학생들이 자신이 제어할 수 없을 정도로 다양한 생물종과 광대한 비생물 요소를 접하며 '지구 생태계의 광대함' 초점식으로 접근하기 위함이다.

보조식	Step 1	Step 2	Step 3	세부 초점식 1
인간중심주의 세계관	학생의 예측을 뛰어 넘는 과거와 현재의 수많은 생물종 <내러티브> 아마존 밀림의 다양한 생물종 알아보기와 화석 관찰	비생물 요소의 영향을 극복하지 못하고 있는 인간 <내러티브> 매우 더운 날씨로 인한 아프리카의 가난	긴 시간이 흐르면 얼마든지 바뀔 수 있는 비생물 요소 <내러티브> 지금과는 달랐던 과거 아프리카의 비생물 요소	지구 생태계의 광대함

[그림 3] '지구 생태계의 광대함(세부 초점식1)'의 내면화

세부 초점식1을 내면화 해가는 학생들의 모습 중 Step 2에 해당하는 내러티브 중 일부를 제시하였다. 아래의 내러티브를 통해 학생들이 아프리카가 가난한 원인이 “나

라가 덩기 때문(에 식량이 부족하다).”으로 비생물 요소의 영향을 극복하지 못하고 있는 인간의 상황을 받아들였음을 알 수 있다.

T : 아프리카, 무엇이 떠오르나요?

(중략)

T : 여러분이 말한 것 중에 친구들이 말한 것을 묶어 볼게요. 가난함, 배고픔, 병. 여러분이 이런 것을 떠올리게 되는 이유가 있을 것입니다. 여러분 텔레비전에서 무엇을 봅니까?

S : 도와달라고요/ 유니세프요.

T : 네. 이런 친구들에게 무엇을 해달라는 광고를 하지요?

S : 후원을 해달라고요.

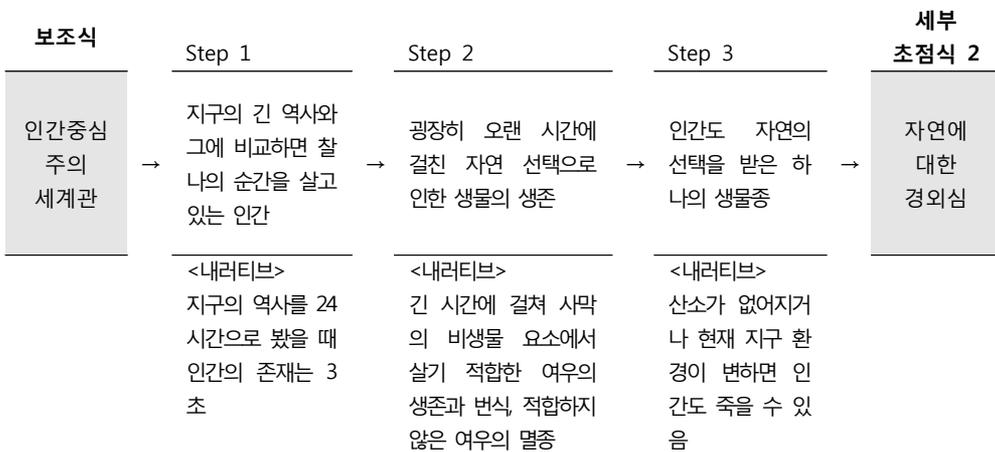
T : 네 맞습니다. 이 친구들에게는 학교에 가느냐, 몇 등을 하느냐는 크게 중요하지 않습니다. 지금 당장 먹을 것이 없는 이 친구들은 학교보다 당장 굶주리지 않는 것이 더 시급한 문제이기도 합니다. (새로운 사고를 요하는 질문) 왜 가난하지요?

S : 더워서요. 나라에 식량이 부족하기 때문입니다.

T : 맞습니다. 식량이 왜 부족하지요?

S : 나라가 덩기 때문입니다. 그래서 농사가 잘 안되기 때문입니다.

[그림 4]는 수업 중 학생들이 세부 초점식2 ‘자연에 대한 경외심’을 학습해 가는 과정이다. 이와 같은 과정을 통해 학생들의 보조식이 장고한 시간동안 이루어진 지구 환경의 변화라는 위대함과 신비로움, 그리고 지구의 긴 역사와 비교하면 찰나의 순간을 살고 있는 것과 마찬가지로 인간의 입장을 받아들임으로써 ‘자연에 대한 경외심’을 학습해 가고 있음을 알 수 있었다.



[그림 4] ‘자연에 대한 경외심(세부 초점식2)의 내면화

세부 초점식2를 내면화 해가는 학생들의 모습 중 Step 3에 해당하는 내러티브 중 일부를 제시하였다. 아래의 내러티브를 통해 학생들은 산소가 처음 생겼을 때 산소가 독으로 작용한 생물들은 사라진 것처럼 산소가 없어지거나 현재 지구 환경이 변하면 인간도 죽을 수 있다는 사실을 받아들였다. 인간이 다른 수많은 생물종처럼 자연의 선택을 받은 생물종 중 하나라는 것을 받아들인 것이다.

T : (새로운 사고를 요하는 질문) 여러분도 살고 있고 선생님도 살고 있습니다. 살고 있다는 것은 무엇을 의미하나요?

S : 자연이 우리를 선택했다는 것을 의미합니다.

(중 략)

S : 그런데요 선생님 산소가 없을 때도 있었대요.

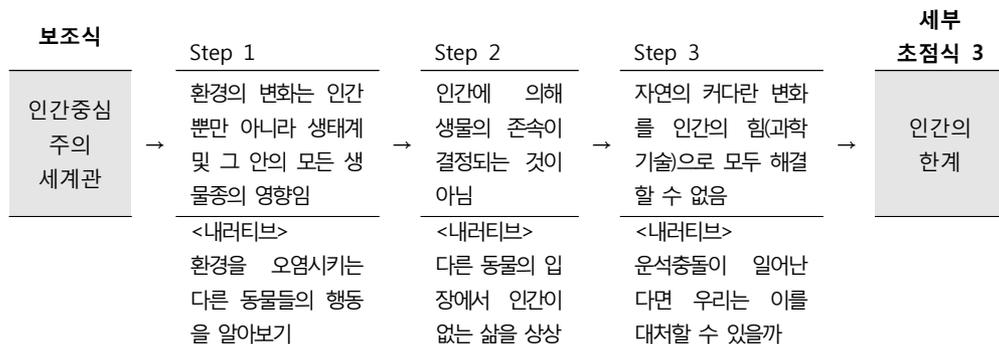
T : 맞습니다. 아주 오래전 약 35억여년 전에는 산소가 없었습니다. 그 때도 어떤 생물들은 살고 있었습니다. 산소라는 것을 모르고 살아가고 있었습니다. 그런데 어떤 생물종이 초록색 옷을 입고 광합성을 시작해서 산소가 생겼습니다. 산소를 처음 만난 어떤 생물들에게는 이는 독과 같았습니다. 그때 산소에 적합한 생물종만 살아남았을 것입니다.

S : 대박/ 헐/ 그런데 선생님 동물도 살기 적합한 것 아닌가요?

T : 그렇지요. 지금 지구에 살고 있는 동물들도 지구에 적합한 것이라고 할 수 있겠지요. 이 환경이 변하면 어떻게 될까요?

S : 멸종되는 것도 생겨요/ 인간도 죽을 수도 있어요.

[그림 5]는 수업 중 학생들이 세부 초점식3 '인간의 한계'를 학습해 가는 과정이다. 학생들은 환경의 변화가 모두 인간에 의한 것이라고 생각하거나 인간이 환경을 보호해 주어야만 모든 생물이 잘 살 수 있다고 생각하는 것은 옳지 않으며, 과학기술이 절대적인 힘이 아님을 깨달음으로써 '인간의 한계'를 받아들이고 있었다.



[그림 5] '인간의 한계(세부 초점식3)'의 내면화

세부 초점식3을 내면화 해가는 학생들의 모습 중 Step 2에 해당하는 내러티브 중 일부를 제시하였다. 아래의 내러티브를 통해 학생들은 다른 동물의 입장에서 인간이 없는 삶을 상상해봄으로써 인간에 의해 생물의 존속이 결정되는 것은 아니라는 것을 스스로 생각해 내었다.

- T : 여러분이 사자, 악어, 모기라고 생각해 보세요. 여러분은 인간이 동물보호, 식물보존을 한다고 이야기 했습니다. 그렇다면 인간이 없어요. 인간은 동물과 식물을 보존하니까 (새로운 사고를 요하는 질문) 인간이 없으면 이들은 존재할 수 없나요?  
 S : 아니요/ 스스로 균형을 맞추어요.  
 T : 사자라고 생각해 보세요. 동물의 입장에서 인간이 없다면 어떨까요?  
 S : 자신을 해치는 동물이 없으니 살기 좋아져요/ 인간이 없어도 잘 살아요/ 스스로 평형을 맞추면서 살 것 입니다.

나. 외면화

학생들이 암묵적 지식으로 내면화 한 생태중심주의 세계관을 명시적 지식으로 표현하는 과정이다. 학생들이 내면화한 지식을 표현할 때는 해체하기 힘든 맥락상 의미로 존재하는 지식을 명시적으로 표현해야하기 때문에 어려움이 있고, 말로 다 표현하지 못하는 부분도 생긴다. 이 장에서는 학생들에게 사후 설문 및 면담을 통해 그들의 내면화된 지식을 드러낸 결과를 통제반과 비교하여 알아보았다.

〈표 3〉 ‘생물이 멸종되었거나 멸종 위기에 처한 이유’에 대한 학생들의 응답

	실험반(26명)		통제반(25명)	
	사전	사후	사전	사후
인간의 영향	26(100%)	1(4%)	24(96%)	24(96%)
환경의 변화	0	25(96%)	1(4%)	0
모르겠다	0	0	0	1(4%)

실험반 학생들은 생물의 멸종 원인으로 인간의 영향과 비생물 요소인 환경의 변화를 모두 이야기 하였다. 이는 실험반 학생들이 비생물 요소가 모든 생물에 영향을 미친다는 생태중심주의적 세계관의 관점으로 설문에 응답하였음을 보여준다. 반면에 통제반 학생들은 여전히 인간중심 세계관에 머물러 있다. 이는 특히 4차시에 비생물 요소가 미치는 영향을 학습한 후 6, 7차시에 인간의 생활이 환경에 미치는 영향을 학습하면서 인간이 환경을 지배하고 파괴하는 존재로 학생들에게 비추어지기 때문인 것으

로 보인다.

〈표 4〉 '지구 생태계에서 인간의 위치는 어디일까?'에 대한 학생들의 응답

	실험반(26명)		통제반(25명)	
	사전	사후	사전	사후
중심	24(92%)	0	22(88%)	24(96%)
한 부분	0	25(96%)	1(4%)	0
모르겠다	2(8%)	1(4%)	2(8%)	1(4%)

위 설문을 통해서도 실험반 학생들이 인간을 지구 생태계에 존재하는 수없이 많은 생물종 중의 하나라는 생태중심주의적 세계관을 외면화 하는 모습을 볼 수 있었으나, 통제반 학생들은 여전히 인간중심주의적 세계관을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이는 교사가 세계관을 전달하지 않는다고 하더라도 학생들은 자기 나름의 세계관을 구축한다는 연구들과 일맥상통하는 결과이다. 그런데 내면화 지식을 외면화 하는 과정에서 명시적으로 표현하는 것에 어려움을 토로하는 학생들이 있었다. 실험반 학생 중 〈표 4〉 설문 문항에 '아래쪽'이라고 답변한 학생에게 그 뜻을 묻기 위하여 면담을 실시했는데 학생은 '아래쪽'이라고 답변한 이유에 대한 질문에 '잘 모르겠다'고 응답하였다. 학생의 생각을 추가적으로 이끌어내기 위한 질문을 통해 생태중심주의 세계관을 엿볼 수 있어 답변은 '한 부분'으로 분류하였지만 이는 암묵적 지식의 상술불가능성을 보여준다. 보조식을 도구로 하여 초점식을 학습하였으나 초점식과 통합 중인 보조식 및 암묵적 지식을 인지하지 못하기에 자신의 생각으로 답변한 내용임에도 불구하고 그 생각의 뿌리를 찾지 못하는 것으로 보인다.

〈표 5〉 Table 8. '새끼제비가 울고 있어 나무를 보았더니 뱀이 올라가고 있었습니다. 어떻게 하겠습니까?'에 대한 실험반과 통제반의 응답

구분	학생 수	새끼제비가 울고 있어 나무를 보았더니 뱀이 올라가고 있었습니다. 어떻게 하겠습니까?	
실험반	26	관여 함	15(58%)
		관여하지 않음	11(42%)
통제반	25	관여 함	24(96%)
		관여하지 않음	1(4%)

본 연구는 지식이 인격화, 신체화 되어 완벽히 기존의 암묵적 지식과 통합이 되면

맥락적 상황의 판단 기준으로 작용한다고 보았다. 그런데 <표 5>와 같이 생태중심주의 초점식을 기반으로 판단한 실험반 학생 수는 전체 26명 중 11명(42%)에 불과했다. 물론 이는 통제반(1명, 4%)에 비교하면 월등히 높은 응답률이기 때문에 본 교육의 효과가 없다고 말할 수는 없다. 그러나 앞서 제시한 다른 설문 결과와는 명백히 대조되는 결과이다. 위 설문에서 인간중심주의 세계관을 표현한 학생 15명(58%)은 다른 설문 문항에서는 생태중심주의 세계관을 바탕으로 답변하였다. 이는 설문 문항이 학습한 내용을 되묻고 있는지 또는 지식의 내면화를 바탕으로 한 판단을 묻고 있는지의 차이에 기인한 것으로 보인다. 따라서 진정한 지식의 습득인 암묵적 지식화를 알기 위해서는 단순히 초점식을 암기하고 반복하는 재생적 외면화의 확인이 아니라, 학생의 내면화를 제대로 평가하고 도와줄 수 있는 외면화 방안에 대한 고민이 필요해 보인다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 Polanyi의 인식론에 근거하여 초등학교 6학년 『생태계와 환경』 단원을 통해 생태중심주의 세계관을 전달하기 위한 수업을 진행하였다. 이를 위하여 수업 전 사전 설문, 예비 투입 수업을 진행하는 담임 교사와 면담, 선행 연구 고찰을 통해 학생들이 인간중심주의 사고를 하고 있었으며 다른 생물을 목적론적으로 설명하고 있음을 알 수 있었다(김영미, 오경환, 1996; 박지영, 민진선, 김희백, 2003; 이정초, 2005). 따라서 학생들이 인간중심주의 사고가 아니라 인간을 생태계를 이루는 하나의 생물로 바라보는 생태중심주의 세계관을 갖도록 하기 위해 이를 초점식으로 삼아 세부적으로 분석하고, 내러티브 방식을 도입한 교수자료를 개발하였다. 내러티브 자료는 세계관에 대해 직접 언급하기 보다는 학생에게 새로운 사고를 요하는 질문을 제시하고 이를 스스로 생각해보도록 하는 형식으로 수업에 적용되었다. 내러티브를 활용한 Polanyi의 인식론에 근거한 수업을 실시한 결과 다음과 같은 의미를 찾을 수 있었다.

첫째, 암묵적 지식의 상술불가능성을 확인할 수 있었다. 자신의 대답에 이유를 말하지 못하는 것은 생각의 뿌리 즉 초점식을 암묵적 지식 안으로 통합했던 보조식을 인지하지 못하기 때문이다. 보조식은 무의식과는 다른 영역이므로(Polanyi, 1958/2001) 보조식을 인지할 수 있는 단계적 발문이나 수업 모델 연구 등의 후속 연구가 요구된다.

둘째, 본 수업 후 맥락적 상황의 판단 기준 결과 초점식을 기반으로 판단한 실험반 학생 수는 전체 26명 중 11명(42%)에 불과했다. 그러나 이는 통제반(1명, 4%)에 비하면

월등히 높은 응답률이고, 한 단원 수업만을 진행한 결과이므로 본 연구를 통해 투입한 수업 형태의 가능성을 볼 수 있는 결과이기도 하다. 연구자는 이 결과 역시 앞서 언급한 학생들이 현재의 지식의 틀에 대해 고민하는 과정 중 일부라고 생각한다. 따라서 이 역시 지식 인격화, 신체화로의 발달을 위하여 다양한 맥락적 상황 제시가 필요하다고 본다.

## 참고문헌

- 강문숙, 김석우 (2012). 내러티브 스토리텔링의 교육적 효용성에 대한 학습자 인식 연구. 사고개발, 8(2), 83-106.
- 강훈식, 윤혜경, 이대형(2013). 초등과학 교사들에 의해 제기된 2007 개정 교육과정 에 따른 초등학교 3-4학년 과학 교과서의 문제점 분석. 초등과학교육학회지, 32(1), 22-35.
- 곽영순(2002). 학교교육 내실화 방안 연구(II) 과학과 교육 내실화 방안 연구: 좋은 수업 사례에 대한 질적 연구. 한국교육과정평가원.
- 교육과학기술부(2008). 초등학교 교사용 지도서(과학 3, 4, 5, 6학년 1, 2학기). 금성 출판사.
- 교육과학기술부(2011). 초등학교 교과서(과학 3, 4, 5, 6학년 1, 2학기). 금성출판사.
- 교육과학기술부(2011). 초등학교 교사용 지도서(과학 3, 4, 5, 6학년 1, 2학기). 금성 출판사.
- 권오남, 주미경, 박정숙, 박지현, 오혜미, 조형미(2013). 스토리텔링 수학 모델 교과서 의 개발 원리와 현장 적용 가능성에 대한 연구. 한국수학교육학회지, 27(3). 249-266.
- 김만희(2003). 플라니의 인식론에 근거한 과학교수의 내러티브적 성격 고찰. 한국교 원대학교 박사학위 논문.
- 김영미, 오경환(1996). 초등학교 6학년 학생들의 생태계와 환경오염에 관한 오개념. 경상대학교 과학교육연구학회지, 16, 27-53.
- 김일방(2012). 환경윤리의 실천. 파주: 이담Books.
- 남진영(2008). 플라니의 인식론에 기초한 수학교육의 목적. 대한수학교육학회지, 18(1), 137-156.
- 문경원, 김영수(2003). 제7차 교육과정 7-12학년 과학 및 생물 교과서 내의 생물 윤 리 주제와 교수-학습 방법의 유형 분석. 한국생물교육학회지, 31(3), 257-264.

- 문지현, 권동택(2010). 내러티브 학습 경험이 초등학교 고학년 학습자의 학습몰입과 학습태도에 미치는 영향. *초등교육학연구*, 17(1), 25-46.
- 박지영, 민진선, 김희백(2003). 고등학생의 생태계에 대한 오개념 유형. *한국생물교육학회지*, 31(3), 203-213.
- 부성희(2007). 플라니 인식론에 기초한 교사 지식의 성격 탐구: 이론-실천 간의 통합적 발달. *이화여자대학교 박사학위 논문*.
- 소원주, 김범기, 우종욱(1998). 과학교사들의 과학철학적 관점이 중학생들의 과학의 본성 개념에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 18(1), 109-121.
- 양은주, 조경원, 임현식(2001). 지식기반사회 학교교육과정의 인식론적 대안 탐색: Polanyi의 지식이론을 중심으로. *교육과정연구*, 19(1), 363-386.
- 이선경, 이규호, 신명경(2011). 학교과학실험에 대한 초등 교사들의 인식론적 이해의 탐색. *한국교사교육연구*, 28(2), 21-49.
- 이정초(2005). 초등학교 6학년 아동의 환경에 대한 오개념. *서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문*.
- 조덕주, 이경희(2013). 한국과 핀란드의 중학교 과학 교과서 비교 분석 - 생물 영역 단원 체제와 내용을 중심으로-. *비교교육연구*, 23(3), 177-206.
- 조영태(2006). 교과의 내면화: 플라니를 중심으로. *한국도덕교육학회지*, 18(1), 241-261.
- 조용개(2008). (생태학적 삶을 위한) 환경윤리와 교육. *파주: 한국학술정보*.
- 조희영, 최경희(2002). 구성주의와 과학교육. *과학교육학회지*, 22(4), 820-836.
- 한상기(1995). 지식의 구조와 정당화 기초론. *범한철학*, 11, 319-356.
- Bruner, J. S.(1987). Life as Narrative. *Social Research*, 54(1), 11-32.
- Bruner, J. S. (2005). *교육의 과정*(이홍우 역.). 서울: 배영사. (원저 1960 출판)
- Egan, K.(1989). *Teaching as Story Telling: an alternative approach to teaching and curriculum in elementary school*. The University of Chicago Press.
- Feynman, R. (1989). 파인만씨 농담도 정말 잘 하시네요!(김재삼, 양종만, 최승희 역.). 서울: 도솔(원저 1985 출판) Seoul: Dosol.(Original work published in 1985)
- Feynman, R. (2003). *물리법칙의 특징*(안동완 역.). 파주: 해나무. (원저 1965 출판)
- Jackson, P. W(1995). On the place of narrative in teaching. McEwan & Egan(Eds.) *Narrative in teaching, learning, and research*, 3-23.
- Milbrath, L.(1989). *Envisioning A Sustainable Society*, Albany: State

University of New York Press.

Oakeshott, M.(1965). Learning and teaching. Peters, R. S(ed.). The Concept of Education, 1560176. R. K. P, London.

Polanyi, M. (1967). The Tacit Dimension. Doubleday & Company, INC.

Polanyi, M. (2001). 개인적 지식(표재명 역.). 서울: 아카넷. (원저 1958 출판)

## ABSTRACT

### The Effect of 'Ecosystem and the Environment' Lessons based on Polanyi's Epistemology on 6<sup>th</sup> grade Elementary School students

Jung-A Kim(Korea National University of Education)  
Jung-Eun Kim(Korea National University of Education)  
Seoung-Hey Paik(Korea National University of Education)

Based on Polanyi's epistemology, this study reconstructed the sixth grade "ecosystem and environment" unit of elementary school, and taught the students to investigate the educational effects of changing from a human-centered world-view to an ecological-centered world-view. Through the preliminary questionnaire conducted before class and interview with the teacher who took the preliminary class, we confirmed that the students were thinking human-centered thoughts. Therefore, we focused on the ecological-centered world-view as a focal awaren, and analyzed teaching contents in detail and developed teaching materials using narrative methods. The narrative material was not a direct mention of the world-view, but rather a form of asking the students new thinking questions and allowing them to think for themselves. As a result, the number of students(11, 42%) in the experimental group responded based on the focus type in the contextual situation judgment process showed a higher response rate than the control group (1, 4%). On the other hand, some students have been observed to be unable to express their changed thoughts, which may be due to the impossibility of tacit knowledge, or because knowledge is not completely personalized. Therefore, it is necessary to study the method of meta-cognitive education so that students can recognize the subculture in the theoretical orientation, and it is possible to help students to personalize the knowledge through presenting various contextual situations in the practical orientation. Further research is needed on the method.

● Key words: Polanyi, epistemology, ecological-centric world-view, humen-centric world-view, 6th grade student

## SW교육 선도학교 사례 분석을 통한 SW교육 중심 초등 융합인재교육 방안\*

이소율\*\*·이영준\*\*\*

### 요약

제4차 산업혁명 시대에서는 사물 및 현상을 통합적이고 새롭게 바라볼 수 있는 능력을 함양시켜줄 수 있는 융합인재교육이 필요하다. 그리고 그 중심에는 학습자들의 컴퓨팅 사고력의 함양을 위한 SW교육이 있어야 한다. 이를 위하여, 이 논문에서는 2015 개정 교육과정에서의 초등 교육의 성격과 제4차 산업혁명 시대에서의 융합인재교육에 대하여 살펴보고, 초등 교육에서의 융합인재교육의 실천에 대하여 논의하였다. 이에 따라 초등에서 SW교육을 중심으로 융합인재교육을 실시하는 것이 타당하다는 시사점을 이끌어냈다. 또, 초등 SW교육 선도학교의 SW교육 중심 융합인재교육에 대한 세 가지 사례에 대한 분석을 실시하였고, 각각의 사례에서 드러난 교과 융합 방법과 초등에서의 융합인재교육 방안에 대하여 논의하였다.

● 주요어: 초등, SW교육 선도학교, SW교육, 정보, 융합인재교육 사례 분석

## I. 서론

2016년 세계 경제포럼(WEF: World Economic Forum)에서 언급된 제4차 산업혁명(Fourth industrial revolution)은 다양한 학문과 기술의 융합으로 이루어진 혁명시대이다. 이는 컴퓨터, 인터넷으로 대표되는 제3차 산업혁명(정보혁명)에서 한 단계 더 진화한 혁명으로도 일컬어진다(미래창조과학부, 2016).

제4차 산업혁명의 시대인 현재, 과학기술 및 다양한 학문이 빠르게 발전하고 있으며, 이전의 분절되고 세분화되어 연구되던 학문의 영역이 융합과 통섭의 영역으로 접어들고

\* 논문접수일: 2017년 11월 30일, 심사완료일: 2017년 12월 10일, 게재확정일: 2017년 12월 14일

\*\* 한국교원대학교 대학원 박사과정

\*\*\* 교신저자, 한국교원대학교 교수, E-mail: yjlee@knue.ac.kr

있다. 이러한 변화는 우리 실생활에서도 발견할 수 있다. 건축, 자동차, 전자분야에 있어 산업디자인을 전공한 디자이너와 공학을 전공한 설계자 사이에 제품 구현에 있어 서로의 의견이 상충되는 문제점이 상당수 제기될 수 있기 때문에 양 분야에 대한 전공 지식이 있는 경우 업무 효율을 극대화시킬 수 있다는 연구 결과도 있다(김혜영, 2013).

또한, 제4차 산업혁명 시대에서는 인공지능과 사물인터넷, 로봇과 같은 컴퓨팅 기술의 중요성이 증가하고 있으며, 우리 삶에 컴퓨팅 도구를 활용하여 문제 해결에 필요한 적절한 정보를 수집하고 활용할 수 있는 능력의 필요성이 대두되고 있다. 컴퓨팅 시스템의 역량을 활용하여 해결하고자 하는 문제를 효과적이고 효율적으로 해결할 수 있는 절차적 사고능력을 '컴퓨팅 사고력'이라고 한다(이영준, 2014). 2006년 Wing이 본격적으로 논의한 컴퓨팅 사고력은 영국, 핀란드, 미국 등 세계 여러 나라에서 코딩 교육 혹은 프로그래밍 교육, 컴퓨팅 교육 등을 통해 학생들에게 함양시키고자 하는 주요 역량이다. 우리나라에서도 2015 개정 교육과정에서 컴퓨팅 사고력을 강조하고 있다. 초등에서는 실과에서 17차시의 소프트웨어(SW) 교육을 통해, 중등에서는 중학교 정보 교과 34차시 수업을 통해, 고등학교에서는 정보 교과를 심화선택 과목에서 일반선택 과목으로의 전환을 통해 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 SW교육을 편성하였다(교육부, 2015a, 2015b). 이는 제4차 산업혁명 사회에 대비한 미래인재 양성을 위한 국가적 노력이라 해석된다.

빠르게 변화하고 갈수록 복잡해지고 있는 제4차 산업혁명 시대에 적응하여 삶을 영위해 나가기 위해서는 사물 및 현상을 통합적이고 새롭게 바라볼 수 있는 능력을 함양시켜줄 수 있는 창의적인 융합인재교육이 중요하다. 그리고 그 중심에는 학습자들의 컴퓨팅 사고력의 함양을 위한 SW교육이 있어야 한다. 즉, 제4차 산업 혁명 시대를 대비하기 위해서 우리 사회에서는 컴퓨팅 사고력을 기반으로 하는 창의·융합형 인재가 미래 인재로써 양성될 수 있도록 교육해야 한다. 이를 위하여 2017년 9월 28일, 미래 사회를 이끌어갈 창의·융합형 인재를 양성하기 위한 과학·수학·정보 교육 진흥법이 국회 본회의를 통과하였으며, 이에 따라 국가 차원의 장기적이고 체계적인 계획수립과 예산 지원이 뒷받침될 수 있게 되었다(김진원, 2017).

과학·수학·정보 진흥법 국회 본회의 통과 이전에도 2010년 교육과학기술부에서 융합인재교육(STEAM)에 대한 정책을 제안하거나, 한국과학창의재단에서 융합인재교육의 정착과 활성화를 위한 융합인재교육 프로그램을 현장에 적용하기 위한 노력을 지속적으로 전개해 왔다. 그러나 여태까지 융합인재교육인 STEAM의 수학, 기술, 공학, 예술, 과학 등의 학문을 융합하고 통합하는 과정에서 프로그래밍이나 코딩 등의 SW교육은 거의 강조되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 SW교육 중심의 융합인재교육 방안을 SW교육 선도학교의 사례 분석을 통해 제안하고자 한다.

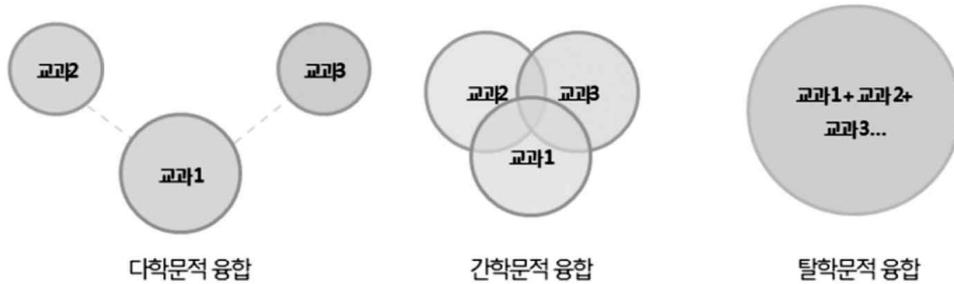
## II. 초등 교육의 성격과 융합인재교육

2015 개정 교육과정 총론에서는 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재를 양성하는 데에 교육과정 구성의 중점을 둔다고 밝히고 있다(교육부, 2015a). 인문·사회·과학기술 기초 소양을 균형 있게 함양할 수 있도록 하는 데에 주안점을 두고 있는 것이다. 이것은 한 분야의 전문적인 지식과 기능만을 가르치기 보다는 다양한 분야에서 기초적인 소양을 길러줄 필요가 있기 때문이다.

초등에서의 수업은 학생의 발달 정도, 학습 내용의 성격, 학교 실정 등을 고려하여 수업 시간을 융통성 있게 재구성하여 운영할 수 있다. 또한, 교사의 필요에 따라 각 교과목의 학년군별 목표 달성을 위한 지도 내용의 순서와 비중, 방법 등을 조정하여 운영할 수 있다고 2015 개정 교육과정 총론 해설에 제시되어 있다(온정덕 외, 2016). 교과 교사가 과목별로 존재하고 있는 중학교와는 달리, 초등학교의 수업은 보통 한 명의 담임이 여러 교과를 가르친다. 따라서 담임 수준의 학급 교육과정을 운영할 때 여러 교과의 내용이나 주제, 활동에 따라 교과 수업을 탄력적으로 통합하여 운영할 수 있다는 의미이다. 이러한 점은 다른 학교급보다 초등에서 융합인재교육을 실천하기 유리할 것으로 판단된다.

융합인재교육의 목적은 학문 간의 차이로 인하여 합치기 어려웠으나 이들이 갖는 공통점을 바탕으로 해당 분야의 지식을 활용하여 문제 해결력을 기르는 차원에서 영역을 확장시키려는 데에 있다(한국과학창의재단, 2012). 또, 융합인재교육은 단순하게 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 내용 통합이나 학문 간의 연계에만 초점을 맞추고 있는 것이 아니라, 다양한 분야의 융합적 내용을 창의적 설계와 감성적 체험을 바탕으로 과학기술과 관련된 흥미와 이해를 높여 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 소양을 갖춘 인재를 양성하는 것이다(백운수 외, 2011). 즉, 학습자들에게 단순하게 여러 교과를 한 차시의 수업에서 억지로 끼워 맞춰 제시하는 것은 융합인재교육이 아니다.

융합인재교육의 교과 통합의 유형은 크게 세 가지로 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합이 있다. 다학문적 통합은 특정 교과를 기반으로 다른 학문을 관련시키는 유형이고, 간학문적 통합은 몇 개의 교과가 동등하게 주제를 중심으로 통합하는 유형이며, 탈학문적 통합은 각 교과의 교육과정을 초월하여 완전한 통합을 하는 유형을 말한다(Drake & Burns, 2006).



[그림 1] 융합인재교육의 교과 통합의 유형(김성원 외, 2012, 재인용)

의미 있는 융합인재교육은 각 교과와 개념과 성격에 대한 깊이 있는 이해가 수반되는 탐구 과정을 통해 체계적이고 통합적인 교육을 실시해야 한다는 것이다. 탐구과정은 학습자들의 흥미와 관심에 초점을 두어야 하며, 특히, 제4차 산업혁명시대에 도래한 우리 사회에서의 융합인재교육은 SW교육이 중심이 되어야 한다.

### III. SW교육을 중심으로 한 초등 융합인재교육 사례 분석 및 방안

SW교육 선도학교는 SW교육 필수화 시행에 대비하고 소프트웨어 교육의 현장 차근을 지원하기 위하여 2015년부터 시행되고 있다. SW교육 선도학교는 SW교육을 학교현장에 미리 적용해보고, 현장 안착에 필요한 요구사항들을 수집하여 정책에 반영할 수 있도록 하며, 다양한 운영사례들을 발굴함으로써 지역별 학교별 각자의 환경에서 SW교육이 뿌리내리는 데 선도적 역할을 하는 학교를 의미한다(박세만 외, 2017).

SW교육 선도학교는 2015 개정 교육과정 및 소프트웨어 교육 운영지침을 바탕으로 규 교과에서의 SW교육, 창의적 체험활동에서의 SW교육, 범교과 교육에서의 SW교육, 그리고 SW교육을 중심으로 한 융합인재교육 등 다양한 형태로 SW교육을 실시하고 있다. 또한, 1년간 SW교육 선도학교 운영이 끝나고 나면, SW선도학교 운영 보고서를 에듀넷 티클리어에 탑재하게 되어있다(에듀넷 티클리어, 2017). 2016년 SW선도학교 보고서 중 초등학교의 융합인재교육 사례를 분석하여, 제4차 산업혁명 시대를 이끌어갈 컴퓨팅 사고력을 지닌 창의융합형 인재를 양성하기 위한 SW교육 중심 초등 융합인재교육 방안을 제시하고자 한다.

### 1. 교과 교육과 연계한 SW교육

강원도 G초등학교에서는 5학년 국어과와 사회과에서 SW교육을 실시한 내용이 SW교육 선도학교 보고서에 제시되어 있다.

언플러그드, 알고리즘, 교육용 프로그래밍 언어 등에 관한 내용은 실과 시간을 활용하여 학습할 수 있게 하였고, 국어과와 사회과에서는 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치를 활용하여 수업을 진행했다.

국어과에서의 SW교육의 학습 주제는 'EPL 도구를 활용하여 희곡의 특성을 생각하며 연극 표현하기'였다. 수업 구성의 이유로 많은 시간과 비용이 들며 학생들이 전문 배우가 아니기 때문에 사람들 앞에 나서서 연극하기 어려워하는 내용을 재미있게 체험하기 위하여 EPL도구를 사용했다고 밝혀 있다. 대사, 지문, 해설을 표현하기 위해 '말하기' 블록, 스프라이트 간 상호작용을 위해 '방송하기' 블록을 주로 사용하여 실제 연극에 가깝게 만들기 위해 노력하였다고 제시되어 있다. 수업은 스토리보드를 활용하여 알고리즘을 작성하고, 작성한 스토리보드를 활용하여 필요한 명령어 블록을 생각하게 한 후, 스크래치를 활용하여 프로그래밍 한 뒤, 마지막으로 클라우드에 업로드하고 학습자들끼리 공유하며 상호평가 하였다고 나타나 있다.



[그림 2] 국어과, 사회과와 연계한 SW교육

이 수업에서 연극과 같이 시간과 노력이 많이 필요한 수업을 보다 적은 시간과 노력으로 실제 연극 활동에서 배울 수 있는 교육적 효과를 최대한 올릴 수 있었다고 하였으며, 자신이 의도한대로 프로그램을 제작하기 위해 먼저 철저한 계획을 통한 제대로 된 알고리즘이 필요하다는 것을 학습자 스스로 느낄 수 있었다고 하였다.

사회과에서의 SW교육의 학습 주제는 '중요한 역사적 사실을 조사하여 우리 역사 소

개 프로그램 제작하기'였다. 수업 구성의 이유로 역사는 그냥 외워야한다는 학생들의 인식과 요약본 형태의 초등학교 사회 교과서의 문제와 그에 따른 학생들의 흥미와 관심 저하를 해결하기 위해 SW교육을 계획했다고 밝혀져 있다. 수업은 학생들은 역사를 좀 더 잘 알 수 있는 방법이라는 문제 상황을 해결하기 위해 모둠별로 고민을 해 봤고 스크래치라는 도구를 활용하여 문제를 해결하기 위해 모둠별로 계획을 세우고 자료를 수집하였고 그것을 바탕으로 스토리보드형태의 알고리즘을 작성하여 프로그램으로 제작하였다고 나타나 있다.

SW교육을 교과에 활용하는 경우 EPL(교육용 프로그래밍 언어, Educational Programming Language)만 수업에 도구로써 활용되는 경향이 있다. 그러나 위에 제시한 국어과와 사회과, 두 수업은 각 교과에서 교수·학습하기 어려운 부분을 SW를 활용하여 원활히 학습할 수 있도록 하였다. 즉, 두 교과의 교과 특성 및 학습 주제를 유지하면서, 각 교과에서 직면한 어려운 학습 활동을 해결하기 위하여 SW교육과 통합하여 실시되되, 소프트웨어가 단지 도구로만 활용된 것이 아니라 알고리즘 교육 및 명령어 블록에 대한 새로운 학습 등이 통합적으로 이루어진 것이다. 교과와 SW교육을 융합할 때 해당 교과를 중심으로 통합되었기 때문에 다학문적 통합을 취한 것으로 해석된다. 이 사례는 SW교육 인접 교과가 아닌 교과에서도 SW교육을 실시할 수 있다는 하나의 가능성을 제시한다. 또한, SW교육과의 융합이 중심교과의 학습도 도울 수 있다는 것을 나타낸다.

## 2. SW교육 중심 융합 프로젝트

대구 S초등학교의 SW선도학교 보고서에서는 대표 우수 프로그램으로 6학년 학생들을 대상으로 한 CT(Computational Thinking) 중심 SW 융합 프로젝트인 '달을 훔쳐간 범인을 찾아라!'가 제시되어 있다.

'달을 훔쳐간 범인을 찾아라!'는 달의 모양 변화를 교실에서 관측할 수 없고, 달의 모양 변화를 관측하려면 한 달 이상의 기간이 필요하며, 같은 시간에 같은 위치에서 달이 뜨지 않기 때문에 관측이 어렵고, 인터넷으로 찾은 사진은 연속된 변화를 나타내지 않기 때문에 달의 모양 변화에 대한 이해가 어려우므로 구성하였다고 밝혀져 있다.

이 프로젝트는 총 18차시로 국어 5차시, 과학 10차시, 수학 1차시, 실과 2차시의 시간을 활용하였다고 보고서에 제시되어 있다. 프로젝트 들어가기 활동 및 마무리 활동 등은 국어 시간을 활용하였으며, 과학 시간을 활용하여 자료 수집, 자료 분석, 문제 분해, 알고리즘, 시뮬레이션 등이 진행되었고, 자료 분석에서 수학의 원의 넓이 단원의 내용요소를 학습하고, 달 모양 변화 프로그램 만들기를 위하여 실과 시간을 활용한 것으로 나타났다.

차시	주제	주요 활동	CT 요소	차시	주제	주요 활동	CT 요소
1-2/18	「달을 훔쳐간 범인을 찾아라」 프로젝트 들어가기	<국어> 5. 광고 읽기 - 달을 훔쳐간 범인을 찾아라 광고보기 - 광고 내용 파악하기 - 광고의 문제점 알아보기 - 달을 훔쳐간 범인을 찾아라 프로젝트 구성하기	자료 수집 자료 분석 알고리즘	10/18	달의 모양과 위치 변화의 규칙성 찾기 [신체활동중심언플러그드]	<과학> 1. 지구와 달 - 달의 모양이 변하는 까닭 알아보기 - 달의 모양이 변하는 까닭 실험하기 - 달의 모양과 위치 변화의 규칙성 알아보기	자료 분석 자료 표현 문제 분야
3-4/18	지구의 자전 알아보기	<과학> 1. 지구와 달 - 태양을 가장 먼저 볼 수 있는 곳 알아보기 - 위치에 따라 일출시간이 다름을 알기 - 지구의 자전 알아보기 - 연합공연을 하면서 자전 이해하기	자료 수집 자료 분석 문제 분야	11-12/18	달 모양 변화 프로그램 만들기 [교육용프로그래밍언어(EPL)]	<실과> 4. 생활과 전기전자 - 교육을 프로그래밍 언어로 달 모양 변화 만들기 - 알고리즘 알아보기(놀이) - 알고리즘 재구성하기(수업+재구성)	문제 분야 추상화 알고리즘 자동화
5/18	지구의 자전에 따른 변화 알아보기(1)	<과학> 1. 지구와 달 - 하루 동안 달과 별의 위치는 어떻게 달라질까 - 하루 동안 달의 위치 변화 알아보기 - 하루 동안 별의 위치 변화 알아보기	자료 수집 자료 분석 자료 표현	13-14/18	지구와 달 운동 로봇 만들기 [로봇활용(피지컬 컴퓨팅)]	<과학> 1. 지구와 달 - 지구와 달 운동 모형 만들기 - 로봇을 활용한 알고리즘 만들기 - 지구와 달 운동 로봇 만들기	알고리즘 자동화 사물레이션
6/18	지구의 자전에 따른 변화 알아보기(2)	<과학> 1. 지구와 달 - 보라 빛이 생기는 이유 알아보기 - 남과 북이 생기는 까닭 알아보기 - 태양이 움직이는 것처럼 보이는 까닭 알아보기	자료 수집 자료 분석 추상화	15-16/18	「달을 훔쳐간 범인을 찾아라」 광고 만들기	<국어> 5. 광고 읽기 - 달을 훔쳐간 범인을 찾아라 광고 만들기 - 광고 만드는 방법 알아보기 - 광고 만들기	추상화 알고리즘
7/18	지구의 공전 알아보기	<과학> 1. 지구와 달 - 지구의 공전 알아보기 - 지구의 공전 방향 알아보기 - 연합공연을 통해 지구의 공전 알아보기	자료 수집 자료 분석 문제 분야	17/18	「달을 훔쳐간 범인을 찾아라」 광고 신빙성 평가하기	<국어> 5. 광고 읽기 - 달을 훔쳐간 범인을 찾아라 광고 감상하기 - 친구들의 광고를 보고 신빙성 평가하기	
8/18	지구의 공전에 따른 달의 모양 변화 알아보기	<과학> 1. 지구와 달 - 여러 날 동안 달의 모양을 관찰하기 - 달의 모양과 위치 변화의 규칙성 알아보기 - 여러 날 동안 달의 모양을 관찰한 후 변화 정리하기	자료 수집 자료 분석	18/18	정리하기	<과학> 1. 지구와 달 - 지구와 달의 운동에 대하여 정리하기 - 달을 훔쳐간 범인 찾기 - 범인은 어떤 것을 발견하기	
9/18	달의 공전 둘레 알아보기	<수학> 5. 쪼금의 몫 - 쪼금의 둘레 알아보기 - 쪼금의 둘레 알아보기 - 달의 공전 둘레 알아보기	자료 분석 추상화	「달을 훔쳐간 범인을 찾아라」 <국어 5/5>, <과학 10/10>, <수학 1/1>, <실과 2/2>			

[그림 3] SW교육 중심 융합 프로젝트 교육 내용

교육 결과, 학습자들은 시물레이션을 통해 연속되는 달의 변화 과정을 관찰할 수 있었다고 했다. 또한, 과학 실험을 통해 자료를 수집하고, 신체활동중심(언플러그드) 활동을 통해 자료를 분석하며, 교육용 프로그래밍 언어(EPL)를 통해 문제를 분해하고, 알고리즘을 구성한 후 교육용 로봇 활용(피지컬 컴퓨팅)을 통해 시물레이션을 하는 컴퓨팅 사고력의 일련의 과정이 잘 드러났다고 평가하고 있다. 그리고 프로젝트로 수업을 통해 학생들의 흥미 유발을 통해 수업 참여도를 높였으며, 과학 교과를 중심으로 CT 중심 융합 프로젝트를 구성하였는데 현행 교육과정을 재구성하여 실과가 아닌 과목으로도 우수한 SW교육을 실시하였다고 보고서에 제시하였다.

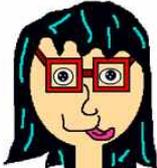
서로 관련 있는 학습 내용을 유기적으로 연결하여 하나의 프로젝트를 통해 교육하는 것은 수업 시수를 탄력적으로 확보할 수도 있고, 프로젝트가 끝난 후 학습자들에게 큰 성취감을 가져다 줄 수 있는 장점이 있다. 이 프로젝트는 국어, 과학, 수학, 실과(SW교육) 간의 교과 내용 중 서로 연관되어 있는 내용을 중심으로 교과 융합을 실시하였으며, 이는 간학문적 통합으로 해석된다. 이 사례는 SW를 중심으로 여러 교과를 융합하여 제시함으로써 교육 시수를 확보하기 유리했다는 점과 교수·학습하기 까다로운 내용에 대해 학습자들의 이해를 도울 수 있는 방법을 나타낸다.

### 3. 인터랙티브 아트를 활용한 SW교육

경기도 J초등학교의 SW교육 선도학교 보고서에서는 5~6학년 대상 '인터랙티브 아트를 활용한 코딩 프로그램'이 제시되어 있다. 인터랙티브 아트, 즉, 상호작용예술(interactive art)은 종래의 단방향 예술과는 달리, 수용자와 매개체가 서로 상호작용하며

서로의 원인과 결과가 되도록 고안한 예술적 체제나 장치, 설치, 환경, 미디어, 퍼포먼스, 놀이 등을 말한다(신진식, 2005).

‘인터랙티브 아트를 활용한 코딩 프로그램’은 미술, 실과 시간을 활용하여 총 24차시의 교육 내용으로 구성되어 있었으며, 최신의 디지털 테크놀로지에 대한 긍정적 체험을 기획하여 이를 통해 프로그래밍과 예술, 생활, 학습이 동떨어진 개별 활동이 아닌 생활 속에서의 예술과 학습, 이를 가능하게 하는 테크놀로지가 하나의 학습 환경이자 일상생활임을 학습자들이 인식할 수 있는 기회를 제공하였다고 나타나 있었다.

arduino	kinect	leap motion
<ul style="list-style-type: none"> <li>빛이 열리는 나무(LED 활용)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>내 연주 숨씨 어때요 (kinect를 활용한 동작 인식 악기 연주)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>내 손안에 팔레트(scratch 프로젝트를 통해 손가락으로 다양한 색상의 그림 그리기)</li> </ul> 
makey makey	scratch	scratch sensor board
<ul style="list-style-type: none"> <li>협력적 첼로 모형 제작 및 makey makey 활용 첼로 연주하기</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>collage</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털 물감놀이(scratch sensor board의 소리 센서와 슬라이더를 활용한 물감 효과, 빛의 원리)</li> </ul> 

[그림 4] 인터랙티브 아트를 활용한 코딩 프로그램 교육 사례

이 교육에는 Scratch 프로그램, Scratch sensor board, arduino, leap motion, kinect, makey makey, LEGO wedo, raspberry PI, kinect, NFC 카드, webCAM 등 다양한 디지털 테크놀로지가 활용되었다. 이 교육은 21세기 학습자에게 요구되는 미래핵심역량으로 비판적 사고력, 문제해결력, 다양한 리터러시, 협력, 커뮤니케이션 능력 등을 강조하고 있으며, 학습자의 문화적 특성과 시대적 요구를 반영한 최신의 테크놀로지 기반의 Scratch 인터랙티브 아트 프로그램을 구안하여 학습과 놀이 속에서 미래핵심역량을 증진할 수 있는 기회를 마련하기 위함이라고 보고서에 밝혀져 있었다.

학습 활동은 아두이노를 활용한 빛이 열리는 나무, 키넥트를 활용하여 신체 움직임을

통해 연주하기, 립 모션과 스크래치 2.0을 활용하여 손가락으로 그림 그리기, 메이키메이 키를 활용하여 첼로 만들어 연주하기, 스크래치 센서보드를 활용하여 빛의 원리를 이해하고 디지털 물감놀이를 하기 등이었다. 이 교육을 위한 시수는 미술과 실과 시수를 활용하였지만, 실제 교육 내용은 SW교육이 중심으로 한 미술, 음악, 수학, 과학 융합 교육이었다. 즉, 어떠한 교과와 교육과정의 내용이 특정하게 드러나지 않고, 각 교과와 교육과정을 초월하여 완전한 통합을 하는 탈학문적 통합을 했다고 해석된다.

현동걸 외(2014)는 인터랙티브 아트를 활용한 융합인재교육은 학생들의 과학과 미술 수업에 대한 흥미와 과학과 미술의 융합 가능성에 대한 인식에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 보여준다는 연구 결과를 제시하였다. 따라서 이 사례는 인터랙티브 아트를 활용한 SW교육 중심 융합인재교육이 학습자들의 높은 흥미를 이끌 수 있으며, 탈학문적 융합을 시도할 수 있다는 점을 나타낸다.

#### IV. 결론

SW교육 선도학교 중 3개의 초등학교의 보고서를 통해 살펴본 SW교육 중심의 융합인재교육 사례에서는 다음과 같은 의의를 드러낸다. 첫째, 특정 교과들에서 교수·학습하기 어려운 부분을 보완하기 위하여 SW교육을 도구로써 활용하여 융합인재교육을 실시하여 교육의 효과를 높였다. 둘째, SW교육을 중심으로 융합을 실시한 경우, 해당 과목들의 이해를 도울 뿐만 아니라 학습자의 흥미가 증대될 수 있었다. 앞서 분석한 세 사례의 교육적 효과는 모두 긍정적이었다. 학습자들에게 각 교과를 연계하여 문제해결에 활용하고 통합적으로 사고할 수 있는 발판을 제공할 수 있었기 때문이다.

융합인재교육의 필요성에 대해서 많은 이들이 공감하고 있지만, 현장에서 융합인재교육을 실천하기는 쉽지 않은 일이다. 하지만 SW교육을 중심으로 융합인재교육을 실천한 세 학교의 사례에서 나타난 바, 다학문적, 간학문적, 탈학문적 융합 모두 자유롭게 시도할 수 있었음을 알 수 있었다.

추후 SW교육을 중심으로 한 융합인재교육 교수학습 방법 및 교육 방안 등에 대한 연구와 효과적인 SW교육 중심 융합인재교육을 위한 논의가 활성화되길 기대한다.

## 참고문헌

- 교육부(2015a). **초·중등학교 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2015-74호 별책1.
- 교육부(2015b). **실과(기술·가정)/정보과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호 별책10.
- 교육부(2015c). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호 별책 8.
- 교육부(2015d). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호 별책 9.
- 교육부(2016). **지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략**.
- 국가평생교육진흥원(2016). 4차 산업혁명의 시대에서 묻는 교육의 미래: 세계경제포럼의 '교육을 위한 새로운 비전(new vision for education)'. **글로벌평생교육동향**, 2, 1-15.
- 김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. **한국과학교육학회지**, 32(2), 388-403.
- 김진원(2017). **교육부, 과학·수학·정보 융합교육 활성화**. 헤럴드 경제. Retrieved November 21, 2017 from <http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20170928000755>.
- 김혜영(2013) 융합교육 체계화를 위한 융합교육의 방향과 기초융합교과 설계에 대한 제언. **교양교육연구**, 7(2), pp. 11-38.
- 미래창조과학부(2016). **제4차 산업혁명에 대응한 '지능정보사회 중장기 종합대책**.
- 박세만, 성정숙, 안성훈, 김자미, 김수환, 강경화, 고혜란(2017). **2016년 소프트웨어(SW) 교육 선도학교 실태조사 및 효과성 분석 연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. **학습자중심교과교육연구**, 11(4), 149-171.
- 신진식(2005). 상호작용예술(interactive art)의 개념 연구. **조형연구**, 13, 55-84.
- 에듀넷 티-클리어. (2017). **SW선도학교 결과보고서**. Retrieved November 21, 2017 from [http://www.edunet.net/nedu/swedusvc/softwareEduLeadForm.do?menu\\_id=363](http://www.edunet.net/nedu/swedusvc/softwareEduLeadForm.do?menu_id=363).
- 온정덕, 김경자, 황규호, 홍은숙, 박희경, 이현주. (2016). **2015 개정 교육과정 총론 해설-초등학교**. 교육부.
- 이영준, 백성혜, 신재홍, 유현창, 정인기, 안상진, 최정원, 전성균(2014). **초중등 단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2012). **융합인재교육(STEAM) 효과성 분석 연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 현동걸(2014). 인터랙티브 아트를 활용한 STEAM 프로그램에 대한 초등학교생들의 흥미와 인식. **과학교육연구지**, 38(3), 691-702.
- Aho, A. A. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835.

- Bundy, A. (2007). Computational thinking is pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing, 1*, 67-9.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study development of computational thinking in interactive media design. *Paper presented at annual American Educational Research Association meeting*, Vancouver, BC, Canada.
- Bort, H. & Brylow, D. (2013). CS4Impact: Measuring Computational Thinking concepts present in CS4HS participants lesson plans, *Proceedings in SIGCSE 2013, March 6-9*, Denver, Colorado, USA.
- Drake, S., & Burns, R. (2006). **통합교육과정 (박영무 역)**. 서울: 원미사. (원저 2004 출판)
- International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*. Retrieved from <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>
- Seiter, L., & Foreman, B. (2013). Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. *In Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research, 59-66*.
- Sherman, M. & Martin, F. (2015). The assessment of mobile computational thinking, *Journal of Computing Sciences in Colleges, 30(6)*, 53-59.
- Yakman, G. (2007). Using Baduk to teach purposefully integrated STEM/STEAM education. *ISETL conference*.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of ACM, 49(3)*, 33-35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions, 366*, 3717-3725.
- Wing, J. (2011). Research Notebook: Computational Thinking-What and Why? *The Link*. Pittsburgh, PA: Carneige Mellon.
- Zur-Bargury, I., Parv, B., & Lanzberg, D. (2013). A National Exam as a Tool for Improving a New Curriculum. *Proceedings of ITiCSE Conference, 267-272*.

“본 논문은 다른 학술지 또는 간행물에 게재되었거나 게재신청되지 않았음을 확인함”

## ABSTRACT

### A Study on SW Education-centered Elementary STEAM Education through Case Analysis of SW Education Leading School

Yi, Soyul(Graduate school of Korea National University of Education)

Lee, YoungJun (Korea National University of Education)

This study aims to presenting methods of SW education-centered elementary STEAM education through case analysis of SW education leading school for cultivate creative and converged people who are future human resources in the 4th industrial revolution era. For this, we examined the characteristics of elementary education in the 2015 revised curriculum and the STEAM education in the 4th industrial revolution era and we discussed how to implement the STEAM education in elementary efficiently. And this led to the suggestion that it is more advantageous to conduct STEAM education centered on SW education in elementary school than other school level. In addition, we analyzed the case of SW education relative with subjects in curriculum, the case of SW education centered STEAM project education, and the case of SW education using interactive art. We discussed the how to integrate of the subjects in each case and the STEAM education methods and practices in elementary school.

● Key words: Elementary school, SW education leading school, SW education, Informatics, Case analysis of STEAM education

## 사회네트워크 분석법을 활용한 중등교사들의 융합 및 융합교육에 대한 인식 탐색\*

신세인\*\*·이준기\*\*\*

### 요약

이 연구는 중등교사들이 생각하는 융합 및 융합교육에 대한 인식을 파악하는데 그 목적이 있다. 연구목적 달성을 위하여 한국교원대학교 융합교육연구소에서 실시하는 융합교육 연수에 참여한 총 254명이 참여하였다. 이 연구에서는 교사들의 융합 및 융합 교육 프로그램에 대한 인식 자료를 수집하였다. 이를 위해 첫째, 융합의 의미, 둘째, 융합 프로그램의 목적, 셋째, 융합 프로그램의 장점, 넷째, 융합 프로그램의 단점에 대하여 묻는 4개의 서술형 문항을 온라인 설문조사를 통해 수집하였다. 수집된 비정형 언어 자료들은 사회네트워크분석법을 통하여 분석하였다. 연구결과, 첫째, 융합의 의미에 대해서는 특정 주제와 관련된 학습 요소들이나 다양한 교과 및 분야의 지식을 통합하고 연계하는 것으로 인식하였고, 둘째, 융합 프로그램의 목적에 대해서는 사회에서 요구하는 인재양성을 위해 학생들의 다양하고 창의적인 사고력과 문제해결력을 함양시키는 것으로 인식하였고, 셋째, 융합 프로그램의 장점에 대해서는 수업의 다양성을 통해 학생들의 수업에 대한 흥미를 유발할 수 있다는 점과 교과 간의 협력을 바탕으로 지식의 통합적 접근을 시도해 학생들의 창의적 사고와 문제해결력, 사고력을 확장시킨다는 점으로 인식하였으며, 넷째, 융합 프로그램의 단점으로는 교사의 입장에서 교과의 운영과 재구성에 대한 문제, 교과의 기초적인 지식 함양이 어려워 전문성이 부족해질 수 있다는 점, 실질적 수업 진행의 어려움, 수업 준비에 많은 노력이 필요하다는 점, 융합프로그램의 개발과 관련된 어려움, 다양한 교사 간 협력과 협동의 어려움, 학생 수준과 관련된 어려움으로 인식하고 있었다.

● 주요어: 중등교사, 융합, 융합교육, 사회네트워크분석

\* 논문접수일: 2018년 11월 18일, 심사완료일: 2017년 12월 4일, 게재확정일: 2017년 12월 14일

\*\* 전북대학교 과학교육학부 생물교육전공

\*\*\* 교신저자, 전북대학교 교수 junki@jbnu.ac.kr

## I. 서론

환경오염, 기후변화, 신종 질병 등 현대사회에는 단편적인 지식과 기술로는 해결할 수 없는 복잡한 문제들이 산재해있다. 복잡한 문제를 해결하기 위해서는 기존 방식을 넘는 창의적인 해결책이 요구되고 있는 실정이다. 따라서 이전에는 경계가 분명하게 구별되었던 분야들의 전문가들이 경계를 넘어 함께 협업하고 이를 통해 문제를 해결하려는 움직임이 활발히 이루어지고 있다(홍성욱, 2011). 이렇게 학제를 넘어 새로운 방식을 창발 해내려는 시도를 융합이라 한다.

이러한 시대적 흐름에 발맞추어 우리나라에서는 2009 개정 교육과정부터 창의-인성 교육 및 융합형 교육을 강조하기 시작하였다. 예를 들어 2009 개정 교육과정에서 도입된 ‘과학’ 과목과 2015개정 교육과정에서 도입된 ‘공통과학’에는 기존의 과학 세부 과목간의 경계를 허물고 핵심 주제와 개념을 중심으로 내용을 구성하려는 시도가 담겨있다(교육과학기술부, 2009; 교육부, 2015). 또한 2011 개정 교육과정에서는 창의적 융합인재 양성을 목표로 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학 등의 교과목이 연계된 융합인재교육(STEAM)을 활성화를 도모하는 등 이공계뿐만 아니라 인문 및 예술 분야까지 학제적 경계를 허무는 융합적 접근을 시도하였다(교육과학기술부, 2011).

위와 같은 융합교육 도입의 취지와 목적이 현실적으로 잘 달성되기 위해서는 무엇보다 교육 현장의 운영 주체인 교사들의 융합교육에 대한 공감대 형성과 이를 바탕으로 한 실천이 필요하다. 따라서 교사들의 융합교육에 대한 인식을 면밀히 살펴보고, 이를 바탕으로 교사들의 융합교육 실천을 위한 다양한 측면에서의 교육적 지원이 필요하다. 그러나 선행연구에 따르면 이러한 융합교육 도입 취지에 교육현장의 교수-학습 운영 주체인 교사들은 대체적으로 동의하는 편이나 이러한 융합교육 실행에는 소극적인 태도를 취하는 등 복합적인 인식을 나타내고 있었다(하민수 등, 2014). 지금까지 실시된 융합교육에 대한 교사들의 선행연구의 대부분은 적은 수의 교사를 대상으로 하거나 특정 교과목의 교사들을 중심으로 수행되어 대표성이 부족하거나, 대부분 단순한 설문조사 형식으로 자료를 수집하여 기술적 통계를 수행하는 등 연구 방법의 제한성을 지니고 있었다(조정화, 2012; 이은숙, 2012; 윤희정 등, 2011; 김진영 등, 2012; 신영준, 한선관, 2011; 하민수 등, 2014). 그러나 융합교육을 바라보는 교사들의 인식이 복합적인 특성을 가지고 있다는 점에서, 이러한 특성을 다각도로 확인해볼 필요가 있다. 특히 ‘융합’이라는 용어 자체가 우리 사회에 활발히 통용된 지 얼마 되지 않았다는 점에서 융합의 의미 그 자체에 대해서 어떻게 인식하고 있는지 먼저 파악할 필요가 있으며, 교사들이 인식하고 있는 융합교육의 목적과 장, 단점을 다각

도로 확인할 필요가 있다.

이 연구에서는 사회네트워크 분석의 언어적 응용인 언어네트워크 분석(Semantic Network Analysis; SNA)을 사용하여 교사들의 융합교육에 대한 인식구조를 살펴보고자 한다. 언어네트워크분석은 특정 대상에 대한 개인의 인식이 다양한 세부 개념들의 연결 관계를 기반으로 이루어지며, 이러한 연결 관계망은 언어를 통해 드러날 수 있다는 이론적 가정을 바탕으로 이루어진다(diSessa, 2008). 때문에 언어네트워크를 통해 개인의 인식구조 파악이 가능하며, 개인의 언어네트워크들의 통합은 개개인으로 구성된 집단의 사회적 인식네트워크로도 볼 수 있다(박치성, 정지원, 2013). 언어네트워크 분석은 비정형의 대용량 텍스트자료로부터 텍스트를 구성하는 단어들의 동시출현(co-occurrence) 관계정보를 분석 대상으로 삼아 특정 집단의 사회적 인식 구조를 파악하는데 효과적인 방법이다. 따라서 이 연구에서는 언어네트워크 분석을 통해 교사들의 융합교육 관련 인식의 구조를 거시적으로 파악하고자 한다.

최종적으로 이 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 교사들의 융합의 의미에 대한 인식은 어떠한가?
2. 교사들의 융합 교육의 목적에 대한 인식은 어떠한가?
3. 교사들의 융합 교육프로그램의 장점에 대한 인식은 어떠한가?
4. 교사들의 융합 교육프로그램의 단점에 대한 인식은 어떠한가?

## II. 연구 방법

### 1. 자료 수집

이 연구에는 한국교원대학교 융합교육연구소에서 실시하는 융합교육 연수에 참여한 총 254명이 참여하였다. 254명의 교사들의 성별, 전공별 정보는 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구 참여자

		빈도	비율
성별	남교사	84	33.1
	여교사	167	65.7
	무응답	8	1.2
전공별	국어	34	13.4
	수학	25	9.
	영어	31	12.2
	사회	20	7.9
	역사	10	3.9
	도덕	13	5.1
	과학	29	11.4
	기술·가정	21	8.3
	정보	2	0.8
	미술	11	4.3
	체육	24	9.4
	음악	15	5.9
	기타 (보건, 사서, 상담, 진로, 중국어)	9	4.0
	무응답	10	3.9
	전체	254	100

## 2. 자료 수집

이 연구에서는 교사들의 융합 및 융합 교육 프로그램에 대한 인식 자료를 수집하였다. 이를 위해 첫째, 융합의 의미, 둘째, 융합 프로그램의 목적, 셋째, 융합 프로그램의 장점, 넷째, 융합 프로그램의 단점에 대하여 묻는 4개의 서술형 문항을 개발하였다. 문항 개발에는 4인의 과학교사 및 과학교육 전문가가 참여하였다. 각 문항에 대한 응답은 분량에 제한 없이 자유롭게 서술형으로 응답하도록 구성하였다.

## 3. 분석 방법

이 연구에서는 사회네트워크 분석을 활용하여 중학교 교사들의 융합 및 융합 교육 프로그램에 대한 인식을 분석하였다. 각 문항에 대한 교사들의 응답은 비정형의 텍스트 자료(unstructured text data)으로, 이 연구에서는 NetMiner 4.3의 자연어 처리기능을 활용하여 네트워크 분석이 가능한 형태인 정형화된 자료로 변환하였다. 자료의 정형화 과정에서는 먼저 모든 텍스트 자료를 형태소로 분리하고, 각각의 형태소의 품사를 태깅하는 과정이 이루어진다. 이 때 이 연구에서

는 보다 정확한 분석 결과를 얻기 위하여, 추출된 형태소 중 유사한 의미를 지니는 동의어를 통일하고, 분석과 관계없는 단어들을 제외하였으며, 자연어 처리기능으로는 인식되지 않으나 과학교육적으로 고유한 의미를 지니고 있는 고유명사들, 예를 들어 ‘교육과정’, ‘STEAM’ 등은 고유단어로 지정하는 등의 전처리 과정을 반복 수행하였다. 또한 이 연구에서는 보다 명확한 의미를 지니는 단어들을 바탕으로 분석하기 위하여 형태소 품사 중에서도 명사와 형용사만을 대상으로 분석을 수행하였다. 이러한 전처리를 거친 후 교사들의 각 응답과 형태소 단어들의 동시출현 정보가 정형화된 행렬 형태(서술형 응답 × 단어)의 자료를 추출하였다.

다음으로 각 응답에서 나타난 단어들의 공출현 관계를 확인하기 위하여 ‘응답×단어’ 형태의 네트워크를 단어×단어 형태의 일원모드 네트워크로 변환(projection)하였다. 이 때 핵심적인 단어간 연결정보만을 확인하기 위하여 전체에서 총 3회 이상 동시출현한 단어연결 정보만 추후 분석 대상으로 삼았다.

일원모드 네트워크는 크게 세 가지 측면에서 그 구조적 특성을 확인하였다. 첫째, 네트워크의 전반적인 밀도(density)를 확인하였다. 둘째, 네트워크를 구성하는 각 단어들의 구조적 중심도를 확인하기 위하여 연결정도 중심성(degree centrality)과 매개중심성(betweenness centrality)을 확인하였다. 셋째, 네트워크를 구성하는 하위 구조를 파악하기 위해 커뮤니티 분석을 수행하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. ‘융합’의 의미에 대한 인식

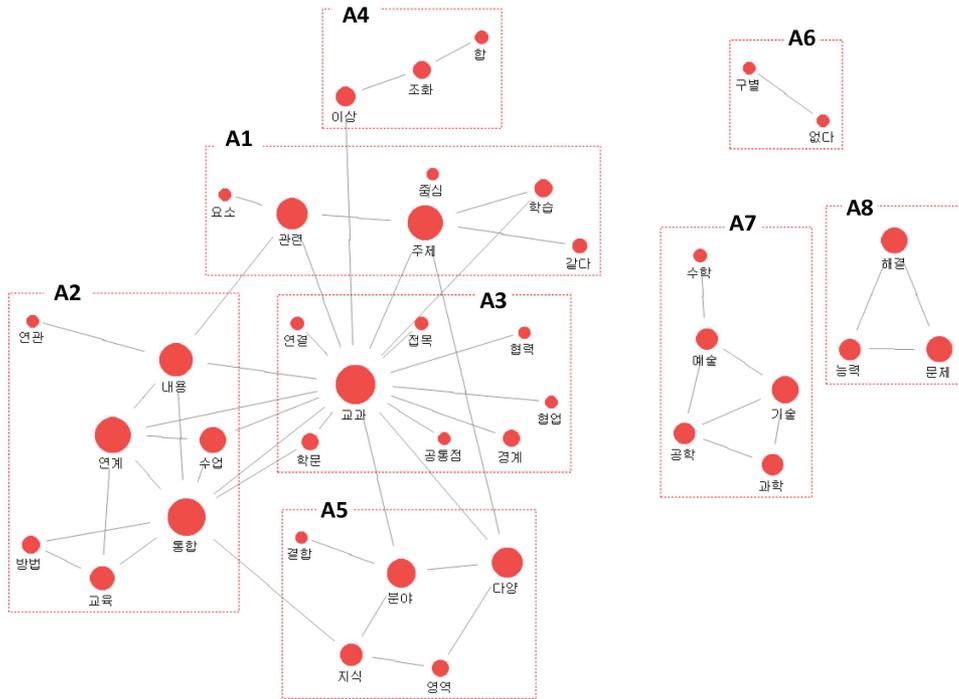
먼저 교사들이 ‘융합’을 어떠한 의미로 인식하고 있는지 네트워크 분석을 수행하였다. 네트워크의 밀도를 확인한 결과 네트워크의 전체 밀도는 0.072였으며 평균 단어들의 연결정도는 1.359였다. 이렇게 상대적으로 작은 네트워크의 밀도로 볼 때, 단어 간 연결은 특정 단어들을 중심으로 단어 사이의 연결이 이루어지고 있는 것으로 볼 수 있다.

각 단어들의 출현 빈도와 네트워크에서의 단어의 구조적 위세를 나타내는 연결정도 중심성과 매개정도 중심성을 확인한 결과는 <표 2>와 같다. 분석 결과 ‘교과’가 143회의 가장 높은 빈도로 나타났으며 연결정도 중심성과 매개정도 중심성도 가장 높게 나타나 교사들은 ‘교과’를 중심으로 융합의 의미를 인식하고 있음을 알 수 있다.

다음으로 ‘연계’, ‘통합’이 각각 43회, 30회의 빈도로 높게 나타났으며, 연결정도 중심성 또한 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 교사들은 교과간의 통합과 연계를 중심으로 융합의 의미를 인식하고 있음을 알 수 있다. 다음으로는 ‘주제’, ‘내용’등이 30회, 29회로 높은 빈도로 출현했고, 높은 연결정도 중심성을 나타내어 주제와 내용 중심의 융합을 인식하고 있음을 확인할 수 있었다.

〈표 2〉 융합의 의미 인식 네트워크를 구성하는 단어들의 빈도와 중심성 지수

	단어	빈도	연결정도 중심성	매개정도 중심성
1	교과	143	3.632	0.404
2	통합	43	1.105	0.082
3	연계	30	1.026	0.016
4	주제	29	0.921	0.081
5	내용	27	0.789	0.045
6	분야	25	0.553	0.05
7	수업	24	0.342	0
8	교육	24	0.316	0.001
9	다양	22	0.605	0.034
10	관련	19	0.632	0.043
11	지식	18	0.289	0.013
12	이상	18	0.237	0.074
13	조화	15	0.184	0.038
14	영역	14	0.158	0.002
15	과학	12	0.263	0
16	경계	12	0.158	0
17	학문	12	0.158	0
18	해결	11	0.342	0
19	학습	11	0.184	0
20	결합	10	0.079	0



〈그림 1〉 교사들의 융합의 의미에 대한 인식

교사들의 융합의 의미에 대한 인식 네트워크를 도식화한 결과는 〈그림 1〉과 같다. 커뮤니티 분석 결과 네트워크는 크게 여덟 가지 하위 구조로 구분되었다. 각 하위 구조들을 자세히 살펴보면, A1은 ‘주제’와 ‘관련’을 중심으로 ‘학습’, ‘중심’, ‘요소’ 등이 등장하며 주제와 관련된 학습 요소들을 중심으로 융합의 의미를 인식하는 것을 알 수 있다. A2는 ‘통합’, ‘연계’, ‘내용’, ‘수업’ 등이 등장하며 내용이 통합되고 연계된 것을 융합의 의미로 인식하고 있음을 알 수 있다. A3는 ‘교과’를 중심으로 ‘공통점’, ‘경계’, ‘학문’ 등이 등장하여 교과나 학문의 경계를 허물거나 경계에 있는 공통점을 바탕으로 융합을 인식하고 있음을 알 수 있다. A4는 ‘합’, ‘이상’, ‘조화’ 등이 등장하며 특정한 대상들의 합이나 합 이상(more)이 나타내는 조화에 대한 의미군이 인식구조에 존재함을 확인하였다. A5는 ‘분야’, ‘다양’, ‘지식’ 등이 나타나 다양한 분야의 지식의 결합으로 융합의 의미를 이해하고 있었으며, A6는 ‘구별’, ‘없다’가 등장하였으며, 대상이나 학문간의 구별이 없음을 중심으로, A7는 ‘예술’, ‘과학’, ‘공학’, ‘수학’, ‘기술’이 등장하며 최근 활발히 이루어지고 있는 STEAM을 중심으로 융합을 이해하고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 A8은 ‘문제’, ‘해결’, ‘능력’이 등장하며 특정

한 문제를 해결하기 위한 하나의 방안으로서 융합의 의미를 인식하고 있음을 알 수 있다.

위와 같은 결과를 종합하면 교사집단은 ‘특정 주제와 관련된 학습 요소들이나 다양한 교과 및 분야의 지식을 통합하고 연계하는 것’으로 융합을 인식하고 있으며 특히 ‘교과의 경계를 허물거나 경계에 있는 공통분모를 바탕으로 통합하거나 연계하는 것’으로 이해하고 있었다. 이 때 교사들의 인식구조에는 STEAM, 문제해결능력에 대한 의미군도 등장하였다. 그러나 보다 중심적인 하위 구조(A1~A5)와는 연결되지 않는 구조를 나타낸다는 점에서, 일부 교사들은 STEAM만을 중심으로 융합을 인식하거나 문제해결능력을 기르기 위한 시도로만 융합의 의미를 인식하고 있음을 알 수 있다.

## 2. 융합교육의 목적에 대한 교사들의 인식

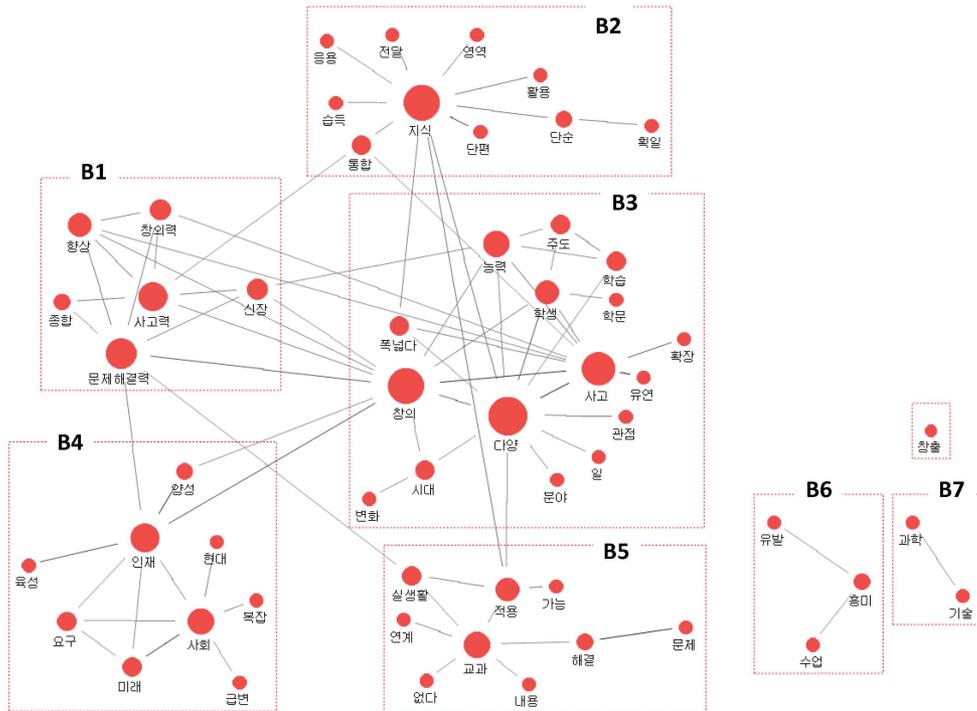
다음으로 교사들이 융합 교육의 목적에 대한 인식을 파악하기 위한 네트워크 분석을 수행하였다. 네트워크의 밀도를 확인한 결과 네트워크의 전체 밀도는 0.055였으며 평균 단어들의 연결정도는 1.5였다. 이와 같은 상대적으로 작은 네트워크의 밀도로부터 볼 때, 단어 간 연결은 특정 단어들을 중심으로 단어 사이의 연결이 이루어지고 있는 것으로 볼 수 있다.

각 단어들의 출현 빈도와 네트워크에서의 단어의 구조적 위세를 나타내는 연결정도 중심성과 매개정도 중심성을 확인한 결과는 <표 3>과 같다. 분석 결과 ‘사고’가 55회의 가장 높은 빈도를 나타내었다. 다음으로 ‘다양’이 54회로 두 번째 높은 빈도를 나타내었으며, ‘다양’은 가장 높은 연결정도 중심성과 매개정도 중심성을 나타내며 융합교육의 목적을 인식하는데 있어 가장 핵심적인 단어임을 알 수 있다. 다음으로 ‘지식’과 ‘창의’가 높은 빈도로 등장하였으며 연결정도 중심성과 매개중심성도 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 교사들은 다양성을 고려한 융합교육을 통해 학생들이 창의적 사고를 기르는 것을 융합교육의 목적으로 이해하고 있음을 알 수 있다.

<표 3> 융합교육 목적에 대한 인식 네트워크를 구성하는 단어들의 빈도와 중심성 지수

	단어	빈도	연결정도 중심성	매개정도 중심성
1	사고	55	0.182	0.100
2	다양	54	0.218	0.310
3	지식	50	0.200	0.251
4	창의	49	0.200	0.219
5	학생	39	0.091	0.044
6	교과	37	0.109	0.154

7	인재	30	0.127	0.204
8	문제해결력	25	0.145	0.109
9	사회	25	0.109	0.095
10	능력	24	0.109	0.026
11	사고력	22	0.127	0.028
12	향상	21	0.091	0.003
13	창의력	20	0.073	0.003
14	미래	20	0.055	0
15	학습	19	0.055	0.005
16	실생활	18	0.055	0.073
17	양성	18	0.036	0
18	시대	17	0.055	0.032
19	적용	15	0.091	0.152
20	신장	15	0.073	0.003



〈그림 2〉 교사들의 융합교육의 목적에 대한 인식

교사들의 융합교육의 목적에 대한 인식 네트워크를 도식화한 결과는 〈그림 2〉와

같다. 커뮤니티 분석 결과 네트워크는 크게 일곱 가지 하위 구조로 구분되었다. 각 하위 구조들을 자세히 살펴보면, B1은 ‘문제해결력’, ‘사고력’, ‘창의력’ 등의 단어로 이루어져 있어 문제해결력, 사고력, 창의력 등의 역량 신장에 융합교육의 목적이 있음을 인식하고 있었다. B2는 ‘지식’을 중심으로 ‘통합’, ‘응용’ 등이 등장하며, 이 지식은 B3의 ‘폭넓다’, ‘다양’과 연결되어 있다는 점을 고려할 때 교사들은 지식의 통합과 응용을 통해 단순한 지식이 아닌 폭넓고 다양한 지식을 얻는다는 점을 인식하고 있었다. B3은 ‘다양’을 중심으로 ‘창의’, ‘사고’, ‘능력’ 등이 등장하며 다양하고 창의적인 사고 능력의 향상에 융합교육의 목적이 있다고 인식함을 나타내었다. B4는 ‘인재’, ‘사회’ 등이 나타나 사회가 요구하는 인재 양성을 위한 목적으로 이루어지고 있음을, B5는 ‘교과’, ‘실생활’ ‘적용’ 등이 등장하며 교과를 실생활에 적용할 수 있는 능력을 기르는 것에 그 목적이 있다고 인식함을 확인할 수 있었다. 한편 B6은 ‘흥미’, ‘유발’, ‘수업’으로 구성되며 수업에서의 흥미 유발을 목적으로 융합교육이 이루어지고 있음을, B7은 ‘과학’, ‘기술’이 등장하며 과학기술 분야를 중심으로 융합교육의 목적을 이해하고 있음을 알 수 있다. 위와 같은 결과를 종합하면 교사집단은 사회에서 요구하는 인재양성을 위해 학생들의 다양하고 창의적인 사고력과 문제해결력을 함양시키는 것을 융합교육의 목적을 이해하고 있었다.

### 3. 융합교육 프로그램의 장점

다음으로 교사들이 융합 교육프로그램의 장점에 대한 인식을 파악하기 위한 네트워크 분석을 수행하였다. 네트워크의 밀도를 확인한 결과 네트워크의 전체 밀도는 0.045였으며 평균 단어들의 연결정도는 1.3였다. 이와 같은 상대적으로 작은 네트워크의 밀도로 볼 때, 단어 간 연결은 특정 단어들을 중심으로 단어 사이의 연결이 이루어지고 있는 것으로 볼 수 있다.

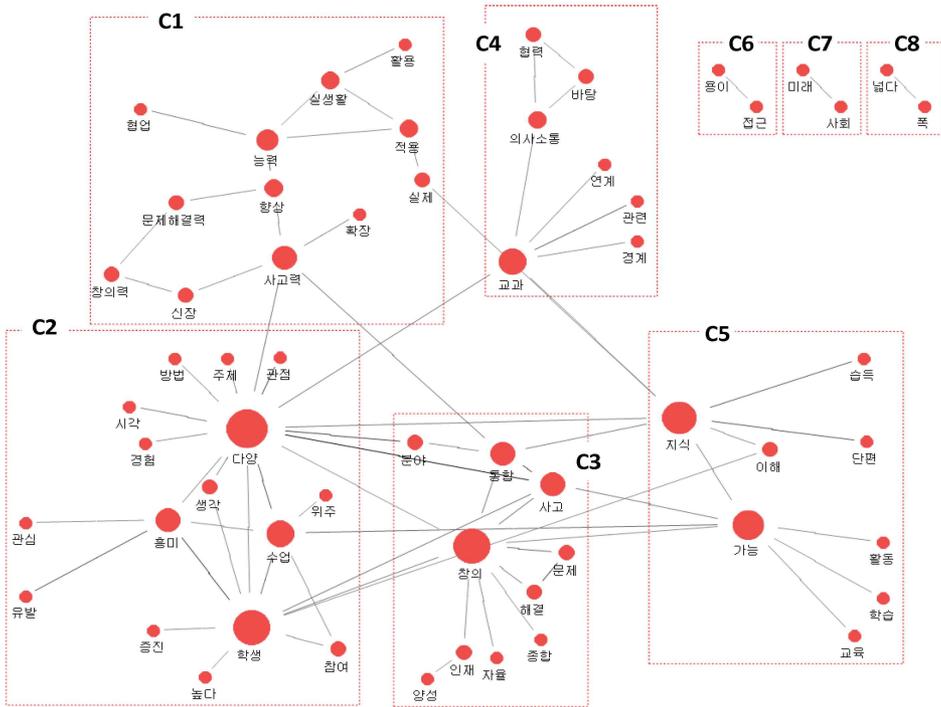
각 단어들의 출현 빈도와 네트워크에서의 단어의 구조적 위세를 나타내는 연결정도 중심성과 매개정도 중심성을 확인한 결과는 <표 4>와 같다. 분석 결과 ‘다양’가 58회의 가장 높은 빈도를 나타내었으며 가장 높은 연결정도 중심성과 매개정도 중심성을 나타내며 다양성이 융합프로그램의 장점을 인식하는데 가장 핵심적인 개념임을 알 수 있다. 다음으로 ‘교과’이 56회로 두 번째 높은 빈도를 나타내었다. 다음으로 ‘학생’은 48회의 빈도로 세 번째 높은 빈도를 나타내었으며 0.172로 높은 연결정도 중심성을 나타내고 있음을 확인하였다. 이는 ‘학생’과 직접적으로 연결된 단어들이 상대적으로 많음을 의미한다.

다음으로 ‘사고’가 37회, ‘지식’이 36회, ‘창의’가 35회로 나타났으며 ‘지식’의 경우 두 번째로 높은 매개정도 중심성 0.196을 나타내었다. 이는 네트워크 내에서 ‘지

식'이 서로 다른 단어들 사이의 연결을 매개하는 역할을 자주 했다는 의미로, '지식'을 중심으로 다양한 의미군이 연결되어 있을 가능성을 내포한다. 또한 '창의'는 '학생'과 함께 두 번째로 높은 연결정도 중심성 0.172를 나타내며 '창의'와 다른 단어들의 직접 동시 출현이 활발히 일어났음을 알 수 있다. 이러한 결과로 볼 때 교사들은 지식의 다양성과 학생들의 창의적 사고 함양을 중심으로 융합교육프로그램의 장점을 인식하고 있음을 알 수 있다.

〈표 4〉 융합교육프로그램의 장점 인식 네트워크를 구성하는 단어들의 빈도와 중심성 지수

	단어	빈도	연결정도 중심성	매개정도 중심성
1	다양	58	0.259	0.419
2	교과	56	0.103	0.174
3	학생	48	0.172	0.106
4	사고	37	0.086	0.015
5	지식	36	0.138	0.196
6	창의	35	0.172	0.19
7	흥미	29	0.086	0.061
8	수업	28	0.103	0.059
9	가능	27	0.121	0.109
10	통합	24	0.086	0.053
11	학습	20	0.017	0
12	사고력	19	0.086	0.185
13	능력	19	0.069	0.057
14	생각	19	0.034	0
15	이해	18	0.034	0.007
16	향상	13	0.052	0.091
17	창의력	13	0.034	0.001
18	주제	13	0.017	0
19	해결	12	0.034	0
20	교육	12	0.017	0



〈그림 3〉 융합프로그램의 장점에 대한 인식 네트워크

교사들의 융합교육프로그램의 장점에 대한 인식 네트워크를 도식화한 결과는 〈그림 3〉과 같다. 커뮤니티 분석 결과 네트워크는 크게 여덟 가지 하위 구조로 구분되었다. 각 하위 구조들을 자세히 살펴보면, C1은 ‘사고력’, ‘문제해결력’, ‘능력’, ‘실생활’ 등의 단어로 이루어져 있어 실생활에서의 적용을 통해 문제해결력, 사고력 등을 신장할 수 있다는 장점을 인식함을 알 수 있다. C2는 ‘다양’을 중심으로 ‘학생’, ‘흥미’, ‘수업’ 등이 등장하며, 다양한 관점, 주제들을 바탕으로 학생들의 수업의 흥미를 높일 수 있다는 점을 장점으로 인식하였다. C3의 ‘창의’, ‘사고’, ‘통합’ 등이 등장하며 통합적이고 창의적인 사고를 할 수 있는 인재를 양성하는 점을 장점으로 인식하고 있었다. C4는 ‘교과’를 중심으로 ‘의사소통’, ‘연계’, ‘협력’ 등이 등장하고, ‘교과’는 C2의 ‘다양’과 연결되어 있어 다양한 교과와의 연계와 협력, 의사소통을 중심으로 교육이 이루어진다는 측면에서 장점을 인식하고 있었다. C5는 ‘지식’과 ‘가능’을 중심으로 ‘이해’, ‘활동’, ‘학습’ 등이 등장하고, C2의 ‘다양’, C3의 ‘통합’, C4의 ‘교과’와 연결되어 있다는 점에서 다양한 교과와 통합적인 지식을 이해하는 여러 학습활동이 가능하다는 점을 장점으로 인식하고 있다고 판단된다. C6는 ‘접근’, ‘용이’로 이루어져 있으며, C7은 ‘미래’, ‘사회’, C8은 ‘폭’, ‘넓다’라는 두 개의 단어로 각기 구성된 하

위네트워크 이나 주요 네트워크와는 연결이 되어있지 않은 구조이다.

종합하면 교사집단은 수업의 다양성을 통해 학생들의 수업에 대한 흥미를 유발할 수 있다는 점, 그리고 교과 간의 협력을 바탕으로 지식의 통합적 접근을 시도해 학생들의 창의적 사고와 문제해결력, 사고력을 확장시킨다는 점을 융합프로그램의 장점으로 인식하고 있었다.

#### 4. 융합교육 프로그램의 단점

다음으로 교사들이 융합 교육프로그램의 단점에 대한 인식을 파악하기 위한 네트워크 분석을 수행하였다. 네트워크의 밀도를 확인한 결과 네트워크의 전체 밀도는 0.057였으며 평균 단어들의 연결정도는 1.491이었다. 이와 같은 상대적으로 작은 네트워크의 밀도로 볼 때, 단어 간 연결은 특정 단어들을 중심으로 단어 사이의 연결이 이루어지고 있는 것으로 볼 수 있다.

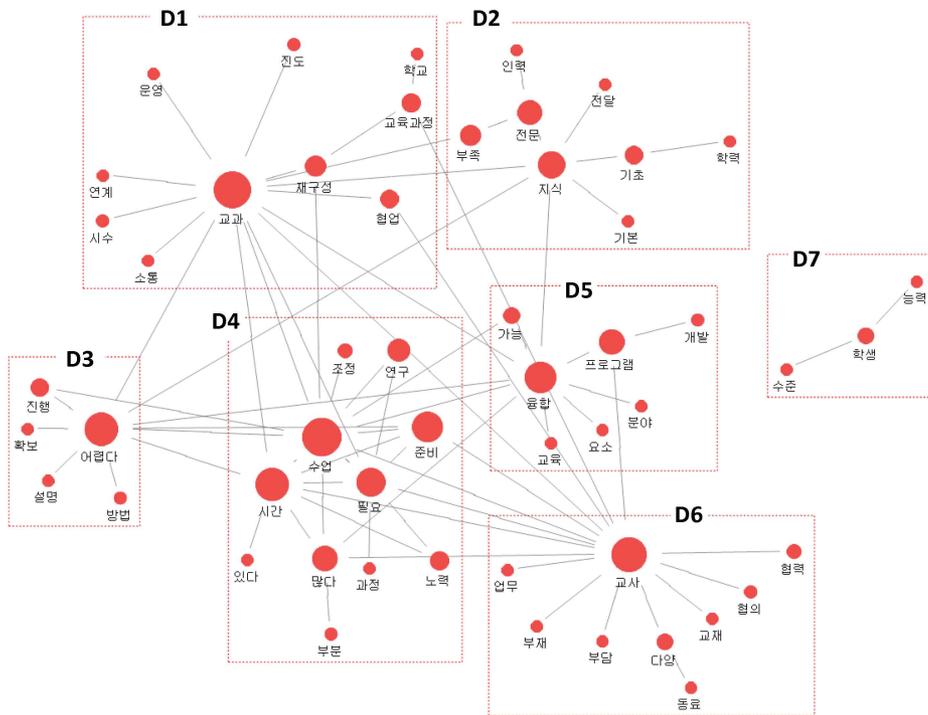
각 단어들의 출현 빈도와 네트워크에서의 단어의 구조적 위세를 나타내는 연결정도 중심성과 매개정도 중심성을 확인한 결과는 <표 5>와 같다. 분석 결과 ‘어렵다’가 75회의 가장 높은 빈도를 나타냄을 확인했는데, 이러한 결과는 학생 입장에서 난이도의 어려움 보다는 교사 입장에서 융합프로그램 수행의 어려움을 서술하는 과정에서 빈번하게 사용되었기 때문에 나타났다.

다음으로 ‘수업’이 68회로 두 번째 높은 빈도를 나타내었으며 가장 높은 연결정도 중심성 1.788을 나타내었다. 다음으로 ‘교과’가 64회로 세 번째로 높은 빈도를 나타내었으며 가장 높은 매개정도 중심성 0.341을 나타내었다. 이는 ‘교과’를 중심으로 융합프로그램의 단점에 대한 다양한 의미군이 연결되어 있음을 의미한다. 또한 ‘교사’가 51회로 나타나 교사 입장에서의 어려움을 중심으로 융합 프로그램의 단점을 인식하고 있음을 알 수 있다. 다음으로 ‘융합’이 46회, ‘시간’이 40회, ‘부족’이 31회로 높게 나타나 융합 프로그램을 수행하는데 시간적으로 부족함을 단점으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

<표 4> 융합교육프로그램의 단점 인식 네트워크를 구성하는 단어들의 빈도와 중심성 지수

	단어	빈도	연결정도 중심성	매개정도 중심성
1	어렵다	75	1.077	0.139
2	수업	68	1.788	0.142
3	교과	64	1.327	0.341
4	교사	51	1.269	0.339
5	융합	46	1.000	0.165
6	시간	40	1.077	0.073

7	부족	31	0.192	0.019
8	준비	30	0.788	0.009
9	필요	30	0.635	0.061
10	지식	29	0.519	0.184
11	프로그램	26	0.365	0.044
12	학생	25	0.115	0.001
13	많다	20	0.365	0.046
14	전문	15	0.25	0.038
15	교육과정	14	0.173	0.039
16	기초	12	0.135	0.036
17	연구	10	0.212	0
18	교육	10	0.058	0
19	노력	9	0.173	0
20	분야	9	0.058	0



〈그림 4〉 융합프로그램의 단점에 대한 인식 네트워크

교사들의 융합교육프로그램의 단점에 대한 인식 네트워크를 도식화한 결과는 〈그림 4〉와 같다. 커뮤니티 분석 결과 네트워크는 크게 일곱 가지 하위 구조로 구분되었

다. 각 하위 구조들을 자세히 살펴보면, D1은 ‘교과’, ‘교육과정’, ‘재구성’, ‘협업’ 등의 단어를 중심으로 나타나 개별 교과의 운영과 재구성에 대한 문제를 중심으로 단점을 인식하고 있음을 알 수 있다. 또한 D2는 ‘전문’, ‘부족’, ‘지식’, ‘기초’ 등을 중심으로 나타나 교과의 기초적인 지식 함양이 어려우며 전문성이 부족해질 수 있다는 점을 단점으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. D3는 ‘어렵다’, ‘진행’, ‘방법’을 나타냈으며 ‘어렵다’는 D1의 ‘교과’, D4의 ‘수업’, ‘시간’ 등과 연결되어 있어 실질적인 수업의 진행과 방법의 어려움을 중심으로 프로그램의 단점을 인식하고 있었다. D4는 ‘수업’, ‘시간’, ‘준비’, ‘필요’ 등을 중심으로 이루어져 교사들은 수업 준비 과정에 많은 시간과 노력이 필요함을 단점으로 인식하고 있었다. D5는 ‘융합’, ‘프로그램’, ‘개발’ 등이 등장하며 융합프로그램개발과 관련된 어려움을 단점으로 인식함을 알 수 있다. D6는 ‘교사’, ‘다양’, ‘협력’, ‘부재’ 등이 등장하며 교사 간의 협력과 협의의 부담이나 부재에 대한 어려움을 인식하고 있음을 알 수 있다. D7은 ‘학생’, ‘능력’, ‘수준’이 등장하며 학생능력 수준과 관련된 어려움 또한 융합프로그램의 단점 인식구조의 하위 의미군을 구성함을 알 수 있다.

종합하면 교사집단은 교사의 입장에서 교과의 운영과 재구성에 대한 문제, 교과의 기초적인 지식 함양이 어려워 전문성이 부족해질 수 있다는 점, 실질적 수업 진행의 어려움, 수업 준비에 많은 노력이 필요하다는 점, 융합프로그램의 개발과 관련된 어려움, 다양한 교사 간 협력과 협동의 어려움, 학생 수준과 관련된 어려움을 바탕으로 융합프로그램의 단점으로 인식하고 있었다.

#### IV. 결론

이 연구에서는 교사들의 융합의 의미에 대한 인식, 융합교육의 목적과 장단점 인식에 대해 구조적으로 파악하기 위하여 사회네트워크분석을 수행하였다.

첫째, 교사들의 융합의 의미 인식을 분석한 결과 교사들은 융합의 의미를 ‘특정 주제와 관련된 학습 요소들이나 다양한 교과 및 분야의 지식을 통합하고 연계하는 것’으로 인식하고 있으며, 특히 ‘교과의 경계를 허물거나 경계에 있는 공통분모를 바탕으로 통합하거나 연계하는 것’으로 이해하고 있었다. 이 때 교사들의 인식구조에는 STEAM, 문제해결능력에 대한 의미군도 등장하며 교육현장에서 적용되고 있는 융합적 접근을 중심으로 융합의 의미를 인식하고 있었다.

둘째, 교사들은 융합 교육의 목적으로 사회에서 요구하는 인재양성을 위하여 학생

들의 다양하고 창의적인 사고력과 문제해결력을 함양시키는 것으로 인식하고 있었다.

셋째, 교사들은 융합교육의 장점으로 수업의 다양성을 통해 학생들의 수업에 대한 흥미를 유발할 수 있다는 점, 교과 간의 협력을 바탕으로 지식의 통합적 접근을 시도해 학생들의 창의적 사고, 문제해결력, 사고력 등을 확장시킨다는 점을 융합프로그램의 장점으로 인식하고 있었다.

넷째, 교사들은 융합교육의 단점으로 교사의 입장에서 교과의 운영과 재구성에 대한 문제, 교과의 기초적인 지식 함양이 어려워 전문성이 부족해질 수 있다는 점, 실질적 수업 진행의 어려움, 수업 준비에 많은 노력이 필요하다는 점, 융합프로그램의 개발과 관련된 어려움, 다양한 교사 간 협력과 협동의 어려움, 학생 수준과 관련된 어려움을 인식하고 있었다.

## V. 참고문헌

- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the 'pieces' vs. 'coherence' controversy. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 35-60). New York: Routledge
- 교육과학기술부(2009), 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2009-31호 [별책9]
- 교육과학기술부(2011), 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호 [별책9]
- 교육부(2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 9]
- 김진영, 오원근, 정진수, 김성원(2012). 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 '과학'에 대한 물리전공 교사와 타전공 과학교사의 인식 비교. *새물리*, 62(2), 104-114.
- 박치성, 정지원(2013). 텍스트 네트워크 분석: 사회적 인식 네트워크(socio-cognitive network) 분석을 통한 정책이해관계자 간 공유된 의미 파악 사례. *정부학연구*, 19(2), 73-108.
- 신영준, 한선관 (2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. *초등과학교육*, 30(4), 514-523.
- 윤희정, 윤원정, 우애자(2011). 2009 개정 교육과정과 융합형 과학 교과서에 대한 고등학교 교사들의 인식. *교과교육학 연구*, 15(3), 757-776.
- 이은숙(2012). 고등학교 과학 교사들의 2009 개정 교육과정 '과학'에 대한 인식 조사. *한국교원대학교 석사학위논문*.

- 조정화(2012). 고등학교 융합형 과학 교과서의 운영실태와 과학 교사들의 인식 조사. 한국교원대학교, 석사학위논문.
- 하민수, 신세인, 이준기, 박현주, 정덕호, 임재근 (2014). 과학교사들의 2009 개정 교육과정 융합형 '과학' 수용에 관한 인과 모델 연구. 한국과학교육학회지, 34(3), 229-240.

## ABSTRACT

### Exploring the perception of secondary school teachers on convergence and convergence education using social network analysis

Sein Shin(Chonbuk National University)

Jun-Ki Lee(Chonbuk National University)

The purpose of this study is to understand the perception of secondary school teachers about convergence and convergence education. A total of 254 participants participated in the training of convergence education conducted by Convergence Education Research Institute in KNU. In this study, we collected the recognition data of teachers' convergence and convergence education programs. For this purpose, four questionnaire items were collected through online questionnaires. First, the meaning of convergence, the purpose of convergence program, the merits of convergence program, and the weaknesses of convergence program. The collected atypical language data were analyzed by language network analysis method. The results of this study are as follows: Firstly, it is recognized that the meaning of convergence is to integrate and link various learning subjects related to a specific subject or knowledge of various subjects and fields. Second, for the purpose of convergence program, Third, the merits of the convergence program are that they can induce students' interest in the class through the diversity of the class and the integrated approach of knowledge based on cooperation among the subjects. In addition, it is recognized that the students' creative thinking, problem solving ability and thinking ability are expanded. Fourth, the disadvantages of the convergence program are that it is difficult to cultivate the basic knowledge of the subject, The ability to learn, Difficulties, difficulty in preparation of lessons, difficulties in developing convergence programs, difficulties in cooperating and cooperating with various teachers, and difficulties related to student level.

● Key words: Secondary school teachers, Convergence, Convergence Education, Social network analysis

## 성을 주제로 한 융합프로그램의 개발 및 유용성, 현장 적용성에 관한 고찰\*

김예진·이상휘·노준호\*\*·장세윤\*\*\*

### 요약

이 글은 성으로 본 융합 교육 프로그램의 가치와 그 한계를 다루고 앞으로 발전 방향을 모색하는 것을 목적으로 한다. 강원대학교 과학교육학부 'SPECIAL' 팀이 만든 융합교육 프로그램을 중심으로 성으로 본 융합교육의 가치와 한계를 다루고 있다. 현재 융합교육 프로그램은 '성'을 주제로 하는 프로그램이 부족하다. 성교육에서는 성에 대한 다양한 개념을 이해시키지 않고 있다. 따라서 본 연구는 STEAM 모델을 바탕으로 '성'을 주제로 한 융합 프로그램을 개발하였다. 성에 다양한 과목을 적용하여, 과학과 공학 중심의 프로그램이 아닌 인문 예술 계열로의 확장을 통해 다양한 시각에서 성을 바라봄으로서 성의 본질적 고찰을 통한 다양한 견문 확장을 목적으로 한다. 또한 융합교육의 중심인 '창의성'에 의의를 두어 인지편향의 타파를 통한 창의성 계발을 목적으로 하고 있다.

● 주요어: 성, 융합교육, 예비교사교육, 융합

## I. 서론

성<sup>性</sup>이란 개념은 과학이 발전하기 이전부터 있던 것이었다. 오늘날에 이르러 성<sup>性</sup>개념은 여러 가지 의미로 해석이 될 수 있는데, 크게 생물학적 성 sex, 사회적 의미의 gender, 그리고 철학적 의미의 성 sexuality으로 나누어 보았다(Kim et al., 2010). 우리나라에서의 성 교육은 제대로 이루어지지 않는다는 점을 상기하여 이를 좀 더 흥미롭고 자세히 설명할 수 있도록 여러 요소들- 사회적 시선, 철학적 의의 등-을 접목시켜 융합교육의 필요성을 강조하고자 하였다. 현재 초, 중등 교육에서뿐만이 아니라 고등 교육 기

\* 논문접수일: 2017년 12월 1일, 심사완료일: 2017년 12월 12일, 게재확정일: 2017년 12월 14일

\*\* 강원대학교 과학교육학부

\*\*\* 교신저자, 강원대학교 과학교육학부생, E-mail: rebecca1113@naver.com

관인 대학에서도 융합교육을 강조하고 있어 많은 학과들이 통폐합되기도 한다. 그렇다면 성성으로써의 융합(融合, convergence)교육은 무엇일까? 융합교육은 STEAM의 의미를 갖고 있다. Science, Technology, Art, Engineering, Mathematics의 첫 글자를 따온 것으로 과학, 기술, 공학, 예술, 수학을 접목시킨 것을 말한다. 이는 창의형 미래 융합인재를 양성하기 위한 교육으로 2011년 이후로 교과연구가 STEAM위주로 진행되고 있다(박혜원, & 신영준, 2012).

먼저 창의(creativity)의 의미를 알아보려고 한다. 과거에는 창의성을 발전시킨다는 것이 새로운 것을 생각해내는 것으로 알았다. 하지만 창의성이란 본인의 편협적인 사고를 없애거나 변화를 시키면서 자연스럽게 드러나는 것이다. 즉 동화同化라고 볼 수 있는 것이다. 이러한 편협한 사고 중 가장 대표적인 것이 인지편향, 바로 고정관념이라고 할 수 있는 것이다(하민수, 2016). 따라서 창의수업을 위해서는 기존의 틀인 고정관념을 깨야한다고 생각하였다. 지난 이천년 동안 인간이 가지고 있던 가장 견고하면서도 깨뜨리기 힘든 고정관념은 성에 대한 것이라 생각하였고, 이에 창의성 교육의 가장 근본적인 문제를 해결하는 데에 초점을 두었다. 또한 교과 연구가 변함에 따라 성교육도 과거의 방식에서 벗어나 변화에 빠르게 맞춰가야 한다는 생각에 성 융합교육 프로그램을 연구하게 되었다.

다음으로 융합형 수업이다. 서두에서 설명했던 것과 같이 성은 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 이는 성이라는 주제 하나로 융합적인 수업이 가능하다는 뜻이다. 청소년기의 학생들은 사춘기를 겪음에 따라 자연스럽게 성에 대한 관심이 때문에 이 시기의 학생들은 성성에 대하여 좀 더 확고한 정의가 필요하다. 이때 성성에 대한 좀 더 심층적인 고찰은 과학적, 철학적, 사회적, 문화적으로 많은 귀감을 줄 수 있고, 이를 바탕으로 청소년기의 학생들은 과학적 탐구력, 성성 가치관의 확립, 사회 문화적 견문 등을 키워나갈 수 있다.

이에 본 팀은 중학생을 대상으로 성과 접목시킨 융합수업을 현장에서 실행될 수 있는 프로그램을 구안함으로써 다양한 측면에서 성성을 이해 할 때 융합교육이 학생들에게 미칠 수 있는 영향을 알아보려고 한다. 이하에서 본문의 구성은 크게 네 가지로 구성이 되어있다. 먼저 성 융합교육의 의의와 필요성을 다룬다. 이어서 강의 계획과 운영방안을 소개하고, 이 융합교육의 가치와 한계를 다룬 후 프로그램의 개선방안을 소개한다.

## II. 성 융합교육에서 융합교육 강의 계획과 운영

본 융합프로그램은 STEAM식 '창의성을 위한 융합교육'이다. 총 8차시로 이루어져있으면 1차시는 3시간으로 이루어진다. 각 차시에 해당하는 교사가 8주를 운영하는 프로그램이며, 한 학기 주별 강의 계획은 < 표 1> 과 같다. 주별 강의 계획은 본 프로그램의 취지에 맞게 성과 관련이 되어있다. 성은 생물학적 성 sex, 사회적 성 gender, 넓은 의미의 성 sexuality 세 가지 의미를 지니고 있다. 각 차시에 이를 고루 분포시켰으며, 주차마다 상이한 내용으로 구성되었다.

1차시의 경우, 1차시는 성이란 무엇인가라는 주제를 잡음으로써 이후의 차시들을 간략히 소개할 수 있는 차시이다. 성이란 무엇인지를 또한 존재의 이유는 무엇인지 토의하고, 성의 세 가지 의미를 대략적으로 이해하고 앞으로의 수업을 준비하는 수업이다. 2차시, 3차시에서는 생물학적 성 SEX에 대하여 배우는 차시로 생명과학을 중심으로 이루어진 차시이다. 중학교 3학년 과학과목에 나오는 '사람의 생식' 단원을 접목시켜 생물학적 성을 알아 볼 수 있는 차시이다. 또한 지식이 추가 된 수업에 토론과 이야기 만들기를 도입시켜, 창의성 계발을 강조하였다.

4차시에선 생물학적인 내용을 이용한 고정관념 깨기 수업과 '역사로 본 성'을 진행한다. 성과 관련된 고정관념을 알아보고 그것을 깰 수 있는 예시를 역사적인 측면에서 바라보면서 생명과학에 치우친 편협한 성에 대한 사고를 깰 수 있다. 5차시에선 유니섹스 교복디자인 활동이 이루어진다. 아이들에게 생소한 유니섹스의 개념을 배우고 학생들과 친숙한 교복을 디자인하는 활동이다. 현재 중학교는 여학생의 교복과 남학생의 교복이 구분이 되어있다. 이는 아이들에게 '남자는 바지, 여자는 치마'라는 고정관념을 심어 줄 수 있는 대표적인 사례이다. 따라서 본 차시의 활동으로 성의 관념을 깬 교복을 만들어 이러한 고정관념을 깨주는 활동을 할 수 있다. 또한 생명과학만이 아닌 '미술로 본 성'으로써 다양한 관점에서 본 성을 이해하는데 적합한 활동이며, 심미적감성능력을 키우는데 효과적이다.

6차시와 7차시는 넓은 의미의 성 SEXUALITY에 대하여 배우는 차시이다. 먼저, 6차시는 성과 철학이라는 주제로 결혼, 사랑에 대한 활동을 하여 '철학으로 본 성'을 배운다. 또한 성에 대한 특이적 견해를 알아봄으로써 앞서 배운 평범한 사랑과 결혼에 대한 고정관념을 깬 사례들을 배우게 된다. 본 차시는 인지편향을 제거하고 창의력을 향상시키는데 효과적이다. 7차시는 성교육입니다. '성'에 대한 교육이라고 하면 많은 사람들은 성교육을 생각한다. 이는 성교육의 중요성을 많은 사람들이 인지하고 있다는 것이다. 그러나 현재 한국의 성교육은 다른 나라에 비해 효과적이지 않다는 기사가 난무하고, 현 학

생들 또한 그렇게 인지하고 있다. 따라서 본 프로그램의 성교육은 기존의 계몽적인 내용을 지양하고 가치중립적인 내용으로 학생들 스스로의 성의 본질적인 의미를 재구성할 수 있도록 하는 성교육을 수업에 도입하였다.

마지막 8차시는 1-7차시에서 배운 내용을 바탕으로 하는 골든벨과 성 나무 만들어 보는 차시이다. 나무 모양의 판넬에 학생들 스스로 생각하는 본질적인 성의 의미를 적는 활동은 이는 학생들이 가지고 있는 성에 대한 가치를 알아볼 수 있을 뿐 아니라 글로 표현함으로써 자신의 사고를 다듬을 수 있는 능력을 향상시켜준다. 또한 성 골든벨은 현재 까지 배운 생물, 미술, 철학 등의 다양한 관점의 성을 다시 한 번 이해하는데 효과적이다.

〈 표 1 〉 성을 주제로 한 융합 수업의 차시 구성

차시	강좌명	강의 계획
1	성의 본질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성이란 무엇인가?</li> <li>  성의 3가지 정의 이해</li> <li>    : sex(생물학적 성), gender(사회적 성), sexuality( 넓은 의미의 성)</li> <li>- 성은 왜 존재하는가?</li> <li>  : 성의 본질적 이유 고찰 및 토론</li> </ul>
2	다양한 생물의 성 (sex)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동물과 식물의 암수</li> <li>  : 학습지와 PPT수업을 통한 동식물의 암수 수업</li> <li>- 동식물 암수 카드 맞추기 활동</li> <li>  : 카드 맞추기 조별 활동으로 동식물 암수에 대한 보다 정확한 이해</li> </ul>
3	사람의 성 (sex)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 여자와 남자의 생물학적 차이</li> <li>  : 유전자, 2차 성징, 생물학적 구조 차이를 이해</li> <li>  : 동영상 시청을 통한 심층적 이해</li> </ul>
4	성에 대한 고정관념과 타파 I (gender)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성에 대한 보편적 인식</li> <li>  : 남녀에 대한 외적, 내적 고정관념 파악</li> <li>- 성에 대한 고정관념 타파</li> <li>  : 조선시대 전기, 후기 성에 대한 관념 비교</li> <li>    ex&gt; 신사임당, 허난설헌</li> <li>  : 다양한 사진, 동영상, 기사로 보다 심층적 이해</li> <li>    ex&gt; 남자 같은 여자, 여자 같은 남자</li> <li>    게베도세즈 / 호르몬의 분비에 따른 외형적 변화</li> </ul>

	(gender)	
6	성과 철학 (sexuality)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성에 대한 철학적 견해 : 사랑, 연애, 결혼, 입양</li> <li>- 성에대한 특이적 견해 ex&gt; 트랜스젠더, 페미니스트, 성도착증</li> </ul>
7	성교육 (sexuality)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성에 대한 인식 환기</li> <li>- 남학생, 여학생의 견해 차이 파악 : '성관계시 무엇이 필요한가?' 토론 활동</li> <li>- 안전한 성교육 (보건교육)</li> </ul>
8	성 골든벨	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성골든벨: : 앞선 1-7차시 내용(sex, gender, sexuality)을 토대로 한 성골든벨</li> <li>- 성에 대한 인식 파악 활동 → 성 나무 만들기</li> </ul>

### Ⅲ. 성 융합교육에서 융합교육의 가치와 한계

#### 1. 성 융합교육에서 융합교육의 가치

새로운 것을 탐구하기보다는 자물쇠로 잠겨있던 생각들을 하나하나 풀어가면서 생각하는 것이 창의력이다. 다양한 창의 수업들이 거론되고 있는 가운데 본 프로그램에서 제시한 인지편향 고정관념 타파는 가장 대표적인 창의 수업이다. 따라서 성에 대한 인지 편향 수업은 창의교육의 가장 근원적인 문제를 해결해줌으로서 창의교육면에서 가치가 있다. 학생들에게 “성이 뭐라고 생각하니?”라고 물어보면 너무나도 넓은 주제이다 보니 대답을 하지 못하거나, 섹스요. 사랑이요 등과 같이 한 과목으로 한정적인 대답을 한다. 따라서 본 팀은 성을 하나의 과목이 아닌 다양한 과목을 접목시킨 이야기로 간주하여 세상을 넓은 시야로 보고 다양한 관점에서 볼 수 있는 능력을 향상시켜 융합교육으로서의 가치를 보여준다.

본 프로그램은 각 차시에 수업만이 아닌 다양한 토론, 디자인, 글쓰기 활동을 계획하고 있다. 이는 학생들의 다양한 역량을 향상시킬 것이다. 이로 인한 역량향상을 다양한 직업 소양의 발전으로 이어질 것이다. 예상 역량향상 목록과 직업 소양 발전 영역을 구성하여 기대효과를 <표 2>제시하였다. 본 프로그램은 또한 학생들의 효과적인 전문화장을 주도한다. 청소년기의 성에대한 고찰은 성에 세 가지 분류를 배움으로서 과학적, 철학적, 사회적, 문화적으로 많은 귀감을 줄 수 있다. 또한 이는 과학적 탐구력, 가치관의

확립, 사회적 견문 확장으로 연속적 견문 확장을 이루어줄 수 있다.

마지막으로, 성교육 효율성 증진을 기대할 수 있다. 현재 대한민국의 성교육은 다른 나라에 비해 비효율적이라는 학생들의 인식이 난무하고 있다. 우리나라는 청소년기의 성교육에 대하여 무엇보다도 관심을 기울이고 있으나, 효과적인 교육을 실시하지 못하고 있다. 따라서 본 프로그램을 통해 성에 대한 본질적인 고찰로 성교육의 효율을 증진시킬 수 있다.

〈 표2 〉 성을 주제로 한 융합 수업에서 강조한 역량

제목	직업소양	역량
성의 본질		- 지식정보처리역량 - 의사소통역량
다양한 생물의 성 (sex)	- 동물학자 - 보건선생님 - 생물 선생님 - 식물학자	- 지식정보처리역량 - 공동체역량
사람의 성 (sex)	- 생물학자 - 간호사 - 의사	- 지식정보처리역량
성에 대한 고정관념과 타파 I (gender)	- 철학자 - 기자 - 성분야박사	- 창의적사고역량 - 공동체역량 - 의사소통역량
성에 대한 고정관념과 타파 II (gender)	- 디자이너	- 창의적사고역량 - 심미적감성역량 - 창의적사고역량 - 의사소통역량
성과 철학 (sexuality)	- 철학자 - 기자 - 사회운동가 - 의사	- 심미적감성역량 - 창의적사고역량 - 지식정보처리역량
성교육 (sexuality)	- 보건선생님 - 사회운동가	- 의사소통역량 - 창의적사고역량 - 지식정보처리역량
성 골든벨		- 지식정보처리역량

## 2. 성 융합교육에서 융합교육의 한계

융합교육을 통한 성교육은 앞서 말한 것처럼 가치 있는 일이지만 학교 현장에 바로 적용하기 위해서는 몇 가지 한계점을 짚고 넘어가야 한다. 첫째, sex, gender, sexuality의 단계 간의 의미적인 연결을 보다 확고히 해야 할 필요가 있다. 세 주제는 각각 생물학적, 사회문화적, 철학적인 주제로 성을 다루고 있지만 정작 각 단계 간의 의미연결을 찾기는 많이

부족한 면이 있다. 이렇게 수업하는 것은 본질적인 융합교육이라 할 수 없으며 각 단계별로 의미 있는 연결고리를 만들어야만 효과적인 융합교육이 될 수 있다. 둘째로는 내용의 위계성이다. 본질적이고 심층적인 논의를 위해서 구체적인 주제에서 추상적인 주제로, 생물학적인 성에서 사회문화적 성으로 그리고 철학적인 성으로 주제를 잡아갔다. 그러나 사회문화적 성은 결국 생물학적인 성을 바탕으로 이루어지는 것이며 철학적인 성도 마찬가지로 사회문화적 성이나 생물학적인 성과 유리된 체로 생각될 수 없는 문제이다. 이는 앞서 말한 내용간의 유의미한 연결성과도 관련되는 문제이며 교사 간의 협동성이 상당히 증시된다. 무엇보다도 생물학적인 성의 내용이 전반적으로 분포해있기 때문에 과학과 교사의 노력과 기여가 상당히 큰 부분으로 적용될 수 있다.

마지막으로 교사들의 재교육이 수반되어야 한다는 것이다. 현직 교사들의 대부분은 그 연령대로 미루어보아 아직 전통적이고 봉건적인 사고관념에서 벗어나지 못했을 가능성이 크다. 이는 수업 과정에서 공식적으로 혹은 비공식적으로 드러날 가능성이 있으며 이는 필연적으로 수업을 받는 학생들의 인지구조에 영향을 미치게 된다. 그렇게 될 경우 융합교육을 통한 성의 탐구로 본래 피했던 목표의 의미는 반감되고 기존의 고전적인 성교육의 문제를 답습하게 된다. 또한 본래 융합교육을 통한 성교육은 성이라는 주제를 가치중립적으로 봐야한다는 것을 전제하고 있으며 고전적인 성 관념에서 탈피하지 못한 교사는 이를 효과적으로 전달하지 못할 가능성이 크다.

## IV. 성 융합교육에서 성의 가치와 한계

### 1. 성 융합교육에서 성의 가치

성 융합교육의 가치로는 인간의 본성과 삶을 관통하는 주제로써 여러 소재들을 융합하기 적합하다는 점이다. 생명이 가지는 필연적인 성적 기능은 인간의 문화와 사고에 많은 영향을 끼쳤다. 그렇기에 역사, 의복, 철학, 생활약식 등 파생적인 부분에 있어서 과학적 요소를 접목하여 수업하기에 용이하다.

### 2. 성 융합교육에서 성의 한계

한계점으로는 성 윤리적 문제, 가치중립적 특성을 띄기에 개개인의 가치관에 부합하는 소재를 찾기 어렵다는 점이다. 성이 기존 문화에서 단순한 번식의 기능이 아니라 가족관계 존재의 근원적 요소로써 접근해왔기 때문에 성이 가지는 윤리적 한계점에 도달하게 된다. 이는 기존 사고에 의하여 거부될 수 있으며 학생들의 가치관에 큰 영향을 끼칠 수 있기 때문에 많은 사람들의 합의를 필요로 한다.

## V. 결론 및 제언

앞서 살펴본 것과 같이 성 융합교육에는 많은 융합교육적 가치와 한계가 존재하고 또한 융합교육 주제로서의 성과 관련한 가치와 한계가 존재한다. 청소년기의 성에 대한 교육의 근본적인 변화를 통해 우리 팀은 많은 긍정적 효과가 이루어질 것이라 기대한다. 그리고 탐구 과정에서 찾아낸 한계점들을 보완해야 부수적으로 일어나는 좋지 않은 결과를 예방할 수 있다. 더욱이 매체의 발달은 하루가 다르게 이루어지고 있고, 지금 학생들은 중학교 이전부터 육체적인 성에 치우쳐진 관심만을 추구하고 있다. 이에 우리 예비 교사들의 역할이 막중함을 몸소 느끼고 융합교육을 통해 이런 문제를 타개해 나가기 위한 노력이 필요함을 크게 느낀다. 성에 대한 본질적인 탐구를 비롯하여 과학적, 사회적, 문화적, 철학적인 안목을 키울 수 있도록 하는 교육을 통해 향후 사회의 발판으로 나아가 갈 우리 청소년들이 건강한 인식을 가지고 성을 바라볼 수 있도록 하는 데에 긍정적 역할을 할 수 있다.

## 참고문헌

- 박혜원, & 신영준. (2012). 융합인재교육 (STEAM) 을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. *생물교육*, 40(1), 132-146.
- 하민수. (2016). 합리적 문제해결을 저해하는 인지편향과 과학교육을 통한 탈인지편향 방법 탐색. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(6), 935-946.
- Kim, C. Y., JeKal, M., & Lee, Y. H. (2010). Gender Characteristics in Contemporary Men's Fashion- Focusing on the Characteristics of Metrosexual and bersexual -. *Journal of the Korean Society of Costume*, 60(7), 1-13.

“본 논문은 다른 학술지 또는 간행물에 게재되었거나 게재신청되지 않았음을 확인함”

## ABSTRACT

### A Study on the Limitations and Values of Convergence Education with Study of Sex

Seyun Jang(Kangwon University)

Yejin Kim(Kangwon University)

Junho Rho(Kangwon University)

Sanghui Lee(Kangwon University)

The purpose of this paper is to explore the values and limitations of the convergence education program which deals with the concept of sex. The program is developed by a group named 'SPECIAL' of Kangwon National University which connotes Sexuality Philosophical Essential Cultural Inquiring And Love. Currently, the Korean Convergence Education does not have a program based on the subject of 'sex'. By applying the diverse curriculums of different subjects to the topic of 'sex', we are expecting to expand the value of sex which is not only based on science and engineering but also the art and humanities. Furthermore, this program aims to develop creativity through the breakthrough of cognitive bias with the significance of 'creativity' which plays pivotal role in convergence education. Therefore, this paper is introducing about a syllabus of the convergence program on the theme of 'sex' based on the STEAM model.

● Key words: Convergence, Convergence Education, Sex, STEAM, Educational program, cognitive bias



# 돌턴의 사고와 입자운동을 도입한 수업이 대기의 입자 분포에 대한 초등학교 6학년 학생들의 생각에 미치는 영향\*

한강식\*\*·백성혜\*\*\*

## 요약

요약. 이 연구에서는 돌턴의 사고와 입자운동을 도입하는 수업이 대기의 입자 분포에 대한 초등학생들의 사고에 미치는 영향을 알아보았다. 연구의 대상은 초등학교의 6학년 학생 114명이었으며, 특히 고도 스케일에 따라 대기의 분포에 대한 학생들의 사고가 수업 후에 달라지는지 알아보았다. 연구 결과, 학생들은 가벼운 입자와 무거운 입자가 서로 분리되어 덩어리로 존재한다는 사고를 하는 유형과, 서로 질량이 다른 입자들이 섞여서 분포한다는 사고 유형으로 구분되었다. 특히 사전검사에서 높은 고도 스케일일수록 대기가 덩어리로 존재한다는 사고가 더 강하게 나타났다. 그러나 수업을 통해 덩어리 유형의 사고는 줄어들었으며, 서로 다른 질량의 입자가 섞여서 존재한다는 사고가 높은 고도 스케일에서도 증가하였다. 질량이 다른 입자들이 높이에 따라 비균질하게 분포할 것이라는 사고는 수업 전에도 많았으나 수업 후에는 교실과 10km정도 스케일이 작은 경우에는 비균질에 대한 사고가 줄었으며, 그대신 100km이상 스케일이 큰 경우에는 비균질에 대한 사고가 다소 증가하였다. 학생들은 대기의 입자 분포를 고려할 때 관련된 개념으로 중력, 온도를 사고하는 비율이 증가하였으며, 그 대신 무게, 기압 등을 고려하는 비율은 줄었다. 한편 학생들은 자신들의 호흡이 대기의 조성에 영향을 미친다는 생각을 나타내기도 하였다. 이는 자신을 중심으로 세계를 이해하는 초등학생들의 특징으로 볼 수 있다.

● 주제어 : 돌턴, 입자운동, 대기의 분포, 초등학생, 수업효과

\* 논문접수일: 2017년 10월20 일, 심사완료일: 2017년 11월 10일, 게재확정일: 2017년 12월 14일

\*\* 보은중학교

\*\*\* 교신저자, 한국교원대학교 교수, E-mail: [shpaik@knue.ac.kr](mailto:shpaik@knue.ac.kr)

## I. 서론

과학 교육의 가장 중요한 목적 중 하나는 과학자의 사고 과정을 통해 자연을 이해하는 방식을 배우는 것이다. 그러나 대부분의 교과서에서는 사고 과정보다는 그 결과를 직접적으로 제시하고 그로부터 응용된 문제를 푸는 것에 초점을 둔다. 과학사를 고찰해 보면, 종종 그 당시에는 받아들여지지 않거나 근거가 명확하지 않은 주장이 나중에 옳은 것으로 밝혀지기도 한다. 혹은 그 반대일 수도 있다. 과학적 사고는 항상 타당하고 자명한 논리적 분석으로 만들어지지 않으며, 가장 중요한 부분에서는 직관적 사고를 요구하기 때문이다. 따라서 자료를 통해 증명되기 전에 명확하지 않은 몇 가지 현상으로부터 과학자의 직관적 사고를 배우는 과정은 과학의 창의성을 학생들에게 가르치기에 매우 좋은 소재가 될 수 있다.

그러나 대부분의 과학교과서에서는 어린 학생들의 이해가 어려울 것을 미리 걱정하여 과학사에 나타난 다양한 사고의 도입을 차단하고, 단순하고 획일적인 방식으로 과학자들의 발견 과정이나 결과를 제시한다. 그러나 만약 그 당시 과학자가 가정한 복잡한 상황 맥락을 간과한 채로 결과만 배운다면 학생들은 과학의 본성을 잘못 이해하고 모델을 무비판적으로 수용하거나 이를 이용하여 문제를 푸는 것을 과학이라고 잘못 생각하는 문제가 발생한다. 특히 과학자의 창의적인 사고를 영웅적으로 묘사하거나 상황맥락을 무시한 채 절대적인 지식으로 가르치는 것을 경계해야 한다.

과학 설명의 단순화 과정에서 발생할 수 있는 이러한 문제는 과학사적 관점의 무지로부터 나온다(Padilla & Furio-Mas, 2008). 따라서 과학교육의 가장 큰 고민인 단편적 지식을 암기하는 방식에서 벗어나기 위해서는 교과서에서 과학 개념을 무비판적으로 제시하고 이 개념의 응용에 초점을 둔 교육에서 벗어나야 한다. 특히 현대에 받아들여지는 많은 과학 개념들은 그 당시의 시각에서는 틀린 것이거나, 틀렸다고 할 수는 없어도 정확하지 않은 것들이 많이 있다. 혹은 그 반대의 경우도 많다. 이러한 문제는 그 당시에는 인식하지 못한 부분이나, 혹은 그 당시에 지배적이었던 사고와 새로운 사고의 충돌 때문에 일어난다. 하지만 이러한 충돌이 과학의 발달을 이끌어가는 원동력이 된다. 만약 주어진 시대에 적합한 사고만을 받아들인다면 과학의 발달은 일어나기 어려울 것이다.

그러한 사례 중 하나가 돌턴의 대기의 입자 분포에 대한 사고와 그 후에 밝혀진 입자운동에 대한 사고의 충돌이다. 돌턴의 입자설은 기상학자로서 대기를 연구하던 돌턴에 의해 완성되었고, 오늘날 초등학교에서부터 고등학교까지 물질의 구성을 설명하는 가장 중요한 사고이지만, 그의 사고만 따르면 우리가 관찰하여 알고 있는 균

질권인 대기의 조성과 충돌한다. 그 당시 돌턴은 알지 못했던 입자운동의 개념이 도입되어야 질량이 다른 입자들이 균질하게 대기를 구성하는 이유를 설명할 수 있기 때문이다. 그러나 과학교육과정에서 물체를 가진 질량에 중력이 미치는 영향과 분자운동의 개념은 서로 연계되어 있지 않다.

이 연구의 목적은 질량을 가진 입자가 중력을 받을 것이라는 돌턴의 입자론에 대한 사고 과정을 초등학교 6학년 학생들에게 가르쳤을 때, 학생들의 사고에 어떤 변화가 일어나는지 알아보는 것이다. 또한 질량이 있지만 대기의 높은 곳까지 존재하는 이유를 입자운동의 관점에서 도입하고, 이러한 두 사고의 충돌을 경험한 학생들이 최종적으로 대기의 분포를 어떻게 생각하는지 알아보려고 하였다. 역사적으로 발달한 패러다임의 충돌을 학생들에게 경험시키는 것은 그들이 과학 이론의 다양성을 정확하게 이해하는데 도움을 주기 때문이다(Padilla & Furio-Mas, 2008). 이 연구의 결과는 과학교육에서 학생들에게 과학 지식을 제시하는 방식의 변화를 제안하는 교육적 함의를 제공할 것이다.

원자에 대한 사고는 Dalton 보다 훨씬 전부터 존재하였지만 돌턴의 원자설이라고 부르는 이유는 그의 사고가 매우 독창적이었으며, 이로부터 원자의 존재를 다른 과학자들이 받아들여지게 되었기 때문일 것이다(Roscoe, 1895). 과학자의 사고는 그 당시의 시대적 상황에 영향을 받는다. 돌턴은 영국의 과학자로 활동하면서 뉴턴의 영향을 지대하게 받았다(Quilez, 2004). 따라서 눈에 보이지 않는 매우 작은 입자라 하더라도 물질이라면 질량이 있어야 한다는 점을 매우 중요하게 생각하였다 (Roscoe, 1895). 그러나 뉴턴의 의견을 그대로 수용하기만 한 것은 아니다. 그는 만약 질량이 다른 원자들이 대기를 구성한다면, 왜 무거운 입자들이 아래에 분포하고 가벼운 입자들이 위에 분포하지 않고 대기가 균질한지에 대해 고민하였다. 그 이유는 돌턴이 물질의 반응에 관심을 가진 화학자가 아니라 기상학자로서 대기에 관심을 가지고 있었기 때문이다. 기상학자로서 돌턴의 궁금증은 그 당시 화학자들의 관심과 매우 달랐으며, 물질로서의 대기에 대한 새로운 생각을 만들어 내는데 중요한 발단이 되었다(Niaz, 2001).

기체 화학이 발달하던 당시에 프리스틀리를 포함한 많은 과학자들도 같은 고민을 하였지만, 대부분의 경우에는 대기의 원자들이 무게에 따라 유체처럼 층으로 쌓이지 않는 이유를 원자들 사이의 친화력 때문으로 생각하였다(Fujii, 1986). 이는 대기를 구성하는 다양한 질량의 원자들이 마치 화합물처럼 결합한다는 사고를 한 것이다. 그러나 공기의 용해 현상 등을 통해 대기를 구성하는 원자들이 혼합되어 있다고 믿었던 돌턴은 다른 설명 방식을 찾아보려고 노력하였다(Roscoe, 1895). 그래서 생각한 것이 스케일의 문제였다. 즉, 돌턴은 매우 작은 범위 안에서는 마치 균질한 분포처럼

보이지만, 그것은 중력의 차이가 매우 작기 때문이라고 생각하였다. 마치 높이 10km와 높이 100km에서 중력 가속도의 차이가 있지만 지구 반지름에 비하면 매우 작기 때문에 지구 위에서 물체의 운동을 고려할 때 중력가속도의 미묘한 차이는 무시하고 9.8로 획일화하여 다루는 것과 비슷하다. 하지만, 아주 높은 위치로 가면 질량이 아무리 작더라도 중력의 차이가 나타나서 가벼운 원자의 비율이 무거운 원자의 비율보다 더 많을 것이라고 주장하였다(Clay, 1893). 오늘날 대기를 구성하는 대부분의 기체들은 분자 형태이지만 그 당시 돌턴은 기체가 원자로 구성되어 있다고 생각하였으므로, 그의 용어를 사용하여 표현하면 그렇다.

그가 스케일을 고려한 것은 질량을 가진 입자들이 중력을 받으면 그 차이가 나타나야 하는데, 질량이 다른 입자들이 분포하지만 대기가 균질하다는 현상 때문이었다. 돌턴 시대에는 분자 운동 혹은 엔트로피 개념이 없었기 때문에 대류 현상으로 원자들이 균질해지는 것을 알기 어려웠을 것이다. 이러한 돌턴의 사고는 다양한 질량을 가진 기체 혼합물을 굉장히 큰 스케일 안에서 중력을 고려하여 사고하였을 때 가정할 수 있는 것이다. 기체를 연구하는 대부분의 과학자들은 돌턴처럼 큰 스케일에서 기체의 분포를 가정하지 않았다. 대부분 작은 스케일에서 기체의 성질을 연구하였다. 아마도 돌턴은 기상학자로서 화학자보다는 큰 스케일의 기체를 다루는 연구에 익숙하였기 때문에 이러한 창의적인 사고가 가능하였을 것이다.

과학의 발견에서 중요한 것은 이론이나 모델을 만들어 내는 과학자들이 자연의 어느 성질에 초점을 두는가 하는 것이다. 비록 돌턴은 대기를 구성하는 입자들이 서로 다른 질량을 가지고 있다는 것을 중요하게 생각하였기 때문에 스케일을 크게 하면, 즉 높이 올라가면 대기가 비균질할 것이라고 추론하였지만, 오늘날 다루는 대기의 스케일은 그만큼 크지 않기 때문에 현대의 과학교과서에서도 여전히 대기가 균질의 덩어리인 것처럼 제시하거나, 흐르는 모습만 표현한다(그림 1).

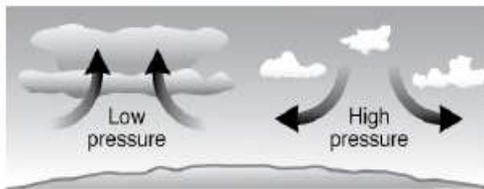


Figure 2-3. Rising air masses and low-pressure areas are usually associated with clouds and stormy conditions, while descending air and high-pressure areas at the surface usually mean fair weather conditions.

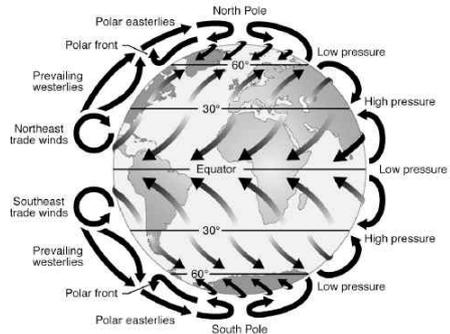
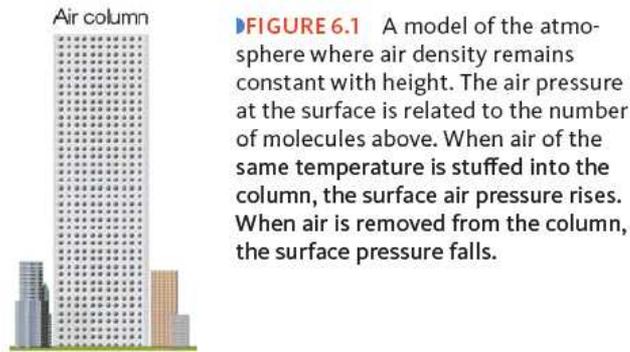


Figure 2-5. The general circulation of the atmosphere.

[그림 1] 유체처럼 표현된 대기(Exline, et al., 2006)

또한 돌턴의 사고를 도입하여 대기를 매우 작은 입자 관점으로 제시한 교재의 경우에도 증력을 고려한 입자의 불균일한 분포 개념은 표현되지 않는다. 더구나 대기의 입자 모델로 표현하면서 복잡한 상황을 간략하게 표현하는 과정에서 대기의 혼합물을 단일 화합물로 표현하는 문제도 발생한다(그림 2).



[그림 2] 대기의 입자분포에 대한 교과서 표현 (Ahrens, 2013)

특히 이러한 과학자들의 사고 과정에서 과학자들이 무엇을 무시하고, 무엇을 중시하는 가를 알아내는 것은 학생들이 과학 개념을 암기하지 않고 이해하도록 하는데 매우 중요한 역할을 할 것이다. 동일한 자연 현상에 대해 다양한 과학자들의 다양한 설명의 존재를 이해하는 것 자체가 과학교육에서 매우 중요한 부분이다.

따라서 이 연구에서는 학생들에게 공기 중 다양한 질량을 가진 입자의 존재를 고려해 보게 함으로써 돌턴의 사고를 접했을 때 대기의 입자 분포에 대한 사고가 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 또한 그 다음 단계로 입자운동의 개념을 도입하여 무거운 입자도 높은 곳에 존재할 수 있는 이유를 제시하고, 두 사고의 충돌을 통해 최종적으로 학생들이 대기의 구성에 대해 어떤 형태의 모델을 만들어내는지 알아보고자 하였다.

이러한 연구 결과는 과학교과서에서 개념이나 이론을 제시할 때 한가지 현상에 한가지 개념이나 이론을 단편적으로 제시하는 차원에서 벗어나, 스케일이 다르지만 동일한 대상의 자연을 바라보는 서로 다른 관점의 충돌을 단계적으로 도입함으로써 학생들의 과학적 사고의 발달을 경험시키고 그 교육적 효과를 알아보는데 효과적일 것이다. 학교 과학 수업에서 전통적으로 진행한 것처럼 이미 과학자들이 내린 결론을 받아들이기 보다는, 학생들이 스스로 과학자처럼 제시된 다양한 모델을 통해 자연현상을 유추하면서 모델을 이해하고 정교화해 나가는 교육의 효과를 이 연구에서 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

학교는 아파트촌 사이에 위치하고 있으며 학부모의 교육열은 높은 편이다. 또한 학생들의 학력 수준도 우리나라의 중상위에 해당한다.

연구는 2학기 기말고사가 끝난 학기 말에 실시하였다. 사전과 사후 설문지와 돌턴의 사고 및 입자운동의 개념을 도입하는 수업은 연구자들에 의해 개발되었으며, 연구 대상인 초등학교에서 과학을 전담하는 교사와 협의하여 학생들을 지도하도록 설계하였다. 설문지는 수업 전과 후에 학생들에게 나누어 주어 자신들의 생각을 적도록 하였다. 사전 검사에서 학생들은 어느 정도 높이에서 진공이 되는 지에 대해 고민하는 모습을 보였다. 따라서 수업 중에 굉장히 높은 곳까지도 공기가 존재한다는 것을 이해시키기 위해 “유성은 우주에서 지구로 들어온 먼지가 공기 분자와 너무 심하게 충돌해서 마찰로 열과 빛을 내는 현상이다.”는 사례와 “인공위성이 수명을 다하면 언젠가는 지구로 추락하게 되는데, 공기 분자와 충돌하면서 점점 속력이 느려진다.”는 사례를 제시하여 대기권의 높이를 학생들이 추정할 수 있도록 하였다.

먼저 공기가 눈에 보이지 않는 작은 입자로 물질이 구성되어 있다고 생각한 돌턴을 소개하고, 돌턴은 기체를 구성하는 무거운 입자들과 가벼운 입자들이 서로 영향을 미치지 않는다고 생각하였음을 알려주었다. 그리고 돌턴처럼 생각한다면 대기 중에서 무거운 입자와 가벼운 입자는 어떻게 분포할까 학생들이 생각해 보도록 하였다 (그림 3)

### 돌턴의 생각



내 생각에는 말입니다...

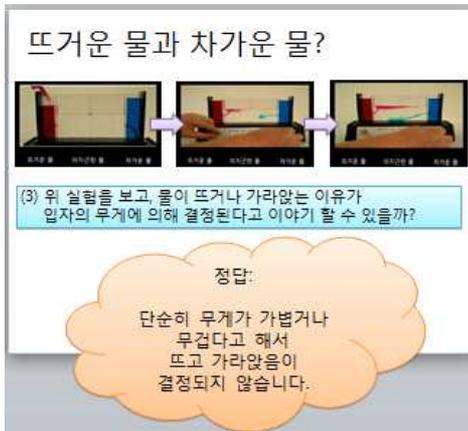
**공기를 구성하는 입자들은 매우 크기가 작기 때문에**

**무게가 무거운 공기와 가벼운 공기는 분포할 때 서로 영향을 미치지 않습니다.**

그렇다면 무거운 공기와 가벼운 공기를 어떻게 분포하고 있을까요?

[그림 3] 돌턴의 사고를 도입한 수업

그리고 뜨거운 물과 차가운 물이 똑같은 물이라는 물질임에도 불구하고 하나는 위로 뜨고 하나는 아래로 가라앉는 현상을 보여주면서 단순히 무게가 있다고 다 가라앉는 것이 아님을 보여주었다(그림 4). 이는 온도나 입자운동의 개념도 중력 개념과 함께 고려되어야 한다는 점을 학생들에게 제시한 사례이다. 또한 실험이 오래 지속되면 결국 서로 다른 색의 물이 섞이게 됨을 관찰하며, 색이 다른 물끼리 덩어리로 움직이는지 아니면 물 입자들이 독립적으로 따로 움직이는 것인지 생각해보도록 하였다.



[그림 4] 온도의 효과를 도입한 수업

또한 입자의 무게와 운동에너지의 관계를 제시하여, 가벼운 입자는 같은 운동에너지를 가질 때 더 높이 올라갈 수 있음을 이해하도록 수업 내용을 제시하였다. 이와 함께 먼지의 뜨고 가라앉음에 대해 생각해보도록 함으로써, 무게를 가지고 있는 공기가 떠 있는지, 아니면 가라앉아 있는 것인지 생각해보도록 하였다. 이를 통해 공기의 뜨고 가라앉음에 있어 중력에 의한 무게가 고려되어야 하며, 무게의 차이에 따라 뜨고 가라앉는 정도가 달라질 수 있음을 사고하도록 하였다(그림 5).

같은 에너지로 새총을 발사한다면? 같은 에너지로 새총을 발사한다면?



(1) 같은 에너지로 새총을 발사한다고 생각해 보자.  
가벼운 물체와 무거운 물체 중, 누가 더 높이까지 올라갈 수 있을까?



(2) 온도는 새총처럼 공기를 움직일 수 있는 에너지를 제공한다!  
같은 온도에서 공기 분자가 위로 올라간다면, 무거운 공기 입자와 가벼운 공기 입자 중 누가 더 높이까지 올라갈 수 있을까?

먼지는 떠있는 것일까요?  
가라앉아 있는 것일까요?



정답:  
어떤 물체든 중력의 영향으로부터 자유로울 수 없다. 그렇다면 어디에 가장 많이 있어야 할까?

먼지는 떠있는 것일까요?  
가라앉아 있는 것일까요?

(2) 지구상의 모든 물체는 지구 중심 방향으로 잡아당겨지는 '중력'이라는 힘을 받습니다. 공기 입자들이 중력을 받는다면, 어디에 가장 많이 분포해야 할까요?

[그림 5] 입자운동과 중력을 도입한 수업

수업의 마무리 단계에서는 이러한 다양한 상황을 고려하면서 무거운 공기와 가벼운 공기의 분포에 대해 생각해 보는 시간을 제공해 주었다(F그림 6). 그리고 학생들에게 중력의 크기에 대한 사고의 부담을 줄여주기 위하여 1000km까지 공기가 존재한다는 것을 알려주었다. 그러나 무거운 공기와 가벼운 공기가 어떻게 분포하는가에 대해서는 스스로 사고하도록 유도하였다.

**무거운 공기 입자의 개수는 어디에 가장 많을까요?**  
<보기>에서 골라 순서대로 나열해 보세요.

<보기> 높은 곳, 중간 중, 낮은 곳

무거운 입자가 많이 있다 (      ) > (      ) > (      ) 무거운 입자가 적게 있다

[그림 6] 수업의 마지막 단계

사전과 사후 설문지에는 공기 입자가 어떻게 분포할 지에 대한 학생들의 생각을 알아본 것으로 교실 안, 높이 10km, 높이 100km, 높이 1000km로 스케일을 다르게 하여 물어보았다. 이렇게 스케일을 정한 이유는 공기의 분포를 언급한 교과서에서 일반적으로 지상에

서 대략 100km까지는 균질권으로 보고, 그 이상은 비균질권으로 보기 때문이다. 또한 교과서에서는 대기권의 경계 고도를 1000km 로 제시한다. 실제 대기권의 경계를 어디로 볼 것인가는 논란의 여지가 있지만, 어느 정도를 기준으로 그 이상을 진공으로 보는가에 대해서 일반적으로 교과서에서 사용하는 1000km를 기준으로 제시한 것이다.

이 질문을 통해 학생들이 눈에 보이지 않는 매우 작은 입자가 질량을 가지고 있다는 것과, 중력을 받았을 때 어느 스케일까지 중력을 고려하는 지에 대한 학생들의 생각을 알아보았다. 이때 질량이 다른 두 종류의 입자 개수를 모두 똑같이 12개씩 그리도록 하여, 높이 차이에 따른 중력의 영향에 대한 학생들의 사고를 상호 비교할 수 있도록 제한하였다.

또한 온도, 중력, 무게(질량), 기압, 호흡, 태양, 대류, 땅(지형), 부피, 바람, 힘 등 공기에 관련된 학습에서 다루는 다양한 개념들을 제시하고, 공기에서 입자의 분포를 고려할 때 어떤 개념이 가장 많이 고려하였는 지에 대해 알아보았다. 그러나 학생들이 키워드는 적지 않은 경우가 많아서 전체 학생들의 사고로 일반화하는 데에는 한계가 따른다. 설문지의 구체적인 내용은 부록 1에 제시하였다.

사전과 사후에 학생들이 직접 그린 그림을 연구자들이 분석하여 크게 21개 유형으로 분류하였다. 분류한 결과는 부록 2에 제시하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 덩어리 사고와 입자적 사고

가벼운 공기와 무거운 공기는 어떻게 공기 중에 분포할 지에 대한 학생들의 사고를 알아보았다. 학생들의 사고 중에 가장 특징적인 것은 무게에 따라 공기들이 분리되어 있다고 생각하는 경우이다. 이는 공기는 물과 기름처럼 서로 섞이지 않는 유체로 생각하는 것이다.

입자의 존재를 믿었던 돌턴도 왜 공기 입자가 질량을 가진다면 무거운 것이 모두 아래로 가고 가벼운 것이 위로 가지 않고 균일하게 존재하는 지에 대해 궁금해 하였다(Niaz, 2001). 이러한 문제를 해결하기 위하여 돌턴은 기체들은 서로 다른 종류의 기체들과는 아무런 상관을 하지 않으며, 오직 동일한 입자들만이 근접 거리에 있을 때 반발을 하게 되어서 서로 균일한 형태로 존재한다고 가정하였다(Roscoe, 1895).

비록 학생들 중에는 그림은 입자로 표현하지만 기체를 유체의 덩어리로 인식하고 무거운 입자 덩어리는 모두 아래에 존재하고 가벼운 입자 덩어리는 무거운 입자와 섞이지 않은 채 위에 존재한다는 사고를 하는 경우가 관찰되었다. 이러한 사고를

하는 학생들의 응답 유형을 <표 1>에 제시하였다.

<표 1> 유체처럼 대기를 인식하는 학생들의 사고 변화

Response No.	Pre-Test				Post-Test			
	Classroom	10km	100km	1000km	Classroom	10km	100km	1000km
17	0	3	13	9	0	0	0	1
18	0	0	6	35	0	0	1	6
19	1	7	2	2	0	2	2	1
20	9	10	4	2	1	3	3	3
21	12	6	7	4	1	1	3	3
Total	22	26	32	52	2	6	9	14
(Percentage)	19.3	22.8	28.1	45.6	1.8	5.3	7.9	12.3

Table 1 에서 사전과 사후에 높이 올라갈수록 유체처럼 무거운 입자가 아래에 몰려있고, 가벼운 입자가 위에 몰려있다는 사고가 증가함을 알 수 있다. 특히 1000km에서는 응답자 전체 학생 중 45.6%의 학생들이 이러한 사고를 하였다. 이는 돌턴처럼 스케일이 커지면 질량이 큰 입자와 질량이 작은 입자의 중력 차이가 크게 날 것이라는 생각이 지배적임을 의미한다.

그러나 사후에는 유체 덩어리처럼 공기를 생각하는 비율은 매우 낮아졌다. 특히 1000km에서 유체처럼 생각하는 비율은 12.3%로 매우 줄었다. 따라서 수업 전에 학생들은 질량을 가진 입자의 중력에 대한 영향만을 고려하여 돌턴이 고민한 것과 같이 유체처럼 무게에 따라 분리될 것이라고 생각하였지만, 수업을 통해 입자의 운동 개념이 이러한 사고를 줄이는데 효과를 보였음을 알 수 있다.

<표 2>에서는 사전과 사후에 서로 다른 질량을 가진 입자들이 대기 중에 섞여 있다고 생각하는 학생들의 사고 유형을 나타낸 것이다. 이러한 사고는 대기를 구성하는 입자들의 질량이 다르지만, 중력의 영향보다는 뜨거운 물과 찬 물처럼 온도나 운동에너지에 따라 서로 섞일 수 있다고 생각한 경우를 의미한다. 물론 이 중에서도 섞여 있는 비율의 분포가 질량에 따라 차이를 보이는 경우도 많았으므로, 반드시 중력을 고려하지 않았다고 할 수는 없다. 그러나 Table 1과 비교했을 때 중요한 차이점은 대기를 물과 기름과 같은 유체로 생각하는가, 아니면 빈 공간이 있어서 다른 입자들이 들어갈 수 있는 입자 관점을 명확히 가지고 있는가 이다.

<표 2> 질량이 다른 입자들이 섞여 있는 대기에 대한 학생들의 사고 변화

Response No	Pre-Test				Post-Test			
	Classroom	10km	100km	1000km	Classroom	10km	100km	1000km
1	4	0	1	2	3	1	0	2

2	3	2	7	6	0	1	1	4
3	9	16	5	4	16	23	29	20
4	2	16	10	7	3	8	17	28
5	0	5	5	6	3	3	1	0
6	9	13	5	1	18	31	14	4
7	1	3	8	2	0	4	6	3
8	0	2	3	13	1	0	0	7
9	35	5	5	1	42	10	7	5
10	1	0	4	2	0	0	2	0
11	8	3	2	5	2	1	0	1
12	2	0	2	0	3	4	5	3
13	1	5	7	3	2	4	9	7
14	0	1	9	5	1	1	4	5
15	11	10	5	3	2	2	2	3
16	6	7	4	2	16	15	8	8
Total (Percentage)	92 80.7	88 77.2	82 71.9	62 54.4	112 98.2	108 94.7	105 92.1	100 87.7

〈표 2〉에서 사전에 비해 사후에 전반적으로 이러한 유형의 사고를 하는 비율이 증가하였다. 특히 1000km에서는 무게가 달라도 서로 섞여 있다는 사고를 하는 경우가 54.4%로 상대적으로 다른 응답에 비해 응답률이 낮았지만, 사후에는 87.7%로 높아졌다. 이를 통해 공기를 유체처럼 생각하는 비율은 줄고, 독립된 입자로 생각할 뿐 아니라 입자들이 활발한 운동을 통해 서로 질량이 달라도 섞여 있다는 생각을 하는 비율이 증가하였음을 알 수 있다.

## 2. 질량이 다른 공기 입자에 미치는 중력의 차이에 대한 생각

질량을 가진 입자가 중력의 영향을 받는다면 당연히 무거운 입자와 가벼운 입자는 높이에 따라 공기 중에 분포하는 형태가 달라야 한다. 이는 돌턴이 실제로 눈에 보이지 않지만 질량을 가진 입자가 존재한다면 나타나야 할 현상으로 주장한 것이다. 그러나 많은 학생들이 높이와 상관없이 무거운 입자와 가벼운 입자가 같은 개수로 균일하게 분포할 것이라고 생각하였다. 이를 〈표 3〉에 제시하였다.

〈표 3〉 다른 무게의 입자들이 균일하게 분포하는 학생들의 사고 변화

Response No.	Pre-Test				Post-Test			
	Classroom	10km	100km	1000km	Classroom	10km	100km	1000km
5	0	5	5	6	3	3	1	0
6	9	13	5	1	18	31	14	4
7	1	3	8	2	0	4	6	3
8	0	2	3	13	1	0	0	7
9	35	5	5	1	42	10	7	5
10	1	0	4	2	0	0	2	0
11	8	3	2	5	2	1	0	1

Total (Percentage)	54 47.4	31 27.2	32 28.1	30 26.3	66 57.9	49 43.0	30 26.3	20 17.5
-----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

높이와 상관없이 무거운 입자와 가벼운 입자가 같은 개수로 균일하게 분포할 것이라는 생각은 입자의 질량 차이를 무시하고 질량 차이에 따라 중력이 달라질 것이라고 생각하지 않는 경우이다. 이른 실제적으로 공기의 입자가 질량을 가지고 있다는 생각 자체를 충분히 인지하지 못한 결과라고 할 수 있다. 이러한 사고는 교실 범위에서 가장 크게 나타났는데, 사전에 47.4%의 학생들이 공기 입자에 미치는 중력의 영향을 고려하지 못하였으며, 사후에도 그 비율은 57.9%로 오히려 증가하였다. 특히 학생들은 교실의 경우나 10km 범위에서는 9번과 같이 입자의 질량과 높이에 관계없이 균일한 분포를 한다는 생각이 매우 많이 나타났다. 따라서 스케일이 작은 경우에는 학생들이 입자의 질량에 따른 중력 차이가 무시된다고 생각함을 알 수 있다.

눈에 보이지 않는 매우 작은 입자이지만, 질량을 가지고 있다면 중력을 받는 차이가 생기므로 분포가 불균일할 것이라고 생각한 학생들의 응답을 <표 4>에 제시하였다.

<표 4> 다른 무게의 입자들이 불균일하게 분포한다는 학생들의 사고 변화

Response No.	Pre-Test				Post-Test			
	Classroom	10km	100km	1000km	Classroom	10km	100km	1000km
1	4	0	1	2	3	1	0	2
2	3	2	7	6	0	1	1	4
3	9	16	5	4	16	23	29	20
4	2	16	10	7	3	8	17	28
12	2	0	2	0	3	4	5	3
13	1	5	7	3	2	4	9	7
14	0	1	9	5	1	1	4	5
15	11	10	5	3	2	2	2	3
16	6	7	4	2	16	15	8	8
17	0	3	13	9	0	0	0	1
18	0	0	6	35	0	0	1	6
19	1	7	2	2	0	2	2	1
20	9	10	4	2	1	3	3	3
21	12	6	7	4	1	1	3	3
Total (Percentage)	60 52.6	83 72.8	82 71.9	84 73.7	48 42.1	65 57.0	84 73.7	94 82.5

돌턴이 생각한 것처럼 입자가 질량을 가지고 있다면 중력을 받아 불균일한 분포를 하게 될 것이라고 생각한 학생들은 사전과 사후에 모두 많았다. 그러나 돌턴의 불균일한 입자의 분포 개념은 오늘날 온도 차이에 따른 분자운동의 결과와 다른 것이다. 돌턴도 자신이 생각한 현상은 매우 큰 스케일에서만 나타날 것이라고 생각하였다. 오

늘날 밝혀진 바에 따르면, 100km까지는 균질권이고 그 이상부터 비균질권이다.

수업을 통해 1000km와 같이 큰 스케일에서는 학생들이 공기의 분포를 불균일하다고 생각하는 비율이 증가하였으며, 교실과 10km의 경우에는 불균일할 것이라는 사고가 줄어들었다. 이러한 변화도 역시 스케일에 따라 중력의 영향을 고려하는 사고가 수업을 통해 발달하였음을 의미한다. 그러나 전반적으로 볼 때, 온도에 따른 분자운동의 고려보다는 중력을 고려하여 교실부터 100km 높이의 대기가 불균일하다고 생각하는 비율이 높았다. 따라서 이를 교정할 수 있는 수업의 개발을 위한 노력이 필요하다고 본다.

### 3. 중력과 분자운동이 입자의 분포에 미치는 영향에 대한 생각

질량을 가진 입자가 중력의 영향을 받을 것이라는 사고는 돌턴의 사고 중에서 가장 핵심적인 것이다. 입자의 질량과 중력의 관계를 고려하면, 중력이 미치지 못하는 곳에는 입자가 존재할 수 없다는 생각을 할 수 있게 된다. 따라서 질량을 가진 입자에 미치는 중력의 중요성에 대한 학생들의 사고는 학생들이 입자를 그린 공간과 진공으로 표현한 공간을 비교하면 알 수 있다.

〈표 5〉에 제시된 학생들은 입자를 제시한 높이까지 그리지 않고 윗부분은 진공으로 표현한 경우이다. 이 학생들이 중력이 질량을 가진 입자에 미치는 영향을 상대적으로 크게 고려하였음을 알 수 있다. 높이가 올라감에 따라 윗부분은 진공으로 존재할 것이라는 생각하는 학생들의 비율은 증가하였다.

수업을 통해 1000km 까지 공기가 분포한다는 것을 제시하였고, 그 영향으로 수업 후에 진공이 존재할 것이라는 사고의 증가율은 감소하였지만, 여전히 1000km 이하에서도 중력의 영향으로 진공이 존재할 것이라고 생각하는 학생들이 24.6% 정도 되었다. 이는 학생들이 공기의 분포에서 중력의 영향을 중요하게 생각하고 있음을 의미한다.

〈표 5〉 진공이 존재한다는 학생들의 사고 변화

Response No.	Pre-Test				Post-Test			
	Classroom	10km	100km	1000km	Classroom	10km	100km	1000km
1	4	0	1	2	3	1	0	2
2	3	2	7	6	0	1	1	4
5	0	5	5	6	3	3	1	0
7	1	3	8	2	0	4	6	3
8	0	2	3	13	1	0	0	7
10	1	0	4	2	0	0	2	0
14	0	1	9	5	1	1	4	5
17	0	3	13	9	0	0	0	1

18	0	0	6	35	0	0	1	6
Total	9	16	56	80	8	10	15	28
(Percentage)	7.9	14.0	49.1	70.2	7.0	8.8	13.2	24.6

한편 <표 6>에 제시한 바와 같이, 중력의 영향보다는 입자운동에 의해 1000km까지 입자가 존재할 것이라고 생각하는 학생들의 비율은 사전에 높이에 따라 급격히 줄어들었으나, 수업 후에는 줄어드는 비율이 감소하였다. 그리고 1000km까지 입자가 존재할 것이라는 생각을 하는 학생들이 75.4% 정도 되었다. 이를 통해 초등학교 6학년 학생들이지만, 이들이 수업을 통해 공기의 존재에 영향을 미치는 두 변인 중 중력보다는 분자운동에 의해 높은 곳까지 질량을 가진 입자가 있을 것이라고 생각하는 것이 가능함을 알 수 있다.

<표 6> 입자운동 효과에 대한 학생들의 사고 변화

Response No.	Pre-Test				Post-Test			
	Classroom	10km	100km	1000km	Classroom	10km	100km	1000km
3	9	16	5	4	16	23	29	20
4	2	16	10	7	3	8	17	28
6	9	13	5	1	18	31	14	4
9	35	5	5	1	42	10	7	5
11	8	3	2	5	2	1	0	1
12	2	0	2	0	3	4	5	3
13	1	5	7	3	2	4	9	7
15	11	10	5	3	2	2	2	3
16	6	7	4	2	16	15	8	8
19	1	7	2	2	0	2	2	1
20	9	10	4	2	1	3	3	3
21	12	6	7	4	1	1	3	3
Total	105	98	58	34	106	104	99	86
(Percentage)	92.1	86.0	50.9	29.8	93.0	91.2	86.8	75.4

#### 4. 대기에서 입자의 분포를 고려할 때 관련된 개념에 대한 학생들의 인식

대기에 존재하는 입자의 분포를 그릴 때 고려했던 개념을 선택하도록 요구하였을 때, 학생들은 중력, 무게, 기압, 호흡 등을 많이 선택하였다. 그러나 사후에는 중력, 온도, 무게, 기압, 호흡으로 선택의 순서가 달라졌다. 이러한 결과는 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> 대기에 존재하는 입자의 분포에서 고려한 개념에 대한 사고의 변화

Concept	Pre-Test	Post-Test
Gravity	34	59
Temperature	9	37
Weight	32	18

Air pressure	27	12
Breath	17	12
Sun	2	0
Circulation	4	1
Earth	5	4
Volume	9	4
Wind	3	1
Force	5	3

학생들은 대기의 분포를 고려할 때, 대기를 구성하는 입자들이 받는 중력을 가장 크게 인식하고 있음을 알 수 있다. 이는 Table 4나 Table 5에서도 확인할 수 있다. 또한 중력은 물질의 무게 개념과도 긴밀한 관련을 가진다. 그런데 수업을 통해 중력의 개념은 강화되었으나, 무게의 개념은 약화되었다. 이는 다양하게 해석할 수 있으나, 두 개념은 동일하게 다룰 수 있으므로 학생들이 수업을 통해 무게라는 실생활적인 용어에서 중력이라는 과학 개념을 선호하게 된 것으로 볼 수 있다.

기압의 개념도 사전에 비해 사후에 크게 줄었는데, 기압은 대기와 긴밀한 관련을 가지지만 중력과 기압, 분자운동과 기압 사이의 관계가 분명하게 수업을 통해 제시되지 않았기 때문에 사후에 이 개념이 많이 줄어든 것으로 볼 수 있다.

온도에 대한 고려는 수업 전에는 크지 않았으나, 수업 후에는 크게 증가하였다. 특히 대기의 입자가 균일하게 분포하거나, 혹은 높은 곳까지도 입자가 존재한다는 생각과 온도의 개념은 매우 긴밀한 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 새총 발사 수업과 뜨거운 물과 찬 물의 대류 현상 관찰 수업이 큰 영향을 준 것으로 보인다. 입자의 무게와 입자운동을 동시에 다루는 이러한 수업 방식은 아직까지 우리나라 과학교과서에 도입되지 않았다. 그러나 이 연구를 통해 이러한 수업이 학생들의 대기의 입자 구성에 대한 사고에 매우 긍정적인 영향을 미치므로, 이러한 수업 내용의 도입에 대해 고려할 필요가 있다.

특이한 점은 호흡에 대한 학생들의 사고이다. 수업 중에 학생들은 자주 ‘호흡’을 언급하였는데, 그 이유는 호흡을 통해 이산화탄소가 나오고, 산소가 줄어든다는 것을 생물 시간에 배웠기 때문이었다. 수업을 진행한 교사는 학생들에게 공기 중 산소의 비율은 20% 정도이지만, 이산화탄소의 비율은 1%도 되지 않을 만큼 매우 작다는 것을 강조하였으나, 학생들은 생물 시간에 배운 호흡을 통한 기체의 이동에 관련된 사고에서 벗어나지 못하였다. 따라서 교실 안이나 자신의 머리 주변은 호흡 때문에 이산화탄소가 많이 있을 것이라는 사고를 지속적으로 가지고 있었다. 이를 통해 초등학교 학생들은 다양한 분야에서 다른 내용의 차이를 구분하여 큰 스케일과 작은 스케일에서 공기의 분포의 차이를 인지하는 사고에 어려움을 가지는 것을 알 수 있다. 특히

자신이 관여된 분야에 대해서는 상대적으로 매우 크게 생각하는 경향이 있음을 파악할 수 있었다. 이는 자신을 중심으로 세계를 이해하는 초등학생들의 특징으로 볼 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

과학의 발달을 통해 과거의 이론이나 모델이 잘못되었고, 새로운 이론이나 모델이 맞는다는 방식으로 과학의 역사적 서술을 하는 교과서의 설명은 지식에 대해 수용적인 태도를 길러줄 수 있다. 이 연구에서는 오히려 부분적으로는 옳지만 부분적으로는 오류가 있는 대기의 구성에 관련된 두 가지 이론을 동시에 제시함으로써 학생들이 스스로 대기의 구성에 대한 사고를 형성하도록 유도하였다. 특히 오류와 옳은 것의 관점이 스케일에 따라 달라지는 것이고, 어떤 스케일에서 어떤 부분을 고려하고 어떤 부분을 무시할 때 어떤 결론이 나올 수 있는 지에 대한 학생들의 사고를 추적해 보았다는 점에서 이 연구의 의의를 찾을 수 있다.

돌턴의 대기의 입자 분포에 대한 사고는 오늘날 입장에서 보았을 때 불완전하다. 특히 중력만을 고려하여 무거운 입자와 가벼운 입자의 분포를 상상하게 되면, 균질한 것으로 밝혀진 대기의 구성과 사고의 충돌이 일어나게 된다. 그러나 우리는 역사적으로 추론한 과학을 복원함으로써 학생들의 사고를 발달시켜 나갈 수 있을 것이다. 특히 과학의 발달은 정상 과학의 패러다임(paradigm)을 비판함으로써 발생하기 때문에 우리는 학생들에게 기존의 패러다임을 패러다임 밖에서 보여주려는 노력이 필요하다. 그러한 노력의 가장 효과적인 방법 중 하나는 정상과학이 만들어지기 전 전과학(pre-science) 상태를 보여주는 것이다. 이 연구에서 제시한 돌턴의 사고는 오늘날 정상 과학의 측면에서는 전과학에 속하지만, 돌턴의 사고와 그 후에 발달한 입자운동의 사고를 도입함으로써 학생들에게 실제 대기의 분포에 대한 과학적 추론 능력을 길러줄 수 있었다.

돌턴의 입자론이 만들어지는 과정에서는 대기의 구성에 대한 과학자들의 고민이 있었고, 이러한 고민을 해결하는 과정에서 돌턴의 창의성이 드러나게 되었다는 것을 학생들이 깨닫기 위해 중요하다(Zwier, 2011). 실제적으로 대기가 서로 다른 질량을 가진 입자로 되어 있다는 사실을 매우 단순한 가정으로 제시하는 것은 과학에 대한 학생들의 인식의 오류를 유발할 수 있다. 동일한 자연 현상에 대해 다양한 설명의 존재를 이해하는 것 자체가 과학교육에서 매우 중요한 부분이라고 생각한다. 왜냐하면, 과학의 목표는 사실을 가르치는 것이 아니며 근본적으로 잠정적이기 때문이다 (Pournari, 2008).

실제 관측된 대기가 어느 범위까지 균질한지에 대한 논쟁은 다양할 수 있다. 이와 관련하여 돌턴이 자연현상을 설명하기 위하여 만든 모델과 이를 확인하기 위한 실험은 Chamizo(2013)가 제시한 것처럼 정신적 모델과 물질적 모델, 그리고 실제 세계와의 상호 관련성으로 볼 수 있다. 이런 점에서 우리가 학생들에게 대기를 균질하다고 가르쳐야 하는지, 비균질하다고 가르쳐야 하는지에 대한 논쟁은 정신적 모델과 물질적 모델에 대한 인식과 함께 고려되어야 할 것이다. 이러한 사고에는 실질적인 가설이나 이론뿐 아니라 가치까지도 포함한다 (Carrier, 2013). 따라서 대기의 균질성과 비균질성에 대한 논쟁은 다원주의적 관점(Chang, 2012)의 문제로 보아야 한다.

개념을 발달하는 데에 있어서 한가지 이론만을 제시하는 것은 충분하지 않으며, 어떤 이론도 결정적인 한가지로만 만들어지지 않았다(Ohlsson & Cosejo, 2014). 과학의 목표는 인간의 사고와 외부의 현실이 일치할 때 받아들이는 진리로 정의된다. 이러한 의미에서 과학은 기본적으로 객관적이다(Pournari, 2008). Park, et al (2014)의 연구에 따르면, 국가가 만든 교육과정이 학생들의 NOS 관점에 영향을 강하게 미치며, 이 때문에 우리나라 학생들은 실험이나 경험적 증거를 중요시하지만, 교과서에 제시된 이론이나 과학자의 지식을 객관적 진리로 받아들이는 경향이 있음을 제시하였다.

Ohlsson (2013)은 철저한 개념변화에 성공적으로 대처하기 위해 인간은 경험을 무시하고 그 경험을 자신의 상황에 투영하는 경향이 있다고 주장하였다. 현실의 난폭한 특성을 고려할 때, 타고난 본성보다는 배운 것에 우선적으로 의존하는 진화적 전략이 인간으로 하여금 이전의 경험을 무시하는 눈이 통해 사고를 하도록 이끌었다는 것이다. 창의력, 신념 고정 및 개념 변화를 포함한 여러 분야의 연구의 중심에서 작동하는 이러한 기작을 그는 deep learning이라고 불렀다.

과학은 절대적으로 객관성에 근거하여 발달한 것이 아니다(Niaz, 2009). 많은 교과서에서 이러한 점을 무시하고, 연구 실험실에서 실제로 일어나고 있는 것을 반영하지 않은 채, 이른바 이상화된 "과학적 방법"을 제시하고 있다. 그러나 이런 종류의 교육은 과학적 지식을 비판적인 방식으로 접근하고 과학을 만드는 과정의 복잡성을 이해하는 능력을 학생들이 개발하는 방해가 된다(Viana & Porto, 2010).

과학을 가르칠 때 가장 중요한 것은 학생뿐 아니라 교사 스스로도 자신이 아는 것이 많지 않음을 깨닫는 것이다. 지식의 부족에 대한 인식은 자신이 아는 지식에 대한 맹신에서 벗어나게 하고, 같은 현상을 다르게 관찰하는 능력을 가지게 해준다. 이 논문에서 제시한 것과 같이 같은 자연 현상을 바라보는 다양한 과학적 개념을 도입한 교육 자료를 통해 우리는 학생들에게 진정한 과학의 본성을 제시해 줄 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- Ahrens, C. D) (2012). Essentials of Meteorology: An invitation to the atmosphere, 6th ed. Belmont, CA: Brooks/Cole, CENGAGE Learning.
- Carrier, M. (2013). Values and objectivity in science: Value-Ladenness, pluralism and the epistemic attitude. *Science & Education*, 22, 2547-2568.
- Chalmers, A. (2012). Intermediate causes and explanations: The key to understanding the scientific revolution. *Studies in History and Philosophy of Science*, 43, 551-562.
- Chang, H. S. (2012). Is Water H<sub>2</sub>O? Evidence, Realism, and Pluralism. *Boston Studies in the philosophy of Science* 293. London: Springer.
- Chamizo, J. A.(2013). A new definition of models and modeling in chemistry's teaching. *Science & Education*, 22, 1613-1632.
- Clay, W. F. (1893). Foundations of the atomic Theory.. Comprising papers and extracts by John Dalton, William Hyde Wollaston, and Thomas Thomson (1802-1808). London: Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent & Co. LTD.
- Exline, J. D., Levine, A. S., and Levine, J. S.(2006). Meteorology: An educator's Resource for inquiry-based learning for Grades 5-9. NP-2006-08-97-LaRC. Langley Research Center. <http://www.nasa.gov/centers/langley/home>
- Fujii, K. (1986). The Berthollet-Proust Controversy and Dalton's Chemical Atomic Theory 1800-1820. *British Journal for the History of Science*, 19, 177-200.
- Niaz, M. (2001). How important are the Laws of Definite and Multiple Proportions in chemistry and teaching chemistry? - A history and Philosophy of science perspective. *Science & Education*, 10, 243-266.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18, 43-65.

- Ohlsson, S. (2013). *Deep Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Ohlsson, S. & Cosejo, D. G.(2014). What can be learned from a laboratory model of conceptual change? Descriptive findings and methodological issues. *Science & Education*, 23, 1485-1504.
- Padilla, K. and Furio-Mas, C. (2008). The importance of history and philosophy of science in correcting distorted views of 'amount of substance' and 'mole' concepts in chemistry teaching. *Science & Education*, 17, 403-424.
- Park, H, Nielsen, W., & Woodruff, E.(2014). Students' conceptions of the nature of science: Perspectives from Canadian and Korean middle school students. *Science & Education*, 23, 1169-1196.
- Pournari, M.(2008). The distinction between epistemic and non-epistemic values in the natural sciences. *Science & Education*, 17, 669-676.
- Quilez, J. (2004). A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concept: Some educational suggestions. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(1), 69-87.
- Roscoe, H. E.(1895). *John Dalton and the Rise of Modern Chemistry*. The Century Science Series. NY: Macmillan and Co.
- Viana, H. E. B. & Porto, P. A. (2010). The development of Dalton's atomic theory as a case study in the history of science: Reflections for educators in chemistry. *Science & Education*, 19, 75-90.
- Zwier, K. R. (2011). John Dalton's puzzles: from meteorology to chemistry. *Studies in History and Philosophy of Science*, 42, 58-66.

## ABSTRACT

### The effect of lessons introduced Dalton's idea and motion of particles on sixth grade students' thinking about particle distribution of atmosphere

Kang Sik Han (Boeun Middle School, Koran National University of Education)  
Seoung-Hey Paik (Korea National University of Education)

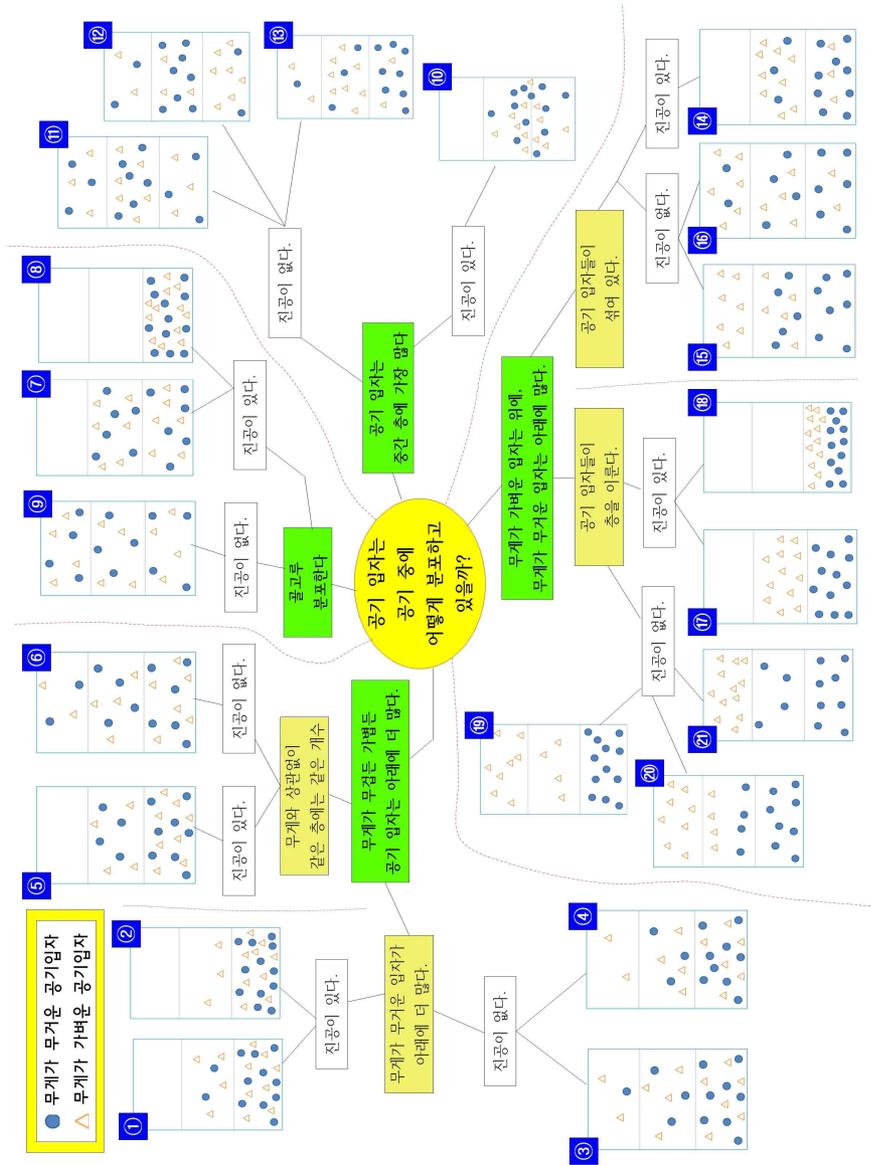
The purpose of this study was to investigate the effect of lessons introduced Dalton's idea and motion of particles on elementary school students' thinking about particle distribution of atmosphere. The subjects of the study were 114 students in the 6th grade of elementary school. Especially, we investigated whether the students' thinking about the distribution of atmosphere depends on the height scale after the lessons. As a result of the study, the students were classified into two types: the lightweight particles and heavy particles separated from each other into a mass as fluids, and the other type in which particles having different masses are mixed with each other. In the pre-test, the higher the atmospheric height, the stronger the idea that the atmosphere exists as a mass. However, after the lessons, the thoughts of masses were reduced, and the idea that a mixture of different particles existed increased at higher atmosphere scales.

Many students thought that the particles with different masses would distribute heterogeneously according to height, but after the lessons, students changed their thoughts to homogeneously in the case of classroom and 10km. However, the students' thoughts of heterogeneous distribution of atmosphere increased in the case of 100km and 1000km. When students considered the distribution of particles in the atmosphere, their thoughts related to gravity and temperature concepts were increased after the lessons, and the thoughts related to weight and pressure were decreased. The elementary school students, on the other hand, had thoughts that their breathing affected the distribution of the atmosphere. This is a characteristic of elementary school students who understand the world around themselves.

● Key words: Dalton, particle motion, distribution of atmosphere, elementary school students, effect of lesson



〈부록 2〉



## 『융합교육연구』 발간 규정

제정 2015. 7. 23.(규정 제 1호)

### 1. 발간 횟수와 시기

연 2회 발행하는 것을 원칙으로 하며 6월 30일, 12월 30일에 발행한다.

### 2. 편집위원회 규정

- 가. 편집위원회는 편집위원장 1인을 포함하여 20명 이내의 편집위원으로 구성한다.
- 나. 편집위원장은 다음의 자격요건 중 하나 이상을 갖춘 사람으로 융합교육연구소장이 위촉한다.
  - 1) 박사학위를 소지하고 4년제 대학에서 5년 이상 근무한 경력이 있어야 한다.
  - 2) 최근 10년 이내에 한국학술진흥재단의 등재(등재후보 포함) 학술지에 10편(공저자가 있는 경우 1편으로 환산) 이상의 논문 또는 저서를 발표한 실적이 있어야 한다.
- 다. 편집위원장의 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다.
- 라. 편집위원은 다음의 자격요건 중 하나 이상을 갖춘 사람으로 융합교육연구소장이 위촉한다.
  - 1) 박사학위를 소지하고 대학에서 3년 이상 근무한 경력이 있어야 한다.
  - 2) 최근 5년 이내에 한국학술진흥재단의 등재(등재후보 포함) 학술지에 5편(공저자가 있는 경우 1편으로 환산) 이상의 논문 또는 저서를 발표한 실적이 있어야 한다.
- 마. 편집위원의 임기는 1년으로 하되 연임할 수 있다.
- 바. 편집간사를 둘 수 있으며, 융합교육연구소 책임연구원이 편집간사를 겸한다.
- 사. 편집위원회는 학술지 『융합교육연구』의 발행횟수 및 발행일, 원고접수, 논문심사, 편집 등 학술지 발간에 관련된 제반업무를 심의한다.

### 3. 원고 접수 및 논문 심사

- 가. 원고는 정시 접수하며, 각 호의 학술지에 게재되는 원고는 각 호의 발행일 40일 전까지 접수된 원고를 심사하여 게재함을 원칙으로 하되, 편집위원회 판단에 따라 기간을 조정할 수 있다.
- 나. 접수된 원고는 해당 편집위원이 학술지와의 적합성을 검토한 후, 내용과 관련된 전문가(해당분야 박사학위 소지자 혹은 관련 분야 연구 경력 5년 이상인 자)를 심사위원으로 선정·위촉한다.
- 다. 원고마다 심사위원을 3명씩 선정하여 다음과 같은 방식으로 심사한다.
  - 1) 각 심사위원은 투고된 논문을 아래의 기준을 참고로 세부적·종합적으로 심사한다.

- 연구문제 및 주제의 명료성
- 연구내용의 독창성
- 관련문헌 및 자료 분석의 정확성과 충실성
- 연구방법의 타당성 및 논리전개의 적절성
- 융합교육 분야의 학문적 발전기여 정도
- 교육현장의 적용 가능성

2) 논문 게재 여부는 심사위원 3명의 심사평을 종합하여 편집위원회에서 최종 결정한다. 편집위원장은 심사위원의 심사평을 기초로 논문의 수정을 요구할 수 있으며, 수정요구사항이 충족되지 않을 시에는 게재를 불허할 수도 있다.

심사위원 1	심사위원 2	심사위원 3	종합판정
수정후 게재가	수정후 게재가	기타 의견	게재가
수정후 게재가	수정후 재심사	수정후 재심사	수정후 재심사
수정후 재심사	수정후 재심사	수정후 재심사	수정후 재심사
수정후 게재가	수정후 재심사	게재불가	수정후 재심사
수정후 재심사	수정후 재심사	게재불가	수정후 재심사
기타 의견	게재불가	게재불가	게재불가

- 3) 2차 심사에서 심사자는 수정사항을 검토하여 ‘게재가’ 또는 ‘게재불가’ 중에서 한쪽으로 판정하여 편집위원회에 제출한다.
- 4) 심사결과는 심사 완료 후 1주일 이내에 투고자에게 통보한다.
- 5) 편집위원장은 심사위원의 심사평을 기초로 논문의 수정을 요구할 수 있다. 수정이 필요한 논문의 경우, 논문 투고자는 심사결과 통보 후 지정된 날까지 수정한 논문을 제출한다.
- 6) 편집위원장은 수정요구사항이 충족되지 않을 시 게재를 불허할 수도 있다. 편집위원장 및 심사자는 수정 논문을 확인 후, 최종 심사 결과를 논문 투고자에게 통보한다.
- 7) 『융합교육연구』에 투고하였다가 종합판정으로 ‘게재불가’ 판정을 받은 논문은 재투고 할 수 있다.

라. 최종심사결과 이의제기

- 1) 논문 투고자가 논문의 게재 여부에 대한 판정 결과에 이의가 있을 경우, 편집위원장에게 논문의 재심을 요구할 수 있다.
- 2) 편집위원장은 이전 심사위원 이외의 심사위원을 위촉하여 위의 심사절차를 따라 단심으로 심사를 하며, 그 판정결과에 관하여는 이의를 제기할 수 없다. 단, 이 경우 이의신청자는 논문심사비를 별도로 부담하여야 한다.

부 칙

이 규정은 공포한 날부터 시행한다.

## 『융합교육연구』 논문 작성 규정

제정 2015. 7. 23.(규정 제 1호)

### 1. 원고 작성 양식

- 가. 원고는 한글(hwp) 파일로 작성하는 것을 원칙으로 한다. 단, 필요한 경우 MS Word도 가능하다.
- 나. 원고의 첫 페이지에 각주로 저자(공동저자 포함)의 소속과 직위를 기록하고, 저자가 2인 이상인 경우 제 1저자를 맨 앞에 기재하고 교신저자는 각주를 달아 표기한다. 단, 교신저자는 전자메일을 직위 옆에 제시한다. 별도로 적시된 사항이 없으면 가장 먼저 소개된 저자를 제 1저자 및 교신저자로 한다.
- 다. 공시사항(학위논문, 연구비 지원 등)은 논문제목에 각주를 달아 기재한다.  
 <예시> 이 논문은 '성명'의 '년도' 석사(박사)학위논문의 내용을 재구성한 것임  
 <예시> 이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NFR-2015-\*\*\*\*)
- 라. 원고의 내용은 제목, 국문요약(주요어 포함), 본문, 참고문헌, 영문초록(key words 포함)으로 구성하며, 원고의 분량은 A4용지 20쪽 이내를 원칙으로 한다.
- 마. 단순한 자료의 출처나 참고문헌을 밝히는 각주나 미주의 사용은 금하며, 본문에 표시하기 어려운 보충적인 내용이나 설명에 한하여 각주를 사용한다. 단, 각주번호는 조사의 앞이나 온점, 반점, 따옴표 등 문장 부호의 뒤에 오도록 한다.

### 2. 편집 규격과 양식

- 가. 편집용지는 가로188×세로257, 용지여백은 위 20, 아래 18, 왼쪽·오른쪽 28, 머리말 12, 꼬리말 10, 제본 0으로 설정한다.
- 나. 논문에 사용되는 글자와 문단은 다음과 같이 설정한다.
- 1) 논문제목: 견명조, 글자크기 15, 가운데 정렬
  - 2) 제출자 성명: 명조, 글자크기 10, 오른쪽 정렬
  - 3) 본문: 명조, 글자크기 10, 줄간격 170, 장평 100, 자간 0, 들여쓰기 15
  - 4) 요약문: 고딕, 글자크기 9.5, 줄간격 160, 장평 100, 자간 0, 들여쓰기 15
  - 5) 논문 제목 등 표기
    - 1단계: I, II, III, …………… (견명조, 글자크기 13, 가운데 정렬)
    - 2단계: 1, 2, 3, …………… (견명조, 글자크기 11)
    - 3단계: 가, 나, 다, …………… (견명조, 글자크기 10)

- 4단계: 1), 2), 3), …………… (명조, 글자크기 10, 들여쓰기 15)
- 5단계: 가), 나), 다), ……… (명조, 글자크기 10, 들여쓰기 15)
- 인용문: 명조, 글자크기 9, 줄간격 170, 장평 100, 자간 0, 좌우여백 25
- 각주: 명조, 글자크기 9, 장평 100, 자간 0
- 참고문헌: 명조, 글자크기 10, 줄간격 170, 장평 100, 자간 0, 내어쓰기 35
- 영문초록: 명조, 글자크기 10, 줄간격 170, 장평 100, 자간 0, 들여쓰기 15

### 3. 인용

#### 가. 직접 인용

- 1) 인용하는 내용이 짧은 경우, 따옴표를 사용하여 본문 속에 기술하고, 3행 이상인 경우 본문에서 따로 떼어 기술한다. 단, 이때 인용 부분의 아래위를 한 줄씩 비워 본문과 구분하되, 처음과 끝에 큰따옴표나 작은따옴표를 쓰지 않는다.
- 2) 인용문이 끝나면 온점을 찍고 한 칸을 띄운 다음 괄호 안에 인용출처를 표기한다.

#### 나. 간접 인용

- 1) 간접 인용을 할 경우 인용임을 명시하고 페이지수를 적는 것을 원칙으로 한다.
- 2) 한 저서에서 여러 쪽을 인용하는 경우, 제일 처음 인용문에 저자와 발행연도를 적고, 두 번째부터는 페이지 수만 적는다.

#### 다. 인용의 출처 제시

- 1) 인용하는 저서나 저자명이 본문에 나타나는 경우, 괄호 속에 발행 연도만 표시하고, 나타나지 않는 경우, 해당 부분 말미에 괄호를 치고 그 속에 저자명과 발행 연도, 해당 페이지를 표시한다. 같은 저자의 다른 문헌들 사이는 반점을 찍고 발행연도 오름차순으로 나열하고, 서로 다른 저자의 문헌들은 쌍반점(:)으로 가른다.

〈예시〉 장상호(1998, p. 50)에 의하면,

〈예시〉 … 라는 주장이 있다(Hanson, 1961, pp. 131-135).

〈예시〉 연구(홍길동, 1992, 1996, 1999; Anderson, 1990; Lippitz, 1988)에 의하면,

- 2) 저자를 모두 표시하되 국어 이름은 “, ”로 구분하고 영어 이름은 “&”로 연결한다. 단, 저자가 4인 이상일 경우, 첫 인용, 반복 인용 모두 제 1저자의 이름(외국인일 경우 성) 뒤에 외(外)로 표기할 수 있다.

- 3) 번역본을 인용하는 경우, ‘원년도/번역년도, 페이지’의 형태로 표기한다. 단, 원저자 년도를 알 수 없는 경우에는 ‘/번역년도’와 같이 쓴다.

〈예시〉 … 이다(Tyler, 1971/1995, pp. 56-58).

〈예시〉 … 주장하였다(Plato, /1987).

- 4) 재인용하는 경우, 다음과 같은 형태로 표시한다.

〈예시〉 (Eddington, 1927, p. 51; Davies, 1997에서 재인용)

#### 4. 표와 그림

가. 표 번호는 작은 괄호 < >를 사용하여 표의 상단에 가운데 정렬하고, 그림 번호는 큰 괄호 []를 사용하여 그림의 하단에 가운데 정렬로 제시한다.

<예시> <표 1>, [그림 1]

#### 5. 참고문헌

가. 일반 저서

1) 여러 나라 문헌을 참고했을 경우 韓·中·日·西洋書 순으로 열거하고, 저자(발행연도). 제목. 출판도시: 출판사 이름. 순으로 표기한다.

2) 국문 저서의 저자명은 성과 이름을 붙여 쓰고, 영문 저서의 저자명은 성(family name)은 다 쓰되 이름(first name)과 중간명(middle name)은 이니셜만 쓰고 약호표 “.”를 찍어 준다. 저자가 4인 이상인 경우, “○○○ 외”(국문) 혹은 “○○ et al.”(영문) 식으로 표기할 수도 있다.

<예시> 서상용 외(1991). **대학 교양과학교육의 현황 및 개선방안**. 한국과학기술진흥재단.

<예시> Marshall, C., et al. (1989). *Culture and education policy in the American states* (2nd ed.). New York: The Palmer Press.

3) 편저자 다음에는 “편”이라 표기한다. 영문 편저의 경우 “Ed.”(단독 편저) 혹은 “Eds.”(다수 편저)로 표기한다.

<예시> 이인효, 이해영, 김정원, 류방란, 오성철 편(1991). **교육과 사회**. 서울: 교육과학사.

<예시> Carrithers, M., Collins, S., & Lukes, S. (Eds.)(1985). *The category of the person: Anthropology, philosophy, history*. London: Cambridge University Press.

4) 단행본의 경우, 국문 저서는 진하게 표시하고, 영문 저서는 이탤릭체로 적는다. 영문 저서의 제목과 부제목의 첫 글자만 대문자로 쓰고 나머지 단어는 모두 소문자로 쓰며, 정기간행물의 명칭, 제목 속의 인명, 지명, 출판사명은 첫 글자를 대문자로 쓴다.

<예시> 성내운, 한기호, 김상봉(1983). **세 학교의 이야기**. 서울: 학민사.

<예시> Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.

나. 역서

1) 역서의 경우, 저자(발행연도). 역서 제목 (역자 이름). 역서 출판도시: 출판사 이름. (원저 출판연도) 순으로 표기한다.

2) 국역(國譯)된 서적인 경우 역자 이름 옆에 ‘역.’을, 영역(英譯)된 서적인 경우 역자 이름 옆에 “Trans.”를 표기한다.

<예시> Egan, G. (1999). **유능한 상담자** (제석봉, 유계식, 박은영 역.). 서울: 학지사. (원저 1994 출판)

<예시> Laplace, P. S. (1951). *A philosophical essay on probabilities* (F. W. Truscott & F. L. Emory, Trans.). New York: Dover. (Original work published 1814)

다. 그 외

- 1) 정기간행물 속의 논문은 필자(발행연도). 논문명. 학술지명, 권(호), 페이지. 순으로 기재한다.  
 <예시> 장상호(1999). 교육적 반전의 내재율에 비추어 본 고대희랍의 교육삼대. **교육원리연구**, 4(1), 1-62.  
 <예시> Schommer, M. (1993). Epistemological development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 406-411.
- 2) 국내 학위논문은 필자(발행연도). 논문명. 학위수여기관 학위구분. 순으로 기재하고, 국외 학위논문은 필자(발행연도). 논문명. 학위구분. 학위수여기관. 순으로 기재한다.  
 <예시> 엄태동(1998). **교육적 인식론 연구: 키에르케고르와 플라니의 교화적 방법에 대한 교육학적 고찰**. 서울대학교 박사학위논문.  
 <예시> Gold, N. C. (1981). *Meta-evaluation of selected bilingual education projects*. Unpublished doctoral dissertation. University of Massachusetts.
- 3) 연구보고서는 연구자(발행연도). 보고서명. 연구기관, 연구물 일련번호(있을 경우). 순으로 기재한다.  
 <예시> 교육개혁위원회(1995). **세계화·정보화 시대를 주도하는 신교육체제 수립을 위한 교육개혁방안 제2차 대통령보고서**.  
 <예시> 조용환 외(1990). **외국 교과서 한국관련내용 연구의 종합적 검토**. 한국교육개발원 연구보고, RR 90-23.  
 <예시> 조용환, 김희목, 이찬희, 한국교육개발원(1990). **외국 교과서 한국관련내용 연구의 종합적 검토**. 한국교육개발원 연구보고, RR 90-23.
- 4) 자료집은 명칭과 성격을 명시하고 (필요한 경우) 이어서 행사 장소를 표기해 준다.  
 <예시> 교육인류학연구회 편(1998). **교육연구의 질적 접근, 그 방법과 쟁점**. 교육인류학연구회 춘계학술대회 자료집. 광주교육대학교.  
 <예시> 홍용희(1998). 참여관찰과 심층면담. 교육인류학연구회 편. **교육연구의 질적 접근, 그 방법과 쟁점**. **교육인류학연구회 춘계학술대회 자료집**, 33-53. 광주교육대학교.
- 5) 인터넷에서 정보를 검색한 경우 자료 원천의 이름과 주소 및 “...에서 연월일 검색.”을 함께 제시한다.  
 <예시> American Psychological Association(2001, August 1). APA style for electronic resources. <http://www.apastyle.org/styleeleceref.html>에서 2001년 9월 5일 검색.

라. 여기에 정하지 않은 사항은 APA 논문작성법을 따른다.

## 부 칙

이 규정은 공포한 날부터 시행한다.

---

## 융합교육연구 제3권

발행인: 백성혜

편집인: 최성욱

발행처: 한국교원대학교 융합교육연구소

TEL: 043-230-3856

Home Page: <http://ceri.knue.ac.kr>

E-mail: [ceri@knue.ac.kr](mailto:ceri@knue.ac.kr)

발행일: 2017년 12월 30일

I S S N: 2466-0280

인쇄: 도서출판 금강(043-233-2812)