

일반화학을 수강하는 학생들의 문제 및 문제해결에 대한 사고유형

李善京* · 朴賢珠†

단국대학교 사범대학 과학교육학부

조선대학교 사범대학 과학교육학부

(2001. 8. 16 접수)

Students' Thought Patterns on Problem and Problem Solving in the Course of General Chemistry

Sun-Kyung Lee* and Hyun-Ju Park†

Department of Science Education, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

†Division of Science Education, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

(Received August 16, 2002)

요 약. 이 연구는 일반화학을 수강하는 대학생들이 지닌 '문제 및 문제해결'에 대한 사고를 학습 맥락의 관점에서 살펴보았다. 서울에 소재한 한 대학의 일반화학을 수강하는 9명의 연구 참여자들을 대상으로 하여, 개별 면담, 수업관찰, 학생들이 작성한 수필 등을 통하여 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 순환적인 성분 비교 분석틀을 사용하여 분석되었다. 연구 결과에 의하면, 일반화학을 수강하는 학생들이 문제 및 문제해결에 대한 사고는 학교 과학 성취도와 관련지어 인식하는 것, 학습 구성과 관련하여 인식하는 것, 문제 유형과 관련하여 인식하는 것 등의 여섯 가지 특징으로 나타났다. 그러한 특징은 대부분의 연구참여자에게 공통적으로 나타났으며, 화학 학습의 개념생태 내에 중요하게 자리잡고 있는 것으로 파악되었다. 이와 관련해서 화학 및 과학 교수, 학습에 대한 시사점을 논의하였다.

주제어: 개념변화, 개념생태, 개념, 사고유형

ABSTRACT. This study was to explore students' thought patterns on problem and problem solving in the course of general chemistry. The participants were 9 students taking the course of general chemistry in a university in Seoul. Data were collected from various sources: three individual interviews, classroom observations, and essays written by students. Data were all transcribed and then analyzed circularly in constant component analysis. As the results of this study, six thought patterns of students in the context of learning general chemistry were presented. These thought patterns were common and existed important component within most of students' conceptual ecologies about learning chemistry. Implications of chemistry and science learning related to this results were discussed.

Keywords: Conceptual Change, Conceptual Ecology, Conception, Thought Pattern

서 론

과학 학습의 관점과 학습 과정에 대한 이해는 구성주의, 인지 및 동기심리학의 영향을 받아 지속적으로 과학교육 연구의 중심을 이루어왔다. 구성주의 관점에서의 학습은 학습자의 능동적인 지식 구성 과정으로, 지

식은 발견되는 것이 아니라 구성되는 것으로 간주된다.¹ 또한 학습자의 인지적 과정 및 동기적 요소는 학습에 중요한 역할을 담당한다. 이렇듯, 효율적인 과학교수-학습은 학습자가 학습의 주체일 때 가능하며, 따라서 학습자에 대한 충분한 이해가 반드시 요구된다.²

학습을 개념변화로 이해하는 개념변화 이론에 근거

한 다수의 연구들에 의하면,³⁴ 학습은 사회적 상호작용과 동의를 맥락에서 발생하는 개인의 능동적인 의미구성 과정으로, 그 과정을 통하여 학습자는 일관성 있고 유용한 지식을 구성하며 비교적 안정된 신념 체계를 생성한다고 한다. 따라서 개인의 지식 구성 과정을 이해하기 위해서는 그 과정에 영향을 미치는 요소들의 복합적인 작용의 이해가 필요하다. 개념생태(conceptual ecology)는 초기 Posner 등⁵이 제안한 개념변화 모델의 한 구인으로서 개념이 존재하는 지적환경을 의미한다. 개념생태는 다수의 연구자들에 의해 그 의미가 지식을 표현하는 도식의 요소로부터 정의적, 사회적 요소를 포함하면서 그 영역의 차원이 확장되어왔다.⁶⁷

초기 개념생태의 역할을 주장한 연구자들은 개념생태의 여러 구성요소들 중에서 개념의 내적 일관성과 일반화에 영향을 주는 인식론적 확신구기(epistemological commitment)와 형이상학적 신념(metaphysical beliefs)의 중요성을 강조하였다. 그러나 이러한 관점이 학습의 이성적인 측면만을 강조하고 있음을 비판한 연구자들은 개념 생태에 학습자의 동기적인 요소와 사회적인 측면을 포함해서 이해해야 한다고 주장하였다. 즉 특정 개념이 학습자에게 있어서 이해가능하고 믿음민하다고 하더라도, 그 개념을 다루는 학습자의 교과에 대한 인식 또는 학습 목표 등에 의하여 많은 영향을 받기 때문에 학습자의 인식, 목표, 신념이 학습을 구성하는데 유도하는데 중요한 역할을 한다.⁸

개념은 환경에 대한 학습자의 정신적 구인이며, 개념생태 내에서 다른 개념 및 구인과 연관된다.⁹ 이러한 점에서 학습자의 지적환경은 한 개념이 무엇인가를 정의하는데 중요한 역할을 한다. 학습자가 거대하고 복잡한 지적환경의 측면에 대해 의미를 구성하려고 한다면 개념은 거대하고 복잡하게 될 것이며, 반대로 비교적 단순한 것에 대하여 정신적 구인을 세우려 한다면 개념은 비교적 단순해질 것이다.¹⁰ 즉, 개념의 크기는 구체적인 대상물에 대한 명명에서부터 다양한 개념들을 포함하는 정신적 구인에까지 이르기까지 다양하게 된다. 하나의 개념은 다른 여러 가지 하부 개념을 포함할 수 있으며, 더 큰 범위의 개념에 포함될 수 있다. 최근 학습교수를 하나의 커다란 개념으로 간주하고 그 변화에 초점을 맞춘 개념생태 관련 연구에 의하면¹¹ 학습 교수라는 개념에 맥락을 제공하는 개념생태는 학습자의 실질적인 학습 및 교수의 대상이 되는 과학 개념들을 집하는 방식에 영향을 미친다는 것이다.¹²

한편 전통적으로 문제해결력은 화학교육의 중요한 목표로서,¹³ 많은 연구들이 학생들의 논리적 사고력과 과학 학습이나 문제해결력 사이의 밀접한 관련성^{14,15} 등에 초점을 맞추고 진행되어 왔다. 또한 화학 문제해결력을 향상시키기 위하여 다양한 교수·학습 방법 등이 제안되어 왔다.^{16,17} 그러나 문제해결력과 관련된 많은 연구의 결과에 의하면, 학생들은 수업에서 배운 정량적인 공식들을 단순히 암기한 후, 문제에 제시된 변인들이 모두 포함된 공식을 기계적으로 골라 사용하는 경향이 있다.¹⁸ 고 한다. 따라서, 이 연구에서는 '화학 학습'을 하나의 개념으로 상정하여, 학습자들이 구체적으로 문제 및 문제해결에 대하여 어떤 사고를 하고 있는지 집중적으로 탐색하였다. 이 연구에서 '사고(thought)'를 구체적 또는 추상적인 특정 개념에 대한 내적 표현을 동화시키기 위하여 관련 개념의 위상(status)을 설정·수정·구성하는 과정을 포함하는 정신활동으로 정의하였다. 그리고, 대학생들의 문제 및 문제해결에 대한 사고와 이 사고가 학습 맥락에서 어떤 의미를 갖는지에 대하여 연구하였다.

연구방법

연구의 맥락

일반화학. 일반화학은 이학계열과 응용계열의 학생들을 대상으로 1학기 또는 2학기 과정으로 대학에서 개설되는 강좌이다. 1999년도 1학기 일반화학 강의에 사용된 교재는 이학계열과 응용계열의 학생들을 대상으로 대학에서 편찬된 교재이다. 일반화학 교재의 내용은 총 3부로 구성되어 있다. 1부는 화학의 기본 이론, 2부는 슈뢰딩거 이론, 그리고 3부는 응용 분야를 집중적으로 다루고 있다. 본 연구에 참여한 학생들은 그 중에서 화학의 기본 이론을 다루는 1부의 내용을 학습하였다. 구체적인 단원은 1. 화학과 측정, 2. 원자론, 3. 화학 반응, 4. 기체, 5. 원자 구조, 6. 전자배열과 주기성, 7. 화학 결합, 8. 용액으로 구성되어 있다.

연구 참여자. 연구 참여자들은 서울에 소재한 A 대학교에서 1999년 1학기에 일반화학을 수강한 학생들이었다. 연구 참여자들은 모두 이공계 학생들로, 동일한 교수자가 담당한 일반화학 두 개 반에서 선발된 학생 9명이었다. 연구 초기에 학생들에게 간단한 설문지를 배포하여 자신을 소개하는 글을 쓰도록 하여 다양한 관점으로 자신을 서술한 학생들 25명을 선정하였다. 선정된

학생들 중에서 연구에 자발적인 참여 의사를 표명한 11 명의 학생들이 연구 초기에 참여하였다. 연구 중반부에 2명이 개인적 사정으로 연구 참여를 중단하였고, 9명의 학생들이 연구의 모든 과정에 참여하였다. 따라서 연구 과정 모두에 참여한 학생들은 강의 1에서 남학생 5명(준호, 민수, 경민, 남우, 도훈), 강의 2에서 남학생 2명(진영, 인혁)과 여학생 2명(윤혜, 석병)으로, 모두 고등학교에서 이과 계열이었다. 이 논문에 제시된 연구참여자의 성명은 가명이다.

자료 수집

연구는 자료 수집 및 분석의 타당도를 높이기 위한 삼각측정의 다양한 각도에서 수집되었다. 주요 자료수집 방법은 개별 면담이었고, 보조 방법으로는 수업관찰 및 분석자료 등을 이용하였다.

반구조화 면담. 일반화학 강의가 이루어지는 학기 초, 중간, 말에 학생들과의 개별적인 면담을 통하여 자료를 수집하였다. 3회에 걸친 개별 면담은 연구자의 연구실에서 약 1시간에서 1시간 30분 동안 타인의 방해가 없고 자유롭게 이야기할 수 있는 분위기에서 이루어졌다.

연구자들은 연구참여자에게 다양한 형식의 질문을 통하여 면담을 진행하였다. 첫째, 끝열린 형식, 선다형, 계산형 등의 다양한 유형의 문제가 골고루 포함된 질문지를 제시하여 문제라고 생각하는 것과 문제가 아니라고 생각하는 것을 분류하고, 그 이유를 제시해 줄 것과 자신이 생각하는 문제의 정의는 무엇인지 설명해 줄 것을 요구하였다. 둘째, 화학적 현상을 다분 질문지를 제시하여 이론적인 측면과 실생활적인 측면으로 설명하도록 요구하였다. 질문지는 기존 문헌을 기초로 하여 연구자가 구성하였으며, 학생들이 자신의 의견을 솔직하게 제시하도록 면담이 진행되었다. 또한 학생들의 중간 및 기말고사로 치른 시험지를 제시하여 바람직한 문제와 바람직하지 않은 문제를 선별하고 그 이유를 설명하도록 요구하였다. 셋째, 연구자들이 연구참여자들을 초점으로 하여 수행된 수업관찰 내용과 학생들이 작성한 수필 등에 기초하여 면담 질문이 구성되었다.

각 면담 질문은 다음과 내용에 관련하여 더욱 심층적으로 프로빙(probing) 되었다. “화학(과학)의 특성은 무엇인가?”, “화학(과학)을 학습하는 이유는 무엇인가?”, “화학(과학)을 어떻게 학습하는가?”, “문제는 무엇인가?”, “과학(화학) 문제는 무엇인가?”, “좋은 문제라고 생각하

는 기준은 무엇인가?”, “과학자와 학생의 문제해결은 같은가, 다른가?, 다르다면 어떤 차이가 있는가?”.

수업 관찰. 연구자는 한 학기 동안 강의 1과 강의 2의 일반화학 수업을 매회 관찰하였다. 수업 관찰 형식은 교수자의 허락과 도움을 얻어 연구자가 수업에 참여하는 이유를 연구 참여자 및 기타 학생들에게 알려 개방된 상태에서 방관자의 입장으로 이루어졌다.

문서 자료. 학생들이 작성한 화학학습에 대한 저널, 2회분의 화학수업관찰 기록지, 그리고 성적 및 담당 교수자의 학생들에 대한 의견들이 기록되어 분석자료로 활용되었다.

자료 분석

연구자는 면담, 수업관찰, 퀴즈, 중간·기말 시험, 수필형식의 글, 수업관찰일지에서 자료를 수집하였다. 연구자는 녹음된 면담 내용을 모두 전사하여 주요 연구 자료로 사용하였다. 연구자는 각 출처에서 얻은 자료들을 연구 참여자에 따라 개별적, 종합적으로 정성적 분석하고, 이를 상호 비교하였다. 자료 분석은 연구자들이 수집된 자료를 각각 분석한 후, 그 결과를 비교하고 논의하여 결과해석이 함의에 이를 때까지 순환적으로 이루어졌다.

일반화학 학습에서 학생들의 문제 및 문제해결에 대한 사고유형

본 연구에서 학기 초, 중간, 말에 면담을 진행하면서 연구 참여자에게 끝열린(open-ended) 형태의 문제를 제시하였다. 이 과정에서 학생들에게 문제를 해결하는 과정을 자세하게 설명하도록 하였으며, 해결로 제시한 응답의 확신 여부와 문제해결의 근거 또는 단서는 무엇인지를 설명하도록 요청했다. 또한 자신이 생각하는 문제의 정의는 무엇이며, 바람직한 문제와 바람직하지 않은 문제를 선별하고 그 이유를 설명하도록 요청했다.

끝열린 문제 상황을 제시하고 해결하도록 요청하는 면담 과정에서 연구자는 학생들의 개념 생애의 범주로서 문제 및 문제해결에 관한 사고가 부각되며, 그 사고가 학습에 영향을 미치는 것을 고찰할 수 있었다. 연구 과정에서 드러난 학생들의 사고는 개인에 따라 뚜렷하게 구별되기 보다는 서로 공통적인 부분이 많았으며, 다르다 하더라도 부분적으로 교차하는 특성을 나타내었다. 따라서 수집된 자료를 해석·종합한 결과물도

대로 학생들의 일반화학 학습에서 나타난 문제 및 문제 해결에 대한 사고를 유형으로 나누어 서술한다.

유형 1. 과학(화학) 학습에서 문제는 대부분 시험문제이다. 학생들의 문제에 대한 사고는 시험문제에 국한되는 경향이 있다. 학생들은 문제가 무엇이나는 질문을 받으면 일단 시험문제라고 대답하는 경우가 많다. 연구자가 문제에 대한 정의를 물어보았을 때, 석병은 “교과서에 나와 있는 문제, 문제집에 나와있는 문제, 시험 문제”, 남우는 “문제요? 그 뭐, 한 단원이 끝나고 나오는 문제들, 그런거요. 그런 것들, 앞에서 배운 것을 얼마나 잘 이해할 수 있나 테스트하는게 아닐까...” 라고 대답하였다.

학생들이 문제의 정의를 시험문제에 관련시켜 사고하는 경향은 시험을 위해 문제를 집해 온 경험과 깊은 관련이 있는 것으로 나타났다. 인혁은 “시험보기 위해서”, “그 문제를 푸는 것은, 그냥, 시험 같은 데서 많이 하니까, 그 얼마나 알고 있나 그런 걸 측정하는 수단이 라고...” 라고 대답하였다. 즉, 학생들은 문제를 접하는 목적을 대학입시와 같은 시험에 한정시켜 사고하는 경향이 있다. 민수는 “대학 가기 위해서”, 남우는 “시험보기 위해서 문제 많이 풀었죠”라고 대답하였다.

문제의 유형에 대한 학생들의 생각도 시험문제의 범위에서 이루어진다. 학생들은 문제의 유형을 선다형, 단답형 또는 서술형으로 구분하는데, 이때 대부분의 학생들은 시험을 위한 연습 경험 혹은 시험 경험으로부터 객관식은 편한 문제이고 주관식은 어려운 문제라고 단순히 규정짓는 경향이 있다. 다른 학생들과 달리, 윤혜의 경우에 과학에서 탐구 문제와 개념적 문제를 구분하였는데, 그 기준은 문제 조건에 실험 과정이 제시되어 있는가라고 하였다. 즉, 윤혜는 문제 조건에 실험 과정

이 제시되어 있으면 탐구 문제라고 생각한다고 하였다. 이러한 사고는 대학 입시를 위한 수능능력 시험에서 탐구 문제라고 규정짓는 유형의 문제해결 경험에 의존하는 것으로 해석할 수 있다.

이처럼 문제를 시험 문제에 국한해서 생각하는 학생들의 사고는 개인이 갖는 문제의 판단 척도가 개인의 개념 생태의 비평형화에서 오는 것이 아니라 타인이나 지위의 권위에 토대를 두고 있음을 보여준다. 따라서 학생들의 문제에 대한 사고는 사회-문화적 가치 면에서 평가를 전제로 한 학습 상황에 국한되어 매우 제한적인 특성을 갖는 것으로 볼 수 있다.

각 학생이 문제의 정의에 대한 사고를 나타내는 진술을 표로 제시하면 다음과 같다(Table 1).

유형 2. 문제해결은 개념 이해를 확인하거나 과학 규칙과 공식을 적용한다는 점에서 (과학) 학습에서 중요하다. 대부분의 학생들은 과학 학습에서 개념 이해가 중요하지만 개념을 완전히 이해했다 하더라도 문제를 올바르게 풀어야 하는 이유를 여러 가지로 들고 있었다. 예를 들어, 개념을 이해했는지를 확인해야 하기 때문에, 중요한 개념을 확인하고 그 개념에 익숙해져야 하기 때문에, 또는 여러 가지 규칙과 공식을 적용하는 방법을 익혀야 하기 때문이다. 윤혜는 개념 이해를 위해서 스스로 문제를 만들어 생각할 수도 있지만 일반적으로는 문제집에 나열된 문제들을 통해서 중요한 개념을 접하게 된다고 언급하였다. 또한 과학 학습에서 문제해결은 중요한데 그 이유는 문제 풀이 과정을 연습하면서 개념에 익숙해지고, 익숙해지면 기억에 효과적이기 때문이라는 것이다. 이와 관련된 윤혜와의 면담 내용은 다음과 같다.

Table 1. Student's conception of a problem

	A problem is ...
Junho	comprehensive, e.g. including test items, questions, real life problems...
Minsu	questions to practice for the National Examination
Jinyoung	...
Namwoo	a test to check how much I understand the unit after the unit is finished.
Kyungmin	connecting a theory with a real life
Dowhon	...
Seokmyung	questions in a textbook or workbooks, and questions for examination
Yunhye	checking how much I know the unit
Inhyuk	a tool for measure of students' achievements

인구자: 문제 해결이 가장 중요하게 생각되는 과목이 어떤 거예요?

윤 혜: 수학하고, 지는 거의 다 생각하는데요. 국어 수학 영어 과학 같은 기는 중요하다고 생각해요.

연구자: 왜요?

윤 혜: 연습하면서 익숙해지거든요.

인구자: 익숙해져야 되는 이유는요?

윤 혜: 익숙해지면서 머릿속에 잘 들어오고 그러니까요.

연구자: 다른 기는 문제 안 풀어도 익숙해지기 쉽단 얘기에요?

윤 혜: 예, 사회 같은 경우는요. 그냥 외우면 되잖아요. 문제 푸는게 그렇게 중요하다고 생각되지 않았거든요. 그래서 그렇게 했어요.

대표적으로 제시한 윤혜의 문제해결에 대한 생각에서 볼 수 있는 것처럼, 이와 같은 유형은 과학 개념들은 한번에 이해하고 암기하는 것이 힘들다는 논리에 근거를 두고 있는 것으로 파악된다. 여기서 문제는 여러 번 반복하여 나옴으로서 그 문제에 내포되어 있는 개념과 익숙해져야 한다는 의미이다.

도훈은 문제해결을 과학에서 많이 다루는 규칙이나 공식을 이해, 적용하는 ‘공식 익히기’라고 생각하였다. “일단 문제를 풀려면 공식을 알아야 하니까, 문제를 풀면서 공식을 많이 접하게 되니까, 공식들이 익숙해지니까, 그렇게 공식 익히는 거...”

이런 생각의 근거에는 학생들이 과학 학습에서 평가 방법으로 항상 시험 문제를 제공받아왔던 경험이 영향을 주고 있는 것으로 여겨진다. 학생들은 시험 문제를 푸는 것 이외에 다양한 평가 방법을 경험하지 못했다. 시험 문제를 푸는 것은 학점과 연관되고 따라서 학생들은 평가받기 위해 사전에 많은 문제를 접해야 하기 때문이다.

각 학생이 문제해결의 중요성에 대한 사고를 나타내는 진술을 표로 나타내면 다음과 같다(Table 2).

유형 3. (과학) 문제해결과정은 창의력을 발휘하는 탐구과정이거나, 예를 통해 이해를 촉진하는 과정이거나, 배운 개념을 확실하게 알고 있는지 혹은 학습자가 암기한 것을 확인하는 과정이다. 학생들은 문제해결과정을 여러 각도에서 생각하고 있는데, 이들 생각은 문제와 문제를 해결하는 것에 대한 서로 다른 인식과 경험의 배경을 갖는 것으로 파악된다.

준호의 경우, 과학을 포함한 모든 문제해결이 창의력을 발휘하는 과정이라고 생각하고 있었는데 이러한 생각은 과학의 본성에 대한 인식론적 측면과 강하게 연관되어 있었다. 준호는 과학자들과 마찬가지로 학생들도 스스로 문제를 찾아 문제 제기(어느 정도 교과에 국한되어 있기는 하다). 가설 설정, 증거를 통한 검증 등의 탐구과정을 기칠 수 있으며, 그러한 과정은 일종의 창조적 행위라고 믿었다. 준호의 표현을 옮겨보면, “과학에서의 문제[해결]은 ... 탐구과정 중의 하나라 생각해요. 자신이 스스로 문제 속에서도 아 문제를 이렇게 풀어야 될 것이다 생각을 하고 내가 풀어낸 그런 것들 속에서 최대한 풀어왔는데 그걸 풀어놓은 것이 정답이었다면 어후 정말 재밌다는 생각을 하겠죠. 그건 창의라고 생각해요.” 이러한 준호의 사고는 과학의 인식론적 측면에 한정되어 화학 교과 내용에 관련된 문제 상황에서는 기억에 의존하는 경향을 보였으나, 생활 속의 문제(예, 주식투자 문제) 혹은 범교과적인 문제해결 과정에서 반영되고 실현되는 특징을 보여주었다.

인희의 경우, 문제가 이해를 위한 구체적인 여러 가지 예를 제공하기 때문에 문제해결을 통해 이해가 향상된다고 다음과 같이 언급하였다. “문제 같은 건, 제 생

Table 2. Importance of Problem-Solving

	I solve a problem ...
Junho	there is accomplishment. Through procedure, I can get a solution.
Minsu	...
Jinyoung	I can experience various types of problem.
Namwoo	I can understand the concepts and get accustomed to types of problem for get a good score on exams
Kyungmin	because of understanding the concepts
Dowhon	I can solve a problem if I practice more. Solve a problem and get accustomed to types of problem.
Seokmyung	in order to get a good score on exams to accustomed to the types of problem
Yunhye	I can understand the concepts deeply. Through solving a problem, I can evaluate how much I know about it.
Inhyuk	to understand more

각에는 예를 들어 놓은 거기 때문에. 그러면 다른 그런 비슷한 것이 있더라도. [문제를 해결하면서] 아, 이것은 이런 식으로 반응이 되는. 된다고 그렇게 이해할 수 있어서..." 인력과 마찬가지로, 경민은 과학 문제가 여러 가지 예를 제공하며 해결을 요구하기 때문에 문제를 해결하는 과정이 예를 통해 이해를 촉진할 수 있다고 생각하였다. 경민의 생각은 면담에서 제시된 문제해결 상황에서 문제를 해결하는 단서를 설명하거나 개념을 설명하기 위해 다양한 경험에서 형성된 비유를 사용하는 경향으로 나타났다.

그 외의 학생들은 수업에서 관련 내용을 다 학습한 다음에 이루어지는 평가 형태로 개념을 알고 있는가 또는 암기했는가를 확인하는 것이 문제해결 과정이라고 생각하고 있었다. 이 사고는 유형 1에서 문제를 시험문제로 정의한 사고와 같은 맥락을 갖는 것으로 볼 수 있다.

각 학생이 문제해결의 속성에 대해 갖는 사고를 분류하여 표로 나타내면 다음과 같다(Table 3).

유형 4. 문제해결은 암기를 통해 이루어지고, 암기(들 통한 기억)는 문제해결을 통해 강화된다. 앞의 유형 3에서 살펴본 것처럼, 대부분의 학생들은 문제해결 과정이 암기 촉진 및 확인 과정이라고 생각한다. 이와 관련하여 학생들은 또한 문제해결과 암기는 매우 효율적으로 상호작용한다고 생각한다. 이러한 사고는 학생들이 과학 학습의 중요성을 시험에서 얼마나 좋은 점수를 받는가에 두고 있는 것으로 볼 수 있다. 문제해결과 암기와의 연관성에 대한 학생들의 사고는: 한 순간에 이루어진 것이 아니며 과거부터 계속적으로 겪어 온 학습 경험에서 비롯한다고 볼 수 있다. 학생들은 좋은 성적을 얻기 위해 문제를 잘 풀어야 하는데, 암기를 얼마나 잘

하느냐가 문제를 성공적으로 해결하는 관건이며, 반대로 비슷한 문제해결을 통해 개념을 더 잘 암기할 수 있다고 생각한다.

문제해결을 학습방법의 일종인 암기와 깊게 연관시키는 이 사고유형은 성적, 진학, 직업 등과 연관된 학습의 필요성에서 기인한다고 볼 수 있다. 학생들은 문제해결을 평가받기 위한 도구적 요소로 생각하여 시험에서 좋은 점수를 얻기 위해 필요한 과정으로 생각하며, 문제를 해결하는 것을 제한된 시간에 정확하게 풀어내는 것으로 해석하기 때문에 암기가 중요하다고 여긴다. 또는 과학의 이해하지 못하는 어려운 내용을 문제에서 해결하기 위해서는 암기가 효과적일 수 있다고 여긴다. 이것은 지속적인 학교 수업과 다음 단계로의 진학을 위한 경쟁 심리에서 비롯되며, 외부에서 제공되는 많은 문제를 해결하여 옳은 답을 찾아내는 것이 습성화되어 있기 때문인 것으로 보여진다.

준호는: "암기학습은 학집에 크게 영향을 끼칠 수 있다. 이해하지 못할지라도 암기하여 문제를 맞출 수 있기 때문이다."라고 수필에서 기술하고 있으며, 민수는 "문제 풀고 있으면 또... 그와 관련된 내용도 외워지는 거 같다"고 문제해결과 암기와의 관련성을 언급하였다. 민수의 경우에, 학습은 "시험을 보기 위해 내용을 암기하고 많은 문제를 푸는 것"으로 생각하고 있었으며, 많은 문제를 해결하는 것이 학습에 도움을 준다는 사고를 갖고 있었다. 이러한 민수의 사고는 면담시 제시된 문제해결 과정에서도 기억하고 있는 내용을 정확히 회상하여 빨리 정답을 찾으려는 노력과 연관되어 있었다. 민수는 자신 있는 문제에 대해서는 정답만을 말하려고 하였으며 추론을 기피하였다. 또한 확실히 모르는 문제에 대해서는 "기억 안나는네... 배웠는데" 또는 "어려워요"라는 대답으로 일관하였으며, 답이 정해져 있는 "시험 문제 푸는게 편하죠, 딱 떨어지니까"라고 대답함으로써 면담에서 자세한 추리 과정을 요구하는 문제를 부담스러워하는 모습을 보였다.

학생들의 이러한 사고유형은 좋은 성적을 받기 위해 주어진 시간에 많은 문제의 해답을 맞춰야 하는 시험의 유형(각종 교과목 시험과 대학입시를 위한 수능능력시험)에 적응한 결과라고 유추된다. 학생들은 대학에서의 평가는: 고등학교 때까지의 평가와는: 조금 다른 양상을 보인다고 생각하지만 학습의 본질은 같다고 여긴다. 예를 들어, 일반화학 시험 문제는: 공식이나 규칙을 적용하는 문제라 하더라도 개념의 설명이 필요하며, 완전히

Table 3. Nature of problem-solving

	Process of Inquiry	Facilitate Understanding	Facilitate Memorizing & Check what to be memorized
Junho	○		
Minsu		○	○
Jinyoung		○	○
Namwoo		○	○
Kyungmin		○	
Dowhon		○	○
Seokmyung		○	○
Yunhye		○	○
Inhyuk		○	

개념을 서술하기를 요구하기도 한다. 그렇다 하더라도, 학생들은 어떤 유형의 문제라도 고도의 암기력이 요구된다고 생각한다.

이 유형에서는 학생들이 생각하는 문제해결의 비중이 결과에 치우쳐 있다는 것을 볼 수 있다. 문제해결에서 학생들의 관심은 문제를 이해, 해석하고 사고 과정을 통한 해결보다는 답의 정오를 찾으려는데 국한되어 있다. 즉, 학생들은 문제에서 이해도 중요하지만 이해했는가: 해결 과정에서 나타나지 않기 때문에, 어떤 방법을 동원해서라도 암기하여 맞추는데 의미를 부여하는 것으로 나타났다. 따라서 학생들은 문제를 해결하기 위해서는 암기가 필수적이고, 비슷한 유형의 문제를 해결하다 보면 암기의 효과를 누릴 수 있다고 생각한다.

유형 5. 과학자는 창의력을 갖고 스스로 문제를 찾아 해결하는 반면, 학생은 과학자가 이루어 놓은 이론을 토대로 만들어진 문제를 제공받아 해결 방법이 정해져 있는 문제를 해결한다. 대부분의 학생들은 조금씩 차이가 있지만 과학자의 문제해결과 학생의 문제해결을 문제를 인식하는 동기, 그리고 해결을 위한 지식, 방법, 목적에서 수준이 다르다고 생각하였다. 학생들은 근본적으로 과학자의 문제해결과 학생의 문제해결은 같은 속성을 가져야 하지만, 문제를 인식하는 초기 단계에서 차이가 난다고 생각한다. 다시 말하여, 과학자와 학생들이 의문을 품는다는 점에서는 근본적으로 같거나 비슷하지만, 과학자가 스스로 문제를 제기하고 해결하는 능동적 입장에 있는 반면, 학생들은 평가받기 위해 문제를 제공받거나 수동적 입장에 놓여있다고 여긴다. 어떤 학생은 문제를 해결하는 과정과 목적에 대해서는 과학자와 학생은 본질적으로 같은 맥락에 놓여 있다는 사고를 나타내 반면에, 다른 학생들은 과학자와 학생은 바탕이 되는 지식의 차이, 사고력, 응용성 여부에서 현저한 차이가 존재한다고 인식하였다. 이에 관하여 학생들의 진술을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

준호: [학생의 문제해결과 과학자의 문제해결은] 같아야지만 하는데요. 학생들이 하는 문제는, 어차피 평가를 받아야 하는거기 때문에, 평가받았기 위한 문제를 잘 풀어야겠죠... [중략]... 아, 근데 이렇게 있잖아요. 왜, 시험을 잘 보기 위해서 외울 때 같은 경우나, 뭐, 전체적으로 이해를 해야 될 경우 같은 경우에는, 어차피 그런 외우는 여러 가지, 조그만 조그만 거에서 종합

적으로 도출하잖아요. 자기가 아 이렇게 해서 이해를 하는구나, 이런 이해하는 과정은 현재는 아니겠지만, 당시에 이게 처음에 나왔을 때 발표되었을 때, 그 사람이 그 과학자가 가졌던 생각이랑 같은, 혹은 뭐 비슷한 방향으로 이루어지지 않았나.. 생각이 들어요. 그래서 평가받았기 위한 문제, 이런거에 관계없이, 근까 확실히 아는거라고 생각해요. 이게 배워서 아는거든 완전히 이해하는거에, 그게 문제해결이라고 생각을 해요.

윤혜: 일단은 둘다 과학적 사실을 알려고 노력하는 점에선 비슷한데, 과학자들은 좀더 지식적으로 학생들 보다는 높은 곳에 있잖아요. 근까 과학자들은 높은 수준의 지식을 더 탐구하는 거 같구. 학생들도 지금 알고 있는 과학적 지식을 계속 학습해가면서, 그리고 또 자신이 가지고 있는 의문 같은 기를 발휘려고 노력한다거나, 자신이 나중에 과학을 공부하고 있는 사람이라던, 자신이 나중에 과학에 관련된 그런 분야에서 일할 거니까요, 나중에 내가 이런 이런 연구를 하겠다, 계획을 세운다든가 뭐 그런 쪽으로 생각... [중략]... [학생과 과학자는] 지식적인 차이는 있겠지만, 의문을 품는다는 배서는 비슷한 거 같아요.

석명: [과학자들의 문제는] 이런 현상이 왜 필요하냐구, 그런 근본적인... [학생들이] 문제를 푸는 거는요, 단편적인 지식만 가지고 있으면 푸는 거잖아요, 예... 근데, 과학자는 종합적인 사고와 뭐 여러 가지를 생각해야 되잖아요. 과학문제집을 풀면은, 우리는 과학책만 필요하지만, 그 과학자들은 과학책도 필요하면서 철학책도 필요하면서 여러 가지 책이 필요할 거 아니에요.

도훈: 학생들이 푸는 건, 이제 기존의 공식들을 가지고 거기에 맞춰가지고 문제들이 그렇잖아요. 공식을 이용하면 풀 수 있는 것들 그런 형태고, 과학자들은 거기에서 조금 더 공식들을 이용해 가지고 다른 어떤 걸 만들 수 있는, 그런 것들을 생각하니까, 좀 다른 거 같아요.

인혁: 글썄요, 과학자들이 우리들처럼 그런 문제 문제 같은것, 그런 뒤, 쉬운 문제같은거 푸는 건 아니니까요. 그냥, 우리들이 하는 게 나중에 진짜 그 과학자가 되더라도 그 밑바탕이 된다고 해야될까, 그런거, 과학자들은 그러면 어떤 문제를 다루지요? 자기가 연구하고 싶은 연구하고 있는 거에 관련된거 더 깊이 했으면...

Table 4. Differences the way of solve a problem between scientists and students

	Statements
Junho	The characteristic that both understand the problem matter more precisely by solving a problem, but scientists are active while learners are more passive(inactive) in a problem solving situation.
Minsu	...
Jinyoung	...
Namwoo	...
Kyungmin	The way scientists solve a problem is a creative procedure to be based on accumulating a scientific knowledge. For students, problem-solving is to find a certain way of how scientists solve a problem.
Dowhon	Scientists solve a problem by applying various kind of knowledge. Students solve a problem by applying a formula.
Seokmyung	Scientists solve a problem in order to solve the basics of nature. Students solve a problem in order to get a superficial answer.
Yunhye	...
Inhyuk	Scientists are active problem solvers. Students solve the very easy and simple problems.

과학자와 학생의 문제해결이 여러 가지 면에서 차이가 난다고 생각하는 것은 근본적으로 과학자는 지식의 깊이, 탐구하는 수준, 개인적인 탐구 능력 면에서 학생보다 우위에 있기 때문이라는 사고에 지배받는 것으로 파악할 수 있다.

이러한 학생들의 사고유형은 앞에서 제시한 사고유형 1과 관련이 있다. 과학자와 학생의 문제해결의 속성이 같아야 하지만 실제로 다르다고 응답한 학생들과 마찬가지로 속성 자체가 다르다고 생각한 학생들은 모두 현실적으로 학생의 문제해결은 과학자의 문제해결과 다르다고 생각한다. 그 이유는 학생들이 학습에서 문제를 평가받기 위해 주어지는 것으로 생각하는 수동적인 입장에 있고, 스스로 문제를 제기하고 해결해 본 경험의 결여에 있다고 생각하는 것으로 볼 수 있다.

각 학생이 과학자와 학생의 문제해결에 대한 사고의 진술을 요약해서 표로 나타내면 다음과 같다(Table 4).

유형 6. 좋은 (화학) 문제는 암기를 붙는 문제가 아니며, 따라서 좋지 않은 (화학) 문제는 단순히 암기를 적용해서 풀 수 있는 문제이다. 학생들은 문제가 좋은 것인지 좋지 않은 것인지를 판단하는 기준으로 암기를 들고 있었다. 좋은 (화학) 문제는 단순한 공식 적용이 아니라 이해를 했는지를 평가할 수 있는 과정을 포함해야 한다는 것이다. 학생들에게 좋은 문제란 여러 가지 개념과 원리를 포함하고 공식 등 규칙을 스스로 찾아내어 적용할 수 있는 것. 그리고 여러 가지 과학 내용 영역이 통합되어 있는 것을 의미하였다. 학생들은 또한 다

른 생각을 할 수 있게 해 주는 문제 또한 좋은 문제로 간주하였다. 이와 반대로, 학생들은 공식이나 암기한 내용을 기계적으로 적용하여 맞출 수 있는 문제는 좋지 않은 문제로 보았다.

또한 일반적으로 학생들은 자신의 생각을 많이 표현할 수 있고 정리할 수 있는 문제로서 선다형보다는 풀려진 문제 유형 혹은 추리 과정을 요구하는 문제를 선호하는 경향이 있었다. 연구자가 좋은 문제와 좋지 않은 문제를 구별해 보고 그 이유를 요구했을 때, 학생들의 응답한 내용을 제시하면 다음과 같다.

남우: 좋은 문제는 앞에서 배운 기 고대로 나오지 않고, 앞에서 배운 걸 응용해서 응용해야지만 풀릴 수 있는 문제. 문제 만든 사람이 좀 기발한 생각을 가지고 있으면 좋죠. ...[중략]... 이런거 좋은 거 같아요...그렇게. 뒤, 정확한 답같은게 없잖아요, 정확한 답이 아니잖아요. 자기가 알고 있는 거를. 그래도 많이 쓸 수 있잖아요. 잠들자니 같은 거... 알고 있는 거 자꾸 생각하면서. 이런거는 그냥 공식만 하나 딱 생각하면 풀리잖아요. 이런거는 자기가 알고 있는거... ...[중략]... 좋은 문제가요, 이런게 꽤 많은 거 같아요 [용해 문제들] 왜 그렇게 되냐, 자기 나름대로 생각할 수 있게, 답은 틀려도 그런게 있잖아요, 아까 말씀드린 것처럼, 자기가 풀면서 제 맞는 문제...

민수: [좋지 않은 문제는?] 계산문제 [좋은 문제는?] 서술형.. 이런건 기계적인 거구 사람이 머리를 써가지구

서술하는 게 좋을 거 같아요.

준호: ...불운 학생 입장에서 시험에 대한 입장에서는 암기한 듯이 나오는 문제들이 더 풀기 좋죠 근데 평가하기 위한 정말 순수한 목적에서 제가 학생이 아니라 평가하는 목적에 있는 그런 사람들이라면 추측하고 머리 싸매고 생각했을 때 나오는 답들이 그렇게 답할 수 있는 것들이 더 소중한 문제가 되겠죠... 점수 잘 나오면 기분 좋죠... 평소 공부하는 것도 시험을 위해서 공부하는 기쁨이요. 근데, 만약에 확 떠오르는 문제가요, 그런 유형의 문제들을 많이 풀어보고 많이 풀어봤기 때문에 한번 보면 답이 확 떠오르는 거 같아요. 근데 많이 본 듯한 문제 보다는 추측해서 푸는 문제가 더 좋을 거 같은데, 뭐 현실적으로 푸는 사람 입장에서는 확 떠오르는 문제가 많으면 문제가 일단 쉬워보이지 않아요. 일단 기분이 그렇다는 기쁨이요. 훌륭한 교수법이라면 추리를 할 수 있는 문제를 내는게 학생들에게 욕을 먹겠지만 좋지 않을까요.

진영: [이 문제가 왜 좋아요?] 단순히 외우는게 아니고 설명하는 기쁨이요. [그런 이런식으로 공부하나요?] 그렇게 안하죠. [왜요?] 시험문제가 이렇게 안 나오니까. 시험문제에 맞게 공부할 하니까. [근데 이런 문제가 좋은 거 같아요?] 그러면, 이런 문제 내면 이런식으로 공부할 거예요? 그렇지.

경민: [좋은 문제예요?] 그 문제를 딱 읽고 다시 한번 생각할 수 있는 문제 [어떤 생각?] 문제가, 이게 문제라네요. 다 읽고 바로 문제를 딱 푸는게 아니고, 그 문제에 대해서 한참 생각하고 답을 쓸 수 있는 것들. 쉬운데도, 과학이란 무엇인가 그런 것들. 쉬운데도 다시 한번 생각할 수 있는. [좋지 않은 문제는?] 나쁜 문제는, 음, 제가 고등학교 졸업한지 얼마 안 되서, 고등학교 때까지는요. 근까. 배진 문제. 거의 그 문제를 출제한게. 근까. 좀 한번 생각하고 응용을 하던가 그렇지 않고, 그냥 그대로 출제한 교과서랑 똑같이 낸 배진 문제. [왜 안 좋아요?] 그냥 암기해서 풀 수 있고...

도훈: [좋은 문제예요?] 이제, 뭐, 단순히 공식을 대입해 가지고 풀 수 있는 문제보다는 생각을 해 가지고 풀 수 있는 문제... 조금만 생각하면 풀 수 있는... 그냥 공식에 대입해서 풀 수 없는. [좋지 않은 문제는?] 나쁜 문

Table 5 The characteristics of good- or bad- problem-solving

	Good	Bad
Junho	reasoning	memorizing
Minsu	essay or thinking	algebra
Jinyoung	explain, and various answers	memorizing
Namwoo	application & creativity	apply to equations
Kyungmin	thinking	memorizing
Dowhon	thinking	memorizing
Seokmyung	interpretation & reasoning	apply to equations
Yunhye	understand a principle	calculation
Inhyuk

제는 일단 저기 교과서 구석에 있는 암기 문제 같은거...

학생들의 과학 문제를 해결할 때 경험하는 개념의 지위는 이해 가능성(Intelligibility)을 만족한다. 학생들은 암기만을 볼지 않는 문제를 좋은 문제로 평가하고 이해를 요구하는 고차원적인 문제를 필요로 하였지만, 근본적으로 과학자와 학생의 문제는 양분된 것으로 보았다(유형 5). 이것은 학생들은 문제와 그 해결 과정에서 이해 가능성에 중심을 둘 뿐, 개인성과 응용성을 고려하거나 경험하지 못하는 것을 알 수 있다.

각 학생의 바람직한 문제와 바람직하지 않은 문제에 대한 진술을 표로 나타내면 다음과 같다(Table 5).

결론 및 논의

이 연구를 통해, 일반화학을 수강하는 학생들이 갖는 문제 및 문제해결에 관한 사고를 공통적인 특성과 강조점에 따라 여섯 가지로 분류할 수 있었다. 본 연구에서 학생들의 문제 및 문제해결에 대한 학생들의 사고유형은 학생들의 개념생태 내에 존재하고 있는 것으로 파악된다. 이들 사고유형은 교과에 제한적이고, 시험이나 성적의 학습 목표에 의존하는 것으로 해석할 수 있다.

준호를 제외한 대부분의 학생들은 문제를 정의할 때 교과에 국한된 문제를 생각하였다. 학생들에게는 '시험에서 좋은 성적 획득이 학습에 영향을 미치는 가장 큰 외적 요인으로 작용하기 때문에, 좋은 성적을 얻기 위해서는 시험에 나올만한 유형의 문제들을 많이 접해야 했고, 따라서 학생들은 문제하면 자연스럽게 시험 문제, 즉 교과 내용에 관한 평가문제를 생각하게 되는 것이다. 그리고 대부분의 학생들은 다양한 문제에 접하면

서 내용 지식이 풍부해지고 개념이 정확해지고 효과적인 암기를 하게 된다고 생각한다. 반면에, 학생들은 자신의 문제해결이 과학자들의 문제해결과 달리 많은 한계를 갖는다고 생각한다. 학생들의 문제해결과 과학자의 문제해결이 근본적으로 어떤 현상이나 사물 또는 법칙에 대하여 호기심을 갖고 해결하려고 하는 점에 있어서 같은 속성을 지녀야 한다고 생각하더라도, 그 과정에서 과학자는 능동적, 학생들은 수동적인 양상을 갖는다고 생각한다. 즉, 과학자는 스스로 문제를 제기하고 창조적으로 해결하는 반면에 학생들은 이미 정답이 있는 만들어진 문제를 권위를 부여한 교재나 교사 등으로부터 제공받아 문제에서 원하는 과정을 거쳐 답을 맞춰야 한다고 생각한다. 이러한 사고에는 과학자와 학생은 지식의 양이나 깊이에 있어서 나쁘다는 점을 이유로 과학자와 학습자의 문제해결을 양분하는 생각이 도태를 이루고 있다. 그 이유로서 과학자가 문제를 해결하는 목적은 내적 성취에 있다고 생각하는 반면에, 학생들은 시험과 연관된 외적 목표에 가치를 두고 있는 것으로 볼 수 있다. 따라서 학생들은 외적 가치인 학점이 실제로 학습 결과를 나타내 준다고 믿으며, 문제해결에서 지식을 활성화하고, 정교화하고, 때로는 수정하는 과정보다는 시험 문제유형에 숙달하는 것에 목적을 두는 경향이 있다.

학생들은 암기한 내용을 단순히 회상하여 해결할 수 있는 문제는 좋지 않다고 판단한다. 마찬가지로 학생들은 암기를 요구하는 문제보다는 다양한 형태로 깊은 사고를 요구하는 문제에 높은 가치를 부여한다. 그러나 이러한 생각은 과학자가 다루는 문제의 속성과는 다른 의미를 갖는다. 학생들이 좋은 문제라고 생각하는 것은 과학 교과 내용과 연관된 개념을 이해하는 차원에서 머무르고 있으며, 따라서 다양한 문제에 접하는 이유로서 개념을 이해하고 암기한 내용을 강화한다는 데 의미를 두고 있다. 이런 이중적인 사고의 표현은 학습에 부여한 내적 가치와 외적 가치가 갈등하고 있음을 보여준다. 학생들은 암기를 요구하는 문제는 좋지 않으며 생각할 수 있게 해 주는 문제에 가치를 부여하기는 하지만, 실제 문제를 내하는 목적은 성적으로 표시되는 학습 결과의 향상을 위해서인 경우가 대부분이기 때문이다.

연구결과에서 제시한 사고의 특징을 종합해 보면, 사고유형 1(과학(화학)학습에서 문제는 대부분 시험문제이다), 사고유형 2(문제해결은 개념 이해를 확인하거나 과학 규칙과 공식을 적용한다는 점에서 (과학) 학습에

중요하다), 그리고 사고유형 3(문제해결은 창의력을 발휘하는 탐구과정이거나, 예를 통해 이해를 촉진하는 과정이거나, 배운 개념을 확실하게 알고 있는지 혹은 학습자가 암기한 것을 확인하는 과정이다)은 서로 밀접한 연관성을 교과에 제한된 특성을 갖는다. 그러나 사고유형 4(문제해결은 암기를 통해 이루어지고, 암기(를 통한 기억)는 문제해결을 통해 강화된다)와 사고유형 5(좋은 (화학) 문제는 암기를 묻는 문제가 아니며, 따라서 좋지 않은 (화학) 문제는 단순히 암기를 적용해서 풀 수 있는 문제이다)은 언뜻 보기엔 보충이 있으며, 사고유형 5(과학자는 창의력을 갖고 스스로 문제를 찾아 해결하는 반면, 학생은 과학자가 이루어 놓은 이론을 토대로 만들어진 문제를 제공받아 해결 방법이 정해져 있는 문제를 해결한다)와 사고유형 6(에는 차이점이 존재한다. 사고유형 4에서 학생들은 학습에서 문제해결과 암기의 상호 밀접한 연관성이 뚜렷하게 나타났다. 그 이유는 앞서서도 언급했듯이, 학생들은 학습에서 성취도를 판단하는 기준이 평가로 이루어지며, 평가를 위한 문제의 대부분은 이해보다는 암기한 내용을 위주로 이루어져있다고 생각하기 때문이다. 반면에, 사고유형 6에서 문제를 평가할 때 좋고 나쁘고의 기준은 암기한 내용을 적용하지 않는가 적용하는가에 있다. 두 사고유형을 비교해 볼 때, 학생들은 대부분의 문제와 문제해결이 평가를 위한 불가피한 과정으로 인식하고 있으며, 경험에서 접한 문제에 불만족한 상태에 있음을 나타내 준다. 그러나 학생들은 다양한 형태로 지적 활성을 필요로 하는 문제를 선호하지만, 현실적으로 주어지는 문제 형태에 맞춰 학습이 한성하여 사고하는 경향을 나타냈다. 다시 말해, 이런 유형의 문제는 폭넓은 학습과 사고를 요하기 때문에 문제해결자에게 쉽게 답할 수 없는 부담감을 갖게 만든다고 여겼다. 따라서 학생들은 암기만으로 공식을 적용하여 해답을 찾아낼 수 있도록 구성된 문제가 바람직하지 않다고 생각하면서도 평가문제로서 비판하지 않고 받아들이는 경향을 보였다. 그 결과 사고유형 6에서 볼 수 있듯이, 학생들의 문제해결은 과학자의 문제해결과 분리되어 수동적이고 수준이 낮다고 하는 생각과 연관된다고 볼 수 있다.

본 연구가 갖는 시사점은 학습과 관련된 학습자의 사고는 교과 및 교수학습 환경, 그리고 시험과 같은 사회적 제도 내에서 경험적으로 형성되어 학습의 맥락에 뿌리깊게 자리하고 있다는 점이다. 특히, 본 연구에서 살펴본 학생들이 갖는 문제 및 문제해결에 대한 사고유형

은 과학에서 많이 이루어지는 문제풀이 활동과 같은 구체적 행동에 대한 개념을 구성하는 과정을 포함하는 정신활동으로 간주할 수 있다. 이와 관련해서 과학 활동에 있어서 학생들의 초인지적 과정이 포함되어야 하며, 분제 및 분제해결에 대한 학생들의 정의와 그에 부합된 활동의 구성이 필요하리라 여겨진다.

인용문헌

1. von Glasersfeld, E. *Syntheses*. **1989**, 80, 121-140.
2. Fylen, B.-S.; Linn, M. C. *Review of Educational Research*. **1988**, 58, 251-301.
3. Demasters, S. S.; Good, R. G.; Peebles, P. *Science Education*, **1995**, 79, 637-666.
4. Hesse, J. J.; Anderson, C. W. *Journal of Research in Science Teaching*. **1992**, 29, 277-299.
5. Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W.; Gertzog, W. A. *Science Education*, **1982**, 66, 211-227.
6. Pintrich, P. R.; Max, W. M.; Boyle, R. A. *Review of Educational Research*, **1993**, 63, 167-199.
7. Tyson, L. M.; Venville, G. J.; Harrison, A. G. *Science Education*, **1997**, 81, 387-403.
8. Strike, K. A.; Posner, G. J. In *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*; Duschl, R. A.; Hamilton, R. J., Eds.; State University of New York Press: New York, U.S.A., 1992, 147-176.
9. Hewson, M. G. A'B. *European Journal of Science Education*, **1984**, 6, 245-262.
10. Thorley, N. R. *The role of the conceptual change model in the interpretation classroom interactions*; University of Wisconsin-Madison: Wisconsin-Madison, U.S.A., **1990**.
11. Hewson, P. W.; Tabachnick, B. R.; Zeichner, K. M.; Blomker, K. B.; Meyer, H.; Lemberger, J.; Marion, R.; Park, H.; Toolin, R. *Science Education*, **1999**, 83, 247-273.
12. Hewson, et al. *National Association For Research in Science Teaching*, 156, 2002.
13. Jeon, K. M.; Seo, K. H.; Noh, T. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2001**, 45, 370.
14. Noh, T. H.; Jeon, K. M. *Chemical Education* **1996**, 23, 102.
15. Noh, T. H.; Jeon, K. M.; Han, I. O.; Kim, C. M. *J. of the Korean Association for Research in Science Education* **1996**, 16, 389.
16. Noh, T.; Scharmann, L. C. *Journal of Research in Science Teaching* **1997**, 34, 199.
17. Tingle, J. B.; Good, R. *Journal of Research in Science Teaching* **1990**, 27, 671.
18. Bunce, D. M.; Gable, D. L.; Samuel, J. V. *Journal of Research in Science Teaching* **1991**, 28, 505.