

고등학생의 과학학습관

박현주 · 최병순
(한국교원대학교)

High School Students' Views about Learning and Knowing of Science

Park, Hyun-Ju · Choi, Byung-Soon
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

While previous studies have recognized and have researched the resistance of students' scientific conception to change and the difficulty of the change of a conception's status, few have investigated the idea of conceptual ecology as a context of conceptual change learning, including the role that affective and motivational aspects might play when students are exposed to conceptual change learning. The present study was conducted to describe in detail high school students' views about learning and knowing science by summarizing of students' conceptual ecologies. The study was interpretive, using multiple data sources to achieve a triangulation of data. Three students from a public high school for boys serve as cases representative of students' views about learning and knowing science. Students' enthusiasm to pursue science was closely connected to their views about learning and knowing science. Students' views about learning and knowing science are influenced by their views regarding science and science class including the nature of knowledge, learning, and their epistemological commitments. They influence students' self-efficacy and motivation on learning science.

Key words : conceptual change, conceptual ecology, motivation, learning of science

I. 서론

구성주의는 과학 학습에 많은 시사점을 주고 있다. 구성주의는 인간이 어떻게 학습을 하게 되느냐에 대한 관점으로, 학습은 학습자가 실제 그들 자신의 지식을 구성하는 과정으로 본다. 학습자들은 과학 수업 이전에 이미 자신의 경험을 통하여 자연 현상에 대한

나름대로의 형성된 개념을 가지고 수업을 받는다는 것이다. 학습자의 개념은 지난 20여년 동안 국내·외 과학교육 연구에서 중요하게 다루어졌다. 자연 현상에 대한 개념을 구성하는 방식과 내용을 이해하려면, 학습자들이 지닌 해석적 관점과 학습방식에 대한 탐색이 선행되어야 하기 때문이다. 이와 같은 연구 결과의 중요한 내용은, 자연 현상에 대하여 지니고 있

*2000년 7월 10일 받음.

*이 논문은 1998년도 한국학술진흥재단의 박사후 연수과정 연수비 지원에 의하여 연구되었음.

는 학습자의 개념은 과학적 지식과 일치하지 않으며 (Driver & Erickson, 1983; Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985; Garnett, Garnett, & Hackling, 1995; Osborne & Freyberg, 1985; West & Pines, 1985), 변화에 저항적이고 학습한 후에도 종종 강하게 유지된다는 것이다(Driver, et al., 1985; Novak, 1988; Nussbaum & Novick, 1982; Osborne & Freyberg, 1985; Strike & Posner, 1985). 개념변화학습(Model of Conceptual Change Learning)은 학습자의 개념을 현대 과학공동체가 인정하는 과학개념으로 변화시키기 위하여 제안되었다(Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). 그리고 학습자의 개념변화에 영향을 주는 두 가지 요소로 개념위상(status of conception)과 개념생태(conceptual ecology)를 제공하였다.

개념변화학습은 많은 과학교육 학자들과 교육심리학자들에 의해 찬사(예를 들면, Beeth, 1997; Damastes, Good, & Peebles, 1995; Johnson & Gott, 1996; Roth & Lucas, 1997; Thorley & Stofflett, 1996)와 비판(예를 들면, Linder, 1993; Tyson et al. 1997; Villani, 1992; Vosniadou & Ioannides, 1998)을 받아왔다. 그 중에서 가장 빈번한 논제는 개념변화학습이 인식론적 관점만을 너무 강조하여 학습자의 심리적 관점을 등한시한다는 것이다. 즉, 학습을 개념위상이 구성되는 것과 같은 이성적인 과정으로 이해한다는 것이다.

그러나 이것은 개념변화가 학습자의 동기·심리적 요소 및 과정이 반영되어 구성된 학습자의 개념으로부터 시작된다는 점을 고려하지 않음으로써 제기되는 논제이다. 또한, 그동안의 개념변화 연구에서 개념생태의 강화를 통한 학습자의 동기·심리적 관점의 접근이 소홀하게 다루어졌기 때문에 야기되는 논제이기도 하다. 학습자가 지닌 개념의 위상이 학습자의 개념 상태를 이해하기 위한 것으로, 기존 개념에 대한 불만족, 그리고 경쟁하는 새로운 개념에 대한 이해가능성, 개연성, 응용성 등과 같은 이성적인 과정을 의미한다면, 개념생태는 학습자의 개념 위상에 영향을 주는 역사적, 심리적, 그리고 정의적 관점으로 개념변화의 맥락을 제공해 준다. 즉, 학습자가 특정 개념을

가졌다는 것은 학습자의 개념생태에 기반을 두고, 의미를 부여하여 개념을 형성한다는 것이다.

초기 개념변화 이론에서는 언급은 되었으나 그다지 강조하지 않았으나, 수정된 개념변화 이론(Strike & Posner, 1992)은 학습자의 개념이 개념생태에서 비롯되는 것이므로, 효율적인 개념변화를 위해서는 학습자가 결과적으로 갖는 개념과 개념 자체의 특성에 대한 이해뿐만 아니라, 개념생태에서 특정 개념이 생성되고 유지되는 과정에 대한 이해가 반드시 필요하다고 지적하였다. 다시 말해, 개념변화는 학습자 및 학습과정에 대한 총체적인 이해, 즉 개념생태에 대한 이해를 기초로 한다.

그 동안 개념변화에 대한 연구는 자연 현상에 대한 학습자들의 개념 및 오인을 밝히고, 오인이 지속되는 견고성과 일관성을 보여주는 증거를 수집하는 연구, 개념변화에 의한 학습 결과에 대한 연구, 그리고 인식론적인 측면에서의 개념위상 변화에 대한 연구가 주를 이루었다. 결과적으로 개념변화를 학습 동기·심리학적 관점에서 이해하고자 하는 노력이나 그를 위한 연구의 수도 제한적이었다. 효율적인 개념변화를 위하여 학습자의 과학 학습을 총체적으로 이해하고자 할 때, 어떤 시점에서 학습자가 지닌 지식의 정도를 측정하기 보다 그 학습자가 과학 교과에 대하여 가진 흥미나 동기 어떠한지, 그러한 흥미나 동기는 무엇으로 인하여 구성되어 있는지 등의 과학 학습 활동을 이루는 개인의 동기·심리적 측면을 모두 포괄하는 개념생태적 접근이 요구된다.

개념변화의 주요 요인은 학습자의 높은 학습 동기이다(백성해, 김혜경, 채우기, 권균, 노태희, 1999). 그러나 실질적인 교실의 상황에서의 학습자는 개념변화를 경험하기 위한 과정에 적극적이며 능동적으로 참여할 만큼 충분히 동기화되어 있지 않다(Lee & Brophy, 1996). 학습자의 개념변화를 위하여 학습자의 학습동기를 유발하고 지속하기 위한 노력이 우선되어야 할 것이다. 학습자들의 과학 학습에 대한 열정은 과학 학습에 대한 관점과 관련되어 있다. 학습자들의 과학학습관은 지식의 본성, 학습의 본성, 인식론적 확신 근거를 포함한 과학 및 과학 수업의 관점에 영향을 받는다. 이렇게 형성된 과학학습관은 학습

자들의 과학학습 동기 및 학습에 영향을 준다(Baria & Beeth, 1999; Strike & Posner, 1992). 이 연구는 개념생태의 구성하는 요소들을 탐색함에 있어서 학습자가 지닌 동기·심리적 관점의 측면에서 수행되었다. 즉, 학습자가 학습동기와 관련하여 과학학습에 대한 개념을 어떻게 구성하고 있는가에 대하여 정성적인 방법으로 연구하였다. 학습자가 지닌 과학학습관을 연구, 분석함으로써 개념변화를 총체적으로 이해하는데 기초 자료로 제공하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 개념생태의 정의

개념변화(Posner et al, 1982)는 과학사와 과학철학의 비유로부터 발전되었다. 개념변화는 Kuhn과 Lakatos의 인식론에 이론적 기초를 두고, 개인이 어떻게 자신의 과학적 지식을 구성해 가는가에 적용하였다(Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978; Piaget, 1929; Posner, et al. 1982). 즉, 자연 현상에 대한 개인의 지식 형성에서 있어서 개념의 형성과 변형이 어떻게 일어나는가에 대해 설명하고 있다(Beeth, 1994; Hewson, 1981, 1982, 1985; Hewson & Hewson, 1983, 1984, 1988, 1991; Hewson & Thorley, 1989; Posner, et al., 1982; Strike & Posner, 1985, 1992; Thorley, 1990).

개념변화는 Toulmin(1972)의 '개념생태'에 의해 강화되었다. Toulmin은 지식의 구조와 지식이 발달되는 것을 '생태'의 비유를 통하여 설명하였다. 그는 개념생태를 개념과 지적 환경과의 역동적인 관계로 정의하였다. 사람들의 생각이나 개념들은 개념생태 안에서 자연 도태의 과정을 거쳐 생겨난 산물이라는 것이다. 따라서 인간의 지적 환경은 어떤 개념이 발달되도록 도와주는 한편, 다른 개념을 억제하는 역할을 한다. 그리고 특정 개념은 개념생태 내에서 '적소(ecological niche)²⁾, 를 점유하고 있다.

다시 말하면, 개념들은 '개념생태'로 묶여질 수 있는데, 개념생태는 사실과 사실들을 설명하고 예측하는데 도움을 준다. 동일한 자연 현상을 이해하는데 있어서 역사적, 문화적으로 서로 다른 형태의 개념생태를 구성한다면, 그 개념생태에 따라 각기 다른 개념이 진화해 나올 수 있다는 것이다. 개념들은 서로 떨어져서 독립적으로 존재한다기보다 한 생태계의 일부로 존재함으로써 쉽게 변하지 않고 지속된다. 학습자의 개념은 자연 세계와의 상호작용에 의한 경험의 결과이고, 이러한 개념은 계속 사용되면서 자동적이고 무의식적인 '과정적 지식'의 형태를 취하고 있기 때문에 쉽게 바뀌지 않는다(Hashweh, 1986).

Toulmin의 개념생태는 그 후 여러 과학교육자에 의해 확장되었다. Hewson(1985)은 개념생태를 '세계, 지식, 논리, 과학적 분류, 문화, 언어에 대한 사람들의 개념'이라고 정의했으며, Beeth(1993)는 개념이 개념생태 내에서 생존하고 의미를 구성한다고 하였다. 즉, 개념생태는 개념변화 학습에서 개념의 선택에 대한 기반 및 제한점을 제공한다는 것이다. 개인의 개념은 개념들의 자연 선택 과정의 결과로서 존재한다는 의미에서 개념생태가 지식의 구조 및 발달에 영향을 미친다고 할 수 있으며(Hewson, 1985), 세계가 기능하는 것에 대한 일반화, 개념 확인 및 평가를 가능하게 한다(Beeth, 1993). 따라서 개념생태는 개념변화가 일어나는 지적환경으로서의 기본적인 개념들을 포함하며, 이러한 변화 과정을 제어하고 조절하는 역할을 한다. 기존 개념과 그 개념을 대체시킬 새로운 개념은 학습자가 이미 가지고 있는 개념 및 개념생태에 의해서 이해되고 평가된다. 이러한 개념적 상황을 개념생태라 한다(Park, 1995; Posner, et al, 1982; 1992).

2. 개념생태와 개념의 위상

개념들은 개념생태 안에서 나름대로의 위상을 가지고 있으며, 개념조절은 개념들 사이의 경쟁으로 볼

2) 생태적 적소는 동식물이 자신들에게 알맞은 생존할 수 있는 환경, 즉, 먹이, 물, 온도 범위, 적의 존재 여부, 특정 환경 등을 찾는다는 의미를 포함한다(Gause, 1934).

수 있다. 모든 개념상태 구성요소는 개념의 위상을 결정하는 역할을 한다. 하나의 개념 위상은 개념상태 내에서 기존 개념에 대한 불만족, 새로운 개념의 이해, 개연성, 유용성에 의해 정해진다. 기존 개념에 불만이 생기면 그 개념의 위상이 내려가는 반면에, 대안(새로운) 개념의 유용함이 인정되면 대안 개념의 위상은 올라간다(Hewson, 1983). 어떤 개념이 이해 가능성, 개연성, 유용성의 세 조건을 모두 만족할 때보다 높은 위상에 있다(Thorley, 1990). 만일 기존 개념의 위상이 대안 개념의 위상보다 더 높다면 개념 조절은 더 이상 진행되지 않는다. 조절 과정에서는 개념들 사이의 경쟁으로 어떤 개념이 잠정적으로 우세하다가도 후퇴되거나 잠시 머뭇거리는 현상이 나타나기도 한다(Strike & Posner, 1992).

학습자의 개념상태에 보유하고 있는 개념들은 과학적 개념과 모순되는 오인일 수 있다. 지금까지 학습자의 개념에 대한 연구에서 가장 중요한 결과 중 하나는 학습자 개념이 변화에 매우 저항적이라는 것이다. 개념은 고립된 인지적 산물이 아니며 서로 다른 개념들 간에 의미론적이고 구문론적으로 연관되어 있으므로, 개념이 갖는 의미는 상호 의존적이어서 독립적으로 평가될 수 없다. 즉, 한 개념의 재평가는 다른 개념의 재평가 또는 조절을 필요로 하게 된다. 또한 개념이 변화에 저항적인 것은 유용성 및 개연성을 제공하는 다른 개념들의 그물에 얽혀 있기 때문이다. 어떤 개념이 오인이라 할지라도, 그 개념이 개념적 맥락 속에서 강하게 자리잡고 있는 경우에는 변화되기 힘들다. 개념변화가 이루어지려면 그 개념과 연관된 다른 개념도 변화하여야 하며, 만일 그렇지 않을 경우에 개념변화는 일어나기 어렵다. 즉, 학습자의 개념변화에 대한 이해는 개념상태에 자리잡고 있는 다른 개념과 학습자 개념이 어떻게 영향을 주며, 생성되고 유지되는지에 대한 이해가 요구된다(Strike & Posner, 1992).

Strike와 Posner(1992)의 개념변화 수정이론은 개념변화를 이해하고 촉진하기 위해서 학습자의 개념상태에서 동기, 목표, 교육적, 사회적 근원과 같은 더욱 다양한 요인이 고려되어야 한다는 것을 지적했다. 왜냐하면, 과학적 개념과 학습자 개념(혹은 오인)뿐만

아니라 동기·심리적인 맥락 역시 개념상태의 일부본이며, 이러한 개념상태의 구성요소들은 서로 상호 작용하면서 유기적으로 발달하기 때문이다. 다시 말해, 학습자의 개념은 개념상태에서 나오는 것이므로, 개념 자체의 특성을 이해하기보다는 그 개념을 만들어 내는 개념상태를 이해하는 일이 더욱 중요하다는 것이다.

3. 개념상태에 대한 연구

개념상태 관련 연구들은 주로 1990년 이후에 이루어지고 있는데, 아직은 초기 단계로, 연구의 분야나 수도 제한적으로 수행되고 있다. 현재까지 개념상태에 대한 연구는 개념변화의 조건으로서의 개념상태, 학습에 대한 개념상태의 영향, 개념상태의 요소, 개념상태의 동기·신념적 관점으로서의 중요성 등에 대한 연구들이 수행되어졌다. 그 내용을 개략적으로 정리하면 다음과 같다.

Posner 등(1982)과 Strike와 Posner(1992)는 학습자의 개념이 학습자의 개념상태가 지지하는 범위에서 구성된다고 주장하였다. 즉 개인의 개념은 개념상태내의 개념이 자연선택 과정의 결과로서 존재하며 지식의 구조와 발전에 공헌한다는 것이다(Hewson, 1985). Thorley(1990)는 개념상태에 대한 이해를 개념 변화의 조건 및 개념변화 조건들의 개념상태 인식과의 관련성에 초점을 맞추어 개념상태에 대한 이해를 확장하였다. 그는 과학적 개념들에 대한 확립 담화를 탐구하는 준거를 발전시키고 이것들을 개념의 위상에 따라 구분하고 정교화하여 하부조건들로 나누었다.

과학 수업에서 확립 담화를 통한 개념 상태와 개념 상태의 역동적 관계를 서술한 Beeth(1993)는 과학수업에서 학습자의 진술이 그들의 개념상태를 어떻게 반영하는지를 제시하였다. Hulland와 Munby(1994)는 개념상태의 연구에서 아동이 지닌 개념상태에 따라 의미형성의 발견법이 상이하게 다르다는 것을 발견하였다. 과학적인 문제 상황 접근법과 은유나 개인적인 이야기를 생성하는 접근이라는 것이다. 즉 개인의 개념상태에 따라 새로운 정보에 관계를 맺는 방법

이 다르다는 것이다. Park(1995)은 개념생태의 구성 요소 및 패턴을 제시하고, 그에 따라 학습자의 개념생태가 다르게 나타난다고 제시하였다. 또한 학습자의 개념생태가 과학학습과 문제해결에 영향을 주며, 개념생태의 특징에 따라 학습양식이 다르게 나타나므로 학습자 유형에 따라 과학교육이 이루어져야 한다고 제안하였다.

Demastes 등(1995)은 4명의 고등학생들의 개념생태에 대하여 연구를 수행하였다. 각 참여자의 개념생태는 개념들, 인식론적 확신근거, 과학적·종교적 지향성, 생물계에 대한 관심, 진화론에 대한 수용성의 관점에서 매우 달랐다. 각 참여자는 독특한 지식 체계를 나타냈으므로, 그들이 경험했던 개념 변화는 지식 재구성 과정에서 학습자 개념생태의 역할에 대한 통찰력을 제공한다. 이 연구는 Posner 등의 이론과는 달리 학습자가 항상 이성적, 논리적 이유에 근거하여 개념을 선택하지 않는다고 비판하면서, 인지적 요소 뿐만 아니라 학습자 스스로 가지고 있는 학습의 목적, 정서 및 동기 역시 개념변화에 영향을 주는 개념생태의 중요한 요소라고 주장하였다.

III. 연구방법 및 절차

1. 연구참여자

수도권에 소재한 '가나' 고등학교에 재학중인 2학년 학생 6명을 연구참여자로 선정하고, 각 연구참여자 및 학부모, 그리고 담당 교사로부터 '연구참여 동의서'에 서명 및 날인을 받았다.

2. 자료수집 및 분석

자료수집은 1998년 6월부터 1999년 2월까지 진행되었다. 자료수집은 다음 세 가지로 구분된다. 첫째, 연구참여자들과의 면담을 통한 자료수집이다. 약 8개월 동안 5회에 걸쳐 반구조화된 면담이 수행되었고, 면담 내용은 녹음, 전사되었다. 1, 2차 면담은 연구참여자들과의 과학 및 과학철학에 관한 내용을, 3, 4, 5차 면담은 연구참여자들이 작성한 과학수업관찰일지를 기

초로 하여 진행되었다. 각 면담은 추가 면담(follow-up)을 통하여 선행 면담에서 나타난 의문점과 문제점을 보완하였다.

둘째, 직접 및 간접 관찰을 통한 자료수집이다. 연구자의 직접 관찰을 통한 자료 수집과 연구참여자들이 작성한 수업관찰 일지를 수집하였다. 각 연구참여자들은 연구자의 요청에 의해 약 6주에서 8주에 걸쳐 과학수업을 관찰하고 일지를 기록하여 연구자료로 제공하였다.

셋째, 문서 자료로서, 연구참여자의 인지수준 검사지(GALT), 담임 교사와 과학교사가 기술한 연구참여자의 프로필 --교사가 보는 연구참여자의 성격, 성적, 수업 태도 및 과학적 태도, 기타 명기 사항-- 등이 포함된다.

자료 분석 및 해석에는 세 가지 성분 분석(three strands, Park, 1995; Thorley, 1990)방법이 사용되었으며, 삼각측정을 이용한 자료 수집과 분석을 통하여 연구의 신뢰도와 타당도(Denzin, 1970; Mathison, 1988)를 높이고자 하였다.

IV. 연구결과 및 논의

학습자가 학습동기와 관련하여 과학학습에 대한 개념을 어떻게 구성하고 있는가를 정성적인 방법으로 연구하였다(Erickson, 1986; Lincoln & Guba, 1985). 수집된 자료를 해석·종합한 결과를 토대로 하여, 연구참여자들과의 과학학습관에 대하여 사례연구를 하였다(Merriam, 1988). 연구 결과로서 강호, 수인, 민이의 사례가 제시되었으며, 여기서 사용한 이름은 가명이다.

1. "전 원래 [과학을] 못해요" : 강산

강산은 제시된 문제 또는 질문에 항상 "전 못해요"라며 말문을 연다. 그리고 "전 원래 못해요"라고 덧붙인다. 그러나 강산은 대부분 질문의 답을 거의 정확하게 말했고, 분명히 강산은 그 문제에 대하여 비교적 명확하게 이해하고 있었다. 그리고 정답을 맞추었

강산은 과학을 “본능과 대비되는 것으로 진위파악이 가능한 객관적이며 논리적인 학문”으로 정의하였다. 그리고 실험의 반복을 통하여 확증되어 과학적 이론이 성립된다고 이야기하였다. 그는 과학이라는 학문에 호기심은 있었으나 호기심이나 흥미를 해결하고자 하는 것은 ‘시간 낭비’라고 생각했다. 왜냐하면, 학문에 대한 흥미나 호기심을 갖고 해결하려고 하는 것이 좋은 시험 성적을 받는다는 도움이 되지 않기 때문이라는 것이다. 강산은 과거의 학교 경험상, 흥미나 호기심보다는 교사나 교과서에 제시된 내용을 그대로 받아들여 암기하는 것이 시험에서 더욱 좋은 성적을 받을 수 있었다는 것이다. 또한 자신의 흥미나 호기심에 대하여 다른 사람(예를 들면, 교사나 다른 친구들)이 그다지 호응을 하는 것 같지도 않았으며, 그리고 그 흥미나 호기심을 완전히 해결하는 경험도 갖지 못했다고 언급하였다.

강산은 자신의 과학 성적에 비추어보아, 자신은 과학을 잘 하지 못하며, 잘 할 수도 없다고 하였다. 왜냐하면 과학이나 수학을 잘하는 사람들은 “똑똑하고 특출나야.”하기 때문이다. 그러나 강산은 태생적으로 과학을 잘 할 수 있는 사람들의 분류에 들어갈 수 없다는 것이다. 강산이 기억하는 한, 스스로 흠족할 만큼 학교 과학 성적이 아주 좋았던 적은 없었다.

교과서나 선생님이 올바른 과학 지식, “정확한 이론”과 주어진 문제에 대한 정답을 갖고 있다고 강산은 이야기했다. 따라서 학습자들은 교과서나 선생님께서 제시한 것을 “생각할 필요 없이” 무비판적으로 수용해야 한다는 것이다. 그리고 “교과서는 진리를 대변하는 것이므로 그대로 믿어야 한다”고 이야기했다. 강산에 의하면, 진리가 아니면 교과서에 제시될 리가 없다는 것이다. 강산의 경우, 과학 지식의 권위의 근거를 교사나 교과서에 제한하였다. 반면, 학습의 주체로서 스스로가 과학 지식의 권위를 부여할 수 있다는 생각은 전혀 하지 않고 있었다. 강산은 자신의 경험이나 논리가 교사나 교과서가 제시한 지식과 같을 때 자신감을 가졌으며, 따라서 교사나 교과서에 제시된 내용을 자신의 지식에 대한 확신 근거(인식론적 확신 근거)로 삼았다.

강산에 의하면, 교사는 학습자가 공부할 수 있도록

이끌어야 하며, 한편 학습자는 제시된 내용을 이해하고, 만약 이해가 안되면 암기를 해서라도 좋은 성적을 받아야 한다는 것이다. 강산이 선호하는 수업방식은 학습자와 교사와의 친근감, 그리고 약간 느슨한 분위기를 선호하였다. 그러나 수업은 교사와 학습자간의 교감이 요구되지만 학습자가 다가가기보다는 교사가 학습자에게 다가와야 한다고 주장하였다.

강산의 수업관찰일지는 날짜, 수업 시간, 단원, 그리고 수업활동 내용을 담고 있다. 일지에는 아주 구체적인 수업 내용이 적혀 있었는데, 교사가 편서한 교과 내용들을 그대로 옮겨 적어놓은 것 같았다. 이에 대하여 질문하자, 강산은 “학습자들은 수업시간에 듣고, 교사가 수업하지요...”라고 언급하였다.

강산의 경우는 교육심리학자들이 정의한 이른바 ‘학습된 무기력 (learned helplessness)’의 전형적인 예와 유사하다. 즉 자신의 무능력 때문에 어떠한 과제도 성공적으로 수행할 수 없을 것이라는 신념을 가지고 있다. 또한 그는 분명히 실패할 것이라고 생각하기 때문에 모든 과제에 직면했을 때, 적극적으로 대처하는 수동적으로 대처하는 경향이 있다. 그리고 학습 과정에 있어서 반성적 사고의 필요성을 거부하므로 적극적으로 사고하려는 노력이 없는 것처럼 보여진다.

이처럼 강산의 자아 효능은 소극적이며 수동적이다. 학교에서 경험한 과거 실패[과학성적이 잘 안나옴]의 경험으로 인하여 더욱 소극적이며 수동적인 학습자가 된 경향이 나타났다. 강산은 어떤 문제를 성공적으로 해결했을 때조차도 문제 해결의 원인이 자신에게 있다는 것을 부인하였다. 즉 강산은 문제 해결의 원인을 문제의 용이성, 교사의 도움, 혹은 ‘어쩌다가.’와 같은 행운 등과 같은 통제할 수 없는 변인으로 돌리는 경향을 보여주었다.

2 “[그것이] 시험에 나오기 때문에 공부해요” : 수인

수인은 내성적이고 말이 빠르고 목소리가 작으며, 친구들을 넓게 사귀는 편은 아니나, 친한 친구와는 속을 터놓고 말을 잘하는 편이다. 수인은 교사가 지

Table 1. Kangsan's view about learning and knowing science

| | | Kangsan |
|---|----------------------|---|
| Science | definition | It is opposed to instinct, and is an objective and logical discipline, which makes it possible for things to be either true or false. |
| | scientific methods | It is repeating experiments in order to constitute scientific theory |
| | scientific knowledge | science textbooks or teachers possess the right scientific knowledge... the truth |
| | science & I | I am interested in the area of science, but... it was a waste of time to try to solve my curiosity because my curiosity or interest did not help me to get a good score on exams. |
| Epistemological commitment | | His epistemological commitment relied on knowledge in a textbook or of a teacher. |
| Science class | role of a student | Students must listen when a teacher teaches. A student has to understand what a teacher is presenting. What a student cannot understand has to be memorized for exams. |
| | role of a teacher | A teacher has to lead students to study. Teachers possess the right scientific knowledge. |
| | text | Knowledge in a textbook represents the truth. |
| | science class & I | I preferred a kind of relaxed classroom environment where a teacher and students have a relationship and feel for each others. However, a teacher has to go into students, not vice versa. |
| Characteristics of science class observations | | Science class observations included date, time, content, and features of class. Many detailed contents were appeared on the report, and it seemed he made full copies of every things on blackboard written by a teacher. |
| Self-efficacy | | I am not smart enough to study science. |
| Learning motivation | | He is a student of passive disposition in his science learning and knowing. |

시하는 것과 요구하는 것을 아주 잘 따른다.

수인의 학습동기는 좋은 성적과 대학입시를 위한 것이다. 즉, 내재적인 요인보다는 외재적 요인에 의한 학습동기가 더욱 강하게 작용하고 있다. 수인은 과제에 대한 교사의 모든 지시를 매우 잘 따르며 시험에 출제될 것 같은 예상 문제를 정리하여 공부하는 스타일이다. 또한 그는 학습한 내용을 반복하여 복습하고 기억해야 할 내용을 암기하면서 모든 시험을 철저하게 준비한다. 그러나 수인은 교과서나 참고서 이외의 책이나 자료는 거의 읽지 않는다. 수인에 의하면, “교과서에 제시되어 있지 않은 지식은 알[학습되어질] 필요가 없다”는 것을 의미한다. 즉, 교과서에서 설명하지 않는 내용은 꼭 알아야 하는 것은 아니라는 것이다. 수인은 과학적 지식에 대한 이해나 개연성의 수준을 기대하기보다는 교과서나 교사의 권위를 지나치게 확대 해석하여 교과서나 교사에 의해 제시되지 않은 지식은 반드시 학습할 필요는 없다고 이야기하였다.

수인은 “교과서만 보고 식을 보고 외워요. 비판하면 도움이 안돼요. 그런거 생각하면, 나중에 볼 수 있겠지.”라고 말하면서, “궁금증이나 비판은 대학에 들어간 후에 할 것.”이라며 유보하였다.

수인은 과학을 ‘일상 생활’이라고 정의하며, 그 이유를 과학을 이용한 기기를 많이 쓰기 때문으로 들고 있다. 과학은 증명될 수 있는 객관적인 지식이고, 그것은 실험에 의해 가능하다는 것이다. 즉, 증명이 어려운 경험 밖의 세계는 과학이 아니라는 것이다. 수인에게 있어 과학적인 방법은 가설 설정을 통해 실험을 설계하고 실험하는 것을 의미하였는데, 이것은 선생님의 설명에 근거한다.

수인의 인식론적 확신 근거는 교사의 권위에 의존한다. 교과서는 사실의 집합이며, 선생님은 지식을 먼저 배운 사람으로서 그 내용에 대한 판단은 전문가(예를 들면, 과학자나 교사)의 몫이라는 것이다. 따라서 과학 내용을 이해하기보다는 그대로 암기하는 경향을 가지고 있었다. 수인은 자신의 논리나 지식을 확신하지 못하였고, 또한 그럴 필요성도 느끼지 못하는 경향이 있었다.

수인에 의하면, 교사가 학습 내용을 자세하고 명확

하게 가르쳐 줄 때 학습자는 가장 잘 배울 수 있고 시험에서 좋은 성적을 받을 수 있다. 그는 수업시간은 교사와 학습자과의 친밀감, 유대 관계가 중요하며, 학습은 그러한 분위기에 영향을 많이 받는다고 이야기하였다. 수인은 학습에 있어서 정서적 안정이 중요하다는 것을 강조하였다. 그러나 시험에 시기적으로 압박하면 과학수업에 집중을 잘된다고 이야기하였다.

수인의 자아효능감은 낮으며, 학업 능력의 변수로 자신의 지능(IQ)이 낮기 때문이라고 생각하는 경향을 보였다. 그러나 불안해하면서도 수인은 자신이 해야 할 공부는 반드시 한다고 하였다. 왜냐하면, 좋은 성적을 받기 위해서이다. 수인이 학습하는 이유는 좋은 시험 성적과 대학 입시를 위해서이다. 대학에 진학하기 위해 고등학교 과정이 필요하며, “본격적인” 공부는 대학 진학 이후에 하겠다고 주장하였다. 과학지식의 암기나 표면적인 이해를 통해서 충분히 좋은 학교 성적을 받을 수 있다면, 실제로 그 개념이 자신에게 이해되고, 개연성을 갖고, 유용한가의 문제는 그다지 중요하지 않다는 것이다.

수인은 과학수업관찰일지를 제출하였다. 그러나 그는 자신이 정리한 것을 잃어버려서 친구의 노트를 그대로 베껴왔다고 하였다. 수인에게 있어서, 이 연구의 의미는 “선생님이 시켜서 하는 것” 이라서, 수업관찰은 또 다른 선생님이 지시하셔서 반드시 해야 할 과제로 인식되었던 것 같다.

수인은 학습에서 도전적인 의식을 갖고 있지 않았다. 그는 공부를 할 때 가장 안전한 방법만을 선택하고자 하는 경향이 있었다. 그리고 교사가 강조한 내용이나 시험에 출제될 것이라고 예상되는 것만을 공부하였다. 따라서 교과내용에 대하여 생각한다는 것에 대한 필요성을 못 느낀다. 즉 수인은 무엇인가를 학습한다는 것은 좋은 성적을 받거나 대학을 가기 위한 수단일 뿐이며 학습 자체에 고유한 가치가 있다고 생각하지 않는 듯 하였다. 수인이 대학을 가는 이유도 “사회로부터 소외되기 싫어서”이었다. 그는 주어진 과제의 범위 내에서만 체계적으로 공부를 할 따름이며 창의적인 사고를 위한 노력은 거의 하지 않았다. 수인에게 있어서, 학습이란 학교에서나 하는 것이며 도구적인 것일 뿐, 학습 그 자체에 고유한 가치가

Table 2. Suin's view about learning and knowing science

| | | Suin |
|---|----------------------|--|
| Science | definition | -Science is "daily life." -It is objective knowledge that can be proved. -It is not science if it cannot be proven because we can't experience it. |
| | scientific methods | -The scientific method is, as his teacher said, to design an experiment by developing a hypothesis, and follow it. |
| | scientific knowledge | -It is presented on a text. |
| | science & I | -Science is a subject. -I am studying to enter a university. |
| Epistemological commitment | | -He believed that a piece of knowledge is true upon the power of science teachers or a text |
| Science class | role of a student | -A student doesn't need to think the knowledge because it belongs to profession. -A student will learn well when a teacher explains a scientific concept in detail. -Students must learn in order to get a high score on exams. -I rather memorized. |
| | role of a teacher | -A teacher must transmit the knowledge to students correctly. |
| | text | -A text is a set of facts -If any knowledge that is not on a text, it doesn't necessarily need to be learned. |
| | science class & I | -I will learn the other knowledge later and will satisfy my curiosity and interests after I enter a university. -An amity between a teacher and student influences a science class. -Two weeks before an exam is the best time to concentrate in studying science class. |
| Characteristics of science class observations | | -He lost his observation report so he made a copy from one of his friends' notes. |
| Self-efficacy | | -I could not study science well because my IQ is low. |
| Learning motivation | | -He is motivated not by emotional stability but by an exams. |

있다고 생각하지 않는 경향이 나타난다. 즉, 학습이란 교과서 또는 교사가 제시한 지식을 암기하는 것일 뿐, 그것을 통하여 자신의 개념으로 발전시키는 것은 아닌 것이다.

3. “호기심 충족과 시험에서 좋은 성적을 받기 위해 공부해요” : 민이

민이는 한의사가 되는 것이 꿈이다. 그의 담임교사가 작성한 민이의 프로필에 의하면:

민이는 성실하고 수업 중에도 딴 짓을 하는 일이 거의 없다. 또한 배우고자 하는 강한 의욕을 가지고 있다. 판단력이 뛰어나고 매사에 열심이어서 전교과 성적이 우수하다. 과학 성적 또한 우수하다. 그러나 여러 선생님 말씀에 따르면 노력하는 것에 비해 성적은 좋지 않다. 무섭게 노력하는 대로라면 전교 1등도 부족하다. 아마도 머리(IQ)가 좋지 않은 것 같다...

민이는 스스로를 과학에 아주 관심이 많은 학습자이라고 소개하였다. 특히 동양과학철학과 서양과학철학에 대한 책을 많이 읽으려고 하였다고 한다. 예를 들면, Kuhn의 과학혁명의 구조, 과학과 가치 등으로, 그러한 내용들은 한의사가 꿈인 민이에게 보다 '넓은 과학에 대한 시야를 확장시켜 줄 것'이라고 믿는 것 같았다.

민이는 과학을 “잡다한 학문”이라고 정의하며, “세상의 모든 것들. 그리고 현상은 과학이 될 수 있는 잠재성”을 가지고 있다고 주장한다. 왜냐하면:

“현재는 완전히 모르는 영역. 예를 들면, 영혼. 같은 것도 과학자들의 호기심이나 사회적 필요에 의해서... 연구가 되면 과학의 테두리로 들어올 수 있기 때문...”

민이에 의하면, 물리는 혁명적인 커다란 개념변화, 화학은 약한 개정과 같은 작은 개념변화의 특성을 가지고 있다고 분류하였다. 그것들을 위한 과학적 방법은 실험, 연역, 귀납, 추론 등의 여러 가지의 방법이 사용될 수 있으며, 과학지식은 절대적, 경험적, 사실적인 과학지식은 개별적이며 변화가능성을 가진다는 것

이다.

민이의 인식론적 확신은 자신의 지식, 논리, 그리고 판단에 의존하였다. 민이는 “만약 선생님의 이야기와 저와의 서로 다를 때는, 불일치를 안고 있는 부분에 서는. 학교 시험에서는, 저의 판단을 보류하고 선생님께서, 이야기 해준 것을 기억하려고 노력하고...” 학교 밖에서는 자신의 경험과 판단에 근거를 두고 결정한다고 하였다. 그러나, 학교과학지식에 대한 민이 스스로의 확신은 “여러 가지 이유로 인하여” 학교지식의 호기심이나 문제들이 해결되지 않은 상태로 정형화되고 점수화 되기 때문에 재미도 없고 그 지식에 대한 확신이 없다. 예를 들면, 민이는 수업 시간에 질문을 많이 하는 편에 속한다. 그러나 민이는 과학수업과 전혀 관련이 없는 주제 또는 복잡한 이해가 요구되는 질문을 해서 교사나 학습자들을 당혹스럽게 한다는 것을 알고 질문을 자제하거나, 스스로 문제를 해결하려고 한다고 말하였다.

민이에 의하면, 과학교사는 충분한 전문적인 내용 지식뿐만 아니라 가르치는 일에 열정을 가지고 있어야 하며, 학습자는 자신의 지적 흥미나 호기심을 해결해나가야 한다. 그러나 또한 대학 입시를 앞둔 학습자에게 좋은 성적을 받기 위해서도 노력을 해야 한다고 주장한다. 즉 그는 학교나 수업에 대한 불만 -- 예를 들면, 수업이 정형화되고 시험에만 관심있는 것과 같은 -- 도 있으나, 그것은 그 상황만이 갖는 특수한 경우라고 이해를 하고 있다. 그리고 민이는 학교생활을 평가할 때, 자신이 사고하는 범위 내에서 주어진 상황에 대해 적극적이며 능동적으로 대처하고자 노력하고 있다고 말하였다.

그러나 민이는 고교 교육과정에서 다루는 내용 지식의 한계성을 느낀다. 즉 세부적 지식이나 배경 이론의 부족으로 학교 교과 내용을 완전히 이해하기가 어렵다는 것이다. 왜냐하면, 교과서는 백과사전 식으로 나열되어 있기 때문이다. 민이에게는 과학 지식을 전체로서 이해하는 것이 어렵다. 왜냐하면 교과서는 과학적 이론을 다룰 때 이해를 위한 총체적인 맥락을 제공하지 않고 표면적인 지식만을 제공하기 때문이다. 따라서 교과서에 제시된 과학 내용을 이해하기 위해서는 더욱 깊이 있는 지식이 필요하다는 것이다.

Table 3. Minne's view about learning and knowing science

| | | Minne |
|----------------------------|----------------------|---|
| Science | definition | -Science is a discipline that can include everything. -Any phenomena has potential to be a science. |
| | scientific methods | -Scientific methods for that are various, example of experiment, induction, deduction, reasoning, etc. |
| | scientific knowledge | -Scientific knowledge is developed by any scientists' interests or social needs on it. |
| | science & I | -Science is a subject. -I am studying to enter a university. |
| Epistemological commitment | | -A piece of knowledge is true relied upon his knowledge, logic, and judgement. -If there was a discrepancy between my teacher and I, I would try to remember what the teacher said and my judgement was deferred in the school context. |
| Science class | role of a student | -A student should have one's own intellectual interest or curiosity on knowledge. -A student must care about one's achievement because a student's position is to enter a university |
| | role of a teacher | -A teacher must have enough professional content knowledge with eagerness to teach. |
| | text | -A text presents a piece of knowledge as same as dictionary. -A scientific theory in a text didn't provide a context to understand. -A text showed only superficial knowledge. |
| | science class & I | -He had a negative aspect of educational environments, such as focusing only on preparing for the Exam in science class. -He does his best and acts positively, as a student. -He usually studied during a recess of 10 minutes because he knew the importance of taking advantage of time in learning. -Anomaly was ignored in science classes. -An exam in school is for grading students. It was not to construct knowledge but to check what a student already knows. |

| | |
|--|---|
| <p>Characteristics of science class observations</p> | <p>-It included date, time, content, behaviors of students and a teacher during each class, and how he felt in detail as if we were watching a T.V. drama. -What and why a teacher brought for his lesson, how students dealt with, why student felt bored, and why the content was in the curriculum... etc.</p> |
| <p>Self-efficacy</p> | <p>-He deals learning science actively and positively. -He has a high self-efficacy. -He used metacognition strategy to learn and know science.</p> |
| <p>Learning motivation</p> | <p>-He has his own learning goal of science to meet his intellectual interest as well as to succeed in entering a university.</p> |
| <p>A remark</p> | <p>-He classified physics as a radical conceptual change, such as Newtonian to Einstein whereas chemistry, as a weak conceptual change, such a small changes on the model of atoms.</p> |

민이는 학습에 있어서 시간 활용의 중요성을 잘 알기 때문에 쉬는 시간 10분에 항상 공부를 한다. 그는 스스로 학습하는 것을 즐긴다. 민이는 생각하고 이해할 수 있는 자신만의 방법을 선호한다. 그러나 학교 시험을 위해서는 과학지식에 대하여 깊이 생각하지 않으려고 한다고 이야기하였다. 왜냐하면 너무 많이 생각하면 시험에서 오답을 적는 등의 실수를 하기 때문이다. 민이에 의하면, 학교 시험은 성적과 등급을 매기기 위한 것이며, 새로운 지식을 얻는 과정이 아니고, 단지 알고 있는 지식을 확인하는 과정이다. 따라서 “수업 시간에 변칙 사례는 무시되어진다”는 것이다.

민이의 수업관찰일지를 보면, 날짜, 수업시간, 단원을 적은 후, 수업진행 과정에 대하여 교사 및 학습자들의 행동, 그리고 자신의 느낌까지 구체적으로 적고 있다. 예를 들면, 교사가 수업 시간에 가져온 것이 어떤 교구였는지 그리고 왜 그 교구를 가져왔을 것인지, 어떤 접근을 통하여 수업을 하는지, 설명하는 스

타일은 어떠한지, 다른 학습자들이 왜 지루해 하는지, 자신이 학습 내용에 대하여 과거에 어떤 경험을 했는지 그리고 어떤 느낌을 가지고 있는지 등등에 대하여 자세히 기술되어 있어, TV 드라마의 한 부분을 보는 것 같았다.

처음에 제시한 것처럼, 민이는 과학교사에게 실망을 주고 있다. 즉, 민이는 능력과 노력을 고루 갖추고 있으나, 그에 비하여 성적이 저조하다는 것이다. 그러나 민이는 학교공부를 열심히 해야 할 이유를 잘 안다. 또한 그는 자신이 설정한 기준에 따라 선택한 지적인 도전을 즐긴다. 민이의 경우, 개인적인 학습목표를 설정할 때 지적 호기심의 충족과 대학입시에 가치를 부여하였다. 현실의 고등학교 생활을 긍정적이며 적극적으로 대처하며, 이러한 것들은 민이에게 강한 학습 동기, 즉 높은 자기효능감을 가지게 하였다. 또한 민이는 자신의 행동 및 학습에 능동적인 역할을 하는데 초인지 전략을 사용하였다.

4. 논의

강산과 수인은 객관주의적, 합리성, 그리고 과학 지식의 절대 진리의 관점을 가지고 있는 경향을 나타내었다. 그들은 과학 지식은 과학 이론을 형성하기 위하여 반복된 실험에 의해 확증되거나 증명되어 지는 것이라고 믿었다. 과학 지식은 교사나 교과서에 의해 제시되어진다. 강산과 수인은 그들의 지식과 추론을 교사와 교과서의 권위에 의해서 판단하였다. 왜냐하면, 교사나 교과서는 문제에 대한 올바른 답을 가지고 있기 때문이다. 이런 것들이 강산과 수인에게 낮은 자아 효능을 가지고 수동적인 학습자가 되게 하였다. 과학학습에 있어서, 강산과 수인은 학습의 주체라기 보다는 객체로 간주하는 경향이 있었다. 강산의 경우, 강산은 과학을 공부할 만큼 똑똑하지 않아서 어떤 과학 교과도 잘 할 수 없다고 믿었다. 이것이 강산이 과학 학습에 있어서 수동적인 학습자가 되는데 영향을 주었다.

수인의 경우, 과학을 학습하는데 어떤 종류의 도전 정신을 가지고 있지 않는 것처럼 보였다. 그는 시험에 좋은 성적을 받는다는 것으로 과학 학습에 대한 동기를 가졌고, 교사가 강조한 내용이나 시험에 나올 것으로 예상되는 내용들에 초점을 맞추어 공부하였다. 수인에게, 과학 학습은 단지 대학에 들어가기 위하여 좋은 성적을 받기 위한 도구일 뿐, 과학을 학습하는 것 그 자체로의 가치는 없었다.

민이는 구성주의에 근접한 관점을 가졌다. 그는 과학 지식의 역동성으로 인하여 이 세계의 어떤 것도 과학이 될 수 있는 잠재성이 있다고 정의하였다. 그는 스스로의 과학 학습 목표가 지적 호기심과 대학 입시의 좋은 성적을 만족시키도록 하였다. 민이는 과학을 적극적으로 능동적으로 학습하는 것 같았다. 민이는 높은 자아 효능을 가지고 있었으며, 과학을 학습하고 알기 위하여 초인지 전략을 사용하였다.

강산, 수인, 민이는, 예를 들면 과학 지식의 외재적/내재적 권위, 개인의 과학 학습 목표, 그리고 자아 효능과 같은, 개인적인 동기에 의하여 필요한 지식과 불필요한 지식으로 구분하였다. 그들의 과학에 대한 열정은 지식의 본성, 학습의 본성, 그리고 인식론적

확신 근거 등과 같은 관점에 밀접하게 관련되어 있었다. 강산과 수인의 학습에 대한 관점은 과학적 현상에 대한 스스로의 호기심 추구로부터 멀어지게 하였다. 즉, 강산은 교사에 의해 제시된 것만을 공부하는 경향이 있었고, 수인은 대학 입시를 위한 좋은 성적을 위하여 공부하였다. 반면에 민이의 인식론적 확신 근거는 그의 자신감과 일치하였다. 즉 민이는 스스로의 인식론적 확신 근거에 기초하여 추론을 판단하였다. 왜냐하면, 그것은 그의 능력과 지식에 대한 자신감 때문이었다. 민이는 시험이라는 특정 상황에 있어서만 외적 권위를 인정하였다. 왜냐하면, ‘한 개의 정답’을 결정해야 하는 상황이기 때문이다. 교사의 설명과 자신의 개념이 갈등을 하게 되면, 민이는 자신의 인식론적 명확성에 의존하여 문제를 해결하였다. 민이의 자아 효능감은 언제 교사의 설명을 사용해야 하고 또는 언제 스스로의 개념을 사용해야 하는지를 결정할 수 있게 하였다.

V. 결론 및 시사점

학습자들의 과학 학습에 대한 열정은 과학 학습에 대한 관점과 관련되어 있다. 과학 학습에 대한 학습자들의 관점은 지식의 본성, 학습의 본성, 인식론적 확신 근거를 포함한 과학 및 과학 수업의 관점에 영향을 받는다. 이렇게 형성된 과학학습관은 학습자들의 자아 효능과 과학학습 동기에 영향을 준다. 과학 교육의 일반적인 목표는 학습자들을 평생동안 자율적인 학습자(lifelong, self-regulating learner)로 개발하는 것이다(Thomas & McRobbie, 1996). 따라서 교사는 과학적 지식뿐만 아니라 학습자들에게 학습을 사랑하는 것을 가르쳐야 한다. 즉 교사는 학습자들이 학습의 과정, 어떻게 계획하고 모니터하며, 평가하고 조절해야 하는 것인지에 대하여 더욱 반성적이며 초인지적이 될 수 있도록 도와야 한다. 그러나 교사가 위와 같은 목표를 가지고 있다고 하더라도, 강산과 수인이 갖는 관점은 과학수업이 지속적인 ‘전달(transmission)’의 과정이며 전통적인(보수적인) 것으로 보는 경향이 나타났다. 민이의 경우조차도 학교 과학에 의해 스스로의 사고를 유보하였다. 즉 학습자

들은 자신들이 해야 할 과학 수업에서의 역할에 대하여 수동적이며 제한적인 사고를 하는, 변화시키기 어려운 관점을 가지고 있는 것으로 나타났다.

교사의 교수, 학습, 그리고 교사의 역할에 대한 개념이 종종 교사 변화에 대한 장벽이 되는(Thomas & McRobbie, 1999) 것과 같이, 학습자의 학습 그리고 학습자로서의 역할에 대한 관점이 학습과 변화에 장벽이 될 수 있다. 학습자들이 학습에서 있어서 학습자로서의 자신들의 두드러진 역할에 대한 개연성을 경험할 수 있도록 과학학습의 재구성이 필요하다. 이를 위하여 학습과 학습자로서의 역할에 대해 현재 학습자들이 가지고 있는 개념을 알아내고, 대안적 논의를 위한 출발점으로 그것들을 이용해야 한다. 과학적 개념으로 변화시키기 위하여 학습자들이 지닌 개념을 깨닫도록 하는 것과 같이, 학습자들의 학습과 학습자 역할에 대한 개념변화를 위한 시도는 학습자가 스스로의 관점을 인식하도록 하는 것이 필요하다.

Berry와 Sahlberg(1996)가 언급한 것과 같이, 학습활동에서 항상 가장 중요한 요인(Key)은 학습자 자신이기 때문에, 우리는 학습자들이 학습에 대하여 무엇을 생각하고 믿으며 가치를 두는 지에 대하여 고려해야 한다. 학습자들의 학습에 대한 관점에 대한 이해는 교사, 학습자, 그리고 과학교육 연구자에게 학습자들의 수업 시간의 행동을 더욱 완전하게 이해하는 것을 가능하게 할 것이다. 또한 이것은 학습자들이 교사의 전략에 대하여 왜 저항적인가를 또한 이해하게 할 것이다.

결론적으로, 교사들은 학습자들이 자신의 암묵적인 지식과 학습과 학습자로서의 역할을 깨닫고 의사소통을 할 수 있도록 하는 구체적인 전략이 필요하다는 것이다. 그래서 학습 주체로서의 학습자들의 지식을 강화하고 실행하는 적절한 행동과 대안적 전략이 요구되어진다.

적 요

이 연구는 개념생태 구성요소 중 학습자가 지닌 동기·심리적 관점의 측면에서 수행되었다. 즉 학습자가 학습동기와 관련하여 과학학습에 대한 개념을 어

떻게 구성하고 있는가에 대하여 정성적인 방법으로 연구하였다. 수도권에 소재한 '가나' 고등학교 2학년 학생 3명의 사례를 제시하였다. 연구의 신뢰도와 타당도를 위하여 자료의 수집과 분석의 전과정 동안 삼각측정법을 사용하였다. 면담, 직접 및 간접 관찰, 문서를 통한 자료 수집을 하여 분석한 후, 사례 연구를 하였다. 연구 결과, 학습자들의 과학 학습에 대한 열정은 과학 학습에 대한 관점과 관련되는 것으로 나타났다. 과학 학습에 대한 학습자들의 관점은 지식의 본성, 학습의 본성, 인식론적 확신 근거를 포함한 과학 및 과학 수업에 대한 관점에 영향을 받았다. 이러한 과학학습관은 학습자들의 자아 효능과 과학학습 동기에 영향을 주는 것으로 보여진다.

참 고 문 헌

- 백성혜, 김혜경, 채우기, 권균, 노태희 (1999). 학습자의 학습 동기를 고려한 개념변화 수업 모형의 효과 분석. 한국과학교육학회지, 19(2), 305-314.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitiv view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Barlia, L. & Beeth, M. E. (1999). High school students' motivational to engage in conceptual change learning, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, March.
- Beeth, M. E. (1993). Dynamic aspects of conceptual change instruction. Unpublished doctoral thesis. University of Wisconsin-Madison.
- Berry, J. & Sahlberg, P. (1996). Investigating pupils' ideas of learning. *Learning and Instruction*, 6, 19-36.
- Demasters, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education*, 79:637-666.

- Denzin, N. K. (1970). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Driver, R. & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Guesnes, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. Wittrock (Eds.), *Handbook of research on teaching* (2nd) (pp. 119-161). NY: Macmillan Publishing Company.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Hewson, P. W. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning. *European Journal of Science Education*, 4, 61-78.
- Hewson, P. W. (1985). Epistemological commitments in the learning of science: Examples from dynamics. *European Journal of Science Education*, 7(2), 163-172.
- Hewson, P. W., Beeth, M. E., & Thorley, N. R. (1998). Teaching for conceptual change. In K. G. Tobin & B. J. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education*. (pp. 199-218). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. A' B. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. A' B. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Hewson, M. G. A' B. (1988). The role of intellectual environment in the origin of conceptions: An exploratory study. In L. H. T. West & Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change* (pp. 211-231). Orlando, FL: Academic Press.
- Hewson, P. W. & Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11, 541-553.
- Johnson, P. & Gott, R. (1990). Constructivism and evidence from children's ideas. *Science Education*, 80(5), 561-577.
- Jones, M. G., Carter, G., & Rua, M. J. (2000). Exploring the development of conceptual ecologies: Communities of concepts related

- to convention and heat. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 139-159.
- Lee, O. & Brophy, J. (1996). Motivational patterns observed in sixth-grade science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(3), 303-318.
- Lincoln, Y. & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hill, CA: Sage.
- Linder, C. J. (1993). A challenge to conceptual change. *Science Education*, 77(3), 293-300.
- Marriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: IPN.
- Mathison, S. (1988). Why triangulate? *Educational Researcher*, 17(2), 13-17.
- Novak, J. (1987). *Proceedings of the second internal seminar: Misconceptions in science and mathematics*, Vol. I-III. Cornell University, Ithaca, NY.
- Novick, S. & Nussbaum, J. (1981). Pupil's understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65, 187-196.
- Osborne, R. J. & Freyberg, P. (1985). Learning in science: *The implication of children's science*. Auckland, New Zealand: Heinemann.
- Park, H. (1995). A study of the components of students' conceptual ecologies. Unpublished doctoral thesis. University of Wisconsin-Madison.
- Piaget, J. (1929). *The child's conceptions of the world*. London, Routledge, and Keegan Paul, Trench, Trubner & co., Ltd: New York, Hartcourt, Brace and company.
- Pines, A. L., & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66: 211-227.
- Pintrich, P. R., Max, W. M., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63: 167-199.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: State University of New York Press.
- Thomas, G. P. & McRobbie, C. J. (1999). Using metaphor to probe students' conceptions of chemistry learning. *International Journal of Science Education*, 21(6), 667-685.
- Thorley, N. R. (1990). The role of the conceptual change model in the interpretation classroom interactions. Unpublished doctoral thesis. University of Wisconsin-Madison.
- Thorley, N. R. & Stofflett, R. T. (1996). Representation of the conceptual change model in science teacher education. *Science Education*, 80(3), 317-339.

- Toulmin, S. (1972). *Human understanding*.
vol.1: General introduction and Part I.
Princeton, NJ: Princeton University Press
- Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G.,
& Treagust, D. F. (1997). A
multidimensional framework for interpreting
conceptual change events in the classroom.
Science Education, 81, 387-404.
- Villani, A. (1997). Conceptual change in science
and science education. *Science Education*,
76(2), 223-237.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From
conceptual development to science
education: a psychological point of view.
International Journal of Science Education,
20: 1213-1230.