

# 전구의 밝기에 대한 초등학생들의 사전개념 일관성 정도와 인지갈등 정도와의 관계

정미영<sup>†</sup> · 김경숙<sup>‡</sup> · 권재술

(서울경수초등학교)<sup>†</sup> · (서울안천중학교)<sup>‡</sup> · (한국교원대학교)

## Relation Between Degree of Consistency of Elementary Students' Preconceptions on the Brightness of Electric Bulb and Their Cognitive Conflict

Jung, Mee-young<sup>†</sup> · Kim, Kung-suk<sup>‡</sup> · Kwon, Jaesool

(Seoul Kyoungsoo Elementary School)<sup>†</sup> · (Seoul Ancheun Middle School)<sup>‡</sup>  
· (Korea National University of Education)

### ABSTRACT

This study was to investigate the elementary students' preconception on the brightness of electric bulb and degree of consistency on their preconceptions. Participants were 160 students of fifth graders in Seoul area. They had already learned about the brightness of series circuit and parallel circuit of batteries. After they solved six problems in the same context, we provided them a pair of circuit which was an anomalous situation. And then they conducted CCLT (Cognitive Conflict Level Test). Elementary school students showed various preconceptions when they explained the light of bulb of two simple electric circuits. Many students consistently showed the scientific misconceptions like 'the light of bulb of two simple electric circuits was that the more batteries and the fewer bulbs were brighter.' The level of consistency that students presented scientific misconceptions was grouped all of four, such as "high, middle, low, and nothing." Therefore the higher scientific achievement they have, the higher consistency they have. As the students had high consistency level, they revealed high cognitive conflict level significantly. This high consistency will help them to change their preconception on the brightness of electric bulb and their cognitive conflict.

**Key words :** preconception, degree of consistency, cognitive conflict

### I. 서 론

최근 과학 교육 철학을 이끌어가는 구성주의에 의하면, 과학 지식은 교사에 의해 주어지거나 관찰과 실험을 통해 확인할 수 있는 절대적 진리가 아니라 학습자 자신이 사회적 과정을 통해 구성해가는 인지 구조라고 한다. 또한, 학습은 학습자가 적극적으로 참여하여 의미를 구성하는 의도적이고 능동적인 사회적 과정임과 동시에, 상호작용을 통한 인지구조의 변화라고 한다(조희형과 최경희, 2002; Appleton, 1997; Hashweh, 1986). 학생들은 학교에서 수업을 통해 학습을 하기 이전에 학습 목표에 해당하는 개념에 대

해 학생 자신이 이미 가지고 있는 사전개념이 있으나, 이는 많은 부분이 과학자들이 인정하는 과학적 개념과 다르며, 저항 또한 강하다고 한다(이경호와 권재술, 1999; 이영직, 1992; Vosniadou, 1994).

사전개념은 이를 연구하는 학자에 따라 여러 용어로 사용하고 있으나(Appleton, 1997; Hashweh, 1986; Posner *et al.*, 1982) 연구자는 학교에서 학습하기 이전에 학생 스스로가 경험 등에 의해 터득하여 견고하게 자리 잡고 있는 개념이라는 뜻으로 사전개념이라 하겠다. 따라서 학생들의 사전개념은 비과학적 개념 뿐 아니라, 과학적 개념도 포함된다. 학생들의 사전개념은 많은 부분이 과학적 개념과 거리가 있으나,

학생의 입장에서 보면 그들의 경험에 의해 그렇게 형성될 수 있는 이유가 있을 수 있으며, 이렇게 형성된 개념은 반복 사용에 의해 자동적이고 무의식적으로 사용되기도 한다(Hashweh, 1986). 따라서 학생들의 사전개념은 나름대로 견고하여 한두 번의 학습에 의해 과학적 개념으로 변화되기가 쉽지 않다.

이 연구에서는 학생들이 자신이 가지고 있는 사전개념의 견고한 정도를 판단하기 위하여 어느 정도 일관성을 가지고 있는가를 알아보았다. 김영길(2005)은 개념의 일관성은 학습자가 자신의 개념을 적용하여 문제 상황에서 일관성 있게 응답한 정도를 말한다고 했다. 그는 중학생의 관성에 대한 개념의 일관성 정도와 인지갈등과의 관계를 연구했는데 그 결과 중학생들은 관성에 관한 비과학적 개념을 나타내었고, 그에 근거하여 일관성 있게 응답하는 경향을 나타내었다.

학생들이 사전개념에 일관성을 갖는다는 것은 일관성을 가지고 있지 않은 학생들에 비해 그들의 경험과 사전지식 등에 의해, 보다 구체적이고 정형화된 인지구조를 이룬 것으로, 그들에게 그들의 사전개념은 매우 의미 있고, 논리적인 것일 것이다. 과학적 개념으로의 변화가 점진적으로 정교화되고 세련화되어 가는 과정(박종원, 2002)이라는 연구에 비추어 볼 때, 비과학적 개념도 이와 같은 과정을 거쳤을 것이라는 생각을 하게 된다. diSessa는 학생들이 인지구조를 만들어가는 과정을 설명하면서, 경험 등에서 유용하게 사용되어 오면서 견고해지며, 반드시 과학적 개념이 아닌, 타 교과와 상식적 개념을 포함하는 조각 지식(p-prims)이 통합(coordination classes)을 이루어 가면서 점차 일관성을 가지게 된다고 설명하였다(diSessa, 2002). Vosniadou(2002)도 비과학적 사전개념은 불충분하지만 일관성 있는 틀이 있다고 했다. 이렇게 사전개념이 일관성을 보인다는 것은 라카토스의 이론에서 말하는 핵이 더욱 견고함을 뜻하며, 이런 이유로 사전개념의 확신은 과학적 개념으로의 변화를 방해할 수 있다.

학생들의 비과학적인 사전개념을 과학적 개념으로 바꾸는 전략들이 많이 연구되고 있다. 그 중 인지갈등 전략은 학생들에게 자신이 가지고 있는 사전개념으로 해결할 수 없거나 설명할 수 없는 상황을 다양한 방법으로 제시하여 학생 스스로가 인지적 갈등을 겪어, 개념변화의 필요성을 느끼게 하는 전략으로 많은 연구에서 그 효과가 보고되었다(김명린, 1994; 김

범기와 권재술, 1995; 이영직, 1998; Dreyfus *et al.*, 1990; Druyan, 1997; Niaz, 1995; Hewson & Hewson, 1984; Thorley & Treagust, 1987).

초기 개념변화 이론에서는 자신의 사전개념에 불만족하고, 새로운 과학 개념이 사전개념보다 그럴듯하며, 이해 가능하고, 유용하다고 생각되어야 개념변화가 일어난다고 하였다(Posner *et al.*, 1982). 인지갈등 전략은 그 중 중요한 조건인 사전개념에 불만족한 상태를 만드는 방법 중에 하나로 사용되는데, 이는 사전개념으로 설명하거나 해결할 수 없는 상황에 직면하면 인지적 비평형 상태가 되어 인지갈등을 경험하게 된다는 것이다(권재술 등, 2003). 인지갈등을 많이 일으킨다는 것은 개념변화의 가능성이 높다는 뜻이므로, 개념변화가 어려울 것으로 보이는 견고한 개념이라도 인지갈등 정도가 높게 나타난다면 개념변화의 가능성도 높을 것으로 생각할 수 있다. 따라서 일관성 정도가 높은 사전개념에 대한 인지갈등 정도를 알아보는 것은 의미가 있다고 하겠다.

이 연구에서는 사전개념 일관성 정도와 학업성취도와의 관계를 알아보았다. 학업성취도와 관련된 연구는 매우 많이 있으나 그 중 이 연구와 관련된 몇 개의 연구를 살펴보면 다음과 같다.

성취동기와 학업성취도와의 관계에 대한 연구에서, 성취동기와 학업성취도의 관계가 유의미한 관계가 있어( $p < .001$ ), 성취동기 수준이 높은 학생이 학업성취도도 높게 나타났다(성태동, 2003). 학업성취도 수준이 높은 학생이 의지조정 전략을 더 빈번히 사용하여, 학습을 방해받는 상황에서도 계속적으로 학습을 유지한다는 연구도 있었는데, 학업성취도가 높은 학생은 의지조정 전략 중 내적인 전략을 주로 사용하고 다양한 의지조정 전략을 사용하는데 비해, 학업성취도가 낮은 학생은 환경통제를 주로 사용하는 등, 한정된 의지조정 전략을 사용하여 내적 통제가 부족하다고 하였다.(고유정, 2003). 사전개념에 일관성 정도가 높다는 것은 자신의 개념에 확신이 있기 때문에, 이에 불일치한 상황을 보면 성취동기가 높을 것으로 예상되며, 이에 내적 조정 능력, 의지조정 전략과 관계가 있을 것이므로 사전개념 일관성 정도와 학업성취도는 관계가 있을 것이라고 생각된다.

초등학생들이 전기 회로에서의 전구의 밝기 개념을 어려워하는 것은 자신이 가지고 있는 사전개념과 과학적 개념 간의 불일치가 해결되지 않은 상태일 수 있다. 이는 학생들의 이전 경험에 의한 논리적 인지

구조가 어느 정도 견고한가와 무관하지 않을 것이다. 이 견고함은 비과학적이지만 여러 상황에서 일관되게 나타날 것이다. 본 연구에서는 초등학생들이 전기 회로에서의 전구의 밝기를 학습하는 데 방해가 되는 비과학적 사전개념이 무엇이며, 이는 어느 정도 일관성을 가지고 있는가를 알아보고, 비과학적 개념의 일관성 정도와 인지갈등 정도와의 관계를 알아보는 개념변화의 가능성을 알아보고자 한다. 이로써 초등학생들에게 전기 회로에서의 전구의 밝기를 지도하는 전략을 세우는 기초로 삼고자 한다.

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

1. 초등학생들의 전구의 밝기에 대한 사전개념의 일관성 정도는 어떠한가?
2. 초등학생들의 사전개념 일관성 정도는 과학 학업 성취도와 관계가 있는가?
3. 초등학생들의 전구의 밝기에 대한 사전개념 일관성 정도는 인지갈등 정도와 관계가 있는가?

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 대상

대상은 서울시에 소재한 가 초등학교 5학년 학생 160명이다. 초등학교 과학과 교육과정을 보면 4학년에서 전지의 직렬연결과 병렬연결에서의 전구의 밝기를 배우고 5학년 2학기에 전지의 직렬연결과 병렬연결에서의 전구의 밝기에 대해 배우게 되어 있다. 본

연구에서는 4학년에서 전지의 연결을 배운 상태이고 5학년 2학기에서 전구의 연결에 따른 전구의 밝기를 배우기 전 학생들을 대상으로 전지와 전구의 직렬과 병렬연결에서의 전구 밝기를 비교하는 문항을 제시하여 그들이 가지고 있는 개념을 분석하였다.

### 2. 방법 및 절차와 검사 도구

사전개념의 일관성 정도에 영향을 미칠 수 있는 학습자 특성에는 여러 가지가 있으나 연구자는 과학 학업 성취도가 특히 많은 영향을 줄 것으로 생각하였다. 초등학교 5학년 학생들에게서 형식적 조작기가 거의 나타나지 않으므로(강심원과 우종욱, 1995; 이상관, 1994), 논리적 사고력과의 관계는 보지 않았다. 과학 학업 성취도는 담임교사가 학생들의 과학 성적을 상, 중, 하로 균등 배분한 것을 사용하였다.

사전개념 검사를 하기 위하여 연구자와 초등, 중등 과학 교사, 과학 교육 전문가와 함께 문항을 만들어 동일한 학교 5학년의 한 반에 예비 투입하였다. 그 결과로 문항을 정리하여 사전개념 검사지를 만들어 검사를 하였다. 개념 검사지는 전지와 전구의 직렬과 병렬연결이 섞여 있는 두 개의 전기 회로에서의 전구 밝기를 비교하는 동일한 맥락의 6문항으로 그림 1과 같다. 두 개의 전기 회로에서 더 밝을 것으로 예상되는 전구의 번호를 쓰고 그 이유를 쓰도록 하였다.

개념 검사지의 답안지를 받아서 학생들이 쓴 이유

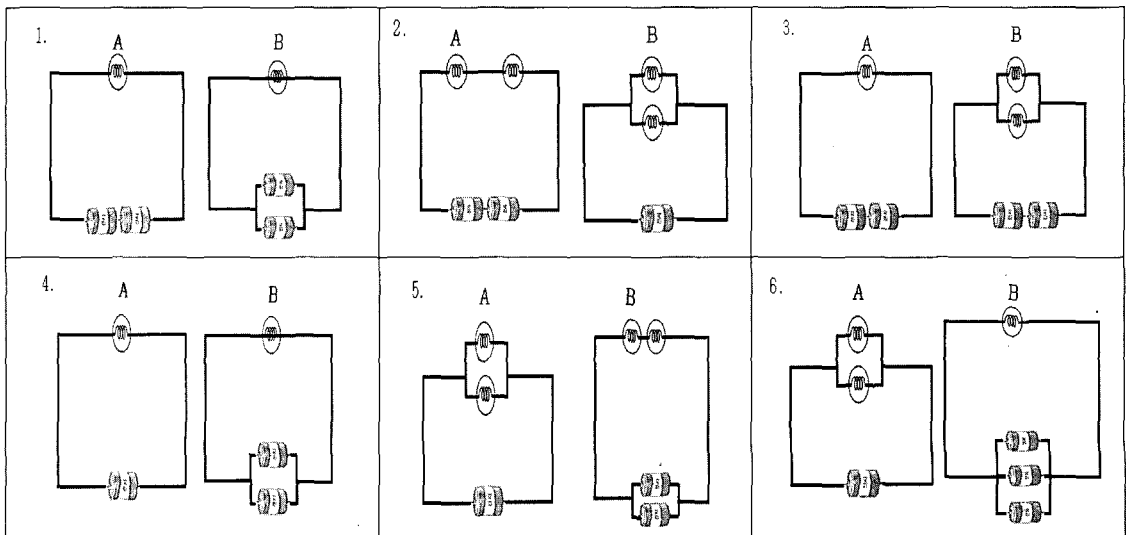


그림 1. 사전개념 검사 문항.

표 1. 개념 일관성 정도 분류 기준

개념 일관성 정도	같은 이유로 설명한 문항 수
상	5-6
중	3-4
하	1-2
무	0

를 분석하여 학생들이 가지고 있는 사전개념을 알아 보았다. 학생들의 개념을 분류하고, 동일한 이유(전지와 전구의 수만으로 설명)로 설명을 한 문항 수를 알아 보았다. 동일한 이유로 답한 문항 수에 따라 개념 일관성 정도를 분류하였으며 그 분류 기준은 표 1과 같다.

학생들의 개념을 검사한 후 약 2일 후 불일치 상황을 제시하였다. 두 개의 전기회로에서 전구의 밝기를 비교할 때 학생들이 가장 많이 가지고 있는 비과학적 사전개념은 ‘전지나 전구의 연결과 상관없이 전지 수는 많고 전구 수는 적어야 불이 밝다.’는 것이다. 이에 불일치 상황 제시는 사전개념 6문항 중 5번 문항을 현상으로 제시하였다. 이는 전지 수는 다르고 전구 수는 같아 전지 수가 많은 쪽의 불이 밝을 것으로 예상되나 결과가 반대로 나타나므로 학생들이 많이 가지고 있는 비과학적 사전개념이 드러날 것으

로 보았기 때문이다. 연구자는 학생들에게 다시 예상을 하여보게 하고 그 이유를 물은 후 시범 실험으로 그 결과를 보여 주었다. 그런 후, 즉시 학생들의 인지갈등 정도를 검사하였는데 이는 Lee 등(2003)이 개발한 인지갈등 검사 도구를 이용하였다. 이는 불일치 상황에 대한 인식, 흥미, 불안, 인지적 재평가의 네 가지 요소를 각 3문항 씩 만들어 총 12문항으로 구성되어 있으며 각 항목을 5단계 리커트 척도로 평가하게 되어 있어 점수의 총합이 48점이다.

### III. 연구 결과 및 논의

연구 문제를 해결하기 위하여 먼저 학생들에게 사전개념 검사를 하고 개념 검사 결과를 분석하여 개념 유형을 나누고 그들의 설명을 바탕으로 개념 일관성 정도를 나누었다. 그 다음 이 개념 일관성 정도가 과학 학업 성취도와 관계가 있는지를 알아보고 개념변화의 필요조건이라 알려져 있는(권재술 등, 2003) 인지갈등과의 관계를 알아봄으로써 개념변화 가능성을 조사하였다.

#### 1. 사전개념 유형 분석

학생들의 사전개념을 분석한 결과는 표 2와 같이

표 2. 사전개념 유형

요인	개념 유형	빈도수	%
전지, 전구의 수	전지와 전구의 연결방법과는 상관없이 전지와 전구의 수만으로 결정된다.	552	57.5
	전구 수가 많은 쪽 회로의 전구가 밝다.	47	4.9
연결방법	전지가 병렬로 연결된 회로보다 직렬로 연결된 회로의 전구가 밝다. <sup>†</sup>	42	4.4
	전지 여러 개를 병렬연결하면 전지 1개가 연결된 것과 밝기가 같다. <sup>†</sup>	10	1.0
	전구가 직렬로 연결된 회로보다 병렬로 연결된 회로의 전구가 밝다. <sup>†</sup>	4	0.4
	전구 여러 개를 병렬연결하면 전구 1개가 연결된 것과 밝기가 같다. <sup>†</sup>	3	0.3
	전지가 직렬로 연결된 회로보다 병렬로 연결된 회로의 전구가 밝다.	24	2.5
	회로 안에 전지나 전구가 1개 연결되어 있어도 직렬연결이다.	6	0.6
	전구가 병렬로 연결된 회로보다 직렬로 연결된 회로의 전구가 밝다.	5	0.5
	전구가 병렬로 연결되면 전구 1개가 연결된 회로의 전구보다 흐리다.	5	0.5
	전지가 병렬로 연결되면 전지 1개가 연결된 회로의 전구보다 흐리다.	2	0.2
	전지, 전구에 상관없이 연결 방법에 따라 밝기가 같다.	1	0.1
전류시간	전류가 흐르는 시간이 짧은 회로의 전구가 밝다.	9	0.9
전선길이	전선이 긴 회로의 전구가 밝다.	23	2.4
	전선이 짧은 회로의 전구가 밝다.	18	1.9
기타	기타	232	24.2

<sup>†</sup>과학적 개념

나타났다. 표 2의 빈도는 160명의 학생이 6문항에 대해 답한 결과를 분석한 것으로 한 학생이 6회의 답을 할 수 있어 전체 960에 대해 나타난 빈도수이다. 학생들은 전지 수는 많고 전구 수가 적어야 불이 밝을 것이라고 생각하는 빈도가 552회로 57.5%를 차지하였다.

이 연구의 대상이 된 초등학교 5학년 학생들은 4학년 때 전지의 연결에 따른 전구의 밝기를 비교하는 것을 배운 학생들이다. 학생들은 일반적으로 건전지는 에너지가 저장되어 있는 곳이고, 전선은 전기가 흐르는 길이며, 전구는 전기를 소모하는 것이라고 생각하며, 에너지의 저장량을 전지의 수로 생각하고, 전기의 소모량을 전구 수로 생각하고 있었다. 또한 전지의 수가 많아지면 그에 비례하여 에너지의 세기가 커진다는 생각이 매우 강하게 자리 잡고 있었다. 그 결과 ‘전지와 전구의 연결방법과 상관없이 전지 수는 많고 전구 수가 적은 회로의 전구가 밝다.’는 생각이 매우 높게 나타났다. 경험과 학습에서 내면화된 비례 논리에 의해 견고해진 이 생각이 한 차시의 학습만으로 과학적 개념으로 바꾸어지기 어려웠던 것으로 보인다.

4학년 교육과정에서 배운 개념검사 1번 문항을 분석해 보면, ‘전지 두 개가 병렬로 연결된 회로에서의 전구의 밝기보다 전지 두 개가 직렬로 연결된 회로에서의 전구의 밝기가 밝다.’는 과학적 개념을 나타내는 대답의 빈도수는 31로 19.4%를 차지하고 있었다. 그러나 표 2에서 나타나듯이 연결을 달리하거나 전지나 전구의 수를 바꾸면 다른 대답을 하는 학생들이 많아 확실하게 과학적 개념이 내면화된 것은 아니라는 것을 알 수 있다. 따라서 이는 4학년 때 배운 내용을 그대로 암기하고 있는 것으로 보인다.

전지가 병렬로 연결되어야 밝다고 대답하거나 전구가 직렬로 연결되어야 밝다고 대답하는 경우처럼 전지와 전구의 직렬연결과 병렬연결에서의 전구의 밝기 차이를 명확하게 인식하지 못하고 있는 학생들도 나타났다. 또한, 전선의 길이가 전지 또는 전구의 수나 전지 또는 전구의 연결 방법보다 전구의 밝기에 더 영향을 미칠 것이라고 생각하는 학생도 있었다.

또한, 자신의 생각을 설명한 내용이 논리적으로 전혀 맞지 않거나 이유를 대지 못하는 경우도 많았는데 이를 기타로 분류하였다.

## 2. 사전개념 일관성 정도

표 3. 사전개념 일관성 정도

개념 일관성 정도	전구의 밝기를 전지와 전구 수만으로 설명하는 문항 수	학생 수(%) N=160
상	5-6	54 (33.8)
중	3-4	62 (38.8)
하	1-2	34 (21.3)
무	0	10 ( 6.3)

같은 맥락의 6개의 문항 중 같은 이유로 전구의 밝기를 설명하는 개념 일관성 정도를 알아보기 위해 가장 빈도가 높은 ‘전지와 전구의 연결방법과 상관없이 전지 수는 많고 전구 수가 적어야 불이 밝다.’는 개념을 가지고 문항을 설명하는 비과학적 개념의 일관성 정도를 알아본 결과는 표 3과 같다. 6문항 중 ‘전지 수는 많고 전구 수가 적어야 불이 밝다.’라는 이유로 한 문항도 설명하지 않아 개념 일관성 정도를 ‘무’로 나타낸 학생(다른 이유로 일관성 정도를 나타낸 학생이 2명이 있음)은 10명으로 6.3%이며, ‘전지 수는 많고 전구 수가 적어야 불이 밝다.’라는 이유로 1-2문항을 설명하여 개념 일관성 정도를 ‘하’로 분류한 학생은 34명으로 21.3%, 3-4 문항을 설명하여 개념 일관성 정도를 ‘중’으로 분류한 학생은 62명으로 38.8%, 5-6문항을 설명하여 개념 일관성 정도를 ‘상’으로 분류한 학생은 54명으로 33.8%로 나타났다. 따라서 전기 회로에서 전구의 밝기에 대한 개념에 대해 개념 일관성 정도가 높은 학생들과 낮은 학생들이 있음을 알 수 있다.

학생들의 사전개념 일관성 정도는 학생들의 인지구조의 일면을 보이는 것으로, 개념 일관성 정도가 높다는 것은 학생이 가지고 있는 개념이 과학적 개념이든 비과학적 개념이든 간에 개인적으로 볼 때에는 논리적으로 일관된 설명 체계를 가지고 있는 것이라고 볼 수 있다. 따라서 이는 학생의 논리적 사고 정도와 밀접한 관계가 있을 것이라고 생각되나 초등학생들의 대부분이 형식적 조작기로 발전하지 못한 상태라는(오상관, 1994) 연구가 있었으므로, 과학 학업 성취도와와의 관계에 초점을 맞추었다.

## 3. 학업 성취도와 사전개념 일관성 정도와의 관계

학업 성취도는 어떤 한 가지의 개념 검사에 의한 것으로 기준을 삼는 것보다는 일반적이고 포괄적인 과학 학업 성취도를 기준으로 삼고자 담임교사가 과학 성적을 상, 중, 하로 구분하여 제시한 자료를 활

표 4. 학업성취도와 사전개념 일관성 정도와의 관계

학업성취도	사전개념 일관성 정도 평균	표준편차	F
상 (N=60)	2.05	0.79	9.880** (상 > 하, 중 > 하)
중 (N=54)	2.31	0.80	
하 (N=45)	1.56	0.99	

†사전개념 일관성 정도 무: 0, 하: 1, 중: 2, 상: 3  
\* $p < 0.05$

용하였다. 표 4는 과학 학업 성취도와 개념 일관성 정도를 나타낸 것이다. 개념 일관성 정도는 ‘무’를 ‘0’으로 ‘하’를 ‘1’로 ‘중’을 ‘2’로 ‘상’을 ‘3’으로 표시하였다.

표 4는 이를 통계적 방법으로 알아본 것이다. 개념 일관성 정도는 과학 학업 성취도 ‘하’인 학생들과 과학 학업 성취도 ‘중’인 학생들 사이에 유의미한 차이를 보였고, 과학 학업 성취도 ‘하’인 학생들과 과학 학업 성취도 ‘상’인 학생들 사이에서도 유의미한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 이는 과학 학업 성취도가 사전개념의 일관성 정도와 밀접한 관계가 있음을 나타내는 것으로, 과학 학업 성취도가 높은 학생들은 성취도가 낮은 학생에 비해, 경험과 이전 학습에 의해 얻은 사전개념을 나름대로 구조화하여 사전개념이 견고하여졌음을 알 수 있다.

4. 개념 일관성 정도와 인지갈등

학생들의 개념 일관성 정도는 인지갈등 유발에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위해 그림 2에 제시한 사전개념 문항 5번과 같은 불일치 상황을 제시하였다. 이에 모든 학생들은 과학 개념으로 설명을 하지 못하였고, 이 학생들을 대상으로 Lee 등(2003)이 개발한 인지갈등 검사지로 인지갈등 검사를 실시하였다.

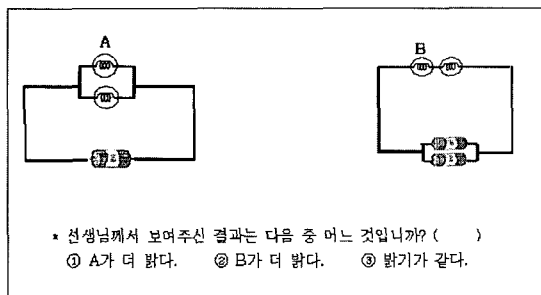


그림 2. 불일치 상황 제시 문항.

표 5. 개념 일관성 정도와 인지갈등

개념 일관성 정도	인지갈등 정도의 평균(반점=48)	표준편차	F
상 (N=54)	28.41	7.21	3.884* (상 > 하, 상 > 무)
중 (N=62)	25.37	8.52	
하 (N=34)	23.97	7.94	
무 (N=10)	21.20	4.16	

\* $p < 0.05$

표 5는 사전개념의 일관성 정도와 인지갈등과의 관계를 나타낸 것이다. 이를 통계적으로 분석해 보면 인지갈등 정도는 개념 일관성 정도 ‘상’과 개념 일관성 정도 ‘하’, 개념 일관성 정도 ‘상’과 개념 일관성 정도 ‘무’간의 유의미한 차이가 있음을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ). 이는 개념 일관성 정도가 높아질수록 인지갈등이 많이 일어난다는 것을 의미한다. 학생들은 자신이 학습과 경험으로 터득해온 논리가 개념의 핵이 되어 짧은 시간의 학습으로는 비과학적 개념을 과학적 개념으로 변화시키기 어려우며, 그 과정에서 학생들은 자신이 가지고 있는 인지구조와 논리 체계로 설명할 수 없는 상황에 직면하여 인지갈등을 일으키는 것으로 보인다. 따라서 인지구조와 논리 체계가 견고하여 개념 일관성 정도가 높을수록 인지갈등을 더 많이 일으키는 것으로 해석할 수 있다.

표 6은 사전개념의 일관성 정도와 인지갈등의 요소와의 관계를 나타낸 표이다. Lee 등(2003)이 개발한 인지갈등 검사지의 요소는 자신이 가지고 있던 사전개념과 교사가 보여준 상황이 불일치한 것이라는 것은 인식하는 것을 묻는 인식, 자신이 가지고 있던 개념으로 설명할 수 없는 상황에 직면하여 그 상황을 흥미 있다고 생각하는가를 묻는 흥미, 자신이 가지고 있는 개념으로 설명할 수 없어서 생기는 불안, 그 결과를 알아보고자 하는 재평가로 나누어져 있다. 이 결과를 통계적으로 분석해 보면 흥미, 불안, 재평가에서는 개념 일관성 정도가 높아짐에 따라 평균이 올라가는 경향을 보이나 통계적으로 유의미하게 차이를 보이지 않았다. 그러나 교사가 보여준 상황이 자신이 가지고 있던 사전개념으로 설명할 수 없는 것임을 인식하는 경향은 개념 일관성 정도 ‘상’과 ‘하’, ‘상’과 ‘무’, ‘중’과 ‘무’간에 통계적으로도 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 자신의 사전개념이 확실하여 일관되게 사전개념을 드러내는 학생일수록 교사가 보여주는 상황이 자신의 개념으로 설명할

표 6. 개념 일관성 정도와 인지갈등 요소와의 관계

	개념 일관성 정도	인지갈등 정도의 평균	표준편차	
인식	상 (N=54)	8.74	2.40	7.261* (상 > 하, 상 > 무, 중 > 무)
	중 (N=62)	7.95	3.10	
	하 (N=34)	6.56	3.33	
	무 (N=10)	4.90	2.69	
흥미	상 (N=54)	8.13	2.57	1.843
	중 (N=62)	6.94	3.00	
	하 (N=34)	7.82	3.10	
	무 (N=10)	7.20	2.62	
불안	상 (N=54)	4.59	3.12	1.204
	중 (N=62)	4.39	3.12	
	하 (N=34)	3.53	2.61	
	무 (N=10)	3.40	2.41	
재평가	상 (N=54)	6.94	2.82	1.227
	중 (N=62)	6.10	3.02	
	하 (N=34)	6.60	2.65	
	무 (N=10)	5.70	2.75	

\* $p < 0.05$

수 없음을 쉽게 인식하는 것으로 볼 수 있다. 즉 개념 일관성 정도가 낮은 학생들은 교사가 보여주는 새로운 상황이 자신이 확실하게 과학적으로 모르고 있었던 개념임을 인식하는 데 있어 개념 일관성 정도가 높은 학생들에 비해 낮은 인식 정도를 보이는 것이라 해석할 수 있다. 이는 자신이 가지고 있는 개념 자체가 불분명하고 논리 체계가 분명하지 않는데서 기인한다고 볼 수 있다.

김영길(2005)은 중학생의 관성 개념에 관한 개념 일관성 정도와 인지갈등과의 관계의 연구에서, 중학생들은 인지갈등 요소 중 인식과 재평가에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다고 했다. 인식에서 유의미한 차이를 보임은 본 연구와 같은 결과이나 본 연구에서는 재평가에서는 유의미한 차이를 나타내지 않았다. 이는 초등학생들의 논리수준이 낮아 자신의 인지에 대하여 재평가할 능력이 부족하기 때문일 것이다. 초등학생들은 자신의 생각이 잘못되었는지를 확인하기를 원하기보다는 단순하게 결과를 받아들인다. 실험 결과에 대해서도 그 이유를 생각하거나 실험 결과를 설명하는 근거를 찾는 복잡하고 어려운 과정은 초등학생의 논리수준에서는 기대하기 어려운 부분이다.

인지갈등을 많이 느끼면 개념변화에 효과적이라는

연구가 있다(김범기와 권재술, 1995; 이영직, 1998; Dreyfus *et al.*, 1990; Druyan, 1997; Hewson & Hewson, 1984; Niaz, 1995; Thorley & Treagust, 1987). 또, 개념의 일관성 정도가 높다는 것은 자신의 개념에 확신도가 높다는 뜻이 된다. 이 결과 또한 개념변화에 유리하다는 연구 결과가 있다(이영직, 1998). 따라서 사전개념의 일관성 정도가 높을수록 인지갈등이 잘 일어난다는 것은 개념변화가 잘 될 수 있는 조건이 된다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학생들이 간단한 전기회로에서 전구의 밝기에 대한 사전개념에 어느 정도의 개념 일관성을 가지고 있는지 알아보고 그 개념 일관성 정도가 과학 학습 성취도와 관계가 있는지를 알아본다. 또한 개념 일관성 정도와 개념변화의 필요조건인 인지갈등 정도와의 관계를 알아봄으로써 개념변화의 가능성을 알아보았다. 이 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 많은 초등학교 5학년 학생들은 전구의 밝기를 결정하는 요인에 대해 다양한 생각을 가지고 있으며, 그 중 ‘전지와 전구의 연결방법과 상관없이 전지 수는 많고 전구 수가 적어야 전구가 밝다’는 비과학적 생각을 일관적으로 가지고 있는 학생이 많은 것으로 나타났다.

학생들에게서 여러 개념이 나타나지만 그 중 특히 많이 나타나는 개념이 있으며, 이는 학생들에게 견고하게 자리 잡은 개념으로 보인다. 이는 학생들의 개념이 비교적 일관성 있는 설명구조를 형성하고 있다는 Vosniadou(1999)의 연구와 맥을 같이 한다.

그러나, 학생에 따라 개념의 일관성을 보이는 정도가 달랐다. 이는 학생의 개념의 견고한 정도가 다르다는 뜻으로 학생의 수업 전 개념이 일관성을 나타낸다거나(Chi & Roscoe, 2002; Vosniadou, 1999) 일관성이 부족하다는(diSessa, 1993) 일반적인 설명보다는 개념의 일관성 정도는 학생에 따라 다르다고 해석해야 할 것이다.

둘째, 과학 학습성취도가 높으면, ‘전지와 전구의 연결방법과 상관없이 전지 수는 많고 전구 수가 적은 회로의 전구가 밝다.’는 사전개념의 일관성 정도가 높게 나타났다.

비과학적 개념이지만 사전개념에 일관성 정도가 높

다는 것은 자신의 개념에 확신이 있고 어느 정도의 인지구조가 형성되어 있을 것으로 보인다. 이에 불일치 상황을 보면 자신의 생각과 다른 자료에 대한 인식과 흥미가 높게 나타나, 성취동기가 높을 것으로 예상된다. 따라서 성취동기 수준이 높은 학생이 학업 성취도도 높게 나타났다(성태동, 2003)는 연구에 의하면 학업성취도가 높을수록 개념 일관성 정도를 높게 나타내는 것으로 보인다.

셋째, ‘전지와 전구의 연결방법과 상관없이 전지 수는 많고 전구 수가 적어야 불이 밝다.’는 사전개념의 일관성 정도가 높을수록 인지갈등 점수가 높게 나타났으며, 인지갈등 요소 중에서는 ‘인식’에서 개념 일관성 정도에 따라 유의미한 차이를 보였다. 자신의 개념이 견고하면 불일치 상황을 보았을 때, 그 상황이 자신의 생각과 다름을 정확하게 인식할 것으로 보인다. 따라서 인지갈등 정도가 높게 나타나는 것으로 보인다. 그리고 이는 인지갈등이 개념변화의 필요조건이 된다(권재술 등, 2003)는 연구에 기초하여 볼 때 사전개념의 일관성 정도가 높은 학생은 개념변화가 잘 될 것이라는 생각을 하게 한다.

이 연구는 초등학생들이 사전개념에서 일관성 정도를 나타냄을 알아, 이 개념 일관성 정도와 학업성취도와의 관계를 밝히고, 개념 일관성 정도와 인지갈등을 일으키는 정도만을 비교한 것으로 이 후, 개념변화가 일어나는 과정에서의 개념 일관성 정도에 따른 차이를 연구해야 할 것이다. 왜냐하면 사전개념 일관성 정도가 인지갈등 점수와 정적 관계에 있으므로 개념 일관성 정도가 높을수록 개념변화가 더 잘될 것으로 예상이 되지만, 학생 개념의 핵이 되어 개념변화를 방해할 수도 있는지에 대한 보다 구체적인 연구가 필요하기 때문이다.

## 국문요약

학생들은 과학수업을 통해 과학적 개념을 접하기 전에 경험을 통해 그와 관련된 사전개념을 가지고 있거나, 과학적 개념이 아니더라도 현상의 원인을 예상하는데 필요한 근거를 제시할 수 있는 논리적 사고력, 인지구조 등이 포함된 사전개념을 가지고 있다. 이 사전개념이 과학 수업을 통해 과학적 개념을 형성해 가는 것을 방해하는 요인이 될 수 있다는 많은 연구가 있었다. 또한 이 사전개념은 견고하여 잘 바뀌지 않는 것으로 알려져 있다. 자신이 가지고 있는

사전개념이 견고하고 이로써 인지구조를 형성하고 있다면 같은 맥락의 많은 유형의 문제를 같은 사전개념으로 이해하고 설명하는 일관성을 갖게 될 것이라는 가설을 바탕으로 ‘초등학생들의 전구의 밝기에 대한 사전개념’을 알아보았다. 사전개념은 어떠한 이 사전개념이 일관성을 나타내는지, 또한 개념 일관성 정도는 과학 학업 성취도와 어떤 관계가 있으며 개념변화의 필요조건이라 할 수 있는 인지갈등 정도와 관계가 있는지 알아보았다.

연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 초등학생들은 전구의 밝기에 대해 다양한 사전개념을 가지고 있는데 대부분 과학적 개념이 아니었다. 둘째, 초등학생들의 사전개념은 일관성을 나타내었는데 그 정도는 학생에 따라 달랐다. 셋째, 과학 학업 성취도가 높은 학생들이 개념 일관성 정도가 높은 것으로 나타났다. 넷째, 개념 일관성 정도가 높을수록 인지갈등이 높은 것으로 나타났다.

이 연구 결과에 의하면, 개념 일관성 정도가 높을수록 개념변화에 유리할 것이다. 그러나 인지갈등이 일어났다하여 모두 개념변화를 쉽게 일으키는 것은 아니라는 연구들이 있다(노태희 등, 2002). 따라서 개념 일관성 정도에 따라 학생들의 개념변화 과정에 어떤 특성을 보이는지 연구해야 할 것이다. 즉, 사전개념에 일관성 정도를 보이는 것이 개념변화에 어떤 영향을 미치는지에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 하겠다.

## 참고문헌

- 강심원, 우종욱(1995). 인지양식에 따른 인지수준과 과학탐구능력에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 15(4), 404-416.
- 고유경(2003). 학습동기가 높은 학생들의 학업성취도 수준에 따른 의지조정 전략 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 권재술, 이경호, 김연수(2003). 인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. 한국과학교육학회지, 23(5), 574-591.
- 김명련(1994). 인지갈등 수업 전략이 중학생의 과학 개념변화와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김범기, 권재술(1995). 과학 개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-486.
- 김영길(2005). 중학생의 관성에 대한 개념의 일관성 정도와 인지갈등과의 관계. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 노태희, 정은희, 강석진, 한재영(2002). 개념 학습에서 변칙



- 사례의 역할. 한국과학교육학회지, 22(3), 586-594.
- 박종원(2002). 학생 개념체계의 연속적 세련화와 정교화를 통한 개념변화 분석. 한국과학교육학회지, 22(2), 357-377.
- 성태동(2003). 성취동기, 성적/학습압력 유형 및 학업성취도와의 관계. 한국교원대학교 석사 학위논문
- 오상관(1994). 국민학생의 논리적 사고력과 과학 탐구능력과의 관계. 한국교원대학교 석사 학위논문
- 이경호, 권재술(1999). 관성개념에 대하여 자기의 생각과 불일치하는 상황의 유형에 따른 학생의 반응. 한국과학교육학회지, 19(4), 516-527.
- 이영직(1992). 뉴턴 운동법칙에 관한 학생들의 오개념 견고성. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이영직(1998). 인지갈등에 의한 고등학생의 물리 개념변화. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 조희형, 최경희(2002). 구성주의와 과학교육. 한국과학교육학회지, 22(4), 820-836.
- Appleton, K. (1997). Analysis and description of students' learning during science classes using a constructivist-based model. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 303-318.
- Chi, M. T. & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In M. Limón, & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3-27). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225.
- diSessa, A. A. (2002). Why "conceptual ecology" is a good idea. In M. Limón, & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 29-60). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change - some implication, difficulties, and problems. *Science Education*, 74, 555-569.
- Druryan, S. (1997). Effects of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research on Science Teaching*, 34, 1083-1099.
- Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8, 229-249.
- Hewson, P. & Hewson, M. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Lee, G., Kwon J., Park, S. S., Kim, J. W., Kwon, H. G., & Park, H. K. (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 585-603
- Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialectic-constructivist perspective. *Journal of Research on Science Teaching*, 32, 959-970.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accomodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Thorley, N. & Treagust, D. (1987). Conflict within dyadic interactions as a stimulant for conceptual change in physics. *International Journal of Science Education*, 9, 203-216.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou and M. Carretero (Eds.), *New perspective on conceptual change* (pp. 3-13). New York: Elsevier Science.
- Vosniadou, S. (2002). On the nature of naive physics. In M. Limon, & L. Mason (Eds.) *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp 61-76). Dordrecht: Kluwer academic publishers.