

인지갈등 전략을 이용한 과학 개념변화에서 학습자 특성의 효과

권난주 · 권재술
(경인교육대학교) · (한국교원대학교)

The Effects by Learners' Characteristics on Scientific Conceptual Changes using Cognitive Conflict Strategy

Kwon, Nan-Joo · Kwon, Jae-Sool

(Gyoung-in National University of Education) · (Korea National University of Education)

ABSTRACT

Cognitive conflict plays a very important role towards conceptual change in science education. Many research were conducted on the topic, but they were limited and failed to determine the effectiveness of cognitive conflict strategies for conceptual change on science instruction. It is worth noting that the levels of cognitive conflict varied the same given situation. Besides, the conceptual change resulted in different forms, despite the same level of cognitive conflict. Assuming that one explanation could be found in the learners' characteristics, this study investigated the cognitive conflict and scientific conceptual change by learners' characteristics of middle school students. A proper understanding of the cognitive conflict will help science teachers to apply effectively the strategies towards science conceptual instruction. In this study, learners' characteristics are 'intelligence', 'cognitive level', 'general grade of science subject', 'cognitive style', 'personality', and 'attitudes related to science'. The results says; the intensity of cognitive conflict correlated with students' personality (reflectiveness) and attitudes related to science, and conceptual change correlated with intelligence and cognitive level.

Key words: cognitive conflict, conceptual change, learners' characteristics

I. 서 론

과학교육의 이론과 실재를 담당하는 과학교육자와 과학교사들은 과학교육 분야에서 교수-학습을 비중있게 다루고 있으며, 그 중에서도 과학내용의 개념학습을 중요시 여긴다. 그동안 개념학습의 효과적인 전략으로 인지갈등의 중요성이 강조되었고, 적용에 관한 연구도 계속되고 있다(국동식과 김대영, 2000; 김명련, 1994; Kwon, 1997; Niaz, 1995). 오늘날의 과학교육을 이전과 비교할 때 가장

달라진 점은 교육과 연구의 주체가, 교사중심의 교수에서 학생중심의 학습이 된 것이므로(Mintzes *et al.*, 1998; Fensham *et al.*, 1994), 이제는 수업 실제에서 개념학습에 갈등이 얼마나 영향을 미치는지 학생의 입장에서 볼 필요가 있다.

인지갈등과 개념변화에 대한 기존 연구들은 대부분, 선개념을 확인하여 불일치 상황을 주어 갈등을 유발한 다음, 과학개념을 도입하여 갈등을 해소하는 것이었다(임이숙 등, 1998). 이는 오개념, 인지갈등, 새로운 개념이라는

일차원적인 과정으로서, 사전과 사후의 개념검사 결과만을 비교하여 인지갈등의 효과를 논한다. 여기서 주목할 것은 학생들에게 갈등 상황을 제공하였다 해도, 오개념을 가진 모든 학생들에게 인지갈등이 일어나지는 않았으며, 인지갈등이 일어난 모든 학생들이 개념변화 되는 것은 아니라는 점이다(Stavy, 1991). 같은 전략을 사용하여도, 어떤 학생들은 갈등이 일어나고 어떤 학생들은 그렇지 않으며, 갈등이 일어났다 해도 어떤 학생들은 개념변화되고 어떤 학생들은 그렇지 않는다(박종원, 1996).

이러한 관점에서 만약 학생들의 어떠한 차이가 인지갈등의 차이와 개념변화의 차이를 일으키는 지 알아낼 수 있다면, 효과적인 인지갈등 방법이나 개념변화 전략에 대한 중요한 단서를 얻을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 이 차이를 학습 변인 중 하나인 학습자의 특성으로 보고 다음과 같은 연구문제를 중심으로 알아보려 한다.

- 1) 학생들이 자신의 개념에 불일치한 현상을 보고 인지갈등을 일으키는가? 그 갈등의 정도는 어떠한 학습자 특성과 관계있는가?
- 2) 학생들은 자신의 개념에 불일치한 현상을 보고 난 후, 가지고 있던 오개념을 과학개념으로 개념변화 하는가? 그 개념변화 여부는 어떠한 학습자 특성과 관계있는가?

II. 연구의 개요와 배경

이 연구는, 왜 같은 과학 현상을 보여주어도 유발되는 갈등의 정도가 다른 것이며, 왜 같은 정도의 갈등이 일어나도 개념변화가 되고 안 되는냐라는 의문을, 학습자 특성의 차이로 보는데서 출발한다.

개념변화를 목적으로 하는 과학수업에서 인지갈등 전략을 사용한다면, 인지갈등 정도의 차이와 개념변화 여부를 Fig. 1처럼 표시할 수 있다. 가로축의 인지갈등이 세로축의 개념변화 여부에 영향을 미친다고 볼 때, 예를 들어 A 집단은 인지 갈등 정도는 낮으나 개념변화가 된 학생들이고, D 집단은 인지갈등 정도가 높으나 개념변화가 되지 않은 학생들을 말한다.

따라서 A와 C학생들과 B와 D 학생들을 묶어 비교하면, 같은 경험을 하여도 인지갈등은 낮거나 높은 학생들의 특성을 볼 수 있을 것이며, A와 B, C와 D 학생을 비교하면, 같은 수업을 한 후 개념변화가 된 학생들과 되지 않은 학생들을 비교할 수 있을 것이다.

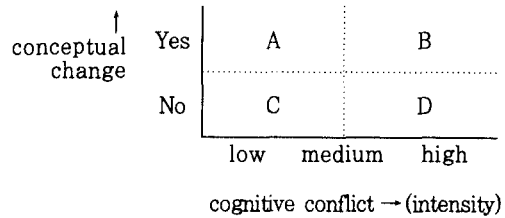


Fig. 1. The classification by cognitive conflict and conceptual change

연구목적에 위해서는 조사연구와 함께 약간의 처치가 수반되는 실험연구가 따라야 한다. 알아보려 하는 학습자 특성들을 조사하여야 하고, 갈등유발이 가능한 처치를 개발하여 사전-사후 개념변화를 조사하여야 한다.

먼저, 인지갈등과 개념변화에 관한 문헌 연구를 수행하며, 학생들의 학습변인과 그들이 가지고 있는 과학개념과 오개념에 대한 기초조사를 한 후 그에 따른 선개념에 대한 인지갈등 자료와 개념설명 자료를 제작한다. 본 연구에 필요한 모든 검사도구를 선검함에 있어 여러 예비 조사를 거쳐 연구 대상의 학령에 적절한지 확인하였다.

연구대상 학생은 지역 및 성별을 안배하여 서울시 강남 140명, 외곽 109명, 광역시 171명, 중소도시 157명, 군읍 지역 200명의 중학교 1학년이며, 총 5개교 20학급 777명을 표집하였다.

인지갈등은 '인식', '흥미', '불안', '비판' 네 요소로 된 심리적 반응이다. 인식은 불일치 상황에 대한 인식이며, 흥미는 자신의 개념과 다른 상황에 대한 호기심과 재미, 그리고 불안은 긴장과 답답함에 의한 혼란이고, 비판은 실험 결과에 대한 비판적 사고 즉 인지적 재평가를 말한다(이영직, 1998). 측정은 한국교원대학교 물리교육연구실에서 개발한 지필검사지(김정환, 1999; Lee et al., 2003)로 하였다.

학습자 특성이란 인지갈등이나 개념변화에 영향을 끼칠 수 있으리라 예상되는 학생 개별특성을 말하며, 과학교육 전공교사 48인의 설문과 개념변화 관련연구의 분석적 고찰을 통한 것이다(권난주, 2000; 김범기와 권재술, 1995; 정진수, 1994; 최도형, 1989; 허형, 1982; Lawson & Wollman, 1977; Vernon, 1958). 일반화 또는 표준화 검사지가 존재하며, 검사결과가 정량화 가능한 것들로 최종 선정한 학습자 특성은 6가지이다(지능, 인지수준, 성적, 인지양식, 성격, 과학에 관련된 태도; Table 1). 검사의 중

류가 많으므로 3개월 이상의 충분한 시간을 두고 조사하였다.

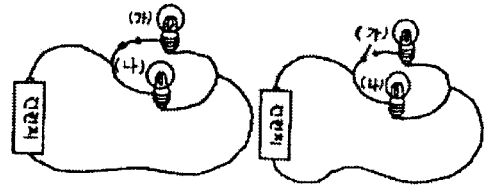
사전개념 및 인지갈등과 개념변화의 정도는 순서에 따라 측정하였다. 인지갈등 전략은 학생들의 사전 오개념에 대한 불일치 상황을 보여주어 갈등을 유발한 후, 개념도입을 통하여 갈등을 해소하는 것이다. 결과 분석을 위하여 먼저 사전개념을 검사하고, 갈등상황 후 인지갈등을 검사하며, 개념도입 후 사후개념을 검사한다. 개념변화는 '그른' 개념에서 '옳은' 개념으로의 긍정적인 변화를 말하며 사전-후 검사로 판정하였다.

인지갈등과 관련된 개념변화를 다루는 연구이므로, 이미 선행연구에서 오개념이 확인된 것들로서, 불일치한 현상을 보여주어 인지갈등이 잘 일어나는 개념을 택하였다. 인지갈등은 본능적이고 직관적인 지식과 수업에서 요구하는 지식이 모순될 때 잘 일어나며(Jones, 1990; Vygotsky, 1962), 개념에 따라 차이를 보이므로(Chi et al., 1994; Dreyfus et al., 1990), 역학과 전자기 두 분야에서 대표적인 세 문항을 선정하였다. 일반적으로 역학개념은 전자기개념보다 경험에 더 밀접하게 관련되어 있다(Thorley &

Treagust, 1987).

면담과 예비조사를 거쳐 수정 보완하여 타당도와 신뢰도를(권난주와 권재술, 1998; Shipstone et al., 1988; McDermott, 1983) 확보한 최종 문항은 다음과 같다. 선행연구에서 전기개념은 86.0%(고교)가 개념변화하였고, (이하 초중고) 작용-반작용은 41.3~71.1%, 자유낙하는 46.7~53.6%의 정답률을 보였다(이채은, 1999; 박춘길 등, 1998; 김승익 등, 1998).

1. 그림과 같이 전구 (가)와 (나)를 병렬로 연결하였더니 두 전구의 밝이 커졌다. 만약 전구(가)를 끈다면 전구(나)의 밝기는 어떻게 될까? [전기]



- ① 밝아진다 ② 어두워진다 ③ 변화없다 ④ 꺼진다

Table 1. Instruments of learners' characteristics

	Content (item)	Main source	Data collection	Data (value)
Intelligence	general intelligence	group paper and pencil test of intelligence (Institute For Better Education, 1997)	existing data	IQ
Cognitive level	ability of logical thinking	GALT short version [group assessment of logical thinking] (Roadranka et al., 1983)	paper & pencil test (40 minutes)	full score =12
Grade	grade of science subject (knowledge/ performance)	score of final exam. (each school)	existing data	T-value by school
Cognitive style	tendency of field independent/ dependent	group embeded figure test (Cheon et al., 1983)	paper & pencil test (25 minutes)	full score =32
Personality	emotional stability, dominance, sociability, responsibility, reflective-ness, confirmity, masculinity, impulsiveness, superiority	inventory test of personality (ChungAng Aptitude Testing Service, 1987)	paper & pencil test (50 minutes)	9 items (% score)
Attitudes related to science	-attitude to the science -social meaning of science -attitude towards science subject -scientific attitude	test of attitudes related to science (Cheong et al., 1996)	paper & pencil test (15 minutes)	4 categories (full=200)

II. 그림과 같이 책상 위에 용수철 저울을 놓고 양쪽에 2N의 추를 매달면 저울의 눈금은 얼마를 가리킬까? [작용-반작용]



- ① 0N ② 2N ③ 4N ④ 기타

III. 뭉친 종이와 쇠구슬을 약 1m 높이에서 동시에 떨어뜨렸다. 어느 것이 먼저 떨어지겠는가? [자유낙하]

- ① 뭉친 종이가 훨씬 먼저 떨어진다.
- ② 쇠구슬이 훨씬 먼저 떨어진다.
- ③ 거의 동시에 떨어진다.
- ④ 기타

III. 결과 및 논의

1. 인지갈등과 학습자 특성

1) 불일치 상황에 대면한 학생들의 인지갈등

인지갈등은 선개념에 대한 '불일치' 상황을 보는 것이므로, 사전검사 오답자들만을 분석한 결과, Table 2에서처럼 전체적으로 불일치에 대한 '인식' 반응이 가장 높고 '불안'이 가장 낮았다. '인식', '흥미', '비판'은 반응이 일어나는 학생이 일어나지 않은 학생보다 많았고, 반응 최고치를 보인 학생 빈도가 가장 많았다. 이것은 현상제시를 이용한 갈등유발 전략에 있어서, 불안보다는 인식과 흥미가 높다는 선행연구(권혁구, 1999)와 일치한다. '불안'은 일어나지 않은 학생들이 일어난 학생들보다 많고, 심지어 전혀 느끼지 않는다는 학생 빈도가 가장 많아서

완전히 다른 분포를 보였다.

개념의 종류별로 보면, 전기문제에서는 사전 정답률이 29%에 그쳤으며, 비판을 제외한 모든 요소에서 타 개념에 비해 유의미하게 낮은 점수를 보였다. 반응치에 따른 인원 분포에서도 전기 개념만은 '인식', '흥미', '비판' 반응에서 최고치의 갈등을 일으킨 학생수가 상대적으로 낮았다. 이같이 전기 문제는 학생들의 오개념에 대한 불일치 상황을 제시하였다 해도 갈등의 각 요소에 대한 반응이 약하다. 전기현상을 접하는 것은 주로 일상적 경험보다는 과학책과 수업이므로, 흥미 뿐 아니라 인지적 사고의 비판도 적다고 할 수 있을 것이다.

용수철저울을 이용한 작용-반작용개념과 종이뭉치와 쇠구슬의 자유낙하 개념의 문항에 대한 반응유형은 유사하였다. 인식, 흥미와 비판 반응의 점수별 인원분포를 보면, 최고치를 보인 학생수가 가장 많았다. 일상에서 쉽게 볼 수 있는 역학현상은 자신의 개념과 일치하지 않음을 좀더 직접적으로 느낀다.

양쪽에서 당길때 센 힘쪽으로 끌리는 것과 크고 무거운 것이 가벼운 것보다 빨리 떨어지는 것을 보아 온 학생들에게 갈등이 많이 일어나는 것이다.

비판 요소를 제외한 인식, 흥미, 불안 모든 항목에서 전기 개념의 갈등이 가장 낮고 자유낙하에 대한 갈등이 가장 컸다. 자유낙하 문항은 검사 전후에 배우는 단원 내용이기 때문에 정답률은 45%로 높고, 검사당시 5개교의 770여명을 직접 관찰한 결과, 학생들의 직접적인 반응이 가장 많이 나타나는 개념이었다. 종이뭉치와 쇠구슬이 동시에 교실바닥에 떨어지는 것을 확인하는 순간, 거의 모든 학급에서 박수와 탄성이 터져 나왔으며, 서로 나와서 해 보려는 학생들, 다시 해보라는 학생들이 많았다.

역학이 전자기보다 갈등이 더 잘 일어나는 것은 선행연

Table 2. The mean differences of cognitive conflict intensity by 3 concepts (ANOVA)

Conception	Number of students (wrong preconception)	Cognitive conflict item (full=each 12)				Total score
		Recognition	Interest	Anxiety	Reappraisal	
Electricity (N=669)	475 (71%)	7.0	6.3	4.0	6.6	23.9
Action-reaction (N=678)	497 (73%)	8.1	6.8	4.9	6.9	26.7
Free-fall (N=682)	378 (55%)	8.5	7.6	5.1	6.9	28.2
F값		22.840*	15.986*	15.487*	1.670	16.774*
Total (N=2029)	1350 (67%)	7.8	6.8	4.6	6.8	26.1

*p<.001

구(김지나, 1997)에서도 확인한 바 있다. 자신의 생각과 달리 결과를 눈으로 확인하고서도 밝기가 조금 다르다고 관찰하는 개념의존적 반응을 보이는 것이다(문충식, 1990).

2) 학습자 특성에 따른 인지갈등

인지갈등 정도를 총점(48점)기준으로 32점 이상을 갈등 '고', 16점 미만을 갈등 '저', 그 중간을 '중'으로 하여 세 집단으로 나누었다. 집단별 인원을 보면 전기개념보다 갈등이 더 많이 일어났던 두 역학개념에서 갈등 '고' 집단의 학생이 가장 많았다(Fig. 2).

갈등정도에 따른 집단별 학습자 특성들의 평균을 비교하고 통계적인 차이를 보이는 특성들만 나타내면 Table 3과 같다. 개념별로 보면, 전기개념에 대해서는 성격(지배성, 사려성)과 과학에 관련된 태도에서, 두 역학개념에서는 지능과 성격(사려성, 동조성), 과학에 관련된 태도에서 갈등정도에 따른 집단별 차이가 나타났다. 작용-반작용은 성적에서도 집단별 차이가 있다. 모든 차이는 갈등이 큰 집단일수록 각각의 학습자 특성 점수가 높게 나타났다.

지능은 학습능력이자 새로운 문제와 상황에 대한 일반적 적응력이고, 지배성은 주체적이고 적극적인 성향을, 사려성은 논증, 반박, 증명, 추리 등 반성 성향을, 동조성은 적응성, 대응성을 말한다. 과학에 관련된 태도에서 '과학적 태도'는 탐구정신과 관련하여 호기심, 비판성, 자신성, 협동성, 솔직성 등이 포함되어 있고 '과학에 대한 태도'와 '과학교과에 대한 태도'는 각각 과학전반과 과학과목에 대한 흥미와 선호도를 말한다. 따라서 갈등이 큰 집단은 이러한 학습자 특성이 높다는 결과이다.

모든 개념에서 차이가 있는 특성을 정리하면, 사려성(성격)과 과학에 관련된 태도라는 두 가지로 압축된다. 즉 자신의 오개념에 불일치한 상황을 접하였을때 인지갈등을

더 많이 일으킨 학생들은, 비교적 사려성이 높거나 과학에 관련된 태도가 긍정적이라고 할 수 있다.

Fig. 2. The numbers of Students by cognitive conflict intensity by 3 concepts

2. 개념변화

1) 갈등상황 후 학생들의 개념변화

학생들의 선개념에 불일치한 현상을 직접 실험으로 보여주어 갈등상황을 만들어준 후, 개념설명을 통하여 갈등 해소 과정을 거치게 하고 사후 개념변화를 확인하였다.

총 777명중에서, 검사에 불성실한 학생과 기존에 옳은 개념을 가지고 있던 학생을 제외하면 개념별로 각각 475, 497, 378명이었다.

이 중에서 1주일후 사후검사에 참가한 465, 486, 369명을 최후분석하여, 사후검사 5문항 중 4문항 이상의 정답자를 개념변화 학생으로 간주하였다. 그 결과 오개념을 가진 학생들 중에서 현상제시를 통한 갈등상황 후에 옳은 과학개념으로 변화한 학생은 개념별로 각각 291명(62.6%), 346명(71.2%), 174명(47.2%)이었다.

첫번째 전기개념의 경우, 아직 전류나 전압 등의 용어를 완전히 배우지 않은 상태이므로, 정답에 대한 이유를 쓸 때 학생들은 전기의 힘, 에너지, 전류 등이 과학적인 개념과 정확히 일치하지 않은 경우도 많았다. 따라서 병렬 구조를 언급하면서 밝기가 같다고 정답을 택하였거나, 전구를 켤 수 있는 에너지나 힘이 병렬의 양쪽 줄기에서

Table 3. The mean differences of learners' characteristics by cognitive-conflict intensity (ANOVA)

Conception	IQ	Grade of science	Cognitive style	Personality			Attitudes related to science			
				DOM	REF	CON	Science	Social	Subject	Scientific
Electricity				**	**		**		**	**
Action-reaction	*	**			**	**	**	*	**	**
Free-fall	*		*		**	*	**	**	**	**

*p<.05, **p<.01

- Personality (DOM-dominance, REF-reflectiveness, CON-conformity)

- Attitudes (Science/ attitude to the science, Social/ social meaning of science,

Subject/ attitude towards science subject, Scientific/ scientific attitude)

같음을 말하면 개념변화된 것으로 간주하였다.

작용-반작용 개념의 경우, '양쪽에서 같은 힘을 작용하였기 때문에', '왼쪽의 추는 고정해 주는 역할만 하므로' 등의 답은 개념변화를 판단할 근거가 애매하므로 나머지 객관식 네 문항의 결과를 함께 보고 개념변화 여부를 판단하였다.

자유낙하 개념도 마찬가지이다. '중력을 같이 받으므로' 라는 답과, '몽겨진 종이는 쇠구슬과 공기 저항을 같이 받아서' 라는 응답이 많았다. 심지어 '지난번에 봤으니까' 라는 답들도 있었다. 사전문항과 동일한 사후문항의 정답률은 다른 개념과 차이가 없었으나, 객관식 문항까지 합산한 경우에는 정답률이 낮았다. 그 이유는 사후검사 문항중, 진공에서 무거운 것과 가벼운 것이 동시에 떨어지는 것을 묻는 두 문항의 정답률이 상대적으로 매우 낮았기 때문이다. 연구 설계 과정에서 검사지에 대한 전문가들의 내용 타당도는 높았으나, 학생들은 '공기의 저항이 같거나 무시하면' 이라는 표현과 '공기가 없는 상태' 를 연결시키지 못하였다.

비록 동시에 떨어진다는 현상 자체는 알지만 그 이유를

정확히 아는 학생들은 많지 않다는 것을 보여준다.

2) 학습자 특성에 따른 개념변화

사후검사 결과 개념변화 여부에 따른 집단별 학습자 특성을 비교하고 두 개념 이상 유의한 차이를 보이는 특성들만 나타내면 Table 4와 같다.

모두 사후검사 정답자 집단 즉 개념변화 집단의 학습자 특성 점수가 사후 오답자 집단의 점수보다 높았다. 인지양식은 장독립적 성향이며 과학에 관련된 태도 또한 비교적 긍정적으로 나타났으나, 개념의 종류에 관계없이 모두 유의미한 차이가 있는 학습자 특성은 지능과 인지수준, 성격이었다 이것은 주로 인지적 영역으로 다루어 왔던 것으로서, 앞서 인지갈등의 정도가 성격이나 과학에 관련된 태도 등 주로 정의적인 측면의 학습자 특성에서 차이를 보인 것과 극명한 대조를 보인다.

한편 1개월후 지연검사를 실시하여 사후-지연 모두 정답, 사후정답-지연오답, 사후오답-지연정답, 사후-지연 모두 오답 등 4가지 개념변화 유형으로 나누고 이들 네 집단의 학습자 특성을 분석한 결과도 유사하다(Table 5).

Table 4. The mean differences of learners' characteristics by post-conceptions (ANOVA)

Conception	IO	Cognitive level	Grade of science	Cognitive style	Personality				Attitudes related to science				
					DOM	SOC	RES	SUP	Science	Social	Subject	Scientific	
Electricity	*	*	**	**									
Action-reaction	*	**	**	*		*	*		*		**	**	**
Free-fall	**	**	**		*				*	**	*	**	**

*p<.05, **p<.01

- Personality (DOM-dominance, SOC-sociability, RES-responsibility, SUP-superiority)

- Attitudes (Science/ attitude to the science, Social/ social meaning of science,

Subject/ attitude towards science subject, Scientific/ scientific attitude)

Table 5. The mean differences of learners' characteristics by delay post-conceptions (ANOVA)

Conception	IO	Cognitive level	Grade of science	Cognitive style	Personality				Attitudes related to science				
					DOM	SOC	RES	SUP	Science	Social	Subject	Scientific	
Electricity		*	*	**									
Action-reaction	**	**	**			*	**	*		**			
Free-fall			**										

*p<.05, **p<.01

- Personality (DOM-dominance, SOC-sociability, RES-responsibility, SUP-superiority)

- Attitudes (Science/ attitude to the science, Social/ social meaning of science,

Subject/ attitude towards science subject, Scientific/ scientific attitude)

즉 모든 개념의 경우에서, 사후검사에 정답을 한 학생들이 지연검사에서도 정답을 하여 개념변화 후 그를 지속하고 있는 사후-지연 정답자 집단의 지능과 인지수준, 성적, 인지양식이, 사후-지연 모두 오답자 집단보다 높았다. 일관된 답을 하지 못한 '사후정답-지연오답' 이나 '사후오답-지연정답' 집단의 학습자 특성 점수 서열은 일정하지 않았다. 또 과학에 관련된 태도에 대한 관련성이 사라졌다. 이것은 과학에 관련된 태도 특성만으로는 오랜 기간 개념변화가 지속될 것이라고 단정할 수 없음을 나타낸다. 사후검사 뿐 아니라 지연검사를 통해 개념변화와 개념지속 정도를 검사해 본 결과, 개념변화에 영향을 미치거나 관계가 있다고 결론적으로 말할 수 있는 학습자 특성은 지능과 인지수준, 성적이다.

3. 인지갈등 정도에 따른 개념변화

앞서 인지갈등 후 개념변화를 피하였을때, 인지갈등의 여부, 개념변화의 여부에 따른 집단별 학습자 특성을 비교하였다. 여기서는 끝으로 인지갈등 정도에 따른 개념변화를 비교하였다. 이는 선행연구들에서 드러난 인지갈등과 개념변화의 관계를 구체화하기 위한 것이다. 여기에서도 개념변화란 오개념에서 과학개념으로의 변화를 뜻한다.

갈등정도에 따른 개념변화율과 그 차이를 보면(Table 6), 갈등이 많이 일어난 집단의 개념변화율이 갈등이 적게 일어난 집단의 개념변화율보다 높았다. 통계적으로는, 전기 개념과 자유낙하 개념에 대해서 갈등정도가 큰 집단이 갈등정도가 적은 집단보다 개념변화율이 유의하게 높았다.

특히 갈등의 정도가 가장 높았던 자유낙하 개념에서 사후 개념변화에 미친 갈등의 효과가 가장 컸다. 반대로 비판 반응 외에는 불일치 상황 인식, 흥미, 불안의 반응이 가장 적게 일어나서 전반적인 갈등이 가장 적게 일어났던 전기 개념에서는 갈등의 효과가 크지 않았다. 특이하게도 갈등이 가장 적게 일어난 '저' 집단의 학생들도 갈등이 큰 '고' 집단의 학생들보다는 못하지만 '중' 집단의 학생들보다 정답률이 높았기 때문이다. 따라서 갈등이 잘 일어나는 상황과 개념의 경우에 인지갈등과 개념변화의 관계가 뚜렷함을 알 수 있다. 결론적으로 인지갈등은 개념변화에 긍정적인 영향을 미치며, 갈등이 잘, 많이 일어났던 개념에서 그 효과는 크게 일어난다고 말할 수 있다.

V. 결 론

학생들이 가지고 있는 과학개념에 불일치하는 상황을 현상으로 보여주어 갈등상황을 만들어 주면, 학생들은 인

Table 6. The numbers of students changed concept by cognitive conflict intensity (%)

Conception	Intensity of cognitive conflict	Post-conception (%)	
		Right	Wrong
Electricity	high (n=113)	82 (72.6)	31 (27.4)
	middle (n=262)	151 (57.6)	111 (42.4)
	low (n=90)	58 (64.4)	32 (35.6)
	N=465	291 (62.6)	174 (37.4)
		F=3.881 (p=.021)	
Action-reaction	high (n=179)	134 (74.9)	45 (25.1)
	middle (n=218)	153 (70.2)	65 (29.8)
	low (n=89)	59 (66.3)	30 (33.7)
	N=486	346 (71.2)	140 (28.8)
		F=1.161 (p=.314)	
Free-fall	high (n=169)	100 (59.2)	69 (40.8)
	middle (n=146)	54 (37.0)	92 (63.0)
	low (n=54)	20 (37.0)	34 (63.0)
	N=369	174 (47.2)	195 (52.8)
		F=9.423 (p=.000)	

지갈등을 일으켰으며, 역시 개념변화도 일으켰다. 본 연구의 결과, 인지갈등이 많이 일어날수록 개념변화가 잘 되었을 뿐 아니라 과학개념으로 바뀐 상태를 계속 유지하는 비율 또한 높았다. 특히 갈등이 잘, 많이 일어나는 개념일수록 그 효과는 더욱 컸다. 학생들의 선개념과 확실히 다르지만 일상에서 쉽게 확인 가능한 상황에서 흥미를 많이 느끼며 갈등을 많이 일으킨다.

일상 현상을 예시로 들지 않고 각각의 학습 내용에 맞춰 특수하게 만든 자료를 쓰는 학문중심이 일반 학생들에게는 오히려 효과적이지 못할 수도 있음을 보인다. 인지갈등 전략을 사용하는 수업에서 불일치 상황의 자료는 과학개념과 관련되어야 하되, 고강도, 고강도, 고강도적인 직접 경험이 가능한 흥미있는 것이어야 하는 것이다(권재술, 1991).

특히 전구나 회로, 용수철저울과 도르레 등 수업을 위해 일부러 만들어진 교재보다는 자신들의 공책장을 문친 종이와 쇠구슬 등 일상의 재료를 이용하여 자유낙하와 같이 언제나 해볼 수 있는 간편한 상황인 경우에 갈등이 잘 일어난다. 결론적으로 인지갈등은 분명히 개념변화에 긍정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 중요한 전제 조건이 될 수 있다. 갈등이 적게 일어나면 개념변화가 덜 되었고 갈등이 많이 일어나면 개념변화가 잘 되었다.

한편, 같은 오개념을 가지고 있고 같은 갈등상황을 보았음에도 불구하고 갈등의 정도와 개념변화 여부가 다른 학습자 특성 때문으로 보인다. 성격특성 중에서 사려성이 깊으며 동조적인 성격의 학생들, 과학에 관련된 태도가 높은 학생들이 갈등을 많이 일으키는 것으로 보아, 일단 과학에 관심을 가지고 주어진 실험 상황에 대해 깊이 그리고 함께 생각하는 학생들이 인지갈등을 잘 일으킨다는 것을 알 수 있다. 따라서 과학에 관련된 태도 즉 과학과 과학 교과에 대한 관심을 높이고 과학적 태도를 기르는 방안으로, 많은 과학적 경험을 할 수 있는 환경을 만들어 줄 필요가 있다. 역으로 말해 수업을 설계할 때에는 과학에 흥미와 관심이 적은 학생들을 고려한 갈등상황이 준비되어야 함을 말해 주는 결과이다.

반면 개념변화에 있어서는 오개념을 가지고 있던 학생들 중에 지능과 인지수준이 높고 평소 과학 성적이 높은 학생들이 같은 처치 후에 과학개념으로의 변화율이 높았다. 사실, 인지적 수준이 높거나 공부 잘하는 학생들이 어떠한 전략 처치 후 개념변화율이 높다는 것은 당연한 일이므로, 어떤 특정 전략 자체의 효과 때문만은 아니라고

도 할 수 있다. 갈등이 적게 일어나고도 개념이 변화된 학생들은 오히려 이미 존재되어 있는 지적 정보에 의한 깨달음을 갈등실험이 제공한 것으로 보면 된다.

그러나 그 반대인 경우, 갈등은 크게 일어났지만 개념이 변화되지 않은 학생들에게도 주목하여야 한다. 학습자 특성 조사 결과, 이 학생들은 과학에 관심이 많고 생각하는 성향이 높음에도 불구하고 지적 능력이 부족하다는 점을 볼 때, 그 책임을 학습자에게만 전가해서는 안된다고 본다. 즉 갈등이 개념변화에 효과적이지만 지적 능력이 떨어지는 학생들은 갈등이 많이 일어나도 소용없다 라고 해석해 버린다면 이러한 종류의 연구는 무가치하다. 따라서 갈등이 개념변화에 효과적인 전략이고 갈등의 정도가 직접적인 영향을 미친다는 결과를 진술할 때 갈등의 유발만큼이나 갈등의 해소가 중요함을 함께 주목해야 한다. 이는 학교 과학 수업이 다양한 능력과 다양한 관심사를 가진 학생들의 다인수 학습을 대상으로 함을 고려할 때 더욱 그러하다.

이것은 인지갈등이 개념변화의 충분조건이라는 인식에서 벗어나 학습자 특성별로 지도 가능한 방법들을 모색하는 근거가 된다. 인지갈등을 다룰 때, 이론에 집착하여 갈등만 일으키고 나서 그 갈등을 해소시키지 않은 채 개념변화를 기대하거나, 제대로 된 올바른 인지갈등을 일으키지도 않고서 개념변화를 기대하는 잘못된 갈등에 대한 사고를 버리게 될 것이다. 따라서 인지갈등을 유발하고 해소하는 데 있어 학생의 입장에서 보다 효과적인 방법이나 상황을 찾을 수 있는 것이다.

학습 목표 달성의 책임이 교사라는 것을 인정해야 한다. 학습자의 인지 구조는 학생 스스로가 능동적으로 구성하지만 일상의 생각과는 다른 내용, 잘못 알고 있었던 내용과의 대면과 접근은 교사의 안내와 협조 없이는 힘들다. 따라서 위에서 언급한 것처럼 수업 설계에서 갈등유발 전략을 준비할 때, 과학에 관심이 없는 학생들까지 고려한다면 갈등은 더욱 잘 일어날 것이다. 그리고 갈등해소 전략을 구상할 때, 공부를 잘 하지 못하고 지적 능력이 낮은 학생들을 고려한다면 개념변화는 더 용이할 것이다.

결론적으로 과학 개념학습에서 인지갈등 유발을 통한 방법은 매우 유용하고 효과적인 전략이 될 수 있다. 그러나 다양한 학습자 특성을 지닌 학생들을 위한 학교 과학 수업에서 개념변화 효과를 극대화하려면, 학생들의 개념과 수준을 잘 파악하여 학습자 특성에 따라 구체적인 계획과 준비가 된 갈등전략을 사용하여야 한다. 아울러, 보

다 많은 갈등이 일어나도록 일상 상황에 가까운 상황과 재료로 흥미로운 갈등상황을 학생들에게 제공하고, 유발된 갈등의 해소에 있어서는 보다 구체적이고 쉬운 설명이나 수업 전개를 해야 할 것이다.

국 문 요 약

과학교육에서 개념학습이 중요한 위치를 차지하는 만큼, 개념변화에서 인지갈등의 역할은 크다. 그러나 과학교육 연구에서 인지갈등을 유발하는 방법이 과연 얼마나 효과적인지 다수의 인원으로 검증한 연구가 많지 않으며, 같은 상황임에도 학생에 따라 인지갈등과 개념변화의 정도가 다른 원인에 대한 연구도 찾아보기 어렵다. 본 연구는 이러한 의문을 해결하여 인지갈등을 올바르게 이해하고, 앞으로의 개념변화 학습에 보다 효과적으로 활용하고자 인지갈등과 개념변화에 미치는 학습자 특성에 따른 차이를 알아보았다. 연구 대상은 대도시, 중소도시, 읍지역의 777명 남녀 중학생이며, 학습자 특성이란 과학 개념학습과 인지갈등 관련 문헌의 고찰과 과학교육 전문가 대상의 설문 조사를 통하여 대표적인 6가지 학습 변인으로서 지능, 인지수준, 성적, 인지양식, 성격, 과학에 관련된 태도 등이다. 연구 결과, 인지갈등 전략에 의한 개념변화에서, 인지갈등의 정도는 성격과 태도 등 정의적 영역과 관계 있으며, 과학적 개념으로의 변화는 지능, 성적 등 지적 영역과 관계 있었다.

참 고 문 헌

국동식, 김대영(2000). 인지갈등 수업모형이 대기압 개념 변화에 미치는 영향. 한국지구과학회지, 21, 369-379.

권난주(2000). 인지갈등에 의한 중학생의 과학 개념변화에서 학습자 특성의 영향. 한국교원대학교 박사학위논문.

권난주, 권재술(1998). 인지갈등을 통한 개념학습 절차 모형의 적용. 한국과학교육학회지, 18, 261-272.

권재술(1991). 학문 중심 과학교육의 문제점과 생활 소재의 과학 교재화 방안. 한국과학교육학회지, 11, 117-126.

권혁구(1999). 과학학습에서 불일치 상황에 대면한 고등학생의 인지갈등 측정도구 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.

학위논문.

김명연(1994). 인지갈등 수업전략이 중학생의 과학 개념변화와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.

김법기, 권재술(1995). 과학개념과 인지갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15, 472-486.

김승익, 권난주, 권재술(1998). 중학생의 인지갈등 집단과 비갈등 집단의 과학개념 형성. 물리교육, 16, 83-90.

김정환(1999). 과학학습에서 불일치 상황에 대면한 중학생의 인지갈등 측정도구 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.

김지나(1997). 갈등 상황 제시 유형에 따른 학생들의 물리 개념 변화. 한국교원대학교 석사학위논문.

문충식(1990). 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.

박종원(1996). 학생의 선개념과 탐구 기능이 전기 실험 결과의 해석에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 16, 222-238.

박준길, 권난주, 권재술(1998). 초등학생의 갈등유발 집단과 비갈등 집단의 개념 형성 정도 및 지속 효과. 한국과학교육학회지, 18, 273-282.

이영직(1998). 인지갈등에 의한 고등학생의 물리 개념변화. 한국교원대학교 박사학위논문.

이재은(1999). 갈등 상황 제시 유형에 따른 고등학생들의 역학 개념변화. 한국교원대학교 석사학위논문.

임이숙, 박용운, 권재술(1998). 뉴턴 운동법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 18, 473-484.

전운식(Cheon), 장혁표(1983). 집단잠입도형검사. 태화출판사.

정완호(Cheong), 권재술, 최병순, 정진우, 김효남, 허명(1996). 과학수업 모형의 비교분석 및 내용과 활동유형에 따른 적정 수업모형의 구안. 한국과학교육학회지, 16, 13-34.

정진수(1994). 중학교 과학 수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.

중앙교육진흥연구소 [Institute For Better Education] (1997). 집단지필 지능검사.

중앙적성연구소 [ChungAng Aptitude Testing Service]

- (1987). 표준화 성격진단검사.
- 최돈형(1989). 중학생의 과학 활동과 과학학습 결과의 관계 분석. 서울대학교 박사학위논문.
- 허형(1982). 인지능력과 인지양식과의 관계. 한국교육학회 연차학술발표회 원고.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & deLeeuw, N.(1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R.(1990). Applying the 'cognitive conflict' strategy for conceptual change: Some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74, 555-569.
- Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White. R. T. (Eds.)(1994). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*. London: Palmer Press.
- Jones, G.(1990). *Cognitive conflict and cooperative learning*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. ED 319 598.
- Kwon, J. S.(1997). *The necessity of cognitive conflict strategy in science teaching*. Paper presented at the international conference on science education: Globalization of science education. Seoul, Korea, May 26-30.
- Lawson, A. E., & Wollman, W. T.(1977). Cognitive level, cognitive style, and value judgement. *Science Education*, 61, 397-407.
- Lee, G., Kwon, J., Park, S., Kim, J., Kwon, H., & Park, H.(2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes, *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 585-603.
- McDermott, L.(1983). Critical review of research in the domain of mechanics. *Research on physics education: Proceeding of the first international workshop* (pp. 139-182). La Londe les Maures, France, June 26-July 13.
- Mintzes, J. J., Wandersse, J. H., & Novak, J. D. (Eds.)(1998). *Teaching science for understanding: A human constructivist view*. Academic Press.
- Niaz, M.(1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving in chemistry problems: A dialectic-constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 959-970.
- Roadranka, V., Yeany, R. H., & Padillia, M. J.(1983). *The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*. Paper presented at the 56th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas, April.
- Shipstone, M., Rhöneck, C., Kärrqvist, C., Jung, W., Dupin, J., Johsua, S., & Licht, P.(1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10, 303-316.
- Stavy, R.(1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 305-313.
- Thorley, R., & Treagust, F.(1987). Conflict within dyadic interactions as a stimulant for conceptual change in physics. *International Journal of Science Education*, 9, 203-216.
- Vernon, P. E.(1958). Education and the psychology of individual differences. *Harvard Educational Review*, 28, 91-104.
- Vygotsky, L.(1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.