

학습자의 인지적 특성이 개념 변화에 미치는 영향

강석진[†] · 박지애 · 최숙영 · 노태희*

서울대학교 화학교육과

[†]전주교육대학교 과학교육과

(2008. 5. 22 접수)

The Influences of Students' Cognitive Characteristics on Conceptual Change

Sukjin Kang[†], Jiae Park, Sookyeong Choi, and Taehee Noh*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

[†]Department of Science Education, Jeonju National University of Education, Jeonju 560-757, Korea

(Received May 22, 2008)

요약. 본 연구에서는 학습자의 인지적 특성이 불일치 사례를 이용한 개념 변화 과정에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 중학교 1학년 학생 517명을 대상으로, 학습자의 인지적 특성을 조사하기 위하여 논리적 사고력, 장의존-독립성, 심층적 학습 접근방식 검사를 실시하였다. 밀도에 대한 선개념 검사를 실시한 후, 변칙 사례를 제시한 후에 불일치 사례에 대한 반응 검사와 상황 흥미 검사를 실시하였다. 또한, 대안 가설을 제시한 후에 불일치 사례에 대한 반응 검사와 상황 흥미 검사를 한 번 더 실시하였다. 학생들은 연구자가 제작한 학습지로 밀도 개념을 개별적으로 학습하였으며, 학습 후에 주의집중 및 노력, 개념 이해도 검사를 실시하였다. 그 후, 선개념 검사 결과에서 밀도에 대한 목표 오개념(target misconception)을 가진 것으로 판별된 262명을 분석 대상으로 선정하였다. 분석 결과, 논리적 사고력이 직접적으로 개념 이해도에 미치는 영향은 불일치 사례에 의한 인지 갈등이나 상황 흥미에 미치는 영향보다 크게 나타났다. 장의존-독립성은 개념 변화에 영향을 주지 못하였다. 한편, 심층적 학습 접근방식은 상황 흥미, 주의집중을 매개로 개념 이해도에 간접적인 영향을 주었다.

주제어: 인지적 특성, 불일치 사례, 인지 갈등, 상황 흥미, 개념 변화

ABSTRACT. In this study, we investigated the influences of students' cognitive characteristics on conceptual change processes which incorporate cognitive conflict strategy using discrepant events. In order to examine students' cognitive characteristics, the tests regarding logical thinking ability, field dependence-independence, and learning approach were administered to 517 seventh graders. A preconception test of density was also administered. Students' cognitive responses and situational interest to a discrepant event were then examined. After introducing an alternative hypothesis, students' cognitive responses and situational interest to the discrepant event were measured again. The students studied the concept of density individually with a researcher-made printed material. The tests of attention, effort, and conceptual understanding were administered after the intervention. The students (N=262) who had been found to possess the target misconception were selected from the subjects. The results revealed that logical thinking ability had larger direct effect on conceptual understanding than on cognitive conflict and situational interest. Field dependence-independence was found to have no substantial effects on conceptual change. Deep approach to learning, however, indirectly influenced conceptual understanding via situational interest and attention.

Keywords: Cognitive Characteristics, Discrepant Event, Cognitive Conflict, Situational Interest, Conceptual Change

서 론

지식은 외부 환경으로부터의 수동적인 정보 수용에 의해 형성되는 것이 아니라, 인식 주체인 각 개인에 의해 능동적으로 구성된다는 것이 구성주의 인식론의 기본 가정이다.¹ 이와 같은 구성주의 인식론에 따르면, 학습이란 학습자의 기존 선개념과 새로운 정보 사이의 상호작용 과정에서 학습자가 스스로 의미를 구성해 나가는 능동적인 활동으로 정의할 수 있다.² 그런데 한 개인의 행동이나 사고는 그 사람의 인지 구조와 그 특성에 영향을 받으므로,³ 사고력이나 선개념과 같은 학습자의 인지적 특성이 학습 과정에 영향을 미칠 것으로 기대할 수 있다. 실제로, 학습자의 인지적 특성이 학습 성취도에 영향을 준다는 선행연구들이 많이 보고되었다. Chandran 등⁴의 연구에서는 학습자의 논리적 사고력과 선지식에 따라 화학 성취도에 유의미한 차이가 나타났다. Cavallo⁵는 학습자의 논리적 사고력과 학습 접근 방식이 유전학 성취도에 유의미한 영향을 미친다고 보고하였으며, Lawson 등⁶도 논리적 사고력이 생물 성취도에 유의미한 영향을 미친다고 주장하였다. 일반적인 학습에서뿐 아니라 개념 변화에서도 학습자의 인지적 특성은 중요한 역할을 담당할 수 있다. Limon⁷은 인지 갈등이 일어나기 위해서는 적절한 선지식과 논리적 사고력이 필요하다고 주장하였다. 불일치 사례를 이용한 개념 변화에 관한 선행연구들은 지능이나 성적,⁸ 그리고 논리적 사고력이나 장의존독립성⁹ 등과 같은 학습자의 인지적 특성이 개념 이해도에 설명력이 있음을 보고한 바 있다. 또한, 지능과 장의존독립성은 인지 갈등에도 유의미한 설명력을 나타내었다.

그러나 선행연구^{8,9}의 결과만으로는 학습자의 인지적 특성이 불일치 사례를 이용한 개념 변화에 미치는 영향에 대해 결론을 내리기가 어렵다. 선행연구들에서는 인지적 특성 변인과 인지 갈등 혹은 개념 이해도 사이에서는 흥미로운 관계가 발견되었지만, 인지 갈등과 개념 이해도 사이에는 유의미한 관계가 나타나지 않았기 때문이다. 강훈식 등¹⁰은 개념 변화에서 주의집중과 노력 같은 학습 과정 변인을 추가로 고려한 결과, 학습 과정 변인이 인지 갈등과 개념 이해도를 매개한다는 결과를 보고하였다. 따라서 학습 과정 변인을 고려한다면, 학습자의 인지적 특성이 불일치 사례를 이용한 개념 변화에 미치는 영향

에 대하여 보다 구체적인 정보를 얻을 가능성이 있다. 한편, 상황 흥미와 같은 불일치 사례에 대한 동기적 측면의 반응도 주의집중을 매개로 개념 이해도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으므로,¹¹ 불일치 사례에 의한 상황 흥미도 연구 과정에서 고려할 필요가 있다.

한편, 강훈식 등¹²은 인지 갈등을 효과적으로 유발하기 위한 방안으로, 학생들에게 불일치 사례를 제시한 후 불일치 사례를 지지하는 대안적인 설명 체계(대안 가설)를 제시하는 전략의 효과를 연구하였다. 그 결과, 대안 가설을 제시한 후 학생들이 일으킨 인지 갈등은 학습 과정 변인을 매개로 개념 이해도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 불일치 사례를 이용한 개념 변화 연구에 대안 가설을 도입한다면, 불일치 사례에 대한 학습자의 인지적·동기적 반응과 개념 이해도 사이의 관련성이 불일치 사례만 제시할 때보다 높아질 수 있다. 결과적으로, 학습자의 인지적 특성이 개념 변화에 미치는 영향에 대해서도 보다 구체적인 정보를 얻을 가능성이 높아질 것이다.

이러한 선행연구¹²에 기초하여 본 연구에서는 학습자의 중요한 인지적 특성으로 제안되어 온 논리적 사고력, 장의존·독립성, 심층적 학습 접근방식이 불일치 사례에 의한 학생들의 인지 갈등과 상황 흥미, 학습 과정에서의 주의집중과 노력, 학습 후의 개념 이해도 등에 직·간접적으로 영향을 미친다고 가정한 후, 이를 경로분석을 통해 조사하였다. 본 연구에서 설정한 감정적 경로 모형은 Fig. 1과 같다.

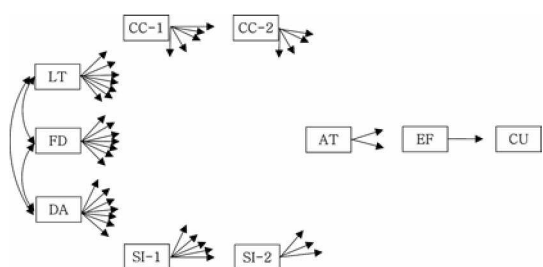


Fig. 1. A theoretical path model (LT: logical thinking ability, FD: field dependence-independence, DA: deep approach to learning, CC-1: cognitive conflict to a discrepant event, CC-2: cognitive conflict after introducing an alternative hypothesis, SI-1: situational interest to a discrepant event, SI-2: situational interest after introducing an alternative hypothesis, AT: attention, EF: effort, CU: conceptual understanding).

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 절차

본 연구는 밀도 개념을 학습하지 않은 두 개의 남녀 공학 중학교 1학년 학생 517명을 대상으로 실시하였다. 학습자의 인지적 특성을 조사하기 위해 논리적 사고력 검사, 장의존·독립성 검사, 심층적 학습 접근방식 검사를 실시하였다. 또한, 밀도에 대해 목표 오개념(target misconception)을 가진 학생들을 선별하기 위하여 선개념 검사를 실시하였다. 불일치 사례를 제시한 후, 이에 대한 학생들의 인지 갈등 및 상황 흥미를 측정하기 위하여 불일치 사례에 대한 반응 검사와 상황 흥미 검사를 실시하였다. 그 후, '물체가 물에 뜨고 가라앉는지를 알기 위해서는 크기가 같을 때의 질량을 비교해야 한다'는 내용의 대안 가설을 읽기 자료로 제시한 후, 불일치 사례에 대한 반응 검사와 상황 흥미 검사를 다시 실시하였다. 밀도 개념 학습은 학습 과정에서 교사 변인에 의한 영향을 통제하기 위하여 학습지를 이용한 개별 학습으로 약 15분간 실시하였다. 학습지는 3쪽 분량으로, 물체가 뜨고 가라앉는 현상을 통해 거시적 수준에서 밀도 개념을 설명하는 방식으로 구성되어 있고, 과학 교육 전문가 3인과 과학 교사 1인의 검토를 거쳤으며 예비 연구를 통해 수정·보완하였다. 개념 학습 이후에 주의집중, 노력, 개념 이해도 검사를 실시하였다.

검사 도구

학생들의 논리적 사고력을 측정하기 위하여 Roadrangka 등¹³⁾의 축소본 Group Assessment of Logical Thinking 12문항을 번역하여 사용하였다. 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .68이었다. 다양한 정보와 상황 속에서 원하는 정보만을 선택적으로 골라내는 능력인 장의존독립성을 측정하기 위하여, Linn과 Kyllonen¹⁴⁾이 개발한 Find A Shape Puzzle을 사용하였다. 이 검사는 복잡한 도형 속에 포함되어 있는 특정한 도형을 찾아내는 20문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .85였다. 심층적 학습 접근방식을 측정하기 위하여 Entwistle와 Tait¹⁵⁾가 개발한 Revised Approaches to Studying Inventory 중 심층적 학습 접근방식 영역 10문항을 번역하여 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 본 연구에서의 내적 신

뢰도(Cronbach's α)는 .76이었다.

선개념 검사는 선행연구¹⁶⁾의 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 물에 뜨는 구슬과 같은 재료로 만들어졌으나 질량이 큰 구슬을 물에 넣으면 어떻게 될지 예측하고 그렇게 생각한 이유를 서술하도록 구성되어 있다.

불일치 사례에 대한 반응 검사는 초기 이론 제시부, 불일치 사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 구성되어 있다.¹⁶⁾ 우선, 초기 이론 제시부에서는 '물체가 뜨고 가라앉는 것은 그 물체의 질량에 달려 있으므로, 질량이 큰 구슬은 물에 가라앉는다'는 박사의 주장을 제시하고 이에 동의하는지 표시하게 하여, 학생들의 생각을 다시 확인하였다. 불일치 사례 제시부에서는 초기 이론과 모순되는 내용의 불일치 사례가 제시되었는데, '실제 실험 결과 질량이 큰 플라스틱 구슬이 물에 떠다'는 내용이다. 반응 조사부에서는 불일치 사례의 타당성을 인정하는지, 초기 이론과 불일치 사례 사이의 불일치성을 인정하는지, 초기 이론에 대한 자신의 신념 정도가 변했는지를 표시하고 각 이유를 기술하도록 했다.

상황 흥미 검사는 Melbourne Curiosity Inventory C-state form¹⁷⁾의 20문항을 불일치 사례와 대안 가설을 읽은 후의 상황에 맞게 번역하여 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 불일치 사례 제시 후와 대안 가설 제시 후에 각각 .93과 .94였다.

학습 과정에서 학생들의 주의집중 정도를 측정하기 위하여 Keller¹⁸⁾가 개발한 Instructional Materials Motivation Survey 중 주의집중 영역 12문항을 번역하여 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .87이었다. 학생들이 학습 과정에 기울인 노력을 측정하기 위하여 Malpass¹⁹⁾가 개발한 State Effort Scale 6문항을 번역하여 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .85였다.

밀도 개념에 대한 이해도를 측정하기 위하여 선행연구¹⁶⁾의 개념 이해도 검사를 사용하였다. 이 검사는 총 4문항으로 이루어졌으며, 각 문항은 4개의 보기 중 하나를 선택하고 이유를 기술하는 방식으로 구성되어 있다. 본 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .72였다.

분석 방법

선개념 검사에서 ‘질량이 작은 물체는 물에 뜨고, 질량이 큰 물체는 가라앉는다’는 오개념을 지니고 있으며, 초기 이론에도 동의한 265명의 학생 중 불성실한 응답자 3명을 제외한 262명을 분석 대상으로 선정하였다. 불일치 사례에 대한 반응 검사를 분석하여 학생들의 반응을 선행연구¹⁶에서 제시한 7가지 유형(거부, 재해석, 배제, 판단 불가, 주변 이론 변화, 신념 감소, 이론 변화)으로 분류하였다. 이를 초기 이론에 대한 학생들의 신념의 변화 정도에 따라 거부, 재해석, 배제는 0점, 판단 불가는 1점, 주변 이론 변화, 신념 감소는 2점, 이론 변화는 3점으로 하여 인지 갈등의 유발 정도를 점수화하였다. 개념 이해도 검사는 각 문항에 대한 학생들의 응답을 과학적 개념은 2점, 불완전한 개념은 1점, 비과학적 개념은 0점으로 채점하였다. 반응 유형 분류와 개념 이해도 검사 채점은 2인의 분석자 간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 분석자 중 1인이 모든 검사지를 분류하고 채점하였다.

연구에 사용된 모든 변인 간의 상관분석을 실시하였다. 상관분석 결과와 선행연구를 토대로 인과관계 설정이 가능한 경로를 모두 포함한 잠정적인 경로모형을 설정한 후, 경로분석을 실시하였다. 경로분석에는 AMOS 4.0 통계 프로그램을 이용하였으며, 공분산 구조 분석의 계수 추정 방법인 최대우도법(maximum likelihood method)을 사용하였다. 경로모형의 적합도 지수를 고려하여 유의미하지 않은 경로를 제외하고 경로모형을 수정하는 과정을 거쳐 최종 경로모형을 도출하였다. 도출된 모형의 적합도는 χ^2 , GFI(Goodness of Fit Index), AGFI(Adjusted Goodness

of Fit Index), NFI(Normed Fit Index), CFI(Comparative Fit Index), RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation) 등의 다중 적합도 지수로 평가하였다. 일반적으로 χ^2 는 p 값이 .05 이상일 때, RMSEA는 그 값이 .05 이하일 때, 그 외의 적합도 지수는 그 값이 .90 이상일 때 경로모형이 적합한 것으로 판정한다.²⁰ 본 연구에서도 도출한 경로모형의 $\chi^2(25, N=262)$ 값은 15.88($p=.918$) 이었고, GFI, AGFI, NFI, CFI, RMSEA 값은 각각 .99, .97, .98, 1.00, .00이었으므로 적합한 경로모형으로 추정할 수 있다.

연구 결과

각 검사 점수의 평균 및 표준편차를 Table 1에 제시하였다. 상관분석 결과(Table 2), 논리적 사고력은 불일치 사례에 의한 인지 갈등을 제외한 다른 모든 변인들과 유의미한 상관관계를 보였다($p<.01$). 장의 존·독립성은 개념 이해도와 유의미한 상관관계를 보

Table 1. Means and standard deviations of the test scores

Measures ^a	M	SD
LT (12)	4.57	2.37
FD (20)	10.24	5.30
DA (5)	3.06	.67
CC-1 (3)	1.60	1.26
CC-2 (3)	1.76	1.23
SI-1 (5)	3.29	.86
SI-2 (5)	3.23	.92
AT (5)	3.36	.81
EF (5)	3.55	.87
CU (8)	4.95	2.46

^aThe numbers in the brackets are full marks.

Table 2. Correlation coefficients among the test scores

	LT	FD	DA	CC-1	CC-2	SI-1	SI-2	AT	EF	CU
LT	1.00									
FD	.21**	1.00								
DA	.26**	.01	1.00							
CC-1	.12	.05	-.06	1.00						
CC-2	.17**	-.02	.04	.48**	1.00					
SI-1	.25**	-.02	.42**	.04	.09	1.00				
SI-2	.18**	-.05	.43**	-.01	.06	.72**	1.00			
AT	.20**	.02	.49**	-.06	.06	.38**	.43**	1.00		
EF	.22**	.04	.47**	-.09	-.01	.29**	.31**	.61**	1.00	
CU	.48**	.18**	.24**	.08	.12	.22**	.18**	.31**	.28**	1.00

** $p<.01$

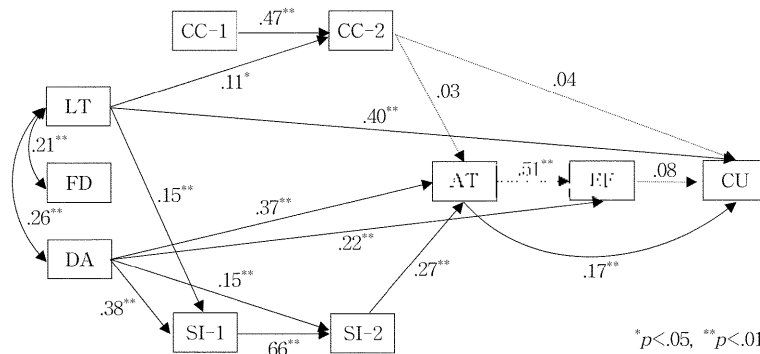


Fig. 2. A path model including the students' cognitive characteristics variables.

있으며($p<.01$), 심층적 학습 접근방식은 정의론·독립성 및 인지 갈등을 제외한 다른 모든 변인들과 유의미한 상관관계를 보였다($p<.01$). 인지 갈등은 개념 이해도와 유의미한 상관관계를 보이지 않았으나, 상황 흥미는 주의집중, 노력, 개념 이해도와 유의미한 상관관계가 있었다($p<.01$). 학습 과정 중의 주의집중과 노력은 각각 개념 이해도와 유의미한 상관관계를 보였다($p<.01$).

경로분석 결과(Fig. 2), 논리적 사고력은 대안 가설 제시 후의 인지 갈등($\beta=.11$)과 불일치 사례에 의한 상황 흥미($\beta=.15$)에 유의미한 영향을 주었으나, 개념 이해도에 직접적으로 더 큰 영향($\beta=.40$)을 주었다. 정의론·독립성은 인지 갈등과 상황 흥미뿐 아니라 학습 과정 변인이나 개념 이해도에도 유의미한 영향을 주지 못하였다. 심층적 학습 접근방식은 불일치 사례에 의한 상황 흥미와 대안 가설 제시 후의 상황 흥미($\beta=.38$; $\beta=.15$), 학습 과정 중의 주의집중($\beta=.37$)과 노력($\beta=.22$)에 영향을 주었다.

대안 가설 제시 후의 상황 흥미는 주의집중($\beta=.27$)에 영향을 주었고, 주의집중은 개념 이해도($\beta=.17$)에 영향을 미쳤다. 대안 가설 제시 후의 인지 갈등은 주의집중이나 개념 이해도에 유의미한 영향을 주지 못하였다. 주의집중은 노력($\beta=.51$)에 영향을 주었으나, 노력은 개념 이해도에 유의미한 영향을 주지 못하였다.

논 의

학생들이 불일치 사례를 접한 후 인지 갈등이 일어나기 위해서는 불일치 사례의 타당성이나 불일치

사례와 선개념의 불일치 등에 대한 인식적 판단이 필요하다. 따라서, 학생들의 논리적 사고력이 중요한 역할을 담당할 가능성이 있다. 그러나 선행연구의 결과는 일관되지 않았는데, 논리적 사고력에 따라 인지 갈등 유발 정도가 통계적으로 유의미한 차이가 없다는 결과와 논리적 사고력이 인지 갈등과 유의미한 상관관계를 가진다는 결과⁶가 엇갈리게 보고되었다. 본 연구에서는 다른 변인들을 배개로 한 간접적인 영향에 비해 논리적 사고력이 개념 이해도에 직접적으로 미치는 영향이 상대적으로 크게 나타났다. 선행연구에서도 밝혀졌듯이,^{6,17} 논리적 사고력은 학생들의 성취도, 문제 해결 능력, 개념 이해도 등과 같은 학습 결과에 대한 유의미한 예측 변인이다. 따라서 논리적 사고력에서 개념 이해도로의 직접적인 영향이 컸던 결과는 개념을 이해하거나 문제를 해결하는데 일정 수준의 논리적 사고력이 필수적이라는 선행연구의 연장선상에서 이해할 수 있다. 반면, 논리적 사고력이 인지 갈등이나 상황 흥미, 그리고 학습 과정 변인들을 배개로 개념 이해도에 간접적으로 미치는 영향력은 미미한 수준에 그쳤다. 이러한 결과는 학생들이 불일치 사례를 받아들이고 이를 바탕으로 새로운 개념을 학습하는 과정에서 논리적 사고력이 결정적인 요인이 아닐 가능성을 시사한다.

다음으로 정의론·독립성은 복잡한 상황 속에서 필요한 정보만을 선택하는 능력이므로,²³ 제시된 불일치 사례나 대안 가설과 학습자의 기존 선개념 사이의 공통점과 차이점 등에 대하여 판단하는 과정에 특정한 영향을 담당할 것으로 예상하였다. 그러나 정의론·독립성은 불일치 사례를 이용한 개념 변화 과정에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

심층적 학습 접근방식은 학습할 내용을 자신의 경험을 비롯한 다양한 정보들과 관련지어 비교하는 인지적·메타인지적 경향이므로,⁵ 불일치 사례에 의한 인지 갈등 유발 정도나 개념 이해도에 영향을 미칠 것으로 기대할 수 있다. 본 연구의 결과, 심층적 학습 접근방식은 불일치 사례에 의한 인지 갈등에는 영향을 주지 않았으나, 불일치 사례에 의한 상황 흥미, 주의집중, 노력 등의 변인에는 유의미한 영향을 미쳤다. 심층적 학습 접근방식을 지닌 학습자는 학습에 대해 본질적으로 흥미를 가질 뿐 아니라 학습 과정에서 즐거움을 느끼기 때문에,²⁴ 제시된 불일치 사례와 대안 가설은 학생들의 흥미를 유발했을 것이다. 또한, 학습 과정에서 흥미는 주의집중과 노력을 유도하는 강력한 동인으로 알려져 있으므로,²⁵⁻²⁷ 심층적 학습 접근방식이 상황 흥미와 주의집중 등을 매개로 개념 이해도에 간접적인 영향을 미치게 된 것으로 해석할 수 있다. 본 연구의 결과는 학습 접근방식이 불일치 사례에 의한 흥미, 수업 중의 주의집중, 자신감에 영향을 주었던 이경호의 연구 결과²⁸와도 유사하다.

본 연구에서 불일치 사례에 대한 인지적 반응으로 볼 수 있는 인지 갈등은 개념 이해도에 유의미한 영향을 미치지 못하였으나, 불일치 사례에 대한 동기적 반응인 상황 흥미는 학습 과정 변인을 매개로 개념 이해도에 유의미한 영향을 주었다. 이러한 결과는 개념 변화 과정에서 인지적 변인에 비해 동기적 변인의 영향력이 크게 나타났던 선행연구^{11,28}의 결과와 일관된다. 즉, 개념 변화는 이성적이고 논리적인 과정으로만 이루어지는 것이 아니라, 학습 과정에서의 동기적 요소도 영향을 미칠 수 있으며²⁹ 심지어는 인지적 변인보다 동기적 변인이 개념 변화에서 중요한 역할을 담당할 가능성도 있다.¹¹ 한편, 학습 과정에서의 주의집중은 노력과 개념 이해도에 유의미한 영향을 주었으나, 노력이 개념 이해도에 미치는 영향은 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 주의집중, 노력, 개념 이해도 사이의 새로운 관계를 제안하는 것이라기보다는 경로분석에서 학습자 변인들을 추가로 고려한 본 연구 상황에 기인했을 가능성이 있다. 즉, 선행연구¹⁶에서도 비교적 작았던 노력과 개념 이해도 사이의 경로계수가 학습자 변인들의 추가로 인해 영향을 받아, 노력이 개념 이해도에 미치는 영향이 유의미하지 않았던 것으로 볼 수 있다.

결론 및 제언

연구 결과, 학습자의 논리적 사고력이 직접적으로 개념 이해도에 미치는 영향은 불일치 사례에 의한 인지 갈등이나 상황 흥미를 매개로 개념 이해도에 미치는 영향보다 크게 나타났다. 그러나 본 연구에서 고려하지 못했던 또 다른 변인들이 포함된다면, 개념 이해도에서 인지 갈등이나 상황 흥미를 매개로 한 논리적 사고력의 영향력이 나타날 가능성을 완전히 배제할 수 없을 것이다. 기능성 있는 변인 중의 하나로 학습자가 자신의 인지와 행동을 체계적으로 유지, 점검, 수정하는 적극적인 활동인 자기 조절 학습전략을 들 수 있다.³⁰ 논리적 사고력이 높은 학습자일수록 자신의 인지와 행동에 대해서 민감하게 지각하고 점검하고, 이러한 메타인지 전략은 개념 이해도나 개념 파지에 설명력을 지니는 것으로 알려져 있기 때문이다.³¹ 따라서 개념 변화 과정에서 학습자의 논리적 사고력, 자기 조절 학습전략과 같은 메타인지 전략, 그리고 개념 이해도의 관계를 연구할 필요성이 있다.

심층적 학습 접근방식은 상황 흥미와 주의집중을 매개로 개념 이해도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 심층적 학습 접근방식 수준이 낮은 학습자의 경우, 불일치 사례나 대안 가설에 대한 흥미를 유발하고 학습 과정에 더 많은 주의를 기울이도록 유도하기 위한 노력이 필요할 것이다. 이를 위해, 불일치 사례나 대안 가설을 제시할 때 학습자에게 친숙한 소재나 상황을 사용하거나 학습자의 일상 경험과 관련된 질문을 하는 등의 방안을 시도해 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서 불일치 사례나 대안 가설에 대한 인지적 반응인 인지 갈등은 개념 이해도에 영향을 주지 못했으나, 동기적 반응인 상황 흥미는 주의집중을 매개로 개념 이해도에 영향을 주었다. 즉, 개념 변화 과정에서 제시되는 불일치 사례는 인지적인 측면보다는 동기적인 측면에서 더 중요할 수 있다. 따라서 실제 수업에서 학생들의 개념 이해도를 증진시키기 위해서는 불일치 사례나 대안 가설을 제시할 때 흥미를 유발할 수 있도록 노력해야 할 것이다. 이를 위한 방안으로 불일치 사례나 대안 가설에 대해 학생들이 토론할 수 있는 기회를 제공하는 것을 생각해 볼 수 있다. 서로의 의견을 확인하고 자신과 상대의 논리에 대해 생각하게 하는 토론 과정을 제공함

으로써, 불일치 사례에 대한 학생들의 흥미와 호기심을 불러일으키거나, 학생들이 수업에 집중하고 참여하도록 유도하는 효과를 기대할 수 있다.³² 또한, 불일치 사례나 대안 가설을 읽기 자료로 제시하지 않고 실험과 같은 직접적인 경험의 형태로 제시하는 방안도 고려할 필요성이 있다. 물리적이고 직접적인 경험은 학습자에게 더 강한 자극을 줄 것이므로 효과적으로 흥미를 유발하고 주의를 집중시킬 것이기 때문이다.

마지막으로, 본 연구에서 관심을 가졌던 학습자의 인지적 특성 중 논리적 사고력과 창의성·독립성은 개념 변화 과정에서의 역할이 뚜렷하지 않았지만, 심층적 학습 접근방식은 불일치 사례에 대한 동기적 반응인 흥미와 학습 과정 변인에 오히려 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 불일치 사례에 대한 동기적 반응이나 학습 과정 변인에 영향을 미칠 것으로 예상되는 학습자 특성 변인을 포함한 연구를 실시할 필요성이 있다. 가능성이 높은 학습자의 동기적 특성 변인으로 자아 효능감,³³ 학습 조절에 대한 신념,³⁴ 목표 지향³⁵ 등을 들 수 있는데, 이들 변인은 개념 이해도나 학업 성취도와 유의미한 상관관계를 지니는 것으로 보고되었기 때문이다.

“이 논문은 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2006-000-10675-0).”

인용문헌

1. 박영순 *한국지구과학회지* **2001**, *22*, 427.
2. Pines, A. L.; West, L. H. T. *Science Education* **1986**, *70*, 583.
3. Piaget, J.; Brown, T.; Thampy, K. J. *The Equilibration of Cognitive Structures: The central problem of intellectual development*; University of Chicago Press: Chicago, 1985.
4. Chandran, S.; Treagust, D. F.; Tobin, K. *Journal of Research in Science Teaching* **1987**, *24*, 145.
5. Cavallo, A. M. L. *Journal of Research in Science Teaching* **1996**, *33*, 625.
6. Lawson, A. E.; Banks, D. L.; Logvin, M. *Journal of Research in Science Teaching* **2007**, *44*, 706.
7. Limón, M. *Learning and Instruction* **2001**, *11*, 357.
8. 권난주; 권재술 *한국과학교육학회지* **2004**, *24*, 216.
9. Kang, S.; Scharmann, L. C.; Noh, T.; Koh, H. *International Journal of Science Education* **2005**, *27*, 1037.

10. 강훈식; 객진하; 김유정; 노태희 *대한화학회지* **2007**, *51*, 56.
11. 강석진; 이정민; 강훈식; 차정호; 노태희 *교육과정평가연구* **2006**, *9*, 77.
12. 강훈식; 최숙영; 노태희 *대한화학회지* **2007**, *51*, 279.
13. Roadrangka, V.; Yeany, R. H.; Padilla, M. J. *The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*; Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching; Dallas, Texas, 1983.
14. Linn, M. C.; Kyllonen, P. *Journal of Educational Psychology* **1981**, *73*, 261.
15. Entwistle, N. J.; Tait, H. *The Revised Approaches to Studying Inventory*; Edinburgh University, Centre for Research into Learning and Instruction: Edinburgh, 1994.
16. Kang, S.; Scharmann, L. C.; Noh, T. *Research in Science Education* **2004**, *34*, 71.
17. Naylor, F. D. *Australian Psychologist* **1981**, *16*, 172.
18. Keller, J. M. *Manual for instructional materials motivational survey (IMMS)*; Florida State University: Tallahassee, FL, 1993.
19. Malpass, J. R. *A structural model of self-efficacy, goal orientation, worry, self-regulated learning, and high stakes mathematics achievement*; Unpublished doctoral dissertation, University of Southern California: LA, 1994.
20. 김계수 *AMOS 구조방정식 모형 분석*, (주)데이터솔루션: 서울, 한국, 2004.
21. Bunce, D. M.; Hutchinson, K. D. *Journal of Chemical Education* **1993**, *70*, 183.
22. Haider, A. H.; Abraham, M. R. *Journal of Research in Science Teaching* **1991**, *28*, 919.
23. Witkin, H. A.; Moore, C. A.; Goodenough, D. R.; Cox, P. W. *Review of Educational Research* **1977**, *47*, 1.
24. Duff, A. *Active Learning in Higher Education* **2004**, *5*, 56.
25. Hidi, S.; Harackiewicz, J. M. *Review of Educational Research* **2000**, *70*, 151.
26. Pintrich, P. R. In *New perspectives on conceptual change*; Schnotz, W.; Vosniadou, S.; Carrettero, M., Eds.; Elsevier Science Ltd.: Oxford, U.K., 1999; p 33.
27. Schraw, G.; Lehman, S. *Educational Psychology Review* **2001**, *13*, 23.
28. 이경호 *고등학생의 물리 개념변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향*; 한국교원대학교 박사학위논문, 2000.
29. Pintrich, P. R.; Marx, R. W.; Boyle, R. A. *Review of Educational Research* **1993**, *63*, 167.
30. Zimmerman, B. J. In *Handbook of self-regulation*; Boekaerts, M.; Pintrich, P. R.; Zeidner, M., Eds.; Academic

- Press: San Diego, CA, 2000; p 13.
31. Gunstone, R. F. In *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*; Duit, R.; Goldberg, F.; Niedderer, H., Eds.; Institute for Science Education at the University of Kiel: Kiel, Germany, 1992; p 129.
32. Stipek, D. *Motivation to Learn: From Theory to Practice (3rd Ed.)*; Allyn & Bacon: Boston, MA, 1998.
33. Nieswandt, M. *Journal of Research in Science Teaching* **2007**, *44*, 908.
34. Chapman, M.; Skinner, E. A.; Baltes, P. B. *Developmental Psychology* **1990**, *26*, 246.
35. Ames, C.; Archer, J. *Journal of Educational Psychology* **1988**, *80*, 260.
-