Journal of the Korean Chemical Society
2007, *Vol. 51, No. 3*
Printed in the Republic of Korea

대안가설이 도입된 인지갈등 전략에서 인지갈등 및 상황흥미와 학습 과정 변인이 개념변화에 미치는 영향

강훈식† · 최숙영 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
†춘천교육대학교 과학교육과
(2007. 1. 31 접수)

The Influences of Cognitive Conflict, Situational Interest, and Learning Process Variables on Conceptual Change in Cognitive Conflict Strategy with an Alternative Hypothesis

Hunsik Kang†, Sookyeong Choi, and Taehee Noh*
Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea
†Department of Science Education, Chuncheon National University of Education, Chuncheon 200-703, Korea
(Received January 31, 2007)

요 약. 이 연구에서는 변칙사례와 대안가설에 의해 유발된 인지갈등과 상황흥미 및 주의집중, 상태 학습전략이 개념변화에 미치는 영향을 조사했다. 중학교 1학년 학생 486명을 대상으로 선개념 검사를 실시했다. 변칙사례 제시 후, 대안가설을 제시하기 전과 후에 변칙사례에 대한 반응 및 상황흥미 검사를 하였다. 밀도에 대한 개념 학습은 CAI를 통한 개별 학습으로 진행했고, 사후 검사로 주의집중 및 상태 학습전략, 개념 검사를 실시했다. 선개념 검사에서 밀도에 대한 오개념을 가진 것으로 판별된 197명의 학생을 대상으로 분석한 결과, 변칙사례에 대한 인지갈등 점수는 대안가설 제시 전(사전 인지갈등)보다 대안가설 제시 후(사후 인지갈등)에 유의미하게 높았다. 그러나 변칙사례에 의해 유발된 상황흥미(사전 상황흥미) 점수는 대안가설 제시 후의 상황흥미(사후 상황흥미) 점수와 유의미한 차이가 없었다. 사전 인지갈등은 사후 인지갈등에만 직접적인 영향을 주었지만, 사후 인지갈등은 개념이해에 직접적인 영향 및 주의집중을 통한 간접적인 영향을 주었다. 사전·사후 상황흥미는 모두 주의집중을 매개로 개념이해에 영향을 미쳤다. 주의집중은 개념 학습 과정 중에 사용된 심층적 학습전략에는 긍정적 영향을, 피상적 학습전략에는 부정적 영향을 주었으나 상태 학습전략이 개념이해에 미치는 영향은 상대적으로 작은 것으로 나타났다.

주제어: 대안가설, 인지갈등, 상황흥미, 주의집중, 상태 학습전략, 개념변화

ABSTRACT. In this study, we investigated the influences of cognitive conflict and situational interest induced by a discrepant event and an alternative hypothesis, attention and state learning strategies on conceptual change. A pre-conception test was administered to 486 seventh graders. They also completed the questionnaires of cognitive response and situational interest to a discrepant event before/after presenting an alternative hypothesis. After learning the concept of density with a CAI program as conceptual change intervention, the tests of attention, state learning strategies, and conceptual understanding were administered as posttests. Analyses of the results for 197 students having misconceptions about density revealed that post-cognitive conflict was significantly higher than pre-cognitive conflict. However, there was no statistically significant difference between the test scores of pre-situational interest and post-situational interest. Pre-cognitive conflict only exerted a direct effect on post-cognitive conflict, while post-cognitive conflict exerted a direct effect and

an indirect effect via attention on conceptual understanding. Both pre- and post-situational interests were found to influence on conceptual understanding via attention. Attention had influences positively on deep learning strategy and negatively on surface learning strategy. There was a relatively small effect of state learning strategies on conceptual understanding.

Keywords: Alternative Hypothesis, Cognitive Conflict, Situational Interest, Attention, State Learning Strategy, Conceptual Change

서 론

학생들은 자연현상에 대해 나름대로 형성하고 있는 자신의 개념을 보호하고 유지하려는 경향을 보이므로[1,2] 효과적인 개념변화가 일어나기 어렵다. 따라서 개념변화를 촉진하기 위한 수업 전략에서 학생들이 가진 개념과 불일치하는 현상인 변칙사례를 제시하여 인지갈등을 유발하는 과정이 중요하게 여겨지고 있다.[3-5] 그러나 변칙사례를 제시해도 반드시 인지갈등이 일어나는 것은 아니며, 인지갈등이 개념변화를 유도하기에 충분하지 않다고 주장되기도 한다.[2,6] 이에, 인지갈등 전략을 이용하는 개념변화 과정의 메커니즘을 구체적으로 밝히려는 연구들이 진행되고 있다.[7,8]

선개념과 불일치하는 사례를 설명할 수 있는 새로운 가설을 가지고 있는 학생들이 개념변화를 보이는 경향이 있으므로,[9,10] 학생들의 대안가설 생성 여부는 개념변화를 결정하는 데에 중요하게 작용할 것이다. 그러나 실제 학습 상황에서 학생들이 스스로 대안가설을 만드는 것은 쉽지 않으므로,[11] 변칙사례를 설명해 줄 수 있는 새로운 가설을 학생에게 제시해 주는 과정이 필요할 수 있다. 과학적 개념의 요소를 포함하고 있는 대안가설을 접함으로써, 학생들은 선개념과 새로운 개념을 구체적으로 비교하는 기회를 갖게 되어 인지갈등과 개념변화가 촉진될 수 있다.

강훈식 등[12]은 이러한 배경에서 변칙사례를 접하게 한 후에 대안가설을 제시했을 때의 개념변화 과정을 조사했다. 변칙사례에 대한 인지갈등이 대안가설을 제시하기 전보다 제시한 후에 더 많이 유발되었고, 개념변화에도 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타났다. 이 연구에서 조사한 학습자가 변칙사례에 대해 느끼는 불안도 대안가설 제시 후에 감소했다. 그러나 대안가설을 제시한 후의 불안이 개념변화에 미치는 영향은 작았으므로, 대안가설이 도입된 개념변화 과정에 영향을 줄 수 있는 다른 비인지적 변인들의 역할을 탐색할 필요가 있다.

특정 상황에서 유발되는 흥미(이하 '상황흥미')는 학생들이 새로움(novelty)을 느낄 때 잘 유발될 수 있으므로,[13,14] 기존 개념과 다른 새로운 현상인 변칙사례나 이를 설명하는 대안가설에 의해 상황흥미가 유발될 수 있을 것이다. 또한, 상황흥미는 학습에 주의를 집중하게 하여 개념변화를 촉진시키고, 학습 과정에서의 주의집중은 개념변화에 긍정적인 영향을 주므로,[7] 개념변화 연구에서 상황흥미와 함께 주의집중을 고려할 필요가 있다.

한편, 개념이해에 영향을 미치는 중요한 변인으로 학습 과정에서 사용되는 인지적 변인인 학습전략을 들 수 있다.[15] 학습전략이란 학습자가 자신의 지식을 만드는 과정을 의미하며, 심층적 학습전략을 사용하는 학생일수록 새로운 개념을 기존의 지식과 관련짓는 능동적인 학습을 통해 효과적으로 개념을 이해하는 경향이 있다.[16] Case와 Marshall은 학습전략이 학습 상황과 내용에 따라 학습자의 의도대로 선택되어 사용될 수 있다고 했는데, 이는 수업 중에 사용되는 학습전략이 유동적으로 변할 수 있음을 의미한다.[17] 이경호는 학습자가 수업 중에 사용하는 학습전략(이하 '상태 학습전략')이 수업 중에 유발되는 학습동기에 영향을 받고, 수업 전에 지니고 있는 학습전략(이하 '특성 학습전략')보다 개념변화에 더 큰 영향을 준다고 보고했다.[8] 그러나 지금까지의 학습전략을 고려한 개념변화 연구는 특성 학습전략에 대한 연구가 대부분이다.[4,15,16] 따라서 대안가설이 도입되는 개념변화 과정에서 상태 학습전략의 역할에 대해 알아볼 필요가 있다.

이에, 본 연구에서는 변칙사례 제시 후, 대안가설을 제시하기 전과 후에 유발되는 인지갈등과 상황흥미의 정도를 비교했다. 또한 인지갈등과 상황흥미가 학습 과정을 거쳐 개념변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 대안가설 전과 후의 인지갈등과 상황흥미 및 주의집중, 상태 학습전략, 개념변화 사이의 인과관계를 조사했다.

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 절차

본 연구는 서울의 북동부에 위치한 3개 남녀공학 중학교 1학년 학생 486명을 대상으로 했으며, 학생들은 밀도 개념을 학습하지 않은 상태였다. 밀도 개념에 대한 오개념을 가진 학생들을 선별하기 위해 선개념 검사를 실시한 후, 변칙사례에 대한 인지갈등(사전 인지갈등) 및 상황흥미(사전 상황흥미) 정도를 측정하기 위해 변칙사례에 대한 반응 검사와 상황흥미 검사를 실시했다. 대안가설을 제시한 후의 인지갈등(사후 인지갈등) 및 상황흥미(사후 상황흥미) 정도를 측정하기 위해 대안가설 제시 후 반응 검사와 상황흥미 검사를 한 번 더 실시했다. 이후 학생들은 CAI 프로그램을 이용하여 약 15분 동안 밀도 개념에 대해 개별적으로 학습했고, 사후 검사로는 주의집중, 상태 학습전략, 개념 검사를 실시했다.

검사 도구

선개념 검사는 '물에 뜨는 구슬과 같은 재료로 만들어졌으나 질량이 더 큰 구슬은 물에 넣었을 때 어떻게 될까?'에 대한 답을 선택하고 그 이유를 자세히 서술하도록 구성되어 있다.[12,18]

변칙사례에 대한 반응 검사는 초기 이론 제시부, 변칙사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 구성되어 있다.[12,18] 초기 이론 제시부에는 '가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다'는 주장이 제시되어 있고, 이에 대한 학생들의 동의 여부를 조사하여 목표 개념과 관련된 오개념을 지닌 학생들을 다시 한 번 확인한다. 변칙사례 제시부에는 중학생이 초기 이론과 모순되는 자신의 실험 결과를 설명하는 내용으로 구성된 읽기자료가 제시되었다. 반응 조사부는 변칙사례의 타당성 인정 여부, 초기 이론과 변칙사례 사이의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 표시하고 각각의 이유를 쓴 후, 자신이 나름대로 생각하는 변칙사례의 원리를 자세히 서술하게 하고 있다. 사후 인지갈등을 측정하기 위한 대안가설 제시부에서는 대안가설을 제시한 후, 변칙사례에 대한 반응을 다시 조사하는데, 대안가설은 '물체가 뜨고 가라앉는지를 알기 위해서는 질량과 크기를 함께 고려해야한다'는 밀도 개념의 요소를 중학생이 제안하는 내용이다.

상황흥미 검사는 Chen 등[13]이 개발한 Situational Interest Scales 중 전체 흥미(total interest) 4문항을 변칙사례와 대안가설을 읽은 후의 상황에 맞게 번역·수정했다. 예를 들어, '이번 활동은 흥미롭다'를 변칙사례 제시 후에는 '이수환의 실험 결과는 흥미롭다'로, 대안가설 제시 후에는 '영희의 주장은 흥미롭다'로 각각 수정했다. 수정한 검사는 과학 전공 교사 1인과 과학 교육 전문가 3인의 검토를 받았다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .87이었다.

개념 학습 과정에 주의를 집중한 정도를 측정하기 위해, Keller[19]가 개발한 학습동기 검사(IMMS: Instructional Materials Motivation Survey) 중 주의집중(attention) 영역 12문항을 번역하여 사용했다. '이번 과학 시간에 나는 주어진 내용에 계속 주의를 기울일 수 있었다'가 문항의 예이다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .87이었다.

상태 학습전략을 측정하기 위해 이경호[8]의 수업 중 학습전략 검사를 사용했다. 이 검사는 수업 중에 사용하는 심층적 학습전략과 피상적 학습전략을 측정하기 위한 각 9문항이 5단계 리커트 척도로 구성되어 있다. 각 영역의 문항 예로는 '나는 이번 과학 시간에 공부하는 동안 배우는 내용의 의미를 스스로 이해하려고 노력하였다', '나는 이번 과학 수업에서 공부하는 동안 배우는 내용 중 많은 부분을 외워야 한다고 생각하였다'가 있다. 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 각각 .79와 .78이었다.

학생들의 개념변화 정도를 측정하기 위해 강석진 등[7]의 개념 검사를 사용했다. 이 검사는 총 4문항으로 이루어져 있으며, 모든 문항은 4개 답지 중 하나를 선택하고 그 이유를 서술하는 방식으로 구성되어 있다. 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .78이었다.

밀도 개념 학습

학습 환경이나 교사에 의한 변인을 통제하기 위해 선행연구[18]에서 사용된 CAI 프로그램을 사용했다. 이 프로그램은 물체가 뜨고 가라앉는 현상의 원리인 밀도 개념을 거시적 수준에서 효과적으로 설명하기 위해 개념변화 수업 모형에서 일반적으로 제안되는 학습 요소를 고려하여 구성되었다.

분석 방법

선개념 검사에서 '질량이 큰 구슬은 물에 가라앉는다'는 생각을 지니고 있고 초기 이론에도 동의한 197명을 대상으로 연구 결과를 분석했다. 변칙사례에 대한 반응 검사의 분석을 통해 학생의 반응을 7가지 유형으로 분류했고, 초기 이론에 대한 신념 포기 정도에 따라 4단계(0~3점)로 구분하여 사전 인지갈등을 정량화했다.[18] 대안가설 제시 후 반응 검사 또한 같은 방법으로 분석했다. 개념 검사는 학생들의 이해 수준에 따라 각 문항을 3단계(0~2점)로 나누어 총 8점 만점으로 채점했다. 반응 유형의 분류와 개념 검사 채점에서는 2인의 분석자간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 분석자 중 1인이 모든 검사지를 분류하고 채점했으며, 애매한 부분에 대해서는 분석자간 논의를 통해 결정했다.

사전·사후 인지갈등과 사전·사후 상황흥미의 정도를 비교하기 위해 종속표본 t-검정(paired t-test)을 실시했다. 또한 상관 분석을 실시하여 모든 변인 간의 관련성을 알아보았고, 상관 분석 결과와 이론적 모형을 토대로 잠정적인 경로 모형을 설정한 후, 가능한 경로를 모두 포함시켜 경로 분석을 실시했다. 모형의 적합도 지수를 고려하여 유의미하지 않은 경로를 제외하고 모형을 수정하는 과정을 반복하여 최종 모형을 도출했다.

종속표본 t-검정과 상관 분석에는 SPSS for windows 12.0, 경로 분석에는 AMOS 5.0 통계 프로그램을 사용했다. 경로 분석에는 공분산 구조 분석에서의 계수 추정 방법인 최대우도법(maximum likelihood method)을 사용했다. 도출된 모형의 적합도는 χ^2, AGFI(Adjusted Goodness of Fit Index), CFI(Comparative Fit Index), NFI(Normed Fit Index), RMSEA(Root-Mean-Square Error of Approximation) 등의 다중 적합도 지수를 사용하여 평가했다. 일반적으로 χ^2는 $p>.05$에서, RMSEA는 그 값이 .05이하일 때, 그 외의 적합도 지수들은 그 값이 .95이상일 때 경로 모형이 적합한 것으로 판정하고 있다.[20,21] 이 연구에서 도출한 경로 모형의 $\chi^2(16, N=197)$ 값은 19.49($p=.244$)였고, AGFI, CFI, NFI, RMSEA 값은 각각 .95, .99, .95, .03이었으므로, 도출한 경로 모형이 적합한 것으로 판정할 수 있었다.

연구 결과 및 논의

기술 통계 및 종속표본 t-검정 결과

각 검사 점수의 평균 및 표준 편차를 *Table* 1에 제시했다. 인지갈등 정도는 0-3점으로 정량화했는데, 사전·사후 인지갈등 검사 점수의 평균이 각각 1.69와 2.12로 나타나 변칙사례와 대안가설의 제시에 의해 학생들이 초기 이론에 대한 신념에 갈등을 느꼈음을 알 수 있다. 또한, 피상적 학습전략을 제외한 사전·사후 상황흥미, 주의집중, 심층적 학습전략 검사 점수의 평균이 모두 5단계 리커트의 중립값인 3점 이상으로 나타나 학생들이 비교적 변칙사례와 대안가설에 대해 흥미를 느꼈고, 개념 학습에 집중했으며 목표 개념을 유의미하게 학습하기 위해 노력했음을 알 수 있다.

Table 1. Means and standard deviations of the test scores of cognitive conflict and other variables

Measures	M	SD
pre-cognitive conflict (3)	1.69	1.29
post-cognitive conflict (3)	2.12	1.13
pre-situational interest (5)	3.25	1.01
post-situational interest (5)	3.19	0.90
attention (5)	3.63	0.68
deep learning strategy (5)	3.35	0.64
surface learning strategy (5)	2.47	0.69
conceptual understanding (8)	5.05	2.51

Note. The number in each bracket is a full mark.

사후 인지갈등 점수의 평균(2.12)은 사전 인지갈등 점수의 평균(1.69)보다 높았고, 종속표본 t-검정 결과, 그 차이가 통계적으로 유의미했다($t=5.14$, $p=.000$). 이는 강훈식 등의 연구 결과[12]와 같이 학생들의 초기 이론에 대한 신념 변화 정도가 대안가설의 도입으로 인해 증가되었음을 의미하는 것으로, 초기 이론과 변칙사례와의 갈등뿐만 아니라 초기 이론과 대안가설과의 갈등도 유발되었기 때문인 것으로 보인다.

사전·사후 상황흥미 검사 점수에 대한 종속표본 t-검정에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=.85$, $p=.395$). 반면, 강훈식 등의 연구[12]에서는 불안 검사 점수가 대안가설 제시 후에 감소했는데 그 차이가 유의미했으므로($t=3.70$, $p=.000$), 대안가설이 불안과 상황흥미에 미치는 영향은 다르다고 볼 수 있다. 학생들의 기존 개념으로 설명되지 않는 변칙사례에 의해 이미 상황흥미가 유발되어,[7,14] 대안가설이 도입된 후에 유발된 사후 상황흥미는 사전 상황흥미와 유의미한 차이가 나지 않은 것으로 생각할 수 있다.

Table 2. Correlation coefficients among the test scores of cognitive conflict and other variables

	pre-CC	post-CC	pre-I	post-I	att	str_d	str_s	con
pre-CC	1.00							
post-CC	.53**	1.00						
pre-I	.02	.07	1.00					
post-I	-.07	.10	.54**	1.00				
att	.11	.26**	.48**	.46**	1.00			
str_d	.07	.15*	.38**	.33**	.60**	1.00		
str_s	-.07	-.10	.04	.09	-.18*	.21**	1.00	
con	.23**	.37**	.12	.17*	.34**	.21**	-.17*	1.00

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

Note. pre-CC, pre-cognitive conflict; post-CC, post-cognitive conflict; pre-I, pre-situational interest; post-I, post-situational interest; att, attention; str_d, deep learning strategy; str_s, surface learning strategy; con, conceptual understanding.

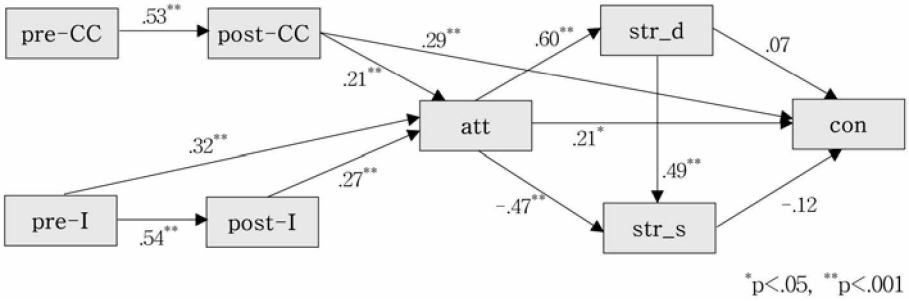

Fig. 1. A path model of the influences of cognitive conflict and other variables on conceptual understanding.

상관 및 경로 분석 결과

각 변인 간의 인과관계를 알아보기 위해, 상관 분석 결과(*Table* 2)와 이론적 모형에 기초하여 경로 모형(*Fig.* 1)을 도출했다. 사전 인지갈등 점수는 사후 인지갈등 및 개념 검사 점수와 유의미한 상관을 보였으나, 사전 인지갈등은 사후 인지갈등에만 영향을 미치고 다른 변인에는 직접적인 영향을 주지 못했다. 반면, 사후 인지갈등은 개념이해에 직접적인 영향을 주었다. 이는 반증사례만을 제시했을 때보다 대안가설을 추가로 제시했을 때 인지갈등 정도가 증가되어 개념변화가 잘 일어난다는 것을 의미하며, 대안가설의 도입이 학생들의 개념변화를 촉진시키는 데에 중요한 역할을 했다고 해석할 수 있다. 또한 사후 인지갈등은 주의집중을 통해서도 개념이해에 간접적인 영향을 미쳤다. 주의집중은 새로운 상황을 수업의 시작 부분에 제시해 줄 때 잘 유발되므로,[22] 새로운 개념의 요소를 포함한 대안가설을 학습에 앞서 접한 학생들이 개념 학습 과정에 보다 집중하게 되어 개념변화를 일으켰다고도 볼 수 있다.

사전·사후 상황흥미는 주의집중, 심층적 학습전략과 밀접한 관련이 있었고, 주의집중을 거쳐 심층적 학습전략과 개념이해에 긍정적 영향을 준 반면, 피상적 학습전략에는 부정적 영향을 주었다. 이는 상황흥미가 학습자가 수업에 집중하도록 하여 암기 위주의 피상적인 학습보다는 기존 경험이나 과거에 학습한 내용들과 비교해 보는 심층적인 학습을 유도한 것이라 볼 수 있다. 또한 특정 학습 환경에 의한 상황흥미는 학습 과정에서의 주의집중을 유발하여 개념변화에 영향을 미치므로,[7,23] 변칙사례나 대안가설에 의해 유발된 상황흥미 또한 학습자가 학습 과정에 집중할 수 있도록 유도하여 개념변화를 촉진했다고 해석할 수 있다. 변칙사례와 대안가설에 의해 유발된 불안은 주의집중을 경유하여 개념이해에 부정적 영향을 준다고 보고되었는데,[12] 이때 불안이 주의집중에 미치는 영향(β= -.14, p=.072)은 통계적으로 유의미하지 않았다. 그러나 본 연구에서는 사전·사후 상황흥미가 모두 주의집중에 통계적으로 유의미한 영향(β=.32, p=.000; β=.27, p=.000)을 주었으므로, 학

생들이 선개념과 불일치하는 상황에 대해 불안보다는 흥미를 느꼈고, 이로 인해 학습 과정에 더 집중할 수 있었음을 알 수 있다.

개념 학습 과정 중에 유발되는 심층적 학습전략과 피상적 학습전략은 서로 관련이 있는 것으로 나타났는데, 이는 심층적 학습전략을 사용하는 학생들이 피상적 학습전략도 더불어 사용했다는 것을 보여준다. 인지갈등은 수업 중에 유발되는 학습동기에 영향을 미치고,[7,8] 긍정적인 학습동기를 가진 학생들은 심층적·피상적 학습전략을 수업 상황에 맞게 선택하여 사용할 수 있다.[24,25] 이에 본 연구에서도 대안가설을 접한 후에 인지갈등 정도가 증가한 학생들의 학습동기가 향상되어 심층적 학습전략을 사용하는 동시에 피상적 학습전략도 사용했다고 생각할 수 있다. 학습전략이 과학성취도에 미치는 영향을 알아본 노태희 등의 연구[26]에서도 학습 자체나 과제 수행에 목적을 갖고 참여하는 학생들은 다양한 학습전략을 동시에 사용한다고 보고되었다. 학습 목적은 학습해야할 과제와 상호 작용하는 과정에서 발생할 수 있으므로,[27] 개념 학습이 이뤄지기 전에 학습해야 할 목표 개념의 요소를 포함한 대안가설을 먼저 접하면서 학생들이 긍정적인 목적을 가지고 학습에 참여하게 되었고, 이로 인해 다양한 학습전략을 사용했다고 해석할 수도 있다.

한편, 심층 및 피상적 학습전략 검사 점수는 개념검사 점수와 유의미한 상관이 있지만, 각 학습전략이 개념이해에 미치는 영향은 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 고등학교 물리 단원의 작용·반작용 개념 학습에서 상태 학습전략이 개념변화에 직접적으로 영향을 미쳤던 이경호의 연구 결과[8]와 일치하지 않는다. 이는 대상 학생이나 목표 개념의 특성, 수업 방법에 기인했을 수 있다. 학년이 증가하거나 학생들의 인지 수준이 높아질수록 능동적인 학습전략의 사용이 효과적임을 인지할 수 있고,[28,29] 학생들의 학습전략 사용이 보다 안정적으로 정착되는 경향이 있다고 보고된다.[30,31] 따라서 이 연구의 대상인 중학교 1학년 학생들은 이경호 연구[8]의 대상인 고등학생에 비해 학습전략을 사용하는 경향이 불안정하거나 효과적이지 못했을 수 있다. 또한, 작용·반작용 개념은 힘의 크기, 속도, 가속도, 운동 상태의 변화, 벡터의 의미에 대한 이해 뿐만 아니라 마찰력, 중력, 무게, 단단한 정도 등의 여러 개념들과의 관계에 대한 이해가 선행되어야 올바르게 이해할 수 있는 개념으로,[32] 질량과 부피, 비례 관계에 대한 이해가 선행되면 쉽게 이해할 수 있는 밀도 개념에 비해[18] 상대적으로 어려운 개념이다. 따라서 작용·반작용 개념보다 밀도 개념을 이해하는 과정에서 학생들이 새로운 개념을 자신의 선개념이나 다른 관련 개념들과 연관지어 생각하는 학습전략을 효과적으로 사용하지 못했을 수도 있다. 수업 방법 면에서는 이경호의 연구[8]와 달리 교사 변인을 통제하기 위한 개별 CAI를 실시했는데, 학생들이 짧은 시간에 능동적으로 학습하는 상황에 익숙하지 않아 학습전략을 적극적으로 활용하지 못했을 가능성도 있다. 이런 차이들로 인해 이경호의 연구 결과[8]와 달리 상태 학습전략이 개념변화에 큰 영향을 주지 못한 것으로 보인다.

결론 및 제언

이 연구에서는 인지갈등 전략에 대안가설을 도입했을 때의 효과를 알아보고, 변칙사례 및 대안가설에 의한 인지갈등과 상황흥미, 주의집중, 상태 학습전략이 개념변화에 미치는 영향을 경로 분석을 통해 알아보았다.

변칙사례에 대한 인지갈등 정도는 대안가설을 제시한 후에 유의미하게 증가했고, 증가된 인지갈등이 개념이해에 직접적인 영향을 미쳤다. 이는 새로운 개념의 요소를 포함한 대안가설의 도입이 인지갈등 유발과 개념변화를 촉진하기 위한 효과적인 방안임을 시사한다. 따라서 교사들은 인지갈등 전략을 사용하는 개념변화 수업에서 변칙사례만을 제시하기 보다는 학생들에게 자신의 선개념을 새로운 개념과 구체적으로 비교할 수 있는 기회를 제공해 주기 위해 노력해야 할 것이다.

상황흥미의 유발 정도는 대안가설 제시 전·후에 차이가 없었고, 사후 상황흥미가 개념이해에 직접적인 영향을 주지 못했다. 강훈식 등의 연구 결과[12]에서도 대안가설 제시 후에 감소된 불안이 개념변화 과정에 미치는 영향은 작았다. 즉, 개념변화 과정에서 비인지적 변인을 통한 대안가설의 역할은 작았으므로, 대안가설의 도입은 비인지적 변인보다 인지적 변인의 유발을 통해 개념변화에 영향을 준다는 결론을 내릴 수 있다.

그러나 사전·사후 상황흥미가 주의집중을 경유하

여 개념변화에 긍정적인 영향을 주었으므로, 개념변화 과정에서 상황흥미의 역할이 크다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 주의집중은 사전·사후 상황흥미뿐만 아니라 사후 인지갈등이 개념이해에 영향을 미칠 때에도 매개변인이었으므로, 개념변화 과정에서 고려해야 할 중요한 변인이라 볼 수 있다.[7] 상황흥미는 변칙사례의 내용이 일상에서 쉽게 확인될 수 있거나,[33] 새로운 요소를 가지고 있을 때 유발되고,[13,14] 주의집중은 학생들이 과제의 해결책에 대한 호기심을 가질 때 유발될 수 있다.[22] 따라서 상황흥미와 주의집중을 유발하기 위해서는, 변칙사례가 쉽게 접할 수 있는 친근한 상황이면서도 학생들의 호기심을 자극할 만한 새로운 상황을 포함하고 있어야 한다. 변칙사례 제시 방법에 있어서도 평범한 읽기자료가 아닌 학생들이 새롭게 받아들일 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

심층적·피상적 학습전략은 개념 학습 과정 중에 함께 사용되었는데, 이는 대안가설 도입의 영향이라 볼 수 있으므로 다양한 상태 학습전략의 사용을 유도하기 위해서는 대안가설이 변칙사례와 함께 제시되어야 한다. 그러나 이경호의 연구[8]와 달리 상태 학습전략이 개념변화에 미치는 영향은 미미한 것으로 나타났다. 상태 학습전략이 개념변화에 미치는 영향에 대해 일반화된 결론을 내리기에는 개념변화 과정에서 상태 학습전략의 역할을 알아본 연구들이 부족하므로, 앞으로 다양한 대상 학년이나 목표 개념, 수업 방법 등에 있어서의 반복 연구가 필요하다.

한편, 같은 불일치 상황에서도 인지수준이나 과학에 대한 태도 등의 학습자 특성에 따라 인지갈등 정도와 개념변화 여부가 다르게 나타나므로,[33] 학습자 특성에 따라 대안가설이 개념변화 과정에서 담당하는 역할도 다를 수 있다. 또한, 주의집중과 상태 학습전략 이외에도 대안가설 제시 후의 인지갈등과 개념변화를 매개할 수 있는 다른 학습 과정 변인이 존재할 수 있다. 따라서 대안가설이 도입되는 인지갈등 전략에서 학습자의 특성이나 다른 학습 과정 변인이 개념변화에 미치는 영향에 대한 연구를 고려할 필요가 있다.

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

인 용 문 헌

1. 이영식; 권재술. *한국과학교육학회지.* **1993**, *13*, 310.
2. 권재술; 이경호; 김연수. *한국과학교육학회지.* **2003**, *23*, 574.
3. 김범기; 권재술. *한국과학교육학회지.* **1995**, *15*, 472.
4. Limón, M. *Learning and Instruction.* **2001**, *11*, 357.
5. Niaz, M. *Journal of Research in Science Teaching.* **1995**, *32*, 959.
6. Sinatra, G. M.; Pintrich, P. R. In *Intentional conceptual change*; Sinatra, G. M.; Pintrich, P. R., Eds.; Erlbaum: Mahwah, U. S. A., 2003; p 1.
7. 강석진; 이정민; 강훈식; 차정호; 노태희. *교육과정평가연구.* **2006**, *9*, 77.
8. 이경호. *고등학생의 물리 개념변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향.* 한국교원대학교 박사학위논문, 2000.
9. 강훈식; 김민경; 차정호; 노태희. *한국과학교육학회지.* **2006**, *26*, 723.
10. Park, J.; Kim, I.; Kim, M.; Lee, M. *Analysis of the students' process of confirmation and falsification of hypotheses in electrostatics*; Paper presented at the Annual Conference of the Australasian Science Education Research Association, Adelaide, Australia, 1997.
11. 박종원. *한국과학교육학회지.* **2001**, *21*, 609.
12. 강훈식; 곽진하; 김유정; 노태희. *대한화학회지.* **2007**, *51*, 56.
13. Chen, A.; Darst, P. W.; Pangrazi, R. P. *British Journal of Educational Psychology.* **2001**, *71*, 383.
14. Palmer, D. *International Journal of Science Education.* **2004**, *26*, 895.
15. Cavallo, A. M. L. *Journal of Research in Science Teaching.* **1996**, *33*, 625.
16. Kang, S.; Scharmann, L. C.; Noh, T.; Koh, H. *International Journal of Science Education.* **2005**, *27*, 1037.
17. Case, J.; Marshall, D. *Studies in Higher Education.* **2004**, *29*, 605.
18. Kang, S.; Scharmann, L. C.; Noh, T. *Research in Science Education.* **2004**, *34*, 71.
19. Keller, J. M. *IMMS: Instructional material motivation survey*; Florida State University, 1993.
20. 김계수. *AMOS 구조방정식 모형 분석*; (주) 데이터솔루션: 서울, 한국, 2004.
21. Schumacker, R. E.; Lomax, R. G. *A beginner's guide to structural equation modeling*; Erlbaum: Mahwah, U. S. A., 2004.
22. Keller, J. M. *International Journal of Educational Technology.* **1999**, *1*, 7.
23. Pintrich, P. R. In *New perspectives on conceptual change*; Schnotz, W.; Vosniadou, S.; Carretero, M., Eds.;

Elsevier Science Ltd.: Oxford, U. K., 1999; p 40.
24. Greene, B. A.; Miller, R. B. *Contemporary Educational Psychology*; **1996**, *21*, 181.
25. Gregoire, M.; Ashton, P.; Algina, J. *The role of prior and perceived ability in influencing the relationship of goal orientation to cognitive engagement and academic achievement*; ERIC Document Reproduction Service No. ED453229, 2001.
26. 노태희; 김경순; 박현주; 전경문. *한국과학교육학회지*, **2006**, *26*, 232.
27. Middlebrooks, A. E. *The development of goal conceptualization in activity*; ERIC Document Reproduction Service No. ED467837, 2002.
28. 김정석; 권혜련; 장남기. *한국과학교육학회지*. **1997**, *17*, 103.
29. Nolen, S. B.; Haladyna, T. M. *Journal of Research in Science Teaching*. **1990**, *27*, 115.
30. Hertzog, C.; Schaie, K. W. *Psychology and Aging*. **1986**, *1*, 159.
31. Hong, E. *Journal of Educational Research*. **1998**, *91*, 148.
32. 김대식; 노미라. *과학교육연구논총*. **1994**, *10*, 13.
33. 권난주; 권재술. *한국과학교육학회지*. **2004**, *24*, 216.