

## 변칙사례 및 대안가설에 의해 유발된 인지갈등과 비인지적 변인이 개념변화에 미치는 영향

강훈식\* · 곽진하 · 김유정 · 노태희\*

서울대학교 화학교육과

\*서울대학교 교육종합연구원

(2006. 2. 6 접수)

## Influences of Cognitive Conflict and Non-cognitive Variables Induced by Discrepant Event and Alternative Hypothesis on Conceptual Change

Hunsik Kang<sup>†</sup>, Jinha Kwack, Youjung Kim, and Taehee Noh\*

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

*\*Center for Educational Research, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea*

(Received February 6, 2006)

**요 약.** 이 연구에서는 변칙사례 및 대안가설에 의해 유발된 인지갈등과 불안, 주의집중, 노력이 개념변화에 미치는 영향을 조사하였다. 중학교 1학년 학생 470명을 대상으로 선개념 검사를 실시하여 203명의 오개념을 지닌 학생들을 선발하였다. 변칙사례를 제시한 후, 대안가설 제시 전후에 각각 변칙사례에 대한 반응 검사와 불안 검사를 실시하였다. CAI 프로그램으로 밎도 개념학습을 실시하였으며, 사후 검사로 주의집중 검사, 노력 검사, 개념 검사를 실시하였다. 연구 결과, 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등(사전 인지갈등)은 대안가설 제시 후 증가하였다. 사전 인지갈등은 변칙사례와 대안가설에 의해 유발된 인지갈등(사후 인지갈등)에만 직접적인 영향을 주었으며, 사후 인지갈등은 개념변화에 직접적으로 긍정적인 영향을 주었다. 변칙사례에 의해 유발된 불안(사전 불안)은 대안가설 제시 후 감소하였다. 사전 불안은 변칙사례와 대안가설에 의해 유발된 불안(사후 불안)에만 직접적인 영향을 주었으며, 사후 불안은 노력을 통해 개념변화에 부정적인 영향을 주었다. 주의집중은 개념변화에 직접적으로 또는 노력을 경유하여 긍정적인 영향을 주었다. 이런 결과는 개념변화 수업에서 변칙사례와 대안가설을 함께 제시하는 전략이 변칙사례만 제시하는 전략보다 인지갈등을 더욱 유발하거나 불안을 감소시켜 학생들이 개념학습 과정에 보다 능동적이고 적극적으로 참여하도록 유도함으로써 개념변화를 촉진할 가능성을 시사한다.

**주제어:** 인지갈등, 대안가설, 불안, 주의집중, 노력, 개념변화

**ABSTRACT.** This study examined the influences of cognitive conflict and anxiety induced by a discrepant event and an alternative hypothesis, attention, and effort on conceptual change. Two hundred three students having misconceptions about density were selected from 462 seventh graders based on the results of a preconception test. Tests of cognitive responses and anxiety to a discrepant event were administered before and after presenting an alternative hypothesis. Computer-assisted instruction (CAI) was then provided to students as a conceptual change intervention. Tests assessing attention and effort allocated to the CAI, and conceptual understanding were administered as posttests. Cognitive conflict induced by a discrepant event was found to increase after presenting an alternative hypothesis. Pre-cognitive conflict induced by only a discrepant event exerted a direct effect on post-cognitive conflict induced by a discrepant event and an alternative hypothesis. Post-cognitive conflict had a direct effect on conceptual change. Pre-anxiety decreased after presenting an alternative hypothesis. Pre-anxiety influenced post-anxiety, and this influenced on conceptual change via effort negatively. Attention had a direct effect as well as an indirect effect on conceptual change via effort. These results

suggest that the strategy presenting both a discrepant event and an alternative hypothesis to students in concept learning could facilitate conceptual change by inducing more cognitive conflict or active participation of students through the decrease of anxiety than that presenting a discrepant event only.

**Keywords:** Cognitive Conflict, Alternative Hypothesis, Anxiety, Attention, Effort, Conceptual Change

## 서론

과학 교육에서 변칙사례를 이용하는 인지갈등 전략은 대표적인 개념변화 수업 전략으로 인식되고 있으나, 그 효과성에 대해서는 일관되지 않은 결과들이 보고되고 있다.<sup>1</sup> 즉, 인지갈등이 개념변화에 효과적이라고 보고되기도 하지만,<sup>2</sup> 변칙사례를 접한다고 해서 반드시 인지갈등이 일어나는 것은 아니며 인지갈등이 반드시 개념변화를 보장하는 것은 아니라고 보고되기도 한다.<sup>3</sup> 이는 개념변화 과정에서 변칙사례나 인지갈등의 역할이 기대보다 크지 않으며, 인지갈등 전략을 통해 개념변화를 유도하는 과정에 대한 새로운 접근이 필요함을 의미한다.

새로운 개념이 학생들의 인지 구조 속에 올바르게 정착되기 위해서는 선개념과 변칙사례의 갈등(갈등 1)뿐만 아니라 선개념으로 설명 가능한 현상과 새로운 개념의 갈등(갈등 2), 선개념과 새로운 개념의 갈등(갈등 3)이 해소되어야 한다.<sup>4,5</sup> 그러나 대부분의 개념변화 연구와 같이 변칙사례만 제시할 경우, 변칙사례는 복잡한 인지구조 전체에 대한 부정이 아니라 부분적이거나 예외적인 사례로 간주되어 선개념이 심층적으로 도전받지 않을 가능성이 있다.<sup>6,7</sup> 또한, 학생들이 변칙사례를 접한 후 선개념을 대신할 만한 가설을 모색하지 못한다면 갈등 2, 3이 잘 유발되지 않을 수 있으며, 실제로 대안가설을 생성하지 못하는 학생들이 많은 것으로 나타났다.<sup>8</sup> 새로운 개념의 요소를 포함하고 있는 대안가설의 도입은 학생들에게 선개념과 새로운 개념을 비교할 수 있는 기회가 되며, 학생들이 자신의 선개념을 수정하거나 정교화하도록 유도할 수 있다.<sup>9</sup> 따라서 학생들에게 대안가설을 제공함으로써 개념변화를 촉진할 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 최근 일부 연구자들은 기존의 개념변화 연구가 인지적 측면에만 치중했다고 지적하면서 정의적, 동기적 변인 등의 비인지적 변인도 개념변화 과정에 중요한 영향을 미칠 수 있다고 주장하였다.<sup>10,11</sup> Keller는 인간 노력과 수행에 관한 포괄적 모형을 통해 학습

과정에 대한 종합적인 설명을 하였는데, 이 모형에 의하면 동기의 지표인 노력은 학습자의 주의집중에 의해 영향을 받으며 학업 수행에 직접적인 영향을 미친다.<sup>12</sup> 개념변화가 일어나기 위해서는 학생들이 개념학습에 주의를 집중하고 노력해야 한다고 주장되고 있으며,<sup>13</sup> 여러 연구에서 주의집중이나 노력이 지식 구성 과정을 촉진하여 개념변화에 긍정적인 영향을 준다고 보고하였다.<sup>14,15</sup> 또한, 자신의 선개념으로 설명할 수 없는 현상에 직면한 학생들은 불안을 느낄 수 있으며,<sup>13,16,17</sup> 학생들은 이런 불안을 감소시키기 위해 관련 정보를 탐색하거나 변칙사례를 설명할 수 있는 대안가설을 모색하거나 그 상황을 회피하는 반응을 보인다.<sup>17,20</sup> 대안가설을 모색하지 못한 학생들은 인지갈등 상황에서 유발된 불안이 더욱 증가하게 될 것으로 예상된다.<sup>13,20</sup> 한편, 인지갈등에 인지적 측면과 정의적 측면이 혼합되어 있을 경우, 개념변화 과정을 체계적으로 분석조사하는데 한계가 있다는 지적도 제기된 바 있다.<sup>8</sup> 따라서 개념변화 과정을 보다 심층적으로 이해하기 위해서는 개념변화 과정에서 인지갈등을 인지적 측면에 한정하여 정의하고 불안과 같은 정의적 변인이나 주의집중, 노력과 같은 학습 과정 변인을 고려할 필요가 있다. 이에 이 연구에서는 인지갈등 전략을 통한 개념변화 과정의 구체적인 경로모형과 대안 가설이 그 경로모형에 미치는 영향을 조사하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 변칙사례를 제시한 후, 대안가설을 제시하기 전과 후의 인지갈등 및 불안 정도를 비교하였다.
- 2) 변칙사례를 제시한 후, 대안가설을 제시하기 전과 후의 인지갈등 및 불안, 주의집중, 노력, 개념변화의 인과관계를 조사하였다.

## 연구 내용 및 방법

### 연구 대상 및 절차

이 연구는 아직 믿도를 학습하지 않은 중학교 1학년 학생 462명을 대상으로 하였다. 믿도 개념에 대

한 오개념을 지닌 학생들을 선별하기 위해 선개념 검사를 실시한 후, 변칙사례에 의한 인지갈등(사전 인지갈등) 및 불안(사전 불안) 정도를 측정하기 위해 변칙사례에 대한 반응 검사와 불안 검사를 실시하였다. 변칙사례의 원리에 대한 대안가설을 제시한 후, 다시 변칙사례에 대한 반응 검사(사후 인지갈등)와 불안 검사(사후 불안)를 실시하였다. 이후 학생들은 CAI 프로그램을 이용하여 15분 동안 밀도 개념을 개별적으로 학습하였다. 사후 검사로 개념 검사, 주의 집중 검사, 노력 검사를 실시하였다.

### 검사 도구

선개념 검사지는 ‘물에 뜨는 구슬과 재질은 같으나 질량이 더 큰 구슬이 물에 뜨는가?’에 대한 답을 선택하고, 그 이유를 자세히 서술하도록 구성하였다.<sup>8,14</sup> 인지갈등 유발 정도를 측정하기 위한 변칙사례에 대한 반응 검사지는 인지갈등을 인지적 측면에 한정하여 정의하고 측정하는 선행 연구<sup>8,14</sup>의 검사지를 수정하여 사용하였으며, 초기 이론 제시부, 변칙사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 구성하였다. 초기 이론 제시부에서는 학생들이 흔히 지니고 있는 ‘가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다.’는 주장을 제시하고, 이에 대한 학생들의 동의 여부를 조사하였다. 변칙사례 제시부에서는 초기 이론과 모순되는 실험 결과를 중학생이 자신의 실험 결과를 설명하는 방식으로 제시하였다. 반응 조사부에서는 변칙사례의 타당성 인정 여부, 초기 이론과 변칙사례 사이의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 표시하고 각각의 이유 및 학생들이 나름대로 생각하는 변칙사례의 원리를 자세히 서술하도록 하였다. 사후 인지갈등을 측정하기 위한 검사지에는 대안가설 제시부로 ‘물체가 물에 뜨고 가라앉는지를 알기 위해서는 질량과 크기를 함께 고려해야한다.’와 같이 밀도 개념의 요소를 포함하는 대안가설을 제시하였다. 또한, 대안가설의 타당성 인정 여부와 대안가설이 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도에 미치는 영향 여부를 표시하고, 그 이유를 자세히 서술하도록 하는 문항들을 추가하였다. 개발한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 3인으로부터 타당도를 검증받은 후, 예비 검사를 통해 수정·보완하였다. 부록에 변칙사례 제시부와 대안가설 제시부를 제시하였다.

변칙사례 또는 대안가설에 의한 불안 정도를 측정하기 위한 불안 검사지는 Spielberger<sup>21</sup>가 개발한 State-Trait Anxiety Inventory(STAI) 40문항 중 상태 불안에 해당하는 20문항을 이장호 등<sup>22</sup>이 제작한 상태-특성 불안 한국어판을 참고하여 본 연구 상황에 맞게 번안하여 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 번안한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 3인의 검토 및 예비 검사를 통해 수정·보완하였다. 사전 불안과 사후 불안의 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 각각 .90, .92였다.

주의집중 검사지는 Keller<sup>23</sup>가 개발한 학습동기 검사지(IMMS: Instructional Materials Motivation Survey) 중 학습 과정에 주의를 집중하는 정도를 측정하는 주의 집중 영역 12문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였다. 이 연구에서의 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .88이었다.

학습 과정에 들이는 노력 정도를 측정하기 위한 노력 검사지는 Malpass<sup>24</sup>의 State Effort Scale 6문항을 사용하였다. 이 검사지는 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .84였다.

학생들의 개념변화 정도를 측정하기 위해 선행 연구<sup>8</sup>의 개념 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 총 4 문항이며, 각 문항은 4개의 답지 중 하나를 선택하고 그 이유를 자세히 설명하는 방식으로 구성되어 있다. 이 연구에서의 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .65였다.

### 밀도 개념학습

교사와 학습 환경이 개념학습 과정에 미치는 영향을 통제하기 위해 CAI 프로그램을 이용하여 개념학습을 진행하였다. CAI 프로그램은 선행 연구를 참고하여 수정하였으며, 개념변화 수업 모형에서 일반적으로 제안되고 있는 학습 요소들을 고려하여 CAI 프로그램의 내용을 구성하였다. 이때, 물체가 뜨고 가라앉는 현상을 거시적 수준에서 설명하는데 중점을 두었다.

### 분석 방법

선개념 검사에서 ‘가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다.’는 오개념을 지니고, 초기 이론에도 동의한 203명의 학생들만을 대상으로 결과를 분석하였다. 변칙사례에 대한 반응 검사지를 분석하여 학생들의 반응을 초기 이론에 대한 신념의 감소 정

도를 기준으로 7가지 유형으로 분류하였으며, 변칙사례에 의한 인지갈등 유발 정도, 즉 선개념에 대한 불만족의 정도와 새로운 개념의 필요성에 대해 느끼는 정도는 7가지 반응 유형을 4단계(0-3점)로 구분하여 정량화하였다.<sup>8</sup> 개념 검사는 각 문항을 학생들의 개념 이해 수준에 따라 3단계(0점-2점), 총 8점 만점으로 채점하였다. 반응 유형 분류와 개념 검사 채점에서는 2인의 분석자간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 분석자 중 1인이 모든 검사지를 분류하고 채점하였으며, 애매한 부분은 분석자간 논의를 통해 결정하였다.

대안가설 제시 전후의 인지갈등과 불안 정도의 차이를 비교하기 위해 종속 표집 t 검증(paired t-test)을 실시하였다. 사전·사후 인지갈등, 사전·사후 불안, 주의집중, 노력, 개념변화 사이의 상호 관련성을 조사하기 위해 상관분석을 실시하였다. 또한 상관분석 결과와 이론적 모형을 토대로 개념변화 과정에 대한 잠정적인 경로모형을 설정한 후, 인과설정이 가능한 경로를 모두 포함시켜 경로분석을 실시하였다. 경로모형의 적합도 지수를 고려하여 유의미하지 않은 경로를 제외하고 경로모형을 수정하는 과정을 반복하여 최종 모형을 결정하였다. 종속 표집 t 검증과 상관분석에는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용하였다. 경로분석에는 AMOS 4.0 통계 프로그램을 사용하였으며, 공분산 구조분석에서 계수 추정 방법인 최대우도법(maximum likelihood method)과 모형의 타당성을 확보하기 위해 반복적으로 경험적인 표본을 추출하는 부트스트래핑(bootstrapping)을 사용하였다.<sup>25</sup> 구축된 경로모형의 적합도는  $\chi^2$ , AGFI(Adjusted Goodness of Fit Index), CFI(Comparative Fit Index), TLI(Tucker-Lewis Index), RMSEA(Root-Mean-Square Error of Approximation) 등의 다중 적합도 지수를 사용하여 평가하였다.<sup>26</sup> 일반적으로  $\chi^2$ 는 p값이 .05이상일 때, RMSEA는 그 값이 .05이하일 때, 그 외의 적합도 지수들은 그 값이 .90이상일 때 경로모형이 적합한 것으로 판정하고 있다.<sup>25,26</sup> 이 연구에서  $\chi^2(12, N=203)$  값은 13.44( $p=.338$ )였고, AGFI, CFI, TLI, RMSEA 값은 각각 .96, .99, .99, .02였다.

연구 결과

대안가설이 인지갈등과 불안에 미치는 영향

각 검사 점수의 평균 및 표준편차를 Table 1에 제

Table 1. Means and standard deviations of cognitive conflict and non-cognitive variables

Measures	M	SD
Pre-cognitive conflict (3) <sup>1</sup>	1.44	1.20
Post-cognitive conflict (3) <sup>1</sup>	1.80	1.22
Pre-anxiety (5) <sup>1</sup>	2.48	.63
Post-anxiety (5) <sup>1</sup>	2.33	.63
Attention (5) <sup>1</sup>	3.54	.74
Effort (5) <sup>1</sup>	3.73	.69
Conceptual understanding (8) <sup>1</sup>	5.33	2.30

<sup>1</sup>full marks.

시하였다. 변칙사례를 제시한 후, 대안가설을 제시하기 전후의 인지갈등 점수의 평균(1.44, 1.80)이 인지갈등을 전혀 경험하지 않은 0점보다 큰 값을 나타낸 것으로 보아 학생들이 변칙사례와 대안가설을 접한 후 조금이라도 인지갈등을 겪었음을 알 수 있다. 특히 학생들이 대안가설을 접한 후(1.80)의 인지갈등 점수는 접하기 전(1.44)의 점수보다 높았으며, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다( $t=3.82, p=.000$ ). 학생들이 초기 이론에 대한 신념을 포기하는 정도가 대안가설의 도입으로 더 커졌음을 알 수 있다. 불안 검사 점수의 평균(2.48, 2.33)은 대안가설 제시 전후 모두 중앙값(3점)보다 낮게 나타났는데, 이는 학생들이 변칙사례나 대안가설을 보고 느끼는 불안 정도가 그다지 크지 않았음을 의미한다. 특히 학생들이 대안가설을 접한 후(2.33)의 불안 점수가 접하기 전(2.48)의 점수보다 유의미하게 낮았는데( $t=3.70, p=.000$ ), 학생들이 변칙사례를 본 후 느꼈던 불안 정도가 대안가설의 도입으로 감소하였음을 알 수 있다. 이러한 결과들은 대안가설이 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등을 더욱 증가시켜 초기 이론에 대한 신념을 포기하도록 유도함은 물론, 인지갈등 해소에 대한 기대로 불안을 감소시킬 수 있음을 보여준다.

주의집중, 노력 검사 점수의 평균은 모두 중앙값(3점) 이상으로 나타났는데, 이는 학생들이 대체로 개념학습에 적극적으로 참여했음을 의미한다. 또한, 개념 검사 점수의 평균이 중앙값(4점)보다 높았던 것으로 보아, 학생들이 인지갈등 전략을 통해 개념을 비교적 잘 이해했음을 알 수 있다.

상관분석 결과

각 검사 점수들 사이의 상관계수는 Table 2와 같다.

Table 2. Correlation coefficients among cognitive conflict and non-cognitive variables

	Pre-CC	Post-CC	Pre-A	Post-A	Att	Eff	Con
Pre-CC	1.00						
Post-CC	.40**	1.00					
Pre-A	.05	-.06	1.00				
Post-A	-.01	-.11	.55**	1.00			
Att	-.03	.10	.01	-.13	1.00		
Eff	-.02	-.06	-.04	-.18*	.60**	1.00	
Con	.10	.14*	.09	.02	.31**	.30**	1.00

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ 

Note. Pre-CC, pre-cognitive conflict; Post-CC, post-cognitive conflict; Pre-A, pre-anxiety; Post-A, post-anxiety; Att, attention; Eff, effort; Con, conceptual understanding.

개념변화는 사후 인지갈등( $r=.14$ ,  $p < .05$ ), 주의집중( $r=.31$ ,  $p < .01$ ), 노력( $r=.30$ ,  $p < .01$ )과 유의미한 정적 상관관계가 있었다. 즉, 변칙사례와 대안가설에 의해 유발되는 인지갈등과 개념학습 과정에서 들인 주의 집중 및 노력이 개념변화와 연관성이 있음을 알 수 있다. 주의집중은 노력과도 유의미한 정적 상관관계( $r=.60$ ,  $p < .01$ )가 있었는데, 이는 개념학습 과정에 주의를 집중하는 정도와 노력이 밀접한 관련이 있음을 의미한다. 또한 노력과 사후 불안이 유의미한 부정 상관관계( $r=-.18$ ,  $p < .05$ )가 있는 것으로 보아, 변칙사례 및 대안가설을 보고 불안을 적게 느끼는 학생일수록 개념학습 과정에서 더욱 노력하는 경향이 있음을 알 수 있다.

한편, 사전 인지갈등은 사후 인지갈등과는 유의미한 정적 상관관계( $r=.40$ ,  $p < .01$ )가 있었으나, 그 외의 변인들과는 유의미한 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 사전 불안 또한 사후 불안과만 유의미한 정적 상관관계( $r=.55$ ,  $p < .01$ )가 있었다. 이는 사전 인지갈등과 사전 불안은 각각 사후 인지갈등, 사후 불안과만 밀접한 관련이 있으며, 개념학습 과정이나 개념변화와는 관련이 없음을 의미한다.

### 경로분석 결과

사전·사후 인지갈등, 사전·사후 불안, 주의집중, 노력, 개념변화 사이의 인과관계를 밝히기 위해 경로분석을 실시하였다(Fig. 1, Table 3). 사전 인지갈등은 사후 인지갈등( $\beta=.40$ )에만 직접적인 영향을 주었고 그 외에 다른 변인에는 직접적인 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 반면, 사후 인지갈등은 개념변화에 직접적으로 영향( $\beta=.14$ )을 주는 것으로 나타났다. 즉,

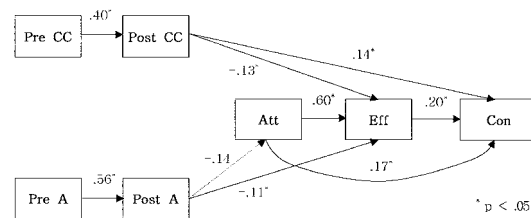


Fig. 1. Path model of influences of cognitive conflict and non-cognitive variables on conceptual understanding.

변칙사례와 대안가설을 접한 후 인지갈등을 많이 겪는 학생일수록 개념변화가 잘 일어남을 알 수 있다. 한편, 사후 인지갈등은 노력을 경유하여 개념변화에 부정적인 영향( $\beta=-.13$ ,  $\beta=.20$ )을 주기도 하였다. 그러나 이 경로의 영향력은 상대적으로 작았고 사후 인지갈등과 노력 사이의 상관계수도 유의미하지 않았으므로, 사후 인지갈등이 개념변화에 미치는 부정적인 영향은 매우 작다고 할 수 있다.

사전 불안은 사후 불안( $\beta=.56$ )에만 직접적인 영향을 주고, 그 외에 다른 변인에는 영향을 주지 못하는 반면, 사후 불안은 노력을 경유하여 개념변화에 부정적인 영향( $\beta=-.11$ ,  $\beta=.20$ )을 주는 것으로 나타났다. 또한, 통계적으로 유의미하지 않았지만 사후 불안은 주의집중( $\beta=-.14$ ,  $p=.072$ )을 통해 개념변화에 부정적인 영향을 주기도 하였다. 이는 변칙사례 및 대안가설을 본 후 불안을 적게 느낄수록 개념학습 과정에 더욱 주의를 집중하고 노력을 하게 되어 개념변화가 잘 일어나게 된다는 것을 의미한다.

주의집중은 개념변화에 직접적으로 영향( $\beta=.17$ )을 줄뿐만 아니라 노력을 통해 간접적으로 영향( $\beta=.60$ ,

Table 3. Path analysis results: Standardized parameters with bootstrap standard errors

Variables		Standardized parameters	Bootstrap SE	p values
Independent	Dependent			
<i>Path coefficients</i>				
Pre-A	Post-A	.56	.07	.000
Pre-CC	Post-CC	.40	.07	.000
Post-A	Att	-.14	.07	.072
Att	EII	.60	.07	.000
Post-CC	EII	-.13	.06	.018
Post-A	EII	-.11	.05	.039
EII	Con	.20	.08	.010
Att	Con	.17	.09	.047
Post-CC	Con	.14	.07	.035
<i>Squared multiple correlations</i>				
Post-A		.30	.08	
Post-CC		.16	.05	
Att		.02	.02	
EII		.40	.08	
Con		.13	.04	

$\beta=.20$ )을 주는 것으로 나타났다. 학생들이 개념학습 과정에 주의를 집중할수록 직접적으로, 또는 개념학습 과정에 노력을 많이 기울이게 되어 개념변화가 촉진됨을 알 수 있다.

위의 결과들에서 주목할 점은 사전 인지갈등이나 사전 불안보다 사후 인지갈등이나 사후 불안이 개념변화에 더 큰 영향을 미치며, 인지갈등과 불안이 개념변화에 독립적으로 영향을 미친다는 것이다. 또한, 주의집중, 노력과 같은 학습 과정 변인이 개념변화에 직접적인 영향을 주는 요인으로 나타났다는 것이다. 이는 개념변화 과정에서 비인지적 변인들의 역할이 인지적 변인의 역할보다 클 가능성을 시사한다.<sup>11</sup>

### 논의 및 결론

이 연구에서는 인지갈등 전략을 통한 개념변화 과정의 구체적인 경로모형을 규명하고 대안가설이 이 경로모형에 미치는 영향을 알아보기 위해 변칙사례 및 대안가설에 의해 유발된 인지갈등과 불안, 주의집중, 노력이 개념변화에 미치는 영향을 조사하였다.

연구 결과, 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등(사전 인지갈등)은 개념변화에 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등(사전 인지갈등)은 대안가설을 접한 후에 더욱

증가하는 것으로 나타났다. 사전 인지갈등은 변칙사례와 대안가설에 의해 유발된 인지갈등(사후 인지갈등)에만 긍정적인 영향을 주고 다른 변인들에는 큰 영향을 주지 못하는 반면, 사후 인지갈등은 개념변화에 직접적으로 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 변칙사례와 대안가설에 의해 유발된 인지갈등은 노력을 경유하여 개념변화에 부정적인 영향을 주기도 하였으나 그 영향력은 상대적으로 미비하였다. 이런 결과는 기존의 인지갈등 전략에서처럼 변칙사례만 제시하는 것보다는 변칙사례와 이를 설명할 수 있는 새로운 설명 체계를 학생들에게 함께 제시하는 이 연구의 전략이 인지갈등을 더욱 유발하여 개념변화를 촉진할 수 있음을 시사한다. 인지갈등이 개념변화에 직접적인 영향을 미치는가에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다. 이 연구에서는 변칙사례에 의해만 유발된 사전 인지갈등이 개념변화에 유의미한 영향을 미치지 못하였는데, 이런 결과는 변칙사례에 의해 인지갈등이 유발된다고 하더라도 반드시 개념변화가 일어나는 것은 아니라는 선행 연구의 주장<sup>12,13</sup>과 일관된다. 이는 변칙사례만을 제시하여 인지갈등을 유발하는 기존의 인지갈등 전략은 학생들에게 자신의 선개념과 새로운 개념을 직접적으로 비교할 수 있는 기회를 충분히 제공하지 못하여 선개념과 새로운 개념의 갈등<sup>14</sup>이나 선개념으로 설명할

수 있는 현상과 새로운 개념의 갈등<sup>4</sup>과 같은 인지갈등을 유발하는 데에는 기대만큼 효과적이지 못했기 때문일 수 있다. 반면, 변칙사례와 함께 대안가설을 제시하는 이 연구의 전략은 학생들에게 그런 기회를 제공함으로써 인지갈등 유발 및 개념변화를 촉진한 것으로 해석할 수 있다. 그러나 사후 인지갈등과 개념변화의 상관 계수나 인지갈등이 개념변화에 미치는 경로의 영향력이 다소 작았고, 일부 선행 연구<sup>8</sup>에서는 사전 인지갈등과 개념변화 사이에 유의미한 상관관계가 있는 것으로 보고한 바 있으므로, 이런 결론을 내리기 위해서는 추후 지속적인 연구가 필요하다. 하지만 이 연구의 결과는 적어도 인지갈등이 개념변화 과정에서 고려해야 하는 중요한 요소라는 선행 연구<sup>3,4,8</sup>의 주장을 뒷받침한다고 할 수 있다.

정의적 및 동기적 변인이 개념변화 과정에서 중요한 역할을 담당하는 것으로 나타났다. 우선, 학생들에게 대안가설을 제시함으로써 변칙사례에 의해 유발된 불안을 감소시키며, 학생들이 불안을 적게 느낄수록 개념학습 과정에 좀더 주의를 집중하고 노력함으로써 개념변화가 잘 일어나는 것으로 나타났다. 이는 인지갈등 전략에 대안가설을 도입하는 이 연구의 전략이 변칙사례에 의해 유발된 학생들의 불안을 감소시켜 학생들이 개념학습 과정에 능동적이고 적극적으로 참여하도록 유도함으로써 개념변화에 긍정적인 영향을 미칠 가능성을 시사한다. 변칙사례나 새로운 개념에 의해 유발된 불안이 개념변화 과정에 미치는 영향에 대해서는 일관되지 않은 주장들이 제기되고 있다. 즉, 학생들은 그 불안감을 감소시키기 위해 자신의 신념을 바꾸거나 관련된 정보를 탐색하거나 대안가설을 모색한다는 긍정적인 측면과 오히려 자신의 신념을 더욱 고수하거나 변칙사례를 부정하거나 그 상황을 회피한다는 부정적인 측면에서의 주장이 모두 제기되고 있다.<sup>12,13,17,18,20</sup> 그러나 지금까지 그 영향을 실험적으로 검증하기 위해 진행된 연구는 부족하였으며,<sup>20</sup> 일부 진행된 연구<sup>18</sup>에서도 정성적인 측면에 치중되어 있어 불안이 어떤 경로를 통해 개념변화 과정에 영향을 미치는지를 총체적으로 알기는 어려웠다. 이런 점에서 볼 때, 경로 분석을 통해 불안이 수동적이고 소극적인 개념학습 과정을 유도하여 개념변화를 저해하고, 대안가설을 제시하여 그 불안을 감소시킴으로써 개념변화를 촉진할 수 있다는 경로모형을 밝혀낸 이 연구의 결과는 의미가 있

다고 생각된다. 따라서 개념변화를 촉진하기 위해서는 학생들의 불안을 감소시키는 방안을 모색할 필요가 있으며, 학생들에게 변칙사례와 대안가설을 함께 제시하는 전략은 이를 위한 한 가지 방안이 될 수 있을 것이다.

학생들이 개념학습 과정에 적극적이고 능동적으로 참여할수록 개념변화 정도가 큰 것으로 나타났다. 이런 결과는 주의집중이나 노력과 같은 학생들의 동기와 의지가 개념변화와 밀접한 관련이 있다고 보고한 선행 연구의 결과<sup>11,14,15</sup>와 일관되는 것으로, 학생들이 개념학습 과정에서 들이는 주의집중이나 노력 정도가 개념변화 정도를 결정하는 중요한 요인이 될 가능성을 시사한다. 따라서 개념변화를 좀더 효과적으로 유도하기 위해서는 학생들이 개념학습 과정에 적극적이고 능동적으로 참여할 수 있는 학습 환경을 조성해주어야 할 것이다.

기존의 개념변화 연구에서는 개념변화 과정에서 정의적 변인이나 학습 과정 변인과 같은 비인지적 변인의 역할을 인지적 변인의 역할에 비해 상대적으로 소홀히 다루는 경향이 있었다.<sup>10,11</sup> 또한, 인지적 변인과 비인지적 변인의 영향이 혼재되어 있어 개념변화 과정을 체계적으로 밝히는데 한계가 있다는 지적도 있었다.<sup>8</sup> 이 연구의 결과는 인지적 변인뿐만 아니라 비인지적 변인도 개념변화 과정에서 중요한 역할을 담당할 뿐만 아니라, 인지적 변인과 비인지적 변인이 개념변화에 독립적으로 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 따라서 개념변화 과정을 보다 심층적으로 이해하기 위해서는 인지적 변인뿐만 아니라 비인지적 변인의 영향에 좀더 많은 관심을 가져야 할 것이다.

한편, 이 연구에서는 인지갈등이나 불안이 개념변화에 미치는 영향력이 다소 작게 나타났으므로, 변칙사례 및 대안가설을 통한 개념변화 과정의 구체적인 경로모형을 보다 분명하게 규명하기 위해서는 개념변화 과정에서 다른 변인을 고려할 필요가 있다. 예를 들어, 학생들은 변칙사례에 대해 흥미를 느끼는 경향이 있으므로,<sup>11,15,16,27</sup> 개념변화 과정에서 흥미와 같은 정의적 변인의 영향을 조사할 필요가 있다.

## 인 용 문 헌

1. Limón, M. *Learning and Instruction*, 2001, 11, 357.
2. Guzzetti, B. J.; Snyder, T. E.; Glass, G. V.; Gamas, W.

- S. *Reading Research Quarterly*. 1993, 28, 117.
3. 권재술; 이경호; 김연수. *한국과학교육학회지*. 2003, 23, 574.
  4. 권재술. *물리교육*. 1989, 7, 1.
  5. Hashweh, M. Z. *European Journal of Science Education*. 1986, 8, 229.
  6. Pines, A. L.; West, L. H. T. *Science Education*. 1986, 70, 583.
  7. Chinn, C. A.; Brewer, W. F. *Journal of Research in Science teaching*. 1998, 35, 623.
  8. Kang, S.; Schamann, L. C.; Noh, T. *Research in Science Education*. 2004, 34, 71.
  9. Koslowski, B. *Theory and evidence: The development of scientific reasoning*. MIT Press: Cambridge, U. S. A., 1996.
  10. Duit, R.; Treagust, D. F. *International Journal of Science Education*. 2003, 25, 671.
  11. Sinatra, G. M.; Pintrich, P. R. *Intentional conceptual change*; Erlbaum: Mahwah, U. S. A., 2003.
  12. Keller, J. M. *Journal of Instructional Development*. 1979, 2, 26.
  13. Limón, M. In *Intentional conceptual change*; Sinatra, G. M.; Pintrich, P. R., Eds.; Erlbaum: Mahwah, U. S. A., 2003; p 133.
  14. 강석진; 신숙희; 노태희. *대한화학회지*. 2002, 46, 83.
  15. 이경호. *고등학생의 물리 개념변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향*. 한국교원대학교 박사학위논문, 2000.
  16. Lee, G. H.; Kwon, J. S.; Park, S. S.; Kim, J. W.; Kwon, H. G.; Park, H. K. *Journal of Research in Science Teaching*. 2003, 40, 585.
  17. Hynd, C. In *Intentional conceptual change*; Sinatra, G. M.; Pintrich, P. R., Eds.; Erlbaum: Mahwah, U. S. A., 2003; p 291.
  18. 김연수; 조용현; 권재술. *한국과학교육학회지*. 2005, 25, 400.
  19. Spielberger, C. D. *Anxiety: Current trends in theory and research*; Academic Press: New York, U. S. A., 1972.
  20. Linnenbrink, E.; Pintrich, P. R. In *Intentional conceptual change*; Sinatra, G. M.; Pintrich, P. R., Eds.; Erlbaum: Mahwah, U. S. A., 2003; p 347.
  21. Spielberger, C. D. *Manual for the state-trait anxiety inventory: STAI (Form Y)*; Consulting Psychologists Press: Palo Alto, U. S. A., 1983.
  22. 이장호; 한태웅; 전점구. *한국심리학회지 건강*. 1996, 1, 1.
  23. Keller, J. M. *IMMS: Instructional material motivation survey*; Florida State University, 1993.
  24. 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, U. S. A., 1994.
  25. 김계수. *AMOS 구조방정식 모형 분석*. (주) 데이터솔루션: 서울, 한국, 2004.
  26. Hu, L. T.; Bentler, P. M. *Psychological Methods*. 1998, 3, 424.
  27. 노태희; 정은희; 강석진; 한재영. *한국과학교육학회지*. 2002, 22, 586.



## 부 록

## &lt;번칙사례 제시부&gt;

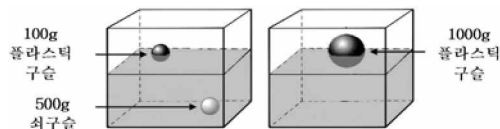
▣ 중학생인 수환이는 나취소 박사의 주장을 듣고 의문이 생겼다. 아래 내용을 자세히 읽어보자.

저는 중학교에 다니고 있는 이수환입니다. 저희 반에서는 나취소 박사님의 주장을 듣고 조별로 직접 실험을 해 보았습니다.

평균 플라스틱 구슬과 쇠구슬을 다음과 같이 준비하였습니다. 플라스틱 구슬의 질량은 100g과 1000g이고, 쇠구슬은 작은 플라스틱 구슬과 크기는 같으나 질량은 500g이었습니다.



작은 플라스틱 구슬과 쇠구슬을 물이 들어있는 수조에 넣었더니, 플라스틱 구슬은 물에 뜨고 쇠구슬은 물에 가라앉았습니다. 그러나 질량이 1000g인 플라스틱 구슬을 물에 넣었더니 나취소 박사님의 주장과 달리 물에 띄었습니다.



저는 우리 조의 실험이 잘못된 것이 아닌가 싶어, 다른 조의 실험 결과와 비교해 보았습니다. 그런데 다른 조도 모두 1000g 짜리 플라스틱 구슬이 물에 뜬다는 실험 결과를 얻었더군요.

나취소 박사님의 주장에 따르면 가벼운 물체는 뜨고 무거운 물체는 가라앉으므로, 1000g짜리 플라스틱 구슬은 물에 가라앉아야 합니다. 그런데 왜 1000g짜리 플라스틱 구슬이 물에 띄을까요?

여러분은 저의 실험 결과에 대해 어떻게 생각하십니까?

## &lt;대안가설 제시부&gt;

▣ 수환이와 같은 반 친구인 영희는 수환이의 실험을 지켜 본 후, 1000g짜리 플라스틱 구슬이 뜬 이유에 대해 다음과 같이 추측하였습니다.

## 영희의 주장

저는 이 세 개의 구슬을 가만히 살펴보다가, 한 가지 의심스러운 점을 발견했습니다. 1000g짜리 플라스틱 구슬의 크기가 다른 두 개의 구슬과 다르다는 점입니다. 즉, 저는 어떤 물체가 물에 뜨고 가라앉는지를 알기 위해서는 크기가 똑같은 때의 질량을 비교해야 한다고 생각합니다.

만약, 1000g짜리 플라스틱 구슬이 다른 두 개의 구슬처럼 크기가 작아진다면 질량도 작아지지 않을까라는 생각이 들었기 때문입니다. 그렇다면 1000g짜리 플라스틱 구슬도 100g짜리 플라스틱 구슬처럼 물에 뜨게 될 것입니다.



따라서 저는 “물체가 물에 뜨고 가라앉는지를 알기 위해서는 질량과 크기를 함께 고려해야 한다”고 생각합니다. 여러분은 어떻게 생각하시나요?