

변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향

- 인지적, 정의적, 동기적 측면을 고려하여¹⁾ -

강 석 진(전 주 교 육 대 학 교 교 수)

이 정 민(서 울 대 학 교 석 사 과 정)

강 훈 식(서울대학교 교육종합연구원 객원연구원)

차 정 호(대 구 대 학 교 교 수)

노 태 희(서 울 대 학 교 교 수)

《 요 약 》

이 연구에서는 변칙 사례의 특성이 개념 변화 과정에 미치는 영향을 인지적, 정의적, 동기적 측면을 고려하여 조사했다. 밀도에 대한 특정 오개념을 가진 중학교 1학년 203명을 선개념 검사를 통해 선발했다. 변칙 사례를 읽기 자료나 실험 동영상 형태로 무작위로 제시했으며, 변칙 사례에 대한 반응 검사와 상황 흥미 검사를 실시했다. CAI 프로그램으로 밀도 개념 학습을 실시한 후, 사후 검사로 주의집중 검사와 개념 검사를 실시했다. 연구 결과, 변칙 사례를 동영상 형태로 제시했을 때가 읽기 자료 형태로 제시했을 때보다 변칙 사례에 의해 유발된 인지 갈등 점수가 유의미하게 높았다. 변칙 사례에 의해 유발된 인지 갈등은 주의집중을 경유하여 개념 이해도를 증진시키고, 변칙 사례에 의해 유발된 상황 흥미 또한 주의집중을 매개로 개념 이해도를 증진시키는 것으로 나타났다.

주제어 : 변칙 사례, 인지 갈등, 상황 흥미, 주의집중, 개념 이해도

1) 이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-042-B00212).

I. 서론

학생들은 자신의 경험으로부터 자연 현상에 대해 나름대로의 선개념을 가지고 있으며, 이러한 선개념을 바탕으로 자연을 이해하고 새로운 과학 개념을 학습한다. 그러나 때때로 학생들의 비과학적인 선개념은 매우 안정적이어서 과학 학습에 방해가 되는 경우도 있다. 따라서 학생들의 비과학적인 선개념을 과학적 개념으로 변화시키기 위한 노력이 많이 이루어져 왔는데, 대표적인 것이 선개념에 대한 학생들의 불만족을 유도할 수 있도록 기존 개념과 불일치하는 변칙 사례를 제시하는 인지 갈등 유발 전략이다. 그러나 변칙 사례의 제시가 반드시 인지 갈등으로 이어지는 것은 아니며(Chinn & Brewer, 1998; Kang et al., 2005; Shepardson & Moje, 1999), 인지 갈등 유발 전략의 사용 또한 반드시 개념 변화를 보장하지 못하는 것으로 보고되고 있다(권재술·이경호·김연수, 2003; Sinatra & Pintrich, 2003; Vosniadou, 1999).

변칙 사례를 통한 인지 갈등 유발 전략의 효과를 조사한 연구에서, 일부 연구자들은 개념 학습을 촉진시키기 위한 조건으로 변칙 사례의 제시 방법에 주목했다. Levin et al.(1990)의 연구에서는 학생들이 직접적인 실험으로 변칙 사례를 경험하는 것이 논리적인 글의 형태로 변칙 사례를 제시받는 것보다 개념 변화에 효과적이었다. 그러나 또 다른 연구에서는 개념에 따라 인지 갈등이나 개념 변화 유발에 효과적인 상황 제시 방법이 달랐다. 예를 들어, 김범기와 권재술(1995), 김지나·이영직·권재술(2000)의 물리 분야 연구의 경우, 역학과 같이 학생들이 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 개념에는 현상을 직접 보여주는 방법이 개념 변화에 효과적이지만, 전자기와 같이 학생들에게 익숙하지 않고 학문적 성격이 강한 개념에는 학생들의 선개념을 논리적으로 반박하는 글을 제시하는 방법이 개념 변화에 효과적인 것으로 나타났다. 한편, 노태희 외(2002a)의 연구에서는 변칙 사례를 읽기 자료로 제시하는 것보다 실험 동영상으로 제시하는 것이 인지 갈등 유발에는 효과적이었으나, 개념 변화에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 인지 갈등 유발 전략에서 변칙 사례의 제시 방법의 효과는 그 결과가 일관되지 않다. 또한, 지금까지 변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향에 대한 구체적인 메커니즘을 밝히기 위한 연구는 진행된 바 없다.

최근에는 개념 변화를 이해하기 위해서는 정의적, 동기적, 맥락적 요소를 고려한 총체적인 접근이 필요하다는 주장이 제기되고 있다(Pintrich, Mark, & Boyle, 1993; Tyson et al., 1997). 즉, 초기의 개념 변화 수업 모형에서 가정했듯이 개념 학습은 이성적이고 논리적인 과정으로만 이루어지는 것이 아니라, 과제에 대한 흥미, 호기심, 불안과 같은 정의적 변인, 그리고 학습 과정에서의 동기나 의지와 같은 동기적 변인 등도 새로운 개념의 형성에 영향을 미친다는 것이다(Sinatra & Pintrich, 2003). 따라서 선행 연구에서 일관되지 않게 나타났던 변칙

사례 제시 방법의 효과를 설명하기 위해서는 변칙 사례의 역할에 대한 새로운 관점, 즉 인지 갈등이라는 기존의 인지적 관점뿐만 아니라 정의적·동기적 관점에서도 접근할 필요가 있다.

변칙 사례는 학생들의 선개념으로 설명되지 않는 새로운 사건이나 현상이므로, 인지 갈등뿐만 아니라 흥미를 유발할 수 있다(Lee et al., 2003; Yaras & Gelman, 1998). 그리고 선행 연구(Chen et al., 2001; Schraw & Lehman, 2001)에 의하면, 변칙 사례에 의해 유발된 흥미는 특정 상황에 의해 유발되는 일시적이고 상황 맥락적인 상황 흥미(situational interest)로 분류될 수 있다. 상황 흥미가 높은 학생들일수록 학습 과정에 주의를 더 잘 집중하고 지속적으로 참여하여 학업 성취도가 더 높아진다고 보고된다(Schraw & Lehman, 2001). 또한, 지식을 재구성하는 과정은 근본적으로 노력을 요구하는 과정이므로, 개념 학습 과정에 투입되는 주의집중 정도에 따라 개념 변화 여부가 결정될 수 있다고 보고된다(이경호, 2000; Limón, 2003). 예를 들어, 강훈식·김민경·노태희(제출 중)의 연구에서는 변칙 사례에 의해 유발된 상황 흥미가 개념 학습 과정에서 학생들의 주의집중과 노력에 영향을 미치고, 결과적으로 개념 변화를 촉진시키는 것으로 나타났다. 따라서 변칙 사례에 의해 유발된 상황 흥미와 학생들이 개념 학습 과정에 주의를 집중하는 정도는 개념 변화 과정에서 고려해야 할 중요한 변인이라 할 수 있다.

이에 이 연구에서는 변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향을 인지적 측면뿐만 아니라 정의적·동기적 측면에서도 종합적으로 탐색하기 위하여, 변칙 사례를 읽기 자료 또는 실험 동영상의 형태로 학생들에게 제시한 뒤 변칙 사례의 제시 유형, 인지 갈등, 상황 흥미, 주의집중, 개념 이해도 사이의 인과 모형을 조사했다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 서울시와 경기도에 위치한 3개 남녀공학 중학교 1학년 614명을 대상으로 했으며, 학생들은 모두 밀도 개념을 학습하지 않은 상태였다. 특정 오개념을 지닌 학생들을 선발하기 위해 선개념 검사를 실시했다. 변칙 사례에 의한 인지 갈등 유발 정도 및 상황 흥미를 측정하기 위해 변칙 사례에 대한 반응 검사와 상황 흥미 검사를 실시했다. 검사 후, 밀도 개념 학습을 진행했는데, 교사와 학급 환경이 개념 학습 과정에 미치는 영향을 통제하기 위하여 선행 연구(Kang, Scharmann, & Noh, 2004)에서 사용한 CAI 프로그램을 이용하여 15~20분

정도 학습을 실시했다. CAI 프로그램의 내용은 개념 변화 수업 모형에서 일반적으로 제안되고 있는 학습 요소들을 고려하여 구성했으며, 물체가 뜨고 가라앉는 현상을 거시적 수준에서 설명하는 데 중점을 두었다. CAI 프로그램을 이용한 학습이 끝난 후, 주의집중 검사와 개념 검사를 실시했다.

2. 검사도구

가. 선개념 검사지

밀도 개념은 질량과 부피에 대한 개념을 각각 지니고 있어야 할 뿐만 아니라, 두 개념을 동시에 고려해야 하는 복잡한 개념이므로, 학생들은 밀도 개념에 대해 다양한 오개념을 지니고 있다. 예를 들어, 많은 학생들이 ‘가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다’거나 ‘물체의 부피에 따라 밀도가 달라진다’와 같이 밀도를 질량이나 부피와 구별하지 못하는 경향이 있었다(노태희 외, 1997; Klopfer, Champagne, & Chaiklin, 1992; Smith, Carey, & Wiser, 1985). 이에 목표 오개념을 ‘가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다’로 설정하고, 이 오개념을 지닌 학생들을 파악하기 위한 선개념 검사를 실시했다. 선개념 검사지는 선행 연구(Kang, Scharmann, & Noh, 2004)의 검사지를 사용했는데, 이 검사지는 ‘크기가 같은 100g짜리 검은색 공과 500g짜리 회색 공을 물이 들어있는 수조에 넣었더니, 100g짜리 검은색 공은 물에 뜨고 500g짜리 회색 공은 물에 가라앉았다. 100g짜리 검은색 공과 같은 물질로 만들어진 1000g짜리 검은색 공을 수조에 넣으면 어떻게 될까?’에 대한 답을 선택하고, 그 이유를 자세히 서술하도록 구성되어 있다.

나. 변칙 사례에 대한 반응 검사지

변칙 사례에 대한 반응 검사지는 선행 연구(노태희 외, 2002a; Kang, Scharmann, & Noh, 2004)의 검사지와 유사하게 초기 이론 제시부, 변칙 사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 구성했다. 초기 이론 제시부에서는 목표 오개념인 ‘가벼운 물체는 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다’는 주장을 제시하고, 이 주장에 대한 학생들의 동의 여부를 조사하여 학생들의 목표 오개념 보유 여부를 확인했다. 변칙 사례 제시부에서는 초기 이론과 불일치하는 실험 결과를 변칙 사례로 제시했다. 변칙 사례는 그림과 글로 이루어진 읽기 자료 형태와 이 형태에 제시된 실험 과정을 비디오카메라로 무음 녹화한 후 이를 컴퓨터 동영상으로 변환한 동영상 형태 중에서 한 가지를 무작위로 제시했다. 이때 두 가지 형태의 변칙 사례에 포함된 내용은 동일했다. 차이점은 동영상 형태가 읽기 자료 형태보다 설명이 덜 자세하게 제시되어 있고, 읽기 자료 형태에 제시된 실험 과정 및 결과를 동적으로 보여줄 수 있다는 것이

다. 반응 조사부에서는 학생들에게 변칙 사례의 타당성 인정 여부, 초기 이론과 변칙 사례 사이의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 표시하고, 그 이유를 자세히 쓰도록 했다. 최종 검사지는 과학교육 전문가 3인에게 타당도를 검증받았다.

다. 상황 흥미 검사지

변칙 사례를 제시한 후 유발되는 상황 특수적인 흥미를 조사하기 위하여 Melbourne Curiosity Inventory(MCI; Naylor, 1981)의 C-State form을 사용했다. MCI 검사지는 5단계 리커트 척도 문항 20개로 구성되어 있으며, ‘변칙 사례가 흥미롭다’가 그 예이다. 이 검사지의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .87-.92로 보고되었으며(Naylor, 1981), 이 연구에서 구한 신뢰도 계수는 .90이었다.

라. 주의집중 검사지

개념 학습 과정에서의 주의집중 정도를 측정하기 위해 Keller(1993)의 Instructional Materials Motivation Survey 중 주의집중(attention) 범주 12문항을 사용하여 주의집중 검사지를 구성했다. 문항의 예로는 ‘나는 지난 시간에 주어진 내용에 계속 주의를 기울일 수 있었다’ 등이 있다. 선행 연구에서 주의집중 범주의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .89였으며(Keller, 1993), 이 연구에서 사용한 검사지의 신뢰도 계수는 .84였다.

마. 개념 검사지

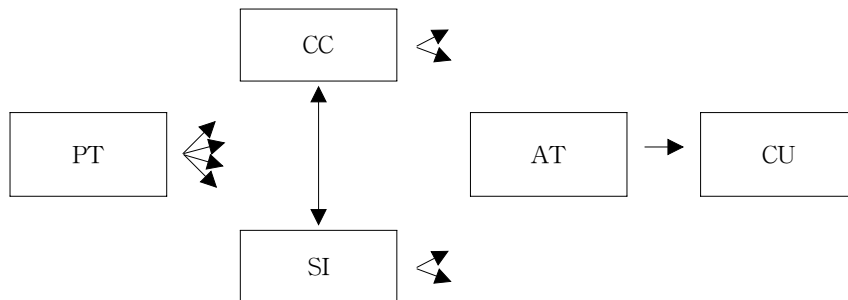
학생들의 개념 이해 정도를 측정하기 위한 개념 검사지는 선행 연구(Kang, Scharmann, & Noh, 2004)의 개념 검사지를 예비 검사를 통해 수정·보완하여 사용했다. 즉, 예비 검사 결과 총 4개의 문항 중 한 문항의 변별력이 떨어진다고 판단되어 이 문항을 다른 문항으로 교체한 후, 다른 학생들을 대상으로 한 예비 검사를 통해 표현과 난이도의 적절성 및 변별력을 고려하여 수정·보완했다. 교체한 문항은 다시 과학교육 전문가 3인과 중학교 과학교사 3인에게 타당도를 검증받았다. 개념 검사지는 CAI 프로그램을 이용한 개념 학습에서 배운 내용을 다른 상황에 적용하는 유형의 문항들로 구성되어 있으며, 4개의 답지 중 하나를 선택하고 그 이유를 자세히 서술하는 방식이다. 부록에 검사 문항의 예를 제시했다. 개념 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .76이었다.

3. 분석 방법

선개념 검사에서의 응답과 초기 이론에 대한 동의 여부를 바탕으로 특정 오개념을 지닌

것으로 판별된 203명의 학생들을 대상으로 결과를 분석했다. 변칙 사례에 대한 학생들의 반응은 변칙 사례의 타당성 인정 여부, 변칙 사례와 초기 이론 사이의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 기준으로 거부, 배제, 재해석, 판단 불가, 신념 감소, 주변 신념 변화, 신념 변화의 7가지 유형으로 분류하고, 다시 이 유형을 초기 이론에 대한 신념 변화 정도를 기준으로 4단계로 구분하여 0~3점으로 정량화했다(Kang, Scharmann, & Noh, 2004). 개념 검사의 각 문항은 과학적인 개념 2점, 불완전한 개념 1점, 비과학적인 개념을 0점으로 채점했다. 변칙 사례에 대한 반응 유형 분류와 개념 검사 채점은 모든 연구자들이 분류 및 채점 기준에 대해 논의하고 연구자 2인의 분석자 간 일치도가 95% 이상임을 확인한 후, 분석자 중 1인이 모든 반응 유형 분류와 개념 검사 채점을 실시했다.

변칙 사례의 제시 방법에 따른 상황 흥미와 주의집중 차이를 비교하기 위해 t-검증을 실시했고, 변인들 사이의 관계를 조사하기 위해 상관 분석을 실시했다. 변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향에 대한 경로 모형을 조사하기 위해 관련 선행 연구에서 도출한 이론적 모형을 토대로 개념 변화 과정에 대한 잠정적 모형을 설정하고(그림 1), 가능한 경로를 모두 포함시켜 경로 분석을 실시했다. 경로 모형의 적합도 지수를 고려하여 유의미하지 않은 경로를 제외하고 경로 모형을 수정하는 과정을 반복하여 최종 모형을 도출했다.



[그림 1] 변칙 사례 제시 방법(PT), 인지 갈등(CC), 상황 흥미(SI), 주의 집중(AT), 개념 이해도(CU) 간의 인과관계 모형

t-검증과 상관 분석에는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용했고, 경로 분석에는 AMOS 4.0 통계 프로그램을 사용했다. 경로 분석에서는 공분산 구조 분석에서의 계수 추정 방법인 최대우도법(maximum likelihood method)과 모형의 타당성을 확보하기 위해 반복적으로 경험적인 표본을 추출하는 부트스트래핑(bootstrapping)을 사용했다. 구축된 경로 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 평가했

다. 일반적으로 χ^2 는 $p>.05$ 에서, RMSEA는 그 값이 .05 이하일 때, 그리고 그 외의 적합도 지수들은 그 값이 .90 이상일 때 경로 모형이 적합한 것으로 판정하고 있다(김계수, 2004; Hu & Bentler, 1998). 이 연구에서 도출한 경로 모형의 $\chi^2(2, N=203)$ 값은 1.359($p=.51$)였고, AGFI, CFI, NFI, RMSEA 값은 각각 .98, 1.00, .99, .00으로 도출한 경로 모형이 적합한 것으로 판정할 수 있었다.

Ⅲ. 결과 분석

1. 변칙 사례의 제시 방법이 인지 갈등, 상황 흥미, 주의집중에 미치는 영향

변칙 사례의 제시 방법에 따른 각 검사 점수들의 평균 및 표준 편차를 <표 1>에 제시했다. 인지 갈등 점수는 변칙 사례를 동영상으로 제시한 집단의 평균(2.00)이 읽기 자료로 제시한 집단의 평균(1.58)에 비해 유의미하게 높았다($t=2.15, p=.003$). 그러나 상황 흥미, 주의집중, 개념 검사에서는 동영상으로 제시한 집단과 읽기 자료로 제시한 집단 사이의 점수 차이가 유의미하지 않았다.

<표 1> 변칙 사례의 제시 방법에 따른 변인의 평균과 표준 편차

변인(총점)	제시 방법			
	읽기 자료(102명)		동영상(101명)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
CC (3)	1.58	1.45	2.00	1.35
SI (5)	3.36	.61	3.30	.72
AT (5)	3.25	.68	3.42	.68
CU (8)	4.68	2.49	5.28	2.38

변칙 사례의 제시 방법과 인지 갈등, 상황 흥미, 주의집중, 개념 검사 점수 사이의 상관관계는 <표 2>와 같다. 변칙 사례 제시 방법, 즉 동영상 형태의 변칙 사례 제시는 인지 갈등과 유의미한 상관관계가 있었으나($p<.05$), 다른 변인들과의 상관관계는 유의미하지 않았다. 인지 갈등 점수는 주의집중 및 개념 점수와 유의미한 상관관계가 있었다($p<.01$). 상황 흥미, 주의집중, 개념 검사 점수 사이에도 모두 유의미한 상관관계가 나타났다($p<.01$).

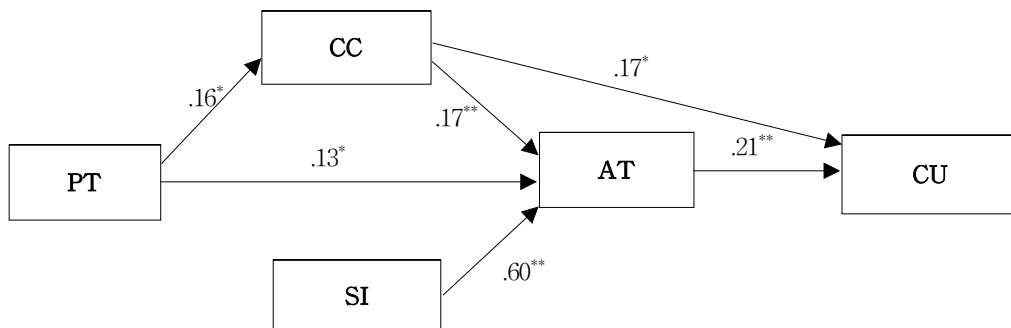
〈표 2〉 변칙 사례 제시 방법과 각 변인 간의 상관관계

	PT	CC	SI	AT
CC	.150*	-		
SI	-.047	-.006	-	
AT	.124	.188**	.596**	-
CU	.123	.198**	.184**	.276**

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

2. 경로 분석 결과

상관 분석 결과 및 이론적 모형에 기초하여 경로 분석을 실시했으며, 그 결과는 [그림 2] 및 <표 3>과 같다. 변칙 사례 제시 방법은 인지 갈등($\beta=.16$)과 주의집중($\beta=.13$)에 직접적인 영향을 주었지만, 상황 흥미에는 직접적인 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다($\beta=-.04$). 인지 갈등은 직접적으로($\beta=.17$) 또는 주의집중을 매개로($\beta=.17, \beta=.21$) 개념 이해도에 영향을 미쳤다. 반면, 상황 흥미는 개념 이해도에 직접적인 영향은 주지 못하고, 주의집중을 매개로($\beta=.60, \beta=.21$) 영향을 미쳤다. 한편, 주의집중에 미치는 영향력 측면에서는 상황 흥미의 영향력($\beta=.60$)이 인지 갈등의 영향력($\beta=.17$)보다 더 크게 나타났다.

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

[그림 2] 변칙 사례 제시 방법, 인지 갈등, 상황 흥미, 주의집중, 개념 이해도에 대한 경로 분석 결과

<표 3> 경로 분석 결과

변 인			표준화 계수	부트스트랩 표준 오차
독립 변인		종속 변인		
			경로 계수	
PT	→	CC	.16*	.071
PT	→	SI	-.04	.069
CC	→	AT	.17**	.060
SI	→	AT	.60**	.048
PT	→	AT	.13*	.065
AT	→	CU	.21**	.084
SI	→	CU	.07	.087
CC	→	CU	.17*	.078
			다중 상관값	
		SI	.01	.007
		CC	.02	.029
		AT	.05	.413
		CU	.04	.121

IV. 논의

변칙 사례의 제시 방법이 인지 갈등 유발에 미치는 영향을 조사한 결과, 학생들에게 변칙 사례를 읽기 자료 형태로 제시할 때보다 동영상 형태로 제시했을 때 인지 갈등 점수가 유의미하게 높았고, 경로 분석에서도 동영상 형태로 변칙 사례를 제시하는 것이 인지 갈등에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 동일한 주제(밀도)에 대해 읽기 자료와 같은 간접적인 경험을 제공하는 변칙 사례보다 상대적으로 직접적인 경험을 제공할 수 있는 동영상 형태의 변칙 사례가 인지 갈등 유발에 효과적이었던 선행 연구(노태희 외, 2002b)의 결과와 일관된다. 한편 경로 분석 결과, 변칙 사례 제시 방법은 주의집중에 직접적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉, 학생들에게 변칙 사례를 읽기 자료로 제시할 때보다 동영상 형태로 제시했을 때 개념 학습 과정에서 학생들의 주의집중이 증진되었다. 이러한 결과는 학생들의 사고가 주로 감각 기관을 통해 확인할 수 있는 정보에 의존하는 경향이 있으므로(Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein, 1987; Griffiths & Preston, 1992), 상대적으로 직접적이고 강한 자극을 제

공하는 동영상 형태의 변칙 사례가 개념 학습 과정에서 학생들의 주의집중을 효과적으로 이끌어 낸 것으로 해석할 수 있다.

변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향을 정의적·동기적 측면에서 탐색한 결과, 변칙 사례의 제시 방법이 주의집중에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 선행 연구(Pintrich, Mark, & Boyle, 1993; Sinatra & Pintrich, 2003; Tyson et al., 1997)에서 제안했던 것처럼 동기적 변인이 변칙 사례의 제시 방법과 개념 이해도를 매개하는 역할을 담당하고 있음을 보여준다. 또한, 일반적으로 흥미로운 과제일수록 학생들의 적극적인 수행을 유도하는 것(Hidi & Harackiewicz, 2000; Linnenbrink & Pintrich, 2003; Schraw & Lehman, 2001)으로 알려져 있으므로, 이 연구에서 조사한 또 다른 정의적·동기적 변인인 상황 흥미도 개념 변화 과정에서 중요한 역할을 담당할 것으로 기대할 수 있다. 이 연구에서도 상황 흥미가 주의집중에 큰 영향을 주는 것($\beta=.60$)은 동일했지만, 변칙 사례의 제시 방법은 상황 흥미에 유의미한 영향을 미치지 않았다. 일반적으로 상황 흥미가 주어진 과제의 특성에 영향을 받음(Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002; Chen, Darst, & Pangrazi, 2001)을 고려할 때, 이 연구의 결과도 사용한 과제의 특성에 의해 영향을 받았을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 즉, 이 연구에서 사용한 변칙 사례는 무거운 물체도 밀도가 작으면 물에 뜰 수 있음을 보여주는 정도로서, 학생들이 쉽게 그 변칙 사례의 의미를 이해할 수 있는 내용이었다. 따라서 변칙 사례를 읽기 자료나 동영상 중 어떤 형태로 제시하더라도 학생들의 이해 정도에는 큰 차이가 없었고 결과적으로 제시된 상황에 의해 유발된 흥미도 차이가 나지 않았을 가능성이 있다. 물리 분야 주제를 대상으로 갈등 상황 제시 방법과 인지 갈등의 관계를 연구한 김범기와 권재술(1995)이나 김숙영(1999)의 연구에서도 상황 제시 방법에 따른 인지 갈등 유발 정도가 일관되지 않게 나타나는 이유로 대상 개념의 특성을 제안한 바 있다.

한편, 인지 갈등이 개념 변화 과정에서 담당하는 역할에 대해서는 선행 연구의 결과가 일관되지 않다. 강석진·신숙희·노태희(2002), 노태희·임희연·강석진(2000)의 연구에서는 변칙 사례에 의해 유발된 인지 갈등과 개념 이해도 사이에 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 반면, 또 다른 연구에서는 인지 갈등과 개념 변화 사이에 유의미한 상관관계가 있는 것으로 보고되었다(노태희 외, 2002b; Kang, Scharmann, & Noh, 2004). 이 연구의 경우, 인지 갈등은 개념 이해도 점수와 유의미한 정적 상관관계가 나타났으며, 경로 분석 결과에서도 인지 갈등이 개념 변화에 직접적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 우선 인지 갈등이 개념 변화 과정에서 고려되어야 할 중요한 요소임을 주장한 기존의 개념 변화 모형을 뒷받침하는 증거로 해석할 수 있다. 그러나 동시에 이 연구에서 나타난 상관 계수나 경로 모형에서의 영향력 크기가 예상보다 작았던 점도 무시할 수 없다. 즉, 개념 변화 과정에서 변칙 사례에 의해 유발된 인지 갈등의 역할이 기존의 개념 변화 모형에서 주장했던 정도로 크지는 않았다. 이러한 결과는 인지 갈등이 직접적으로 개념 변화에 영향을 주기보다

는 정의적·동기적 변인을 매개로 하여 개념 변화 과정에서 간접적으로 영향을 미치기 때문(Kang, Scharmann, & Noh, 2004)으로 생각할 수 있다. 여러 선행 연구에서 개념 변화 과정에 비인지적인 변인들이 영향을 미치는 것으로 제안되고 있으며(Pintrich, Mark, & Boyle, 1993; Sinatra & Pintrich, 2003; Tyson et al., 1997), 개념 변화 과정에서 상황 흥미의 영향력이 인지 갈등의 영향력보다 상대적으로 크게 나타난 결과 또한 이러한 해석을 뒷받침한다.

경로 분석 결과, 상황 흥미는 주의집중에 영향을 미치고, 주의집중은 다시 개념 이해도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 연구와 유사한 상황에서 밀도 개념을 대상으로 정의적·동기적 변인의 역할을 조사한 선행 연구(강훈식·김민경·노태희, 제출 중)의 결과에서도 상황 흥미와 주의집중은 인지 갈등과 개념 이해도를 매개하는 유의미한 변인이었다. 이러한 결과는 제시된 변칙 사례에 의해 흥미가 많이 유발될수록 학생들은 이후의 개념 학습에 더 집중하며, 상황 흥미에 의해 유발된 주의집중은 다시 개념 변화에 긍정적으로 기여할 가능성을 의미한다. 한편, 강훈식·김민경·노태희(제출 중)의 연구에서는 인지 갈등이 상황 흥미에 유의미한 영향을 미치는 것으로 보고되었지만, 이 연구에서는 인지 갈등과 상황 흥미 사이에 의미 있는 경로가 발견되지 않았다. 그러나 선행 연구에서도 인지 갈등이 상황 흥미에 미치는 영향력의 절대적인 크기는 작았으므로($\beta=.13$), 두 변인 사이의 관계에 대해 결론을 내리기 위해서는 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향을 인지적 측면뿐만 아니라 정의적·동기적 측면에서도 조사했다. 우선, 인지적 측면에서는 변칙 사례를 읽기 자료 형태보다 동영상 형태로 제시했을 때 인지 갈등 유발에 효과적이라는 결론을 내릴 수 있다. 따라서 교육현장에서 학생들에게 변칙 사례의 의미를 정확하게 전달하여 인지 갈등을 유발하기 위해서는 설명이나 읽기 자료 제시 등과 같은 간접적인 경험보다는 실험이나 멀티미디어 자료와 같은 보다 직접적인 경험을 제공해야 할 것이다.

변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향을 정의적·동기적 측면에서 조사한 결과, 우선 변칙 사례를 동영상 형태로 제시하는 것이 개념 학습 과정에서 학생들의 주의집중을 향상시키고 그 결과 개념 이해도가 증진되는 것으로 나타났다. 그러나 기대와 달리 상황 흥미는 변칙 사례 제시 방법에 영향을 받지 않았다. 상황 흥미를 유발하기 위해서는 학생들이 새로움을 느끼도록 해야 하므로(강훈식·김민경·노태희, 제출 중; Chen, Darst, & Pangrazi, 2001), 우선 변칙 사례가 학생들에게 보다 새롭게 받아들여지기 위한 방법을 모

색할 필요성이 있다. 예를 들어, 변칙 사례를 동영상보다는 학생들이 직접 실험을 통해 경험하도록 하거나, 변칙 사례의 권위 수준을 높이거나 개수를 늘려 변칙 사례의 신뢰성을 높이는 방법을 고려해 볼 수 있을 것이다. 그러나 상황 흥미의 유발 정도는 다루는 과제의 특성에도 영향을 받는다(Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002)는 점을 고려할 때, 변칙 사례 제시 방법과 상황 흥미의 관계를 명확히 규명하기 위해서는 다른 과제를 대상으로 한 추후 연구를 진행할 필요가 있다. 또한, 변칙 사례 제시 방법뿐만 아니라 선행 연구(권재술·이경호·김연수, 2003; 노태희 외, 2002a)에서 개념 변화 과정에 영향을 미칠 것으로 주장되고 있는 변칙 사례의 신뢰성과 복잡성, 선개념과의 불일치 정도 등의 여러 특성들을 달리하고 대상 개념을 변화시키면서 개념 변화 과정을 추적해 볼 필요도 있다.

경로 분석 결과, 인지 갈등은 개념 변화에 직접적으로 영향을 미치기도 하지만, 주의집중을 경유하여 간접적으로도 개념 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편, 이 연구에서는 인지 갈등과 상황 흥미의 관계가 선행 연구(강훈식·김민경·노태희, 제출 중) 결과와 일관되지 않으므로, 개념 변화 과정에서 상황 흥미의 역할에 대해서는 단정적인 결론을 내리기 어렵다. 그러나 적어도 상황 흥미가 주의집중을 매개로 개념 학습 과정에서 중요한 역할을 담당한다는 점은 확인할 수 있었다. 한편, 상황 흥미나 주의집중 이외에도 개념 변화 과정에서 중요한 영향을 미칠 수 있는 비인지적 변인이 다양하므로(Kang et al., 2005; Sinatra & Pintrich, 2003), 개념 변화 과정에 대한 통합적인 이해를 위해서는 상황 흥미나 주의집중 이외에 다양한 비인지적 변인들에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강석진 · 신숙희 · 노태희(2002). 자기 조절 전략과 인지 갈등 및 개념 변화의 관계. **대한화학회지**, 46(1), 83-89.
- 강훈식 · 김민경 · 노태희. 변칙사례에 의해 유발된 상황 흥미의 근원 및 인지갈등과 비인적 변인이 개념변화에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 제출 중.
- 권재술 · 이경호 · 김연수(2003). 인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. **한국과학교육학회지**, 23(5), 574-591.
- 김계수(2004). **AMOS 구조방정식 모형 분석**. 서울: (주)데이터솔루션.
- 김범기 · 권재술(1995). 과학개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 15(4), 472-486.
- 김숙영(1999). **논리제시와 현상제시에 의한 인지 갈등 유발이 중학생들의 전류 개념 변화에 미치는 영향**. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- 김지나 · 이영직 · 권재술(2000). 갈등상황 제시 유형에 따른 학생 개개인의 물리 개념 변화 과정 경로 분석. **한국과학교육학회지**, 20(1), 77-87.
- 노태희 · 임희연 · 강석진(2000). 성과 나이에 따른 인지 갈등 유발 및 개념 변화의 비교. **한국과학교육학회지**, 20(4), 634-641.
- 노태희 · 강석진 · 김혜경 · 채우기 · 노석구(1997). 효과적인 실험 수업을 위한 개념 변화 수업 모형의 개발 및 적용. **한국과학교육학회지**, 17(2), 179-189.
- 노태희 · 김순주 · 강석진 · 김재현(2002a). 밀도 학습에서 변칙 사례의 제시 방식과 권위 수준이 인지 갈등과 개념 변화에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 22(3), 595-603.
- 노태희 · 정은희 · 강석진 · 한재영(2002b). 개념 학습에서 변칙 사례의 역할. **한국과학교육학회지**, 22(3), 586-594.
- 이경호(2000). **고등학생의 물리 개념변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향**. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- Ainley, M., Hidi, S., & Berndorff, D. (2002). Interest, learning and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545-561.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, July, 117-120.
- Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (2001). An examination of situational interest and its sources. *British Journal of Educational Psychology*, 71(3), 383-400.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1998). An empirical test of a taxonomy of responses to

- anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 623-654.
- Griffiths, A. K. & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Hidi, S. & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.
- Hu, L. T. & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424-453.
- Kang, S., Scharmann, L. C. & Noh, T., (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, 34(1), 71-96.
- Kang, S., Scharmann, L. C. Noh, T. & Koh, H. (2005). The influence of students' cognitive and motivational variables on cognitive conflict and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1037-1058.
- Keller, J. M. (1993). *IMMS: Instructional material motivation survey*. Florida State University.
- Klopfer, L. E., Champagne, A. B., & Chaiklin, S. D. (1992). The ubiquitous quantities: Explorations that inform the design of instruction on the physical properties of matter. *Science Education*, 76(6), 597-614.
- 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.
- Limón, M. (2003). The role of domain-specific knowledge in intentional conceptual change. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 133-170). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Levin, I., Siegler, R. S., Druyan, S., & Gardosh, R. (1990). Everyday and curriculum-based physics concepts: When does short-term training bring change where years of schooling have failed to do so? *British Journal of Developmental Psychology*, 8(3), 269-279.
- Linnenbrink, E. A. & Pintrich, P. R. (2003). The role of self-efficacy beliefs in student engagement and learning in the classroom. *Reading and Writing Quarterly*, 19(2), 119-137.
- Naylor, F. D. (1981). A state-trait curiosity inventory. *Australian Psychologist*, 16(2), 172-183.
- Pintrich, P. R., Mark, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- Schraw, G. & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions

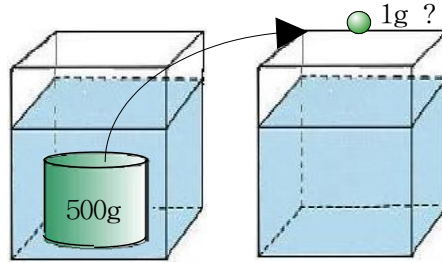
- for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.
- Shepardson, D. P. & Moje, E. B. (1999). The role of anomalous data in restructuring fourth graders' frameworks for understanding electric circuits. *International Journal of Science Education*, 21(1), 77-94.
- Sinatra, G. M. & Pintrich, P. R. (2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, C., Carey, S., & Wiser, M. (1985). On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition*, 21(3), 177-237.
- Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81(4), 387-404.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 3-13). Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.
- Yarlas, A. S. & Gelman, R. (1998). Learning as a predictor of situational interest, (Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego, California). (ERIC Documentation Reproduction Service No. ED437405)

• 논문 접수 : 2006년 10월 10일 / 수정본 접수 : 2006년 11월 15일 / 게재 승인 : 2006년 11월 27일

〈부록〉 개념 검사 문항의 예

오른쪽 그림과 같은 물체가 있다. 이 물체의 질량은 500g이었고, 물에 넣었더니 가라앉았다. 이 물체의 1g만큼만 잘라서 물에 넣으면 어떻게 될까?

- ① 물 위에 뜬다.
- ② 물 속으로 가라앉는다.
- ③ 물 중간에 있다.
- ④ 알 수 없다.



그렇게 생각한 이유를 **자세히** 설명하시오.

ABSTRACT

The Influences of the Presentation Types of Anomalous Data on the Processes of Conceptual Change in Respect of Students' Cognitive, Affective, and Motivational Variables

Suk-Jin Kang(Professor, Jeonju National University of Education)

Jung-Min Lee(Master's course in Seoul National University)

Hun-Sik Kang(Guest Researcher, Center for Educational Research
in Seoul National University)

Jeong-Ho Cha(Professor, Daegu University)

Tae-Hee Noh(Professor, Seoul National University)

In this study, the influences of the presentation types of anomalous data on the processes of conceptual change were investigated in respect of students' cognitive, affective, and motivational variables. Two hundred and three 7th graders who had possessed the target misconception concerning density were selected on the basis of the results of a preconception test. Students were randomly presented with either text-type or movie-type anomalous data. The test of responses to discrepant event and a situational interest test were administered. Computer-assisted instruction was then provided to students as a conceptual change intervention. An attention test and a conception test were administered as posttests. The results indicated that movie-type anomalous data significantly induced more cognitive conflict than text-type ones. Cognitive conflict induced by anomalous data increased students' conceptual understanding through their attention to learning. Situational interest stimulated by anomalous data also promoted conceptual understanding through attention to learning.

Key Words : anomalous data, cognitive conflict, situational interest, attention, conceptual understanding

