개념 학습에서 변칙 사례의 역할

노태희 · 정은희 · 강석진 · 한재영
(서울대학교)

The Role of Anomalous Data in Concept Learning

Noh, Taehee · Jeong, Eunhee · Kang, Sukjin · Han, Jaeyoung
(Seoul National University)

ABSTRACT

In this study, the relationships among cognitive conflict, situational interest, and conceptual change in studying boiling point were investigated. The differences in the relationships by gender were also investigated. Students of 7th grade(N=370) participated in this study. First, a preconception test was administered to choose students who possessed the misconception studied. After presenting anomalous data, test of response to anomalous data and state interest test were administered. After the instruction with a CAI program, a conception test was administered immediately. The conception test was administered again as a retention test four weeks later. The scores of both cognitive conflicts and state interest test were found to be significantly correlated with the scores of the conception test and the retention test. The results of multiple regression analysis indicated that state interest was significantly more important than cognitive conflict in predicting the degrees of conceptual change and retention of conception. For male students, state interest was the only significant predictor of conceptual change and retention of conception. In contrast, cognitive conflict was the only significant predictor for female students.

Key Words: anomalous data, concept learning, cognitive conflict, gender, interest

I. 서 론

변칙 사례는 순환 학습, 발생 학습, 연결 비유(bridging analogy), CAI, 토론 학습 등 과학 개념 학습을 위해 제안된 여러 교수 방법에서 널리 사용되어 온 요소이다(Chinn & Brewer, 1998). 일반적으로 변칙 사례란 학생들의 기존 개념을 반박하기 위해 제시되는 새로운 물리적 경험을 의미한다. 변칙 사례를 이용하는 대표적인 교수 모형인 개념 변화 수업 모형에서는, 학생들이 변칙 사례를 자신의 선개념으로 설명할 수 없으므로 갈등을 느끼게 되고, 이러한 인지적 비평형을 해소하기 위해 새로운 과학적 개념을 받아들이게 될 것으로 가정하고 있다. 실제로, 지난 수십 년 동안 개념 변화 모형에 근거하여 진행된

*2002.4.22(접수) 2002.7.23(1차 수정) 2002.8.31(최종 통과)

많은 연구에서 변칙 사례를 이용한 인지 갈등 전략의 효과성이 나타났다(Guzzetti *et al.*, 1993; 김범기와 권재술, 1995).

그러나 한편으로는 변칙 사례에 의한 인지 갈등의 효과성에 대한 의문도 제기되었다. Chinn과 Brewer (1998)의 연구에 따르면, 제시된 변칙 사례에 대해 학생들은 인지 갈등 이외에도 재해석, 거부, 배제 등을 비롯한 다양한 반응을 나타낸다. 국내 연구에서도 변칙 사례(불일치 상황)에 대한 학생들의 다양한 반응은 보고된 바 있다(노태희 등, 2000; 이경호와 권재술, 1999). 또한, Dreyfus *et al.*(1990)은 인지 갈등이 유발되었다고 해서 그것이 곧 개념 변화를 보장하지는 않는다고 주장했다. 이에 따라, 변칙 사례에 의해 유발되는 인지 갈등[1]과 개념 변화 사이의 관계를 보다 구체적으로 밝히기 위해 여러 개념과 다양한 학생들을 대상으로 한 일련의 연구가 진행되었다(강석진 등, 2002a, b; 노태희 등, 2001). 이 연구들에서는 인지 갈등 정도와 개념 변화 사이의 상관이 대체로 작은 것으로 나타났고, 이는 개념 변화에서 인지 갈등의 역할이 기대보다 크지 않으며 개념 변화 수업에서 변칙 사례의 역할에 대해 새로운 고찰이 필요함을 의미한다.

Pintrich *et al.*(1993)은 인지적 측면에만 치중했던 기존의 개념 변화 수업 모형을 비판하며, 개념 변화 수업에서 정의적 · 동기적 요소를 고려한 총체적인 접근이 필요하다고 주장했다. 즉, 학생들의 학습은 이성적이고 논리적인 과정으로만 이루어지는 것이 아니라, 학습 과정에서의 정의적 · 동기적 요소가 인지적인 과정에 영향을 미친다는 것이다. Pintrich 등이 개념 변화 수업에서 고려해야 할 요소로 제안한 것 중의 하나가 학습에 대한 흥미나 호기심이다. 물론, 지금까지의 개념 학습 연구들에서 학생들의 흥미가 완전히 무시되었던 것은 아니다. 대표적인 개념 학습 모형인 순환 학습 모형이나 발생 학습 모형의 경우, 선개념에 대한 불만을 유도하기 위해서는 탐색 단계나 도입 단계에서 제시되는 정보가 학생들의 흥미와 호기심을 만족시킬 수 있어야 함을 강조했다. 그러나 이러한 강조에도 불구하고, 개념 변화 연구들에서 인지적 측면에 비해 흥미[2]라는 요소가 상대적으로 소홀히 취급되었던 것 또한 사실이다.

지난 이십여 년 동안 심리학 분야에서 진행된 연구에서 흥미가 학습에서의 회상이나 이해와 깊은 관련이 있음을 일관되게 보고하고 있다(Schraw & Lehman, 2001). 즉, 흥미에 의해 단순히 학생들의 학습 동기만 유발되는 것이 아니라, 주어진 자료에 대한 흥미가 클수록 학습에서 심층적인 인지적 과정이 촉진된다는 것이다. 한편, Schank(1979)는 어떤 자료가 흥미롭기 위해서는 의외성(abnormality)을 지녀야 한다고 제안했다. 이후의 연구들에서도 놀랍거나(surprising), 새롭거나(novel), 예상하지 못했던(unexpected) 정보는 일반적이거나 예상 가능한 정보에 비해 본질적으로 더 흥미로운 것으로 보고되고 있다(Hidi, 1990). 학습에서 흥미의 역할에 대한 이러한 선행 연구들의 결과는 개념 학습에서 변칙 사례의 역할에 대한 새로운 가능성을 제안한다. 즉, 학생들의 기존 개념과 일치하지 않는 변칙 사례는 본질적으로 흥미를 유발하므로, 학생들은 학습에 보다 적극적으로 참여하게 될 뿐 아니라, 인지적인 측면에서도 심층적인 학습이 진행되어 새로운 과학적 개념이 받아들여질 가능성이 높아질 수 있다.

따라서, 이 연구에서는 개념 학습에서 변칙 사례의 역할을 탐색하기 위해 인지적 측면(인지 갈등 유발)과 정의적 측면(흥미 유발)에서 변칙 사례와 개념 변화의 관계를 조사했다. 학생들이 변칙 사례를 접하고 난 후의 인지적 측면에서의 인지 갈등 유발 정도와 흥미 유발 정도를 측정하고, 직후 개념 및 개념 파지에 대한 이들 변인들의 설명력을 비교했다. 또한, 학생들의 성에 따른 인지 갈등, 흥미, 직후 개념 및 개념 파지의 관계도 조사했다.

---

1) 본 연구에서의 인지 갈등은 인지적 측면에서의 갈등으로 정의한다.

2) 송회숙(2000)은 현상 제시 방법으로 갈등 상황을 제시하여 인지 갈등 정도를 측정한 결과, 인지 갈등의 하위 요소인 인식, 인지적 재평가, 흥미, 불안 중 흥미 요인에서 가장 점수가 높게 나타났음을 통해 효과적인 인지 갈등 유발 자료는 학습자의 흥미를 유발할 수 있는 것이어야 한다고 강조한 바 있다.

Ⅱ. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

연구의 대상은 서울시에 소재한 1개 남녀 공학 중학교의 1학년 학생 370명이었다. 어떤 사물이나 현상에 대한 학생들의 일반적인 흥미를 측정하는 특성 흥미 검사를 실시한 후, 끓는점에 대한 학생들의 기존 개념을 조사하기 위해 선개념 검사를 실시했다. 변칙 사례에 의한 인지 갈등 정도를 측정하기 위해 변칙 사례에 대한 반응 검사를 실시했고, 변칙 사례에 대한 흥미를 측정하기 위해 상태 흥미 검사를 실시했다. 끓는점 개념에 대한 15분간의 학습 후에 개념 검사를 실시했으며, 4주 후에 동일한 검사지로 개념 파지 검사를 실시했다.

2. 검사 도구

1) 흥미 검사

흥미는 학생들의 일반적인 흥미인 특성 흥미와 변칙 사례를 제시한 후 유발되는 상황 특수적인 흥미인 상태 흥미의 두 가지 측면에서 조사했다. 특성 흥미와 상태 흥미의 조사에는 Melbourne Curiosity Inventory(MCI; Naylor, 1981)의 C-Trait form과 C-State form을 각각 사용했다. 두 검사지는 각각 20문항으로 이루어져 있으며, 모든 문항은 4단계의 리커트식 척도로 구성되어 있다. 본 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach α)는 특성 흥미 검사가 .88, 상태 흥미 검사가 .93이었다.

2) 선개념 검사

제시될 초기 이론과 일치하는 목표 오개념을 지닌 학생들을 파악하기 위한 선개념 검사는 선행 연구(강석진 등, 2002b)의 검사지를 수정하여 사용했다. 선행 연구의 대상이 초등학교 6학년 학생이었으므로, 중학교 1학년 학생 43명을 대상으로 예비 검사를 실시하여 검사지의 표현을 일부 수정했다. 선개념 검사지는 과학 교육 전문가 3인에게 안면 타당도를 검증 받았다. 이 검사지는 "물이 끓고 있을 때, 불꽃을 키워 물을 더 격렬하게 끓이면 물의 온도는 어떻게 될까?"라는 질문에 대해 답을 선택하고, 그 이유를 자세히 쓰도록 구성되어 있다.

3) 변칙 사례에 대한 반응 검사

변칙 사례에 대한 반응 검사지도 예비 검사 결과를 바탕으로 선행 연구(강석진 등, 2002b)의 검사지를 일부 수정했다. 검사지는 초기 이론 제시부, 변칙 사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 구성되어 있다. 초기 이론 제시부에 연구의 관심 오개념인 "물이 끓을 때 열을 더 가해주면, 물에 열이 많아지므로 온도가 높아진다"는 주장을 제시했다. 학생들이 관심 오개념을 지니고 있는지 확인하기 위해 이 주장에 대한 동의 여부를 조사했다. 변칙 사례 제시부에 "물이 끓고 있을 때, 불꽃을 키워도 온도는 100℃로 일정하다"는 초기 이론과 일치하지 않는 실험 결과를 온도 측정 자료와 그림 등으로 제시했다. 반응 조사부는 제시된 변칙 사례에 대한 타당성 인정 여부, 초기 이론과 변칙 사례 사이의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 표시하고, 그 이유를 자세히 서술하도록 구성했다.

4) 개념 검사

개념 검사는 총 3문항이며, 각 문항은 3점 만점이다. 모든 문항은 4개의 답지 중 하나를 선택하고, 그 이유를 자세히 서술하는 방식으로 구성되어 있다. 예비 검사를 통해 문항을 수정했으며, 과학 교육 전문가 3인에게 안면 타당도를 검증 받았다. 본 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach α)는 직후 개념 검사에서 .70, 개념 파지 검사에서 .82였다.

3. 개념 학습

변칙 사례에 대한 반응 검사가 끝난 후, 끓는점 개념 학습을 위한 처치를 15분 동안 실시했다. 9개 학급의 학생들이 연구에 참여하였으므로, 교사가 일반적인 수업으로 처치를 진행할 경우 학급에 따른 어느 정도의 차이는 필연적으로 나타난다. 따라서, 이러한 차이를 통제하기 위해 CAI 프로그램을 제작하여 처

치에 사용했다. CAI 프로그램은 애니메이션과 동영상 표현이 용이한 Macromedia Flash 5 소프트웨어로 제작했다. CAI 프로그램의 내용은 개념 변화 수업 모형에서 일반적으로 제안된 개념 변화 수업의 요소가 충분히 반영되도록 구성했다. 끓는점에서 온도가 일정하게 유지되는 이유를 설명하기 위해서는 분자 수준에서의 접근이 필요하다. 따라서, CAI 프로그램에서는 애니메이션을 활용하여 상태 변화 시의 분자 운동 변화, 이에 따른 에너지의 출입을 강조했다. 7차 교육과정(교육부, 1999)에 따르면, 끓는점 개념은 중학교 2학년 내용에 해당한다. 그러나 학생들은 이미 중학교 1학년 내용인 물질이 끓는 현상, 상태 변화, 상태 변화 시의 분자 운동 변화 등을 배웠으므로, 이 연구에서 제시한 CAI 프로그램의 내용을 이해하기 위한 배경 지식은 모두 학습한 상태였다.

4. 분석 방법

선개념 검사 결과 목표 오개념을 지니고 있고, 초기 이론에도 동의한 238명(남: 114명, 여: 124명)의 결과를 분석했다. 우선, 변칙 사례에 대한 학생들의 응답을 7가지 유형(거부, 재해석, 배제, 판단 불가, 신념 감소, 주변 신념 변화, 신념 변화)으로 분류했다. 기존 개념에 대한 학생들의 신념 감소 정도를 정량화(인지적 측면에서의 인지 갈등 점수)하기 위해, 거부, 재해석, 배제에는 0점, 판단 불가에는 1점, 신념 감소와 주변 신념 변화에는 2점, 신념 변화에는 3점을 배당했다(노태희 등, 2001). 개념 검사에서 오답이나 무응답은 0점, 오개념이나 타당하지 않은 설명이 포함된 응답은 1점, 부분적인 과학적 설명은 2점, 과학적인 설명은 3점으로 채점했다(강석진 등, 2002b). 반응 유형 분류와 개념 검사 채점에서는 분석자 2인의 일치도가 90% 이상임을 확인한 후(반응 유형 분류: 90%, 개념 검사 채점: 92%), 연구자 1인이 모든 응답을 채점했다. 흥미, 인지 갈등, 직후 개념, 개념 파지 검사 점수 사이의 상관을 조사하고, 흥미와 인지 갈등을 예언 변인으로, 직후 개념 및 개념 파지를 준거 변인으로 하는 단계적 중다 회귀 분석(stepwise multiple regression analysis)을 실시했다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 변칙 사례에 대한 반응 유형 분포

거부, 재해석, 배제, 판단 불가, 신념 감소, 주변 신념 변화, 신념 변화 등 반응 유형에 따른 학생들의 응답 빈도를 Table 1에 제시했다. 거부 반응(37%)과 신념 변화 반응(30%)의 비율이 높았으며, 재해석(3%), 배제(3%), 주변 신념 변화(3%) 반응은 매우 적었다. 밀도(강석진 등, 2002a)나 양초 연소(노태희 등, 2001)를 소재로 했던 연구들과 달리, 학생들의 반응이 거부와 신념 변화로 편중되는 양상은 동일한 개념(끓는점)에 대해 초등학교 6학년 학생들의 반응을 조사했던 선행 연구(강석진 등, 2002b) 결과와 매우 유사하다.

Table 1. Students' responses to anomalous data

Type of response	Frequency(%)
Rejection	88(37.0)
Reinterpretation	7(2.9)
Exclusion	7(2.9)
Uncertainty	25(10.5)
Belief decrease	33(13.9)
Peripheral belief change	7(2.9)
Belief change	71(29.8)
Total	238(100.0)

반응 유형 분포 결과에서 '끓는점'에 대한 학생들의 선개념 특징을 유추해 볼 수 있다. 변칙 사례의 타당성을 인정하지 않는 '거부' 반응의 비율이 높다는 사실은 학생들의 선개념이 매우 확고함을 반영한다. 이처럼 견고한 학생들의 선개념은 끓는 현상에 관련된 일상 생활에서의 반복된 경험에 기인한 것으로 보인다. 약한 불로 끓일 때보다 센 불로 끓일 때 물이 훨씬 격렬하게 끓는 현상은 평소에 쉽게 관찰할 수 있다. 이와 같이 물이 끓을 때의 명백한 시각적 차이로 인하여 학생들은 자연스럽게 격렬하게 끓는 물의 온도가 높을 것이라고 유추하게 될 것이다. 따라서, 학생들의 입장에서는 끓는 정도가 다름에도 불구하고

물의 온도가 같다는 주장을 받아들이기란 쉽지 않을 것이다.

변칙 사례의 의미를 왜곡하여 이해하는 '재해석'이나 기존 신념의 사소한 부분을 수정하여 변칙 사례를 받아들이는 '주변 신념 변화' 반응의 비율이 낮다는 사실은 끓는점에 대한 학생들의 개념 구조가 풍부하지 못함을 의미하는 것으로 볼 수 있다. '재해석' 반응이나 '주변 신념 변화' 반응이 나타나기 위해서는 학생들의 인지 구조 내에서 모순되는 현상을 받아들이는 일종의 동화(assimilation) 작용이 일어나야 한다. 그런데 새로운 현상을 동화할 수 있을 정도로 융통성을 지니기 위해서는 학생들의 인지 구조 내에 끓는점 개념을 중심으로 다른 여러 개념들이 긴밀하게 상호 연관되어 있는 확장된 개념 구조가 존재해야 할 것이다. 따라서, 양초 연소나 밀도 등의 개념과 달리 끓는점 개념은 그 구조가 단순할 것으로 추측할 수 있다.

2. 인지 갈등, 흥미, 개념 변화 사이의 상관 관계

특성 및 상태 흥미 점수, 인지 갈등 점수, 직후 개념 및 개념 파지 검사 점수의 평균과 표준 편차는 Table 2와 같다. 모든 검사에서 남학생과 여학생의 점수는 유사했으며, t-검증 결과(특성 흥미: t=.28, p=.783, 상태 흥미: t=-.00, p=.997, 인지 갈등: t=-.63, p=.529, 직후 개념: t=.22, p=.823, 개념 파지: t=.15, p=.878)에서도 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

Table 2. Means and standard deviations of the test scores

Variable	Male	Female	Total
TI	69.89(13.42)	69.48(9.42)	69.68(11.49)
SI	70.31(14.31)	70.31(13.81)	70.31(14.03)
CC	1.28(1.35)	1.39(1.25)	1.34(1.30)
Con	5.30(2.60)	5.23(2.37)	5.26(2.48)
Ret	5.19(2.50)	5.15(2.28)	5.17(2.38)

TI: Trait interest, SI: State interest,
CC: Cognitive conflict, Con: Conception,
Ret: Retention of conception

이 연구에서 조사한 변인들간의 상관은 Table 3과 같다. Mitchell(1993)은 요인 분석을 통해 학생의 특성인 개인적 흥미(personal interest)와 학습 자료에 의해 순간적으로 유발되는 상황적 흥미(situational interest)는 서로 다른 변인임을 밝혔다. 또한, MCI의 개발 과정에서도 요인 분석 결과 특성 흥미와 상태 흥미가 구별되는 변인으로 나타났다(Naylor, 1981). 이 연구에서도 일반적인 특성 흥미 점수와 변칙 사례에 대한 상태 흥미 점수 사이의 상관은 .36으로서, 일반적으로 특성 변인과 상태 변인 사이에 나타나는 상관 계수의 한계(Hong, 1998)를 넘지 않았다. 즉, 상태 흥미는 학생들의 평소 특성인 개인적 흥미와 구별되며, 제시된 변칙 사례에 의해 유발된 흥미로 볼 수 있다.

Table 3. Spearman correlation coefficients among the test scores

Variable	TI	SI	CC	Con
TI	-			
SI	.36**[1)]	-		
CC	.07	-.09	-	
Con	.16*	.22**	.14*	-
Ret	.01	.25**	.14*	.53**

*p<.05, **p<.01, [1)] Pearson correlation coefficient

선행 연구(강석진 등, 2002a, b; 노태희 등, 2001)와 달리, 인지 갈등 점수와 직후 개념 및 개념 파지 점수 사이에는 유의미한 상관이 있었다(p<.05). 그러나 상관 계수의 절대적인 크기는 선행 연구와 유사하게 작았다. 즉, 개념 변화에서 변칙 사례로 유발된 인지 갈등의 역할이 그다지 크지 않음을 다시 확인할 수 있었다. 한편, 상태 흥미 점수는 직후 개념 및 개념 파지 점수와 .01 수준에서 유의미한 상관이 있었다. 이러한 결과는 변칙 사례에 의해 유발된 흥미가 적극적인 학습 참여와 심층적인 학습 유도를 통해 개념 변화로 이어질 것이라는 가설을 지지한다.

성에 따라 상관을 분석한 결과, 변인들 간의 상관은 성에 따라 뚜렷한 차이를 보였다. 남학생의 경우에는 직후 개념 및 개념 파지 점수가 상태 흥미 점수와 유

의미한 상관을 지닌 반면, 인지 갈등 점수와는 유의미한 상관이 없었다(Table 4). 그러나 여학생의 경우 직후 개념 및 개념 파지 점수가 인지 갈등 점수와 유의미한 상관을 지녔으나, 상태 흥미 점수와는 유의미한 상관이 없었다(Table 5). 이러한 결과는 여학생의 경우 흥미에 영향을 적게 받고, 흥미로운 과학 수업을 제공하더라도 남학생에 비해 효과가 떨어진다는 선행 연구의 주장(Krapp *et al.*, 1992)과 유사하다.

Table 4. Spearman correlation coefficients among the test scores for male students

Variable	TI	SI	CC	Con
TI	-			
SI	.34**[1)]	-		
CC	.10	-.13	-	
Con	.24*	.34**	.07	-
Ret	.09	.37**	.08	.56**

*p<.05, **p<.01, [1)] Pearson correlation coefficient

Table 5. Spearman correlation coefficients among the test scores for female students

Variable	TI	SI	CC	Con
TI	-			
SI	.39**[1)]	-		
CC	.03	-.05	-	
Con	.06	.10	.22*	-
Ret	-.10	.12	.20*	.48**

*p<.05, **p<.01, [1)] Pearson correlation coefficient

3. 직후 개념 및 개념 파지 점수에 대한 중다 회귀 분석 결과

직후 개념 점수에 대한 중다 회귀 분석 결과는 Table 6에, 개념 파지 점수에 대한 중다 회귀 분석 결과는 Table 7에 제시했다. 상태 흥미와 인지 갈등은 직후 개념 점수에 대해서 각각 3.6%와 2.5%의 유의미한 설명력을 보였고, 개념 파지 점수에 대해서도 각각 5.9%와 2.5%를 유의미하게 설명했다. 즉, 직후 개념 및 개념 파지 검사 점수 모두에서 인지 갈등보다 상태 흥미의 설명력이 컸다. 이러한 결과는 개념 학습에서 변칙 사례의 역할에 대해 새로운 접근이 필요함을 암시한다. 즉, 변칙 사례가 기존 개념과의 불일치를 해소하기 위한 학생들의 인지적 활동을 촉진하는 측면도 있지만, 변칙 사례에 의해 유발된 흥미가 이후의 학습을 보다 효과적으로 유도하는 측면이 중요할 가능성이 있다. 학생들의 기존 개념과 일치하지 않는 놀랍고 새로운 변칙 사례는 학생들의 흥미를 불러일으키고(Hidi, 1990), 흥미로운 자료일수록 순간적으로 학생들의 주의를 많이 유발하므로(Asher, 1980), 학생들이 의식적으로 주의를 기울이기 위한 노력을 적게 하더라도 효과적인 개념 변화가 일어나는 것으로 생각할 수 있다.

Table 6. Multiple regression analysis summary on the conception test score

Step		Variable entered	Multiple R	Accum. R^2	R^2 change
Total	1	SI	.191	.036	.036**
	2	CC	.248	.062	.025*
Male	1	SI	.293	.086	.086**
	2	CC	.313	.098	.012
Female	1	CC	.225	.051	.051*
	2	SI	.242	.058	.008

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

Table 7. Multiple regression analysis summary on the retention test score

Step		Variable entered	Multiple R	Accum. R^2	R^2 change
Total	1	SI	.242	.059	.059**
	2	CC	.289	.084	.025*
Male	1	SI	.371	.137	.137**
	2	CC	.400	.160	.022
Female	1	CC	.185	.034	.034*
	2	SI	.216	.047	.012

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

성에 따른 직후 개념이나 개념 파지 검사 점수에 대한 중다 회귀 분석에서는 뚜렷이 대비되는 결과가

나타났다. 남학생의 경우, 직후 개념과 개념 파지 검사 점수를 설명하는 유의미한 변인은 상태 흥미였으며, 각각 8.6%와 13.7%의 변량을 설명했다. 반면, 여학생의 경우 설명력을 지니는 유의미한 변인은 인지 갈등이었으며, 각각 5.1%와 3.4%의 변량을 설명했다. 이와 같이 성에 따른 차이는 선행 연구의 결과와 일관된다. Schiefele *et al.*(1992)이 흥미와 성취도의 관계에 대한 16편의 논문을 메타 분석한 결과에서도, 성취도에 대한 흥미의 설명력이 남학생의 경우 12%였던 반면, 여학생의 경우 6%에 불과했다. 과학 과목은 전형적으로 남성적 이미지를 지니기 때문에 여학생들이 흥미를 느끼지 못할 뿐 아니라, 여학생들은 남학생보다 체제 순응적인 경향이 강하기 때문에 흥미와 무관하게 모든 과목에 노력을 기울이려는 경향이 강하다(Schiefele *et al.*, 1992). 우리 나라 중등학교 학생들에 대한 전경문과 노태희(1997)의 연구에서도 남학생은 학습 자체에 관심을 두는 과제 지향적인 목적이 유의미하게 높았던 반면, 여학생은 학점이나 석차에 관심을 두는 수행 지향적인 목적이 유의미하게 높은 것으로 보고되었다. 따라서, 변칙 사례를 이용한 개념 학습에서도 남학생의 경우에는 변칙 사례가 흥미로울 경우 적극적인 학습 참여를 통해 개념 변화가 일어날 수 있지만, 여학생의 경우에는 흥미보다 변칙 사례에 의한 갈등을 인지적으로 해결해 나가는 과정이 개념 변화에 중요한 것으로 해석할 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

변칙 사례에 의한 인지적 측면에서의 인지 갈등과 상태 흥미는 모두 학생들의 개념 변화나 개념 파지와 유의미한 상관을 지니고 있었지만, 인지 갈등보다 상태 흥미가 개념 변화나 개념 파지 정도를 더 많이 설명하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 변칙 사례의 역할에 대한 새로운 가정을 지지한다. 즉, 이제까지는 학생들의 선개념과 일치하지 않는 변칙 사례는 개념 변화를 위한 필수적인 요소인 인지 갈등 유발의 중요한 수단으로 간주되어 왔다. 그러나 개념 변화에서 정의적·동기적 요소의 중요성에 대한 연구들(Pintrich *et al.*, 1993)이 제안하듯이, 변칙 사례는 인지 갈등이라는 인지적 측면보다는 학생들의 흥미 유발이라는 동기적인 측면에서 더 중요한 역할을 하는 것으로 볼 수 있다.

한편, 많은 선행 연구에서 새롭거나 예상과 일치하지 않는 자료가 학습에 대한 학생들의 흥미를 증진시키는 것으로 보고되었지만(Hidi, 1990), 일부 연구에서는 다소 상이한 주장도 제기되고 있다. 예를 들어, Yarlas와 Gelman(1998)은 흥미로운 자료를 제시했을 때 학생들이 느끼는 흥미와 학습 정도의 관계에 대한 경로 분석 연구에서, 일반적인 예상과는 반대로 학습의 정도가 흥미에 역으로 영향을 미친다고 보고했다. 따라서, 변칙 사례에 의해 학습에 대한 학생들의 흥미가 유발되고 그 결과 개념 변화가 증진된다는 가설의 타당성을 밝히기 위해서는 변칙 사례에 의해 유발된 흥미, 학습 과정에서 유발된 흥미, 그리고 개념 변화 정도 사이의 관계에 대한 계속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

개념 변화나 개념 파지를 유의미하게 설명하는 변인은 학생들의 성에 따라 달랐다. 남학생의 경우 변칙 사례에 의해 유발된 흥미가 설명력을 지녔지만, 여학생의 경우 변칙 사례에 의한 인지 갈등이 유의미한 설명력을 지닌 변인이었다. 이러한 결과는 적어도 변칙 사례를 이용한 개념 변화 수업에서는, 남학생에게는 더욱 흥미로운 자료를 제시하고 여학생에게는 인지 갈등이 많이 유발될 수 있는 자료를 제시하는 방안을 고려해 볼 필요성을 시사한다.

하지만, 여학생들이 과학에 흥미가 낮은 이유는 과학이 지닌 남성적 이미지와 관련이 있으며(Schiefele *et al.*, 1992), 남자와 여자 사이의 생물학적인 차이보다는 각 성에 적합한 전형적인 역할을 암묵적으로 전달하는 사회적 환경이 성차에 큰 영향을 미친다는 주장(Tobias, 1990)을 고려할 때, 과학 개념 학습에서 성차를 감소시키기 위한 접근도 필요하다. 예를 들어, 개념 학습의 내용을 일상 생활이나 사회적 상황과 연결하여 구성한다면, 여학생들도 과제 지향적인 목적을 지니고 적극적으로 학습에 참여할 수 있을 것이다.

마지막으로, 개념 학습에서 끓는점 개념을 대상으로

했을 때의 반응이 밀도나 양초 연소 개념을 다루었던 연구에 비해 특정한 유형에 편중되는 결과를 나타냈던 점을 고려할 때, 주제에 따라 변칙 사례의 역할이 달라질 가능성을 배제할 수 없다. 또한, Jones *et al.*(2000)도 남학생은 여학생에 비해 과학에 흥미가 높으며, 특히 분자나 원자 같은 주제에서는 그 차이가 두드러진다고 보고했다. 따라서, 개념 학습에서 변칙 사례의 역할에 대해 명확한 결론을 내리기 위해서는 끓는점 이외의 다른 주제에 대해서도 반복 연구가 이루어져야 할 것이다.

적 요

이 연구에서는 끓는점 학습에서 인지 갈등, 상태 흥미, 개념 변화 사이의 관계를 조사했다. 또한, 이들 관계에서 성에 따른 차이도 조사했다. 중학교 1학년 학생 370명이 본 연구에 참여했다. 먼저, 학습된 오개념을 지닌 학생을 선별하기 위해 선개념 검사를 실시했다. 변칙 사례를 제시한 후, 변칙 사례에 대한 반응 검사와 상태 흥미 검사를 실시했다. CAI 프로그램으로 수업 처치를 한 후, 직후 개념 검사를 실시했다. 4주 후에 동일한 검사지로 개념 파지 검사를 실시했다. 인지 갈등과 상태 흥미 검사 점수는 모두 직후 개념 검사 및 개념 파지 검사 점수와 유의미한 상관이 있었다. 중다 회귀 분석 결과, 상태 흥미가 인지 갈등보다 개념 변화 및 개념 파지 정도를 예측하는데 있어 더 중요한 것으로 나타났다. 남학생의 경우에는 상태 흥미만이 개념 변화 및 개념 파지에 대해 유의미한 예측 변인으로 나타났으나, 여학생의 경우에는 인지 갈등만이 유의미한 예측 변인으로 나타났다.

참 고 문 헌

강석진, 신숙희, 노태희(2002a). 밀도 개념 학습에서 자기 조절 전략과 인지 갈등 및 개념 변화의 관계. 대한화학회지, 46(1), 83-89.

강석진, 신숙희, 노태희(2002b). 변칙 사례에 대한 초등학생들의 반응 연구. 한국과학교육학회지, 22(2), 252-260.

교육부(1999). 중학교 교육 과정 해설(Ⅲ): 수학, 과학, 기술 · 가정. 서울: 대한교과서 주식회사.

김범기, 권재술(1995). 과학개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-486.

노태희, 임희연, 강석진(2000). 변칙 사례에 대한 학생들의 반응 유형. 한국과학교육학회지, 20(2), 288-296.

노태희, 임희연, 강석진, 김순주(2001). 학생의 인지적 · 정의적 변인, 변칙 사례에 의한 인지 갈등, 개념 변화 사이의 관계. 한국과학교육학회지, 21(4), 658-667.

송희숙(2000). 중학생의 학습동기와 과학학습에서 인지갈등의 관계. 한국교원대학교 석사학위논문.

이경호, 권재술(1999). 관성개념에 대하여 자기의 생각과 불일치하는 상황의 유형에 따른 학생의 반응. 한국과학교육학회지, 19(4), 516-527.

전경문, 노태희(1997). 학생들의 과학 학습 동기 및 전략. 한국과학교육학회지, 17(4), 415-424.

Asher, S. R.(1980). Topic interest and children's reading comprehension. In R. Spiro, B. Bruce, & W. Brewer (Eds.) *Theoretical issues in reading comprehension.* Erlbaum: Hillsdale, 525-534.

Chinn, C. & Brewer, W. F.(1998). The empirical test of a taxonomy of responses to anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 623-654.

Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R.(1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change-some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.

Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V., & Gamas, W. S.(1993). Promoting conceptual change in science: a comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education.

Reading Research Quarterly, 28(2), 117-159.

Hidi, S.(1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571.

Hong, E.(1998). Differential stability of state and trait self-regulation in academic performance. *The Journal of Educational Research*, 91(3), 148-162.

Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J.(2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180-192.

Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A.(1992). Interest, learning and development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.) *The role of interest in learning and development*. Erlbaum: Hillsdale, 3-25.

Mitchell, M.(1993). Situational interest: its multifaceted structure in the secondary mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424-436.

Naylor, F. D.(1981). A state-trait curiosity inventory. *Australian Psychologist*, 16(2), 172-183.

Pintrich, P. R., Marx, 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.

Schank, R. C.(1979). Interestingness: controlling inferences. *Artificial Intelligence*, 12, 273-297.

Schiefele, U., Krapp, A., & Winteler, A.(1992). Interest as a predictor of academic achievement: a meta-analysis of research. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.) *The role of interest in learning and development*. Erlbaum: Hillsdale, 183-212.

Schraw, G. & Lehman, S.(2001). Situational interest: a review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.

Tobias, S.(1990). *They're not dumb, they're different: stalking the second tier*. Research Corporation: Tucsan.

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.