

밀도 학습에서 변칙 사례의 제시 방식과 권위 수준이 인지 갈등¹⁾과 개념 변화에 미치는 영향

노태희 · 김순주 · 감석진 · 김재현¹⁾
(서울대학교) · ¹⁾(공주대학교)

Effects of Presentation Type and Authority Level of Anomalous Data on Cognitive Conflict and Conceptual Change in Learning Density

Noh, Taehee · Kim, Soonjoo · Kang, Sukjin · Kim, Jaehyun¹⁾
(Seoul National University) · ¹⁾(Kongju National University)

ABSTRACT

The influences of the characteristics of anomalous data on cognitive conflict and conceptual change in learning density were investigated. The subjects were 416 seventh graders. First, the Group Assessment of Logical Thinking and a preconception test were administered. A questionnaire on the responses to anomalous data was then administered. In the questionnaire, four types of anomalous data varying presentation type (movie/text) and authority level (high/low) were randomly presented. After a computer-assisted instruction on density, a conception test was administered. The results indicated that anomalous data presented in movie type significantly induced more cognitive conflict than that in text type. Students presented with anomalous data of high authority scored higher in the conception test than those of low authority. There were no significant interactions between the characteristics of anomalous data and students' logical thinking ability in the scores of both the cognitive conflict and the conception test.

Key words: anomalous data, presentation type, authority, cognitive conflict, conceptual change, logical thinking ability

I. 서 론

학생들은 여러 자연 현상에 대해 일상 생활의 경험

을 통해 나름대로의 견해를 갖고 있으며, 이러한 선 개념은 안정적이어서 학교에서 과학 개념을 학습할 때 방해가 되기도 한다. 따라서, 대부분의 개념 학습

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

**본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-2-50100-001-3) 지원으로 수행되었음.

1) 본 연구에서의 인지 갈등은 인지적 측면에서의 갈등으로 정의한다.

모형에서는 학생들의 선개념을 다양하게 고려하고 있으며, 변칙 사례를 제시하여 인지 갈등을 유발하는 전략은 대표적인 개념 학습의 전략이다(Scott *et al.*, 1992). 이 전략에서는 학생들이 갖고 있는 선개념과 모순된 변칙 사례를 제시함으로써 인지 구조 내에서의 비평형화를 유발하고, 그 결과 학생들은 갈등을 해결하기 위해 새로운 과학 개념을 받아들일 것으로 가정하고 있다. 그러나 변칙 사례를 이용한 갈등 유발 전략이 항상 성공적이지는 않았는데, 이는 학생들이 변칙 사례가 자신의 선개념과 불일치함을 인정하지 않아 유의미한 갈등이 일어나지 못한 것으로 설명할 수 있다(Dreyfus *et al.*, 1990; Trumper, 1997). 즉, 교사의 관점에서는 변칙 사례가 학생들의 선개념으로 설명할 수 없는 현상이지만, 단순히 변칙 사례를 학생들에게 제시하는 것만으로는 인지 갈등을 보장할 수 없다. 개념 변화 과정에 인지 갈등의 요소가 효과적이기 위해서는 학생들이 변칙 사례를 제대로 인식하고 받아들이는 것이 중요하다. 즉, 변칙 사례에 대한 학생의 인지적 판단이 중요하므로(Chinn & Brewer, 1993), 인지적인 측면에서 갈등 유발 정도를 측정해야 한다(노태희 등, 2000). 따라서, 변칙 사례의 소재나 내용의 적절성 뿐 아니라, 변칙 사례를 어떻게 제시했을 때 학생들이 가장 효과적으로 받아들일 수 있는가에 대해서도 고려가 이루어져야 한다.

액체에서 기체로의 상태 변화에 관한 Stavy(1990)의 연구에서, 학생들은 색깔을 관찰할 수 있는 요오드 기체는 물질로 인식했지만 무색인 아세톤 기체는 물질로 인식하지 못하는 경향을 보였다. Hynd *et al.*(1997)의 연구에서도 개념 변화에 효과적인 것으로 알려진 반박문(refutation text: 학생들의 선개념이 부적절한 이유를 논리적으로 지적하여 설득하는 글) 형식의 읽기 자료와 시범 실험을 동시에 제시할 경우, 개념 학습이 유의미하게 증진되었다. 이러한 결과는 단순한 강의나 읽기 자료만으로 변칙 사례를 제시하는 것보다, 학생들이 변칙 사례를 직접 관찰할 경우 개념 변화가 보다 효과적으로 일어날 가능성을 의미한다. 그러나 한편으로는 시범 실험을 보여주더라도 학생들은 자신의 선지식과 이전 경험에 근거하여 실험의 의미를 나름대로 구성한다는 연구 결과도

보고되었다(Shepardson *et al.*, 1994). 또한, 물리 개념에 대한 연구(김범기와 권재술, 1995; 김숙영, 1999; 임이숙 등, 1998)에서는 대상 개념에 따라 인지 갈등 유발에 효과적인 갈등 상황의 제시 방법이 논리 제시나 현상 제시 등으로 다르게 나타났다. 따라서 변칙 사례의 표현 방식에 따라 학생들이 받아들이는 인지 갈등의 정도와 개념 변화 정도를 조사할 필요가 있다.

학생들의 변칙 사례에 대한 인식에 영향을 줄 수 있는 다른 측면은 자료의 권위 수준이다. Hass(1981)는 주어진 자료에 대한 학습자의 반응 연구를 종합하여, 자료의 특성 중 인지적 반응에 영향을 미치는 요소로 출처의 신뢰성(credibility)을 제안했다. 옳은 판단을 내리기 위해서는 일반적으로 정확한 정보의 확보가 관건이므로, 사람들은 어떤 주제에 대한 자료를 권위있는 전문가가 제시할수록 더 신뢰하게 된다(Hass, 1981). 또한 Chinn과 Brewer(1993)도 변칙 사례가 개념 변화에 효과적이기 위해서는 신뢰성이 강화되어야 함을 제안하였으나, 권위 수준에 대한 선행 연구 결과는 일관되지 않다. Maddux와 Rogers(1980)는 제시된 자료가 전문적인 지식을 많이 포함하고 주장을 지지하는 증거가 많을수록 독자들의 동의가 증가함을 보고했다. 그러나 자료의 내용을 주장하는 사람의 권위가 달라지더라도 독자의 믿음은 차이가 없다는 연구 결과도 있다(Clark & Slotta, 2000). 그러므로 변칙 사례의 권위를 달리하여 제시하였을 때 학생들의 인지 갈등과 개념 변화 정도에 미치는 영향을 조사할 필요가 있다.

한편, 변칙 사례를 접하였을 때 인지 갈등이 일어나기 위해서는 변칙 사례의 타당성이나 변칙 사례와 기존 선개념 사이의 불일치성에 대한 판단이 필수적이다. 논리적 사고력이 학생들의 과학 성취도에 유의미한 설명력을 보였던 연구 결과(예, Chandran *et al.*, 1987)는 갈등을 인지하고 해결하기 위해서는 어느 정도의 논리적 사고력이 필요함을 의미한다. 또한, Lawson과 Thompson(1988)은 구체적 조작기의 학생들이 형식적 조작기의 학생들에 비해 새로운 문제를 접할 때, 그 문제가 자신의 선개념과 일치하는지 여부를 내적으로 판단하지 못하는 경우가 많음을 보

고했다. 따라서, 본 연구에서는 학생들의 논리적 사고력 수준에 따라 변칙 사례의 제시 방식과 권위 수준이 변칙 사례에 대한 반응, 인지적 측면에서의 인지 갈등, 개념 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

인천시에 위치한 남자 중학교 1학년 학생 416명을 대상으로 했으며, 이 학생들은 아직 밀도를 학습하지 않은 상태였다. 논리적 사고력 검사를 실시한 후, 밀도에 대한 학생들의 기존 개념을 조사하기 위한 선개념 검사와 변칙 사례에 대한 반응 검사를 실시했다. 그리고 CAI 프로그램을 이용하여 15분 동안 밀도 개념을 학습한 후 개념 검사를 실시했다.

2. 검사 도구

1) 논리적 사고력 검사

학생들의 논리적 사고력을 측정하기 위해 총 12문항으로 구성된 short-version Group Assessment of Logical Thinking(GALT; Roadrangka et al., 1983)을 사용했다. 이 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach α)는 .72였다.

2) 선개념 검사

제시될 초기 이론과 일치하는 오개념을 지닌 학생들을 파악하기 위해 선개념 검사를 실시했다. 선개념 검사지는 선행 연구(강석진 등, 2002)의 검사지를 수정한 후, 과학 교육 전문가 3인에게 안면 타당도를 검증 받았다. 이 검사지는 질문에 대한 답을 고른 후 이유를 자세히 쓰도록 구성했다.

3) 변칙 사례에 대한 반응 검사

선행 연구(강석진 등, 2002)에서 개발한 검사지를 수정하여 사용한 변칙 사례에 대한 반응 검사지는 초기 이론 제시부, 변칙 사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 구성되어 있다. 먼저, 초기 이론 제시부에서

특정 오개념을 지지하는 주장을 제시하고, 이에 대한 학생들의 동의 여부를 조사했다. 이 연구에서 사용한 오개념은 우리 나라 학생들이 흔히 지니고 있는 '가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다'는 생각이다.

변칙 사례 제시부에서는 초기 이론과 모순되는 실험 결과를 제시했다. 변칙 사례는 제시 방식과 권위 수준 측면에서 각각 2종류, 총 4종류를 학생들에게 무작위로 제시했다(Table 1). 우선, 변칙 사례의 제시 방식은 실험에 대한 관찰과 읽기 자료(text)의 제시로 구분했다. 실험에 대한 관찰에서는 실험이나 시범 실험 중 발생할 수 있는 교사나 동료 학생과의 상호 작용이나 학급 분위기 등을 통제하기 위하여, 실험 과정을 비디오 카메라로 녹화한 후 이를 컴퓨터용 동영상(movie)으로 제작하여 제시했다. 권위 수준은 낮은 권위 수준과 높은 권위 수준으로 구분했다. 낮은 권위 수준의 변칙 사례는 연구 대상 학생들과 같은 학년의 중학생이 자신의 실험 결과를 설명하는 방식으로, 높은 권위 수준의 변칙 사례는 중학생의 실험 결과를 전문가인 과학자가 여러 번의 반복 실험을 통해 확인해 주는 방식으로 내용을 구성했다. 예로, MH 집단에서는 실험을 동영상으로 제시하고 과학자가 반복해서 설명했다, TL 집단에서는 읽기 자료로 제시한 실험 결과를 중학생이 설명했다.

Table 1. Four types of anomalous data used in this study

Group	Presentation type	Authority level
ML	Movie	Low
MH	Movie	High
TL	Text	Low
TH	Text	High

반응 조사부에서는 변칙 사례의 타당성 인정 여부, 초기 이론과 변칙 사례 사이의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 표시하고, 그 이유를 자세히 서술하도록 했다. 이 검사지도 과학 교육 전문가 3인에게 안면 타당도를 검증 받았다.

4) 개념 검사

개념 검사는 총 4문항으로 구성된 선행 연구(강석진 등, 2002)의 검사지를 수정하여 사용했다. 각 문항은 4개의 답지 중 하나를 선택하고 그 이유를 자세히 설명하는 방식으로 구성되어 있다. 이 연구에서 개념 검사지의 신뢰도 계수(Cronbach α)는 .69였다.

3. 밀도 개념 학습

변칙 사례에 대한 반응 검사가 끝난 후, 밀도 개념 학습을 위한 처치를 15분 동안 실시했다. 개념 학습 과정에 미치는 교사와 학급 환경의 영향을 통제하기 위하여, CAI 프로그램을 제작한 후 이를 처치에 사용했다. CAI 프로그램은 애니메이션과 동영상 표현이 용이한 Macromedia Flash 5 프로그램으로 제작했다. CAI 프로그램의 내용은 개념 변화 수업 모형에서 일반적으로 제안된 개념 변화 수업의 요소들을 고려하여 구성하였고, 거시적 수준에서 뜨고 가라앉는 현상을 설명하는데 중점을 두었다. 이 연구에서 설정한 오개념을 과학적 개념으로 변화시키기 위해서는 질량(또는 무게)과 밀도의 개념적 차이를 이해하는 것이 중요한데, 이러한 내용은 물질에 대한 거시적 관점으로도 충분히 학습이 가능하기 때문이다.

4. 자료 분석

선개념 검사에서 '가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다'는 오개념을 지니고, 초기 이론에

도 동의한 146명의 학생들에 대해 결과 분석을 했다. 변칙 사례에 대한 반응 검사지를 분석하여 학생들의 반응을 7가지 유형으로 분류했다. 변칙 사례에 의한 인지적 측면에서의 인지 갈등 유발 정도는 7가지 반응 유형을 4단계로 구분하여 정량화했다(노태희 등, 2000). 개념 검사는 과학적 개념을 2점, 부분적인 과학적 개념을 1점, 비과학적 개념을 0점으로 채점했다. 반응 유형 분류와 개념 검사 채점에서는 2인의 분석자간 일치도가 95% 이상(반응 유형 분류: 95.0%, 개념 검사 채점: 96.3%)에 도달한 후, 연구자 중 1인이 모두 분류하고 채점하였다. 변칙 사례의 제시 방식이나 권위 수준을 독립 변인으로, 논리적 사고력을 구획 변인으로, 인지 갈등 점수와 개념 점수를 종속 변인으로 하는 이원 변량 분석(2-way ANOVA)을 실시했다. 논리적 사고력 수준은 GALT 검사 점수의 평균값을 기준으로 상·하로 구분했다.

III. 결과 및 논의

1. 변칙 사례에 대한 반응 유형 분포

변칙 사례에 대한 학생들의 응답을 변칙 사례의 타당성에 대한 인정, 변칙 사례와 초기 이론 사이의 불일치성에 대한 인정, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도 등 3가지 기준에 근거하여 반응 유형을 분류했다. 선행 연구(강석진 등, 2002)와 마찬가지로 거부, 재해석, 배제, 판단 불가, 신념 감소, 주변 신념 변화, 신념 변화 등 다양한 반응 유형이 나타났다(Table 2).

Table 2. Students' responses to anomalous data (%)

Type of response	ML	MH	TL	TH	Total
Rejection	7(16.7)	7(21.2)	8(22.2)	12(34.3)	34(23.3)
Reinterpretation	4(9.5)	2(6.1)	6(16.7)	2(5.7)	14(9.6)
Exclusion	2(4.8)	2(6.1)	4(11.1)	5(14.3)	13(8.9)
Uncertainty	3(7.1)	4(12.1)	5(13.9)	3(8.6)	15(10.3)
Belief decrease	3(7.1)	4(12.1)	2(5.6)	2(5.7)	11(7.5)
Peripheral belief change	1(2.4)	2(6.1)	1(2.8)	3(8.6)	7(4.8)
Belief change	22(52.4)	12(36.4)	10(27.8)	8(22.9)	52(35.6)
Total	42(100)	33(100)	36(100)	35(100)	146(100)

제시 방식의 측면에서 ML 집단과 MH 집단은 각각 TL 집단과 TH 집단에 비해 거부, 재해석, 배제 반응의 비율이 낮고, 신념 변화 반응의 비율이 높은 경향이 있었다. 즉, 동영상을 통해 변칙 사례를 제시한 집단에서는 읽기 자료를 제시한 집단에 비해 학생 자신의 기존 개념에 대한 믿음을 유지하는 반응이 상대적으로 적고, 초기 이론에 대한 믿음을 포기하고 새로운 개념의 필요성을 느끼는 반응이 상대적으로 많았다. 한편, 권위 수준의 측면에서 ML 집단이나 TL 집단은 각각 MH 집단이나 TH 집단에 비해 거부나 배제 반응의 비율은 낮고, 신념 변화 반응의 비율이 높은 경향이 있었다. 그러나 신념 변화 반응 비율에서 권위 수준에 따른 차이는 제시 방식에 따른 차이에 비해 상대적으로 작았고, 재해석 반응의 비율은 오히려 ML 집단이나 TL 집단에서 높았다. 즉, 제시된 변칙 사례의 권위 수준이 높아질 경우 초기 이론에 대한 학생들의 신념이 감소할 것이라는 예상과 달리, 반응 유형의 분포는 일관되지 않았다.

2 변칙 사례의 제시 방식이 인지 갈등과 개념 변화에 미치는 영향

동영상으로 변칙 사례를 제시한 집단과 읽기 자료로 변칙 사례를 제시한 집단의 인지 갈등 점수와 개념 점수의 평균 및 표준 편차는 Table 3과 같다. 변칙 사례를 동영상으로 제시한 집단의 인지 갈등 점수

가 읽기 자료로 제시한 집단의 점수보다 유의미하게 높았다(Table 4). 이러한 결과는 학생들이 변칙 사례를 읽을 때보다 직접 관찰할 때, 학습 과정에서 변칙 사례가 의도했던 역할을 수행할 가능성이 높은 것으로 해석할 수 있다. 한편, 물리 분야의 연구(김범기와 권재술, 1995; 김숙영, 1999)에서는 주제에 따라 갈등 상황 제시 방식의 효과가 달랐는데, 이것을 대상 개념의 특성으로 해석했다. 즉, 역학과 같이 학생들이 생활 속에서 자주 접할 수 있는 개념에서는 현상을 직접 보여주는 방법이 갈등 유발에 효과적이나, 전자기와 같이 학문적 성격이 강하여 학생들이 익숙하지 않은 개념에서는 오히려 학생들의 선개념을 논리적으로 반박하는 방법이 갈등 유발에 효과적이라는 것이

Table 3. Means and standard deviations of the scores of the cognitive conflict and the conception test by presentation type and logical thinking ability(LTA) level

Group	Cognitive conflict	Conception test
Movie	1.72(1.33)	4.16(2.39)
High LTA(n=34)	2.06(1.23)	5.32(2.37)
Low LTA(n=41)	1.44(1.36)	3.20(1.96)
Text	1.10(1.29)	3.56(2.27)
High LTA(n=24)	1.08(1.25)	5.38(2.24)
Low LTA(n=47)	1.11(1.32)	2.64(1.65)

Table 4. Results of two-way ANOVA with presentation type and logical thinking ability(LTA) level

Source of variance	SS	df	MS	F	p
Cognitive conflict					
Presentation type	14.66	1	14.66	8.66	.004**
LTA level	3.05	1	3.05	1.80	.182
Presentation×LTA	3.54	1	3.54	2.09	.150
Conception test					
Presentation type	2.19	1	2.19	.54	.466
LTA level	202.74	1	202.74	49.61	.000**
Presentation×LTA	3.17	1	3.17	.78	.380

**p<.01

다. 이에 따르면 본 연구에서 다룬 밀도 개념은 학문적 개념보다는 생활적 개념에 가깝다. 따라서, 읽기 자료를 통한 간접적인 경험보다 동영상을 통한 보다 직접적이고 강한 경험이 갈등 유발에 효과적인 것으로 해석할 수 있다.

변칙 사례를 동영상으로 제시한 집단의 개념 평균 점수(4.16)가 읽기 자료로 제시한 집단의 점수(3.56)보다 높았으나, 통계적으로 유의미하지 않았다(Table 4). 이러한 결과는 변칙 사례에 의해 인지 갈등이 유발되더라도 그것이 반드시 개념 변화를 보장하지는 못한다는 주장(강석진 등, 2001; Dreyfus et al., 1990)과 일관된다. 변칙 사례에 의한 인지 갈등 점수와 개념 점수 사이의 상관($r=.20, p=.016$)이 비록 통계적으로는 유의미했으나, 개념 변화에 미치는 인지 갈등의 영향은 기대했던 것만큼 크지 않았다. 한편, 인지 갈등 점수와 개념 점수에서 변칙 사례의 제시 방식과 학생들의 논리적 사고력 수준 사이에는 유의미한 상호작용 효과가 없었다(Table 4).

3. 변칙 사례의 권위 수준이 인지 갈등과 개념 변화에 미치는 영향

변칙 사례의 권위 수준 상·하위 집단의 인지 갈등 점수와 개념 점수의 평균 및 표준 편차를 Table 5에 제시했다. 높은 권위 수준의 변칙 사례에서는 보다 전문적인 지식을 지닌 과학자가 여러 번의 반복 실험

을 통해 그 결과를 확인했으므로, 변칙 사례에 의해 인지 갈등이 많이 유발될 것으로 기대했다. 그러나 권위 수준 상·하위 집단 간의 인지 갈등 점수는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(Table 6). 인지 갈등 유발 정도에 차이가 없었던 원인으로 변칙 사례의 특성을 생각해 볼 수 있다. 즉, 이 연구에서의 변칙 사례는 학생들이 생활 속에서 쉽게 접할 수 있을 뿐만 아니라 직관적으로 내용을 이해할 수 있을 만큼 명확한 실험이었으므로, 권위 수준이 변칙 사례의 타당성 판단에 영향을 미칠 여지가 줄어들었을 가능성이 있다. 한편, 변칙 사례에 대한 반응 유형 분포에서 초기 이론에 대한 믿음을 유지하는 거부, 재해석, 배제 반응 비율이 40%가 넘었는데, 이는 그만큼 학생들이

Table 5. Means and standard deviations of the scores of the cognitive conflict and the conception test by authority level and logical thinking ability level

Group	Cognitive conflict	Conception test
High authority	1.31(1.31)	4.19(2.38)
High LTA (n=26)	1.42(1.24)	5.77(2.35)
Low LTA (n=42)	1.24(1.36)	3.21(1.83)
Low authority	1.51(1.37)	3.59(2.29)
High LTA (n=32)	1.84(1.37)	5.00(2.23)
Low LTA (n=46)	1.28(1.34)	2.61(1.77)

Table 6. Results of two-way ANOVA with authority level and logical thinking ability LTA level

Source of variance	SS	df	MS	F	p
Cognitive conflict					
Authority level	1.88	1	1.88	1.05	.307
LTA level	4.83	1	4.83	2.71	.102
Authority × LTA	1.23	1	1.23	.69	.408
Conception test					
Authority level	16.40	1	16.40	4.08	.045*
LTA level	212.26	1	212.26	52.82	.000**
Authority × LTA	.23	1	.23	.06	.810

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

자신의 선개념에 대해 확신을 가지고 있음을 의미한다. 즉, 높은 권위 수준에서 과학자가 반복 실험 결과를 제시하는 방법이 학생들의 선개념에 대한 믿음에 영향을 미칠 수 있을 정도로 권위를 지니지 못했을 수도 있다.

높은 권위 수준의 변칙 사례를 제시한 집단의 개념 평균 점수(4.19)가 낮은 권위 수준 집단의 점수(3.59)보다 높았으며, 이 차이는 통계적으로 유의미했다(Table 6). 즉, 변칙 사례의 권위 수준에 따라 인지 갈등 유발 정도에는 차이가 없었지만, 개념 점수에서는 권위 수준이 높을수록 개념 변화가 효과적으로 일어났다. 이러한 결과는 변칙 사례의 권위 수준이 개념의 학습 과정에 영향을 미칠 가능성을 의미한다. 예를 들어, 권위 수준이 높은 변칙 사례가 그 자체로는 학생들의 선개념에 대한 믿음을 변화시키지 못하더라도, 새로운 개념을 학습하는 과정에서는 권위 수준이 높을수록 더 신뢰할 수 있는 정보로 인식될 가능성을 생각해 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

변칙 사례의 제시 방식 측면에서 읽기 자료의 형태 보다는 실험을 보여주는 방식이 인지 갈등 유발에 효과적이었다. 글로 제시한 변칙 사례와 글과 그림을 함께 제시한 변칙 사례가 인지 갈등 유발에는 차이가 없었던 선행 연구(강석진 등, 2001)를 고려할 때, 변칙 사례의 의미가 학생들에게 정확히 인식되고, 교수 모형에서 의도하는 방향으로 인지적 측면에서의 인지 갈등을 유발하기 위해서는 학생들에게 보다 실제적인 경험을 제공해야 한다는 결론을 내릴 수 있다. 즉, 교육 현장에서 개념 변화 수업을 실시할 때, 설명이나 삽화와 같이 간접적인 방식으로 변칙 사례를 제시하는 것보다 시범 실험이나 영상 자료와 같이 보다 직접적인 방식으로 변칙 사례를 제시하는 방안이 고려되어야 한다.

변칙 사례의 제시 방식은 인지 갈등 유발 측면에서는 의미있는 변인으로 나타났지만, 학생들의 개념 변화에는 영향을 미치지 못했다. 반면, 변칙 사례의 권위 수준은 인지 갈등 유발에는 영향을 미치지 못했

으나, 개념 변화에는 유의미한 영향을 미쳤다. 이와 같이 인지 갈등과 개념 변화 사이의 일관되지 않은 결과는 선행 연구들(강석진 등, 2001, 2002)과 같은 맥락에서 해석할 수 있다. 즉, 개념 변화 수업 모형에서 일반적으로 가정해 온 것과 달리, 변칙 사례에 의한 인지 갈등 유발이 학생들의 개념 변화에서 담당하는 역할이 그다지 크지 않을 가능성이 있다. 그러나 한편으로는 인지 갈등과 개념 변화의 관계에서 개념의 특성(김범기와 권재술, 1995)에 따라, 혹은 대상 학년(노태희 등, 2000)에 따라 서로 다른 결과가 보고되기도 하므로, 보다 명확한 결론을 내리기 위해서는 추후 연구가 이루어져야 한다.

또한, 개념 변화 학습에서 변칙 사례의 유형에 대해서도 연구가 필요하다. 변칙 사례의 권위 수준이 개념 변화 정도에 유의미한 영향을 미쳤던 결과가 의미하듯이, 변칙 사례의 특성에 따라 새로운 개념의 학습 과정이 영향을 받을 가능성이 있기 때문이다. Scott 등(1992)도 개념 변화에 대해 학생들이 인지적 갈등을 겪은 후 그 갈등을 해결하기 위해 새로운 개념을 받아들이는 것이 아니라, 학습 과정에서 새로운 견해를 접한 후 자신의 기존 견해와의 비교, 평가 과정을 통해 새로운 개념을 받아들이게 될 가능성을 주장했다. 또한, 순환 학습이나 발생 학습에서 강조하듯이, 학습의 초기 단계에서 학생들에게 제시되는 예상치 못한 경험은 학생들의 흥미와 호기심을 유발하여 이후의 학습을 유도하는 강력한 동인을 제공한다(Osborne & Freyberg, 1985). 따라서, 인지 갈등 유발이외의 다른 측면들에서도 변칙 사례의 역할이나 변칙 사례의 특성에 따른 개념 변화에 대해 계속적인 연구가 필요하다.

적 요

밀도 학습에서 변칙 사례의 특성이 인지 갈등과 개념 변화에 미치는 영향을 조사했다. 남자 중학교 1학년 416명을 대상으로 논리적 사고력 검사와 선개념 검사를 실시했다. 그 후, 변칙 사례에 대한 반응 검사를 실시하였는데, 변칙 사례는 제시 방식(동영상/읽기 자료)과 권위 수준(상/하)에 따라 네 종류를 무작

위로 제시했다. 밀도에 대한 컴퓨터 보조 수업 후, 개념 검사를 실시했다. 연구 결과, 동영상으로 제시한 변칙 사례가 읽기 자료로 제시한 변칙 사례보다 인지 갈등을 더 많이 유발했다. 높은 권위 수준의 변칙 사례를 제시받은 학생들의 개념 점수가 낮은 권위 수준의 변칙 사례를 제시받은 학생들보다 높았다. 인지 갈등 점수와 개념 점수에서 변칙 사례의 특성과 학생들의 논리적 사고력 사이에는 상호작용 효과가 없었다.

참 고 문 헌

- 강석진, 김순주, 노태희(2001). 변칙 사례의 특성이 인지 갈등과 개념 변화에 미치는 영향. 대한화학회지, 45(6), 589-594.
- 강석진, 신숙희, 노태희(2002). 밀도 개념 학습에서 자기 조절 전략과 인지 갈등 및 개념 변화의 관계. 대한화학회지, 46(1), 83-89.
- 김범기, 권재술(1995). 과학개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념 변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-486.
- 김숙영(1999). 논리제시와 현상제시에 의한 인지 갈등 유발이 중학생들의 전류 개념 변화에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사 학위 논문.
- 노태희, 임희연, 강석진(2000). 성과 나이에 따른 인지 갈등 유발 및 개념 변화의 비교. 한국과학교육학회지, 20(4), 634-641.
- 임이숙, 이영직, 권재술(1998). 뉴턴 운동법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지적 갈등 유발에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 18(4), 473-483.
- Chandran, S., Treagust, D. F., & Tobin, K.(1987). The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), 145-160.
- Chinn, C. & Brewer, W. F.(1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Clark, D. B. & Slotta, J. D.(2000). Evaluating media-enhancement and source authority on the internet: the knowledge integration environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 859-871.
- 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.
- Hass, R. G.(1981). Effects of source characteristics on cognitive responses and persuasion. In R. E. Petty, T. M. Ostrom, & T. C. Brock (Eds.) *Cognitive responses in persuasion*. Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, 141-172.
- Hynd, C., Alvermann, D., & Qian, G.(1997). Preservice elementary school teachers' conceptual change about projectile motion: refutation text, demonstration, affective factors, and relevance. *Science Education*, 81(1), 1-27.
- Lawson, A. E. & Thompson, L. D.(1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 733-746.
- Maddux, J. E. & Rogers, R. W.(1980). Effects of source expertness, physical attractiveness, and supporting arguments on persuasion: a case of brains over beauty. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(2), 235-244.
- Osborne, R. & Freyberg, P.(1985). *Learning in science: the implications of children's science*. Heinemann: Hong Kong.
- Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J.(1983). *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.
- Scott, P. H., Asoko, H. M., & Driver, R. H.(1992). Teaching for conceptual change: a review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (Eds.) *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Schmidt & Klannig: Kiel, Germany, 310-329.
- Shepardson, D. P., Moje, E. B., & Kennard-McClelland, A. M.(1994). The impact of a science demonstration on children's understandings of air pressure. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 243-258.
- Stavy, R.(1990). Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.
- Trumper, R.(1997). Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept. *Research in Science and Technological Education*, 15(1), 5-18.