

변칙사례에 의한 인지적 반응 유형에 따른 정의적 반응 및 학생들이 제시하는 효과적인 개념변화 교수-학습 전략

강훈식 · 김민경 · 차정호¹ · 노태희*

서울대학교 · 대구대학교¹

Emotional Responses and Perceived Teaching-Learning Strategies for Effective Conceptual Change by the Types of Cognitive Responses to a Discrepant Event

Kang, Hunsik · Kim, Minkyong · Cha, Jeongho¹ · Noh, Taehee*

Seoul National University · Daegu University¹

Abstract: In this study, twenty-eight 7th graders were interviewed to explore their emotional responses and perceived teaching-learning strategies for effective conceptual change by the types of cognitive responses to a discrepant event. The results revealed that cognitive conflict was more induced by a discrepant event when its reliability and validity were emphasized. The students' cognitive responses to a discrepant event, the existence of alternative hypotheses, and their clearness influenced the patterns of emotional responses such as interest and anxiety. Many students perceived that emotional responses would have positive influences on concept learning processes. In the cases of the students exhibiting cognitive responses such as belief decrease, peripheral belief change, and belief change, opinions about teaching-learning strategies for effective conceptual change were different depending on whether they had alternative hypotheses or not. Educational implications are discussed.

Key words: cognitive conflict, discrepant event, conceptual change, alternative hypothesis

I. 서론

학생의 기존 개념으로 설명되지 않는 변칙사례를 제시하여 인지적 비평형을 유발하는 인지갈등 전략은 대표적인 개념변화 전략으로 인식되고 있으며(Limón, 2001), 실제로 그 효과성도 보고되었다(Guzzetti *et al.*, 1993). 그러나 변칙사례가 제시된다고 해서 반드시 인지갈등이 일어나는 것은 아니며(Chinn & Brewer, 1998; Kang *et al.*, 2004), 인지갈등이 반드시 개념변화를 일으키는 것도 아니라는 주장도 있다(권재술 등, 2003; Sinatra & Pintrich, 2003). 이는 일반적인 믿음과 달리 아직은 인지갈등 전략의 효과가 불분명하고, 인지갈등 전략을 통한 개념변화 과정의 구체적인 메커니즘이 잘 알려지지 않았음을 의미한다. 따라서 개념변화 과정에서 변칙사례나 인지갈등의 역할에 대한 심층적인 연구를 통해 개념변화 과정의 구체적인

메커니즘을 밝히기 위한 노력이 필요하다.

최근에는 인지갈등과 같은 인지적 측면에만 치중했던 기존의 개념변화 전략을 비판하면서 개념변화 과정에서 흥미, 불안과 같은 정의적 요소나 학습 동기, 학습 전략과 같은 학습 과정 요소 등을 고려한 총체적인 접근이 필요하다는 주장이 제기되고 있다(Duit & Treagust, 2003; Sinatra & Pintrich, 2003). 또한 인지적 측면과 정의적 측면을 혼합하여 인지갈등을 정의할 경우, 개념변화 과정을 체계적으로 분석·조사하는데 한계가 있다는 지적도 제기된 바 있다(Kang *et al.*, 2004). 이는 개념변화 과정을 보다 체계적이고 심층적으로 이해하기 위해서는 인지갈등을 인지적 측면에 한정하여 정의하고, 인지갈등과 정의적·학습 과정 요소의 관련성 및 이들이 개념변화 과정에 미치는 영향을 총체적으로 고려해야 함을 의미한다.

그러나 지금까지 이와 관련하여 진행된 연구는 자

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2006.04.27(접수) 2006.09.28(1심통과) 2006.10.20(2심통과) 2006.10.24(최종통과)

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

기 보고서나 지필검사를 이용하여 변칙사례에 의한 학생들의 반응 유형이나 변칙사례의 효과, 개념변화와 특정 변인의 관계를 단편적으로 조사하는 양적 연구에 치중되어 왔다(권재술 등, 2003; Kang *et al.*, 2005). 예를 들어, 인지갈등을 인지적 측면에 한정하여 정의한 최근 일부 선행연구에서는 지필 검사와 리커트 척도 검사지를 이용하여 학생들의 변칙사례에 의한 인지적 반응 유형을 분석하고, 자기 조절 전략(강석진 등, 2002)이나 논리적 사고력, 장의존성·장독립성, 학습 접근 양식, 목표 지향, 자아효능감 등의 학습자 특성(Kang *et al.*, 2004, 2005)과 인지갈등, 개념변화의 관계를 상관 및 회귀 분석을 통해 조사하였다. 양적 연구를 잘 계획하면 학생들의 개념변화 여부에 대해 측정할 수 있지만, 학생들의 개념변화 과정을 왜곡하여 해석할 위험이 있을 뿐만 아니라, 이미 문제로 인식되기 시작한 상황에 대한 정보만을 얻을 수 있을 뿐 지금까지 문제로 인식되지 않았던 상황이나 사실을 알기는 어렵다(이용숙, 김영천, 1998). 실제로 변칙사례를 접한 후 학생들의 반응 유형이나 개념변화의 여부, 개념변화에 영향을 주는 학습자 특성, 효과적인 변칙사례 제시 방법 등에 대해서는 비교적 많은 정보를 얻었지만(권재술 등, 2003; 최혁준 등, 2005; Kang *et al.*, 2004, 2005), 학생들이 변칙사례를 처리하는 사고 과정이나 새로운 개념을 형성하는 과정, 이 과정에 영향을 미치는 인지적·비인지적 요소 및 이들 간의 관련성, 학생들이 필요로 하는 개념변화 전략 요소 등에 대해서는 여전히 구체적인 정보가 부족한 실정이다.

이에 이 연구에서는 면담을 활용한 질적 연구를 통해 변칙사례에 의한 인지적 반응 유형에 따른 정의적 반응 및 학생들이 제시하는 효과적인 교수-학습 전략을 조사하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 변칙사례에 의한 인지적 반응을 조사한다.
2. 변칙사례에 의한 인지적 반응 유형에 따른 정의적 반응 및 이것이 개념변화 과정에 미치는 영향에 대한 학생들의 인식을 조사한다.
3. 학생들이 제시하는 효과적인 개념변화 교수-학습 전략을 변칙사례에 의한 인지적 반응 유형에 따라 조사한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 면담 시기

밀도 개념을 학습하지 않은 중학교 1학년 학생들 중 밀도 개념에 대해 오개념을 가지고 있고, 언어적

표현 능력이 우수하며, 면담에 대한 학부모 및 본인의 동의서를 제출한 28명(남: 12명, 여: 16명)을 대상으로 면담을 실시하였다. 오개념을 가진 학생들을 선별하기 위한 사전 개념 검사를 실시한 날에 면담을 실시하였다.

2. 연구 절차

‘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?’의 문항에 ‘가라앉는다.’고 응답하고 ‘어떤 물체가 물에 뜨고 가라앉는 것은 그 물체의 질량에 달려 있다.’는 초기 이론에 동의한 학생들을 선정하였다.

면담은 선정된 학생이 직접 실험을 통해 초기 이론과 불일치하는 변칙사례를 경험한 후 변칙사례에 대한 인지적 반응과 정의적 반응, 개념변화를 위해 필요하다고 생각하는 교수-학습 전략을 묻는 질문에 대답하는 식으로 진행되었다. 변칙사례를 경험하도록 하는 실험은 ‘재질이 다른 유리 구슬과 플라스틱 구슬 중 질량이 더 작은 유리 구슬은 물에 가라앉고 질량이 더 큰 플라스틱 구슬은 물에 뜨는 실험’이었다. 변칙사례에 의한 인지적 반응을 알아보기 위해 Kang *et al.*(2004, 2005)이 사용하였던 세 가지 질문인 ‘이 실험 결과를 믿을 수 있는가?’, ‘이 실험 결과와 초기 이론이 일치한다고 생각하는가?’, ‘초기 이론에 대한 믿음에 변화가 생겼는가?’를 사용하였다. 변칙사례에 의한 정의적 반응은 ‘변칙사례를 보고 어떤 느낌이 들었니?’의 질문을 통해 조사하였고, 정의적 반응에 대한 응답이 자연스럽게 나오지 않은 경우에는 느낌의 사례를 제시하여 학생으로 하여금 자신의 느낌을 선택하도록 하는 형용사 척도법(Plutchik, 1980)을 사용하였다. 또한 ‘변칙사례를 보고 가지게 된 느낌이 학습할 때 도움이 될 것이라고 생각하니?’의 질문을 통해 정의적 반응이 개념학습 과정에 미치는 영향에 대한 인식을 조사하였다. 학생들이 개념변화를 위해 필요하다고 생각하는 효과적인 교수-학습 전략을 탐색하기 위한 질문은 ‘변칙사례의 원리를 이해하기 위해서는 어떤 활동이나 행동이 필요하다고 생각하니?’였다. 학생 1인당 면담 시간은 약 15분 정도였다.

면담을 실시하기 전에, 면담 시나리오를 작성하고 면담자들의 면담기술을 훈련하기 위해 연구 대상과 유사한 대상을 선정하여 예비 면담을 총 4차례에 걸쳐 실시하였다. 2명의 연구자가 각각 다른 연구 대상

을 예비 면담하는 과정을 녹음·녹화하고, 이 자료들을 모든 연구자들이 논의하는 과정을 통해 면담 시나리오 및 과정을 수정·보완하였다.

실제 면담은 예비 면담을 실시하였던 2명의 연구자가 실시하였으며, 면담자는 학생과의 신뢰감을 형성한 후 원인 연쇄 분석(causal chain analysis) 방법을 참고하여 ‘반구조화된 면담(이용숙, 김영천, 1998)’을 하였다. 즉, 면담자는 학생이 각 질문에 대한 본인의 느낌이나 생각을 아무 제약없이 말하고, 그렇게 말한 이유를 자세히 설명하도록 하였다. 이 때, 면담의 타당도를 높이기 위해 면담자가 면담지의 질문 내용을 미리 외워 놓고 대화 형식으로 면담을 진행해 나가고, 면담지를 체크리스트로 사용하여 빠진 항목없이 질문하는 방법(이용숙, 김영천, 1998)을 사용하였다. 면담자는 면담 과정을 모두 녹음·녹화하였으며, 면담 과정에서 나타나는 연구 의적인 현상이나 학생의 특이한 행동, 표정 등을 관찰 노트에 작성해 두었다.

면담이 모두 끝난 후 녹음·녹화 테이프 및 관찰 노트를 바탕으로 프로토콜을 작성하였다. 프로토콜은 학생의 말을 기본으로 하고, 학생의 행동이나 표정 등을 ()안에, 직접 말로 표현하지는 않았으나 이후 면담 과정에서 나타났거나 맥락상 포함될 표현, 추가적인 설명을 []안에 나타내는 방법으로 작성하였다. 이렇게 작성된 프로토콜을 다른 연구자들의 확인 과정을 거쳐 최종 완성하였다.

3. 분석 방법

변칙사례에 의한 인지적 반응은 Kang *et al.*(2004)의 7개의 반응 유형인 거부, 재해석, 판단불가, 신념감소, 주변신념변화, 신념변화를 기초로 분류하였다. 변칙사례에 의한 정의적 반응은 흥미와 불안으로 분류하였다(Lee *et al.*, 2003). 학생들이 제시하는 효

과적인 개념변화 교수-학습 전략은 학생들의 응답에 기초하여 분석하였다. 수집된 자료들은 연구자들이 공동으로 분석하고 해석하였으며, 연구자들이 공통적으로 동의한 사항에 한하여 결과를 도출하고 이를 수차례의 소모임을 통해 수정하고 보완함으로써 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이고자 노력하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 변칙사례에 의한 학생들의 인지적 반응

변칙사례에 의한 학생들의 인지적 반응을 분류한 결과는 Table 1과 같다. 거부, 재해석, 판단불가 반응보다 신념감소, 주변신념변화, 신념변화 반응을 보인 학생들이 더 많았다. 초기 이론에 대한 신념은 변하지 않고 변칙사례를 예외적으로 간주하는 배제 반응을 보인 학생은 없었다. 변칙사례를 글로 제시했던 Kang *et al.*(2004)의 연구 결과보다 직접 실험을 통해 경험하도록 하는 변칙사례가 인지갈등을 더 잘 유발하는 것으로 나타났는데, 이는 학생들의 사고가 주로 감각 기관을 통해 확인할 수 있는 정보에 의존하는 경향이 있기 때문으로 생각할 수 있다(최혁준 등, 2005; Hynd *et al.*, 1997).

초기 이론에 대한 신념이 일부라도 감소한 신념감소, 주변신념변화, 신념변화 반응을 보인 학생들이 크게 대안가설(alternative hypothesis)의 유무에 따라 분류할 수 있었다. 일부 학생들은 대안가설 없이 실험의 우월성이나 자신의 사전 경험의 회상으로 인해 초기 이론에 대한 신념을 일부라도 포기하는 모습을 보였다.

■ 저는 그 큰 초록색 구슬이 가라앉을 줄 알았는데 (구슬을 보고) 큰 초록색 구슬은 떠가지고[변칙사례]...(중략)...어, 그냥 아빠랑 낚시 가거나요. 그럴 때 보면요. (위를 쳐다보고) 그 스티로폼 같은 그런 게 강가에 막 떠있고 그러니까...[생각이

Table 1
Frequencies (and percentages) of cognitive responses to a discrepant event

Cognitive responses (coding system)		n (%)
Rejection (RJ)		2 (7.1)
Reinterpretation (RI)		1 (3.6)
Exclusion (EX)		-
Uncertainty (UC)		1 (3.6)
Belief decrease (BD)		5 (17.8)
Peripheral belief change	no alternative hypothesis (PN)	1 (3.6)
	alternative hypothesis (PA)	5 (17.8)
Belief change	no alternative hypothesis (BCN)	6 (21.4)
	alternative hypothesis (BCA)	7 (25.0)
Total		28(100.0)

변했어요.] (PN 반응)

■ 그냥... 눈으로 직접 보이니깐...(중략)...큰 초록색 구슬이요. 가라앉을 거라 생각했는데요. 직접 해보니까 초록색 구슬이 떠서...[생각이 변했어요.] (BCN 반응)

반면, 어떤 학생들은 변칙사례를 설명하기 위한 나름대로의 대안가설을 만들면서 초기 이론에 대한 신념을 일부라도 포기하였다.

면담자: 무엇이 A의 생각을 변하게 했어?

A학생: 그 질량만으로... 그냥 질량이 무조건 물에 뜨고 가라앉는 걸 결정하는 건 아니다. 그렇게...(중략)...뭔가 무슨 다른 이유가 있어서 이렇게 된 거 같은데... 답답해요.

면담자: 아, 그래? 그러면 A가 생각하기에 다른 이유는 뭘 거 같아?

A학생: 부피도 부피구요. (손가락으로 구슬을 가리키며) 안에 있는 그 재료가 다를 거 같아요. (BCA 반응)

한편, 변칙사례의 상황에 대한 신뢰성을 학생들에게 인식시켜주는 것이 초기 이론에 대한 신념을 포기하도록 하는데 효과적인 것으로 나타났다. 예를 들어, 물체의 질량에 대해 의심하는 것과 같은 상황에 대한 불신으로 인해 자신의 초기 이론에 대한 신념을 포기하지 않고 거부 반응을 보인 학생에게 저울을 통해 물체의 질량을 확인시킨 결과, 초기 이론에 대한 신념이 줄어드는 반응을 보였다. 이러한 결과는 재해석, 판단불가, 신념감소, 주변신념변화 반응을 보인 학생들에게서도 나타났다.

2. 변칙사례에 의한 학생들의 정의적 반응

변칙사례에 의한 학생들의 인지적 반응 유형에 따른 정의적 반응을 분류한 결과를 Table 2에 제시하였다. 인지적 반응 유형에 관계없이 거의 모든 학생들이

변칙사례를 보고 흥미롭다는 반응을 보였다. 그 이유로 학생들은 변칙사례가 자신의 초기 이론이나 예측과 다른 새로운 현상이었기 때문이라고 응답하였으며, 그 근원(source)도 신기하다, 놀랍다, 재미있다, 더 알고 싶다 등으로 다양하였다.

그러나 불안이 나타나는 양상은 인지적 반응 유형, 대안가설의 제시 유무, 대안가설의 명확성에 따라 달랐으며, 그 근원도 답답하다, 고민스럽다, 혼란스럽다 등으로 다양하게 나타났다. 즉, 변칙사례가 자신의 초기 이론이나 예측과 다르다고 생각하거나, 변칙사례의 원리를 알지 못하거나, 명확한 대안가설을 제시하는 학생들이 주로 불안을 보이는 경향이 있었다.

거부 반응과 재해석 반응을 보인 학생들은 변칙사례를 경험한 후에 불안한 느낌이 들지 않았다고 응답하였다. 이는 변칙사례의 상황에 대한 의심으로 변칙사례의 타당성을 인정하지 않거나, 변칙사례를 자신의 초기 신념으로 설명할 수 있다고 생각하여 자신의 초기 이론에 대한 신념이 흔들리지 않았기 때문으로 해석할 수 있다. 거부 반응을 보인 학생 중에는 특정한 정의적 반응을 보이지 않는 경우도 있었다. 예를 들어, 10g 유리 구슬과 변칙사례로 사용된 20g 플라스틱 구슬을 직접 손으로 들어서 서로의 무게를 비교하고 나서도 10g 유리 구슬이 20g 플라스틱 구슬보다 더 무겁다고 생각하여 아무런 느낌이 들지 않는다고 응답하는 학생이 있었다. 이 학생은 변칙사례의 상황을 자신의 초기 이론에 맞추어 인식하여 변칙사례가 자신의 초기 이론과 일치한다고 생각하기 때문에 아무런 감정을 나타내지 않은 것으로 보인다.

판단불가 반응을 보인 학생은 초기 이론과 변칙사례 중 어느 것이 옳은지에 대해 판단을 내리지 못하여 변칙사례를 보며 고민되고 혼란스럽다는 느낌이 들었다고 응답하였다.

Table 2

Frequencies (and percentages) of emotional responses by cognitive responses to a discrepant event

Cognitive responses		Interest	Interest & Anxiety	No response	Total
Rejection (RJ)		1 (3.6)	-	1 (3.6)	2 (7.1)
Reinterpretation (RI)		1 (3.6)	-	-	1 (3.6)
Exclusion (EX)		-	-	-	-
Uncertainty (UC)		-	1 (3.6)	-	1 (3.6)
Belief decrease (BD)		3 (10.7)	2 (7.1)	-	5 (17.8)
Peripheral belief change	no alternative hypothesis (PN)	1 (3.6)	-	-	1 (3.6)
	alternative hypothesis (PA)	2 (7.1)	3 (10.7)	-	5 (17.8)
Belief change	no alternative hypothesis (BCN)	5 (17.8)	1 (3.6)	-	6 (21.4)
	alternative hypothesis (BCA)	3 (10.7)	4 (14.3)	-	7 (25.0)
Total		16 (57.1)	11 (39.3)	1 (3.6)	28 (100.0)

신념감소 반응을 보인 학생들 중에는 흥미의 느낌이 강하여 불안을 보이지 않은 학생들이 있었다. 일부 학생들은 다음의 대화와 같이 변칙사례의 원리를 자세히 알지 못한다고 생각하여 불안을 보이기도 하였다.

면담자: B는 큰 초록색 공이 물에 뜨는 것[변칙사례]을 보고 어떤 느낌이 들었나?
 B학생: (실험 결과를 보고) 이거 좀 혼란스러운 느낌 좀 들었어요.
 면담자: 아, 좀 혼란스러운 느낌이 들었어? 왜 그런 느낌이 들었는지 설명해줄래?
 B학생: 잘 모르겠는데... 어, 원래 제 생각대로는 큰 초록색 구슬도 당연히 물에 가라앉아야 되는데 물 위에 떠다는 그 점에서 혼란스럽다고 해야 되나? 왜 그런지는 자세히 모르니까요. (BD 반응)

주변신념변화와 신념변화를 보인 학생들 중 대안가설을 제시한 학생들이 불안을 나타내는 경우가 있었다. 이는 자신의 초기 이론과 일치하지 않은 현상을 설명하기 위해 나름대로의 대안가설을 제시했으나 이에 대한 확신이 적었기 때문으로 생각할 수 있다.

면담자: 20g짜리 초록색 공이 물에 뜨는 것[변칙사례]을 보고 C는 어떤 느낌이 들었나?
 C학생: (멋쩍은 듯이 웃으며) 좀 당황스러웠어요.
 면담자: 왜 그런 느낌이 들었는지 설명해줄래?
 C학생: (구슬을 만지면서) 재료가 뭔지를 알아보는 게 필요하다고 생각하는데...(고개를 숙이며 잠시 생각하는 듯한 표정을 짓고)... 잘 모르겠는데...(난처한 표정을 지으며)... 좀더 알아봐야할 거 같아요. (PA 반응)

그러나 대안가설을 제시하지 않고, 실험의 우월성이나 변칙사례를 제시한 면담자의 권위성, 변칙사례와 관련된 자신의 사전 경험의 회상 등으로 인해 변칙사례를 큰 고민 없이 받아들인 학생들은 불안을 보이지 않았다. 또한 대안가설을 제시했다하더라도 흥미를 강하게 보이거나, 대안가설을 명확하게 제시하지 못하는 학생들에게서도 불안은 나타나지 않았다.

면담자: 20g짜리 초록색 공이 물에 뜨는 것[변칙사례]을 보고 D는 어떤 느낌이 들었어?
 D학생: 보기에는 무거워 보이는데 이렇게 가라앉지 않으니까, 신기해요.
 면담자: 신기하다는 것 말고 다른 느낌은 들지 않았나?
 D학생: 음... 네.
 면담자: 그럼 혹시 D는 지금 실험 결과를 보고 답답하거나 고민이 되거나 혼란스럽지는 않았나?
 D학생: 네.
 면담자: 그렇게 생각한 이유는 무엇이니?
 D학생: 직접 해보니까 안 가라앉아서 아무래도...좀..... (BCN 반응)

한편, 학생들은 흥미와 불안과 같은 정의적 반응이 개념학습 과정에 긍정적인 영향을 준다고 생각하는 것으로 나타났다. 즉, 대부분의 학생들이 변칙사례에 의해 유발된 흥미나 불안과 같은 정의적 반응이 실험 활동을 하거나 타인과 논의할 때, 교사의 설명을 들을 때에 보다 주의를 집중하게 한다고 생각하였다. 또한 이러한 정의적 반응으로 인해 새로운 개념을 이해하기 위해 보다 노력하게 되고, 교사의 설명과 자신의 생각과의 비교를 더 잘하게 되며, 학습하는 도중에 자신의 이해 정도를 자주 검토하게 될 것 같다고 응답하였다. 이는 흥미와 불안과 같은 정의적 반응이 학습 동기, 학습 전략, 노력 등에 영향을 준다는 주장 (Schraw & Lehman, 2001)과 일맥상통한다.

- 수업시간에요. 신기하다는 느낌이 들고, 그게 왜 그런지 궁금해지면... 음... 수업에 일단 뭐 자신이 아는 것과 뭐 선생님이 말씀하는 거를요. 비교하면서 이제 음... 차이를 좀 알아보고요. 또 다른 거는 그냥 그 뭐지? 자신이 틀린 거를요. 친구들에게 알려줌으로써요. 자신이 좀더 뭐 노력하는... 그렇게 될 것 같아요. (PA 반응)
- 예를 들어서 호기심을 가지면요. 호기심 때문에 실험을 할 때 여러 방면으로 생각도 해보고요. 그러니까 자기 생각과는 다르게 그런 쪽으로 생각해보게 될 거 같아요. (BCA 반응)
- 실험을 보고요. 좀 황당스럽고 고민이 되는데요. 이런 것을 없애기 위해서는 왜 이렇게 됐는지 알면 될 거 같아요. ... 그러니까 선생님 말씀[설명]을 참고해가지고 그걸 왜 이렇게 되는지를 더 자세하게 듣거나 보게 된다면 될 거 같아요. (PA 반응)

3. 학생들이 제시하는 효과적인 개념변화 교수-학습 전략

학생들이 변칙사례의 원리를 이해하기 위해 필요하다고 생각하는 교수-학습 전략을 변칙사례에 의한 학생들의 인지적 반응 유형에 따라 조사하였다. 거부, 재해석, 판단불가 반응을 보인 학생들은 이에 대해 구체적인 생각을 가지고 있지 않았다. 이는 이 학생들이 변칙사례에 의해 자신의 초기 이론에 대한 신념이 거의 영향을 받지 않았거나 자신의 초기 이론과 변칙사례 중 어느 것이 옳은지 결정하지 못하여 다른 방향으로 사고하지 못했기 때문인 것으로 생각된다. 또한 변칙사례의 신뢰성이나 타당성을 학생들에게 인지 시킴으로써 학생들의 초기 이론에 대한 신념을 일부라도 감소시킬 수 있는 것으로 나타났으므로, 이 논문에서는 초기 이론에 대한 신념이 감소하거나 그 신념을 완전히 포기한 인지적 반응 유형인 신념감소, 주변신념변화, 신념변화 반응을 보인 학생들의 면담 내용을 위주로 진술하였다.

(1) 교수 전략

가. 실험 활동

학생들은 변칙사례의 원리를 이해하기 위해서는 다양한 실험 활동이 필요하다고 생각하였으며, 대안가설의 제시 유무에 따라 그 양상이 다르게 나타났다. 신념감소 반응을 보인 학생들은 더 많은 변칙사례를 접해봐야 변칙사례의 원리를 이해할 수 있을 것이라고 생각하였다. 또한 자신의 불안한 심리를 해소하기 위해 변칙사례를 자신의 초기 이론에 맞게 바꾸고 싶다고 생각하는 학생도 있었다. 즉, 신념감소 반응을 보인 학생들은 변칙사례를 통해 자신의 기존 신념에 대한 확신이 약간 줄어들었을 뿐 새로운 대안가설이 없는 상태이므로, 초기 이론으로 다시 돌아가거나 보다 많은 변칙사례를 경험함으로써 자신의 현재 불안한 심리 상태를 해소하려는 경향이 있었다.

면담자: E가 가진 답답한 느낌이 어떤 행동을 하면 줄어들 거 같애?

E학생: (속스러운 듯이 웃으며) 20g짜리를 가라앉히고 싶죠.

면담자: 왜 이걸 가라앉히고 싶어?

E학생: (약간 위를 보고 생각하는 듯한 표정을 지으며) 그래 아직 제 답답한 마음이 없어질 거 같아요.

면담자: 그러면 E의 답답한 마음을 줄이는데 도움이 될만한 거는 또 뭐가 있다고 생각하니?

E학생: 실험을... 어... 다른... 다르게 실험을 하면 음... 이제 한 번 봤으니까 또 한 번 보면 더 이해가 잘 될 거 같기도 하고 이상한 것 같은 것도...(물에 뜬 구슬을 보면서)... 이렇게 계속 보다보면 이해가 될 거 같기도 하고...

면담자: 그런 거 외에 다른 건 없니?

E학생: (입술을 모아 앞으로 내밀며) 다양한 재료가 좀더 제공됐으면...

면담자: 어떤 재료가 제공됐으면 좋겠어?

E학생: (고개를 가우뚱거리며) 이렇게 비슷한 현상이 이상한 현상이 벌어지니까 몇 개를 다시 한 번 보여주면 괜찮을 거 같아요. (BD 반응)

주변신념변화와 신념변화 반응을 보인 학생들 중 대안가설을 제시하지 않은 학생들은 변칙사례의 원리를 이해하거나 자신의 불안을 해소하기 위해 교사의 시범 실험을 관찰하거나 직접 변칙사례에 관한 실험을 해보고 다른 친구들의 실험 결과와 비교하는 것이 필요하다고 생각하였다. 이 학생들은 실험의 우월성이나 사전 경험의 회상으로 인해 초기 이론에 대한 신념에 변화가 있긴 하나 대안가설이 없는 상태이므로, 추가적인 실험을 고려하기보다는 변칙사례에 관한 실험 자체에 보다 많은 관심을 가지고 있는 것으로 보인다.

그러나 대안가설을 제시한 학생들은 변칙사례의 원리를 이해하기 위해서는 자신의 대안가설의 타당성을

증명하기 위한 다양한 실험을 계획하여 진행하는 것이 필요하다고 생각하였다. 예를 들어, 대안가설로 재료를 제시한 학생들은 다양한 재료를 물에 띄어보고 그 재료들의 차이점과 공통점을 알아보는 것이 필요하다고 응답하였다. 이 학생들 중에는 변칙사례에 사용된 구슬의 재료가 무엇인지 알아보기 위해 구슬을 자세히 관찰하거나 직접 손으로 만져 보는 행동을 보인 학생도 있었다.

한편, 대안가설을 제시하지 않은 학생들이 새로운 개념과 변칙사례의 효과적인 제시 순서에 대해 구체적인 생각을 가지고 있지 않았던 것과 달리 대안가설을 제시한 학생들은 이에 대해 다양한 반응을 나타내었다. 예를 들어, 어떤 학생들은 변칙사례에 관한 실험과 새로운 개념을 분리해서 제시하는 것보다는 동시에 제시하는 것이 개념 이해에 좀더 효과적이라고 생각하였다.

[변칙사례] 실험을 하면서 [새로운 개념에 대한] 선생님 설명을 듣는 것이 도움이 되요. ... 선생님으로부터 설명만 들으면 내용에 대해서 상상할 수 있지만 이해가 잘 되지 않고, 실험을 같이 하면 이해할 수 있다고 생각해요. ... (중략)... 그래서 교사의 설명을 듣고 실험하는 것보다 더 좋은 거 같아요. (BCA 반응)

반면, 변칙사례에 관한 실험을 수행한 이후에 새로운 개념에 대한 설명을 듣는 것이 개념 이해에 좀더 효과적이라고 생각하거나, 새로운 개념에 대한 설명을 들은 후에 그 실험을 다시 수행하는 것이 개념 이해에 좀더 효과적이라고 생각한 학생들도 있었다.

나. 사회적 상호작용

대부분의 학생들은 변칙사례의 원리에 대한 호기심과 변칙사례에 의해 유도된 불안을 해소하기 위해 다른 사람들과의 상호작용이 필요하다고 생각하였다. 즉, 학생들은 자신의 생각보다는 교사의 설명이 더 정확하기 때문에 교사와의 상호작용을 통해 변칙사례의 원리를 이해하고 자신의 불안한 감정을 해소시킬 수 있다고 생각하였다. 대안가설을 제시한 학생들 중에는 친구들과 변칙사례의 원리에 대해 토론하는 과정을 통해 자신의 불안을 해소시킬 수 있다고 생각하는 학생들도 많았다. 또한 대부분의 학생들이 인터넷상에서의 상호작용을 언급하였다.

그러나 대안가설을 제시하지 않은 학생들이 상호작용에 대한 구체적인 목적이나 생각을 가지고 있지 않은 것에 비해 대안가설을 제시한 학생들은 구체적인 목적을 가지고 좀더 심층적이고 자기주도적으로 상호작용을 해야 한다고 생각하였다. 예를 들어, 대안가설

을 제시한 학생들은 자신이 제시한 대안가설의 타당성을 확인하기 위해 인터넷을 검색하거나, 인터넷상에 질문을 올려 답변을 얻거나, 꼬리말 기능을 이용하여 다른 사람들과 상호작용을 해야 한다고 응답하였다.

- F 학생: 인터넷에서 찾아보면서요... 꼬리말 올려가지고...
 면담자: 꼬리말? 꼬리말이 어떤 거야?
 F 학생: 그니까 어떤 사람이 써놓은 말예요. 그 아래 답글을 쓴 다음에요. 또 다음 말예요. 어떤 사람이 쓸 수도 있잖아요. 답글을... 그걸 쓰면서 얘기해가면서 비교를 하면...
 면담자: 그러면 인터넷에서 어떤 방법으로 하든지 자세히 설명해줄래?
 F 학생: 검색을 해가지고, 그니까, 20g, 아, 아까 전에 재료가 다른 물체에, 물체를 물에 넣으면 어떻게 되는지 검색 창에다 써서 검색해 봐요. ... 어떤 재료의 물질이 뜨고 가라앉는지에 대해 찾아보면...(중략)... 답글을 올린 사람들이랑 내 생각과 비교를 하면서, 비교하면서 생각해봐요. (BCA 반응)

(2) 학습 전략

학생들은 변칙사례의 원리를 이해하기 위해 필요한 학습 전략에 대해 다양하게 응답하였으며, 이러한 학생들의 생각은 대안가설의 제시 유무에 따라 다소 다른 경향이 있었다. 신념감소 반응을 보인 학생들은 변칙사례의 원리를 이해하기 위해서는 교사의 설명에 주의를 기울이거나, 교사의 설명 중 필요한 내용을 필기하거나, 실험 기구나 방법을 직접 그리거나, 머릿속으로 변칙사례의 원리에 대해 상상하는 것이 필요하다고 응답하였다. 주변신념변화와 신념변화 반응을 보인 학생들 중 대안가설을 제시하지 않은 학생들은 신념감소 반응을 보인 학생들이 언급한 것뿐만 아니라 변칙사례의 원리를 확실하게 이해하고 있는지 학습 과정에서 자주 검토하는 것도 필요하다고 생각하였다. 이러한 생각들은 주의집중이나 심층적 학습 전략(예: Keller, 1993; Nolen, 1988) 등과 관련이 있다고 볼 수 있다.

대안가설을 제시한 학생들은 대안가설을 제시하지 않은 학생들과 유사한 응답을 하였으나 좀더 능동적이고 심층적이며 자기주도적인 경향이 있었다. 이 학생들은 이전에 배운 개념이 새로 배운 개념을 이해하는데 얼마나 유용한지 생각해보거나 교과서에서 중요하다고 생각하는 내용에 밑줄을 그으면서 학습하면 새로운 개념을 이해하는데 도움이 될 것이라고 생각하였다. 또한 자신의 대안가설과 새로운 개념, 초기 이론, 대안가설과 관련된 실험 결과를 서로 비교해보고 이를 통해 자신의 대안가설을 점검하고 조절하는 것도 새로운 개념을 이해하는데 필요하다고 생각하였다.

- [변칙사례] 실험에 관한 것을 인터넷으로 검색하는 거요. ... 그러니까 머리 속으로 [변칙사례] 실험을 해본다고 생각하면서 제 생각[대안가설]과 선생님의 설명을 비교하여 왜 그런지 이해하도록 노력하면 될 거 같아요. (PA 반응)
 ■ 제가 생각한 것[대안가설]을 확인하기 위해 완벽한 답이 나올 때까지 인터넷으로 찾아보면 알 수 있을 거 같아요. ... (위를 보고 생각하는 듯이) 길을 가다가 문득문득 [변칙사례가 일어나는] 이유에 대해 생각해보면서... 제 생각[대안가설]을 되짚어 보고... [변칙사례의 원리와 자신의 대안가설에 대해] 스스로에게 질문하는 거요. (BCA 반응)

특히 대안가설을 제시한 학생들은 대안가설을 제시하지 않은 학생들과는 달리 학습 전 자신의 대안가설에 기초하여 학습을 계획하고 수행하는 것이 필요하다고 생각하였다.

- [변칙사례] 실험하기 전예요. ... 재료에 대해서 인터넷이나 도서관의 책을 통해 알아보면 될 거 같아요. ... [변칙사례] 실험이랑 선생님의 설명을 통해 자세히 메모하면서 검토하고... 왜 제 생각[대안가설]과 다른지에 대해 다양하게 생각해보는 거요. (BCA 반응)

학생들의 이러한 생각들은 새로운 개념과 자신의 생각을 관련지어 생각하는 인지 전략 및 학습을 계획하고 점검하고 조절하는 메타인지 전략(O'Neil & Abedi, 1996) 등과 관련지어 생각해볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 면담을 통해 변칙사례에 의한 인지적 반응 유형에 따른 정의적 반응 및 학생들이 제시하는 효과적인 개념변화 교수-학습 전략을 조사하였다. 이에 대한 결론 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 변칙사례를 글보다 실험으로 제시하거나, 변칙사례를 많이 제시하거나, 높은 권위 수준으로 제시하거나 변칙사례의 상황이나 조건에 대한 신뢰성을 학생들에게 인식시켜줄 경우 초기 이론에 대한 신념이 일부라도 감소하는 학생들이 더 많아질 가능성이 있다. 이는 학생들에게 변칙사례의 신뢰성과 타당성을 인정하도록 유도함으로써 인지갈등 유발과 개념변화를 촉진할 수 있음을 시사한다.

둘째, 자신의 초기 이론에 대한 신념이 일부라도 감소한 신념감소, 주변신념변화, 신념변화 반응 유형의 학생들은 대안가설의 제시 유무에 따라 실험의 우월성이나 사전 개념 또는 사전 경험의 회상으로 인해 신념이 변한 유형과 대안가설로 인해 신념이 변한 유형으로 구분할 수 있었다.

셋째, 변칙사례에 의해 유발된 흥미와 불안과 같은 정의적 반응 중 불안이 나타나는 양상은 인지적 반응

유형 및 대안가설의 제시 유무와 명확성에 따라 달랐다. 즉, 거의 모든 학생들이 흥미를 보인 반면, 자신의 초기 이론과 변칙사례 중 어느 것이 옳은지 판단하지 못하거나, 명확한 대안가설을 제시한 학생들만이 불안을 나타냈다. 또한 정의적 반응의 근원이 다양했으며, 정의적 반응이 개념학습 과정에 긍정적인 영향을 줄 것이라고 생각하는 학생들이 많았다. 따라서 변칙사례를 이용하는 인지갈등 전략을 통해 개념변화를 촉진하기 위해서는 흥미와 불안과 같은 정의적 반응을 보다 잘 불러일으킬 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다. 예를 들어, 특정 정의적 반응의 근원은 그 반응을 좀더 잘 불러일으키는 방법에 대한 시사점을 제공해줄 수 있으므로(Schraw & Lehman, 2001), 정의적 반응의 생성 과정을 심층적으로 조사하거나 정의적 반응의 근원과 인지갈등, 개념변화와의 관계를 조사할 필요가 있다.

넷째, 학생들은 변칙사례의 원리를 이해하기 위해서는 다양한 실험 활동이 필요하다고 생각하였다. 학생들은 논리성과 타당성보다는 경험이나 감각 기관을 통해 얻은 정보에 의존하여 생각하는 경향이 강하므로, 감각 기관을 통한 정보의 전달이 이루어질 수 있는 실험 활동(권용주, Lawson, 1999)을 통해 변칙사례의 원리를 이해할 수 있다고 생각한 것으로 보인다. 또한 학생들이 주로 실험을 통해 가설을 증명하는 방식으로 진행되는 매스미디어에서의 과학 관련 프로그램을 접함으로써 어떤 현상의 원리를 이해하기 위해서는 실험을 계획하고 실행해야 한다고 생각하는 경향이 증가한 것도 이에 대한 한 가지 원인으로 작용했을 가능성이 있다. 그러나 대안가설의 제시 유무에 따라 학생들이 제시하는 실험 유형 및 방법은 다르게 나타났다. 대안가설을 제시하지 않은 학생들은 단순히 주어진 변칙사례에 관한 실험을 반복하여 관찰하는 것이 필요하다고 생각하는 반면, 대안가설을 제시한 학생들은 자신의 대안가설을 확인하기 위해 구체적으로 실험을 계획하고 수행하는 것이 필요하다고 생각하는 경향이 있었다. 또한 대안가설을 제시한 학생들은 새로운 개념과 변칙사례의 효과적인 제시 순서에 대해 다양한 의견을 가지고 있었다.

다섯째, 학생들은 변칙사례 자체가 그 원리를 이해하고 변칙사례에 의해 유발된 불안을 해소하기 위해 다른 사람들과의 상호작용이 필요하다고 생각하였다. Vygotsky(1978)에 의하면 학생들은 근접 발달 영역에 속하는 사람들과의 상호작용을 통해 자신의 지식 구조를 형성한다. 이러한 의미에서 학생들은 자신보다 권위있는 교사나 동료 학생들과의 상호작용을 통해

지식을 확장하고 정교화할 수 있다고 생각한 것으로 보인다. 또한 많은 학생들이 시간과 장소에 구애받지 않고 필요한 정보나 자료를 쉽게 얻을 수 있고, 다른 사람들과 상호작용할 수 있는 인터넷을 이용하여 상호작용을 시도할 것이라고 응답하였다. 이는 개념변화 수업에서 웹 기반 학습 방법(조주환, 주국영, 2001)을 활용할 수 있음을 시사한다. 특히 대안가설을 제시한 학생들은 대안가설을 제시하지 않은 학생들보다 좀더 구체적인 계획을 가지고 자기주도적으로 상호작용하려는 경향이 있었다.

마지막으로, 대부분의 학생들이 변칙사례의 원리를 이해하기 위해 능동적이고 심층적인 학습 전략이 필요하다고 생각하였으며, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도가 클수록 이러한 경향이 보다 두드러지고, 그 학습 전략도 다양하였다. 이는 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등이 개념학습 과정에 긍정적인 영향을 준다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 또한 대안가설을 제시하지 않은 학생들보다 대안가설을 제시한 학생들에게서 좀더 이러한 경향이 강하게 나타났다. 예를 들어, 대안가설을 제시하지 않은 학생들은 구체적인 학습 계획이나 자신의 생각보다는 주로 교사의 설명과 같은 외부 정보에 초점을 두고 학습하는 것이 필요하다고 생각하였다. 반면, 대안가설을 제시한 학생들은 자신의 대안가설과 외부 정보를 관련지으면서 자신의 대안가설에 맞추어 학습 과정을 계획하고 점검하고 조절하는 것이 필요하다고 생각하는 경향이 있었다.

학습 과정을 스스로 계획하여 자기주도적으로 학습하고 자신의 학습 과정에 대해 반성적으로 사고하는 것은 개념변화와 관련이 있다고 보고된다(강석진 등, 2002). 이러한 점에 비추어 볼 때, 인지갈등 전략을 통해 학생들의 개념변화를 촉진하기 위해서는 대안가설을 제시하는 학생들의 특성을 조사하여 학생들이 대안가설을 가지도록 유도할 수 있는 구체적이고 현실적인 방안을 모색할 필요가 있다.

한편, 이 연구에서는 학생들의 응답에 기초하여 학습 전략을 탐색하였으므로, 학생들이 제시한 학습 전략과 실제로 학생들이 학습하는 과정에서 나타나는 요소는 다를 가능성이 있다. 따라서 학생들이 실제로 학습하는 과정을 조사하는 연구를 진행할 필요가 있다. 이러한 연구들을 바탕으로 인지갈등과 정의적·학습 과정 요소들이 개념변화에 미치는 영향에 대한 경로 모형을 조사한다면, 지금까지 명확하게 알려지지 않았던 인지갈등 전략을 통한 개념변화 과정의 구체적인 메커니즘에 대해 보다 잘 이해할 수 있을 것이다.

국문 요약

이 연구에서는 중학교 1학년 28명을 대상으로 변칙사례에 의한 인지적 반응 유형에 따른 정의적 반응 및 학생들이 제시하는 효과적인 개념변화 교수-학습 전략을 조사하기 위한 면담을 실시하였다. 연구 결과, 변칙사례의 신뢰성과 타당성을 강조할 경우 인지갈등이 더 잘 유발되는 것으로 나타났다. 흥미와 불안과 같은 정의적 반응이 나타나는 양상은 인지적 반응 유형 및 대안가설의 제시 유무와 명확성에 따라 달랐으며, 정의적 반응이 개념학습 과정에 긍정적인 영향을 준다고 생각하는 학생들이 많았다. 신념감소, 주변신념변화, 신념변화 반응을 보인 학생들의 경우, 효과적인 개념변화를 위해 필요하다고 생각하는 교수-학습 전략이 대안가설의 제시 유무에 따라 다르게 나타났다. 이에 대한 교육적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

강석진, 신숙희, 노태희 (2002). 밀도 개념 학습에서 자기 조절 전략과 인지 갈등 및 개념변화의 관계. *대한 화학회지*, 46(1), 83-89.

권용주, Lawson, A. E. (1999). 과학 교수, 학습 과정에서 실험활동 중심 수업의 효율성에 대한 신경학적 설명. *한국과학교육학회지*, 19(1), 29-40.

권재술, 이경호, 김연수 (2003). 인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. *한국과학교육학회지*, 23(5), 574-591.

이용숙, 김영천 (1998). 교육에서의 질적 연구: 방법과 적용. 서울: 교육과학사.

조주환, 주국영 (2001). 과학의 수준별 학습을 위한 Web 기반 수업 자료의 개발. *교과교육연구*, 4(1), 227-257.

최혁준, 홍윤희, 이재남, 권미량, 서상오, 김지나, 김준태, 권재술 (2005). 과학 학습에서 학습자 성격유형과 불일치 상황 제시 방법에 따른 인지갈등 정도. *한국과학교육학회지*, 25(4), 441-449.

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.

Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.

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.

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.

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 materials motivation survey. Florida State University.

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. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.

Nolen, S. B. (1988). Reasons for studying: Motivational orientation and study strategies. *Cognition and Instruction*, 5(4), 269-287.

O'Neil, H. F., & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment. *Journal of Educational Research*, 89(4), 234-245.

Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. New York: Harper and Row.

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

Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.