

지리 오개념 극복을 위한 인지갈등 전략의 이해와 적용

김민성*

Overcoming Geographic Misconceptions Through Understanding and Applying the Cognitive Conflict Strategy

Minsung Kim*

요약 : 본 연구에서는 오개념을 극복하고 올바른 개념으로 이해를 수정하는 개념변화 학습을 촉진하기 위해 가장 널리 도입된 전략 중 하나인 인지갈등의 의미와 기원, 의의 등을 알아보고 인지갈등을 이용한 학습전략의 메커니즘과 성공적 적용을 위한 조건을 논의한다. 나아가 인지갈등을 지리교육에 적용하기 위한 방안으로 인지갈등 다이어그램 활용, 메타인지 이용 전략을 제안한다. 인지갈등 다이어그램은 학습해야 할 목표 개념, 학생들의 오개념, 불일치 사례를 세 축으로 하여 이들의 갈등 상황을 해결하는 과정에 필요한 관련 개념과 실생활 사례를 다이어그램 형태로 시각화하는 전략이다. 메타인지 전략은 학생들로 하여금 자신 혹은 동료들이 인지갈등 상황에서 어떠한 반응을 보이는지를 탐구하는 과정을 통해 오개념을 극복할 수 있도록 하는 전략이다. 이러한 전략의 성공적인 수행을 위해서는 다양한 조건과 변수에 대한 고려가 필요하다. 따라서 추후 연구에서는 본 연구에서 제안한 전략을 다양한 맥락에서 실증적으로 검증하고 이를 더욱 정교화하는 작업이 이루어질 필요가 있다. 나아가 오개념을 극복하고 개념변화를 촉진할 수 있는 또 다른 교수·학습 전략에 대한 연구가 이루어져야 한다.

주요어 : 인지갈등, 오개념, 개념변화, 인지갈등 다이어그램, 메타인지 전략

Abstract : This study discusses the meaning, origin, and implications of the cognitive conflict strategy which has been one of the most widely adopted strategies for conceptual change. Moreover, this research suggests the use of the cognitive conflict diagram and the metacognition strategy to incorporate the notion of cognitive conflict to geography education. The cognitive conflict diagram consists of the three axes: target concept, students' misconception, and discrepant event. To resolve conflicts among these components, the cognitive conflict diagram adds relevant concepts and real-world examples. All of these elements are visualized as a form of diagram. The metacognitive strategy asks students to examine their own and peers' responses when facing conflict data or situations for the purpose of overcoming misconceptions. For these strategies to be successful, considerations of diverse conditions and variables are required. Therefore, further research should be undertaken to empirically demonstrate the effects of the suggested strategies. In addition, other strategies to facilitate students' conceptual change need to be developed.

Key Words : Cognitive conflict, Misconception, Conceptual change, Cognitive conflict diagram, Metacognitive strategy

I. 서론

학생들이 기존에 가지고 있던 오개념을 극복하고 올

바른 개념으로 이해를 수정하는 것을 개념변화라고 한다(Dole and Sinatra, 1998; Tsai, 2003). 개념변화 연구는 오랜 시간 동안 여러 분야에서 많은 학자들의 관심의 대

*대구가톨릭대학교 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Catholic University of Daegu, geonskim@gmail.com)

상이 되어 왔고 어떤 방법을 통해 개념변화를 이루어낼 수 있을 것인지에 대해 다양한 전략이 제안되었다. 이들 중 특히 인지갈등을 이용하는 방법은 개념변화를 촉진하기 위해 연구자들이 가장 많이 관심을 가지는 전략 중 하나이다(Rowell *et al.*, 1990).

인지갈등은 학생이 자신의 인지적 구조와 외부 정보, 혹은 자신의 인지구조 하위 요소들 사이의 불일치를 자각한 상태이다(Lee *et al.*, 2003). 즉, 인지갈등은 학생이 기존에 자신이 가지고 있던 생각에 반하는 현상이나 주장을 접하게 되었을 때 나타나는 심리적인 갈등상태인 것이다(Hashweh, 1986; 김범기·권재술, 1995). 인지갈등 유발 전략은 전통적 교수법으로 잘 극복되지 않는 오개념 극복에 도움이 된다는 연구 결과 때문에 많은 주목을 받아 왔다(Tsai, 2000; 김범기·권재술, 1995; 김지나 등, 2002). Guzzetti *et al.*(1993)의 메타분석에 따르면, 다양한 방법을 통해 수행된 연구들의 결론이 학생들의 오개념을 올바른 개념과 직접적으로 대비하여 인지갈등을 유발하여 주었을 때 긍정적인 학습 효과가 나타난다는 것으로 수렴하고 있었다. 연구자들(예: Posner *et al.*, 1982; Chinn and Brewer, 1998; 권재술 등, 2003)은 인지갈등이 개념변화를 위한 최소한의 필요조건이라고 주장하기도 한다.

지리교육에서도 오개념 극복을 위한 개념변화 학습은 중요한 연구 주제이다. 이에 몇몇 연구자들에 의해 지리 오개념에 관한 연구가 이루어졌다(김진국·김일기, 1998; 이경한·박선희, 2002; 김민성, 2013; 2014). 그러나 오개념 극복을 위한 학습전략에 대한 논의는 크게 진전되지 못했다. 이런 문제의식에 기반하여 본 연구에서는 가장 널리 주목받는 개념변화 학습전략 중 하나인 인지갈등의 의미와 성공적인 적용을 위한 조건, 그리고 인지갈등 전략을 지리교육에 적용할 수 있는 방안에 대해 논의하고자 한다.

II. 인지갈등 학습전략

인지갈등을 이용한 학습전략은 Kuhn의 철학적 논의와 Piaget의 심리학적 이론에서 그 뿌리를 찾을 수 있다(Chinn and Brewer, 1998; Kang *et al.*, 2004). Kuhn(1962)은 일반적 과학 발전과 혁명적 과학 발전을 구분하면서 혁명적 과학 발전을 위해 인지갈등이 중요하다고 주장하였다. 일반적으로 과학의 발전은 기존 패러다임에 새

로운 정보를 더하는 발전의 누적을 통해 이루어진다. 그러나 때로는 기존 체계에 무엇을 더하는 것이 아닌, 비누적적이고 혁명적인 변화에 의해 과학적 발전이 이루어지기도 한다. 이러한 혁명적 변화는 기존의 개념 체계와 양립할 수 없는 새로운 개념 체계를 요구한다. 프톨레마이오스식 천문학에서 코페르니쿠스식 천문학으로의 변화나 아리스토텔레스식 물리학이 뉴턴 역학으로 변화한 것 등은 혁명적 발전의 예가 된다. 그런데 이러한 변화는 기존 패러다임과 충돌하는 데이터가 지속적으로 생성될 때 가능하다. 즉, 기존 이론과 새로운 데이터 사이의 인지갈등이 혁명적 지식 발전의 중요한 원동력으로 작동하는 것이다.

Piaget(1985)는 학생들이 동화(assimilation)와 조절(accommodation)의 과정을 통해 인지 평형화(equilibrium)를 이루려 하고 이 과정에서 발달이 이루어진다고 주장하였다. 동화는 새롭게 학습하는 정보가 기존에 자신이 가지고 있던 인지적 도식과 일치할 때 기존의 지식 구조 내에 새로운 정보를 덧붙이는 것이다. 그러나 새로운 정보가 학습자의 기존 지식과 충돌하면 인지갈등이 발생한다. 이 경우, 학습자는 인지갈등을 해결하기 위해 이전에 자신이 견지하던 도식을 수정하는 조절의 과정을 통해 인지적 비평형을 안정적인 평형화 상태로 만들려는 노력을 지속하게 된다. 인지갈등을 해결하려는 이러한 평형화 노력은 Piaget 이론에서 인지발달의 가장 중심적인 원동력으로 작동한다(Druyan, 2001).

Kuhn과 Piaget에 기반한 인지갈등 이론은 다양한 학습이론과 결합되어 그 논의가 확장되었다. 특히 인지갈등은 효과적인 학습을 위해 중요하게 고려해야 하는 흥미와 밀접한 연관성을 지닌다. 흥미는 학습을 촉진하는 중요한 변수 중 하나인데(우연경, 2012), 인지갈등은 학습자의 흥미를 유발하는 기제가 될 수 있다. Kim(1999)은 학생들이 자신의 배경 지식과 일치하지 않는 정보를 접하게 될 때 그것에서 유발되는 갈등을 극복하려 하고 이는 학습 상황에 대한 흥미로 이어지게 된다고 주장하였다. Kim에 따르면 인지갈등 상황에 직면한 학생들은 각성(arousal) 상태가 높아지고 이런 상태에서 학생들은 문제 상황에 더욱 흥미를 가지고 정보를 처리하게 된다.¹⁾ Lee *et al.*(2003) 역시 인지갈등 상황이 학생들의 흥미를 자극할 수 있고 이것이 개념변화를 촉진한다는 점에 주목하였다. 실제 실험 연구들에서도 인지갈등이 유발된 학습상황에서의 흥미 요소가 개념변화에 긍정적인 영향

을 미친다는 사실이 증명되었다(강훈식 등, 2007). 예컨대, 최숙영 등(2008)은 연소 개념 학습에서 인지갈등을 유발하는 변칙 사례와 대안 가설을 제시한 후, 흥미, 주의집중, 노력, 개념 이해도 등이 어떻게 상호작용하는지 조사하였다. 연구 결과, 상황 흥미가 개념이해에 직접적으로 영향을 미치거나 혹은 주의집중과 노력 변수를 매개로 간접적으로 영향을 미친다는 사실이 발견되었다.

한편, 인지갈등의 효과는 동기유발과 관련되어 설명되기도 한다. Festinger(1957; 1962)의 인지부조화이론(cognitive dissonance theory)은 인지갈등을 동기유발과 연계시키는 대표적 논의이다. 인지부조화이론에 따르면, 학생들은 어떤 정보들이 서로 일치되지 않는다는 사실을 인지할 때 불안감을 느끼고 이는 인지적 불일치 상황을 극복하려는 동기를 유발하게 된다. 인간은 갈등을 줄이려는 강력한 동기를 가지고 있으며 따라서 인지갈등은 효과적인 학습전략으로 기능할 수 있다(Kang *et al.*, 2004).

인지갈등은 흥미나 동기와 같은 정의적 영역과 관련될 뿐만 아니라 문제해결이나 개념이해와 같은 인지적 영역에도 긍정적인 기여를 할 수 있다. 학습자는 자신의 기존 지식과 불일치하는 혼동을 경험할 때 인지적 불균형(cognitive disequilibrium) 상태에 놓이고 이는 심화학습을 위한 전제조건이 된다(Graesser and Olde, 2003; Craig *et al.*, 2004; Graesser *et al.*, 2005). 자신의 현재 인지구조와 충돌을 일으키는 정보나 불확실성에 직면한 학습자는 이를 해결하기 위해 의도적인 노력을 하게 되고 이것이 심층적인 정보 처리로 이어지게 되는 것이다(VanLehn *et al.*, 2003; Baker *et al.*, 2010). 이런 견지에서 D'Mello *et al.*(2014)은 모순(contradiction), 갈등(conflict), 이례(anomaly), 잘못된 정보(erroneous information), 모순된 사건(discrepant event) 등에 의해 유발된 혼동이 인지적 불균형을 일으키고 이는 효과적인 학습을 위해 유용한 자원이 된다고 주장하였다. 실제 D'Mello *et al.*은 실험 연구를 통해 인지적 갈등을 성공적으로 경험한 학습자들이 선다형 문항 테스트와 전이 테스트에서 더 높은 점수를 획득하였다는 사실을 보고하였다. Lehman *et al.*(2012) 역시 학습자들이 자신의 지식과 상충되는 정보에 의해 인지적 불균형을 경험할 때 학습효과가 높아진다는 사실을 발견하였다. Lehman *et al.*의 연구에서 학습자들은 그릇된 정보와 올바른 정보를 동시에 제시하며 상충되는 주장을 하는 교수자와 학습자의 대화에

노출되거나 올바른 문제풀이에 대해 그릇된 피드백을 제공하는 방식을 통해 인지적 혼동을 경험하였다. 이런 갈등 상황을 경험한 학습자들은 그렇지 않은 통제 그룹 학생들에 비해 학습 내용에 대한 테스트나 전이 검사에서 더 나은 수행력을 보였다.

이처럼 연구자들은 다양한 근거를 바탕으로 인지갈등 전략에 주목하여 왔다. 그렇다면 특히 개념변화 연구자들이 인지갈등 전략에 관심을 가지는 이유는 무엇일까? Limón(2001)은 개념변화 학습을 위한 다양한 전략을 1) 불일치 사례를 이용한 인지갈등, 2) 유추의 사용, 3) 토론을 통한 협동적 학습의 세 가지로 종합할 수 있다고 보았다. 그런데 이 세 가지 전략 중 인지갈등은 개념변화를 위한 최소한의 필요조건이다(권재술 등, 2003). 권재술 등에 따르면 기존에 아무런 문제가 없는 상황에서 그것을 바꾸려는 시스템은 비효율적이고 심지어 위험한 시스템이다. 따라서 인간의 인지 시스템을 그렇게 정의하는 것은 문제가 있다. 인간의 인지 시스템은 인지갈등과 같은 문제 상황이 발생할 때에만 변화를 시도하는 효율적인 시스템으로 이해되어야 한다. 그러므로 인지갈등은 개념변화 학습을 위한 최소한의 필요조건이 되는 것이다. 개념변화를 위한 다른 두 가지 전략인 유추와 협동적 학습은 인지갈등 전략의 일부분으로 이해되거나 인지갈등 전략과 함께 사용될 수 있는 방법으로 보아야 한다. 첫째, Clement(1993)와 같은 연구자들은 유추를 통해 오개념을 교정할 수 있다고 주장한다. 그러나 유추가 성공적으로 작동하기 위해서는 인지갈등이 전제되어야 한다(권재술 등, 2003). Clement는 책상 위에 책이 놓인 상황에서 힘이 어떻게 작용하는지에 대한 학생들의 이해를 조사하였다. 그 결과, 학생들이 위쪽에 있는 책이 아래에 있는 책상을 누른다는 것은 이해하지만 아래에 있는 책상 역시 책을 위쪽으로 민다는 사실을 이해하지 못하는 상황을 발견하였다. 이에 Clement는 스프링을 위에서 손으로 누르는 상황, 부드러운 스티로폼 위에 책이 놓인 상황, 딱딱한 책상 위에 책이 놓인 일련의 상황을 비교하고 가장 명백한 첫 번째 상황에서(anchor), 가교 역할을 하는 두 번째 단계(bridging analogy)를 거쳐 최종적으로 세 번째 상황(target)에 대한 올바른 이해가 가능하다고 주장하였다.²⁾ 여기서 제시되는 첫 번째와 두 번째 상황은 목표 개념인 세 번째 상황과 유사하지만 학생들이 좀 더 직관적으로 이해할 수 있는 상황이다. 이처럼 Clement는 목표 개념과 유사하지만 좀 더 직관적

인 상황을 이용하는 유추 전략을 통해 오개념을 극복할 수 있다고 주장하였다. 그러나 Chinn and Brewer(1998), 권재술 등(2003)은 Clement 연구의 학생들도 인지갈등을 경험한 것으로 보아야 한다고 주장한다. 다시 말해, 최초로 책상이 위에 있는 책을 밀지 않는다고 생각하던 학생들도 Clement가 제시한 유추를 통해 자신의 기존 인지구조를 다시 보게 되고, 여기서 최초의 자기 생각이 잘못된 것이 아닐까 하는 인지갈등을 겪은 후에야 비로소 오개념을 극복하게 된다는 것이다. 둘째, 토론을 통한 협동적 학습과 같은 전략은 인지갈등을 이용하는 활동 중 하나로 이용될 수 있다. 예컨대, 학생들에게 불일치 사례를 제시하면 이는 효과적인 토론의 시작점이 될 수 있다(Tsai, 2000). 다시 말해, 인지갈등을 전제한 상황에서 그에 대한 학생들의 사고를 심화, 확장하기 위해 토론 전략이 이용될 수 있는 것이다. 그렇지만 인지갈등 요소가 없는 단순 토론을 통해서 개념변화를 이루기 어렵다.

요컨대, Kuhn과 Piaget의 논의에서 그 기원을 찾을 수 있는 인지갈등 학습전략은 흥미, 동기이론, 심화학습, 전이 등 다양한 논의들과 연계되어 진화하여 왔다. 인지갈등은 개념변화 전략의 필요조건이며 유추나 협동적 학습 전략 또한 인지갈등과의 관련성 속에서 이해될 수 있다. 즉, 인지갈등은 개념변화를 위해 반드시 고려해야 할 요소인 것이다. 따라서 인지갈등 상태를 해롭거나 지식이 부족한 상태로 여기지 말고 효과적으로 이용할 필요가 있다.

III. 인지갈등 메커니즘과 성공적 적용을 위한 조건

1. 인지갈등 메커니즘

학생들은 자신이 기존에 가지고 있던 개념과 충돌하는 불일치 자료에 직면할 때 인지갈등을 느끼게 된다. Lee *et al.*(2003)은 어떤 메커니즘을 통해 인지갈등이 발생하고 이 과정에서 학생들이 어떤 반응을 보이는지를 고찰하였다(그림 1). 학생들은 백지 상태가 아닌 사실이라고 믿고 있는 자신만의 개념을 가진 상태에서 학습에 임한다. 그런데 자신의 기존 개념과 상충되는 자료를 접한 학생은 우선 그 자료가 진실한지 아닌지, 다시 말해 그것을 믿어야 할지 아닐지를 먼저 판단한다. 주어진 자

료의 진실성에 대한 믿음이 없으면 그 자료를 거짓된 정보로 무시하게 되고 따라서 기존의 인지구조에 변화가 발생하지 않는다. 그러나 주어진 자료를 심각하게 받아들이고 나면 자신의 선개념과 주어진 자료의 갈등 상황에 대한 고민이 시작된다. 이러한 갈등 상황에서 어떤 학생들은 흥미를 느끼고 어떤 학생들은 불안감을 느낀다. 이때의 불안감은 너무 지나쳐 학습을 포기하도록 하는 것이 아니라 생산적인 역할을 하는 정도의 불안감이어야 한다.³⁾ 흥미나 불안감을 느낀 학생들은 자신의 기존 인지구조를 재평가하게 되고 이러한 재평가 과정을 통해 자신의 기존 모델을 수정하거나 교체하게 된다. Chinn and Brewer(1998)는 인지갈등을 경험한 후 학생들이 보이는 반응행동을 좀 더 총체적으로 정리하여 이것들의 분류체계를 완성하였다(표 1).⁴⁾

2. 성공적인 인지갈등 학습전략을 위한 조건

인지갈등은 오개념을 극복하고 개념변화를 이루기 위한 최소한의 필요조건이다. 그러나 불일치 자료를 제공한다고 해서 무조건 인지갈등이 유발되지는 않는다. 나아가 '최소한의 필요조건'이라는 단어에서 알 수 있듯이 인지갈등이 유발된다고 해서 무조건 성공적으로 개념변화가 완성되는 것도 아니다(Chinn and Brewer, 1998; Tsai and Chang, 2005; 권재술 등, 2003). 인지갈등이 부정적 반응을 일으켜 오히려 학습을 방해하는 경우가 보고되기도 하였다(Dreyfus *et al.*, 1990; Lee *et al.*, 2003). 갈등에 대한 지나친 불안은 학습에 장애가 되어 효과적인 개념변화를 방해할 수도 있기 때문이다. 이에 연구자들은 인지갈등 학습전략을 위한 조건들에 대해 다양한 논의를 전개해 왔다. 여기서는 인지갈등을 이용한 학습의 성공을 위한 전제조건, 고려해야 할 변수, 갈등제시 방법에 대해 살펴본다.

인지갈등 전략의 전제조건과 관련된 논의에서 Posner *et al.*(1982)의 논문은 가장 영향력 있는 연구 중 하나이다. Posner *et al.*은 인지갈등을 이용한 수업이나 학습전략이 성공적이기 위해서는 다음의 네 가지 조건이 만족되어야 한다고 주장하였다. 첫째, 학생들이 자신이 가지고 있는 개념에 불만족(dissatisfied)을 느껴야 한다. 둘째, 새로운 개념이 이해가능(intelligible)해야 한다. 셋째, 새로운 개념이 그럴듯해(plausible)보여야 한다. 넷째, 새로운 개념이 기존에 자신이 가지고 있던 개념보다

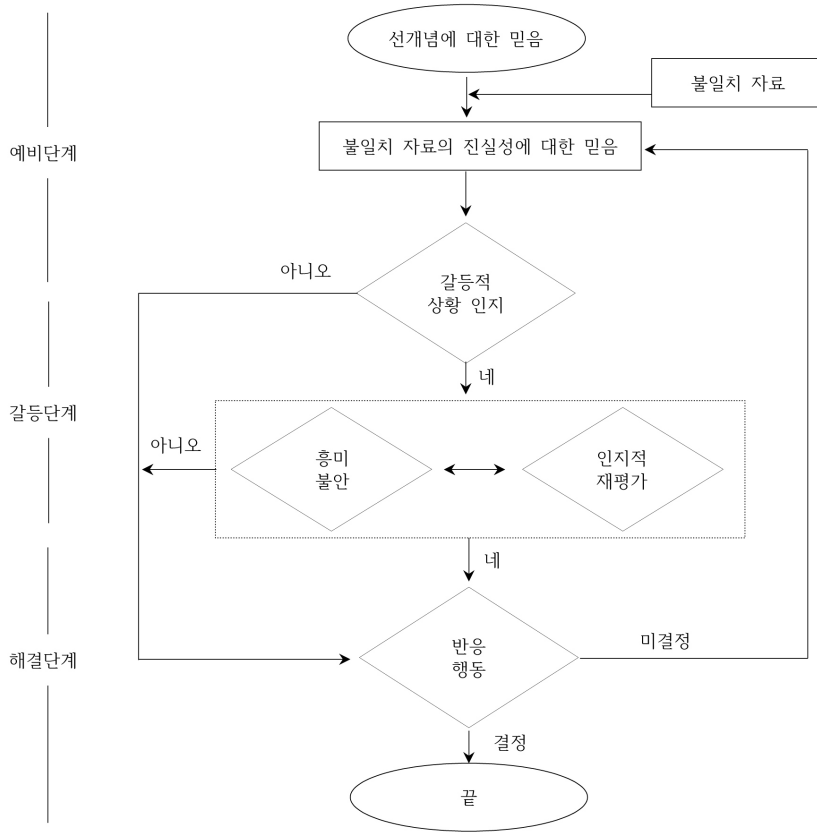


그림 1. 인지갈등 메커니즘

출처 : Lee et al., 2003:589.

표 1. 불일치 자료에 대한 다양한 반응

반응	의미	깊은 수준의 개념 변화 ↓
무시하기(ignoring)	불일치 자료를 무시하고 신경 쓰지 않음	
거부하기(rejection)	불일치 자료가 타당하지 않은 이유(예: 방법론적 결함 등)를 제시하며 거부함	
배제하기(exclusion)	불일치 자료를 자신의 이론과 관련되지 않은 것으로 간주하며 배제함	
판단유보(uncertainty)	불일치 자료를 믿을 수 있을지 아닌지에 대한 판단이 불확실함	
일시정지(abeyance)	불일치 자료의 유효성을 믿으며 자신의 이론이 이 자료를 설명할 수 있어야 된다고 생각함. 상충되는 데이터가 수용되는 최초의 단계이지만 자신의 이론을 포기하지는 않음(누군가가 미래에 적절한 설명을 제공할 것이라 생각)	
재해석(reinterpretation)	기존 이론을 바꾸지 않고 불일치 자료를 자신의 이론적 틀 안에서 재해석하여 문제를 해결함	
지엽적 이론 변화 (peripheral theory change)	불일치 자료를 받아들여 자신 이론의 지엽적인 부분을 변화시킴. 이 단계는 이론에 변화가 생기는 최초의 단계이지만 기존 이론의 핵심적 부분은 그대로 유지됨	
이론 변화(theory change)	불일치 자료 때문에 자신의 이론을 포기하고 새로운 이론을 수용함	

출처 : Chinn and Brewer, 1998 재정리.

표 2. 효과적인 인지갈등 학습과 관련된 변수

학습자와 관련된 변수	사전 지식 동기와 흥미 (교수와 학습에 관한, 배우는 교과와 관련된) 인식론적 믿음 학습에 대한 가치와 태도 학습과제와 관련된 전략 및 인지적 참여 추론능력
학습이 발생하는 사회적 맥락과 관련된 변수	동료의 역할 교사-개별 학습자 관계 교사-학습자들 관계
교사와 관련된 변수	영역 특수적 교과 지식 동기와 흥미 (교수와 학습에 관한, 가르치는 교과와 관련된) 인식론적 믿음 학습과 교수에 대한 가치와 태도 교수 전략 교사교육의 정도

출처 : Limón, 2001:374.

더 많은 설명을 할 수 있고 다른 문제의 해결에도 도움이 되는 효용성(fruitful)을 가져야 한다. 이 중에서도 특히 현재의 개념에 불만족해야 한다는 조건이 인지갈등과 가장 직접적으로 연계된다. 그러나 단순히 갈등 상황의 발생이 인지갈등을 이용한 전략의 성공을 보장하지 않는다는 점에서 네 가지 조건 모두가 중요한 의미를 지닌다. Tsai and Chang(2005)은 Posner *et al.*의 4가지 인지갈등 전략의 성공요건을 수용하면서 다이어그램 요소를 추가한 '갈등 지도(conflict map)' 전략의 유용성을 주장하였다. 갈등 지도는 학생들의 오개념, 불일치 사례, 학습해야 할 목표 개념, 목표 개념과 관련되는 주요 개념, 실제 세계의 사례 등을 다이어그램으로 표현하는 시각적 전략이다.⁵⁾ 권재술 등(2003)은 인지갈등이 효과적으로 학습에 이용되기 위해서는 명확한 기존 개념, 제시되는 불일치 상황이 진짜라는 인식, 적절한 관찰능력, 그리고 논리적 사고능력이 전제되어야 한다고 주장하였다. 다시 말해, 명확한 오개념을 가지고 있는 학생에게 불일치 상황을 제시하고, 학생이 그것을 진짜라고 생각하고 면밀하게 관찰한 후, 그 학생이 오개념과 불일치 상황을 논리적으로 연결시킬 수 있어야 개념변화가 성공적으로 완수될 수 있다는 것이다.

유의미한 개념변화 학습을 위해서는 앞서 논의된 전제조건뿐만 아니라 다양한 변수들을 복합적으로 고려해야 한다. 이에 Limón(2001)은 효과적인 인지갈등 전략을

위해 고려해야 할 다양한 요소들을 학습자, 학습의 사회적 맥락, 교사와 관련하여 표 2처럼 제시하였다. 이처럼 개념변화를 위해 인지갈등을 효과적으로 이용하기 위해서는 여러 조건과 요소에 대한 주의 깊은 고려가 있어야 한다.

인지갈등 전략에서 어떤 방식으로 불일치 자료나 맥락을 제공할 것인지에 대해서도 연구가 진행되었다. 김범기·권재술(1995)은 인지갈등 유발에 이용된 현상제시와 논리제시 방법의 차이를 비교하였다. 현상제시는 실제 시범을 보여 학생이 기존에 생각하던 것이 잘못되었음을 직접 관찰하게 하는 방법이다. 논리제시는 학생의 기존 생각과 충돌되는 주장을 제시하고 논리적 논증을 통해 인지갈등을 유발하는 방식이다. 연구결과, 현상제시 방법을 이용했을 때 긍정적인 개념변화가 더 많이 나타났다. 이에 김범기·권재술은 학생들이 실제 관찰할 수 있는 현상제시를 통해 인지갈등을 일으키는 것이 효과적이라고 주장하였다. 이와 유사하게 Levin *et al.*(1990)은 논리적인 글보다 학생들이 직접 실험하는 방식을 통한 인지갈등 유발이 개념변화에 더 효과적이라는 사실을 보고하였다. 현상제시 방법에 관해서도 좀 더 세분화된 연구가 이루어졌다. 김지나 등(2002)은 추를 이용해 작용·반작용을 실험하는 역학문제, 전구의 밝기와 관련되는 전기 문제에서 인지갈등을 정량적 혹은 정성적 조건으로 제시했을 때 어떤 상황이 오개념 극복에 효과적

인지를 조사하였다. 정량적 현상 제시 조건에서는 힘에 따라 추가 움직이는 정도를 눈금을 통해 수량적으로 알 수 있도록 했고, 전구의 밝기 정도는 디지털 장치를 통해 수치로 볼 수 있었다. 정성적 조건에서는 구체적인 수치가 아닌 어림짐작으로 그 변화를 추론해야 했다. 연구 결과, 정량적 현상제시 상황에서 오개념을 가진 학생들이 잘못된 이해를 수정하는 경향이 높았다. 자신의 이해가 잘못되었다는 것을 구체적인 증거를 통해 확인할 때 오개념을 더욱 잘 극복한 것이다. 구체적 수치가 아닌 정성적 현상제시 조건에서처럼 관찰자의 느낌으로 현상을 관찰할 경우, 자신의 기존 개념에 맞추어 현상을 왜곡하여 이해할 가능성이 있다. Champagne *et al.*(1985)의 연구는 이러한 해석을 뒷받침한다. Champagne *et al.*의 연구에서 학생들은 진공 상태에서 무거운 물체와 가벼운 물체가 떨어지는 속도가 같다는 사실을 눈으로 직접 관찰했다. 그럼에도 불구하고 이 연구에 참여한 학생들은 무거운 물체가 빨리 떨어진다는 자신의 기존 오개념을 고수하려 하였고 두 물체의 속도가 같았다는 자신의 관찰을 인정하려 하지 않았다. 이 경우, 두 물체의 속도 차이를 구체적인 수치로 보여주었다면 학생들의 인지갈등 반응이 달라졌을 수 있을 것이다. 한편, 강석진 등(2006)은 읽기자료와 동영상으로 제시된 변칙 사례 중 어떤 것이 인지갈등 유발에 더 효과적인지를 조사하였다. 밀도 개념을 사례로 한 이 연구에서, 학생들은 자세한 설명이 들어 있는 읽기 자료보다 동적인 컴퓨터 동영상을 통해 갈등 상황이 제시되었을 때 더 높은 인지갈등을 경험했다. 강석진 등은 이 결과를 동영상이 학생들에게 좀 더 직접적이고 강한 자극이 되어 주의집중을 효과적으로 이끌어 내었기 때문이라고 해석하였다. 이처럼 효과적인 갈등제시 방법에 대한 다양한 연구가 이루어졌지만 불일치 자료 제시 방법에 따른 인지갈등 정도는 모든 상황에서 누구에게나 일관되게 작동하는 것은 아니다. Druyan(2001)은 나이에 따라 효과적인 인지갈등 제시 방법이 다르다는 점을 발견하기도 하였다. 따라서 대상 개념의 특성, 학습자의 발달 상태 등을 고려하여 적절한 갈등제시 전략에 대해 고민할 필요가 있다(강석진 등, 2006).

요컨대, 성공적인 인지갈등 학습전략을 위한 전제조건, 고려해야 할 변수, 효과적인 갈등제시 방법 등에 대해 다양한 연구가 진행되었다. 인지갈등 자체가 학습효과를 담보하는 것이 아니라 그것이 적절한 맥락에서 유

도되고 스캐폴딩이 올바르게 지원될 때에야 비로소 효과적일 수 있다(Lehman *et al.*, 2012; D'Mello *et al.*, 2014). 따라서 인지갈등을 적절하게 이용하여 효과적인 학습으로 나아가게 할 전략에 대한 더 많은 연구가 필요하다. 이런 견지에서 다음 장에서는 지리교육에서 인지갈등 전략을 이용할 수 있는 구체적 전략에 대해 논의한다.

IV. 지리 오개념 극복을 위한 인지갈등의 활용

1. 인지갈등 다이어그램 활용

과학교육에서는 인지갈등 아이디어를 일종의 개념도와 결합한 '갈등 지도(conflict map)' 전략이 제안되어, 그 효과가 실증적으로 검증되었다(Tsai, 2000; 2003; Tsai and Chang, 2005). 본 연구에서는 갈등 지도 아이디어를 지리교육적 맥락에 적용하여 '인지갈등 다이어그램'이라 칭한다. 다이어그램과 같은 공간적 도구를 이용하여 이해를 명료화하는 것은 공간적 사고의 중요한 요소이다(National Research Council, 2006; Kim, 2013; Kim and Bednarz, 2013a; 2013b). 따라서 시각적 도구의 일종인 인지갈등 다이어그램을 활용하는 방식은 지리교육에서 관심을 가질만하다.

그림 2는 부심과 위성도시 기능을 혼동하는 오개념의 극복을 위한 학습에 이용될 수 있는 인지갈등 다이어그램 예를 보여 준다. 학생들은 한국지리 학습에서 부심과 위성도시의 기능에 대해 빈번하게 오개념을 보이는데, 특히 부심과 위성도시가 동일하게 무엇인가를 분담한다는 막연한 생각을 가지고 두 가지를 엄격하게 구분하지 못한다(김민성, 2014). Tsai(2000)에 의하면, 인지갈등을 이용한 학습전략이 학생들로 하여금 오개념을 극복하고 목표 개념을 습득하도록 하기 위해서는 학생들이 오개념과 불일치 자료의 갈등, 오개념과 목표 개념 사이의 갈등이라는 두 가지 갈등 상황을 해결해야 한다. 따라서 인지갈등 다이어그램은 학생 오개념, 불일치 자료, 목표 개념을 기본적인 세 축으로 한다. 목표 개념은 학생들이 이해해야 할 올바른 개념이며 학생 오개념은 말 그대로 학생들이 현재 오해하고 있는 개념이다. 그리고 불일치 사례는 학생들이 자신의 오개념을 지각할 수 있도록 하는 사례이다. 학생 오개념과 목표 개념 사이에는 주의를

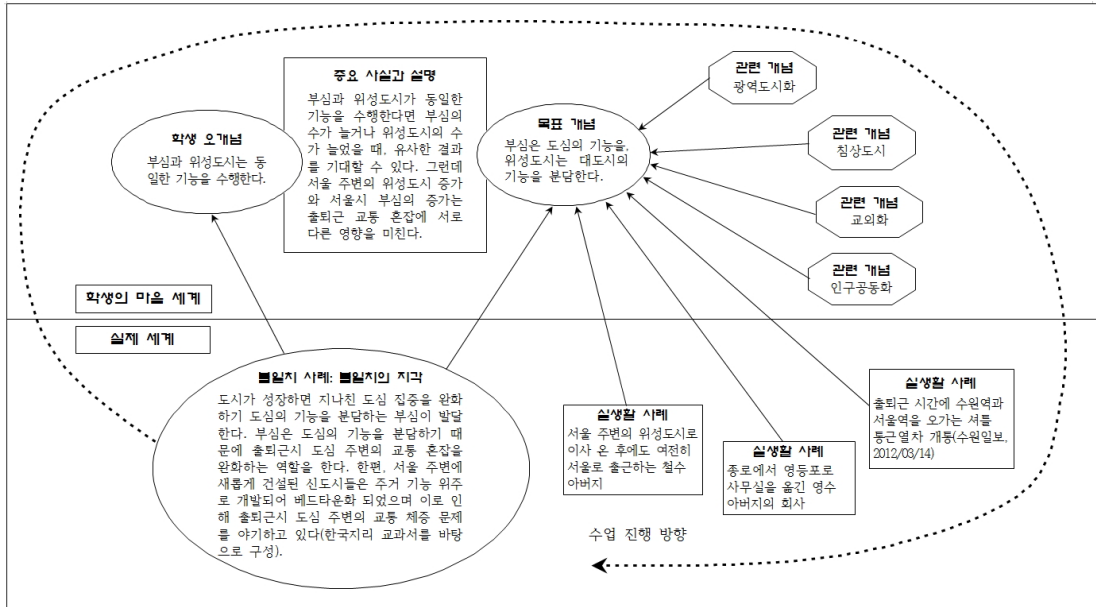


그림 2. 인지갈등 다이어그램(부심과 위성도시 사례)

환기시킬 수 있는 중요 사실과 설명이 삽입된다. 그림 2에서는 부심이 도심의 기능분담, 위성도시가 대도시의 기능분담을 위한 것이라는 목표 개념과 이를 구분하지 못하는 학생들의 오개념이 나타나 있다. 그리고 부심과 위성도시의 기능이 다르다는 개념 이해를 위해 부심과 위성도시 수의 증가가 도심으로의 출퇴근 혼잡에 미치는 서로 다른 영향을 논의하였다. 인지갈등 다이어그램에서는 목표 개념과 연계되는 관련 개념 및 구체적인 실생활 사례 또한 제시된다. 학생들은 자신의 오개념과 인지갈등을 일으키는 목표 개념, 그리고 이와 연계되는 관련 개념을 인지하고 실생활 사례를 적용하여 이해를 공고히 하게 된다. 그림 2에서는 도심과 부심의 기능을 좀 더 명확하게 이해할 수 있도록 하기 위한 인구공동화, 위성도시의 증가와 연계된 광역도시화, 침상도시, 교외화를 관련 개념으로 제시하였다. 그리고 위성도시로 이사했지만 여전히 서울 도심으로 출근하는 철수 아버지 사례, 도심과 유사한 기능을 수행하는 부심으로 이전한 영수 아버지 직장, 그리고 위성도시에서 도심으로의 통근 기사가 구체적인 실생활 사례로 제시되었다. 수업의 진행 방향은 그림 2 가장 외곽의 커다란 점선을 통해 확인할 수 있다. 먼저 불일치 사례를 제시하여 학생들이 자신의 오개념을 인지하도록 한 후 중요 사실과 설명을

제시한다. 그리고 목표 개념을 다루면서 관련 개념을 설명하고 이후 실생활 사례를 통해 이해를 공고히 한다.

이러한 인지갈등 다이어그램의 활용은 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 교사가 이 도구를 이용하여 순차적으로 학생의 오개념을 교정하는 방식의 수업을 진행할 수 있다. 혹은 교사가 이 도구의 활용 방법을 설명한 후 빈 칸으로 주어진 학습지에 학생들이 관련 내용을 채워나가는 방식 또한 가능하다. 이런 활동은 조별로 이루어질 수도 있는데, 조를 이룬 학생들이 빈 칸에 채워 넣을 설명, 사진 자료 등을 수집하여 인지갈등 다이어그램을 완성하고 이를 전시하거나 발표에 이용하는 방식도 생각해 볼 수 있다.

2. 메타인지 이용

인지갈등과 메타인지 작동을 결합하여 학생들의 개념 변화를 촉진하는 전략을 고안할 수 있다(Beeth, 1998). 메타인지는 인지에 대한 인지라는 의미로 학습자가 자신의 학습 상태나 이해 정도 등을 올바르게 파악하는 능력을 뜻한다. 메타인지는 학습한 내용의 이해, 기억, 적용에 영향을 미치며, 나아가 학습 효율, 비판적 사고, 문제 해결력과도 관련된다(Hartman, 1998). Ridley *et al.*

표 3. 불일치 사례에 대한 학생들의 메타인지적 반응

분류	가능한 반응 예시
무시하기	자신에게 주어진 불일치 자료나 상황에 전혀 신경을 쓰지 않음
거부하기	“이 자료는 풍향 측정이 잘못 되었을 가능성이 높아.”
배제하기	“이 자료는 편 현상을 설명하는 것과는 관련이 없는 자료야.”
판단유보	“자료에서 편 현상을 일으키는 바람이 정말 남서풍이 맞는지 좀 더 알아봐야겠어.”
일시정지	“이 자료가 맞을 수 있지만 편 현상이 북동풍에 의해 발생한다는 사실을 바꾸기에는 아직 부족해. 다른 친구나 선생님께서 이 자료에 대해 설명해 주실 거야.”
재해석	“이 자료에 나타난 상황은 자료 조사 당시에 이상했던 일시적 현상을 보여주는 것이야.”
지엽적 이론 변화	“편 현상이 대부분 북동풍에 의해 발생하지만 예외적으로 가끔씩 그렇지 않은 경우가 있을 수도 있어.”
이론 변화	“편 현상이 북동풍에 의해서만 발생하는 것이 아니구나. 편 현상은 특정한 풍향과 관련된 것이 아니라 공기가 산을 넘어가면서 고온건조해지는 상황을 설명하는 용어였어. 내가 잘못 알고 있었어.”

(1992)에 따르면, 메타인지 전략은 학습에 대한 의식적 조절, 계획과 선택 전략, 학습 진전에 대한 관찰, 오류의 수정과 학습전략의 효과에 대한 분석, 학습 행동의 수정을 포함한다. 이러한 메타인지의 향상은 효과적인 학습을 위해 반드시 관심을 가져야 할 주제이다(Schunk, 2008).⁶⁾ 개념변화 학습이 잘 이루어지지 않는 가장 큰 이유 중 하나가 학생들이 자신의 기존 개념 교체를 주저하는 것이다. 따라서 학습자들이 왜 변화를 거부하는지를 생각해보는 메타인지 활동은 그 효과가 클 수 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 다음과 같은 활동에 주목한다.

첫째, 인지갈등을 유발하는 자료나 상황에 직면했을 때, 학생들이 자신의 반응 상태를 직접 파악하도록 하는 활동을 기획할 수 있다. 편 현상은 반드시 북동풍과 관련된다는 오개념은 고등학생들이 가진 대표적 오개념 중 하나이다(김민성, 2013; 2014). 주지하다시피, 편 현상은 풍향과 관련된 개념이 아니라 바람이 산을 넘으면서 고온건조해지는 현상을 설명하는 용어이다. 이 전략에서는 우선 편 현상 관련 오개념을 가진 학생에게 인지갈등을 일으킬 수 있도록 다른 방향의 바람에 의해 편 현상이 발생하는 사례를 제시한다. 자신의 기존 개념과 상충하는 상황에 직면한 학생은 Chinn and Brewer(1998)가 제시한 것처럼 표 3과 같은 다양한 반응을 보일 수 있다. 이러한 반응 중 잘못된 이론을 완전히 수정하는 경우는 “이론 변화” 한 가지에 국한된다. 다시 말해, 효과적으로 개념을 변화시키는 학생보다 다른 반응을 보이는 경우가 더 많다. 따라서 이런 반응을 교정하기 위해 학생들이 자신의 심리와 반응 상태를 파악할 수 있는

메타인지 활동을 실시한다. 이를 위해 Chinn and Brewer가 제시한 무시하기, 거부하기, 배제하기, 판단유보, 일시정지, 재해석, 부분적 이론 변화, 이론 변화를 각각의 카드로 만든다. 하나의 카드에 하나의 상황을 명시하고 그 의미를 적어 넣는다. 학생들은 8장의 카드 중 자신의 상태와 가장 일치하는 것을 고르고 그 이유를 설명한다. 이 활동을 통해 학생들은 자신이 기존 오개념을 폐기하고 이론 변화로 나아가고 있는지, 그렇지 않다면 왜 새로운 사례를 받아들일 수 없는지 등에 관해 생각하는 기회를 가지게 될 것이다. 이후 학생들의 반응에 따라 교사는 적절한 피드백을 제공하고 개념변화 학습을 촉진하도록 한다.

둘째, 자신의 반응 상태에 대한 평가에서 나아가 다른 학생의 상태를 평가하는 활동 또한 가능하다. 동료 학생이 인지갈등을 일으키는 자료를 접했을 때 어떤 반응을 보이는지, 왜 오개념을 쉽게 버리지 못하는지 등을 평가하는 과정은 여러 학생의 다양한 반응을 살펴보는 기회를 제공한다. 이 과정에서 학생들은 자신의 인지 과정과 다른 학생의 인지 과정을 비교할 수도 있다. Nielsen *et al.*(2011)은 공간적 사고 향상을 위한 수업을 제안하면서 다른 학생들의 공간적 사고 이용 정도와 방법을 평가해 보도록 하는 활동을 실시하여 그 효용성을 입증하였다. 이와 유사하게 인지갈등 상황에 직면한 동료 학생들의 상태를 평가해보는 메타인지 활동은 학생들이 자신의 오개념을 적극적으로 교정하는 전략이 될 수 있다.

마지막으로, 학생들이 효과적인 인지갈등 전략을 위한 불일치 사례를 직접 개발하는 활동을 실시할 수 있다. 불일치 사례를 제시한다고 해서 자연적으로 인지갈등이

유발되고 개념학습이 이루어지지 않는다. 따라서 학생들로 하여금 직접 인지갈등 도구를 만들어 보도록 하는 것은 더욱 적극적으로 오개념을 극복하는 학습전략이 될 수 있을 것이다. 어떤 학생은 사진이나 신문 기사를 이용할 것이고, 어떤 학생은 동영상을 찾을 수도 있다. 어떤 학생은 자신의 경험을 제시할 수도 있고 또 다른 학생은 논리적으로 문제점을 지적하는 텍스트를 구상할 수도 있을 것이다. 이렇게 각각의 학생들이 개발한 다양한 인지갈등 유발 도구를 서로 비교하는 활동 또한 가능하다.

V. 결론

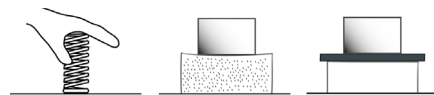
학생들이 오개념을 극복하고 올바른 목표 개념을 획득하도록 하는 개념변화 학습은 오랜 시간 여러 교과교육의 중요한 연구 주제 중 하나였다. 그만큼 오개념은 잘 극복되지 않고 효과적인 학습전략을 개발하기도 쉽지 않다. 본 연구에서는 개념변화 학습을 위해 가장 널리 수용되는 전략 중 하나인 인지갈등의 의미와 기원, 의의 등을 알아보고 인지갈등을 이용한 학습전략의 메커니즘과 성공적 적용을 위한 조건 등을 논의하였다. 나아가 인지갈등 전략을 지리교육에 적용하기 위해 인지갈등 다이어그램 활용, 메타인지 이용 전략을 제안하였다. 인지갈등 다이어그램은 학습해야 할 목표 개념, 학생들의 오개념, 불일치 사례를 세 축으로 하여 이들의 갈등 상황을 해결하는 과정에 필요한 관련 개념과 실생활 사례를 다이어그램 형태로 시각화하는 전략이다. 메타인지 전략은 학생들로 하여금 자신이나 친구들이 인지갈등 상황에서 어떠한 반응을 보이는지를 탐구하는 과정을 통해 오개념을 극복할 수 있도록 하는 전략이다.

다른 교과교육학과 마찬가지로 지리교육에서 오개념 연구는 중요한 연구 주제 중 하나이다. 그러나 그 연구의 폭이 넓지 않았고 특히 오개념 극복 전략에 대한 논의는 더욱 제한적이었다. 구체적인 오개념 극복 전략을 제안하거나 그 효과를 검증한 연구를 찾아보기 어렵다. 본 연구는 개념변화 연구를 위한 구체적 전략으로서 인지갈등과 관련된 전반적인 내용을 논의하고 이를 이용한 구체적 전략을 제안하는 시론적 연구로서 의미를 지닌다. 그렇지만 성공적인 인지갈등 학습전략의 실행을 위해서는 다양한 조건과 변수를 고려해야 한다. 따라서 추

후 연구에서는 본 연구에서 제안한 두 가지 전략을 다양한 맥락에서 실증적으로 검증하고 이를 더욱 정교화하는 작업이 필요하다. 그리고 오개념을 극복하고 개념변화를 촉진할 수 있는 다양한 교수·학습 전략에 대한 연구가 이루어져야 한다. Lehman *et al.*(2012:193)의 “오개념 연구의 다음 단계는 학습자들이 [인지갈등에 의해 유발된 혼동을 생산적으로 조절할 수 있도록 하는 전략을 개발하여 오개념을 극복하고 개념적 연계가 강화될 수 있도록 하는 것이다”는 주장은, 연구자들이 지향해야 할 논의의 방향을 적절하게 제시하고 있다.

註

- 1) Mandler(1984)는 interruption (discrepancy) theory를 통해 이와 관련된 포괄적인 논의를 제시하였다. 학습자들은 복잡한 학습 과제에 임할 때 지속적으로 새로운 정보를 자신의 기존 인지구조에 수용한다. 그런데 새로운 정보와 학습자 인지 사이에 충돌이 발생하면 상충되는 정보로 관심이 이동하고 자율신경계의 각성 상태가 높아진다. 이 상태에서 학습자는 다양한 감정을 경험하게 되는데 놀람, 혼동 등이 이에 해당되며 흥미도 그 중 하나이다(Stein and Levine, 1991; D'Mello *et al.*, 2014).
- 2) Clement(1993:1244)는 아래 그림과 같은 일련의 상황을 제시하였다.



- 3) 인지갈등으로 인한 불안감의 정도가 너무 크면 학습에 오히려 해가 된다. 특히 학업성취도가 낮은 학생들에게 심각한 인지갈등은 열등감을 높여 학습을 포기하게 하는 요인이 될 수 있다(권재술 등, 2003).
- 4) Piaget(1985)는 Chinn and Brewer의 연구보다 앞서 이와 유사한 연구를 발표한 바 있다. Piaget에 따르면 학생들의 반응은 인지갈등 상황에서 불일치 사례를 무시하는 알파 유형, 자신의 견해를 일부 수정하는 베타 유형, 자기 이론의 핵심적 부분을 수정하는 감마 유형으로 나누어 볼 수 있다. Chinn and Brewer의 연구는 이러한 유형을 좀 더 정교화한 것으로 이해할 수 있다.

- 5) Tsai and Chang(2005)에 따르면, 많은 학생들이 지구와 태양의 거리가 가장 가까울 때가 여름이라는 오개념을 가지고 있다. 이에 갈등 지도를 이용하여 오개념과 모순되는 자료를 보여준 후 학생들 스스로 계절의 변화에 대해 설명하도록 하였는데 이 활동 후 학생들이 효과적으로 오개념을 극복하는 모습을 보였다. Tsai(2003)는 전류와 관련된 오개념을 극복하기 위한 학습에 갈등 지도를 도입하여 그 효과를 검증하였다.
- 6) 차경수·모경환(2008)은 복잡하고 불확실한 현대 사회에서 학생들의 고차사고력 향상이 교육의 중요한 과제라고 주장하며 사회과에서 강조되는 고차사고력으로 탐구력, 의사결정력, 창조적 사고력, 비판적 사고력, 메타인지를 들고 있다. 이들은 특히 최근 들어 메타인지의 중요성이 커지고 있다고 보았다.

참고문헌

- 강석진·이정민·강훈식·차정호·노태희, 2006, “변칙 사례의 제시 방법이 개념 변화 과정에 미치는 영향: 인지적, 정의적, 동기적 측면을 고려하여,” *교육과정평가연구*, 9(2), 77-93.
- 강훈식·최숙영·노태희, 2007, “대안가설이 도입된 인지갈등 전략에서 인지갈등 및 상황흥미와 학습 과정 변인이 개념변화에 미치는 영향,” *대한화학회지*, 51(3), 279-286.
- 권재술·이경호·김연수, 2003, “인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건,” *한국과학교육학회지*, 23(5), 574-591.
- 김민성, 2013, “교사들이 인지하는 고등학생들의 한국지리 오개념,” *대한지리학회지*, 48(3), 482-496.
- 김민성, 2014, “지리 오개념 형성 메커니즘: 고등학생들의 한국지리 오개념을 사례로,” *대한지리학회지*, 49(4), 601-614.
- 김범기·권재술, 1995, “과학개념과 인지갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향,” *한국과학교육학회지*, 15(4), 472-486.
- 김지나·최혁준·권재술, 2002, “정량적 현상제시와 정성적 현상제시에 의한 학생들의 인지갈등 정도,” *한국과학교육학회지*, 22(1), 12-21.
- 김진국·김일기, 1998, “지리 교사들이 제시한 고등학생들의 오개념(misconception) 유형,” *사회과학교육연구*, 5, 169-198.
- 우연경, 2012, “흥미 연구의 현재와 향후 연구 방향,” *교육심리연구*, 26(4), 1179-1199.
- 이정환·박선희, 2002, “초등학생들의 지리 오개념에 관한 연구,” *사회과학교육*, 41(4), 153-181.
- 차경수·모경환, 2008, 「사회과학교육」, 동문사.
- 최숙영·강석진·노태희, 2008, “연소 개념 학습에서 변칙 사례에 의한 인지 갈등 및 상황 흥미가 개념 변화 과정에 미치는 영향,” *한국과학교육학회지*, 28(8), 779-785.
- 수원일보, 2012년 3월 14일, 수원역-서울역 출퇴근 직행열차 운행, <http://www.suwon.com/news/articleView.html?idxno=73151>.
- Baker, R.S., D'Mello, S.K., Rodrigo, M.T., and Graesser, A.C., 2010, Better to be frustrated than bored: the incidence, persistence, and impact of learners' cognitive-affective states during interactions with three different computer-based learning environments, *International Journal of Human Computer Studies*, 68(4), 223-241.
- Beeth, M.E., 1998, Teaching for conceptual change: using status as a metacognitive tool, *Science Education*, 82(3), 343-356.
- Champagne, A.B., Gustone, R.F., and Klopfer, L.E., 1985, Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena, in West, L.H.W. and Pines, A.L. eds., *Cognitive Structure and Conceptual Change*, Orlando, FL: Academic Press, 61-90.
- Chan, C., Burtis, J., and Bereiter, C., 1997, Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change, *Cognition and Instruction*, 15(1), 1-40.
- Chinn, C.A. and 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.
- Clement, J., 1993, Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.

- Craig, S.D., Graesser, A.C., Sullins, J., and Gholson, B., 2004, Affect and learning: an exploratory look into the role of affect in learning with AutoTutor, *Journal of Educational Media*, 29(3), 241-250.
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., and Graesser, A., 2014, Confusion can be beneficial for learning, *Learning and Instruction*, 29, 153-170.
- Dole, J.A. and Sinatra, G.M., 1998, Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge, *Educational Psychologist*, 33(2/3), 109-128.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., and Elivitch, R., 1990, Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change: some implications, difficulties, and problems, *Science Education*, 74(5), 555-569.
- Druyan, S., 2001, A comparison of four types of cognitive conflict and their effect on cognitive development, *International Journal of Behavioral Development*, 25(3), 226-236.
- Festinger, L., 1957, *A Theory of Cognitive Dissonance*, Stanford, CA: Stanford University Press.
- Festinger, L., 1962, Cognitive dissonance, *Scientific American*, 207(4), 93-106.
- Graesser, A.C., Lu, S., Olde, B.A., Cooper-Pye, E., and Whitten, S., 2005, Question asking and eye tracking during cognitive disequilibrium: comprehending illustrated texts on devices when the devices break down, *Memory and Cognition*, 33(7), 1235-1247.
- Graesser, A.C. and Olde, B.A., 2003, How does one know whether a person understands a device? the quality of the questions the person asks when the device breaks down, *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 524-536.
- Guzzetti, B.J., Snyder, T.E., Glass, G.V., and 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), 116-159.
- Hartman, H.J., 1998, Metacognition in teaching and learning: an introduction, *Instructional Science*, 26(1/2), 1-3.
- Hashweh, M.Z., 1986, Toward an explanation of conceptual change, *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Kang, S., Scharmann, L.C., and Noh, T., 2004, Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning, *Research in Science Education*, 34(1), 71-96.
- Kim, M., 2013, The role of gender and academic major on spatial habits of mind (SHOM) in GIS learning, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 13(1), 73-86.
- Kim, M. and Bednarz, R., 2013a, Development of critical spatial thinking through GIS learning, *Journal of Geography in Higher Education*, 27(3), 350-366.
- Kim, M. and Bednarz, R., 2013b, Effects of a GIS course on self-assessment of spatial habits of mind (SHOM), *Journal of Geography*, 112(4), 165-177.
- Kim, S., 1999, Causal bridging inference: a cause of story interestingness, *British Journal of Psychology*, 90(1), 57-71.
- Kuhn, T.S., 1962, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Lee, G., Kwon, J., Park, S.-S., Kim, J.-W., Kwon, H.-G., and 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.
- Lehman, B., D'Mello, S., and Graesser, A., 2012, Confusion and complex learning during interactions with computer learning environments, *Internet and Higher Education*, 15(3), 184-194.
- Levin, I., Siegler, R.S., Druyan, S., and 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.
- 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.
- Mandler, G., 1984, *Mind and Body: Psychology of Emotion and Stress*, New York: W.W. Norton & Company.

- National Research Council, 2006, *Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum*, Washington, DC: The National Academics Press.
- Nielsen, C.P., Oberle, A., and Sugumaran, R., 2011, Implementing a high school level geospatial technologies and spatial thinking course, *Journal of Geography*, 110(2), 60-69.
- Piaget, J., 1985, *The Equilibration of Cognitive Structure: The Central Problem of Intellectual Development*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., and Gertzog, W.A., 1982, Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66(2), 167-199.
- Ridley, D.S., Schutz, P.A., Glanz, R.S., and Weinstein, C.E., 1992, Self-regulated learning: the interactive influence of metacognitive awareness and goal-setting, *Journal of Experimental Education*, 60(4), 293-306.
- Rowell, J.A., Dawson, C.J., and Lyndon, H., 1990, Changing misconceptions: a challenge to science educators, *International Journal of Science Education*, 12(2), 167-175.
- Schunk, D.H., 2008, *Learning Theories: An Educational Perspective*, 5th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Stein, N. and Levine, L., 1991, Making sense out of emotion, in Kessesn, W., Ortony, A., and Craik, F. eds., *Memories, Thoughts, and Emotions: Essays in Honor of George Mandler*, Erlbaum, Hillsdale, NJ: Psychology Press, 295-322.
- Tsai, C.-C., 2000, Enhancing science instruction: the use of 'conflict maps', *International Journal of Science Education*, 22(3), 285-302.
- Tsai, C.-C., 2003, Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits, *International Journal of Science Education*, 25(3), 307-327.
- Tsai, C.-C. and Chang, C.-Y., 2005, Lasting effects of instruction guided by the conflict map: experimental study of learning about the causes of the seasons, *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1089-1111.
- VanLehn, K., Siler, S., Murray, C., Yamauchi, T., and Baggett, W.B., 2003, Who do only some events cause learning during human tutoring?, *Cognition and Instruction*, 21(3), 209-249.
- 교신 : 김민성, 712-702, 경북 경산시 하양읍 하양로 13-13 대구가톨릭대학교 지리교육과 (이메일: geonskim@gmail.com)
- Correspondence : Minsung Kim, 712-702, Hayang-ro 13-13, Hayang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk, Department of Geography Education, Catholic University of Daegu (Email: geonskim@gmail.com)
- 투 고 일: 2015년 5월 15일
심사완료일: 2015년 5월 27일
투고확정일: 2015년 6월 2일

