

# 유전 관련 개념에 대한 고등학생들의 비유 만들기 수업의 적용 효과

김동렬\*

부산해동고등학교

## The Effects of Applying Instruction Using High School Students' Self-Generated Analogies for Concepts in Genetics

Kim, Dongryeul\*

Busan Haedong Highschool

**Abstract:** In this study, we collected teachers' opinions with regard to the effects of the instruction using analogy generation, the disadvantages of the instruction, the problem-solving methods of the instruction, and the teacher's role in it, and accordingly tried to investigate its effectiveness with the analysis of students' academic achievements and motivation, and through the student's interview, after applying the activities of creating generated analogies, finding the difference between the objects and comparisons, and presenting new-known genetics concepts as the students themselves generated analogies. As a result of a teachers' workshop on instruction using analogy development, it was expected to have a positive effect on students' understanding of scientific concepts in genetics, which were found to be difficult for students to understand in learning biology. Students found analogy examples for concepts in genetics in daily life, compared their analogs to those of peers, and examined inconsistencies between targets and analogs through the process of discussion, which finally led to their correct perception of scientific concepts in genetics. In addition, instruction using student-generated analogies proved to have a more positive effect on improving academic achievement and motivating learning, compared with traditional expository instruction.

Key words: analogy, academic achievement, motivation, genetics, scientific concepts, teachers' opinions

### I. 서론

구성주의 관점에 의하면, 학습은 친숙하지 않은 것을 이해하기 위하여 기존의 지식을 바탕으로 새로운 개념을 능동적으로 구성하는 과정으로서, 이미 알고 있는 것과 학습해야 할 새로운 지식 사이에서 유사점을 이끌어 내는 것이 필수적이다(권혁순, 2000; Harrison & Treagust, 1993). 이러한 학습의 관점에서 보면 새로운 것을 이미 알고 있는 지식에 능동적으로 접목시키는 구성주의적 학습의 과정과 친숙하지 않은 것을 친숙한 것으로 비교하여 설명하는 비유는 그 성격에 있어 대단히 유사하다(김영민, 박승재, 2001). 따라서 수업에서도 학생들에게 익숙한 상황이나 사물을 제시하여 비유적 추론을 유도함으로써 개념 습득을 도모하는 방법이 많이 사용되고 있다(권혁순, 2000; 김영민, 박승재, 2001).

비유는 새로운 개념을 학습하는 과정에서 보다 친숙하게 접근할 수 있는 소재를 활용하여 효과적인 개념 구조 파악이 가능하다는 점에서 그 교육적 활용이 강조되고 있다(노태희 등, 1998; Dagher, 1995). 특히, 비유의 사용은 단순히 새로운 영역의 학습을 돕거나 용이하게 하는 것뿐만 아니라 세상을 보는 새로운 관점을 열어주는 비유물을 재구성하게 하기도 하고, 서로 다른 대상을 동시에 이해하는 활동을 통해 창의적 사고 및 창의적 문제 해결력을 기르는데 효과적이다(Glynn, 1991).

학교 현장에서는 학생들이 이해하기 어려운 개념들이 종종 있어 과학을 어렵게 생각하게 하는 경향이 있다(최선영, 2006). 이것은 학생들이 배우는 개념들이 생소하거나 자신의 일상과는 다르게 정의하고 있기 때문이다. 따라서 과학개념을 친숙한 실생활 소재와 연결시킬 수 있는 비유를 사용한다면 더욱 효과적인 과학 수업이 이루어질 수 있을 것으로 본다(김동렬, 2008).

\*교신저자: 김동렬 (ahabio@hanmail.net)  
\*\*2008.01.22(접수) 2008.06.11(1심통과) 2008.07.01(2심통과) 2008.07.10(3심통과) 2008.07.10(최종통과)

비유가 학습에서 갖는 이러한 긍정적 효과 때문에 교사나 학생들은 의도적으로, 때로는 비의도적으로 비유를 사용한다. 그런데 비유물과 목표물 사이에는 근본적인 차이가 존재하기 때문에 비유를 사용할 때 주의를 기울여야 하며, 목표 개념에 대한 비유물의 선택이 적절하지 않거나 비유를 사용하는 방식이 올바르지 못한 경우에는 그 효과가 제한될 수 있다(Rule & Furletti, 2004). 비유가 목표 개념, 개념 특성, 개념의 예 등에 대한 구분이 없이 비체계적으로 사용되면 혼란을 야기시키는 결과를 초래하기도 하며(김희백 등, 2001; Glynn *et al.*, 1995), 학생들은 비유물 자체나 대응 관계에 대한 이해가 부족한 경우 개념 이해에 도움이 되지 못하거나 오히려 오개념을 유발할 수도 있는 것으로 보고되고 있다(권혁순 등, 2004; 변순화 등, 2007; Else *et al.*, 2003). 또한 교사가 비유를 제시하고 설명하는 기존의 방식은 비유물이나 대응 관계에 대한 학생들의 이해 여부를 충분히 고려하지 못하는 것으로 지적되었다(변순화 등, 2007; Rule & Furletti, 2004).

이런 교육적 맥락에서 학생들에게 보다 친숙한 소재로 비유물을 구성하고 학습과정에서 학생들의 능동적인 참여를 유도할 수 있는 학생 중심의 비유 수업으로 전환할 필요가 있다(변순화 등, 2007; Walczyk & Ramsey, 2003). 즉, 학생 스스로 비유를 만들고 수정하게 하는 활동은 그 과정에서 학생들이 이미 가지고 있는 과학개념을 드러낼 수 있고, 자신의 경험에 비추어 개념을 이해하는 기회가 되기 때문이다(최경희, 2004). 그러나 아직까지 국내의 생물교육 연구에서는 학생 스스로 비유를 생각해 내도록 한 수업이나 그 효과의 검증에 대한 연구가 많이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

지금까지 과학 수업에서 사용되어 온 비유가 주로 교사에 의해 일방적으로 제시된 것임에 비해, 학생들이 지적 수준이 서로 비슷한 또래집단과 함께 만드는 비유는 상호주관성을 보다 수월하게 형성하여 과학 개념을 보다 쉽게 이해할 것으로 기대된다(최경희, 2004).

특히, 유전 개념은 눈으로 관찰할 수 있는 현상과 달리 대단히 추상적이고, 세포·생식·발생 등의 다른 개념들과 밀접하게 연관되어 복잡한 개념 구조를 갖는다. 따라서 학생들은 이와 같은 유전 개념을 학습하기에 상당한 어려움을 겪는다고 많은 연구에서 보고하고 있다(김희백 등, 2002; 정완호, 차희영, 1994). 즉, 학생은 유전 단원을 학습하는 데 있어 많은 오개념을 가지게 되고 학습 곤란을 경험하게 된다(이은정 등, 2006). 따라서 이러한 문제를 극복하고 학생들이 자신의 사전

지식과 비교하면서 새로운 개념을 구성하여 유전 관련 개념을 이해하기 위한 효과적인 비유 만들기 수업이 필요하다.

본 연구에서는 우선, 비유 만들기 수업에 대한 효과 측면, 문제점 측면, 문제점해결 방법 측면, 교사의 역할 측면의 생물 교사들의 의견을 수렴하였다. 이를 바탕으로 학생들로 하여금 유전 관련 개념인 세포의 구성, 염색체, DNA와 염색체 구성, 연관과 교차, 염색체 구조 이상에 대한 비유 창안하기, 목표물과 비유물 사이의 불일치 점 찾아내기, 새롭게 알게 된 유전 개념 발표하기 단계로 수업을 실시하여 유전 개념에 대한 학생들의 학업 성취도와 학습동기 검사, 학습동기 측면의 학생 면담을 통하여 학생들의 비유 만들기 수업의 효과를 알아보고자 하였다.

본 연구의 결과는 다양한 추상적이고 위계적인 사고를 요하는 내용이 많은 유전 단원의(김동렬 등, 2006) 교수·학습 전략을 모색하는데 의미있는 시사점을 제공해 줄 수 있을 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서는 부산시 소재 인문계 고등학교 1학년 4개 학급의 학생 120명을 대상으로 2개 학급은 실험집단(60명), 2개 학급은 통제집단(60명)으로 구성하였다. 실험집단은 비유 만들기 수업을 실시하였고, 통제집단은 수업 내용의 전개에 있어서 비유를 전혀 사용하지 않고 교과서에 제시된 내용에 따른 전통적 설명식 수업을 실시하였다. 다만, 조별활동에 대한 영향을 통제하기 위하여 통제집단은 실험집단과 동일한 인원수로 구성된 조별 토론으로 교과서의 유전 개념을 해석하는 시간을 갖도록 하였다.

### 2. 연구 절차

본 연구는 선행 연구 조사, 비유 만들기 수업 설계에 대한 워크숍 실시, 사전 검사, 수업 실시, 사후 검사, 결과 처리 및 분석 순으로 진행되었으며 자세한 내용은 그림 1과 같다.

효과적인 비유 만들기 수업 과정 설계를 위해 우선 고등학교 생물 I 유전 단원에서 비유가 제시되어 있는 교과 내용을 찾아 분석을 하였다. 분석 결과 교과내용에는 언어와 그림으로 같이 표현하는 체계적인 비유를 통해 유전 개념을 학습하는 예는 찾을 수 없었다(정화숙 등, 2004). 따라서 현직 중학교 생물교사 3명과 고

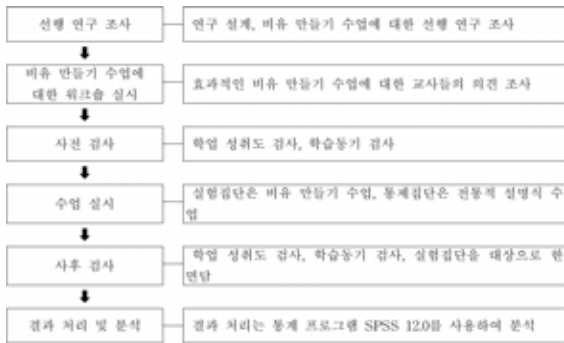


그림 1 연구 절차

등학교 생물교사 5명과 함께 3시간 동안 워크숍을 실시하여 학생들이 직접 유전 관련 개념에 대해 비유를 만드는 수업에 대한 효과성, 문제점 및 해결방안, 교사의 역할 등의 의견을 조사하였으며, 교사들의 의견과 비유 만들기 수업에 대한 선행연구 결과를 바탕으로 비유 만들기 수업 과정을 설계하고 이를 현장에 적용하여 효과를 확인하였다.

### 3. 비유 만들기 수업 방법

비유 만들기 수업의 효과를 알아보기 위해 본 연구에서는 유전 개념에 대한 비유를 학생들이 스스로 만들어 보는 학습을 실시하였다. 비유 만들기 수업은 유전 관련 개념에 대한 교사에 의한 기본 개념 전달 후, 비유 만들기, 목표물과 비유물 사이의 불일치 점 찾아내기, 새롭게 알게 된 유전 개념 발표하기 단계로 수업을 진행하였다. 유전 개념에 대해 비유 만들기 수업은 학생 5명을 한 조로 구성한 후 서로 대화를 하면서 의견 교환, 토론 등의 과정을 통해 비유물을 만들도록 하였으며, 5차시에 걸쳐 실시하였다.

비유 만들기 단계는 유전 개념을 더 잘 이해하기 위해 학생들 스스로 비유를 만드는 단계로 학생들의 선지식을 끌어내고 그것을 새 상황과 연결시키도록 하였다. 계속적으로 그 과정을 순환함으로써 학생들은 스스로 다양한 비유물을 만들게 된다. 이때 학습자가 비유물의 외형적 특징보다는 비유물과 목표물에 있는 관계적 특성이 유사성에 주목하여 대응시키도록 하였다.

목표물과 비유물 사이의 불일치 점 찾아내기 단계는 비유물을 유전 개념에 적용해 보고 유전 개념들을 설명하는데 있어서 비유물의 적절성을 토론하여 비유물과 목표물과의 차이점을 지적한다. 즉, 비유와 맞지 않는 것이나 확대 해석되는 것을 지적하여 학생들이 만들어낼지 모르는 오개념에 주의하도록 하고, 자신의 조가 개발한 비유의 적절성과 한계점에 대해 다른 조와

함께 토론하면서 유전에 대한 과학 개념을 이해할 수 있도록 하였다.

새롭게 알게 된 유전 개념 발표하기 단계는 사전에 알고 있었던 유전에 대한 개념과 비유 만들기를 통해 알게 된 개념 사이의 차이점과 잘못 알고 있었던 개념에 대해 확인하는 단계이다. 각 조의 비유 만들기 활동 과정을 통해 학생들이 유전 개념에 대하여 어떤 점을 모르고 있었고, 어떤 점을 잘못 알고 있었는지 스스로 확인해 보도록 하였다.

비유 만들기 수업에서의 교사의 역할은 교실 전체를 순회하며 유전 개념의 혼동으로 비유 만들기의 소재 선정에 곤란을 겪거나, 완성되지 않은 비유물이나 개발된 비유물과 유전 개념의 유사점과 한계점을 인식하는데 어려움을 느낀 경우에 이미 학습한 유전 개념을 다시 설명하도록 하거나 개념 학습 시 제시했던 비유물을 다시 확인하도록 유도하는 것이었다. 교사는 이 과정에서 학생들이 반성적 사고를 하게하는 발문 및 피드백을 통해 학생들 스스로 만든 비유를 수정하거나 발전시킬 수 있도록 이끌었다. 또한 유전 개념에 대해 학생들이 비유를 만들도록 하는 수업을 실시한 후에는 학생들에게 과학적 개념과 만든 비유 사이에 본인들이 인식하지 못한 차이점이 있을 수 있으므로 모든 상황에 비유를 적용하여 해석하는 것은 위험한 것이라는 설명을 통해 비유의 한계에 대해 인식시켰다(최경희, 2004).

### 4. 비유 만들기 수업의 효과 검증을 위한 검사 도구

#### 1) 학업 성취도 검사

본 연구에서 사용된 학업성취도 검사도구로는 Bloom의 이원 목적 분류표에 따라 이해, 지식, 적용, 분석, 종합, 영역이 포함된 유전 관련 개념인 세포의 구성, 염색체, DNA와 염색체 구성, 연관과 교차, 염색체 구조 이상 내용과 관련하여 사전검사 20문항과 실험처치 한 유전 학습내용의 수업목표에 적합한 사후검사 20문항을 객관식 5지 선다형으로 작성하였고, 각 문항을 5점으로 하여 총 100점 만점으로 계산하였다. 사전·사후 검사지의 문항은 달리하여 사전 검사의 영향을 최소화하고자 하였다. 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 각각 .79, .80로 나타났다. 검사 시간은 40분으로 하였다.

#### 2) 학습동기 검사

사전·사후 학습동기 검사는 Keller, Subhiyah(1993)의 The Course Interest Survey를 수정·보완하여 사용하였고, 검사지 내용은 주의집중 8문항, 관련성 8문

항, 자신감 8문항, 만족감 8문항으로 총 32문항으로 구성되었다. 동기 수준 검사지의 문항형식은 Likert 5간 척도이고 동기 수준 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 .81이었다. 검사 시간은 30분으로 하였다.

### 3) 면담

유전 개념에 대한 비유 만들기 수업이 학습동기 하 위요소인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감 영역 별로 어떻게 도움을 주었는지 알아보기 위해 조사자의 주관을 배제하고 실험 집단에 속해 있는 모든 학생들이 선택될 기회를 동일하게 한 실험 집단 61명 중 무선 표집된 9명의 학생을 대상으로 실시하였다.

## 5. 자료 분석

비유 만들기 수업의 효과를 알아보기 위한 학업 성취도, 학습동기 검사 결과는 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 사전 검사결과를 공변인자로 하는 공변량 분석을 실시하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 비유 만들기 수업에 대한 교사 의견 조사

생물교육에서 비유를 교수·학습의 전략으로 효과적으로 활용하기 위해서는 어떠한 전략으로 비유를 사용

하였을 때 학습 효과가 최대화될 수 있는지, 비유 만들기 수업에서의 문제점과 해결방법 및 교사의 역할이 중요하다고 판단되므로 이에 대한 8명의 중등학교 생물교사들의 의견을 수렴하였다.

비유 만들기 수업에 대한 교사들의 워크숍의 결과를 정리하면 표 1과 같다.

비유 만들기 수업의 효과 측면과 관련하여 교사들은 학생들이 스스로 비유를 만들어 봄으로써 유전 개념에 대한 기억이 오래갈 것이며, 탐구력 및 흥미유발에 효과적일 것이라는 의견을 보였다. 특히 생물 학습에서 유전과 관련된 내용은 학생들이 가장 어려워하고(문두호 등, 2006; 강혜정 등, 2005), 유전학의 내용 구조가 다른 생물분야와는 달리 복잡하게 구성되어 있고 이러한 복잡 다양한 지식이 문제 해결 수행에 이용되어야 하기 때문에(문두호 등, 2006), 유전 개념 이해를 위해 비유 만들기 수업에 대해 긍정적인 의견을 보였다.

그러나 이런 긍정적인 효과에도 불구하고 비유 만들기 수업 전략이 부족하다는 점과 부적절한 비유는 오개념을 유발할 수 있다는 문제점들도 지적하였다. 또한 비유 만들기 수업 후 개발된 비유에 대한 평가 기준이 미비하다는 문제점들도 지적하였다. 따라서 비유 만들기 수업 전략으로 조별활동을 통해 학생들 스스로 비유 만들기 시 어려운점과 문제점들을 보완하고, 원활한 비유 만들기를 위해 사전에 기본 개념에 대한 학습의

표 1

비유 만들기 수업에 대한 워크숍 결과

워크숍 내용	의견
효과 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흥미유발, 탐구력, 집중력 강화</li> <li>· 조별활동을 통한 문제해결력 신장</li> <li>· 파지에 효과적일 것임</li> <li>· 어려운 과학적 개념 이해에 효과적일 것임</li> </ul>
문제점 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 비유 만들기 수업 전략 부족</li> <li>· 부적절한 비유는 오개념 유발 가능</li> <li>· 수업이 산만해질 수 있음</li> <li>· 기본 지식이 없는 학생들에게는 어려운 수업일 수 있음</li> <li>· 평기기준 마련이 어려움</li> </ul>
문제점 해결 방법 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 조별 사전활동으로 적절하게 시간 조절 가능</li> <li>· 수업 내용이 비유 수업이 가능한지 사전 검토 필요</li> <li>· 비유 만들기 → 목표물과 비유물의 유사점과 차이점 분석 → 적절성 확인 단계의 수업 진행이 좋겠음</li> <li>· 비유의 제한점을 미리 인식시킬 필요가 있음</li> <li>· 형성평가를 통한 비유 만들기 수업의 학습 효과 확인</li> <li>· 비유 수업 전 기본 개념에 대한 지식 전달 필요</li> </ul>
교사의 역할 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 예시 제시로 비유 만들기에 대한 부담감을 줄여줄 필요 있음</li> <li>· 비유물과 목표물의 유사점과 차이점을 표로 정리하게 할 필요가 있음</li> <li>· 수업 후에는 오개념 검증 과정이 필요함</li> <li>· 적절한 조편성과 조별활동을 통한 협동적이고 상보적인 비유 만들기 수업이 필요함</li> </ul>

필요성과, 비유 만들기 수업 후에는 형성평가를 통한 학습 내용의 이해 정도도 확인할 필요가 있다는 의견을 보였다. 비유 만들기 수업에서의 교사의 역할로는 학습할 주제가 비유 만들기 수업으로서 적절한지, 예시 제시를 통한 비유 만들기에 대한 부담감을 줄여주고, 조별활동을 위한 적절한 조편성이 필요하다는 의견을

보였다. 또한 이미 알고 있는 것과 새로운 것, 친밀한 것과 생소한 것 사이의 유사성을 찾는 과정이 개념 변화가 일어나는 핵심적인 과정이라고 할 수 있으므로 (이원경, 김희백, 2007), 비유물과 목표물간의 유사성과 차이점을 표로 정리해보는 시간을 갖도록 하는 교수·학습전략이 필요하다는 의견도 보였다.

목표물	비유물
세포 → 핵 → 염색체 → DNA → 유전자	

그림 2 세포의 구성 대한 비유 만들기

목표물	비유물
	<p>상동염색체 →  이유: 치카손은 상동염색체처럼 같은 쌍이다. &lt;전가상&gt;</p> <p>상염색체 →  이유: 키가 큰놈처럼 (성)의 차이. 상염색체라는 것이 없다. &lt;위도&gt;</p> <p>2가염색체 →  이유: 서로 짝지으면 같은 쌍이 해서 같은 쌍이려면 같은 쌍이 2개이므로 2가 염색체이다. &lt;4각전가상&gt;</p>
상동염색체 성염색체 상염색체 2가염색체	<p>상동염색체 →  특징: 같은 쌍이지만 쌍의 유전물질은 유전자 쌍이 다르다. &lt;위도&gt;</p> <p>상염색체 →  특징: 독립형의 조직은 서로 다른 쌍이므로 22쌍이 된다. &lt;위도&gt;</p> <p>성염색체 →  특징: 같은 유전자 쌍이지만 X, Y로 구분. &lt;위도&gt;</p> <p>2가염색체 →  특징: 쌍이 같은 쌍이 아니다. &lt;위도&gt;</p>

그림 3 염색체 대한 비유 만들기

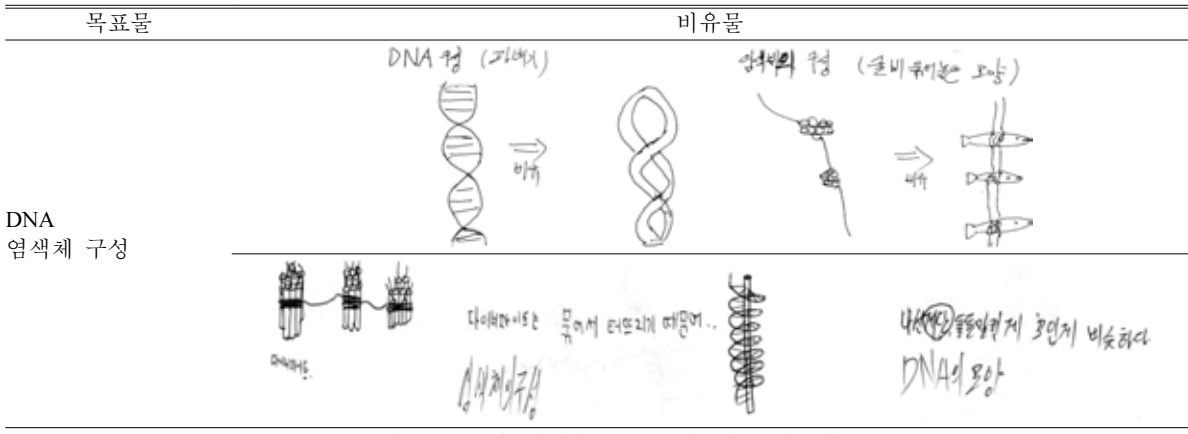


그림 4 DNA와 염색체 구성 대한 비유 만들기

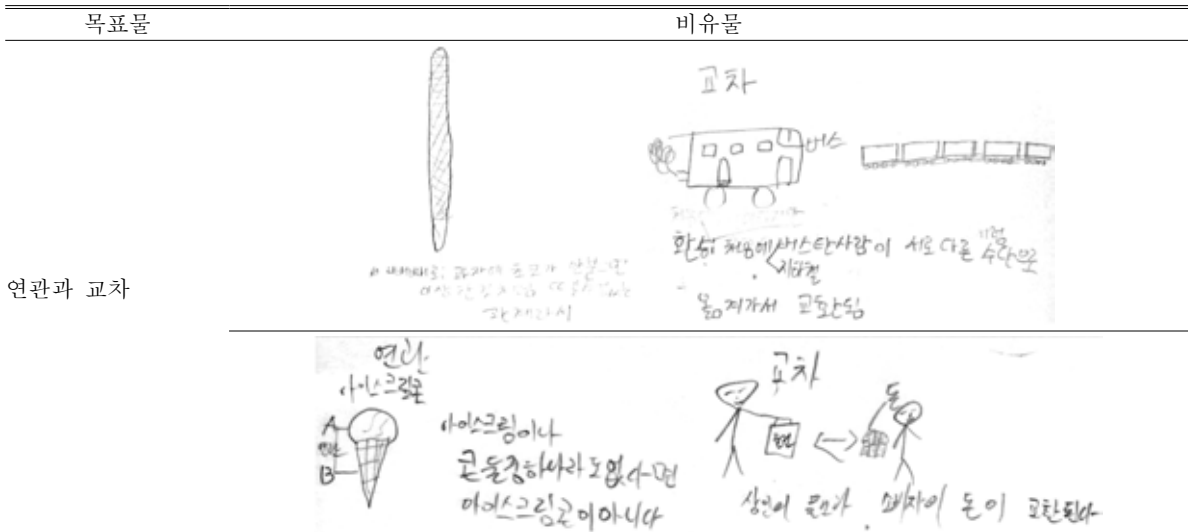


그림 5 연관과 교차 대한 비유 만들기

**2. 학생들의 비유 만들기 결과**

**1) 비유 만들기**

그림 2~6은 비유 만들기 수업 주제로 적합하다고 판단된 세포의 구성, 염색체, DNA와 염색체 구성, 연관과 교차, 염색체 구조 이상에 대해 학생들이 만든 비유물의 예이다.

세포의 구성에 대한 비유에서는 대부분 학생들이 크기별로 나열하는 식의 비유를 많이 하였으며 기능과 특징까지 비유하는 데는 많이 어려워하였다. 염색체는 젓가락이나 가위를 활용한 비유가 많았으며, 특히 상동 염색체 비유에서는 대부분 학생들이 상동염색체는 유전자까지 동일한 것으로 알고 있는 학생들도 있어 적절하지 못한 비유가 많았다. 상염색체 비유에서는 해당하는 비유물을 찾기를 가장 힘들어했다. 2가염색체에

대해서는 대부분 학생들이 비유물의 선정 이유를 과학적 개념으로 설명하는 상황으로 보아 학생들이 올바른 과학적 개념을 가지고 있음을 알 수 있었다. DNA와 염색체 구성 비유에서는 DNA를 파배기나 나선형 계단에 많이 비유를 하였으며, 염기사이의 수소결합은 팔레집게에 많이 비유 하는 것을 보았을 때 DNA에 대해서는 올바른 과학적 개념을 가지고 있음을 알 수 있었다. 염색체 구성은 굴비체나 다이너마이트 등에 비유하였다. 연관에 대한 비유에서는 대부분 학생들이 실생활 소재로 쉽게 비유물을 만들어 내는 것을 확인할 수 있었으나, 염색체에 연관된 유전자를 두 가지만 나타내는 학생들이 많았다. 교차에 대한 비유에서는 지하철과 버스간의 환승, 물물교환 등의 비유물로 만들어 냈으나, 일부 학생들은 일상생활에서의 교차의 개념과 유전

목표물	비유물
염색체 구조 이상	<p>1. 결실 목려의 예이다.  네가자 시가 → 네가자 길은 시가 변한다. (36이 2명이 때로 33으로 변한다.)</p> <p>3. 역위. 리코어.  ● 유전자순서 0 → 유전자순서 0 같은 연한 색이 만나서 일어나 2개가 된다.</p> <p>2. 중복. 셈 (점수) 10명이 학생중에서 2명씩 복싱이 경수아 후이면 2명은 중심이 되서 공통 중수가 된다. (36이 2명이 때로 33으로 변한다.)</p> <p>4. 전위 2개  이 두 부분이 인접해서 2개가 되는 일이 완전하게 놓인다.</p>

그림 6 염색체 구조 이상 대한 비유 만들기

표 2

목표물과 비유물의 불일치 점

	목표물과 비유물의 불일치 내용
세포 → 핵 → 염색체 → DNA → 유전자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵은 세포의 중심이다. 하지만 핵에 비유시켜 놓은 부산은 우리나라의 중심이 아니다.</li> <li>• 크기 측면에서만 비유한 경우이며, 기능이나 역할은 일치하지 않는다.</li> <li>• 실제로 세포는 여러 개인데 우리나라는 하나밖에 없다.</li> <li>• 실제로 염색체는 여러 개인데 우리학교는 하나밖에 없다.</li> <li>• 일단 포함관계가 그 대상의 내부에 있는 것이 아니라 그 하위개념으로 내려가고 있다.</li> </ul>
염색체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상동염색체는 서로 유전자 정보가 조금씩 다를 수 있지만 것가락은 완전히 똑같다.</li> <li>• 굴비세트는 8개로 묶지 않고 굴비마다 속살의 양이 다르다.</li> <li>• 축구에서 포지션별로 서로 짝은 맞지만 실제 사람의 염색체 수와 다르며 크기도 다르다.</li> <li>• 분필은 잘 부러지고 복제되기가 어렵다.</li> </ul>
DNA와 염색체 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 염색체는 붙여도 터지지 않는다. 그러나 다이어마이트는 터지면 없어진다.</li> <li>• DNA 모양은 계단보다 불규칙한 형태이고 쇠로 되어있지도 않고 중간에 수소 연결로 서로 다른 염기가 연결되어야 하는데 나선형다리에는 염기도 없다.</li> <li>• 염색체는 8개의 히스톤 단백질로 묶어 있지만 굴비는 하나라는 것</li> <li>• 파배기로는 염기간의 수소결합을 설명할 수 없다.</li> <li>• 실제 DNA는 상당히 길지만 비유물은 실제 DNA의 길이와 일치하지 않는다.</li> </ul>
연관과 교차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뼈빠로에는 초코가 굳이 없어도 되지만 염색에 유전자는 꼭 존재한다.</li> <li>• 물물교환 하는 사람은 22쌍이 아님</li> <li>• 염색체에 유전자는 두개만 있는 것이 아니라 다양하다.</li> </ul>
염색체 구조 이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동석차가 생겨도 순위를 결정하는 데에는 문제가 없다.</li> <li>• 다른 레고가 붙더라도 모형에는 큰 영향을 준다는지 무너지지 않는다.</li> <li>• 전좌는 비상동염색체 사이에 일부가 교환되는 것인데 원플러스원 피자는 크기와 모양, 재료가 똑같고 일부의 교환을 설명하기 어렵다.</li> <li>• 결실은 염색체 일부가 없어져 이상이 나타난 경우이나 전선은 끊어지면 다시 이어주면 아무런 문제가 없다.</li> </ul>

에서의 교차의 과학적 개념을 혼동하고 있다는 사실을 알 수 있었다. 학생들은 염색체 구조 이상에 해당하는 비유물은 과학적 개념의 설명에 적합하였으며 비유물을 과학적 개념과 대응하여 설명하는 상황으로 보아 학생들이 올바른 과학 개념을 가지고 있음을 알 수 있었다.

**2) 목표물과 비유물의 불일치 점 찾아내기**

표 2는 목표물과 비유물의 불일치 점에 대한 조별 토의한 결과의 일부분을 정리한 것이다.

학생들은 유전 관련 개념과 비유물의 차이점이나 비유물의 한계에 대해 제시하는 점에서 다양한 의견을 제시하였으며 일부 학생들은 개발한 비유를 수정하여 새롭게 개발하기도 하였다. 각 조에서 이미 교사의 설명을 통해 유전 개념을 완전히 혹은 부분적으로 이해한 학생들은 다른 학생들에게 설명해주는 과정을 통해 더욱 확실하게 할 수 있었으며, 유전 관련 개념에 대해

이해하지 못하던 학생들도 다른 동료 학생들과의 대화를 통해 유전 관련 개념에 대해 더 깊이 이해할 수 있게 되었다.

과학 개념을 배우기 어려운 이유 중의 하나는, 자연 현상에 대한 학생들의 직관적 설명과 과학적 설명 사이에 존재하는 불일치 때문이다(권성기, 임청환, 2001). 즉 학생들의 사전 지식이 새로운 정보 획득을 촉진할 수 있는 다른 학습 영역과는 다르게 과학학습에서는 사전 지식이 학습을 방해할 수 있다. 비유 만들기 수업에서는 학생들은 일상생활 속 소재나 경험으로부터 비유물을 선택한다. 만약 비유물이 학생의 경험 안에 없으면 비유는 새로운 개념의 설명에 도움을 주기보다는 혼돈만 가중시킬 것이다. 따라서 적당한 비유물을 선택할 수 있도록 교사는 학생들에게 사전에 불일치점에 대한 예시를 제시하는 것도 오개념을 최대한 줄이고 과학적 개념 이해를 증가시키기 위한 적절한 방법일 수 있을 것으로 판단된다.

**표 3**  
비유 만들기를 통해 새롭게 알게 된 유전 개념에 대한 결과

	새롭게 알게 된 점
세포→핵→염색체 →DNA→유전자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵 안에 염색체가 하나만 있는 줄 알았다.</li> <li>• 염색체 안에 유전자가 포함되어 있는 줄 몰랐다.</li> <li>• 세포와 DNA를 별개로 생각했는데 세포 속에 DNA가 있는 것을 알았다.</li> <li>• DNA와 염색체가 비슷한 개념인 줄 알고 있었다.</li> <li>• 처음엔 세포가 가장 작은 단위라 생각했었다.</li> </ul>
염색체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상동염색체는 유전정보도 같은 줄 알았다.</li> <li>• 상염색체가 1번 쌍부터 22번 쌍으로 가면서 크기가 달라지는 점을 몰랐다.</li> <li>• 2가 염색체가 무엇인지 제대로 알게 되었다</li> <li>• 모든 염색체들이 거의 다 비슷한 줄 알았고, 종류도 잘 몰랐는데 이번 수업으로 인해서 염색체들의 다양한 모양과 종류를 알게 되었다.</li> </ul>
DNA와 염색체 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA가 가장 작은 단위인 줄 알았는데 그 안에 히스톤 단백질, 뉴클레옴 등이 있었다.</li> <li>• 그냥 염색체 하나하나가 따로따로 떨어져 다른 세포에 존재하는 줄 알았다.</li> <li>• DNA는 규칙성이 있는 이중나선구조라는 걸 알게 되었다.</li> <li>• 히스톤 단백질 8개씩 작은 묶음을 이루어 염색체를 구성한다는 사실을 알았다.</li> </ul>
연관과 교차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연관은 비슷한 유전물질끼리 사이의 관계를 말하는 것인 줄 알았는데 특정 유전물질이 같이 다니는 것이었다.</li> <li>• 연관은 서로 관련이 있는 것으로 교차는 서로 겹치는 것으로 알고 있었는데 연관은 유전자가 염색체에 같이 있는 것이고 교차는 서로 교환이 일어나 다양한 자손을 만든다는 것을 알았다</li> <li>• 한 염색체에 한 유전자만 있는 줄 알았다.</li> <li>• 교차가 유전정보의 교환이라는 사실을 알았다</li> <li>• 교차로 인해 다양성이 생긴다는 것을 알았다.</li> <li>• 교차라고 하면 흔히 교차로나 도로 같은 것이 연상되나 유전의 경우에는 2가 염색체가 결합하여 유전정보를 교환하여 다양한 종을 낳을 수 있다는 것을 알았다.</li> </ul>
염색체 구조 이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 염색체 돌연변이가 단순히 그 수가 많거나 적으면 일어나는 줄 알았는데 염색체의 구조 이상에 의해서도 돌연변이가 일어난다는 것을 알았다.</li> <li>• DNA 분자 배열 상태가 다르거나 하면 돌연변이가 생기는 것을 알고 있었지만 염색체 구조의 일부에 이상이 생겨도 돌연변이가 발생한다는 것은 처음 알았다.</li> </ul>



3) 새롭게 알게 된 유전 개념에 대한 결과

표 3은 유전 개념에 대한 비유 만들기 결과 학생들이 새롭게 알게 된 유전 개념을 정리한 것이다.

비유는 새로운 개념이 어떤 측면들을 예측하고 설명하는데 올바르게 사용되어질 수 있지만, 어떤 점에는 오히려 부적절한 비유로 인해 이 때 오개념이 생길 수 있다(권성기, 임정환, 2001). 따라서 비유 만들기 수업에는 잘못 알고 있었던 지식과 새롭게 알게 된 지식에 대한 교사-학생, 학생-학생 간의 토론을 통해 검증할 필요가 있다.

본 연구에서 실시한 학생들의 비유 만들기 수업은 적절한 교사-학생 상호작용을 통하여 학생들의 오개념을 본인 스스로 인식하게 하고, 과학적 개념으로 변화시키는 것을 가능하게 함을 알 수 있었다. 본 연구에서는 교사의 발문에 답하는 과정 혹은 학생들로 하여금 자기 반성적 사고를 하도록 유도하였으며, 이 과정에서 일부 학생들은 자신이 가지고 있는 개념이 오개념임을 인식하고 수정할 수 있었으며, 자신의 오개념을 스스로 인식하지 못한 경우라도 다른 동료나 교사에 의해 오개념이 드러난 경우, 이에 대한 토론 과정을 통해 오개념이 수정되기도 하였다. 또한 유전 관련 개념에 대해 이해한 학생들은 동료들에게 자신이 이해한 내용을 설명해 주는 과정을 통해 자신의 개념을 더욱 확실하게 할 수 있었으며, 이해하지 못하던 학생들도 동료 학생들과의 대화를 통해 유전 관련 개념에 대해 이해할 수 있게 되었다.

3. 비유 만들기 수업의 효과

1) 학업 성취도 검사 결과

수업 내용의 전개에 있어서 비유를 전혀 사용하지 않고 교과서에 제시된 내용에 따른 전통적인 설명식 방법으로 수업을 한 통제집단과 비유 만들기 수업을 한 실험집단의 학업성취도에 대한 사전 검사 및 사후 검사 결과는 표 4와 같다. 사전 검사에서 실험집단의 평균점수는 53.83점, 통제집단은 52.91점이었고, 사후 검사에서는 실험집단이 69.60점, 통제집단은 62.58점이었다. 사전 검사에 비해 사후 검사에서 실험집단은 15.77점 향상되었고, 통제집단은 9.67점 향상되었다. 이러한 점수 차이가 유의미한 지 알아보기 위하여 공변량 분석을 한 결과 표 5와 같이 두 집단간 유의미한 차이가 나타났다( $p<.01$ ). 즉, 비유 만들기 수업이 전통적인 설명식 방법의 수업보다 학생들이 유전 개념을 이해하는데 효과가 있다는 것을 알 수 있었다.

이러한 결과는 고등학생들을 대상으로 광전효과에 대

표 4  
학업 성취도의 사전사후 검사

집단구분	인원	사전		사후	
		평균	표준편차	평균	표준편차
통제집단	60	52.91	12.42	62.58	15.02
실험집단	60	53.83	12.15	69.60	11.60
전체	120	53.37	12.29	66.09	13.31

표 5  
학업성취도에 대한 공변량 분석 결과

변량원	제곱합	자유도	평균 제곱합	F	p
공변인 (사전검사)	267.699	1	267.699	1.491	.224
주효과 (집단간)	1428.085	1	1428.085	7.955	.006**
오차	21003.285	117	179.515		
전체	22747.992	119			

\*\* $p<.01$

한 비유물을 스스로 개발하게 하는 수업을 통해 새로운 개념을 기억하고 과학 개념을 이해하는데 효과적이었다는 류수경(2005)의 연구 결과와 일치하며, 유전 개념에서 비유 수업 결과 설명식 수업 집단보다 비유 수업 집단이 학업 성취도 향상에 효과가 있었다는 Baker, Lawson(1995)의 결과와도 일치한다.

따라서 비유 만들기 수업은 생물교육에 있어서 새로운 학습방법을 제공하며 학생 스스로 경험이나 일상생활과의 연결을 통해 관계적으로 학습하도록 하여 유전 개념 학습에 도움을 준 것으로 판단된다.

2) 학습동기 검사 결과

통제집단과 실험집단의 사전·사후 학습동기 검사 결과는 표 6과 같다.

이러한 점수 차이가 유의미한 지 알아보기 위하여 공변량 분석을 한 결과(표 7), 주의집중( $p<.01$ ), 관련성( $p<.05$ ), 자신감( $p<.01$ ), 만족감( $p<.01$ ) 모든 영역에서 두 집단간 유의미한 차이가 나타났다.

동기유발은 효과적인 학습에서 필수적인 요소이다(Tayer & Coll, 2007). 이에 비유 만들기 수업은 학생들로 하여금 수업시 학습 과제에 대한 주의를 집중시키고 학습자의 요구나 흥미에 학습내용을 관련시키고, 학습자에게 새로운 사실을 학습할 수 있다는 자신감과 학습에 대한 만족감을 갖도록 하여 전통적 설명식 수업보다 학습자의 학습동기 유발에 더 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

**표 6**  
동기유발 요소에 대한 사전사후 검사

동기유발 요소	집단구분	인원	사전		사후	
			평균	표준편차	평균	표준편차
주의집중	통제집단	60	23.65	4.93	25.46	5.82
	실험집단	60	23.78	5.25	29.56	4.80
	전체	120	23.65	4.93	25.46	5.82
관련성	통제집단	60	23.21	5.00	25.18	5.90
	실험집단	60	23.13	5.09	27.81	5.26
	전체	120	23.43	4.96	25.32	5.86
자신감	통제집단	60	22.93	5.62	25.18	5.79
	실험집단	60	22.98	5.01	30.20	4.83
	전체	120	23.18	5.29	25.25	5.83
만족감	통제집단	60	23.55	5.60	27.13	6.18
	실험집단	60	24.11	5.53	30.25	4.50
	전체	120	23.36	5.45	26.19	6.00

**표 7**  
동기유발 요소에 대한 공변량 분석 결과

동기유발 요소	변량원	제곱합	자유도	평균 제곱합	F	p
주의집중	공변인(사전검사)	38.386	1	38.386	1.351	.247
	주효과(집단간)	500.551	1	500.551	17.622	.000**
	오차	3323.280	117	28.404		
	전체	3865.967	119			
관련성	공변인(사전검사)	41.458	1	41.458	1.329	.049
	주효과(집단간)	209.568	1	209.568	15.405	.011*
	오차	3650.509	117	31.201		
	전체	3900.000	119			
자신감	공변인(사전검사)	145.813	1	145.813	5.310	.023
	주효과(집단간)	758.134	1	758.134	27.609	.000**
	오차	3212.770	117	27.460		
	전체	4113.592	119			
만족감	공변인(사전검사)	166.545	1	166.545	5.923	.016
	주효과(집단간)	265.539	1	265.539	9.551	.002**
	오차	3289.638	117	28.117		
	전체	3747.592	119			

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

이러한 결과는 과학 교수·학습 과정에서 비유 설명을 이용할 경우 생소한 추상적인 과학 개념을 구체적으로 연상시킬 수 있음으로 과학 개념을 보다 쉽게 이해할 수 있고 학습동기를 유발할 수 있다는 Duit(1991)의 연구와 맥을 같이 하며, 학생 스스로 비유를 개발하는 수업은 학생들의 동기유발을 통해 교수·학습 과정에 적극적으로 참여시키는데 효과적이라는 최경희(2004)의 연구 결과와도 일치한다.

다음은 학습동기 각 하위 요소에 대한 실험집단 학생들을 대상으로 면담한 결과는 다음과 같다.

**교사:** 비유 만들기 수업은 어떤 점이 흥미로웠나? 어떤 점이 수업에 집중하게 했나?

**학생a:** 이때까지 했던 수업과 달리 단계적이고 체계적인 수업이라 흥미로웠어요.

**학생b:** 깊수록 흥미가 떨어지고 계속하니깐 지겨운 점도 있었어요. 하지만 생각하는 수업이라 좋았어요.

**학생c:** 엄색체를 종류별로 일상생활의 사물과 비유해서 그리는 게 재미있었고 나를 집중하게 만들었어요.

**학생d:** 비유수업을 통해 하나하나의 모형을 우리 생활 주변에 물체에 비유를 하는 자체가 재미있었고, 그런 비유물을 찾아내면서 점점 더 수업에 집중하게 되고 재미있게 참여할 수 있었습니다.

**학생e:** 많은 실물에 비유해볼 수 있었고 촉박한 시간 가운데

생각을 하는 것도 흥미로웠어요. 염색체 구성과 DNA 구조를 새롭게 자세히 알게 되어 기뻐요.

학생f: 그림을 그리면서 수업을 하였고 때문에 더 집중이 잘 되었고, 내가 잘 알지 못한 점을 더 쉽게 파악할 수 있었어요.

주의집중 측면의 면담결과, 비유 만들기 수업에 흥미를 느꼈으며, 생활주변의 사물에 비유로 자연스럽게 집중하게 되었고 재미있게 수업에 참여할 수 있었다는 반응을 보였다. 한편 지속적인 비유 만들기 수업은 다소 지루한 면도 있었다는 반응을 보인 학생도 있으므로, 교사는 비유 만들기 수업에 적절한 주제를 선정과 차시별 차별화된 수업 전략 적용이 필요할 것으로 판단된다.

교사: 비유 만들기 수업은 실제 상황과 관련 있는 내용을 제시하고 있나? 그리고 나와 관련이 있다고 생각하니?

학생a: 수업 전에는 유전 개념에 대해 아무것도 모르고 있었는데, 비유 수업을 하고 난 뒤 개념을 확실히 이해할 수 있게 되었고, 일상생활과 적용해서 생각할 수 있을 것 같아요.

학생b: 내 몸 안에 염색체들이 있으니깐 나와 직접적으로 관련은 있다고 생각합니다.

학생c: 우리 몸속을 구성하고 있는 세포와 염색체를 공부하는 거라 재미있었어요.

학생d: 유전과 관련된 개념은 사회생활에서도 꼭 알고 있어야 개념인데 이번 비유 수업을 통해 좀 더 쉽게 알게 되었어요.

학생e: 어려운 개념을 비유해 보니 기억엔 좀 더 오래 남을 것 같아요. 그리고 DNA 염색체는 내게도 있고 자연계 쪽으로 진화를 하기 때문에 특히 나와 관련이 있다고 생각해요.

학생f: 실제 사실들과 사물을 이용하여 비유했기 때문에 실제 상황과 관련이 있고 염색체는 누구나 가지고 있어 나와도 관련이 있다고 생각해요.

관련성 측면의 면담결과, 대부분 학생들이 유전 관련 내용은 자신과 직접적인 관련이 있다는 반응을 보였으며, 특히 DNA와 염색체는 누구나 가지고 있는 것이므로 좀 더 공부를 하면 많은 도움이 되겠다는 반응을 보였다. 따라서 비유 수업은 학생들과 관련된 시각적 자료나 상황과 연관지을 수 있으므로 학습동기를 유발할 수 있는 교수·학습 전략이라 할 수 있다(Tayer & Coll, 2007).

교사: 비유 만들기 수업은 유전 개념 이해에 도움이 되었나? 자신감이 생기나?

학생b: 쉽게 그림으로 표현을 할 수 있어서 편했고, 앞으로 이렇게 공부하는 것도 좋을 것 같고 생물공부에 자신감이 생겼어요.

학생c: 비유할 대상을 찾는 것에 다소 애를 먹었지만 개념이 해에는 도움이 많이 되었어요.

학생d: 매우 도움이 되었어요. 비유수업을 하면서 염색체의 종류와 그 개념들이 잘 이해가 되었으며, 다음번에 염색체에 대해 누가 물어본다면 확실하게 대답할 수 있겠어요.

학생e: 내가 생각하고 틀린 것을 고쳐보고 다시 수정하니깐 이해가 잘 되었어요.

학생f: 중3때 배운 내용이라 그리 어렵진 않았어요. 그러나 상동염색체와 상염색체가 아직도 헷갈립니다.

학생g: 네! 확실히 이전 알겠습니다. 염색체의 모양과 특성을 확실하게 이해하는데 도움이 됐습니다.

학생h: 비유수업은 생물공부에 많이 도움이 되었습니다. 시험 칠 때에 비유한 것을 떠올리면 답이 나올 것 같습니다.

학생i: 유전 개념을 비유를 통해 이해하니 그냥 막 외우는 것보다 많은 도움이 되었다고 생각합니다.

학생j: 직접 그려보고, 잘못된 개념도 생각하고, 틀린 것을 다시 고치고, 생각도 열심히 하니 이해가 잘 되었고 자신감도 생겼습니다.

자신감 측면의 면담결과, 단순히 외우는 것보다 비유 만들기는 유전 개념 이해에 많은 도움이 되며, 시험에서도 좋은 성적을 거둘 수 있다는 기대감을 가지고 있었다. 또한 조별활동을 통해 잘못된 비유나 개념을 서로 토론하며 수정하니 유전 개념에 대해 더욱 이해하기 쉬웠고 자신감도 생겼다는 반응을 보였고, 앞으로 자신 있게 유전 개념에 대해 설명할 수 있겠다는 반응도 보였다.

교사: 비유 만들기 수업은 어떤 점이 좋았나? 학습한 내용에 만족하니?

학생a: 비유 만들기 수업은 옆에 있는 친구랑 서로 생각하면서 그림도 그리고 재미는 있었지만 너무 자주 하니 갈수록 지겹고 흥미가 떨어졌어요.

학생c: 우리 주변에 물건들과 비유를 하니 머리에 쏙쏙 들어오는 것 같고 꽤 재미도 있었습니다. 학습한 내용에도 만족하고 앞으로의 수업도 이렇게 진행되면 좋겠습니다.

학생d: 친구들이랑 서로 도와가며 하는 것이 좋았습니다. 서로 모르는 것을 챙겨주고 서로의 의견을 제시해서인 것 같습니다.

학생e: 다양한 사물을 생각해보고 의논하니깐 상상력이 발달하는 것 같고, 창의력도 기를 수 있는 좋은 수업인 것 같아요.

학생f: 친구들과 비교해가면서 하니깐 친구들과 조금 더 친해질 수 있었고 수업내용도 더 잘 이해되었습니다.

학생g: 비유수업은 그냥 외우는 것이 아니라 생각하는 수업이라 좋았던 같아요.

학생h: 배운 것을 일상생활에서 찾아본다는 점이 처음이었고 다른 수업과는 달랐기에 너무 재미있었다고 생각합니다. 앞으로도 이와 같은 수업방식이 계속되었으면 하고, 다른 교과에서도 이 방식을 적용했으면 좋겠습니다.

만족감 측면의 면담결과, 조별로 비유 결과물을 비

교해보고 서로 잘못된 점을 토론을 통해 수정하므로써 재미있게 수업에 참여할 수 있었다는 반응을 보였고, 앞으로도 계속 비유 만들기 수업을 원하는 학생이 많았다. 또한 비유 만들기 수업은 많은 생각을 하게 하여 유전 개념 이해에 많은 도움이 된다는 반응을 보였다. 학생들은 이미 알고 있는 개념들에 대해서도 비유물을 찾는 과정을 통해 보다 정확하게 개념을 이해할 수 있었으며 머릿속에 있던 내용을 정리할 수 있다는 점, 그리고 생각지 못했던 부분을 동료 학생들과의 토의를 통해 발견하고 정정할 수 있는 기회를 얻을 수 있다는 점에 큰 의미를 둘 수 있다(류수경, 2005).

이상과 같이 비유 만들기 수업에 대한 학생의 면담을 통해 학생 스스로 비유를 만들어 보고 불일치점을 찾아내고 새롭게 알게 된 유전 개념에 대해 발표하고 토론하는 수업은 학생들의 동기유발, 오개념 파악 및 개념 변화, 그리고 교수·학습 과정에 학생들을 적극적으로 참여시키는데 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 유전 개념에 대한 비유물을 스스로 만들어 보게 하는 수업을 실시하였다. 이를 통해 비유 만들기 수업이 학생들의 학업 성취도와 학습동기에 어떠한 영향을 주는 지 알아보았다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 학생들이 직접 유전 관련 개념에 대해 비유물을 만드는 수업에 대한 현직 생물교사들의 의견을 조사한 결과, 생물 학습에서 유전과 관련된 내용은 학생들이 어려워하고, 유전학의 내용 구조가 다른 생물분야와는 달리 복잡하게 구성되어 있기 때문에, 유전 개념 이해를 위해 비유 만들기 수업은 긍정적인 효과가 있을 것이라는 의견을 보였다. 한편으로는 비유 만들기 수업 전략이 부족하다는 점과 부적절한 비유는 오개념을 유발할 수 있다는 점, 평가 기준이 미비하다는 문제점도 지적하였다. 따라서 비유 만들기 수업의 전략의 조별활동을 통해 학생들 스스로 비유 만들기 시 어려운 점과 문제점들을 보완하고, 원만한 비유 만들기를 위해 사전에 기본 개념에 대한 학습의 필요성과, 비유 만들기 수업 후에는 형성평가를 통한 학습 내용의 이해 정도도 확인할 필요가 있다는 의견을 보였다.

둘째, 학생들이 개발한 비유들을 보면 자신들의 관심거리에서 소재를 찾은 것이 대부분이며, 외부적 형태로만 비유물을 찾으려는 경향이 강했으며 기능과 특징

까지 일치하는 비유를 찾는 것은 많이 힘들어 했다. 학생들은 자신과 다른 친구들이 만든 비유물을 비교해보고 잘못된 점을 지적하는 토론 과정을 거치면서 비유물과 목표물 사이의 불일치 점을 찾아내고, 이를 바탕으로 새롭게 알게 된 유전 지식을 조별 토론이나 교사의 부연 설명으로 확인하는 과정을 통해 올바른 과학 개념을 인식하게 되었다.

셋째, 비유를 전혀 사용하지 않고 교과서에 제시된 내용에 따른 전통적인 설명식 방법으로 수업을 한 통제집단과 비유 만들기 수업을 한 실험집단의 학업성취도 검사 결과 두 집단간 유의미한 차이가 나타났다. 즉, 비유 만들기 수업은 생물교육에 있어서 새로운 학습방법을 제공하며 학생 스스로 경험이나 일상생활과의 연결을 통해 관계적으로 학습하도록 하여 학생들의 유전 개념 이해에 효과적인 영향을 미친 것으로 판단할 수 있었다.

넷째, 비유 만들기 수업은 전통적 설명식 수업보다 학습자의 학습동기 유발에 더 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났고, 학생의 면담에서도 비유 만들기 수업이 새로운 개념을 기억하고 유전 개념을 이해하는 데 도움이 된다는 긍정적인 반응을 보였으며, 특히 새로운 용어의 이해와 구별이 명확해졌으며 유전과 관련된 문제를 풀 때 도움이 된다는 점에서 비유 만들기 수업을 긍정적으로 받아들였다.

이와 같은 결론을 바탕으로 비유 만들기 수업의 현장 적용을 위한 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 학생들의 이러한 긍정적 반응에 비해 실제 교육 현장에서는 비유 만들기 수업이 거의 활용되지 않고 있다. 따라서 일선 교사들에게 비유 만들기 수업의 긍정적인 효과에 대해 홍보하고 비유 선정 준거와 제시 방법에 대한 연구를 바탕으로 비유 만들기 수업의 효과를 최대화할 수 있는 수업 모형을 개발하고, 동시에 수업 준비를 손쉽게 하기 위한 전략을 제시하는 것이 필요하겠다.

둘째, 본 연구 결과를 통해 학생들 스스로 비유를 만드는 활동은 학생들 간의 토론활동이 학생들의 유전 개념 구성에 유의미한 효과를 확인 할 수 있었다. 따라서 비유 만들기 수업 과정에서 학생들 간의 토론활동이 학생들의 개념 변화 혹은 개념 이해 과정에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 추후 연구가 필요하다.

셋째, 과학 개념에 대하여 비유 만들기 수업을 할 경우 학생들이 겪는 어려움을 찾아내고 어떤 오개념이 생길 수 있는지, 그리고 오개념을 줄일 수 있는 방안은 무엇인지에 대한 구체적인 연구가 진행되어야 하겠다.

## 국문 요약

본 연구에서는 비유 만들기 수업에 대한 효과측면, 문제점 측면, 문제점해결 방법 측면, 교사의 역할 측면의 교사들의 의견을 수렴하고 이를 바탕으로 유전 관련 개념에 대한 비유물 창안하기, 목표물과 비유물 사이의 불일치 점 찾아내기, 새롭게 알게 된 유전 개념 발표하기 단계로 비유 만들기 수업을 실시하였고, 본 수업을 통해 유전 개념에 대한 학생들의 학업 성취도와 학습동기 검사, 면담을 통하여 학생들의 비유 만들기 수업의 효과를 알아보고자 하였다. 비유 개발 수업에 대한 교사들의 워크숍 결과, 생물 학습에서 유전과 관련된 개념은 학생들이 어려워하는 부분으로 이런 어려운 과학적 개념 이해를 위해 비유 만들기 수업은 긍정적인 효과가 있을 것으로 생각하였다. 학생들은 유전 관련 개념에 대한 비유 소재를 일상생활에서 찾았으며, 학생들은 자신과 다른 친구들이 만든 비유물을 비교해보고 토론 과정을 거치면서 목표물과 비유물 사이의 불일치 점을 찾아내고, 유전 개념에 대한 올바른 과학 개념을 인식하게 되었다. 또한 비유 만들기 수업은 전통적 설명식 수업보다 학업 성취도 향상과 학습동기 유발에 긍정적인 효과를 미친 것으로 나타났다.

## 참고 문헌

강혜정, 동효관, 김경호, 이길재 (2005). 과학사를 이용한 교수 학습 전략이 유전 개념 이해에 미치는 효과. 한국생물교육학회지, 33(2), 223-234.

권성기, 임정환 (2001). 구성주의적 과학학습심리학. 시그마프레스.

권혁순 (2000). 화학 교육에서 비유의 사용 현황과 비유를 사용할 때 개념 이해에 영향을 미치는 요인. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

권혁순, 최은규, 노태희 (2004). 화학 교육에서 사용되는 비유에 대한 학생들의 이해도 및 비유 사용의 제한점. 한국과학교육학회지, 24(2), 287-297.

김동렬 (2008). 생물II '단백질 합성' 단원에서 비유를 활용한 수업이 고등학생들의 학업 성취도와 학습동기에 미치는 효과. 한국생물교육학회지, 36(1), 11-25.

김동렬, 문두호, 손연아 (2006). 동기전략을 적용한 의미망 프로그램 활용 수업이 고등학교 생물 학업성취도와 학습동기에 미치는 효과: 생물 I '유전' 단원을 중심으로. 한국과학교육학회지, 26(3), 393-405.

김영민, 박승재 (2001). 비유론과 과학교육. 도서출판 원미사.

김희백, 김성하, 이선경, 김형련 (2001). 비유가 수업에 대한 흥미와 세포스기관의 기능 이해에 미치는 효과.

한국생물교육학회지, 29(4), 346-353.

김희백, 이성조, 김형련, 이선경, 강경미, 김성하 (2002). 유전 개념의 이해를 위한 염색체 모형 이용 수업의 효과. 한국생물교육학회지, 30(3), 282-288.

노태희, 최용남, 권혁수 (1998). 비유물의 체계성과 표현 방식이 개념 회상 및 응용에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 18(1), 83-92.

류수경 (2005). 과학 교수-학습에서 사용되는 비유 분석과 비유를 활용한 수업의 효과. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.

문두호, 김미정, 김동렬 (2006). 중학교 과학에서 사람의 유전에 관한 탐구 지향형 실험 모듈의 개발. 한국생물교육학회지, 34(2), 218-231.

변순화, 김경순, 최숙영, 노태희, 차정호 (2007). 화학 개념 학습에서 물리적 비유를 사용한 학생 중심 비유 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 27(7), 631-638.

이원경, 김희백 (2007). 실험 결과 해석 과정에서 체계적 비유가 고등학생들의 효소 개념 변화에 미친 영향. 한국과학교육학회지, 29(7), 663-675.

이은정, 소금현, 여성희 (2006). 중학교 유전 단원의 오개념 교정을 위한 학습 만화 프로그램의 개발 및 적용. 한국생물교육학회지, 34(3), 355-364.

정완호, 차희영 (1994). 고등학생들의 유전과 진화에 대한 오개념. 한국과학교육학회지, 14(2), 179-183.

정화숙, 배진순, 임영진, 김자림 (2004). 제7차 고등학교 생물 I 과 생물 II 교과서에 제시된 비유 분석. 한국생물교육학회지, 32(3), 189-203.

최경희 (2004). 전기 관련 개념에 대한 학생들의 비유 개발 수업의 효과. 한국물리학회지, 48(5), 401-410.

최선영 (2006). 제6차 7차 초등학교 과학 교과서에 제시된 비유 비교 분석. 초등과학교육, 25(2), 149-158.

Baker, W. P. & Lawson, A. E. (1995). Effect of analogic instruction and reason level on achievement in general genetics. ERIC Document Reproduction Service No. ED 390 713.

Dagher, Z, R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. Science Education, 79(3), 295-312.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. Science Education, 75(6), 649-672.

Else, M. J., Clement, J., & Ramirez, M. A. (2003). Should Different Types of Analogies Be Treated Differently in Instruction Observations from a Middle-School Life Science Curriculum. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching Philadelphia, PA.

Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton(Eds.), The psychology of learning science. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.

Glynn, S. M., Duit, R., & Thiele, R. B. (1995). Teaching science with analogies: A strategy for constructing knowledge. In S. M. Glynn and R. Duit (Eds.). *Learning science in the schools: Research reforming practice*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.

Keller, J. M., & Subhiyah, R. (1993). Course interest survey. Tallahassee, FL: Instructional Systems Program, Florida State University.

Rule, A. C., & Furletti, C. (2004). Using form and

function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics*, 104(4), 155-169.

Taylor, N., & Coll, R. K. (2007). Using analogies to increase student interest in science. In A. G. Harrison & R. K. Coll (Eds.). *Using analogies in middle and secondary science classrooms: The FAR guide an interesting way to teach with analogies*, (pp. 32-45). Corwin Press.

Walczyk, J. J., & Ramsey, L. L. (2003). Use of learner-centered instruction in college science and mathematics classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 566-584.