

단백질 합성 과정 종이 모형 개발과 고등학교 생물 수업에서의 활용

변선영¹ · 심규철^{2*}

¹대전동신고등학교 · ²공주대학교

Development and Application of the Paper Model of Protein Synthesis Process in High School Biology

Sun-Young Byun¹ · Kew-Cheol Shim^{2*}

¹Deajeon Dongsin High school · ²Kongju National University

Abstract: The purpose of this study was to develop the paper model of protein synthesis process in order for students to learn more effectively the protein synthesis, and to examine learning effects of instruction using it in high school biology. For this study, 117 students of 12th grade were sampled from a high school in Daejeon metropolitan city. The students were divided into two groups; the control group(n=58) were taught the protein synthesis by explanation-based traditional teaching method, and the experimental group(=59) were taught them by using protein synthesis model. Instruction using the model of protein synthesis process was more effective in improving the students' academic achievements and motivating interests in their learning than the traditional intruction. The class using the models can be another effective teaching method to teach students abstract and complicated concepts like protein synthesis process.

Key words: paper model of protein synthesis process, achievement, interest, high school, biology

I. 서 론

현대 생명 과학은 빠르게 발전해 왔으며 생명 과학의 산물에 대한 사회적 관심은 물론 학습자들의 관심 또한 높다(김정선, 2007; 송신철 등, 2007). 그 중에서 21세기 중요한 과학 혁명 중 하나로 오늘날 생물학의 핵심 주제가 되어 국가 경쟁력에 크게 영향을 미칠 것으로 예상되는 분야가 유전학 분야라 할 수 있다. 생물 교육에 있어 학생들이 유전에 대한 기본 개념을 교육하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

그러나 고등학생들은 유전 관련 내용에 대해 매우 어려워하고 개념 이해가 부족한 것으로 보고되고 있다(김미영과 이길재, 2007; Lewin *et al.*, 2005). 또한 학습자들은 유전 관련 개념을 피상적으로 받아들이고 원리적인 접근을 하지 못하는 것으로 알려져 있다(김미영과 이길재, 2007). 이는 고등학교 생물과 교육과정 유전학 관련 기본 개념 중 중요한 개념으로 DNA의 구조, DNA의 복제, 단백질 합성을 들고 있으나(조희형, 1985), 이는 교육과정상 선행 학습 없이

고등학교 생물Ⅱ 교과에서 처음 학습하게 되고, 과학적 원리에 기초한 설명이 충분하지 못하고 추상적인 개념을 구체화 시켜 이해하도록 하는 과정이 결여되었기 때문에 나타난 것이라 할 수 있다(김미영과 이길재, 2007; 차옥경 등, 2004; Burns, 1995).

따라서 유전 관련 개념에 대해 효과적인 학습이 이루어지려면 수업 방식의 변화와 더불어 학습 내용을 좀 더 효과적으로 이해시키기 위한 학습 보조 자료의 보급 및 활용이 요구된다. 유전 관련 개념을 학습하는데 효과적인 수업 방법으로 그림 그리기 활동, 학습 만화, 애니메이션 자료 등 여러 방면으로 연구되어 온 바 있다(이미숙 등, 2001; 이은정 등, 2006; 차옥경 등, 2004; Kirkparrick *et al.*, 2002; Rotbain *et al.*, 2005; Tsui & Treagust, 2003). 그리고, 유전 관련 학습에서 염색체 모형이나 DNA 모형과 같이 모형을 이용한 수업이 학습 개념 이해에 도움을 주며 수업에 대한 흥미를 높인다는 연구 결과가 있어 왔다(김희백 등, 2002; 최수현, 2002).

한편 현재 우리나라 교과서에 소개된 단백질 합성

*교신저자: 심규철(skcshim@kongju.ac.kr)

**2010년 10월 26일 접수, 2010년 12월 29일 수정원고 접수, 2010년 12월 30일 채택

과정의 경우, 세포 내에서 이루어지는 과정을 시간적인 순서에 따라 각 단계별로 그림에 표현하고 있다. 그러다보니 그 순서를 외우는 데에만 급급할 뿐 아미노산이 어떻게 연결되어 단백질이 합성되는가에 대해서는 그 원리를 이해하기 어렵게 느끼고 있으며, 교사들도 주어진 그림을 말로 표현하는데 한계를 느낄 수밖에 없다(박현민, 2002). 그러나 해외 여러 나라에서 단백질 합성 과정에 대해 효과적인 학습 활동을 유도하기 위하여 카드 게임을 활용하거나 널빤지, LEGO 블록, 털실 등의 다양한 재료를 이용하여 단백질 합성 과정을 재현하려는 활동이 개념 이해에 도움이 된다는 연구가 있기도 하였다(Lewin *et al.*, 2005, Sprehn, 1993; Templin & Fetters, 2002). 또한, 교실을 세포라 가정하고 학생 개개인이 각각 DNA코드, mRNA코드, 옷걸이로 만든 tRNA와 아미노산 등이 되어 단백질 합성 과정을 재현하기 위해 움직여 다니는 활동(Rode, 1995)이나 DNA 퍼즐 키트(Carolina Biological Company 제작)를 활용한 활동 중심 수업이 단백질 합성 과정에 대한 학습에 효과적이라는 연구가 있었다. 우리나라에서도 모형을 이용한 단백질 합성 과정을 활동 중심으로 학습한 사례가 있었으며 개념 학습에 매우 효과적이라는 연구 결과를 얻기도 하였다(박현민, 2002).

그러나 기존에 교과서 소개된 모형이나 비유물 또는 판매되고 있는 모형은 학습 내용을 충분히 담고 있지 않거나 경제적 비용 때문에 수업 자료로 학교 현장에서 적극적으로 활용하기 어려운 점이 있다. 또한 단백질 합성 과정이 추상적이어서 학생들이 이해하기 어려워 하는 것으로 알려져 있다(Lewin *et al.*, 2005). 따라서 본 연구에서는 여러 선행 연구와 기존 실험서에 소개된 모형을 바탕으로 단백질 합성 과정에 대해 좀 더 개선된 형태의 모형을 개발하려 하였다. 이를 통해 학생이 직접 모형을 만들

고, 조작해보는 활동을 통하여 학습이 가능하도록 하고자 하였다. 또한, 기존의 모형에 비해 쉽게 만들 수 있고 저렴하여 교사의 수업 준비에 대한 부담이 적고, 무엇보다 학습 내용을 충실하게 반영할 수 있게 하려고 노력하였다. 그리고 개발된 모형을 이용한 수업에서 학업성취도와 학습 흥미도 및 참여도의 향상 효과를 알아봄으로써 학습현장에서 교수-학습활동에 활용하여 학생들이 좀 더 개념을 잘 이해하고 학습 흥미도 및 참여도를 높이는 데 도움이 되고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구에서는 단백질 합성 과정을 모의적으로 표현하면서 이해할 수 있는 종이 모형을 개발하고자 하였다. 기존의 개발된 여러 단백질 합성 과정 모형의 특징을 조사하고(권혁빈 등, 2001; 박현민, 2002; 한국생물과학협회, 1993; Lewin *et al.*, 2005; Rode, 1995; Sprehn, 1993) 표현되지 못한 단백질 합성 과정의 특징을 반영하도록 하였으며 이를 바탕으로 단백질 합성 과정에 대한 이해와 종이 모형 활용에 대한 고등학생들의 인식을 조사하고자 하였다.

2. 연구 대상

대전시에 소재한 인문계 H고등학교 3학년 자연계열 가운데 남학생 2개 학급의 44명과 여학생 2개 학급의 73명으로 총 117명을 선정하였다. 선정된 학생들 가운데 남학생 1개 학급과 여학생 1개 학급을 통제 집단으로, 남학생 1개 학급과 여학생 1개 학급을 실험 집단으로 무선 배치하였다. 연구 대상 집단의 사례수와 수업처리방법은 <표 1>과 같다. 통제 집단과 실험

표 1 연구 대상 집단의 사례수와 수업처리방법

집단	수업 처리 방법	성별	학급 수(개)	학생 수(명)
통제 집단	프리젠테이션 기반 설명식 수업	남	1	21
		여	1	37
실험 집단	단백질 합성 종이 모형 이용 수업	남	1	23
		여	1	36
계			4	117

표 2 집단별 생물Ⅱ 중간고사 성적

통계 집단		실험 집단		전체	
남	여	남	여	남	여
74.59±21.00	80.60±15.50	79.73±14.17	80.49±13.94	77.28±17.74	80.55±14.65

학업성취도 : 100점 만점

표 3 집단과 성별에 따른 중간고사 학업 성취도 변량분석 결과

	제곱합	평균제곱	자유도	F
수정모형	583.735	194.578	3	.767 ^{ns}
집단	173.822	173.822	1	.685 ^{ns}
성별	313.801	313.801	1	1.236 ^{ns}
집단 * 성별	189.101	189.101	1	.745 ^{ns}

^{ns}: p>.05

집단 간의 학업 성취도에 있어 동질성 여부를 알아보기 위해 1학기 중간고사 생물Ⅱ 학업성취도를 비교한 결과는 <표 2> 및 <표 3>과 같다. 집단과 성별에 따른 중간고사 학업 성취도 점수를 집단별, 성별에 따라 이원변량분석한 결과 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 연구 과정

본 연구는 고등학교 3학년 생물Ⅱ의 생명의 연속성이라는 대단원 중에서 단백질 합성과정을 학습하기 위한 단백질 합성 과정 모형을 개발하였다. 학생들이 종이 모형을 이용하여 직접 조작해보는 활동 수업을 통해 학업성취도 검사와 모형을 이용한 수업에 대한 학생들의 인식을 조사·분석하였다. 기존에 소개된 자료를 바탕으로 단백질 합성 과정에 대해 좀 더 효과적으로 학습하도록 하기 위해 단백질 합성 과정 모형을 개발하였다. 개발된 모형은 사범대학 교수 및 고등학교 생물교사들 5인에 의해 타당성을 검증하였다. 남녀 각각 1개 학급을 실험집단으로, 남녀 각각 1개 학급을 통제집단으로 무선 배치한 후, 통제집단은 교과서에 제시되어 있는 그림과 프리젠테이

션을 기반으로 한 설명식 수업을 하고, 실험집단은 모형을 이용한 수업을 실시하였다. 수업 처치 후 학업성취도 및 학습 내용에 대한 흥미도 검사를 실시하여 개발된 모형을 이용한 수업의 효과를 분석하고, 모형을 이용한 수업에 대한 학생들의 인식을 조사하였으며 이를 통해 모형 적용에 대한 교육적 시사점을 도출하였다.

4. 검사 도구 개발

1) 학업 성취도 검사 도구

단백질 합성과정과 관련된 문항들을 각각 개발하여 사범대학 교수 및 고등학교 생물교사들 5인에 의해 타당성을 검증하였다. 학업성취도 검사지의 신뢰도 (Cronbach's α)는 .85이었다. 개발된 각 문항들은 <표 4>와 같다.

2) 모형 이용 수업에 대한 인식 검사 도구

단백질 합성과정 모형 이용한 수업 후, 학습 효과, 자신의 수업 참여에 대한 인식을 조사하고자 하였다. 검사 문항은 총 5문항으로 3문항은 5단계 리커트 척도를 이용하여 개발하였으며 모형을 이용한 수업이

표 4 학업성취도 검사 문항

문항 내용	문항 수	문항 유형
• 단백질 합성 과정 순서 나열	1	주관식
• mRNA코돈에 맞는 tRNA안티코돈과 아미노산 찾기	1	주관식
• 단백질 합성 과정	2	진위형
• tRNA의 구조	2	선택형

흥미로운 이유와 자신이 수업에 적극적으로 참여한 이유에 대해서는 5가지의 응답내용에 대해 학생들이 순위를 매기게 하고, 1순위에 5점, 2순위에 4점, 3순위에 3점, 4순위에 2점, 5순위에 1점을 부여하여 평균 점수가 높은 응답내용 순으로 순위를 매겼다. 검사지의 신뢰도(Cronbach's α)는 .87이었다. 개발된 검사 문항은 <표 5>와 같다.

5. 수업 처치 및 결과 분석

본 연구의 수업 내용인 고등학교 3학년 생물Ⅱ 대단원 생명의 연속성 영역 중 중단원인 유전자의 형질 발현 부분의 수업 시수를 총 6차시로 나누고 그 중에서 단백질 합성 과정에 대한 부분을 50분으로 하여 실험 집단의 수업을 실시하였다. 통제 집단에서는 실험 집단과 같이 50분으로 전통적인 설명 수업을 실시하였다.

본 연구의 사전 및 사후 검사의 문항 신뢰도와 종이 모형을 이용한 수업의 적용 효과에 대해 SPSSWIN 프로그램 14.0 버전을 사용하여 집단과 성별에 따른 이원변량분석(two-way ANOVA)하였다. 수업에 대한 인식 수준에 대해서는 반응 백분율과 평균을 구해 비교분석하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 단백질 합성 과정 종이 모형의 개발

고등학교 생물Ⅱ 교과서에 제시된 단백질 합성과정은 상당히 비가시적이고 추상적이어서 학습자들이 이해하는데 어려움이 많다. 이에 본 연구에서는 우리나라 및 외국의 여러 선행 연구와 모형이 소개된 실험서를 참고로 단백질 합성과정 모형을 개발하였다.

본 연구에서 개발된 단백질 합성 과정 모형은 권혁빈 등(2001)이 저술한 일반생물학 실험서 및 한국생물과학협회(1993)에서 발간한 생물학 실험서 중 "RNA 전사의 모의실험과 단백질 합성과정의 모의실험"내용과 국외 선행 연구들(Lewin *et al.*, 2005; Rode, 1995; Sprehn, 1993)을 참고하여 고등학교 3학년 생물Ⅱ 학습 내용에 적합하도록 만들었다. 단백질 합성 과정 모형 개발에 있어 고려한 중점 사항은 다음과 같다.

- 전사와 번역에 이르는 전 과정을 학생이 직접 손으로 조작해보는 활동을 통하여 학습할 수 있어야 한다.
- mRNA, tRNA의 염기 서열, 리보솜, 아미노산

표 5 단백질 합성과정 모형 이용 수업에 대한 인식

범주	문항 내용	유형
학습 효과	1. 모형을 이용한 활동이 다른 내용을 학습할 때에도 도움이 되리라 생각한다.	리커트 5점 척도
	2. 본 수업 활동은 기존의 자료에 비해 흥미롭다.	리커트 5점 척도
	3. 모형을 이용한 수업이 흥미로운 이유(우선순위 표시) - 복잡한 내용이 이해하기 쉬워서 - 손으로 만들어보는 활동 자체가 재미있어서 - 선생님의 일방적 주입식 수업이 아니라서 - 친구들과 자유롭게 의견 교환할 수 있어서 - 새로운 방식의 자료에 대한 신기함 때문에	우선순위 선택
자신의 수업 참여	1. 나는 설명만으로 이루어지는 수업보다 모형 활동수업에 더 적극적으로 참여하였다.	리커트 5점 척도
	2. 자신이 수업에 적극 참여한 이유(우선순위 표시) - 직접 모형을 만드는 활동이 재밌어서 - 활동위주의 수업이어서 더 집중할 수 있어서 - 내용에 대한 흥미가 더 유발되어서 - 내용의 이해가 잘 되어서 - 수업에 참여하지 않으면 선생님의 제재를 받아서	우선순위 선택

등의 구조가 표현되어야 한다.

- 모형을 만드는 재료는 구하기 쉽고 저렴하며 조작이 쉬워야 한다.
- 우리나라의 학급 규모에 적용하기 쉽고, 교실 내 학생의 이동으로 인한 혼란을 최소화해야 한다.
- 교사가 모형을 이용하여 수업할 때 수업 준비가 쉽도록 재사용이 가능해야 한다.

위의 사항들을 고려하여 만들어진 모형의 도안은 색상에 쉽게 복사하여 사용할 수 있도록 하였다. 개발한 모형을 고등학교 3학년 자연계열 1개 학급에 적용하여 실제 수업 적용에 소요되는 시간, 모의실험 안내 방법, 수업 진행 방식 등을 사전에 점검하여 적절한 수업 시간과 방법을 결정하였다. tRNA, 리보솜, 아미노산의 모형은 <그림 1>과 같다.



그림 1 tRNA, 리보솜, 아미노산 모형의 예

단백질 합성과정 모형을 이용함으로써 DNA에서부터 mRNA를 만들어 내고 단백질이 합성되기까지 어떠한 단계를 거치며, 이때에는 어떠한 물질들이 관여

하게 되는가를 이해하도록 하고 있다(그림 2). 고등학교 학생의 절반을 상회하는 정도의 수준만이 형식적 조작 단계에 이르고 그 학생들도 추상적 개념을 이해하기에는 어려움을 느끼고 있지만 단백질 합성 과정과 같이 다소 복잡하고 추상적인 과정을 모형을 이용하면 개념 학습에 효과적일 것이라 기대하였다(우중옥과 김종일, 1993; Reece and Walker, 2006). 본 연구에서 개발한 모형이 종이 모형이어서 현장 학교에서의 활용도는 오히려 높을 것으로 판단된다.

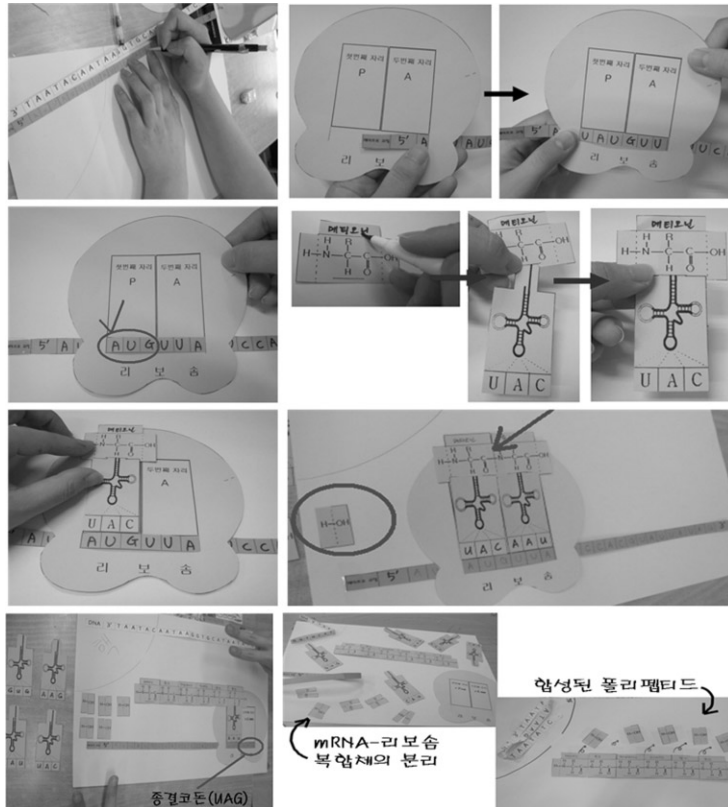
비록 종이 모형을 이용한 모의적인 경험이지만 단백질 합성 과정 모형을 생물 수업에 활용함으로써 mRNA, 코돈, 안티코돈, tRNA, 아미노산의 관계를 이해함은 물론 특히 기존 모형에서 표현하기 어려웠던 단백질 합성 과정 전체와 아미노 결합에서 나타나는 축합 반응(H₂O가 빠져나가는 반응)과 mRNA 생성 및 역할(권혁빈 등, 2001; 한국생물과학협회, 1993; Lewin *et al.*, 2005; Rode, 1995; Sprehn, 1993)에 대한 이해에 도움이 될 것이다.

2. 단백질 합성 과정 모형을 이용한 수업의 학업 성취도 향상 효과

단백질 합성 과정 모형을 이용한 수업이 통제집단에 비해 학업성취도 향상에 얼마나 효과적인가를 알아보기 위한 검사 결과는 <표 6>과 같다. 실험집단의 학생들이 통제 집단에 비해 학업성취도 평균점수가 높은 것으로 나타났다. 이러한 평균 점수의 차이가 집단과 성별에 따라 통계적으로 유의미한가를 알아보기 위해 이원변량분석을 실시한 결과 집단과 성별에 따른 상호작용 효과는 없었으나 단백질 합성 과정 모형을 이용한 수업은 학업성취도 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다(표 7).

이는 모형을 이용하면 학생들이 주어진 DNA유전 정보로부터 전사된 mRNA 코돈에 해당하는 아미노산을 찾고 운반된 아미노산들 사이에 펩티드 결합이 어떻게 형성되는가를 직접 손으로 조작해보면서 그 과정을 자연스럽게 이해할 수 있고, 단백질 합성 과정에 참여하는 물질의 분자 구조적 특징을 모형을 통해 이해하고 합성과정을 모의적으로 재현해 보는 것이 학습 개념을 이해하는 데 효과적이었던 것으로 생각된다. 단백질 합성 과정과 같은 사고 기능을 요구하는 학습 내용에 손조작 활동을 통한 구체적 경험이 학습

과정: 2인(또는 4인) 1조로 하여 단백질 합성과정에 쓰일 모형 배부하고 주어진 재료(색지 1장, 리보솜 1개, 아미노산 10개, tRNA 10개, mRNA 1개, 가위, 투명 테이프 등)를 이용하여 단백질 합성과정을 재현해 보도록 한다.



〈그림〉 단백질 합성과정 종이모형을 이용한 활동 과정

1. mRNA, tRNA, 아미노산, 리보솜을 나타낸 종이 모형을 설명한다.
2. 커다란 색지를 세포라 하고 핵과 조면 소포체를 그리도록 한다(교사가 미리 준비한 그림을 이용하여 설명 한다.).
3. DNA염기서열을 제시하고 핵에서 mRNA가 전사되는 과정을 재현하도록 한다(mRNA코돈 활용-교과서 참조).
4. mRNA가 핵공을 빠져나와 리보솜과 결합함을 설명하고 mRNA의 5' 끝을 색지바닥에 테이프로 고정하게 한다.
5. 리보솜이 mRNA를 미끄러져 가면서 첫 번째 자리에 개시코돈이 오도록 한다(mRNA 유전 암호표 - 교과서 참조).
6. 첫 번째 자리에 들어갈 tRNA와 아미노산에 안티코돈과 아미노산 이름을 쓴 후 결합된 채로 리보솜에 붙이도록 한다.
7. 두 번째 자리도 같은 방식으로 진행하도록 설명한다.
8. 두 아미노산 사이에 펩티드 결합을 나타남을 알려준다(H, OH를 자르고 테이프로 붙임).
9. tRNA를 손으로 잡은 상태에서 리보솜을 1칸 이동시키도록 한다.
10. 탈락된 tRNA를 떼어내고, 다시 처음 과정을 반복하게 한다.

질문

1. 종결코돈을 만나면 왜 단백질 합성이 끝나는가?
2. 조별로 각자 설명을 듣고 단백질 합성과정을 재현해보자.
3. 만들어진 단백질에 조원의 이름을 쓰고 다른 조와 비교해보자.

그림 2 단백질 합성과정 모형을 활용한 수업의 과정

표 6 학업성취도 검사 결과

통제 집단		실험 집단		전체	
남	여	남	여	남	여
3.14±2.06	3.62±1.98	4.39±2.21	5.73±2.08	3.79±2.21	4.66±2.28

학업성취도 : 8점 만점

표 7 집단과 성별에 따른 학업성취도에 대한 변량분석 결과

	제공합	평균제공	자유도	F
수정모형	118.857	39.619	3	9.232 *
집단	77.178	77.178	1	17.984 *
성별	22.558	22.558	1	5.256 *
집단 * 성별	5.158	5.158	1	1.202 ^{ns}

^{ns}p>.05, * p<.05.

개념 이해에 도움이 된다는 것과 일치하는 결과라 할 수 있다(심규철 등, 2007; Larson, 2005) 그리고 무엇보다도 학습자 스스로 학습 활동에 적극적으로 참여하도록 구성된 모의 활동이 학업성취도 향상에 기여하였다고 생각된다. 이러한 결과는 이전의 염색체 모형이나 DNA 종이 모형, LEGO블럭 등을 이용한 활동 수업이 학업성취에 효과적이라는 것과 유사한 것이라 할 수 있다(김미영과 김희백, 2007; 김희백 등, 2002; 최수현, 2002, Bruns, 1995; Sprehn, 1993).

3. 단백질 합성 과정 모형을 이용한 수업에 대한 인식

고등학생들의 단백질 모형을 이용한 수업에 대한 인식 조사 결과는 <표 8>과 같다. 단백질 합성과정 모형 이용 수업에 참여한 고등학생들은 “모형을 이용한 활동이 다른 내용을 학습할 때에도 도움이 되리라 생

각한다”에 대해 매우 그렇다와 그렇다 등 전체 학생의 89.9%가 응답하여 긍정적으로 생각하는 것을 알 수 있었다. 이는 대부분의 학생들은 모형이 학습에 도움이 된다고 느끼는 것으로 볼 수 있다. 또한 전체 응답자의 88.2%가 “본 수업 활동은 기존의 자료에 비해 흥미롭다”에 대해 긍정적으로 답하여 모형을 이용한 수업을 흥미롭다고 느낀 것으로 나타났다.

고등학생들은 모형을 이용한 본 수업활동에 대해 전체의 88.1%가 수업에 적극적으로 참여하였다고 스스로를 평가하였으며, 모형을 이용한 본 수업활동에 대해 전체의 93.2%가 친구들이 수업에 적극적으로 참여하였다고 동료를 평가하였다. 이러한 응답결과로 보아 모형을 이용한 수업이 학생의 학습 참여도를 높이는 데 기여한 것으로 생각된다.

단백질 합성과정 모형을 이용한 수업이 흥미로운 이유를 살펴보면 “손으로 만들어보는 활동 자체가 재

표 8 모형을 이용한 수업에 대한 학생의 인식

문항 내용	성별	반응항목(%)					평균
		1	2	3	4	5	
모형을 이용한 활동이 다른 내용을 학습할 때에도 도움이 되리라 생각한다.	남	4.3	0	13.0	60.9	21.7	3.96±.88
	여	0	0	5.6	41.7	52.8	4.47±.61
	전체	1.7	0	8.5	49.2	40.7	4.27±.76
본 수업 활동은 기존의 자료에 비해 흥미롭다.	남	0	0	13.0	47.8	39.1	4.26±.69
	여	0	0	11.1	36.1	52.8	4.42±.69
	전체	0	0	11.9	40.7	47.5	4.36±.69
나는 설명만으로 이루어지는 수업보다 모형 활동수업에 더 적극적으로 참여하였다.	남	0	4.3	13.0	65.2	17.4	3.96±.71
	여	0	2.8	5.6	44.4	47.2	4.36±.72
	전체	0	3.4	8.5	52.5	35.6	4.20±.74

*반응항목 : 1=전혀 그렇지 않다, 2=그렇지 않다, 3=보통이다, 4=그렇다, 5=매우 그렇다

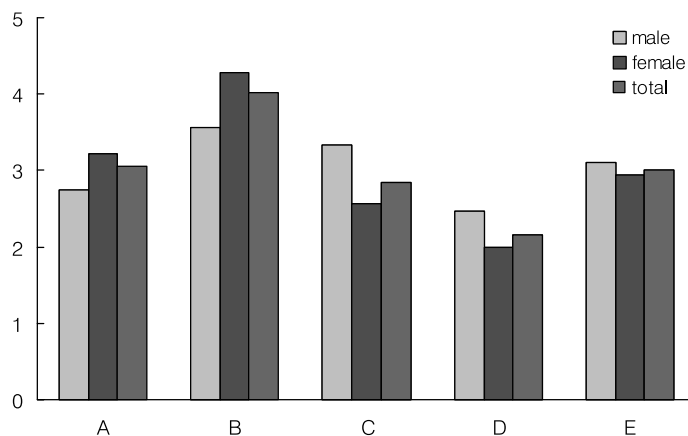
미있어서”라는 응답을 최우선순위로 응답한 학생이 가장 많았으며 그 다음으로 “복잡한 내용이 이해가 잘 되어서”, “새로운 방식의 자료에 대한 신기함 때문에”라는 응답이 뒤를 이었다(그림 3). 다음으로 “선생님의 일방적인 주입식 수업이 아니라서”, “친구들과 자유롭게 의견을 교환할 기회가 있어서”라는 응답은 상대적으로 낮은 수준이었다. 이는 고등학생들이 모형을 이용한 활동 자체에 흥미를 느끼는 것으로 보이며(김희백 등, 2002; 박현민, 2002; 최수현, 2002; Lewin *et al.*, 2005) 조작 활동을 통해 학습에 참여하는 활동이 흥미를 유발은 물론 실제로 학업 성취에 까지 영향을 미친다고 볼 수 있다(윤치원 등, 2005; Burns, 1995; Giere, 1997; Kirkparrick *et al.*, 2002). 모형 활동을 하는 것이 새로운 경험에 대한 흥미를 유발시키기도 하였지만 추상적인 개념을 모형을 활용하여 구체화시키고 조작 활동을 통해 경험할 수 있게 한 것이 학습 흥미 유발에 효과적인 것으로 생각된다.

모형 이용 수업이 흥미로운 이유에 대한 응답을 성별에 따라 살펴보면 “손으로 만들어보는 활동 자체가 재미있어서”라는 응답을 최우선순위로 응답한 것은 동일하나 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히, 남학생의 경우 “복잡한 내용이 이해가 잘 되어서”를 4순위로 답한 것과 달리 여학생은 내용이해를 2순위로

답하였다. <표 6>에서와 같이 모형을 이용한 수업처치 후 여학생이 남학생보다 학업성취도 점수가 높게 나타난 이유가 여학생이 남학생보다 모형을 통해 복잡한 학습 내용의 이해에 더 도움을 얻었다는 것을 알 수 있다. 그러나 본 연구 결과와는 달리 일반적으로 학습양식에 대한 연구 결과들을 보면 남학생이 여학생보다 손조작 활동을 선호하는 것으로 알려져 있다(김서래, 1995; 곽은진, 2002). 본 연구로부터 손조작 활동을 활용한 학습 개념 이해를 목표로 하였을 때, 여학생에게서도 학습 효과를 꾀할 수 있음을 나타낸다고 할 것이다.

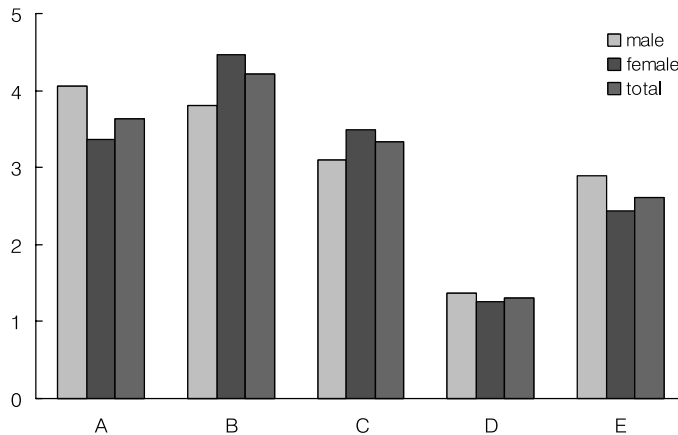
또한, 학생 본인이 수업에 적극적으로 참여한 이유가 무엇인지에 대한 이유 중에 “직접 모형을 만드는 활동이 재밌어서”라는 응답이 가장 많았으며, 다음으로는 “활동위주의 수업이어서 더 집중할 수 있어서”, “내용에 대한 흥미가 더 유발되어서”, “내용의 이해가 잘 되어서”라는 응답이 뒤를 이었다. “수업에 참여하지 않으면 선생님의 제재를 받아서”라는 응답내용을 선택한 학생은 응답률이 낮았다(그림 4).

이러한 응답 결과로 미루어보아 모형을 이용한 수업은 학습자들에게 모형을 활용할 때, 제작 과정에 참여시켜 그 과정에 대한 이해를 깊이있게 하는 것이 학습 흥미 유발에 긍정적이라 할 수 있다. 이러한 수업



- A: 복잡한 내용이 이해하기 쉬워서,
 B: 손으로 만들어보는 활동 자체가 재미있어서,
 C: 선생님의 일방적 주입식 수업이 아니라서,
 D: 친구들과 자유롭게 의견 교환할 수 있어서
 E: 새로운 방식의 자료에 대한 신기함 때문에

그림 3 고등학생의 단백질 모형 이용 수업이 흥미로운 이유



- A: 직접 모형을 만드는 활동이 재밌어서,
 B: 활동위주의 수업이어서 더 집중할 수 있어서,
 C: 내용에 대한 흥미가 더 유발되어서,
 D: 내용의 이해가 잘 되어서,
 E: 수업에 참여하지 않으면 선생님의 제재를 받아서

그림 4 고등학생의 단백질 모형 이용 수업에 자신이 적극적으로 참여한 이유

의 과정은 학생 활동 위주의 수업이 되도록 하며 학습에 효과적이라는 연구 결과뿐만 아니라 직접적으로 학습자에 학습 활동에 참여하는 것이 과학 개념을 이해하는 데 도움이 되고 학습 동기를 유발할 수 있다는 연구 결과와 상통하는 것이라 할 수 있다(박현민, 2002; 윤치원 등, 2005; 장현숙, 1999; 최수현, 2002).

모형 이용 수업에 적극 참여한 이유에 대한 성별의 응답률을 비교해 보면 수업에 적극적으로 참여한 이유에 대해 큰 차이를 보이지는 않았으나 남학생의 경우에는 적극적으로 참여한 가장 큰 이유로 “활동 위주의 수업이어서 더 집중할 수 있어서”라고 답한 반면, 여학생은 1순위로 “직접 모형을 만드는 활동이 재밌어서”라고 응답하였다. 학습 동기 유발 전략적인 측면에서 보면(윤치원 등, 2005) 남학생은 활동을 통한 학습에 집중하도록 하는 주의 집중 전략과 여학생은 흥미를 유발하여 학습에 참여하는 전략이 필요한 것으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 학생들을 대상으로 수업에 활용가능한 단백질 합성과정 모형을 개발하고, 개발한 모형을 수업에 적용하여 그 효과를 알아보려고 하였다. 그림과 프리젠테이션을 기반으로 설명을 위주

로 하는 전통적인 수업 집단에 비해 본 연구에서 개발한 단백질 합성과정 모형을 이용한 수업 집단의 학업 성취도는 물론 수업에 대한 긍정적인 인식을 갖는 것으로 나타났다.

단백질 합성과정 모형과 같이 눈으로 관찰하기 어렵고 복잡한 과정을 거쳐 나타나는 과학 현상은 학습자들이 이해하기 어려울 뿐만 아니라 흥미 저하의 문제점을 나타낼 수 있다. 본 연구에서와 같이 과학 현상을 단계별로 구별하여 설명하는 과정 모형을 활용하는 것은 추상적 개념을 구체화하여 학습 개념을 이해하는데 효과적인 것을 알 수 있었다. 또한 과정모형의 조작 활동을 통해서 학습자들의 학습에 대한 참여를 유발하여 흥미를 고취시킬 수 있는 데에도 기여할 수 있는 것으로 나타났다. 과학 개념은 매우 추상적이고 복잡한 과정을 통해 설명되는 것들이 많다. 특히 생명과학의 경우, 생물학적 현상을 알아보기 위해서는 많은 시간을 요구하기도 한다. 단백질 합성과정 모형을 이용한 수업의 예는 이러한 문제들을 해결해 줄 수 있는 방법 중 한 가지가 될 수 있을 것이다.

따라서 앞으로 다른 학습 내용에 대해서도 학습 효과를 높일 수 있는 모형의 개발이나 과정 모형을 개발하려는 노력이 계속해서 진행되어야 할 것으로 생각된다. 그리고 아무리 좋은 최신의 학습교구라 하더라도

도 그것이 수업에 투입되지 못한다면 그 자료는 쓸모 없는 것이다. 학교 수업에 적절하면서도 흥미를 유발할 수 있는 새로운 모형 개발과 더불어 학교 현장에서 이를 적극 활용할 수 있도록 교사에게 안내하려는 노력이 체계적으로 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

- 곽은진 (2002). 고등학교 학생들의 Holland의 직업적 성격 유형과 학습 양식의 관계. 부산대학교 석사학위논문.
- 권혁빈, 권혁주, 김경진, 김연옥, 안길환, 안덕준, 정현호, 진동일, 최미영 (2001). 일반 생물학 실험. 서울: 유한문화사.
- 김미영, 이길재 (2007). 생식과 유전 개념에 대한 고등학생들의 개념 생태 분석. 한국생물교육학회지, 35(4), 678-691.
- 김서래 (1995). 학습 양식의 학교급별 및 성별 차이와 학업 성취와의 관계 분석. 충남대학교 석사학위논문.
- 김정선(2007). 생명과학분야 연구의 사회·윤리적 함의에 대한 조사연구. 보건과 사회과학, 21, 157-196.
- 김희백, 이성조, 김형련, 이선경, 강경미, 김성하 (2002). 유전 개념의 이해를 위한 염색체 모형 이용 수업의 효과. 한국생물교육학회지, 30(3), 282-288.
- 박현민 (2002). 단백질 합성 모형을 이용한 활동중심 수업의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 송신철, 김홍집, 이치하, 김정민, 심규철(2007). 고등학생들의 생물 교과에 대한 흥미 조사 연구. 한국생물교육학회지, 35(3), 384-393.
- 심규철, 박종석, 박상우, 신명경 (2007). 초등 교과서에서 제시된 과학 탐구 활동의 분석. 초등과학교육, 26(1), 24-31.
- 우종옥, 김종일(1993). 고등학생의 인지수준과 과학탐구 능력과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 13(2), 296-307.
- 윤치원, 하태경, 심규철, 김현섭, 박영철 (2005). 중·고등학생들의 과학 교과에 대한 학습동기의 수준 비교. 한국생물교육학회지, 33(1), 104-111.
- 이미숙, 김성하, 정완호, 이길재 (2001). 멘델 유전 학습을 위한 웹 기반 시뮬레이션형 코스웨어 개발. 한국생물교육학회지, 29(4), 289-299.
- 이은정, 소금현, 여성희 (2006). 중학교 유전 단원의 오개념 교정을 위한 학습 만화 프로그램의 개발 및 적용. 한국생물교육학회지, 34(3), 355-364.
- 장현숙 (1999). 모형의 개발과 활용이 중학생들의 전기 관련 개념에 미치는 영향. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 조희형 (1985). 고등학교 생물과정에 필요한 기본개념의 확인 및 결정. 한국과학교육학회지, 5(1), 11-17.
- 차옥경, 심규철, 윤치원, 조규영, 김현섭 (2004). 중학교 과학 생명영역 식물의 생식과 발생에 대한 애니메이션 학습 프로그램 개발 및 적용. 한국생물교육학회지, 32(3), 223-235.
- 최수현 (2002). 탐구중심 DNA 실험 모듈의 개발 및 적용. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 한국생물과학협회 (1993). 생물학 실험. 서울: 아카데미서적.
- Burns, E. (1995). DNA writing paper : an educational aid in A-level biology. Journal of Biological Education, 29(1), 8-12.
- Giere, R. N. (1997). Understanding scientific reasoning(4th ed.). NewYork : Harcourt Brace College Publishers.
- Kirkparrick, G., Orivis, K., & Pittendrign, B. (2002). A Teaching model for biotechnology and genomics education. Journal of Biological Education, 37(1), 31-35.
- Larson, E. (2005). The Comparison Science Education Materials of Western and Asian Countries : Engaging the Minds of Students through Hands-On Science: A U. S. Perspective. The Korean Association for Science Education, 2005 International Seminar, 1-17.
- Lewin, A., Peat, M., & Franklin, S. (2005). Understanding protein synthesis : an interactive card game discussion. Journal of Biological Education, 39(3), 125-130.
- Reece, I. & Walker, S. (2006). Teaching, training & learning -a practical guide. Sunderland, UK: Business Education Publishers, Ltd.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad. G., & Stavy, R.

- (2005). Understanding molecular genetics through a drawing-based activity. *Journal of Biological Education*, 39(4), 174-178.
- Rode, G. A. (1995). Teaching Protein Synthesis Using a Simulation. *The American Biology Teacher*, 57(1), 50-52.
- Spohn, J. L. (1993). Protein Building Blocks. *The Science Teacher*, 60(7), 22-25.
- Templin, M. A. & Fetters, M. K. (2002). Meselson-Stahl Experimental Simulation Using Lego Building Blocks. *The American Biology Teacher*, 64(8), 613-619.
- Tsui, C. Y. and Treagust, D. (2003). Learning genetics with computer dragons, *Journal of Biological Education*, 37(2), 96-98.

국문 요약

본 연구에서는 단백질 합성 과정을 효과적으로 학습하기 위한 단백질 합성 과정 종이 모형을 개발하여

고등학교 생물 수업에서 그 교육적 효과를 알아보고자 하였다. 교육적 효과를 알아보기 위해 대전에 위치한 고등학교 2학년 117명을 대상으로 적용하였다. 실험 집단(59명)은 본 연구에서 개발한 단백질 합성 과정 종이 모형을 활용한 수업을 적용하였으며 통제 집단(58명)은 전통적 설명식 수업을 적용하였다. 그 결과 단백질 합성 과정 종이 모형을 적용 수업의 학생들의 학업성취도 향상 효과가 있었으며 학습 흥미 또한 향상된 것으로 나타났다. 단백질 합성 과정과 같이 추상적이거나 비가시적이어서 이해하기 어려운 학습 내용의 경우 종이 모형과 같은 구체적 경험을 활용한 수업을 활용하는 것이 효과적인 것을 알 수 있었다. 또한 이러한 학습 내용에 적절하면서도 흥미를 유발할 수 있는 새로운 모형 개발과 더불어 학교 현장에서 이를 적극 활용할 수 있도록 하기 위한 방안이 필요하다.

주요어 : 단백질 합성 과정 종이 모형, 학업성취도, 흥미, 고등학생, 생물