



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

창의적 문제해결력 함양을 위한  
글쓰기 교수학습 자료 개발  
- 2015 개정 『생명과학 I』을 중심으로-

제주대학교 교육대학원

생물교육전공

김형미

2018년 8월

창의적 문제해결력 함양을 위한  
글쓰기 교수학습 자료 개발  
- 2015 개정 『생명과학 I』을 중심으로-

지도교수 안근재

김형미

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

2018년 6월

김형미의 교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

강경리



위원

오홍식



위원

안근재



제주대학교 교육대학원

2018년 6월



Developing writing materials to enhance  
creative problem solving

—Focus on 『Life Science I』 as revised in 2015—

Hyoung-Mi Kim

(Supervised by Professor Keun-Jae Ahn)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of  
Master of Education

2018. 6.

This thesis has been examined and approved.

*Kyunghee Kang*

Thesis director, Kyung-Hee Kang, Prof. Faculty of Science Education

*Hongshik Oh*

*Keunjae Ahn*

*June 2018*

Department of Biology Education

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

<국문초록>

# 창의적 문제해결력 함양을 위한 글쓰기 교수학습 자료 개발 - 2015 개정 『생명과학 I』을 중심으로-

김 형 미

제주대학교 교육대학원 생물교육전공

지도교수 안 근 재

2015 개정 교육과정에서도 과학 글쓰기의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 학생들이 보다 창의적으로 자신의 생각을 표현하도록 하기 위해서는 다양한 교수학습 자료 개발이 이뤄져야 한다. 따라서 이 연구의 목적은 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 『생명과학 I』 글쓰기 교수학습 자료를 개발하는 데에 있다. 교수학습 자료는 2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 단원과 핵심개념을 중심으로 개발했으며, 2009 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 성취기준을 참조했다. 이에 앞서 과학글쓰기의 유형을 분석하기 위해 2009 개정 교육과정 검인정 『생명과학 I, II』 교과서 각 5종에 제시된 과학글쓰기 제시자료를 분석했다. 분석기준은 크게 설명형과 논증형 형식으로 나뉘었으며, 이를 세분해 총 9개 형식으로 구분했다. 분석 결과, 설명형 형식의 과학글쓰기 제시자료가 가장 많은 것으로 나타났으며, 분석기준 가운데 설명형 중 과제해결형 글쓰기의 하위 범주인 인과분석형 제시자료가 가장 많았다. 분석 결과를 바탕으로 특정 글쓰기 형식에 편중되지 않도록 다양한 형태의 과학글쓰기 자료를 제시하고자 2015 개정 『생명과학 I』의 단원을 중심으로 과학글쓰기 학습자료를 개발했다. 개발한 자료들이 실제 수업에 도입된다면 학생들이 창의적 문제해결력 함양을 위한 생명과학 글쓰기 자료로 적절히 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 『생명과학 II』와 중학교 과학에 적용할 수 있는 과학 글쓰기 교수학습 자료 개발이 지속적으로 이루어지기를 기대한다.

# 목 차

국문초록 .....	i
목 차 .....	ii
그림 및 표 목차 .....	iv
I. 서 론 .....	1
1. 연구의 목적 및 필요성 .....	1
2. 연구내용 .....	3
3. 연구의 제한점 .....	4
II. 이론적 배경 .....	5
1. 과학 글쓰기의 개념 .....	5
2. 교육과정에서 과학 글쓰기의 등장 배경 .....	5
3. 바칼로레아의 의의 .....	6
4. 창의적 문제해결 .....	6
5. 선행 연구 고찰 .....	7
III. 연구방법 .....	8
1. 연구 절차 .....	8
2. 분석 대상 .....	8
3. 과학 글쓰기 분석기준 설정 .....	12
4. 분석방법 .....	14
5. 교수학습 자료 개발 절차 .....	14

IV. 연구결과 및 논의 .....	15
1. 2009 개정 『생명과학 I, II』 교과서의 과학글쓰기 분석 결과 .....	15
2. 2015년 개정교육과정에 따른 『생명과학 I』 교과서 과학글쓰기 교수학습 자료 개발 .....	19
1) 1단원 [생명과학과 인간의 생활] .....	20
2) 2단원 [생물의 구조와 에너지] .....	24
3) 3단원 [항상성과 몸의 조절] A .....	28
4) 3단원 [항상성과 몸의 조절] B .....	32
5) 4단원 [생명의 연속성] A .....	37
6) 4단원 [생명의 연속성] B .....	43
7) 5단원 [환경과 생태계] .....	48
V. 결론 및 제언 .....	55
VI. 참고문헌 .....	58
Abstract .....	61

## 그림 및 표 목차

<그림 1> 연구절차 .....	8
<표 1> 분석 대상 과학 교과서 .....	9
<표 2> 2009 개정 교육과정 『생명과학 I』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 추출 ...	9
<표 3> 2009 개정 교육과정 『생명과학 II』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 추출	10
<표 4> 교과서 과학글쓰기 제시자료 분석기준 .....	13
<표 5> 2015개정 교육과정 『생명과학 I』 교수학습 자료 개발 체계 구성 .....	14
<표 6> 2009 개정 교육과정 『생명과학 I』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 분석	15
<표 7> 2009 개정 교육과정 『생명과학 II』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 분석	17
<표 8> 2009 개정 『생명과학 I』 교과서 과학글쓰기 분석 .....	18
<표 9> 2009 개정 『생명과학 II』 교과서 과학글쓰기 분석 .....	18
<표 10> 2009 개정 『생명과학 I, II』 교과서 과학글쓰기 분석 .....	18
<표 11> 2015개정 교육과정 『생명과학 I』 교수학습 자료 개발 체계 실제 ...	19
<표 12> 1단원. [생명과학과 인간의 생활] 단원의 개요 .....	20



<표 13> 1단원. [생명과학과 인간의 생활] 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	21
<표 14> 2단원. [생물의 구조와 에너지] 단원의 개요 .....	24
<표 15> 2단원. [생물의 구조와 에너지] 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	25
<표 16> 3단원. [항상성과 몸의 조절] A 단원의 개요 .....	28
<표 17> 3단원. [항상성과 몸의 조절] A 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	29
<표 18> 3단원. [항상성과 몸의 조절] B 단원의 개요 .....	32
<표 19> 3단원. [항상성과 몸의 조절] B 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	33
<표 20> 4단원. [생명의 연속성] A 단원의 개요 .....	37
<표 21> 4단원. [생명의 연속성] A 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	38
<표 22> 4단원. [생명의 연속성] B 단원의 개요 .....	43
<표 23> 4단원. [생명의 연속성] B 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	44
<표 24> 5단원. [환경과 생태계] 단원의 개요 .....	48
<표 25> 5단원. [환경과 생태계] 과학글쓰기 교수학습 자료 .....	49

# I. 서론

## 1. 연구의 목적 및 필요성

대학 입시뿐만 아니라 초, 중, 고등학교 교육과정에서 논술의 중요성은 오래전부터 강조되고 있다. 그러나 우리나라 논술 교육의 가장 큰 문제점은 학교 현장에서 글쓰기 교육이 제대로 이루어지지 않는 현실에 있다. 고등학교에서의 글쓰기 교육의 단절은 대학 교육에도 그대로 전가되어 대학 신입생들은 자신의 글쓰기 능력을 중간 이하로 평가하는 것으로 나타났다(이영호, 2014).

특히 과학 글쓰기는 일반적인 글쓰기와 비슷하지만, 일반 글쓰기에서 한 단계 더 나아가 논리와 창의적 사고력을 요구한다. 과학 글쓰기가 현장에서 잘 이뤄지지 않는 이유는 과학적 현상과 대상을 논리적으로 전개하려는 학습이 부족하기 때문이다. 이는 과학 글쓰기를 위한 적합한 교수 학습자료 개발이 필요한 이유이다.

뿐만 아니라 과학 글쓰기는 창의력과 사고력을 기르는 중요한 부분이며, 다양한 소재의 글쓰기를 통해 생태학적 사회현상을 이해하고, 과학 분야의 사회적 역할을 확대하는 계기가 될 수 있다. 우리 주변에서 일어나는 다양한 사회적 현상에서부터 생태계와 환경 문제까지 생명과학 교과서와 연계한 과학 글쓰기의 쟁점 자료를 개발해 학생들의 과학 글쓰기에 활용할 수 있다면 보다 논리적이고 창의적인 과학 글쓰기에 대한 학생들의 관심과 흥미가 높아질 것이다.

프랑스의 입학 제도를 살펴보면 ‘바칼로레아’를 빼놓고는 설명이 어렵다. 바칼로레아는 주관식 논술시험으로 일반, 기술, 직업 분야로 나뉘며 시험이 치러진다. 바칼로레아 학위 소지자들은 더 이상의 시험 없이 대학에 들어간다. 프랑스에서는 이렇게 1808년 만들어진 교육제도가 현재까지 유지되며 역사와 전통을 만들어가고 있다. 해마다 분야별로 다양한 질문이 주어지며, 그 해의 바칼로레아 시험 문제는 전 국민의 관심사가 되어 회자된다. 이것이 전 국민의 글쓰기 능력을

키워 사고력을 높여온 프랑스의 힘이라고 해석되기도 한다.

2015년 인문계 바칼로레아 문제에서 “모든 살아있는 존재에 대한 존중은 도덕적 의무인가”라는 발문이 제시되었다. 이 문제는 ‘생명체’와 ‘철학’에 대한 융복합적 물음이다. 생명체에 대한 인식을 전제로 철학적 대상인 도덕적 의무에 대한 판단을 묻고 있어서 창의적 사고 능력이 아니고서는 풀어내기가 쉽지 않다. 그리고 만약 이 물음에 대해 어렵지 않게 풀어낼 수 있다면 융복합적 대상을 창의적 사고를 바탕으로 자신의 생각을 적절하게 표현할 수 있다는 뜻이 된다. 한국 중등교육에서의 글쓰기도 이러한 방향으로의 전환이 필요하다.

많은 학자들의 과학교육에 대한 연구 결과 및 주장과 병행하여 글쓰기의 중요성이 우리나라 과학 교육과정에 반영되고 있다는 사실을 주목할 필요가 있다.

2007개정 과학 교육과정에 과학글쓰기가 처음으로 도입되었고(교육인적자원부, 2007), 2009개정 과학 교육과정에서는 과학글쓰기에 대한 지침이 제시되었다. 내용은 “과학과 관련된 상식이나 사회적 쟁점에 대한 과학글쓰기와 토론을 할 수 있도록 수업을 계획한다. 첨단 과학, 과학자, 과학상식, 과학사 등과 관련된 자료를 활용한 과학글쓰기와 토론을 지도할 수 있도록 과학도서 목록을 준비한다. 과학 상식과 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 다룬다. 과학 글쓰기는 물론 첨단 과학과 기술 분야의 독서를 통한 평가도 강조하여 학생들에게 현대 사회에서 과학의 다양한 활용을 인식할 수 있도록 함으로써 과학을 단순한 지식으로 암기하는 대신 민주화된 과학 기술 사회에서 정확한 정보의 파악을 통한 문제 인식과 소통, 그리고 의사 결정에 활용할 수 있는 능력을 길러주도록 한다.”(교육과학기술부, 2009)이다.

그리고 더 나아가 교육부가 2014년 9월 24일 발표한 ‘2015 문·이과 통합형 교육과정(초·중등학교 교육과정)’에 따르면, 새 교육과정은 학생들이 인문·사회·과학기술에 대한 기초 소양을 함양하여, 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의융합형 인재로의 성장을 지향하고 있다.

특히 통합과학은 자연 현상과 인간의 관계, 과학기술의 발달과 미래생활 예측과 적응, 사회문제에 대한 합리적 판단 능력 등 미래 사회에 필요한 과학적 소양 함양을 목표로 하고 있다. 이 과목의 구성은 자연현상과 관련된 통합 개념 이해

와 미래 사회 대비 핵심역량을 반영한 대주제 중심의 융합형으로 개발되며, 여러 분야 기초 개념의 융합과 동료 간 탐구 협업을 통해 새로운 가치 창출 및 역량 습득이 가능한 대주제 학습, 학교 밖 현장 체험을 통한 실생활 학습, 전통적인 과학-기술-사회 연계 STS 학습 등으로 구성된다(교육부, 2014).

앞으로 생명과학 분야에서 더 복잡하고 다양한 쟁점들이 나타날 가능성이 높다는 것을 감안하면, 과학 지식을 소유한 사람보다는 이를 비판적으로 활용할 수 있는 사람이 필요하다(송신철, 2015). 또한 과학 지식의 발달로 인해 일어나고 있는 사회적 현상과 과학의 역할 등에 대한 선행 연구를 보더라도 학생들의 과학 글쓰기를 통한 현상을 분석하는 사고의 체계화는 필요하다. 특히 생명과학 글쓰기는 다른 과학 분야 글쓰기에 비해 다각적인 차원의 비판적 사고가 요구되므로 생명과학 단원 글쓰기 활동이 갖는 STS(과학-기술-사회 연계)적 특성을 활용한다면 비판적 사고를 촉진하고 의사결정력을 향상시키는데 기여할 수 있다(정민이, 2013).

융복합 시대가 이전 시대와 차별되는 것은 더 이상 개별 분야들이 고립된 상태로 있지 않다는 점이다(원만희, 2015). 이러한 시대적 변화에 힘입어 교육과정에서도 과학 글쓰기의 필요성이 대두되고 있다. 이제 더 나아가, 과학 분야를 포함한 인문·사회학적 가치를 융합하는 글쓰기 교육으로의 전환이 이뤄지고 있으며, 이를 위한 학습 방법 개선이 요구되고 있다. 그러므로 학생들이 보다 창의적으로 자신의 생각을 표현하도록 하기 위해서는 다양한 제시문과 보조자료 등이 포함된 과학 글쓰기 교수학습 자료 개발이 이뤄져야 한다.

## 2. 연구내용

과학글쓰기의 중요성이 더욱 강조되고 있음에 따라 본 연구에서의 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 과학글쓰기의 종류를 설명과 논증을 기준으로 하여, 세부적으로 글쓰기

의 형태와 내용에 따라 분석할 수 있는 분석기준을 설정한다.

둘째, 2009 개정 교육과정에 따른 현재 고등학교 『생명과학 I, II』 교과서의 과학글쓰기를 앞서 개발한 분석 기준에 따라 분류하고 분석함으로써 교과서 내의 글쓰기 문제의 유형과 그 성격을 파악한다.

셋째, 분석 기준을 기반으로 2015 개정 교육과정 교과내용과 연계한 과학글쓰기 교수학습 자료를 개발한다.

### 3. 연구의 제한점

본 연구의 결과에 대해서 다음과 같은 제한점을 밝힌다.

첫째, 생명과학 부분을 중심으로 교과서 분석과 교수학습 자료가 개발되었기 때문에, 생명과학 외의 다른 분야에 대한 제시자료로서는 한계가 있다.

둘째, 『생명과학 I, II』 교과서에서 과학글쓰기로 명시된 자료만을 분석 대상으로 했기 때문에 교과서 내의 다른 형태의 과학글쓰기는 배제되었음을 밝힌다.

셋째, 2015개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원별 주요 내용이 제시되긴 했지만, 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 자료 개발의 기준으로 삼았다.

## II. 이론적 배경

### 1. 과학 글쓰기의 개념

과학 글쓰기는 과학적 사실과 개념에서부터 법칙과 이론에 이르기까지 사고하는 과정과 내용을 글로 표현하는 활동으로 학습자의 감각과 두뇌 활동을 통합하는 다중 표현 방법이다(이치운, 2014). 또한 글쓰기를 수행하였을 때 과학개념 이해의 향상, 과학에 대한 태도의 향상, 과학적 사고력과 고차원적 사고 기술의 향상을 가져온다(박길순 등, 2014).

### 2. 교육과정에서 과학 글쓰기의 등장 배경

서술형·논술형 평가는 사고 기능과 이해하고 분석하여 자신의 논리로서 정연하게 쓸 수 있는 능력을 향상시켜 종합적이고 통합적인 사고력을 키운다(홍명지, 2006). 이는 우리나라 교육과정에서 과학 글쓰기가 등장하게 된 배경이기도 하다. 학생들에게 과학 관련 글쓰기의 경험을 제공하기 위한 노력의 결실로 교육과정에서 과학 글쓰기가 도입되었다고 할 수 있다.

2007년 개정 과학과 교육과정에서는 제7차 과학과 교육과정과 달리 교수·학습 방법에서 ‘과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 자료를 읽고, 이를 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도’함을 명시적으로 제시하였다. 이는 2009년 개정 과학과 교육과정에도 명시되어 있는데, 초·중학교 과학과뿐만 아니라 고등학교 과학과 선택 과목에서도 과학 글쓰기를 강조하고 있다(이정은, 2013).

### 3. 바칼로레아의 의의

정기수(2004)는 바칼로레아란 프랑스에서 중등교육을 마치고 치르는 시험에 합격한 자에게 수여하는 ‘대학의 첫째 학위 또는 그 시험 자체’라고 설명했다. 이 학위는 대학 입학자격증이자 동시에 중등교육 졸업증이라는 이중의 성격을 갖는다. 바칼로레아 학위 소지자들은 더 이상의 시험 없이 대학에 들어간다. 바칼로레아 제도는 1808년 나폴레옹 황제에 의해 창시되었고, 그 후 발전하여 지금은 애초의 바칼로레아 즉 ‘일반 바칼로레아’ 외에 ‘기술 바칼로레아’와 ‘직업 바칼로레아’로 분리되었다. 바칼로레아는 주관식 논술형 방식으로서 사고력과 판단력, 창의력과 표현력을 기르는 교육을 할 수 있게 하는 시험 제도이다. 정기수는 우리나라도 이러한 바칼로레아 모델의 주관식 논술형 방식을 도입하는 형태의 대입제도로 변화되어야 한다고 주장했다. 대입제도가 논술 시험제로 바뀌게 되면, 학교 역시 그에 부응하는 교육을 하게 된다는 주장이다.

### 4. 창의적 문제해결

원만희(2015)는 글쓰기는 어떤 생각을 타인에게 전달하는 기능만 하는 것이 아님을 강조하였다. 말하기와는 달리 글쓰기는 그 과정에서 생각을 모으고, 정리할 뿐만 아니라 정리된 생각으로부터 새로운 지식을 형성하기도 한다. 융복합적 사고, 즉 창의적이고 다면적인 사고가 글쓰기와 더불어 ‘효과적으로’ 시작되고 또 진행된다는 점을 강조하고 싶다고 했다. 아울러 융복합 시대에 요구되는 창의성은 새로운 아이디어나 문제 해결 방법을 우연히 발견하는 단순 능력이 아니라 복합적이고 고차원적인 사고를 바탕으로 문제를 분석하고 대안을 다각도로 모색하여 최적화 된 해결책을 도출하는 정신적 능력이라고 밝혔다.

## 5. 선행 연구 고찰

이규희(2014)는 2007개정교육과정과 2009개정교육과정에 따른 중학교 과학 교과서에서 글의 유형에 따라 과학 글쓰기 문항을 분류한 결과, 정보를 전달하는 글쓰기가 가장 많이 사용되었으며, 이에 해당하는 인지적 과정 중 이해하기가 가장 높은 빈도를 보였다고 분석했다. 또한 과학 교과서에 어떤 과학 글쓰기가 어떻게 사용되고 있는지는 과학 글쓰기 수업에 큰 영향을 끼칠 수 있다고 할 수 있으나, 교육과정에 따라 과학 교과서에 사용된 과학 글쓰기 문항의 특성과 제시 방법을 구체적으로 비교·분석한 연구는 아직 이루어진 바가 없다고 강조했다.

특히 정민이(2013)는 과학글쓰기 제시자료의 표현방식마다 갖는 속성을 고려하여 제시자료를 제작한다면, 학생들에게 균형 잡힌 사고를 유도할 수 있으며 교육과정에서 어떤 주제에 대한 과학 글쓰기를 할 때 적절한 보조 자료, 즉 제시문이나 연관 내용 등을 활용해 글쓰기 지도를 한다면 학생들이 글쓰기 활동을 통해 창의적이고 논리적으로 현상과 대상을 파악하려는 동기를 부여할 수 있다고 밝혔다.

신문자료를 활용한 과학 글쓰기 활동 역시 학생들의 과학탐구능력 신장에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다(이치윤, 2014). 신영준 등(2009)에 의하면, 학생들은 문제를 해결하는 글쓰기나 근거를 찾는 연역적 사고를 요구하는 글쓰기를 어려워하며 자신이 알고 있는 것이 부족하다고 느낄 때 자신감을 잃고 글쓰기를 싫어하게 되므로, 다양한 보조 자료를 활용하여 글쓰기 지도를 할 필요가 있다고 했다. 그렇기 때문에 과학 글쓰기에 앞서 교수학습 자료 개발이 이뤄져 학생들이 보다 다양한 생각을 써내려갈 수 있도록 하는 조력이 필요하다.

이러한 분석과 목적에 따라 본 연구에서도 과학 글쓰기를 분석하기 위한 기준을 설명형과 논증형으로 구분해 보았으며, 2009 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』 과 『생명과학 II』 교과서에 실린 과학 글쓰기 문항의 제시 방법을 구체적으로 비교·분석하고, 더 나아가 2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』 교과서에서 제시 가능한 과학 글쓰기 교수학습 자료를 개발했다.

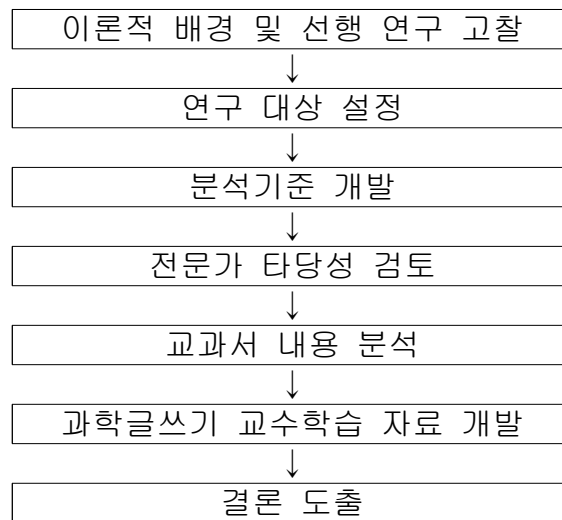


### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 연구 절차

본 연구는 <그림 1>과 같이 먼저 과학글쓰기 관련 이론적 배경과 선행연구를 고찰하였다. 그리고 연구대상을 설정한 후 선행 연구를 바탕으로 과학글쓰기 분석기준을 개발하였다. 개발된 분석기준은 전문가들의 타당성 검토 후 수정·보완하여 교과서 내용을 분석기준에 따라 분석하였다. 그 후 분석결과를 해석하고, 과학글쓰기 교수학습 자료를 개발해 결론을 도출하였다.

<그림 1> 연구절차



#### 2. 분석 대상

이 연구의 분석에 사용된 교과서는 2009 개정 교육과정 고등학교 『생명과학

I, II』 교과서로, 사단법인 한국검인정교과서협회에 등록된 교과서 5종씩, 총 10권의 교과서 전체를 분석했다. <표 1>은 본 연구의 분석 대상인 2009 개정 교육과정 『생명과학 I, II』 교과서 목록이다. 각 교과서에서 단원별로 제시된 과학 글쓰기 문제를 추출해 해당 문제를 분석 대상으로 삼았다. <표 2>는 2009 개정 교육과정 『생명과학 I』 교과서에서 ‘과학글쓰기’ 자료를 추출한 것이며, <표 3>은 2009개정 『생명과학 II』 교과서에서 ‘과학글쓰기’ 자료를 추출한 것이다. 이와 같은 방식으로 단원별로 제시된 자료를 추출해 분석했다.

<표 1> 분석 대상 과학 교과서

제목	출판사	저자	발행년도	과학글쓰기 문항수
생명과학 I	(주)상상아카데미	이길재 외 7인	2012.1.27	9
	(주)교학사	권혁빈 외 5인	2011.1.4	9
	천재교육	이준규 외 5인	2011.1.4	8
	(주)교학사	박희송 외 4인	2011.1.4	10
	비상교육	심규철 외 5인	2011.1.4	18
생명과학 II	(주)상상아카데미	이길재 외 7인	2012.8.31	5
	(주)교학사	권혁빈 외 5인	2011.8.31	9
	천재교육	이준규 외 5인	2011.2.23	9
	(주)교학사	박희송 외 4인	2011.8.5	9
	비상교육	심규철 외 5인	2012.1.27	17

<표 2> 2009 개정 교육과정 『생명과학 I』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 추출

[제시문] 다음 제시문을 읽고, 물음에 답하시오.

(가) 지구 생태계에는 동식물의 사체를 미생물이 분해하여 무기물로 환원시키는 물질 순환이 있다. 이 미생물을 대신하여 인간이 이것을 에너지나 유기 원료로 이용하는 것이 바이오 에너지이다. 바이오 에너지는 생물이나 미생물의 부산물을 연료로 사용하는 신재생 에너지이다. 현재의 에너지원으로 큰 비중을 차지하는 화석 연료는 매장량이 한계가 있으므로, 이를 대신할 에너지원으로 바이오 에너지 이용이 증가하고 있다. 일반적으로 사탕수수나 옥수수를 발효시켜 만든 알코올이나 동식물의 유지 성분을 이용한 바이오 디젤, 메테인 가스 등이 대체

연료로 사용된다.

(나) 바이오 에너지의 이용은 많은 문제점을 가지고 있다. 첫째, 바이오 에너지의 원료 작물 재배 과정에서 비료와 농약이 사용되고 바이오 연료의 발효와 건조 과정에서 사용되는 재료와 연료 등에 의하여 추가적인 탄소 가스가 발생하기 때문에, 탄소 가스 증가가 없는 연료라는 것이 현실적으로 불가능하다. 둘째, 바이오 에너지의 사용 증가로 옥수수, 사탕수수 등의 수요가 늘어나 이들 식물을 재료로 하는 식품(식용유, 마요네즈, 설탕 등)의 가격이 증가하고 옥수수를 주식으로 하는 나라에서는 기근이 발생한다. 셋째, 바이오 에너지 원료 작물의 재배 증가는 숲을 개간하여 밭으로 만드는 결과를 유발한다. 나무는 이산화탄소 흡수 수단으로 바이오 에너지 원료 작물보다 몇 배의 능력을 가지므로 결과적으로 바이오 에너지가 탄소 가스 배출을 촉진시키는 결과를 가져올 수 있다.

<문 1> 위 제시문을 근거로 바이오 에너지의 이용에 대한 장단점을 분석하고, 바이오 에너지 이용에 대한 자신의 생각을 글로 써보자.

<문 2> 바이오 에너지 사용과 관련하여 이산화탄소 배출 감소를 위하여 우리가 할 수 있는 일들을 유추하여 글로 써 보자.

(주)상상아카데미, 1단원. '생명과학의 이해' 논술형 글쓰기(p.47.)

<표 3> 2009 개정 교육과정 『생명과학 II』 교과서의 '과학글쓰기' 자료 추출

[제시문] 다음은 식물의 광합성 과정을 나타낸 것이다.

우리 주변에 있는 대부분의 식물에서 탄소가 고정되어 생기는 첫 번째 물질은 탄소를 3개 갖는 인글리세르산(PGA)이다. 이렇게 CO<sub>2</sub> 고정 산물이 3탄소 분자인 식물을 C<sub>3</sub>식물이라고 한다. C<sub>3</sub> 식물에서 탄소를 고정하는 효소를 루비스코라고 하는데, 이 효소는 CO<sub>2</sub>가 적고 O<sub>2</sub>가 많은 환경에서 CO<sub>2</sub> 대신 O<sub>2</sub>와 결합하기도 하기 때문에 광

합성 효율이 떨어진다.

식물은 덥고 건조한 날에는 증발에 의한 수분 손실을 막기 위해 잎의 기공을 닫는다. 그래서 기체의 출입이 막히게 되는데, 이에 따라 잎의 내부에서는 광합성으로 인해 CO<sub>2</sub> 농도가 점점 감소하고 O<sub>2</sub> 농도가 증가한다. 이때 루비스코가 CO<sub>2</sub> 대신 O<sub>2</sub>와 작용하여 탄소 고정 효율이 떨어진다.

이러한 문제를 슬기롭게 극복한 식물이 C<sub>4</sub>식물이다. C<sub>4</sub> 식물로는 옥수수, 사탕수수, 열대지방의 초본 식물 등이 있다. C<sub>4</sub> 식물에서 탄소 고정의 첫 번째 물질로 탄소가 4개인 물질이 생긴다. 이 효소는 엽육 세포에 있으며, 이 효소에 의해 생긴 C<sub>4</sub> 화합물은 관다발을 싸고 있는 유관속초 세포로 보내진다. 거기서 C<sub>4</sub> 화합물이 분해되어 다시 CO<sub>2</sub>가 생성되기 때문에 유관속초 세포의 내부는 CO<sub>2</sub> 농도가 높아지게 된다. 이 때문에 유관속초 세포에 있던 루비스코는 O<sub>2</sub>와 결합하지 않고 CO<sub>2</sub>와 잘 결합하기 때문에 CO<sub>2</sub>가 PGA에 고정되어 캘빈 회로로 들어가게 된다.

---

<문 1> 루비스코가 갖는 약점은 무엇인가?

<문 2> 기공이 닫히면 루비스코가 CO<sub>2</sub>를 고정하는 효율이 떨어지는 이유는 무엇인가?

<문 3> C<sub>4</sub> 식물이 C<sub>3</sub> 식물에 있는 루비스코의 약점을 어떻게 극복하였는지 글로써 보자.

(주)교학사, 1단원. '세포와 물질대사' 논술형 글쓰기(p.121.)

### 3. 과학 글쓰기 분석기준 설정

본 연구의 과학글쓰기 분석기준은 선행연구에서(이규희, 2014) 이용한 분석항목을 참조했으며, 본 연구의 목적에 맞게 내용을 수정·보완하여 과학글쓰기 유형과 내용에 따른 분석기준을 설정하였다. 선행연구에서는 인지적 과정과 과학 글쓰기의 목적에 따른 분석기준을 제시했는데, 초등 교과서와 미국 교과서의 인지적 과정 분석 연구에 사용된 분류기준, 즉 기억하기, 이해하기, 적용하기, 분석하기, 창출하기, 평가하기로 표현했다. 특히 글의 유형을 거시적 장르유형, 즉 정보를 전달하는 글쓰기, 설득하는 글쓰기, 이야기 쓰기, 그림 등으로 표현하는 글쓰기와 그에 따른 미시적 장르 유형으로 구분해 분석항목으로 삼았다.

일반적으로 글쓰기는 설명, 논증, 서사, 묘사로 나눌 수 있다. 서사(소설)와 묘사(시)는 설명과 논증으로 문제를 해결할 수 있다고 판단해 과학 글쓰기 분석기준 설정 시 설명형과 논증형으로만 구분했다. 2015 개정 『생명과학 I, II』 교육과정 목표에 따라 설명형 형식과 논증형 형식으로 글쓰기 요건을 충족할 수 있으며, 이에 따라 세부적으로 구분한 글쓰기 유형은 <표 4>와 같다.

설명형의 경우 두 가지 설명형 과학글쓰기와 해결형 과학글쓰기로, 논증형의 경우도 논증형 과학글쓰기와 논쟁형 과학글쓰기로 나누었다.

<표 4> 교과서 과학글쓰기 제시자료 분석기준

	구분(괄호는 기호)	세부구분	내용 및 성격
설명형	<b>설명형 과학글쓰기 (A)</b> : 어떤 주장이나 개념을 제시해 주고, 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 과학글쓰기	<b>탐구 설명형 (a)</b>	어떤 개념을 주장하는 데 있어서 개념의 의미나 의의를 구체적으로 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기
		<b>비교 대조형 (b)</b>	둘 또는 그 이상의 대상들을 여러 각도에서 비교, 대조하여 그 장단점을 판별하거나, 하나의 대상일지라도 여러 관점에서 그 장단점을 비교, 대조, 유추, 응용할 것을 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기
	<b>해결형 과학글쓰기 (B)</b> : 특정한 문제 상황을 제시해 주고 그 원인 또는 결과를 규명하거나, 해결 방안을 모색하기를 요구하는 과학글쓰기	<b>인과 분석형 (a)</b>	문제 상황을 제시해 주고, 그 발생 원인이나 문제점 자체를 분석하도록 하는 문제에 적용하는 글쓰기. 이어나타나게 될 현상이나 영향을 예측해 보라는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기. 부정적인 결과를 분석하도록 할 경우에는 그 해결 방안까지를 모색해 보도록 하는 것도 가능함
		<b>목표 지향형 (b)</b>	과학 분야에서 개인이나 사회가 지향해야 할 방향이나 목표를 제시해 주고, 이를 달성하기 위한 구체적인 방안을 논하도록 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형. 어떠한 전제 없이 제시된 목표를 달성하기 위한 다각적인 방안을 모색하는 글쓰기
논증형	<b>논증형 과학글쓰기 (C)</b> : 어떤 주장이나 개념을 제시해 주고, 거기에 대해서 나름대로 증명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 과학글쓰기	<b>가설 논증형 (a)</b>	과학적 이론 및 원리 또는 사회적으로 가장 바람직하다고 인정받는 가치 규범에 대하여, 그렇다고 인정할 수 있는 논리적인 근거를 제시할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 글쓰기
		<b>평가 비판형 (b)</b>	어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 준거에 견주어 비판하기를 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기
		<b>이상 제시형 (c)</b>	우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상을 어떻게 해결하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기
	<b>논쟁형 과학글쓰기 (D)</b> : 주어진 논제에 대해서 찬성이나 반대, 또는 제삼의 견해를 제시할 것을 요구하는 과학글쓰기	<b>옹호 논박형 (a)</b>	과학 분야에서 상반된 두 개의 의견을 제시해 주고, 그 어느 한쪽의 입장을 선택하여 이를 옹호하면서, 동시에 다른 의견을 논박하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기
<b>의견 제시형 (b)</b>		과학 연구 또는 적용에서 서로 대립되는 견해를 제시하고, 그 종합적 견해를 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기	

#### 4. 분석방법

생명과학 글쓰기 분석기준은 국어교사 1인과 과학교육학 전공 석사과정 대학원생 2인에 의해 검토되었다. 분석기준에 따른 2009 개정 교육과정 『생명과학 I, II』 교과서의 과학글쓰기 분류는 생물교육 전공교수 1인, 현직 국어교사 1인과 국어국문학 박사 1인, 그리고 현직 과학 교사 1인에 의해 분석되었다. 분석 결과는 분석자들 간의 일치도를 확인하였으며, 불일치 부분은 논의를 통해 일치시켰다.

#### 5. 교수학습 자료 개발 절차

2015 개정 생명과학 내용요소의 영역, 핵심개념, 일반화된 지식, 내용요소, 기능을 종합해 자료를 개발했다. <표 5>에서 보는 것처럼 생명과학 글쓰기 교수학습 자료 개발은 2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 영역과 핵심개념을 종합해 총 7개 영역의 1차와 2차 문제 형식으로 자료 개발 체계를 구성했다.

<표 5> 2015개정 교육과정 『생명과학 I』 교수학습 자료 개발 체계 구성

영역(단원)	핵심 개념	1차 문제	2차 문제
생명과학과 인간의 생활	생명과학의 특성과 발달 과정		
생물의 구조와 에너지	동물의 구조와 기능		
항상성과 몸의 조절 A	자극과 반응		
항상성과 몸의 조절 B	방어 작용		
생명의 연속성 A	생식과 유전		
생명의 연속성 B	진화와 다양성		
환경과 생태계	생태계와 상호 작용		

## IV. 연구결과 및 논의

### 1. 2009 개정 『생명과학 I, II』 교과서의 과학글쓰기 분석 결과

2009 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』 과 『생명과학 II』 교과서에 제시된 과학글쓰기 자료는 『생명과학 I』 교과서의 경우 54문항을 분석했으며, 『생명과학 II』 교과서는 49문항으로 총 103문항을 분석했다. <표 6>은 『생명과학 I』 교과서에서 추출한 자료를 분석한 예시이며, <표 7>은 『생명과학 II』 교과서에서 추출한 자료를 분석한 예시이다.

『생명과학 I』 교과서에 제시된 과학글쓰기에서는 <표 8>에서 나타난 것처럼 설명형 형식의 해결형 과학글쓰기 가운데 인과분석형 글쓰기가 22문항으로 가장 많은 빈도로 출제되었으며, 다음으로 많이 출제된 형태는 설명형 형식의 설명형 과학글쓰기 중 탐구설명형 글쓰기로 12문항으로 나타났다.

『생명과학 II』 교과서의 경우도 <표 9>에서 보듯이 설명형 형식의 해결형 과학글쓰기 가운데 인과분석형 글쓰기가 18문항으로 가장 많은 빈도로 출제되었으며, 다음으로 많이 출제된 형태 역시 설명형 형식의 설명형 과학글쓰기 중 탐구설명형 글쓰기로 9문항으로 나타났다.

<표 10>에 나타난 바와 같이 전반적으로 설명형 형식이 더 많이 제시되었으며, 논증형 형식은 『생명과학 I』 과 『생명과학 II』 교과서 모두에서 비교적 낮은 빈도로 제시되었다.

<표 6> 2009 개정 교육과정 『생명과학 I』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 분석

[제시문] 다음 제시문을 읽고, 물음에 답하십시오.

(가) 지구 생태계에는 동식물의 사체를 미생물이 분해하여 무기물로 환원시키는 물질 순환이 있다. 이 미생물을 대신하여 인간이 이것을 에너지나 유기 원료로 이용



하는 것이 바이오 에너지이다. 바이오 에너지는 생물이나 미생물의 부산물을 연료로 사용하는 신재생 에너지이다. 현재의 에너지원으로 큰 비중을 차지하는 화석 연료는 매장량이 한계가 있으므로, 이를 대신할 에너지원으로 바이오 에너지 이용이 증가하고 있다. 일반적으로 사탕수수나 옥수수를 발효시켜 만든 알코올이나 동식물의 유지 성분을 이용한 바이오 디젤, 메테인 가스 등이 대체 연료로 사용된다.

(나) 바이오 에너지의 이용은 많은 문제점을 가지고 있다. 첫째, 바이오 에너지의 원료 작물 재배 과정에서 비료와 농약이 사용되고 바이오 연료의 발효와 건조 과정에서 사용되는 재료와 연료 등에 의하여 추가적인 탄소 가스가 발생하기 때문에, 탄소 가스 증가가 없는 연료라는 것이 현실적으로 불가능하다. 둘째, 바이오 에너지의 사용 증가로 옥수수, 사탕수수 등의 수요가 늘어나 이들 식물을 재료로 하는 식품(식용유, 마요네즈, 설탕 등)의 가격이 증가하고 옥수수를 주식으로 하는 나라에서는 기근이 발생한다. 셋째, 바이오 에너지 원료 작물의 재배 증가는 숲을 개간하여 밭으로 만드는 결과를 유발한다. 나무는 이산화탄소 흡수 수단으로 바이오 에너지 원료 작물보다 몇 배의 능력을 가지므로 결과적으로 바이오 에너지가 탄소 가스 배출을 촉진시키는 결과를 가져올 수 있다.

---

<문 1> 위 제시문을 근거로 바이오 에너지의 이용에 대한 장단점을 분석하고, 바이오 에너지 이용에 대한 자신의 생각을 글로 써보자.(비교대조형, A-b)

<문 2> 바이오 에너지 사용과 관련하여 이산화탄소 배출 감소를 위하여 우리가 할 수 있는 일들을 유추하여 글로 써 보자.(이상제시형, C-c)

(주)상상아카데미, 1단원. 생명과학의 이해 논술형 글쓰기(p.47.)

<표 7> 2009 개정 교육과정 『생명과학 II』 교과서의 ‘과학글쓰기’ 자료 분석

[제시문] 다음은 식물의 광합성 과정을 나타낸 것이다.

우리 주변에 있는 대부분의 식물에서 탄소가 고정되어 생기는 첫 번째 물질은 탄소를 3개 갖는 인글리세르산(PGA)이다. 이렇게 CO<sub>2</sub> 고정 산물이 3탄소 분자인 식물을 C<sub>3</sub>식물이라고 한다. C<sub>3</sub> 식물에서 탄소를 고정하는 효소를 루비스코라고 하는데, 이 효소는 CO<sub>2</sub>가 적고 O<sub>2</sub>가 많은 환경에서 CO<sub>2</sub> 대신 O<sub>2</sub>와 결합하기도 하기 때문에 광합성 효율이 떨어진다.

식물은 덥고 건조한 날에는 증발에 의한 수분 손실을 막기 위해 잎의 기공을 닫는다. 그래서 기체의 출입이 막히게 되는데, 이에 따라 잎의 내부에서는 광합성으로 인해 CO<sub>2</sub> 농도가 점점 감소하고 O<sub>2</sub> 농도가 증가한다. 이때 루비스코가 CO<sub>2</sub> 대신 O<sub>2</sub>와 작용하여 탄소 고정 효율이 떨어진다.

이러한 문제를 슬기롭게 극복한 식물이 C<sub>4</sub>식물이다. C<sub>4</sub> 식물로는 옥수수, 사탕수수, 열대지방의 초본 식물 등이 있다. C<sub>4</sub> 식물에서 탄소 고정의 첫 번째 물질로 탄소가 4개인 물질이 생긴다. 이 효소는 엽육 세포에 있으며, 이 효소에 의해 생긴 C<sub>4</sub> 화합물은 관다발을 싸고 있는 유관속초 세포로 보내진다. 거기서 C<sub>4</sub> 화합물이 분해되어 다시 CO<sub>2</sub>가 생성되기 때문에 유관속초 세포의 내부는 CO<sub>2</sub> 농도가 높아지게 된다. 이 때문에 유관속초 세포에 있던 루비스코는 O<sub>2</sub>와 결합하지 않고 CO<sub>2</sub>와 잘 결합하기 때문에 CO<sub>2</sub>가 PGA에 고정되어 캘빈 회로로 들어가게 된다.

<문 1> 루비스코가 갖는 약점은 무엇인가?(탐구설명형, A-a)

<문 2> 기공이 닫히면 루비스코가 CO<sub>2</sub>를 고정하는 효율이 떨어지는 이유는 무엇인가?(인과분석형, B-a)

<문 3> C<sub>4</sub> 식물이 C<sub>3</sub> 식물에 있는 루비스코의 약점을 어떻게 극복하였는지 글로 써 보자.(인과분석형, B-a)

(주)교학사, 1단원. 세포와 물질대사 과학글쓰기(p.121.)

<표 8> 2009 개정 『생명과학 I』 교과서 과학글쓰기 분석

생명과학 I 교과서	설명형				논증형					문항수
	A		B		C			D		
	a	b	a	b	a	b	c	a	b	
(주)상상아카데미	2	1	3	0	1	1	1	0	0	9
(주)교학사	2	0	3	1	1	0	0	0	2	9
천재교육	4	0	2	0	0	1	0	1	0	8
(주)교학사	1	2	4	0	1	0	2	0	0	10
비상교육	3	1	10	0	0	0	1	1	2	18
합계	12	4	22	1	3	2	4	2	4	54

<표 9> 2009 개정 『생명과학 II』 교과서 과학글쓰기 분석

생명과학 II 교과서	설명형				논증형					문항수
	A		B		C			D		
	a	b	a	b	a	b	c	a	b	
(주)상상아카데미	1	1	3	0	0	0	0	0	0	5
(주)교학사	3	1	2	0	2	1	0	0	0	9
천재교육	1	2	3	1	0	0	2	0	0	9
(주)교학사	1	1	2	0	0	0	2	0	3	9
비상교육	3	2	8	1	0	0	1	1	1	17
합계	9	7	18	2	2	1	5	1	4	49

<표 10> 2009 개정 『생명과학 I, II』 교과서 과학글쓰기 분석

생명과학 I, II 교과서	설명형				논증형					문항수
	A		B		C			D		
	a	b	a	b	a	b	c	a	b	
총합	21	11	40	3	5	3	9	3	8	103

## 2. 2015년 개정교육과정에 따른 『생명과학 I』 교과서 과학글쓰기 교수 학습 자료 개발

과학 글쓰기 분석기준에 따른 문제유형이 고르게 들어갈 수 있도록 <표 11> 에서와 같이 총 5개 단원, 7개 핵심개념으로 구분해 1차 문제와 2차 문제로 과학글쓰기 문제를 구성했으며, 단원에 따른 내용요소와 핵심 개념을 중심으로, 가 급적 1차 문제는 설명형 중심으로, 2차 문제는 논증형을 중심으로 글쓰기가 이루어질 수 있도록 개발했다.

<표 11> 2015개정 교육과정 『생명과학 I』 교수학습 자료 개발 체계 실제

내용요소(단원)	핵심 개념	1차 문제	2차 문제
생명과학과 인간의 생활	생명과학의 특성과 발달 과정	인과분석형	인과분석형
생물의 구조와 에너지	동물의 구조와 기능	탐구설명형	이상제시형
항상성과 몸의 조절 A	자극과 반응	탐구설명형	평가비판형
항상성과 몸의 조절 B	방어 작용	탐구설명형	인과분석형
생명의 연속성 A	생식과 유전	탐구설명형	인과분석형
생명의 연속성 B	진화와 다양성	탐구설명형	옹호논박형
환경과 생태계	생태계와 상호 작용	비교대조형	목표지향형

1) 1단원 [생명과과학과 인간의 생활]

(1) 출제 의도

단원의 핵심 개념인 ‘생명과과학의 특성과 발달 과정’에 대한 기본적인 이해를 파악한다. <표 12>에서 나타난 [생명과과학과 인간의 생활] 단원의 내용요소인 생물의 특성, 귀납적·연역적 탐구방법, 변인 통제, 대조 실험 등의 개념을 정확하게 표현할 수 있도록 한다. 이를 바탕으로 생명과학이 인간의 생활과 어떠한 상관관계를 가지고 있는지를 다양하게 생각하게 하고 이를 구체적으로 설명하거나 논증할 수 있는지를 파악하려 한다. 생명과학의 다양한 탐구 방법에 대한 기본적인 이해를 묻고, 일상생활 주변의 생명 현상에 대해 과학적 설명이 가능한지를 평가하고 확인한다.

<표 12> 1단원. [생명과과학과 인간의 생활] 단원의 개요

영역	생명과과학과 인간의 생활
핵심 개념	생명과과학의 특성과 발달 과정
일반화된 지식	생명과과학은 생명체의 탄생, 유지, 변화를 이해하는 학문이다. 생명과학은 다양한 탐구 방법에 의해 인류 역사와 함께 발전해 왔다.
내용 요소	생물의 특성, 귀납적 탐구 방법, 연역적 탐구 방법, 변인 통제, 대조 실험
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

(2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 단, 제시문의 자료는 교과서 밖에서 ‘생명과과학과 인간의 생활’

에 관련된 내용을 적용하도록 한다. 이 단원의 성격 상, 앞서 제시한 과학글쓰기 분류에서 ‘설명형’의 글쓰기로 학생들의 창의적인 생각을 유도한다.

### (3) 문제 모형 및 기대 효과

생명과학이 일상과 주변에서 늘 접하면서도 인지하지 못하는 경우가 많은데, 우리의 모든 주변과 일상이 생명과학과 닿아있다는 사실을 통해 학생들의 생명과학에 대한 호기심을 유발하고 학습 내용에 관심을 유도할 수 있다. 교수·학습이 이루어지는 수업시간에도 교사와 학생이 일상과 주변의 대상을 통해 공감을 나눌 수 있으므로 [생명과학과 인간의 생활]에서 학습목표로 삼는 여러 가지의 목표들을 자연스럽게 도달할 수 있다. 1단원의 과학글쓰기 교수학습 자료는 <표 13>과 같다.

<표 13> 1단원. [생명과학과 인간의 생활] 과학글쓰기 교수학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

#### [제시문 1]

과학의 탐구가 이루어지는 과정은 그 연구 주제에 따라 매우 다양하다. 과학적 탐구 방법은 크게 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법으로 나눌 수 있다.

연역적 탐구 방법은 어떤 문제를 인식하여 가설을 설정한 후 가설이 맞는가를 가정하에서 예상되는 관찰 결과를 실험을 통해 확인하고 검증하는 탐구 방법이다. 다음의 과정을 거쳐 결론에 이르게 된다. [관찰 → 문제인식 → 가설설정 → 탐구 설계 및 수행 → 자료해석 → 결론 도출 → 법칙화, 일반화]의 과정이 일반적이다.

귀납적 탐구 방법은 가설 설정의 단계가 없으며 많은 자료 수집을 통하여 일반적인 원리나 법칙으로 결론을 도출해 내는 탐구 방법이다. 다음의 과정을 거쳐 결론이 이르게 된다. [자연현상 → 관찰 주제의 설정 → 관찰 방법과 절차의 고안 → 관찰 수행 → 관찰 결과의 해석 및 결론 도출]의 과정이다.

비상교육, 비상학습백과

[제시문 2]

생명체가 살아가거나 인간이 거주하려면 ‘물’이 필요하다. 화성에 물이 있다면 과거에 생명체가 존재했거나 앞으로 인간이 살아갈 가능성도 높아진다. NASA는 지난 2001년 4월 7일 화성의 궤도를 돌며 조사하는 탐사위성 마스 오디세이호를 발사하고 1년이 지난 5월 28일 놀라운 발표를 한다. 위성에 탑재된 분광기가 화성 지표면의 90cm 아래에서 수소 감마선을 포착했다는 것이다. 이 신호는 화성 내부에 거대한 얼음 저수지가 존재한다는 결정적 증거였다. 얼음의 양도 엄청났다. 모두 녹일 경우 화성 전체가 500m 깊이의 물로 채워질 정도다.

화성의 환경은 예전이 훨씬 더 나았다. 사막지형도 아니었고 대기의 양도 지금보다 많았다. 현재 화성의 대기는 지구의 1퍼센트 정도에 불과하다. 화성이 사막으로 변한 것은 내부의 핵이 굳으면서 자기장이 사라졌기 때문이다. 자기장이 있었다면 태양에서 날아오는 방사능 물질과 유해한 빛을 차단해 주었을 것이다. 그러나 보호막이 사라지자 태양에서 날아온 입자들이 화성 대기를 우주로 날려버렸다. 이후 생명체가 살 수 없는 죽음의 땅이 됐다.

2011년 12월에는 화성탐사로봇 ‘오퍼튜니티(Opportunity)’호가 석고 광맥을 찾아냈다고 발표했다. 석고는 황산칼슘과 액체 상태의 물이 반응해서 만들어지므로 화성에 물이 존재했다는 가장 확실한 증거다. 한때 화성에 거대한 바다가 존재했다면 생명체가 있었을 가능성도 충분하다.

현재의 과학 수준으로는 과거 화성에 얼마나 많은 생명체가 존재했는지 알 수 없다. 그러나 아직 많은 양의 얼음이 존재한다면 이야기가 달라진다. 물을 구할 수 있다면 앞으로 인간이 살아갈 기지를 건설하는 일이 쉬워지기 때문이다. 화성의 역사를 알아내는 것만큼이나 미래의 생존 가능성을 높이는 일도 의미가 크다.

KISTI의 과학향기(2012. 3. 26.)

---

<문 1> 교정의 벚나무를 잠시라도 관찰한 경우가 있다면 봄, 여름, 가을 그리고 겨울이 지나면서 변화되는 것들은 무엇인지, 그 이유는 무엇이라고 생각하는지를 간단하게 설명하십시오.(인과분석형)

<문 2> [제시문 2]에서는 생명체가 살아가거나 생존하기 위한 필수 조건을 ‘물’로 보고, 이를 화성의 환경에 대입해 미래 생명체(인간)의 생존가능성을 말하고 있다. [제시문 1]의 방법을 통해 결론을 도출하는 과정에서 두 가지 방법에 따른 과학적 탐구방법이 가지게 되는 각각의 문제점을 인과적으로 설명하시오.(인과분석형)



## 2) 2단원 [생물의 구조와 에너지]

### (1) 출제 의도

단원의 핵심개념인 ‘동물의 구조와 기능’에 대한 이해를 파악한다. <표 14>에서 나타난 [생물의 구조와 에너지] 단원의 내용요소인 물질대사, ATP, 노폐물의 배설과정, 세포호흡, 소화·호흡·순환·배설, 대사성 질환을 바탕으로 소화기관과 배설기관, 호흡기관과 순환기관의 구조와 기능에 대하여 개별적 특징은 물론이고 상호 연관 관계에 대한 종합적인 이해의 정도를 파악하고자 한다. 이를 통해 개념에 대한 구체적인 설명과 기관의 상호 기능에 대한 논리적 증명까지도 파악하고자 한다. 인간의 삶과 관련하여 인체의 구조와 기능에 대한 유추를 통해 건강한 삶을 유지할 수 있는 방법을 환기할 수 있다.

<표 14> 2단원. [생물의 구조와 에너지] 단원의 개요

영역	생물의 구조와 에너지
핵심 개념	동물의 구조와 기능
일반화된 지식	소화기관을 통해 영양소를 흡수하고 배설기관을 통해 노폐물을 배출한다. 호흡기관과 순환기관을 통해 산소와 이산화탄소를 교환한다.
내용 요소	물질대사, ATP, 노폐물의 배설과정, 세포호흡, 소화·호흡·순환·배설, 대사성 질환
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

### (2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 과학글쓰기 분류에서 ‘논증형’의 글쓰기로 발문하고 제시자료를 통해 학생들이 문제에 접근하면서 자유롭게 토론하고 증명해나갈 수 있도록 문

제를 설정한다. 단, 소화기관과 배설기관, 호흡기관과 순환기관의 기본적인 명칭과 기능에 대해서는 교과서의 개념을 충분히 이해하고 있다는 전제에서 문제에 접근할 수 있는 수준으로 출제한다.

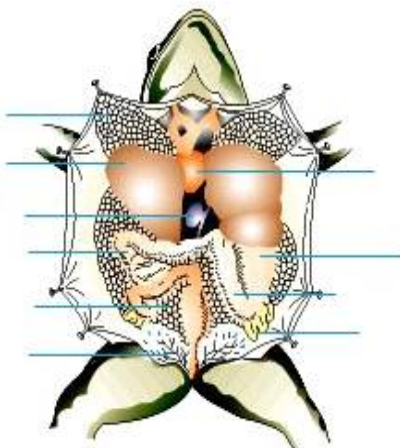
(3) 문제 모형 및 기대 효과

생물이 생존하기 위한 필요충분조건에 대해 우리는 생각해 봐야 한다. 소화, 순환, 호흡의 과정에 대한 이해를 바탕으로 바람직한 신체와 정신 건강의 중요성에 대한 자유로운 생각의 교류가 필요하다. 교수·학습에서도 교사와 학생이 핵심 개념과 일반화된 지식을 바탕으로 자유로운 토론이 가능하므로 문제에 대한 호기심과 공감을 나눌 수 있고, [생물의 구조와 에너지]에서 학습목표로 삼는 여러 가지의 목표들을 학생들이 자연스럽게 도달할 수 있다. 2단원의 과학글쓰기 교수 학습 자료는 <표 15>와 같다.

<표 15> 2단원. [생물의 구조와 에너지] 과학글쓰기 교수 학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

[제시문 1]

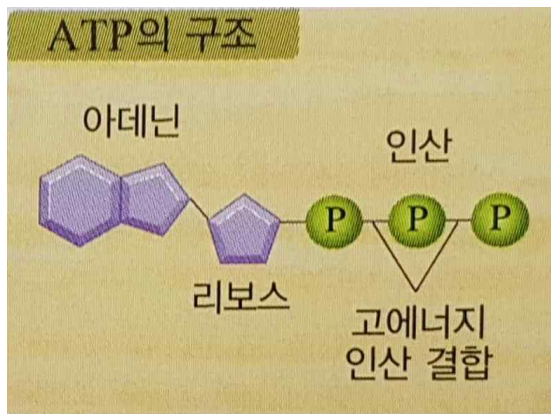


- 소화계 : 식도, 위, 장, 소화선
- 호흡계 : 허파
- 순환계 : 심장
- 비뇨계 : 콩팥, 수뇨관, 방광
- 생식계 : 정소, 수정소관

[개구리의 기관을 통해 사람의 기관과 그 기능 등을 유추할 수 있다.]

[제시문 2]

[1] ATP는 고에너지 인산 결합을 가지고 있는데, 이 결합이 끊어지면 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되면서 에너지가 방출된다. ADP는 세포 호흡으로 방출된 에너지에 의해 다시 ATP로 합성된다. ATP가 분해되어 방출된 에너지는 근수축, 체온 유지, 물질 합성, 물질 운반 등 다양한 생명 활동에 이용되어 근육 운동, 발열, 정신 활동, 성장 등이 일어나게 한다.



비상교육, 생명과학 I

[2] 아무리 세포에 양분을 계속 공급해 주어도 산소가 없으면 세포는 에너지를 만들지 못한다. 왜냐하면 세포는 양분을 산소와 반응시켜 에너지를 생산하기 때문이다. 세포호흡에 필요한 산소는 호흡 기관을 통해 몸속으로 들어온다. 우리가 숨을 들이마시면 코, 기관, 기관지를 거쳐 외부의 공기가 폐로 들어오고, 폐에서는 산소와 이산화탄소의 기체교환이 일어난다. 숨을 들이마실 때 폐로 들어온 공기 속의 산소는 폐포에서 모세혈관으로 흡수된다. 또한, 세포 호흡으로 발생한 이산화탄소는 혈액에 의해 폐로 운반되어 모세 혈관에서 폐포로 이동하여 몸 밖으로 나간다.

기체 교환을 통해 체외로 이산화탄소를 내보내는 일은 산소의 공급보다 생명 유지에 더 중요하다. 소화기관에서 흡수한 양분과 호흡 기관에서 흡수한 산소는 모두 순환계에 의해 온 몸의 세포로 운반된다.

비상교육, 생명과학 I

[3] 관이라는 밀폐된 공간에서 얼마나 인간이 생존할 수 있을까요? <베리드>의 관은 땅 속에 깊게 묻힌 것이 아니고, 관 자체도 틈이 많은 구조여서 공기가 어느 정도

통한다고 봐야 합니다. 완전히 밀폐된 공간에서 지포라이터를 켜다가는 산소 부족으로 금방 질식할 것입니다. 그런데 우리의 호흡 중추는 아이러니하게도 산소의 농도에 따라 호흡을 조절하기보다는 이산화탄소의 농도에 따라 조절한다는 것을 아십니까? 즉 밀폐된 공간에서 호흡이 가빠지는 것은 산소가 모자라서가 아니라 이산화탄소의 농도가 올라가 호흡 중추가 그에 반응하는 것입니다. 빠르게 호흡하면 체내의 이산화탄소가 배출되어 다시 이산화탄소의 체내 농도가 낮아지는 원리입니다.

이와 반대의 경우인 과호흡 증후군이라는 질병이 있습니다. 자율신경 특히 교감신경이 항진되면서 호흡이 가빠지는 상황인데요. 이 경우엔 체내의 이산화탄소가 많이 배출되어 체내 이산화탄소 농도가 낮아져 알칼리 혈증이 발생합니다. 그 증상은 어지러움, 감각 이상, 손발의 경련, 근육의 힘이 없어짐, 흉통, 부정맥, 시각 이상, 실신과 같이 다양하게 나타납니다. 원인 중에는 심리적 요인인 공황 발작으로 발생하는 경우가 있는데요. 만약 옆 사람이 특별한 원인 없이 갑자기 가쁜 호흡을 쉬며 쓰러지면 어떻게 하시겠습니까?

이 경우 종이백 혹은 비닐봉지 치료라고 하는 응급처치 법이 있습니다. 비닐봉지 등을 환자의 얼굴에 덮어 내권 숨을 다시 쉬게 하는 방법입니다. 내뿜은 이산화탄소가 다시 호흡으로 들어오게 되어 체내 농도가 높아집니다. 빠르고 가장 효과적인 방법인데 다른 원인이 없는지를 잘 가려 써야 합니다.

뉴스와 칼럼(2014. 5. 8.)

---

<문 1> [제시문 1]에서 개구리의 기관들을 소화, 배설, 호흡, 순환 기능에 따라 구분하고, 이들의 통합적 기능에 대해 자유롭게 토론하자.(탐구설명형)

<문 2> [제시문 1]과 [제시문 2]의 [1], [2], [3]의 내용을 근거로 인간의 바람직한 신체와 정신을 위한 식생활, 운동, 정신 활동을 제시하시오.(이상제시형)

### 3) 3단원 [항상성과 몸의 조절] A

#### (1) 출제 의도

단원의 핵심개념인 ‘자극과 반응’에 대한 이해를 파악한다. <표 16>에서 나타난 [항상성과 몸의 조절] A 단원의 내용요소인 항상성, 내분비계와 호르몬의 특성, 신경계 질환, 호르몬 질환을 바탕으로 항상성의 개념 정의와 노화와의 연관 관계를 알아보고, 우리의 삶에서 어떠한 이유로 항상성을 유지하지 못하는지에 대한 다양한 이유를 탐구하도록 한다. 이를 통해 신경계 질환이나 호르몬 질환이 항상성을 파괴한다는 주장에 대해 생각해 보고, 이를 바탕으로 논리적으로 평가하고 비판할 수 있는지를 파악하고자 한다.

<표 16> 3단원. [항상성과 몸의 조절] A 단원의 개요

영역	항상성과 몸의 조절
핵심 개념	자극과 반응
일반화된 지식	감각기관과 신경계의 작용으로 다양한 자극에 반응한다. 내분비계와 신경계의 작용으로 항상성을 유지한다.
내용 요소	항상성, 내분비계와 호르몬의 특성, 신경계 질환, 호르몬 질환
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

#### (2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 과학글쓰기 분류에서 ‘탐구설명형’ 글쓰기와 함께 주장에 대한 ‘평가비판형’ 글쓰기로 발문하고 제시자료를 통해 학생들이 문제에 접근하면서 자유롭게 토론하고 증명해나갈 수 있도록 문제를 설정한다.

### (3) 문제 모형 및 기대 효과

항상성을 유지하는 것은 생명을 유지하기 위해 필수적이라고 할 수 있다. 이러한 항상성이 각종 질환 등으로 유지되지 못하는 상황에 대해 다양한 이유를 찾아보고자 한다. 교수·학습에서도 교사와 학생이 핵심 개념과 일반화된 지식을 바탕으로 자유로운 토론이 가능하므로 문제에 대한 호기심과 공감을 나눌 수 있고, [항상성과 몸의 조절]에서 학습목표로 삼는 여러 가지의 목표들을 학생들이 자연스럽게 도달할 수 있다. 3단원의 과학글쓰기 교수학습 자료는 <표 17>과 같다.

<표 17> 3단원. [항상성과 몸의 조절] A 과학글쓰기 교수학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

#### [제시문 1]

항상성은 생물체 또는 생물 시스템이 외적 및 내적인 여러 가지 변화 속에 놓여 있으면서도 형태적 상태, 생리적 상태를 안정된 범위로 유지하여 개체로서의 생존을 유지하는 성질, 호메오스타시스(Homeostasis)라고도 한다. 고등 척추동물에 있어서 혈액의 화학 및 물리적인 성질과 상태가 음식물 등에 영향을 받지 않고 항상 일정하게 유지되는 것은 대표적인 예이다.(과학용어사전, 뉴턴편집부, 현춘수)

노화를 연구하는 과학자들은 크게 두 부류인데, 생리학자들은 인체 구조를 탐구하며 노화를 일으키는 세포 내 메커니즘을 찾는다. 진화생물학자들은 자연선택이 어떻게 해서 노화가 일어나도록 허용하는지 알아내려고 한다.

노화란 손상이나 퇴화가 수리되지 않는 것이다. 우리는 분자에서 조직, 장기 전체에 이르기까지 모든 수준에서 무의식적으로 하지만 끊임없이 스스로를 수리한다. 이것은 우리가 돈을 들여 자동차를 수리하는 것과 비슷하다. 인체의 자가 수리 메커니즘은 자동차 수리처럼 두 가지로 나뉜다. 하나는 손상 관리, 다른 하나는 정기 교체다.

인체의 손상 관리 중 가장 분명한 사례는 상처 치유다. 눈에 보이지 않는 분자 수준에서는 효소가 우리의 유전물질인 DNA에서 손상된 부분을 찾아 수리한다.

수리의 또 다른 형태로는 정기 교체가 있다. 세포의 상당수는 끊임없이 교체된다. 장기세포는 며칠마다, 적혈구 세포는 넉 달 마다 교체된다. 손상된 분자가 체내에 쌓이지 않도록 하기 위해 단백질 분자도 교체된다. 오늘 거울 속에 비친 내 모습은 한 달 전에 찍은 사진과 똑같을지 모르지만, 내 몸을 구성하는 분자의 상당수는 과거와 다르다.

얼마나 많은 부위가 수리될 수 있거나 교체될 수 있는가는 종마다 다르지만, 인간의 한계가 다른 종에게도 불가피한 것은 아니다. 불가사리는 절단된 관족이 새로 나는데 왜 우리는 안 될까? 우리는 왜 몸의 모든 부위를 자연적으로 수리하거나 교체할 수 없는 것일까? 그 대답은 수리비와 관계가 있는 듯하다. 동물이 생물학적 수리에 얼마나 많은 에너지를 투자해야 하는가는 수리비에, 또한 수리를 받았을 때와 받지 않았을 때 동물이 얼마나 오래 살 것으로 예상되는가에 달렸다. 노화는 이 지점에서 시작된다.

제레드 다이아몬드 '왜 인간의 조상이 침팬지인가'

#### [제시문 2]

[1] 노년에 기억상실을 경험하는 사람이 적지 않다. 기억을 담당하는 해마의 기능은 나이가 들면서 점점 감소돼 건망증을 유발한다. 건망증은 단순 건망증과 병적 건망증으로 나뉜다. 단순 건망증은 정보를 기억하는 상황에서 충분히 주의를 기울이지 않아 기억 자체가 불완전하게 저장돼 생긴다. 이야기를 대충 흘려듣거나 여러 가지 일을 한꺼번에 하는 상황에서 주의가 분산될 때 주로 나타난다. 하지만 기억을 떠올리려 했을 때 세세한 부분까지 기억해 내긴 어려워도 연관된 정보를 주면 내용을 바로 기억해 낸다.

반면 병적 건망증은 치매의 한 종류인 알츠하이머의 초기 증상으로 새로 알게 된 정보나 지식이 아예 해마에 입력되지 않아 힌트를 주어도 기억해내지 못한다. 식사를 하고 상을 치운 뒤 식사를 깜박했다며 다시 상을 차리거나, 방금 한 이야기나 질문을 되풀이 하는 것이 대표적인 예다. 처음에는 단기기억상실 증세를 보이다가 점차 저장된 기억도 사라져 가족도 알아보지 못하게 되기도 한다.

원인은 학습과 기억에 필요한 신경 전달 물질을 생산하는 신경세포가 빠른 속도로 죽어 없어지기 때문이다. 신경세포가 줄어들면 뇌는 쪼그라들고 시냅스가 약해지면서 신경세포의 기능도 떨어진다. 시냅스를 통해 전달되던 외부 자극도 해마로 전달되지



못하면서 기억을 만들지도 저장하지도 못하는 상태가 된다.

KISTI의 과학향기(2014. 10. 22.)

[2] 초미세먼지를 마시면 체내 스트레스 호르몬이 급증하고 혈당과 지질 수치 등이 높아진다는 연구결과가 나왔습니다. 2017년 8월 15일 초미세먼지와 질환의 상관관계에 관한 연구결과가 미국심장학회 발행 국제학술지 '순환기학' 최신호에 발표됐습니다. 이 실험결과는 오염된 공기에 장기간 노출되면 폐질환뿐 아니라 심장질환, 뇌졸중, 당뇨, 수명단축 등의 위험이 커지는 이유를 설명해 줍니다.

중국 상하이 푸단대학 칸하이둥 박사 팀은 건강한 대학생 지원자 55명을 두 그룹으로 나눠 각자 기숙사 방에서 생활하게 하며 초미세먼지가 인체에 어떤 영향을 주는지를 실험했습니다.

한 그룹의 방은 공기청정기 필터가 작동하도록 했고, 다른 쪽은 필터가 없어 오염된 공기가 여과되지 않게 한 뒤 9일간 생활하도록 했습니다.

12일 간 휴지기를 둔 뒤 이번에 필터가 있는 방엔 필터를 없애고, 필터가 없던 방엔 필터를 설치해 9일간 생활하게 했습니다. 참가자들에게는 필터 장착 여부를 모르게 했으며, 연구팀은 이들의 소변과 혈액을 받아 다양한 성분검사를 했습니다.

그 결과 필터로 거르지 않은 더 오염된 공기에 노출됐을 때 스트레스 호르몬인 코티졸과 코티존, 에피네프린(아드레날린), 노르에피네프린 등의 검출량이 훨씬 많았습니다. 또 혈당, 아마노산, 지질, 지방산도 증가했고 혈압도 더 높아졌으며, 혈당조절 호르몬인 인슐린에 대한 반응은 떨어졌습니다. 이밖에 신체 조직에 대한 산화성 스트레스 관련 지표들의 수치도 높아졌습니다.

MBN 매일방송(2017. 8. 16.)

---

<문 1> [제시문 1]에서 우리의 몸은 항상성을 유지하려고 한다. 그리고 노화는 항상성의 파괴가 그 주된 원인이다. 우리의 삶에서 항상성을 유지하지 못하는 이유들을 찾아보자.(탐구설명형)

<문 2> [제시문 1]에 근거하여 [제시문 2]의 [1], [2]의 내용에 대해 자신의 견해를 밝혀 기술하시오.(평가비판형)



#### 4) 3단원 [항상성과 몸의 조절] B

##### (1) 출제 의도

단원의 핵심개념인 ‘방어 작용’에 대한 이해를 파악한다. <표 18>에서 나타난 [항상성과 몸의 조절] B 단원의 내용 요소인 질병의 원인, 특이적·비특이적 방어 작용, 백신의 작용 원리, 항원 항체 반응을 바탕으로 인간에게 질병을 일으키는 다양한 원인을 관찰하고 생각하게 하며 인간의 몸이 병원체에 대항하여 어떠한 방어 작용을 하게 되는지 탐구하게 한다. 단 어려운 학문적 차원에서보다 주위에서 흔히 관찰되는 내용을 통해 학생들의 호기심을 유도하고 인식을 넓힐 수 있는 기회를 제공한다. 학생들이 알고 있는 과학적 지식과 사실 등을 늘 일상과 관련시킬 수 있고, 바람직한 삶의 태도에 대한 생각을 명료하게 글로 표현할 수 있도록 유도한다.

<표 18> 3단원. [항상성과 몸의 조절] B 단원의 개요

영역	항상성과 몸의 조절
핵심 개념	방어 작용
일반화된 지식	인간에게 질병을 일으키는 다양한 원인이 있다. 우리 몸은 병원체에 대항하여 방어 작용을 한다.
내용 요소	질병의 원인, 특이적 방어 작용, 비특이적 방어 작용, 백신의 작용 원리, 항원 항체 반응
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

##### (2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 과학글쓰기 분류에서 ‘탐구설명형’의 글쓰기로 발문하고 제시자

료를 통해 학생들이 문제에 접근하면서 다양하게 관찰할 수 있도록 한다. 이런 탐구 과정을 통해 제시문 등의 자료들을 근거로 건강한 삶을 위한 이상적인 자세를 자유롭게 토론하고 주어진 과제를 충실하게 해결해나가는 ‘과제해결형’의 문제를 설정한다.

### (3) 문제 모형 및 기대 효과

일상에서 흔히 겪는 질병과 이에 대한 인체의 방어 작용이 어떻게 이뤄지는지, 또 향후 어떤 질병이 예상되고 이에 대한 대응은 어떻게 이뤄지고 있는지에 대한 다양한 의견이 제시될 수 있다. 교수·학습에서도 교사와 학생이 핵심 개념과 일반화된 지식을 바탕으로 자유로운 토론이 가능하므로 문제에 대한 호기심과 공감을 나눌 수 있고, [항상성과 몸의 조절]에서 학습목표로 삼는 여러 가지의 목표들을 학생들이 자연스럽게 도달할 수 있다. 그리고 자연스럽게 건강한 정신과 육체를 위한 바람직한 자세를 생각하게 된다. 3단원의 과학글쓰기 교수학습 자료는 <표 19>와 같다.

<표 19> 3단원. [항상성과 몸의 조절] B 과학글쓰기 교수학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

#### [제시문 1]

매년 추운 겨울을 건강하게 나기 위해 본격적인 추위가 다가오기 전에 연례행사처럼 찾는 독감 예방주사. 하지만 독감 예방주사를 맞았다고 방심했다간 감기에 걸리기 십상이다. 일반 감기와 독감은 엄연히 다르기 때문이다.

독감을 ‘독한 감기’ 짚으므로 여기는 사람이 꽤 있지만 감기와는 엄연히 다르다. 감기는 리노바이러스, 아데노바이러스, 콕사키바이러스 등이 코나 목의 상피세포에 침투해 일으키는 질병이다. 매년 어른은 2~4번, 어린이는 6~8번 감기를 앓는다.

감기에 걸리면 코가 막히거나 목이 아픈 증세가 오기 시작하고 1, 2일 뒤 증세가 최고조에 이른다. 일반적으로 4일 ~ 2주간 기침이나 콧물, 목의 통증, 발열, 두통, 전

신권태 등의 증상이 나타나는데, 잘 먹고 잘 쉬면 시간이 지나면서 대부분 자연 치유된다.

이에 비해 독감은 인플루엔자 바이러스가 폐에 침투해 일으키는 급성 호흡기 질환이다. 독감의 증상으로는 1~3일의 잠복기를 거쳐 갑자기 섭씨 38도가 넘는 고열이 생기거나 온몸이 떨리고 힘이 빠지며 두통이나 근육통이 생긴다. 눈이 시리고 아프기도 한다. 일반 감기가 폐렴이나 천식 등의 합병증으로 이어질 가능성은 적지만 독감은 심할 경우 합병증으로 목숨을 잃을 수도 있다.

이렇듯 감기를 일으키는 바이러스는 워낙 다양해 백신을 만들어봐야 별 실용성이 없지만, 독감을 일으키는 바이러스는 한 종류이기 때문에 백신을 만들 수 있다. 그런데 평생 한 번만 맞아도 되는 간염주사와 달리, 독감주사는 왜 매년 맞아야 하는 걸까? 그 이유는 인플루엔자 바이러스의 변이가 심하게 일어나기 때문이다. 게다가 면역 지속기간도 3~6개월에 불과하다.

독감을 일으키는 인플루엔자 바이러스는 직경 80~120nm 크기로, 당단백질로 구성된 지질 외피(겉껍질)와 RNA 핵단백질로 구성되어 있다. 보통 우리 몸의 면역 세포가 인플루엔자 바이러스를 인식하는 것은 ‘겉껍질’ 부분이다. 독감 예방주사를 맞으면 우리 몸속에 독감 백신이 생기는데, 이 백신은 우리 몸의 면역세포가 병원균의 모양을 인식해 바이러스에 감염됐을 때 질병의 원인균을 최대한 빠른 시간 내에 처리해 질병에 걸리지 않도록 예방해준다.

매년 독감 예방주사를 맞아야 하는 이유도 이 겉껍질 부분이 변이되기 때문이다. 겉껍질이 변이되는 과정은 동물에게 감염됐다가 사람에게 전파되는 과정 등 여러 가지 원인에 의해 일어난다. 이렇게 겉껍질이 변이된 경우, 변이된 바이러스에 대한 모양이 인식되지 않은 예방접종을 하면 면역 효과가 없을 수도 있다. 매년 새로운 예방접종이 필요한 이유다.

KISTI의 과학향기(2012. 12. 3.)

#### [제시문 2]

[가] 항원항체 반응의 종류는 무수히 많으며 생체 내, 시험관 내에서도 일어난다. 항원과 대응되는 항체와의 결합을 통해 일종의 반응이 일어나게 되는데 이 반응을 항원항체 반응 혹은 혈청·면역 반응이라고도 부른다. 이러한 반응을 통해 면역반응이 일어나게 된다. 예를 들면 홍역에 걸린 사람은 몸속에 홍역균이 항원으로 들어와 홍역

에 대한 항체를 생성하게 되고 생성된 항체에 의해 홍역의 원인인 항원을 소멸시키면 이를 몸속의 기억세포에서 기억해두어 다시 홍역에 걸리지 않게 된다. 즉, 감염자의 혈청 속에 홍역 바이러스에 대한 항체가 생겨 재감염 때는 체내에서 항원항체 반응이 일어나 발병을 저지하는 것이다.

두산백과

[나] 1980년 미국 로스엔젤레스의 남성 동생애자 5명이 '칼리니페렴'에 걸렸다. 칼리니페렴은 면역력이 전혀 없는 노인이 걸리는 희귀한 병으로 젊은이들이 걸렸다는 사실은 특이한 일이었다. 환자들의 혈액을 검사하자 놀랍게도 항체를 만드는 세포가 전혀 없었다. 에이즈(AIDS, 후천성면역결핍증)가 최초로 발견된 것이다.

에이즈는 한마디로 HIV(인간면역결핍바이러스)에 감염돼 면역력을 잃어버리는 질병이다. 우리 몸은 바이러스나 세균이 들어오면 이들을 퇴치하는 면역체계를 즉각 가동한다. 면역체계는 매우 다양한 면역세포, 항체, 단백질의 협주곡이라고 할 수 있어 하나라도 빠지면 문제가 생긴다. 이중 CD4 T세포라는 면역세포는 바이러스의 정보를 다른 세포들에게 전달하는 중요한 역할을 한다. HIV는 대범하게도 바이러스를 잡는 CD4 T세포를 공격한다.

HIV에 감염되면 두통, 발열, 근육통을 3주 정도 앓다 회복한다. 우리 몸의 면역체계가 침투한 HIV를 파괴하기 때문이다. 그러나 완벽하게 퇴치하지는 못하며 일부 HIV는 몸에 남는다. 이때부터 HIV는 8~10년에 걸쳐 서서히 인체를 잠식하기 시작한다. 면역체계가 아직 살아있기 때문에 별 문제없이 생활할 수 있다. 에이즈 환자라고 부르지만 사실은 HIV보균자라고 보는 것이 정확하다.

그러나 갑자기 면역체계와 HIV의 팽팽했던 줄다리가 한쪽으로 급격히 기울어 때가 온다. CD4 T세포가 혈액 1mL에 200개 이하로 떨어지는 순간이다. HIV는 폭발적으로 증가하기 시작하며, 반대로 면역세포 수는 급격히 줄어든다. 일단 면역체계가 무너지면 평소 쉽게 퇴치했던 병균들이 우리 몸을 사정없이 유린하게 된다. 이때부터가 후천적으로 면역이 없어진 상태, 에이즈다.

KISTI의 과학향기(2007. 06. 25.)

[다] 항원항체 반응은 항원과 항체의 양적 비율이 적절하게 맞을 경우에 가장 빠르게 이루어진다. 이 현상을 최적비 현상이라 한다. 만일 항원이나 한 쪽이 과잉일 경우 오히려 반응이 억제된다.

또한 항원항체 반응은 각 항원에 대하여 높은 특이성을 갖는다. 이는 B세포에서 항체가 만들어질 때, 특정 항원에 반응하여 생성된 항체가 다른 항원과 반응하지 않기 때문이다. 그 이유는 항원에 반응하여 B세포에서 항체가 만들어질 때 특정 항원에 의해 생성된 항체는 원칙적으로 다른 항원과 반응하지 않는다. 이는 항원과 항체가 열쇠와 자물쇠의 관계를 가져 적합한 구조를 가져야만 서로 결합하기 때문이다. 그러나 구조적 유사성이 높은 다른 항원이 존재할 경우 항체가 교차반응을 하기도 한다. 이러한 높은 특이성은 면역, 혈액형 판별, 알레르기, 각종 병 및 감염의 종류·형의 결정 등 혈청학적 검사와 임상의학 각종 연구에 큰 도움을 준다. 또한 천식이나 식사성 두드러기와 같은 알레르기성 질환, 페니실린쇼크와 같이 인체에 불리한 현상으로 나타나기도 한다.

두산백과

---

<문 1> [제시문 1]의 자료처럼 일상에서 흔히 우리가 발견하게 되는 질병들을 찾아 다양한 증상들과 그 원인들을 찾아보자.(탐구설명형)

<문 2> [제시문 1] [나]의 내용과 [제시문 2]의 [가], [나], [다]를 근거로 신체에서 과거 경험했던 독감과 같은 성격의 감기가 재발할 수 있는지를 밝히고, 인간의 신체 안에서 항체는 무제한적으로 생성이 가능한지를 바이러스와 항체의 특성을 통해 밝히시오.(인과분석형)

5) 4단원 [생명의 연속성] A

(1) 출제 의도

단원의 핵심개념인 ‘생식’과 ‘유전’에 대한 기본적 이해를 파악한다. <표 20>에서 나타난 [생명의 연속성] A 단원의 내용 요소인 생식 세포의 다양성, 염색체 구조, DNA와 유전자, 유전체, 염색체 조합, 상염색체 유전, 성염색체 유전, 가계도 분석, 유전병의 종류와 특징을 바탕으로 DNA와 유전자에 따른 생물의 형질이 자손에게 전달되는 과정을 다양하게 파악하고자 한다. 무엇보다 중요한 것은 ‘생식’과 ‘유전’에 대한 이해를 글로 명료하게 표현할 수 있는지를 알아보고자 한다. 이런 표현 능력은 지식의 체계화를 가능할 수 있는 지표가 되기 때문이다.

<표 20> 4단원. [생명의 연속성] A 단원의 개요

영역	생명의 연속성
핵심 개념	생식과 유전
일반화된 지식	다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다. 생물의 형질은 유전 원리에 의해 자손에게 전달된다.
내용 요소	생식 세포의 다양성, 염색체 구조, DNA와 유전자, 유전체, 염색체 조합, 상염색체 유전, 성염색체 유전, 가계도 분석, 유전병의 종류와 특징
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

(2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 과학글쓰기 분류에서 ‘탐구설명형’의 글쓰기로 발문하고 제시자료를 통해 학생들이 문제에 접근하면서 다양하게 관찰할 수 있도록 한다. 이런 탐

구 과정을 통해 제시문 등의 자료들을 근거로 유전병의 다양한 종류에 대한 그 원인과 결과를 진단하고 그 극복 방안을 제시하는 ‘인과분석형’의 문제를 설정한다.

### (3) 문제 모형 및 기대 효과

생명과학이 일상과 주변에서 늘 접하면서도 인지하지 못하는 경우가 많은데, 우리의 모든 주변과 일상이 생명과학과 닿아있다는 사실을 통해 학생들의 생명과학에 대한 호기심을 유발하고 학습 내용에 관심을 유도할 수 있다. 교수·학습에서도 교사와 학생이 핵심 개념과 일반화된 지식을 바탕으로 자유로운 토론이 가능하므로 문제에 대한 호기심과 공감을 나눌 수 있고, ‘생식과 유전’에서 학습 목표로 삼는 여러 가지의 목표들을 학생들이 자연스럽게 도달할 수 있다. 그리고 자연스럽게 고유한 개체, 독립된 인간에 대한 중요성과 존엄성을 자각하게 되는 계기가 된다. 4단원의 과학글쓰기 교수학습 자료는 <표 21>과 같다.

<표 21> 4단원. [생명의 연속성] A 과학글쓰기 교수학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

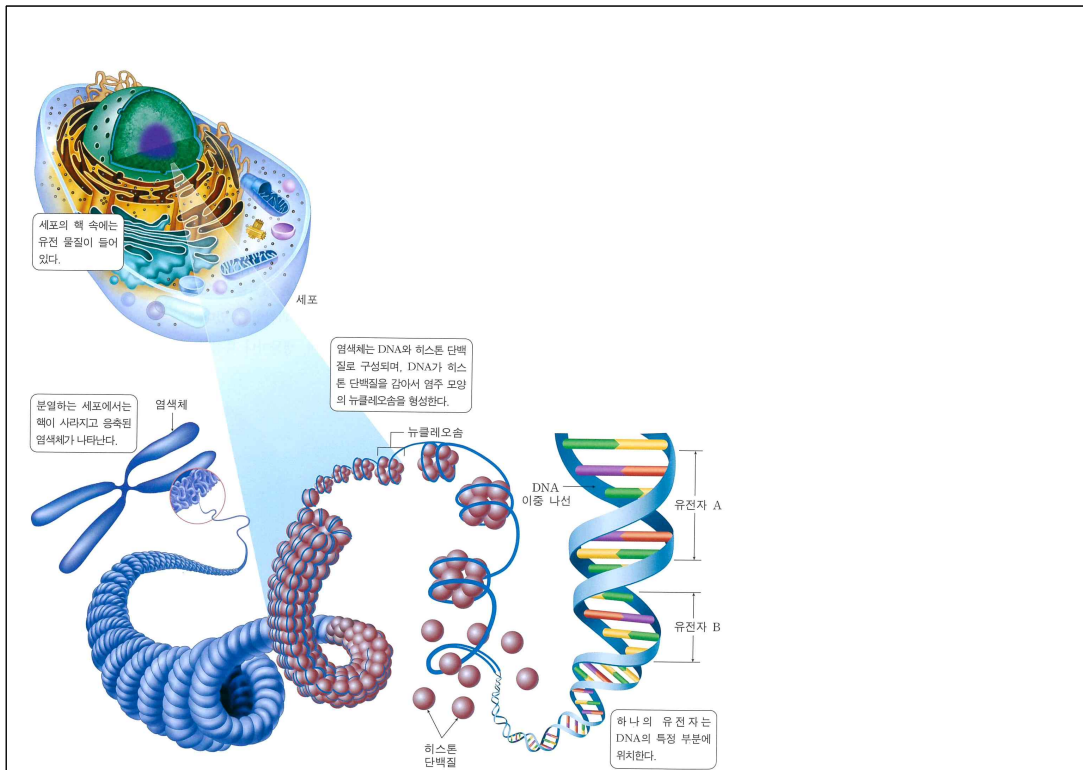
[제시문 1]

[염색체의 구조]

염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 이루어진 DNA-단백질 복합체이다. 염색체는 세포가 분열할 때에는 응축되어 나타나지만, 세포가 분열하지 않을 때에는 가는 실 모양으로 풀어져서 존재한다. DNA는 히스톤 단백질을 감아서 염주 모양의 뉴클레오솜을 구성하며, 히스톤 단백질은 DNA를 응축시키는 데 관여한다.

유전 물질을 확인하는 일련의 실험을 통해 염색체에서 유전 현상을 일으키는 물질은 단백질이 아니라 DNA라는 것이 밝혀졌다. DNA는 두 가닥이 서로 마주 보고 나선 모양으로 꼬여 이중 나선 구조를 이룬다. DNA 중에서 특정 부분이 생물의 형질에 대한 유전 정보를 담고 있어 유전자로 작용한다.





천재교육, 생명과학 I

[동, 식물의 염색체 수]

동물		식물	
사람	46개	벼	24개
침팬지	48개	토마토	24개
개	78개	감자	48개
초파리	8개	완두	14개

같은 종의 생물은 염색체 수가 같으나, 염색체 수가 같다고 해서 같은 종은 아니다. 염색체 수가 같아도 종이 다르면 염색체의 크기나 모양, 유전자의 종류 등이 다르다.

고등세포, 생명과학 I

[제시문 2]

[가] 과학자들은 3만 년 전 멸종한 네안데르탈인 화석의 이빨 근조직을 분석했다. 그



결과 네안데르탈인과 현재 인간과 해부학적으로 동일한 구조를 가진 크로마논인 사이에 근친교배가 일어났던 것으로 추정된다. 또한 네안데르탈인과 현생인류는 50만 년 전 같은 조상을 두고 있는 사이로 밝혀졌다.

죽은 자의 화석에서 인류의 발달사를 밝혀낸 주인공은 'DNA 고고학'이다. DNA 고고학은 유물, 유적 등의 DNA를 분석해 옛 인류의 삶을 복원하는 학문이다.

그러나 죽은 자가 우리에게 남긴 선물인 DNA는 너무 양이 적었다. 보물찾기처럼 수천, 수만년 전의 DNA를 발견하는 것도 어려운 일이며 찾은 DNA도 분석을 하기에는 양이 너무 적었다. 이 문제는 유전공학에서 사용되는 중합효소 연쇄반응(PCR)으로 풀었다. PCR이란 하나의 원본을 복사기로 여러 부를 인쇄하는 특정 DNA를 증폭하는 기술이다. 네안데르탈인과 현생인류의 관계를 밝힌 연구에서는 유전자를 PCR을 써서 1차적으로 DNA를 증폭한 뒤 박테리아와 결합시켜 다량으로 복제하는 방식으로 오래된 DNA를 분석했다.

이런 유전자 기술의 발전으로 우리는 오래된 유물을 분석하는 두 가지 열쇠를 갖게 됐다. 사람의 세포에 DNA가 담긴 부분은 두 곳이기 때문이다. 첫 번째 열쇠는 핵 안에 23쌍의 염색체 형태로 존재하는 30억 개 염기쌍의 DNA이고, 두 번째 열쇠는 핵 바깥의 미토콘드리아에 있는 1만 6000개 염기쌍의 유전자다. 이 열쇠로 무엇을 알아낼 수 있을까?

첫 번째 열쇠인 핵 유전자를 통해서도 성별을 구별하고 사람이 가진 특성을 알아낼 수 있다. 성염색체로 여자(XX)인지 남자(XY)인지 알아낸 후 '다변화 좌위'를 분석한다. 다변화 좌위란 DNA 염기서열이 특정 부위에서 사람마다 다르게 나타나는 현상이다. DNA의 염기서열이 다양하기 때문에 개인마다 다변화 좌위도 다르게 나타난다. 눈동자의 색깔, 피부색 등을 결정하는 다변화 좌위를 읽어 내면 개개인의 특징적인 용모까지 드러난다.

두 번째 열쇠인 미토콘드리아의 유전자는 '어머니'를 알아내는 데 이용된다. 세포가 활동하는데 필요한 에너지를 생산하는 미토콘드리아의 유전자는 모계를 통해 전달된다. 아버지의 정자도 미토콘드리아가 있지만 난자에 전달되지 못하고 없어진다. 그래서 수정란의 미토콘드리아는 난자의 것만 남아 후손에게 전달된다. 남자가 결혼해 자식을 낳으면 자식은 자신의 어머니의 미토콘드리아만 가진다. 이 미토콘드리아 또한 외할머니의 미토콘드리아다.

KISTI의 과학향기(2007. 2. 5.)

[나] 상염색체는 사람의 염색체 중에서 남녀에게 공통으로 들어 있는 염색체이다. 상염색체에 있는 유전자에 의해 나타나는 형질은 남녀의 특정한 성에 치우치지 않고 골고루 나타난다. 이러한 유전 형질에는 컷불, 미맹, ABO식 혈액형 등이 있다.

ABO식 혈액형에는 A형, B형, AB형, O형이 있으며, A, B, O 세 가지 유전자에 의해 혈액형이 결정된다. 유전자 A와 B는 유전자 O에 대하여 각각 우성이며, 유전자 A와 B 사이에는 우열 관계가 없다. 따라서 혈액형이 A형인 사람의 유전자형은 AA이거나 AO이고, B형인 사람의 유전자형은 BB와 BO이며, O형인 사람의 유전자형은 OO이다. 유전자형이 AB인 경우 유전자 A와 B 사이에는 우열관계가 없어서 AB형이 된다.

적색과 녹색을 구별하지 못하는 적록 색맹은 여자보다 남자에게서 많이 나타난다. 그 이유는 색맹 유전자가 성염색체 중 X 염색체에 존재하여 성별에 따라 형질이 나타나는 빈도가 달라지기 때문이다. 이처럼 성염색체에 들어있는 유전자 때문에 나타나는 유전 현상을 반성 유전이라고 한다.

색맹 유전자는 정상에 대해 열성으로 유전되며, 일반적으로 정상 유전자를 X, 색맹 유전자를 X'으로 나타낸다. 남자는 X 염색체에 색맹 유전자가 있으면 색맹이 되지만, 여자는 두 개의 X 염색체에 색맹 유전자가 모두 존재할 경우에만 색맹이 된다. 따라서 색맹은 여자보다 남자에게 더 많이 나타난다. 한편, 정상이지만 자손에게 유전될 수 있는 색맹 유전자를 지닌 여성(XX')을 보인자라고 한다.

유전자가 Y 염색체 상에 존재할 경우 남자에게만 유전 형질이 나타난다. 이와 같이 한쪽 성에만 형질이 나타나는 유전 현상을 한성 유전이라고 한다. 한성 유전으로 나타나는 사람의 형질로는 컷솔 털 과다증이 있다.

비상교육, 생명과학 I

[다] 오늘날 미국식품의약청 인증을 받아 널리 쓰고 있는 자폐증 치료제는 리스페리돈과 아리피프라졸이 있다. 두 약은 환자의 반복 행동을 줄이는 데 도움이 되지만 사회적 상호작용이나 커뮤니케이션 문제에는 전혀 효과가 없다.

자폐증 환자의 90%는 유전자 돌연변이 때문에, 나머지 10%는 환경적 요인 때문에 일어난다. 환경적 요인이란 태아의 뇌가 발달할 시기에 악영향을 줄 수 있는 모든 위험요소를 뜻한다.

유전자가 100% 동일한 일란성 쌍둥이의 경우, 어느 한 쪽이 자폐 증세를 보일 때 다른 한쪽도 함께 보일 확률은 90%가 넘는다. 이란성 쌍둥이거나 형제자매일 경우에

도 그 확률이 10%가 넘는다. 이는 특정 유전자에 돌연변이가 생기면 십중팔구 자폐로 이어진다는 뜻이다.

문제는 정확한 메커니즘을 모른다는 사실이다. 뇌의 어느 한 부분이나 특정 시냅스의 고장이 곧장 자폐증으로 이어지는 것이 아니기 때문이다. 하지만 오늘날 과학자들은 어느 유전자에 문제가 있을 때 자폐증이 생기고, 어느 신경회로의 문제가 치명적 인지는 알고 있다. 자폐증은 신경세포 사이를 연결하는 시냅스에서 수용체가 신경전달물질에 과민반응하거나 둔감하게 반응할 때 나타난다.

KISTI의 과학향기(2013. 5. 13.)

---

<문 1> [제시문 1]에서 동, 식물의 염색체 수에 따라 고등과 하등으로 구분할 수 있는지 탐구하고 생물의 염색체 수는 무엇을 의미하는지 밝혀 쓰시오.(탐구설명형)

<문 2> [제시문 1]의 ‘염색체 구조’ 이미지를 참고하여 용어의 개념과 위치 등을 확인하고 [제시문 2]의 [가], [나], [다]를 근거로 각종 유전병의 근본적 치료 방법을 인과적으로 밝혀 쓰라. (인과분석형)

6) 4단원 [생명의 연속성] B

(1) 출제 의도

단원의 핵심개념인 ‘진화와 다양성’에 대한 기본적 이해를 파악한다. <표 22>에서 나타난 [생명의 연속성] B 단원의 내용 요소인 생물다양성의 의미와 중요성을 바탕으로 생물이 환경 변화에 어떻게 적응하고 진화해왔는지를 구체적 사례를 통해 이해할 수 있다. 전 세계적으로 멸종 위험에 처해 있는 생물이 많아지고 있고 이미 멸종된 경우도 많다. 인간의 삶과 생존에 관련하여 멸종이 가지게 되는 위험성을 생각해보고 생물다양성의 의미와 중요성을 각성하게 된다. 이런 이해와 인식을 ‘진화와 다양성’의 여러 관점에서 자신의 이해와 인식을 글로 명료하게 표현할 수 있는지를 알아보고자 한다. 이런 표현 능력은 지식의 체계화를 가능할 수 있는 지표가 되기 때문이다.

<표 22> 4단원. [생명의 연속성] B 단원의 개요

영역	생명의 연속성
핵심 개념	진화와 다양성
일반화된 지식	생물은 환경 변화에 적응하며 진화한다
내용 요소	생물다양성의 의미와 중요성
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

(2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 과학글쓰기 분류에서 ‘탐구설명형’의 글쓰기로 발문하고 제시 자료를 통해 학생들이 문제에 접근하면서 다양하게 관찰할 수 있도록 한다. 이런

탐구 과정을 통해 제시문 등의 자료들을 근거로 생물이 환경 변화에 적응하며 진화한다는 사실과 생물다양성의 의미를 논리적으로 증명할 수 있는 ‘옹호논박형’의 문제를 제시한다.

(3) 문제 모형 및 기대 효과

우리는 매일 주위에서 이름을 알고 있는 종의 동물과 또는 이름도 알지 못하는 동물, 그리고 식물들을 만나게 된다. 어느 하나 소중하지 않은 게 없다. 심지어 여름이면 극성이 모기며 파리까지도 인간의 삶과 생존에 매우 중요한 생물이 될 수 있고, 정원에 무성한 잡초들마저도 모두 의미가 있다고 할 수 있다. 이 단원에서 제시하는 ‘탐구설명형’과 ‘옹호논박형’의 과학 글쓰기를 통해 모든 생물들의 중요한 의미를 찾아보려는 관심과 애정을 가질 수 있다. 4단원의 과학글쓰기 교수학습 자료는 <표 23>과 같다.

<표 23> 4단원. [생명의 연속성] B 과학글쓰기 교수학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

[제시문 1]

현대의 수렵·채집인들은 수천 년 동안 농업사회 근처에서 살았다. 하지만 농업혁명 이전의 수렵·채집인은 어떻게 살았을까? 오래전 사람들의 삶은 농업으로 전환한 뒤로 나아졌을까?

옛 사람의 유물에서 질병의 흔적을 찾는 학문인 고병리학 덕에 우리는 이 질문에 대한 답을 찾을 수 있다. 키의 역사적 변화를 예로 들어보자. 현대인의 영양 상태가 개선된 덕에 900~1000년 전 사람들보다 키가 커졌다는 사실은 이미 알려져 있다. 제대로 먹지 못해 키가 작았던 사람들을 위해 지은 중세 성의 성문을 지나려면 우리는 허리를 구부려야 한다.

그리스와 터키에서 출토된 수천 년 전 사람들의 골격도 놀라우리만치 비슷했다.

그러나 빙기에 이 지역 수렵·채집인의 평균 키는 남자의 경우 177.8센티미터, 여자의 경우 167.6센티미터였다. 하지만 농업을 받아들이면서부터 사람들이 짜부라졌

다. 기원전 4000년에 남자의 평균 키는 160센티미터, 여자는 154.9센티미터에 불과했다. 수천 년 뒤에 키가 조금씩 커지기는 했지만, 그리스와 터키의 현대인은 건강한 수렵·채집인 조상의 평균 키에 여전히 미치지 못한다.

아메리카 인디언이 옥수수를 재배하기 시작하면서 이들의 골격도 더 흥미로워졌다. 성인 치아의 평균 총치 개수는 1개 미만에서 7개 가까이로 치솟았다. 치아가 빠지는 일도 흔해졌다. 젓먹이의 치아에 사기질이 부족하다는 것은 엄마가 심각한 영양실조였다는 뜻이다. 결핵과 빈혈을 비롯한 질병이 부쩍 늘었다. 옥수수를 재배하기 전에는 인디언 인구의 5퍼센트가 50년 넘게 생존했지만, 옥수수를 재배한 뒤로는 그 비율이 1퍼센트로 줄었다. 인구의 5분의 1 가까이가 1세에서 4세 사이에 죽었다.

사람들은 옥수수가 아메리카 대륙에 내려진 축복이라고 알고 있지만 공중 보건 측면에서는 재앙이었다. 세계 다른 지역의 골격 연구에서도 결론은 비슷했다.

제레드 다이아몬드 ‘왜 인간의 조상이 침팬지인가’

#### [제시문 2]

[가] 현대 과학은 인간의 피부색을 하나의 보호 장치로 이해한다. 피부색은 체내의 멜라닌 색소에 의해 결정되는데, 색소 세포들은 필요 이상의 자외선을 차단하거나, 또는 부족한 자외선을 더 많이 흡수하기 위해 색소 생산량을 조절한다. 자외선은 우리 체내의 비타민 D 생성을 돕지만, 너무 지나치면 염산을 파괴하기 때문이다. 염산이 부족하면 불임과 조산처럼 종족 번식에 치명적인 결과를 가져오고, 비타민 D가 부족하면 뼈가 연해져 휘는 구루병을 일으킨다.

인류학자 니나 자블론스키(Nina Jablonski)는 인공위성으로 촬영한 지구의 자외선 분포 지도가 피부색 분포와 거의 일치한다는 사실을 확인했고, 인간의 피부색이 종족 번식과 관련이 있다는 이론을 발표했다. 아프리카와 호주, 서인도제도, 폴리네시아 원주민들은 강력한 자외선을 막기 위해 피부가 검게 변한 반면, 북유럽 원주민은 부족한 자외선을 최대한 흡수하기 위해 흰 피부를 가졌다고 본 것이다.

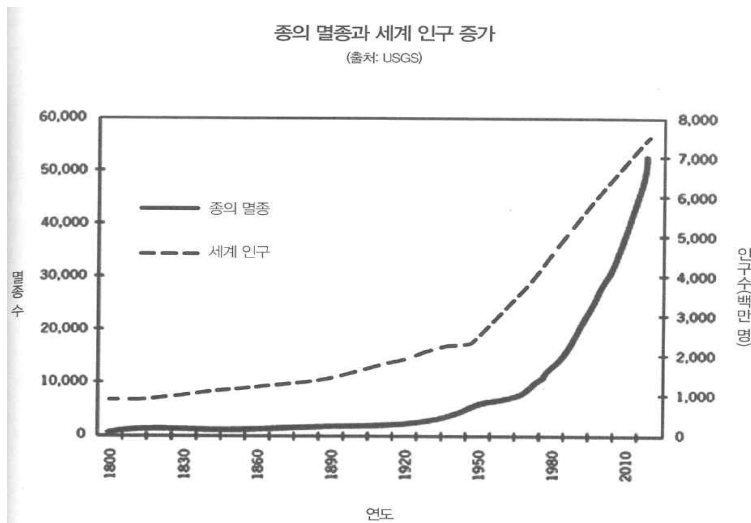
이 이론은 실제 눈으로도 확인이 가능하다. 흑인 신생아는 성년 흑인에 비해 훨씬 희다. 흑인들도 성장기에는 비타민D 형성을 위해 다소 밝은 피부색을 유지하다가 2차 성장기부터 본격적으로 검어진다. 인간의 피부색은 종족 번식과 생존을 위한 적응의 결과일 뿐이다.

사실 세상 모든 인간들의 피부색은 하나다. 유전적 탈색증을 가진 알비노(albino)를

제외한 모든 사람들은 피부 세포에 갈색 멜라닌색소를 가지고 있다. 백인과 흑인의 차이는 이 색소의 많고 적음에 지나지 않으며, 그 중간에 무수히 많은 스펙트럼이 존재한다. 더구나 멜라닌 색소의 양은 환경에 따라 변한다. 직사광선과 자외선이 강한 열대 또는 사막으로 이주한 백인은 차차 피부가 검어진다. 다만 사람에 따라 생산할 수 있는 멜라닌의 최대치는 차이가 있는데, 이것이 유전적으로 결정될 뿐이다. 그러나 그것도 영원하지는 않다. 엄밀히 말해 희고 검은 것을 기준으로 인종을 구별하는 것은 무의미한 것이다.

윤상욱 ‘아프리카에는 아프리카가 없다’

[나]



1800년 이후로 인구(오른쪽 수직선)가 증가하면서 멸종하는 종의 수(왼쪽 수직선)가 꾸준히 증가했다. 나란히 상승하는 두 선을 보면 이런 의문이 든다. 현대의 멸종 중에서 인간 때문인 것은 얼마나 될까?

제레드 다이아몬드 ‘왜 인간의 조상이 침팬지인가’

<문 1> [제시문 1]에서 제1세대의 자연선택에 의한 변화가 제2세대, 제3세대를 거치면서 진화한다면 환경이 유전에 직접적인 영향을 끼친다고 할 수 있다. 진화의 방향성 측면에서 진화가 점점 좋은 쪽으로 발전하는 진보의 오랜 과정이라고 할 수 있는지 토론해 보자.(탐구설명형)

<문 2> [제시문 1]을 근거로 [제시문 2]의 [가]에 대한 진화의 성격을 밝히고 [제시문 2] [나]의 내용을 참고로 해서 인간의 생존과 삶의 확대를 위해 종의 멸종을 자연선택으로 볼 것인지 종 다양성을 위해 노력해야 하는지 자신의 생각을 창의적으로 기술하시오.(옹호논박형)



## 7) 5단원 [환경과 생태계]

### (1) 출제 의도

단원의 핵심개념은 ‘생태계’와 ‘상호 작용’이다. <표 24>에서 나타난 [환경과 생태계] 단원의 내용요소 가운데 하나인 생태계의 구성 요소는 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며 서로 영향을 주고받는다라는 사실과 생태계 내에서의 물질은 순환하고 에너지는 흐른다는 내용의 구체적인 예와 함께 생태계의 평형에 대한 이해를 더욱 넓히고자 한다. 군집의 특성, 개체군의 특성 등의 이해와 더불어 고유 생물과 외래 생물의 관계가 어떻게 생태계를 파괴하게 되는지를 묻고자 한다. 더불어 복잡한 먹이 사슬이 왜 평형을 이루는 중요한 요소가 되는지를 이해하고 학생들에게 그 중요성을 알리고자 한다.

<표 24> 5단원. [환경과 생태계] 단원의 개요

영역	환경과 생태계
핵심 개념	생태계와 상호 작용
일반화된 지식	생태계의 구성 요소는 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며 서로 영향을 주고받는다. 생태계 내에서 물질은 순환하고 에너지는 흐른다.
내용 요소	생태계의 구성, 군집의 특성, 개체군의 특성, 군집 조사 방법, 천이, 생태계 평형, 에너지 흐름, 물질 순환
기능	문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통

### (2) 출제 범위

2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』의 각 단원이 제시되긴 했지만, 아직 관련 교과서가 제시되지 않음에 따라 2009 개정 교육 과정의 5종 교과서에서 공통 영역을 출제 기준으로 하고 난이도의 수준은 『생명과학 I』을 기준으로 충분히 이해할 수 있는 생명과학 자료를 제시하여 문제에 대한 과학 글쓰기가 가능하도록 한다. 과학글쓰기 분류에서 ‘비교 대조형’의 글쓰기로 발문하고 제시 자료를 통해 학생들이 문제에 접근하면서 다양한 군집이나 개체에 대해 비교, 대

조할 수 있도록 한다. 이런 탐구 과정을 통해 제시문 등의 자료들을 근거로 생태계의 평형을 깊이 있게 이해하고 생태계를 파괴하는 요인들에 대해 문제의식을 가질 수 있도록 논문, 기사, 서적, 뉴스 등의 다양한 자료를 이용하도록 한다. 이를 통해 ‘목표지향형’의 문제를 설정한다.

(3) 문제 모형 및 기대 효과

환경과 생태계는 인간의 삶의 조건으로 가장 먼저 고려되어야 하는 문제다. 그러면서도 그 소중함을 실천적으로 인식하지 못해 오염시키고 파괴하게 되는데 이조차도 거의 인식을 하지 못하고 있다. [환경과 생태계]의 단원에서 과학글쓰기를 통해 그 소중함을 제대로 인식하고 가치를 지켜나가기 위한 실천적 자세를 함양할 수 있다. 5단원의 과학글쓰기 교수학습 자료는 <표 25>과 같다.

<표 25> 5단원. [환경과 생태계] 과학글쓰기 교수학습 자료

※ 다음의 [제시문 1]과 [제시문 2]의 내용을 적용하여(바탕으로), <문 1>과 <문 2>의 물음에 대하여 기술하시오.(단, 답안의 내용은 각각의 문제에 대하여 600자 내외로 하시오.)

[제시문 1]

[가]

생태계를 구성하는 생물의 종류와 개체수, 물질의 양 등은 일정한 수준을 유지하며 균형을 이루고 있는데, 이와 같은 상태를 생태계의 평형이라고 한다. 생태계의 평형은 생물적 요인과 비생물적 요인의 균형에 의하여 결정된다.

생태계에서 어떤 요인에 의하여 한 영양 단계의 생물의 수가 증가하거나 감소하면, 그 생물과 먹고 먹히는 관계로 연결되어 있는 생물의 개체수가 영향을 받는다. 그러

나 생태계의 어느 한 영양 단계의 개체수가 일시적으로 증가하거나 감소하더라도 긴 세월이 지나면 생물적 요인, 즉 먹이 사슬에 의하여 다시 평형 상태를 이루게 된다.

(주) 상상아카데미, 생명과학 I

[나] 조선말 개항 이후 국내에 들어온 외래식물 중 제주에 침투한 식물이 전국에서 가장 많다는 조사 결과가 나왔다.

산림청 국립수목원이 최근 발간한 연구간행물 ‘한국 침입 외래식물의 이해’에 따르면 국내에 들어온 외래식물은 400여종에 이른다. 이는 국내 자생식물 4100여종의 10%를 차지한다.

지역별로는 제주가 187종으로 가장 많았다. 이어 경기와 전남이 각각 164종, 인천 163종, 서울 158종, 강원 151종, 경북 147종 순이다. 광주 56종으로 제주의 1/3수준이었다. 대규모 관광지이거나 인구 밀집지역, 공항과 항만 등 초기유입 지역일수록 외래 식물 유입 비중이 높았다. 원산지별 유입현황은 아메리카 원산의 식물이 120여종으로 가장 많았다. 이어 유라시아 50여 종, 유럽 30여 종, 아시아 10여 종의 순이었다.

제주도 전역에 퍼진 외래종은 애기수영, 소리쟁이, 미국자리공, 분꽃, 유럽점나도나물, 끈끈이대나물, 양장구채, 들개미자리, 땀싸리, 흰명아주, 가는털비름, 개맨드라미 등이다.

연구진은 외래종의 상당수는 관상용 등 의도적 도입보다는 자연적인 유입인 것으로 봤다. 일부는 높은 확산력으로 저마다 생태계의 지위를 갖고 상호작용을 하고 있다고 분석했다.

연구진은 “인위적인 외래종 제거로 생태계 순환에 또다른 변화가 발생하면 2차 피해가 될 수도 있다”며 “자생식물과의 공생 등에 대한 연구가 추가로 필요하다”고 밝혔다.

제주의소리(2017. 4. 27.)

사실 우리가 주변에서 가꾸고 있는 보라색·흰색 무궁화는 자생종이 아니다. 무궁화는 오래전 신라 시대 때부터 국내에서 재배된 것으로 전해지고 있지만, 원산지는 기후가 따뜻한 중국 남부나 인도 등지로 알려져 있다.

국내에서 심고 있는 무궁화 가운데 상당수도 외국에서 들여온 씨앗과 묘목인 것으로 추정되고 있다. 농림축산검역본부의 검역통계 자료를 보면 2007~2016년 사이 10

년 동안 인도·중국에서 국내로 수입된 무궁화 씨앗은 모두 439kg이다. 지난해에도 중국에서 50kg이 들어왔다. 씨앗으로 50kg이기 때문에 상당한 양인 셈이다.

묘목으로도 지난 10년 동안 모두 60만 그루가 베트남·대만·태국 등에서 들어왔다. 당장 지난해에도 베트남에서 19만 그루의 무궁화 묘목이 들어왔다. 우리가 심고 가꾸는 무궁화 자체가 외국에서 수입된 것들일 가능성도 그만큼 높은 셈이다.

현진오 동북아식물다양성연구소장은 "국내에서는 무궁화 씨앗이 땅에 떨어져도 제대로 싹을 틔워 자라지 못한다"며 "스스로 번식하지 못하기 때문에 귀화식물도 아닌 외래식물"이라고 말했다. 국내 농원에서는 가지를 잘라 꺾꽂이 방식으로 번식시키는 것을 선호한다.

이 때문에 국립생물자원관은 제주도 자생지에서 황근 종자를 모아서 2014년부터 3년 간 증식했고, 이렇게 기른 황근 4000여 그루를 제주도에 기증할 예정이다. 황근은 원래 제주도와 전남 일부 섬의 해안에서 자랐지만 자생지가 파괴됐다. 과거에도 복원 노력이 있었지만 뚜렷한 성과를 보진 못했다.

국립생물자원관과 제주도는 오는 15일 업무협약을 맺고, 향후 5년간 매년 4000그루씩 제주도에 보급할 계획이다. 올해는 제주도 송악산에 2000여 그루, 제주도 자연생태공원에 1500 그루, 한림읍 올레길 일대에 500그루를 심을 예정이다.

중앙일보(2017. 4. 12.)

## [제시문 2]

[가] 20세기가 막 시작될 무렵, 뉴욕 센트럴 파크의 미국 자연사 박물관 앞 계단에서 몇 명의 영국인들이 자못 심각한 토의를 하고 있었다. 미 대륙을 어떻게 하면 제2의 영국으로 만들 수 있을 것인지를 논의한 것이다.

그들은 이미 미국의 동북부를 뉴잉글랜드, 즉 ‘새로운 영국’이라 이름 지었지만 그보다는 좀더 본질적인 영국화를 꿈꾸었다. 그들이 생각해 낸 계획은 참으로 기발하고도 지극히 영국적인 것이었다. 셰익스피어의 작품에 등장하는 영국의 새들을 몽땅 미국 땅에 가져다 풀어놓자는 계획이었다. 그러면 미국은 자연스레 영국처럼 될 것이라는 믿음이었다.

그래서 그 후 몇 차례에 걸쳐 그들은 영국 본토에서 셰익스피어의 새들을 암수로 쌍쌍이 잡아와 자연사 박물관 계단에서 날려 보내곤 했다. 셰익스피어의 작품에 등장하는 새들의 종류가 얼마나 다양한지는 모르지만 그 영국계 미국인들은 참으로 몹쓸

것을 한 것이다. 그 많은 새들은 낯선 땅에서 비참하게 죽어 갔고, 극소수만이 겨우 살아남았다. 그런데 그들 중 유럽산 찌르레기는 마치 제 세상이라도 만난 듯 퍼져나가 불과 100년도 채 안 되는 사이에 참새를 앞지르고 미국에서 가장 흔한 새가 되었다.

우리나라에도 몇몇 도입종들이 활개를 치고 있다. 예전엔 청개구리가 울던 연못에 요즘은 미국에서 건너온 황소개구리가 들어앉아 이것저것 닥치는 대로 삼키고 있다. 어찌나 먹성이 좋은지 심지어는 우리 토종 개구리들을 먹고 살던 뱀까지 잡아먹는다. 토종 물고기들 역시 미국에서 들여온 블루길에게 물길을 빼앗기고 있다. 이들이 어떻게 자기 나라보다 남의 나라에서 더 잘 살게 된 것일까?

도입종들이 모두 잘 적응하는 것은 결코 아니다. 사실, 절대 다수는 낯선 땅에 발도 제대로 붙여 보지 못하고 사라진다. 정말 아주 가끔 남의 땅에서 들풀에 붙은 불길처럼 무섭게 번져 나가는 것들이 있어 우리의 주목을 받을 뿐이다. 그렇게 남의 땅에서 의외의 성공을 거두는 종들은 대개 그 땅의 특정 서식지에 마땅히 버티고 있어야 할 종들이 쇠약해진 틈새를 비집고 들어온 것들이다. 토종이 제자리를 당당히 지키고 있는 곳에 쉽사리 뿌리내릴 수 있는 외래종은 거의 없다.

최재천 ‘생명이 있는 것은 다 아름답다’

[나] 폴리네시아인이 이스터 섬에 정착한 400년경에만 해도 섬은 숲으로 덮여 있었다. 하지만 정착민들은 목재를 얻고 농사를 지으려고 숲을 점차 벌목했다. 1500년경이 되자 인구는 약 7000명까지 늘었다. 주민들은 석상을 약 1000기 조각했으며 그중 324기 이상을 세웠다. 하지만 숲을 깎그리 파괴한 탓에 나무가 한 그루도 살아남지 못했다.

조각이 중단된 것은 석상을 나르고 세울 통나무가 없었기 때문이다. 숲을 파괴한 두 번째 대가는 굶주림이었다. 나무가 사라지자 토양이 침식되고 수확이 줄었다. 나무가 사라지자 낚싯배를 만들 수도 없었다. 이스터 섬 사회는 전쟁과 식인의 대학살을 겪으며 붕괴했다. 섬 곳곳에 널브러진 창날이 비극을 증언한다. 경쟁 부족끼리 상대방의 석상을 넘어뜨렸으며 사람들은 해코지를 피하려고 동굴에 숨어 살았다. 울창한 숲이 놀라운 문명을 뒷받침하던 섬은 오늘날 우리가 아는 이스터 섬이 되었다. 이제 이곳은 쓰러진 석상이 널려 있는 황량한 풀밭이며, 이 섬에서 먹고살 수 있는 인구는 과거의 3분의 1에도 못 미친다.

제레드 다이아몬드 ‘왜 인간의 조상이 침팬지인가’

[다] 쓰레기매립지에서 환경·생태공원으로 변모한 국내 최초 사례인 서울 월드컵공원에서 공원 개장 전 559종에 그쳤던 동식물이 지난해 1557종까지 늘어나는 등 생태 환경이 개선되고 있는 것으로 나타났다.

서울시가 지난해 3월부터 12월까지 식물과 야생조류 등을 조사한 결과 공원 조성 전 271종이던 식물은 지난해 687종으로 늘었다.

서울시보호종인 참통발·긴병꽃풀 등과 특이식물 야고 등이 자생하고 있었다. 식물 생태계 건강성을 가늠해볼 수 있는 귀화식물은 공원 조성 직후인 2003년 116종(귀화율 27.8%)에서 98종(귀화율 14.3%)으로 줄었다. 개체수가 늘어나고 있는 상수리나무와 꾸지나무가 가시박·단풍잎돼지풀 등 생태계교란식물을 제어하는 역할을 수행할 것이라고 서울시는 설명했다.

월드컵공원에는 산림·초지·수공간 등이 적절히 배치돼 도심에서 발견하기 힘든 조류들의 개체수가 증가하고 있는 것으로 조사됐다. 공원 내 야생조류는 2000년 33종에서 지난해 75종으로 늘었다. 박새·물까치 등 텃새가 가장 많지만 겨울철에는 되새·밀화부리 등 철새들이 찾아오고 있다. 지난해 황조롱이·붉은배새매 등 천연기념물 4종과 새호리기·새매 등 멸종위기종 5종, 오색딱따구리·피꼬리 등 서울시보호종 7종이 발견됐다.

멸종위기종 맹꽂이는 하늘공원과 노을공원을 중심으로 수백 마리가 서식하고 있다. 6-7월 비가 온 후에는 맹꽂이 울음소리를 들으며 공원을 산책할 수 있다. 참개구리·청개구리는 공원 전 지역에서, 한국산개구리(한반도 고유종)와 옴개구리는 난지연못~난지천 수계에 서식하고 있다.

공원내 육상곤충은 2003년 233종에서 283종으로 늘었다. 지난해 유리창나비·자실잠자리 등 32종이 추가로 확인됐다. 나는 모습이 곱스러운 한국고유종 꼬리명주나비는 난지천 하류 쥐방울덩굴 군락지에서 집단 서식하는 것으로 확인됐다. 서울시는 공원을 찾는 시민들이 꼬리명주나비를 볼 수 있도록 서식처 확대 사업을 검토한다.

공원내 버섯은 63종 발견됐다. 연속출현종 비율이 10% 미만으로 매년 다양한 버섯이 발생하고 있다고 서울시는 설명했다. 거미류는 93종이 출현했다.

뉴시스(2017. 6. 9.)

<문 1> [제시문 1]에서 [가]의 건강한 생태계가 [나]의 고유종과 외래종의 경쟁 관계에 따른 양상이 어떻게 나타나는지를 검토해 보고, 고유종이 우세한 경우와 외래종이 우세한 경우에 대해 각각 그 이유를 쓰시오.(비교 대조형)

<문 2> [제시문 2]의 [가], [나], [다]의 내용과 [제시문 1]의 [나]의 내용을 근거로 건강한 생태계 평형을 유지하기 위한 바람직한 방법을 제시하시오.(목표 지향형)

## V. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학 글쓰기를 위한 과학 글쓰기 분석기준을 설정하였고, 설정한 분석기준에 따라 2009 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』 과 『생명과학 I I』 교과서에 제시된 과학글쓰기 자료를 분류하였다. 이와 함께 2015 개정 교육과정이 제시됨에 따라 개정 『생명과학 I』 교과서의 과학글쓰기 교수학습 자료를 개발하였다.

첫째, 과학글쓰기 분석기준은 설명형과 논증형으로 구분했다. 설명형은 설명형 과학글쓰기와 해결형 과학글쓰기로 나뉘었다. 설명형 과학글쓰기는 어떤 주장이나 개념을 제시해 주고, 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 과학 글쓰기로 어떤 개념을 주장하는 데 있어서 개념의 의미나 의의를 구체적으로 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 탐구설명형과 둘 또는 그 이상의 대상들을 여러 각도에서 비교, 대조하여 그 장단점을 판별하거나, 하나의 대상일지라도 여러 관점에서 그 장단점을 비교, 대조, 유추, 응용할 것을 요구하는 문제에 적용하는 비교대조형으로 나눌 수 있었다. 해결형 과학글쓰기는 특정한 문제 상황을 제시해주고, 그 원인 또는 결과를 규명하거나 해결 방안을 모색하기를 요구하는 글쓰기로, 문제 상황을 제시해 주고, 그 발생 원인이나 문제점 자체를 분석하도록 하는 문제에 적용하는 글쓰기인 인과분석형과 과학 분야에서 개인이나 사회가 지향해야 할 방향이나 목표를 제시해 주고, 이를 달성하기 위한 구체적인 방안을 논하도록 요구하는 문제에 적용할 수 있는 목표지향형으로 나눌 수 있었다.

논증형은 논증형 과학글쓰기와 논쟁형 과학글쓰기로 나뉘었다. 논증형 과학글쓰기는 어떤 주장이나 개념을 제시해 주고, 거기에 대해서 나름대로 증명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 과학글쓰기로, 과학적 이론 및 원리 또는 사회적으로 가장 바람직하다고 인정받는 가치 규범에 대해 그렇다고 인정할 수 있는 논리적인 근거를 제시할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 가설논증형 글쓰기와, 어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 준거에 견주어 비판하기를 요구하



는 평가비판형 글쓰기, 그리고 우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상을 어떻게 해결하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논하도록 요구하는 이상제시형 글쓰기로 나누었다. 논쟁형 과학글쓰기는 주어진 논제에 대해서 찬성이나 반대, 또는 제 삼의 견해를 제시할 것을 요구하는 글쓰기로, 과학 분야에서 상반된 두 개의 의견을 제시해 주고, 그 어느 한쪽의 입장을 선택하여 이를 옹호하면서, 동시에 다른 의견을 논박하도록 요구하는 문제에 적용하는 옹호논박형과 과학 연구 또는 적용에서 서로 대립되는 견해를 제시하고, 그 종합적 견해를 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기인 의견제시형으로 구분했다.

둘째, 2009 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』 과 『생명과학 II』 교과서의 과학글쓰기를 분석한 결과 총 103문항을 분석했으며, 결과적으로 제시한 과학 글쓰기 분석기준에서 설명형이 75문항, 논증형이 28문항으로 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 생명과학 글쓰기가 교재에 제시된 핵심개념을 중심으로 일반화된 지식을 묻거나 설명하는 형태의 글쓰기가 집중적으로 나타났다.

셋째, 2015 개정 교육과정에 따른 『생명과학 I』 에 적용 가능한 과학글쓰기 교수학습 자료는 처음 분석한 과학글쓰기의 분석기준에 따라 다양한 글쓰기가 가능하도록 개발했다. 1차 문제는 단원의 핵심개념 및 포괄적 연관에 대하여 발문했으며, 2차 문제는 1차 문제를 바탕으로 다양한 설명형과 논증형 글쓰기가 실제적으로 이루어지도록 제시문을 구성하여 발문했다.

선행 연구(정민이, 2013)에서는 과학글쓰기 제시자료의 표현방식마다 갖는 속성을 고려하여 제시자료를 제작한다면, 학생들에게 균형 잡힌 사고를 유도할 수 있다고 강조했다. 특히 교육과정에서 어떤 주제에 대한 과학 글쓰기를 할 때 적절한 보조 자료, 즉 제시문이나 연관 내용 등을 활용해 글쓰기 지도를 한다면 학생들이 글쓰기 활동을 통해 창의적이고 논리적으로 현상과 대상을 파악하려는 동기를 부여할 수 있다. 이는 학생들의 비판적 사고를 자극하는데 효과적이다. 그러므로 제시자료의 내용을 참조해 추론하는 과정을 이끌어내는 데에도 효과적

일 수밖에 없다. 특히 생명과학 분야의 과학 글쓰기는 인류의 생존과 미래 가치를 논하는 경우가 많으므로, 학생들에게 좋은 글쓰기 소재가 된다.

이와 함께 학생들의 쓰기 능력을 높이기 위해서는 학생 개인의 노력뿐만 아니라 학생-학교-가정이 연계해서 함께 지도 및 지원해야 한다는 의견도 있다(한경숙, 2016). 결국 학생들의 글쓰기가 제대로 이뤄지기 위해서는 균형 잡힌 제시자료의 개발과 함께 이를 적극적으로 활용하려는 학생과 교사의 협업이 중요하다.

본 연구는 생명과학 부분을 중심으로 교과서 분석과 교수학습 자료가 개발되었기 때문에, 생명과학 외의 다른 분야에 대한 제시자료로서는 한계가 있다. 또한 『생명과학 I, II』 교과서에서 과학글쓰기로 명시된 자료만을 분석 대상으로 했기 때문에 교과서 내의 다른 형태의 과학글쓰기는 배제되었다는 한계를 지닌다. 그러나 과학 글쓰기를 위한 교수 학습 자료를 글쓰기 유형별로 개발한 것은 향후 교육 현장에서의 적용 가능성이 높다는 점에서 의의가 있다.

우리 주변에서 일어나는 다양한 사회적 현상과 연계된 자연과학적 현상에서부터 더 나아가 생태계와 환경 문제까지 생명과학 교과서와 연계한 과학 글쓰기 자료가 지속적으로 개발된다면, 학생들의 과학글쓰기에 대한 관심이 고양될 뿐만 아니라 창의적인 글쓰기 능력을 향상시킬 수 있을 것이다. 2015개정 교육과정에 맞춰 개발한 생명과학 글쓰기 교수학습 자료가 적극 활용되어, 학생들이 논리적이고 창의적인 과학글쓰기를 실현함으로써 과학글쓰기에 대한 관심과 흥미를 높이는데 도움을 제공할 수 있을 것이다.

아울러 창의적인 과학글쓰기가 교육 현장에서 적극적으로 이루어짐으로써, 2015개정 교육과정의 창의적 문제해결력 함양이라는 목표를 달성할 수 있다. 더 나아가 우리나라의 교육과정과 연계한 입시제도 역시 창의적 사고를 바탕으로 자신의 생각을 표현하는 글쓰기로의 전환이 이뤄지기를 바란다. 입시제도의 변화라는 체제 전환을 통해 실제로 과학 글쓰기가 우리나라의 교육 현장에서 일상적으로 이뤄지기를 기대한다.

## VI. 참고문헌

- 교육과학기술부. 2009. 고교 과학과 교육과정 해설서. 교육과학기술부 고시 제 2009-41호(별책 9)
- 교육부. 2015. 과학과 교육과정 해설서, 교육부 고시 제2015-74호(별책 9)
- 교육인적자원부. 2007. 과학과 교육과정 해설서, 교육인적자원부 고시 제 2007-79호(별책 9)
- 권혁빈 외 5인. 2011. 생명과학 I. (주)교학사.
- 권혁빈 외 5인. 2011. 생명과학 II. (주)교학사.
- 김대이, 임수민, 김영신. 2015. 생명과학 I ‘세포와 생명의 연속성’ 단원의 교육과정 일치도 분석, 한국생물교육학회지, 43(4), 445-454.
- 김선영. 2015. 예비 생물교사들의 생명윤리 논쟁거리에 대한 논증 활동의 효과. 생물교육, 43(1), 27-36.
- 김지혜. 이영희, 민병미. 2016. 2009 개정 중학교 과학 교과서 생명과학 단원에 나타난 과학의 본성 분석, 한국생물교육학회지, 44(1), 25-34.
- 김효정. 2015. 2009개정 중학교 3학년 생물분야의 동기유발 요소 분석 및 동기유발을 위한 교수-학습 자료 제시. 과학교육연구논총, 30(2), 49-67.
- 문성채. 2015. 고등학생의 의사결정 유형에 따른 생명과학 관련 사회적·윤리적 문제에 대한 의사결정 양상 분석. 생물교육, 43(2), 97-109.
- 박길순, 강유진, 김지나. 2014. 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 과학 교과서의 과학 글쓰기 제시 양상 분석, 과학교육연구지, 38(2), 344-355.
- 박정은. 2009. 논증 구조 교육을 통한 고등학교 학생들의 과학 글쓰기 분석. 한국과학교육학회지, 29(8), 824-847.
- 박희송 외 4인. 2011. 생명과학 I. (주)교학사.
- 박희송 외 4인. 2011. 생명과학 II. (주)교학사.
- 송신철. 2015. 생명과학 관련 주제에 대한 과학영재들의 글쓰기 특성 분석, 과학교육연구지, 39(1), 88-98.

- 송은정, 제민경, 차경미. 2016. 2009 개정 과학과 교육과정의 성취기준에 사용된 서술어 분석. 한국과학교육학회지, 36(4), 607-616.
- 신영준, 황현욱. 2009. 논리적 사고력을 강화한 과학 글쓰기가 초등학생의 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 영향. 한국생물교육학회지, 37(1), 155-161.
- 심규철 외 5인. 2011. 생명과학 I. 비상교육.
- 심규철 외 5인. 2012. 생명과학 II. 비상교육.
- 심재호. 2016. 과학 글쓰기 활동에서 나타난 예비 생물교사들의 과학 탐구 능력 및 논리적 사고력 분석. 생물교육, 44(1), 114-126.
- 옥일남. 2016. 사회·과학 융합 교육을 위한 교수·학습 자료 개발. 시민교육연구, 48(1), 107-138.
- 원만희. 2015. 융복합 시대의 글쓰기 교육의 방향성, 인문과학, 59, 225-255.
- 윤상욱. 2012. 아프리카에는 아프리카가 없다. (주)시공사.
- 윤세진. 2016. 고등학교 '생명과학 I' 교과서의 유전단원에 나타난 과학철학적 관점. 생물교육, 44(3), 395-412.
- 이규희. 2014. 2007개정·2009 개정 중학교 과학 교과서 화학영역에 사용된 과학 글쓰기 문항의 비교 분석. Journal of the Korean Chemical Society, 58(6), 600-611.
- 이길재 외 7인. 2012. 생명과학 I. (주)상상아카데미.
- 이길재 외 7인. 2012. 생명과학 II. (주)상상아카데미.
- 이동훈. 2014. 고등학교 생명 과학 I의 지필평가 문항 분석. 과학교육연구지, 38(3), 670-690.
- 이영호. 2014. 대입 논술고사의 문항 분석과 발전 방향, 청람어문교육, 49, 51-72.
- 이정은. 2013. 과학 글쓰기를 활용한 과학적 사고력 평가 도구의 개발, 교사교육 연구, 52(3), 575-588.
- 이준규 외 5인. 2011. 생명과학 I. 천재교육.
- 이준규 외 5인. 2011. 생명과학 II. 천재교육.
- 이치윤. 2014. 신문 기사를 활용한 과학글쓰기 수업전략의 개발과 적용. 초등과

- 학교육, 33(4), 710-723.
- 채레드 다이아몬드. 2015. 왜 인간의 조상이 침팬지인가. (주)문학사상.
- 정경하, 손연아. 2015. 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 '과학' 교과서의 STS 내용분석. 과학교육연구지, 39(3), 343-357.
- 정기수. 2004. 프랑스의 대입제도와 바칼로레아. 대학교육, 2004(3.4), 72-79.
- 정민이. 2013. 2009 개정 고등학교 과학교과서의 과학글쓰기 활동 분석. 생물교육, 41(1), 119-134.
- 정희모. 2015. 창의 융합 과정으로서 작문과 작문교육. 한국독서학회, 35, 49-77.
- 차경미. 2017. 과학 글쓰기 유형 및 내용 구성 연구. 국어교육연구, 39, 225-260.
- 채연숙. 2015. 시와 영상을 활용한 글쓰기 수업의 운영과 효과. 중등교육연구, 63(1), 33-65.
- 채희인, 노석구, 이소영. 2016. 핀란드 초등 과학 교과서의 소재중심 통합단원 분석. 초등과학교육, 35(1), 26-38.
- 최재천. 2001. 생명이 있는 것은 다 아름답다. 효형출판.
- 한경숙. 2016. 쓰기 동기 형성 요인에 대한 이론적 고찰. 한국작문학회, 31, 93-122.
- 한화정. 2014. 2009 개정 고등학교 과학 교과서에 제시된 창의·인성 활동 분석. 과학교육연구지, 38(3), 599-611.
- 함어진. 2015. 중학교 과학 생명 영역의 스토리텔링 학습 자료 개발. 교육문화연구, 21(4), 241-268.
- 홍명지. 2006. 과학(생물)교과 서술형·논술형 평가 문항 자료 개발. 과학교육연구지, 30, 65-100.

<Abstract>

## Developing writing materials to enhance creative problem solving

–Focus on 『Life Science I』 as revised in 2015–

Hyoung-mi Kim

Major in Biology Education, Graduate School of Education, Jeju National University

(Supervised by Professor Keun-Jae Ahn)

The importance of scientific writing is also emphasized in the 2015 revised curriculum. Various teaching materials should be developed to encourage students to express themselves more creatively. Therefore, the purpose of this study is to develop materials for the study of writing at high schools based on the 2015 revised curriculum. The teaching materials were developed based on the key concepts and sections of 『Life Science I』 under the revised curriculum in 2015, and reference was made to the criteria for achieving 『Life Science I』 according to the revised curriculum in 2009. In order to analyze the types of scientific writing, it analyzed the data presented in each of the five textbooks for the revised curriculum, 『Life Science I and II』 in 2009. The analysis criteria were largely divided into descriptive and demonstrative forms, which were subdivided into nine types. The results showed that scientific writing presentation data in descriptive form was the largest, and among the analysis criteria, the causal presentation data, a subcategory of task solving type, were the most common. Based on the analysis results, various types of scientific writing data were developed based on units of the revision 『Life Science I』 in 2015 to present various forms of scientific writing data so that they are not

biased to specific writing types. If developed materials are introduced to practical classes, students will be able to properly use them as a bio-scientific writing material to develop creative problem solving solutions. Future studies are expected to continue developing materials for science writing, which can be applied to 『Life Science II』 and middle school science.