



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](#)

박사학위논문

예비 생물교사의 과학 핵심역량 함양을 위한
SSI 글쓰기 프로그램 개발 및 적용

제주대학교 대학원

생물교육전공

김 형 미

2021년 2월

예비 생물교사의
과학 핵심역량 함양을 위한
SSI 글쓰기 프로그램 개발 및 적용

지도교수 강 경 희

김 형 미

이 논문을 교육학 박사학위 논문으로 제출함

2020년 12월

김형미의 교육학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장	김 용 주	
위 원	오 흥 식	
위 원	산 근 재	
위 원	김 정 식	
위 원	장 경 희	

제주대학교 대학원

2020년 12월

Development and Application of SSI Writing Program for the Cultivation of Science Core Competence of Pre-service Biology Teachers

Hyoung-Mi Kim

(Supervised by Professor Kyung-Hee Kang)

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

2020. 12.

This thesis has been examined and approved.

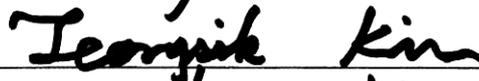


Thesis director, Yong-Ju Kwon,

Prof. of Dept. of Biology Education, Korea National University of Education











Department of Biology Education
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

예비 생물교사의 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발 및 적용

김 형 미

제주대학교 대학원 생물교육전공

지도교수 강 경 희

2020년은 코로나19의 세계적 대유행의 해라고 할 수 있다. 어려워지는 경제상황, 정치, 문화, 예술의 침체, 그리고 소통의 부재 등 인류가 걸어온 문명이라는 길에서 큰 변화를 맞고 있기 때문이다. 이처럼 사회현상과 과학적 이슈는 큰 연관을 가지고 있다. 이러한 상황에서 과학적 문제에 대해 사회와의 관계성을 찾고, 논리적이고 실증적으로 문제 해결방안을 모색하는 것은 중요하다. 따라서 본 연구에서는 2015 개정 교육과정에서 제시하고 있는 과학 핵심역량, 즉 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통능력’, ‘과학적 참여와 평생학습능력’을 함양하기 위해 SSI(Socio-Scientific Issues) 글쓰기 프로그램을 개발하고 적용함으로써 학생들이 사회-과학적 이슈에 대해 논리적으로 사고하고 궁극적으로 문제를 해결할 수 있도록 가능성을 모색해 보았다. SSI 글쓰기 프로그램은 과학 핵심역량과의 관계, 글쓰기 목적, 글쓰기 구조화 연구를 고려해 개발해 예비 생물교사를 대상으로 6주 동안 진행했으며, 이 과정에서 세 차례에 걸쳐 글쓰기 활동을 진행했다. 처음 글쓰기에서 학생들은 문제가 요구하는 글쓰기의 핵심을 제대로 제시하지 못하며 문제해결력이 부족함을 보였으나 점차 과학적으로 문제를 해결하는 방안을 제시함과 동시에 실천방안을 모색하면서 과학적 문제해결력 등 과학 핵심역량이 전반적으로 향상된 것으로 나타났다. 특히 담화 클러스터와 담화 요소 분석을 통해 설득력 있는 안에 대한 선택, 그리

고 공감을 통해 책임감과 실천의지를 표명하는 논리적 글쓰기가 이뤄지는 모습을 보였다. SSI적 표현이나 논증구조에 있어서도 점차 SSI 관련 글쓰기에서 나타나는 윤리적 측면을 고려한 주장을 제시하고 감정이입을 통해 책임감과 실천의지를 표명하고 있었고, 논증 수준도 점차 주장, 근거, 반증, 보장, 보강이 제시되는 분명한 구조를 보였다. 특히 이번 연구에서 개발해 적용한 SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계 분석을 통해 SSI 글쓰기 프로그램으로 과학 핵심역량 함양이 가능하고, 글쓰기 주제와 유형별로 핵심역량 요소가 다양하게 적용되어 학습될 수 있음을 알 수 있었다. 앞으로 과학 핵심역량 함양을 위한 다양한 제시자료가 사회, 경제, 과학, 정치 등 분야별로 구성되어 실제 학교 현장에서 교육이 이뤄진다면 학생들이 사회적 현상과 과학과의 연관관계 등을 고찰하고 창의적으로 문제를 해결해 나감으로써 2015 개정 교육과정이 궁극적으로 목표로 삼고 있는 핵심역량 가운데 과학과 교육과정에서는 다루어지기 어려운 ‘자기관리 역량’과 ‘심미적 감성 역량’ 등이 크게 강화되는 계기가 될 것으로 기대한다.

<Abstract>

Development and Application of SSI Writing Program for the Cultivation of Science Core Competence of Pre-service Biology Teachers

Hyoung-mi Kim

Major in Biology Education, Graduate School, Jeju National University

(Supervised by Professor · Kyung-Hee Kang)

2020 is the year of Corona 19's global pandemic. This is because the world is undergoing a great change in the path of civilization that mankind has walked, such as the difficult economic situation, politics, culture, stagnation of art, and lack of communication. Socio-phenomenal and scientific issues have a great connection. In this situation, it is important to find the relationship with society about scientific problems and to find a solution to the problem logically and empirically. Therefore, this study explored the possibility of students thinking logically about socio-scientific issues and ultimately solving problems by developing and applying the SSI(Socio-Scientific Issues) writing program to cultivate the core competencies of science presented in the 2015 revised curriculum, namely, 'scientific thinking ability', 'scientific problem solving ability', 'scientific communication ability', 'scientific participation and lifelong learning ability'. The SSI writing program was developed for six weeks for pre-service biology teachers considering the relationship between science and core competencies, writing purposes, and writing structure research. In this

process, writing activities were conducted three times. In the first writing, students showed that they did not present the core of writing required by the problem properly and lacked problem solving ability, but they gradually improved the core competencies of science, such as scientific problem solving ability, while seeking practical measures while presenting scientific solutions. In particular, through discourse clusters and discourse element analysis, logical writing expressing responsibility and willingness to practice through choice and empathy of persuasive inside was shown. In terms of SSI expression and argument structure, it presented arguments considering ethical aspects in SSI-related writing and expressed responsibility and willingness to practice through empathy, and the level of argumentation also showed a clear structure that gradually suggested arguments, grounds, disprovement, guarantee, and reinforcement. In particular, through the analysis of the relationship between SSI writing teaching and learning materials and core competencies developed and applied in this study, it was possible to cultivate core competencies in science through SSI writing programs, and it was found that core competencies could be applied variously to each writing theme and type. In the future, if various presentation materials for cultivating core competencies in science are composed of social, economic, and political fields and education is conducted in actual school sites, it is expected that if students consider the relationship between social phenomena and science and solve problems creatively, it will be a chance to strengthen 'self-management competence' and 'aesthetic sensitivity competence' which are difficult to be dealt with in science curriculum among core competencies that the 2015 revised curriculum ultimately aims at.

목 차

초 록	i
Abstract	iii
목 차	v
그림 및 표 목차	ix
I. 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 문제	4
3. 용어의 정의	4
1) 핵심역량	5
2) 과학 핵심역량	5
3) SSI(Socio-Scientific Issues) 교육	6
4) 과학 글쓰기	7
II. 이론적 배경	8
1. 과학 핵심역량 연구	8
1) 과학 핵심역량의 개념	8
2) 핵심역량 중심 교육 연구	8
2. 과학 글쓰기	9
1) 과학 글쓰기 정의	10
2) 과학 글쓰기 유형	11
3) 과학 글쓰기 선행 연구 분석	12

3. 생명과학 글쓰기와 창의적 문제해결력	13
1) 글쓰기와 창의적 문제해결력	13
2) 글쓰기와 비판적 사고력	14
4. SSI 교육과 SSI 글쓰기	15
1) 과학 핵심역량 함양과 SSI 글쓰기	15
2) SSI 글쓰기를 통한 핵심역량 강화교육 연계의 필요성	16
Ⅲ. 연구내용 및 방법	17
1. 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발	17
1) 프로그램 개발의 배경과 필요성	17
2) 2015 개정 교육과정 분석 및 선행연구 검토	17
3) 프로그램 개발틀 설계	19
4) SSI 글쓰기 프로그램 개발	21
(1) 연구 대상	21
(2) SSI 글쓰기 교수학습 자료 개발	21
2. 글쓰기 유형별 구조화 연구	22
1) 글쓰기 유형별 구조화 필요성	22
2) 글쓰기 구조화 개발	24
3. 글쓰기 프로그램 적용 및 효과 분석	27
1) 연구 대상	27
2) 핵심역량 연계 효과 분석 방법	27
4. SSI 글쓰기 수행을 통한 결과 분석	30
Ⅳ. 연구결과 및 논의	33

1. 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발	33
1) 핵심역량과 SSI 글쓰기 프로그램의 연계성	33
2) SSI 글쓰기 프로그램 개발	35
(1) 1 차 SSI 글쓰기 활동	36
(2) 2 차 SSI 글쓰기 활동	39
(3) 3 차 SSI 글쓰기 활동	43
2. 과학글쓰기 교수 학습 자료 개발 결과	46
1) 고등학교 생명과학 I 기반의 교수 학습 자료 개발	46
2) 글쓰기 유형별 구조화 연구 결과	47
(1) 탐구설명형(A - a) 과학 글쓰기 구조화	47
(2) 비교대조형(A - b) 과학 글쓰기 구조화	49
(3) 인과분석형(B - a) 과학 글쓰기 구조화	51
(4) 목표지향형(B - b) 과학 글쓰기 구조화	53
(5) 가설논증형(C - a) 과학 글쓰기 구조화	55
(6) 평가비판형(C - b) 과학 글쓰기 구조화	57
(7) 이상제시형(C - c) 과학 글쓰기 구조화	59
(8) 옹호논박형(D - a) 과학 글쓰기 구조화	60
(9) 의견제시형(D - b) 과학 글쓰기 구조화	62
3) 2015 개정 교육과정 생명과학 I 과학 글쓰기 교수학습 자료 개발	65
3. SSI 글쓰기 프로그램 적용 결과	74
1) 구조화 유형별 핵심역량 분석	74
2) 글쓰기 구조화 활용 방법	77
4. SSI 글쓰기 활동 수행을 통한 적용 결과 분석	90
1) SSI 글쓰기 활동의 핵심역량 표현 분석	90
2) SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석	96
3) 문제해결을 위한 SSI 글쓰기 활동의 표현 분석	103

4) SSI 글쓰기 활동의 논증 수준 분석	106
V. 결론 및 제언	122
1. 결론	122
2. 제언	125
VI. 참고 문헌	128

그림 및 표 목차

<그림 IV-1> 담화 클러스터 분석 결과	102
<그림 IV-2> 담화 요소 분석 결과	103
<그림 IV-3> 첫 번째 글쓰기 예시(수준 2)	107
<그림 IV-4> 두 번째 글쓰기 예시(수준 4)	107
<그림 IV-5> 세 번째 글쓰기 예시(수준 3)	108
<표 II-1> 과학 글쓰기 분석틀	11
<표 III-1> 과학 글쓰기의 주제와 과학 핵심역량 요소	18
<표 III-2> 과학 핵심역량과 하위요소	19
<표 III-3> 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발틀	20
<표 III-4> SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계	22
<표 III-5> 개요의 예시	24
<표 III-6> 논증구조의 틀	25
<표 III-7> 글쓰기 구조화 방법	26
<표 III-8> 2015 개정 과학과 교육과정의 과학 핵심역량 설명과 핵심역량 조사 문항	28

<표 III-9> 과학 핵심역량과 하위요소	29
<표 III-10> SSI 논증활동에서 담화 클러스터 분석틀	30
<표 III-11> SSI 논증활동에서 담화 요소 분석틀	30
<표 IV-1> SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계	34
<표 IV-2> SSI 글쓰기 프로그램 내용과 과학 핵심역량과의 관계	35
<표 IV-3> 첫 번째 SSI 글쓰기 문제	37
<표 IV-4> 첫 번째 SSI 글쓰기 기본틀	37
<표 IV-5> 첫 번째 SSI 글쓰기 구조화 예시	38
<표 IV-6> 두 번째 SSI 글쓰기 문제	40
<표 IV-7> 두 번째 SSI 글쓰기 기본틀	41
<표 IV-8> 두 번째 SSI 글쓰기 구조화 예시	42
<표 IV-9> 세 번째 SSI 글쓰기 문제	44
<표 IV-10> 세 번째 SSI 글쓰기 기본틀	45
<표 IV-11> 세 번째 SSI 글쓰기 구조화 예시	45
<표 IV-12> 2015 개정 생명과학I 분석 대상 교과서	47
<표 IV-13> 탐구설명형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	48

<표 IV-14> 탐구설명형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	48
<표 IV-15> 탐구설명형 과학 글쓰기 구조화하기	49
<표 IV-16> 비교대조형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	50
<표 IV-17> 비교대조형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	50
<표 IV-18> 비교대조형 과학 글쓰기 구조화하기	50
<표 IV-19> 인과분석형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	52
<표 IV-20> 인과분석형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	52
<표 IV-21> 인과분석형 과학 글쓰기 구조화하기	52
<표 IV-22> 목표지향형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	53
<표 IV-23> 목표지향형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	54
<표 IV-24> 목표지향형 과학 글쓰기 구조화하기	54
<표 IV-25> 가설논증형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	55
<표 IV-26> 가설논증형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	56
<표 IV-27> 가설논증형 과학 글쓰기 구조화하기	56
<표 IV-28> 평가비관형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	57

<표 IV-29> 평가비판형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	57
<표 IV-30> 평가비판형 과학 글쓰기 구조화하기	58
<표 IV-31> 이상제시형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	59
<표 IV-32> 이상제시형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	59
<표 IV-33> 이상제시형 과학 글쓰기 구조화하기	60
<표 IV-34> 옹호논박형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	61
<표 IV-35> 옹호논박형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	61
<표 IV-36> 옹호논박형 과학 글쓰기 구조화하기	62
<표 IV-37> 의견제시형 과학 글쓰기 유형의 기본틀	63
<표 IV-38> 의견제시형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시	64
<표 IV-39> 의견제시형 과학 글쓰기 구조화하기	64
<표 IV-40> 2015 개정 교육과정 생명과학I 글쓰기 교수학습 자료 개발	66
<표 IV-41> 1 단원. [생명과학과 인간의 생활] 과학글쓰기 교수학습 자료	66
<표 IV-42> 2 단원. [생물의 구조와 에너지] 과학글쓰기 교수학습 자료	67
<표 IV-43> 3 단원. [항상성과 몸의 조절] A 과학글쓰기 교수학습 자료	68
<표 IV-44> 3 단원. [항상성과 몸의 조절] B 과학글쓰기 교수학습 자료	69

<표 IV-45> 4 단원. [생명의 연속성] A 과학글쓰기 교수학습 자료	70
<표 IV-46> 4 단원. [생명의 연속성] B 과학글쓰기 교수학습 자료	71
<표 IV-47> 5 단원. [환경과 생태계] 과학글쓰기 교수학습 자료	72
<표 IV-48> 글쓰기 유형별 과학 핵심역량 분석	74
<표 IV-49> 글쓰기 유형별 과학 핵심역량과의 연관성 판단 근거	76
<표 IV-50> 구조화를 통한 과학 글쓰기 수업지도안 예시	78
<표 IV-51> 과학 글쓰기 수업지도안에 따른 본시 수업 활동 예시	81
<표 IV-52> 제 1 차 SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 예시	96
<표 IV-53> 제 1 차 SSI 주제 글쓰기의 담화 클러스터와 담화 요소 분석	98
<표 IV-54> 제 2 차 SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 예시	98
<표 IV-55> 제 2 차 SSI 주제 글쓰기의 담화 클러스터와 담화 요소 분석	100
<표 IV-56> 제 3 차 SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 예시	101
<표 IV-57> 제 3 차 SSI 주제 글쓰기의 담화 클러스터와 담화 요소 분석	102
<표 IV-58> 논증 구조에 따른 논증 수준 분석틀	106

<표 IV-59> SSI 글쓰기 논증 수준 분석 결과	109
<표 IV-60> 예비 생물교사 B 의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석	109
<표 IV-61> 예비 생물교사 C 의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석	112
<표 IV-62> 예비 생물교사 D 의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석	115
<표 IV-63> 예비 생물교사 O 의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석	118

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

2020년, 코로나19 바이러스의 세계적 대유행으로 우리는 그동안 겪지 못한 초유의 상황에 처해 있다. 방역 당국의 비상 상황은 수개월째 숨 가쁘게 돌아가고 있고, 의료진의 노력과 희생도 한계 상황에 처해 있다. 전 세계는 코로나19가 왜 일어났는지, 이 때문에 우리 사회가 어떤 변화를 겪고 있는지에 집중하고 있으며, 앞으로 코로나19의 위협으로부터 벗어나기 위해 과연 무엇을 해나가야 하는지에 대해 고민하고 있다. 점점 더 어려워지는 경제 상황, 그리고 정치, 문화, 예술의 침체, 소통의 부재 등 인류가 걸어온 문명이라는 길에서 큰 변화를 맞고 있기 때문이다. 사실, 이러한 상황은 인류사에서 지속적으로 반복되어 왔으며, 이를 해결해 나가는 과정이 인류의 역사가 되었다.

과학과 사회는 연관이 없어 보이기도 하지만, 자세히 들여다보면 과학과 사회는 많은 연결고리를 가지고 있다. 코로나19로 인한 우리 사회 전반의 혼란과 변화가 바로 그것이다. 이러한 상황에서 과학적 문제에 대해 사회와의 관계성을 찾고, 논리적이고 실증적으로 문제 해결방안을 모색하는 것은 중요하다.

OECD는 점점 다양해지고 복잡해지는 사회에서 개개인이 행복하고 성공적으로 삶을 영위하기 위해서는 단순한 기술이나 지식을 갖추는 것만으로 부족하다는 것을 인식하고, 개개인이 반드시 갖추어야 할 역량을 ‘핵심역량’으로 규정했다 (Rychen & Salganik, 2003). 우리나라에서도 이러한 흐름을 반영해 이광우 등 (2008)은 핵심역량을 ‘학교 교육을 통해 누구나 길러야 할 기본적이고 보편적이며 공통적인 능력으로, 다양한 현상이나 문제를 효율적으로 혹은 합리적으로 해결하기 위하여 학습자에게 요구되는 지식, 기능, 태도의 총체’로 정의했고, 핵심역량 기반의 교육과정 및 평가에 대한 개발 연구 역시 활발하게 진행되고 있다. 2015 교육과정에서는 핵심역량을 공식적으로 표명하였고, 학교 교육 전 과

정을 통해 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량 등과 같은 핵심역량을 중점적으로 기르는 것을 강조하고 있다(교육부, 2015a). 특히 2015 개정 교육과정에서는 범교과적인 차원의 ‘핵심역량’과 더불어 교과별 ‘교과역량’을 지시하고 있다. ‘교과역량’은 교과 교육과정 전반에 걸쳐 지식 습득만이 아니라 교과 지식을 가지고 할 수 있고, 할 수 있기를 기대하는 수행능력을 의미하는 것으로 교육 목표, 내용체계, 성취기준 등에 반영되고 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서는 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통능력’, ‘과학적 참여와 평생학습 능력’을 과학교과 핵심역량으로 제시하고 있다(교육부, 2015b).

이처럼 핵심역량과 더불어 과학교과 역량의 중요성이 강조되면서 이를 교육현장에 실질적으로 반영할 수 있도록 다양한 연구가 이뤄지고 있으며, 특히 핵심역량 함양을 위한 교육프로그램 개발 및 적용은 실제 학교 현장에서 활용할 수 있도록 교사교육과 예비교사 교육에 선제적으로 이뤄지고 있다.

앞서 언급한 코로나19로 인한 상황과 연계해 본다면 SSI(Socio-Scientific Issues) 교육은 과학의 사회 및 윤리적 측면이 드러나는 논쟁적인 주제를 중심으로 진행되는 수업으로서, 학생의 인지, 도덕적 발달을 통한 시민으로서의 소양을 함양하는데 목적이 있다. 이런 면에서 핵심역량 함양을 위한 프로그램으로서 SSI 교육은 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량 전반에 걸쳐 이뤄지는 종합적이고 체계적인 교육으로 의미를 가진다.

이와 함께 교육과정에서 제시하고 있는 과학 글쓰기 활동 역시 과학적 의사소통 방법의 하나로 과학 교육에서 중요하게 다루어지고 있다. 앞서 논의한 SSI의 특징을 관련시켜 생각해보면 SSI를 통한 과학 글쓰기 활동은 학생들의 과학적 소양을 기르는 데 좋은 소재와 활동이라고 할 수 있다. 논증 수업과 피드백, 반복적 훈련이 예비 교사들의 논증수준 발달에 도움을 주었다는 연구결과에서 과학 글쓰기와 SSI 관련 소재의 연결은 학교 현장에서 학생들의 실질적인 논증활동 경험에 도움이 될 수 있다(위수민 등, 2014). 과학 지식의 발달로 인해 일어나고 있는 사회적 현상과 과학의 역할 등에 대한 선행 연구들(송신철, 심규철, 2015; 이정은, 정은영, 2013)을 보더라도 학생들의 과학 글쓰기를 통한 현상을

분석하는 사고의 체계화는 필요하다.

SSI 수업은 과학지식 내용체계 보다는 과학에 대한 지식, 즉 과학이 내포하고 있는 사회적, 윤리적, 도덕적 측면에 대한 이해를 강조하며, 또한 하나의 정답을 찾아가는 과정보다 불확실성을 인지하고, 서로 다른 관점을 조율해나가는 과정을 중요시한다(Christensen, 2009). 따라서 교사의 일방적인 지식전달이 아닌 학생이 학습의 주체가 되어 의미를 구성해나가는 구성주의적 관점을 요구한다. 이를 위해 다양한 학생 중심의 교수 학습 방법이 도입될 필요가 있다(권수희, 이현주, 2018). 그런 점에서 강의 중심 수업과 병행해 학생들이 직접 지역사회에서 일어나고 있는 다양한 사회과학적 쟁점에 대한 문제를 인식하고, 해결해 나갈 수 있도록 SSI 수업의 방법적 확장이 필요하다.

교사들이 어려움을 극복하고 성공적으로 SSI를 수업에 도입하기 위해서는 SSI의 방향성과 목표를 이해하는 것은 물론 수업에서 구현할 수 있는 지식인 SSI에 관한 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge, 이하 PCK)이 요구됨을 알 수 있다. 교사가 내용지식을 특별한 형태로 학생들이 이해할 수 있도록 표현하는 PCK는 전문성을 가진 경쟁력 있는 교사에게 반드시 필요한, 중요한 지식으로 받아들여지고 있다. 과학 교수를 위한 PCK의 구성요소로 과학 교수지향, 과학 교육과정 지식, 학생들의 과학 이해에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식, 과학 수업 전략에 대한 지식이 언급되고 있다.

특히 SSI 분야에서는 이현주(2016)가 과학 교수를 위한 PCK 구성요소 등을 바탕으로 SSI-PCK를 도출·제안하여 이론적 기반을 제공했다. 이현주(2016)는 SSI-PCK의 6 요소로 SSI 교수지향, SSI 교수 방법에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식, 학생의 SSI 학습에 관한 지식, SSI 학습 평가에 관한 지식, 학습 환경에 관한 지식을 들었다. SSI 교수지향은 교수 목적과 목표를 의미하는 것으로 학생 중심 활동, 지식과 고등사고능력, 실생활과의 연결, 과학 및 기술의 본성, 시민역량 및 인성, 사회적 실천의 하위 요소를 포함한다. SSI 교수 방법은 수업 운영을 위해 사용되는 교수·학습 방법론적 지식이며 SSI 수업 설계, 진보적 교수전략, 협력적 수업 환경 등의 하위 요소를 포함했다. 교육과정에 대한 지식은 SSI와 국가수준의 교육과정에서 어떻게 다루어지고 있는가를 보고 있는 요소로서 과학교육과정과의 수평적, 수직적 연계성, 타 교과와의 연계성을 반영했다.

학생의 SSI 학습에 관한 지식은 SSI 수업에 참여하는 학생들의 특성과 학습 과정에 대한 지식으로 이에 대한 하위 요소로 SSI 학습 경험, SSI 학습 시 겪는 어려움, SSI 추론의 특성에 관한 지식을 포함한다. 이런 의미에서 예비 생물교사의 SSI 학습 경험은 중요하다. 실제 SSI 관련 학습 경험을 통해 학습 시 겪는 어려움을 습득하고, SSI가 가지는 추론의 특성을 이해한다면, 실제 학급에서 교수 학습이 이뤄질 때 소중한 자산이 될 수 있기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램을 개발하고 예비 생물교사를 대상으로 적용했다. 이는 실제 학교에서 교수 학습이 이루어지기 전 교사 교육이 먼저 이루어져야 한다는 것을 전제로 향후 학교 현장에 투입될 예정인 예비 교사의 과학 핵심역량 함양을 위한 교육이 이루어진다는 점에서 의미를 가진다.

2. 연구 문제

본 연구에서의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램을 개발한다. 프로그램 개발의 배경과 필요성, 2015 개정 교육과정 분석 및 선행연구 검토, 프로그램 개발틀 설계, SSI 글쓰기 프로그램 개발과 글쓰기 유형별 구조화 연구를 토대로 한 SSI 글쓰기 프로그램을 개발한다.

둘째, SSI 글쓰기 프로그램을 적용하고 효과를 분석한다. SSI 글쓰기 활동의 핵심역량 표현 분석, 담화 클러스터 및 담화요소 분석, 문제해결을 위한 SSI 글쓰기 활동의 표현 분석, 그리고 SSI 글쓰기 활동의 논증수준 분석을 통해 SSI 글쓰기 프로그램을 적용한다.

3. 용어의 정의

1) 핵심역량

핵심역량은 추구하는 인간상을 구현하기 위해 교과 교육을 포함한 학교 교육 전 과정을 통해 중점적으로 기르고자 하는 역량으로서 2015 개정 교육과정에서는 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량을 핵심역량으로 제시했다. 이를 통해 추구하는 인간상, 핵심역량, 학교 급별 목표 간의 연계를 강화하여 학교 교육의 방향을 보다 명료하게 나타내고자 했다. 또한 핵심역량 함양이 가능하도록 교과 교육과정을 개발하고 교수·학습 및 평가 방법의 실질적 개선이 이루어질 수 있도록 했다. 즉, 단순한 지식 습득에서 벗어나 실제적인 역량 함양이 가능하도록 교과 교육과정을 핵심 개념 중심으로 구조화하고 협력 학습, 토의·토론학습 등의 학생 참여 중심 수업과 과정 중심 평가를 확대하는 등의 구체적인 수업 개선 방향을 제시했다(교육부, 2015a). 즉, 학교 교육을 통해 누구나 길러야 할 기본적이고 보편적이며 공통적인 능력을 말한다.

2) 과학 핵심역량

2015 개정 과학과 교육과정 ‘과학’에서는 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통해 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등의 과학 핵심역량을 함양하도록 한다고 밝혔다.

과학적 사고력은 과학적 주장과 증거의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 사고다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.

과학적 탐구 능력은 과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기능과 지식을 통합해 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정의 기초가 된다.

과학적 문제 해결력은 과학적 지식과 과학적 사고를 활용해 개인적 혹은 공적 문제를 해결하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사 결정 능력도 포함한다.

과학적 의사소통 능력은 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력 등을 포함한다.

과학적 참여와 평생 학습 능력은 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 관한 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하며 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력을 가리킨다(교육부, 2015b).

3) SSI(Socio-Scientific Issues) 교육

SSI(Socio-Scientific Issues) 교육은 현재 과학 교육의 중요한 목표인 과학적 소양의 함양에 필수적이고, 과학기술과 사회와의 관련성을 본격적으로 다루는 교수 학습과 밀접하게 연관되어 있다(강경희, 2018). 이런 관점에서 SSI 교육은 과학의 사회 및 윤리적 측면이 드러나는 논쟁적인 주제를 중심으로 진행되는 수업으로서, 학생의 인지, 도덕적 발달을 통한 시민으로서의 소양을 함양하는 데 목적이 있다. SSI는 그 본성상 과학기술의 사회, 경제, 환경, 윤리, 정치 등 다양한 측면을 내포하고 있으며, 학생들은 각 관점에 관해 토론과 토의의 논증을 거쳐 최종적 의사결정 및 주장을 하게 된다(신다인, 2017). SSI는 문제를 둘러싼 여러 입장들을 효과적으로 제시하여, 학생들이 그로 인해 발생하는 윤리적 갈등을 체험하고, 더 나아가 자신의 가치관과 연결 지어 의사결정을 해볼 수 있도록 단계적으로 접근할 필요가 있다(이현주, 장현숙, 2011). 집단의 상이한 가치, 다

양한 사례 등은 결정을 어렵게 하는 요인이 되지만, 각각의 입장에서 토론하고 토의함으로써 최종 의사결정이 이뤄지게 된다. SSI 교육은 과학 교육에서 그동안 과학적 접근으로 인해 비교적 어려웠던 공동체 의식과 인성 등의 인간의 윤리적 측면을 강조한다. 과학은 단순히 과학 지식에만 머무를 수는 없으며 우리 사회에서는 과학적으로 풀어야 할 다양한 이슈가 존재한다. 이에 대한 문제 인식과 함께 해결책을 모색하는 방법으로도 과학교육에서 SSI 관련 논증 활동은 큰 의미를 가진다.

4) 과학 글쓰기

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

II. 이론적 배경

1. 과학 핵심역량 연구

1) 과학 핵심역량의 개념

핵심역량은 이미 해외 여러 나라에서 ‘역량기반 교육과정’ 혹은 ‘핵심역량을 반영한 교육과정’이라는 이름으로 교육과정의 개혁을 전개해왔다(송진웅 등, 2018). 예를 들어, OECD는 DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) 프로젝트를 추진해 21세기 사회에서 요구되는 핵심역량(Key competencies)을 3개 범주 9개 영역으로 제시했다(OECD, 2003). 같은 맥락에서 우리나라 2015 개정 교육과정에서는 총론뿐만 아니라 각 교과별로 교과역량을 도출해 명시적으로 제시하고 있다. 과학과에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력의 5가지 교과역량을 제시하고 있다.

2) 핵심역량 중심 교육 연구

2015 개정 교육과정의 주요 방향은 교육과정 설계를 통해 어떻게 핵심개념과 교과역량을 구현할 것인가에 있다(이광우 등, 2017). 핵심개념과 교과역량은 교과의 본질을 더 잘 드러나게 하면서도 그 본질을 더 잘 이해하도록 돕기 위해 제시되었음에도 불구하고, 기존의 교육과정과 차별화되기 때문에 2015 개정 교육과정이 이러한 핵심개념과 교과역량을 잘 반영하고 있는지, 이를 어떻게 수업으로 설계해야 하는지 등에 대한 의문도 지속적으로 제기되고 있다(정성근 등, 2019; 한혜정 등, 2016). 특히, 이주연(2018)의 연구에서는 전국 시도에서 역량기반 교육과정을 운영하는 연구학교 교사들을 대상으로 면담을 하고 그들의 어

려움을 분석했는데, 그 결과 역량개념과 역량들 간의 관계의 모호성, 역량기반 교육과정 사례에 대한 이해부족, 역량중심교육으로 인한 기초 학습의 소홀 현상, 평가의 어려움 등이 언급되었다.

특히 이현주 등(2020)은 2015 개정 과학과 교육과정의 성공적인 안착을 위해서는 2015 개정 교육과정에서 새로 도입된 과학과 핵심개념과 교과역량에 대해 과학교사들이 어떻게 이를 어떻게 이해하고 실행에 옮기고 있는지 살펴볼 필요성을 언급했다. 결과적으로 교사들은 개정된 교육과정의 주요 요소와 변화 방향 등에 대해서 대체적으로 긍정적인 평가를 하면서도, 새로운 교육과정에서 추구하는 인재상, 주요 초점 등에 대한 연수, 홍보, 교수학습 지원 등이 필요하다고 지적했다. 또한 과학교사들은 핵심개념과 교과역량을 강조하는 것에 대해서는 동의 하였으나, 과학과 교과역량 각각의 의미가 명확하지 않는 등의 이유로 아직까지 과학수업에 적용하는 데에는 어려움이 있다고 언급했다.

고은정, 정대홍(2019)은 국내에서 발표된 핵심역량 관련 과학교육 연구 논문을 대상으로 연구 내용과 연구 방법의 경향성을 분석해 어떤 분야의 연구가 많이 진행되고 있는지와 핵심역량이 국내 과학 교육에 어떤 방식으로 적용되려 하고 있는지를 조사했는데, 2008년에서 2019년까지 발표된 핵심역량 관련 과학교육 연구 81편을 수집해 분석했다. 최근 3년간 핵심역량 관련 과학교육 연구논문이 크게 증가했으며, 그 중 개발 및 적용 분야에 관한 연구가 가장 높은 비율을 차지하고 있었고, 이론 분석, 실태 및 인식 조사, 프로그램의 효과 분석 연구 순으로 조사되었다. 연구방법 중 연구 설계에 있어서는 양적연구와 문헌연구가 혼합연구, 질적연구에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 연구 대상에 있어 예비 교사와 현장 교사를 대상으로 한 연구는 학생을 대상으로 한 연구에 비해 낮은 비율로 진행되었다. 자료 수집에 있어서는 설문지 및 검사지, 문헌 수집 방법을 가장 높은 비율로 사용한 것으로 나타났다.

2. 과학 글쓰기

1) 과학 글쓰기 정의

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(김형미, 2018).

우리나라 교육 과정에서도 과학 글쓰기는 지속적으로 제시되었다. 2007개정 과학 교육과정에 과학 글쓰기가 처음으로 도입되었고(교육인적자원부, 2007), 2009개정 과학 교육과정에서는 과학 글쓰기에 대한 지침이 제시되었다. 내용은 “과학과 관련된 상식이나 사회적 쟁점에 대한 과학 글쓰기와 토론을 할 수 있도록 수업을 계획한다. 첨단 과학, 과학자, 과학상식, 과학사 등과 관련된 자료를 활용한 과학 글쓰기와 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. 특히 ‘2015 문·이과 통합형 교육과정(초·중등학교 교육과정)’에서는 학생들이 인문·사회·과학기술에 대한 기초 소양을 함양하여, 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의융합형 인재로의 성장을 지향하고 있다.

선행 연구(정민이, 여성희, 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 파

악하려는 동기를 부여할 수 있다. 이는 학생들의 비판적 사고를 자극하는데 효과적이다. 그러므로 제시자료의 내용을 참조해 추론하는 과정을 이끌어내는 데에도 효과적일 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.

2) 과학 글쓰기 유형

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 과학과 교육과정의 목표에 따라 설명형 형식과 논증형 형식으로 글쓰기 요건을 충족할 수 있으며, 이에 따라 세부적으로 구분한 과학 글쓰기 유형, 즉 분석틀은 <표 II-1>과 같다.

설명형의 경우 두 가지 설명형 과학글쓰기와 해결형 과학글쓰기로, 논증형의 경우도 논증형 과학글쓰기와 논쟁형 과학글쓰기로 나누었다(김형미, 2018).

<표 II-1> 과학 글쓰기 분석틀

	구분(괄호는 기호)	세부구분	내용 및 성격
설 명 형	설명형 과학 글쓰기 (A) : 어떤 주장이나 개념을 제시해 주고, 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 과학 글쓰기	탐구 설명형 (a)	어떤 개념을 주장하는 데 있어서 개념의 의미나 의의를 구체적으로 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기
		비교 대조형 (b)	둘 또는 그 이상의 대상들을 여러 각도에서 비교, 대조하여 그 장단점을 판별하거나, 하나의 대상일 지라도 여러 관점에서 그 장단점을 비교, 대조, 유추, 응용할 것을 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기
	해결형 과학 글쓰기 (B)	인과 분석형 (a)	문제 상황을 제시해 주고, 그 발생 원인이나 문제점 자체를 분석하도록 하는 문제에 적용하는 글쓰기

	: 특정한 문제 상황을 제시해 주고 그 원인 또는 결과를 규명하거나, 해결 방안을 모색하기를 요구하는 과학 글쓰기		기. 이어 나타나게 될 현상이나 영향을 예측해 보려는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기. 부정적인 결과를 분석하도록 할 경우에는 그 해결 방안까지를 모색해 보도록 하는 것도 가능함
		목표 지향형 (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	논증형 과학 글쓰기 (C) : 어떤 주장이나 개념을 제시해 주고, 거기에 대해서 나름대로 증명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 과학 글쓰기	가설 논증형 (a)	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
		평가 비판형 (b)	어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 준거에 견주어 비판하기를 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기
		이상 제시형 (c)	우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상을 어떻게 해결하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기
	논쟁형 과학 글쓰기 (D) : 주어진 논제에 대해서 찬성이나 반대, 또는 제삼의 견해를 제시할 것을 요구하는 과학 글쓰기	옹호 논박형 (a)	과학 분야에서 상반된 두 개의 의견을 제시해 주고, 그 어느 한쪽의 입장을 선택하여 이를 옹호하면서, 동시에 다른 의견을 논박하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기
		의견 제시형 (b)	과학 연구 또는 적용에서 서로 대립되는 견해를 제시하고, 그 종합적 견해를 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기

출처 : 김형미(2018)

3) 과학 글쓰기 선행 연구 분석

학교 과학교육은 과학적 소양의 함양을 통해 학생들이 사회에 진출했을 때 과학기술 관련 문제에 대해 합리적 의사결정을 하고, 문제를 해결할 수 있는 능력의 신장을 목표로 하고 있다. 특히 2015 개정 교육과정에서 강조하고 있는 학습자의 핵심역량 함양을 위한 교수 학습 방법으로 과학 글쓰기, 토론, 프로젝트학습 등이 제시되고 있는데, 이 가운데 과학 글쓰기는 과학학습에 있어서 효과적인 방법일 뿐만 아니라 과학적 사고력을 함양할 수 있고(구슬기, 박일우, 2010), 과학적 탐구력 향상에 효과적인 것으로 알려져 있다(Gunel *et al.*, 2009;

Wellington & Osborne, 2001). 과학 글쓰기 활동과 관련해 2015 개정 교육과정
에 따른 생명과학I 교과서의 단원을 중심으로 과학 글쓰기에 대한 연구와 이에
따른 자료개발이 이뤄지고 있다(김형미, 강경희, 2019; 박은혜, 정은영, 2018).
과학 글쓰기는 논리적인 글쓰기 전개와 문제해결 등으로 구성되는 복합적인 활
동으로서 창의적 문제해결력을 높이기 위한 효과적인 교수 학습 전략으로 활용
될 수 있다. 과학 글쓰기와 관련한 선행연구에서는 교과서에서 제시하고 있는 과
학 글쓰기 교수 학습자료 분석을 통해 어떤 제시문과 함께 무엇을 요구하는 문
제가 출제되고 있는지를 연구하는 한편, 보다 나은 과학 글쓰기 학습을 위한 교
수 학습 자료 개발 연구도 병행해 이뤄지고 있다.

이처럼 다양한 연구에서 과학 글쓰기의 중요성이 강조되어 왔으나 실제 학교
현장에서 과학 글쓰기는 이뤄지기 어려운 실정이다. 과학 글쓰기의 교육적 효과
가 긍정적으로 보고되고, 다양한 유형의 과학 글쓰기가 교과서에 제시되지만, 여
전히 현직 및 예비 과학 교사들은 과학 글쓰기 지도에 어려움을 갖는다. 그 이유
로는 과학 글쓰기의 관점과 교육적 의미가 충분히 논의되지 않은 채, 피상적으로
교육과정에 명시되고 교수학습 전략으로 강조되기 때문이라고 할 수 있다(이선
경 등, 2017). 무엇보다 실제 교육 현장에서 과학 글쓰기 수업이 활발하게 이루
어지지 않는 것은 교과서 글쓰기 활동에서 대부분 학생들에게 완성형 글을 쓸
것을 요구할 뿐, 어떻게 자신의 생각을 한 편의 완결된 글로 구성해 나갈지와 같
이 글을 쓰는 동안 필요한 정보나 실마리는 제공되지 않는 등 교수 학습 자료의
부족 등이 원인 중 하나로 지적되고 있다(정민이, 여성희, 2013).

3. 생명과학 글쓰기와 창의적 문제해결력

1) 글쓰기와 창의적 문제해결력

창의적 문제해결이란 개인이나 집단이 어떤 문제를 해결하기 위하여 창의적으
로 사고하려는 노력을 통칭하는 용어이다. 특히 과학에서 문제를 해결해 나가는
과정은 문제를 인식한 후 가설을 설정하고 실험 또는 다른 탐구 방법들을 통해

결론을 도출해나가는 과정이라고 할 수 있다(방담이, 2012). 또한 창의적 문제 해결력을 일반적인 영역의 지식과 기능기반, 동기적 요인, 특정 영역의 지식과 기능 기반을 토대로 확산적 사고와 비판적 사고가 역동적으로 상호작용하여 새로운 산출물 혹은 해결책을 만들어 내는 사고과정이라고 정의했으며(김경자 등, 1997), 과학에서의 창의적 문제해결력은 확산적 사고와 비판적 사고가 복합적으로 작용하여 새롭고 적절한 산출물을 만들어내는 능력이라고 했다(조연순 등, 2000). 이와 같은 근거로 ‘분석과 창의적 문제해결 심화(과학 글쓰기)’ 과학 글쓰기 수업에서 ‘창의적 문제해결’이란 문제 해결자가 이전에 접해보지 못한 문제를 새롭고 적절하게 해결하는 탐구의 과정에서 ‘발산적 사고’와 ‘수렴적 사고’를 활용하는 것이라고 정의하였다(방담이, 2012).

2) 글쓰기와 비판적 사고력

생명과학 분야에서 더 복잡하고 다양한 쟁점들이 나타날 가능성이 높다는 것을 감안하면, 과학 지식을 소유한 사람보다는 이를 비판적으로 활용할 수 있는 사람이 필요하다(송신철, 심규철, 2015). 또한 과학 지식의 발달로 인해 일어나고 있는 사회적 현상과 과학의 역할 등에 대한 선행 연구들(송신철, 심규철, 2015; 이정은, 정은영, 2013)을 보더라도 학생들의 과학 글쓰기를 통한 현상을 분석하는 사고의 체계화는 필요하다. 특히 생명과학 글쓰기는 다른 과학 분야 글쓰기에 비해 더욱 다각적인 차원의 비판적 사고가 요구된다. 식량자원이나 에너지 및 환경문제, GMO, 비만을 비롯한 질병과 건강 문제 등 주로 인간 삶에 직접적으로 관련된 부분에 대한 의사 결정 문제 등이 점차 과학 글쓰기에서 강조되고 있기 때문이다. 그러므로 생명과학 글쓰기 활동이 갖는 STS(Science-Technology-Society)적 특성을 활용한다면 비판적 사고를 촉진하고 문제해결력을 향상시키는데 기여할 수 있다(정민이, 여성희, 2013).

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

기술의 향상을 가져온다(박길순 등, 2014). 그러므로 다양한 형태의 글쓰기 교수학습 자료 제공을 통해 학생들이 여러 가지 상황에서 논리적이고 창의적인 판단을 할 수 있도록 하는 노력이 필요하다.

4. SSI 교육과 SSI 글쓰기

1) 과학 핵심역량 함양과 SSI 글쓰기

SSI는 구조화된 문제 상황이라기보다는 과학과 사회, 기술의 상호 연관성을 강조하며, 과학 기술의 사회, 윤리적 측면을 내포하고 있기 때문에, 정답을 찾는 하나의 방법이 존재하기 보다는 다양한 관점에서의 접근이 가능하다(고현주 등, 2015). 이러한 문제 상황은 앞으로 학생들이 살아갈 세상에서 가장 먼저 맞닥뜨리게 될 확률이 높다. 그럴 때에는 상호 논증을 통해 의사 결정을 하고, 궁극적으로 문제를 해결해야만 한다. SSI는 문제를 둘러싼 여러 입장들을 효과적으로 제시하여, 학생들이 그로인해 발생하는 윤리적 갈등을 체험하고, 더 나아가 자신의 가치관과 연결 지어 의사결정을 해볼 수 있도록 단계적으로 접근할 필요가 있다(이현주, 장현숙, 2011). 집단의 상이한 가치, 다양한 사례 등은 결정을 어렵게 하는 요인이 되지만, 각각의 입장에서 토론하고 토의함으로써 최종 의사결정이 이뤄지게 된다. 이제 더 이상 과학은 단순히 과학 지식에만 머무를 수는 없으며 우리 사회에서는 과학적인 요인과 근거로 해결해 나가야 할 다양한 의견들이 존재한다. 이에 대한 문제 인식과 함께 해결책을 모색하는 방법으로도 과학교육에서 SSI 관련 논증 활동은 큰 의미를 가진다.

앞서 언급한 과학 핵심역량은 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력으로 SSI 관련 글쓰기를 통해 주어진 사회 과학적 이슈를 통해 주어진 문제를 들여다보고, 이를 과학적으로 해결하기 위한 방안을 모색하는 한편, 현재를 살아가는 학생들이 미래에 닥칠 변화에 대비하고 대응하는 방법을 모색할 수 있다는 점에서 과학 핵심역량 함양과 SSI 글쓰기는 밀접한 연관이 있다고 하겠다.

2) SSI 글쓰기를 통한 핵심역량 강화교육 연계의 필요성

학교 현장에서 SSI 글쓰기뿐만 아니라 과학글쓰기가 이뤄지기 어렵다는 점은 여러 선행 연구에서도 나타났다. 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 있다(신영준 등, 2009). 그렇기 때문에 과학 글쓰기에 앞서 교수학습 자료 개발이 이루어져 학생들이 보다 다양한 생각을 써 내려갈 수 있도록 하는 조력이 필요하다. 학생들의 쓰기 능력을 높이기 위해서는 학생 개인의 노력뿐만 아니라 학생-학교-가정이 연계해서 함께 지도 및 지원해야 한다는 의견도 있다(한경숙, 2016). 특히 생명과학과 관련한 다양한 사회적 쟁점을 활용해 과학 글쓰기나 토론 등을 통해 과학적 의사소통 능력, 과학적 사고력을 기를 수 있도록 과학 탐구와 관련한 다양한 자료를 제시해 과학 기술이 갖는 잠재력을 인식할 수 있도록 지도해야 한다(송신철, 2018). 결국 학생들의 글쓰기가 제대로 이루어지기 위해서는 균형 잡힌 제시자료의 개발과 함께 이를 적극적으로 활용하려는 학생과 교사의 협업이 중요하다. 과학 글쓰기 교수학습 자료의 개발은 학생과 교사의 적극적인 협업을 통해서만이 그 효과를 발휘할 수 있기 때문이다. 이러한 연구를 통해 SSI 글쓰기를 통한 핵심역량 강화교육이 연계되어 이루어져야함을 지속적으로 드러내고 있다.

Ⅲ. 연구내용 및 방법

1. 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발

1) 프로그램 개발의 배경과 필요성

일반적으로 학생들의 핵심역량을 기르기에 적합한 수업 방법으로는 토론, 발표 수업, 팀 프로젝트, 과학 글쓰기 등을 들고 있다(Luke & McArdle, 2009). 이 중에서도 과학 글쓰기는 지난 오랜 시간 동안 과학을 학습하는 중요한 방법으로, 그리고 학습에 대한 이해와 성과를 평가하는 수단으로 인식되어 왔다(Prain & Hand, 1996). 글쓰기는 과학적 사실과 개념, 원리에 대해 깊이 있게 사고하는 과정과 내용을 글로 표현하는 과정을 통해 과학적 사고력을 배양할 수 있으며(천재훈, 2006; 최윤경, 임희준, 2013), 과학관련 사회적 쟁점에 대한 토론과 글쓰기를 통해 학습자의 의사소통 능력과 과학적 문제 해결 능력을 길러줄 수 있다(교육과학기술부, 2011; Lemke, 1990). 이 외에도 과학 글쓰기 수업의 효과성에 대한 또다른 선행 연구들(Gunel *et al.*, 2009; Klein, 1999; Prain, 2006; Wellington & Osborne, 2001)에서 글쓰기가 학습자의 과학적 사고력이나 과학 개념 형성과 같은 인지적 영역뿐만 아니라, 과학 탐구 능력, 그리고 흥미, 태도와 같은 정의적 영역의 향상에도 긍정적인 영향을 준다는 사실을 보고한 바 있다

2) 2015 개정 교육과정 분석 및 선행연구 검토

2015 개정 교육과정에서는 범교과적 차원의 ‘핵심역량’과 더불어 교과별로 ‘교과역량’을 제시하였다. ‘교과역량’은 교과 교육과정 전반에 걸쳐 지식습득만이 아니라 교과 지식을 가지고 할 수 있고, 할 수 있기를 기대하는 수행능력을 의미하는 것으로(이광우, 2015), 교육목표, 내용체계, 성취기준 등에 반영하고 있다. 지금까지 과학과에서 진행되어온 역량 관련 연구는 핵심역량에 기반하여 과학과

역량을 규명(곽영순, 2013; 채희인, 노석구, 2015a)하거나, 외국의 핵심역량과 과학과 역량의 관계를 고찰하여 시사점을 도출하는 연구(백남진, 온정덕, 2015; 채희인, 노석구, 2015b), 역량중심 교육과정 설계를 위해 해외사례 연구를 통한 시사점을 도출하는 연구 등이 수행되었다. 역량의 관계에 대한 심도 있는 고찰과 개선에 대해 제안을 하고 있지만, 그럼에도 불구하고 핵심역량이 과학과 교과역량과 성취기준에 반영된 방식과 관계에 대한 정보를 제공하지는 않는다.

학교에서는 핵심역량, 교과역량, 성취기준을 충족시킬 수 있는 교육이 이루어져야 한다. 핵심역량은 범교과적 역량으로 교과, 창의적 체험활동, 생활지도, 학급경영을 통해서 달성해야 한다. 또한 교과별 역량은 교과별 수업을 통해서 길러져야 하며, 교과별 교육과정은 영역별로 달성해야 할 성취기준으로 기술되어 있다. 성취기준은 교실수업에서 교육목표를 안내하고, 교육의 내용을 구성하며, 평가의 방향을 지시하는 실질적인 지침의 역할을 한다는 점에서(최정인, 백성혜, 2015) 교과역량은 교과별 성취기준을 통하여 달성된다고 할 수 있다.

교과별 성취기준 달성이 궁극적으로 핵심역량 함양의 중요한 열쇠라고 한다면, 학교 수업 내에서 이에 대한 고민이 끊임없이 이루어져야 하며, 이를 달성하기 위한 방법으로 과학 글쓰기의 중요성이 언급된다.

김은혜, 박재근(2017)의 과학 핵심역량 요소를 기반으로 한 과학 글쓰기 수업의 효과 연구에서 개발한 과학핵심역량 기반 과학 글쓰기 활동의 차시별 주제와 관련 핵심역량 요소는 <표 III-1>과 같다. 모든 주제에서 과학적 사고력은 글쓰기의 필수적인 역량이 되며, 이외에 밀접한 관련이 있는 1~2개의 역량 요소를 주제에 따라 추가로 반영하였다. 역량 요소의 반영 여부와 적합성에 대한 판단은 과학 핵심역량의 하위 요소 <표 III-2>를 준거로 삼았으며, 문항 성격이 각 핵심역량의 하위 요소 중 하나 이상과 밀접한 관련성이 있으면 해당 문항에 그 핵심역량 요소가 반영된 것으로 간주하였다.

<표 III-1> 과학 글쓰기의 주제와 과학 핵심역량 요소

단원	과학 글쓰기 주제	과학 핵심역량 요소				
		사고	탐구	문제	의사	참여

		역	능력	해결 력	소통 능력	와 평생 학습 능력
날씨와 우리 생활	- 응결로 인한 불편함 해결하기 - 사막탐험 계획세우기 - 신문을 활용하여 기상캐스터 되어보기	○ ○ ○	○	○		○ ○
산과 염기	- 이온음료의 성질 확인하기 - 산과 염기를 이용하여 생활 속 문제 해결하기 - 호수의 산성화로 인한 문제점 해결하기	○ ○ ○	○ ○	○ ○		○
물체의 빠르기	- 동물의 빠르기 비교하기 - 과속단속 카메라의 원리 파악하기 - 낙하산의 속력 측정하기	○ ○ ○	○	○ ○ ○		○
우리 몸의 구조와 기능	- 바른 자세를 유지하기 위한 발명품 개발하기 - 비만을 극복할 수 있는 방법 제시하기 - 인간 복제에 대한 생각 주장하기	○ ○ ○		○ ○		○

출처 : 김은혜, 박재근(2017)

<표 III-2> 과학 핵심역량과 하위요소

과학 핵심역량	하위요소
과학적 사고력	논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 창의적 사고하기, 합리적 사고하기
과학적 탐구능력	가설 설정 및 탐구 설계하기, 기초 탐구기능을 통한 자료 수집하기, 자료 분석 및 해석하기, 결론 도출 및 일반화하기
과학적 문제해결력	일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 자료 선택 및 평가하기, 문제해결방안 제시하기, 실천방법 모색하기
과학적 의사소통 능력	다양한 의사표현 방법 사용하기, 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기
과학적 참여와 평생학습능력	공동체 문제 이해하기, 사회적 이슈에 대해 이야기하기, 자기 주도적이고 지속적으로 참여하기, 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기

출처 : 김은혜, 박재근(2017)

3) 프로그램 개발틀 설계

생물교육 전공 교수 1인을 포함한 복수의 연구자가 먼저 사고력, 탐구능력, 문제해결력, 의사소통능력, 참여와 평생학습능력의 과학 핵심역량 요소를 반영하며, 아울러 SSI 주제에 적합한 문제를 제안했으며, 이에 따른 SSI 글쓰기 교수학습 자료를 개발하였다. 프로그램 개발틀은 <표 III-3>과 같이 김은혜, 박재근(2017)의 연구에서 제시한 과학 핵심역량 기반 과학 글쓰기 활동의 개발틀과 이현주(2016)의 과학 교수를 위한 PCK 구성요소, 이현주(2018)의 ‘SSI 교육이란 무엇인가’에서 제시하고 있는 과학기술관련 사회쟁점에 대한 사회참여와 실천을 위한 방법 등을 바탕으로 설계했다. 이것을 기반으로 SSI 글쓰기 프로그램을 개발했으며, 다회에 걸친 검토와 협의를 통해 각 문항의 교육과정 관련성, 글쓰기 활동의 수준, 핵심역량 요소 반영 적합성 등의 관점에서 반복적인 수정, 보완 과정을 거침으로써 내용 타당도를 확보하였다.

<표 III-3> 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발틀

목표		과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램을 개발한다
내용	SSI 요소	1. SSI의 정의 2. 과학적 소양과 SSI 교육의 필요성 3. SSI 교육과 과학 글쓰기 4. 논증의 개념, 논증글쓰기 5. SSI 교육에서 추론과 논증의 의미 6. SSI 논증과 담화 요소
	과학 핵심역량	1. 과학적 사고력(논리, 비판, 창의, 합리적 사고하기) 2. 과학적 탐구능력(가설 설정 및 탐구 설계하기) 3. 과학적 문제해결력(일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 실천방법 모색) 4. 과학적 의사소통 능력(과학적 근거로 논증하기, 상대 의견 수용, 조율) 5. 과학적 참여와 평생학습 능력(공동체 문제 이해하기, 사회적 이슈 이야기하기)
	글쓰기 주제와 과학	1. 동물과 인간의 공존(과학적 사고력, 과학적 문제해결력) 2. 인공지능과 인간의 삶(과학적 사고력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력)

핵심역량	3. 오존주의보와 문제해결 방향(과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습 능력)
평가	1. SSI 글쓰기 활동의 핵심역량 표현 분석 2. SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 3. 문제해결을 위한 SSI 글쓰기 활동의 표현 분석 4. SSI 글쓰기 활동의 논증 수준 분석
첨삭	1. 글쓰기 목표에 따른 유형별 구조화 제시 2. 논리적 사고를 위한 논증구조 제시

출처 : 김은혜, 박재근(2017), 이현주(2018) 재구성

4) SSI 글쓰기 프로그램 개발

(1) 연구 대상

이 연구의 대상은 J대학교 사범대학 생물교육전공 학생 17명을 대상으로 실시하였다. 세 차례에 걸쳐 실제 글쓰기 수업이 진행되면서 16명은 모두 참여했고, 1명은 수업 전반에는 참여했으나 글쓰기 과정에는 참여하지 않았다.

(2) SSI 글쓰기 교수학습 자료 개발

SSI 글쓰기 교수학습 자료는 3회에 걸쳐 각각의 제시문과 글쓰기 문제로 구성했다. 첫째, 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방법을 생각해보며 이상적인 상황을 제시하도록 하는 문제, 둘째, 인공지능이 인간의 삶 속에 깊숙이 다가온 현실을 통해 앞으로 이런 상태가 계속된다면 인공지능과 인간의 위치변화가 예견될 수 있는데, 이에 대한 자신의 견해를 밝히도록 평가하고 비판하는 문제, 그리고 마지막으로 J지역에 오존주의보가 발령된 상황을 언급하며, 이를 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하도록 요구하는 내용의 글쓰기 주제를 제시하였다. 각각의 글쓰기 문제가 가지는 주제와 글쓰기 유형, 그리고 과학 핵심역량과의 관련은 <표 III-4>와 같다. 과학 핵심역량과의 관련은 김은혜, 박재근(2017)의 연구에서 활용한 과학 핵심역량의 하위 요소를 준거로 판단했다.

<표 III-4> SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계

SSI 글쓰기	주제	글쓰기 유형	과학 핵심역량 요소				
			사고 역	탐구 능력	문제 해결 력	의사 소통 능력	참여 와 평생 학습 능력
1회차	동물과 인간의 공존	이상 제시형					
2회차	인공지능과 인간의 삶	평가 비판형					
3회차	오존주의보와 문제해결 방향	목표 지향형					

2. 글쓰기 유형별 구조화 연구

1) 글쓰기 유형별 구조화 필요성

글쓰기 과제에서 요구하는 글의 유형은 표현의 목적을 고려해 서사글, 묘사글, 설명글, 논증글, 상상글로 구분한다(이은희, 2002). 쓰기 과제를 구성하거나, 쓰기 수행을 평가할 때 글의 유형을 구분한다. 그 이유는 쓰기의 질적 수준이 유형별로 다르기 때문에, 특정 유형의 글쓰기에서 밝혀진 결과를 다른 유형의 글쓰기에 적용하기에 무리가 있기 때문이다. 우리나라 학생들 역시 감정을 표현하는 쓰기 과제나 사건 또는 사물을 묘사하는 쓰기 과제에서보다 논리적으로 내용을 조직하여 표현하는 쓰기 과제에서 저조하였으며, 이러한 현상은 초등학교 3학년에 서 고등학교 2학년에 이르기까지 보편적으로 나타났다(이은희, 2002). 이에 따라 그동안 학생들이 보편적으로 어려워하는 설명글과 논증글 쓰기에 대한 과제 연구가 지속적으로 이루어졌다. 설명글은 사물이나 사건 또는 현상에 대한 독자의 이해를 돕기 위하여 정보나 지식을 제공하는 글이다. 따라서 필자는 독자에게 정확하고 구체적인 내용을 명료하게 전달하기 위하여 독자가 쉽게 이해하고 기억할 수 있는 어휘와 문장으로 표현해야 한다. 한편 논증글은 필자 자신의 주장을 제시하고 독자를 설득하거나 갈등을 해결할 목적으로 쓰는 글이다. 따라서 필

자는 자신의 찬반의사나 주장을 명확히 표현하며 주장에 대한 논리적 근거를 제시하고 반대 입장에 대하여 논박하기 위하여, 주관적 감정을 절제하면서 토론식의 어휘와 문장으로 표현해야 한다(신현숙 등, 2007).

과학 글쓰기 분야에서도 마찬가지다. 과학 글쓰기 유형을 설명형과 논증형으로 나누고, 이에 대해 설명형은 설명형과 해결형, 논증형은 논증형과 논쟁형으로 구분해 세부 하위항목에 따른 유형설정 연구는 학생들이 과학 글쓰기 문제를 접했을 때 문제가 어떤 유형에 해당하는지를 명확하게 제시함으로써 글쓰기 목표 설정을 용이하게 했다(김형미, 강경희, 2019). 그러나 이러한 유형 설정에도 불구하고, 과학 글쓰기를 어떻게 해 나가야 할 것인가에 대한 근본적인 문제가 도출되었다. 즉, 무엇을 어떻게 쓸 것인가에 대한 논의가 이루어지고 있고, 이에 따라 학교 수업에서 적용 가능하도록 과학 글쓰기 문제 유형에 따른 구조화 연구의 필요성이 확대되고 있는 것이다.

글쓰기 단계에서 개요짜기는 중요한 부분을 차지한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 교육학, 언어학, 논리학 분야에서 글쓰기 단계에 대한 연구가 진행되고 있다. 개요짜기는 맥락성, 일관성, 연계성 등의 특성들을 충족해야 한다(이소의, 2018). 김정훈(2019) 역시 현재 이루어지고 있는 과학기술 글쓰기는 'KEC2015'를 따라 시행되고 있으나, 교수 학습 목표의 혼란, 표시 항목간 상호연결성 및 설명, 논증 방법론 제시 결여, 과학기술 글쓰기의 변별성 확보 미약, 협력 글쓰기 방법론 부재, 사회적 맥락과 필요성 이해 항목 누락 등의 문제점을 보이고 있다고 지적했다. 이에 대한 해결 방안으로 협력 글쓰기 방법 교육, 연구 계획서 작성을 통한 논문 쓰기 교육 등 글쓰기 교육을 제시했다.

학교 수업에서 글의 구조화를 통해 글의 뼈대를 만드는 교육이 이뤄진다면, 이와 병행해 과학 분야의 제시 자료에 대한 이해도가 높아져, 궁극적으로 학생들이 과학 글쓰기를 통해 보다 적극적으로 창의적으로 문제해결을 해 나갈 수 있을 것이다. 그러나 과학 글쓰기 교육의 중요성에 대해서 많은 교사들이 공감하고 있음에도 불구하고 실제 수업에서의 활용은 매우 제한적으로 이루어지고 있다. 특히 논쟁적인 주제와 관련한 글쓰기는 거의 이루어지지 않고 있다. 이와 관련해 많은 교사들이 수업에서 논쟁적인 주제와 관련된 글쓰기에 대해 부담감을 느낀다는 연구(Gray & Bryce, 2006)가 제기되었다. 이 연구에서는 글쓰기 문제 유

형에 따른 글쓰기 구조를 개발하는 것은 글쓰기에 대한 학습자의 부담을 경감시킬 뿐만 아니라 교사의 교수 활동에도 긍정적인 효과를 나타낼 수 있을 것이다.

2) 글쓰기 구조화 개발

글쓰기 구조화 연구는 선행연구(김형미, 2018)에서 제시한 과학 글쓰기 분석틀에 따라 구조화를 진행했다. 구조화를 위해 설명형과 논증형 글쓰기에 세부구분에 따른 9개 범주의 유형별 내용과 성격을 분석했으며, 글쓰기의 목표에 따라 구조화 방법을 제시했다.

설명문과 논증문은 하나의 주제와 여러 종속 주제들이 중심을 이루는 단위들로 구성된다. 아직 예시되지 않고 증명되지 않은 잠정적인 주제는 설명과 논증의 출발점으로서 한 단위를 이룬다. 이 단위를 서론이라고 한다. 주제를 예시하거나 증명하는 여러 종속 주제들도 그 자체의 더 구체적인 예나 증거를 포함하는 단위를 이룬다. 각 종속 주제들이 이루는 단위를 문단이라고 하며, 이러한 문단의 집합 전체를 본론이라고 한다. 그러므로 서론과 본론은 다음에 말할 결론과 더불어 세 개의 상위 단위가 되고 본론 속의 문단들은 본론의 하위 단위가 된다. 서론에 제시되었던 잠정적인 주제가 본론 속의 각 종속주제들에 의해서 예시되거나 증명되면 이것은 확정적인 주제가 된다. 이 확정적 주제를 중심으로 이루어지는 단위를 결론이라고 한다. 설명문과 논증문의 요소, 단위, 조건들을 고려하여 작성된 개요의 예는 <표 III-5>와 같다(이대규, 1986).

<표 III-5> 개요의 예시

서론	1. 주제 : 우리나라는 최근 수십 년 동안에 문화가 급속하게 변동되어 왔다. 2. 방법진술 : 이러한 변동의 예는 물질문화, 정신문화, 제도문화에서 발견된다. 3. 배경자료 : 문화란 인간의 생활 방식을 뜻하며, 문화 변동이란 생활방식의 변화를 뜻한다. 4. 접근단계 : 수십년 전에 세상을 떠난 사람들이 다시 살아나서 오늘날 우리의 생활 모습을 보면, 외국에 처음 온 것 같은 착각을 일으킬 것이다.
본론	1. 종속주제 1 : 우리의 물질 문화는 많이 변화되어 왔다.(식생활, 의생활, 주생활) 2. 종속주제 2 : 우리나라의 정신문화는 크게 변화되어 왔다.(언어, 문자, 미술, 음악, 문화, 유교적 윤리관의 쇠퇴와 외래 사상) 3. 종속주제 3 : 우리나라의 제도적인 문화는 엄청나게 변모되어 왔다.(가족, 교육, 정치 제도)

결론	1. 주제 : 우리나라는 최근 수십년 동안 급속한 문화변동을 경험하여 왔다. 2. 본론요약 : 우리나라의 문화는 물질적, 정신적, 제도적으로 급속하게 그리고 전면적으로 변동되어 왔다. 3. 논평 : 우리는 문화 변동으로 더욱 편리하고 합리적인 생활을 하게 되었으나, 이 때문에 일어나는 혼란도 적지 않다.
----	--

출처 : 이대규(1986)

또한 예비 과학교사들을 대상으로 작성한 논증 글쓰기의 서론 구조 분석 연구(김두혁 등, 2018)에서는 글 전체의 논증 구조를 결정짓는 서론의 구성이 매우 중요함을 강조하며, Williams와 Colomb의 연구(2007)를 참조해 <표 III-6>과 같이 논증 구조 틀을 제시하기도 했다. 논증 글의 논리 전개 방식 유형은 발생한 문제의 해결 방안을 직접적으로 제시하는 ‘문제해결 논증’과 문제 자체가 존재한다는 것을 제시하기 위한 ‘문제제기 논증’으로 나뉘었다.

<표 III-6> 논증구조의 틀

문제해결 논증(Problem-Solving Argument)		문제제기 논증(Problem-Posing Argument)	
서론	(도입부) (공감대) 불안정 조건 손실 해법/주장	서론	(도입부) (공감대) 불안정 조건/주장
본론	(전제) 해법이 뒷받침하는 이유 반론수용/반박	본론	(전제) 손실(주장을 뒷받침하는 이유) 반론수용/반박
결론	해법/주장 재진술	결론	(해법암시)

출처 : 김두혁 등(2018)

이와 같은 선행연구를 바탕으로 글쓰기 구조화는 <표 III-7>에서와 같이 9개 글쓰기 범주에 따라 각각 글쓰기에서 요구하는 내용이 포함될 수 있도록 서론-본론-결론의 구조로 이뤄졌으며, 예를 들어 탐구설명형은 대상에 대한 해설과 자신의 견해를 드러내는 글로, 가설논증형은 과학적 이론 및 원리 또는 사회적으로 가장 바람직하다고 인정받는 가치 규범에 대해 그렇다고 인정할 수 있는 논

리적인 근거를 제시하는 글로 구조화했다.

<표 III-7> 글쓰기 구조화 방법

과학 글쓰기 형태	글쓰기 구조화 방법
탐구설명형 (A-a)	이 유형에서는 우선 대상의 본질을 명확하게 이해하고 주어진 자료를 세밀히 검토한 후 설명해야 할 내용을 일반화시킬 수 있어야 한다. 주어진 개념이나 명제에 대해 해설하는 부분과 이에 대한 자신의 견해를 덧붙이는 부분으로 구성하는 것이 중요하다.
비교대조형 (A-b)	이 유형에서는 둘 또는 그 이상의 대상들을 여러 각도에서 비교·대조하여 그 장단점을 판별하거나, 하나의 대상일지라도 여러 관점에서 그 장단점을 비교·대조할 것을 요구하는 문제에 유용한 형태이다. 단순히 그 특징을 비교·대조하는 데서 그치지 않고 한걸음 더 나아가 그 극복·해결 방안이나 이상적인 상태에 관해서도 논할 수 있다. 이 유형을 적용해야 할 과학 글쓰기에서는 무엇보다도 대상을 어떤 관점에서 비교·대조할 것인가 하는 기준을 제대로 설정해야 한다.
인과분석형 (B-a)	이 유형은 제시된 문제 상황에 대해 문제 상황 자체나 그 원인을 분석해 보도록 요구하는 문제에 적용될 수 있다. 그런데 문제에서 원인 분석에 그치지 않고 그 극복 방안까지 모색해 보도록 요구하는 경우가 많기 때문에, 이 유형은 원인 분석에 그치지 않고 그 대책을 마련하는 데까지를 틀 속에 포함할 수도 있다. 이 유형을 적용할 때에는 구체적인 사실이나 통계 숫자, 의미 있는 일화 등을 들어 실감 있게 진술하는 것이 효과적이다.
목표지향형 (B-b)	이 유형은 과학 분야에서 개인이나 사회가 지향해야 할 방향이나 목표를 제시해 주고, 이를 이루기 위한 방안을 논하도록 요구하는 문제에 적용되는 형태이다. 인과분석형이 현재의 문제 상황을 전제로 그 극복 방안을 모색해 보는 것이라면, 이 유형은 그러한 전제 없이 제시된 목표를 달성하기 위한 방안을 모색해 보는 것이라는 데 그 차이가 있다. 이 유형을 적용할 때에는 제시된 목표와 조건에 부합되는 방향으로 글을 전개해 나가야 한다.
가설논증형 (C-a)	이 유형에서는 과학적 이론 및 원리 또는 사회적으로 가장 바람직하다고 인정받는 가치 규범에 대하여, ‘그렇다’고 인정할 수 있는 논리적인 근거를 제시할 것을 요구하는 과학 글쓰기에 적용되는 형태이다. 이 유형을 적용해야 할 문제는 대체로 과학적 이론의 필요성, 중요성, 의의 등에 관해 논하는 경우이며, 때에 따라서 과학적 이론을 직접 명시하지 않고 관련 자료만을 제시할 수도 있는데, 이 경우에는 그 자료 가운데 논의의 대상으로 삼아야 할 항목을 찾아내어 논의를 전개해야 한다.
평가비판형 (C-b)	이 유형은 어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 준거에 견주어 평가하거나 비판하기를 요구하는 문제에 적용하기에 알맞은 형태이다. 그런데 조건은 미리 주어지지만, 기준이나 준거는 미리 주어지는 경우가 드물기 때문에, 대개는 주어진 지문이나 조건을 보고 그에 합당한 기준이나 준거를 정해 그에 따라 평가 또는 비판해 나가야 한다.
이상제시형 (C-c)	이 유형은 우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상이나 사실을 어떻게 해결, 극복하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논할 것을 요구하는 문제에 적용되는 유형이다. 곧, 지향해야 할 방향이나, 문제 해결을 위한 바람직한 역할과 태도를 논해야 할 경우에 유용한 형태이다. 이 유형을 적용해야 할 문제에서는 무엇보다도 해결에 필요한 조건은 무엇인가, 또 그 조건에 알맞은 방향이나 이상적인 상태는 무엇인가를 적절하게 제시해 주어야 한다.
옹호논박형 (D-a)	이 유형은 과학 분야에서 상반된 서로 다른 두 의견이 제시된 상태에서 어느 한쪽의 입장을 택하여, 그것을 옹호하면서 동시에 상대의 의견을 반박해야 할 경우에 적용되는 유형이다. 경우에 따라

	주어진 견해에 대해 논박만 할 것을 요구하는 경우도 있지만, 이는 근본적으로 같은 유형에 속한다. 이 유형을 적용해야 할 문제 형태에는 특정 견해를 주고 그에 대해 비판하라고 요구하는 것과 두 견해를 주고 어느 한쪽을 택하여 논하라고 요구하는 것의 두 가지가 있는데, 특히 후자의 경우에는 논제가 어떤 문제를 다루고 있는지를 잘 판단하여 논술해야 한다.
의견제시형 (D-b)	이 유형은 과학 연구 또는 적용에서 서로 대립되는 견해를 제시하고 그 종합적인 견해를 요구하는 문제에 적용될 수 있는 형태로서, 옹호논박형과 함께 선택적으로 주어질 수 있는 유형이다. 이 유형에서는 흔히 변증법적으로 일컬어지는 논증 방식이 사용된다. 현실적인 과제는 대립되는 해결 방법 가운데 어느 한 가지를 선택해야 하지만, 이론이나 관점의 대립과 관련된 과제는 보는 이의 시각이나 입장의 대립적인 측면뿐 아니라, 그 종합적인 관점도 존재할 수 있기 때문에 이 유형을 적용할 수 있다. 이 유형의 설계는 양쪽의 입장을 다 검토한 후에 그 종합 가능성을 제시하는 방향으로 이루어진다.

출처 : 김형미, 강경희(2020a) 재구성

3. 글쓰기 프로그램 적용 및 효과 분석

1) 연구 대상

본 연구는 연구 목적을 달성하기 위해 J대학교 사범대학 생물교육전공 학생을 대상으로 SSI 글쓰기 프로그램을 진행했다. 이 프로그램은 2020년 5월 11일부터 6월 17일까지 6주에 걸쳐 진행되었다. 수업은 SSI의 정의와 특징, SSI 교육과 과학적 소양, SSI 교육과 글쓰기, 논증글쓰기의 의미와 필요성, SSI 추론과 논증, SSI 논증활동에 대한 이론과 함께, 3차례에 걸친 글쓰기 활동으로 이뤄졌는데, 수업은 본 연구의 연구자가 직접 진행하였다. 학생들의 글쓰기 활동을 위해 SSI 글쓰기 문제를 개발했으며, 글쓰기 결과 자료에 대한 첨삭과 지도를 병행하였다. 마지막으로 글쓰기 결과물은 SSI 글쓰기 활동의 핵심역량 표현을 분석하고, 논증활동의 전개양상을 들여다보는 한편, SSI 교육과의 연계 가능성을 점검하기 위해 담화 요소와 담화 클러스터라는 SSI 논증활동 분석기준에 따라 분석하고, 이에 대한 표현 방법도 분석했다.

2) 핵심역량 연계 효과 분석 방법

SSI 글쓰기 프로그램을 수행하고, 결과물에 대해 구조화한 과학 글쓰기 유형별 과학 핵심역량과의 연관관계 분석에 이어, 담화 클러스터와 담화 요소를 분석했다. 특히 글쓰기 구조화 이전에 글쓰기의 목적에 따라 과학 핵심역량뿐만 아니라 2015 개정 교육과정이 추구하고 있는 핵심역량과의 연관성도 파악했다.

<표 III-8>은 2015 개정 과학과 교육과정에서 기술하고 있는 과학 핵심역량의 영역별 내용에 기초해 학생들의 과학 핵심역량을 조사할 수 있는 문항이다 (하민수 등, 2018). 개발된 문항이 가리키고 있는 내용과 함께, 각 글쓰기의 구조화 결과를 통해 이러한 결과가 핵심역량 함양과 어떤 연관성이 있는지를 앞서 제시한 과학 핵심역량의 하위요소 <표 III-9>에 따라 분석했다.

<표 III-8> 2015 개정 과학과 교육과정의 과학 핵심역량 설명과 핵심역량 조사 문항

과학 핵심역량	2015 개정 과학과 교육과정의 설명	개발된 문항
과학적 사고력	과학적 사고력은 과학적 주장과 증거의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 의견을 주장 할 때, 논리적 근거를 들어서 한다. 2. 나는 어떤 일을 판단 할 때, 과학적 증거가 있는지 잘 따져본다. 3. 나는 어떤 일을 판단 할 때, 과학적 지식을 잘 사용한다. 4. 나는 다른 사람의 말이나 토론에서 옳고 그름을 논리적으로 잘 따진다. 5. 나는 남들이 생각해 내지 못하는 아이디어를 자주 만들어낸다.
과학적 탐구 능력	과학적 탐구 능력은 과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기능과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 관찰이나 실험, 제작 등의 활동을 할 때, 필요한 도구를 잘 다룬다. 2. 나는 관찰이나 실험을 통해 증거를 찾고 해석하는 것을 잘 한다. 3. 나는 어떤 일이 생기면 직관적으로 판단하기보다는 여러 상황을 자세히 조사한다. 4. 나는 과학 탐구를 할 때, 관련된 과학 지식과 잘 연계하여 생각한다. 5. 나는 과학 탐구의 결과를 통해 과학적 지식이나 의미를 잘 구성해 낸다.
과학적 문제 해결력	과학적 문제 해결력은 과학적 지식과 과학적 사고를 활용하여 개인적 혹은 공적 문제를 해결하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 과학 관련 문제를 해결할 때, 과학적 지식을 잘 사용한다. 2. 나는 조사나 실험 등으로 증거 자료를 잘 찾고 분석

	기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사 결정 능력도 포함한다.	하여 과학적 문제를 해결한다. 3. 나는 일상생활에서의 현상들에 대해 어떤 과학적 지식과 관련이 있는지 곰곰이 생각한다. 4. 나는 과학 문제를 해결하기 위해 정보매체 (PC, 스마트폰이나 신문 등)로 관련 자료를 잘 찾아낸다. 5. 나는 일상생활에서 문제가 생기면 합리적인 해결 방안을 찾으려고 깊이 생각한다.
과학적 의사소통 능력	과학적 의사소통 능력은 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력 등을 포함한다.	1. 나는 어떤 문제를 해결하는 과정을 친구에게 효율적으로 설명한다. 2. 나는 과학 지식이나 학습 결과물을 정보매체 (PC, 스마트폰 등)의 프로그램을 사용하여 잘 표현한다. 3. 나는 과학 지식이나 학습 결과물을 글이나 그림, 기호 등으로 종이나 칠판에 잘 나타낸다. 4. 나는 과학 문제와 관련하여 다른 사람과 질의 응답하는 토의나 토론을 잘한다. 5. 나는 다른 사람의 말을 끝까지 잘 듣고 판단한 후 내 의견을 조리 있게 말한다.
과학적 참여와 평생 학습 능력	과학적 참여와 평생 학습 능력은 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하며 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해나가는 능력을 가리킨다.	1. 나는 과학기술로 생기는 사회 문제와 그 해결 방안을 찾는 것에 관심이 많다. 2. 나는 협동적으로 해야 하는 과학 활동의 경우, 적극 참여하여 내가 맡은 책임을 다한다. 3. 나는 친구들의 학습 활동이나 결과물에 대해 평가할 경우, 공정하게 평가한다. 4. 나는 새로운 과학기술 제품이 나오면 그 사용법을 쉽게 이해하고 익힌다. 5. 나는 나이가 들어도 새로운 과학 지식이나 정보를 찾아 배울 것이라고 생각한다.

출처 : 하민수 등(2018) 재구성

<표 III-9> 과학 핵심역량과 하위요소

과학 핵심역량	하위요소
과학적 사고력	논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 창의적 사고하기, 합리적 사고하기
과학적 탐구능력	가설 설정 및 탐구 설계하기, 기초 탐구기능을 통한 자료 수집하기, 자료 분석 및 해석하기, 결론 도출 및 일반화하기
과학적 문제해결력	일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 자료 선택 및 평가하기, 문제해결방안 제시하기, 실천방법 모색하기

과학적 의사소통 능력	다양한 의사표현 방법 사용하기, 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기
과학적 참여와 평생학습능력	공동체 문제 이해하기, 사회적 이슈에 대해 이야기하기, 자기 주도적이고 지속적으로 참여하기, 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기

출처 : 김은혜, 박재근(2017)

4. SSI 글쓰기 수행을 통한 결과 분석

SSI 글쓰기 자료는 SSI 논증활동 분석 기준인 담화 클러스터 분석과 담화 요소 분석 방법을 사용해 분석했다. <표 III-10>에서 보는 것과 같이 담화 클러스터 분석은 유사한 대화 목적을 지닌 발화의 묶음을 말하며, SSI 소집단 논증활동의 전체적 흐름 분석이 가능하다. <표 III-11>은 담화 요소 분석 기준이며, SSI 소집단 논증활동에서 바람직하다고 평가될 수 있는 내용 및 구조적 요소를 의미하며, SSI 추론과 논증활동의 특징을 고려하는 분석방법이다. SSI 논증활동 분석에 사용된 분석기준은 SSI 맥락에서 이뤄지는 논증활동이 어떻게 펼쳐지는지를 분석하기 위해 선행연구(고현주 등, 2015)에서 제시한 담화 클러스터와 담화 요소 분석 기준을 사용했다. 분석 기준에 따른 분석 결과는 생물교육 전공교수 1인에 의해 분석되었다. 일차적으로 분석자들 간의 일치도 확인을 통해 분석 결과를 정리하였다. 불일치하는 부분에 대해서는 각 분석자가 분석 결과와 분석 이유를 설명하고 그에 대해 다른 분석자들이 질의를 하는 과정을 거쳤다. 질의와 응답을 바탕으로 한 논의 과정을 거치면서 의견 차이를 조정하였다.

<표 III-10> SSI 논증활동에서 담화 클러스터 분석틀

담화 클러스터 종류		담화 클러스터 특징
탐색	①문제의 논점 확인	주어진 문제가 가지고 있는 논점을 파악하고 논증활동의 방향을 설정함
	②개별 입장의 교환	자신의 의견을 표명하고 서로의 의견을 파악함

	③다양한 관점 및 자료의 탐색	주제와 관련된 자료를 탐색하고, 필요한 정보를 수집하여 이를 조원에게 설명함. 수집한 자료 및 개인적 경험이나 직관 등을 바탕으로 다양한 관점에서부터 주제를 탐색하여 각 입장에 대해 논의함
논박	④상반된 관점 간 논쟁	상대 의견에 대한 반박이 지속적으로 이루어짐
조정 및 합의	⑤설득력 있는 안에 대한 선택	집단 내 상충되는 의견을 조정하고 합의하려는 노력이 이루어짐
아이디어 생성	⑥절충안 또는 대안 마련	조원과 함께 여러 종류의 아이디어를 생성하는 데 목적을 둠

출처 : 고현주 등(2015)

<표 III-11> SSI 논증활동에서 담화 요소 분석틀

	담화 요소 종류		담화 요소 특징
A. 다양한 관점의 고려	A1	새로운 관점의 제시	주제와 관련된 새로운 정보 또는 자료를 제시함
	A2	공감을 통한 관점의 제시	특정 입장에 대해 공감하고 본인의 입장으로 내면화하여 관점을 제시함
	A3	다른 주장의 인정	상대방의 의견을 존중하고 인정함
	A4	의견 합의	상호 의견을 조율하고 합의함
B. 증거에 기반한 추론	B1	근거에 기반한 주장 제시	합리적인 근거를 제시하여 주장을 정당화함
	B2	주장 또는 근거에 대한 반박	주장이나 근거에 대하여 반박함
	B3	근거의 관련성 탐색 및 관련 근거의 종합	근거 사이의 상호 연관성을 탐색하여 근거를 종합함
	B4	근거 지지를 통한 주장의 정교화	근거를 지지함으로써 주장을 구체화하고 정교화함
	B5	결과에 대한 예상	미래에 일어날 결과를 예상함
C. 지속적인 탐구와 회의적 사고	C1	주장의 타당성에 대한 의문 제기	주장의 타당성에 대해 의문을 제기함
	C2	근거의 타당성에 대한 의문 제기	근거의 타당성(정보의 정확성, 진실성, 주장과의 논리적 연결)에 대해 의문을 제기함
	C3	명료화 요구	주장에 대한 추가설명을 명료화할 것을 요구함
	C4	추가정보 및 증거 요구	주장을 뒷받침할 추가적인 근거를 요구함

	C5	관점 확장 요구	하나의 관점에 대해 생각을 확장할 것을 요구함
D. 도덕·윤리적 민감성	D1	윤리적 측면을 고려한 주장 제시	쟁점의 윤리적 측면을 고려하여 주장을 제시함
	D2	윤리적 측면에 대한 의 문 제기	윤리적 측면에 대해 의문을 제기함
	D3	도덕적 원리의 적용	도덕적 원리를 적용함
	D4	감정이입 및 공감	해당 입장에 놓인 사람들의 감정을 헤아리고 공감함
	D5	책임감과 실천의지	쟁점이 야기하는 문제에 책임감을 느끼고, 문제 해결에의 의지를 보임

출처 : 고희주 등(2015)

IV. 연구결과 및 논의

1. 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램 개발

1) 핵심역량과 SSI 글쓰기 프로그램의 연계성

2015 개정 교육과정에서 ‘과학’과에서 강조하고 있는 교수·학습 방향을 보면, ‘과학’에서는 탐구 학습을 통하여 과학의 핵심 개념 이해 및 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제 해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’ 등과 같은 과학 핵심역량을 균형 있게 기를 수 있도록 지도하며, 특히 과학 및 과학과 관련된 사회적 쟁점을 활용한 과학 글쓰기와 토론을 통하여 과학적 사고력, 과학적 의사소통 능력을 함양할 수 있도록 지도한다고 강조하고 있다. 이는 과학 글쓰기와 이를 포함한 과학과 관련된 사회적 쟁점, 즉 SSI 글쓰기가 핵심역량 함양을 위해 반드시 필요한 것을 언급하고 있다고 하겠다. 이를 지도하는 부분에 있어서도 학생의 지적 호기심과 학습 동기를 유발할 수 있는 발문을 하고, 개방형 질문을 적극 활용하도록 하고 있다. 과학의 잠정성, 과학적 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학·기술·사회의 상호 관련성, 과학적 모델의 특성, 과학의 본성과 관련된 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도하도록 하고 있다 (교육부, 2015b).

이는 평가에 있어서도 마찬가지다. 과학의 핵심 개념의 이해 및 과학 탐구 학습을 통한 과학 핵심역량과 과학적 태도를 균형 있게 평가하도록 하고 있다. 여기에서의 학습 역시 과학 글쓰기 등을 강조하고 있다.

이번 연구에서 집중하고 있는 생명과학I에서도 학습과 평가 등에 있어서 과학 핵심역량 함양을 목표로 하고 있다. 생명과학 I은 사람의 몸을 중심으로 나타나는 생명 현상에 대한 이해를 통해, 생활 속에서 나타나는 다양한 의문점들을 창의적으로 해결할 수 있도록 생명과학의 기초 소양을 기르는 과목이다. 생명과학I에서는 일상의 경험과 관련이 있는 상황을 통해 과학 지식과 탐구 방법을 즐겁

게 학습하고 과학적 소양을 함양하여 과학과 사회의 올바른 상호 관계를 인식하며 바람직한 민주 시민으로 성장할 수 있도록 한다. 특히 첫 번째 단원인 ‘생명과학의 이해’에서 보면 이 단원에서는 물질이나 우주의 생성을 연구하는 타 과학 분야와 달리, 생명과학은 지구에 살고 있는 생명체들의 특성들을 탐구하는 학문임을 이해시키고, 생명과학에 대한 관심을 갖도록 한다. 생물의 특성, 생명과학의 통합적 특성, 생명과학 탐구 방법 등을 이해하도록 한다. 성취기준은 생물의 특성을 이해하고, 생물과 비생물의 차이점을 설명할 수 있다. 생명과학의 통합적 특성을 이해하고, 다른 학문 분야와의 연계성을 예를 들어 설명할 수 있다. 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다. 이며 이에 대한 교수 학습 방법으로 생명과학이 타 학문 분야와 연계된 사례 조사는 인터넷 검색이나 관련 서적 등을 활용할 수 있으며, 조사 보고서 작성이나 발표 활동 등이 활발히 이루어지도록 하고, 보고서 발표를 통해서 의사소통할 수 있는 기회를 제공하도록 한다. 과학적 탐구 방법이 적용한 사례를 조사할 경우, 모듈별로 탐구 방법을 나누어 조사하고 발표할 수 있다. 이 단원은 고등학교 ‘통합과학’ ‘자연의 구성 물질’, 생명과학 II ‘생명과학의 역사’와 연계된다. 평가 역시 생물의 특성에 대한 이해를 구체적인 생명현상의 사례와 관련시키도록 하는 과학 글쓰기를 활용하여 평가할 수 있다. 과학적 탐구 방법의 구체적인 사례 조사의 경우는 모듈별로 발표하게 함으로써 의사소통 능력, 참여도, 발표 능력 등에 대해 관찰 평가를 실시할 수 있다고 강조하고 있다. 이는 생명과학I 과목 전반에 걸쳐 이루어지고 있으며, 핵심역량 함양을 위한 과학 글쓰기, 더 나아가 SSI 글쓰기로의 방향 설정을 유도하고 있다고 하겠다(교육부, 2015b).

이에 이번 연구에서 개발해 적용한 SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계는 <표 IV-1>에 나타냈으며, SSI 글쓰기를 통해 과학 핵심역량 함양이 가능하고, 글쓰기 주제와 유형별로 핵심역량 요소가 다양하게 적용되어 학습될 수 있음을 알 수 있다.

<표 IV-1> SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계

SSI 글쓰기	주제	글쓰기 유형	과학 핵심역량 요소
---------	----	--------	------------

			사고 력	탐구 능력	문제 해결 력	의사 소통 능력	참여 와 평생 학습 능력
1회차	동물과 인간의 공존	이상 제시형	○		○		
2회차	인공지능과 인간의 삶	평가 비판형	○		○	○	
3회차	오존주의보와 문제해결 방향	목표 지향형			○	○	○

2) SSI 글쓰기 프로그램 개발

SSI 글쓰기 프로그램 내용과 핵심역량 함양을 위한 글쓰기 활동은 <표 IV-2>와 같다. 총 6주 동안 진행되었으며, SSI의 정의와 특징, SSI교육과 과학적 소양, SSI 교육과 글쓰기, 논증글쓰기의 의미와 필요성, SSI 추론과 논증, SSI 논증활동에 대한 수업과 함께, 1주, 4주, 6주차에 총 세 차례에 걸쳐 SSI 글쓰기 활동이 이루어졌다. SSI 글쓰기 활동의 내용은 과학 핵심역량 함양을 목표로 <표 III-9>의 과학 핵심역량의 하위요소, 즉 일상생활 속에서 과학적 문제 파악하기, 과학적 근거로 논증하기, 그리고 공동체 문제 이해하기와 사회적 이슈에 대해 이야기하기 등이 반영되어 글쓰기 활동이 이루어질 수 있도록 했다.

<표 IV-2> SSI 글쓰기 프로그램 내용과 과학 핵심역량과의 관계

주차	내용	세부 내용	글쓰기 활동	글쓰기 유형	과학 핵심역량
1	SSI의 정의와 특징	SSI 소개, 다양한 영역에서의 SSI 제시	1차 글쓰기	이상제시형	사고력 문제해결력
2	SSI교육과 과학적 소양	과학적 소양과 SSI교육의 필요성 등			
3	SSI교육과 글쓰기	SSI교육과 과학글쓰기와의 관련성 등			
4	논증글쓰기의 의미와 필요성	논증의 개념과 논증글쓰기의 필요성 등	2차 글쓰기	평가비판형	사고력 문제해결력 의사소통능력
5	SSI추론과 논증	SSI교육에서 추론과 논증의			

		의미 등			
6	SSI논증 활동	SSI논증에서의 담화 요소와 담화 클러스터 등	3차 글쓰기	목표지향형	문제해결력 의사소통능력 참여와 평생학습능력

출처 : 김형미, 강경희(2020b) 재구성

(1) 1차 SSI 글쓰기 활동

첫 번째 SSI 글쓰기 활동은 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방향을 모색해 봄으로써 현재 문제가 되는 현상을 어떻게 해결하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 나름의 방법으로 증명할 수 있도록 했다.

과학 핵심역량 관점에서는 방향 모색이라는 관점에서 ‘과학적 사고력’과 ‘과학적 문제해결력’과 깊은 연관이 있다고 하겠다. 특히 문제 해결 과정에서 합리적 의사결정 능력이 향상될 것으로 예상된다.

SSI 관점에서도 인간의 스트레스가 동물에게 미치는 영향, 즉, 우리 사회에서 함께 살아가는 동물에 대한 환경과 윤리적인 측면이 부각되는 제시문과 문제인 만큼 글쓰기 과정에서 이에 대한 관심이 높아질 것이라고 생각한다.

바람직한 방향을 모색하기 위한(이상제시형) 문제의 유형은 우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상이나 사실을 어떻게 해결, 극복하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논할 것을 요구하는 문제에 적용되는 유형이다. 즉, 지향해야 할 방향이나, 문제 해결을 위한 바람직한 역할과 태도를 논해야 할 경우에 유용한 형태이다. 이 유형을 적용해야 할 문제에서는 무엇보다도 해결에 필요한 조건은 무엇인가, 또 그 조건에 알맞은 방향이나 이상적인 상태는 무엇인가를 적절하게 제시해 주어야 한다. 단 조건은 치밀하게 검토하되, 이상적인 방향이나 상태는 현실과 너무 동떨어지지 않게 제시해야 한다.

이를 바탕으로 개발한 첫 번째 SSI 글쓰기 문제는 <표 IV-3>과 같다. 글쓰

기의 기본틀은 <표 IV-4>와 같으며, 구조화한 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-3> 첫 번째 SSI 글쓰기 문제

[제시문 가]

동물을 단순히 자극-반응 기계로 간주하던 암흑시대에서 벗어난 우리는 동물의 정신적 삶을 자유롭게 생각할 수 있다. 과학이 정말로 이해하려고 하는 것은 쥐의 간이나 인간의 간이 아니라 간 자체라는 것은 두말할 필요가 없다. 모든 기관과 과정은 우리 종보다 훨씬 오래 되었으며 수백만 년 이상 진화해오는 동안 종마다 고유한 변형이 일부 일어났다. 그런데 인지는 달라야 할 이유가 있는가?

~종략~

인간에게 다른 영장류와 공유하는 '손의' 지능이 있는 것처럼 코끼리에게는 '코의' 지능이 있을지 모른다.
프랑스 드 발 '동물의 생각에 관한 생각'

[제시문 내]

주인이 장기간 스트레스 받으면 개도 스트레스 쌓인다

개는 주인의 하품을 따라 하고 손가락이 무얼 가리키는지 알 만큼 공감 능력이 뛰어나다. 여기에 한 가지 능력이 추가됐다. 주인의 스트레스도 고스란히 반영한다.

안-소피 스톨만 스웨덴 린셰핑대 동물행동학자 등 이 대학 연구자들은 7일 과학저널 '사이언티픽 리포트'에 실린 논문에서 반려견 58마리와 그 여주인을 대상으로 한 실험에서 이런 결과가 나왔다고 밝혔다. 연구자들은 스트레스 호르몬인 코르티솔이 모발에 축적되는 것을 이용해 장기간 스트레스 변화를 조사했다.

~종략~

연구자들은 "이번 연구가 주인의 성격과 개의 장기 스트레스 사이의 상관관계를 보여줬다면 후속 연구는 그 원인을 규명하는 것이 될 것"이라고 밝혔다. 또 이번 연구에서는 사람과의 공조 능력이 뛰어난 보더 콜리와 셰틀랜드 쉽독 등 양치기 개를 대상으로 했지만, 독립적 성격의 사냥개를 조사할 것도 제안했다.

한겨레(2019.6.7.)

[문제] [제시문 가]와 [제시문 내]를 토대로, 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방향을 생각해 보자.
(이상제시형 C-c)

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-4> 첫 번째 SSI 글쓰기 기본틀

1. 서론 : 문제 제기

- 가. 실태 또는 문제점 제시
- 나. 논지 제시
- 2. 본론1 : 조건의 검토
 - 가. 바람직하지 않은 상태 분석 1
 - 나. 바람직하지 않은 상태 분석 2
- 3. 본론2 : 이상 상태 또는 바람직한 방향 제시
 - 가. 상태 1에 따른 바람직한 방향
 - 나. 상태 2에 따른 바람직한 방향
- 4. 결론 : 요약 강조

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-5> 첫 번째 SSI 글쓰기 구조화 예시

1. 서론 : 문제 제기-무엇을 왜 다루는가를 밝힌다. 또는, 바람직한 방향의 개념을 설정하는 것으로 서론을 시작한다.
 - 가. 실태 또는 문제점 제시-동물과 인간은 함께 살아가는 존재이다. 사람에게 인지 능력이 있듯이, 동물 역시 나름의 인지능력이 있다. 특히 사람과 함께 살아가는 동물은 사람의 스트레스에 취약하다. 사람과 동물이 함께 건강하게 살아가기 위해서는 서로의 인지 능력 등을 이해하려는 노력이 필요하다. 특히 서론에서 함께 건강하게 살아가기 위한 방법은 '반드시' 모색되어야 한다는 의견을 밝히는 것이 우선이다. 즉 쓰는 이 자신의 독창적이면서도 타당성 있는 가치관을 우선으로 서술하는 것이다. 덧붙여서 '무엇을 위하여 방향 모색이 필요한가하는 이유나 필요성을 밝힌다.
 - 나. 논지 제시-앞에서 개념이나 문제점을 밝혔으므로 이제 논지 곧 '동물과 인간이 건강하게 살아가기 위한 방향을 제시하겠다'고 논의의 방향을 밝힌다.
2. 본론1 : 조건의 검토
 - 가. 바람직하지 않은 상태 분석-제시문을 중심으로 사람과 동물이 함께 살아가는 데 있어 바람직하지 않은 상태(스트레스 등)에 대한 문제점을 서술한다.
3. 본론2 : 이상 상태 또는 바람직한 방향 제시
 - 가. 상태에 따른 바람직한 방향
 - ① 동물의 인지능력이 사람과 다른 방향으로 전개될 수 있음을 명시
 - ② 동물의 정신적 삶에 대한 고찰
 - ③ 인간과 동물의 교감을 통해 인간과 동물에게 서로 도움이 되는 경우 명시

4. 결론 : 요약, 강조-지금까지 논의한 것을 요약하고, 첫머리에서 제기한 '동물과 인간이 함께 살아가는 세상'을 위해 본론에서 밝힌 바와 같이 다양한 방향을 모색해 나가야 한다는 것을 제시하여 강조한다. 우리의 자세나 각오 등을 덧붙여 두는 것도 좋다.

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

(2) 2차 SSI 글쓰기 활동

두 번째 SSI 글쓰기 활동은 인공지능이 인간의 삶 속에 깊숙이 다가온 현실을 통해 앞으로 이러한 상태가 지속된다면 인공지능과 인간의 위치변화까지도 예견된다고 말하고 있다. 이러한 것에 대해 자신의 견해를 밝혀 비판할 수 있어야 하겠다.

과학 핵심역량 관점에서는 방향 모색이라는 관점에서 '과학적 사고력'과 '과학적 문제해결력', '과학적 의사소통 능력' 등 핵심역량 전반에 걸쳐 깊은 연관이 있다고 하겠다. 특히 현재 일어나고 있는 인공지능과 인간의 위치문제를 생각해 보고, 이에 대한 자신의 견해를 밝히는 만큼 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 어떤 노력을 해 나가야 할 것인가에 대한 비판적 사고력도 향상될 것으로 예상된다.

SSI 관점에서 과학기술의 발전에 따라 인간과의 관계 형성이라는 큰 주제를 생각해야 한다. 이에 대해서는 비판적 사고를 통해 현 상황을 바라보게 되어야 하므로 사회, 환경, 인간, 윤리 등 SSI 전반에 걸쳐 생각하는 과정이 이뤄지고 글쓰기 과정에서 이에 대한 관심이 높아질 것이라고 생각한다.

어떤 견해나 방향에 대해 평가하기 위한(평가비판형) 문제 유형은 어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 준거에 견주어 평가하거나 비판하기를 요구하는 문제에 적용하기에 알맞은 형태이다. 그런데 조건은 미리 주어지지만, 기준이나 준거는 미리 주어지는 경우가 드물기 때문에, 대개는 주어진 지문이나 조건을 보고 그에 합당한 기준이나 준거를 정해 그에 따라 평가 또는 비판해 나가야 한다. 이 유형을 적용할 때에는 다음과 같은 점에 유의해야 한다. 첫째, 지문이나 조건을 임의로 해석하지 말고 제시된 내용에 맞게 준거를 정해야 한다. 둘째, 타당하

고 합리적인 근거를 설정해야 한다. 셋째, 반박당할 여지가 없을 만큼 타당하고 충분한 근거를 들어 비판해야 한다.

이를 바탕으로 개발한 두 번째 SSI 글쓰기 문제는 <표 IV-6>과 같다. 글쓰기의 기본틀은 <표 IV-7>과 같으며, 구조화한 결과는 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-6> 두 번째 SSI 글쓰기 문제

[제시문 가]

왜 잠을 자는가? 수면의 과학

요즘처럼 좋은 날에 점심 먹고 졸음이 밀려오면 눈꺼풀이 정말 천근만근이다. 잠깐이라도 눈을 붙이면 너무 달콤하다. 하지만 이내 잠을 쫓으려고 커피를 마시다 보면 문득 이런 의문이 든다. 왜 우리는 잠을 자야 할까? 정말 잠은 왜 잘까? 잠을 안자면 24시간을 온전히 쓸 수 있을 텐데. 혹시 잠은 낮 동안 깨어 활동할 힘을 얻는 쉬는 시간일까? 최근 연구 결과를 보면 잠은 단순히 몸을 쉬게 하는 소극적인 휴식이 아니다. 뇌를 일깨우고 다음 날 다시 새로운 기억을 저장할 수 있도록 준비시키는 적극적인 정신 활동이기 때문이다.

~중략~

시냅스는 낮에 활동을 하면 수가 늘어나고 크기도 커진다. 기억이 새로 만들어져 시냅스의 형태로 기록됐기 때문이다. 하지만 무한정 커질 수는 없으므로, 적당한 시기에 불필요한 시냅스를 정리해 새로운 기억을 받아들일 준비를 해야 한다. 그게 바로 밤에 잠을 자는 이유라는 것이다. 키렐리 교수팀은 초파리에서 밤에 시냅스를 줄이는 역할을 하는 유전자까지 찾아내, 이 가설에 한층 힘을 실어줬다.

윤신영, KISTI의 과학향기 제3145호

[제시문 나]

디지털치매가 있다?

스마트폰 전화번호부와 명함 관리 애플리케이션은 우리 뇌의 일부나 다름없다. 우리를 대신하여 소중한 친구와 가족, 중요한 거래처의 전화번호부를 대신 기억해주기 때문이다. 그렇지만 이런 편리함은 갑자기 불안을 일으킬 수도 있다.

~중략~

디지털치매는 전자기기의 발달로 생긴 예상치 못한 부작용이다. 그렇다고 전자기기를 버릴 수는 없다. 스마트기기는 우리의 삶의 질을 높여주었고 일과 가정에서 많은 이점을 가져다주었다. 그렇게 스마트기기의 이점을 이용하는 사람이 되어야지 노예가 되어서는 안 된다. 절제가 미덕이라는 마음으로 오늘부터라도 종이책을 읽고 사람을 만나 대화하고 몸을 움직이는 놀이를 해보자.

최봉규, KISTI의 과학향기 제3323호

[제시문 대]

인공지능 시대 '향후 30년 간 절반 이상 실직 전망'

미국 워싱턴주 시애틀에 있는 아마존고(Amazon Go)는 세계 최대 전자상거래 업체인 아마존의 직원들만 이용할 수 있는 대형 마트다. 신선한 과일과 채소, 고기, 주류 등을 판매하는 이 매장은 일반 마트와 다른 특징이 하나 있다. 물건 값을 계산하는 캐셔가 없는 무인점포라는 점이 바로 그것이다.

하지만 아마존고는 기존의 무인점포와는 차원이 다르다. 보통 무인점포라고 하면 바코드나 전자태그 기술을 이용해 직원이 할 일을 고객이 대신하는 개념이다. 그런데 이곳은 아예 계산대와 결제 단말기가 없다. 그럼 계산은 누가 어떻게 하는 걸까.

정답은 바로 인공지능이다. 아마존고의 고객들은 필요한 물건들을 장바구니에 담은 다음 그냥 매장을 빠져 나오면 된다. 그러면 앱을 통해서 자동으로 계산이 되고, 고객의 계좌에서 결제된다. 재고 정리도 로봇이 하기 때문에 직원이 거의 필요 없다. 비슷한 크기의 마트에서 직원이 약 90명 근무한다면 인공지능을 이용하는 아마존고는 평균 6명의 직원만 있으면 된다.

~중략~

즉, 운전자들이 자신의 차량을 직접 운전할 때와 자율주행 모드를 통해 운전할 때의 두 가지 상황을 모두 포괄할 수 있는 정책의 수립이 바로 그것이다. 인공지능이 운전하는 자율주행차가 사고를 낼 시 사고의 손실에 대해 의무를 지는 주체가 누구인지를 명확하게 할 필요가 있으며, 자율주행차의 제조사에게도 일부 부담을 부과하기 위해서다. 이제 인공지능이 모는 자동차가 사고를 내면 인공지능이 그 피해액을 산정해 보험금을 지급하는 시대가 머지않은 셈이다.

이성규, KISTI의 과학향기 제2883호

[문제] 인공지능 시대는 어느새 인류의 삶 속에 깊숙이 다가와 있다. 더 나아가 인공지능이 인류의 힘과 지능을 넘어서며 사회에서 인간의 위치 변화를 예견하고 있다. 이에 대해 자신의 견해를 밝혀 기술하시오(평가비 판형)

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-7> 두 번째 SSI 글쓰기 기본틀

1. 서론 : 문제 제기
 - 가. 문제 확인(기존 견해 제시)
 - 나. 논지 제시(자신의 입장 표명)
2. 본론1 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(1)
 - 가. 평가 또는 비판의 타당성 제시
 - 나. 근거 제시
3. 본론2 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(2)

가. 평가 또는 비판의 근거 제시 나. 종합적 평가 4. 결론 가. 요약 나. 제언
--

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-8> 두 번째 SSI 글쓰기 구조화 예시

<p>1. 서론 : 문제 제기-자기 입장을 결정하고 문제를 제기한다.</p> <p>가. 문제 확인(기존 견해 제시)-인공지능 시대는 어느새 인류의 삶 속에 깊숙이 다가와 있으며, 더 나아가 인류와 인공지능의 위치 변화가 예견되고 있다.</p> <p>나. 논지 제시(자신의 입장 표명)-인간만이 가진 고유의 특성을 통해 인류는 인공지능을 뛰어넘어 인간으로서 세상에 바로 서기 위한 노력을 해야 한다.</p> <p>2. 본론1 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(1)</p> <p>가. 평가 또는 비판의 타당성 제시-인간이 주어진 상황에서 인간 본연의 노력으로 상황을 개선해 나가려는 의지는 가치가 크다. 그 이유는 다음과 같다.</p> <p>나. 근거 제시 ① 인간이 잠을 자는 활동은 뇌를 일깨우고 다음 날 다시 새로운 기억을 저장할 수 있도록 준비시키는 적극적인 정신 활동이기 때문이다.</p> <p>② 디지털치매는 전자기기의 발달로 생긴 예상치 못한 부작용이다. 그렇다고 전자기기를 버릴 수는 없다. 스마트기기는 우리의 삶의 질을 높여주었고 일과 가정에서 많은 이점을 가져다주었다. 그렇게 스마트기기의 이점을 이용하는 사람이 되어야지 노예가 되어서는 안 된다. 인간을 이를 조절할 수 있다.</p> <p>3. 본론2 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(2)-인공지능과의 공생은 앞으로도 계속 이어질 것이다.</p> <p>가. 평가 또는 비판의 근거 제시-인공지능과의 공생은 앞으로도 계속 이어질 것이다. 그러나 이를 법률적으로 정비하고, 더 나은 정책을 모색하는 주체는 인간이다.</p> <p>① 스마트 기기의 사용에 대해 정책적 제한을 둬으로써 이로 인해 발생할 수 있는 문제를 개선해 나가야 한다.</p> <p>② 인공지능의 도입이 본격화되면 정부의 정책도 그에 맞춰 달라져야 한다. 영국 교통부는 벌써부터 자율주행차 시대에 대비해, 기존의 한 가지가 아닌 두 가지 보험 관련 정책을 마련하기 위해 세부 방안을 고민 중인 것으로 알려졌다.</p>

나. 종합적 평가 또는 비판-① 인류는 인공지능 시대에 살고 있다. 인류에 도움이 되기 위해 도입한 인공지능으로 인해 인간의 삶이 종속관계에 놓여서는 안된다.

② 이제부터라도 인공지능 시대의 발전과 함께 인류 고유의 가치와 문화를 보호하고, 특히 일자리 등 고유의 영역을 확보하기 위한 정책적 노력이 수반되어야 한다.

4. 결론

가. 요약

나. 제언 ...지금까지 논의했던 바를 요약하고 앞으로도 인류는 인공지능과의 공생 관계를 유지하기 위해 인간만이 가진 고유한 특성을 더욱 발휘해 나가야 한다는 내용을 덧붙인다.

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

(3) 3차 SSI 글쓰기 활동

세 번째 SSI 글쓰기 활동은 제주에서 오존주의보가 발령된 문제 상황을 언급하며, 이를 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하도록 요구하고 있다. 이루고자 하는 목표와 관련한 구체적인 방향을 제시할 수 있어야 하겠다.

과학 핵심역량 관점에서는 문제 상황에 대해 바람직한 방향을 모색한다는 점에서 ‘과학적 문제해결력’과 ‘과학적 의사소통 능력’ 등 핵심역량과 전반적인 면에서 관계있다 하겠다. 특히 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 바람직한 방향을 제시하며 자신과 타인의 생각을 이해하고 조정한다는 점에서 ‘과학적 참여와 평생학습 능력’ 향상에 크게 효과가 있을 것으로 생각한다.

SSI 관점에서도 오존의 두 얼굴이라는 주제의 제시문을 통해 성층권에 밀집된 오존층의 역할과 지표면에서 존재하는 오존의 다른 점을 언급하며 궁극적으로 환경오염 문제의 심각성을 인지하도록 하고 있다. 우리나라에서도 청정하다고 생각할 수 있는 제주 지역에서 오존주의보 발령은 그런 의미에서 문제의 심각성을 더욱 드러나게 한다. 이를 해결하기 위한 바람직한 방향을 모색한다는 점에서 SSI 관점에서 가장 적합하게 다루어도 좋을 주제다.

과학 분야에서 개인이나 사회가 지향해야 할 바람직한 방향이나 목표를 제시하기 위한(목표지향형) 문제 유형은 과학 분야에서 개인이나 사회가 지향해야 할 방향이나 목표를 제시해 주고, 이를 이루기 위한 방안을 논하도록 요구하는 문제에 적용되는 형태이다. 이 유형은 현재의 문제 상황을 전제로 그 극복 방안을 모색해 보는 전제 없이 제시된 목표를 달성하기 위한 방안을 모색해 보는 것이라는 데 특징이 있다. 이 유형을 적용할 때에는 제시된 목표와 조건에 부합되는 방향으로 글을 전개해 나가야 한다. 문제에서 특정한 방향이나 목표, 조건 등을 제시하는 것은 글이 지나치게 일반화, 추상화되는 것을 방지하려는 데 그 의도가 있기 때문이다.

이를 바탕으로 개발한 세 번째 SSI 글쓰기 문제는 <표 IV-9>와 같다. 글쓰기의 기본틀은 <표 IV-10>과 같으며, 구조화한 결과는 <표 IV-11>과 같다.

<표 IV-9> 세 번째 SSI 글쓰기 문제

[제시문 개]

독이나, 약이나? 오존의 두 얼굴

전체 오존의 90%는 지상 10~50km에 있는 성층권에 밀집돼 오존층을 이루고 있으며, 태양광선 중 생명체에 해로운 자외선을 95~99% 흡수해 지구상의 인간과 동식물의 생명을 보호하는 역할을 한다.

오존층이 없으면 강력한 자외선이 직접 땅에 닿아 피부암, 백내장 등을 일으키고, 인체 면역기능을 떨어뜨린다. 프레온가스와 질소 산화물 등이 오존층을 파괴하기 때문에 우리나라는 지난 1999년 7월부터 프레온 가스를 냉매로 사용하는 기기 생산을 중단하였다.

~중략~

이렇듯 두 얼굴을 가진 오존은 물질이 가진 본래의 성질을 과학적으로 잘 이용하면 우리에게 이로운 약이 될 수 있는 반면에 악용되면 무서운 독이 될 수 있다. 결국 어떠한 물질이 독이 되는가? 약이 되는가? 하는 것은 인간의 의지와 양심이 판단의 기준점이 되기 때문일 것이다.

과학향기 편집부, KISTI의 과학향기 제37호

[제시문 내]

제주 오존주의보 발령, 2015년 대기오염 경보제 시행 후 처음

제주도 보건환경연구원은 22일 오후 1시를 기해 오존(O₃)주의보를 발령했다.

~중략~

도 보건환경연구원 측은 노천소각 삼가와 시민들의 대중교통 이용을 당부했다. 이와 함께 노약자와 어린이, 호흡기 환자, 심장질환자 등의 실외 활동 자제도 주문했다.

미디어제주(2019. 5. 22)

[문제] [제시문 내에 따르면 제주지역에서 오존주의보가 발령되었다. 제주지역에서 발생한 상황을 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하시오(목표 지향형, B-b)

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-10> 세 번째 SSI 글쓰기 기본틀

1. 서론 : 문제 제기
 - 가. 문제 확인
 - 나. 방향 제시
2. 본론1 : 조건 분석
 - 가. 조건1 검토
 - 나. 조건2 검토
3. 본론2 : 방안 제시
 - 가. 방안1 제시
 - 나. 방안2 제시
4. 결론
 - 가. 요약
 - 나. 제언

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-11> 세 번째 SSI 글쓰기 구조화 예시

1. 서론 : 문제 제기-주어진 목표를 확인하고 문제를 제기한다.
 - 가. 문제 확인-제주지역에서 오존주의보가 처음으로 발령되었다. 오존주의보는 000한 상태일 때 발령된다.

- 나. 방향 제시-이러한 상황을 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하고자 한다.
2. 본론1 : 조건 분석-이루고자 하는 목표와 관련된 조건을 검토한다.
- 가. 조건1 검토-오존은 성층권과 대류권에 존재하는데 역할에 있어 다른 양상을 보인다. 성층권에서 오존층은 000이러한 영향을 미치고, 대류권의 오존은 000한 영향을 미친다.
- 나. 조건2 검토-최근 프레온 가스 사용으로 오존층이 파괴되고 있고, 제주지역에서 자동차 배기가스 등으로 인해 오존주의보가 발령되면서 대기오염으로 인한 인간의 호흡기 질환에 대한 경고가 심각하게 다가오고 있는 실정이다.
3. 본론2 : 방안 제시-오존주의보가 발령되는 상황을 해결하기 위한 바람직한 방향을 구체적으로 제시한다.
- 가. 방안1 제시-우선 오존층 파괴를 막기 위해 프레온 가스를 냉매로 사용하는 기기 생산을 중지하는 것을 지속적으로 해나가야 한다.
- 나. 방안2 제시-이올러 자동차 배기가스의 주성분인 질소화합물이 대기권 오존 생성의 주범이므로 자동차 배기가스를 줄여나가기 위한 활동, 즉 대중교통을 이용하거나 대체 에너지를 이용한 교통수단 개발 및 활용이 이루어져야 한다.
4. 결론-내용을 요약하고 문제의 성격과 연관된 제언을 한다.
- 가. 요약-오존주의보 발령으로 인해 대기권의 오존 생성 등 대기오염으로 인한 문제가 발생하고 있다. 이는 인체에도 치명적인 질환을 일으킬 수 있으므로 이에 대해 방안 1, 2에 대한 노력이 이루어져야 한다.
- 나. 제언-국가적인 노력과 함께 개인의 노력도 중요하다. 자동차 사용을 줄이는 것에서부터 대기오염으로 인한 문제가 발생하는 경우 외출을 삼가는 등 인식 개선을 위한 노력도 이어져야 한다.

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

2. 과학글쓰기 교수 학습 자료 개발 결과

1) 고등학교 생명과학I 기반의 교수 학습 자료 개발

연구의 분석 대상은 2015 개정 교육과정 생명과학I 교과서 8종에 제시된 글쓰기 자료들이다. 분석 대상 교과서들은 <표 IV-12>에 제시했다.

<표 IV-12> 2015 개정 생명과학I 분석 대상 교과서

출판사	저자	발행 연도
교학사	권혁빈 외 5인	2019
금성출판사	심재호 외 5인	2019
동아출판	김윤택 외 4인	2019
미래엔	오현선 외 5인	2018
비상	심규철 외 5인	2019
와이비엠	이용철 외 3인	2019
지학사	전상학 외 7인	2019
천재교육	이준규 외 5인	2019

생명과학I 교과서에 제시된 문제 유형별로 글쓰기 구조화 연구를 진행하기 위해 과학 글쓰기 유형의 세부 항목에 해당하는 탐구설명형, 비교대조형, 인과분석형, 목표지향형, 가설논증형, 평가비판형, 이상제시형, 옹호논박형, 의견제시형 등 총 9개 항목에 해당하는 과학 글쓰기 자료를 추출했다. 과학 글쓰기 형태에 따라 글쓰기 구조화를 시행했으며, 도출된 구조에 따라 과학 글쓰기 교수 학습 자료를 실제 구조화를 적용했다. 궁극적으로 완성된 글을 제시하며 과학 글쓰기 문제 유형에 따른 구조화 연구 결과를 바탕으로 글의 목표에 맞춰 학교 현장에서 교과서에서 제시하고 있는 과학 글쓰기 교육이 효율적으로 이루어질 수 있도록 했다.

2) 글쓰기 유형별 구조화 연구 결과

(1) 탐구설명형(A - a) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 어떤 개념이나 주장의 의미나 의의를 구체적으로 설명할 것을 요구하는 과학 글쓰기에 적용할 수 있는 형태이다. 이와 함께 단순히 설명하는 데 그치지 않고 자신의 견해를 밝히는 것도 포함된다. 따라서 이 유형은 주어진 개념이나 명제에 대해 해설하는 부분(본론1)과 이에 대한 자신의 견해를 덧붙이는 부분(본론2)으로 구성한다. 이 유형을 적용해야 할 과학 글쓰기에서는 먼저 대상의 본질을 명확하게 이해하고 주어진 자료들을 세밀히 검토하여 설명해야 할 내용을 일반화시킬 수 있어야 한다. 그래야만 그 개념이나 주장, 자료가 지닌 의의를 정확하고 적절하게 설명해 나갈 수 있기 때문이다. 탐구설명형 과학 글쓰기

유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-13>과 같다. <표 IV-14>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-15>와 같다.

<표 IV-13> 탐구설명형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

- | |
|---|
| <p>1. 서론 : 문제 제기
 가. 주어진 명제의 개념과 의미
 (또는 실태나 현실의 제시)
 나. 논지 제시</p> <p>2. 본론1 : 주어진 명제에 대한 해설
 가. 명제1에 대한 해설
 나. 명제2에 대한 해설</p> <p>3. 본론2 : 논평(자신의 견해)
 가. 명제1에 대한 자신의 견해
 나. 명제2에 대한 자신의 견해
 다. 전체 명제에 대한 자신의 견해</p> <p>4. 결론
 가. 요약
 나. 제언</p> |
|---|

출처 : 김형미, 강경희(2020a)

<표 IV-14> 탐구설명형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

<p>[제시문] 최첨단 질병 진단 바이오 마커</p> <p>질병에 효과적으로 대처하기 위해서는 질병을 조기에 진단하는 것이 중요하다. 질병을 진단하기 위해서는 체내에 다양한 물질의 양이나 상태와 같은 지표를 이용하는데, 이를 바이오 마커라고 한다. 바이오 마커로 혈압, 체온, 혈당 수치 같은 생리학적 지표를 사용해 왔으나, 최근에는 DNA, RNA와 같은 유전 물질과 단백질 등이 주목받고 있다.</p> <p>~중략~</p> <p>바이오 마커의 도입으로 현재 치료 위주의 의료 체계가 질병을 조기에 발견하고 예방하는 의료 체계로 바뀔 것으로 예상된다.</p> <p>[문제] 바이오 마커를 이용하여 암을 진단하는 과정을 조사해 보자.(탐구설명형)</p> <p>비상교육, 3단원. '항상성과 몸의 조절' 글쓰기(p.104.)</p>
--

출처 : 김형미, 강경희(2020a)

<표 IV-15> 탐구설명형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기-주어진 명제에 대해 그 개념이나 의의(또는 현실, 문제점)를 밝히고 문제를 제기한다.
 - 가. 주어진 명제의 개념과 의의(또는 실태나 현실)의 제시 : 여기서는 '바이오 마커'에 관한 문제를 다루고 있으므로, 암을 진단하기 위한 장치를 언급하는 것을 서두로 삼는 것이 좋다. 암 진단 장치의 단점과 부작용은 이러하고, 그래서 바이오 마커가 이용되고 있다.
 - 나. 논지 제시 : 바이오 마커를 이용해 암을 진단하는 과정을 알아보고자 한다.
2. 본론1 : 주어진 명제에 대한 해설-주어진 명제를 해석한다.
 - 가. 명제1에 대한 해설 : 바이오 마커에 대해 설명한다.
 - 나. 명제2에 대한 해설 : 암을 진단하기 위한 장치 등을 설명한다.
3. 본론2 : 논평(자신의 견해)-해석한 결과에 대한 자신의 견해를 밝힌다.
 - 가. 명제1에 대한 자신의 견해 : 바이오 마커는 암을 이리이러한 방법으로 진단함으로써 이리이러한 장점이 있다.
 - 나. 명제2에 대한 자신의 견해 : 암 진단 장치는 이리이러한 단점이 있다.
 - 다. 전체 명제에 대한 자신의 견해 : (예를 들며) 암을 진단하는 데 바이오 마커가 적극 활용되어 질병을 조기에 발견할 수 있도록 할 것으로 생각한다.
4. 결론 : 본론에서 논의했던 것을 요약하고 앞으로 우리의 자세를 제시한다.
 - 가. 요약 : 본론 2를 중심으로 요약
 - 나. 제언 : 제언과 당부로 결말

출처 : 김형미, 강경희(2020a)

(2) 비교대조형(A - b) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 둘 또는 그 이상의 대상들을 여러 각도에서 비교·대조하여 그 장단점을 판별하거나, 하나의 대상일지라도 여러 관점에서 그 장단점을 비교·대조할 것을 요구하는 문제에 유용한 형태이다. 단순히 그 특징을 비교·대조하는 데서 그치지 않고 한걸음 더 나아가 그 극복·해결 방안이나 이상적인 상태에 관해서도 논할 수 있다. 이 유형을 적용해야 할 과학 글쓰기에서는 무엇보다도 대상을 어떤 관점에서 비교·대조할 것인가 하는 기준을 제대로 설정해야 한다. 만약 기준을 설정하기 어려우면 먼저 대상의 개념을 명확히 밝혀 그 속성이나 범주를 확정지어 보는 것이 좋다. 비교대조형의 과학 글쓰기에서 대안이나 이상을 제시하는 내용을 덧붙일 경우에는, 앞서 다른 내용을 바탕으로 제시 내용이 연결될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 비교대조형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-16>과 같다. <표 IV-17>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선

행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-18>과 같다.

<표 IV-16> 비교대조형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

- | |
|---|
| <p>1. 서론 : 문제 제기</p> <p>가. 현실의 실태 또는 문제점</p> <p>나. 대상의 개념 파악</p> <p>다. 논지 제시</p> <p>2. 본론1 : 두 대상 A와 B의 비교, 대조</p> <p>가. 비교, 대조의 기준 설정</p> <p>나. A의 장단점</p> <p>다. B의 장단점</p> <p>라. 비교, 대조의 결과에 대한 자신의 견해</p> <p>3. 결론</p> <p>가. 요약</p> <p>나. 제언, 전망</p> |
|---|

<표 IV-17> 비교대조형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

<p>[제시문]</p> <p>생물의 진화</p> <p>생물의 특성 중 하나는 생물이 진화한다는 것이다. 생물이 진화한다는 것을 주장한 사람은 여러 명이 있었지만 구체적인 진화의 증거를 제시하고 어떻게 진화하는지를 설명한 사람은 다윈이었다.</p> <p>비글호를 타고 갈라파고스 군도를 비롯한 전 세계를 탐사한 다윈은 다양한 생물을 관찰하여 얻은 경험을 바탕으로 모든 생물은 공통의 조상으로부터 진화하여 현재의 다양한 생물이 나타나게 되었다는 결론을 내렸다.</p> <p>~중략~</p> <p>[문제] 요즘 진화란 말을 많이 쓰고 있다. 붕어빵의 진화, 공연의 진화, 휴대 전화의 진화, 비행기의 진화, 자동차의 진화, 도시락의 진화, 편의점의 진화 등 헤아릴 수 없이 많다. 이러한 진화도 생물의 진화처럼 자연 선택설로 설명될 수 있다. 위에 제시된 사례 중 한 가지를 예로 들어 자연 선택설로 설명해 보자.(비교대조형)</p> <p style="text-align: right;">교학사, 1단원. '물질대사와 에너지' 글쓰기(p.29.)</p>
--

<표 IV-18> 비교대조형 과학 글쓰기 구조화하기

- | |
|--|
| <p>1. 서론 : 문제 제기-무엇을 다룰 것인가를 정확하게 밝힌다.</p> <p>가. 현실의 실태 또는 문제점-진화라는 말이 유행처럼 쓰이고 있는 현실을 언급한다.</p> |
|--|

- 나. 대상의 개념 파악-생물의 진화처럼 이러한 현실도 자연선택설로 설명할 수 있다.
 다. 논지 제시-‘휴대전화의 진화에 대해 자연선택설로 설명해 보고자 한다.
2. 본론 : 두 대상 A와 B의 비교, 대조-자료에서 제시된 내용을 바탕으로 이에 부합하는 기준을 설정하고, 부합되는 측면을 비교, 대조하여 생물의 진화와 휴대전화의 진화가 지니는 특징을 변별해 내야 한다.
 가. 비교, 대조의 기준 설정-공통의 조상에서 현재의 다양한 생물이 나타나게 된 것을 다윈은 자연선택설로 설명하였다. 자연선택설은 네 가지 요소로 구성되어 있다.
 나. ‘생물의 진화’의 연관성(여기서는 자연선택설의 네 가지 요소 설명)
 다. ‘휴대전화의 진화’의 연관성
 라. 비교, 대조의 결과에 대한 자신의 견해-휴대전화의 진화는 이렇기러한 면에서 생물의 진화처럼 자연선택설로 설명할 수 있다.
3. 결론···비교, 대조한 결과를 요약하고 강조한 다음 마무리한다.
 가. 요약
 나. 제언, 전망

(3) 인과분석형(B - a) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 제시된 문제 상황에 대해 문제 상황 자체나 그 원인을 분석해 보도록 요구하는 문제에 적용될 수 있다. 그런데 문제에서 원인 분석에 그치지 않고 그 극복 방안까지 모색해 보도록 요구하는 경우가 많기 때문에, 이 유형은 원인 분석에 그치지 않고 그 대책을 마련하는 데까지를 틀 속에 포함할 수도 있다. 이 유형을 적용할 때에는 구체적인 사실이나 통계 숫자, 의미 있는 일화 등을 들어 실감 있게 진술하는 것이 효과적이다. 그래야 문제를 부각시킬 수 있고, 이에 따라 그 원인이나 해결 방안도 설득력 있게 제시할 수 있기 때문이다. 또한 이 유형에서는 어떤 요인 때문에 일어나게 될 결과 즉, 그 요인이 끼치게 될 영향에 대한 분석을 요구하는 문제로, 드러난 영향에 부정적 요소가 있을 때에는 그 대안까지도 제시해야 할 경우에 사용된다. 이 유형을 적용할 수 있는 논제는 하나의 요인이 가져올 여러 가지 결과를 추출하도록 요구하는데, 이 경우 어느 한쪽에 치우치지 말고 공정한 입장에서 글쓰기를 하는 것이 중요하다. 인과분석형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-19>와 같다. <표 IV-20>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개

정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-21>과 같다.

<표 IV-19> 인과분석형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

유형1	유형2	유형3
1. 서론 : 문제 제기 가. 과제의 실상 나. 문제 제기 2. 본론 : 원인 분석 가. 원인1 규명 나. 원인2 규명 3. 결론 가. 요약 나. 제언	1. 서론 : 문제 제기 가. 과제의 실상 나. 문제 제기 2. 본론1 : 원인 분석 가. 원인1 규명 나. 원인2 규명 3. 본론2 : 해결 방안 제시 가. 해결 방안1 제시 나. 해결 방안2 제시 4. 결론 가. 요약 나. 제언	1. 서론 : 문제 제기 가. 영향 요인의 위상 확인 나. 논제 제시 2. 본론1 : 긍정적 영향 분석 가. a차원의 분석 나. b차원의 분석 3. 본론2 : 부정적 영향 분석 가. a차원의 분석 나. b차원의 분석 4. 결론 가. 요약 나. 제언

<표 IV-20> 인과분석형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

[제시문]
 개발과 보전 중 무엇을 선택할 것인가?

설악산 국립공원에 케이블카를 설치하는 문제를 두고 찬반 논란이 뜨겁다.
 한 국회의원과 양양군 등은 '2015 친환경 케이블카 국제심포지엄'(2015년 7월)에서 선진국의 사례를 들며 '환경 보전과 지역 경제 활성화, 두 마리 토끼를 잡을 수 있다.'고 주장하였다.

~중략~

환경 단체들이 케이블카 설치를 반대하는 이유 중에 설악산이 멸종 위기종인 산양의 주요 서식지라는 점도 있다. 케이블카 설치에 따라 탐방객 수가 증가하면 산양의 서식 환경이 더 나빠질 것으로 예상되기 때문이다.

[문제] 환경 단체가 케이블카 설치를 반대하는 까닭과 근거를 정리해 보자 (인과분석형)
 YBM, 5단원. '생태계와 상호 작용' 글쓰기(p.208.)

<표 IV-21> 인과분석형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기-무엇을 다룰 것인가를 정확하게 밝힌다.
 가. 과제의 실상-케이블카 설치에 대한 찬성과 반대의 입장이 대립하고 있다.
 나. 문제 제기-환경단체가 케이블카를 반대하는 까닭과 이에 대한 근거를 알아보고자 한다.

2. 본론 : 원인 분석-주어진 자료를 활용하여 원인을 규명한다.

- 가. 원인1 규명-선진국의 국립공원과 우리나라의 국립공원은 면적과 탐방객 수에서 차이가 난다.
- 나. 원인2 규명-설악산은 멸종 위기종인 산양의 주요 서식지다.

3. 결론 : 내용을 요약하고 제언을 한다.

- 가. 요약-원인1, 원인2의 이유로 환경 단체는 케이블카 설치를 반대하고 있다.
- 나. 제언

(4) 목표지향형(B - b) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 과학 분야에서 개인이나 사회가 지향해야 할 방향이나 목표를 제시해 주고, 이를 이루기 위한 방안을 논하도록 요구하는 문제에 적용되는 형태이다. 인과분석형이 현재의 문제 상황을 전제로 그 극복 방안을 모색해 보는 것이라면, 이 유형은 그러한 전제 없이 제시된 목표를 달성하기 위한 방안을 모색해 보는 것이라는 데 그 차이가 있다. 이 유형을 적용할 때에는 제시된 목표와 조건에 부합되는 방향으로 글을 전개해 나가야 한다. 문제에서 특정한 방향이나 목표, 조건 등을 제시하는 것은 글이 지나치게 일반화, 추상화되는 것을 방지하려는 데 그 의도가 있기 때문이다. 목표지향형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-22>와 같다. <표 IV-23>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-24>와 같다.

<표 IV-22> 목표지향형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

- 1. 서론 : 문제 제기
 - 가. 문제 확인
 - 나. 방향 제시
- 2. 본론1 : 조건 분석
 - 가. 조건1 검토
 - 나. 조건2 검토
- 3. 본론2 : 방안 제시
 - 가. 방안1 제시
 - 나. 방안2 제시

4. 결론

가. 요약

나. 제언

<표 IV-23> 목표지향형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

[제시문]

감염성 질병의 발생과 우리의 대응

1980년대 초 미국 각 주의 보건 당국에는 카포시 육종, 결핵, 폐렴 등 그동안 잠잠했던 질병들의 발병률이 급속하게 증가한다는 보고가 잇달았다. 특히, 이 환자들은 뚜렷한 까닭 없이 백혈구 수가 크게 감소한 것으로 보고되었다. 연구 결과, 이 환자들이 ‘사람 면역 결핍 바이러스(HIV)’에 감염되었다는 사실을 알아냈다. HIV에 감염된 후 몇 년이 지나면 에이즈(AIDS), 즉 면역 결핍 증세를 보인다.

~중략~

지금도 새로운 감염성 질병의 급격한 확산이 목격되고 있다. 예를 들어, 최근 메르스 바이러스나 지카 바이러스의 위협은 사회적 관심이 되기도 하였다.

[문제] 다음은 어떤 감염성 질병에 관한 가상의 자료이다.

-현황

1. 첫 환자 발견 : 2027년 4월 1일, 24세 남자, 고열 발생 1주일 수 사망
2. 현재 전국적으로 62명의 환자 발생(치사율 89%)
3. 해외 특정 지역을 여행하고 온 환자에게서 시작하여 전국으로 전파

자료를 토대로 이 질병의 확산을 막기 위해 해야 할 일에는 어떤 것들이 있을지 토의하여 발표해 보자. (목표지향형)

지학사, 3단원. ‘질병과 방어작용’ 글쓰기(p.101.)

<표 IV-24> 목표지향형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기-주어진 목표를 확인하고 문제를 제기한다.

가. 문제 확인-감염성 질병이 전국으로 전파되고 있다.

나. 방향 제시-이 질병의 확산을 막기 위해 무엇을 어떻게 해야 할 것인가.

2. 본론1 : 조건 분석-이루고자 하는 목표와 관련된 조건을 검토한다.

가. 조건1 검토-만약 처음 AIDS가 발생한 지역에서 AIDS가 감염성 질병임을 밝히고 이에 대한 위험성을 알렸다면 전 세계로 퍼지지는 않았을 것이다.

나. 조건2 검토-최근 메르스나 지카 바이러스 등 새로운 감염성 질병의 급격한 확산이 목격되고 있다.

3. 본론2 : 방안 제시-감염성 질병의 확산을 막기 위한 방안을 구체적으로 제시한다.

가. 방안1 제시-보건당국에서는 전파를 막기 위해 질병을 정확히 분석하고, 환자 현황을 명확하게 파악하고 관리해야 한다.

나. 방안2 제시-추가 확산을 막기 위해 특정지역 여행시 개인이 노력해야 할 확산 방지 캠페인과 치료제 연구가 병행되

어야 한다.

4. 결론-내용을 요약하고 문제의 성격과 연관된 제언을 한다.

가. 요약-감염성 질병의 확산을 막기 위해서는 보건당국의 역할이 크다.

나. 제언-특정 지역을 여행한 이후 질환이 나타나는 경우 신고를 철저히 하는 개인의 노력도 필요하다.

(5) 가설논증형(C - a) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 과학적 이론 및 원리 또는 사회적으로 가장 바람직하다고 인정받는 가치 규범에 대하여, ‘그렇다’고 인정할 수 있는 논리적인 근거를 제시할 것을 요구하는 과학 글쓰기에 적용되는 형태이다. 이 유형을 적용해야 할 문제는 대체로 과학적 이론의 필요성, 중요성, 의의 등에 관해 논하는 경우이며, 때에 따라서 과학적 이론을 직접 명시하지 않고 관련 자료만을 제시할 수도 있는데, 이 경우에는 그 자료 가운데 논의의 대상으로 삼아야 할 항목을 찾아내어 논의를 전개해야 한다. 가설논증형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-25>와 같다. <표 IV-26>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-27>과 같다.

<표 IV-25> 가설논증형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

1. 서론 : 문제 제기
 - 가. 문제 확인
 - 나. 입장 제시(또는 명료화)
2. 본론1 : 없는(훼손된) 경우의 문제점
 - 가. 문제점1 제시
 - 나. 문제점2 제시
3. 본론2 : 있는(보존된) 경우의 효율성
 - 가. 효율성1 제시
 - 나. 효율성2 제시
4. 결론
 - 가. 요약
 - 나. 제언

출처 : 김형미, 강경희(2020a)

<표 IV-26> 가설논증형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

[제시문]

항생제의 남용과 슈퍼 박테리아의 출현

인류는 옛날부터 항균 효과가 알려진 물질들을 자연에서 추출하여 사용하였다. 그러나 본격적인 항생제의 역사는 1928년에 플레밍이 푸른곰팡이에서 분비되는 물질인 페니실린의 항균 효과를 발견하면서부터 시작되었다. 페니실린은 발견 당시에는 정제 기술이 부족하여 치료에 사용하지 못하였고, 본격적으로 사용된 것은 1941년에 이르러서였다. 페니실린은 신비의 명약, 만능 치료제로 불리면서 제2차 세계 대전에 사용되어 수많은 생명을 구할 수 있었다.

~중략~

페니실린의 내성률은 1950년대에 40%에 이르렀고, 1960년대에는 80%에 이르러 페니실린의 기적 같은 효과는 상당 부분 사라지게 되었다. 이후 새로 개발된 여러 가지 항생제에서도 내성균이 계속해서 발견되고 있다. 그리고 1996년에는 당시에 가장 센 항생제인 반코마이신에도 내성을 가진 슈퍼박테리아 VRSA가 발견되어 세계를 경악시켰으며, 이후 수많은 슈퍼 박테리아가 발견되기에 이르렀다. 우리나라에서도 현재 6종 이상의 슈퍼 박테리아가 발견되고 있다.

[문제] 곰팡이가 세균을 죽이는 항생 물질을 만드는 이유를 논리적인 근거를 들어 설명하고, 항생제를 사용하면서 항생제 내성 세균이 증가하는 과정을 추론하여 슈퍼 박테리아의 출현 과정을 설명해 보자. (가설논증형)

교회사, 3단원. '백신을 이용한 질병의 예방' 글쓰기(p.117.)

출처 : 김형미, 강경희(2020a)

<표 IV-27> 가설논증형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기
 - 가. 문제 확인-페니실린의 효과가 거의 사라지게 되었다. 새로 개발된 여러 가지 항생제에서도 내성균이 계속해서 발견되고 있다.
 - 나. 입장 제시(또는 명료화)-항생제를 남용하게 되면서 항생제에 내성이 생긴 슈퍼 박테리아가 출현하게 되었다.
2. 본론1 : 항생제가 무분별하게 사용되는 경우의 문제점
 - 가. 문제점1 제시-곰팡이에서 미생물의 생장을 억제하는 물질 발견
 - 나. 문제점2 제시-이후 자연 물질이나 미생물로부터 다양한 종류의 항생제가 개발되어 사용
 - 다. 문제점3 제시-그러나 항생제의 사용량이 증가하면서 많은 종류의 항생제들이 무분별하게 오남용 되어 항생제에 내성이 있는 세균이 발견되었고, 내성률이 증가하기 시작
3. 본론2 : 항생제를 제대로 사용하게 경우의 효율성
 - 가. 효율성1 제시-항생제를 제대로 사용해 오남용을 막는다면 제대로 된 효과를 기대할 수 있다.
4. 결론 : 본론의 내용을 요약하고 제언 또는 구체화 방안을 제시한다.
 - 가. 요약-슈퍼 박테리아의 출현은 무분별한 항생제의 오남용에서 원인을 찾을 수 있다.
 - 나. 제언-무분별한 항생제 사용을 자제하고, 꼭 필요한 경우 최소한으로 사용하는 사회적 공감대 형성이 필요하다.

출처 : 김형미, 강경희(2020a)

(6) 평가비판형(C - b) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 증거에 견주어 평가하거나 비판하기를 요구하는 문제에 적용하기에 알맞은 형태이다. 그런데 조건은 미리 주어지지만, 기준이나 증거는 미리 주어지는 경우가 드물기 때문에, 대개는 주어진 지문이나 조건을 보고 그에 합당한 기준이나 증거를 정해 그에 따라 평가 또는 비판해 나가야 한다. 이 유형을 적용할 때에는 다음과 같은 점에 유의해야 한다. 첫째, 지문이나 조건을 임의로 해석하지 말고 제시된 내용에 맞게 증거를 정해야 한다. 둘째, 타당하고 합리적인 증거를 설정해야 한다. 셋째, 반박당할 여지가 없을 만큼 타당하고 충분한 근거를 들어 비판해야 한다. 평가비판형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-28>과 같다. <표 IV-29>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-30>과 같다.

<표 IV-28> 평가비판형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

1. 서론 : 문제 제기
가. 문제 확인(기존 견해 제시)
나. 논지 제시(자신의 입장 표명)
2. 본론1 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(1)
가. 평가 또는 비판의 타당성 제시
나. 근거 제시
3. 본론2 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(2)
가. 평가 또는 비판의 근거 제시
나. 종합적 평가
4. 결론
가. 요약
나. 제언

<표 IV-29> 평가비판형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

[제시문] 질병과의 끝없는 싸움

항생 물질의 발견과 항생제 개발

사람들은 '최초의 항생 물질'이라고 하면 페니실린을 떠올린다. 그러나 최초로 발견되어 세균 감염병의 치료에 본격적으로 사용된 항생 물질은 살폰아미드이다.

~중략~

이후 왁스만(Waksman, S. A., 1888~1973)은 스트렙토마이신을 발견하였고, 이것이 페니실린으로도 치료되지 않던 결핵의 치료에 효과가 있음을 밝혀냈다. 스트렙토마이신의 발견은 세균 감염병 치료에서 페니실린의 발견에 버금가는 중요한 업적으로 여겨진다.

[문제] 페니실린의 발견과 항생제 개발에서 과학적 성과를 얻기까지 과학자들의 노력과 그 가치를 글로 써 보자. (평가 비판형)

비상, 1단원. '생명과학의 특성' 글쓰기(p.19.)

<표 IV-30> 평가비판형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기-자기 입장을 결정하고 문제를 제기한다.

가. 문제 확인(기존 견해 제시)-페니실린의 발견과 항생제 개발에서 과학적 성과를 얻기까지 과학자들의 노력이 있었다.

나. 논지 제시(자신의 입장 표명)-세균 감염병 치료에서 과학자들의 노력은 큰 업적이다.

2. 본론1 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(1)

가. 평가 또는 비판의 타당성 제시-과학자들의 노력과 그 가치는 크다. 그 이유는 다음과 같다.

나. 근거 제시-① 독일의 의사 도마크의 업적

② 플레밍의 업적

③ 플로리와 체인의 업적

④ 왁스만의 업적

3. 본론2 : 주어진 문제의 평가 또는 비판(2)-질병과의 싸움은 앞으로도 계속 이어질 것이다.

가. 평가 또는 비판의 근거 제시-① 페니실린으로 치료되지 않던 결핵 치료에 스트렙토마이신 효과

② 앞으로 지속적인 연구개발이 이루어져야 하는 이유

나. 종합적 평가 또는 비판-① 항생물질의 발견과 항생제 개발은 인류의 생명을 구하는 데 크게 기여하고 있다.

② 이 과정에서 과학자들은 끊임없이 노력하고 있다.

4. 결론

가. 요약

나. 제언 ...지금까지 논의했던 바를 요약하고 앞으로도 훌륭한 과학자가 많이 배출되어 지속적인 연구가 이뤄지기를 기대한다는 내용을 덧붙인다.

(7) 이상제시형(C - c) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상이나 사실을 어떻게 해결, 극복하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논할 것을 요구하는 문제에 적용되는 유형이다. 곧, 지향해야 할 방향이나, 문제 해결을 위한 바람직한 역할과 태도를 논해야 할 경우에 유용한 형태이다. 이 유형을 적용해야 할 문제에서는 무엇보다도 해결에 필요한 조건은 무엇인가, 또 그 조건에 알맞은 방향이나 이상적인 상태는 무엇인가를 적절하게 제시해 주어야 한다. 단 조건은 치밀하게 검토하되, 이상적인 방향이나 상태는 현실과 너무 동떨어지지 않게 제시해야 한다. 이상제시형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-31>과 같다. <표 IV-32>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-33>과 같다.

<표 IV-31> 이상제시형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

- | |
|--|
| 1. 서론 : 문제 제기
가. 실태 또는 문제점 제시
나. 논지 제시 |
| 2. 본론1 : 조건의 검토
가. 바람직하지 않은 상태 분석 1
나. 바람직하지 않은 상태 분석 2 |
| 3. 본론2 : 이상 상태 또는 바람직한 방향 제시
가. 상태 1에 따른 바람직한 방향
나. 상태 2에 따른 바람직한 방향 |
| 4. 결론 : 요약, 강조 |

<표 IV-32> 이상제시형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

[제시문] 인공 지능, 유토피아인가, 디스토피아인가? 바둑은 경우의 수가 많고 직관과 통찰력이 중요해서 인공 지능이 인간을 넘어서기 가장 어려운 게임이라고 알려져 왔
--

다. 그러나 2016년 3월, 인공지능이 우리나라의 이세돌 9단을 4승 1패로 누르고 승리하였다. 바둑에 관련된 인공지능 외에도 그림 그리는 인공지능, 얼굴 인식 인공지능 등 다양한 분야에서 인공지능이 발전하고 있다. 인공지능은 인간의 삶을 어떻게 변화시킬 수 있을까? 다음 글을 읽고, 인공지능이 변화시킬 미래 사회를 상상해 보자.

~중략~

[문제] 인공지능이 올바르게 사용되기 위해 필요한 법률 또는 규약을 다섯 가지만 제시하여 보자.(이상제시형)
 동아, 3단원. '방어작용' 글쓰기(p.113.)

<표 IV-33> 이상제시형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기-무엇을 왜 다루는가를 밝힌다. 또는, 바람직한 방향의 개념을 설정하는 것으로 서론을 시작한다.
 - 가. 실태 또는 문제점 제시-이와 같이 추상적인 논제는 구체적인 접근으로 풀어 가는 것이 좋다. 따라서 '인공지능 개발에 따른 찬성과 제한 의견이 있다. 인공지능이 올바르게 사용되기 위해서는 규제가 필요하다'는 의견을 밝히는 것이 우선이다. 즉 쓰는 이 자신의 독창적이면서도 타당성 있는 가치관을 우선으로 서술하는 것이다. 덧붙여서 '무엇을 위하여 규제가 필요한가'하는 이유나 필요성을 밝힌다.
 - 나. 논지 제시-앞에서 개념이나 문제점을 밝혔으므로 이제 논지 곧 '인공지능이 올바르게 사용되기 위해 필요한 법률 또는 규약을 다섯 가지 제시하겠다'고 논의의 방향을 밝힌다.
2. 본론1 : 조건의 검토
 - 가. 바람직하지 않은 상태 분석-인공지능 개발을 제한해야 한다는 의견을 중심으로 대두할 수 있는 문제점을 서술한다.
3. 본론2 : 이상 상태 또는 바람직한 방향 제시
 - 가. 상태에 따른 바람직한 방향
 - ① 주체성 있는 인간의 생활 보장
 - ② 인공지능 사용 범위의 명시
 - ③ 인간의 자율적이고 창의적인 활동 보호
 - ④ 인공지능과 인간이 더불어 사는 사회
 - ⑤ 4차 산업혁명과 자연가치 보존 연계 등
4. 결론 : 요약, 강조-지금까지 논의한 것을 요약하고, 첫머리에서 제기한 '바람직한 인공지능 사용을 위해 규제가 필요하다'는 것을 제시하여 강조한다. 우리의 자세나 각오 등을 덧붙여 두는 것도 좋다.

(8) 옹호논박형(D - a) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 과학 분야에서 상반된 서로 다른 두 의견이 제시된 상태에서 어느

한쪽의 입장을 택하여, 그것을 옹호하면서 동시에 상대의 의견을 반박해야 할 경우에 적용되는 유형이다. 경우에 따라 주어진 견해에 대해 논박만 할 것을 요구하는 경우도 있지만, 이는 근본적으로 같은 유형에 속한다. 이 유형을 적용해야 할 문제 형태에는 특정 견해를 주고 그에 대해 비판하라고 요구하는 것과 두 견해를 주고 어느 한쪽을 택하여 논하라고 요구하는 것의 두 가지가 있는데, 특히 후자의 경우에는 논제가 어떤 문제를 다루고 있는지를 잘 판단하여 논술해야 한다. 이론에 관한 문제 상황을 다루고 있을 때에는 찬성이나 반대, 또는 제3의 견해를 내세우기보다는 찬성이나 반대 중의 하나의 입장을 택하는 것이 바람직하다. 옹호논박형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-34>와 같다. <표 IV-35>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-36>과 같다.

<표 IV-34> 옹호논박형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

1. 서론 : 문제 제기
가. 문제 확인
나. 입장, 주장 제시
2. 본론 1 : 대립되는 견해 논박
가. 상대 논거 1 비판
나. 상대 논거 2 비판
3. 본론 2 : 자신의 견해 옹호(주장)
가. 옹호(주장 : 입장) 논거 1 제시
나. 옹호(주장 : 입장) 논거 2 제시
4. 결론
가. 요약
나. 제언, 전망

<표 IV-35> 옹호논박형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

[제시문]
인간의 신경 세포 작동을 모방하는 인공신경망
2016년 한 바둑 대결에서 슈퍼 컴퓨터가 사람을 이겼다. 이는 인공 신경망 연구에서 중요한 사건이 되었다. 인공 신경망은 신경 세포의 특성을 컴퓨터 작용 방식에 적용한 것이다. 인공 신경망에서는 신경 세포를 모방한 방식으

로 작동하는 개별 단위가 모여서 층을 이루고, 개별 단위들은 같은 층 또는 다른 층의 단위들과 연결된다.

~중략~

인공 신경망은 빅데이터 분석 기술, 첨단화된 디지털 측정 장비와 연결되어 법률 문서 분석, 의료 진단 및 수술 등 여러 분야에서 활용되고 있다. 앞으로 인공 신경망은 인간의 생활, 세계관 및 사회 제도의 변화에 커다란 영향을 줄 것이다.

[문제] 인공신경망이 보편화될 때, 인간의 생활에 미치게 될 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 토의해 보자. (옹호논박형)
비상, 3단원. '자극의 전달' 글쓰기(p.69.)

<표 IV-36> 옹호논박형 과학 글쓰기 구조화하기

1. 서론 : 문제 제기-자기 입장을 결정하고 문제를 제기한다.
 - 가. 문제 확인-인공신경망이 보편화될 때 인간의 생활에 긍정적 부정적 영향을 미칠 것으로 보인다.
 - 나. 입장 제시-인공신경망의 부정적 영향을 옹호하는 입장에서 논의를 전개하겠다.

2. 본론 1 : 대립되는 견해 논박-자신의 입장과 대립되는 주장을 논박한다.
 - 가. 상대 논거 1 비판-인공 신경망은 법률 문서 분석을 할 것이다.
법률 분석에서 문서화할 수 없는 부분이 존재한다.
 - 나. 상대 논거 2 비판-의료 진단 및 수술에 활용될 것이다.
수많은 데이터를 기반으로 하지만, 인간에게는 예측하지 못하는 상황이 발생할 수 있다.

3. 본론 2 : 자신의 견해 옹호(주장)-자신의 견해에 따른 근거를 제시한다.
 - 가. 옹호(주장 : 입장) 논거 1 제시-슈퍼 컴퓨터가 사람을 이겼다.
인간의 신경세포 작동을 모방한 인공신경망이 인간을 넘어서는 결과가 발생할 수 있다.
 - 나. 옹호(주장 : 입장) 논거 2 제시-예측하지 못한 오류 발생 가능성
인간의 생명과 직결되어 엄청난 혼란을 초래할 수 있다.

4. 결론 : 내용을 요약하고 문제의 성격에 관한 제언을 한다.
 - 가. 요약-이상에서 보듯이 인공신경망은 부정적 영향이 더 크므로 개발에 신중을 기해야 한다.
 - 나. 제언, 전망-인공신경망 개발에 있어 가이드라인을 정하고, 활용 범위에 대한 사회적 논의도 이뤄져야 하겠다.

(9) 의견제시형(D - b) 과학 글쓰기 구조화

이 유형은 과학 연구 또는 적용에서 서로 대립되는 견해를 제시하고 그 종합적인 견해를 요구하는 문제에 적용될 수 있는 형태로서, 옹호논박형과 함께 선택적으로 주어질 수 있는 유형이다. 이 유형에서는 흔히 변증법적으로 일컬어지는

논증 방식이 사용된다. 현실적인 과제는 대립되는 해결 방법 가운데 어느 한 가지를 선택해야 하지만, 이론이나 관점의 대립과 관련된 과제는 보는 이의 시각이나 입장의 대립적인 측면뿐 아니라, 그 종합적인 관점도 존재할 수 있기 때문에 이 유형을 적용할 수 있다. 이 유형의 설계는 양쪽의 입장을 다 검토한 후에 그 종합 가능성을 제시하는 방향으로 이루어진다. 여기서 먼저 고려할 것은 대립되는 견해를 종합한 관점이나 방안이 성립하는가의 문제이다. 양쪽의 입장을 충분히 검토하고 명쾌하게 비판했다라도 그 둘의 문제점을 극복할 수 있는 대안을 제시하지 못한다면 설득력을 잃기 때문이다. 이 유형은 기본틀 두 가지를 상정할 수 있다. 첫째, 대립되는 두 견해를 제시하고 제 3의 견해를 선택할 수 있게 한 문제에서는 두 견해 각각을 비판한 다음 제 3의견을 제시하는 구조를 적용할 수 있다. 둘째, 한 견해만을 제시하고 그에 대한 찬반 또는 제 3의견을 선택하도록 하는 문제에서는 제시된 견해를 일단 옹호한 다음 그 상반된 논거를 도입하여 모순점을 부각시키고, 이어서 모순을 종합 또는 발전시키는 구조를 적용할 수 있다. 의견제시형 과학 글쓰기 유형의 기본틀을 제시하면 <표 IV-37>과 같다. <표 IV-38>의 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시는 선행연구(김형미, 강경희, 2019)에서 2015 개정 생명과학 교과서의 과학 글쓰기 유형을 분석한 자료이며, 이를 기준으로 과학 글쓰기를 구조화한 결과는 <표 IV-39>와 같다.

<표 IV-37> 의견제시형 과학 글쓰기 유형의 기본틀

유형1	유형2
1. 서론 : 문제 제기 가. 문제 확인 나. 입장 제시	1. 서론 : 문제 제기 가. 문제 확인 나. 입장 제시
2. 본론1 : A견해 비판 가. 사실 차원의 확인 나. 부정적 영향의 검토	2. 본론1 : 일정한 관점의 옹호(정) 가. 옹호 논거 1 제시 나. 옹호 논거 2 제시
3. 본론2 : B견해 비판 가. 사실 차원의 확인 나. 부정적 영향의 검토	3. 본론2 : 상반된 논리의 도입(반) 가. 반대 논거 1 제시 나. 반대 논거 2 제시
4. 본론3 : 제3의견 제시 가. 공통적 기반의 확인 나. 극복 대안의 모색	4. 본론3 : 모순의 종합(합) 가. 모순의 도출 나. 모순의 종합 또는 발전
5. 결론	5. 결론

가. 요약 나. 제언	가. 요약 나. 제언
----------------	----------------

<표 IV-38> 의견제시형 과학 글쓰기 교수 학습자료 예시

<p>[제시문]</p> <p>항생제를 먹으려면 세금을 내라고요? 비만과의 전쟁</p> <p>세계 각국이 비만과의 전쟁에 진땀을 흘리고 있다. 비만 인구의 증가와 그에 따른 국가적·사회적 손실이 날로 커짐에 따라 비만의 위험성을 감지한 세계보건기구와 의학 관련 학회에서는 비만을 질병으로 규정하였으며, 사회 기구나 정부 차원에서 해결하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력 중 하나가 비만세이다.</p> <p>~중략~</p> <p>우리나라의 성인 비만율은 OECD 국가 평균보다 낮은 것으로 알려져 있다. 하지만 비만 인구의 증가와 그에 따른 손실이 매해 증가하고 있는 실정이다. 우리나라에도 비만세의 도입이 필요할까?</p> <p>[문제] 우리나라에 비만세 도입이 필요한지 자신의 생각을 정리하시오. (의견제시형) 지학사, 2단원. '사람의 물질대사' 글쓰기(p.56.)</p>
--

<표 IV-39> 의견제시형 과학 글쓰기 구조화하기

<p>1. 서론 : 문제 제기-쟁점을 소개하고 자기의 입장을 제시한다.</p> <p>가. 문제 확인-비만세 도입에 대한 찬성과 반대 두 가지 견해가 있다.</p> <p>나. 입장 제시-두 입장 모두 인간을 이해하는 데 한계가 있다.</p> <p>2. 본론1 : A견해 비판-비만세 도입의 찬성 의견에 대한 문제점을 지적한다.</p> <p>가. 그렇지 않은 경우의 예시-식료품의 구매 비용 증가로 양질의 식품을 선택하지 못하는 경우</p> <p>나. 그런 관점을 가질 경우의 문제점-세금을 거두면 자연히 비만이 감소할 것이라는 일차원적 생각</p> <p>3. 본론2 : B견해 비판-비만세 도입 반대 의견에 대한 문제점을 지적한다.</p> <p>가. 사실 차원의 확인-실제로 비만세를 도입해 비만 인구가 줄어들고 있는지에 대한 통계 미비</p> <p>나. 부정적 영향의 검토-사회 규범 체제와 교육 체제의 강제화, 억압화</p> <p>4. 본론3 : 제3의견 제시-두 견해의 문제점을 보완할 수 있는 제3의 관점 고려</p> <p>가. 공통적 기반의 확인-두 견해 모두 비만을 세금으로 조절할 수 있다는 결정론적 사고에 입각해 있다. 결정론적 사고를 극복하기 위한 대안을 모색한다.</p> <p>나. 극복 대안의 모색-인간은 내적 요인뿐만 아니라 다양한 환경 등의 외적 요인에 의해 변화를 겪게 된다. 개인에게 비용을 청구하는 것보다 사회적 요인의 변화가 우선 수반되어야 한다.</p>
--

5. 결론 : 내용을 요약하고 제언을 한다.

가. 요약-인간에 대한 극단적인 사고는 어느 쪽이든 문제점이 있다.

나. 제언-인간의 변화 가능성에 주목하는 인간관을 지닐 필요가 있다.

2015 개정 교육과정 생명과학I 교과서에서 제시되고 있는 과학 글쓰기를 유형별로 구조화하고, 이를 실제 글쓰기에 활용할 수 있도록 한 것은 글쓰기 교육의 주체가 되는 교사와 학생, 그리고 교과서 개발자에게 큰 의미가 있다. 과학 글쓰기를 어떻게 써야 할 것인가에 대한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 특히 선행연구(송신철, 심규철, 2015)에서는 생명윤리나 생명공학 영역 글쓰기의 경우 서론부의 내용이 부족하거나 없는 경우가 많았으며, 결론부도 제대로 구성되어 있지 않는 등 많은 학생들의 글쓰기 내용이 서론부와 결론부 없이 본론부로만 구성하는 것으로 나타났다고 지적하며, 글의 구조화를 통한 글쓰기 교육의 필요성을 강조하고 있다.

그런 의미에서 이번 연구 결과는 과학 교과서에서 제시되고 있는 과학 글쓰기 과정에 대해 과제가 어떤 글쓰기를 요구하는지 파악하고, 글쓰기의 목적을 달성하기 위해 이를 어떻게 구조화해서 써나가는 것이 효과적인지를 제시함으로써, 실제 글쓰기 활동이 이루어질 수 있도록 했다.

3) 2015 개정 교육과정 생명과학I 과학 글쓰기 교수학습 자료 개발

앞서 2015 개정 교육과정 생명과학I 교과서에서 제시하고 있는 과학 글쓰기 과제를 추출해 이를 직접 구조화함으로써 학생들이 글쓰기가 더욱 용이해지도록 연구했으며, 앞으로 생명과학 글쓰기 활동이 더욱 원활해지고 적극적으로 수업에 활용할 수 있도록 <표 IV-40>에서와 같이 1차 문제와 2차 문제로 과학 글쓰기 문제를 새롭게 구성했다. 단원에 따른 내용요소와 핵심 개념을 중심으로, 등급적 1차 문제는 설명형 중심으로, 2차 문제는 논증형을 중심으로 글쓰기가 이루어질 수 있도록 개발했다.

<표 IV-40> 2015 개정 교육과정 생명과학I 글쓰기 교수학습 자료 개발

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	의견제시형
생명의 연속성 A	생식과 유전	탐구설명형	인과분석형
생명의 연속성 B	진화와 다양성	탐구설명형	옹호논박형
환경과 생태계	생태계와 상호 작용	비교대조형	목표지향형

출처 : 김형미, 강경희(2019)

총 5개 단원, 7개 핵심개념으로 구분해 제시한 생명과학 글쓰기 교수학습 자료는 <표 IV-41>에서 <표 IV-47>과 같다.

<표 IV-41> 1단원. [생명과학과 인간의 생활] 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

우리 은하인 은하수는 137억 년 전부터 있었지만, 태양계가 형성된 것은 약 46억 년 전이었다. 슬레진저는 우리 태양이 적어도 2세대 항성이라고 했다. 즉 앞서 핵연료를 다 쓴 뒤 붕괴했다가 폭발한 커다란 항성인 어떤 초신성의 후손이라는 것이다. 그 초신성 폭발로 엄청나게 많은 먼지와 입자가 우주로 흩어졌고, 그 잔해들이 뭉쳐서 생긴 것이 바로 우리의 태양과 지구다. 지구는 형성된 뒤로 처음 10억 년 동안 심하게 운석에 난타당했다.

~중략~

초기 지구에 천체 물질이 가져온 또 한 가지 선물은 생명의 핵심 원소인 탄소였다. 탄소는 다른 화학 물질들과 강한 결합을 이루며, 그 덕분에 단백질, 셀룰로오스, DNA 같은 긴 구조의 화학 물질을 형성할 수 있다.

마이클 테너슨 '인간 이후'

[제시문 나]

포유류, 파충류, 조류, 양서류, 어류는 우리가 '생태계 서비스'라고 말하는 것을 수행한다. 그들이 사라지면 우리도 사라진다. 그들의 소중한 역할 중 하나는 깨끗한 물을 제공하는 것이다. 뉴욕 시의 음용수가 수원인 캐츠킵 산맥에서 시까지 200킬로미터를 흐르는 동안 자연적으로 정화되는 것이 한 예다.

~중략~

현재 자연은 식물, 숲, 부들, 지렁이, 토양 세균이 적절히 균형을 이루도록 함으로써 이런 질병들이 뉴욕 전체에 퍼지지 않도록 막아주고 있다. 하지만 우리가 종들을 계속 없앤다면, 1차 방어선을 제공하는 자연계의 생물학적 균형은 깨질 것이다.

마이클 테너슨 '인간 이후'

[문제 1] [제시문 가]에서는 물이 풍족했다는 점이 지구의 생명 탄생의 핵심 요소라고 말하고 있다. 그 이유는 무엇이라

고 생각하는지 간단하게 설명하십시오.(인과분석형, B-a)

[문제 2] 개발과 환경오염으로 인한 물의 오염에 따른 인류 생존의 문제점을 인과적으로 설명하고, 그 해결 방안을 모색해보자.(인과분석형, B-a)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

<표 IV-42> 2단원. [생물의 구조와 에너지] 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

동물을 단순히 자극-반응 기계로 간주하던 암흑시대에서 벗어난 우리는 동물의 정신적 삶을 자유롭게 생각할 수 있다. 과학이 정말로 이해하려고 하는 것은 쥐의 간이나 인간의 간이 아니라 간 자체라는 것은 두말할 필요가 없다. 모든 기관과 과정은 우리 종보다 훨씬 오래 되었으며, 수백만 년 이상 진화해오는 동안 종마다 고유한 변형이 일부 일어났다. 그런데 인지는 달라야 할 이유가 있는가?

~중략~

이 부속 기관에 관련된 인지는 전문화된 것이 분명하지만, 우리 자신의 인지 중 얼마나 많은 부분이 손 같은 우리 몸의 특정 부분과 연관이 있는지 누가 알겠는가? 인간에게 다른 영장류와 공유하는 '손의' 지능이 있는 것처럼 코끼리에게는 '코의' 지능이 있을지 모른다.

프랑스 드 발 '동물의 생각에 관한 생각'

[제시문 나]

주인이 장기간 스트레스 받으면 개도 스트레스 쌓인다

개는 주인의 하품을 따라 하고 손가락이 무얼 가리키는지 알 만큼 공감 능력이 뛰어나다. 여기에 한 가지 능력이 추가됐다. 주인의 스트레스도 고스란히 반영한다.

~중략~

연구자들은 "이번 연구가 주인의 성격과 개의 장기 스트레스 사이의 상관관계를 보여줬다면 후속 연구는 그 원인을 규명하는 것이 될 것"이라고 밝혔다. 또 이번 연구에서는 사람과의 공조 능력이 뛰어난 보더 콜리와 셰플랜드 쉽독 등 양치기 개를 대상으로 했지만, 독립적 성격의 사냥개를 조사할 것도 제안했다.

한겨레(2019.6.7.)

[문제 1] [제시문 가]와 [제시문 나]를 토대로, 동물과 인간의 인지 능력에 대한 공통적인 개념을 설명하십시오.(탐구설명형)

[문제 2] [제시문 가]와 [제시문 나]를 토대로, 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방향을 생각해 보자.(이상제시형, C-c)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

<표 IV-43> 3단원. [항상성과 몸의 조절] A 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

왜 잠을 자는가? 수면의 과학

요즘처럼 좋은 날에 점심 먹고 졸음이 밀려오면 눈꺼풀이 정말 천근만근이다. 잠깐이라도 눈을 붙이면 너무 달콤하다. 하지만 이내 잠을 쫓으려고 커피를 마시다 보면 문득 이런 의문이 든다. 왜 우리는 잠을 자야 할까?

정말 잠은 왜 잘까? 잠을 안자면 24시간을 온전히 쓸 수 있을 텐데. 혹시 잠은 낮 동안 깨어 활동할 힘을 얻는 쉬는 시간일까? 최근 연구 결과를 보면 잠은 단순히 몸을 쉬게 하는 소극적인 휴식이 아니다. 뇌를 일깨우고 다음 날 다시 새로운 기억을 저장할 수 있도록 준비시키는 적극적인 정신 활동이기 때문이다.

~중략~

시냅스는 낮에 활동을 하면 수가 늘어나고 크기도 커진다. 기억이 새로 만들어져 시냅스의 형태로 기록됐기 때문이다. 하지만 무한정 커질 수는 없으므로, 적당한 시기에 불필요한 시냅스를 정리해 새로운 기억을 받아들일 준비를 해야 한다. 그게 바로 밤에 잠을 자는 이유라는 것이다. 키렐리 교수팀은 초파리에서 밤에 시냅스를 줄이는 역할을 하는 유전자까지 찾아내, 이 가설에 한층 힘을 실어줬다.

윤신영, KISTI의 과학향기 제3145호

[제시문 나]

디지털치매가 있다?

스마트폰 전화번호부와 명함 관리 애플리케이션은 우리 뇌의 일부나 다름없다. 우리를 대신하여 소중한 친구와 가족, 중요한 거래처의 전화번호를 대신 기억해주기 때문이다. 그렇지만 이런 편리함은 갑자기 불안을 일으킬 수도 있다.

낯선 곳에서 스마트폰을 잃어버렸다면 도움을 줄 수 있는 친구의 전화번호를 기억할 수 있었는가? 거래처에 연락할 상황에서 명함 애플리케이션이 갑자기 먹통이 됐다면? 아마 당황해서 머리가 하얘질 것이다.

~중략~

디지털치매는 전자기기의 발달로 생긴 예상치 못한 부작용이다. 그렇다고 전자기기를 버릴 수는 없다. 스마트기기는 우리의 삶의 질을 높여주었고 일과 가정에서 많은 이점을 가져다주었다. 그렇게 스마트기기의 이점을 이용하는 사람이 되어 이지 노예가 되어서는 안 된다. 절제가 미덕이라는 마음으로 오늘날부터라도 종이책을 읽고 사람을 만나 대화하고 몸을 움직이는 놀이를 해보자.

최봉규, KISTI의 과학향기 제3323호

[제시문 다]

인공지능 시대, '향후 30년 간 절반 이상 실직' 전망

미국 워싱턴주 시애틀에 있는 아마존고(Amazon Go)는 세계 최대 전자상거래 업체인 아마존의 직원들만 이용할 수 있는 대형 마트다. 신선한 과일과 채소, 고기, 주류 등을 판매하는 이 매장은 일반 마트와 다른 특징이 하나 있다. 물건 값을 계산하는 캐셔가 없는 무인점포라는 점이 바로 그것이다.

하지만 아마존고는 기존의 무인점포와는 차원이 다르다. 보통 무인점포라고 하면 바코드나 전자태그 기술을 이용해 직원이 할 일을 고객이 대신하는 개념이다. 그런데 이곳은 아예 계산대와 결제 단말기가 없다. 그럼 계산은 누가, 어떻게 하는 걸까.

~중략~

즉, 운전자들이 자신의 차량을 직접 운전할 때와 자율주행 모드를 통해 운전할 때의 두 가지 상황을 모두 포괄할 수 있

는 정책의 수립이 바로 그것이다. 인공지능이 운전하는 자율주행차가 사고를 낼 시 사고의 손실에 대해 의무를 지는 주체가 누구인지를 명확하게 할 필요가 있으며, 자율주행차의 제조사에게도 일부 부담을 부과하기 위해서다. 이제 인공지능이 모는 자동차가 사고를 내면 인공지능이 그 피해액을 산정해 보험금을 지급하는 시대가 머지않은 셈이다.

이성규, KISTI의 과학향기 제2883호

[문제 1] [제시문 가]에서는 뇌가 기억을 편집하고 저장하는 시간이 바로 잠을 자는 시간이라고 말하고 있다. 우리의 삶에서 항상성을 유지하지 못하는 이유들을 [제시문 나]를 참조로 찾아보자.(탐구설명형, A-a)

[문제 2] 인공지능 시대는 어느새 인류의 삶 속에 깊숙이 다가와 있다. 더 나아가 인공지능이 인류의 힘과 지능을 넘어서며 사회에서 인간의 위치 변화를 예견하고 있다. 이에 대해 자신의 견해를 밝혀 기술하시오.(평가비판형)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

<표 IV-44> 3단원. [항상성과 몸의 조절] B 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

식물은 주변 세상을 날카롭게 인식하고 있다. 시각 환경을 인식하므로 빨간빛, 파란빛, 원적외선, 자외선을 구별하고 각각에 반응한다. 식물은 자신을 둘러싼 냄새를 감지하고, 스쳐지나가는 공기 중에 미량의 기체화합물에 반응한다. 누가 건드리면 식물은 그 사실을 인지하고 여러 종류의 접촉을 구별할 줄 안다. 또한 식물은 중력을 느낀다.

~중략~

유전적으로 과거를 공유한다고 해서 따로 진화해 온 엄청난 세월을 무시할 수는 없다. 식물과 인간은 물리적 세계를 감지하고 인식하는 비슷한 능력을 유지했지만 각기 다른 방식으로 진화했다. 인간에게는 식물에게 없는 독특한 능력, 지적 능력을 넘어서는 것이 있다. 바로 관심을 기울이는 능력이다.

대니얼 샤모비츠 ‘은밀하고 위대한 식물의 감각법’

[제시문 나]

식물생산 백신은 그린백신(Green Vaccine)이라고도 하며 유전공학기술을 이용해 식물에 유용한 유전형질을 삽입한 후 발현시킴으로써 유용한 단백질, 즉 백신을 대량으로 생산하는 것을 말한다. 장점으로는 대량의 단백질 생산, 먹을 수 있다는 것, 낮은 가격 등이며, 단점으로는 오염의 가능성, 면역 관용의 생성 및 규제 등이다.

~중략~

식물에서 백신 항원을 생산하는 경우, 사람에게 대한 안전성 문제가 대두되며, 위험으로는 구강 관용, 알러지 유발성, 일정하지 않은 용량, 항원에 대한 의도하지 않은 폭로 등이 있다.

향후 식물에서 생산되는 백신은 사람 백신보다 가축에 대한 백신이 먼저 허가될 것으로 예상된다.

신영오, 식물에서 생산되는 백신의 개념

[제시문 다]

치매는 65세 이상 노인 인구의 10%, 85세 이상 인구의 50%에서 발병할 수 있다. 노인성 치매인 알츠하이머병은 β -amyloid 단백질이 뇌세포에 집적하게 되어 신경세포가 과사되어 일어나는 질병으로 알려져 있다. β -amyloid peptide를 항원으로 인체에 투입하게 되면 항체가 형성되어 β -amyloid가 생성되는 순간에 항체에 의해 붙잡히게 되므로 아직 집적되기 전에 대사작용을 거쳐 없어져서 치매를 예방할 수 있다는 가정하에 β -amyloid peptide를 암호화하는 유전자를 식물에 최적발현 되도록 설계 및 합성하고 식물에 형질전환 시키므로 식물을 이용한 대량생산 및 식용백신으로서의 가능성을 구명하기 위해 연구가 수행되었다. β -amyloid 생성을 맨 처음 유도하는 효소인 β -secretase 유전자도 치매 예방백신 식

물생산연구의 대상 유전자로 이용했다.

그러나 β -amyloid를 암호화 하는 유전자를 알팔파와 상추에 도입했을 때 모든 형질전환체에서 기형의 줄기생장과 발달이 관찰되었다. 상품화 단계에서 심각한 문제가 야기될 것으로 사료되어 연구는 중단되었다.

김중범 외, 치매 예방백신 식물 생산 연구의 의의

[문제 1] 동물을 이용해 백신을 생산하는 연구가 이루어지고 있다. 이와 달리 식물을 이용해 백신을 생각하는 방법을 조사해 보고, 기존 동물을 이용한 백신 생산과의 차이점을 생각해 보자.(탐구설명형, A-a)

[문제 2] 치매 치료의 방법으로 형질전환 식물을 이용해 백신을 생산하는 연구가 이루어지고 있다. 식물 생산 백신을 생산하는 과정에서 대립되는 견해는 어떤 것이 있는지를 제시하고, 향후 식물 생산 백신 연구가 어떻게 이뤄져야 하는지 의견을 제시해 보자.(의견제시형, D-b)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

<표 IV-45> 4단원. [생명의 연속성] A 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

대단히 유익한 돌연변이는 급속도로 확산된다

인구가 늘어나면서 돌연변이 유전자의 수도 함께 늘어났다. 확률로만 따지면 구석기 시대라면 50세대 또는 그 이상에 한 번씩 나타날 법한 희귀한 돌연변이가 이제는 1세대 내에 세계 어디선가에서 나타날 수 있다. 물론 7000배로 늘어난 인구 전체에 특정 돌연변이 유전자가 확산되는 데 7000배 더 시간이 걸린다면 더 자주 나타난다 해도 인류 전체로 보면 별다른 영향이 없을 것이다.

~중략~

흑사병, 천연두를 비롯한 여러 전염병을 이기고 살아남은 사람들 중 단순히 운이 좋았던 경우도 있겠지만, 그 중 많은 수가 그 전에는 거의 혜택을 주지 않았던 돌연변이 유전자들이 갑자기 목숨을 구하는 역할을 해서 살아남았을 가능성도 크다.

리 골드먼 '진화의 배신'

[제시문 나]

유전자 가위 크리스퍼/카스9(CRISPR/Cas9)

크리스퍼/카스9는 단백질과 RNA의 복합체로 1세대, 2세대 유전자가위와 다른 점은 단백질이 아니라 RNA 가닥이 타깃이 되는 genome의 위치를 찾는다. 즉 염기 20여 개 길이의 RNA서열만 바꿔주면 원하는 자리에서 'Genome Editing'을 할 수 있다. 반면 ZFN과 TALEN은 단백질이 genome 서열을 인식하므로 원하는 위치에 가려면 아미노산 서열을 바꿔 단백질의 3차원 구조를 바꿔야 하므로 상당히 복잡한 작업이다.

<그림1>에서처럼 세포에 카스9 단백질과 안내RNA, DNA주형을 넣어주면 카스9 단백질이 genome에서 안내RNA와 염기서열이 상보적인 부분(표적서열)을 찾아가 genome을 절단한다. 세포는 손상된 genome을 수리하는 과정에서 DNA주형을 참조한다. 그 결과 genome의 특정 위치를 원하는 염기서열로 바꿀 수 있다.

~중략~

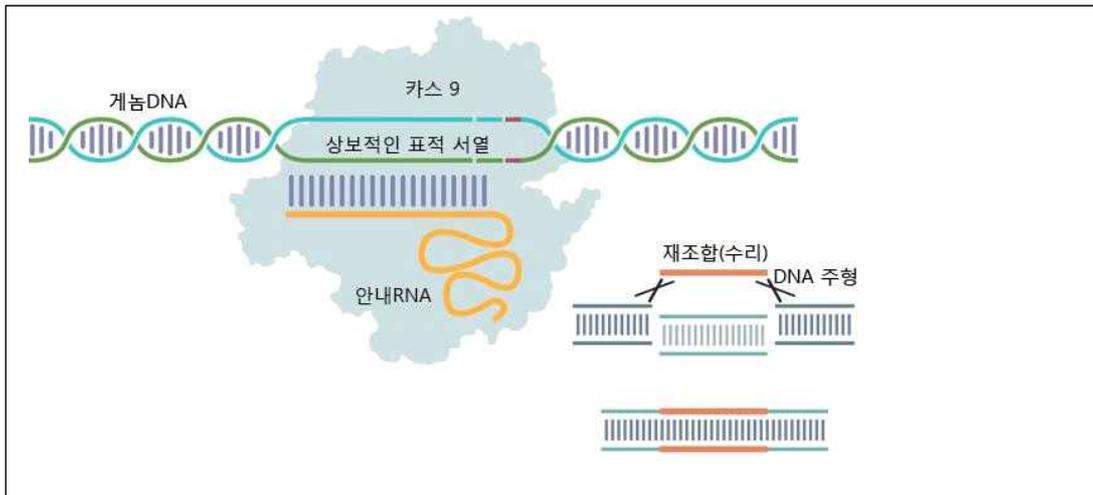


그림 1. 크리스퍼/카스9의 작동 메커니즘.

과학동아복스

[제시문 다]

유전자 편집이 질병의 기저 원인인 유전자를 표적으로 삼아 질병 진행 과정을 영구히 뒤집을 수 있다는 사실은 전율을 일으키기 충분하다. 하지만 더 놀라운 사실은 새로운 DNA서열을 표적으로 삼도록 크리스퍼를 재편성할 수 있으며, 이에 따라 새로운 질병도 목표로 할 수 있다는 점이다. 크리스퍼의 경이로운 잠재력을 보며, 나는 지난 몇 년간 크리스퍼 기술을 익히도록 도와달라는 제약 회사들의 요청과 신약 개발에 크리스퍼가 어떻게 적용될 수 있는지를 묻는 말에 익숙해졌다.

~중략~

윤리적인 면에서 볼 때, 유전 질병을 치료하기 위한 체세포 편집은 환자의 후손에게 유전자 변형이 유전되지 않으므로 생식세포 편집보다 훨씬 간단한 문제다. 하지만 현실은 훨씬 더 복잡하다. 질병을 유발하는 돌연변이를 하나의 인간 생식 세포에서 수정하는 쪽이, 똑같은 일을 인간의 몸을 구성하는 체세포 50조 개에서 하는 편보다 훨씬 더 쉽기 때문이다.

제니퍼 다우드나, 새뮤얼 스텐버그 '크리스퍼가 온다'

[문제 1] [제시문 가]를 근거로 돌연변이 유전자의 확산이 어떤 방식으로 빠르게 이루어질 수 있는지 설명하시오.(탐구 설명형, A-a)

[문제 2] 유전자 가위를 이용해 인류의 질병 치료와 관련한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 생식세포 편집을 통해 돌연변이를 교정하고 질병을 치료하게 되면 어떤 문제가 나타날 수 있는지를 생각해 보고, 이를 해결하기 위한 방안을 모색해 보자. (인과분석형, B-a)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

<표 IV-46> 4단원. [생명의 연속성] B 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

뱀은 무서운데 자동차는 안 무서워? 생존하기 위한 진화의 흔적들

현대 사회에서 사람이 목숨을 잃는 주원인이 무엇일까요? 질병에 걸려 죽거나 교통사고, 화재사고, 총격사고, 감전사고 등으로 인해 사망하는 경우가 대부분이죠. 사나운 맹수들에 의해 죽는 경우도 물론 가끔 있지만, 이렇게 죽게 될 확률은 법적으로 사형당해 죽을 확률보다 낮은 것으로 알려져 있습니다. 그런데 사람들은 사망의 주원인이 되는 자동차나 불, 전기 콘센트를 그리 무서워하지 않습니다. 자동차가 자기에게로 다가올 때 벌벌 떨거나 두려워하는 사람들은 없지요.

~중략~

짐승들과는 달리 현재 가장 큰 사망원인이 되는 자동차나 전기 콘센트 같은 것들은 현대 들어 너무 갑작스럽게 등장한 것들이기 때문에 두려움을 느끼도록 진화하기에는 시간이 너무 부족했습니다. 현재 사람들은 정작 큰 사망원인이 되는 요소들을 오히려 무서워하지 않는 독특한 현상을 보여주고 있습니다. 어차피 조심하게 잘 다루면 크게 위험하지 않고 사람들에게 유익함을 주는 물건들이지만 말이에요.

박종현 '생명과학을 쉽게 쓰려고 노력했습니다'

[제시문 나]

과학자들은 야간에 켜진 인공조명(Artificial Light At Night, 생태학 분야의 학술지에서는 빛 공해를 ALAN로 표기한다)의 영향을 보다 정확하게 파악하고자 연구를 시작했다. 그 중 한 사람인 독일 마인츠의 요하네스 구텐베르크 대학교 소속 게르하르트 아이젠바이스(Gerhard Eisenbeis)는 '진공청소기 효과'라고 직접 이름 붙인 현상을 집중적으로 조사해왔다. 과거에는 어두웠던 곳에 ALAN이 등장하자마자 '마치 진공청소기에 빨려 들어가듯 곤충들이 서식지에서 벗어나 그곳으로 몰려들고 원래 그 지역에 살던 개체군은 사라졌다'는 것이 아이젠바이스의 설명이다.

~중략~

나는 ALAN으로 인한 생물의 대규모 죽음과 진공청소기 효과, 그리고 인공조명의 침투력이 빠르게 증가한다는 사실을 통해 ALAN은 생물이 빛에 홀리지 않도록 저항하는 방향으로 진화하는 동력이 될 수도 있다는 견해를 전했다. 그러나 개스턴의 답은 회의적이었다. "이 문제는 생물들이 기존에 한 번도 겪어본 적이 없는 일입니다. 전통적으로 낮의 햇빛이 기준이 되던 생활이 영망진창이 된 겁니다. 그리고 이런 변화는 굉장히 빠른 속도로 일어났습니다. 그래서 그리 쉽게 적응할 거라고는 확신할 수 없습니다. 빛에 끌리도록 만드는 반응 체계 중 일부는 진화적으로 굉장히 오래전 형성된 뿌리 깊은 특성이고, 따라서 그렇게 진화하기란 쉽지 않을 것입니다."라고 말했다.

메노 스틸트하위전 '도시에 살기 위해 진화 중입니다'

[문제 1] [제시문 가]를 통해 인간이 생존하기 위해 진화는 어떤 과정으로 진행되었는지를 설명해 보자. (탐구설명형, A-a)

[문제 2] 인간뿐만 아니라 식물과 동물 역시 급격한 환경 변화에 직면해 있다. [제시문 나]를 통해 ALAN으로 인해 생물이 진화하는 동력이 될 수 있는지, 아닌지에 대한 자신의 견해를 밝히는 글을 기술하시오..(옹호논박형, D-a)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

<표 IV-47> 5단원. [환경과 생태계] 과학글쓰기 교수학습 자료

[제시문 가]

독이나, 약이나? 오존의 두 얼굴

전체 오존의 90%는 지상 10~50km에 있는 성층권에 밀집돼 오존층을 이루고 있으며, 태양광선 중 생명체에 해로운 자외선을 95~99% 흡수해 지구상의 인간과 동식물의 생명을 보호하는 역할을 한다.

오존층이 없으면 강력한 자외선이 직접 땅에 닿아 피부암, 백내장 등을 일으키고, 인체 면역기능을 떨어뜨린다. 프레온 가스와 질소 산화물 등이 오존층을 파괴하기 때문에 우리나라는 지난 1999년 7월부터 프레온 가스를 냉매로 사용하는 기기 생산을 중단하였다.

~중략~

이렇듯 두 얼굴을 가진 오존은 물질이 가진 본래의 성질을 과학적으로 잘 이용하면 우리에게 이로운 약이 될 수 있는 반면에 악용되면 무서운 독이 될 수 있다. 결국 어떠한 물질이 독이 되는가? 약이 되는가? 하는 것은 인간의 의지와 양심이 판단의 기준점이 되기 때문일 것이다.

과학향기 편집부, KISTI의 과학향기 제37호

[제시문 나]

제주 오존주의보 발령, 2015년 대기오염 경보제 시행 후 처음

제주도 보건환경연구원은 22일 오후 1시를 기해 오존(O₃)주의보를 발령했다.

발령 농도는 0.125ppm이며 지역은 제주권역이다. 제주에 22일 오후 1시를 기해 오존주의보가 내려졌다.

제주에 오존주의보가 발령된 것은 제주도가 대기오염 경보제를 시행한 2015년 이후 처음이다. 오존주의보는 대기중 시간당 오존 농도가 0.12ppm일때 내려진다. 도 보건환경연구원 측은 노천소각 삼가와 시민들의 대중교통 이용을 당부했다. 이와 함께 노약자와 어린이, 호흡기 환자, 심장질환자 등의 실외 활동 자제도 주문했다.

미디어제주(2019. 5. 22)

[문제 1] [제시문 가]에서는 두 얼굴을 가진 오존의 성질을 말하고 있다. 오존이 왜 두 얼굴을 가지고 있다고 말할 수 있는지를 오존의 발생 상황에 따라 비교하는 글을 쓰시오.(비교 대조형, A-b)

[문제 2] [제시문 나]에 따르면 제주지역에서 오존주의보가 발령되었다. 제주지역에서 발생한 상황을 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하시오.(목표 지향형, B-b)

출처 : 김형미, 강경희(2019)

3. SSI 글쓰기 프로그램 적용 결과

1) 구조화 유형별 핵심역량 분석

지금까지 구조화 연구는 9가지 과학 글쓰기 유형으로 이루어졌다. 각각의 글쓰기 유형이 가지는 특성에 따라 과학 핵심역량과의 관계를 들여다보는 것은 SSI 글쓰기 교육과정을 설계하는 과정에서 중요한 요소가 된다. 글쓰기 주제와 유형, 구조화 연구를 적극적으로 활용해 학교 현장에서 이루어지는 SSI 수업이 활성화 될 것으로 기대한다.

앞서 2015 개정 교육과정 생명과학I 과학 글쓰기 교수학습 자료 개발 결과에서 제시한 각각의 과학 글쓰기 유형별 제시문과 문제를 기반으로 과학 글쓰기 유형과 유형별 특성에 따라 과학 핵심역량과의 관계를 분석한 결과는 <표 IV-48>과 같다.

<표 IV-48> 글쓰기 유형별 과학 핵심역량 분석

과학 글쓰기 유형	과학 글쓰기 유형별 특성	과학 핵심역량				
		사고력	탐구 능력	문제 해결력	의사소통 능력	참여와 평생 학습 능력
탐구설명형 (A-a)	어떤 개념을 주장하는 데 있어서 개념의 의미나 의의를 구체적으로 설명할 것을 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기	○	○			
비교대조형 (A-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	○	○		○	
인과분석형 (B-a)	문제 상황을 제시해 주고, 그 발생 원인이나 문제점 자체를 분석하도록 하는 문제에 적용하는 글쓰기. 이어 나타날 현상이나 영향을 예측해 보라는 문제에 적용할 수 있는 유형의	○		○		○

	글쓰기. 부정적인 결과를 분석하도록 할 경우에는 그 해결 방안까지를 모색해 보도록 하는 것도 가능함					
목표지향형 (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			○	○	○
가설논증형 (C-a)	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	○	○	○	○	
평가비판형 (C-b)	어떤 행동이나 견해를 특정의 조건이나 준거에 견주어 비판하기를 요구하는 문제에 적용할 수 있는 유형의 글쓰기	○		○	○	
이상제시형 (C-c)	우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상을 어떻게 해결하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기	○		○		○
옹호논박형 (D-a)	과학 분야에서 상반된 두 개의 의견을 제시해 주고, 그 어느 한쪽의 입장을 선택하여 이를 옹호하면서, 동시에 다른 의견을 논박하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기	○	○	○	○	
의견제시형 (D-b)	과학 연구 또는 적용에서 서로 대립되는 견해를 제시하고, 그 종합적 견해를 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기	○	○	○	○	○

2015 개정 교육과정 생명과학I 과학 글쓰기 교수학습 자료 개발 결과에서 탐구설명형 글쓰기 유형은 <표 IV-42>의 [문제 1]이 대표적인 유형이라 할 수 있다. 여기서는 [제시문 가]와 [제시문 나]를 토대로 동물과 인간의 인지 능력에 대한 공통적인 개념을 설명하도록 하고 있다. 이러한 문제에서는 과학 핵심역량의 하위요소에 비취본다면 개념 설명을 위한 논리적 사고하기, 기초 탐구 기능을 통한 자료 수집하기 및 분석하기 등 과학적 사고력과 과학적 탐구능력을 함양할

수 있는 대표적인 글쓰기 유형이다. 목표지향형 글쓰기 유형은 <표 IV-47>의 [문제2]가 대표적인데, 여기에서는 [제시문 나]에 따르면 제주지역에서 오존주의보가 발령되었다. 제주지역에서 발생한 상황을 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하도록 하고 있다. 우선 비판적 사고하기, 자료 분석 및 해석하기, 일상생활 속 과학적 문제 파악하기 및 해결방안 제시하기, 과학적 근거로 논증하기, 공동체 문제 이해하기 등 과학 핵심역량 전반에 걸쳐 연관성이 나타나고 있다. 이상 제시형 글쓰기 유형은 <표 IV-42>의 [문제2]가 대표적으로 [제시문 가]와 [제시문 나]를 토대로, 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방향을 생각해보도록 하고 있다. 건강한 방향을 모색하기 위한 합리적 사고하기, 실천방법 모색하기, 공동체 문제 이해하기로 요약할 수 있는데, 이러한 경우 과학적 사고력, 과학적 문제해결력, 과학적 참여와 평생학습능력의 핵심역량과 연계된다. 옹호논박형 글쓰기 유형은 <표 IV-46>의 [문제 2] 인간뿐만 아니라 식물과 동물 역시 급격한 환경 변화에 직면해 있다. [제시문 나]를 통해 ALAN으로 인해 생물이 진화하는 동력이 될 수 있는지, 아닌지에 대한 자신의 견해를 밝히는 글을 기술하도록 하고 있다. 자신의 견해를 밝히는 글은 과학 글쓰기에서 가장 종합적인 요소가 필요한 문제이다. 비판적 사고하기, 가설 설정 및 탐구 설계하기, 문제해결방안 제시하기, 과학적 근거로 논증하기 등 핵심역량 전반이 함양될 것으로 생각한다. 이와 같은 하위요소 해당 여부를 근거로 <표 IV-49>에서는 글쓰기 유형별 과학 핵심역량과의 연관성을 판단하기 위한 근거를 종합해 제시했다.

<표 IV-49> 글쓰기 유형별 과학 핵심역량과의 연관성 판단 근거

과학 글쓰기 유형		과학 핵심역량 연관성 판단 근거	
설명형	설명형 과학 글쓰기 (A)	탐구설명형 (A-a)	- 논리적 사고하기 - 기초 탐구 기능을 통한 자료 수집하기 - 자료 분석 및 해석하기
		비교대조형 (A-b)	- 비판적 사고하기 - 기초 탐구기능을 통한 자료 수집하기 - 상대방의 의견 수용 및 조율하기
	해결형 과학 글쓰기 (B)	인과분석형 (B-a)	- 논리적 사고하기 - 일상생활 속 과학적 문제 파악하기 - 공동체 문제 이해하기
		목표지향형	- 비판적 사고하기

		(B-b)	<ul style="list-style-type: none"> - 자료 분석 및 해석하기 - 일상생활 속 과학적 문제 파악하기 - 문제해결방안 제시하기 - 과학적 근거로 논증하기 - 공동체 문제 이해하기
논 증 형	논증형 과학 글쓰기 (C)	가설논증형 (C-a)	<ul style="list-style-type: none"> - 논리적 사고하기 - 가설 설정 및 탐구 설계하기 - 문제 해결방안 제시하기 - 과학적 근거로 논증하기
		평가비판형 (C-b)	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고하기 - 자료 선택 및 평가하기 - 다양한 의사 표현 방법 사용하기 - 과학적 근거로 논증하기
		이상제시형 (C-c)	<ul style="list-style-type: none"> - 합리적 사고하기 - 실천방법 모색하기 - 공동체 문제 이해하기
	논쟁형 과학 글쓰기 (D)	옹호논박형 (D-a)	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고하기 - 가설 설정 및 탐구 설계하기 - 문제 해결방안 제시하기 - 과학적 근거로 논증하기
		의견제시형 (D-b)	<ul style="list-style-type: none"> - 논리적 사고하기 - 가설 설정 및 탐구 설계하기 - 문제 해결방안 제시하기 - 다양한 의사표현 방법 사용하기 - 사회적 이슈에 대해 이야기하기

과학 글쓰기 유형별로 과학 핵심역량과의 관계를 파악해 보았다. 그러나 과학 글쓰기는 주어지는 문제에 대한 제시문, 글쓰기 과정에서의 다양성 등을 감안하면 특정 핵심역량에 치우쳐 있다기 보다는 과학 핵심역량 전반에 걸쳐 연관성이 있다고 생각한다. 글쓰기는 핵심역량 전반을 아우르는 교수 학습 전략이기 때문이다.

2) 글쓰기 구조화 활용 방법

구조화를 통한 과학 글쓰기 활용은 과학 핵심역량 함양을 위해 실제 학교 현장에서 반드시 이루어져야 한다. 학교 교육에서 어떤 교수 학습 전략으로 이뤄져야 하는지를 <표 IV-50>에서와 같이 수업지도안으로 제시했다. 해당 부분은

통합과학 3단원. 변화와 다양성 단원으로 선정했으며, 해당 부분은 생태계에서 하나의 종으로 살아가는 ‘인간’의 위치를 파악하고, 다양성은 어떤 의미를 가지는지를 들여다봄으로써 궁극적으로 인종차별이 일으키는 문제를 인지하고 생태계 평형과 조화를 이루며 살아가는 인간의 역할을 생각해 보기 위해 선정했다.

<표 IV-50> 구조화를 통한 과학 글쓰기 수업지도안 예시

과목	통합과학	학년	1학년
교재	통합과학(비상교육)	연구자	김형미
대단원	III. 변화와 다양성		
<p>I. 단원의 연구</p> <p>1. 단원 설정의 이유 생물의 진화에 대한 개념을 이해하는 것은, 생물의 다양성이 생태계에서 갖는 의미를 이해하는 데 꼭 필요하다.</p> <p>2. 단원의 개관 1) 변이와 자연 선택의 개념을 포함한 다윈의 진화론 이해 2) 다윈의 자연선택설이 과학과 사회에 준 영향 탐구 3) 변이의 원인과 자연선택의 다양한 모습 탐구 4) 내성 생물 형성의 과정 이해</p> <p>3. 단원의 학습목표 1) 변이와 자연 선택에 의한 진화의 원리를 설명할 수 있다. 2) 새로운 이론이 학문과 사회에 미친 영향을 토의할 수 있다. 3) 종으로서의 ‘인간’에 대한 다양성을 인식한다.</p> <p>4. 지도상의 유의점 1) 생물의 다양한 변이에 대해 변이를 좋고 나쁨으로 구분하지 않도록 한다.</p> <p>5. 다른 단원과의 관련(단원) 변이와 자연선택을 통한 진화의 개념을 이해함으로써, 이어 학습할 생물 다양성의 중요성에 대해 기본적인 개념을 가질 수 있다.</p> <p>II. 단원지도 계획</p>			

1. 대단원 : III. 변화와 다양성

2. 중단원 : 2. 생물 다양성과 유지

3. 지도계획

차시	소단원	주요학습 내용 및 활동
1차시	02. 자연선택과 생물의 진화	1. 다윈의 진화론 1) 생물의 형질은 환경에 적응하여 생활하기 적합하도록 변화한다는 것을 이해한다. 2) 자연 선택의 개념을 기린의 진화와 연계해 이해한다. 2. 다윈의 진화론이 과학과 사회에 준 영향 1) 과학에 준 영향을 살펴본다. 2) 사회에 준 영향을 살펴본다. 3. 변이와 자연선택 1) 생물의 다양한 변이를 이해한다. 2) 진화의 원동력이 변이임을 알 수 있다. 4. 종으로서의 '인간' 1) 종으로서의 '인간'에 대한 다양성을 인식하고 다문화 사회를 살아가는 데 있어 우리는 어떤 인식을 통해 '인종차별'이라는 인류의 문제를 해결하고 더 나은 방향으로 함께 살아갈 수 있는지에 대해 글쓰기를 통해 제시한다.

III. 수업방향

다문화 사회를 살아가는 현재 우리들에게 '인종'이라는 편견은 해결해야 할 과제이다. 그렇다면, 근본적으로 '인종'이라는 개념은 어떻게 생겨났으며, 이에 대해 잘못된 개념을 바로잡고자 하는 연구자들의 노력을 살펴보는 것은 의미가 있다.

특히, 인간의 피부색도 진화의 산물이며, 환경에 살아남기 위해 선택된 모습이라는 것. 이것을 다윈의 진화론에서 나타난 '변이'와 '자연선택'으로 설명함으로써 학생들이 종으로서의 인간의 다양성뿐만 아니라 다문화 사회를 살아가는 데 있어 도움이 될 수 있도록 한다.

IV. 평가계획

1. 교과 내용 평가

평가기준	평가 척도		
	잘함	보통	미흡
변이에 대해 설명할 수 있다.			
자연선택에 대해 설명할 수 있다			
과학연구가 사회에 미치는 영향을 말할 수 있다.			

2. 인성 평가

평가기준	평가 척도		
	잘함	보통	미흡
인간이 피부색이 다른 이유를 설명할 수 있다.			
잘못된 연구에 대해 비판적 의견을 제시할 수 있다.			
다문화 사회를 살아가는 우리가 가져야 할 가치를 글로 쓸 수 있다.			

V. 참고자료

1. 심규철 외 11인. 2017. 통합과학. 비상교육.
2. 재레드 다이아몬드. 2015. 왜 인간의 조상이 침팬지인가. (주)문학사상.
3. 윤상욱. 2012. 아프리카에는 아프리카가 없다. (주)시공사.
4. 찰스 다윈(김관선). 2014. 종의 기원. 한길사.
5. 연합뉴스TV. 2016. '아프리카의 하얀 흑인, 알비노를 아시나요?'

수업 지도안에 이어 본시 수업활동을 <표 IV-51>로 구성했다. 다윈의 진화론과 함께 '인종'이 가지는 개념을 학습함으로써 잘못된 개념을 바로잡고, 인간이 살아가는 환경에서 '인종 차별'로 인한 문제의 심각성을 인지하고, 이러한 문제를 해결하기 위한 의견을 도출하는 데 과학 글쓰기의 목적이 있다. 이런 관점에서 SSI 교육의 특성인 과학의 사회 및 윤리적 측면이 드러나는 논쟁적인 주제를 중심으로 진행되는 수업이라 할 수 있다. 아울러 핵심역량 함양 차원에서 심미적 감성 역량뿐만 아니라 공동체 역량을 함양하기 위한 중요한 교수 학습 자료로도 의미가 있다. 과학 핵심역량 차원에서 판단해 본다면 우리의 삶이나 사회 속에서 문제가 되는 현상을 어떻게 해결하는 것이 바람직한가, 또 더 나은 상태나 바람직한 방향은 무엇인가를 논하도록 요구하는 문제에 적용하는 글쓰기로 이상 제시

형 글쓰기에 해당되기 때문에 과학적 사고력, 과학적 문제해결력, 참여와 평생학습능력 함양에 좋은 자료가 될 것으로 생각한다.

<표 IV-51> 과학 글쓰기 수업지도안에 따른 본시 수업 활동 예시

과목	통합과학	학년	1학년		
교재	통합과학(비상교육)	연구자	김형미		
소단원	02. 자연선택과 생물의 진화	차시	1차시		
<p>학습목표</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 변이와 자연 선택에 의한 진화의 원리를 설명할 수 있다. 2. 새로운 이론이 학문과 사회에 미친 영향을 토의할 수 있다. 3. 종으로서의 '인간'에 대한 다양성을 인식한다. 					
구분 단계	학습내용	교수 학습활동		시 간	유의점 및 학습자료
		교사	학생		
도입		학습목표 설명		3'	
전개	1. 종으로서의 '인간'	애플의 스마트폰 이모티콘이다. 어떤 생각이 드는지 말해보자.	자유롭게 대답	5'	- 이모티콘 사진
		'인종'에 대해 언급한다. 1) 새뮤얼 모턴의 실험 설명 2) 니나 자블론스키의 연구설명 "진화적 선택의 문제"에 대해 알아보자.	사회에 미친 영향 추론 피부색의 다양성 확인	5' 6'	- 두개골 자료 사진 - 얼굴사진들
극대화	2. 다윈의 진화론 (변이와 자연선택)	변이 자연선택 다윈의 진화론	주요개념 질문에 대한 확인	7'	- 다윈이 제시한 '종의기원' 그림

		“진화는 아주 오랜 시간동안 일어나는 것임을 알 수 있다”			
고찰	3. 다윈의 진화론이 과학과 사회에 준 영향	노예 제도를 옹호하는 데 쓰인 사례를 다시 언급, 질문 “과학의 이론은 발표되는 순간 과학과 사회에 큰 영향을 줄 수 있다.”	새뮤얼 모턴의 실험 대답 학교에서의 경쟁에 대해 생각하기	5'	- 생존경쟁이라는 개념을 사회진화론에서 자본주의의 기본 원리로 도입함으로써 경쟁을 당연하다고 인식.
시사점 분석	4. 종으로서의 인간의 다양성을 인식한다.	알비니즘에 대한 설명	영상 시청 영상을 보고난 후 알비노에 대한 생각과 인식의 변화	7'	- 알비노 영상
마무리	핵심 개념 전달 과학 글쓰기 구조화 방법 제시	“변이는 좋고 나쁨이 아닌 진화의 원동력”	수업 마무리 질의 응답 과학 글쓰기 구조화 방법 제시	6'	- 대표 사진 - 글쓰기 구조화 자료
평가	교과 내용평가 인성평가	다윈의 진화론 변이 자연선택 인간의 다양성	질문지에 대한 응답	6'	- 평가지

본시 수업 내용

1. 종으로서의 ‘인간’



출처 : 스마트폰 이모티콘

애플의 스마트폰 이모티콘이다. 어떤 생각이 드는지 말해보자.
 이모티콘은 특정 지역이나 특정 제조사에 국한되지 않고, 우리나라에서 생산되는 스마트폰에서도 나타나고 있다.

인종이란 무엇인가?

과학 연구에서 인종이라는 개념은 유전적인 근거가 없다.

인종은 우리를 규정짓고 갈라놓기 위해 만들어진 개념이다.

이런 개념은 어떻게 생겨나게 된 것이며, 이에 대한 다양한 의견을 살펴보자.

<새뮤얼 모턴(19세기 전반)>

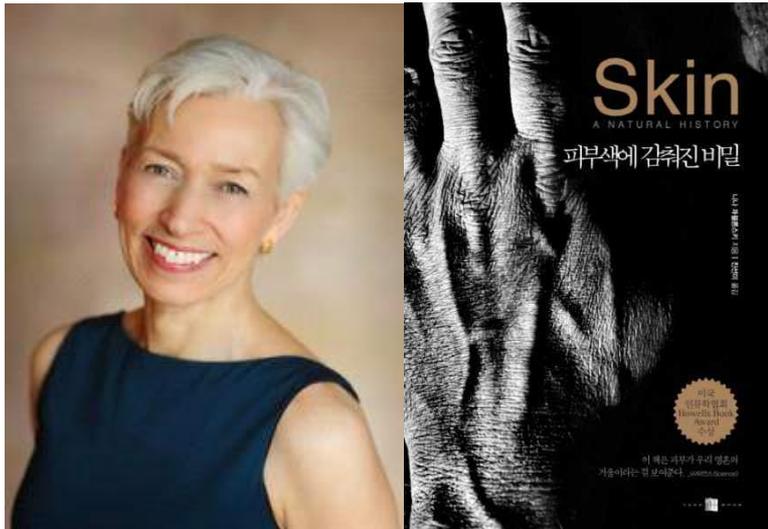


출처 : 구글 이미지

- 1851년 타계. 생물인류학 연구
- 두개골 수집, 후추씨를 담으며 두개골의 용적 측정
- 인간이 다섯 가지 인종으로 분류될 수 있으며, 인종은 신이 결정한 서열에 부합하는 뚜렷한 특질을 가지고 있다고 생각.

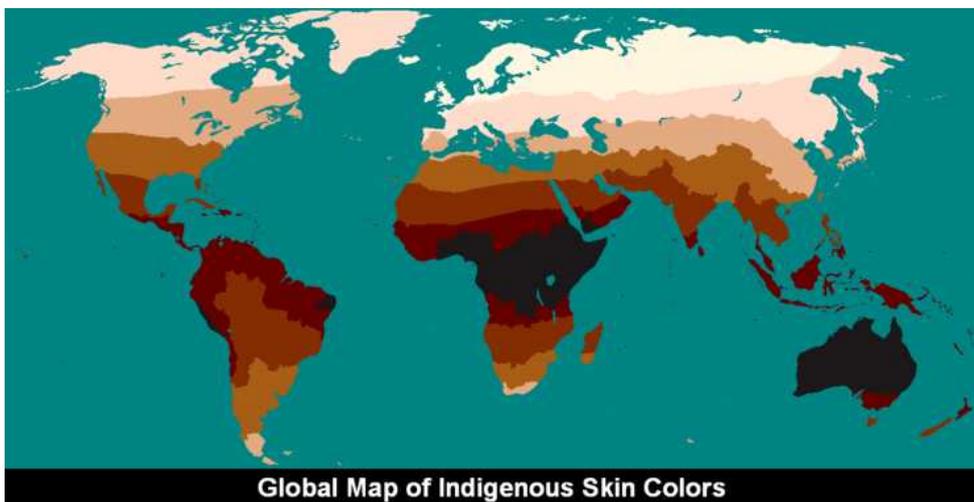
- 백인, 동아시아인, 동남아시아인, 북아메리카 원주민, 흑인 순으로 지적으로 우월.
- 1861년~1865년 미국의 남북전쟁 발발 이전까지 노예제 옹호에 이용됨

<니나 자블론스키>



출처 : 구글 이미지

- 펜실베이니아 주립대학교 인류학과 교수
- 인류와 비인간 영장류의 환경에 대한 진화적 적응을 연구, '스킨'(2012)
- 인공위성으로 촬영한 지구의 자외선 분포지도가 피부색 분포와 거의 일치한다는 사실 확인
- 아프리카와 호주, 서인도제도, 폴리네시아 원주민들은 강력한 자외선을 막기 위해 피부가 검게 변한 반면, 북유럽 원주민들은 부족한 자외선을 최대한 흡수하기 위해 흰 피부를 가졌다고 봤다. 즉, 자연선택의 법칙에 따라 자외선 양이 많은 저위도 지역에서는 짙은 색 피부가, 자외선 양이 적은 고위도 지역으로 갈수록 옅은 색 피부가 대세를 이루었다.



출처 : 니나 자블론스키 '스킨'

“인간의 피부색이 다양하게 된 것은 인간이 다양한 환경에 따라 다르게 진화해왔기 때문”이며,
“피부색은 인종과 큰 연관이 없다.”

“피부색은 인종의 문제가 아니라 다양한 환경에서 살아남기 위한 인류의 **진화적 선택의 문제**
다.”



출처 :구글 이미지

이처럼 종으로서의 인간을 구분하고 분류해서 우위를 따지고자 하는 과학자들이 있는가 하면,
그것은 편견과도 같은 것이며, 보다 근본적인 종으로서 인간의 특징을 살펴보고자 하는 노력
도 이뤄지고 있다.

2. 다윈의 진화론

앞서 살펴본 것에서 중요한 단어는 ‘**진화적 선택의 문제**’이다. 그렇다면 진화적 선택의 문제는
어떤 방식으로 일어나는가?

1) 변이란?

개체 사이에서 나타나는 습성, 형태 등의 형질 차이를 말한다.

유전적 변이와 비유전적 변이로 나뉘는데, 운동을 통해 단련된 근육을 가진 사람의 형질은 비
유전적 변이로 다음 세대에 유전되지 않는다.

2) 자연선택이란?

변이에 따라 개체마다 환경에 적응하는 능력이 다른데 환경에 적응하기 유리한 변이를 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 생존 경쟁에서 살아남을 가능성이 높아 더 많은 자손을 남긴다.

3) 다윈의 진화론(1859년 '종의 기원' 출판)

변이와 자연선택으로 설정할 수 있다. 즉, 생존경쟁에서 살아남은 개체가 생존에 유리한 변이를 자손에게 전달하여 생존에 유리한 변이를 가진 개체가 증가하며, 이 과정이 누적되어 생물이 진화한다.

※ 한계점- 유전자의 역할이 밝혀지기 이전이었기 때문에 변이의 원인을 설명하지 못함. (멘델 1865년, 식물잡종에 대한 실험) 그러나 어렵פות이 다음세대로 전달되는 요소가 있다고 생각함.

<교과서 참조>

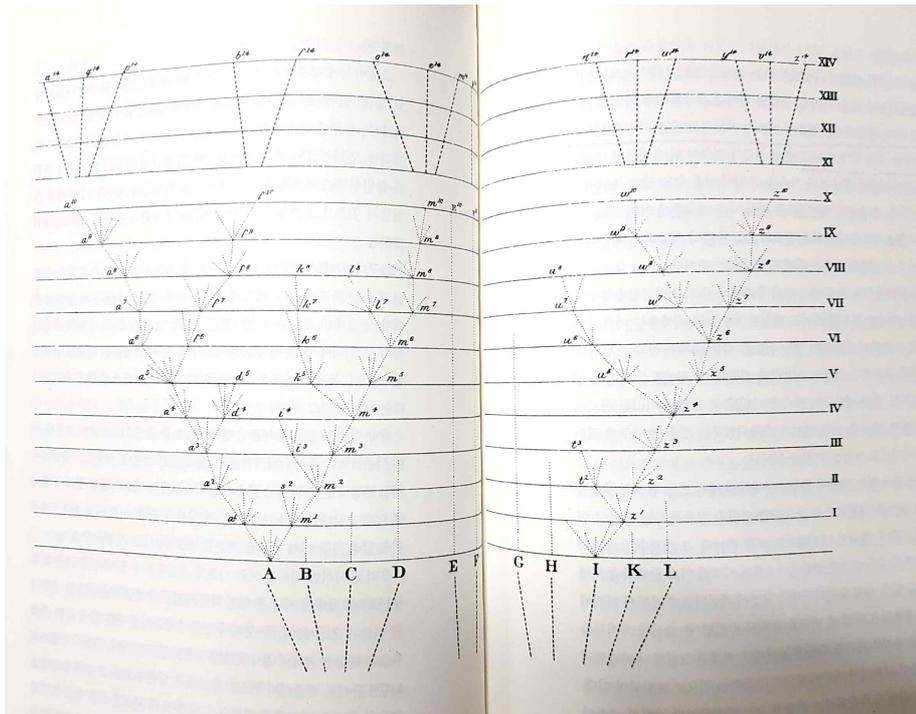
1) 자연선택설로 설명한 기린의 진화

- 기린중에는 목이 짧은 것과 긴 것이 있었으나 목이 긴 것이 생존에 유리하여 살아남게 되었고, 그 형질이 대를 거듭하면서 자손에게 유전되어 현재와 같이 목이 긴 기린이 되었다.

즉, 과잉생산과 변이-생존 경쟁-자연선택-유전과 진화

- 기린 목이 길어진 이유도 먹이 요소만 생각할 것이 아니라 다양한 환경에 적합한 개체가 살아남고, 자손을 남기다 보니 생긴 결과라는 인식 중요

※ 참조 : 라마르크의 용불용설 설명.



다윈이 종의 기원에서 제시한 '종의 기원' 그림

출처 : 다윈 '종의 기원'

- A-L은 한 지역에 살고 있는 커다란 속에 포함된 여러 종
- 여기서 중요한 것은 '진화는 아주 오랜 시간이 걸린다는 것'이다.
(다윈은 가로선의 간격은 1000세대라고 생각한다고 표현!!) 한 세대가 100년이라면, 대략 10만 년.

3. 다윈의 진화론이 과학과 사회에 준 영향

앞서 설명한 새뮤얼 모턴의 두개골 실험은 결국 노예 제도를 옹호하는 데 쓰인 사례로, 과학의 오점이라는 의견도 많다.

그만큼 과학의 이론은 발표되는 순간 과학과 사회에 큰 영향을 줄 수 있다.

다윈은 당시 '종의 기원'의 출판을 오랜 시간(20년 정도)동안 미뤘다. 자신의 이론이 발표된다면 과학계뿐만 아니라 사회에서도 큰 논란이 될 것임을 알았기 때문이다.

왜냐하면 당시는 신의 영역이 커서 창조론이 대세였고, 종은 변화하지 않는다는 의견이 우세했다.

사회진화론의 경우 사회도 생존 경쟁이 일어나 가장 적합한 것만이 살아남는다는 자본주의의 근간이 되었고, 학교에서도 마찬가지로 적자생존 등으로 설명하며 경쟁을 합리화하기도 했다.

4. 종으로서의 인간의 다양성

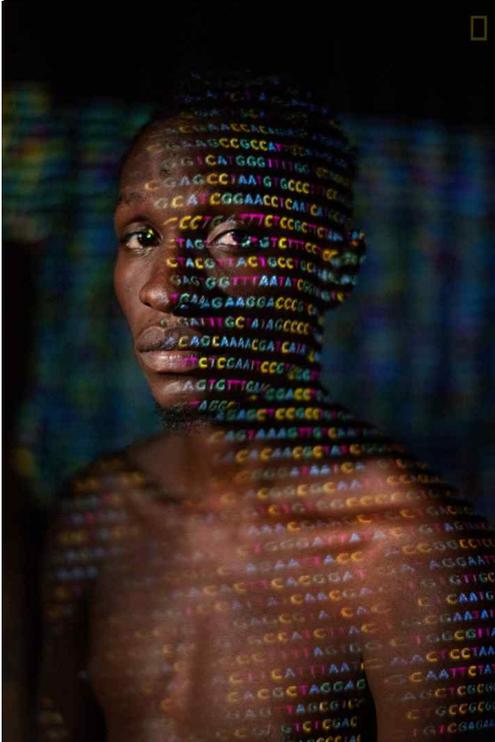
알비니즘(Albinism, 백색증)이란?

인간의 피부색은 멜라닌 색소의 많고 적음으로 나타나는데, 백색증은 멜라닌 색소의 일정량이 생산되지 않아 발생하는 유전질환의 한 종류다.

알비니즘을 가진 사람들은 출생 시부터 피부와 머리카락, 홍채에 소량의 색소를 가지거나 전혀 없다.

이어지는 영상을 통해 백색증을 가진 사람의 모습을 살펴보고, 백색증을 가진 사람들에 대해 우리는 어떤 인식을 하고 있는지 생각해 보자.

<https://youtu.be/tgqD4WVB3t0>



출처 : 내셔널 지오그래픽(2018. 4)

내셔널 지오그래픽 2018년 4월호에 실린 사진이다. 결국 다양한 모습을 하고 있는 인간 역시 유전적으로 ‘인간종’으로서의 다양성을 가지고 살아간다는 사실을 알 수 있다. 틀린 것이 아닌 다름을 인정하는 것. 변이는 좋고 나쁨이 아닌 진화의 원동력임을 인식하자.

5. 과학 글쓰기 구조화 방법 제시

1. 서론 : 문제 제기
 - 가. 실태 또는 문제점 제시
 - 나. 논지 제시
2. 본론1 : 조건의 검토
 - 가. 바람직하지 않은 상태 분석 1
 - 나. 바람직하지 않은 상태 분석 2
3. 본론2 : 이상 상태 또는 바람직한 방향 제시
 - 가. 상태 1에 따른 바람직한 방향
 - 나. 상태 2에 따른 바람직한 방향
4. 결론 : 요약, 강조

6. 평가

- 1) 개체 사이에서 나타나는 습성, 형태 등의 형질 차이를 무엇이라고 하는가?
(변이)
- 2) 개체마다 환경에 적응하는 능력이 다른데 환경에 적응하기 유리한 변이를 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 생존 경쟁에서 살아남을 가능성이 높아 더 많은 자손을 남기는 것을 다윈의 진화론에서는 무엇이라고 설명하는가?
(자연선택)
- 3) 다문화 사회를 살아가는 우리가 가져야 할 가치를 ‘인종 차별’의 문제와 연관해 이상적인 사회는 어떻게 나아가야 하는지를 기술하시오.(이상제시형 과학 글쓰기)

과학 글쓰기 평가지

학년 반 번 이름

1. 개체 사이에서 나타나는 습성, 형태 등의 형질 차이를 무엇이라고 하는가?
2. 개체마다 환경에 적응하는 능력이 다른데 환경에 적응하기 유리한 변이를 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 생존 경쟁에서 살아남을 가능성이 높아 더 많은 자손을 남기는 것을 다윈의 진화론에서는 무엇이라고 설명하는가?
3. 과학 연구가 사회에 미치는 영향을 한 가지 이상 제시하시오.
4. 인간의 피부색이 다른 이유를 수업에 근거해 설명하시오.
5. 수업중 제시한 새뮤얼 모던의 실험에 대해 비판적 의견을 한 가지 이상 제시하시오.
6. 다문화 사회를 살아가는 우리가 가져야 할 가치를 ‘인종 차별’의 문제와 연관해 이상적인 사회는 어떻게 나아가야 하는지를 기술하시오.(이상제시형 과학 글쓰기)

4. SSI 글쓰기 활동 수행을 통한 적용 결과 분석

1) SSI 글쓰기 활동의 핵심역량 표현 분석

첫 번째 SSI 글쓰기 활동은 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방향을 모색해 보는 ‘이상제시형’ 글쓰기를 실시했다. 따라서 과학 핵심역량 관점에서는 방향 모색이라는 관점에서 ‘과학적 사고력’과 ‘과학적 문제해결력’과 깊은 연관이 있다. 예비 생물교사의 글쓰기를 통해 이러한 핵심역량이 어떻게 표현되었는지를 분석했다.

예비 생물교사 B는 일상생활 속에서 동물과의 교감이 어떻게 일어나는지를 말하며, 주인도 동물도 서로 공감하며 영향을 받아 건강하게 살아가 수 있는 방안을 제시하고 있다. 대표적인 과학적 문제해결력이 표현된 예라고 할 수 있다.

특히 예비 생물교사 G는 ‘경험을 통한 주장은 존중받을 필요가 있다’고 말하며, 합리적 사고의 중요성을 강조하고 있으며, 예비 생물교사 M 역시 ‘포식과 피식은 자연스러운 행위’로 동물과 인간이 함께 살아가기 어렵다는 비판적 사고를 하고 있다. 이는 과학적 사고력 함양의 예라 할 수 있다.

두 번째 이유는 동물들은 공감 능력이 뛰어나기 때문입니다. [제시문 나]에서는 장기적으로 개의 스트레스를 좌우하는 것은 주인의 성격으로 드러나고, 우울, 불안 등 정서적 성향을 나타내는 신경증이 가장 큰 영향을 미쳤다고 나와 있습니다. 그렇다면 주인이 우울, 불안 같은 성격을 지니지 않고 행복과 기쁨, 즐거움으로 가득 차 건강히 살아간다면 같이 지내는 동물들도 함께 공감하며 영향을 받아 건강하게 살아갈 수 있을 것입니다. (예비 생물교사 B)

절대 모두는 조화롭게 살 수는 없다. 사람 간의 관계에서, 모든 이들은 자신의 경험을 통한 주장을 존중받을 필요가 있다. 설령 그것이 틀린 것임에도 어떻게 나온 주장이나 행동이고, 왜 그것이 틀렸다고 인지했는지를 고려해야 한다. 동물도 다르지 않다. (예비 생물교사 G)

인간도 그렇듯 거의 모든 동물종은 서로 포식과 피식의 관계를 갖는다. 이는

영양분을 섭취하기 위한 자연스러운 행위로 곧 자연의 이치이다. 따라서 서로 포식과 피식 관계의 프레임에 있는 이상 동물과 인간은 함께 건강하게 살아가기 어렵다. (예비 생물교사 M)

예비 생물교사 I는 유튜브 채널의 운영자가 동물 학대 논란에 휩싸인 사건에 대해 언급하고 있는데, 이는 자료 선택의 측면에서 과학적 문제해결력 함양을 위한 구체적인 일상생활 속 문제를 파악하는 모습을 보였다. 아울러, 이러한 상황에서 우리에게 필요한 태도는 무엇인가에 대해 알아보고자 하는 의지를 표현했다. 예비생물교사 P는 문제에서 제시한 자료를 근거로 인간이 동물을 이해하는 수준이 점차 증가하고 있다고 사고했다. 여기에서 더 나아가 과학 기술의 발달로 인해 동물과 인간의 교감이 어디까지 진행되고 있는지 구체적 사례를 모색한 후 동물을 더욱 깊이 이해할 수 있는 실천방법을 모색해 나가는 면에서 과학적 문제해결력 함양을 위한 구체적인 실천 모습을 드러냈다.

최근 한 유명 동물 유튜브 채널의 운영자가 동물 학대 논란에 휩싸이며 화제가 되었다. 특히 운영자가 수의대생으로 알려져 그 충격은 배가 되었다. 이 사건을 계기로 반려동물 주인의 윤리의식의 필요성이 강조되고 있다. 과연 인간이 동물과 건강하게 살아갈 수 있을 것인가? 그렇다면 우리에게 필요한 태도는 무엇인가? (예비 생물교사 I)

인간이 동물을 이해하는 것은 힘들지만, 상기한 지문들이 말해주는 것은 과학이 발달함에 따라 인간이 동물을 이해하는 수준이 점차 증가하고 있음을 보여주는 예시이기도 하다. 예전에 우리는 단순히 동물이 보이는 행동이나 반응 등을 토대로 그 생각이나 감정을 추론하는 데에 그쳤다고 한다면, 지금은 발달한 기술을 통해 동물들이 무엇을 느끼고 또 어떤 행동을 할 수 있는지, 또 어떤 수준의 인지를 하고 있는가 따위를 체계적으로 분석할 수 있게 되었다. 이는 기술과 과학이 발달함에 따라 더더욱 깊이 있는 연구로 발전할 것이고, 이후에는 동물들을 더욱 깊이 이해할 수 있게 될 것이다. (예비 생물교사 P)

두 번째 SSI 글쓰기 활동은 인공지능이 인간의 삶 속에 깊숙이 다가온 현실을

통해 앞으로 이러한 상태가 지속된다면 인공지능과 인간의 위치변화까지도 예견된다는 ‘평가비관형’ 글쓰기를 실시했다. 과학 핵심역량 관점에서는 방향 모색이라는 관점에서 ‘과학적 사고력’과 ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’등 핵심역량 전반에 걸쳐 깊은 연관이 있다.

예비 생물교사 A는 이미 진행 중인 인공지능 개발을 막을 수 없으나, 이를 인식하고 함께 나아가는 방향을 모색해야 한다는 합리적 사고를 하고 있었다. 예비 생물교사 B 역시 인공지능을 적절히 사용하면 인류도 함께 발전할 수 있다는 생각을 전개하며 실천방법을 모색하는 등 과학적 사고력과 과학적 문제해결력 전반에 걸친 글쓰기가 이루어지고 있었다. 이러한 표현은 주어진 글쓰기 문제의 목적을 제대로 파악하고 글을 전개해 나가는 기본이 되고 있었으며, 글의 표현 전반이 과학 핵심역량 함양의 긍정적인 결과로 나타났다.

우리는 이미 진행 중인 인공지능 개발을 막을 수 없다. 그러니 두려움에 사로잡히기보다는 이것이 사회의 한 흐름이자 변화임을 인식하고, 발달에 발맞추어 함께 나아가는 것이 옳지 않을까. (예비 생물교사 A)

이 두 가지 이유로 인해 나는 인공지능이 인류의 힘과 지능을 넘어서는 날이 올 것이라 생각한다. 하지만 인공지능을 발전시키는 것처럼, 인류 또한 스스로 개발하고 발전에 힘쓰다면 인공지능을 적절히 사용하면서 인류도 함께 발전할 수 있지 않을까 생각한다. (예비 생물교사 B)

예비 생물교사 F는 ‘인공지능이 마냥 좋은 점만 가지고 있다고 할 수는 없다’며 비판적 사고를 하고 있었다. 이를 뒷받침하기 위해 아마존고의 무인점포 사례와 일본의 보험회사 사례를 예로 들어 설명하면서 일상생활속 과학적 문제를 파악하는 것뿐만 아니라 다양한 근거자료를 선택하고 이를 논리적으로 평가하는 등 비판적 사고의 대표적인 글쓰기 결과로 이어졌다.

하지만 인공지능이 마냥 좋은 점만 가지고 있다고 할 수는 없다. 인공지능이 인간이 수행하는 일을 대신 해나감에 따라 인간이 설 자리는 점점 사라지고 있다. 인공지능을 활용한 무인점포인 아마존고(Amazon Go)의 사례만 봐도, 원래

매장에서 필요한 직원이 약 90명 정도였다면 아마존고에서는 약 6명 정도만 있어도 운영이 가능하다. 일본의 보험회사 후코쿠생명은 보험금 사정 업무를 인공지능에 맡겨 인건비를 줄였고, 다른 여러 보험회사들로 크게 다르지 않다. 전 세계적으로 실직자가 많아질 것이라는 전망을 예측하는 연구보고서도 많이 등장했다. (예비 생물교사 F)

예비 생물교사 J는 인공지능으로 인해 미래에는 인간의 존재 가치가 부정당할 수도 있다는 다소 어두운 예측을 하며, 결과적으로 인공지능 도입에 대한 적절한 규제방안 마련을 촉구하고 있었다. 문제해결방안을 마련하고, 이를 실천하기 위한 방법을 모색하는 글쓰기로 이어지면서 과학적 문제해결력 함양이 이루어졌다고 평가했다.

인간의 편리를 위해 인공지능을 지나치게 사용한다면 결국 설 자리가 없어지는 인간일 것이다. 지금 당장은 인간의 일자리가 줄어드는 것이 문제지만 미래에는 인간의 존재 가치가 부정당할 수도 있다고 생각한다. 인공지능을 개발하고 인간의 삶을 편리하게 해주는 것은 좋지만 너무 과도해선 안 된다. 인공지능을 도입하는 데에 있어서 적절한 규제방안을 마련해야 할 것이다. (예비 생물교사 J)

세 번째 SSI 글쓰기 활동은 제주에서 오존주의보가 발령된 문제 상황을 언급하며, 이를 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하도록 요구하는 ‘목표지향형’ 글쓰기를 실시했다. 과학 핵심역량 관점에서는 문제 상황에 대해 바람직한 방향을 모색한다는 점에서 ‘과학적 문제해결력’과 ‘과학적 의사소통 능력’ 등 핵심역량과 전반적인 면에서 관계가 있다.

예비 생물교사 C는 대기오염에 대한 책임은 우리나라뿐만 아니라 주변국의 협조가 절실히 필요하다는 의견을 제시하며, 이들 나라에 오염 방지를 위한 협력이 이뤄질 수 있도록 설득해야 한다고 주장하고 있었다. 상대방의 의견을 수용하는 것에는 주변국과의 조율이 필요하다는 것, 그리고 오염 방지를 위한 노력이 궁극적으로 일자리 창출과 경제성장까지도 연관이 있다는 과학적 근거를 기반으로 한 논증, 즉 다양한 의사표현 방법의 제시라는 점에서 과학적 의사소통 능력이

크게 향상된 것으로 분석됐다. 일상생활 속의 과학적 문제를 파악하는 것에서 나아가 주변국과의 의사소통뿐만 아니라 건강, 일자리, 경제 등으로 사고의 폭을 넓혀가는 모습이 두드러졌다.

우리가 중국을 상대로 중국 동부 지역의 공장에 공기정화 필터를 사용하도록 건의해야 한다. 중국도 현재 대기오염으로 몸살을 앓고 있다. 결국 초기에 비용은 많이 들겠지만 결국 필터를 설치하는 것이 중국 자국민의 건강에 도움이 되는 것이다. 또한 필터를 설치하는 인력이나 연구기관에 새로운 일자리를 창출하는 것이니 경제 성장에도 나쁜 도움이 될 것이다. 이러한 점들을 중국정부 그리고 중국 자국민들에게 설득시키면 그들도 좋고 결국에 제주에서 발생한 오존 문제도 해결할 수 있게 된다. (예비 생물교사 C)

예비 생물교사 D는 대기오염 물질이 생기는 원인을 과학적으로 파악함으로써 원인 물질을 줄이는 것이 문제해결의 열쇠임을 과학적 근거로 논증하고 있었다. 예비 생물교사 F는 오염물질 저감을 위한 방안 마련에서 더 나아가 시민들의 자발적 참여를 유도하기 위한 정부의 역할을 강조함으로써 일상생활과 과학을 연관시키는 모습을 보였다. 이는 과학과 일상생활이 전혀 다른 분야가 아니며, 일상의 문제를 해결하기 위해서는 과학적 해결력이 필요함을 보여주고 있었다. 특히 예비 생물교사 J의 글쓰기에서 시민들의 적극적인 협조와 이를 실천할 수 있는 구체적인 방안을 제시하고 있었는데, 이는 궁극적으로 대기오염이 공동체의 문제이며, 과학적으로 문제를 해결하는 방안을 제시함과 동시에 실천방안 모색을 하고 있다는 점에서 과학적 문제해결력과 과학적 의사소통 능력, 그리고 과학적 참여와 평생학습 능력 전반의 향상을 보였다.

대기 중 고농도 오존은 질소산화물, 탄화수소, 메탄, 일산화탄소 등과 같은 대기오염물질이 햇빛을 받아 광화학 반응을 일으켜서 생기는 2차 오염물질이다. 특히 휘발성유기화합물(VOCs)과 질소산화물(NOx)이 가장 큰 원인이 된다. 그렇기 때문에 [제시문 나]와 같은 상황을 해결하기 위해서는 우리의 생활 속에서 휘발성유기화합물과 질소산화물을 줄여야만 한다. (예비 생물교사 D)

이와 같은 방안들을 마련하는 것도 중요하지만, 시민들이 자발적으로 참여할 수 있도록 홍보하는 것이 가장 중요할 것이다. 정부가 알맞은 대책을 마련하고 시민들이 적극적으로 참여한다면 대기 중 오존 농도를 저감시킬 수 있을 것이다. (예비 생물교사 F)

오존 저감을 위해서는 국가적 규제뿐만 아니라 시민들의 적극적인 협조가 필요하다. 자가용 이용시 버스 이용시보다 약 1.3배의 질소산화물이 발생하므로 렌트카, 자가용과 같은 승용차의 운행을 줄이고 대중교통을 이용하도록 한다. 또한 자동차의 에어컨 사용시 오염물질 배출량은 최대 50%까지 증가하므로 여름철 차량 내 에어컨의 사용을 줄인다. 기타 유기용제를 사용하는 페인트나 스프레이 등의 사용을 자제하여 휘발성 유기화합물질의 배출을 줄여야 한다. (예비 생물교사 J)

세 차례의 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기를 통해 예비 생물교사들이 과학 핵심역량을 어떻게 표현하며 함양하고 있는지를 글쓰기에 나타난 표현을 중심으로 살펴보았다. 첫 번째 SSI 글쓰기 활동은 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위한 방향을 모색해 보는 ‘이상제시형’ 글쓰기를 실시해 ‘과학적 사고력’과 ‘과학적 문제해결력’의 과학 핵심역량 함양을 목표로 했는데 예비 생물교사들은 동물과의 교감, 비판적 사고, 합리적 사고의 중요성뿐만 아니라, 일상생활과의 연관성 등을 언급하며 글쓰기의 목적에 부합하는 결과를 보여주었다. 두 번째 글쓰기에서도 인공지능이 인간의 삶 속에 깊숙이 다가온 현실을 통해 앞으로 이러한 상태가 지속된다면 인공지능과 인간의 위치변화까지도 예견된다는 ‘평가비판형’ 글쓰기를 실시해 ‘과학적 사고력’과 ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’ 등 핵심역량 전반 함양을 목표로 했다. 두 번째 글쓰기에서 두드러진 특징은 문제 해결을 위한 실천방법을 모색하는 글이 주를 이루었으며, 글쓰기의 목적을 제대로 파악해 글을 전개해나가는 양상을 보였다. 특히 일본과 미국의 사례를 예로 들며 일상생활 속에서 과학적으로 문제를 해결해 나가려는 노력이 돋보였으며, 이를 통해 비판적 사고를 하고 있음이 분명히 드러났다. 세 번째 SSI 글쓰기 활동은 제주에서 오존주의보가 발령된 문제 상황을 언급하며, 이를 해결하기 위한 바람직한 방향을 제시하도록 요구하는 ‘목표지향형’ 글쓰기를 실시해 ‘과학적

문제해결력'과 '과학적 의사소통 능력' 등 핵심역량과 전반을 함양을 목표로 했다. 보다 숙련된 글쓰기 표현이 예비 생물교사 글쓰기에서 전반적으로 나타났으며, 특히 대기오염 물질이 생기는 원인을 과학적으로 파악해 원인 물질을 줄이는 것을 중점적으로 제시하며 과학적 문제해결력의 함양이 이뤄지고 있음이 드러났다. 더욱 눈여겨볼 사항은 시민들의 실천의식이 필요하다는 표현이었으며, 궁극적으로 공동체의 문제를 과학적 의사소통 능력을 함양해 함께 해결해 나가야 한다고 표현하면서 과학적 문제해결력과 과학적 의사소통 능력, 그리고 과학적 참여와 평생학습 능력 전반의 향상을 보였다.

2) SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석

SSI 글쓰기는 세 차례에 걸쳐 실시했으며, 16명의 학생들이 참여했다. 첫 번째 글쓰기의 예시는 <표 IV-52>와 같다. 예비 생물교사 I의 경우 담화 클러스터 분석 결과 문제의 논점 확인에서부터 다양한 관점 및 자료의 탐색, 설득력 있는 안에 대한 탐색, 그리고 절충안 또는 대안마련이라는 담화구조의 특징을 잘 표현하며, 담화요소 역시 다양한 관점의 고려, 증거에 기반한 추론, 지속적인 탐구와 회의적 사고가 잘 드러나 있었다. 특히 SSI 글쓰기에서 요구하는 도덕·윤리적 민감성 부분이 제시되면서 SSI 글쓰기의 목표를 잘 이해하는 특성을 보였다.

첫 번째 글쓰기에서 학생들은 <표 IV-53>에서 보는 것과 같이 담화 클러스터로는 ③ 다양한 관점 및 자료의 탐색 부분에 대해 글쓰기가 주로 이루어지는 모습을 보였고, 담화 요소로는 A, B, C, D 각각 15, 22, 7, 14개로 고른 양상을 보였다.

<표 IV-52> 제1차 SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 예시

	SSI 주제 글쓰기(1회)	담화 클러스터	담화 요소			
			A	B	C	D
예비 생물교사 I	최근 한 유명 동물 유튜브 채널의 운영자가 동물 학대 논란에 휩싸이며 화제가 되었다. 특히 운영자가 수의대생으로 알려져 그 충격은 배가 되었다. 이 사건을 계기로 반려동물 주인의 윤리의식의 필요성이 강조되고 있다. 과연 인	① 문제의 논점 확인	A2			

<p>간이 동물과 건강하게 살아갈 수 있을 것인가? 그렇다면 우리에게 필요한 태도는 무엇인가? 먼저 동물에 대해서 이해해야 한다. 영장류학자로 유명한 프란스 드 발의 저서 '동물의 생각에 관한 생각'에 따르면 동물들은 각기 다른 부속 기관에 관련된 인지를 전문화한다고 하였다. 예를 들어 인간과 코끼리를 비교하였을 때, 코끼리는 인간보다 세 배 많은 신경세포를 가지고 있다. 그런데 코끼리는 신경세포 대부분이 소뇌에 위치하여 인간보다 지능이 낮다고 생각한다. 하지만 코끼리는 냄새를 맡고 물체를 붙잡고 촉감을 느끼는 일을 하는 아주 민감한 기관인 코를 마치 입처럼, 손처럼 사용한다. 다른 동물들도 코끼리의 코처럼 특정 기관의 지능을 통해 세상에 대해 인지한다. 동물들은 각기 다른 방식을 통해서 인지를 달성한다. 그렇다면 그 과정에서 사람이 영향을 줄까? 그 질문에 답은 '그렇다.'이다. 안-소피 스투만 연구팀의 연구에 따르면 주인의 스트레스는 개의 스트레스에 영향을 준다고 발표하였다. 또한, 주인의 성격이 개의 스트레스에 영향을 준다고 하였다. 하지만 반대로 개의 스트레스가 인간의 스트레스에 영향을 주지 않는다고 하였는데, 이는 사람은 개의 삶에 훨씬 더 핵심적인 부분을 차지하지만, 사람은 다른 사회적 네트워크를 더 중시하기 때문이다. 이러한 연구를 통해 인간이 동물에게 스트레스를 비롯한 다양한 영향을 주는 것을 알 수 있다. 이제 처음 던졌던 질문에 답을 해보자. 인간은 동물과 건강하게 살아갈 수 있을까? 앞서 보았던 점들을 정리해보면 동물은 각기 다른 기관을 통해 인지를 달성하며 이 과정에서 인간들이 영향을 주기도 한다는 것이다. 이점을 통해서 동물이 인간이 함께 살아가는 방법에 대해 고민할 수 있다. 동물은 인간의 영향을 받으므로 인간이 먼저 우선으로 좋은 모습, 건강한 모습을 보인다면 이에 반응하여 동물도 건강한 모습을 보일 것이다.</p> <p>인간은 부모, 동물은 마치 자녀와 같다. '자녀는 부모의 거울이다.'라는 말처럼 인간의 행동이 동물의 인지와 행동의 영향을 준다. 그렇기에 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 위해서는 인간이 먼저 건강하게 살아야 한다.</p>						
	③ 다양한 관점 및 자료의 탐색		B1			
	③ 다양한 관점 및 자료의 탐색			C1		
	⑤ 설득력 있는 안에 대한 선택					D1
⑥ 절충안 또는 대안 마련					D4	

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-53> 제1차 SSI 주제 글쓰기의 담화 클러스터와 담화 요소 분석

클러스터							담화요소							
	①	②	③	④	⑤	⑥	A		B		C		D	
							요소	개수	요소	개수	요소	개수	요소	개수
							19	8	24	1	6	3	A1	6
							A2	9	B2	1	C2	1	D2	2
							A3	-	B3	-	C3	3	D3	-
							A4	-	B4	-	C4	1	D4	4
									B5	-	C5	-	D5	1
총합	19	8	24	1	6	3	A	15	B	22	C	7	D	14

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

두 번째 글쓰기의 예시는 <표 IV-54>와 같다. 예비 생물교사 M의 경우 인공지능에 대해 두 가지 견해를 제시하며 담화 클러스터 분석 결과 ② 개별 입장의 교환에 많은 비중을 할애하는 모습을 보였다. 이에 따라 담화요소 역시 증거에 기반한 추론이 잘 드러나 있었으며, 특히 D5, 즉 책임감과 실천의지라는 SSI 글쓰기의 핵심 목표가 드러나는 글을 제시했다.

두 번째 글쓰기에서 학생들은 <표 IV-55>에서 보는 것과 같이 담화 클러스터로는 첫 번째 글쓰기와 유사하게 ③ 다양한 관점 및 자료의 탐색 부분에 대해 글쓰기가 주로 이루어지는 모습을 보였고, 담화 요소로는 A, B, C, D 각각 18, 24, 5, 16개로 고른 양상을 보였다.

<표 IV-54> 제2차 SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 예시

	SSI 주제 글쓰기(2회)	담화 클러스터	담화 요소			
			A	B	C	D
예비 생물교사 M	과거에는 단순히 인간의 근력을 넘어서는 예를 들면, 트랙터나 포크레인처럼 기계를 만들어서 우리의 삶에 더욱 도움을 주었다. 현대에는 그런 기계들을 넘어서 일종의 지능을 가진 인공지능이 탄생하게 되었다. 현재 단순히 힘이 부족해서 하는 일들을 포함하여, 단순한 노동직 예를 들면, 카운터 계산이나 운전같은 일들을 도맡아 할 수 있는 단계까지 왔다. 이러한 인공지능은 시간이 지날수록 더욱 발전하고 우리의 삶에 더욱 깊고, 필수적인 존재가 될 것이다.	① 문제의 논점 확인	A2			
	현대에는 이러한 인공지능의 발전에 대해서 많은 사람들이 갑론을박을 펼친다. 그 중 크게 긍정적인 견해와 부정적인 견해로 나눌 수 있는데, 긍정적인 견해는 “인공지능이 우리의 삶에 꼭 필요한 일들을 도맡아 하면서, 우리 인	③ 다양한 관점 및 자료의 탐색		B1		

<p>간들은 더욱 고차원적인 일들을 할 수 있는 시간을 갖게 되어 좋을 것이다.” 라는 의견이고 부정적인 견해는 “급속도로 발전하는 인공지능이 우리인간의 삶에 필수적으로 끼어들어, 우리 인간들의 일자리 같은 삶을 잃게 만들 것이고, 더 나아가 자연스러운 움직임이나 지능개발을 방해해, 인간은 퇴보하게 될 것이다.” 라는 견해이다.</p>			
<p>필자는 두 견해 모두 일리가 있고, 근거가 충분하다고 생각한다. 그 이유는 먼저 긍정적인 견해를 생각하면, 만약 인공지능이 청소, 설거지, 빨래같은 집안일들을 도맡아 한다면, 우리는 그 시간을 공부하거나, 책을 읽거나 혹은 여가생활을 할수도 있고, 그냥 미뤄왔던 잠이라도 잔다면 우리의 삶은 더욱 윤택해지고 좋을 것이고, 더 나아가 운전이나 계산같은 일들까지 인공지능이 도맡아 한다면, 현재보다 더욱 좋은 삶을 이뤄나갈 수 있다. 이러한 것들은 일부 벌써 실현되고 있다. 예를들면 여러분은 마트에서 장을보고 계산대에 줄이 길게 늘어져 힘들었던 기억이 있을 것이다. 미국 워싱턴주에 있는 아마존고 마트는 이러한 일이 일어나지않는다. 왜냐하면 카트를 가지고 자동으로 나가는 순간 계산이 되기 때문이다.</p>	<p>②개별 입장의 교환</p>		
<p>부정적인 견해를 생각하면, 몇가지를 예를 들 수 있다. 그 중 하나가 디지털 치매인데 디지털 치매란 나이가 들며 발생하는 퇴행성 치매와 달리 자리면서 일정수준에 도달해야 할 뇌기능이 그 밑에 수준에 걸도는 것을 말한다. 예를 들면 과거에는 사람들이 중요한 전화번호를 외면서 생활을 했다. 하지만 지금은 스마트폰 전화번호부에서 터치 몇 번이면 바로 전화를 연결할 수 있어 굳이 전화번호를 외울 필요가 없다. 이러한 사소한 습관들은 발달기에 있는 어린이와 청소년에게 더욱 치명적일 수 있는데, 이미 연구를 통해서 성장기에 있는 아이들은 밖으로 나가서 친구들과 뛰어 놀며, 신체의 기능을 강화시키고, 사회생활 배우며 발달한다. 하지만 현재는 스마트폰과 인공지능의 발달에 따라, 밖으로 나가지도 않고 친구들을 만나지도 않으면서 신체의 발달과 사회성의 발달을 저해시키고 있다. 인공지능의 발달로 생기는 부정적인 의견 중에 일자를 빼어가 우리의 삶의 터전을 잃어버린다는 의견도 있다. 이 의견은 긍정적인 의견과 같이 나오는 양날의 칼 같은 느낌인데, 계산, 우리 인간들은 인공지능의 발달로 단순한 일들을 안하게 되면서, 삶을 더욱 윤택하게 하겠지만, 운전, 계산 같은 일들을 하면서 생계를 이어가시는 분들은 인공지능의 발달로 본인들의 일자리를 인공지능에게 빼앗겨 삶의 터전을 잃어버리게 된다는 것이다.</p>	<p>②개별 입장의 교환</p>	<p>B1</p>	
<p>지금까지 인공지능의 발달에 따라 생기는 긍정적인 견해</p>	<p>⑥ 절충안 또는</p>		<p>C3</p>

<p>와 부정적인 견해에 대해서 알아냈다. 필자가 생각하는 결론은 인공지능의 발달로 생기는 긍정적인 효과는 그대로 가져가되, 부정적인 효과는 우리인간들이 최대한 줄일수 있도록 해야한다는 것이다.</p> <p>필자가 생각하는 부정적인 효과를 줄이는 방법은 농구, 축구와 같은 전통적인 스포츠를 더욱 발달시키고 매체에서 홍보하고 국가차원에서 발달시켜, 성장기의 아이들이 스마트폰을 내던지고, 친구, 동료들과 즐겁게 할 수 있는 환경을 조성해야하며, 일자리 문제는 마찬가지로 국가차원에서 기술학교같은 교육시설을 강화하여 인공지능을 수리할수 있는 그런 대체적인 기술직을 육성하는 것으로 어느정도 부정적인 효과를 완충할 수 있다고 생각한다.</p> <p>멀지 않은 미래에 인공지능의 발달은 양날의 칼같은 느낌이지만, 부정적인 면보다 긍정적인 면이 더욱 날카로워지는 그런 미래의 사회가 되기위해 우리 모두 생각해보고 대책을 마련해야 될 것이다.</p>	<p>대안 마련</p> <p style="text-align: right;">D5</p>
--	---

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-55> 제2차 SSI 주제 글쓰기의 담화 클러스터와 담화 요소 분석

	클러스터						담화요소							
	①	②	③	④	⑤	⑥	A		B		C		D	
							요소	개수	요소	개수	요소	개수	요소	개수
	13	8	20	2	10	8	A1	6	B1	12	C1	-	D1	4
A2							8	B2	1	C2	-	D2	-	
A3							2	B3	8	C3	4	D3	1	
A4							2	B4	2	C4	-	D4	-	
								B5	1	C5	1	D5	11	
총합	13	8	20	2	10	8	A	18	B	24	C	5	D	16

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

세 번째 글쓰기의 예시는 <표 IV-56>과 같다. 예비 생물교사 J의 경우 담화 클러스터 분석 결과 서론에서 ③ 다양한 관점 및 자료의 탐색을 통해 ① 문제의 논점을 확인하는 특징을 보였으며 ② 개별 입장의 교환에 이어 ⑥ 절충안 또는 대안마련이 큰 비중을 차지하는 모습을 보였다. 이에 따라 담화요소 역시 B3, 근거의 관련성 탐색 및 관련 근거의 종합으로 시작하며 근거를 우선 제시했고, 결론에서는 정부정책뿐만 아니라 개개인의 환경오염을 줄이기 위한 노력을 제시하는 등 책임감과 실천의지가 강하게 표현되어 있었다.

세 번째 글쓰기에서 학생들은 <표 IV-57>에서 보는 것과 같이 담화 클러스터로는 앞의 두 번의 글쓰기와 유사하게 ③ 다양한 관점 및 자료의 탐색 부분에

대해 글쓰기가 주로 이루어지는 모습을 보였고, 담화 요소로는 A, B, C, D 각각 15, 30, 7, 10개로 B 부분에서 다소 증가하는 양상을 보였다.

<표 IV-56> 제3차 SSI 글쓰기 활동의 담화 클러스터 및 담화 요소 분석 예시

	SSI 주제 글쓰기(3회)	담화 클러스터	담화 요소			
			A	B	C	D
예비 생물교사 J	오존(O3)은 대기권 밖에서 자외선을 차단하여 생태계를 보호해주는 역할을 하지만, 지표면 근처에서는 사람의 호흡기와 농작물에 피해를 주는 유독한 물질이다. 대기 중의 오존은 차량 배기가스 등에서 나오는 질소산화물과 휘발성 유기화합물이 강한 햇빛과 광화학반응을 일으켜 생성된 2차 오염물질에 속하며, 오존에 반복하여 노출 시 가슴의 통증, 기침, 메스꺼움, 소화불량 등의 증상을 유발시키며 기관지염, 심장질환, 폐질환등이 악화될 수 있다.	③ 다양한 관점 및 자료의 탐색		B3		
	오존주의보는 대기 중의 시간당 오존 농도가 0.12ppm 이상일 때 내려지는데, 오존주의보가 내려지면 발령지역 내에서는 해제 시까지 스프레이, 드라이클리닝, 페인트 사용을 줄이고 승용차 사용을 자제하며 대중교통을 이용이 권고된다.	③ 다양한 관점 및 자료의 탐색				
	오존은 보통 오후 2-4시 사이에 정점을 찍지만 해안지역의 경우 바다에서 생기는 오존이 해풍을 타고 육지로 유입되기 때문에 밤에도 오존의 농도가 일정 수준 이상을 유지한다. 따라서 제주지역에서는 오존으로 인한 피해를 줄이려면 꼭 주의보가 내려지지 않더라도 근본적으로 오존의 발생 원인을 저감하는 대책들을 추진해야 한다.	① 문제의 논점 확인	A2			
	우선 오존의 주요 발생 원인물질인 질소산화물의 감소를 위해 자동차 배기가스의 규제 기준을 강화하고 현재 운행 중인 경유자동차를 저공해 연료 자동차로 대체한다. 또한 오존 농도가 증가하는 하절기에는 도장, 도로 포장으로 인한 오존의 발생을 저감시키고 주유소를 신설할때는 VOC 저감 대책을 마련하여 규제한다. 기타 세탁이나 인쇄시설에서도 휘발성 물질의 배출을 억제해야 한다.	② 개별 입장의 교환		B3		
오존 저감을 위해서는 국가적 규제 뿐만 아니라 시민들의 적극적인 협조가 필요하다. 자가용 이용시 버스 이용시보다 약 1.3배의 질소산화물이 발생하므로 렌트카, 자가용과 같은 승용차의 운행을 줄이고 대중교통을 이용하도록	⑥ 절충안 또는 대안 마련					

<p>한다. 또한 자동차의 에어컨 사용시 오염물질 배출량은 최대 50%까지 증가하므로 여름철 차량 내 에어컨의 사용을 줄인다. 기타 유기용제를 사용하는 페인트나 스프레이 등의 사용을 자제하여 휘발성 유기화합물질의 배출을 줄여야 한다.</p>				
<p>현재 환경부와 지방자치단체에서는 전국에 측정소를 구축하여 오존 농도를 측정하고 있으며, 매 시간 측정된 오존 농도를 대기오염 실시간 공개시스템(에어코리아)를 통해 공개하고 있다.정부는 언론 매체나 SNS, 인터넷 등을 통해 시민들에게 이러한 사실을 홍보하고, 시민들은 오존 저감을 위한 노력 뿐만 아니라 오존주의보에 적절한 대처(실외활동 자제 등)를 할 수 있도록 하여 발생한 오존오염에 대한 피해 또한 방지해야 할 것이다.</p>	<p>⑥ 절충안 또는 대안 마련</p>			<p>D5</p>

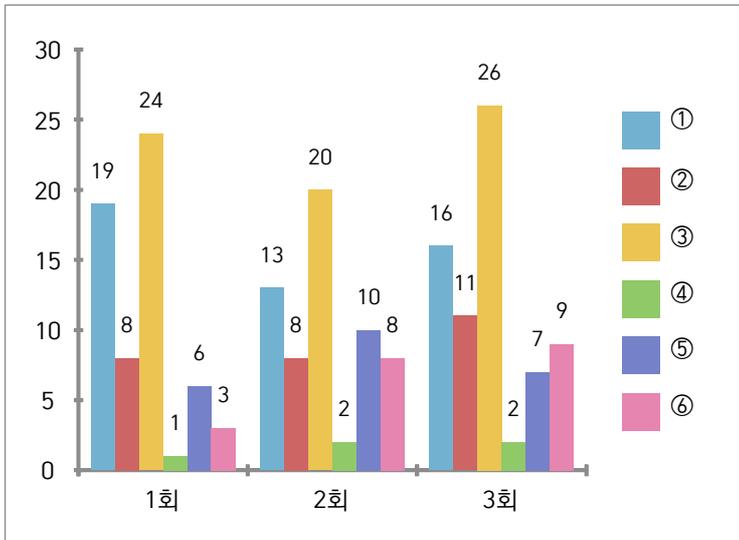
출처 : 김형미, 강경희(2020b)

<표 IV-57> 제3차 SSI 주제 글쓰기의 담화 클러스터와 담화 요소 분석

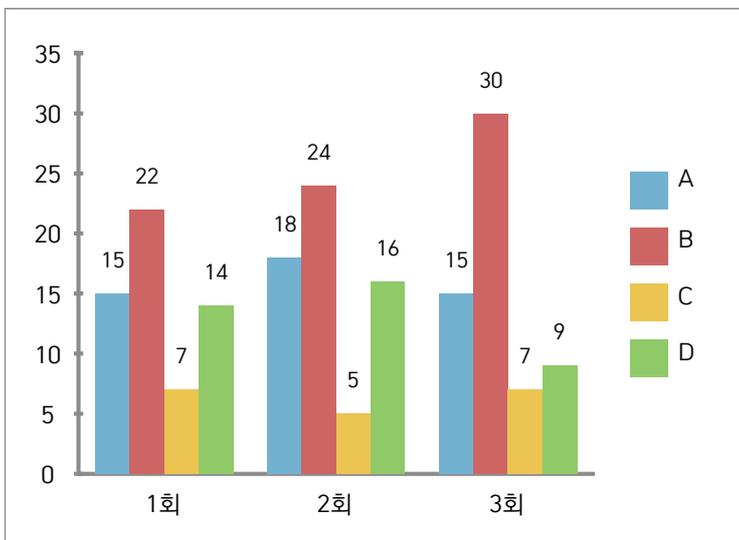
클러스터							담화요소							
	①	②	③	④	⑤	⑥	A		B		C		D	
							요소	개수	요소	개수	요소	개수	요소	개수
								A1	3	B1	16	C1	1	D1
							A2	12	B2		C2	1	D2	
							A3		B3	5	C3	1	D3	1
							A4		B4	8	C4		D4	
									B5	1	C5	4	D5	8
총합	16	11	26	2	7	9	A	15	B	30	C	7	D	10

출처 : 김형미, 강경희(2020b)

세 차례의 글쓰기에 대한 담화 클러스터와 담화 요소 분석결과는 각각 <그림 IV-1>과 <그림 IV-2>로 나타났다. 담화 클러스터 분석을 통해 세 번의 글쓰기에서 전반적으로 ③ 다양한 관점 및 자료의 탐색이 글쓰기의 많은 부분을 차지하고 있으며, 회를 거듭할수록 ⑥ 절충안 또는 대안마련에 대한 글쓰기가 소폭 증가하고 있음을 알 수 있다. 담화 요소 분석에서는 B, 즉 증거에 기반한 추론이 큰 비중을 차지하고 있을 뿐만 아니라 회를 거듭할수록 점차 증가하는 양상을 보였다.



<그림 IV-1> 담화 클러스터 분석 결과



<그림 IV-2> 담화 요소 분석 결과

3) 문제해결을 위한 SSI 글쓰기 활동의 표현 분석

예비 생물교사가 수행한 글쓰기 활동에 대해 핵심역량 표현과 함께 담화 요소와 담화클러스터 분석을 통해 SSI 관점에서의 논증활동 전반을 분석한 것에 이어 각각의 학생들이 SSI 관점에서 문제해결을 위해 어떤 표현을 사용하였는지를

분석했다.

예비 생물교사 E의 첫 번째 글쓰기에서는 다음과 같이 인간과 동물의 각각의 입장을 교환하는 모습을 보여주었다. 특히 동물이 가진 동물만의 조직방식을 언급하며, 인간이 이를 고려하지 않는다면 인간과 동물이 어떻게 살아갈 수 있을 것인가를 반문했다. 입장을 바꿔 사람의 감정이 일방적으로 동물에게 전도한다면, 동물은 어떤 이유로 인간의 감정을 느낄 것인가를 물었다.

동물은 각 동물만의 조직방식이 있다. 이를 고려하지 않는다면 어떻게 함께 살아갈 수 있는가? 지금 인간은 정말로 동물들의 조직방식을 이해하고 있는 것인가? 동물을 고려하지 않고 인간의 입장에서 생각하고 있는 것은 아닌가? 그렇게 해서 이미 인간이 동물에게 끼친 영향력은 어느 정도 되는가? 사람의 감정을 일방적으로 동물에게 전도한다면, 동물은 어떠한 이유로 자신도 그 감정을 느껴야 하는가? 동물들이 굳이 그 감정으로 기쁘거나 슬퍼해야 할 이유가 없다. 이것은 동물들의 권리를 침해하는 것은 아닌가? 이러한 의문으로, 동물과 인간이 함께 건강하게 살아가기 힘들다고 생각한다. (예비 생물교사 E)

예비 생물교사 J의 두 번째 글쓰기에서는 인공지능을 지나치게 사용한다면 인간이 설 자리는 없어질 것이라는 설득력 있는 대안을 제시했다.

인간의 편리를 위해 인공지능을 지나치게 사용한다면 결국 설 자리가 없어지는 인간일 것이다. 지금 당장은 인간의 일자리가 줄어드는 것이 문제지만 미래에는 인간의 존재 가치가 부정당할 수도 있다고 생각한다. 인공지능을 개발하고 인간의 삶을 편리하게 해주는 것은 좋지만 너무 과도해선 안 된다. 인공지능을 도입하는 데에 있어서 적절한 규제방안을 마련해야 할 것이다. (예비 생물교사 J)

예비 생물교사 P 역시 두 번째 글쓰기에서 인공지능의 발달에 우려 섞인 세간의 시선을 언급하며, 우리는 앞으로 어떻게 해야 할 것인가에 대해 ‘인공지능의 발달은 인류가 매달려오던 수많은 과제에 대한 해답을 제공할 것이다’라고 자신의 의견을 피력했다.

일각에서는 이런 강력한 인공지능의 발달에 우려 섞인 시선을 보내기도 한다. 불과 몇 년 사이에 인공지능은 수백 수천 배나 강해졌고, 이대로 발전하기 시작하면 얼마 지나지 않아 인류 전체의 집단 지성조차 수십 배 수백 배 초월한 존재가 될 것이다. 사람들은 인간 위에 인공지능이 있는 디스토피아가 도래하지는 않을까 걱정한다. 그렇다면 우리는 어떻게 해야 할까? 인공지능을 경계하고, 그 효용이 아무리 달콤하더라도 위험성을 인정해 잠시 멈춰서야 할까? 무수한 걱정에도 불구하고, 과학의 발전을 좇는 것은 필연이라고 생각한다. 인공지능의 발달은 인류가 매달려오던 수많은 과제에 대한 해답을 제공할 것이다. 수명 연장, 신에너지 개발, 우주 개발 등 무수한 문제들을 해결하는 데 지대한 공헌을 할 것임은 분명하다. 인류는 무수한 위험을 감수하면서 크게 발전해왔다. 불은 지금도 많은 인명 사고를 내고 있지만, 불의 사용이 인류의 삶을 송두리째 바꾸어 놓았음은 누구도 부정할 수 없는 사실이다. 인공지능에 잠재된 위험은 무시할 수 없을 만큼 크지만, 그만큼 큰 가치가 있는 기술이다. 두려움에 움츠러들기보다는 현명하게 활용할 길을 찾아야 한다. (예비 생물교사 P)

예비 생물교사 M은 세 번째 글쓰기에서 오존주의보가 발생한 상황을 해결하기 위해 국가적 차원과 개인적 차원으로 나눠 해결방안을 모색하는 모습을 보였다. 특히 국가간 외교적 노력과 함께 대중교통 이용 등을 제안하며 환경오염을 막기 위한 제언도 이루어졌다.

그렇다면 제주에서 발생한 이러한 상황을 해결하기 위한 방안은 무엇이 있을까? 국가적 차원과 개인적 차원으로 나눠서 생각해보겠다. 국가적 차원에서 먼저 오존이 외부 국가에서 유입되는 경우가 있다. 이러한 경우 우리 정부가 외부 국가에게 피해보상을 청구하는 등 외교적인 노력이 필요할 것 같다. 또한 늘어나는 자동차 대수에 따라 오염물질을 배출하지 않는 전기자동차를 더욱 보급하고, 그에 따른 복지를 늘려갈 필요가 있어 보인다. 또한 제주도는 택시, 버스 등을 늘리고, 더욱 쾌적한 환경을 도민과 여행객들의 대중교통 이용을 유도 할 필요가 있다. 개인적 차원에서는 되도록 자가용의 이용보다 대중교통을 이용하며, 가까운 거리는 교통수단을 이용하는 것보다 도보나 자전거를 이용하는 것이 바람직하다고 생각한다. (예비 생물교사 M)

학생들은 SSI 글쓰기 활동을 통해 전반적으로 윤리적 측면을 고려한 주장을 제시하거나, 주어진 동물이나 환경에 대해 감정이입을 하고, 특히 동물에 대해서는 공감을 통해 인간의 책임감을 고취시키는 노력이 필요하다고 주장하고 있었다. 무엇보다 SSI 관련 주제의 글쓰기를 통해 책임감과 실천의지를 표명하려는 노력이 이루어지고 있다는 특징을 보였다.

4) SSI 글쓰기 활동의 논증 수준 분석

마지막으로 예비 생물교사들의 SSI 글쓰기 활동에서 나타난 논증 수준을 분석했다. 분석은 선행 연구(강경희, 2018)에서 사용한 분석틀을 사용했다. 이 분석틀에서는 <표 IV-58>에서처럼 주장만 제시한 경우, 주장과 근거는 제시했으나 반증은 제시하지 않은 경우, 주장, 근거, 보장이 제시되었으나 반증은 제시하지 않은 경우, 주장, 근거, 반증이 제시된 경우, 주장, 근거, 반증, 보장, 보강이 모두 제시된 경우로 세분하였다. 차례대로 논증 수준을 1~5로 나누었고, 세 번의 글쓰기에 대해 각각의 글쓰기에 나타난 논증 수준을 합계로 처리했다.

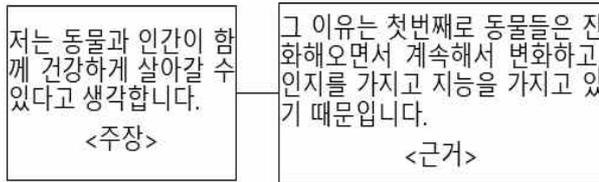
<표 IV-58> 논증 구조에 따른 논증 수준 분석틀

수준	논증 구조
1	주장만 제시한 경우
2	주장과 근거는 제시했으나 반증은 제시하지 않은 경우
3	주장, 근거, 보장이 제시되었으나 반증은 제시하지 않은 경우
4	주장, 근거, 반증이 제시된 경우
5	주장, 근거, 반증, 보장, 보강이 모두 제시된 경우

출처 : 강경희(2018)

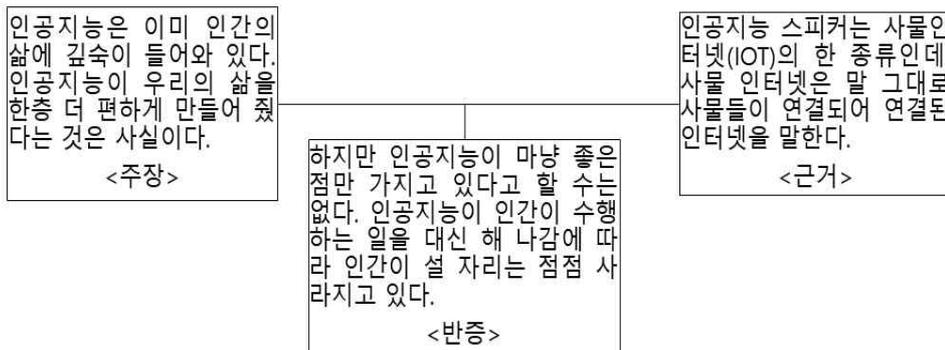
예비 생물교사들의 SSI 글쓰기 논증수준을 분석한 결과 동물과 인간의 공존에 대한 첫 번째 글쓰기에서는 논증 수준과 글쓰기 구조에 대한 교수 학습이 진행되지 않은 상태에서 진행되었기 때문에 서론에서 글을 쓰는 목적이 분명하게 드러나지 않은 글이 대부분을 차지했다. 우선, 주장만 제시한 글은 없었고, 주장과 근거만 제시된 글이 총 16편 가운데 12편으로 가장 많았고, 주장, 근거, 보장이

제시된 글이 2편, 모두 제시된 경우 역시 2편이었다. 첫 번째 글쓰기 결과물 가운데 2수준의 예시는 <그림 IV-3>에 제시했다.



<그림 IV-3> 첫 번째 글쓰기 예시(수준2)

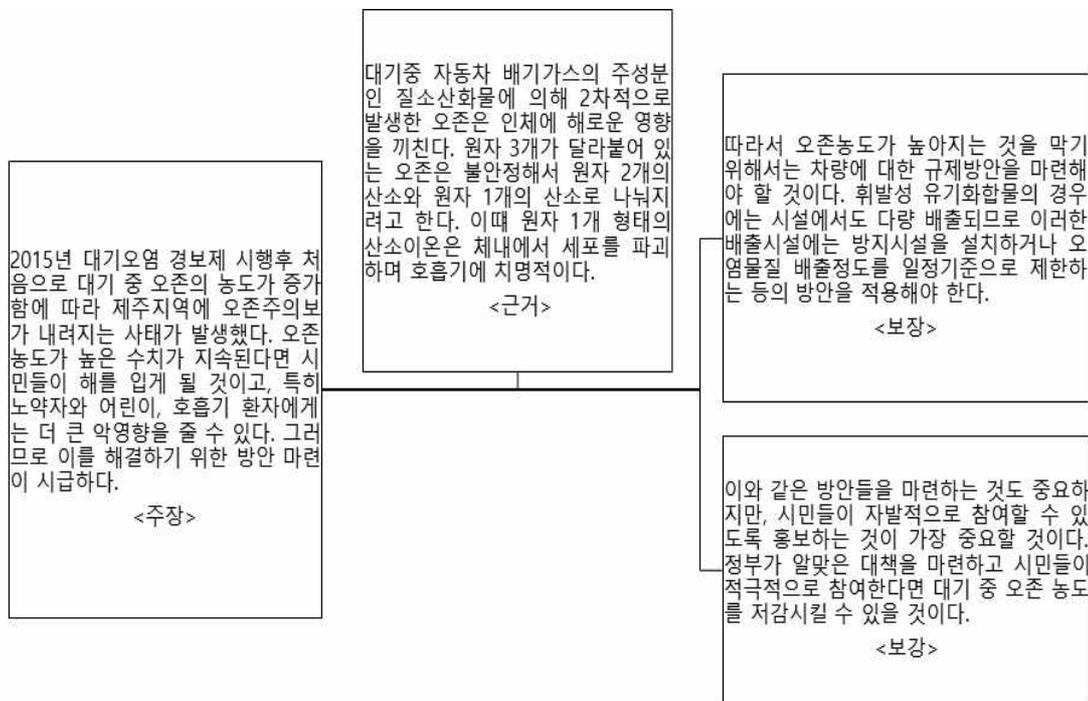
두 번째 글쓰기에서는 인공지능 시대에 대한 자신의 생각을 써보았는데, 역시 서론에서 글을 쓰는 전반적인 목적을 밝히지 않고, 본론으로 들어가는 경우가 9건이었다. 본론에서 주장을 제시하며, 근거를 함께 제시하는 글이 대부분이었는데, 두 번째 글쓰기에서 보이는 특징은 반증이 제시된 경우가 16편 가운데 9편으로 두드러짐을 보였다. 이는 글쓰기 목적 자체가 인공지능이라는 인간의 영역과 대치되는 상황에 대한 우려의 목소리가 높음을 알 수 있다. 특히 더 나은 방향을 모색하기 위해 주장, 근거, 반증, 보장, 보강이 모두 제시되면서 제3의 대안을 언급하는 글이 6편으로 크게 증가했다. 주장과 근거만 제시된 경우도 1편이었다. 두 번째 글쓰기 결과물 가운데 4수준의 예시는 <그림 IV-4>에 제시했다.



<그림 IV-4> 두 번째 글쓰기 예시(수준4)

세 번째 글쓰기에서는 오존주의보가 내려진 상황에 대한 해결방안을 모색하는 글쓰기로 진행했는데, 2건을 제외하고 서론에서 글을 쓰는 목적이 분명하게 드러나고 있었다. 문제가 요구하는 해결방안을 제시하기 위해서는 논증 수준에서 최

소한 주장, 근거뿐만 아니라 보장과 보강이 제시되어야 글의 목적이 더욱 분명해진다. 결과적으로 해결방안을 제시하기 위해 보장과 보강만 제시된 글이 16편 가운데 10편이었다. 특히 글쓰기 주제의 내용상 반증은 제시하지 않은 글이 대부분이었다. 세 번째 글쓰기에서는 보장과 보강에 글쓰기가 집중된 가운데, 결론이 생략된 글이 9편으로 다수를 차지했다. 글쓰기의 구조는 서론, 본론, 결론의 구조를 기본적으로 가져야만 글의 목적이 충분히 달성되었다고 할 수 있기 때문에, 한 편의 글을 분명하게 완성하기 위해서 결론을 강화하도록 지도할 필요가 있다. 세 번째 글쓰기 결과물 가운데 3수준의 예시는 <그림 IV-5>에 제시했다.



<그림 IV-5> 세 번째 글쓰기 예시(수준3)

세 차례의 글쓰기 활동에 대한 논증 수준을 알아보았다. 논증 수준은 <표 IV-59>에서와 같이 글쓰기 활동이 진행되면서 주장, 근거를 논증하는 것에서 점차 더 나아가 반증이 드러나거나, 보장과 보강을 통해 주장을 더욱 명확하게 제시하는 모습을 보이고 있었다. 그러나 SSI 글쓰기 주제에 따라서도 논증 수준이 달라질 수 있음을 드러냈다. 이는 글을 쓰는 목적을 어디에 두느냐에 따라 필요한 논증 구조가 달라지기 때문으로 분석된다.

<표 IV-59> SSI 글쓰기 논증 수준 분석 결과

논증 수준	첫 번째 글쓰기(건)	두 번째 글쓰기(건)	세 번째 글쓰기(건)
1	0	0	0
2	12	1	1
3	2	0	10
4	0	9	4
5	2	6	1
소계	2수준 * 12 = 24 3수준 * 2 = 6 5수준 * 2 = 10	2수준 * 1 = 2 4수준 * 9 = 36 5수준 * 6 = 30	2수준 * 1 = 2 3수준 * 10 = 30 4수준 * 4 = 16 5수준 * 1 = 5
합계	40	68	53

논증 수준 분석과 동시에 예비 생물교사의 글쓰기 변화 추이를 살펴보았다. 회를 거듭할수록 글의 구조가 분명해지는 것은 두드러진 특징이었다. 이는 SSI 글쓰기 교육을 병행해 실시하면서 한 편의 글이 가져야 하는 구조, 즉 주장과 근거, 그리고 반증과 보장, 보장 등이 가미된 것으로 파악됐다.

예비 생물교사 B의 1, 2, 3차 글쓰기를 통한 변화 추이를 살펴보면 <표 IV-60>과 같다. 첫 번째 글쓰기에서는 주장, 근거(1), 보장, 근거(2)의 비교적 단순한 논증 구조로 글쓰기를 전개하는 모습을 보였다. 두 번째 글쓰기에서는 주장, 근거(1), 보장, 근거(2), 보강으로 반증을 제시하지는 않았으나 전반적으로 다양한 논증 구조를 보이며 글쓰기의 구조가 체계를 갖추나갔다. 이어 세 번째 글쓰기에서는 주장, 근거(1), 보장, 보강의 구조를 보였다. 이는 SSI 글쓰기 프로그램이 점차 진행되며 글쓰기의 구조와 논증 활동에 대한 교육이 이뤄진 결과로 교육 프로그램이 효과적이었음을 보여주고 있었다.

<표 IV-60> 예비 생물교사 B의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석

	SSI 주제 글쓰기(1회)	논증 구조
예비 생물교사 B	저는 동물과 인간이 함께 건강하게 살아갈 수 있다고 생각합니다.	주장
	그 이유는 첫 번째로 동물들은 진화해오면서 계속해서 변화하고, 인지를 가지고 지능을 가지고 있기 때문입니다. [제시문 가]에 코끼리는 많은 신경세포를 가지고, 그 신	근거(1)

	<p>경세포들 중 대부분이 소년에 있으므로 이미엽얏겅질만 중요하다 가정하고 그 중요도가 떨어진다고 생각하는 사람들이 있지만, 코끼리의 코는 냄새 맡기부터 시작해 촉감을 느끼거나 물을 빨아들이고, 작은 물체들을 집어 올리는 등 다양한 기능을 하는 것을 볼 수 있었습니다. 이 내용을 보면 알 수 있듯이 동물들은 각각 인지를 달성하고 지능에 역할을 하는 부분이 다릅니다.</p>	
	<p>그리고 인간은 그것을 밝혀내는 일을 할 수 있고, 그것을 밝혀내며 동물과 살아간다면 좀 더 이해할 수 있고 공유할 수 있게 되어 함께 건강하게 살아갈 수 있을 것이라 생각합니다.</p>	보장
	<p>두 번째 이유는 동물들은 공감 능력이 뛰어나기 때문입니다. [제시문 나]에서는 장기적으로 개의 스트레스를 좌우하는 것은 주인의 성격으로 드러나고, 우울, 불안 등 정서적 성향을 나타내는 신경증이 가장 큰 영향을 미쳤다고 나와 있습니다. 그렇다면 주인이 우울, 불안 같은 성격을 지니지 않고 행복과 기쁨, 즐거움으로 가득 차 건강히 살아간다면 같이 지내는 동물들도 함께 공감하며 영향을 받아 건강하게 살아갈 수 있을 것입니다.</p>	근거(2)
	<p>SSI 주제 글쓰기(2회)</p>	<p>논증 구조</p>
	<p>요즘 사회는 교육, 취미 등 다양한 분야에서 인공지능 기술이 나오며 인공지능 시대를 맞이하고 있다. 인공지능 시대로 인해 인류가 더욱 편하게 살 수 있게 된 것은 맞지만, 이로 인해 이 시대에서 인공지능이 인류를 넘어서며 사회에서 인간의 위치 변화에 대한 점에 대해 의견이 제기되기도 한다. 과연 인공지능은 인류의 힘과 지능을 넘어서며 사회에서 인간의 위치 변화를 가져올 수 있을까? 나의 의견을 말하자면 나는 이 의견처럼 인공지능이 언젠가 인류를 넘어설 수 있을 것이라 생각한다.</p>	주장
	<p>첫 번째 이유는 요즘 사회에서는 인류를 대신하여 인공지능을 사용하는 경우가 많아졌기 때문이다. [제시문 다]에도 나와 있듯이, 마트에서 물건을 계산하는 것부터 시작하여 보험사정관, 자율주행차 등 다양한 부분에서 이미 인공지능이 인간을 대신하도록 하고 있다.</p>	근거(1)
	<p>처음에는 한 개, 두 개 대신하다가 점점 더 많은 곳에서 인간을 대신하여 실직자는 많아지고 인공지능이 더욱 많은 일을 하게 될 것이다. 그렇다면 일을 하지 않는 인간보다는 계속해서 일을 하고 있는 인공지능의 발전이 더욱 일어나게 될 것이고, 계속해서 발전하게 된다면 결국 인간의 지능과 힘을 넘어서게 될 것이다.</p>	보장
	<p>두 번째 이유는 인간이 너무 일찍부터 인터넷 기기를 접하기 때문이다. [제시문 나]에서는 미국에서 2살밖에 안 되는 아이의 68%가 태블릿 pc를 가지고 놀고, 2~5살의 이르는 어린아이의 25%가 스마트폰을 가지고 있다고 하며, 이 수치는 점점 늘어날 것이라고 한다. 그런데 스마트 기기를 사용하면 스마트 기기에 내 기억을 맡기게 되어 인간의 인지능력에 해를 끼칠 수 있으며, 어렸을 때부터 스마트 기기를 과도하게 사용하면 불안, 학습 장애, 수면 장애 등의 발달 지체를 겪을 가능성이 있고, 이것은 불</p>	근거(2)

	<p>면증, 우울증 등으로 장성하거나 나이가 들어 치매로 연결될 수도 있다는 말도 있다. 이렇게 어릴 때부터 스마트 기기를 접하는 아이들이 더 많아지고, 그로 인해 발달 지체 등을 겪게 된다면 인공지능이 인간을 넘어서게 될 것이다.</p>	
	<p>이 두 가지 이유로 인해 나는 인공지능이 인류의 힘과 지능을 넘어서는 날이 올 것이라 생각한다. 하지만 인공지능을 발전시키는 것처럼, 인류 또한 스스로 개발하고 발전에 힘쓰면 인공지능을 적절히 사용하면서 인류도 함께 발전할 수 있지 않을까 생각한다.</p>	보강
	<p>SSI 주제 글쓰기(3회)</p>	논증 구조
	<p>오존은 피부암, 백내장을 일으키고 인체 면역 기능을 떨어뜨리는 자외선을 막아주어 지구상의 생물들을 보호해주는 중요한 존재이다. 하지만 이러한 오존이 꼭 좋은 기능만 하는 걸까? 그건 아니다. 오존은 산소 원자 3개가 붙어 있어 불안정한 상황이기에 산소 원자가 2개와 1개로 나눠지려 하고, 여기서 나오는 원자 1개의 산소 이온은 생물이나 금속 등에 잘 달라붙으며 변성시키게 된다. 또한, 산소 체내에서 반응하여 세포를 파괴하고, 호흡기에 안 좋은 영향을 주며 오존의 농도가 0.1ppm 이상일 경우 사망자가 7% 증가한다는 연구 결과도 있을 만큼 우리에게 독이 되는 존재이기도 하다. 이러한 오존은 농도에 따라 0.12ppm 이상이면 오존주의보, 0.3ppm 이상이면 오존경보로 내려지게 되는데, 최근 제주에서 이러한 오존의 농도가 0.125ppm으로 주의보가 발령되었다. 이러한 상황에서 발생한 상황을 해결하기 위한 방법으로는 어떤 것이 있을까?</p>	주장
	<p>첫 번째 방법으로 자동차보다는 대중교통, 자전거, 걷기 등을 생활화하는 것이다. [제시문 가]에 내용을 보면, 자동차 배기가스의 주성분인 질소산화물이 오존을 발생시키고 오존층을 파괴하는 원인이 된다고 나와 있다. 그렇다면 자동차의 이용을 줄이고 대중교통, 자전거, 걷기 등을 생활화한다면 배기가스의 질소산화물이 줄어들 것이고, 결과적으로 오존의 발생량이 줄어들면서 농도도 낮아져 오존으로부터 안전한 생활을 할 수 있을 것이다. 혹시라도 자동차를 반드시 이용해야 할 경우라면 전기차를 이용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다. 이렇게 우리의 개인적인 노력 하나로도 우리의 생명을 위협하는 오존으로부터 건강을 지킬 수 있게 되는 것이다.</p>	근거(1)
	<p>그렇다면 개인적인 노력 외에 사회적으로는 어떤 방법을 사용할 수 있을까? 바로 프레온가스를 대체할 물질을 개발하는 것이다. [제시문 가]에도 나와 있듯이, 질소산화물 외에 프레온가스도 오존층을 파괴하는 물질로 볼 수 있다. 이러한 프레온가스는 냉장고나 자동차, 선박 등의 냉매에서 많이 쓰이는데, 이 물질을 프레온가스 말고 다른 물질로 대체하는 것이다. 최근 프레온가스를 대체할 물질들을 개발하고 있고, 수소화 염화불화탄소를 사용하여 냉매에 사용할 수 있다는 자료가 있는데, 프레온가스 대신 수소화염화불화탄소의 사용을 늘린다면 프레온가스로 인해 오존층이 파괴되는 상황도 줄어들 것이고, 결과적으로 제주 지역도 오존주의보로부터 벗어날 수 있을 것이다.</p>	보장
	<p>오존주의보가 발생한 상황을 해결하기 위한 방법은 위의 두 가지 외에도 더욱 많은 방법이 있을 것이고, 이 방법들을 실천하려고 노력한다면 오존의 농도를 낮춰 오존으로부터 우리의 건강을 지킬 수 있을 것이다. 작은 것도 모이면 큰 것이 되니 우리 모두 작은 것부터 실천할 수 있는 것들을 실천하며 살아갈 수 있도록 노력해보는 것은 어떨까?</p>	보강

예비 생물교사 C의 1, 2, 3차 글쓰기를 통한 변화 추이를 살펴보면 <표 IV-61>과 같다. 첫 번째 글쓰기에서 주장, 근거, 보장, 보강 등 논증 구조의 요소가 비교적 적절하게 사용됐다. 그러나 문제가 요구하는 사항에 대한 해결이라기보다는 부정적인 상황에 대해 보장과 보강을 함으로써 궁극적으로 문제 나열만 이뤄지는 모습을 보였다. 두 번째 글쓰기에서는 주장, 근거(1), 근거(2), 주장의 구조로 주장을 반복하고 있었다. 세 번째 글쓰기는 세 차례의 글쓰기 가운데 가장 단순 명료한 글쓰기를 하고 있었는데, 주장, 근거, 보장의 논증 구조로 비교적 분명하게 글쓰기의 목적을 반영하는 글쓰기를 하고 있었다.

<표 IV-61> 예비 생물교사 C의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석

	SSI 주제 글쓰기(1회)	논증 구조
예비 생물교사 C	앞서서 읽었던 [제시문 가]와 같이 인간과 다른 동물들은 다르다. 그들이 살아온 삶도 다르고 그들이 진화해온 방향도 제각각이다. 심지어 사람들끼리도 환경이나 유전에 따라서 다른 정도가 확연히 차이가 나는 양상도 수없이 봐왔을 것이다. 이렇게 서로 다른데 같이 한 공간에서 살아가게 된다면 어떠한 일들이 벌어지게 될까?	주장
	일단 서로에게 어느 정도 맞추면서 생활을 해야 할 것이다. 물론 완벽하게 똑같이 맞출 필요는 없지만 최소한 서로 어느 정도 맞아야 같이 생활이 가능하다. 결국 동물이든 사람이든 누군가의 행동은 억제되어야 한다는 것이다. 한 번 집에서 키우는 강아지를 예시로 들어보자.	
	강아지를 집에서 키우다 보면 배변 배뇨 문제가 있을 것이다. 우리는 강아지가 침대 시트나 이불 등 특정 장소가 아닌 다른 곳에 배변 배뇨를 하게 되면 시트를 빨고 배변을 치워야하고 냄새 때문에 짜증이 날 것이다. 반면에 강아지는 자신의 영역표시를 하고 싶은 욕구가 있기 때문에 특정 장소에만 배뇨를 하게 하면 그 나름대로 스트레스가 생길 것이다.	근거
	이렇게 결국 갈등이 생긴다면 누가 누구에게 맞출 것인가? 집안에 똥이 아무데나 굴러다니게 둘 것인가? 아니다. 동물의 행동이나 욕구가 억제될 것이다. 그렇다면 억제되는 것은 이런 행동들 뿐일까?	보장
[제시문 나]를 보면 사회적 관계망이 넓은 사람이 사회적 관계망이 작은 개들 보다 서		

	<p>로의 관계에서 스트레스를 덜 받는다고 한다. 즉 개들이 스트레스를 더 받기 쉬운 구조이다. 인간들이 개들의 행동반경과 자유롭게 돌아다니지 못하게 하는 목줄 등으로 개들의 공간을 제한하기 때문에 개들의 사회적 관계망이 작을 수 밖에 없다.</p>	
	<p>이처럼 인간과 동물이 같이 살게 되면 행동이나 욕구를 억제해야 하는 것은 동물이다. (물론 인간이 감수해야 하는 부분이 있지만 같이 사는 동물에 비해서는 극히 일부에 불과하다.) 그렇기에 동물과 인간이 행복하게 산다면 그것은 단지 인간의 생각일 뿐일 것이다. 동물의 입장에서 좋은 것은 오로지 먹이와 안정감일 뿐, 행복은 존재하지 않을 지도 모른다.</p> <p>글을 동물과 인간이 같이 살아간다는 의미를 한 공간에서 같이 생활하는 것에만 초점을 두었기에 애원동물과 인간의 관계에서만 살펴보았다. 지구촌 입장에서 인간과 동물의 공존까지 다룬다면 내용이 방대해 지기에 여기서는 다루지 않았다는 점을 감안해서 읽어주었으면 한다.</p>	보강
	<p>SSI 주제 글쓰기(2회)</p>	<p>논증 구조</p>
	<p>인류는 산업혁명을 거듭 겪어오면서 문명이 일상이 편해지고 삶의 방식들도 많이 바뀌었다. 현재는 4차 산업을 향해 달려가고 있는 중이다. 기술이 발전 할수록 우리는 더 많은 편의를 누리게 된다. 옛날 같았으면 냇가에서 빨래를 하고 있을 시간에 세탁기가 대신 빨래를 해준다. 또한 컴퓨터에서만 할 수 있던 인터넷을 자그마한 스마트폰을 가지고 어디서든 이용할 수 있다.</p> <p>이처럼 인공지능이 인류의 삶에 들어서면 삶이 조금이라도 더 편해질 것이다. 하지만 그만큼의 부작용도 존재하기 마련이다. 인공지능이 이제 정말로 인간들이 하는 일들을 대신 수행하는 것이 가능하게 된다면 그로 인해 생기는 실직자들이 문제가 될 것이다.</p>	<p>주장</p>
	<p>만일 내가 선생님이 되어서 학생들을 가르치고 있다고 해보자. 그런데 어느 날 학교에서 인공지능 로봇이 도입되었고 나보다 로봇이 학생들을 더 잘 가르친다고 해보자. 또한 인공지능을 사용하는 로열티 비용도 나의 봉급보다도 훨씬 저렴하다면 학교 입장에서 나의 가치는 제로에 가까워 질 것이다. 또한 반평생 준비해 왔던 나의 학창 시절, 학력, 임용고시를 준비하던 모든 노력들이 물거품이 된 기분일 것이다. 즉 내가 살아온 인생, 의미, 가치 등이 부정당하는 느낌이 들 것이다.</p>	<p>근거(1)</p>
	<p>삶의 의미와 이제까지 살아온 나날들이 부정당하는 것만큼 무기력해지고 공허해지는 일도 없을 것이다. 심할 경우에는 삶을 포기하는 경우도 있을 것이다. 물론 다소 극단적인 예를 들긴 하였다. 현실에서 지금 당장 이런 급격한 변하는 일어날 확률은 적겠지만 기술이 발전하는 속도로 보면 미래에 이런 일들이 일어나지 않을 것이라는 보장도 하지는 못한다.</p>	<p>근거(2)</p>

	<p>그렇다면 인류는 무엇을 해야 할까? 언제나 그렇듯이 새로운 의미와 가치를 찾아야 할 것이다. 물론 그것이 무엇인지는 나도 모른다. 각자가 찾을 수밖에 없다. 대신에 기업이나 정부에서는 사람들에게 보조금이나 생활을 영위할 수 있는 급여를 줌으로써 당장에 먹고살 수 있는 환경은 마련해 주어야 할 것이다.</p>	주장
	SSI 주제 글쓰기(3회)	논증 구조
	<p>제주는 우리 한반도에서도 청정지역으로 꼽히는 곳이다. 대규모 공업단지가 있는 것도 아니고 차량이 많이 다니지도 않는다. 이런 제주에서 오존 농도가 높아진 원인을 {제시문 나}에서 제시된 것과 같이 도민들의 노천소각과 대중교통 불이용으로만 돌릴 수는 없다.</p>	주장
	<p>그렇다면 원인은 무엇일까? 전문가들도 짐작하듯이 중국으로부터 방출된 대기오염 물질들이 편서풍을 타고 제주로 넘어온 것이다. 자료를 조금 더 찾아보면 오존이 오후 2시~5시에 농도가 높지만 제주의 경우 새벽부터 꾸준히 높았던 점으로 보아서 국지적, 광학적으로 오존이 발생된 것이 아니고 외부에서 유입되었다는 점이 명확해진다. 그렇다면 문제를 어떻게 해결할까?</p>	근거
	<p>우리가 중국을 상대로 중국 동부 지역의 공장에 공기정화 필터를 사용하도록 건의해야 한다. 중국도 현재 대기오염으로 몸살을 앓고 있다. 결국 초기에 비용은 많이 들겠지만 결국 필터를 설치하는 것이 중국 자국민의 건강에 도움이 되는 것이다. 또한 필터를 설치하는 인력이나 연구기관에 새로운 일자리를 창출하는 것이니 경제 성장에도 나름 도움이 될 것이다. 이러한 점들을 중국정부 그리고 중국 자국민들에게 설득시키면 그들도 좋고 결국에 제주에서 발생한 오존 문제도 해결할 수 있게 된다.</p>	보장

예비 생물교사 D의 1, 2, 3차 글쓰기를 통한 변화 추이를 살펴보면 <표 IV-62>와 같다. 첫 번째 글쓰기에서 주장, 근거, 보장, 반증, 보장 등 논증 구조의 요소를 활용해 구체적으로 논증활동을 하고 있었다. 동물과 인간이 건강하게 살아갈 수 있는 방안을 모색하면서, 마지막에 자연에서보다 동물이 건강하게 살아갈 수 있는 것인지에 대한 근본적인 물음이 의미 있었다. 두 번째 글쓰기에서는 주장, 근거, 보장, 반증, 반증에 대한 근거, 반증에 대한 보장, 주장에 대한 보장의 탄탄한 구조로 글쓰기가 이뤄졌으며, 세 번째 글쓰기는 주장, 근거, 보장, 보장의 명료한 논증 구조를 보이고 있었다.

<표 IV-62> 예비 생물교사 D의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석

	SSI 주제 글쓰기(1회)	논증 구조
예비 생물교사 D	동물은 인간이 애완동물로 키우며 애정을 주기도 하지만 대부분 인간의 편리함 혹은 이기심으로 소비되는 경우가 대다수이다. 이런 의미에서 동물과 인간이 함께 살아간다면 인간에게는 도움이 되겠지만 동물이 이 상황에서 건강하게 살아갈 수 있을지는 생각할 필요가 있다.	주장
	동물과 인간이 함께 살아간다는 것은 보통 개와 주인처럼 동물이 인간의 소유물처럼 여겨지는 것을 말하기 때문에 동물은 인간의 패탄에 맞춰 생활하게 된다. [제시문 나]에서 주인의 성격은 개의 스트레스에 영향을 끼치지만 개의 스트레스는 사람 스트레스와 무관한 것으로 밝혀졌다. 이것에 대해 로스가 ‘아마도 사람은 개의 삶에 훨씬 더 핵심적인 부분을 차지하지만, 사람은 다른 사회적 네트워크를 더 중시하기 때문’이라고 말했다. 이 내용에서 사람과 달리 인간과 생활하는 동물은 주인에게 속박되어 대부분의 사회적 활동을 주인과 한다는 것을 알 수 있다.	근거
	이런 상황에서 주인은 동물만을 신경 써 줄 수 없으니 아무리 노력한다고 해도 동물이 받는 스트레스를 아예 없앨 수는 없을 것이다. 또한 [제시문 가]에서 설명하는 것처럼 동물은 사람과 비슷하게 인지를 가지고 행동하는데 이를 인간의 편리에 맞추자고 제지하고 속박하는 것에서 오는 스트레스도 상당할 것이다.	보장
	물론 몇몇 동물은 인간과 함께 건강하게 살아가는 것처럼 보일 수도 있다.	반증
	하지만 원래 모든 동물은 자연에서 살며 진화하게 되었다. 이 동물들을 인간이 한순간 길들여 키우는 상황에서 볼 때, 과연 자연에서보다 동물들이 더 건강하게 살아간다고 말할 수 있을까?	보장
	SSI 주제 글쓰기(2회)	논증 구조
	[제시문 나]에서 과도한 스마트 기기 사용으로 인해 운동부족으로 감각기관의 발달이 지체될 수 있고, 좋지 않은 자세로 인해 거북목과 두통, 요통 등에 시달릴 가능성이 있다고 말하고 있다. 또한 과도한 스마트폰 사용이 불안, 학습 장애, 수면 장애로 이어져 발달 지체를 겪을 가능성이 있다고 한다. 이런 발달저해나 인지능력 저하 문제를 해결하기 위해서는 스마트 기기를 올바른 자세로 사용할 수 있도록 노력하고, 스포츠를 취미로 갖는 것처럼 자주 밖에서 활동하기 위해 노력해야 한다.	주장
또한 서파 수면 시간을 늘리기 위해 밤에 스마트 기기의 사용을 줄이고, 인지능력 저하를 막기 위한 노력을 의식적으로 해야 한다. 스마트 기기로 인한 정신적 질병을 해결하기 위해 치료를 늘리고 이에 대한 인식 개선 또한 병행된다면 스마트 기기를 사용하면서도 발달저해나 인지능력 저하 문제를 조금이나마 해결할 수 있을 것이다.		
[제시문 다]에서는 여러 인공지능의 발달로 2030년이 되면 25만개에 달하는 영국의 공공분야 일자리가 사라질 것으로 예상(비영리 싱크탱크 기관인 ‘리폼(Reform)’에서 발표한 연구보고서)된다고 발표했다. 또한 미국 라이스대학의 전산학과 교수 모계 바르디는 인공지능이 향후 30년동안 인류의 절반 이상을 실직 상태로 만들 것이라고 전	근거	

	<p>망했다. '인공지능에 의한 일자리 위험 진단' LG경제연구원 연구보고서에서 김건우 연구원은 우리나라 노동시장에서 인공지능에 의한 자동화 위험에 노출된 일자리의 분포와 특성을 분석했다.</p>	
	<p>이 표를 보면 '관리자'와 '전문가 및 관련 종사자'의 경우 대체 확률이 낮은 부분에 직업들이 많이 분포해 있다는 것을 알 수 있다. '사무 종사자'와 '판매 종사자', '장치, 기계조작 및 조립 종사자'의 경우 대부분 직업의 대체 확률이 0.5 이상을 넘어선다. 또한 '농림어업 숙련 종사자'의 경우는 대체 확률이 0.5~0.8 사이에 몰려 있는 것으로 나타나며, '서비스 종사자'와 '기능원 및 관련 기능 종사자'의 경우에는 대체 확률이 비교적 고르게 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 인공지능의 발달로 인해 자동화 위험이 높은 직업은 통신 서비스 판매원, 텔레마케터, 인터넷 판매원 등과 같이 온라인을 통한 판매를 주요 업무로 하는 직업들이다. 반면 사람간의 상호 의사소통이나 고도의 지적능력이 필요한 직업들은 인공지능에 의해서 대체되기 힘든 것으로 밝혀졌다.</p>	보장
	<p>우리나라 노동시장 일자리의 43%가 대체 확률 0.7 이상인 자동화 고위험군으로 나타났다. 이와 같은 결과를 볼 때 인공지능의 발달로 인해 우리나라 노동시장의 일자리가 대부분 사라질 것이라고 생각할 수 있다.</p>	
	<p>인공지능의 발달이 일자리를 없애기만 하는 것은 아니다. 과거부터 인공지능과 비슷한 신기술의 등장은 항상 있었다. 하지만 그 때마다 일자리가 사라지지만 한 것이 아니라 신기술에 맞춰 대체되는 일자리도 등장했다.</p>	반증
	<p>위의 표처럼 신기술의 등장이 새로운 일자리를 탄생시키기도 하고 기존 직종에서 역할을 확대시키기도 하면서 기술로 대체되는 직업의 빈자리를 채우는 보완 작업이 동시에 등장한다는 것을 알 수 있다. 미국의 정보기술 연구 및 자문 회사인 가트너는 인공지능으로 인해 금융, 창고업, 소매분야의 일자리는 줄어들지만 제조업, 교육, 의료 공공 부문에서는 일자리가 늘어날 것이라고 발표했다. 오히려 인공지능으로 인해 일자리가 줄어들기보다 일자리가 늘어날 것이라고 보는 학자도 많다.</p>	반증에 대한 근거
	<p>가트너에서도 위의 그래프와 같이 인공지능 도입에 따른 일자리가 증가할 것이라고 이야기 했다. 또한 최근 맥킨지에서 일자리 창출에 오히려 기여한다는 의견을 밝히기도 했고, PwC는 영국 일자리 전망을 '20년 뒤 오히려 20만 개가 늘어난다.', '제조, 운송직을 주는 대신 보건, 기술, 돌봄 서비스직이 증가한다.'는 의견을 내기도 했다.</p>	반증에 대한 보장
	<p>일자리가 오히려 늘어난다는 의견이 많아도 일자리에 대해 걱정하지 않아도 되는 것은 아니다. 우리나라 노동시장 일자리의 43%가 자동화 고위험군에 있는데 이에 해당하는 직종은 '사무 종사자', '판매 종사자', '장치, 기계조작 및 조립 종사자' 등 고도의 지적능력이 필요하지 않고 단순한 일을 하는 직종들이다. 하지만 이를 대체해서 새로 생겨나는 일자리는 이와 관련된 일이 아니라는 것이 문제이다. 그렇기 때문에 인공지능 기반의 업무 자동화를 효과적으로 활용할 수 있는 인력 구성과 배치가 필요하고 새로운 산업의 수요에 맞게 직업 이동을 할 수 있도록 하는 교육 또한 필요할 것이다.</p>	주장에 대한 보장

<p>이를 위해 정부에서는 산업의 변화에 대응하여 다양한 고용형태와 탄력적인 인력운용이 가능한 유연한 노동시장을 마련함과 동시에 취약계층의 일자리 충격을 흡수할 수 있도록 재교육, 전직 지원, 고용 보험 등 사회안전망도 강화해 나가야 한다. 또한 지식 수명주기의 단축에 대응할 수 있는 평생 학습 체제도 강화해 나가야 할 것이다. 이런 노력들이 진행된다면 인공지능으로 인한 일자리 감소 문제를 원만히 해결할 수 있을 것이다.</p>	
<p>인공지능의 발달과 강화로 인간의 삶에 깊숙이 자리해 있는 상황에서 인공지능으로 인한 발달, 인지기능 저하의 심각성에 대해 인지하고 의식적으로 예방하려 노력한다면 인공지능과 인간이 함께 조화롭게 살아갈 수 있을 것이다. 정부차원의 교육, 유연한 노동시장 마련 등의 노력을 통해 일자리 변화 문제 또한 해결하고 인공지능과 함께 조화롭게 살아갈 수 있을 것이다.</p>	
<p>SSI 주제 글쓰기(3회)</p>	<p>논증 구조</p>
<p>대기 중 고농도 오존은 질소산화물, 탄화수소, 메탄, 일산화탄소 등과 같은 대기오염 물질이 햇빛을 받아 광화학 반응을 일으켜서 생기는 2차 오염물질이다. 특히 휘발성 유기화합물(VOCs)과 질소산화물(NOx)이 가장 큰 원인이 된다. 그렇기 때문에 [제시문 나]와 같은 상황을 해결하기 위해서는 우리의 생활 속에서 휘발성유기화합물과 질소산화물을 줄여야만 한다.</p>	<p>주장</p>
<p>휘발성 유기화합물은 대기 중에서 휘발이 잘 되는 물질을 말하는데, 휘발유, LPG 등의 연료와 톨루엔, 벤젠 등 산업 및 생활에서 사용되는 용제 등 탄화수소계 화합물이 해당한다. 자동차, 화학 공정, 석유정제, 도로포장, 도장산업, 인쇄, 세탁소 등에서 주로 배출되며 삼림에서도 많은 양이 자연배출 되고 있다. 휘발성유기화합물을 줄이기 위해서 우리는 휘발성유기화합물을 적게 배출하는 공장의 물품을 선택하려는 노력을 해야 하고, 정부차원에서는 여러 공장에서의 휘발성유기화합물 배출량을 제한하여 가동할 수 있도록 하는 정책을 세워야 한다.</p>	<p>근거</p>
<p>질소산화물은 석탄, 석유 등 화석연료를 태울 때 만들어지는데, 우리나라의 경우 자동차 등 이동오염원에서 가장 많이 배출된다. 그러므로 질소산화물을 줄이기 위해서는 개인 운송수단보다는 대중교통을 많이 이용하고 전기자동차와 같이 질소산화물을 방출하지 않거나 적게 방출하는 자동차를 사용하려 노력하는 것이 좋다. [제시문 나]의 상황을 해결하기 위해서는 대기 중 오존의 원인 물질을 줄이는 방법이 있지만 오존을 많이 흡수하는 식물을 키우는 것도 한 방법이다. 스파티필름, 아이비, 벤자민고무나무, 거제수나무, 동양탄 중 시계란, 보세란 등이 오존을 잘 제거하는 것으로 알려져 있다.</p>	<p>보장</p>
<p>이렇게 대기 중 오존의 가장 큰 원인 물질인 휘발성유기화합물과 질소산화물을 줄이기 위해 노력하거나 오존을 흡수하는 식물들을 키운다면 [제시문 나]의 상황을 해결할 수 있을 것이다.</p>	<p>보강</p>

예비 생물교사 O의 1, 2, 3차 글쓰기를 통한 변화 추이를 살펴보면 <표 IV-63>와 같다. 첫 번째 글쓰기에서 주장, 근거(1), 근거(2), 반증, 보장, 보강 등 논증 구조의 요소를 적절히 활용하는 모습을 보였다. 눈여겨볼 점은 ‘인간과 동물은 함께 살아가기 힘들 것이다.’라는 주장에 대해 근거를 들며 다소 부정적인 의견을 피력하는 모습을 보였으나, 이 과정에서 인간의 역할이 동물에게 미치는 영향을 언급하며 이에 대한 인간의 반성이 필요한 점을 부각시키며 일관되고 논리적인 전개를 해나가고 있었다. 두 번째 글쓰기에서도 인공지능과 교육의 전환을 강조하며 주장, 근거(1), 보장, 근거(2), 보장, 보강의 논증 구조나 나타났다. 세 번째 글쓰기 역시 주장, 근거(1), 보장, 근거(2), 보장, 보강의 논증 구조를 보여 글의 전개 방식을 정확하게 이해하고 글쓰기를 수행하고 있었다.

<표 IV-63> 예비 생물교사 O의 SSI 글쓰기 논증 구조 분석

	SSI 주제 글쓰기(1회)	논증 구조
예비 생물교사 O	지구에 생명이 싹트고, 인간과 동물은 하나의 뿌리에서 갈라져 나왔다. 인간과 동물은 서로의 터전에서 자유로이 살아가는 것처럼 보인다. 하지만 인간과 동물은 함께 건강하게 살아가기는 힘들 것이다.	주장
	인간은 야생에서 태어나 지금껏 자연을 바꾸고 일구며 발전해왔다. 채집과 수렵을 넘어 농사를 짓기 시작한 순간부터 인류는 자연을 자연 그 자체가 아닌 의도에 의한 ‘비(非)자연’으로 만들고 있다. 이렇게 인류는 수백만 년을 살아오면서 추구하는 가치가 무수히 많아졌다.	근거(1)
	반면에 동물은 야생에서 태어나 야생 그 자체를 살아간다. 야생은 ‘번식’이라는 종 보존의 의도를 갖는다고 한들 이마저도 자연이다. 자신들의 가치에 맞추어 자연을 의도적으로 바꾸는 인간과 자연 그 자체를 살아가는 동물은 전혀 공평할 수 없는 조건 속에서 함께 살아간다. 인간과 다른 동물은 하나의 뿌리에서 갈라져 지금까지의 차이를 만들어 왔고, 이 차이는 좁혀질 수가 없어 보인다.	근거(2)
	인간은 야생동물을 보호하는 여러 대책을 내놓는다. 예를 들어 보호구역을 지정하거나 보호 동물로 지정하여 관리한다. 하지만 보호만 한다고 자연을 온전히 지킬 수 있는 것은 아니다.	반증

	<p>바로 인간의 활동은 대기, 수질 등 여러 환경에도 많은 변화를 주었기 때문에 이는 고스란히 동물에게 피해를 주게 된다. 최근 코로나19로 세계 각국에 봉쇄조치가 내려져 사람의 활동이 줄어들었고, 이는 곧 야생에서의 변화를 볼 수 있다. 국제 멸종위기종인 리틀리 바다거북은 산란을 위해 인도 동부 오디샤 주 해안에 10년 만에 다시 출현하기도 했고, 평소 관광객으로 인해 숨었던 듀공 무리가 한가하게 헤엄치는 모습이 포착되기도 한다. 일시적인 변화가 곧바로 동물들의 반응으로 나타났다. 또한 공장 가동이 줄고, 차량 이동이 제한되면서 화석연료에서 발생하는 오염물질의 양도 크게 감소했다. 이러한 변화가 계속된다면 동물에게도 변화를 줄 것으로 예상된다.</p>	보장
	<p>그동안 인간의 활동이 동물들에게 어떠한 영향을 끼쳤을지 상상이 가능한가? 인간은 동물과 달리 수많은 가치를 만들고, 추구하며 진화해왔으며 돌이킬 수 없는 차이를 만들었다. 다시 말해, 인간이 동물에게 영향을 끼치는 일은 피할 수 없기 때문에 인간에 의해 동물은 건강하게 살아가기 힘들 것이다.</p>	보강
SSI 주제 글쓰기(2회)		논증 구조
	<p>인공지능(AI, Artificial Intelligence) 시대가 다가오고 우리 사회는 인공지능에 대해 기대하는 부분도 있고, 우려하는 부분도 있다. 인공지능이 우리 삶에 깊숙이 들어오게 되면 아마 사회적으로 큰 혼란이 올 것이다. 그렇다면 우리가 다가오는 인공지능 시대에 조화롭게 살기 위해서는 어떻게 해야 할까?</p> <p>인공지능은 인간의 뇌를 모델링했다. 인간의 기억력 한계를 초월하며, 주어진 정보를 활용하는 능력이 압도적이다. 앞으로 인공지능은 이런 활용능력에서 인간을 대체할 것이다. 우리는 이러한 시대가 올 것을 예상하고, 대비해야 한다. 따라서 우리는 교육을 바꿔야 한다.</p>	주장
	<p>우리 교육은 수와 언어의 체계로 이루어지는 부분만을 향상하고, 평가받는 것이 현실이다. 그 능력을 관장하는 부분은 단지 뇌의 아주 작은 영역에만 해당한다. 이 부분은 인공지능으로 거의 비슷하게 모델링된다. 따라서 우리는 뇌의 다른 영역 즉, 인공지능이 하기 힘든 영역을 발달시켜나가야 한다.</p>	근거(1)
	<p>인공지능은 주어진 데이터를 가지고 비슷한 무언가를 해낼 수 있으나 참신한 것을 만들기는 어렵다. 예를 들어, 모차르트 음악을 주고, 비슷한 음악을 만들라고 하면 누구보다 모차르트 음악과 비슷하게 만들 수 있지만 모든 음악을 주고, 전혀 다른 새로운 것을 만들어보라고 하면 인공지능은 해내기 힘들다. 왜냐하면 기존의 데이터를 기반으로 하는 것이 아니기 때문이다. 우리는 이러한 점에 초점을 맞추어야 한다. 정해진 답에 신속하고 정확하게 풀어내는 것에 초점을 맞추는 것이 아니라 비판적으로 바라보고, 새로운 관점에 대해서 칭찬하고, 격려하는 교육의 장이 되어야 한다.</p>	보장
	<p>또한, 인간의 삶의 대부분이 시가 수행할 것이다. 자율주행 자동차, 금융업무, 법률업무, 의학 등 여러 가지 전문적인 영역에도 시가 들어서게 된다. 자율주행 자동차는 시가 도로의 패턴, 신호 등 여러 가지 데이터들을 분석하여 자율적으로 운전을 하기에 당연히 인간보다 운전을 잘할 것이라고 전문가들은 예상한다. 또한 교통사고 빈도도</p>	근거(2)

	<p>현저히 떨어질 것으로도 예상된다. 하지만 교통사고가 줄었다고 하더라도 그 줄어든 확률의 사고가 나에게 일어난다면, 심지어 나의 잘못이 아닌 자동차의 잘못이라면 이에 대한 책임은 누구한테 물어야 하며, 그에 따른 대중들의 충격은 이전보다 더 클 것이다. 더 나아가 여러 가지 윤리적인 문제에 대해서는 어떻게 처리해야 하는가도 문제가 된다.</p>	
	<p>이런 문제를 해결하기 위해서는 사회적 합의가 필요하다. 사람들 간 의견을 교환하고 적절한 합의를 할 수 있는 장을 만들어야 한다. 또한 그렇게 하기 위해서는 자신의 의견을 제대로 표출할 줄 알아야 하며, 어떤 주장에 비판적으로 바라볼 줄도 알아야 한다. 이런 의사결정 능력을 키우는 것이 우리 인간이 앞으로 지향해야 하는 목표가 되어야 한다.</p>	보장
	<p>인공지능이 잘하는데 우리가 못하는 부분을 인공지능으로 적극적으로 활용하면 되고, 아직 인공지능이 우리를 따라오지 못하는 부분은 우리가 그 부분들을 발전시키고 잘 활용해 나가야 한다. 이처럼 인공지능과 함께 조화롭게 살면서 미래사회에서 우리가 중요한 사회적 가치를 만들어 내는 것이 앞으로 인류가 해야 할 숙제가 될 것이다.</p>	보강
	<p>SSI 주제 글쓰기(3회)</p>	<p>논증 구조</p>
	<p>대기오염 경보제를 시행한 2015년 이후 처음으로 제주도 보건환경연구원은 오존 주의보를 발령했다. 심지어 2019년 5월 22일 이후 4차례 연속 발령됐다. 오존은 강력한 산화력을 가지고 있는 유독물질이라 일정 농도 이상 높아지면 호흡기나 눈에 자극을 주며 심하면 폐 기능 저하, 기관지 자극, 패혈증 등 인체에 해롭다. 청정의 섬 제주도를 지키고 도민들의 안전을 위해서는 제주도 내 대기측정소를 늘려야 한다. 그렇다면 왜 대기측정소를 늘려야 하는가?</p>	주장
	<p>첫 번째로 오존 측정 정확도를 높여야 하기 때문이다. 대기측정소를 늘리면 측정 정확도가 높아진다. 제주도는 현재 노형동, 연동, 이도2동, 성산읍, 남원읍, 대정읍 총 7개의 측정소를 두고 있다. 제주 시내권 지역을 제외하면 공간 분포대비 측정소 수가 부족하다. 특히 외곽 지역에는 측정소가 없어 대기오염 수치에 대한 정확도가 떨어질 것으로 예상된다.</p>	근거(1)
	<p>오존 주의보 발령 횟수가 적기 때문에 미세먼지의 측정치를 대신 살펴보면 지난해 측정소별 미세먼지 환경기준 초과횟수는 제주시 이도동 40건, 연동 36건, 서귀포시 동홍동 11건, 성산읍 25건, 대정읍 30건으로 나타났다(남원읍 측정소는 19년 12월부터 운영). 제주도는 작은 지역이라는 인식에 비해 지역별 측정치가 차이 나는 것을 볼 수 있다. 또한 제주도 면적이 1848.5km²일 때 307km²당 1곳 설치되어 있는 셈이기에 충분히 지역별 측정치가 차이 날 수 있음을 알 수 있다. 따라서 지역별로 차별화된 정보를 제공하기 위해서는 촘촘한 측정망을 구축해야 한다.</p>	보장
	<p>다음으로 측정소를 늘려야 하는 이유는 정교한 예방 체계를 구축 해야 하기 때문이다. 대기 측정 정확도가 높아진다면 오존 수치 예보의 적중률이 높아져서 도민들의 일상 생활에 편리함을 제공할 수 있다.</p>	근거(2)

	<p>[표 1]을 참고하면 특이점은 4차례 오존 주의보 발령 중 2차례는 새벽 시간대에 주의보가 내려졌다는 점이다. 오존은 기온이 높고 일사량이 많을수록 농도가 올라가기 때문에 한낮 시간에 발령되는 게 일반적이다. 전문가들은 이 기간에 제주에서 측정된 오존이 온전히 제주의 것이 아니라는 분석을 한다. 인근 국가에서 발생한 오염원이 바람을 타고 제주도 인근으로 유입되면서 오존량이 늘어났다는 주장이다. 제주도보건환경연구원 김길성 대기환경과장은 “이번에 제주에서 나타난 오존은 한낮이 아닌 아침 일찍부터 지속해서 높게 관측됐고 상대적으로 자동차나 공장 등 오염원이 적은 외곽 지역에서도 시내와 비슷한 수준의 농도를 보였고, 외부 국가나 지역의 오염원에 의한 발생한 오존이 제주로 유입돼 수치가 치솟은 것으로 추정할 수 있다”고 말했다. 이에 따라 외부에서 오는 오존 수치를 위한 예보를 위해 더 정교한 측정망을 구축할 필요가 있다. 정교한 대기 측정망 확충으로 도민들에게 신뢰성 있는 정보를 상시 제공하고, 높은 수치의 오존 발생 시 신속히 대응할 수 있는 체계가 마련되어야 한다.</p>	보강
	<p>물론 측정소 설치기 쉬운 일은 아니다. 먼저 대기오염측정망 설치 운영지침 상의 측정소 입지 기준에 따라 측정소를 설치해야 한다. 측정소 입지 기준으로는 대략 인구 10만 이상의 도시에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 외곽 지역 인구수에 따라 측정소 설치는 힘들 것으로 보이나 5항에 따르면 예·경보제를 위해 공간 분포상 측정소의 신규 설치가 필요하다고 판단되는 경우 설치가 가능할 것으로 보인다.</p> <p>또한 측정소 하나를 설치하기 위해서는 1억~3억에 이르는 큰 예산이 필요하다. 하지만 미세먼지는 마스크를 써서 막을 수 있지만, 오존은 마스크를 써서 막을 수가 없다. 오존은 인체에 굉장히 유해하고, 실내에서 활동하는 것이 최선이기 때문에 도민들의 안전한 일상생활을 보장하기 위해서는 큰 예산이지만 충분히 설치할 만한 가치가 있다고 본다.</p> <p>한번에 측정소를 늘려 정교한 측정망을 구축하는 것은 힘들어 보이나 청정의 섬 제주의 이미지에 알맞게 적절한 예산 계획에 따라 점진적으로 대기측정소를 늘려간다면 도민들의 안전한 일상생활을 보장할 수 있을 것이다.</p>	보강

예비 생물교사의 글쓰기 예시에서 나타나듯이 세 차례의 글쓰기에서 전반적으로 논증구조상 반증이 나타나지 않은 글쓰기가 많았다. 이것은 글의 목적이 동물과 인간의 공존, 인공지능과 인간의 삶, 오존주의보로 들여다본 환경의 문제 등 전반적으로 반증이 드러나기 어려운 글쓰기 주제였기 때문으로 분석했다. 아울러 반증이 나오기 어려운 주제의 글쓰기에서는 반증이 아닌 보장과 보강이 제시되는 등 글쓰기 주제에 따라 글의 구조가 다양하게 전개되는 양상을 보였다. 전반적으로 SSI 글쓰기 프로그램을 통해 글의 구조를 학습하며 보다 분명한 한 편의 글을 완성해가는 모습이 나타난 것은 프로그램의 효과로 보였다. 논증 구조에 대한 교육이 지속적으로 수행된다면, 학생들이 보다 쉽고 분명하게 글쓰기를 해나갈 수 있을 것이라는 결과를 얻었다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

SSI 글쓰기 프로그램을 수행하고, 결과물에 대해 담화 클러스터와 담화 요소 분석에 이어 구조화한 과학 글쓰기 유형별 과학 핵심역량과의 연관관계를 분석했다. 특히 글쓰기 구조화 이전에 글쓰기의 목적에 따라 과학 핵심역량뿐만 아니라 2015 개정 교육과정이 추구하고 있는 핵심역량과의 연관성도 파악했다.

이번 연구에서 개발해 적용한 SSI 글쓰기 교수학습 자료와 핵심역량과의 관계에서 보면, SSI 글쓰기를 통해 과학 핵심역량 함양이 가능하고, 글쓰기 주제와 유형별로 핵심역량 요소가 다양하게 적용되어 학습될 수 있음을 알 수 있었다.

교사들이 성공적으로 SSI를 수업에 도입하기 위해서는 SSI의 방향성과 목표를 이해하는 것은 물론 수업에서 구현할 수 있는 지식인 SSI에 관한 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge, 이하 PCK)이 요구된다. 그런 의미에서 예비 교사의 SSI 학습 경험은 중요하다. 이러한 경험은 실제 SSI 관련 학습을 통해 학습 시 겪는 어려움을 습득하고, SSI가 가지는 추론의 특성을 이해하게 되어, 실제 학급에서 교수 학습이 이뤄질 때 소중한 자산이 될 수 있기 때문이다. 따라서 이번 연구에서는 예비 생물교사의 SSI에 관한 내용교수지식 습득을 위해 예비 생물교사를 대상으로 SSI 글쓰기 교수학습 자료를 개발하고, 이의 활동을 통해 글쓰기에서 나타나는 핵심역량 표현과 SSI 관련 담화내용 등을 분석해 보고자 했다.

SSI 글쓰기 프로그램은 총 6주 동안 진행되었으며, SSI의 정의와 특징, SSI교육과 과학적 소양, SSI 교육과 글쓰기, 논증글쓰기의 의미와 필요성, SSI 추론과 논증, SSI 논증활동에 대한 수업과 함께, 1주, 4주, 6주차에 총 세 차례에 걸쳐 SSI 글쓰기 활동이 이루어졌다. 제1차 SSI 글쓰기는 SSI 관점에서 인간의 스트레스가 동물에게 미치는 영향, 즉, 우리 사회에서 함께 살아가는 동물에 대한 환

경과 윤리적인 측면이 부각되는 제시문과 문제로 구성했다. 제2차 SSI 글쓰기는 인공지능이 인간의 삶 속에 깊숙이 다가온 현실을 통해 앞으로 이러한 상태가 지속된다면 인공지능과 인간의 위치변화까지도 예견된다고 말하며 이러한 것에 대해 자신의 견해를 밝혀 비판할 수 있도록 구성했다. 제3차 SSI 글쓰기 프로그램은 SSI 관점에서 오존의 두 얼굴이라는 주제의 제시문을 통해 성층권에 밀집된 오존층의 역할과 지표면에서 존재하는 오존의 다른 점을 언급하며 궁극적으로 환경오염 문제의 심각성을 인지하도록 하고 있다. 우리나라에서도 청정하다고 생각할 수 있는 제주 지역에서 오존주의보 발령은 그런 의미에서 문제의 심각성을 더욱 드러나게 한다. 이를 해결하기 위한 바람직한 방향을 모색한다는 점에서 SSI 관점에서 가장 적합하게 다루어도 좋을 주제다.

SSI 글쓰기 수행을 통해 도출된 결과에 대해 첨삭을 진행했으며, 핵심역량 표현을 분석한 결과 과학적 문제해결력과 과학적 의사소통 능력, 그리고 과학적 참여와 평생학습 능력 전반의 향상을 보였으며, 이어 논증활동 분석 기준인 담화 클러스터 분석방법으로 들여다본 결과 탐색을 통해 문제의 논점을 확인하며 글쓰기의 방향을 설정했고, 다양한 관점과 자료의 탐색을 통해 근거를 제시하며 자신의 생각과 의견을 피력하는 등 설득력 있는 안에 대한 선택이 이뤄지도록 노력하는 양상을 보였다. 이어 담화 요소의 변화 양상은 공감을 통한 관점의 제시를 통해 다양한 관점을 고려하며, 증거에 기반을 둔 추론을 해나가는 모습을 보였다. 특히 글쓰기를 통한 표현에 있어서도 SSI 관련 글쓰기에서 나타나는 윤리적 측면을 고려한 주장을 제시하거나, 감정이입 및 공감을 통해 책임감과 실천의지를 표명하는 특징을 보였다. 전반적으로 예비 생물교사들은 처음 글쓰기 과정에서는 문장을 구조화하지 못했으며, 자신의 생각을 논리적으로 전개하는 것을 어려워했다. 무엇보다 주어진 문제가 요구하는 글쓰기의 핵심을 서론에서 제시하지 못함으로써 궁극적으로 문제해결력이 부족함을 보였다. 그러나 첨삭 과정과 함께 글쓰기 교육이 이뤄지면서 차츰 글을 구조화하거나 과학적 사실을 표현할 수 있었으며, 무엇보다 고무적인 것은 글쓰기를 통해 관찰에 따른 원인을 분석하고 문제를 해결하는 방법, 그리고 현상에 대한 분석을 통해 참여와 평생학습능력 함양에 해당하는 핵심역량 함양에 접근하는 모습을 보였다.

이번 연구에서 예비 생물교사들이 수행한 SSI 프로그램은 예비 과학 교사들이

SSI에 대해 인식할 뿐만 아니라 공감과 책임감을 함양하는 방안을 모색할 필요가 있다는 선행연구(정은영, 구태희, 2019)에서 제안한 것에 대해 의미를 가진다. 특히 연구결과에서 나타난 것처럼 예비 과학 교사들이 SSI 수업의 필요성을 인식하고 실행하려는 의지를 높이기 위한 방안으로서 SSI 글쓰기 프로그램이 효과적임을 보여주고 있다.

글쓰기를 통해 책임감과 실천 의지가 드러난 것에 대해서도 학생들은 글쓰기를 통해 전문적인 교육을 받고 검증된 전문성의 필요성을 깨닫고, 부족한 자신의 모습을 발견하게 되어 스스로 지식을 쌓아가기 시작했으며, 학생들이 인식하는 지식의 필요성은 교사 정체성 재확립과 연결되어 교직의 전문성을 실감하면서 사명감과 책임감을 엄중하게 인식하게 되었다는 연구결과(최임숙, 2019)와도 근접해 있었다.

또한 2015 개정 교육과정에 따른 생명과학I 교과서의 과학 글쓰기 자료를 기반으로 구조화 연구를 진행했으며, 여기서 더 나아가 생명과학I 교과서의 단원별 과학 글쓰기 교수학습 자료를 개발했다. 2015 개정 교육과정에 따른 생명과학I에 적용 가능한 과학 글쓰기 교수학습 자료는 과학 글쓰기의 분석틀을 참조해 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.

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 있다(신영준 등, 2009). 그렇기 때문에 과학 글쓰기에 앞서 교수학습 자료 개발이 이루어져 학생들이 보다 다양한 생각을 써 내려갈 수 있도록 하는 조력이 필요하다. 학생들의 쓰기 능력을 높이기 위해서는 학생 개인의 노력뿐만 아니라 학생-학교-가정이 연계해서 함께 지도 및 지원해야 한다는 의견도 있다(한경숙, 2016). 특히 생명과학과 관련한 다양한 사회적 쟁점을 활용해 과학 글쓰기나 토론 등을 통해 과학적 의사소통 능력, 과학적 사고력을 기를 수 있도록 과학 탐구와 관련한 다양한 자료를 제시해 과학 기술이 갖는 잠재력을 인식할 수 있도록 지도해야 한다(송신철, 2018). 결국 학생들의 글쓰기가 핵심역량 함양이

라는 목표를 달성할 수 있도록 하기 위해서는 균형 잡힌 제시자료의 개발과 함께 이를 적극적으로 활용하려는 학생과 교사의 협업이 중요하다. 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 교수학습 자료의 개발은 학생과 교사의 적극적인 협업을 통해서만이 그 효과를 발휘할 수 있기 때문이다.

2. 제언

과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램을 통해 예비 생물교사들은 우리사회 문제에 대한 과학적 접근, 그리고 그에 대한 해결방법 모색이라는 점에 있어서 SSI 교수학습 방법의 폭을 넓히는 계기가 되었을 것으로 생각한다. 향후 예비 생물교사를 대상으로 하는 SSI 글쓰기 프로그램이 더욱 활성화된다면 학생 전반이 SSI와 관련해 사고의 폭을 넓히는 한편 글쓰기 과정이 우리사회에서 주어진 현상을 파악하고, 이러한 문제를 해결해 나가기 위한 기본 능력으로서 학교 현장의 교수 학습 과정에서 실질적으로 자리 잡을 수 있을 것으로 기대한다.

이와 함께 텍스트 생산자는 자신이 의도하는 내용을 독자에게 전달하기 위해 어떤 조직과 형식을 바탕으로 해서 독자에게 접근하게 된다. 따라서 텍스트를 읽는 독자의 경우에도 텍스트를 보다 잘 이해하고 정확하게 이해하기 위해서는 텍스트의 구조를 인식하는 것이 매우 중요하다(고성환, 1999). 따라서 학교 수업에서 텍스트의 구조를 인식하도록 하기 위해 글의 구조화를 통해 글의 뼈대를 만드는 교육이 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 이와 병행해 현행 과학기술 글쓰기의 보완 방법으로 제시하고 있는 단문 쓰기를 통한 디지털 종합물로서의 글쓰기 교육으로의 방향 전환도 필요하다. 과학기술 글쓰기 교수 학습 과정에서 강조하는 문장과 글의 특성 인지를 통한 훈련, 비문, 띄어쓰기와 맞춤법 교육은 각 개 항목을 별도로 교육하는 것보다 ‘과학 에세이 쓰기’ 등을 활용해 초점화해 교육하는 것이 보다 효과적이다(김정훈, 2019). 특히 과학 분야와 연관된 주제를 바탕으로 다뤄지는 제시자료에 대한 이해도를 높일 수 있도록 구조화 연구와 병

행해 과학 관련 연관 주제에 대한 접근을 통해 학생들이 보다 적극적이고 창의적으로 문제해결 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 생각한다.

2007년 개정 과학과 교육과정에서부터 과학적 사고력, 창의적 사고력 및 의사소통 능력을 함양하기 위해 과학 글쓰기와 토론을 강조하고 있으나 과학 글쓰기 활동이 다양한 유형과 제시 형식으로 과학 교과서의 다양한 부분에 적극적으로 도입될 필요가 있다는 선행연구(김소연, 정은영, 2017)를 주목할 필요가 있다. 글쓰기는 글을 쓴다는 자체가 문제를 해결해 나가는 과정이기 때문에 PBL(Problem Based Learning)이라는 교수학습 방법을 통해 다양한 글의 종류를 경험할 수 있다(남진숙, 2019). 따라서 과학 분야와 연관된 주제에 대한 PBL 수업계획 역시 문제해결 방법의 하나로 고려할 필요가 있다. 향후 전반적인 과학 글쓰기 프로그램 개발을 통한 교수 학습 전략을 통해 구조화한 글쓰기 자료를 학생들에게 적용하고, 실제 글쓰기가 이루어질 뿐만 아니라 구조화된 평가과정을 통해 구체화함으로써 효과적이고 실질적인 과학 글쓰기 교육프로그램으로 활용되기를 기대한다.

우리 주변에서 일어나는 다양한 사회적 현상과 연계된 자연과학적 현상에서부터 더 나아가 생태계와 환경 문제까지 생명과학 교과서와 연계한 SSI 글쓰기 자료가 지속적으로 개발된다면, 학생들의 SSI 글쓰기에 대한 관심이 고양될 뿐만 아니라 창의적인 글쓰기 능력을 향상시킬 수 있으리라는 것은 자명하다. 따라서 2015 개정 교육과정에 맞춰 개발한 생명과학 글쓰기 교수학습 자료가 적극 활용되어 창의적인 SSI 글쓰기가 교육 현장에서 적극적으로 이루어진다면, 2015개정 교육과정의 ‘창의적 문제해결력 함양’이라는 목표를 달성할 수 있다. 더 나아가 우리나라의 교육과정과 연계한 입시제도 역시 창의적 사고를 바탕으로 자신의 생각을 표현하는 글쓰기로의 전환이 이루어지기를 바란다. 입시제도의 변화라는 체제 전환을 통해 실제로 과학 글쓰기가 우리나라의 교육 현장에서 일상적으로 실현되기를 기대한다.

향후 과학 핵심역량 함양을 위한 SSI 글쓰기 프로그램은 다양한 제시자료가 사회, 경제, 과학, 정치 등 분야별로 구성되어, 제시자료를 통해 학생들이 생각의 범위를 확장시키고 궁극적으로 자신의 주장을 펼치는 데 논리적인 결론에 이를 수 있도록 개발되어야 한다. 이러한 노력이 지속적으로 이뤄진다면, 실제 학교

현장에서도 자연스럽게 과학 글쓰기 활동이 이뤄져 학생들의 2015 개정 교육과정의 궁극적으로 목표로 삼고 있는 핵심역량, 즉 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량 전반에 걸쳐 의사표현 능력이 전반적으로 향상되어 사회적 현상과 과학의 연관관계 등을 고찰하고 이를 기반으로 창의적으로 주어진 문제를 해결해 나갈 것으로 생각한다. 특히 자기관리 역량과 심미적 감성 역량은 과학과 교육과정에 다루어지기 어려운 부분인데, SSI 글쓰기를 통해 이 부분의 역량이 크게 강화될 것으로 기대한다.

VI. 참고 문헌

- 강경희. (2018). 예비 생물교사의 SSI(Socio-Scientific Issue) 관련 글쓰기에 나타난 논증구조 분석. 생물교육, 46(1), 55-62.
- 고성환. (1999). 텍스트언어학의 응용 : 설명형, 논증형 주제 전개 모형과 읽기 교육. Text Linguistics, 7, 339-369.
- 고은정, 정대홍. (2019). 핵심역량 관련 국내 과학 교육 연구 동향 분석. 현장과 학교교육, 13(4), 359-376.
- 고현주, 최윤희, 이현주. (2015). 과학관련 사회쟁점(SSI) 맥락에서의 소집단 논증활동 분석틀 개발 : 담화클러스터와 담화요소의 분석. 한국과학교육학회지, 35(3), 209-221.
- 곽영순. (2013). 과학과 교육과정에 대비한 핵심역량 재구조화 방안. 한국지구과학학회지, 34(4), 378-387.
- 교육과학기술부. (2009). 고등학교 과학과 교육과정. 서울: 교육과학기술부.
- 교육과학기술부. (2011). 과학과 교육 과정. 서울: 교육과학기술부.
- 교육부. (2015a). 2015 개정 교육과정 총론. 교육부 고시 제2015-80호.
- 교육부. (2015b). 2015 개정 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호.
- 교육인적자원부. (2007). 고등학교 과학과 교육과정. 서울: 교육인적자원부.
- 구슬기, 박일우. (2010). 초등 과학 글쓰기 지도 전략의 개발 및 적용. 초등과학교육, 29(4), 427-440.
- 권수희, 이현주. (2018). SSI-PCK 향상을 위한 교사교육이 예비 과학교사들의 SSI 교육에 대한 이해 및 교수 효능감에 미치는 영향. 학습자중심교과교육연구, 18(21), 211-236.
- 권혁빈 외 5인. (2019). 생명과학I. 서울: 교학사.
- 김경자, 김아영, 조석희. (1997). 창의적 문제해결능력 신장을 위한 교육과정 개발의 기초. 교육과정연구, 15(2), 129-153.
- 김두혁, 김영대, 위수민. (2018). 예비 과학교사들이 작성한 논증 글쓰기의 서론 구조 분석. 학습자중심교과교육연구, 18(1), 1-19.

- 김소연, 정은영. (2017). 중학교 과학 교과서의 과학 글쓰기 활동 분석. *교육과정평가연구*, 20(4), 53-76.
- 김윤택 외 4인. (2019). *생명과학I*. 서울: 동아출판.
- 김은혜, 박재근. (2017). 과학과 핵심역량 요소를 기반으로 한 초등학교 과학글쓰기 수업의 효과. *초등과학교육*, 36(4), 346-355.
- 김정훈. (2019). 과학기술 글쓰기 교육의 현황과 보완 방향. *한국문학회론과 비평*, 23(2), 163-185.
- 김형미, 강경희. (2018). 글쓰기 활동이 중등 생물영재의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. *생물교육*, 46(4), 455-464.
- 김형미, 강경희. (2019). 2015 개정 교육과정 생명과학I 교과서 글쓰기 문항 분석 및 교수 학습자료 개발. *생물교육*, 47(2), 171-186.
- 김형미, 강경희. (2020a). 2015 개정 교육과정 생명과학I 교과서에 제시된 글쓰기 문제 유형에 따른 구조화 연구. *생물교육*, 48(3), 335-355.
- 김형미, 강경희. (2020b). 예비 생물교사의 SSI 글쓰기에 나타난 담화요소와 담화클러스터 분석. *생물교육*, 48(3), 410-422.
- 김형미. (2018). 창의적 문제해결력 함양을 위한 글쓰기 교수학습 자료 개발. 제주대학교 석사학위 논문.
- 남진숙. (2019). PBL 수업계획 및 문제개발 연구 : ‘글의 진술방식’을 중심으로. *사고와 표현*, 12(1), 138-166.
- 니나 자블론스키. (2012). *스킨 : 피부색에 감춰진 비밀*. 서울: 양문.
- 대니얼 샬모비츠. (2019). *은밀하고 위대한 식물의 감각법*. 서울: 다룬.
- 리 골드먼. (2019). *진화의 배신*. 서울: 부키
- 마이클 테너슨. (2017). *인간 이후*. 서울: 쌤앤파커스.
- 메노 스틸트하위전. (2019). *도시에 살기 위해 진화 중입니다*. 서울: 현암사.
- 박길순, 강유진, 김지나. (2014). 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 과학 교과서의 과학 글쓰기 제시 양상 분석. *과학교육연구지*, 38(2), 344-355.
- 박은혜, 정은영. (2018). 2015 개정 교육과정에 따른 ‘생명과학I’ 교과서의 과학 글쓰기 활동 분석. *생물교육*, 46(4), 556-573.
- 박종현. (2019). *생명과학을 쉽게 쓰려고 노력했습니다*. 서울: 책미래.

- 방담이. (2012). 창의적 문제해결 과정을 강조한 과학글쓰기수업 전략의 제안. 사고와표현, 5(2), 93-117.
- 백남진, 온정덕. (2015). 호주 국가 교육과정에서의 역량 제시 방식 탐구. 교육과정연구, 33(2), 99-128.
- 송신철, 심규철. (2015). 생명과학 관련 주제에 대한 과학영재들의 글쓰기 특성 분석. 과학교육연구지, 39(1), 88-93.
- 송신철. (2018). 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 생명과학I 교과서의 탐구활동 유형 분석. 생물교육, 46(2), 187-201.
- 송진용, 강석진, 곽영순, 김동건, 김수환, 나지연, 도종훈, 민병곤, 박성춘, 배성문, 손연아, 손정우, 오필석, 이준기, 임혁, 정대홍, 정용재, 정종훈. (2018). 미래세대를 위한 과학교육표준 개발. 서울: 학국과학창의재단.
- 신다인. (2017). 고등학생의 과학관련 사회쟁점(SSI)에 대한 글쓰기 내용과 구조 분석. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 신영준, 황현옥, 박현우. (2009). 논리적 사고력을 강화한 과학 글쓰기가 초등학생의 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 영향. 생물교육, 37(1), 155-161.
- 신현숙, 김선미, 곽유미. (2007). 쓰기 표현 능력의 발달 경향 : 설명글과 논증글을 중심으로. 교육연구, 30, 21-41.
- 심규철 외 5인. (2019). 생명과학I. 서울: 비상.
- 심재호 외 5인. (2019). 생명과학I. 서울: 금성출판사.
- 오현선 외 5인. (2018). 생명과학I. 서울: 미래엔.
- 위수민, 윤지영, 임성만. (2014). 지구과학 관련 사회적 문제(Socio-Scientific Issue)와 관련된 논증적 글쓰기를 통해 알아본 예비교사들의 논증구조 발달 분석. 대한지구과학교육학회지, 7(1), 11-23.
- 윤상욱. (2012). 아프리카에는 아프리카가 없다. 서울: (주)시공사.
- 이광우. (2015). 2015 개정 교육과정에서의 핵심개념, 핵심역량. 한국가정과학교육학회 학술대회집, 11-29.
- 이광우, 민용성, 전제철, 김미영, 김혜진. (2008). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(II)-핵심역량 영역별 하위 요

- 소 설정을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2008-7-1.
- 이광우, 백경선, 이수정. (2017). 2015 개정 교육과정에서의 핵심역량 관련 이슈 고찰 : 인간상, 교육 목표, 교과 역량과의 관계. 교육과정연구, 35(2), 67-94.
- 이대규. (1986). 작문 교육 내용으로서의 설명과 논증. 어문교육논집, 9, 49-101.
- 이선경, 김찬경, 고희영, 윤진희, 민경진. (2017). 학교 과학에서 과학 글쓰기의 위상과 교육적 의미. 교육문화연구, 23(6), 297-316.
- 이소의. (2018). 대학생 글쓰기의 문제해결형 개요짜기 모델 연구. 인문과학논총, 37(4), 63-90.
- 이용철 외 3인. (2019). 생명과학I. 서울: 와이비엠.
- 이은희. (2002). 글쓰기 능력의 지표화 방안 연구-‘조직’ 범주를 중심으로. 국어교육학연구, 15, 375-404.
- 이정은, 정은영. (2013). 과학 글쓰기를 활용한 과학적 사고력 평가 도구의 개발. 교사교육연구, 52(3), 575-588.
- 이주연. (2018). 역량기반 교육과정 연구학교 교원의 경험 분석. 교육과정평가연구, 21(4), 1-20.
- 이준규 외 5인. (2019). 생명과학I. 서울: 천재교육.
- 이치윤, 박재근 (2014). 신문 기사를 활용한 과학글쓰기 수업전략의 개발과 적용. 초등과학교육, 33(4), 710-723.
- 이현주, 장현숙. (2011). 과학과 관련된 사회.윤리적 문제(SSI) 교육 프로그램이 예비 과학 교사들의 SSI 교수에 대한 인식에 미치는 영향. 교과교육학연구, 15(4), 911-930.
- 이현주, 하지훈, 곽영순. (2020). 2015 개정 과학과 교육과정의 핵심개념과 교과 역량의 현장 적용에 대한 중학교 과학교사 및 학생의 인식. 교육과학연구, 22(2). 1-23.
- 이현주. (2016). 과학기술 관련 사회쟁점 교육을 위한 교과교육학적 지식 (SSI-PCK) 요소에 대한 탐색. 한국과학교육학회지, 36(4), 539-550.
- 이현주. (2018). SSI 교육이란 무엇인가. 서울: 박영스토리.

- 재니퍼 다우드나, 새뮤얼 스텐버그. (2018). 크리스퍼가 온다. 경기: 프시케의숲.
- 재레드 다이아몬드. (2015). 왜 인간의 조상이 침팬지인가. 경기: ㈜문학사상.
- 정민이, 여성희. (2013). 2009 개정 고등학교 과학교과서의 과학글쓰기 활동 분석. 생물교육, 41(1), 119-134.
- 정상학 외 7인. (2019). 생명과학I. 서울: 지학사.
- 정영근, 민용성, 이주연. (2019). 2015 개정 교육과정의 핵심역량 이해에 관한 고찰. 학습자중심교과교육연구, 19(18), 211-237.
- 정은영, 구태희. (2019). 예비 과학 교사 대상 생물학 강좌에서 SSI 조사와 발표의 효과 및 인식 조사. 생물교육, 47(2), 223-235.
- 조연순, 채계숙, 성진숙, 구성혜. (2000). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학교육과정 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 20(2), 307-328.
- 찰스 다윈. (2014). 종의 기원. 경기: 한길사.
- 채희인, 노석구. (2015a). 범교과적 핵심역량과 과학핵심역량의 개념적 정의에 대한 국내외 연구 동향의 네트워크적 분석. 학습자중심교과교육연구, 15(7), 23-40.
- 채희인, 노석구. (2015b). 핀란드의 핵심역량교육 연구 동향 - 초등과학교육 중심의 분석-. 교과교육학연구, 19(3), 645-667.
- 천재훈. (2006). 과학적 사고력 향상을 위한 과학글쓰기 활동. 경상대학교 석사학위논문
- 최윤경, 임희준. (2013). 과학 수업 정리 단계에서 작성한 초등학생들의 표현적 글쓰기의 특징 분석. 교과교육학연구, 17(3), 891-908.
- 최임숙. (2019). 예비교사의 글쓰기 경험을 통한 교직원 변화 분석. 인문사회 21, 10(4), 675-690.
- 최정인, 백성혜. (2015). Bloom의 신교육목표분류체계에 기초한 2007 및 2009 개정 초등학교 과학과 교육과정과 미국의 차세대 과학 표준의 성취기준 비교 분석. 한국과학교육학회지, 35(2), 277-288.
- 프랑스 드 발. (2017). 동물의 생각에 관한 생각. 서울: 세종서적.
- 하민수 외 6인. (2018). 2015 개정 과학과 교육과정에 기초한 과학과 핵심역량 조사 문항의 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 38(4), 495-504.

- 한경숙. (2016). 쓰기 동기 형성 요인에 관한 이론적 고찰. *작문연구*, 31, 93-122.
- 한혜정, 김영은, 이주연. (2016). 교육 목적으로서 ‘일반 능력’ 설정에 대한 논의 고찰 : 2015 개정 교육과정의 핵심역량과 교과 역량의 관계에 주는 함의. *교육과정연구*, 34(2), 1-18.
- Christensen, C. (2009). Risk and school science education, *Studies in Science Education*, 45(2), 205-223.
- Gray, S. D., & Bryce, T. (2006). Socio-scientific issues in science education: Implications for the professional development of teachers, *Cambridge Journal of Education*, 36(2), 171-192.
- Gunel, M., Hand, B., & McDermott, M. A. (2009). Writing for different audiences: Effects on high-school students' conceptual understanding of biology, *Learning and Instruction*, 19(4), 354-367.
- Klein, P. D. (1999). Reopening inquiry into cognitive processes in writing-to-learn. *Educational Psychology Review*, 11(3), 203-270.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Luke, A., & McArdle, F. (2009). A model for research-based State professional development policy, *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 37(3), 231-251.
- Organization for Economic and Co-operation and Development[OECD]. (2003). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundation*. Paris: OECD Press
- Prain, V. & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science : Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, 12(6), 609-626.
- Prain, V. (2006). Learning from writing in secondary science: Some theoretical and practical implication. *International Journal of Science Education*, 28(2), 179-201.

Rychen, D. S. & Salganik, L. H. (2003). Key Competencies: For a Successful Life and a Well-Functioning Society. Cambridge: Hogrefe & huber.

Wellington, J. M., & Osborne, J. (2001). Language and literacy in science education, Buckingham: Open University Press.

Williams, J. M. & Colomb, G. G. (2007). The craft of argument. London: Longman Publishing Group.