

Analysis of Critical Thinking of Pre-service Biology Teachers in SSI Argumentation Writing of 'Biology Logic and Essay'

‘생물교과논리 및 논술’의 SSI(Socioscientific Issues) 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사의 비판적 사고력 분석

Kyunghee Kang¹

강경희¹

¹ Associate Professor, Department of Science Education, Jeju National University, Korea,
kkh6554@jejunu.ac.kr

Abstract: This study analyzed the critical thinking of pre-service biology teachers in SSI argumentation writing in 'Biology logic and essay' and examined its changes. To this end, 56 of SSI argumentation writing results written by 14 pre-service biology teachers at J University's College of Education were analyzed. In addition, the critical thinking shown in these writing products were examined in seven sub-areas: purpose, information, concept, logic, assumption, conclusion, and perspective. As a result of the analysis of critical thinking, among the SSI argumentation writings, the average of the first writing was the lowest and the average of the third writing was the highest. In the analysis of the sub-areas of critical thinking, it was found that the purpose, logic, and conclusion domains in SSI argumentation writing generally showed high averages, while the assumptions and perspective sub-areas were relatively low. In addition, in the Kruskal-Wallis test, the critical thinking of pre-service biology teachers in SSI argumentation writing showed a significant difference according to the writing sessions. In the analysis of the sub-areas of critical thinking, significant differences were found in the areas of purpose, information, concept, logic, and perspective, but no significant differences were found in the areas of assumptions and conclusions. In the post hoc test to find out the difference between the groups, there was a significant difference in the critical thinking of pre-service biology teachers between the 2nd and 4th sessions of writing. The results of this study suggest that the critical thinking of pre-service biology teachers can be improved by strengthening the SSI argumentation writing activity in the 'Biology logic and essay' class.

Keywords: Critical Thinking, SSI Argumentation Writing, Pre-service Biology Teacher, Biology Logic and Essay, Perspective

요약: 이 연구는 '생물교과논리 및 논술'에서 SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사의 비판적 사고를 알아보고, 그 변화를 분석하는 것이다. 이를 위해 J대학교 사범대학의 예비 생물교사 14명이 작성한 SSI 논증 글쓰기 산출물 56편을 분석했다. 또한 이 글쓰기에서 나타난 비판적 사고를 목적, 정보, 개념, 논리, 가정, 결론, 관점의 7개 하위 영역으로 분석했다. 비판적 사고를 분석한 결과 SSI 논증 글쓰기 중 첫 번째 글쓰기의 평균이 가장 낮았고 세 번째 글쓰기의 평균이 가장 높았다. 비판적 사고의 하위영역을 분석한 결과, SSI 논증 글쓰기의 목적, 논리, 결론 영역은 대체로 높은 평균을 보인 반면, 가정과 관점

Received: March 02, 2023; 1st Review Result: April 18, 2023; 2nd Review Result: May 15, 2023
Accepted: June 30, 2023

하위영역은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 또한 Kruskal-Wallis 검정에서 예비 생물교사의 비판적 사고는 글쓰기 회차에 따라 유의한 차이를 보였다. 비판적 사고의 하위영역 분석에서는 목적, 정보, 개념, 논리, 관점의 영역에서는 유의한 차이가 나타났지만, 가정과 결론의 영역에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단 간의 차이를 알아보기 위한 사후검정에서는 2차와 4차 쓰기에서 예비 생물교사의 비판적 사고에 유의한 차이가 있었다. 이 연구의 결과는 '생물교과논리 및 논술' 수업에서 SSI 논증 글쓰기 활동을 강화함으로써 예비 생물교사의 비판적 사고를 개선할 수 있음을 시사하고 있다.

핵심어: 비판적 사고력, SSI 논증, 예비 생물사, 생물교과논리 및 논술, 관점

1. 서론

지식정보화 사회에서는 누구나 정보를 재구성하고, 이를 토대로 지식을 창출할 수 있다. 즉 지식 생산자로서 정보를 취사선택하고, 그 가치를 판단하는 비판적 사고력은 매우 중요한 역량이다[1]. 비판적 사고는 능동적인 사고 과정으로 정보를 비판적으로 판단하는 능력이므로, 21세기를 살아가는 데 필요한 핵심 역량 중 하나로 인식되고 있다[2]. 비판적 사고의 정의에 대해서는 다양한 견해가 존재한다. 선행 연구[3]에서는 비판적 사고를 관찰하기, 해석하기, 질문하기의 세 과정으로 나누어 설명했다. 또한 진리 탐구와 관련해 자신의 입장을 분명하게 표현하고자 하는 성향과 근거를 통해 평가하고 판단하는 능력으로 설명하기도 한다[4]. 또 다른 연구[5]는 사고에 대해 생각하는 방식의 하나이므로 가르칠 수 있는 것으로 보았고, 비판적 사고의 구성 요소를 목적, 현안 문제, 개념, 정보 등의 여덟 가지로 제시하였다. 이후 여기에 맥락과 대안을 더해 열 가지의 구성 요소로 나누었다[6]. 또한 선행 연구[7]은 신념에 대한 성찰에서부터 자기중심적인 사고와 행위를 비판적으로 보기를 거쳐 개인의 경험을 사회적 조건으로 연결하는 단계를 비판적 사고력으로 설명하였다.

비판적 사고는 이성적이고 논리적인 사고 과정에 기초하므로 의미를 이해하는 것과 그 속에 내포된 언어와 논리의 관계를 중요시한다[8]. 또한 비판적 사고에 기초한 문제해결력은 사회적 논쟁점들을 해결하는 데 중요한 능력으로 주목받고 있다[9]. 이와 같은 관점들은 과학적 논증과 매우 밀접하게 관련되어 있다. 따라서 비판적 사고는 문제 또는 문제 해결을 위해 근거에 기초해 진술을 판단하거나 진술에 대한 평가를 하는 논리적 사고로도 받아들여지고 있다[1]. 이와 같은 비판적 사고의 요소들을 구체화하기 위한 연구들도 진행되었다[10].

비판적 사고력은 과학 학습 활동 중 과학 글쓰기와 밀접하게 관련되어 있다. 선행 연구[11]에서는 토론 등에서 나타나는 비판적 사고 과정은 글쓰기를 통해 드러낼 수 있음을 강조하였다. 즉 논증에 기초한 글쓰기를 위해서는 학습자가 특정 주제에 대해 자신의 관점을 토대로 복합적인 이해 관계를 인식하고, 타인의 관점들도 이해해야 하기 때문에 비판적 사고가 길러질 수 있다는 것이다. 과학 글쓰기에서 논증 글쓰기는 중요한 유형 중 하나이다. 논증 글쓰기는 논증에 필요한 정보를 취사선택하고 개념 간 체계를 파악하는 과정을 언어적으로 표현하는 것이다[12]. 또한 과학 논증 글쓰기는 과학탐구를 수행하면서 결과의 해석을 비롯해 다른 사람에게 그 내용을 설득하는 등의 논증 활동을 담아내는 것이므로 과학 교육에서 중요한 의미를 지닌다[13]. 특히 논증 글쓰기는 비판적 사고력과 밀접하게 관련되어 있을 뿐만 아니라 비판적 사고의, 핵심적인 활동이다[11].

논증 글쓰기에서는 글의 내용에 대한 검토가 반드시 요구되고 아울러 글의 맥락에 대한 비판적 이해가 필수적이다[14]. 그러므로 논증 글쓰기에서 비판적 사고는 글쓰기의 전체적인 맥락을 이해하고 이를 활용하는 능력이라고 볼 수 있다. 그러므로 과학적 논증 글쓰기에서 비판적 사고가 어떻게 나타나는지 살펴보는 것은 논증 글쓰기 교수-학습의 목표 달성 정도를 가늠해볼 수 있는 척도 중 하나로 활용할 수 있다.

최근 과학교육 분야에서 논증 글쓰기의 주제로 과학기술 관련 사회 쟁점(Socio-Scientific Issues, 이하 SSI)이 주목받고 있다. SSI에 대한 글쓰기는 의사소통력과 과학적 문제해결력을 함양하는 데 효과적이므로[15], SSI를 활용한 과학 글쓰기 활동은 과학적 소양을 기르는 데 활용될 수 있다. 특히 SSI 논증 글쓰기는 과학 지식 발달이 가져온 긍정적인 측면과 부정적 측면을 분석할 수 있는 체계적이고 비판적인 사고와 관련된다[16]. 또한 SSI 논증 글쓰기가 예비 생물교사들의 비판적 사고력과 문제해결력 등의 향상에 효과적인 것으로 알려져 있다[17]. 특히 교사양성 교육과정에서 논증 수업을 실시하고 그에 따른 피드백을 제시하는 것이 예비 교사들의 논증수준 발달에 효과적이라는 연구[18]에서 알 수 있듯이 SSI를 연계한 논증 글쓰기는 사범대학 교육과정과 중등학교 현장에서 효과적인 글쓰기 교수-학습 전략으로 활용될 수 있다.

특히 사범대학 교육과정에서는 ‘교과논리 및 논술’ 과목을 통해 예비 교사들의 논리적 사고와 논술 능력에 대한 학습을 강조하고 있다. 이 교과목은 ‘각 교과별 특성에 부합되는 논리적 사고의 근본 법칙 및 논술에 관한 교육’으로 제시되어 있다[19]. 이에 따라 각 사범대학의 교사양성 교육과정에서는 교과교육학 과목으로 ‘교과논리 및 논술’을 개설하고 있다. 또한 ‘교과논리 및 논술’ 교과는 일반적인 글쓰기 수업과는 달리 표현력 등의 측면보다는 비판적 사고, 의사소통력, 문제 해결력 등의 신장에 주안점을 두고 있다는 점에서 차이가 있다[20]. 중등학교에서의 과학 글쓰기는 2007 개정 과학 교육과정에서부터 현재 2022 개정 과학 교육과정에 이르기까지 지속적으로 강조되고 있다. 또한 과학교사의 전문성을 개발하기 위해서는 SSI에 대한 이해가 중요하다. 실제 SSI 논증 글쓰기가 중등학교 교육에 도입되기 위해서는 SSI에 대한 교사의 이해와 SSI 교육의 필요성에 대한 인식이 뒷받침되어야 한다. 그러므로 교사 양성 교육과정에서 SSI 논증 글쓰기를 직접 경험하는 것은 예비 생물교사들이 향후 교육 현장에 진출했을 때 SSI 글쓰기 교육에 필요한 기본적인 교수 역량을 기를 수 있다는 점에서 의미가 크다. 그러므로 이 연구에서는 ‘생물교과논리 및 논술’ 교과에서의 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사의 비판적 사고력을 분석하고, 그 변화를 살펴보고자 한다. 또한 이를 토대로 ‘교과논리 및 논술’ 수업에서 SSI 논증 글쓰기 활용에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

2.1 연구 대상

이 연구는 J대학교 사범대학 생물교육 전공 예비교사 14명이 작성한 56편의 SSI 논증 글쓰기를 대상으로 이루어졌다. 이 예비교사들은 2022년 2학기 ‘생물교과논리 및 논술’을 수강하였다. 이 수업에서는 4회에 걸쳐 SSI 논증 글쓰기가 실시되었다이 수업의 구체적인 내용은 [표 1]에 제시하였다.

이 교과에서는 과학적 사고와 과학적 방법, 논증의 기본적인 요소 등에 대한 내용이 제시되었다. 또한 관찰글쓰기, 설명글쓰기, 연구계획서 쓰기 등 다양한 유형의 글쓰기가 이루어졌다. 특히 4주에 걸쳐 SSI의 개념과 예시, SSI 교육과 과학적 소양의 함양 등에

대한 내용을 다루었고, SSI 논증 글쓰기가 이루어졌다. SSI의 개념과 예시 등에 대한 학습 후 각 모듈 토의를 통해 논증 글쓰기의 주제를 선정하였다. 첫 번째 SSI 논증 글쓰기 주제로는 GMO작물 재배, 두 번째 주제는 인공지능의 활용, 세 번째 주제는 원자력 발전의 활용, 네 번째 주제는 동물실험 허용으로 결정되었다. 이 밖에도 전기자동차, 인간배아 연구, 배양육, 극지 개발 등 다양한 SSI 주제가 토의 과정에서 거론되었다. 이 주제들 중 각 모듈에서 최종 선정하여 SSI 논증 글쓰기 주제를 결정하였다. 이 연구는 J대학교 사범대학 생물교육 전공 예비교사들만을 대상으로 한 것이기 때문에 이 결과를 전체 예비 생물교사로 확대하여 해석하기에는 한계가 있다.

[표 1] '생물교과논리 및 논술' 수업 구성

[Table 1] Composition of 'Biology Subject Logic & Essay'

주차	수업 내용
1	강좌 내용 소개/글쓰기 과제 및 루브릭을 포함한 동료평가와 자기평가 방식 제시
2	과학적 사고와 과학적 방법에 대한 이해/관찰 등 탐구기능에 대한 이해와 이를 이용한 글쓰기
3	귀납추론과 연역추론, 귀추적 사고와 가설연역적 사고의 이해/독자에 대한 이해와 설명의 유형
4	정언, 선언, 가언삼단논법과 딜레마/형식적 비형식적 오류
5	연구계획서 작성법/자료 조사와 인용표기
6	SSI의 개념과 Toulmin의 논증요소/SSI 논증글쓰기(1)-주제: GMO 작물 재배
7	SSI 교육과 과학적 소양/SSI 논증글쓰기(2)-주제: 인공지능의 활용
8	과학과 핵심역량과 SSI 교육/SSI 논증글쓰기(3)-주제: 원자력발전의 활용
9	논증글쓰기와 토론/SSI 논증글쓰기(4)-주제: 동물실험 허용
10	연구계획서 쓰기/연구 노트 및 연구보고서 작성법
11	생명과학 교과서에 제시된 글쓰기 문제 검토/중등학교 과학 글쓰기 지도 방안
12	글쓰기 유형별 평가/글쓰기 평가 루브릭 작성
13	실용적 글쓰기의 이해/대중을 위한 글쓰기
14	논리와 논술의 관계/토론과 논술 연계 활동

2.2 비판적 사고력 평가 기준

본 연구에서는 SSI 논증 글쓰기와 관련해 비판적 사고력을 논쟁점에 대해 자신의 입장을 정리하고, 과학적, 사회적, 윤리적 측면 등을 고려하면서 자신의 주장을 뒷받침할 수 있는 근거를 들어 설명하는 능력으로 보았다. 그러므로 SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사의 비판적 사고력을 알아보기 위해 선행 연구[21]에서 제시한 비판적 사고력 평가 기준을 일부 수정하여 활용하였다. 본 연구에서 비판적 사고력 평가 기준에 대한 구체적인 내용은 [표 2]에 제시하였다.

선행 연구에서는 비판적 사고력 평가 요소로 질문, 목적, 정보, 개념(아이디어), 가정, 결론, 관점을 제시하였다. 본 연구에서는 SSI 논증 글쓰기를 위한 지문을 제시하지 않았으므로 질문 요소는 배제하였다. 이 평가 기준에서 질문은 주어진 지문에 대한 정확한 이해와 분석 능력을 의미하므로 본 연구에서의 분석에는 활용하기에 적합하지 않았다. 또한 개념과 관련해 선행 연구[21]에서는 과학적 개념의 명확성과 주장에 대한 분명한 근거를 제시했는지와 주장과 근거의 논리적 타당성을 포함한 것으로 설명하였다. 본 연구에서는 과학 개념의 명확성 및 적절성과 주장과 근거의 논리적 타당성을

분리하여 각각의 평가 요소로 설계하였다. 논증 글쓰기에서 근거의 타당성은 논증 구조를 구축하는 데 있어서 매우 중요한 요소이다. 그러므로 이 부분을 논리라는 평가 요소로 별도로 설정하였고, 개념에는 논제와 관련한 과학 지식의 명확성과 적절성을 포함시켰다. 또한 각 평가 요소별로 우수(3점), 보통(2점), 미흡(1점)으로 나누어 평가 기준을 세분화했다.

[표 2] 비판적 사고 평가틀

[Table 2] Evaluation Framework for Critical Thinking

요소	우수	보통	미흡	배점
목적	논제에 대한 자신의 글쓰기 목적이 정확하게 표현됨	논제에 대한 자신의 글쓰기 목적이 표현	논제에 대한 자신의 글쓰기 목적이 거의 표현되지 않음	3
정보	논제와 관련된 다양한 정보를 적절하게 활용함	논제와 관련된 다양한 정보를 활용하나 일부 적절하지 못한 경우가 있음	논제와 관련된 일부 정보만을 활용함	3
개념	논제와 관련한 과학 지식이 명확하고 적절함	논제와 관련해 제시한 과학 지식이 일부 명확하지 못하거나 적절치 않음	논제와 관련해 명확하고 적절한 과학 지식을 제시하지 못함	3
논리	주장과 근거의 논리적 타당성이 높음	주장과 근거의 논리적 타당성이 다소 부족함	주장과 근거의 논리적 타당성이 부족함	3
가정	가정 설정이 제시되고 가정에 대한 설명이 독창적임	가정 설정이 제시되었으나 그에 대한 설명이 독창적이지 않음	가정 설정이 명확하게 제시되지 않음	3
결론	자신의 의견을 종합한 주장이 명확하게 제시됨	자신의 의견을 종합한 주장의 명확성이 다소 부족함	자신의 의견을 종합한 결론이 명확하게 제시되지 않음	3
관점	다양한 관점에서 논의가 이루어짐	일부 관점에서 논의가 이루어짐	단일 관점에서 논의가 이루어짐	3
계				21

2.3 연구 절차

‘생물교과논리 및 논술’ 수업에서 4회에 걸쳐 SSI 논증 글쓰기가 실시되었다. 글쓰기 활동은 모두 수업 시간 내에 이루어졌다. 또한 글쓰기 주제를 제시하는 형태가 논증 글쓰기의 내용에 영향을 줄 수 있으므로, ‘GMO작물의 재배에 대한 자신의 의견을 쓰시오.’의 방식으로 주제를 제시했다. 예비 생물교사들은 논증 글쓰기 결과물을 인터넷 게시판에 탑재하였다. 이 수업에서 이루어진 다양한 유형의 글쓰기 결과물들은 모두 게시판에 올려 서로 공유할 수 있도록 하였다. 특히 SSI 논증 글쓰기와 관련해 이 결과물을 대상으로 비판적 사고력 분석을 할 것임을 학기 초에 사전 공지하였고, 이에 수강생들은 모두 동의하였다. 여러 유형의 글쓰기 결과물들 중 4회의 SSI 논증 글쓰기를 토대로 비판적 사고력 분석이 이루어졌다. SSI 논증 글쓰기에 나타난 비판적 사고력에 분석은 과학교육학 박사 2인에 의해 이루어졌다. 분석자들은 과학 글쓰기 프로그램 개발 및 SSI 글쓰기, 논증 글쓰기 등 과학 글쓰기 관련 연구를 수년 간 수행해왔다. 그 중 분석자 중 1인은 교과논리 및 논술 강의를 10학기 이상 운영하였다. 다른 분석자 또한 과학 영재 대상 글쓰기 수업을 실시한 경험이 있고, 과학 글쓰기 유형별 루브릭 개발 연구를 실시한 바 있다. 분석자들은 평가의 신뢰도를 높이기 위해 [표 2]에 제시된 평가 기준에 따라 우선 무작위로 추출한 5편의 글쓰기 결과물에 대한 평가를 실시하였고, 평가 일치도를 확인하였다. 이 중 평가가 일치하지 않은 일부 영역을 확인하고 논의를

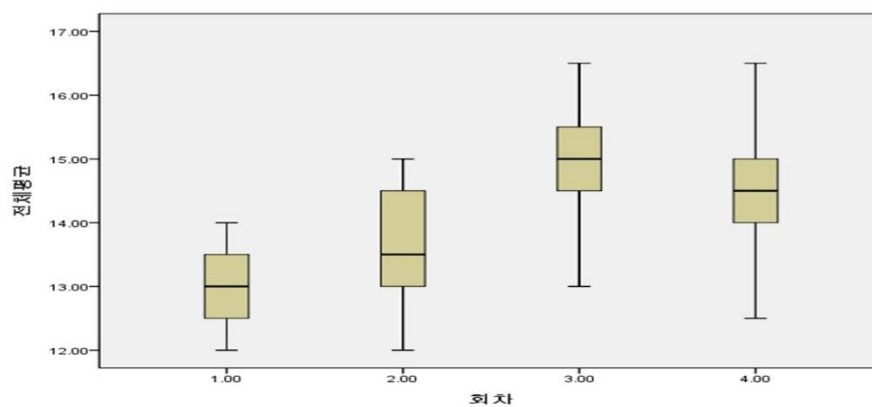
거쳐 평가 결과를 결정하였다. 이 예비 분석의 기준에 따라 56편의 SSI 논증 글쓰기들을 각각 평가하였고, 두 분석자의 평가 결과를 평균 처리하여 비판적 사고력 분석 결과로 활용하였다.

3. 연구 결과 및 논의

3.1 SSI 논증 글쓰기에 나타난 비판적 사고력 분석

SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사들의 비판적 사고력 평균과 표준편차를 알아보았다. 4회에 걸친 SSI 논증 글쓰기에서 각 주제에 대한 예비 생물교사들의 관점을 살펴보면 첫 번째 글쓰기 주제인 GMO 작물 재배에 대해 찬성 의견이 12명이고, 반대 의견이 2명으로 나타났다. 비판적 사고력 평균은 12.89점(21점 만점 기준)이었다. 두 번째 글쓰기 주제인 인공지능의 활용에 대해 찬성 의견 9명, 반대 의견 5명이었고, 평균 13.64점을 나타냈다. 세 번째 주제인 원자력 발전의 이용에 대해서는 찬성 의견 10명, 반대 의견 4명으로 나타났다. 이 주제에 대한 글쓰기에서 비판적 사고력은 평균 15.11점이었다. 마지막으로 동물실험의 허용에 대한 글쓰기에서는 찬성 의견이 11명, 반대 의견이 3명이었고, 평균 14.57점으로 나타났다. SSI 논증 글쓰기 중 3회차 글쓰기에서 나타난 비판적 사고 점수가 가장 높았고, 1회차 평균이 가장 낮았다. 각 글쓰기 회차별 평균과 표준편차는 [그림 1]에 제시하였다.

다음으로는 SSI 논증 글쓰기에 나타난 비판적 사고력의 하위 영역별 점수를 알아보았다. 1회차 글쓰기에서는 목적 영역이 평균 2.54점으로 가장 높았고, 관점 영역이 1.11점으로 가장 낮았다. 2회차 글쓰기에서는 정보 영역이 평균 2.37점으로 가장 높은 반면 가정 영역이 1.39점으로 가장 낮은 평균을 보였다. 3회차 글쓰기에서는 논리 영역이 평균 2.71점으로 가장 높았고, 가정 영역이 평균 1.32점으로 제일 낮았다. 4회차 글쓰기에서는 목적 영역이 평균 2.82점으로 가장 낮은 데 비해 가정 영역은 평균 1.29점으로 가장 낮았다. [표 3]에 제시된 바와 같이 SSI 논증 글쓰기에서 목적, 논리, 결론 영역이 전반적으로 높은 평균을 보였고, 가정, 관점 영역은 제일 낮은 수준인 것으로 나타났다.



[그림 1] SSI 논증 글쓰기에서 비판적 사고력 평균

[Fig. 1] Mean of Critical Thinking in SSI Argumentation Writing

[표 3] 비판적 사고력 하위 영역의 평균과 표준편차

[Table 3] Mean and SD of Critical Thinking Sub-area

		목적	정보	개념	논리	가정	결론	관점	전체
1회	평균	2.54	1.64	2.04	2.21	1.21	2.14	1.11	12.89
	표준편차	0.31	0.31	0.13	0.32	0.33	0.31	0.21	0.66
2회	평균	2.36	2.37	1.64	2.25	1.39	2.18	1.46	13.64
	표준편차	0.42	0.43	0.41	0.33	0.29	0.32	0.54	1.03
3회	평균	2.46	2.21	2.23	2.71	1.32	2.32	1.85	15.11
	표준편차	0.41	0.32	0.34	0.33	0.37	0.25	0.36	1.04
4회	평균	2.82	2.18	1.71	2.57	1.29	2.18	1.82	14.57
	표준편차	0.40	0.43	0.41	0.38	0.33	0.28	0.50	0.98
전체	평균	2.54	2.01	1.90	2.44	1.30	2.21	1.56	13.96
	표준편차	0.41	0.43	0.40	0.38	0.33	0.28	0.50	0.18

3.1.1 목적 영역 분석 결과

예비 생물교사들은 SSI 논증 글쓰기에서 자신이 글을 쓰는 목적을 분명하게 제시하는 것으로 나타났다. [표 3]에 나타난 바와 같이 목적 영역은 다른 영역보다 상대적으로 높은 수준을 보였다. 이와 같은 결과는 선행 연구[22]에서의 결과와 유사한 양상을 보이는 것이다. 즉 예비 생물교사들은 SSI 논증 글쓰기를 진행하면서 주제에 대한 자신의 견해를 분명하게 제시할 수 있는 능력을 갖추고 있음을 알 수 있다. 또한 SSI 논증 글쓰기에서 예비 생물교사들이 SSI 주제들에 대한 자신의 입장을 명확하게 인식하고 있는 것으로 볼 수 있다.

나는 유전자 변형 작물을 재배해야 한다고 생각한다. 기후 재난, 분쟁 등 다양한 원인으로 인해 발생할 수 있는 식량 위기에 대한 우려 때문이라도 GMO 작물을 재배해야 한다. (예비 생물교사 A)

나는 인공지능의 발달이 인간에게 이롭게 작용한다고 생각하여 인공지능 활용에 대해 찬성하는 바이다. (예비 생물교사 H)

3.1.2 정보 영역 분석 결과

예비 생물교사들은 논증 글쓰기에서 주제와 관련된 정보를 조사하고, 그 내용을 자신의 글에 비교적 적절하게 활용하였다. 비판적 사고 중 정보 영역은 주제와 관련해 충분한 정보들을 명확하고 적절하게 사용하는지를 나타낸다[5]. 예비 생물교사들은 인공지능, 원자력 발전, 동물실험 등에 대한 정보를 제시하였다. 다만 첫 번째 글쓰기에서는 GMO에 대한 정보의 활용이 다른 주제들에 비해 상대적으로 미흡했다. 이는 처음으로 실시한 SSI 논증 글쓰기였기 때문에 아직 논증 글쓰기의 작성에 대한 이해가 부족한 것으로 판단된다.

원자력 발전은 환경 오염물질을 적게 배출한다. 또한 원자력 발전은 온실기체의 주범인 이산화탄소의 배출이 적다. (예비 생물교사 D)

인간과 동물은 생물적으로 유사한 특징을 가지고 있다. 그렇기에 동물실험을 통해 개발된 백신과 치료제는 사람에게도 비슷한 효과를 얻을 가능성이 크다. 코로나 19 백신을 개발하기 위해서도 동물실험이 진행되었다. (예비 생물교사 N)

3.1.3 개념 영역 분석 결과

SSI 주제에 대한 예비 생물교사들의 개념 이해는 논증 글쓰기 주제에 따라 다소 차이를 보였다. GMO와 원자력 발전에 대한 글쓰기에서는 비교적 높은 수준을 보인 반면 인공지능과 동물실험에 대한 논증 글쓰기에서는 상대적으로 낮은 수준을 나타냈다. 이와 같은 결과를 토대로 볼 때 SSI 논증 글쓰기에서 예비 생물교사들의 비판적 사고력을 높이기 위한 방안 중 하나로 글쓰기 주제에 대한 개념 학습 경험을 제공하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 비판적 사고력은 과학 개념을 정확하게 사용할 수 있을 뿐만 아니라 개념을 다르게 정의할 수 있는가를 고려하는 것까지를 내포하는 것이다[5]. 그러므로 선행 연구 [23]에서 지적한 바와 같이 논증 글쓰기에 앞서 주제에 대한 개념 체계를 활용하는 방안을 고려하는 것이 효과적일 것이다.

GMO는 특정 생물의 유전자를 조작하거나 변형시켜 만든 식품류로 폭발적인 인구 증가와 환경의 급격한 변화로 일어난 식량난을 해결해 줄 수 있다는 의견이 있다. 우리나라의 경우 통계 자료를 보면 세계에서 곡물을 7번째로 많이 수입하는 국가로 식량 자원이 부족한 상황이다. (예비 생물교사 I)

인공지능이 발전함에 따라 새로운 일자리가 창출될 것으로 예상된다. 미국의 싱크탱크인 ITIF는 로봇, 인공지능에 의한 인력 대체가 일어나도 다각적인 고용 창출 과급 효과를 미칠 수 있다고 한다. (예비 생물교사 C)

3.1.4 논리 영역 분석 결과

4회의 SSI 논증 글쓰기에서 예비 생물교사들의 비판적 사고력 중 논리 영역의 수준은 대체로 높았다. 이와 같은 결과는 ‘생물교과논리 및 논술’ 수업에서 논리적 추론과 논법, 논증 요소와 논증 구조 등에 대한 학습이 이루어졌기 때문인 것으로 해석된다. 논증 글쓰기에서 근거들을 바탕으로 논리적 추론을 통해 적절한 결론을 도출하는 과정을 경험하는 것은 비판적 사고 함양에 긍정적 영향을 미칠 수 있다. 본 연구의 결과는 예비 생물교사들의 논리 영역 수준의 향상에 SSI 논증 글쓰기가 효과적일 수 있다는 가능성을 보여주고 있다. 특히 본 연구에서의 ‘생물교과논리 및 논술’ 수업에서 논증 요소 등을 학습한 것이 논증 구조를 구성하는 데 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

원자력 발전은 다른 발전 방식에 비해 연료비가 거의 들어가지 않는다. 또한 원전 하나에서 생산하는 만큼의 전기를 신재생 에너지로 만들려면 훨씬 많은 부지가 필요하다. 그러므로 최근 기후변화에 대응하기 위해 원자력 발전은 하나의 방법이 될 수 있다고 생각한다. (예비 생물교사 B)

동물실험은 치료제나 백신 등을 개발하는 데 효과적이다. 왜냐하면 사람보다 세대 간격과 세대 수가 많기 때문에 짧은 시간에 많은 실험을 진행하고 결과를 얻을 수 있다. 갑자기 나타난 감염병에 빠르게 대처해야 할 때 동물실험은 치료제와 백신을 빨리 개발할 수 있기에 필수적인 요소라고 생각한다. (예비 생물교사 H)

3.1.5 가정 영역 분석 결과

예비 생물교사들의 SSI 논증 글쓰기에 나타난 비판적 사고력을 분석한 결과 가정 영역이 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 이들이 가정을 통해 자신의 생각을 독창적으로 제시하지 못하고 있음을 보여주는 것이다. 가정을 제시한 경우에도 정확한

근거를 바탕으로 하지 않은 경우가 나타났다. 비판적 사고력에서 가정 요소를 활용하기 위해서는 다양한 정보들을 토대로 하여 자신의 의견을 정립할 수 있는 기회를 제공하는 것이 효과적이다[24]. 그러므로 예비 생물교사들이 논증 글쓰기에서 가정을 통한 비판적 사고력을 발현토록 하기 위해서는 자신의 의견에 부합하는 정보와 그렇지 않은 정보들을 충분히 수집하고 그를 토대로 스스로의 생각을 정당화하는 활동을 제공하는 것이 중요하다.

만약 어떤 생물체에 어떤 유전자를 넣어주었을 때, 이것이 만들어내는 물질이 사람에게 안전하지 않다면 어떻게 될지 의문이다. 물론 식약처 등 기관의 검증이 들어가겠지만 식품첨가물은 GMO 표시대상에서 제외되기 때문에 어느 정도 맹점은 있다는 말이다. (예비 생물교사 J)

만약 인공지능을 개발한 개발자가 인종차별적인 성향을 가지고 있다면 그 개발자에 의해 만들어진 인공지능은 인종차별적인 성향을 가질 수 있지 않을까? 즉 인공지능 기술이 적절하게 이용되지 않는다면 영화에서나 보는 디스토피아가 실현될 수 있다. (예비 생물교사 C)

3.1.6 결론 영역 분석 결과

SSI 논증 글쓰기에 나타난 비판적 사고력 분석 결과 대부분의 예비 생물교사들은 자신의 의견을 종합하여 결론을 제시하는 것으로 나타났다. 특히 자신의 글에서 제시했던 근거들을 토대로 하여 자신의 주장을 다시 한번 마무리하면서 결론을 추론하였다. 근거들에 기반해 일관성있게 결론을 추론하는 것은 비판적 사고의 매우 중요한 요소이다[9]. 논증에서 결론이 받아들여진다는 것은 제시한 근거들에 의해 결론이 입증될 수 있기 때문이다. 그러므로 예비 생물교사들의 논증 글쓰기에서 결론 영역의 수준이 비교적 높다는 것은 근거들에 기반한 추론이 잘 이루어지고 있음을 시사하고 있다.

원자력 발전의 안정성에 대해서는 여전히 우려가 많다. 그러나 안전성에 대한 많은 기술을 개발하고 있다. 특히 경제성과 환경 오염 감소 등 여러 장점들이 있기 때문에 이런 장점을 잘 살릴 수 있는 방향으로 원자력 발전을 활용해야 한다고 생각한다. (예비 생물교사 E)

동물실험을 통해 많은 질병들에 대한 백신과 치료제를 개발할 수 있다. 그리고 항상 동물실험이 인간의 이익만을 얻는 방향이 아닌 동물에 대한 교육법, 동물에 대한 이해 등 동물의 이익을 위해서도 진행되고 있기에 동물실험은 원칙을 잘 지킨다면 행해져도 된다고 본다. (예비 생물교사 G)

3.1.7 관점 영역 분석 결과

예비 생물교사들은 다양한 관점에서 자신의 의견의 타당성을 검토하는 데에 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 비판적 사고가 높을수록 자신의 관점과는 다른 입장에 대해서 알아보고, 각 측면들을 공정하게 평가할 수 있다[21]. 그러므로 본 연구에서 예비 생물교사들의 관점 영역 평균이 보통 수준에 그치는 것은 향후 SSI에 대한 다양한 의견들을 조사하고, 그를 토대로 자신의 관점을 정당화하는 학습 활동이 '생물교과논리 및 논술' 수업에서 다루어져야 함을 시사하고 있다.

일부 사람들은 유전자 변형 작물이 보이지 않는 위험을 담고 있다고 주장한다. 복잡한 인간의 몸은 블랙박스과 같아 생태계를 혼란시킬 가능성도 있다. 그러나 GMO를 섭취한 후 이상이 생긴 사람이 과학적 검증에 따라 밝혀진 적은 없다.(예비 생물교사 K)

인공지능을 활용한 기술들을 우리 삶의 질을 높여주고, 일터와 가정에서 많은 이점을 가져오고 있다. 하지만 ‘디지털 치매’의 문제가 발생할 수 있고, 인공지능을 악용하려는 사람들도 등장할 것이다. 또한 인공지능은 감정을 지니지 않고 반성할 줄도 모른다. 이런 문제를 막기 위해서는 우리는 인공지능의 장점을 현명하게 이용하여 조화를 이루어야 한다.(예비 생물교사 L)

3.2 글쓰기 회차별 비판적 사고력의 변화 분석

총 4회의 SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사들의 비판적 사고력에 차이가 있는지 알아보기 위해 비모수 검정인 독립표본 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다. 분석 결과 비판적 사고력은 글쓰기 회차에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. [표 4]에 제시된 바와 같이 비판적 사고력의 하위 영역에 대한 분석에서는 목적, 정보, 개념, 논리, 관점 영역에서는 유의한 차이가 나타났지만, 가정과 결론 영역에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 예비 생물교사들이 글쓰기 활동을 경험하면서 목적, 개념, 개념, 논리 영역에 대한 이해가 높아질 가능성이 있음을 보여주는 것이다. 이에 비해 가정과 결론에 대한 이해는 상대적으로 크게 향상되지 않는 것으로 보아 논증 구조에 대한 학습을 강화할 필요가 있다. 또한 글쓰기 주제에 따라 예비 생물교사들의 비판적 사고력이 나타나는 정도가 달라질 수 있음을 의미하는 것이다.

[표 4] Kruskal-Wallis 검정 결과

[Table 4] The Result of Kruskal-Wallis Test

귀무가설	검정	유의수준	의사결정
목적 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다	독립표본 Kruskal-Wallis 검정	.016*	귀무가설 거부
정보 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.000***	귀무가설 거부
개념 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.000***	귀무가설 거부
논리 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.001**	귀무가설 거부
가정 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.433	귀무가설 유지
결론 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.174	귀무가설 유지
관점 영역의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.000***	귀무가설 거부
비판적 사고력의 분포는 회차의 범주에서 동일하다		.000***	귀무가설 거부

p: *<.05, **<.01, ***<.001

비모수 검정 결과를 바탕으로 어떤 집단 간 차이가 실제 유의한 것인지 사후 검정을 실시하였다. 사후 검정을 실시한 결과 유의수준 값이 Bonferroni 수정으로 조정되었고,

조정된 유의수준에서는 2회차 글쓰기와 4회차 글쓰기에서의 비판적 사고력이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후 검정의 결과는 [표 5]에 제시하였다.

[표 5] 사후검정 결과

[Table 5] The Result of Post-hoc Test by Bonferroni Correction

회차	검정통계량	표준검정통계량	유의수준	조정된 유의수준
2-3	-3.929	-.677	.498	1.000
2-1	5.250	1.078	.281	1.000
2-4	-17.679	-3.048	.002	.014*
3-1	2.231	.400	.689	1.000
3-4	-13.750	-2.371	.018	.106
1-4	-11.429	-1.971	.049	.293

p: *<.05

4. 결론 및 제언

본 연구는 ‘생물교과논리 및 논술’의 SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사들의 비판적 사고력을 분석하고, 그 변화를 살펴보는 것이다. 이를 위해 J대학교 사범대학 예비 생물교사 14명이 4회에 걸쳐 실시한 SSI 논증 글쓰기 56편을 분석하였다. 또한 이 글쓰기 산출물들에 나타난 비판적 사고력을 목적, 정보, 개념, 논리, 가정, 결론, 관점의 7개 영역으로 살펴보았다.

비판적 사고력 분석 결과 SSI 논증 글쓰기 중 첫 번째 글쓰기의 평균이 가장 낮았고, 세 번째 글쓰기 평균이 가장 높았다. 비판적 사고력의 하위 영역에 대한 분석에서는 SSI 논증 글쓰기에서 목적, 논리, 결론 영역이 전반적으로 높은 평균을 보인 데 비해 가정, 관점 영역은 상대적으로 낮은 수준인 것으로 나타났다. 이는 예비 생물교사들이 SSI 관련 논증 글쓰기에서 가정을 통해 자신의 주장을 설득하고, 다양한 관점에서 자신의 의견을 지지하는 정보들을 활용하는 능력이 부족함을 보여주는 것이다. 또한 3개 이상 집단을 대상으로 하는 비모수 검정인 독립표본 Kruskal-Wallis검정을 실시한 결과 SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사들의 비판적 사고력은 글쓰기 회차에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 글쓰기 회차별 비판적 사고력의 하위 영역에 대한 분석에서는 목적, 정보, 개념, 논리, 관점 영역에서는 유의한 차이가 나타났지만, 가정과 결론 영역에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 집단 간 차이를 알아보기 위한 사후검정에서는 2회차 글쓰기와 4회차 글쓰기 간 예비 생물교사들의 비판적 사고력이 유의한 차이를 보였다.

본 연구의 결과는 ‘생물교과논리 및 논술’ 수업에서 SSI 논증 글쓰기에 나타난 예비 생물교사들의 비판적 사고력이 중간 이상의 수준임을 보여주는 것이다. 특히 비판적 사고력의 요소들 중에서 목적, 논리, 결론 등의 능력이 상대적으로 높음을 나타낸 반면에 가정, 관점 등의 영역에서는 비교적 낮은 수준을 보였다. 이는 비판적 사고력의 하위 영역별로 예비 생물교사들의 수준이 동일하지 않음을 나타내는 것이므로 향후 ‘교과논리 및 논술’ 수업에서 비판적 사고력 하위 영역별 특성을 반영한 교수-학습을 강화할 필요가 있다. 특히 SSI와 관련해 다양한 가정을 제시해 자신의 주장을 명확히 하고, 자신의

의견과 다른 관점들에 대해 충분히 고려하는 학습 활동이 이루어진다면 비판적 사고력의 함양에 효과적일 것이다.

본 연구의 결과를 토대로 볼 때 SSI 논증 글쓰기를 반복적으로 시행함으로써 예비 생물교사들의 비판적 사고력이 향상될 가능성이 있음을 추정할 수 있다. 특히 SSI 논증 글쓰기가 지속적으로 이루어진다면 예비 생물교사들의 비판적 사고력 함양에 긍정적 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있다. 그러므로 다양한 과학기술 관련 사회 쟁점들을 활용한 논증 글쓰기를 '생물교과논리 및 논술' 수업에서 활용할 필요가 있다. 또한 SSI 논증 글쓰기를 통해 비판적 사고력을 함양하는 데 효과적인 교수-학습 전략에 대한 고려가 필요할 것이다. 이 연구에서 논증 글쓰기의 주제를 모둠 토의를 통해 결정한 부분이 예비 생물교사들의 논증 글쓰기에 긍정적 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이와 같이 토의 또는 토론과 연계한 SSI 논증 글쓰기를 실시하는 등의 교수-학습 전략에 대한 보완이 이루어진다면 예비 생물교사들의 비판적 사고력 신장이 더욱 효과적으로 이루어질 것이다.

본 연구에서는 SSI 논증 글쓰기 회차별로 예비 생물교사들의 비판적 사고력을 살펴보았으나, SSI 주제의 특성이 비판적 사고력에 영향을 미치는지 등 SSI 논증 글쓰기에서 비판적 사고력에 영향을 미치는 구체적인 요인들에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 그러므로 후속 연구에서 예비 생물교사들에 대한 면담 등을 통해 SSI 논증 글쓰기에서 비판적 사고력에 영향을 주는 요인들에 대한 검토가 이루어질 필요가 있다.

References

- [1] E. M. Park, S. H. Kang, The influence of hypothetico-deductive teaching programs on creative thinking, critical thinking and scientific attitude, *Journal of the Korean Association for Science Education*, (2007), Vol.27, No.3, pp.225-234.
UCI: G704-000311.2007.27.3.007
- [2] C. G. Min, The direction of developing courses and assessment tools for enhancing creativity aligned with critical thinking, *Korean Journal of General Education*, (2021), Vol.15, No.5, pp.325-342.
DOI: <http://dx.doi.org/10.46392/kjge.2021.15.5.32.5>
- [3] M. Alvesson, A. Spicer, *The Stupidity Paradox: The Power and Pitfalls of Functional Stupidity at Work*, London, UK: Profile Books, (2016)
- [4] R. H. Ennis, Critical thinking across the curriculum: A vision, *Topoi*, (2018), Vol.37, pp.165-184.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>
- [5] R. Paul, L. Elder, *Critical thinking, Tools for taking charge of your learning, and your life*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, (2001)
- [6] G. M. Nosich, *Learning to Think Things Through: A Guide to Approach to Critical Thinking in the Curriculum*, NJ: Prentice Hall, (2001)
- [7] S. B. Merriam, L. L. Bierema, *Adult Learning: Linking Theory and Practice*, San Francisco, CA: Jossey-Bass, (2014)
- [8] Y. Cho, K. Choi, Development of the middle school science curriculum to enhance creative problem-solving abilities, *Journal of the Korean Association for Science Education*, (2000), Vol.20, No.2, pp.329-343.
DOI: <http://dx.doi.org/10.32431/kace.2016.19.1.004>
- [9] M. Jeong, S. Yeau, Analysis of the science writing activities in the science textbooks of the 2009 revised curriculum: Focused on writing type, form, scientific literacy, critical thinking, *Biology Education*, (2013), Vol.41, No.1, pp.119-134.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2013.41.1.119>

- [10] T. Y. Kim, A study on the critical thinking disposition-Focused on comparison by elements, *Humanity Science Studies*, (2021), No.44, pp.141-163.
- [11] O. S. Kwon, *Critical Thinking and Argumentative Writing*, *Ratio et Oratio*, (2017), Vol.10, No.3, pp.39-66.
DOI: <http://dx.doi.org/10.19042/kstc.2017.10.3.39>
- [12] A. M. O'Donnell, A. King, *Cognitive Perspectives on Peer Learning*, Mahwah, NJ: Erlbaum, (1998)
- [13] J. E. Park, E. J. Yu, S. K. Lee, C. J. Kim, An analysis of science writing by high school students through the argumentation structure instruction: Focus on writing tasks based on genres of science writing, *Journal of Korean Association for Science Education*, (2009), Vol.29, No.8, pp.824-847.
UCI: G704-000311.2009.29.8.002
- [14] J. H. Park, How to teach the academic writing -Focusing on the case of <Academic Writing> in SKKU, *Ratio et Oratio*, (2012), Vol.5, No.2, pp.7-40.
DOI: <http://dx.doi.org/10.19042/kstc.2012.5.2.7>
- [15] 2015 Revised Science Curriculum, Seoul: Ministry of Education, (2015)
Available from: <https://ncic.re.kr/mobile.kri.org4.inventoryList.do;jsessionid=0BA72C1156EA144E35E76806EE64719F?sortBy=degree°reeCode=1012>
- [16] S. C. Song, K. C. Shim, An analysis of writing characteristics of scientifically gifted students about biological sciences, *Journal of Science Education*, (2015), Vol.39, No.1, pp.88-98.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21796/jse.2015.39.1.88>
- [17] K. H. Kang, Analysis of argument structure presented in pre-service biology teachers' writing *Socio-Scientific Issues*, *Biology Education*, (2018), Vol.46, No.1, pp.55-62.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2018.46.1.55>
- [18] S. Wee, J. Yoon, S. Lim, An analysis on argumentation structure development of preservice teachers through argumentative writing on earth science related SSI, *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, (2014), Vol.7, No.1, pp.11-23.
UCI: G704-SER00000652.2014.7.1.003
- [19] *Handbook for Teacher Qualification Examination*, Seoul: Ministry of Education, Science and Technology, (2009)
Available from: <https://ncic.re.kr/mobile.kri.org4.inventoryList.do;jsessionid=0BA72C1156EA144E35E76806EE64719F?sortBy=degree°reeCode=1010>
- [20] J. Y. Park, A case study of the lesson for the logic and writing education in science education based on the integration teaching-learning methods of the writing education, *Culture and Convergence*, (2019), Vol.41, No.3, pp.757-800.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33645/cnc.2019.06.41.3.757>
- [21] K. C. Shim, S. C. Song, Study on the critical thinking of high school students through scientific writing about bioethical issue, *Biology Education*, (2011), Vol.39, No.2, pp.288-296.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2011.39.2.288>
- [22] S. C. Song, An analysis on the critical thinking of college students through scientific writing about the life cloning, *Biology Education*, (2013), Vol.41, No.1, pp.75-85.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2013.41.1.75>
- [23] M. H. You, Y. S. Kim, The effect of concept mapping in teaching science and science writing on middle school students' science writing, *Biology Education*, (2006), Vol.36, No.3, pp.386-396.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2008.36.3.386>
- [24] K. C. Shim, Study on perception of pre-service biology teachers about biotechnology, *Biology Education*, (2011), Vol.39, No.1, pp.126-134.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15717/bioedu.2011.39.1.126>