

ORIGINAL ARTICLE

예비 지구과학 교사의 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 분석

박원미¹ · 곽영순^{2*}

(¹한국교원대학교 박사과정, ²한국교원대학교 조교수)

Analysis of Argumentation Levels in Preservice Earth Science Teachers, Lesson Plans

Won-Mi Park¹, Youngsun Kwak^{2*}

(^{1,2}Korea National University of Education)

ABSTRACT

In this study, we apply a lesson design process using an argumentation structure to preservice earth science teachers and analyzed argumentation levels displayed in the lesson plans written by preservice teachers in the process. As a result of the study, the preservice teachers designed a logically structured lesson by reflecting more argumentation components in the final lesson plan than the first one. In addition, in the case of lesson topics in which all argumentation elements were not explicitly presented in textbooks or curriculum, preservice teachers could not clearly reflect some argumentation components in the lesson plan. The conclusions and implications based on the results are as follows: First, it is necessary to use the argumentation structure as a tool to design logical science lessons, considering that argumentation levels of lesson plans written by preservice science teachers were improved by using argumentation structures in instructional design. Next, it is necessary to cultivate the preservice science teacher's ability to reconstruct the curriculum for science lesson design using the argumentation structure since argumentation levels of lesson plans written by preservice science teachers were limited to the argumentation components presented in the textbook and curriculum. Additionally, it is necessary to develop and apply a preservice teacher education program that uses the argumentation structure in the context of actual teaching activities so that preservice science teachers can not only understand argumentation but also improve their class expertise.

Key words : argumentation structure, argumentation level, lesson plan, preservice earth science teacher

I. 서론

과학 활동에서 논증이란, 일종의 과학 언어의 형식으로서 다른 학문 영역과는 다른, 과학만의 독특한 논리 체계를 포함하는 의사소통 방식이라고 할 수 있다

(신선경, 2009; 이정찬, 2013). 특히, 현대 과학철학의 구성주의적 입장에서는 사회적 합의 과정을 통해 과학 지식이 구성된다고 본다. 과학자 사회에서 과학지식이 형성되는 과정에 논리적 합의와 정당화 과정이 필요한 것처럼, 학생들이 과학지식을 배우는 과정에서도 논증

Received 28 July, 2021; Revised 14 August, 2021; Accepted 18 August, 2021

*Corresponding author: Youngsun Kwak, Korea National University of Education, 250, Taeseongtabyeon-ro, Gangnae-myeon, Heungdeok-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, 28173, Korea

E-mail: kwak@knue.ac.kr

본 논문은 박원미의 2021년도 박사 학위논문의 내용을 발췌 정리하였음.

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 과정이 필요하다. 체계적이고 논리적인 방법으로 학습내용을 제시해 주고 이를 통해 학생들 스스로 과학지식을 구성하고 내면화할 수 있도록 하는 데 논증은 매우 중요하다. 이러한 논증활동의 중요성은 ‘미래 세대를 위한 과학교육표준(Korean Science Education Standards, KSES)’에서도 찾을 수 있다. KSES는 미래 과학교육의 지향점으로서 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 강조하며 과학적 소양의 역량 차원에는 ‘과학적 탐구력’과 ‘과학적 사고력’, 그리고 ‘의사소통과 협업 능력’ 등이 포함된다(송진웅 외, 2019). 과학적 탐구, 과학적 사고, 과학적 의사소통은 모두 과학의 언어를 통해 가능하며, 이때 과학 언어의 구조적 요소로서 필수적인 역할을 하는 것이 논증이다(Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000). 이에 과학수업에서 다양한 연구들이 학생들의 논증활동을 중심으로 수행되었다(고연주 외, 2015; 김범준 외, 2015; 김영대, 2017; 박지연과 남정희, 2019; 양일호 외, 2015).

과학적 소양을 함양하기 위한 수업을 하기 위해 논증이 필수적이라는 것을 전제로 할 때, 논증을 수업에 효과적으로 적용하고자 한다면, 논증의 중요성과 특성에 대한 교사의 인식과 이해가 반드시 선행되어야 한다(McNeill *et al.*, 2006; Simon *et al.*, 2006). 교사들의 논증에 대한 이해가 부족한 경우, 과학수업에서 이루어지는 학생들의 논증활동을 조력하기가 어렵기 때문이다. 그러나 중등 과학교사의 논증에 대한 이해는 충분히 이루어지지 않고 있는 것으로 보인다. 많은 중등 교사가 자신의 논변을 구성하면서 주장을 뒷받침하는 논거나 자료를 거의 포함하지 못하였다는 연구 결과와 실제 학교 수업에서 논증을 활용한 수업이 잘 이루어지지 않고 있다는 선행연구 결과들은 이를 뒷받침한다(Driver *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999; Sampson &

Blanchard, 2012).

과학교사의 논증에 대한 이해와 인식의 중요성 및 필요성을 바탕으로, (예비)교사의 논증활동에 관한 연구도 꾸준히 진행되었다. 이들 연구에서 논증활동을 분석하는 방법으로 자주 활용되는 것이 Toulmin의 논증 모델(Toulmin’s argument pattern)이다(강경희, 2018; 박원미, 2020; 백성혜와 손수희, 2014; 이봉우와 임명선, 2010; 한혜진 외, 2012). Toulmin은 이 모델에서 일상생활에서 일어나는 사고의 흐름에 주목하여 6가지 요소로 이루어진 논증구조를 제안하였다. 논증구조를 이루는 각 요소의 역할과 의미는 Table 1과 같다(김동희와 김용진, 2015; 박원미, 2020; 이선영과 최지선, 2013; Toulmin, 2003, 2006; Toulmin *et al.*, 1984).

Toulmin의 논증구조에서 자료, 논거, 주장은 고전적인 형식논리학의 삼단논법의 소전제, 대전제, 결론에 각각 해당하며, 이는 논증을 구성하는 일차적인 요소이다(오준영과 김유신, 2009). 그러나 일상의 논증에서는 일차적인 요소뿐 아니라, 지지, 반박, 한정어와 같은 이차적인 논증요소들을 고려하게 되며 이들은 주장을 정당화하는 데 기여한다. Toulmin의 논증구조를 사용할 경우, 논증의 핵심 요소임에도 불구하고 삼단논법에서 흔히 생략되는 논거(대전제)에 주목할 수 있으며, 논증의 이차적인 요소들의 기능을 고려함으로써 일상의 맥락에서 사용되는 논증활동을 효과적으로 분석할 수 있다는 장점이 있다.

(예비)교사의 논증활동을 분석한 연구들의 경우, (예비)교사의 논증활동은 대부분 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-scientific issue, SSI)을 주제로 한 논증적 글쓰기나 토론 활동으로 진행된다(강경희, 2018; 김선영, 2015; 위수민 외, 2014; 이봉우와 임명선, 2010; 한신, 2020). 반면에 실제 학교 현장에서 과학교사들이 참여

Table 1. Components of Toulmin's argument pattern

논증요소	역할 및 의미
자료(data)	주장의 기초가 되는 자료나 정보, 사실로서, 주장을 더욱 분명하게 드러내기 위한 근거(ground)
논거(warrant)	제시된 자료가 주장의 정당한 이유가 되는지 설명하는 내용으로, 자료에서 주장으로의 이행이 정당하다는 것을 보여주는 일종의 추론 규칙(inference licences)
주장(claim)	논증의 결과로서 상대방에게 승인되기를 바라는 것으로, 논증의 결론에 해당하는 것
지지(backing)	정당한 이유에 대한 어떤 권위를 확립해 주는 것이며 논거에 대한 추가 정보
한정어(qualifier)	주장의 강도(strengths)나 한계(limitations)를 나타내는 것
반박(rebuttal)	주장이 수용될 수 없는 측면으로서, 논증의 힘을 약화시킬 수 있는 특별하거나(extraordinary) 예외적 환경(exceptional circumstances)의 가능성

하는 논증활동은 교사가 직접 글을 쓰거나 토론에 참여하는 활동이 아니라, 과학 교수학습활동을 진행하는 동안 학생들을 대상으로 과학지식을 정당화하고 설득하는 데 초점을 둔다. 요컨대 과학수업 자체가 교사가 학생들을 대상으로 펼치는 논증활동이라고 볼 수 있다.

이러한 맥락에서, 과학교사들이 수업내용을 바탕으로 논증구조를 활용하여 수업을 설계하는 활동은 교사에게는 가장 친숙한 형태의 논증활동일 수 있다. 그러므로 중등(예비) 과학교사들이 실제 현장에서 폭넓게 활용 가능한 논증활동을 배우려면, 수업을 설계하고 실행하는 과정에서 논증활동을 경험할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 예비 지구과학 교사들을 대상으로 논증구조를 활용한 수업설계 과정을 적용하고, 이 과정에서 예비교사들이 작성한 교수학습지도안에 나타난 논증 수준을 분석하고자 한다. 이는 논증 및 논증구조에 관한 과학교사의 이해를 넓히고, 과학수업을 설계하기 위한 도구로서 논증구조의 유용성 및 활용 방안을 탐색하는 데 의미 있는 시사점을 제공할 것이다.

이에 본 연구에서는 예비 지구과학 교사들을 대상으로 논증구조를 활용한 수업설계 과정을 적용하고, 이 과정에서 예비교사들이 작성한 교수학습지도안에 나타난 논증 수준을 분석하고자 한다. 또한 과학수업을 설계하기 위한 도구로서 논증구조의 유용성과 활용 방안, 예비 지구과학 교사의 논증에 대한 이해와 수업 전문성 향상 방안 등을 도출하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 충청북도에 소재한 사범대학의 지구과학교육과 3학년에 재학 중인 예비교사 20명이다. 이들은 대학 지구과학 I, II 및 지구과학 실험 I, II, 그리고 일반 교육학이나 교과 교육학 강의를 수강한 상태이다. 따라서 논증구조를 활용하는 수업설계 과정을 통해 고등학교 지구과학 I, II에 해당하는 학습내용으로 논증구조를 구성하고 교수학습지도안을 작성하는 데 무리가 없을 것으로 판단하였다. 또한, 예비교사들이 교생실습을 앞둔 시점에 연구를 진행하였기 때문에, 본 연구를 통해 수업을 설계하는 경험은 현

장에서의 실제 적용을 앞두고 이들이 더욱 능동적으로 수업설계에 참여할 수 있는 동기가 부여될 수 있을 것으로 기대하였다.

2. 연구 절차

본 연구는 2020학년도 8~9월, 약 5주 동안 예비 지구과학 교사들이 논증구조를 활용한 수업설계 과정을 경험하면서 작성한 교수학습지도안을 분석한 연구이다. 논증구조를 활용한 수업설계 과정은 1) 교과 교육학 기초지식 점검과 이해, 2) 논증의 개념 및 구조 이해와 1차 교수학습지도안 작성, 3) Toulmin의 논증구조를 활용한 수업설계 방법 습득, 4) 논증구조 및 요소의 교수전략적 활용을 통한 최종 교수학습지도안 작성 등 4단계로 진행되었다.

첫 번째 단계인 교과 교육학 기초지식 점검과 이해 단계는 예비교사들이 수업설계를 할 수 있는 방법적 지식을 확인하는 단계이다. 예비교사들이 사전에 교육학 및 교과 교육학 강의 수강과 실습활동을 통해 얻은(지구)과학의 탐구 방법과 논증적 사고, 다양한 교수학습 모형 및 수업전략 등에 관한 지식을 확인하거나 부족한 부분에 대해 이해하는 과정이라고 할 수 있다.

두 번째 단계는 논증의 개념 및 구조 이해와 1차 교수학습지도안 작성이다. 이 단계에서는 Toulmin의 논증구조 요소와 각 요소의 역할을 다양한 예시를 통해 이해한 후, 논증구조를 기반으로 한 교수학습지도안을 작성하는 활동으로 진행하였다. 예비교사들은 직접 중등 지구과학 수업주제를 선택하여 1차시 분량의 교수학습지도안을 작성하였으며, 수업주제는 예비교사들이 쉽게 접근할 수 있고 논증구조를 분석하기에 적절한 수업주제를 선정하여 제공하였다. 이를 위해, 예비 지구과학 교사들이 희망하는 수업주제를 사전에 조사하고, 과학교육 연구자와 전문가 4인(과학교육 연구 및 지구과학 교사 10년 이상의 경력)의 검토를 거쳐 수업주제를 선정하였다.

세 번째 단계는 Toulmin의 논증구조를 활용한 수업설계 방법을 습득하는 단계이다. 이 단계는 과학수업을 설계하는 과정에서 논증구조 및 요소의 역할을 이해하고 Toulmin의 논증구조 요소를 반영한 교수학습지도안을 작성하는 것이 목표이다. 예비교사들은 우선 1차 교수학습지도안을 공유하며 질의응답과 모둠 토

론 등을 통해 교수학습활동 내용이 Toulmin의 논증구조에 적합한지 요소별로 분석하였다. 그리고 이를 토대로 자신이 선택한 수업주제에 해당하는 교육과정 및 교과서 내용을 다시 분석하여 수업내용의 논증구조를 작성하였으며, 이를 반영한 교수학습지도안을 작성하도록 하였다.

마지막 단계는 논증구조 및 요소의 교수전략적 활용을 통한 최종 교수학습지도안 작성이다. 이 단계는 논증구조를 교수학습활동에 전략적으로 활용하는 방법을 이해하고 교수학습지도안에 이를 적용하는 것이 목표이다. 이를 위해 예비교사들은 자신과 같은 수업주제를 선택한 동료들과 모둠 토의를 통해 논증구조를 활용하여 이전 단계에서 작성했던 교수학습지도안을 비교·분석하였다. 이들은 각 논증요소가 교수학습지도안에 잘 드러났는지, 어떤 활동으로 구현되고 있는지, 논증구조나 논증요소를 교수방법이나 전략으로 효과적으로 활용하는 방법은 무엇인지 등에 대해 서로 의견을 나누었다. 모둠별 토의가 끝난 후, 토의 결과를 바탕으로 기존의 교수학습지도안을 수정하여 최종 교수학습지도안을 작성하도록 하였다(Fig. 1).

이 과정에서 20명의 예비 지구과학 교사들이 작성한

1차 교수학습지도안과 최종 교수학습지도안을 수집하였으며, Toulmin이 제안한 논증구조 요소들을 토대로 교수학습지도안에 나타난 논증 수준을 분석하였다.

3. 분석 방법

본 연구에서는 예비 지구과학 교사를 대상으로 논증구조를 활용한 수업설계 과정을 적용하고, 이들이 작성한 교수학습지도안에 나타난 논증구조를 분석하여 논증 수준의 변화를 알아보았다. 분석 대상은 1차 교수학습지도안과 최종 교수학습지도안이다. 두 교수학습지도안을 분석함으로써 논증구조를 활용한 수업설계 과정에서 예비교사들이 작성한 교수학습지도안의 논증 수준이 어떻게 변화했는지 살펴보았다.

가. 1차 및 최종 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 분석

교수학습지도안에 나타난 논증 수준은 Toulmin의 논증구조 요소를 기준으로, 논증요소에 해당하는 내용의 적합성과 교수학습활동에 반영된 정도를 기준으로 분석하였다. 논증요소에 해당하는 적합한 내용을 구성하였

단계	교수·학습 과정(▶교사, •학생)	논증요소	자료 및 유의점	시간				
참여	<ul style="list-style-type: none"> ▶앞 차시에서 배운 지질구조 중 관입과 포획, 부정합이 나타난 지질 단면도를 제시하고 생성순서에 대해 질문한다. •앞 차시에서 배운 지질구조(관입과 포획, 부정합)를 상기하며 질문에 답해본다. 	지지(B1)	그림/사진 자료 제시	3분				
탐색	<ul style="list-style-type: none"> ▶모둠별모 활동지 ①<지질단면도를 해석하여 지층의 생성순서 추론하기>에 제시된 지질단면도들을 관찰하고 지층의 생성 순서를 서술하도록 안내한다. ▶모둠원 중 발표자 1명을 정하도록 안내한다. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>* ① 활동지 주요 내용 및 유의사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지사학의 법칙 5가지를 잘 설명할 수 있는 지질단면도들을 탐구 자료로 제시한다. - 다음 단계(설명)에서 교사의 개념 설명을 들으며 학생들이 탐구결과를 수정, 보완하여 작성할 수 있도록 지층의 생성순서 서술 칸을 두 칸으로 구성, 위에 탐색단계의 탐구결과를, 아래에 수정, 보완한 탐구결과(설명단계)를 서술하도록 구성한다. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">탐구결과 (탐색 단계)</td> <td>ex) A → B → D . . .</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">보완한 탐구결과 (설명 단계)</td> <td>ex) 지층A 퇴적 → 용기 → 침식 → 침강 → 지층B 퇴적 . . . → 부정합의 법칙 (두 지층 사이의 긴 시간 차이 존재)</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Q. 다음의 지질단면도들을 해석하여 지층의 생성순서를 추론하여라. </div> <ul style="list-style-type: none"> •모둠원들과 의논하여 발표자를 정하고, 지층의 생성순서에 대해 토의하여 탐구 결과를 활동지에 정리한다. 	탐구결과 (탐색 단계)	ex) A → B → D . . .	보완한 탐구결과 (설명 단계)	ex) 지층A 퇴적 → 용기 → 침식 → 침강 → 지층B 퇴적 . . . → 부정합의 법칙 (두 지층 사이의 긴 시간 차이 존재)	자료(D1) 논거(W) 지지(B1)	① 활동지 순회지도	10분
탐구결과 (탐색 단계)	ex) A → B → D . . .							
보완한 탐구결과 (설명 단계)	ex) 지층A 퇴적 → 용기 → 침식 → 침강 → 지층B 퇴적 . . . → 부정합의 법칙 (두 지층 사이의 긴 시간 차이 존재)							
		주장(C)						

Fig. 1. Part of the final lesson plan written by the preservice earth science teacher.

Table 2. Criteria for rating argumentation components in the first and final lesson plans

수준	기준	점수
적절함 (adequate)	해당 논증요소에 적합한 내용을 교수학습지도안에 구체적이고 명확하게 표현한 경우	2
부족함 (inadequate)	교수학습지도안에 해당 논증요소에 적합한 내용이 포함되었으나, 간접적으로 표현한 경우	1
누락됨 (omitted)	교수학습지도안에 해당 논증요소에 적합한 내용이 포함되지 않은 경우	0

는지, 그리고 교수학습활동에 명확하게 반영하였는지에 따라 ‘적절함(adequate)’, ‘부족함(inadequate)’, ‘누락됨(omitted)’ 세 개의 수준으로 구분하였다(Table 2).

‘적절함(adequate)’은 해당 논증요소에 적합한 내용을 교수학습지도안에 구체적이고 명확하게 표현한 경우로 2점을 부여하였다. ‘부족함(inadequate)’은 교수학습지도안에 해당 논증요소에 적합한 내용이 포함되어 있으나, 표현이 간접적으로 드러난 경우이다. 예컨대, 논증구조를 구성하는 단계에서는 반박(R)을 생성하였으나 교수학습활동에서는 ‘토론 중에 생긴 의문점을 발표한다.’와 같이 자료(D), 논거(W)나 지지(W), 주장(C) 등에 대한 학생의 질문을 유도하는 정도로 표현한 경우, 교수학습지도안에 반박(R)을 간접적으로 반영한 것으로 보았으며, ‘부족함(inadequate)’에 해당하는 1점을 부여하였다. 마지막으로, ‘누락됨(omitted)’은 논증구조를 구성하는 단계별 아니라, 단계별 교수학습활동에도 해당 논증요소에 적합한 내용이 포함되지 않은 경우이다.

이때, 분석한 논증요소는 자료(D), 논거/지지(W/B), 주장(C), 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 6가지 요소이다. 우선, 논거(W)와 지지(B), 두 요소를 한 덩어리로 묶어서 ‘논거/지지(W/B)’로 분석하였다. 이 두 요소는 모두 자료(D)를 주장(C)과 연결하는 과정에 필요한 요소라는 점에서 비슷한 기능을 한다고 볼 수 있다. 따라서, 관련 선행연구들의 분석들을 참고하고(백성혜와 손수희, 2014; Osborne *et al.*, 2004), 과학교육 전문가 집단에서의 충분한 논의를 거쳤으며, 그 결과 교수학습지도안 분석에서 논거(W)와 지지(B), 두 요소는 한 덩어리로 묶어서(W/B) 분석하는 것이 적절하다고 판단하였다. 다음으로, ‘반박에 대한 해결책(R*)’을 주요 논증요소로 분석하였다. 수업 상황에서 교사가 의도한 학습이 이루어지려면, 반박(R)에 해당하는 내용과 함께 반박(R)이 주장(C)을 약화시키거나

뒤집지 못하도록 하는 것이 무엇인지 설명하거나, 학생들 스스로 이러한 설명을 해보도록 기회를 제공할 필요가 있다. 따라서, 과학수업에서는 지식 주장을 정당화하여 학생들을 이해시키기 위한 요소로서 이같이 반박에 대한 해결책(R*)을 고려하여 수업을 설계하는 것이 중요하다. 박원미(2020), 한신(2020) 등의 선행연구에 제시된 관련 내용을 참고하고, 전문가 집단의 논의 및 동의를 거쳐 교수학습지도안 분석에서 고려해야 할 주요 요소로 판단하였다.

따라서, 본 연구에서는 1차 및 최종 교수학습지도안에 나타난 수업 전개 내용에서 자료(D), 논거/지지(W/B), 주장(C), 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 6가지 요소의 적합성과 교수학습지도안에 반영된 정도에 따라 ‘적절함(adequate)’, ‘부족함(inadequate)’, ‘누락됨(omitted)’ 3개의 수준으로 나누고 점수를 부여하고 논증수준을 살펴보았다.

나. 최종 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 프로파일 분석

논증구조를 활용한 수업설계 과정을 통해 작성한 최종 교수학습지도안에서 논증 수준의 특징을 파악하기 위하여 각 논증요소의 점수를 도표로 나타낸 논증수준 프로파일을 작성하였다(Fig. 2). 그리고 프로파일의 형태에 따라 최종 교수학습지도안의 논증 수준 프로파일 유형을 분류하였다. 이때, 모든 예비교사가 자료(D), 논거/지지(W/B), 주장(C)에서 2점을 획득하였으므로, 점수에 차이가 있는 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 점수를 기준으로 4가지 유형으로 분류하였다(Table 3).

유형 I은 모든 요소를 적합한 내용으로 구성하여 교수학습지도안에 명확하게 반영한 경우이다(All-adequate). 유형 II는 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 가운데 1개의 요소를 교수학습지도안에 간

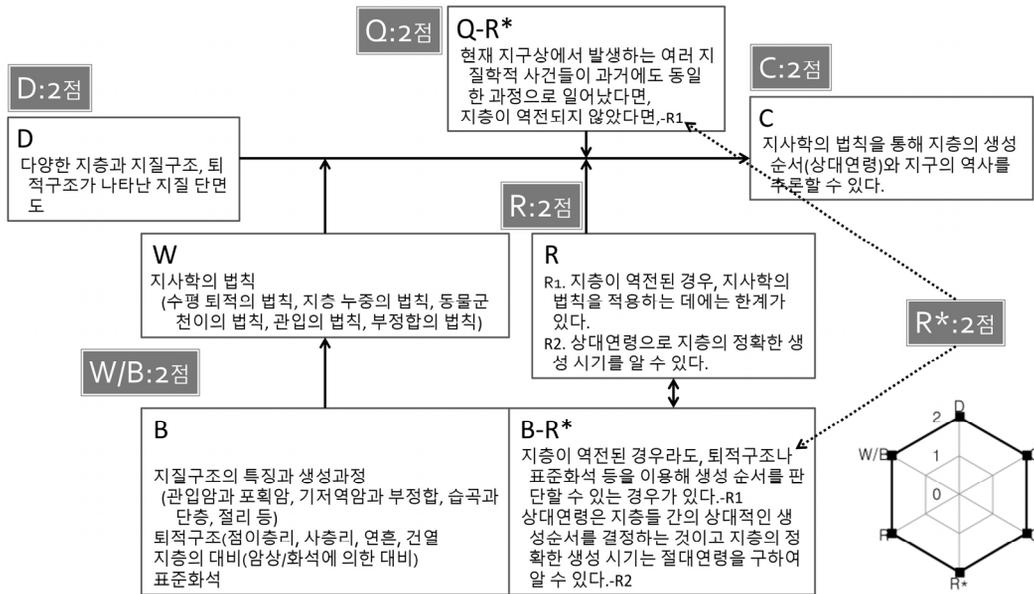


Fig. 2. An example of argumentation level analysis and argumentation level profile (Type I) in the final lesson plan.

접적인 표현으로 반영한 경우이다. 본 연구의 유형 II에서 이러한 요소는 한정어(Q) 뿐이었다(Q-inadequate). 유형 III은 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어 가운데 2요소 이상을 교수학습지도안에 간접적인 표현으로 반영한 경우이다(RR*Q-inadequate). 마지막으로, 유형 IV는 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 중 1요소 이상이 교수학습지도안에 반영되지 않은 경우이며, 본 연구의 유형 IV에서 이러한 요소는 반박에 대한 해결책(R*) 뿐이었다(R*-Omitted).

III. 연구 결과 및 논의

1. 1차 교수학습지도안에 나타난 논증 수준

1차 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 분석 결과, 모든 예비교사가 자료(D), 논거/지지(W/B), 주장(C)에서 2점을 획득하였다(Table 4). 즉, 이 세 가지 요소에 적합

한 수업내용을 구성하고 교수학습활동에 구체적이고 명확하게 반영하였다. 다만, 이를 교수학습지도안에 구체적이고 명확하게 반영하였는가에서는 차이가 있었다. 반박(R)의 경우, 8명의 예비교사가 적합한 내용으로 반박(R)을 구성하였으나 이들 가운데 7명은 교수학습지도안에 간접적으로 표현하였으며(1점), 1명만이 명확하게 반영하였다(2점). 그리고 반박에 대한 해결책(R*)을 1명만이 적합한 내용으로 반박에 대한 해결책(R*)을 구성하였으나 교수학습지도안에는 간접적으로 표현하였다(1점). 마지막으로, 모든 예비교사(0점)가 한정어(Q)를 반영하지 못하였다(0점).

예비 지구과학 교사들의 1차 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 분석 결과에서 참여자에 따라 가장 두드러진 차이를 보이는 요소는 반박(R)이었다. 반박(R)은 논증의 수준 분석에 있어서 중요한 지표가 된다(Osborne et al., 2004). Osborne et al. (2004)은 Toulmin의 논증요소 가운데 반박(R)을 특히 강조하였으며, 반박(R)의 유/무

Table 3. Criteria for classifying types of argumentation level profile in the final lesson plan

유형	기준
유형 I (All-adequate)	모든 요소에 2점이 부여된 경우
유형 II (Q-inadequate)	반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 중 1요소에만 1점이 부여된 경우
유형 III (RR*Q-inadequate)	반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 중 2~3요소에 1점이 부여된 경우
유형 IV (R*-Omitted)	반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 중 1요소 이상 0점인 경우

Table 4. Changes of argumentation levels in the first and final lesson plans

연구 참여자	영역	수업주제	논증요소						
			D	W/B	C	R	R*	Q	
PT 1		판구조론의 정립	1차	1	1	1	1	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 2		판구조론의 정립	1차	1	1	2	2	1	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 3	고체지구	지사학의 법칙	1차	1	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	2
PT 4		지사학의 법칙	1차	1	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	2
PT 5		고기후 해석	1차	2	1	2	0	0	0
			최종	2	2	2	1	1	1
PT 6		고기후 해석	1차	2	1	2	1	0	0
			최종	2	2	2	2	2	2
PT 7		대기대순환과 표층순환	1차	2	1	1	1	0	0
			최종	2	2	2	1	1	1
PT 8		대기대순환과 표층순환	1차	2	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 9		대기대순환과 표층순환	1차	2	1	2	1	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 10	유체지구	해양의 심층순환	1차	2	1	2	1	0	0
			최종	2	2	2	1	0	1
PT 11		해양의 심층순환	1차	1	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 12		엘니뇨와 라니냐	1차	1	1	2	0	0	0
			최종	2	2	2	1	1	1
PT 13		엘니뇨와 라니냐	1차	1	1	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 14		암흑물질	1차	2	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 15		암흑물질	1차	2	2	2	1	0	0
			최종	2	2	2	2	1	1
PT 16		암흑물질	1차	2	1	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	0	2
PT 17	우주과학	가속 팽창 우주	1차	2	1	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	2
PT 18		가속 팽창 우주	1차	2	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 19		천동설과 지동설	1차	1	1	2	1	0	0
			최종	2	2	2	2	2	1
PT 20		천동설과 지동설	1차	1	2	2	0	0	0
			최종	2	2	2	2	2	2

와 반증의 수준을 중요한 기준으로 논증의 수준을 level 1~5로 평가할 수 있는 분석틀을 제시하기도 하였다.

Erduran & Jimenez-Aleixandre (2008) 역시 반박이 있는 대화가 반박이 없는 대화보다 질적으로 높은 수준의 대

화 형태라고 하였다. Osborne *et al.* (2004)의 선행연구를 토대로 1차 교수학습지도안에 나타난 예비교사들의 논증 수준을 분석한다면, 30명 중 22명이 반박(R)을 구성하지 못하였으므로, level 2(주장(C), 자료(D), 논거(W)로 구성)의 낮은 수준에 해당한다.

2. 최종 교수학습지도안에 나타난 논증 수준

최종 교수학습지도안에 나타난 논증 수준은 논증구조를 활용한 수업설계 방법을 습득하고 이를 적용하여 작성한 교수학습지도안이다. 논증요소별로 살펴보면, 자료(D), 논거/지지(W/B), 주장(C)의 경우, 모든 예비교사가 2점으로, 1차 교수학습지도안에서처럼 이 3가지 요소에 해당하는 적합한 내용을 교수학습지도안에 구체적이고 명확하게 반영하였다(Table 4). 반박(R)의 경우, 1차 교수학습지도안에서는 12명은 0점, 7명이 1점, 1명이 2점이었으나, 최종 교수학습지도안에서 4명이 1점, 16명이 2점으로 모두 향상되거나 유지되었다. 즉, 모든 예비교사가 논증구조 구성 단계에서 적합한 내용으로 반박(R)을 구성하였고, 이를 교수학습지도안에 구체적으로 명시한 예비교사도 1명에서 16명으로 증가하였다. 반박에 대한 해결책(R*)의 경우, 1차 교수학습지도안에서 19명의 예비교사가 0점, 1명만이 1점이었다. 최종 교수학습지도안에서는 18명의 예비교사가 반박에 대한 해결책(R*)을 반영하였다. 또한 이들 가운데 14명은 2점으로 교수학습지도안에도 구체적으로 명시하였다. 4명은 간접적으로 표현하였으며(1점), 2명은 구성하지 못하였다(0점). 한정어(Q)의 경우, 1차 교수학습지도안에서는 모든 예비교사가 한정어(Q)에 해당하는 내용을 구성하지 못하였지만, 최종 교수학습지도안에서는 20명 모두 1점 또는 2점으로 적합한 한정어(Q)를 구성하였다. 다만, 6명이 2점, 14명이 1점으로, 6명이 명확하게 교수학습지도안에 반영한 사례는 6명이 그쳤고(2점), 14명은 간접적으로 표현하였다(1점).

최종 교수학습지도안을 분석한 결과, 2명의 예비 지구과학 교사(PT 10, PT 16)를 제외한 18명의 예비교사가 자료(D), 논거/지지(W/B), 주장(C), 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 6가지 요소에서 모두 1점 또는 2점을 획득하였다. 이것은 최종 수업지도안을 작성할 때 수업내용을 바탕으로 논증구조를 구성하는 단계를 거친 후, 수업을 설계하였기 때문이라고 볼 수 있

다. 즉, 예비교사들이 Toulmin의 논증구조를 활용한 수업설계 방법 습득 단계에서 자료(D), 논거(W), 지지(B), 주장(C), 반박(R), 한정어(Q)를 바탕으로 수업내용을 먼저 분석하고 이것을 바탕으로 교수학습지도안을 작성했기 때문에, 최종 교수학습지도안을 작성할 때가 1차 교수학습과정안을 작성할 때보다 논증요소를 반영하는 것이 수월하였을 것이다. 반박에 대한 해결책(R*)의 경우, Toulmin의 논증구조에서 명시한 요소가 아니기 때문에 반영하지 않는 예비교사가 있을 수 있다. 그러나 분석 결과를 살펴보면, 1차 교수학습지도안에서 단 1명만이 반박에 대한 해결책(R*)을 준비했던 것과 달리 최종 수업지도안에서는 연구 참여자 PT 10과 PT 16을 제외한 예비교사들이 반박에 대한 해결책(R*)을 준비하였다. 이들은 반박에 대해 보강(B)하는 내용을 준비하거나 한정어(Q)를 통해 주장의 성립 범위를 제한하는 등 학생들이 이해할 수 있도록 반박에 대한 해결책(R*)을 마련하였다. 이 결과는 예비교사들이 수업설계에 논증구조를 활용함으로써 수업을 논증 활동으로 인식하고 학생들을 대상으로 지식 주장을 설득하기 위해 더욱 논리적인 수업을 설계하였다는 것을 의미한다.

3. 최종 교수학습지도안에 나타난 논증 수준 프로파일 유형 분석

최종 교수학습지도안의 논증 수준 프로파일을 분석한 결과, 가장 많이 나타난 논증 수준 프로파일은 유형 II (Q-inadequate)로, 전체의 45% (9명)에 해당한다(Fig. 3, Table 5). 다음으로 유형 I (All-adequate)이 25% (5명), 유형 III (RR*Q-inadequate)이 20% (4명), 유형 IV (R*-Omitted)가 10% (2명)를 차지하였다.

그런데 본 연구의 경우, 연구 참여자에 따라 설계한 수업의 주제가 달랐기 때문에 논증 수준 프로파일을 개인의 논증 수준의 차이만으로 설명하기 어렵다는 한계가 있다. 즉, 한 참여자의 논증 수준 프로파일은 그의 절대적인 논증 수준을 의미하는 것이 아니므로, 해당 주제에 따라 각각의 유형이 주제에 따라 어떻게 나타나고 있는지 세부적으로 살펴보았다.

우선, 유형 I (All-adequate)은 자료(D), 논거/지지(W/B), 결론(C), 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q)를 모두 교수학습지도안에 구체적이고 명확하게

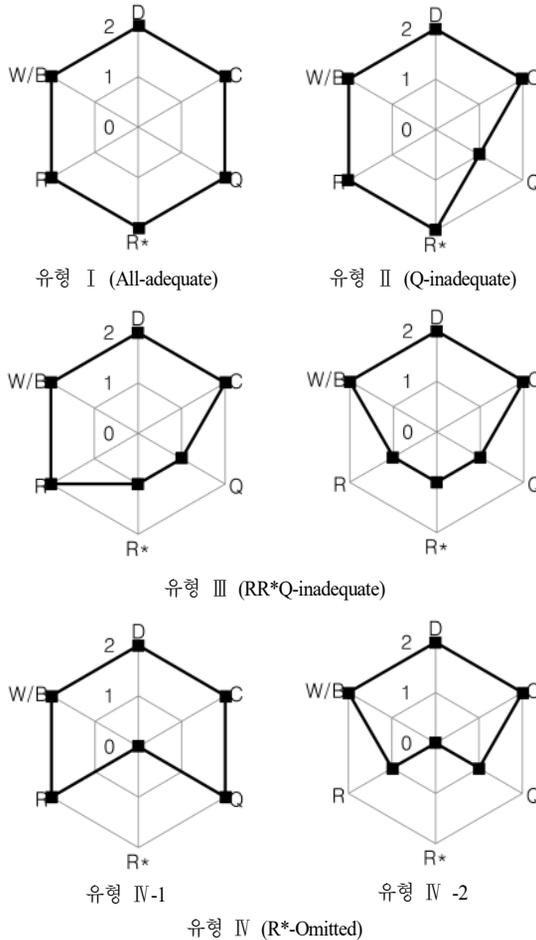


Fig. 3. Types of argumentation level profiles in the final lesson plans.

반영한 경우이다. 이 유형은 한정어(Q) 반영 측면에서 유형 II와 구별되며, 수업주제별로 살펴보면 ‘지사학의 법칙’을 주제로 수업을 설계한 2명의 사례에서 모두 나타났다(PT 3, PT 4). 이들이 구성한 한정어(Q)의 내용을 살펴보면, 두 예비교사 모두 ‘(현재 지구상에서 발생하는) 여러 지질학적 사건들이 과거에도 동일 과정으로 일어났다면’ 또는 ‘지층이 역전되지 않았다면’ 등과 같이 교과서나 지도서, 참고서 등 수업 참고자료에 일반적으로 언급된 내용이다. 따라서, 이 주제를 선택한 2명의 예비교사는 이처럼 같은 내용의 한정어(Q)를 교수학습지도안에 반영하였을 것이다. 유형 I에 속하는 다른 3명의 예비교사(PT 6, PT 17, PT 20)가 선택한 수업주제는 각각 달랐으며, 교과서나 지도서, 교육과정 등에 한정어(Q)가 명시되지 않았으나 PT 6, PT 17, PT 20은 적합한 내용의 한정어(Q)를 구성하였다.

이들은 주장(C)이 수용될 수 있는 경우에 대해 제한을 두는 한정어(Q)를 구성하였으며, 교수학습지도안에 구체적으로 반영하였다. ‘고기후 해석’의 경우, 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*) 역시 교과서 및 교육과정 내용에 명시적으로 나타나지 않지만, 이 주제를 선택한 예비교사(PT 6)의 경우, 해당 논증요소를 교수학습지도안에 잘 반영하였다.

유형 II(Q-inadequate)는 자료(D), 논거/지지(W/B), 결론(C), 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*) 5가지 요소에 해당하는 적합한 내용을 교수학습지도안에 명확하게 반영하였다. 그러나 한정어(Q)는 교수학습지도안에 간접적인 표현으로 반영한 경우이다. 유형 II에 해당하는 수업주제의 경우, 교과서 및 교육과정 내용에 한정어(Q)가 명시적으로 나타나지 않는다. 유형 III (RR*Q-inadequate)은 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q)를 교수

Table 5. Types and frequency of argumentation level profiles of preservice earth science teachers in the final lesson plans

연구 참여자	영역	수업주제	논증 수준 프로파일			
			유형 I	유형 II	유형 III	유형 IV
PT 1	고체지구	판구조론의 정립		O		
PT 2		판구조론의 정립		O		
PT 3		지사학의 법칙	O			
PT 4		지사학의 법칙	O			
PT 5		고기후 해석			O	
PT 6		고기후 해석	O			
PT 7	유체지구	대기대순환과 표층순환			O	
PT 8		대기대순환과 표층순환		O		
PT 9		대기대순환과 표층순환		O		
PT 10		해양의 심층순환				O
PT 11		해양의 심층순환		O		
PT 12		엘니뇨와 라니냐			O	
PT 13		엘니뇨와 라니냐		O		
PT 14	우주과학	암흑물질		O		
PT 15		암흑물질			O	
PT 16		암흑물질				O
PT 17		가속 팽창 우주	O			
PT 18		가속 팽창 우주		O		
PT 19		천동설과 지동설		O		
PT 20	천동설과 지동설	O				
빈도수(%)			5(25)	9(45)	4(20)	2(10)

학습지도안에 간접적인 표현으로 반영한 유형이고, 유형 IV (R*-Omitted)는 모두 반박에 대한 해결책(R*)을 미리 준비하지 않은 유형이다. 유형 III과 IV에 해당하는 수업주제 가운데 ‘고기후 해석’과 ‘대기대순환과 표층순환’, ‘엘니뇨와 라니냐’의 경우, 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q)가 교과서 및 교육과정 내용에 명시적으로 나타나지 않는 주제이다.

유형 II, III, IV-2의 경우, 전체의 약 47%를 차지하며(14명) 모두 한정어(Q)에 해당하는 내용을 구성하였으나 교수학습지도안에 구체적이고 명확한 표현으로 반영하지 못했다는 공통점이 있다. 이러한 결과는 한정어(Q)를 실제 수업에 반영할 필요를 느끼지 못했거나 반영하는 데 어려움을 느낀다는 것을 의미한다. 실제로, 많은 참여자가 자신이 선택한 수업주제가 교과서나 교육과정 내용에 한정어(Q)에 해당하는 요소가 명시적으로 나타나 있지 않아서 이를 구성하거나 반영하기가 어려웠다는 점을 질의응답이나 모둠토의 활동을 통해 말하였다. 물론, 이것은 반박(R)이나 반박에

대한 해결책(R*)을 교수학습지도안에 적극적으로 반영하지 않은 이유이기도 하다. 즉, 예비교사들이 수업에서 교과서를 벗어나는 내용을 다루는 것에 대한 망설임이나 두려움을 느끼고 있으며 교과서의 내용을 그대로 가르쳐야 한다는 생각에서 벗어나기 어렵다는 것을 보여준다. 이러한 생각은 예비교사뿐만 아니라, 현장의 중등교사들에게도 교육과정 재구성의 장애요인으로 작용한다(김평국, 2005).

IV. 결론 및 제언

본 연구는 예비 지구과학 교사를 대상으로 논증구조를 활용한 수업설계 과정을 적용하고 그 과정에서 예비교사들이 작성한 교수학습지도안에 나타난 논증수준을 분석한 연구이다. 연구 결과, 예비교사들은 1차 교수학습지도안과 비교해 최종 교수학습지도안에서는 더 많은 논증요소를 반영함으로써 논리적으로 짜임새

를 갖춘 수업을 설계하였다. 특히, 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q)의 경우, 그 변화가 두드러졌다. 또한, 교과서나 교육과정에 모든 논증요소들이 명시적으로 제시되지 않은 수업주제의 경우, 예비교사들은 반박(R), 반박에 대한 해결책(R*), 한정어(Q) 등과 같은 일부 요소를 교수학습지도안에 명확하게 반영하지 못하였다.

연구 결과로부터 도출한 결론 및 시사점은 다음과 같다.

먼저, 수업설계에 논증구조를 활용함으로써 예비 지구과학 교사들이 작성한 교수학습지도안의 논증 수준이 높아졌으므로, 논리적인 과학수업 설계를 위한 도구로 논증구조를 활용할 필요가 있다. 연구 결과에 따르면, 논증구조 수업설계 프로그램에서 예비 지구과학 교사들이 최종 교수학습지도안에서는 1차 교수학습지도안보다 더 많은 논증요소를 적절하게 반영하였다. 즉, 본 연구에 참여한 예비교사들은 논증구조를 활용함으로써 논리적으로 설득력 있는 수업을 설계하는 역량을 기를 수 있었다. 그러므로 예비교사는 물론 현직교사도 효과적인 수업을 설계하기 위한 도구로 논증구조를 적극 활용할 필요가 있다.

다음으로, 예비 과학교사가 작성한 교수학습지도안의 논증 수준은 교과서 및 교육과정에 제시된 논증요소를 벗어나지 못한다는 연구 결과를 볼 때, 과학수업 설계를 위해 예비 과학교사의 교육과정 재구성 역량을 함양할 필요가 있다. 연구 결과에 따르면, 교과서나 교육과정에 논증요소가 명시적으로 제시되지 않은 수업주제의 경우 예비 지구과학 교사들이 일부 논증요소를 교수학습지도안에 명확하게 반영하지 못하였다. 이것은 예비교사들이 교육과정이나 교과서 내용을 재구성할 수 있는 역량이 부족함을 보여주는 결과이다. 따라서 논증구조를 활용하여 논리적으로 정교한 과학수업을 설계하기 위해서는 예비 과학교사의 교육과정 재구성 역량을 갖추는 필요가 있다. 즉, 교육과정이나 교과서에 제시된 것뿐만 아니라, 필요한 경우 그 외의 자료를 참고하여 학습요소를 추가하거나 배열을 바꾸는 등 교육과정을 재구성할 수 있는 역량을 함양할 필요가 있다.

이 연구를 통해, 예비교사들의 논증적 사고와 수업 전문성 향상을 위해서 논증구조를 접목한 예비 과학교사 교육 프로그램 개발 및 적용의 가능성을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 논증구조는 교수적 추론(pedagogical

reasoning)의 도구로 수업설계 과정에 사용되었다. 교수적 추론이란, 교사가 학생들에게 의미 있는 교수학습활동을 제공하기 위해 주어진 교수 맥락에서 교과내용지식을 적합한 학습자료로 변환하는 데 필요한 사고방식이다(Roy & Bairagya, 2019). 교사는 수업을 계획하고 가르치고 반성하는 동안 교수적 추론을 하게 되며, 이때 수업 전문성의 핵심 요소인 내용교수지식(pedagogical content knowledge, PCK)을 발휘한다. 본 연구의 결과, 예비교사들은 논증구조를 활용하여 과학수업을 설계하면서 점차 더 많은 논증요소를 반영함으로써 논리적으로 짜임새를 갖춘 수업을 설계하였다. 이 과정에서 예비교사들은 수업의 논리적인 진행을 위해 자연스럽게 교과내용지식뿐 아니라, 교육과정 및 학생에 대한 지식, 교수학습 방법 및 전략에 관한 지식 등 다양한 내용교수지식(PCK)을 점검하고 활용하였을 것이다. 따라서 논증구조를 활용하는 예비 과학교사 교육 프로그램을 개발하여 예비교사 교육과정에 반영한다면 예비 과학교사의 실천적 PCK 개발에 도움이 될 것이다. 또한, 이 과정에서 예비 과학교사의 논증에 대한 이해와 PCK 발달을 탐색하는 후속 연구를 진행한다면, 예비교사들의 전문성 향상에 관한 의미 있는 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

국문요약

본 연구에서는 예비 지구과학 교사를 대상으로 논증구조를 활용한 수업설계 과정을 적용하고 그 과정에서 예비교사들이 작성한 교수학습지도안에 나타난 논증 수준을 분석하였다. 연구 결과, 예비교사들이 최종 교수학습지도안에서는 1차 교수학습지도안보다 더 많은 논증요소를 반영함으로써 논리적으로 짜임새를 갖춘 수업을 설계하였다. 또한, 교과서나 교육과정에 모든 논증요소들이 명시적으로 제시되지 않은 수업주제의 경우 예비교사들이 일부 요소를 교수학습지도안에 반영하지 못하였다. 연구 결과로부터 도출한 결론 및 시사점은 다음과 같다. 먼저, 수업설계에 논증구조를 활용함으로써 예비 지구과학 교사들이 작성한 교수학습지도안의 논증 수준이 높아졌으므로, 논리적인 과학수업 설계를 위한 도구로 논증구조를 활용할 필요가 있다. 다음으로, 예비 과학교사가 작성한 교수학습지도안의 논증 수준은 교과서 및 교육과정에 제시된 논

중요소를 벗어나지 못하므로, 논증구조를 활용한 과학 수업 설계를 위해 예비 과학교사의 교육과정 재구성 역량을 함양할 필요가 있다. 또한, 예비 지구과학 교사의 논증에 대한 이해뿐 아니라 수업 전문성을 향상시킬 수 있도록 실제 교수활동의 맥락에서 논증구조를 활용하는 예비교사 교육 프로그램을 개발하고 적용할 필요가 있다.

주제어: 논증구조, 논증 수준, 교수학습지도안, 예비 지구과학 교사

References

- 강경희(2018). 예비 생물교사의 SSI(Socio-Scientific Issue) 관련 글쓰기에 나타난 논증구조 분석. *생물교육(구 생물교육학회지)*, 46(1), 55-62.
- 고연주, 최윤희, 이현주(2015). 과학관련 사회쟁점(SSI) 맥락에서의 소집단 논증활동 분석틀 개발: 담화클러스터와 담화요소의 분석. *한국과학교육학회지*, 35(3), 509-521.
- 김동희, 김용진(2015). 돌민의 논증 모형을 활용한 과학 교과서의 논증 구조 분석. *교육연구*, 63, 37-64.
- 김범준, 김형범, 조정은, 배성희(2015). 상호작용에 따른 논증수업이 고등학교생들의 학업성취도에 미치는 영향. *대한지구과학교육학회지*, 8(3), 309-317.
- 김선영(2015). 예비 생물교사들의 생명윤리 논쟁거리에 대한 논증활동의 효과. *생물교육(구 생물교육학회지)*, 43(1), 27-36.
- 김영대(2017). 달의 위상변화 원인에 대한 초등학교생들의 논증과 개념 분석. *대한지구과학교육학회지*, 10(2), 161-172.
- 박원미(2020). 지구과학 예비교사가 설계한 수업내용의 논증구조에 나타난 반박 분석. *대한지구과학교육학회지*, 13(3), 238-252.
- 박지연, 남정희(2019). 논의기반 탐구 (ABI) 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고 분석. *한국과학교육학회지*, 39(3), 337-348.
- 백성혜, 손수희(2014). 중학교 1학년 상태변화 실험수행 과정에서 나타난 예비과학교사의 논증구조 및 이에 영향을 미치는 요인과 예비교사교육에 대한 인식 분석. *한국과학교육학회지*, 34(3), 197-206.
- 송진웅, 강석진, 곽영순, 김동건, 김수환, 나지연, 도종훈, 민병곤, 박성춘, 배성문, 손연아, 손정우, 오필석, 이준기, 이현정, 임혁, 정대홍, 정종훈, 김진희, 정용재 (2019). 미래세대를 위한 ‘과학교육표준’의 주요 내용과 특징. *한국과학교육학회지*, 39(3), 465-478.
- 신선경(2009). 과학의 언어: 이론 구성과 소통 기능을 중심으로. *사고와표현*, 2(1), 35-60.
- 양일호, 김기영, 임성만, 김은애, 김성운(2015). 과학 관련 사회적 문제(SSI) 상황에서 반박자료와 감정이 입상황에 따른 초등학교생의 의사결정 변화. *대한지구과학교육학회지*, 8(1), 66-75.
- 오준영, 김유신(2009). Toulmin의 논증의 옹호와 교육적 적용에 대한 탐색. *범한철학*, 55, 379-425.
- 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.
- 이봉우, 임명선(2010). 탐구 토론에서 예비과학교사들의 논증 분석. *한국과학교육학회지*, 30(6), 739-751.
- 이선영, 최지선(2013). 국어·수학 통합 교과 원리로서 ‘정당화’에 대한 탐구-돌민의 논증 구조에 따른 분석을 중심으로. *교육과정평가연구*, 16(3), 1-25.
- 이정찬(2013). 글쓰기 교육을 위한 과학 텍스트 분석 연구. *우리말교육현장연구*, 7(2), 97-127.
- 한신(2020). 기후변화 문제와 관련된 논증적 글쓰기에 나타난 중등 과학 예비교사들의 논증 구조 유형 분석. *에너지기후변화교육*, 10, 61-71.
- 한혜진, 이태훈, 고현지, 이선경, 김은숙, 최승언, 김찬중 (2012). 과학영재의 논증 활동에서 나타나는 반박 유형 분석. *한국과학교육학회지*, 32(4), 717-728.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (Eds.) (2008). *Argumentation in science education*. New York, NY: Springer.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodriguez, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.

- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Roy, S., & Bairagya, S. (2019). Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK) of science from Shulman's notion to Refined Consensus Model(RCM): A journey. *Education India Journal: A Quarterly Refereed Journal of Dialogues on Education*, 8(2), 10-53.
- Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1122-1148.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Toulmin, S. E. (2006). *The uses of argumentation*(논변의 사용). 고희범, 임건태 (역). 서울: 고려대학교출판부. (원서 출판 2003)
- Toulmin, S. E., Rieke, R., & Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning*. New York, NY: Macmillan Publishing Co.