教育硏究論叢 ISSN 1598-5830
CBNU Journal of Educational Research
2017. Vol.38 No.2. pp.109~125

물리 교사들의 교과 내용과 교수 학습에 관한 집단 논증활동과 개인적 논증 글 분석

이은경, 강남화*
(한국교원대학교)

Physics Teachers' Group Argumentation and Written Arguments about Physics Content and Teaching

Eun Kyung Lee, Nam-Hwa Kang*
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine how group argumentations mediated individual arguments by analyzing physics teachers' group argumentation and individual follow-up written arguments. Five in-service physics teachers participated in this study, two middle school and three high school teachers. The topics of argumentation included physics topics and pedagogy of them. Findings showed that the teachers constructed much more elaborated individual written arguments than group argumentation, which seemed to be resulted from different perceptions of teachers' verbal and written argumentations. Also, in their written arguments the teachers selectively utilized their colleagues' ideas shared during group argumentation. Lastly, teachers' argumentation showed different features between topics of physics and physics pedagogy. These differences were related to their orientations toward argumentation about content knowledge and teaching. These findings shed light on a productive physics teacher professional development in argumentation.

Key words : scientific argumentation, group argumentation, written argument, teacher professional development

Submitted 10 October, 2017, Accepted 20 October 2017, Published 31 October
ⓒ Education Research Institute. All rights reserved.
*Corresponding author : Nam-Hwa Kang Phone: +82-10-3126-6829
E-mail: nama.kang@gmail.com

Ⅰ. 서론

지난 이 십 여 년 동안 과학교육 연구자들은 논증활동이 과학교육의 목표에 기여하는 바를 논의해왔다. 학습에 대한 구성주의 관점에서 언어는 과학적 지식의 구성을 중재하며 이에 따라 논증활동은 과학지식을 습득을 위한 효과적인 기회가 될 수 있다(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002). 한편 논증활동은 문제 해결의 한 형태로 과학적 탐구의 일부가 된다(Watson, Swain & Mcrobbie, 2004). 많은 연구자들이 과학 교육의 목표 중 하나인 과학적 소양을 함양하는 방법으로써 논증활동의 중요성을 지지하는데 이는 과학자들이 지식을 구성하는 과정에서 증거를 평가하고 해석하는 과정으로서 논증이 사용됨을 보일 수 있다는 점에서 중요하다(Driver et al., 2000; Simon, Erduran & Osborne, 2006; Kelly, Drucker & Chen, 1998)

이러한 과학적 논증활동은 우리나라 학교 현장에서 역시 교육과정이나 교사들의 수업을 통해 조금씩 모습을 드러내어 왔다. 특히 최근의 2015개정 교육과정에서 제시한 과학 교과의 핵심역량 즉, 과학적 의사소통능력, 과학적 사고력, 과학적 문제 해결능력, 과학적 탐구능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력에 논증활동이 중요한 과학적 실천의 측면으로써 골고루 내포되어 있어 학교 교육 안에서 학생들이 과학적 논증을 경험할 것이 기대된다(교육부, 2015).

이러한 과학적 논증이 학교 교실에서 이루어지기 위한 가장 핵심적 요소는 교사의 논증활동에 대한 중요성 인식이다. 즉, 논증이 학교 과학 수업에서 성공적으로 이용되기 위해서는 교사 자신의 논증활동에 대한 이해와 논증 수업 전문성이 요구된다(백종호, 정대홍, 황세영, 2014; Driver et al., 2000). 이를 위해 과학적 논증에 대한 교사의 자질과 자신감을 향상시키기 위한 교사 전문성 향상이 필요하다(남정희, 곽경화, 장경화, 2008).

논증활동에 관한 교사 전문성 연구는 해외에서는 논증활동을 위한 과제를 개발하고 교사의 논증 능력 향상 혹은 논증에 관한 교육학적 내용지식(PCK)의 향상에 연수가 효과가 있다는 연구가 있다(McNeill & Knight, 2013; Sadler, 2006). 국내 연구는 백종호 등(2014)이 과학 교사들에게 논증활동에 대한 동기를 부여하고 탐구실험과 의견을 수렴하기 위한 전략을 사용하여 논증활동의 기회를 가질 수 있는 과제를 개발하여 효과성을 분석한 것이 있다.

이러한 교사 연수 프로그램의 효과성 연구이외에 교사의 논증활동의 특성을 질적으로 분석하는데 초점을 두는 연구는 찾기 어려웠다. 또, 논증활동은 동료들과 협동적으로 이루어질 수 있다는 사회적인 특성과 개인적 추론을 표현하는 방식이라는 개인적 특성을 모두 포함한다는 점을 함께 분석한 연구 역시 찾아보기 힘들었다. Mason(1998)은 집단 활동을 하면서 공유된 동료들의 아이디어가 개인적으로 작성한 글쓰기 과제에서 드러나는 것을 발견하였다. 이는 개인의 논리적 추론 및 논증을 동료아의 협동적 논증을 통해 향상시킬 수 있는 가능성을 제시한다.

이 연구에서는 물리 교사들을 집단 및 개인 논증에 순차적으로 참석시킨 후 개인적 논증에서 집단 논증 중 공유된 아이디어가 얼마나 드러나는지를 분석하여, 집단 논증의 어떤 특성이 개인적 논증과 관련이 되는지 탐색하였다. 특히 집단 논증 활동이 구두로 이루어진 상호작용을 통한 역동적인 논증인 데 반해 개인적 논증은 글로 구성되는 방법상의 차이를 분석 중 고려하였다. 또한, 논증의 주제를 물리 내용과 물리 교수학습 두 가지에 관한 것으로 하여 논증 내용에 따른 논증의 특성도 탐색하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 과학교육에서의 논증활동

비형식적 논리에 기초한 논증활동은 그 목적이 설득과 정당화의 두 가지임을 바탕으로 다양한 관점에서 논의되었다(Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008; Van Eemeren, Grootendorst, Henkemans, Blair, Johnson, & Krabbe, 1996; Walton, 1996). 과학교육 연구에서 많이 인용되고 있는 Driver et al.(2000)은 수사학적인 논증과 대화적인 논증으로 구분하였고, 이에 대해 강남화, 이은경(2013)은 목적에 따른 구분과 사회성에 따른 구분의 두 차원에서 논증을 <표Ⅱ-1>과 같이 정리하였다.

<표 1> 과학교육에서 논증의 정의 (강남화, 이은경, 2013)

	특정 주장의 정당화	여러 주장의 평가 및 선택
개인적 과정	하나의 주장을 개인적 추론을 통해 정당화 함.	개인 학습자가 여러 주장을 평가하여 하나의 결론 도출.
사회적 과정	하나의 주장을 협동적으로 추론하여 정당화함.	여러 주장들을 협동적으로 평가하여 하나의 결론 도출.

논증(argument)과 논증활동(argumentation)은 영어로서는 거의 동일한 의미를 지녀 혼동 가능성이 있어 논증의 과정 측면을 강조하는 용어로는 논증활동을 사용하고, 논증활동의 내용을 나타내는 용어로 논증을 사용한다(Sampson & Clark 2009; Walton, 1990).

한편, 논증(argument)과 논증활동(argumentation)의 용어가 '논변, 논의, 논증'으로 다양하게 번역되는 것에 대한 비판에 따라(강남화, 이은경, 2013). 본 연구에서는 수사학적인 argument를 '논증'이라고 번역하는 점과 국내 사전에서 '논증'이 어떤 의견에 대한 '근거나

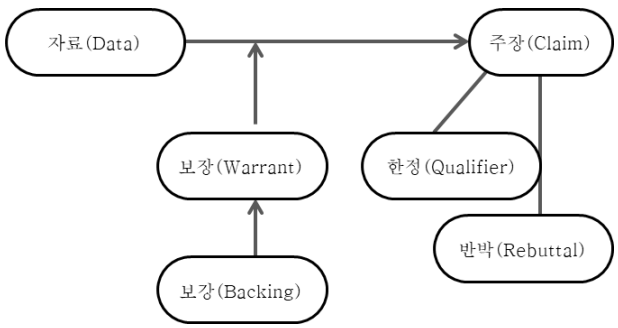
이유'로 정의됨을 근거로 argument를 '논증'이라고 칭한다.

강남화, 이은경(2013)은 국내외의 논증과 관련된 과학교육연구 문헌을 분석하여 7가지의 연구로 분류하였다. 이는 a)이론적 논의에 관한 연구, b)분석틀에 관한 연구, c)처치가 없는 조건에서 학습자의 논증능력에 관한 연구, d)교사 연수나 수업 처치 전후 학생들의 논증능력에 관한 연구, e)논증활동의 과정에 관한 연구, f)교사 전문성에 관한 연구, g)논증활동의 효과에 관한 연구였다. 이 중 교사 전문성에 관한 연구에서는 논증에 대한 동일한 연수를 받은 후 교사들이 논증을 수업에 활용하는 방식에서 차이가 있다는 점, 과학 교사가 과학내용의 성격에 따라 논증의 방식이 달라질 수 있다는 점을 보고하는 연구들을 찾을 수 있었다. 하지만 교사 자신들의 논증 능력에 대해서는 예비교사를 대상으로 하는 연구를 제외하고는 찾기 힘들었다. 교사가 과학 교수활동을 하는 가장 기본적인 요건이 과학내용지식인 것과 마찬가지로 교사가 논증을 수업에서 활용할 수 있는 가장 기본적인 요건으로 교사 자신이 논증을 할 수 있고 논증에 대한 지식을 가지고 있어야 한다. 따라서 이 연구에서는 현직 교사들을 논증활동에 참여시켜 교사들의 논증을 탐색하였다. 이는 논증에 대한 교사 연수 프로그램의 내용 및 방법의 구성에 중요한 시사점을 제공할 수 있다.

2. 논증의 분석

많은 과학교육 연구에서 논증활동의 분석은 툴민의 논증 요소를 기반으로 한다(Toulmin, 2003). Toulmin은 삼단논리를 기반으로 하여 논증의 형식적인 측면을 명확히 하는 논증 요소를 제시하였다. 이들 논증 요소는 주장(Claim), 주장을 뒷받침 하는 자료(Data), 자료를 정당화하는 보장(Warrant), 보장을 강화시켜주는 보강(Backing), 주장의 범위를 지정해주는 한정(Qualifier), 주장에 대한 반박(Rebuttal)으로 구성되어 있으며, 각 요소들 사이의 관계는 <그림 Ⅱ-1>과 같이 표현할 수 있다.

<그림 1> Toulmin(2003)의 논증 요소



Toulmin의 논증 분석틀은 논증의 내용 타당성을 검토하기보다는 그 형식에 초점을 둔다는 비판을 받아왔다. 이러한 한계를 보완할 수 있는 추가적인 틀을 몇몇 연구자들은 제안해

오고 있다(강남화, 이은경, 2013; Sampson & Clark, 2009). 하지만 Toulmin의 분석틀을 사용한 연구들은 학생들이 논증을 구조화하는 방법과 학생들이 자신의 아이디어를 지지하기 위해 사용하는 정당화의 본성에 대해 통찰력을 제시해 왔고, 그래서 국내외 과학 교육에서도 논증활동을 분석할 때 주로 사용되어 왔다(강순민, 2004; 신호심, 2013; Bell & Linn, 2000; Sampson & Clark, 2009).

이 연구에서는 연구 대상이 현직교사인 점을 고려할 때 논증 내용의 과학적 타당성을 분석하는 것보다는 교사의 논증 과정에 대한 이해와 논증 능력이 핵심 사항이 됨을 고려하여 교사의 논증이 얼마나 견고한 논증의 구조를 가지고 있는지를 분석하는 것이 보다 중요하다고 보고 툴민의 논증 요소를 이용하여 자료를 분석하였다.

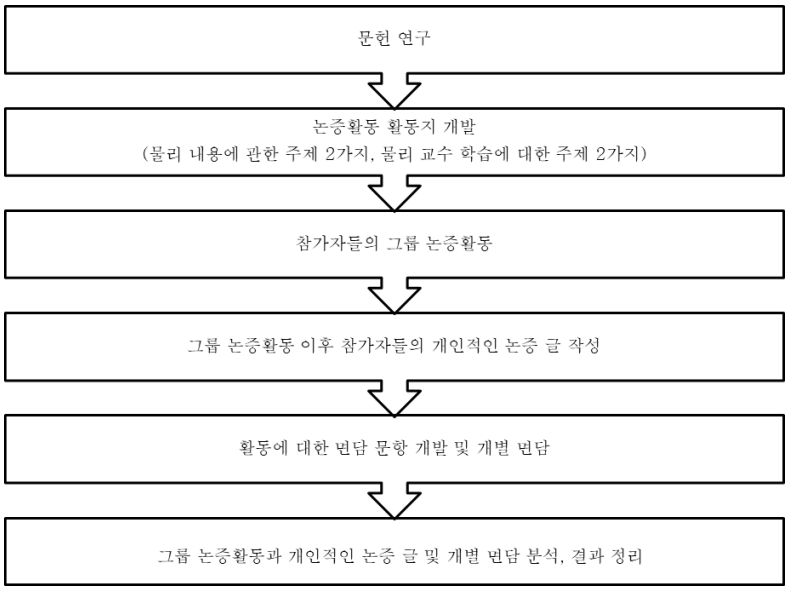
Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 과정 및 대상

이 연구의 과정은 <그림 Ⅲ-1>과 같다. 문헌 연구를 통해 물리 교사가 자주 논증을 구성할만한 물리 내용에 관한 주제와 물리 교수 학습에 관한 주제를 각각 2가지로 찾고, 이에 따른 논증 활동지를 개발하였으며, 과학교육 전문가 자문을 통해 수정 및 보완 후 활동지의 타당성을 검증하였다. 이 활동지는 연구 참여 교사의 집단 논증활동과 개별 논증의 글쓰기 활용에 적용되었다.

연구 참가자는 현직 물리교사 5명으로 중학교 교사 2명, 고등학교 교사 3명이었다. 성별 구성은 남교사 4명, 여교사 1명으로 이루어졌으며, 논증활동은 교사들을 대상으로 하는 대학원 수업에서 이루어졌다. 2명과 3명이 각각 한 모둠을 이루어 주제별로 10분정도 집단 논증활동을 하였으며, 집단 논증활동 후 개인적인 논증을 글을 구성하는 활동을 하였다. 2주에 걸쳐 총 4개의 주제에 대해 각각 집단 논증활동과 개인적인 논증의 글을 쓰는 활동을 한 후, 연구자는 각각의 활동에서 특징적인 점에 대한 이유와 논증활동에 대한 인식에 대한 질문으로 이루어진 면담 문항을 구성하여 5명 모두와 개별 면담을 실시하였다. 교사들의 집단 논증활동과 개별 면담은 모두 녹음하여 전사하여 분석에 사용하였다.

<그림 2> 연구 진행 과정



2. 자료 및 분석 방법

참여 교사들은 먼저 문제에 대한 이해를 공유하며 집단 내에서 집단 논증 활동을 진행하였고, 이를 바탕으로 개인적으로 같은 문제에 대해서 설득하는 글을 작성하였다. 교사들에게 주어진 물리 내용에 관한 논증활동은 광섬유의 발달에 관한 글을 읽고 광섬유의 코어와 클래드의 적절한 조합을 찾는 문제이고, 다른 하나는 올버스의 역설에 대한 글을 읽고 밤하늘이 어두운 이유를 설명하는 과제로 구성되었다.

물리 교수 학습에 관한 활동은 데카르트의 잠수부에서 스포이트의 움직임을 이해하지 못하는 학생과 물 컵에 들어있는 얼음이 다 녹았을 때 수면의 변화에 대해 납득하지 못하는 학생의 상황을 제시하고 어떻게 이들 학생을 이해하게 할 것인지에 대한 문제로 구성되었다.

집단 논증활동과 개인적으로 구성한 논증의 구조를 비교하기 위해 각 논증에서 찾을 수 있는 논증의 요소의 수를 세어 비교 하였다. 이러한 단순 수치의 비교의 한계점을 고려하여 집단 논증 자료의 분석에서는 한 구성원이 제시한 논증 요소가 집단 내의 상호작용을 통해 어떻게 받아들여지는지와 집단 구성원들의 개인적인 논증의 글에 어떻게 반영이 되는지를 추가로 분석하였다. 이러한 분석을 바탕으로 참여 교사를 면담하여 교사들의 참여 과정과 관련된 인식을 조사하였다.

Ⅳ. 연구결과

1. 교사들이 집단에서 구성한 논증과 개인적으로 구성한 논증의 구조 비교

집단 논증과 개별 논증을 비교한 결과 연구 참여 교사들이 협동적으로 구성한 논증활동에서 드러난 논증보다 그 이후에 개인적으로 작성한 논증에서 '보장'과 '보강'이 더 많았고, 일부 논증에서는 '한정'을 추가하여 더 정료한 논증을 구성하는 것이 발견되었다.

광섬유에 대한 집단 활동에서의 논증의 구조 (<표 Ⅳ-1>, <그림 Ⅳ-1>)와 개인적인 논증의 구조(<표 Ⅳ-2>, <그림 Ⅳ-2>)를 요소별로 비교하였다. 집단 논증의 경우 주장을 언급하지 않은 경우를 볼 수 있다. 이는 상대방의 주장에 대해 논증 활동을 할 수 있으므로 개별적인 논증과 구분되는 가장 큰 특성이라 볼 수 있다.

<표 2> 교사들이 집단 활동에서 구성한 논증의 구조

집단 논증	주장	자료	보장	보강	한정	반박
교사 1	1	2	0	0	0	0
교사 2	0	5	5	0	0	1
교사 3	1	10	2	1	0	3
교사 4	1	6	2	1	0	0
교사 5	0	3	1	0	0	0
합계	3	26	10	2	0	4

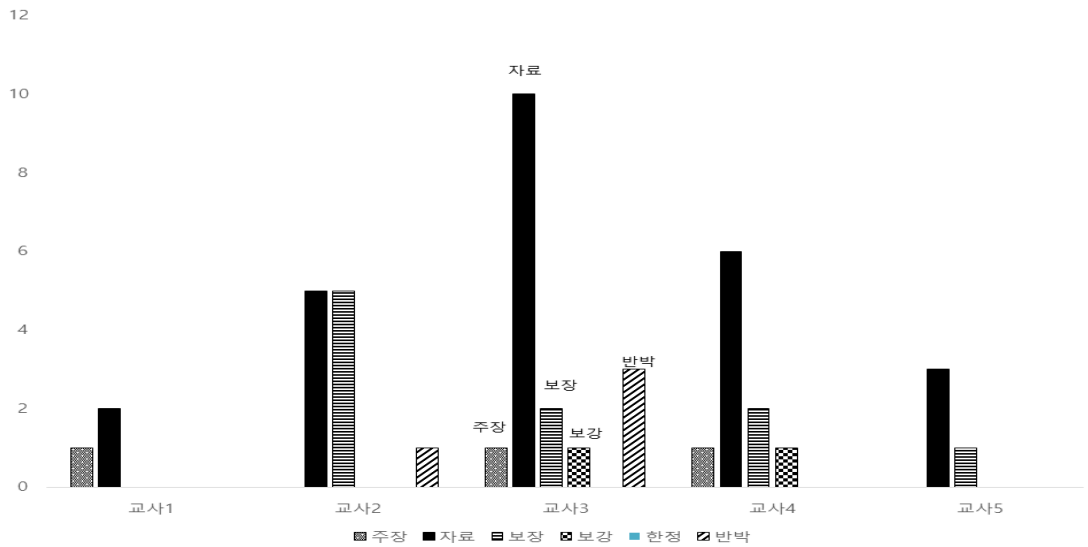
<표 3> 교사들이 개인적으로 구성한 논증의 구조

개인 논증	주장	자료	보장	보강	한정	반박
교사 1	1	6	4	3	1	0
교사 2	1	4	7	3	0	0
교사 3	1	5	5	1	0	0
교사 4	1	5	4	2	1	0
교사 5	1	8	6	1	1	0
합계	5	28	26	10	3	0

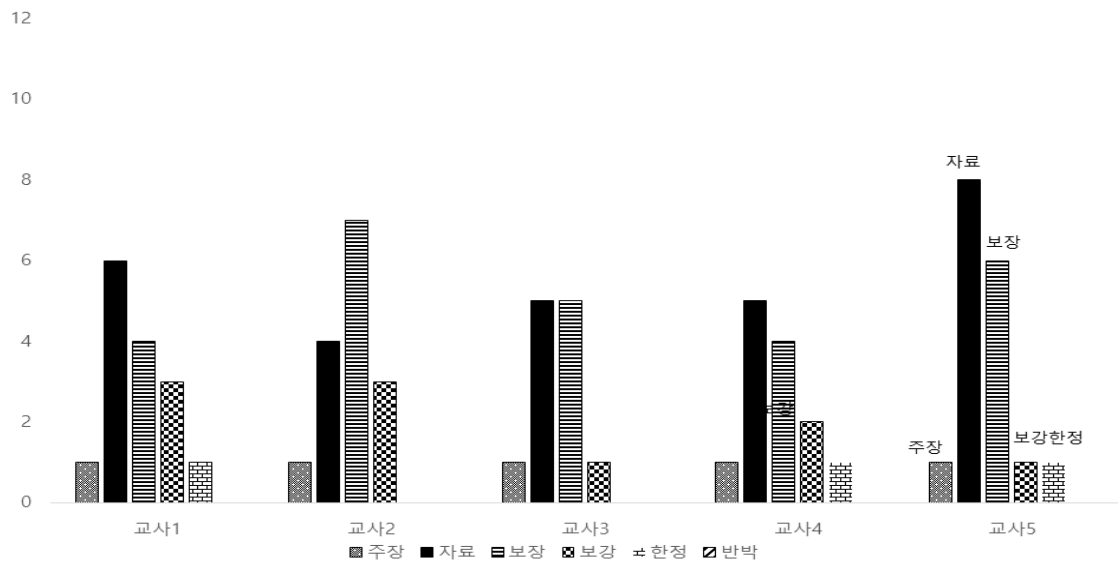
집단 논증과 개별 논증의 유사점은 자료의 사용에 있었다. 두 경우 모두 자료가 논증의 요소 중 가장 많은 수를 차지하였고, 그 수치도 유사하였다. 이는 주어진 자료를 활용한다는 점에서 활동의 구성에 따른 제한점이 작용한 것일 수 있다. 이러한 자료가 주장을 뒷받침하는 타당성을 확보하기 위해서는 보장이 필요하다. 집단 논증의 경우 보장의 숫자가 개별 논증보다 현저히 작았다. 이상적으로는 자료의 제시와 함께 보장이 주어져야 하므로 그 자료와 보장의 숫자가 같을수록 논증의 기본 구조를 갖추었다고 할 수 있다. 집단 논증의 경우 논증의 기본 구조가 덜 갖추어 진 것을 알 수 있다. 한편 개별논증의 경우는 보장에 대한 보강 및 주장의 한계도 볼 수 있어서 개별적으로 논증을 구성할 때 더 견고한 것을 알 수 있다.

또 다른 점은 집단 논증의 경우 반박을 볼 수 있는데 개별 논증은 반박이 없었다. 이는 상호작용을 통한 논증에서 반박이 쉽게 자극이 될 수 있음을 보여준다. 집단 논증 활동에서

는 동료 교사들과 즉각적으로 상호작용을 하므로 자신이 동의하지 않는 주장으로 논증이 구성되는 것을 원하지 않는 경우 사용될 수 있다. 한편 반박은 개인적인 논증 글에서는 잠재적 반박을 재반박함으로써 주장을 더 설득력 있게 할 수 있으나 이 연구의 교사들의 글에서는 보이지 않았다.



<그림 3> 교사들이 집단 활동에서 구성한 논증의 구조



<그림 4> 교사들이 개인적으로 구성한 논증의 구조

집단에서 구성한 논증과 개인적으로 구성한 논증의 구조를 비교한 결과를 바탕으로 면담을 한 결과 교사들의 두 가지 활동을 구분하는 인식을 발견할 수 있었다. 교사들은 구두로 하는 논증과 글로 적는 논증이 사고의 깊이에 있어 차이가 있다는 인식을 드러내었고, 집단 논증을 통해 자신의 생각을 확장하고 정리할 수 있다는 점에서 집단 상호작용을 통한 학습의 효과에 대한 인식도 드러내었다.

교사1: 말로는 막상 표현하기 힘들었는데 내용도 글로 정리하니까 깔끔하게 된 것도 있었고.. 말을 할 때에는 내용에 대해서 … 알긴 알죠. 근데 (글을 쓰고 나면) 그걸 좀 더 명확히 학생들에게 전달할 수 있을 것 같다는 생각이 들어요.

교사5: (집단 논증 후에) 글을 쓰면 아무래도 처음 제가 가지고 있던 배경지식보다 더 넓어지는 것 같고. 저는 또 . .말을 하면서 제 생각도 구조화되는 것 같아요. 말을 한번하고 글을 씀으로써 '어떻게 글을 써야 겠다' 하는 개념이 잡혀가는 것 같아요.

한편 집단 논증 활동이 학습을 위한 장점이 있음을 인식함과 동시에 개인의 학습 양식 및 성향에 따라 그 효과가 다르게 나타날 수 있다는 인식도 드러났다.

교사2: 저는 생각하는 시간이 걸리는 것 같아요. 그래서 좀 시간이 지난 다음에 이야기를 했던 것 같아요. 저는 어떤 측면에 대해서... 항상 정답을 이야기해야한다는 생각들 때문에 .. 동료 집단이지만 아무래도 쉽게 이야기를 못하는게....

교사5: 교사다 보니까 다 알아야 한다는 생각을 하고 있잖아요. '섣불리 이야기했다가 틀리면 어떡하지?' 하는 부담감은 있는 것 같아요.... 자신이 가지고 있는 기본 지식을 테스트 당한다는 ... '밑바닥을 드러내지 않을까?' 하는 부담감을 가질 수도 있을 것 같아요. 그런 것들이 논의에 참가하는데 방해가 될 수 있을 것 같아요.

교사들의 집단 논증에서 자신의 생각을 공개하는 것을 어려워한 점이 집단 논증의 요소가 개별 논증보다 더 적게 드러난 것에 기여한 것임을 추정할 수 있다. 교사들은 타인의 시선에서 벗어나 자유롭게 개인적으로 글을 쓰는 과정에서 더 많은 생각을 드러냄으로 해서 더 견고한 구성을 가진 논증을 개별적으로 제시할 수 있었다. 이러한 경험에 비추어 연구에 참여한 교사들은 집단 논증활동과 개인적인 논증에 대해 각각 다른 역할을 기대하고 있음을 그리고 그 역할들이 긍정적임에도 불구하고 어렵다는 인식을 드러내었다.

2. 공유된 아이디어의 활용

물리 교사들은 집단 논증활동을 통해 동료들과 아이디어를 인지적으로 공유하고 집단 활동에서 접한 동료의 아이디어가 그럴듯하고 이해 가능할 때 개인적인 논증 글을 구성하면서 동료의 아이디어를 선택적으로 수용하였다.

공동의 결론을 이끌어낸 교사4와 교사5의 집단 논증활동에서 교사4는 주도적으로 여러 개의 '자료'를 제시하였고, 설득력있는 논증을 전개하였다. 한편 교사5는 집단 논증활동 중 주로 질문을 통하여 교사4의 생각을 탐색하고 경청하였다.

교사5: 선생님은 이 둘 중에 뭐가 맞다고 생각하세요?

교사4: 굴절률 차이는 1%만 나면 되니까(앞에서 언급)..... 계산해보니까 0.01만 차이나면 되거든요. 굴절률이 무조건 크게 차이 날 필요는 없는 거 같아요.... 투명성에 초점을 맞춰야 할 거 같아요.... 유리로 했다고 했으니까 유리를 써야할 거 같은데 ...산화철을 제거한 유리를 코어로 쓰면 좋을 거 같아요. 문제는 클래드로 뭘 할지. 석영. 비결정수정 중에 석영이 더 저렴할 것 같아서 클래드는 석영으로.

집단 활동 후 개인적으로 구성한 논증에서 교사5의 논증 요소는 집단 활동에 비해 크게 증가하였다. 교사5가 사용한 '자료'들은 교사4가 언급한 내용을 대부분 반영하였으며, 활동지에 제시한 정보를 추가하고 일부 '보장' 및 '보강'의 요소를 추가하여 논증을 완성하였다.

교사5의 개인적인 논증:
코어에는 산화철을 제거한 유리(n=1.49), 클래드에는 석영(n=1.473)을 사용하여 광섬유를 만드는 것이 좋다. [교사4의 주장]
광섬유는 빛의 전반사 현상을 이용한 것으로 코어의 굴절률이 크고 클래드에 사용하는 물질의 굴절률이 작기 때문이다. 이 때 1966년 발표한 논문에 의하면 굴절률의 차이는 1% 정도이다. [교사4가 언급한 자료에 논증 요소 추가]
광섬유 제작을 위해서는 손실률을 고려하여야 한다. 왜냐하면 광섬유를 빛의 장거리 전송에 사용하기 때문이다. 거리에 따라 빛의 손실률을 줄이기 위해서는 불순물를 제거한 투명한 유리를 사용해야 한다. [교사4가 언급한 자료에 논증 요소 추가]

교사4 역시 집단 논증활동 중 공유한 아이디어를 자신의 개인 논증을 구성하는데 활용하였다. 집단 논증활동에서 모둠 구성원이 공동의 결론을 얻기 위해 함께 '보장'을 구성하여 이를 개별 논증에 반영하였다. 교사4와 교사5는 이 논증활동 중 광섬유 조합의 문제에서 왜 불순물이 많아지면 손실률이 높아지는지에 대한 논증을 함께 구성하였고 이는 개별적인 논증에 그대로 반영이 되었다.

교사5: 불순물이 많아지면 왜 손실률이 높아질까요?
교사4: 불투명해져서 그럴까요.. ?
교사5: 불순물이 많으면 가다가 진행 못하는 거 아닐까요? 반사 되서 나온다고 해야 하나 아니면 소재에 흡수되거나.
교사4: 아! 전반사가 일어나야 되는데, 여기서 분순물을 만나면 빛이 산란이 된다던가, 빠져나올 수 있단 말이죠!

세 명으로 구성된 또 다른 집단은 집단 논증활동을 하는 동안 각자가 주장하는 논증이 있었으며 세 교사는 동료 교사의 논증에 대해 반박을 제시하곤 하였다. 이 집단 구성원의 개인 논증에는 집단 논증의 내용이 반영되지 않고 집단 논증활동 중 제시한 개별적인 주장을 고수하였다. 하지만 집단 논증활동에서 제기된 반박을 개별 논증에서 한정으로 활용하여 자신의 논증을 견고하게 하는데 사용하였다.

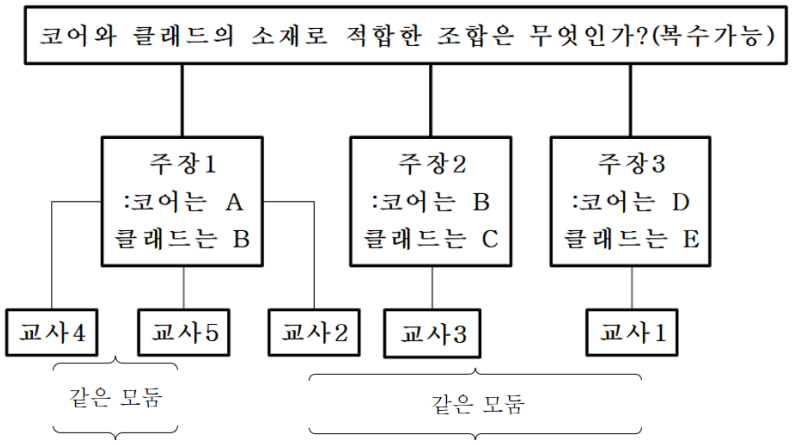
교사1: 활동을 하다가 다른 선생님이랑 의견이 안 맞는 경우에는 이야기를 하면서 적어뒀다가 그걸 제 글을 보완하는데 활용했어요.

교사2: 다른 선생님들이 말했던 것들에 대해서는 좀 더 제한을 두고 기존의 제 생각을 정교화하는 쪽으로 글을 썼어요. 그런데 이게 절충일수도 있죠. 반대 의견을 받아들여서 제 글을 탄탄하게 수정하게 되니까요.

결국 공동의 결론을 내리지 않아도 집단 논증활동 중 공유된 아이디어는 그것이 반박이라 할지라도 개별 논증의 구성을 견고하게 하는 긍정적인 효과를 미친 다는 것이 드러났다.

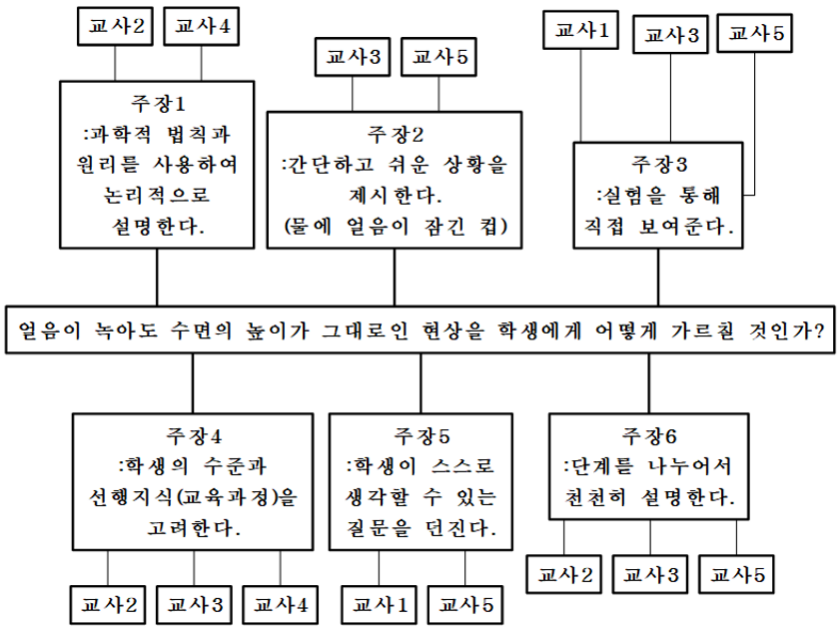
3. 물리 교사들의 물리 내용과 물리 교수학습에 관한 논증활동 비교

물리 내용과 물리 교수학습에 관해 교사들이 협동적으로 구성한 논증 구조를 분석한 결과 물리 교사들은 두 논증활동을 참여하는 데 있어서 서로 다른 지향점을 가지는 것이 드러났다. 물리 내용에 관한 논증활동에서는 한 가지 정해진 답으로 수렴하기 위한 지향점을 가지고 논증활동을 진행하였다. 반면에 물리 교수학습에 관한 논증활동에서는 동료들이 자신과 다른 주장을 펼치는 과정을 자연스럽게 생각하고 유용하다고 인식하였다. 즉, 여러 가지 의견을 공유하려는 지향점을 가지고 활동에 참여하였다. 물리 내용에 관한 논증활동에서 주장과 자료를 공유하는 정도를 <그림 Ⅳ-3>과 <그림 Ⅳ-4>로 제시하였다.



<그림 5> 물리 내용에 관한 논증활동에서 교사들의 주장

<그림 Ⅳ-3>과 같이 물리 내용에 관한 논증 활동에서 교사들은 복수 조합을 고를 수 있음에도 불구하고 각자 한 가지의 정답을 가지기 위해서 논증을 구성하였다. 같은 주장을 가지는 모둠도 있고, 서로 다른 주장을 하는 모둠도 있지만 공통적으로는 각자 하나의 결론으로 수렴하기 위한 지향을 보임을 알 수 있다. 다양한 조합을 고려해야함을 인식한 한 교사가 집단에서 그것을 제의를 하였으나 실제로 다른 답에 대해서 고려하지는 않았다.



<그림 6> 물리 교수 학습에 관한 논증활동에서 교사들의 주장

한편, 그림Ⅳ-4와 같이 물에 잠긴 얼음이 녹았을 때 수면의 높이 변화를 이해하지 못하는 학생을 어떻게 설득시킨 것인지에 대한 교수 학습 방법에 관한 논증활동에서는 여섯 가지 주장이 고려되었다. 이 때 한 교사가 하나의 주장을 제기하면 또 다른 교사가 그 주장에 관한 자료를 제시하고 동의하면서 정당성을 확보해 나갔다. 이러한 과정을 통해 다수의 주장에 대한 논증이 이루어졌다. 이는 물리 내용에 관한 집단 논증활동에서 오로지 하나의 주장에 대한 논증만을 구성한 것과는 구분이 되었다. 면담에서 교사들은 다양한 방안에 대한 논의가 이루어질 것을 기대한 것을 그 차이로 보는 것으로 드러났다.

교사3: 저(학생의) 생각을 어떻게 가르칠까? 어떻게 이해시킬까? 다른 실험이 없을까? 이야기하는 게 너무 재미있었어요. 다들 관심사가 같기 때문에. 선생님들마다 수업방법이 다 다르잖아요. 그걸 들었을 때 저 방법도 괜찮네. 시도해봐야겠다. 이런 생각을 했던 것 같아요..

교사들은 면담를 통해 물리 교수학습에 대한 논증활동에서는 교사들의 수업이 다 다르기 때문에 당연히 다양한 아이디어가 존재할 수 있으며 각자의 마음속에 단 하나의 정답을 가지지 않고 논증활동에 참여하였다는 언급을 하였다. 더 나아가 동료 교사들이 자신이 제시한 아이디어와 다른 의견을 내놓아도 그것이 유용하고 시도해 볼 가치가 있다고 생각하고 있었다. 이러한 지향점은 자연스럽게 더 많은 주장에 대한 논증이 이루어지도록 하였음을 알 수 있다.

Ⅴ. 결론

이 연구에서 물리 교사들은 집단 논증활동과 개인적인 논증 글에서 그 정교한 수준의 차이를 보였다. 논증활동을 통해 동료 교사들과 논증을 함께 구성하면서 아이디어를 공유하고 개인적인 논증에서 그 일부를 선택적으로 수용한 것이 드러났다. 면담을 통해 이러한 서로 다른 종류의 논증활동에 대해 교사가 다르게 인식함을 확인하였다. 또한 물리 내용에 관한 논증과 물리 교수학습에 대한 논증에서는 활동의 지향점이 달라 논증의 다양성에서 차이를 보였다. 이 역시 교사가 물리 내용에 대한 논증과 물리 교수학습에 대한 인식을 다르게 하는 데서 기인함을 확인하였다.

이 연구의 결과는 교사교육의 관점에서 논증활동의 본성 및 역할에 대한 전문성 교육에서 교사의 인식이 중요한 역할을 함을 지적한다. 또한 교사가 구성하는 논증활동이 과학내용에 관한 것이 대부분임을 고려할 때 교사가 과학내용에 대한 논증에서 다양성을 기대하지 않는 것은 과학 수업에서 논증을 사용할 때의 한계점을 예측하게 한다. 따라서 과학적 논증에 대한 교사 연수에서 과학 내용에 대한 논증이 다양한 결론을 가질 수 있다는 것을 많은 과학

의 사례를 들어 강조할 필요가 있음을 나타낸다. 한편 교사들이 과학 교수학습에 대해 다양한 해결방안이 있다는 인식을 하는 것은 교사들이 교수학습에 대한 연수에서 보다 역동적인 논증을 할 수 있음을 드러낸다. 따라서 교수학습에 대한 연수에 논증을 활용한다면 증거에 기반한 논증을 통해 연수내용의 설득력을 강화할 수 있을 것이다.

교사의 인식 중 집단 논증활동에서 개인의 주장이나 생각에 대한 확신이 없을 때 발언하기를 꺼린다는 것은 교사가 가르치는 학생들에게서도 기대가 되는 특성이다. 따라서 집단 논증은 그러한 성향이 있는 학습자가 참여하는 경우 학습자 자신이나 구성원 모두에게 불편하거나 효과가 적은 활동일 수 있다. 그러나 집단 논증활동이 개별 논증에 긍정적인 효과를 준 결과와 과학자들의 많은 활동이 집단적 논증활동을 통해 이루어짐을 고려할 때, 집단 논증활동은 과학수업에서 불가피하다. 따라서 집단 논증활동을 실행할 때는 이러한 부정적 효과를 축소할 수 있는 장치가 필요하다. 가령, 개별적 메모를 먼저 하고 순서대로 발표를 하게 하는 활동 설계를 활용하거나 학습자가 개방적인 자세로 논증에 참여할 수 있는 가벼운 주제를 통해 충분한 집단 논증활동을 연습하고 개방적인 학습 환경을 조성하도록 해야 할 것이다.

모둠 구성원간의 사회적인 상호작용은 논증의 구조에 영향을 주고, 나아가 논증의 질에 영향을 줄 수 있다는 사실은 많은 연구자들이 강조하고 있지만, 이러한 영향들의 본성은 아직 밝혀지지 않았다(Ryu & Sandoval, 2015). 본 연구에서는 집단 논증이 구두로 이루어졌고, 개별 논증은 글로 이루어졌다. 그러나 연구 설계 상 구두로 이루어진 논증과 글로 이루어진 논증의 효과에 대한 구분은 할 수 없었다. 구두로 이루어지는 논증이나 글로 이루어지는 논증의 특성과 그 관계를 면밀히 파악하기 위해서는 다양한 조건으로 더 많은 사례들을 질적으로 살펴보아야 할 것이다.

참고문헌

Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific argumentas learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. Internationa Journal of Science Education, 22(8), 797-817.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84(3), 287-312. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.3.CO;2-1.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. Studies in Science Education, 38, 39-72.

Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in science education. Perspectives from Classroom-Based Research.Dordre-Cht: Springer,

Kelly, G. J., Druker, S., & Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis. International Journal of Science Education, 20(7), 849-871. doi:10.1080/0950069980200707.

Mason, L. (1998). Sharing cognition to construct scientific knowledge in school context: The role of oral and written discourse. Instructional Science, 26(5), 359-389. doi:10.1023/A:1003103213786.

McNeill, K. L., & KNIGHT, A. M. (2013). Teachers- pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on K-12 teachers. Science Education, 97(6), 936-972.

Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2015). The influence of group dynamics on collaborative scientific argumentation. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11(2).

Sadler, T. (2006). Promoting discourse and argumentation in science teacher education. Journal of Science Teacher Education, 17(4), 323-346.

Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. Science Education, 93(3), 448-484. doi:10.1002/sce.20306.

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. doi:10.1080/09500690500336957.

Toulmin, S. E. (2003). The uses of argument. Cambridge, U.K. ;: New York.

van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Henkemans, F., Blair, J., Johnson, R., & Krabbe, E. (1996). al. 1996. fundamentals of argumentation theory. a handbook of historical backgrounds and contemporary developments. A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Walton, D. N. (1990). What is reasoning? What is an argument?. The Journal of Philosophy, 87(8), 399-419.

Walton, D. (1996). Argument structure: A pragmatic theory (toronto studies in philosophy) University of Toronto Press.

Watson, J. R., Swain, J. R. L., & McRobbie, C. (2004). Students' discussions in practical scientific inquiries. International Journal of Science Education, 26(1), 25-45. doi:10.1080/0950069032000072764.

강남화, & 이은경. (2013). 논변, 논의 그리고 논증: 개념의 명료화를 위한 문헌조사 연구 = Argument and argumentation: A review of literature for clarification of translated words. 한국과학교육학회지, 33(6), 1119-1138.

강순민(2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정 요소의 특성. 한국교원대학교 박사학위논문.

교육부 (2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 9].

남정희, 곽경화, & 장경화. (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기(Science writing heuristic)의 중학교 과학 수업에의 적용 = the implementation of argumentation using science writing heuristic(SWH) in middle school science. 한국과학교육학회지, 28(8), 922-936.

백종호, 정대홍, & 황세영. (2014). 탐구 실험을 활용한 과학교사 논변 과제 개발과정에서 드러난 쟁점 및 수정 효과: 기체에 대한 샤를의 법칙 실험 사례 = Issues and effects in developing inquiry-based argumentation task for science teachers: A case of charles' law experiment. 한국과학교육학회지, 34(2), 79-92.

신호심(2013). 다이어그램 분석과 정량적인 평가틀 이용한 과학 수업의 논의과정 분석. 한국교원대학교 박사학위논문.

국문요약

이 연구는 물리 교사들의 그룹 논증활동과 그 후에 작성한 개인적인 논증의 글을 각각 분석하여 그룹 논증활동이 개인적 논증을 어떻게 매개하는지를 탐색하였다. 연구는 중학교 과학교사 2명과 고등학교 물리교사 3명이 참여하였고, 논증은 물리 내용과 물리 교수학습에 관한 것이었다. 연구결과 물리 교사들이 그룹 논증활동에 비해 개인적인 논증 글을 더 정교하게 구성하였고, 이는 교사들의 말과 글의 논증활동에 대한 인식이 다른 것에 기인한 것으로 추정할 수 있었다. 또한 물리 교사들은 개인적으로 논증을 구성할 때 그룹 논증활동을 통해 동료들과 공유했던 생각들을 선택적으로 수용한 것이 드러났다. 마지막으로 물리 내용과 물리 교수학습에 관한 논증활동은 서로 다른 특성을 가지는데, 이는 논증활동에서 지향점의 차이를 반영하는 것으로 드러났다. 연구결과를 바탕으로 교사들에게 논증활동의 기회를 제공하는 생산적인 교사 전문성 신장 방안에 대해 방향을 제안하였다.

주제어 : 과학 논증활동, 집단 논증활동, 개인적 집필 논증활동, 교사 전문성 개발