Journal of the Korean Chemical Society
2018, *Vol. 62, No. 2*
Printed in the Republic of Korea
https://doi.org/10.5012/jkcs.2018.62.2.124

거꾸로 교실을 적용한 일반화학실험 강좌의 효과 및 가능성 탐색 연구

윤지현[†] · 손에녹[†] · 강성주[‡,*]
[†]단국대학교 교육대학원
[‡]한국교원대학교 화학교육과
(접수 2017. 7. 25; 게재확정 2017. 10. 27)

A Study on the Effectiveness and Possibility of General Chemistry Experiment Lecture with Flipped Classroom

Jihyun Yoon[†], E Nok Son[†], and Seong-Joo Kang[‡,*]
[†]*Department of Pedagogy, Dankook University, Yongin 16890, Korea.*
[‡]*Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Cheongju 28173, Korea.*
[*]*E-mail: sjkang@knue.ac.kr*
(Received July 25, 2017; Accepted October 27, 2017)

요 약. 이 연구에서는 거꾸로 교실을 교사 주도성이 강한 국내 대학의 일반화학실험 강좌에 적용하고, 이를 통해 거꾸로 교실을 적용한 대학 실험 강좌에 대한 효과와 가능성을 탐색하였다. 이를 위하여 수도권 소재의 사범대학 과학교육과에 재학 중인 30명의 학생들을 15명씩 거꾸로 교실 수업 집단과 전통적 수업 집단의 두 그룹으로 각각 무선배치 하였다. 그런 다음, 동영상 자료와 함께 대학에서 적용 가능한 일반화학실험 수업 안을 개발 및 적용하였고, 모든 수업을 마친 후에는 일반화학실험 강좌에 대한 학생들의 인식을 살펴보기 위한 설문 조사를 실시하였다. 일반화학실험 수업에 대한 전반적인 인식 분석 결과, 수업 활동의 유용성, 성공적 학습을 위한 각 활동 요소 별 중요도, 학습 수준, 추후 수강 의향 등의 측면에서 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 긍정적인 인식을 나타냈음을 알 수 있었다. 실험 수행이나 보고서 작성 등과 같은 일반화학실험 활동과 실험 내용의 이해 측면에서 학생들의 인식을 분석해 본 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적인 수업 집단의 평균 점수 보다 높았고, 이와 같은 결과의 주된 원인은 담당 강사가 사전 학습 활동으로 제공한 동영상 자료 때문인 것으로 나타났다. 또한 수업 중 상호작용과 자기 주도적 학습 측면에서 학생들의 인식을 분석한 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단의 평균 점수 보다 전반적으로 높았으며, 특히 학생들 간의 상호작용과 자기 주도적 학습의 수월성은 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 동영상 자료에 대한 학생들의 인식이 매우 긍정적이었고, 이 때 학생들이 가장 선호한 동영상은 담당 강사가 직접 실험 이론과 방법을 설명해 주는 동영상이었던 것으로 분석되었다. 이에 대한 교육적 시사점을 논의하였다.

주제어: 거꾸로 교실, 일반화학실험, 학습자 중심 수업

ABSTRACT. In this study, we applied the flipped-classroom to the general chemistry experiment lecture of the domestic university with strong teacher-led, and explored the effects and possibilities of the course. For this purpose, 30 students who were enrolled in the Science Education Department of the College of Education in the metropolitan area were randomly assigned to two groups, namely, the flipped-classroom group and the traditional class group. Then, we developed a general chemistry experiment lessons based on the flipped-classroom along with visual materials and we applied the lessons for 15 weeks. After all the classes, we conducted a survey to see the students' perception of the general chemistry experiment lecture by flipped classroom. As a result of analysis, the students of the flipped-classroom group were more positive than the students of the traditional class group in terms of the usefulness of the class activity, the importance of each activity element for the successful learning, the learning level, and the intention for another lesson. As a result of analyzing students' perceptions in terms of general chemical experiment activities such as conducting experiments or writing reports and understanding the contents of experiments, the average score of the flipped-classroom group was higher than the traditional class group, and the main cause of this result was the video material provided by prior learning activities. In addition, as a result of analyzing students' perceptions in terms of interactions and self-directed learning in class, the average score of the flipped-classroom group was generally higher than the traditional class group. In particular, students' interactions and self-directed learning were statistically significant differences between the two groups. And the students' perception of video material was very positive, and it was analyzed that the video that the instructor directly explained experiment theory and method was the most favorite videos of students. We discussed educational implications of these findings.

Key words: Flipped-classroom, General chemistry experiments, Learner-centered class

서 론

초연결성, 융합 등으로 대변되는 4차 산업혁명 중심의 미래 사회에서는 많은 양의 지식을 소유하는 것 보다 질 높은 지식을 선별하고, 그 지식을 우리의 삶에 유용한 지식과 정보로 만들어 내는 능력을 요구하고 있다.[1] 즉, 배우고 익힌 지식을 단순히 축적하는 것이 아니라, 고도의 창의성과 사회성을 바탕으로 실제적인 문제 상황을 해결하는데 필요한 정보를 찾고 분석함으로서 적절한 지식을 재생산해 낼 수 있는 역량이 강조되고 있다. 그리고 이와 같은 사회적 변화와 요구는 과거 유효했던 학교 교육의 패러다임적 변화도 함께 요구함에 따라, 최근 세계 각국에서는 미래 사회의 변화된 상황에 맞추어 교육 내용과 방향을 근본적으로 재조정하려는 노력이 진행되고 있다.[2] 이에 국내에서도 미래 시대의 인재들을 양성해 내는데 적합한 수업 방식과 수업 내용의 틀을 마련하고, 새로운 실천 전략을 개발하기 위한 노력을 강구하고 있는 중이다.[3]

창의성이나 사회성, 문제 해결 능력과 같이 미래 사회가 요구하는 역량을 갖춘 인재들을 효과적으로 양성해 내기 위해서는 교사가 중심이 되어 많은 양의 지식을 전달하는 교육 방식으로부터 벗어나 학습자가 중심이 되어 지식과 정보를 능동적으로 재구성하고 실천할 수 있는 교육 방식으로의 전환이 우선적으로 이루어질 필요가 있다.[4] 즉, 획일적이고 통제적인 교사 중심의 수업 방법으로부터 학습자들의 선택권과 자율성을 강조하는 학습자 중심의 수업 방법으로 교실 수업이 개선될 필요가 있는데,[5] 미래 사회에서 요구되는 다양한 역량들은 기본 지식에 대한 이해를 바탕으로 여러 가지 문제 상황이나 실제적인 과제를 다른 학생들과의 직접적인 상호작용을 통해 해결해 나가는 과정 속에서 계발될 수 있기 때문이다.[1,4,6,7]

학습자 중심 수업은 제7차 교육과정에서 처음 언급된 이후, 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정, 그리고 2015 개정 교육과정에 이르기까지 지속적으로 강조되어 왔다. 그리고 학습자 중심의 수업 환경을 구현하기 위해 개별화 교수방법, 수준별 교육과정, 열린 교육 등의 구체적인 방법론들도 제안되어 왔다.[5,8,9,10] 그러나 이와 같은 방법들이 학교 현장에 적용되는 과정에서 많은 문제점과 어려움이 드러남에 따라 개선에 대한 요구가 지속적으로 제기되어 왔다.[10] 즉, 교사 중심의 수업으로부터 학습자 중심 수업으로의 전환은 교육 분야에서의 전면적인 개혁임에도 불구하고, 과다한 학생 수, 상급 학교 진학을 위한 입시 준비 교육, 진도에 대한 부담, 교사들의 과중 업무 등과 같은 현실적인 이유로 인해 학교 현장에서는 학습자 중심의 수업이 구체적인 실천으로 옮겨지는데 어려움을 겪고 있다. 그리고 이와 같은 현실은 학교 교육 여건이나 상황이 전면적으로 개선되지 않는 한 학습자 중심 교육이 현장에서 실현되기는 생각보다 어렵다는 것을 간접적으로 시사한다.

그러나 기존의 수업 내용이나 수업 방법이 새로운 세대의 학생들을 가르치기에는 다소 낡은 틀이며, 이에 학생 지도 방법이나 과정에 여러 가지 문제가 있어 새로운 수업 내용과 방법에 대한 모색이 시급히 필요하다는 것에 대해서는 모두가 공감하고 있는 실정이다. 따라서 오랫동안 우리의 학교와 교사, 학생들에게 습관처럼 익숙해져 있는 수업의 틀을 새로운 시대의 요구와 흐름에 맞추기 위한 시도는 계속될 필요가 있으며, 이에 현 교실 상황에서 학습자 중심의 수업을 효과적으로 도모하기 위한 방안을 모색할 필요가 있다. 그러므로 이 연구에서는 학습자 중심의 수업 방안으로서 거꾸로 교실을 고려해 보고자 한다. 학습자 중심의 수업 상황을 효과적으로 모색하기 위해서는 학생들이 주체적으로 상호작용하면서, 탐구하고 학습할 수 있는 환경의 마련이 우선적으로 고려되어야 하는데,[5,9] 거꾸로 교실은 이와 같은 환경을 마련해 줄 수 있는 교육 모델로서 관심을 받고 있기 때문이다.

거꾸로 교실(flipped classroom)은 전통적 수업의 과정과 활동 내용을 뒤집는 형태의 학습 유형으로서, 2007년 미국의 화학 교사인 조나단 버그만(Jonathan Bergmann)과 아론 샘즈(Aaron Sams)에 의해 처음 그 용어와 학습 방식이 사용된 이후, 초등학교에서부터 대학교에 이르기까지 다양한 교과와 과제에 확대·적용되고 있다.[11] 이 수업 방법은 기존 교실 수업의 교사 강의를 동영상 또는 읽기 자료로 만들어 학생들이 사전에 가정에서 학습하고, 교실 수업에서는 사전에 학습한 내용을 바탕으로 토의, 토론, 문제해결, 프로젝트 수행 등과 같은 심화학습이나 응용학습을 함으로써, 교실 수업의 구조 변화를 꾀한 것이다.[11] 즉, 전통적 교실에서의 교사 주도 강의가 가정 학습으로 이동을 하고, 수업 후 적용 활동의 의미를 지녔던 가정에서의 숙제가 교실로 이동한 형태라고 할 수 있다.

이와 같은 형태의 수업은 학생들에게 보다 많은 책임감과 주도성을 부여하고, 교사들은 자신의 강의가 가정 학습으로 옮겨간 대신 수업에서 학생들과 보다 많은 상호작용과 개별화 학습을 지원하는 안내자가 될 수 있도록 유도할 수 있다.[11] 특히 거꾸로 교실 수업 모델은 교사들이 쉽게 이해하고 따라할 수 있으며, 규모를 쉽게 늘리거나 줄일 수 있고, 다양한 교육 상황에 맞춰 실행할 수 있다.[11] 그러므로 학교 현장은 거꾸로 교실을 통해 교사와 학생, 학생과 학생 간의 상호작용을 유도할 수 있는 시간이나 환경을 마련할 수 있고, 이와 같은 환경에서 학생들은 교과 내용과 역량을 개발할 수 있는 다양한 활동의 기회를 가질 수 있을 것으로 생각된다. 특히 거꾸로 교실은

짧은 시간에 많은 정보를 다량으로 전달할 수 있는 강의식 수업의 장점들을 수용하면서도 학생들 간 다양한 협력 활동을 구성할 수 있기 때문에,[12] 상급 학교 진학을 위한 입시 위주의 교육이 이루어질 수밖에 없는 국내 교육 현장에서도 시도 및 적용해 볼 수 있는 교육 모델이다. 실제로, 2013년에 국내에 처음으로 거꾸로 교실이 소개된 이 후, 거꾸로 교실을 학교 현장에서 직접 실천하고 있거나 관심을 가지고 있는 교사들이 점차로 증가하고 있는 상황이고,[13–15] 국내 대학에서도 거꾸로 교실을 도입하여 수업을 한 사례들이 보고되고 있다.[16–18]

한편, 대학에 개설되어 있는 일반화학실험은 일반화학에서 다루는 화학의 원리와 개념의 이해뿐만 아니라, 과학적 탐구 역량과 태도의 함양을 목적으로 개설된 강좌이다.[19] 즉, 화학을 전공하는 학생부터 기타 자연계, 공학, 의학, 보건학 등을 전공하는 학생들에게 오랜 시간 과학자들이 사용해왔던 과학적 방법의 한 가지인 실험을 경험할 수 있는 기회를 제공하고, 동시에 자연 과학 교과에서 지향하는 역량인 문제 해결 능력이나 과학적 태도 등을 길러주기 위한 중요한 기초 과목이라고 할 수 있다.[19,20] 그러므로 일반화학실험 강좌에서는 실험 교재에 실린 내용의 단순한 습득이 아니라, 실험 전 보고서 작성을 통해 미리 실험에 대한 계획을 세우고, 조원들과 협력하여 실험을 진행하며, 실험 후 결과 보고서 작성을 통해 실험 결과의 이해와 실험 과정상의 문제점을 스스로 되짚어볼 수 있는 과정이 학생들의 자기주도적인 태도로 이루어질 필요가 있다.[21]

그러나 현재 대학에서 일반적으로 이루어지고 있는 일반화학실험 강좌는 학생들에게 실험 방법을 직접 제시해주고, 학생들로 하여금 그 방법을 따라해 보도록 하는 연역적 확인 실험 방식으로 진행되고 있다.[19,20] 이와 같은 방식의 실험 수업 진행으로 인해 학생들은 실험 동기, 실험 목적, 실험 방법에 대한 고찰 등이 결여된 체로, 주어진 방법을 따라 수동적인 자세로 실험을 진행하기에 급급한 실정이다. 즉, 현재 일반화학실험 강좌는 학생들에게 실험의 필요성을 맥락적으로 이해할 수 있는 기회를 제공하고 있지 못할 뿐만 아니라, 문제 해결 능력이나 과학적 탐구 역량 등의 개발 기회도 제공하지 못하고 있다. 따라서 일반화학실험 강좌에서 학생들이 자기 주도적으로 실험 수업에 참여할 수 있는 태도와 역량의 개발이 시급히 요구되며, 이에 학습자 주도성을 강화할 수 있는 거꾸로 교실 수업을 일반화학실험 강좌에 적용해 볼 필요가 있다.

그러므로 이 연구에서는 대학의 일반화학실험 강좌에 거꾸로 교실을 적용하고, 이를 통해 일반화학실험 강좌에서 거꾸로 교실 수업의 효과와 가능성을 학생들의 인식을 통해 살펴보고자 한다.

연구방법 및 절차

연구 대상

이 연구에서는 수도권에 소재한 사범대학의 과학교육과에 재학 중인 30명의 학생들을 연구 대상으로 하였다. 이들은 모두 일반화학실험 강좌를 수강하고 있는 1학년 학생들로서(남: 15명, 여: 15명), 일반화학실험 강좌는 일반화학에서 다루는 개념의 이해뿐만 아니라, 과학적 탐구 역량과 태도의 함양을 목적으로 개설된 강좌이다. 이 연구에서는 학생 15명을 거꾸로 교실에 기반하여 일반화학실험을 진행하는 집단과 전통적인 방법에 기반하여 일반화학실험을 진행하는 집단에 각각 무선 배치하였다. 즉, 출석부에서 홀수 번호를 지니고 있는 학생들은 거꾸로 교실 수업 집단에 배치하였고, 짝수 번호를 지니고 있는 학생들은 전통적인 수업 집단에 배치하였다. 이 학생들은 모두 같은 대학의 같은 과에 소속되어 있으므로 대학 입학 성적이 유사할 뿐만 아니라, 대학 강의가 시작되기 전인 학기 초에 집단 편성이 이루어졌으므로 두 집단은 동질 집단으로 가정할 수 있다.[22] 또한 최근 고등학교 교육과정 및 대학입학전형의 다양화로 인해 신입생의 대학 입학 이전의 학습 경험이 다양화되고 있는 상황에서, 대학입학전형 요인에 따라 학업 성취 등의 측면에서 차이가 있을 수도 있으므로, 출신 고등학교 유형(일반고, 전문계고), 이수계열(인문계열, 자연계열, 직업계열), 전형 유형(수시, 정시, 편입) 등을 조사해 보았다. 그 결과, 이 강좌를 수강하고 있는 학생들은 모두 일반 고등학교 출신의 자연계열 학생들로 나타났다. 그리고 입시 전형 유형을 조사한 결과 수시에 선발된 학생들이 66.7%, 정시에 선발된 학생들이 33.3%로 나타났는데(*Table* 1), 입시 전형 유형은 학생들의 학업 성취도와 낮은 상관관계를 보인다는 연구 결과에 따라[22] 두 집단은 서로 동질 집단임을 알 수 있었다. 한편, 이 연구는 사범대학의 과학교육과에 재학 중인 일부 학생들만을 대상으로 진행되었으므로, 연구 결과를 일반화하는데 제한점을 가진다.

연구 절차

일반화학실험 강좌는 2015년 3월부터 6월까지 매 주 두 시간 동안 진행되었으며, 이 때 거꾸로 교실 수업 집단과 전통적 수업 집단은 동일한 한 명의 담당 강사가 모든 강의를 진행하였다. 각 집단은 격주로 일주일에 한 번씩 수업에 참여하였고, 이에 학생들은 오리엔테이션과 기말고사를 제외한 총 8번의 강의에 참여하였다. 담당 강사는 첫 시간에 학생들을 2-3명씩 조를 구성한 후, 강의를 안내

***Table* 1.** Analytical results of university entrance qualification characteristics of university students taking general chemistry experiment lectures

Type of high School		A series of studies		Entrance examination type	
Division	Frequency(%)	Division	Frequency(%)	Division	Frequency(%)
General high school	30(100.0)	Humanities	-	Rolling admission	20(66.7)
Vocational high school	-	Natural science	30(100.0)	Regular admission	10(33.3)
-	-	Occupation	-	Special admission	-

하고 교재 및 온라인 커뮤니티 등에 관해 소개를 하였다. 그리고 해외의 대학들이 거꾸로 교실을 적용한 선행 연구 결과[11]와 일반적으로 이루어지는 실험 수업의 방법을 고려하여,[19,20] 수업을 크게 '수업 전 활동', '본 수업 활동', '수업 후 활동'으로 구성하였다.

우선, 일반적으로 일반화학실험 강좌에서는 수업 전에 예비 실험 레포트 작성이나 실험 세미나 준비가 이루어진다.[19,20] 본 수업에서는 실험 세미나 발표와 함께 실험 수행 활동이 이루어지고, 수업 후에는 실험 결과 레포트 작성 활동이 이루어진다.[19,20] 따라서 이와 같은 내용을 바탕으로, 본 연구에서 전통적 수업 집단은 일반적인 실험 강좌에서 이루어지는 수업 내용대로 관련 활동들을 구성하였다. 이에 수업 전에는 그 주에 이루어지는 실험 주제를 맡은 학생들만이 실험 세미나를 준비하도록 하였다. 즉, 이 강좌에서는 조 별 세미나 발표가 있었는데, 이를 위하여 실험 주제를 조 별로 사전에 배정하였다. 그리고 그 주에 해당되는 실험 주제를 맡은 학생들이 미리 예비 실험을 수행하면서 실험 수행의 착오나 문제점 등을 발견하고, 이를 세미나를 통해 다른 학생들에게 전달하도록 하였다. 본 수업에서는 실험 세미나를 준비한 학생들의 발표가 이루어졌다. 즉, 예비 실험을 바탕으로 세미나를 준비한 조의 학생들이 이론적 내용이나 실험 방법 등을 요약·정리하여 동료 학생들에게 설명하고, 토론을 하는 시간으로 진행되었다. 세미나가 끝난 후에는 조 별로 실험을 수행하도록 하였다. 그리고 수업 후에는 결과 레포트 작성 활동이 이루어졌다.

반면, 거꾸로 교실 수업의 가장 큰 특징은 수업 전에 이루어지는 예습 활동과 본 수업에서 이루어지는 문제 해결 활동이라고 할 수 있다.[11] 따라서 거꾸로 교실 수업 집단은 일반적인 실험 수업에서 이루어지는 수업 내용에 거꾸로 교실 수업의 특징을 접목시켜 활동들을 구성하였다. 즉, 거꾸로 교실 수업 집단은 수업 전 활동으로서, 그 주에 이루어지는 실험 주제를 맡은 학생들만이 실험 세미나를 준비하도록 하였다. 그리고 이와 함께 모든 학생들이 동영상 시청을 통해 사전 예습 활등을 하도록 하였는데, 이를 위하여 실험 이론과 방법에 대한 설명을 포함한 자료를 학생들에게 제공하였다. 본 수업에서는 전통적 수업 집단과 동일한 방법으로 실험 세미나 발표와 실험 수행 활동이 이루어졌다. 그리고 이와 더불어 거꾸로 교실 수업 집단 학생들은 문제 해결 활동을 추가적으로 수행하였는데, 이를 위하여 담당 강사가 본 수업 활동의 말미에 간단한 문제 해결 활동을 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들에게만 제공하였다. 거꾸로 교실에서 본 수업 시간에는 사전에 학습한 내용을 바탕으로 토의, 토론, 문제해결 등과 같은 심화학습이 이루어지는데,[11] 이 강좌가 실험 수업이라는 특징 때문에 본 수업 단계에서는 우선적으로 실험 활동이 이루어질 수밖에 없었고, 이에 수업의 말미에 간단한 문제 해결 활동을 제공하였다. 문제 해결 활동은 실험 주제와 동일한 실험 원리가 적용되는 다른 현상을 제공하여 실험을 설계해 보거나 문제를 풀이해 보는 활동, 실험 오차의 원인과 이에 따른 해결 방법 등을 생각해 보는 활동 등으로 구성하였다. 수업 후에는 실험 결과 레포트 작성 활동이 이루어졌다. 이와 같이 개발된 일반화학실험 수업의 타당성과 현장 적용 가능성 검증을 위해 과학 교육 전문가 2인과 화학 관련 분야에 종사하는 전문가 1인으로 구성된 전문가 협의회를 실시하였고, 이를 통해 수업 안을 최종적으로 확정하였다(*Table* 2). 그리고 일반화학실험 강좌에 대한 학생들의 인식을 살펴보기 위해 모든 수업이 끝난 후 두 집단의 학생들에게 설문지를 제공하였고, 일주일 후 모두 수집하였다.

동영상 자료 개발

학생들이 교실 수업 전 가정 학습을 통해 학습해야 할 개념 및 내용을 담은 동영상 자료와 읽기 자료 등을 일반화학실험 주제 별로 개발하였다. 동영상 자료의 개발을 위하여 일반화학실험 주제의 내용과 특징을 파악하였다. 그런 다음, 실험 주제에 해당하는 이론 내용과 실험 방법의 효과적인 제공 방안에 관하여 과학 교육 전문가와 여러 차례 논의한 후, 영상을 촬영하였다. 영상의 촬영을 마친 후에는 과학 교육 전문가와 영상을 보면서 수정 및 보완할 사항에 관하여 논의하였고, 이를 바탕으로 동영상을 재촬영하기도 하였다. 동영상은 window movie maker 프로그램을 활용하여 제작하였으며, 이와 같은 과정을 통해 개발된 동영상은 크게 네 가지 유형으로 구분할 수 있었

***Table* 2.** Activities by group in general chemistry experiment lecture

Step	Flipped-classroom group	Traditional class group
Pre-class activity	- Watching video material - Preparation for the experiment seminar (only applicable group)	- Preparation for the experiment seminar (only applicable group)
Class activity	- Experiment seminar	- Experiment seminar
	- Experiment activity	- Experiment activity
	- Problem solving activity	
Activity after class	- Writing result report	- Writing result report

다. 즉, 동영상 자료의 전체적인 내용은 실험 이론과 실험 방법으로 구성하였는데, 첫 번째 유형은 파워 포인트(Power Point) 슬라이드에 실험 이론과 실험 방법을 포함하고, 담당 강사가 슬라이드에 담긴 내용을 설명하는 상황을 녹화한 자료이다(유형 1). 두 번째 유형은 학생들이 직접 실험 이론과 실험 방법을 설명하는 모습을 녹화한 자료이다(유형 2). 즉, 세미나를 준비하기 위해 예비 실험을 실시하고 있는 학생들의 모습과 실험 이론을 설명하는 모습을 녹화한 후, 이를 편집하여 학생들에게 제공한 경우이다. 세 번째 유형은 EBS 등과 같은 기존의 교육 콘텐츠를 활용한 경우로서(유형 3), 실험 주제와 관련 있는 동영상 자료를 링크시켜 학생들이 자료를 시청할 수 있도록 하였다. 마지막 유형은 실험 이론과 실험 방법을 모두 읽기자료의 형태로 제공한 경우이다(유형 4). 동영상 자료의 재생 시간은 학생들의 부담을 최소화하기 위하여 모두 10분 이내로 제작하였으며, 모든 동영상 및 읽기 자료 등은 해당 실험 수업 시작 1주일~2주일 전에 Facebook Group Page에 업로드 하였다. Facebook Group Page 내에서 개별 학생마다 게시물의 ‘읽음’ 여부를 확인할 수 있었기 때문에, 수업 전에 모든 학생들이 동영상을 사전에 확인하고, 공부할 수 있도록 담당 강사가 지도할 수 있었다. 실험 주제 별 동영상 제공 유형은 *Table* 3과 같다.

***Table* 3.** Video material types by experiment topic

Division	Experimental topic	Type
Topic 1	Measurement of liquids and solids	Type 1
Topic 2	Crystallization of solids: Separation and purification	Type 1
Topic 3	Separation of mixture using boiling point	Type 3
Topic 4	Discoloration range of indicator	Type 2
Topic 5	Chemical reaction rate	Type 2
Topic 6	Burette test	Type 4
Topic 7	Acid·base neutralization titration	Type 1
Topic 8	Synthesis of aspirin	Type 3

설문지 개발 및 분석 방법

거꾸로 교실을 적용한 일반화학실험 강좌의 유용성과 학생들이 느끼는 전반적인 인식 등을 알아보기 위하여 검사 도구로서 설문지를 개발하였다. 이를 위하여 선행 연구에서 사용한 검사 문항을 검토하였다.[23] 즉, 본 연구에서 적용했던 수업 활동과 학습 내용을 반영하고 일부 해당사항이 없는 문항을 제외한 후, 대학생의 수준에 맞게 수정 및 번안하여 사용하였다. 설문 문항은 응답자의 배경 변인을 포함하여 일반화학실험 강좌에 대한 전반적인 인식, 일반화학실험 활동과 실험 내용의 이해, 상호작용과 자기주도적 학습에 대한 인식, 동영상 자료에 대한 인식의 다섯 영역으로 구성하였다.

배경 변인은 출신 고등학교 유형, 이수 계열, 입시 전형 유형을 살펴볼 수 있는 선택형 문항으로 구성하였다. 일반화학실험 강좌에 대한 학생들의 전반적인 인식을 조사하기 위하여 수업 활동의 유용성, 성공적 학습을 위한 각 활동 요소 별 중요도, 학습 수준, 추후 수강 여부에 관한 문항을 리커트 5점 척도(1-부정, 5-가장 긍정)로 구성하였다.[23] 일반화학실험 활동의 수월성과 실험 이론의 이해에 대한 학생들의 인식을 살펴보기 위하여 실험 수행의 수월성, 수업 후 실험 보고서 작성의 수월성, 일반화학실험 이론의 이해 정도를 살펴볼 수 있는 문항을 구성하였다. 각 문항은 척도형(5점) 문항에 서술형 질문을 추가하여 보다 자세하게 학생들의 인식을 살펴볼 수 있도록 문항을 개발하였다. 그리고 수업 중 상호작용과 자기주도적 학습에 대한 학생들의 인식을 살펴보기 위한 문항도 척도형(5점) 문항에 서술형 질문을 추가하여 개발하였다. 마지막으로, 수업 전 학생들에게 제공했던 동영상 자료의 전반적인 인식을 살펴보기 위하여 동영상 자료를 통한 사전 학습 여부와 유용성에 관한 문항을 리커트 5점 척도로 구성하였다.[23] 또한 동영상 자료 내용에 대한 학생들의 선호도와 그 이유를 살펴보기 위하여 선호하는 동영상 유형의 순위를 직접 기입하고, 그 이유를 자유롭게 서술하도록 하였다. 이와 같이 제작된 설문지의 문항 내용 및 구성은 과학교육 전문가 2인으로 구성된 소모임에서 문항 구성의 적합성과 타당성 및 문장의 명확성 측면에서 안면 타당도를 검증 받았다. 연구 대상이 아닌 일부 대학생들을 대상으로 한 예비 연구를 통해 모호한 문장을

수정 및 보완하여 최종 설문지를 완성하였다. 검사 도구의 전체적인 신뢰도(Cronbach's α)는 .863으로 나타났으며, 설문지의 영역 별 문항 내용과 문항 유형은 *Table* 4와 같다. 한편, 전통적인 수업 집단 학생들에게는 개발된 설문지에서 동영상 자료 영역에 해당되는 문항을 삭제한 설문지를 제공하였으며, 이 때 신뢰도(Cronbach's α)는 .847로 나타났다.

수집된 설문지는 Window용 SPSS 20.0을 이용하여 개발된 문항의 유형 별로 분석을 실시하였다. 예를 들어, 학생들의 배경 변인을 묻는 선택형 문항은 기술통계 처리하였고, 이를 빈도(명)와 백분율(%)로 제시하였다. 일반화학실험 강좌에 대한 전반적인 인식, 일반화학실험 활동의 수월성 및 실험 이론의 이해, 상호작용과 자기주도적 학습, 동영상 자료의 전반적인 인식을 묻는 척도형 문항은 독립표본 t-검정을 바탕으로 집단 간 응답 평균(M)과 표준 편차(SD)를 제시하였다. 그리고 동영상 자료 유형에 대한 선호도를 우선순위 별로 묻는 선택형 문항은 우선순위에 가중치를 부여하여 문항별 가중치 값을 계산하고, 응답 평균(M)과 표준 편차(SD)를 제시하였다. 마지막으로, 일반화학실험 활동의 수월성과 실험 이론의 이해 정도, 상호작용과 자기주도적 학습, 동영상 자료 유형에 따른 선호도를 개방형으로 묻는 서술형 문항은 응답 내용을 분류하고, 범주화하기 위해 학생들의 응답 내용에서 단어나 내용이 함축하고 있는 의미에 초점을 두어 분석하는 질적 내용 분석 방법인 총괄적(summative) 접근법을 사용하였다.[24] 즉, 두 명의 분석자가 응답 내용에서 중심 문장을 한 단락으로 코딩 용지에 정리한 후, 중심 문장으로부터 주제어를 도출하였다. 그런 다음, 코딩 용지에 작성된 중심 문장과 주제어 측면에서 분석자 간 일치도를 구하고, 분석자들 간의 의견이 불일치할 경우, 관련 자료를 재분석하고 의견이 일치하지 않는 원인에 관하여 지속적으로 검토한 후 논의를 통해 결정하였다. 이와 같은 분석 방법은 텍스트적 근거로 인해 분석 과정에서 서술화 된 설문의 응답과 해석에 대한 오류를 최소화하고, 내적 일관성이나 신뢰도를 높일 수 있는 방법인 것으로 보고되고 있다.[24] 이에 분석자간 일치도가 90% 이상에 도달할 때 까지 이와 같은 과정을 반복적으로 실시하였고, 이후 1인의 분석자가 모두 분석하였다. 그리고 이 때 범주화된 내용에 해당하는 대표적인 응답 내용을 연구 논문에 제시함으로써, 전체적인 응답 경향 및 반응, 특징 등을 명확하게 파악할 수 있도록 하였다.

***Table* 4.** Contents and type of the developed questionnaire

Item		Item contents	Item type
Background		Graduated high school type	Optional
		Take series	Optional
		Entrance examination type	Optional
Overall perception of general chemistry experiment lecture		Usability of class activity	Scale type
		Importance of each activity element for successful learning	Scale type
		Learning level	Scale type
		Intention to take lecture in the future	Scale type
Usefulness of general chemistry experiment activity and Understanding of experimental theory		Easy to perform experiment (experimental method)	Scale type Descriptive type
		Easy to write experiment report	Scale type Descriptive type
		Understanding of general chemistry experimental theory	Scale type Descriptive type
Perception of interaction and self-directed learning		Interaction between instructor and student	Scale type Descriptive type
		Interaction between student and student	Scale type Descriptive type
		Easy to perform self-directed learning	Scale type Descriptive type
Video material	Learning status	Whether to prepare for the course through video materials	Scale type
	Usefulness	Understanding theoretical content	Scale type
		Understanding the experimental method	Scale type
	Preference	Preference and reasons for the content of video material	Priority selection type Descriptive type

연구 결과 및 논의

일반화학실험 수업에 대한 전반적인 인식

거꾸로 교실을 적용한 일반화학실험 수업과 전통적인 일반화학실험 수업에 대한 학생들의 전반적인 인식을 분석해 본 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단의 평균 점수 보다 높았지만, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다(*Table* 5). 그러나 거꾸로 교실 수업 집단의 경우, 수업 활동의 유용성이나 학습 수준, 추후 수강 의향 등의 측면에서 5.0점 만점에 4.0점에 가까운 점수를 나타냈고, 전통적 수업 집단은 3.5점에 가까운 점수를 나타냈다. 따라서 거꾸로 교실에 기반하여 일반화학실험 수업을 받은 학생들의 전반적인 인식이 전통적인 일반화학실험 수업을 받은 학생들의 인식 보다 긍정적이었음을 알 수 있었다.

설문 영역 별로 학생들의 인식을 살펴본 결과, 일반화학실험 내용을 성공적으로 학습하는데 있어서 거꾸로 교실 수업이 학생들에게 전반적으로 유용했음을 알 수 있었다(거꾸로 교실 수업 집단: 3.97점, 전통적 수업 집단: 3.64점). 특히 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 일반화학실험 강좌를 구성하고 있는 단계 별 세부 활동을 좀 더 중요하고, 의미 있게 인식하고 있음을 알 수 있었다. 예를 들어, 수업 전 활동이었던 예비 실험 활동(거꾸로 교실 수업 집단: 3.88점, 전통적 수업 집단: 3.65점), 수업 중 실험 수행 및 문제 해결 활동(거꾸로 교실 수업 집단: 3.95점, 전통적 수업 집단: 3.69점), 수업 후 실험 결과 보고서 작성 활동(거꾸로 교실 수업 집단: 3.87점, 전통적 수업 집단: 3.53점) 등과 같이 일반화학실험 수업을 구성하고 있는 중요 세부 활동 모두 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단보다 높은 것으로 나타났으며, 그 점수도 평균 4.0대에 해당하는 것으로 나타났다. 그러므로 거꾸로 교실 전략이 일반화학실험 수업의 세부 활동에 대한 학생들의 관심이나 태도에 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 있음을 확인할 수 있었다. 또한 일반화학실험 수업의 학습 수준에 대해 거꾸로 교실 수업 집단은 3.83점, 전통적인 수업 집단은 3.49점으로 나타났다. 따라서 전통적인 수업을 받은 학생들은 일반화학실험 강좌의 학습 수준이 보통이거나 적정 수준으로 인식한 반면, 거꾸로 교실 수업을 받은 학생들은 학습 수준이 자신의 학습 수준과 비교했을 때 보통 보다 조금 높은 수준으로 인식하고 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 본 수업 활동 단계에서 거꾸로 교실 수업 집단에게 제공된 문제 해결 활동 때문인 것으로 해석된다. 즉, 전통적 수업 집단은 문제 해결 활동 없이 실험 세미나에서 동료 학생들에 의해 제공된 실험 방법을 수동적으로 따라 하는 방식으로만 수업이 진행된 반면, 거꾸로 교실 수업 집단은 본 실험 활동과 더불어 실험 원리가 적용되는 다른 현상을 제공하여 실험을 설계해 보거나 문제를 풀이해 보는 심화 활동이 추가적으로 이루어졌다. 교사가 학습자의 현 수준보다 높고, 도달 가능한 목표의 과제를 제공할 경우 학생들의 내재적인 동기 유발에 효과적이며, 이는 성취도와 유의미한 정적 상관관계가 있음을 보여주는 선행 연구 결과들을 고려해 볼 때,[25] 거꾸로 교실 수업 집단 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 좀 더 긍정적인 학습 과정을 경험했을 것으로 예상된다. 또한 추후 수업 수강 의향을 묻는 질문에 관해서 거꾸로 교실 수업 집단은 4.03점, 전통적 수업 집단은 3.97점으로 나타나 거꾸로 교실을 적용한 일반화학실험 수업에 대해 대부분의 학생들이 긍정적으로 인식하고 있음을 알 수 있었다.

일반화학실험 활동 및 실험 이론의 이해에 대한 학생들의 인식

일반화학실험 활동과 실험 이론의 이해 측면에서 학생들의 인식을 분석해 본 결과는 *Table* 6과 같다. 즉, 일반화학실험 활동에서 실험 수행의 수월성 영역은 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단의 평균 점수보다 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미한 것으로

***Table* 5.** Students' overall perception of general chemistry experiment lecture

Survey area		M(SD)		t	p
		Flipped-classroom group	Traditional class group		
- Usability of class activity		3.97(.41)	3.64(.53)	.586	.561
- Importance of each activity element for successful learning	Preliminary experiment activity	3.88(.12)	3.65(.35)	.738	.468
	Class activity (Experiment & Problem solving activity)	3.95(.31)	3.69(.25)	.739	.087
	Activity after class (Writing result report)	3.87(.11)	3.53(.22)	.865	.091
- Learning level		3.83(.52)	3.49(.65)	.623	.463
- Intention to take lecture in the future		4.03(.54)	3.97(.45)	1.73	.211

*p<.05

***Table* 6.** Student's perception analysis on understanding of general chemistry experimental activity and experimental theory

Survey area		M (SD)		t	p
		Flipped-classroom group	Traditional class group		
General chemical experiment activity	- Easy to perform experiment	3.72(.55)	3.25(.49)	.749	.045
	- Easy to write experiment report	3.88(.26)	3.59(.21)	.544	.166
Understanding of general chemistry experimental theory		3.93(.52)	3.70(.76)	.439	.095

*p<.05

나타났다. 수업 후 실험 보고서 작성의 수월성과 일반화학실험 이론의 이해 영역은 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적인 수업 집단의 평균 점수 보다 높았지만, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

설문 영역 별로 학생들의 인식을 살펴본 결과, 실험을 수행하는 과정에서의 수월성을 묻는 질문에 대해 거꾸로 교실 수업 집단이 3.72점, 전통적 수업 집단이 3.25점을 나타냈다. 즉, 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 전반적인 실험 수행 과정을 좀 더 쉽게 인식한 것으로 나타났는데, 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들은 사전에 제공된 동영상을 통해 실험의 핵심 내용과 함께 실험 방법을 미리 학습할 수 있었고, 본 수업의 실험 세미나 과정에서 실험 과정이나 방법 등에 관해 다시 한 번 자신들의 이해 정도를 높이는 기회를 가질 수 있었기 때문으로 생각된다. 실제로, 실험 세미나가 이루어지는 과정에서 세미나를 준비한 학생들과 그렇지 않은 학생들 사이에 다양한 질문과 답변이 오고 갔고, 학생들은 제공받은 동료의 피드백을 참고하여 실험 방법과 과정을 세밀하게 확인하는 모습을 확인할 수 있었다. 반면, 전통적 수업 집단의 학생들에게는 본 실험 수업이 있는 당일에 실험 과정과 방법에 대한 소개가 처음으로 이루어졌고, 이에 실험 과정과 방법에 대해 충분히 숙지할 수 있는 시간이 부족했을 것으로 생각된다. 따라서 전통적 수업 집단의 학생들은 주로 자신들에게 주어진 실험 과정을 순차적으로 따라하는 형태로 실험 수업에 참여했을 것으로 생각되는데, 실험 과정과 맥락에 대한 충분한 이해 없이 매뉴얼대로 따라 하는 수업 과정이 전통적 수업 집단의 학생들에게는 불편하거나 어렵게 느껴졌던 것으로 해석된다.

그리고 수업 후 실험 보고서 작성의 수월성(거꾸로 교실 수업 집단: 3.88점, 전통적 수업 집단: 3.59점)이나, 일반화학실험 내용의 이해(거꾸로 교실 수업 집단: 3.93점, 전통적 수업 집단: 3.70점)에서도 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 긍정적인 인식을 나타냈음을 알 수 있었다. 따라서 이에 대한 이유를 조사해 본 결과는 *Table* 7과 같다.

분석 결과, 담당 강사가 사전에 제공한 동영상 강의가 실험 이론을 이해하고, 실험을 수행하는데 많은 도움이 되었음을 알 수 있었다. 즉, 46.6%에 해당하는 학생들은 실험에 필요한 전반적인 이론과 실험 방법 등을 사전에 예습할 수 있었기 때문에, 본 수업에서 세미나 내용을 이해하는데 도움이 되었고, 이에 좀 더 쉽고 재미있게 실험 활동에 참여할 수 있었음을 나타냈다. 또한 학생들은 동영상 자료가 실험 보고서 작성에도 도움이 되었음을 언급하면서, 수업이 끝난 후에도 언제든지 동영상을 통해 실험 관련 내용을 확인할 수 있었던 점이 좋았음을 나타냈다. 학생들 중 온라인을 통한 학습을 선호하는 학생들은 거꾸로 교실을 적용한 수업 방법에 대해 전반적인 만

***Table* 7.** Results of students' perceptions about causes that helped to understand general chemistry experimental activity and experimental theory

Area	Response example	Frequency(%)
Providing video material	- The overall content and process of the experiment can be prepared and reviewed through video, which contributed to the overall understanding of the content. - It was easier to understand the contents of the seminar, and I was able to experiment more easily than other experiments. - It was refreshing to prepare through the SNS, and I was able to review it again later, which was helpful in conducting the experiment and writing the report.	7(46.6)
Preference of online learning	- I prefer to study online, and it seems to be fresh because I am able to take classes, and it is also helpful to understand the contents. - I was able to ask through online what I did not know and get feedback.	3(20.0)
Problem solving activity	- It seems to have helped us to have time to think about something and to get to know the contents through team activities. - In this class, we could have time to think and apply.	2(13.3)

족감을 나타냈다. 즉, 20.0%의 학생들은 사전에 제공된 동영상을 통해 실험 관련 내용을 충분히 이해할 수 있는 시간을 가질 수 있었을 뿐만 아니라, 동영상 내용 중 이해되지 않는 부분을 온라인을 통해 즉각 질문을 하고, 담당 강사나 동료 학생들로부터 피드백을 받을 수 있었던 부분이 긍정적이었음을 언급하였다. 일부 학생들이지만, 수업 시간에 제공되었던 문제 해결 활동이 학습 내용의 이해에 도움이 되었다고 언급한 경우도 있었다.

한편, 동영상 자료가 실험 내용의 이해에 도움이 된 부분도 있었지만, '동영상 강의를 선호하지 않지만 숙제이기 때문에(13.3%)', '평가에 반영되기 때문에(6.7%)'와 같이 동영상 자료에 대한 부정적인 의견도 있었다. 동영상보다 텍스트가 좀 더 친밀한 학생들의 경우에는 동영상을 통해 내용을 파악하거나 새로운 개념을 학습하는데 어려움이 있을 수 있다는 선행 연구 결과를 고려해 볼 때,[26] 동영상과 같은 표상에 익숙하지 않은 학생들은 거꾸로 교실을 적용한 수업에 부정적일 수도 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 새로운 교수 전략을 적용하는 과정에서 오는 학생들의 불편함이나 어려움 등이 무엇인지를 파악하고, 이를 개선한 형태의 거꾸로 교실 전략을 사용할 필요가 있음을 알 수 있었다. 예를 들어, 텍스트가 좀 더 친밀한 학생들을 위해 동영상 이외의 다양한 사전 활동 제공 방법에 관한 고민과 연구가 이루어져야 할 것이다.

상호작용과 자기 주도적 학습에 대한 학생들의 인식

담당 강사와 학생, 그리고 학생과 학생 간의 상호작용과 자기 주도적 학습에 대한 학생들의 인식을 분석한 결과는 *Table* 8과 같다.

분석 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단의 평균 점수 보다 높았으며, 특히 학생들 간의 상호작용과 자기 주도적 학습의 수월성은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 상호작용을 좀 더 많이 경험했을 뿐만 아니라, 자기 주도적 학습의 과정도 경험했던 것으로 나타났는데, 이에 대한 이유를 동영상 자료와 수업 중 문제 해결 활동 측면에서 공통적으로 찾아 볼 수 있었다.

거꾸로 교실 수업 집단에서 상호작용이 효과적으로 이루어질 수 있었던 이유를 분석한 결과는 Table 9와 같다. 73.3%에 해당하는 73.3%에 해당하는 학생들은 수업 중 문제 해결 활동이 의미 있는 상호작용을 경험할 수 있었던 원인이 되었음을 언급하였다. 즉, 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들은 본 실험 활동을 마친 후 심화 학습으로서 문제 해결 활동을 하였는데, 이 때 본 수업 시간에 문제 해결을 모두 마치지 못한 경우에는 수업 후 온라인이나 오프라인을 통해 관련 활동이 이어져서 일어난 것으로 나타났다. 그리고 학생들은 문제 해결을 위한 협동적 과정이 상호작용을 경험하는데 도움이 되었음을 나타냈다. 이와 같은 결과는 거꾸로 교실에서 팀 기반 과제 해결 활동이 문제 해결을 위한 책임감과 함께 학생들의 적극적인 상호작용을 유도할 수 있다는 선행 연구 결과와 일치한다.[27]

또한 수업 전에 제공되었던 동영상 자료가 상호 작용을 유도하는데 도움이 되었음을 알 수 있었다. 즉, 40.0%의 학생들은 동영상 강의를 통해 예습을 하던 중 궁금한 부분이 생겼고, 이를 해결하기 위해 담당 강사나 동료 학생들에게 질문을 했던 것으로 나타났다. 그리고 이 때 담당

***Table* 8.** Students' perceptions of interaction and self-directed learning

Survey area		M(SD)		t	p
		Flipped-classroom group	Traditional class group		
Interaction	- Interaction between instructor and student	3.73(.50)	3.51(.22)	.719	.591
	- Interaction between student and student	3.87(.39)	3.27(.49)	-3.281	.047
Easy to perform self-directed learning		3.91(.72)	3.38(.86)	2.46	.044

$^{*}p<.05$

***Table* 9.** Results of students' perceptions of the causes that helped interaction

Survey area		Question contents	Frequency(%)
Interaction	Problem solving activity	- Activities in the class provided by the instructor helped to interact with friends. - The task activity was a new challenge based on video lecture. To solve this problem, we had to keep discussing with the children even after class.	11(73.3)
	Video material	- Video lectures have raised questions, and I was able to ask the instructor about it through online, and I could also ask my friends. - It was also possible to find out what I did not know through other students' questions, so there was a lot of interaction, and it seemed to be an opportunity to talk about the experimental method and contents in the end.	6(40.0)

multi response

강사가 온라인을 통해 피드백을 제공해 주었을 뿐만 아니라, 학생들 간에도 문제를 해결하기 위한 논의가 이루어졌던 것으로 나타났다. 따라서 사전 동영상 강의가 학생들에게 수업 내용에 대한 관심과 함께 궁금한 부분의 질문 생성을 유도하였고, 궁금한 점의 해결을 위해 담당 강사나 동료에게 도움을 요청하는 과정에서 상호작용이 이루어질 수 있었던 것으로 해석해 볼 수 있다.[28,29] 특히 일부 학생들은 담당 강사의 즉각적이고 빠른 피드백이 일반화학실험 수업에 대한 관심과 흥미, 집중도를 높일 수 있었다는 언급을 하기도 하였다. 교사의 적절한 피드백은 학생들의 동기 유발에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 선행 연구 결과를 고려해 볼 때,[30] 거꾸로 교실 수업 전략에서 사전 동영상 강의를 통한 학습 활동과 이 과정에서의 다양한 상호작용은 학생들에게 수업 내용에 대한 정보를 제공하는 것뿐만 아니라, 수업에 대한 관심으로까지 이어지는데 도움을 줄 수 있음을 알 수 있었다.

거꾸로 교실 수업 집단에서 자기 주도적 학습이 효과적으로 이루어질 수 있었던 이유를 분석한 결과는 *Table* 10과 같다. 학생들의 자기 주도적 학습 측면에서도 사전에 담당 강사가 제공한 동영상 자료가 도움이 되었던 것으로 나타났는데, 예를 들어 60.0%에 해당하는 학생들은 동영상 강의 내용 중 궁금한 부분이나 의문점 등의 해결을 위해 담당 강사에게 피드백을 요청하기도 하였지만, 스스로 관련 책을 찾아보거나 인터넷 검색 등을 통해 의문점을 해결하기 위한 노력을 하기도 했음을 언급하였다. 또한 실험 결과 보고서 작성 과정에서 무임승차를 하는 경우가 있는데,[31] 거꾸로 교실을 적용한 수업에서는 반복적으로 참고할 수 있는 동영상 자료와 궁금한 부분에 대해 질문을 주고받을 수 있는 온라인 환경으로 인해 스스로 보고서를 작성할 수 있는 동기가 유발될 수 있었던 것으로 볼 수 있다. 그리고 수업 중 실험과 관련된 문제 해결 활동도 학생들의 자기 주도적 학습에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났는데, 이와 관련하여 46.7%의 학생들은 동영상 자료를 통한 사전 학습과 본 실험 활동을 통해 실험에 대한 전반적인 이해가 높았던 상황에서 담당 강사가 새롭게 제공한 문제들이 새로운 자극이 되었고, 그 결과 적극적으로 문제 해결 활동에 참여할 수 있었음을 언급하였다.

따라서 거꾸로 교실 수업에서 사전에 학습한 내용을 바탕으로 이루어지는 문제 해결 활동이나 프로젝트 수행 활동은 학습자 주도성을 강화할 수 있는 중요한 전략임을 대학의 일반화학실험 수업 상황에서도 확인할 수 있었다. 이에 대학의 일반화학실험 강좌에서 적용 가능한 다양한 문제 해결 활동이나 프로젝트 수행 과제에 대한 연구가 이루어질 필요가 있음을 알 수 있었다. 특히 수업 전에 학생들에게 제공한 동영상 자료는 수업 중 문제 해결 활동의 참여도나 태도, 흥미 정도에 영향을 미칠 수 있으므로, 동영상 자료는 학생들의 수준과 필요에 적합한 핵심 내용을 통해 수업에 대한 호기심과 동기가 유발될 수 있는 자료로 구성하는 것이 중요함을 알 수 있었다. 또한 학생들의 궁금증이 유발되었을 때 즉각적인 상호 피드백을 제공하거나, 온라인을 통한 정보 검색이 가능한 모듈을 구성하는 것도 필요함을 확인할 수 있었다.

동영상 자료에 대한 인식

동영상 자료에 대한 학생들의 전반적인 인식을 묻는 문항의 평균 점수는 5.0점 만점에 4.18점으로 나타나(*Table* 11), 학생들에게 수업 전 활동으로서 제공한 동영상에 대한 인식이 매우 긍정적이었음을 알 수 있었다.

설문 영역 별 분석 결과, 일반화학실험 수업에 참여하기 전 동영상 자료의 시청 여부를 묻는 문항에 대한 점수는 3.93점으로서, 대부분의 학생들이 수업 전에 동영상 자료의 내용을 확인하고 학습하였음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 담당 강사가 동영상 자료를 해당 실험 수

***Table* 10.** Results of students' perceptions of causes that helped self-directed learning

Survey area		Question contents	Frequency(%)
Self-directed learning	Video Material	- I was able to prepare for the preliminary work through the video, and I also searched for the book. - When I made a report than other experiment classes, I thought that I would have to write hard while watching the video materials. - I felt the pain of the instructor who uploaded the video on facebook, and I thought that I should do it myself.	9(60.0)
	Problem solving activity	- The problem-solving activities provided during the class became a challenge to solve the problem. - I am familiar with the whole concept of experiment contents through videos. The problems that the instructor provided caused me with a sense of challenge to solve the problem. - It seems to have the power to think and study for oneself.	7(46.7)

multi response

***Table* 11.** Student's overall perception of video material

Survey area	Question contents	M(SD)
Whether to learn video material	- Before I participated in the general chemistry experiment classes, I checked and prepared the video materials.	3.93(.62)
Usability of video material	- I think the video material has helped to carry out actual chemistry experiment activities.	4.27(.54)
	- I think the video material was structured so that it was easy to understand the contents related to general chemical experiment.	4.33(.31)
Overall average		4.18(.45)

***Table* 12.** Analysis of students' preference by type of video material

Video material type	Question contents	M(SD)
(Type 1) Instructor lecture	- The instructor's explanation certainly helped to focus. - I think that the lecturer explanation is the material that clearly tells the exact content and the theory for the experiment.	532.8(137.5)
(Type 2) Explanation of students	- The images taken by colleagues in preliminary experiments are also friendly and fun, but they are less intense than the teacher does. - The explanation is not smooth and there are some wrong parts, so I think it is better for the instructor to explain it directly.	530.1(162.5)
(Type 3) Utilization of existing educational content	- I would like to have a description of the instructor in terms of the contents of the experiment.	430.9(130.5)
(Type 4) Reading Materials	- It is less focused and less tense than video material. - I had difficulty understanding the video composed only of ppt.	414.6(122.8)

*p<.05

업이 시작되기 1주일~2주일 전에 학생들에게 제공하였기 때문에 학생들이 관련 자료를 확인하고 학습할 수 있는 시간이 충분했을 뿐만 아니라, Facebook Group Page 내에서 개별 학생마다 게시물의 확인 여부를 알 수 있었기 때문에, 수업 전에 동영상 자료의 내용을 숙지하고 올 수 있도록 격려와 지도가 가능했기 때문으로 볼 수 있다. 그리고 동영상 자료가 일반화학실험 활동을 수행하는데 도움이 되었는가를 묻는 문항에 관해서는 4.27점, 동영상 자료가 실험 관련 내용을 이해하기 쉽게 구성되어 있는가를 묻는 문항에 관해서는 4.33점으로 나타났다. 따라서 이 연구에서 개발하여 제공한 동영상 자료가 학생들의 일반화학실험 내용의 이해와 실험 수행을 도왔음을 알 수 있었고, 이에 동영상 자료에 대한 학생들의 선호도를 분석해 본 결과는 *Table* 12와 같다.

분석 결과, 학생들이 가장 선호한 동영상은 유형 1로 나타났다. 즉, 학생들은 담당 강사가 직접 실험 이론과 방법을 설명해 주는 동영상을 가장 선호하는 것으로 나타났는데, 그 이유에 대해 학생들은 담당 강사가 실험 주제에 필요한 핵심적인 내용만을 효과적으로 설명하였기 때문에, 짧은 시간 내에 집중하여 내용을 파악하는데 도움이 되었음을 언급하였다. 그 다음으로 학생들이 선호하는 유형은 동료 학생들이 참여하여 실험 이론이나 방법을 설명했던 유형 2로 나타났다. 이 동영상 자료에 관해 학생들은 자신들의 동료가 실험 관련 내용을 설명하는 영상이 친근감을 주고, 재미도 있었지만, 동료 학생들의 설명이 담당 강사에 비해 매끄럽지 못했던 부분에 대해 부정적인 의견을 지닌 학생들도 있었다. 세 번째로 학생들이 선호했던 동영상 유형은 EBS 등과 같이 기존 교육 콘텐츠를 편집하여 학생들에게 제공한 유형 3으로 나타났으며, 마지막으로는 강의 내용과 실험 방법에 대한 내용을 읽기 자료의 형태로 제공한 유형 4로 나타났다. 학생들은 유형 4의 자료에 관해 담당 강사나 동료 학생들의 직접적인 설명 없이 제공된 읽기 자료는 기존 유형의 자료들 보다 학습해야 할 내용에 집중이 안 될 뿐만 아니라, 학습 내용의 이해에도 어려움이 있었음을 언급하였다. 이와 같이 실제 수업 주체들이 참여한 강의 동영상 자료의 선호도가 학습 내용의 이해나 흥미 정도 측면에서 높은 것으로 나타났으므로, 담당 강사나 학생들이 출연하는 강의 동영상을 좀 더 효과적이고 쉽게 제작하여 학생들에게 제공할 수 있는 방안에 관한 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한 학습자의 학습 유형에 따라 좀 더 적합한 콘텐츠를 담은 동영상 유형에 대한 연구도 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

결론 및 제언

최근 세계 선진 각국에서는 미래 사회의 변화된 상황에 맞추어 학교 교육의 내용과 방향을 근본적으로 재조정하려는 노력이 진행되고 있다. 국내에서도 4차 산업혁명이 본격화되고 있는 현 시점에서 앞으로의 사회가 요구하는

인재들을 양성해내기 위한 다양한 전략을 다방면으로 모색 중인데, 제7차 교육과정에서 처음 언급된 이후 지속적으로 논의되어왔던 학습자 중심의 교육 비전의 실천이 이제는 국내 교육 현장에서 반드시 이루어질 필요가 있다. 따라서 이 연구에서는 학습자 중심의 교육을 실천할 수 있는 전략으로서 국내·외 교육 현장에서 많은 관심을 받고 있는 거꾸로 교실을 교사 주도성이 강한 국내 대학의 일반화학실험 강좌에 적용하고, 이를 통해 거꾸로 교실을 적용한 대학 실험 강좌에 대한 효과와 가능성을 탐색하였다. 이를 위하여 수도권 소재의 사범대학 과학교육과에 재학 중인 30명의 학생들을 15명씩 거꾸로 교실 수업 집단과 전통적 수업 집단의 두 그룹으로 각각 무선배치 하였다. 그런 다음, 선행 연구 결과를 바탕으로 동영상 자료와 함께 대학에서 적용 가능한 일반화학실험 수업안을 개발 및 적용하였고, 모든 수업을 마친 후에는 일반화학실험 강좌에 대한 학생들의 인식을 살펴보기 위한 설문 조사를 실시하였다.

일반화학실험 수업에 대한 전반적인 인식 분석 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단의 평균 점수 보다 높았지만, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉, 수업 활동의 유용성, 성공적 학습을 위한 각 활동 요소 별 중요도, 학습 수준, 추후 수강 의향 등의 측면에서 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들이 전통적 수업 집단의 학생들 보다 긍정적인 인식을 나타냈고, 특히 수업 활동의 유용성이나 학습 수준, 추후 수강 의향 등은 5.0점 만점에 4.0점에 가까운 점수를 나타냈다. 실험 수행이나 보고서 작성 등과 같은 일반화학실험 활동과 실험 내용의 이해 측면에서 학생들의 인식을 분석해 본 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적인 수업 집단의 평균 점수 보다 높았고, 이와 같은 결과의 주된 원인은 담당 강사가 사전 학습 활동으로 제공한 동영상 자료 때문인 것으로 나타났다. 또한 수업 중 상호작용과 자기 주도적 학습 측면에서 학생들의 인식을 분석한 결과, 거꾸로 교실 수업 집단의 평균 점수가 전통적 수업 집단의 평균 점수 보다 전반적으로 높았으며, 특히 학생들 간의 상호작용과 자기 주도적 학습의 수월성은 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 수업 전 담당 강사가 학생들에게 제공했던 동영상 자료와 수업 중 이루어졌던 문제 해결 활동이 상호작용과 자기 주도적 학습에 도움이 되었던 원인인 것으로 나타났다. 따라서 동영상 자료에 대한 학생들의 인식이 매우 긍정적이었고, 이 때 학생들이 가장 선호한 동영상은 담당 강사가 직접 실험 이론과 방법을 설명해 주는 동영상이었던 것으로 분석되었다.

이와 같이 대학의 일반화학실험 강좌에 거꾸로 교실을 적용한 수업은 실험 이론과 방법에 대한 학생들의 이해를 높일 수 있을 뿐만 아니라, 지금까지 실험 관련 강좌의 문제로 제기되어 왔던 학생들의 수동적인 실험 태도를 변화시키는데 긍정적인 역할을 할 수 있는 부분이 있음을 알 수 있었다. 그리고 이와 같은 긍정적인 변화를 위해서는 학생들의 사전 학습이 무엇보다 중요함을 알 수 있었으며, 이에 학생들이 선호하는 사전 학습 자료의 제공이 중요함을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 학생들은 전반적으로 담당 강사의 강의 동영상 자료를 선호하였지만, 학습자의 학습 성향에 따라 선호하는 사전 학습 자료의 유형에는 차이가 있는 것으로 파악된다. 그러므로 일반화학실험과 같은 실험 관련 강좌에서 거꾸로 교실을 적용한 수업을 진행할 경우에는 수업의 목적뿐만 아니라, 학생들의 학습 유형이나 선호 정도 등을 고려한 사전 학습 자료의 제공에 많은 고민과 노력이 있어야 할 것으로 생각된다. 또한 교사 중심의 설명식 수업 방법이 좀 더 익숙한 일부 학생들은 거꾸로 교실을 적용한 일반화학실험 수업에 거부감을 나타내는 경우도 있었다. 그러므로 새로운 교수 전략을 적용하는 과정에서 오는 학생들의 불편함이나 어려움 등이 무엇인지를 파악하고, 이를 개선한 형태의 거꾸로 교실 전략을 적용할 필요가 있음을 알 수 있었다.

한편, 거꾸로 교실이라는 수업 전략이 현재 대학의 일반화학실험 강좌에서 제기되고 있는 여러 가지 문제점을 해결해 줄 수 있는 완벽한 수업 전략은 아니다. 그러나 이 연구를 통해 현재 주어진 대학의 실험 교육 상황에서 거꾸로 교실 수업 전략이 교사 중심의 수업 방법에 익숙해져 있는 학생들을 수업 과정에 직접 참여하여 몰입할 수 있는 기회를 어렵지만 일정 부분 제공해 줄 수 있다는 가능성과 유용성을 검토 및 확인해 볼 수 있었다. 그러므로 거꾸로 교실을 적용한 일반화학실험 수업의 가능성을 보다 정확하고 면밀히 탐색하기 위한 추후 연구가 이루어질 필요가 있으며, 이를 위해 다양한 연구 대상과 교과를 확대한 양적·질적 연구 방안에 대한 고려가 있어야 하겠다. 예를 들어, 주어진 실험 방법에 따라 학생들이 실험을 하는 상황은 두 집단이 공통적이었지만, 거꾸로 교실 수업 집단과 전통적 수업 집단에서 이루어지는 실험 수행 모습에는 차이가 있었다. 즉, 전통적 수업 집단의 학생들은 다수의 선행 연구 결과와 마찬가지로 주어진 실험 방법을 수동적인 자세로 진행하는 모습을 주로 확인할 수 있었다.[19,20] 반면에 거꾸로 교실 수업 집단의 학생들은 실험에 대한 계획을 논의를 통해 좀 더 면밀히 세우는 모습이 관찰되었을 뿐만 아니라, 문제 해결 활동 과정에서는 스마트 폰을 통해 사전 학습 자료의 내용을 확인하면서 토론하는 모습도 확인할 수 있었다. 따라서 이와 같은 상

황을 좀 더 면밀히 살펴보기 위한 질적 연구가 추후에 이루어질 필요가 있겠다. 또한 거꾸로 교실을 적용한 수업에서 사전 학습 자료가 차지하는 역할의 중요성을 고려해 볼 때, 학생들의 학습 성향을 고려한 다양한 양질의 동영상 자료와 온라인 모듈의 개발에 대한 연구가 시급히 이루어질 필요가 있다. 한편, 이 연구는 한 개의 사범대학 과학교육과에 재학 중인 일부의 학생들만을 대상으로 진행되었으므로, 본 연구 결과를 해석하는 것에 신중을 기할 필요가 있다.

Acknowledgments. 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2016S1A5A2A01022832).

REFERENCES

1. Im, I. The Fourth Industrial Revolution Insight, Kyeong-gi, Korea, 2016.
2. Warter-Perez, N.; Dong, J. In *Flipping the Classroom: How to Embed Inquiry and Design Projects into a Digital Engineering Lecture*. Proceedings of the 2012 American Society for Engineering Education-Pacific South West Section Conference, USA, 2012.
3. Ministry of Education. *The 2015 Revised National Curriculum of Science*. Seoul, 2015.
4. Oh, H.-W.; Joo, H.-J.; Han, J.-M.; Kim, E.-K.; Jung, W.-J.; Kim, D.-H.; Ji, S.-M. *Science & Technology & ICT Policy·Technology Trend: Japan, National Industry Future Outlook Report*; Research Report for Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning: Seoul, 2016.
5. So, K.; Lee, S.; Park, *Journal of the Korean Comparative Education Society* **2007**, *17*, 105.
6. OECD. Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundation. OECD Publishing: Paris, 2003.
7. OECD. Schooling for Tomorrow: Think Scenarios, Rethink Education. OECD Publishing: Paris, 2006.
8. Kheel, H.-S. *Korean Association for Learner-centered Curriculum and Instruction* **2001**, *1*, 1.
9. Lee, G.-W.; Kim, S.-D. *The Korean Association for Educational Methodology Studies* **2004**, *16*, 134.
10. Lee, J.-P.; Yi, J.; Kwon, D. *Korean Association for Learner-centered Curriculum and Instruction* **2012**, *12*, 643.
11. Hamdan, N.; Mcknight, P.; Mcknight, K.; Arfstrom, K. M. *The Flipped Learning Model: A White Paper Based on the Literature Review Titled a Review of Flipped Learning*. Retrieved December 12, 2013 from http://researchnetwork.pearson.com/wp-content/uploads/WhitePaper_FlippedLearning.pdf.
12. Park, T.-J.; Cha, H. J. *The Journal of Korean Association of Computer Education* **2015**, *18*, 81.
13. Lee, J.-Y.; Kim, Y.-H.; Kim, Y.-B. *Journal of Educational Technology* **2014**, *30*, 163.
14. Lee, H.-R.; Sohn, J. *School Science Journal* **2016**, *10*, 319.
15. Jeong, M. The Effects of Flipped Classroom on Elementary Learner's Mathematics Academic Achievement and Attitude. Master Thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, 2014.
16. Kim, N.-I.; Chun, B.-A.; Choi, J.-I. *Journal of Educational Technology* **2014**, *30*, 467.
17. Lee, Y.; Youn, S. *Journal of Engineering Education Research* **2017**, *20*, 53.
18. Leem, J.-H. *Journal of Educational Technology* **2016**, *32*, 165.
19. Jeong, S.; Kang, S.-H. *Journal of Research in Curriculum & Instruction* **2014**, *18*, 1204.
20. Kim, Y.-E.; Shin, Y.-J.; Yoon, H.-J.; Woo, A.-J. *Journal of the Korean Chemical Society* **2010**, *54*, 771.
21. Hofstein, A.; Lunetta, V. N. *Science Education* **2004**, *88*, 28.
22. Kim, M.-W.; Lee, H.-J.; Lee, Y.-J. *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education* **2014**, *20*, 596.
23. Papadopoulos, C.; Roman, A. S. *Implementing an Inverted Classroom Model in Engineering Statics: Initial Results.* Proceedings of American Society for Engineering Education 2010 Annual Conference and Exposition, USA, 2010.
24. Kolbe, R. H.; Burnet, M. S. *Journal of Consumer Research* **1991**, *18*, 243.
25. Schiefele, U.; Krapp, A. *Learning and Individual Differences* **1996**, *8*, 141.
26. Kang, H.-S.; Shin, S.-J.; Noh, T.-H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2008**, *52*, 550.
27. Long, T.; Logan, J.; Waugh, M. Students' perceptions of the value of using videos as a pre-class learning experience in the flipped classroom. *TechTrends*. doi:10.1007/s11528-016-0045-4.
28. Flumerfelt, S.; Green, G *Educational Technology & Society* **2013**, *16*, 356.
29. Frydenberg, M. The Flipped Classroom: It's Got to be Done Right. Huff Post College. Retrieved from http://www.huffingtonpost.com/mark-frydenberg/the-flipped-classroom-its_b_2300988.html.
30. Annett, J. Feedback and Human Behavior; Penguin Books: Harmondsworth, Middlesex, England, 1969.
31. Yang, I.-H.; Jeong, J.-W.; Kim, Y.-S. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2006**, *27*, 509.