

반응적 교수를 위한 교사교육 프로그램을 통한 화학교사의 교수 유형 및 장애 요인 분석

김정수 · 백성혜*[†]

부평여자고등학교

[†]한국교원대학교 화학교육과

(접수 2021. 1. 22; 게재확정 2021. 5. 24)

Analysis of Teaching Types and Obstacles of Chemistry Teachers through Teacher Educational Programs for Responsive Teaching

Jeong Soo Kim and Seung-Hey Paik*[†]

Bupyeong Girls' High School, Incheon 21378, Korea.

[†]Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Cheongju 28173, Korea.

*E-mail: shpaik@knue.ac.kr

(Received January 22, 2021; Accepted May 24, 2021)

요 약. 이 연구의 목적은 화학교사들의 반응적 교수 유형의 변화를 관찰하기 위하여 선행연구에서 제안한 반응적 교수 유형을 세분화하고, 반응적 교수 유형의 변화에 장애를 주는 요인을 알아보는 것이다. 이를 위하여 교육대학원 과정으로 개설한 화학교육 강좌에 참여한 화학교사들을 대상으로 반응적 교수법에 대한 소개, 반응적 교수법 사례 분석, 촉진자 유형의 교육시나리오에 대한 개별 과제 및 조별 토론 등이 포함된 교육프로그램을 제공하였다. 선행연구를 바탕으로 교사의 교수법은 변별자 유형, 전달자 유형, 안내자 유형, 촉진자 유형으로 분석하였을 때, 분류가 안되는 유형이 관찰되었으므로, 이 연구에서는 탐색자 유형과 해석자 유형 등 2가지 유형을 추가하여 화학교사들의 반응적 교수 유형을 세분화하였다. 또한 개별 과제 및 조별 토론 자료를 통해 교사들의 반응적 교수법 변화에 장애를 주는 요인을 관찰할 수 있었다. 연구에서 찾아낸 장애 요인으로는 교사 요인, 학생 요인, 환경 요인 등이 있었다. 장애 요인 중 교사 요인으로는 교사 주도 수업에 대한 신념, 지식 전달자로서 교사의 역할에 대한 신념, 교육과정에 따라야 한다는 신념, 학생에 대한 교사의 이해 부족, 학생 주도 확장을 이끄는 교사의 역량 부족 등이 나타났다. 학생 요인으로는 학생의 역량에 대한 불신이 있었다. 또한 환경 요인으로는 다인수 학급과 같은 교육 환경이 있었다. 이러한 장애 요인을 제거하기 위한 노력이 함께 이루어질 때 반응적 교수법에 대한 효과적인 교사교육이 이루어질 수 있을 것이다.

주제어: 반응적 교수법, 화학교사, 교사교육, 변화의 장애

ABSTRACT. The purpose of this study is to subdivide responsive teaching types proposed in the previous study in order to observe the change in the responsive teaching types in teacher educational programs, and to identify factors that impede changes in responsive teaching types. To this end, an educational program including introduction of responsive teaching, case analysis of responsive teaching, individual assignments and group discussions on facilitator type educational scenarios is provided for chemistry teachers who participated in a chemistry education course established in a graduate school of education. Based on previous research, when the teacher's teaching method was analyzed as evaluator, transfer, guide and facilitator, a type that could not be classified was observed. In this study, responsive teaching types were added by adding two types: explorer and interpreter. In addition, through individual assignments and group discussion data, we could observe the factors that hinder teachers' responsive teaching changes. The obstacles that impede the change to responsive teaching were classified into teacher factors, student factors, and environmental factors. Among the obstacles, teacher factors include a belief in teacher-led instruction, a belief in the role of a teacher as a transfer of knowledge, a belief that the curriculum should be followed, a lack of understanding of the teacher about students, and a lack of the teacher's ability to lead student-led expansion. The student factor was distrust of the student's competence. Also, as an environmental factor, there was an educational environment such as multi-students class. Effective teacher education on responsive teaching can be achieved only when the perception related to these obstacles can be removed.

Key words: Responsive teaching, Chemistry teacher, Teacher education, Obstacles to change

서 론

반응적 교수법은 학생의 생각을 가치 있게 생각하고, 그들을 수업의 주체자로서 지원해주기 때문에 학생 참여형 수업에 적합한 교수법으로 제안되고 있다.¹ 반응적 교수법이 적용된 수업에서 교사는 학생 아이디어의 정확성을 판단하고 학생들에게 올바른 답변을 하도록 요청하지 않고, 학생의 아이디어를 수업의 자원으로 활용한다. 학생의 생각을 평가에 활용하기 보다는 학생의 생각을 지지하고 학문적으로 연결해 주기 위한 방안을 모색하는 교사의 역량에 초점을 둔다. 반응적인 수업은 학생이 제기하는 아이디어와 문제에 따라 수업이 진행되기 때문에²⁻³ 교사는 수업지도안이나 교육과정으로 학생을 유도하지 않는다.⁴ 따라서 반응적 교수법은 학생들이 생산적인 과학적 실행에 참여할 수 있도록 지원하는 교수법이라 할 수 있다.^{1-3,5-17}

반응적 교수법은 학습자가 자신이 가진 기존 지식을 바탕으로 환경과의 능동적인 상호작용을 통해 지식을 만들어가는 구성주의 학습 이론과 일치한다.^{3,8,13,18} 반응적 교수법이 적용된 수업은 학생이 자신의 생각을 표현할 수 있는 기회를 제공하므로 학습 참여형 수업을 활성화시킬 수 있다. 반응적 교수법은 학생들의 개념이해, 과학적 사고와 실행에 참여할 수 있는 기회를 제공한다.^{2,19} 또한 학생의 아이디어에서 학문적으로 연결할 수 있는 요소를 찾아 발전시켜 주므로 토론을 통한 상호작용을 중요하게 생각한다.²⁰ 이 과정에서 학생들은 자신의 설명을 구축하고 분석하면서 과학적 방법을 습득할 수 있기 때문에 과학적 실행에도 도움이 된다.¹² 따라서 반응적 교수법은 학생들 스스로 지적 활동을 수행하고, 학생의 잠재력과 변화를 위한 적극적 참여가 강조되고, 학생이 자기주도적으로 수업을 구성하는 교육의 변화를 잘 반영한 교수법이라고 할 수 있다.¹⁻²

2015 개정 교육과정에서는 창의융합형 인재 양성을 위해 과학 교과 특성에 맞는 핵심 역량을 제시하고 학생 참여형 수업을 강조하고 있다. 교육부에서 발표한 과학교육 종합계획(2016~2020)에서는 학생 참여형 과학수업 모델을 현장에 적용하기 위해 선도학교 운영 등 다양한 노력을 기울였지만 그 성과가 뚜렷하지 않아, 과학교육종합계획(2021~2025)에서도 학생 참여형 과학수업의 확산을 중요한 과제로 제시하고 있다. 특히 토론을 과학 수업에 도입하여 학생들이 주장을 구성하고 정당화하며 다른 사람을 설득하는 의사소통 행위를 통해 지식의 구성 과정을 경험하는 것²¹⁻²²은 학생 참여형 과학수업에서 매우 중요하다. 따라서 2015 개정 교육과정에서는 이러한 토론 활동의 중요성이 강조되고 있다.²³ 이러한 시대적 요구에 따라 교

사 중심의 전통적인 수업 방식을 지양하고 학생 중심의 발문과 토론 위주의 수업 방식을 확산시키기 위해, 반응적 교수법의 중요성이 최근에 부각되고 있다.^{16,24} 국내에서 진행된 반응적 교수법에 대한 연구는 논변 활동에서의 반응적 교수 실행,¹⁴⁻¹⁷ 수학적 사고 계발을 위한 반응적 교수의 탐색,²⁴ 초등 과학 수업에서의 반응적 교수의 가능성 탐색¹³ 등의 연구가 진행되었으나, 화학교육 분야에서 교사교육에 관련된 연구가 충분히 이루어지지 못하고 있다.

과학교육 연구에서 교사의 질문이나 피드백 활용 등 상호작용을 강조하는 연구들이 수행해 왔다.²⁵⁻²⁸ 하지만 이를 반응적 교수법과 같은 이론적 배경을 통해 좀 더 체계적으로 분석한 연구는 드물다.¹³⁻¹⁴ Ha, Lee & Kim¹⁵과 Park & Kim¹⁶에 따르면, 교사와 학생 간의 상호작용에서 교사가 인식적 권위자로 위치하면, 학생들의 아이디어의 옳고 그름을 평가함으로써 학생들의 인지적 추론이나 상호작용을 중단시키고, 교사의 권위에 의존하도록 만든다고 하였다. 또한 촉진자로서 교사는 학생 아이디어를 평가하기 보다는 학생들이 자신의 생각을 명확하게 드러낼 수 있도록 지원하는 방식으로 교수를 할 수 있어야 한다.¹⁵ 즉, 교사의 역할은 반응적 교수 실행에 큰 영향을 미친다.^{8,15,29-30}는 것을 알 수 있다.

반응적 교수를 효과적으로 교실 현장에 구현하기 위해서는 교사들의 발문과 학생들의 토론 유발이 중요하지만, 실제 수업에서 이를 구현할 수 있는 교사들은 많지 않다.²⁴ 그러나 이러한 반응적 교수법을 구현할 수 있는 교사의 역량은 시간이 지남에 따라 자연스럽게 발달하지 않는다.²⁴ 즉, 많은 교사들이 복잡한 교실 상황에서 무엇에 주목하여 반응해야 할지에 어려움을 겪는다.¹⁷ Sherin & Star³¹는 교사의 반응적 교수 역량은 교사 교육프로그램과 같은 외부 중재 요인에 의해 발달한다고 주장하였다. 교사의 반응적 교수 역량을 신장시키기 위해서는 수업 장면을 포착하고 편집한 영상이나 자료를 교사들에게 제공하고 논의하는 비디오 클럽이 효과적이라고 제안하였다.³²⁻³⁴ Cho, Kim & Paik³⁵은 예비 화학교사들을 대상으로 증발과 끓음에 대한 반응적 교수법을 제공하고, 예비 화학교사들의 수업 중 토론 과정을 분석하여 반응적 교수에 대한 전문성 성장이 이루어짐을 보고하였다.

아직까지 우리나라 화학교사들을 대상으로 구체적인 화학 수업 내용을 중심으로 교사들의 반응적 교수 역량 함양의 과정을 분석한 연구는 드물다. 그러나 잘 조직화된 실천 기반의 교사교육프로그램이 교사교육에서 유용하다는 연구결과³⁶가 있으므로, 이 연구에서는 구체적인 화학 수업 내용으로 실천 기반 교사교육프로그램을 교사들에게 제공하고자 하였다. 또한 이 연구에서는 반응적 교수 역량 함양을 위한 교육프로그램에 참여한 화학교사들

의 변화를 통해 반응적 교수 유형을 분석하고, 반응적 교수 유형의 발달에 장애를 주는 요인을 파악하고자 한다. 이러한 연구 결과를 토대로 화학교사들의 반응적 교수 역량 함양을 위한 효과적인 교육 방안을 찾아보고자 한다.

연구 방법

연구대상

프로그램에는 충북 소재 H대학교 교육대학원에 재학 중인 화학교사 14명이 참여하였다. 이들 중에는 중학교에서 과학을 지도하는 경우와 고등학교에서 화학을 지도하는 경우로 구분되었으나, 모든 교사들은 화학교육을 전공하고 화학을 가르칠 수 있는 교사자격증을 소지한 현직 교사들이었다. 따라서 이들을 “화학교사”로 명칭하였다. 참여 교사의 성별은 남교사 6명(42.9%), 여교사 8명(57.1%)이었고, 교직경력은 1~5년이 7명(50.0%), 6~10년이 6명(42.9%), 11~15년이 1명(7.1%)이었다. 근무하는 학교의 환경은 대도시 학교가 8명(57.1%), 중소도시 학교가 5명(35.8%), 농산어촌 학교 1명(7.1%)이었으며, 대학원 재학 학기는 1~2학기가 7명(50.0%), 3~4학기가 4명(28.6%), 5~6학기가 3명(21.4%)이었다.

프로그램 내용

이 연구는 한 학기동안 진행된 교육대학원 화학교육 강좌를 통해 이루어졌다. 이 강좌는 화학교사의 반응적 교수 역량 함양을 목표로 개설되었으며, 수업에 참여한 화학교사들을 대상으로 운영되었다. 강좌는 오리엔테이션과 최종 평가 시간을 포함하여 총 15회 진행되었으며, 실제 교육프로그램은 13회 동안 진행되었다. 회당 4시간씩 운영하였으며, 총 수업 시간은 52시간이었다. 화학교사들에게 제공한 반응적 교수 자료는 선행연구²에서 얻은 학생 자료들이었으며, 이를 반응적 교수법 사례 분석의 개별 과제 및 조별 과제 수행의 소재로 사용하였다. 화학교사들에게 제공된 자료는 질량, 부피, 원자, 분자, 반응, 분자운동, 보존 등 화학의 전반적인 기초 개념에 대한 학생들의 수업 반응을 파악할 수 있는 소재이기 때문에, 교사들의 반응적 교수법 유형을 판단하기에 적합하다고 보았다. 반응적 교수법은 학생의 생각을 과학의 씨앗(seeds of science), 자원(resources)이라고 표현할 정도로 수업과 탐구의 출발점이 될 수 있음을 강조한다.^{2-3,11} 따라서 이 연구에서는 선행연구에서 도출한 학생들의 생각을 소재로 교사들의 반응적 교수법의 유형을 파악하고자 하였고, 다루는 내용은 화학의 기본 개념이기 때문에 중학교에서 과학을 가르치는 교사와 고등학교에서 화학을 가르치는 교사 모두 과제 수행과 토론이 가능한 소재로 보았다. 프로그램에 참여하는

화학교사들은 선행 연구²에서 다루었던 다양한 화학 개념들에 대한 수업 사례를 바탕으로 화학이라는 학문의 본질과 연결할 수 있는 학생들의 생각을 발견하고, 학생들의 생각을 화학이라는 학문으로 이끌어 낼 수 있는 방안을 제시하고, 교사가 촉진자로서 반응적 교수법을 구현할 수 있는 수업 시나리오를 작성하는 개별 과제 및 조별 과제를 수행하였다. 이 연구에서는 구체적인 수업 사례를 활용하여 화학교사들이 개별 과제 수행에서 보여주는 반응적 교수에 대한 개별 인식 수준을 분석하고, 조별 과제 수행 및 토론 과정에서 나타나는 교사의 반응적 교수에 대한 인식 수준의 변화를 알아보하고자 하였다.

자료 수집

연구에 참여한 화학교사들은 반응적 교수법을 적용하기 위한 수업 전략을 세우고 수업 시나리오를 구성하는 전체 교육프로그램이 진행된 13회 동안 개별 과제와 조별 과제를 제출하였다. 코로나-19로 인하여 모든 수업은 비대면 온라인 수업으로 진행되었으며, 교사들이 조별 과제 수행 중에 진행된 조별 토론은 ZOOM을 이용한 화상회의와 카카오톡의 채팅방에서 이루어졌다. 온라인 수업은 모두 녹화되었으며, 조별 토론 내용은 모두 기록되었다. 또한 연구 대상자들의 연구 참여 동의를 모두 받았다. 연구를 위해 수집된 자료는 교육프로그램에 참여한 화학교사들이 제출한 과제, 상호토론 동영상 전사 자료 등이 있으며 필요한 경우 추가적인 인터뷰를 실시하였다. 화학교사들은 선행연구²에서 수집한 질량보존과 부피보존에 관련된 고등학교 2학년 수업 장면별로 조직화된 반응적 교수법 사례를 제공하고, 촉진자의 역할을 교사가 수행하기 위한 수업 전략 및 시나리오 작성을 개별과제로 제출하도록 하였다. 그리고 개별 과제를 토대로 조별 토론을 한 후에 합의된 수업 전략과 시나리오를 조별 과제로 제출하였다. 이러한 과정을 통해 반응적 교수법에 대한 교사들의 생각과 그 변화를 추적하였다. 또한 반응적 교수 유형 변화에 장애를 주는 요인을 분석하기 위하여 조별 토론 자료와 추가 인터뷰 자료를 분석하였다.

자료 분석

연구 자료의 분석은 과학교육전문가와 반응적 교수법에 전문성을 가지고 있으며 박사과정에 재학 중인 두 명의 화학교사 등 총 3명의 전문가들이 합의하여 진행하였다. 수업 장면에서 화학교사들이 전문가들과 함께 어떻게 반응적 교수법을 실행하는지 반응적 교수법을 잘 조직화된 수업 사례를 미시적으로 분석하는 과정을 거친 후, 과학교육전문가들이 함께 화학교사들의 프로그램 참여 과정을 관찰하고, 과제와 조별 토론 내용을 분석하여 반응적 교

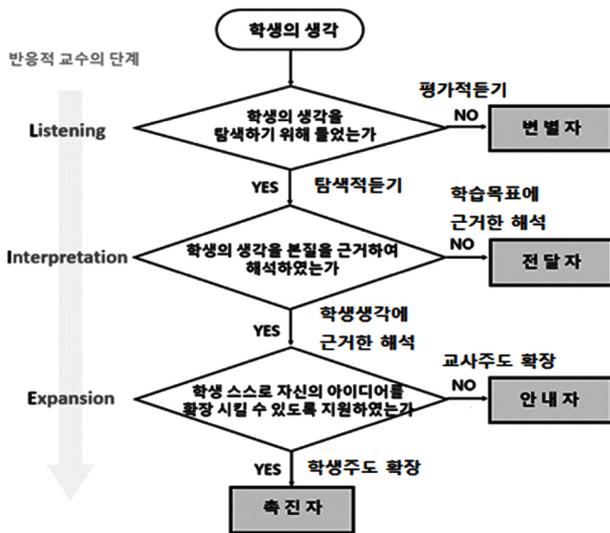


Figure 1. Classification criteria for responsive teaching.¹

수 유형의 변화 과정을 파악하였다. 과학교육전문가들은 개별 과제 및 조별 과제 수행 과정에서 화학교사들이 제출한 과제, 상호토론, 프로그램 진행과정에서 보이는 반응을 분석하여 교수 유형을 분류하였다. 분석 과정에서 분석자간 분석 결과가 불일치 할 때에는 서로 토론을 통해 합의할 때까지 토론하고 합의에 도달하였다. 화학교사들의 반응적 교수 유형은 Cho & Paik¹의 반응적 교수 실행 유형으로 분석하였으며, 변별자 유형은 듣기 단계에서만 평가적 듣기를 수행하는 교수 유형이고, 전달자 유형은 탐색적 듣기와 학습목표에 근거한 해석 요소를 포함하는 교수 유형이며, 안내자 유형은 탐색적 듣기, 학생 생각에 근거한 해석, 교사주도 확장 요소를 수행하는 교수 유형이고, 촉진자 유형은 탐색적 듣기, 학생 생각에 근거한 해석, 학생주도 확장 요소를 수행하는 교수 유형이다.

연구 결과 및 논의

교수 유형의 변화 분석을 위한 반응적 교수 유형 세분화

화학교사들의 조별 토론 수행 전·후의 반응을 분석하여 반응적 교수 유형을 구분하였다. 조별 토론 수행 전의 반응적 교수 유형은 화학교사들이 제출한 개별 과제와 프로그램 진행과정에서 보이는 반응을 분석하였고, 조별 토론 수행 후의 반응적 교수 유형은 조별 토론과 프로그램 진행과정에서 보이는 반응을 분석하여 교수 유형을 분류하였다.

분석하는 과정에서 반응적 교수 유형에 대한 교사들의 인식 변화에도 불구하고 선행연구¹로는 분류하기 어려운 교사들을 발견하였다. 화학교사 6은 조별 토론 수행 전에는

교육목표에 근거하여 학생의 생각을 해석하려는 경향을 보였지만, 조별 토론 수행 후에는 학생 생각에 근거하여 해석하려고 경향을 나타내었다. 화학교사 6의 반응적 교수에 대한 인식의 변화에도 불구하고 선행연구의 분류에서는 모두 전달자 유형으로 분류해야 하는 문제가 있었다.

중학교 수준에서는 분자 간의 인력 개념을 너무 깊게 다루는 것은 교육과정 상 부적절 할 수도 있으므로, 분자 간의 힘과 관련하여 더 심화된 개념은 고등학교 수준에서 다루는 것이 적합하다. (화학교사 6, 개별 과제)

교사가 학생에게 열린 사고로 다가갈 수 있어야 한다. 교사의 부담을 조금 줄이고 학생과 소통하면서 학생의 반응을 열린 마음으로 받아들일 수 있는 부분이 중요하다. (화학교사 6, 조별 토론)

Cho & Paik¹의 네 개 범주 유형으로 분류하였을 때, 화학교사 6과 같이 자료를 통해서 변화가 확인되는 일부 연구 참여자들의 반응적 교수 유형은 변화가 없는 것으로 분류되었다. 따라서 반응적 교수법에 대한 교사들의 인식 변화를 보다 세밀하게 분류할 수 있도록 교수 유형을 세분화해야 할 필요성이 있었다.

기존의 네 개 범주 유형에서 전달자(Transfer) 유형은 탐색적 듣기를 한 후에 학습목표에 근거한 해석을 하는 경우이지만, 탐색적 듣기만 관찰되는 경우에 어느 항목으로 분류해야 하는 지에 대한 논란이 발생할 수 있음을 확인하였다. 또한 선행연구에서는 학생 생각에 근거한 해석과 교사 주도의 확장이 관찰된 경우에 안내자(Guide) 유형으로 분석하였으나, 학생 생각에 근거한 해석만 관찰되고 교사 주도의 확장이 관찰되지 않은 경우에 적합한 분류 유형이 없었다. 이러한 분류의 문제를 해결하기 위하여 탐색적 듣기는 관찰되지만 학습 목표에 근거한 해석이 관찰되지 않는 유형을 탐색자(Explorer) 유형으로 새롭게 구분하였다. 또한 학생 생각에 근거한 해석은 하였으나, 교사 주도의 확장이 이루어지지 않은 경우는 해석자(Interpreter) 유형으로 구분하였다. 따라서 선행연구¹의 네 개 범주 유형을 여섯 개 범주 유형으로 세분화하였다. 반응적 교수 유형을 여섯 개 범주 유형으로 세분화하면 Table 1과 같다.

Cho & Paik¹의 분류 방법으로 조별 토론 수행 전·후에 연구 참여자들이 보인 반응적 교수 유형을 네 개 범주 유형으로 분류한 결과는 Table 2와 같다.

화학교사 2는 교사의 질문에는 한 가지 답이 있으며 이러한 답을 고민하는 과정을 판단하고자 하였으므로 학생 생각을 평가하는 변별자 유형으로 분류하였다. 또한 화학교사 3은 학생의 해당 학년에 성취해야 할 목표에 도달하

Table 1. Subdivide responsive teaching type (6 categories)

Type	Listening		Interpretation		Expansion	
	Evaluative	Exploratory	Based on learning objectives	Based on student thinking	Teacherled	Studentled
Evaluator	○					
Explorer		○				
Transfer		○	○			
Interpreter		○		○		
Guide		○		○	○	
Facilitator		○		○		○

Table 2. Analysis of responsive teaching types according to 4 categories

Type	Before group task (Individual task)	After group task
Evaluator	Teacher 1, Teacher 2, Teacher 3, Teacher 4, Teacher 5	Teacher 1, Teacher 2, Teacher 3, Teacher 5
Transfer	Teacher 6, Teacher 7, Teacher 8, Teacher 9, Teacher 10, Teacher 11	Teacher 4, Teacher 6, Teacher 7, Teacher 9, Teacher 11
Guide	Teacher 12, Teacher 13, Teacher 14	Teacher 8, Teacher 10, Teacher 12, Teacher 13, Teacher 14
Facilitator	-	-

였는지를 판단하고, 개념의 혼동에 초점을 두어 학생의 생각을 평가하고 있으므로 변별자 유형으로 분류하였다.

열을 받아서 움직임이 빨라지기 때문에 퍼진다고 학생들이 반응하는 것은 제가 이 결과 외의 답을 생각해보지 않았기 때문에 나온 생각이다. 학생들은 이 원인에 대한 답을 고민하는 과정에서 배움이 일어난다고 생각합니다. (화학교사 2, 변별자)

분자 사이의 간격을 알아내는 대화 중에 고등학교 3학년 기체 파트에 해당할 내용을 정리되지 않은 이론으로 설명했다. 분자에서 온도가 높아지면 운동속력이 빨라지는 과정은 이해했으나, 공간을 차지하는 부피의 개념을 혼동했다. 거시적 세계의 공을 생각했던 것 같다. (화학교사 3, 변별자)

화학교사 4는 개별 과제에서는 변별자 유형이었으나, 조별 토론 후에 전달자 유형으로 변화하였다. 화학교사 4는 개별 과제에서는 학생의 반응 진위 파악에 중점을 두고 학생의 반응을 이해하려하였으나, 조별 토론 후에는 학생들의 반응을 학습목표에 근거해서 해석하려는 태도를 보여서 전달자 유형으로 분류하였다.

학생이 입자가 같은 종류일 때는 상태가 중요하고 같은 상태일 때는 종류가 중요하다고 반응하는 것은 물리반응에서는 입자수와 상태가 부피를 결정한다고 결론지는 것이고, 화학반응에서는 입자수, 상태, 종류가 부피를 결정한다고 결론지는 것이다. (화학교사 4, 개별 과제, 변별자)

열과 온도를 설명할 때 어떤 방법으로 설명해야 할까? 정확한 교과 목표에서 제시하는 정의를 가르쳐야 하지 않을

까. 학생들에게 매우 중요한 부분이다. 온도와 운동에너지의 관계를 얘기하기 전에 열과 온도를 먼저 연결시키고 넘어가자. (화학교사 4, 조별 토론, 전달자)

화학교사 7은 학생들의 반응을 보고 온도 개념에 근거하여 해석하였으므로 전달자 유형으로 분류하였다. 또한 화학교사 11도 학생의 반응을 입자수와 공간의 관계로 연결하여 해석을 시도하였으므로 전달자 유형으로 분류하였다.

학생들이 '높아져서 멀어지는 게 아냐?' 라로 반응하는 것은 온도라는 개념을 물질의 평균 운동에너지라는 개념과 연결한 것이며, 절대 온도와 물질의 평균 운동에너지가 비례한다는 개념을 이해하고 있기 때문이다. (화학교사 7, 전달자)

부피가 공간이니까 입자수가 많으면 공간이 더 많이 있다는 학생의 반응은 부피를 결정하는데 있어 입자수와 상태, 종류는 모두 중요하지만 같은 물질에 상태가 같을 때 입자수가 늘어나면 부피가 증가하는 이유를 부피가 공간이니까 입자수가 많으면 공간이 더 많이 있다고 생각한 것이 의미 있다는 생각이다. (화학교사 11, 전달자)

네 개 범주 유형 분류에서 총 14명의 화학교사들 중에서 3명의 교사가 조별 토론 전과 후에 학생의 반응을 교사 주도의 확장으로 수용하고자하는 안내자 유형으로 분류되었다. 화학교사 12는 학생의 생각을 상태변화의 핵심과 연결하고, 이 사고가 교사의 주도로 에너지, 입자간 거리 등과 연결하여 확장할 수 있다는 것을 인식하고 있었다.

화학교사 13은 분자를 포함한 공간에 대한 부피에 대한 질문을 던짐으로써 교사가 학생의 아이디어를 확장시킬 수 있도록 지원할 수 있음을 언급하였다. 화학교사 14도 교사의 발문을 통해 학생들의 생각이 확장될 수 있는 가능성에 대해 인지하고 있었다. 그러나 학문의 본질에 학생 스스로 사고를 확장시키고자 하는 모습을 보여주지 못하여 촉진자가 아닌 안내자 유형으로 분류하였다.

온도가 올라가서 이동속도가 달라진다는 학생의 반응은 열에 의한 상태변화에 대해 배경지식을 갖고 있는 것이다. 상태변화의 핵심은 에너지에 의한 입자간 거리의 변화를 이해하는 것이다. 열이 분자의 에너지에 영향을 미쳐 상태가 변화한다는 반응은 상태변화의 키워드인 에너지, 입자간 거리 등에 근접한 생각이다. (화학교사 12, 안내자)

입자의 종류에 따라 입자 크기가 다르기 때문에 부피가 달라진다는 학생의 반응에 대해 교사는 촉진자로서 분자를 포함하는 공간에 대한 부피에 대한 질문을 할 수 있다. (화학교사 13, 안내자)

학생의 반응을 화학의 본질로 이끌어내기 위해 물질의 에너지 측면에서 바라볼 때 입자 간의 충돌로 인한 에너지 증가와, 온도 증가로 인한 에너지 증가 중 무엇이 더 큰 영향을 줄지 생각해보게 하고, 부피 증가로 인해 에너지가 어떻게 변환될지 생각해보게 한다. (화학교사 14, 안내자)

반응적 교수 유형을 세분화하여 연구 참여자들의 반응적 교수 유형을 여섯 가지 유형으로 재분류한 결과는 Table 3과 같다.

Table 2와 Table 3을 비교할 때, 평가적 듣기만 하는 변별자 유형은 화학교사 2와 화학교사 3 뿐이고, 화학교사 1과 화학교사 5는 변별자 유형에서 탐색자 유형으로 바뀌었다. 또한 이 교사들은 조별 토론 수행 후에도 변화가 없는 것으로 나타났다.

화학교사 1은 학생들이 온도에 따른 분자의 평균 속도에 대한 개념을 가지고 있다고 학생 생각을 평가하는 활동과 함께 분자 운동이 활발해져서 분자간 인력에 영향을

미친다는 것을 파악하지 못하고 있다는 것에 주목하여 학생 생각을 탐색하는 활동도 포함하고 있었기 때문에 탐색자 유형으로 분류하였다. 화학교사 5는 온도의 개념 이해에 대한 평가적 사고를 가지고 있었지만, 대부분의 학생들이 온도를 운동 속도와 연결지어 생각하는 것이 어려울 것이라는 학생 생각에 대한 탐색적 활동도 포함하고 있었으므로 탐색자 유형으로 분류하였다. 이러한 점에서 Table 2의 변별자 유형으로 분류한 화학교사 2나 화학교사 3의 사례와 차이가 있음을 알 수 있다.

온도가 올라가서 분자의 이동속도가 달라진다는 반응은 '기체 분자 운동론' 중 온도에 따른 분자의 평균 속도에 대한 개념을 가지고 있기 때문이다. 열에너지로 분자 운동이 활발해져서 분자간 인력에 영향을 미친다는 것을 파악하지 못하고 있다. (화학교사 1, 개별 과제, 탐색자)

온도가 올라가서 분자의 이동속도가 변한다는 생각은 기본적으로 온도의 개념을 이해하는데 중요한 요인이다. 대부분의 학생들은 온도의 개념을 생각할 때 뜨겁다, 또는 차갑다라고 단순하게 생각하기 쉽지만 온도를 운동에너지 또는 운동속도와 연결지어 생각하는 것은 쉽지 않다. (화학교사 5, 조별 토론, 탐색자)

화학교사 8과 화학교사 9는 네 개 범주 유형 분석에서는 전달자 유형으로 분류되었으나, 여섯 개 범주 반응적 교수 유형으로 분석한 결과, 해석자 유형으로 구분되었다. 화학교사 8은 학생 1과 학생 4의 생각을 해석하였지만, 이를 확장 단계로 이끌지 못하였기 때문에 해석자로 분류하였다. 또한 화학교사 9도 학생의 반응을 보고 분자의 본질에 대한 학생의 이해를 이끌어내는 과정을 해석하고 있었지만, 사고의 확장을 이끌어내는 단계까지 가지 못하였기 때문에 해석자로 분류하였다.

학생 1은 2009개정 교육과정 중1 '열과 우리 생활'에 있는 고체의 열전달(전도)에 관심을 가지고 있으며, 학생 4는 2009 개정 중3 '일과 에너지 전환'에 있는 입자와 입자 사이의 충돌로 마찰열이 발생한다고 생각하고 있다. (화학교

Table 3. Analysis of responsive teaching types according to 6 categories

Type	Before group task (Individual task)	After group task
Evaluator	Teacher 2, Teacher 3, Teacher 4	Teacher 2, Teacher 3
Explorer	Teacher 1, Teacher 5	Teacher 1, Teacher 5
Transfer	Teacher 6, Teacher 7, Teacher 10, Teacher 11	Teacher 7, Teacher 4, Teacher 11
Interpreter	Teacher 8, Teacher 9	Teacher 6, Teacher 9
Guide	Teacher 12, Teacher 13, Teacher 14	Teacher 12, Teacher 8, Teacher 13, Teacher 14, Teacher 10
Facilitator	-	-

사 8, 개별 과제, 해석자)

학생들의 반응에서 온도와 입자 간격에 대한 이야기가 의미 있다. 온도의 본질이 분자의 평균 운동에너지와 연관이 있다는 사실을 입자의 간격과 속도 같은 개념을 통해 대화하고 있는데 이를 좀 더 정교화시키면 온도의 본질과 그로부터 야기되는 분자의 본질을 학생 스스로 이해할 수 있을 것이라 생각한다. (화학교사 9, 조별 토론, 해석자)

네 개 범주 유형에서는 동일하게 전달자 유형에서 안내자 유형으로 변화된 것으로 분석된 화학교사 8과 화학교사 10이 여섯 개 범주 유형에서는 다르게 분석되었다. 즉, 화학교사 8은 해석자 유형에서 안내자 유형으로 소폭 변화가 일어났지만, 화학교사 10은 전달자 유형에서 안내자 유형으로 큰 폭의 변화가 일어났음을 알 수 있다. 이러한 변화의 차이를 비교해 보면 다음과 같다.

입자모형을 그릴 때 학생 1은 고체 상태와 기체 상태를 구분하지 않아 입자의 부피 자체가 차지하는 부피라고 생각하여 입자수가 부피에 영향을 준다고 생각하며, 학생 2는 입자의 크기가 부피에 영향을 준다고 생각하고 있다. (화학교사 8, 개별 과제, 해석자)

학습 목표에만 집중하기보다는 학생들이 에너지 변환에 대해 갖고 있는 지식을 활용해서 교사의 촉진에 따라 상상력을 더 많이 발휘할 수 있을 것 같다. 학생들에게 이상기체와 실제기체에 대한 내용도 제시하여 혼란이 일어나지 않도록 하는 것을 제안한다. (화학교사 8, 조별 토론, 안내자)

입자수가 증가하면 부피도 커진다고 생각하는 것 같은데 모든 상황에서 그런가? 온도와 압력도 부피에 영향을 줄 수 있다고 이야기 해 주었는데, 온도와 부피, 압력과 부피, 입자수와 부피를 사용해서 식을 만들 수 있지 않을까? 하나의 식으로 합쳐보는 방법도 재밌을 것 같다. (화학교사 10, 개별 과제, 전달자)

촉촉할 때가 아니면 에너지 전달을 잘 못하는 것인지 질문하는 등 깊이 있게 생각을 촉진하는 질문을 제시한다. 화학뿐만이 아니라 태양과 지구 사이의 에너지 이동과 같이 다른 과학인 지구과학으로 연관시키면 학생들이 더 깊이 사고할 수 있을 것이다. (화학교사 10, 조별 토론, 안내자)

여섯 개 범주로 상세화하면 선행연구¹에서 네 개 범주로 분류한 결과와 차이가 있다. 네 개 범주의 분류에서는 조별 토론 수행에 의해 변별자 유형에서 전달자 유형으로

변화된 교사는 1명(화학교사 4), 전달자 유형에서 안내자 유형으로 변화된 교사는 2명(화학교사 8, 화학교사 10)이었다. 그러나 여섯 개 범주로 분류한 경우에는 조별 토론 수행에 의해 변별자 유형에서 전달자 유형으로 변화한 교사가 1명(화학교사 4), 전달자 유형에서 해석자 유형으로 변화한 교사가 1명(화학교사 6), 전달자 유형에서 안내자 유형으로 변화한 교사가 1명(화학교사 10)이었다. 또한 해석자 유형에서 안내자 유형으로 변화한 교사가 1명(화학교사 8)이었다. 따라서 네 개 범주로 분류한 경우보다 교육프로그램의 효과가 더 크게 나타났고, 변화의 범위가 다양하게 나타남을 알 수 있다.

반응적 교수 유형 변화에 장애를 주는 요인 분석

반응적 교수 유형 변화에 장애를 주는 교사 요인은 반응적 교수 유형에 관계없이 광범위하게 나타났다. Cho & Paik¹은 반응적 교수 실행의 걸림돌이 되는 요인으로 주어진 수업 시간 내에 정해진 학습 목표를 달성해야 한다는 압박, 교육과정에서 제시된 개념만을 다루어야 한다는 경직성, 교사가 수업을 이끌어가야 한다는 강박 등을 제시하였는데, 이러한 요인들은 반응적 교수법을 적극적으로 실천하기에 교사들의 역량이 부족하다는 선행연구¹³와도 맥을 같이 한다.

교육프로그램 후에도 변별자 유형에서 변화가 없었던 화학교사 2는 교사가 수업을 이끌어야 한다는 신념이 강한 교사로 나타났다. 이는 교사가 원하는 방향을 정해 놓고 학생들을 유도한다거나, 교사는 답을 알고 있다는 인식으로부터 찾을 수 있었으며, 이러한 인식으로 인해 학생 생각을 평가적 듣기에 멈추는 변별자 유형에 머물렀다. 화학교사 9의 경우에도 교사가 수업을 주도적으로 이끌어야 한다는 사고를 강하게 나타내었다. 따라서 교육프로그램 후에도 해석자의 유형에서 변화를 보이지 않았다.

촉진자라면 원하는 방향을 정해놓고 그쪽으로 유도할 수 있게 하는 것이 촉진인데, 저는 다르게 다양한 생각을 촉진시키고자 유도했어요. 아이들을 다양하게 생각을 할 수 있는데 우리가 알고 있는 답만 제시하라고 하고 있어요. 교사는 답을 알고 있다 보니까 학생들에게 계속 좁은 답만 유도한다고 생각해요. (화학교사 2)

교사는 중간 중간 학생들이 갈피를 못 잡을 때 그래프와 같은 자료를 제시해주어야 해요. 실제 실험 결과와 같은 그래프를 제시해 주어야 하는데, 이것이 반응적 교수법이 될 수 있는지 궁금해요. (화학교사 9)

이러한 사고는 Cho & Paik¹이 제시한 바와 같이 교사가

수업을 이끌어야 한다는 생각과 관련되어 있다. 수업에서 교사가 변별자 유형이면, 학생들의 생각을 직접 평가하는 발화, 또는 학생에게 정답을 말하거나 설명하는 발화를 많이 하게 된다.¹⁶ 이러한 경우에 학생들은 자신의 추론을 드러내기 보다는 교사의 평가에 귀를 기울이고 교사의 사고를 그대로 따라가는 모습을 보인다.

학생중심 수업의 중요성을 인식하는 교사들 중 많은 교사들이 실제 수업에서는 교사가 주도권을 갖고 개념적 측면에서 지원하는 현상이 관찰되었다.¹⁵ 즉 교사의 역할에 대한 새로운 변화를 인식적 측면에서 이해하고 받아들인 경우에도 수업의 실제에서는 실천에 한계를 보인다.¹² 이 때문에 교사들의 새로운 교수 지식의 구현 역량에 대한 교육은 매우 중요하다고 할 수 있다.

화학교사 1은 교육프로그램 후 학생의 생각을 확장시키는 촉진자로서 교사의 역할이 중요하다고 인식하게 되었다. 그러나 이러한 변화는 교사의 역량이 부족한 경우 어려울 수 있다고 인식하고 있었다. 따라서 교육프로그램 후에도 탐색자의 유형에서 변화를 보이지 않았다. 교사의 역량 부족으로 인해 반응적 교수의 실현이 어렵다고 느낀 화학교사 7의 경우에도 전달자의 유형에서 변화를 보이지 않았다. 또한 화학교사 14는 학생의 생각을 확장하기 위한 촉진자로서의 질문을 만드는 것을 어렵게 인식하고 있었으며, 따라서 교육프로그램 후에도 안내자 유형에서 변화가 일어나지 않았다.

교사의 교과에 대한 연구가 많이 필요할 것 같아요. 영재수업이나 심화반 수업, 과학토론동아리 성격의 동아리 활동으로 이 교수법을 활용한다면 어떻게 수업을 준비해야 할지 고민이 많이 되는 부분이 있어요. 지식전달자로서의 교사에게 학생과 함께 소통하며 가르치는 교사가 되기 위해 필요한 부분이라고 생각해요. (화학교사 1)

저도 개인 과제할 때 온도가 높아질 때 속도가 빨라지는 건 당연히 애들이 안다고 가정을 한 것 같아요. 그래서 자세히 생각을 못해본 것 같아요. (화학교사 7)

촉진자가 되기 위한 질문은 굉장히 어려울 것 같다고 생각해요. 입자의 크기와 거리를 비교했을 때, 크기는 왜 기체 상태에서 무시 할 수 있는지 추가로 발문하면 좋겠다고 생각했어요. 촉진에 대한 질문이 어렵지만 교사들의 고민이 필요하다고 생각해요. (화학교사 14)

교사가 예상하지 못한 학생들의 사고에 즉각적으로 반응하는 것은 반응적 교수법을 현장에 도입할 때의 주된 어려움 중 하나이다. 그러나 교사들이 교육프로그램을 통

해 학생들이 맥락에 따라 어떤 반응을 보이는 지에 대해 경험하고, 학생들의 사고에 대한 자료를 축적한다면, 학생들의 사고를 예측하고 이에 따라 적절한 반응을 생각하고 대처하는 역량을 기를 수 있다.^{7,14}

교사 주도 수업에 대한 신념과 교사의 역량 부족에 대한 인식 이외에도 교육과정에 제시된 개념을 다루어야 한다는 사고 역시 이 연구 자료에서 분석되었다. 화학교사 12는 학생 생각에 근거한 해석과 교사주도의 확장을 실천하는 안내자 유형으로 분류되었지만, 조별 토론 수행 후에도 교육과정에 제시한 개념을 다루어야 한다는 생각 때문에 학생주도 확장으로의 변화를 이끌어내지 못하였다.

화학에서 입자간 상호작용은 상태변화, 화학반응 등을 이해하는데 있어서 핵심적인 개념이에요. 학생의 생각에서는 입자간 인력(상호작용)에 대한 이야기가 빠져있어요. 학생의 생각대로 입자의 운동을 전개한다면, 고체 상태에서 물질을 이루는 입자가 조금이나마 이동을 하고 있다는 것인데, 그러면 고체 상태의 형태가 유지되는 이유를 설명하기 어렵다고 생각해요. (화학교사 12)

수업 현장에서 교사들이 교사 주도 수업에 대한 신념과 교사의 역량 부족에 대한 인식, 교육과정에 제시된 개념을 다루어야 한다는 사고 등을 가지고 있는 경우 반응적 교수법을 구현할 때 장애를 가져올 수 있다는 것을 파악하고, 교사들을 위한 교육프로그램에 이러한 장애를 제거하는 노력을 우선적으로 포함할 필요가 있다. 이러한 교수법 구현에 장애가 되는 요인¹⁵들을 고려하지 않는 교육프로그램은 교육적 효과를 기대하기 어려울 수 있기 때문이다.

반응적 교수 유형 변화에 장애를 주는 학생 요인은 변별자 유형에 머물렀던 교사들이나, 전달자 유형에 머물렀던 교사들의 자료로부터 나타났다. 따라서 평가적 듣기나 학습목표에 근거하여 해석하는 교사들은 반응적 교수법을 실천할 때 학생이 스스로 수업의 주체가 될 수 없을 것이라는 선입견 때문에 교수법의 변화를 이끌지 못함을 알 수 있다.

교육프로그램 후에도 반응적 교수 유형에 변화가 없었던 화학교사 3은 학생들이 내용을 이해하지 못할 것이라고 판단하고 반응적 교수 구현의 과정을 생략하였다. 또한 화학교사 11도 학생들이 어려워하고 교사가 생각한 대로 학생들이 답을 하지 않을 것이라는 부정적인 생각을 가지고 있었다. 이러한 선입견들이 학생 생각에 근거한 해석을 하거나 학생들의 반응을 확장하는데 장애로 나타났다.

실제 입자에서는 에너지 손실이 있는데, 원자와 분자는 에너지 손실이 없는데 고1 학생들이 이해할 수 있을지 모르겠어요. 그래서 과제에서는 그 과정을 생략했어요. (화학교사 3)

아보가드로 법칙을 지도할 때, 눈에 보이지 않는 기체에 대해 이야기하고 학생들을 이해시키는 것이 무척 어려워요. 물을 배울 때 입자수와 부피와의 관계를 학생들이 많이 어려워 해서 현실적으로 이러한 토론이 가능하려면 교사의 많은 노력이 필요하다고 생각해요. 학생들은 교사가 생각한 대로 대답이 나오지 않을 것 같으며, 학생의 생각을 조금 더 들어보는 과정을 추가하는 것이 좋겠어요. (화학교사 11)

교사의 이러한 반응적 교수 실행의 장애는 교사의 교수 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK)과 관련이 있다.¹⁷ PCK 중에서 학생에 대한 지식은 학생이 학습을 할 때 겪는 어려움과 특정 주제에 대한 학생의 개념 등에 대한 이해를 포함한다.³⁷⁻³⁹ 그러나 학생에 대한 지식 중 학생이 무엇을 하지 못할 것이라는 선입견은 교사의 수업 전문성이라기보다는 교사의 수업 전문성 발달에 장애가 될 수 있음을 이 연구에서 발견하였다. 즉, 이 연구에 참여한 교사들의 반응적 교수 실행의 장애 요인은 학생들의 사고를 발달시키는 기회를 제거해 버리는 문제를 발생시키게 된다.

교실 환경과 같은 외적 요인이 반응적 교수법을 교실에서 실천하는데 어려움을 준다고 인식하는 경우를 반응적 교수 유형의 변화에 장애를 주는 환경 요인으로 분석하였다. 교육프로그램 후에도 탐색자 유형에서 변화가 없었던 화학교사 5는 반응적 교수법에 대한 필요성을 인식하였다. 그러나 현실적으로 입시에 매달려야 하는 교육 상황을 반응적 교수법의 적용에 장애로 인식하였다. 교육프로그램 후에도 여전히 안내자 단계에 머물렀던 화학교사 13은 촉진자 유형의 중요성은 인식하고 있었으나, 다인수 학급과 같은 교실 환경에서 교사가 학생들과 개별적 상호작용에 어려움이 있다고 인식하고 있었다.

현실과의 괴리감은 어떻게 좁혀나갈 것인지에 대한 것은 입시에 매달린 현재 교육 상황의 과제인 듯해요. 하지만 변화를 위해서 반응적 교수법과 같은 시작점은 필요하다는 것에 공감해요. (화학교사 5)

학생들의 창의적인 대담에 적절한 대응을 해주어야 할 것 같아요. 촉진자로서 '질문'을 주로 사용하는데 실제 다양

한 학생들의 답변을 모두 개개인별로 상호작용하기보다는 공통적인 상황을 생각하여 대담을 촉진할 수 있는 질문도 좋을 듯해요. (화학교사 13)

선행연구와 달리, 이 연구에서는 반응적 교수를 구현할 때 교사가 느끼는 장애를 교사 요인, 학생 요인, 환경 요인 등으로 세분화하여 분석하였다. 이를 Table 4에 제시하였다.

이러한 장애 요인들은 학생중심 교육을 위한 반응적 교수 역량을 길러줄 수 있는 교육프로그램의 효과를 위해 우선적으로 고려될 필요가 있다. 또한 이러한 장애 요인들은 화학교사들만 가지고 있는 것이 아니라, 보편적인 교사들이 가지고 있는 인식으로 볼 수 있다. 따라서 이 연구 결과는 반응적 교수법 뿐 아니라 여러 새로운 교수법을 위한 교육프로그램 개발에 고려될 필요가 있다.

결론 및 제언

이 연구는 조직화된 반응적 교수 사례를 중심으로 화학 교사의 반응적 교수법 교수 역량을 기르기 위한 교육프로그램 수행 과정에서 나타나는 화학교사들의 반응적 교수 유형과 교수 유형 변화에 장애를 주는 요인을 분석하기 위해 수행되었다. 교사의 반응적 교수 유형과 교수 유형 변화에 장애를 주는 요인을 보다 상세히 분석하는 이유는 앞으로 교사들을 반응적 교수 역량을 기르기 위한 교육프로그램 개발의 토대가 되기 때문이다. 이를 위하여 화학의 기초 개념에 해당하는 미시적 입자 개념의 맥락적 상황에서 반응적 수업의 사례를 중심으로 교육프로그램을 적용하고, 교육프로그램을 수행하는 과정에서 얻는 자료를 중심으로 화학교사들의 반응적 교수 유형 변화와 변화에 장애를 주는 요인을 분석하였다.

연구에 참여한 화학교사들은 반응적 교수법에 대한 이해와 소개, 반응적 교수법 사례 분석, 반응적 교수법에 대한 사례 조별 토론 수행에 참여하였다. 이러한 교육프로그램을 통해 14명의 교사들 중에 3명의 교사들만이 반응적 교수 유형에 변화를 나타내었다. 그러나 교사들의 자료를 분석하는 과정에서 선행연구에서 제안한 네 개 범주 반응적 교수 유형에 해당하는 않는 새로운 반응적 교수 유형을 발견하였다. 즉, Cho & Paik'의 반응적 교수 유

Table 4. Factors impeding in changes of responsive teaching types

Factor	Content
Teacher	Teachers should lead classes, Teachers' role as knowledge transferors, Lack of understanding of teachers about students, Teacher's thought that only concepts presented in the curriculum should be dealt with, Lack of competence of teachers leading student-led learning, etc.
Student	Preconceived thoughts that students will not be able to organize classes themselves, Distrust of students' capabilities, etc.
Environment	The educational situation focusing to the entrance exam for university, The difficulty of practicing responsive teaching in classroom with many students, etc.

형은 변별자 유형, 전달자 유형, 안내자 유형, 촉진자 유형 등 네 개 범주였으나, 이 연구에서는 학생 생각을 탐색적으로 듣지만 학습 목표에 근거한 해석은 관찰되지 않는 탐색자 유형, 학생 생각을 바탕으로 해석은 하지만 사고의 확장은 이끌어내지 못하는 해석자 유형 등 총 6개의 반응적 교수 유형을 제안하였다. 이러한 새로운 분류 기준으로 분석한 결과 4명의 교사가 변화하였으며, 변화의 폭이 큰 교사와 변화의 폭이 작은 교사 등이 분석되었다.

또한 반응적 교수 유형의 변화에 장애를 주는 교사 요인, 학생 요인, 환경 요인도 분석하였다. 반응적 교수 유형 변화에 장애를 주는 교사 요인은 반응적 교수 유형에 관계 없이 광범위하게 나타났다. 교사가 수업을 이끌어야 한다는 신념, 지식전달자로서의 교사의 역할에 대한 강박, 학생에 대한 교사의 이해 부족, 교육과정에 제시한 개념만을 다루어야 한다는 생각, 학생 주도 확장을 이끄는 교사의 역량 부족 등이 반응적 교수 유형을 변화시키는데 장애를 주는 것으로 분석되었다. 반응적 교수 유형 변화에 장애를 주는 학생 요인은 듣기와 해석을 중시하는 반응적 교수 유형의 교사들에게서 주로 나타났으며, 학생이 스스로 수업을 구성하지 못할 것이라는 선입견과 학생의 역량에 대한 불신 등이었다. 또한 환경 요인으로 입시에 매달리는 교육 상황이나 다인수 학습에서의 반응적 교수 실천의 어려움 등이 장애로 나타났다.

교육의 변화는 교사의 교수 역량으로부터 나온다고 할 수 있다. 따라서 교사가 전통적 수업에서 벗어나 반응적 교수법으로 바뀌기 위해서는 이를 지원하는 교사 교육프로그램 개발과 그 효과에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 이 연구를 통해 지금까지 학교 화학 수업에서 중요시되었던 과학 지식이나 결과 중심의 성과보다 학생의 사고과정의 변화를 촉진하는 반응적 교수법을 통한 학생 중심 교육으로의 변화가 이루어져야 함을 주장하였다. 이를 위하여 반응적 교수법을 획득하는 과정이 매우 중요하다. 지금까지 학습자들의 생각을 길러주는 반응적 교수는 명시적으로 이루어지지 못하였기 때문에 교수자의 수업 전문성에서 반응적 교수법의 의미와 가치가 크게 부각되지 못하였다. 그러나 앞으로 교수자의 수업 전문성 중에 중요한 역량으로 반응적 교수법의 중요성에 대해 강조할 필요가 있다.³⁵ 또한 학습자에 대한 이해 측면에서 학습자 중심의 사고 확장 등 능동적 학습자의 역량에 대한 이해 부족은 반응적 교수 구현에 걸림돌이 될 수 있음도 인식할 필요가 있다.

연구에 참여한 화학교사들은 교육프로그램을 통해 학생들의 반응을 적극적으로 수용하기 위한 태도를 보였지만 교사의 입장에서 듣고, 해석하며, 확장하는 태도를 보였다. 따라서 학습자 중심의 반응적 교수 유형인 촉진자

유형은 관찰되지 않았다. 진정한 의미의 학생 중심 수업은 학생의 참여 빈도를 높이는 수업보다는 학생이 스스로 개념을 재구성하고 학생 주도로 사고의 확장이 일어나는 수업을 의미한다. 그러나 이러한 교실 수업 패러다임의 변화를 위해서는 교사들의 반응적 교수 역량의 강화를 위한 지속적인 교육프로그램의 개발과 실행이 요구된다.

Acknowledgements. 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5C2A04081191/NRF-2019R1A2B5B01069840).

REFERENCES

1. Cho, M.; Paik, S.-H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2020**, *40*, 177.
2. Jo, N.-Y.; Paik, S.-H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2020**, *64*, 304.
3. Maskiewicz, A. C.; Winters, V. A. *Journal of Research in Science Teaching* **2012**, *49*, 429.
4. Kavanagh, S. S.; Metz, M.; Hauser, M.; Fogo, B.; Taylor, M.; Carlson, J. *Journal of Teacher Education*; Advance online publication. doi:10.1177/0022 487119841884.
5. Hammer, D. *Cognition and Instruction* **1997**, *15*, 485.
6. Pierson, J. L. *The Relationship Between Patterns of Classroom Discourse and Mathematics Learning*; The University of Texas at Austin: 2008.
7. Levin, D. M.; Grant, T.; Hammer, D. *The American Biology Teacher* **2012**, *74*, 158.
8. Levin, D. M.; Hammer, D.; Coffey, J. E. *Journal of Teacher Education* **2009**, *60*, 142.
9. Kang, H.; Anderson, C. W. *Science Education* **2015**, *99*, 863.
10. Lineback, J. E. *Journal of the Learning Sciences* **2015**, *24*, 419.
11. Robertson, A. D.; Atkins, L. J.; Levin, D. M.; Richards, J. *What is Responsive Teaching?* 2016; New York, Routledge. pp 1-35.
12. Colley, C.; Windschitl, M. *Science Education*. **2016**, *100*, 1009.
13. Oh, J.; Oh, P. S. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2017**, *36*, 227.
14. Ha, H.; Kim, H. B. *Journal of The Korean Association for Science Education* **2017**, *37*, 63.
15. Ha, H.; Lee, Y.; Kim, H. B. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2018**, *38*, 11.
16. Park, J.; Kim, H. B. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2018**, *38*, 69.
17. Kim, B.; Kim, H. B. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2019**, *39*, 739.
18. Hammer, D.; Goldberg, F.; Fargason, S. *Review of Science Mathematics and ICT Education* **2012**, *6*, 51.
19. Empson, S. B.; Jacobs, V. R. *Learning to Listen to Chil-*

- dren's Mathematics*. In Tirosh, D.; Wood, T. Eds.; *Tools and Processes in Mathematics Teacher Education*, Volume 2, pp 257-281. Rotterdam, The Netherlands: Sense. 2008.
20. Brodie, K. *Teaching and Teacher Education* **2011**, 27, 174.
21. Duschl, R. A.; Osborne, J. *Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education* **2002**, 38, 40.
22. Jimenez-Aleixandre, M. P.; Rodriguez, A. B.; Duschl, R. A. *Science Education* **2000**, 84, 757.
23. Ministry of Education. *The National Curriculum for the Primary and Secondary Schools, 2015 revision* **2015**.
24. Kim, H.; Han, C.; Bae, M. S.; Kwon, O. N. *J. Korean Soc. Math. Ed. Ser. A: The Mathematical Education* **2017**, 56, 341.
25. Choi, K.; Park, J.-Y.; Choi, B.-S.; Nam, J.; Choi, K. S.; Lee, K.-S. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2004**, 24, 1039.
26. Nam, J.; Lee, S. D.; Lim, J.-H.; Moon, S. B. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2010**, 30, 953.
27. Oh, P. S.; Ahn, Y. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2015**, 36, 390.
28. Song, H.-Y.; Kim, Y. *Biology Education*. **2016**, 44, 13.
29. González-Howard, M.; McNeill, K. *Journal of Research in Science Teaching* **2019**, 56, 821.
30. Wendell, K.; Swenson, J.; Dalvi, T. *Journal of Research in Science Teaching* **2019**, 56, 956.
31. Sherin, M. G.; Star, J. R. *Reflections on the Study of Teacher Noticing*. In Sherin, M. G.; Jacobs, V. R.; Philipp, R. Eds.; *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. **2011**, 66.
32. Santagata, R.; Zannoni, C.; Stigler, J. *Journal of Mathematics Teacher Education* **2007**, 10, 123.
33. Sherin, M. G.; Han, S. Y. *Teaching and Teacher Education* **2004**, 20, 163.
34. van Es, E. A.; Sherin, M. G. *Teaching and Teacher Education* **2008**, 24, 244.
35. Jo, N.-Y.; Kim, E.; Paik, S.-H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2019**, 63, 123.
36. McDonald, M.; Kazemi, E.; Kavanagh, S. S.; *Journal of Teacher Education* **2013**, 64, 378.
37. Monte-Sano, C.; Budano, C. *Journal of The Learning Sciences* **2013**, 22, 171.
38. Noh, T.; Kim, Y.; Yang, C.; Kang, H. *Journal of The Korean Association for Science Education* **2011**, 31, 1214.
39. Park, S.; Oliver, J. *Research in Science Education* **2008**, 38, 261.
-