

초등 과학 수업에서 ‘반응적 교수’의 실현 가능성 탐색

오지언¹ · 오필석^{2*}

¹(생연초등학교) · ²(경인교육대학교)

An Exploration of the Possibility of Implementing ‘Responsive Teaching’ (RT) in Elementary Science Classrooms

Oh, Jiun¹ · Oh, Phil Seok^{2*}

¹(Saengyeon Elementary School) · ²(Gyeongin National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the possibility of implementing ‘responsive teaching (RT)’ in elementary school science classrooms. A review of relevant literature yielded a tentative framework of RT which consisted of three characteristics of RT and example practices for each characteristic. The RT framework was used to analyze elementary science lessons on the topic of the transpiration in plant leaves. The data sources were audio recordings of three 5th grade classrooms which included both the whole-class instruction and student group activities. The data were examined through collaboration between the teacher who had taught the lessons and a university-based science education researcher. It was revealed that the implementation of RT was limited when the teacher’s intervention was focused on completing tasks; when it was out of the contexts of student activities; when the teacher provided earlier what students were supposed to find out by themselves; and when the teacher’s comments were evaluation-centered. By contrast, the implementation of RT was made highly possible when the teacher’s intervention induced an intellectual debate among students; when the teacher negotiated meanings with students; when the teacher connected what students shared to scientific knowledge; and when the teacher prompted students to solve a new problem. Implications about implementing and studying RT were discussed.

Key words: responsive teaching, elementary science classroom, elementary teacher

I. 서 론

1. 연구의 필요성

수업은 종종 예술에 비유되곤 한다. 이것은 수업이 온전히 예술의 한 장르라는 뜻이 아니라, 수업의 본질적인 속성에는 과학성과 예술성이 함께 공존한다는 것을 의미한다(Lee *et al.*, 2012). 이 중 수업의 과학적 본성에는 수업이 논리적인 방식으로 미리 처방할 수 있고, 실증적으로 그 효과를 검증할 수 있는 기능이나 기술들로 이루어졌다는 사실이 포함된다. 이와는 달리 수업의 예술성에서는 교사가 예

측하지 못한 우연한 상황에 창의적으로 대응하여 수업을 이끌어간다는 점에 주목한다. 예를 들어, 일찍이 수업의 예술적 본성을 주장하였던 Eisner(1983)는 학생들은 경험이나 능력, 성향, 친구 및 교사와의 관계 등 여러 가지 특성이 서로 달라서 교사의 가르침에 대한 반응도 다양하고, 그렇기 때문에 교사가 미리 준비된 스크립트(script)나 구조화된 수업 계획에만 의존하여서는 효과적인 수업을 할 수 없다고 지적하였다. 오히려 능력 있는 교사는 수업이 진행되는 동안 학생들이 보이는 반응의 역동적인 패턴과 그 의미를 알아내고, 그것에 적절한 교수 행동

2017.08.07(접수), 2017.08.18.(1심통과), 2017.08.24.(2심통과), 2017.08.26(최종통과)

본 논문은 오지언의 2015년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

E-mail: philoh@ginue.ac.kr(오필석)

을 취하여 수업을 생산적으로 창조해 내야 한다. 우리나라에서는 Lee(2013)와 Lee(2011)가 각각 Eisner의 선구적인 견해를 바탕으로 수업의 예술성을 몇 가지 특징으로 요약하여 제시하였다. 이들은 공통적으로 수업의 방향과 목표가 미리 설정되지 않고, 수업 과정 중에서 목표가 자연스럽게 발현되는 것, 교사의 가르침이 일상적인 습관에 얽매이지 않고, 조건과 상황에 맞게 다양하고 창의적으로 이루어지는 것 등을 수업이 지니는 예술적 특성으로 파악하였다.

이와 유사하게 과학 교육 분야에서는 Hammer and Sikorski(2015)가 수업을 이루는 많은 부분들이 역동적으로 상호작용하기 때문에 수업의 구체적인 양상이 맥락에 따라 다르게 나타난다고 하여 과학 수업에도 예술적인 본성이 내재하고 있음을 타당하게 지적한 바 있다. 특히 그들은 복잡성(complexity), 특이성(idiosyncrasy), 독특성(particularity) 등을 학습의 본질적인 특성으로 지목하면서, 이를 물웅덩이를 탐구하는 학생들의 사례를 통해 설명하였다. 이 사례에서는 두 명의 5학년 학생이 물웅덩이가 마르는 까닭을 탐구하는 중에 몇 가지 예상치 못한 관찰 결과에 직면하고 질문을 던진다. 그런데 이에 대한 동료 학생들의 반응은 질문을 던진 학생의 사회적 지위나 질문이 제기된 상황 등에 따라 다르게 나타났다. Hammer and Sikorski(2015)는 이렇게 비슷한 탐구 소재에 대해서도 학생들의 반응이 달랐던 까닭은 수업에 영향을 미치는 다양한 요소들이 복잡하게 상호작용하였기 때문이라고 주장하였다.

그렇다면 이렇게 예술적이며 복잡한 수업 상황에서 교사는 어떻게 가르쳐야 할까? 이에 대한 유일하게 옳은 답은 있을 수 없겠지만, 교사가 미리 짜여진 수업 계획을 그대로 지키려하거나, 맥락에 관계없이 처방된 수업 기술을 무작정 적용하려고 한다면 학생들의 변화무쌍한 모습이나 돌발적인 수업 상황에 제대로 대처하기 어려울 것이다. 이와 관련하여 Lee(2013)는 “학생들의 미세하고 풍부한 반응에 공명하는 것, 즉흥성과 우연성에 개방되는 것, 기다림과 여백에 익숙해지는 것”(p. 223)이 필요하다고 하였다. Lee(2011) 역시 예술성 영역에서 등장하는 수업 양태 중의 하나는 “우연성과 대응”(p. 93)의 문제라고 하면서, 수업에서는 학생들이 가지고 있는 수많은 개별성이 예측 불허의 다양한 사건으로 나타나기 때문에, 이에 적절하게 대응하여 수업을 자연스럽게 이끌어가는 교사의 창조적인 능력과 태도가 필

요하다고 강조하였다.

과학 교육의 맥락에서 이러한 수업 행위를 구체화한 것으로는 Hammer와 연구자들(Levin *et al.*, 2013; Maskiewicz & Winters, 2012; Robertson *et al.*, 2016b)이 제안한 ‘반응적 교수(responsive teaching; RT)’를 들 수 있다. RT는 교사가 수업 중에 학생들의 아이디어에 주목하고, 그 안에서 학문적인 관련성을 발견하여, 그것에 맞추어 수업을 변화시키거나 수업을 새로 조직하는 것을 뜻한다(Robertson *et al.*, 2016b). 이러한 수업에서는 이미 계획된 수업 목표가 학생들의 생각에 따라 변하기도 하고, 학생들의 사고로부터 새로운 목표가 대두되기도 한다(Hammer *et al.*, 2012). 즉, RT는 과학성뿐만 아니라, 예술성을 함께 지니고 있는 수업의 본성에 좀 더 충실한 교수 행위라고 할 수 있으며, 이에 따라 외국의 여러 학자들에 의해 다각도로 연구되고 있다.

그동안 우리나라의 과학 교육 분야에서는 과학 수업에서 교사의 질문이나 피드백 활용 등 상호작용적인 수업의 특성을 통해 RT에 비견할만한 연구들을 수행해 왔다(예: Choi *et al.*, 2004; Nam *et al.*, 2010; Oh & Ahn, 2013, 2015; Song & Kim, 2016). 하지만 이를 발화 전략의 차원을 넘어서는 이론적 개념으로 발전시키거나, RT와 같은 이론적 구인을 통해 좀 더 포괄적인 시각에서 분석한 연구는 드물다(예: Ha & Kim, 2017). 이 점을 고려하여 본 연구에서는 한 초등학교 교사의 과학 수업을 RT의 관점에서 검토하여 RT의 수행 가능성을 가늠해 보고, 과학 교육 공동체 내에서 RT에 대한 이해와 논의를 활성화하는 데 기여하고자 한다.

2. 이론적 배경

RT는 학생들이 장차 학문적으로 발전할 수 있는 싹이 되는 자원(nascent resources)을 다양하게 가지고 있다는 ‘자원 기반 관점(Resources-Based View; RBV)’을 바탕으로 한다(Oh, 2015). 즉, RT의 관점에서 교사는 학생들이 가지고 있는 개념의 옳고 그름을 성급히 판단하거나, 학생들이 과학적인 탐구를 수행하기에는 여전히 미성숙하다고 선불리 단정하지 않고, 학생들이 가지고 있는 자원을 바탕으로 수업의 내용과 방법을 생산적으로 이끌어 간다(Hammer *et al.*, 2012; Levin *et al.*, 2009; Maskiewicz & Winters, 2012; Robertson *et al.*, 2016a). 이는 새로운 학습은 학생들이 현재 가지고 있는 지식과 이해를 바탕으로 해야

한다는 구성주의 학습 이론의 기본적인 원리와도 부합하는 것이다(Levin *et al.*, 2013; Richards & Robertson, 2016). 뿐만 아니라 RT가 실행되는 교실에서는 교사가 학생들 또한 반응적으로 행동하도록 돕는다. 즉, 학생들도 교사의 중재에 따라 동료의 생각에 귀 기울이고 그것에 대해 과학적으로 논쟁하며, 학급 내에서 더욱 발전된 사고가 자리매김하는 데 기여한다(Maskiewicz & Winters, 2012; Robertson *et al.*, 2016a).

RT가 반응적이라는 것은 교사가 단순히 학생들의 이야기와 그들이 가지고 있는 자원에만 민감하게 반응한다는 것을 의미하지는 않는다. 그와 동시에 RT는 학생들에게 학문적으로 잘 정립된 과학 지식과 실천 행위(practices)를 가르쳐 과학적 소양이나 역량을 기르도록 해야 한다는 교과요의 요구에도 부응하고자 한다(Hammer *et al.*, 2012; Levin *et al.*, 2013; Richards & Robertson, 2016). 이와 관련하여 Levin *et al.*(2013)은 자연 세계에 대한 정합적이고 기계론적인(coherent and mechanistic) 설명을 추구하는 것이 곧 탐구라고 하면서, 학생들이 그러한 추구 과정을 통해 과학 지식의 정수(canon)에 이르게 하는 데에도 RT의 필요성이 있다고 주장한다. 이를 위하여 교사는 학생들의 사고에서 장차 학문적으로 발전할 수 있는 요소를 찾아내고, 그 위에 점차 세련된 아이디어와 실천 행위를 형성해 가는 방식으로 RT를 실천해야 한다(Hammer *et al.*, 2012).

RT를 실행하기 위해서 교사는 수업 중에 학생들과의 담화를 이끌어가고, 학생의 사고를 바탕으로 다음 교수 행동을 결정하며, 학생들의 아이디어를 학문적인 성취 기준과 어떻게 연계할 것인지에 관한 판단을 끊임없이 반복한다. 이러한 교사의 사고 과정에는 진행 중인 수업 상황, 학생이나 학급의 특이성, 학문적인 필요성 등 여러 가지 맥락적인 요소들이 관여하기 때문에 실제 수업 중에 RT가 전개되는 양상은 매우 다양하다(Richards & Robertson, 2016). 하지만 Robertson *et al.*(2016b)에 따르면, 그러한 다양한 모습에서 공통적으로 발견되는 RT의 특징은 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 학생의 생각을 전경에 부각시킨다(Foregrounding the substance of students' ideas). 이것은 RT가 일어나기 위한 첫 번째 중요한 단계로서, RT를 수행하는 교사는 학생의 생각을 즉각적으로 평가하거나 수정하려 하지 않고, 학생의 아이디어에 주의를 기

울이면서 학생의 관점에서 그것을 이해하려 한다. 이를 위해 교사는 수업 중에 학생들의 생각을 이끌어낼 수 있는 담화를 조직하고, 학생들 간에 토론을 유도하기도 한다(Levin *et al.*, 2013; Richards & Robertson, 2016; Robertson *et al.*, 2016a).

둘째, 학생의 생각에서 학문적인 관련성을 찾아낸다(Recognizing the disciplinary connections within students' ideas). 이때 학생의 생각이 학문적인 관련성을 가진다는 말은 학생이 과학적으로 옳은 개념을 가지고 있다거나, 과학적인 개념으로 발전할 수 있는 기초 지식을 갖추고 있다는 것만을 의미하지는 않는다. 이것은 학생들이 과학적인 실천 행위를 이제 막 시작하는 경우나 과학을 하는 즐거움 또는 과학자적인 성향으로 발전할 수 있는 정의적인 체험을 하는 경우들도 두루 포함하는 말이다(Jaber, 2016; Richards & Robertson, 2016). 다시 말해, 반응적인 교사는 학생들의 생각에서 장차 학문적으로 발전할 수 있는 개념적 자원(conceptual resources, Hammer, 2000; Hammer *et al.*, 2005)뿐만 아니라, 인식론적 자원(epistemological resources, Elby & Hammer, 2010), 실천적 자원(practical resources, Otsuji *et al.*, 2016), 정의적 자원(affective resources, Jaber & Hammer, 2016) 등을 다양하게 발견해 낸다.

셋째, 학생 사고의 핵심을 취하여 계속 발전시킨다(Taking up and pursuing the substance of student thinking). 이 말은 학생들이 수업 활동을 통해 구성하는 의미나 행위, 정서 등이 학문적으로 좀 더 세련된 수준에 이르도록 교수법적으로 안내하는 것을 뜻한다. 그런데 이것은 매우 다양한 방식으로 실현될 수 있다. 예를 들어, 교사는 일련의 담화를 통해 학생이 자신의 생각을 더욱 정교화 하게 이끌 수도 있고, 학생들의 토론에 참여하여 필요한 때에 학문의 선구자로서 교사의 생각을 제시할 수도 있다. 또한 학생들의 생각을 테스트하기 위해 실험을 할 수 있으며, 학생들이 스스로 탐구해 보도록 유도할 수 있고, 그들이 제안하는 아이디어에 따라 탐구의 방향을 결정할 수도 있다(Richards & Robertson, 2016; Robertson *et al.*, 2016a). 또, 이와 같은 교수법적인 결정은 수업이 진행되는 도중에 이루어져 즉시로 교사의 행동을 바꿀 수도 있지만, 수업을 마친 후에 새로운 수업을 구상하거나, 전체 단원을 재구성하는 방식으로 이루어질 수 있다(Colley & Windschitl, 2016; Robertson *et al.*, 2016a).

위와 같은 RT의 특징을 지닌 과학 수업은 이미 많은 학자들에 의해 연구되어져 왔고, 그 이름도 다양하게 명명되어져 왔다. 예를 들어, van Zee and Minstrell(1997)의 ‘reflective toss’, Lineback(2015)의 ‘redirection’ 등도 RT에 속한다고 볼 수 있다. 그만큼 RT는 학생의 생각이 담고 있는 내용의 다면성(multifacetedness)과 그 중 어느 것에 반응해야 하는가에 관한 교사의 선택적인 결정, 그리고 수업의 여러 가지 맥락적 요소에 따라 매우 다양한 형태로 수행될 수 있고, 심지어 강의식 수업에서 RT를 실현하는 것도 가능하다(Robertson *et al.*, 2016a, c).

본 연구에서는 이러한 특징을 지닌 RT가 우리나라의 초등학교 교실에서도 실현될 수 있는지 그 가능성을 시험적으로 탐색해 보고자 한다. 즉, 이 연구의 목적은 특정한 점검표(checklist)나 평정 척도를 이용하여 연구 참여 교사가 교사로서의 전문성이나 전문 지식을 갖춘 교사인지 아닌지를 판정하는 데 있지 않다. 오히려 본 연구에서는 RT에 대한 임시적인 분석틀을 토대로 교사의 일상적인 수업이 RT의 특징에 어떻게 부합하는지 분석하여 장차 본격적으로 RT를 수행하거나 연구하고자 할 때 기초적인 자료를 제공하고자 한다. 구체적으로, 본 연구에서는 한 초등학교 교사의 과학 수업을 RT의 관점에서 검토하여 ‘RT의 실현 가능성이 제한된 사례’와 ‘RT의 실현 가능성이 높은 사례’들로 분류하고, 교사의 어떤 교수법적인 개입이 그러한 제한점이나 가능성을 가져왔는지 분석하였다. 본 연구의 연구 문제를 명시적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, RT의 실현 가능성이 제한된 사례에서 교사의 교수법적인 개입은 어떤 특징이 있는가?

둘째, RT의 실현 가능성이 높은 사례에서 교사의 교수법적인 개입은 어떤 특징이 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구에는 경기도 북부의 중소규모 도시에 소재하고 있는 한 초등학교의 여교사가 참여하였다. 그녀는 본 연구를 위한 자료가 수집된 시기인 2014년 1학기에 과학 전담 교사 업무를 맡아 5~6학년 과학 수업을 담당하고 있었으며, 학생들이 수업 중에 무슨 생각을 하며 어떻게 활동하는지 좀 더 객관적인 입장에서 살펴보고자 자신의 일상적인 수

업을 자발적으로 녹음하고, 그것을 연구 자료로 제공하였다. 다시 말해 본 연구는 교사가 특정한 수업 방법이나 전략을 염두에 두고 의식적으로 자신의 교수 행위를 변화시키는 과정에서 진행된 것이 아니라, 교사가 자기 장학 목적에서 수집한 일상적인 수업 자료를 RT라는 새로운 관점에서 분석하고, 그 결과를 다시 교사의 수업 장학을 위해 피드백하는 과정에서 이루어진 것이다. 특히 본 연구에서는 수업을 수행한 교사가 교사-연구자(teacher-researcher)로 참여하여 대학의 연구자와 함께 수업을 분석하고 해석하는 공동 연구자의 역할을 하였다.

2. 연구 자료 선정

본 연구에서는 연구 참여 교사가 녹음한 수업 중 2007년 개정 교육과정에 따른 5학년 과학 ‘식물의 구조와 기능’ 단원의 ‘잎의 증산 작용’에 관한 수업을 연구 자료로 선정하였다. 이 수업은 ‘잎에 도달한 물은 어떻게 될까요?’라는 물음을 탐구 질문으로 하여 3개 반에서 각각 2개 차시로 진행되었다. 즉, 본 연구에는 총 6차시 분량의 초등 과학 수업이 분석 대상이 되었다. 구체적으로 본 연구를 위해 분석된 자료에는 5학년 3개 반에서 학급 전체를 대상으로 한 교수-학습 활동과 학생들의 모둠 활동이 녹음되어 있었으며, 이 중 학생 모둠 활동은 3개 반에서 각각 3개, 3개, 4개 모둠의 것이 선택적으로 녹음되어 있었다. 본 연구에서는 이들 3개 반을 A~C로 부호화하였으며, 학생 모둠은 알파벳 소문자로, 개별 학생은 아라비아 숫자로 부호화 하였다. 즉, Aa1은 A반 a모둠의 1번 학생을 의미한다.

각 반의 2개 차시 중 첫 번째 차시에서는 학생들이 모둠별로 가설을 세우고, 이를 테스트할 수 있는 실험을 설계하였다. 또, 두 번째 차시에서는 각 모둠의 실험 결과를 공유하고, 학급 전체가 결론을 내리는 활동을 진행하였다. 이렇게 가설 검증 학습 모형을 토대로 한 수업을 택한 까닭은 초등학생들에게 다소 고차원적인 탐구 기능이 적용되는 동안 학생들 간의 상호작용과 교사의 교수법적인 개입이 활발하게 이루어져, 보다 다양한 수업 장면을 발견할 수 있을 것이라는 판단 때문이었다.

3. 자료 분석

본 연구의 자료 분석 과정은 Fig. 1에 요약적으로 나타내었다. 먼저, 분석 대상 수업의 녹음 자료를

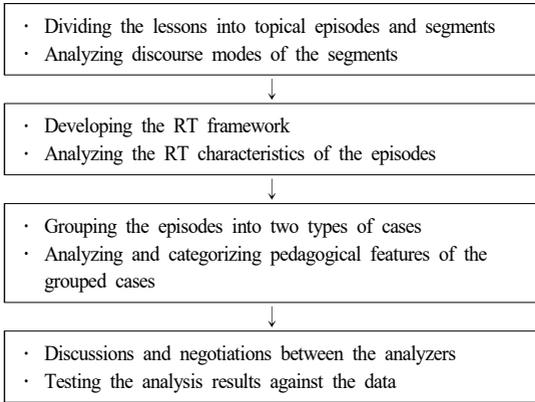


Fig. 1. The data analysis procedure

모두 전사한 후, 주제에 따라 여러 개의 담화 장면(episode)으로 분류하고, 각 장면을 대화의 세부 주제와 발화자의 변화 등을 기준으로 수 개의 상호작용 단편(segment)으로 세분하였다. 그 다음 Oh and Campbell(2013)이 제안한 과학 수업의 담화 분석틀(Table 1)을 이용하여 상호작용 단편들 각각의 담화 양상을 분석하였다. 이러한 분석의 목적은 수업 중에 나타나는 담화 양상의 빈도를 계수하기 위한 것이 아니라, 담화 양상을 통해 각 상호작용 단편이 RT의 세 가지 특징 중 어느 것에 상응하는지 판단하는 데 도움을 얻고자 하는 데 있었다. 예를 들어, Table 1의 ‘Exploring’은 학생들의 생각을 탐색하는 담화 양상으로, 학생의 생각을 전경에 부각시킨다는 RT의 첫 번째 특징과 잘 대응하였다. 또, ‘Building on the Shared’는 교사와 학생들 사이에서 이제까지 전개된 담화의 내용을 바탕으로 새로운 과학 지식이 도입되는 것을 특징으로 하기 때문에, 해당 상호작용 단편이 RT의 세 번째 특징과 부합한다고 판단하는 데 도움이 되었다.

위와 같이 하여 주제별 담화 장면이 어떤 담화 양상들로 구성되어 있는지 파악한 후에는 각 담화 장면이 RT의 특징을 만족시키는지 혹은 그렇지 않은지를 종합적으로 판단하였다. 이때는 RT에 대한 문헌 분석을 통해 도출한 Table 2의 틀을 활용하였다. Table 2에는 Robertson *et al.*(2016b)이 제시한 RT의 세 가지 특징이 서로 대별되어 있으며, 각각의 특징에 해당하는 구체적인 교수 행위가 선행 연구에서 언급된 것을 토대로 예시적으로 기술되어 있다. 이러한 분석틀을 도출하는 데에는 RT에 관한 가장 최근의 종합적인 문헌이라고 할 수 있는 Robert-

son *et al.*(2016b)의 저서와 교사용 안내서에 해당하는 Levin *et al.*(2013)의 저서가 바탕이 되었으며, 이 밖에도 RT에 관한 여러 연구자들의 선행 연구가 집중적으로 고찰되었다(예: Hammer *et al.*, 2012; Levin *et al.*, 2009; Lineback, 2015; Maskiewicz & Winters, 2012; Colley & Windschitl, 2016). 하지만 본 연구에서는 이 분석틀을 다른 교수 행위들을 배제한 점검표나 교사의 수업 수준을 결정하는 평정 척도처럼 사용하지 않고, 분석 대상 수업에서 RT의 사례를 찾아내어 해석하기 위한 잠정적이고 발견법적인 도구로 활용하였다. 즉, 본 연구에서는 Table 2의 틀을 바탕으로 분석 대상 수업의 담화 장면들이 RT의 특징에 부합하지 않는 경우에는 ‘RT의 실현 가능성이 제한된 사례’로, RT의 세 가지 특징 중 하나 이상에 부합하는 경우에는 ‘RT의 실현 가능성이 높은 사례’로 분류하였다. 그리고 그렇게 분류한 사례마다 교사의 교수법적인 개입이 어떤 특징을 지니는지 분석하고, 유사한 것들을 함께 묶어 범주화하였다.

이상과 같은 분석 과정에는 연구 대상 수업을 진행한 교사가 대학에 기반을 둔 연구자와 함께 참여하였다. 이렇게 수업을 수행한 교사가 직접 자신의 수업을 분석하는 데 공동 연구자로 참여함으로써 녹음 자료에는 잘 나타나지 않는 수업 상황이나 발화의 의미 등을 보다 수월하게 이해할 수 있었다. 또, 분석 과정 중에 담화 양상이나 RT에 관한 판단과 해석이 불일치한 부분에 대해서는 연구자 간의 반복적인 협의를 통해 불일치를 해소하고, 연구 자료를 통해 분석의 타당성을 다시금 점검함으로써 연구 결과의 신뢰성을 높일 수 있었다. 예를 들어, 어떤 상호작용 단편들은 처음에는 학생들이 단순히 이전에 배운 지식을 재생하는 담화 양상을 나타내는 것으로 취급되었지만, 보다 큰 맥락에서 다시 논의 되었을 때에는 교사와 학생 간 의미 협상을 위한 디딤돌의 역할을 하는 RT의 일부 과정으로 해석되어 RT의 실현 가능성이 높은 사례로 재분류되기도 하였다.

III. 연구 결과

여기에서는 본 연구의 결과로서 앞의 증산 작업에 관한 초등학교 5학년 과학 수업에서 RT의 실현 가능성이 제한된 사례와 RT의 실현 가능성이 높은 사례들을 차례로 제시한다. 이때는 교사의 어떤 교

Table 1. The framework for the analysis of science classroom discourse (source: Oh & Campbell, 2013)

Discourse mode	Description
Retrieving	· Retrieving is the discursive mode in which participants (i.e., teacher and students) verbalize well-established or pre-determined knowledge (e.g., textbook content, previously learned knowledge) with little change in the content and form. The retrieving mode is often found in talk where the participants are looking for one or more fixed answers to questions.
Reformulating	· Reformulating is characterized by the transformation of knowledge into what is more accessible and understandable to participants. The reformulating mode of discourse may be accompanied with non-linguistic resources such as models.
Narrating	· Narrating is the discursive mode in which a participant tells a real or made-up story which includes such components as agents, sequences of events or actions, and their consequences.
Exploring	· Exploring is the discursive mode in which participants' ideas are probed and accepted with little, if any, challenge or critique. The exploring mode also occurs in a natural or experimental environment where the teacher and students investigate new phenomena and describe some aspects of them.
Elaborating	· Elaborating is the discursive mode in which participants' current knowledge and understanding are further developed by virtue of new information. In the classroom, elaborating discourse can be triggered by questions from students puzzled as well as concrete examples or problems presented by the teacher.
Building on someone's experience	· Building on someone's experience is the discursive mode in which a participant constructs new meaning from his/her own or someone else's experience.
Building on the shared	· Building on the shared is contrasted with the mode of building on someone's experience in that new knowledge is introduced on the basis of talk or experiences shared between participants. The newly built knowledge often involves scientific ideas which are more general and abstract than the content of the shared talk or experience, and therefore the former provides an explanation of the latter.
Debating	· Debating is the discursive mode in which participants with different ideas challenge and respond to each other usually through a series of questions and answers.
Negotiating	· Negotiating is contrasted with debating in that participants who were engaged in challenge-response dialogues finally negotiate new meaning to resolve a conflict or solve a problem. Negotiating can occur with more ease when participants reach consensus on a current matter without explicit challenge-response exchanges. Negotiating may be accomplished differently when it occurs among students and when the teacher is engaged in discourse. In the latter, the negotiating mode often proceeds with the teacher's leading and guidance, which results in adjusting the talk to move closer to more sophisticated knowledge and understanding.
Scaffolding	· Scaffolding is characterized by evidence that a participant develops the ability to perform a task with independent competence thanks to guidance and support provided through discursive interactions with more knowledgeable and capable others.
Metadiscourse	· Metadiscourse is the discursive mode which informs participants of what and how they are going to do in class (i.e., procedural metadiscourse). Metadiscourse also refers to the discursive mode which is intended to maintain a conducive classroom environment (i.e., managerial metadiscourse) and which provides evaluative and advisory comments for students (i.e., evaluative metadiscourse). Mostly, metadiscourse is constituted in the teacher's monologue, but at times it is completed in the exchange of student question and teacher answer.

수법적인 개입이 그러한 제한점과 가능성을 가져왔는지 범주화한 것을 각 사례의 제목으로 사용하였으며, 구체적인 수업 상황과 상호작용 단편을 연구자의 해석과 함께 제시하였다. 즉, RT의 실현 가능성이 제한된 사례를 다루는 경우에는 왜 교사의 개입이 RT에 이르지 못했는지 논의하였으며, 반대의 경우에는 교사의 개입에 의한 교사-학생 간 상호작용이 어떻게 RT의 실현 가능성을 높게 하였는지를 설명하였다. 본문에 인용된 상호작용 단편에서 교

사는 T, 구체적으로 누구인지 식별하지 못한 학생은 S, 2명 이상의 학생은 Ss로 나타내었으며, 개별 학생은 앞에서 설명한 부호(예: Aa1)를 이용하여 나타내었다.

1. RT의 실현 가능성이 제한된 사례

1) 과제 완성에 초점을 맞춘 교사의 개입

2007년 개정 교육과정에 의한 초등학교 5학년 과

Table 2. The responsive teaching (RT) framework

Characteristic	Examples of Practices
Foregrounding the substance of students' ideas	<ul style="list-style-type: none"> • The teacher pays attention to what students say and takes opportunities to hear more. • The teacher uses questioning strategies to elicit student thinking. • The teacher helps students represent their ideas in various forms. • The teacher revoices students' ideas and poses follow-up questions about the ideas. • The teacher asks students to clarify, articulate, and elaborate their ideas. • The teacher reflects students' ideas back to the class so that others can engage with the ideas.
Recognizing the disciplinary connections within students' ideas	<ul style="list-style-type: none"> • The teacher finds out a variety of disciplinary opportunities such as mechanistic thinking, a beginning of canonical understanding, and nascent scientific practices. • The teacher helps students draw on their knowledge of disciplinary core ideas. • The teacher takes advantage of the kind of questions conflicting with students' ideas to tap into the students' productive knowledge. • The teacher supports students in instantiating scientific practices.
Taking up and pursuing the substance of student thinking	<ul style="list-style-type: none"> • The teacher works with students to expand or build upon their ideas. • The teacher asks students to assess their own or their peers' ideas and develop alternative explanations. • The teacher encourages students to design and conduct experiments or investigate evidence to test their ideas. • The teacher plays the role of a manager of student argumentation. • The teacher participates in argumentation with students, challenging student thinking and adding disciplinary ideas. • The teacher guides students to the canonical understanding of science by challenging their ideas, pressing for clarity and coherence, and helping the students refine their current understanding. • The teacher utilizes not only students' interest but also their puzzlement and confusion as the basis for additional discussions and activities.

학 교과서에 따르면, 잎의 증산 작용에 관한 차시에서는 식물의 잎에 비닐봉지를 씌워 두었더니 물방울이 생겼다는 사실을 제시한 후, 학생들이 물방울이 생긴 까닭에 대한 가설을 세우고, 그것을 검증할 수 있는 실험을 설계하도록 하고 있다(The Ministry of Education, Science, and Technology, 2011). 본 연구의 참여 교사 또한 이러한 교과서의 구성에 따라 학생들이 먼저 비닐봉지에 물방울이 맺혀 있는 것을 확인하고, 왜 물방울이 생겼는지 토론함으로써 모듈별로 가설을 설정하도록 하였다. 또, 모듈의 가설이 결정된 후에는 그 가설을 테스트하기 위한 실험을 설계하도록 안내하였다. 예를 들어, A반에서는 학생들이 모듈별로 가설을 세우고, 각 모듈의 가설을 전체 학급이 공유하는 활동을 약 20분 동안 진행한 후, 다시 모듈별로 실험 설계를 위한 토론을 진행하였다. 이렇게 모듈별 토론이 한창 진행되는 도중에 교사는 Ac모듈의 학생에게 아래와 같이 질문을 던졌다.

T: Ac1아, 뭘 다르게 했어요?
 Ac1: 뭘요?
 T: 다르게 할 조건 뭘로 했어요?
 Ac1: 다시 지었는데.
 T: 그러니까 뭘로 이야기했어요?

Ac1: 뭐라고 쓴 거지? (다른 학생에게) 뭐라고 쓴 거야?
 T: 네가 안 썼어요?
 Ac1: (다른 학생을 가리키며) 애가 썼어요.
 T: 어. 다시 한번 여러분들의 모듈의 가설에서 뭘 다르게 해야 하는지 한번 찾아보세요.

 Ac1: 다시 찾아보자. 써, 여기에다. 네가 써. 네가 써.
 Ac4: 그걸 왜 나한테 그래.
 T: (잠시 후 다시 Ac모듈에게 다가와서 활동지에 기록된 것을 읽는다.) 잎이 달려 있는 것과 달려 있지 않은 것. (Ac1학생을 보면서) 다른 친구들 생각도 이거랑 똑같았어?
 Ac1: 아니요. 잘못 쓴 거예요. 저거 잘못 알고.
 T: 잘못 쓴 거야? 어, 그럼 다시 토의해서 다르게 해야 할 조건을 찾아봐.
 Ac1: 다시 지워.
 Ac4: 뭐라고 쓸까?

위에서 교사가 질문하기 전까지 Ac모듈의 학생들은 '물이 잎의 기공으로 빠져나가 수증기로 변하기 때문에 물방울이 생겼을 것이다.'라는 가설을 세우고, 이 가설을 테스트하기 위한 실험에서 같게 할 조건과 다르게 할 조건, 즉 통제 변인과 조절 변인을 결정하기 위하여 토론하였다. 하지만 아직 변인 통제 기능에 익숙하지 않은 학생들은 무엇을 같

게 하거나 다르게 해야 하는지 분명하게 정하지 못하고 있었다. 이 상황에서 교사가 모둠 활동에 관심을 갖고 질문을 던지자 Ac1 학생은 활동지에 기록한 것을 지웠다고 답하였고, 잠시 후 교사가 다시 물었을 때에도 잘못 쓴 것이라고 응답하면서 자신 없는 태도를 보였다. 그런데 이때 교사는 Ac모듬의 학생들이 지금까지 어떻게 토론하였고, 어떤 부분을 어려워하는지 좀 더 자세히 알아보려 하지 않고, “다시 한번 ... 찾아 보세요.,” “다시 토의해서 찾아봐.”와 같이 다시 모듬별 활동을 전개하여 과제를 완성할 것을 독려하는 데 그치고 있다. 즉, 교사가 과제 완성에 초점을 맞춘 메타 담화(Metadiscourse)만을 제공함으로써 RT가 일어나기 위한 첫 번째 단계로서 학생들의 생각을 전면에서 부각시키는 역할을 하지 못하였다는 것을 알 수 있다.

이와 유사한 상황은 학생들이 모듬별 실험 결과를 확인하고, 결론을 도출하는 두 번째 차시에서 교사와 Ab모듬 간의 상호작용에서도 발견되었다. Ab모듬의 학생들은 물을 담은 눈금 실린더에 식물을 넣고, 식물에 비닐봉지를 씌운 다음, 시간이 지난 후 변화를 알아보는 실험을 수행하였다. 그런데 실험 결과를 확인하는 중에 한 학생이 물이 담긴 눈금 실린더에 꽂아 놓은 식물의 줄기가 두꺼워 보이는 것을 발견하였고, 모듬원들이 이에 대하여 활발하게 이야기를 주고받았다.

T: Ab1 혼난다. 왜 같이 하는데, 보고서를 던지고 그래? (잠시 후) 같이 토의해봐. ... 모듬이 [실험 결과를] 같이 보고 토의를 하세요.

Ab1: 줄기가 약간 두꺼워졌어.

Ab3: 아하, 물을 먹어서.

Ab1: 아주 약간 두꺼워졌어.

T: (학년 전체에게) 관찰이 끝났으면 주세요, 옆 모듬에.

Ab2: 이게 굴절 돼서 두껍게 보이는 거야.

Ab1: (통명스럽게) 아니거든요. 그럴 수도 있거든요.

Ab3: Ab1 말이 맞을 수도 있어.

Ab2: 그럴 수도 있어요. 그런데 꼭 그렇지 않을 수도 있어요.

Ab모듬의 실험에서 식물의 줄기가 두껍게 보이는 현상은 그 원인이 “[식물] 물 먹어서” 그런 것인지, 혹은 “굴절 돼서” 그렇게 보이는 것인지에 따라 Ab모듬의 가설을 지지하거나 반박하는 중요한 증거가 될 수 있는 것이었다. 따라서 학생들이 이에 관하여 좀 더 발전적으로 토론하는 기회가 주

어졌다면 실험 결과에 대한 보다 설득력 있는 결론을 도출하는 것은 물론, 식물의 생리나 빛의 성질에 관한 과학적인 원리 또한 학습하는 계기가 되었을 것이다. 더 나아가 모듬원들이 서로 다른 의견을 가지고 있으므로 이를 토대로 과학적인 논변 활동을 연습하게 하는 것 또한 가능하였다. 하지만 위 상호작용 단편에서 보는 것처럼 교사의 발화는 학생들의 활동이 순조롭게 진행되는 데 초점이 맞추어져 있었고, 이후에도 Ab모듬이 발견한 현상에 대해 학급 전체가 함께 토론하는 기회는 마련되지 못하였다. 즉, 위 사례는 교사가 실험의 증거나 과학적인 논변 활동으로 발전할 수 있는 학생들의 자원에 미처 주목하지 못하고 모듬별 과제 완성에 초점을 둬서 RT의 실현 가능성이 제한된 경우라고 할 수 있다. 물론 이 장면은 여러 학생 모듬을 동시에 지도해야 하는 교사의 어려움을 생각하면 충분히 이해할 수 있는 것이다. 하지만 장차 과학 수업에서 RT를 수행하기 위해서는 이러한 교수 기회(teachable moment)를 포착하고, 적극적으로 활용하기 위한 의식적인 노력이 필요하다는 점을 시사 받을 수 있다.

2) 활동의 맥락을 벗어난 교사의 개입

RT를 수행하는 반응적인 교사는 학생의 사고를 탐색하기 위하여 학생이 가지고 있는 아이디어뿐만 아니라, 그렇게 생각하게 된 이유를 묻는 질문을 던지곤 한다. 하지만 ‘왜’라는 형식의 질문이 항상 학생의 사고를 수업의 전경에 부각시키는 역할을 하는 것은 아니다. 다음의 상호작용 장면은 이러한 경우를 보여주는 하나의 예이다. 다음 사례에서 Aa모듬의 학생들은 ‘뿌리에서 잎까지 도달한 물이 기공을 통해 수증기로 변하였기 때문’이라는 가설을 세운 후, 가설 검증을 위한 실험을 설계하려고 토론을 진행하고 있었다. 이때 교사가 Aa모듬의 토론에 개입하였다.

T: 왜 기공을 통해 나간다고 생각했어?

Aa1: 왜냐면요, 기공 있죠? 거기에 물 들어가서, 기공 그, 어쨌든 기공, 그거, 그거 ... 그걸로 수증기를 만들어서 물이 된 거예요.

T: 선생님은 잎이 가지는 구조 중에서 굳이 기공을 선택한 이유가 궁금해서.

Aa1: (멋쩍어하며 웃는다.) 하하하하.

T: 어느 한 사람의 생각인지, 아니면 다른 생각이 있으면 이야기 해봐.

Aa3: (Aa1을 가리키며) 에 생각.
T: 어. 다른 사람의 생각도 한번 들어보고.

Aa1: 그냥 [이것을 가설로] 쓸래.
Aa2: 그냥 써. ... 근데 이게 [이렇게 실험을 하면] 물이 생긴 것과 안 생긴 것도 있을 수도 있잖아.
Aa1: 거의 다 생겨.
Aa2: 근데 왜, 이 실험을 왜 해? (웃음)
Aa1: 알이, 아, 이 뿌리에서 여기 알까지 쭉옥 간 것이, 그 물이 어디로 나간, 뭐 어떻게, 그 물이 어떻게 되느냐가 이 실험의 문제야.

위의 첫 번째 상호작용 단편에서 교사는 Aa모둠이 가설을 세우면서 '기공'이라는 것을 선택한 까닭을 탐색하고자 대화에 참여하였다. 하지만 Aa모듬의 학생들은 이미 가설 설정을 끝내고 실험에서 다르게 할 조건에 대해 한창 이야기하고 있는 중이었다. 그러한 모듬 활동의 맥락을 파악하지 못한 채 교사는 자신의 의도대로 질문을 던졌고, 갑자기 토론을 중단하게 된 모듬의 한 학생은 교사의 기대처럼 자기 모듬의 가설에 대해 충분히 설명하지 못하였다. 그런데 이때에도 교사는 Aa모듬의 가설에 대해 더 탐색하려 하지 않고, 모듬원들의 생각을 수렴하여 가설을 세워보라는 일반적인 안내를 현재 모듬 활동의 맥락에 맞지 않게 제시하고 말았다. 결과적으로, 두 번째 상호작용 단편에서 보는 바와 같이, 교사가 떠나고 난 후 Aa모듬의 학생들은 교사의 지시와는 무관하게 본래 자신들이 이야기하고 있던 실험 설계에 관하여 다시 논쟁하기 시작하였다. 결론적으로, 여러 모듬을 순회하며 지도하고 있던 교사는 Aa모듬의 활동 맥락을 벗어난 교수법적인 개입을 하였고, 그 결과로 학생들이 가설을 설정한 이유를 심층적으로 탐색하거나, 모듬원들이 논쟁하고 있는 쟁점을 더욱 발전시키는 RT를 수행하지 못하였다고 할 수 있다.

3) 학생들이 찾아내야 할 지식을 먼저 제시하는 교사의 개입

본 연구에서 분석한 초등 과학 수업에서 RT의 실현 가능성이 제한된 세 번째 사례 역시 Aa모듬과 교사와의 상호작용 중에 발견되었다. 위에서 언급한 것처럼 Aa모듬의 학생들은 교사가 보여준 비닐 봉지에 물방울이 맺힌 까닭에 대하여 '뿌리에서 잎까지 도달한 물이 기공을 통해 수증기로 변하였기

때문에 물방울이 생겼다.'는 가설을 제안하였다. 그리고 그것을 입증하기 위하여 두 개의 눈금 실린더에 각각 식물을 꽂고, 하나의 눈금 실린더에는 물을 넣고 다른 눈금 실린더에는 물을 넣지 않는 실험을 설계하였다. Aa모듬의 학생들이 이러한 실험 방법을 활동지에 기록하고 있을 때 교사가 개입하여 Aa모듬의 활동지를 살펴보면서 다음과 같이 질문을 던졌다.

T: 잠깐 선생님이 볼게. 다르게 해야 될 조건이 뭐가 있어?
Aa1: 물을 먹인 것과 안 먹인 것.
T: 물을 먹인다는 얘기가 무슨 말이지?
Aa1: 물을 준다.
Aa2: 아니 물을 안 주면 수증기가 안 생길 거 같고, 주면 수증기가 생길 거 같아서.
T: 아, 아.
Aa1: 왜냐하면요, 여기[교사가 문제를 제시하면서 보여준 사진] 물이 있어서, 그래서 제가 그렇게 했어요.
T: 아, 그래?
Aa1: 네.
Aa2: 왠지 그럴 거 같아요.

위 대화에서 엿볼 수 있는 것처럼 Aa모듬의 학생들은 자신들의 실험 방법과 그렇게 실험을 설계한 이유에 대하여 비교적 분명한 의견을 가지고 있었다. 하지만 좀 더 과학적인 관점이나 교과서에 제시된 실험 방법에 비추어 보면 Aa모듬의 실험 설계가 적절하지 않다는 것을 쉽게 알 수 있다. 이에 교사는 학생들이 실험에서 다르게 할 조건을 수정할 수 있도록 Aa모듬과의 대화를 좀 더 이어간다.

T: 그러면, 뽕뽕. 그러면, 만약에, 만약에 식물에다가 하나는 물을 주고 하나는 물을 안 줬어. 그러면, 여기에 만약에 물이 생겼어, 똑같이. 그런데 이게 식물의 '무엇' 때문이라고 설명을 못하잖아. 당연히 물이 없으니까 물을 못 빨아들이니까 나가는 길을 설명할 수가 없잖아. 물이 어디로 갔을지를 설명하는 거잖아. 당연히 물을 줬으면 물이 나와. 어디로 나가냐 이거지.
Aa1: 알.
T: 그런데 너네가 지금 '물이 기공을 통해 나갔다.'라고 [가설에] 썼단 말이야. 그럼 어떤 것은 기공이 있어야 되고, 어떤 것은 기공이 없어야 되는 게 다르게 해야 될 조건이지.
Aa1: (알겠다는 듯) 아아.

Aa2: 그래요?

T: 그럼. 물을 둘 다 주는데, 만약에 물을 쥐가지고 나가는 게 있으면 '어디'로 나가는 게 있는데, 그 '어디'가 있으면 물이 나갈 것이고, '어디'가 없으면 물이 안 나가는 거지. 이걸 찾아야지.

Aa2: 아이고, 그럼 뭐라고 써야 되지?

Aa3: 이거 지우고, 기공이 있는 것과 없는 것.

위 담화 장면에서 교사는 먼저 Aa모둠의 학생들이 조절 변인에 대해 새롭게 추론할 수 있도록 현재 실험 설계의 문제점을 지적해 주었다. 하지만 그것을 학생들과의 지적(知的)이고 논쟁적인 담화 양상(Debating)으로 이어가지 못하고, “어떤 것은 기공에 있어야 되고, 어떤 것은 기공이 없어야 되는 게 다르게 해야 될 조건이지.”라며 학생들이 논쟁과 협의를 통해 찾아내어야 할 지식을 바로 제시하고 말았다. 물론 교사는 그 다음 자신의 발화에서 ‘기공’이라는 용어를 직접 언급하지 않고 “어디”라고 표현하여 학생들의 적극적인 사고를 유도하려 하였지만, 학생들은 이미 교사가 일반적으로 이야기한 대로 다르게 할 조건을 바꾸어 실험하기로 결정하였다.

이 사례에서 교사가 조절 변인을 성급히 언급한 것은 처음부터 의도한 것이라기보다 학생 활동이 활발하게 전개되는 상황에서 부지불식간에 이루어진 것일 가능성이 높다. 하지만 일찍이 선행 연구(Choi *et al.*, 2004)에서도 과학 문제 해결을 위한 올바른 답을 말하지 못한 학생들에게 교사가 곧바로 정답을 제공하는 경우, 학생들의 사고 과정이 단절된다는 사실을 지적하고 있다. 따라서 학생들이 사고와 담화 과정을 통해 스스로 찾아내야 할 지식을 교사가 먼저 제시하게 되었을 때에는 학생들의 생각을 발전시키거나 변화시켜 더욱 세련된 의미를 구성하게 하는 RT의 세 번째 특징에 부합되는 수업이 제한된다는 점을 새삼 깨달을 수 있다.

4) 평가가 중심이 된 교사의 개입

RT에 관한 선행 연구들에서 지적하고 있는 것처럼 RT의 중요한 특징 중의 하나는 교사가 학생들의 의견을 바로 평가하거나 수정하려 하지 않는다는 것이다. 하지만 일상적인 과학 수업에서 교사가 학생 활동에 교수법적으로 개입하면서 학생의 사고나 아이디어에 대하여 평가적인 메타 담화를 제

시하는 것을 피하기는 쉽지 않다. 특히 교사가 ‘맞았다, 틀렸다.’라는 표현을 적시하지 않는 경우에도 학생들은 교사의 발화를 자신들에 대한 평가로 이해하고, 더 이상 발전적인 사고를 전개하지 못하는 경우가 발생하기도 한다. 다음 사례는 Bc모둠이 실험을 설계하는 동안 교사가 개입한 장면이다. 이 모둠에서는 ‘뿌리에서 이동된 물이 잎에서 증발하였다.’는 가설을 세운 후 이를 검증하기 위해 하나의 식물에는 비닐봉지를 씌우고, 다른 식물에는 씌우지 않는 실험을 설계하고 있었다.

Bc1: (교사에게) 이렇게 쓰면 안 돼요?

T: 비닐봉지의 사용. 하나 물어볼게. 이동된 물이 증발했다고 했잖아. 잎에서 증발되었기 때문이면, 지금 누구 때문, 증발이 지금 어디서 일어난 거야? 너네가 말하는 증발이?

Bc1: 잎에서.

T: 잎에서 일어난 거지? 그치? 그러면 여기서 다르게 해야 될 조건이 지금 비닐봉지야, 잎이야?

Bc1: 잎?

T: 잎을 다르게 해줘야지, 지금. 왜 한 번도 나온 적 없는 비닐봉지가 왜 나와, 지금. (웃음) ... 여기다가 비닐봉지를 씌운 것과 안 씌운 것을 뒤 버리면 어떤 것은 [물방울이 맺히는 것을] 확인할 수 있는 상황이 되고, 어떤 것은 확인할 수 없는 상황이 만들어졌다는 이야기거든. 무슨 이야기인지 알겠지?

Bc1, Bc2, Bc3, Bc4: (동시에) 네.

T: 그러니까 지금 다르게 해야 될 조건을 좀 더 손을 봐야 될 거 같아. 알겠지?

위 대화에서 교사는 이전 세 번째 사례에서처럼 학생들이 찾아내야 할 변인을 거의 직접적으로 이야기할 뿐만 아니라, “한 번도 나온 적 없는 비닐봉지가 왜 나와”, “다르게 해야 될 조건을 좀 더 손을 봐야 될 거 같아.”라고 하여 현재의 실험 설계가 잘못되었음을 적극적으로 암시하고 있다. 이에 학생들은 비닐봉지가 실험에서 어떤 역할을 하는지에 대해 깊이 사고하지 않은 채 “비닐봉지는 이제 버려.”(Bc3), “비닐봉지는 버려야 돼, 이제.”(Bc4)라고 하여 자신들의 실험 설계를 즉시 바꾸려고 하는 것을 관찰할 수 있었다.

이뿐만 아니라 무심코 드러난 교사의 표정이나 발화가 학생들의 활동에 영향을 미치는 경우도 있었다. 일례로, 다음은 앞서 교사의 개입에 의해 “기공이 있는 것과 없는 것”을 가지고 실험을 하기로 한

Aa모둠의 사례이다. Aa모둠의 학생들은 ‘기공이 없는 식물’을 만들기 위해 랩(plastic wrap)으로 기공을 막기로 하였지만, 식물 전체를 랩으로 감쌀 것인지, 식물의 잎 하나하나를 감쌀 것인지를 놓고 논쟁하기 시작하였다.

Aa3: 일단 랩으로 감싸.
 Aa2: 하나를 감싸야지.
 Aa3: 여기다 하면 안 돼.
 Aa2: 이거[잎] 다 감싸야 돼. 랩으로 이거 다 감싸야 된다고. [랩을] 하나씩 다 떼. 되게 힘든 작업인거 같아.
 Aa1: 내 걸로 할까?
 Aa2: 아, 이렇게 [식물 전체를] 감싸냐? 하나씩 감싸야 되지 않을까? 하나씩 감싸서 해야 되지 않을까? 선생님. (교사에게 도움을 요청하지만 교사가 들지 못한 듯 반응이 없자 혼잣말 하듯이) 랩으로 감싸려면 다 감싸야 하나?
 Aa3: 그러니까 이렇게 해서 딱 빼서.
 Aa2: (생각을 바꾸어 식물 전체를 감싸기 시작하며) 밑에부터 감싸자, 밑에부터. 밑에. 이게 더 낫지 않아?

위의 대화에서 Aa2와 Aa3학생은 처음에는 식물을 랩으로 감싸는 방법에 관하여 서로 다른 의견을 가지고 대립하였다. 그러다가 갑자기 Aa2학생이 자신의 생각을 바꾸어 식물의 아랫부분부터 랩을 감아서 식물 전체를 덮기 시작하였다. 하지만 여전히 자신의 생각에 확신이 서지 않았던 Aa2학생은 교사에게 다시 도움을 요청하였고, 학생들이 식물 전체를 랩으로 감고 있는 모습을 본 교사는 아래와 같이 크게 놀라는 반응을 보였다.

Aa2: (식물 전체를 랩으로 감은 채) 선생님, 랩으로.
 Aa1: 저희가 랩으로. (웃음) 흐흐흐.
 T: 어헉! 그렇게 할 거야?

이 수업을 진행한 교사에 따르면, 위의 상호작용 단편에서 “어헉! 그렇게 할 거야?”라는 반응은 교사 자신도 모르게 자연스럽게 나온 것이었다. 왜냐하면 랩을 이용하여 기공이 없는 식물을 만들겠다는 생각이나 랩으로 식물 전체를 감겠다는 발상은 교사가 수업을 준비하면서 미처 예상하지 못했던 것이었기 때문이다. 하지만 자신들의 실험 방법에 대한 교사의 말과 표정을 관찰한 Aa모둠의 학생들은 그것을 실험 설계가 적절하지 않다는 교사의 평가로 판단하였고, 곧바로 아래와 같이 자신들의 실

험 방법을 수정하였다. 교사는 뒤늦게나마 학생들의 생각을 물어가며 새로운 실험 방법을 함께 찾아보려 하였지만, 학생들은 이미 “하나씩 싸야겠어.”, “일일이 하나. 잎마다 하나씩 다.”라고 말하면서 모둠의 실험 방법을 빠르게 바꾸었다.

Aa2: 아니, 어떻게 해야 돼요?
 T: 어떻게 해야 될까?
 Aa1: 랩으로 싸는데,
 Aa2: 하나씩 싸야겠어.
 Aa3: 일일이 하나. 잎마다 하나씩 다.
 Aa2: [랩을] 하나 떼자. 하나 더 떼자. 그래야지 좀 될 거 같으니까. [랩을] 똑같이 떼야 되니까, 가위 좀 달라고 할까?

위와 같은 장면들은 Ha and Kim(2017)의 선행 연구에서 교사의 질문을 자신의 사고에 대한 부정적인 평가로 인식한 학생이 비생산적인 인식론적 태도를 취한 것과 유사하다고 할 수 있다. 물론 이에 대하여 교사의 개입으로 인해 Aa모둠 내에서 실험 방법에 대한 일종의 협상적인 담화(Negotiating)가 이루어졌다고 해석하는 것도 가능하다. 하지만 그것은 학생들의 적극적인 추론에 의해서라기보다 교사가 제공한 평가적인 단서에 의한 것으로, RT의 관점에서 볼 때는 그 의미가 축소된다고 할 수 있다. 만일 교사가 학생들의 실험 설계에 대해 평가 중심의 반응을 보이기 전에 “어떻게 해야 될까?”라는 질문을 먼저하고, 단계적인 대화를 통해 학생들의 사고를 유도하였다면, 교사와 학생이 잎을 랩으로 하나씩 싹 때와 식물 전체를 랩으로 싹 때의 차이점에 대해 토론하여 최종적으로 모둠의 실험 방법을 보다 의미 있게 협상하는 담화, 즉 RT의 특징이 좀 더 잘 드러나는 담화가 전개될 수 있었을 것이다. 물론 그와 같은 일이 실제로 구현되지 않은 것이 교사가 짐짓 의도한 것은 아니지만, 교사의 자연스런 반응을 학생들이 자신들의 아이디어에 대한 평가로 인식하면서 교사와 학생 간의 상호작용이 단순해지는 결과가 발생하였다는 것을 알 수 있다.

2. RT의 실현 가능성이 높은 사례

1) 학생들 간의 논쟁을 유도하는 교사의 개입

본 연구의 대상이 되었던 초등 과학 수업의 두 번째 차시에서는 학생들이 모둠별로 실험 결과를 관

찰하고, 이를 발표한 후 학급의 모든 학생들이 함께 결론을 내리는 활동이 주로 이루어졌다. 따라서 교사가 학생 모둠과 개별적으로 상호작용할 뿐만 아니라, 학급 전체를 대상으로 토론하는 기회가 많았고, 그에 따라 첫 번째 차시에서는 발견하기 어려운 담화 장면들도 종종 관찰되었다. 아래의 담화는 Ab모듬의 한 학생이 자신의 모듬의 실험에 대해 발표하는 장면으로, 첫 번째 상호작용 단편에서는 교사가 Ab1학생의 이야기를 통해 Ab모듬의 실험을 학급의 다른 학생들과 함께 탐색한다. 그 후에 두 번째 상호작용 단편에서 교사는 Ab모듬이 내린 결론이 타당하지 묻는 질문을 던져 학생들 간에 논쟁적인 담화 양상을 유도한다.

- Ab1: [우리 모듬의 가설은] 잎에 있던 물이 수증기가 되었기 때문이다.
 T: 잎에 있던 물이 수증기가 되었기 때문에. 가설이 ‘잎에 있던 물’이라고 했어요. 그래서 실험을 어떻게 설계했죠?
 Ab1: 물을 준 식물과 물을 주지 않은 식물에 비닐을 씌운 뒤 고무줄로 고정한다. 하루 뒤 수증기가 있는 것과 없는 것을 구분하여 관찰한다.
 T: 그래서 무슨 결론이 나왔나요?
 Ab1: 물이 생기는 것과 안 생기는 것을 알 수 있었어요. (T: 어.) 물을 담은 쪽에 물방울이 생긴 것으로 보아 물이 물관을 통해서 잎맥으로 가 기공을 빠져나간다.
 T: 지금 여기 모듬은 다른 모듬이랑 달라요. ... 하나에 다가는 물을 줬고, 하나에다가는 물을 안 줬어요. 이해되세요, 실험?
 Ss: 네.
 T: 어, 선생님 질문 한번 해볼게. ... 실험 결과가 물을 넣지 않은 곳에서는 지금 물방울이 보이지 않았다고 그랬죠? ... 그럼 이것만 가지고 ‘기공에서 물이 나온다.’라고 얘기할 수 있어요? 할 수 있을까, 없을까?
 Aa1: 없을 것 같다.
 T: 없을 것 같다. (학급 전체에게) 반박 한 번 해보세요. ‘이 실험은 논리적으로 틀렸다.’라는 걸 한번 [말]해보세요. ... 자, 같은 모듬[의 학생]이 반박합니다. 들어 보세요.
 S: 먼저 둘 다 물이 있어야 되는데, 물이 둘 다 있어야지 기공에서 물이 나오는 줄 알 수 있는데, 저희 모듬은 한 쪽은 없이 하고, 한 쪽은 있게 해서 [잘못 되었어요.]
 T: 어. 다른 모듬 있어요? 다른 생각? ...

- Ab1: 선생님, [그런데] 여기 [물을 넣지 않은 식물에도] 물방울 생겼는데요.
 T: ... 다른 모듬? 다른 반박할 거 있어요? 지금 이 친구가 이야기했거든요. [실험 결과에서] 물이 없는 상태인데도 물방울이 생겼다고 했어요.
 Aa1: 저요.
 T: (학생을 지목하며) 어, Aa1.
 Aa1: 줄기에, 줄기에 물이 남아 있어서 그게 갖을 수, 잎으로 갖을 수도 있죠.

위 대화에서 주목할 것은 교사의 중재에 의해 Aa1학생이 Ab모듬이 내린 결론에 동의하지 않는다는 반응을 보이고, 같은 Ab모듬의 다른 학생(S) 또한 자기 모듬의 실험 방법을 “반박”함으로써 학생들 간에 논쟁이 시작되었다는 것이다. 이때 직접 실험 결과를 발표하였던 Ab1학생은 물이 없는 식물에 씌운 비닐봉지에서도 물방울이 생겼다는 관찰 사실을 들어 여전히 자신의 결론을 변론하려 하였다. 이에 교사는 자신이 직접 Ab1의 발화에 대응하지 않고 다시 학생들의 의견을 물어서 또 다른 추론과 논쟁의 기회를 제공하였고, 결과적으로 Ab1학생의 변론은 ‘줄기에 남은 물이 잎으로 갔다.’는 Aa1학생의 주장에 의해 재반박되었다.

이 수업을 진행한 교사에 따르면, 실험에서 다르게 할 조건으로 ‘물을 준 식물’과 ‘물을 주지 않은 식물’을 선택한 학생 모듬은 Ab모듬 외에도 여럿 있었다. 그런데 교사는 앞서 Aa모듬과의 상호작용에서 자신이 직접 다르게 할 조건을 수정해 주었던 것과는 달리 Ab모듬에 대해서는 의도적으로 잘못된 실험 설계를 가지고 활동하도록 한 후, 학급 전체를 대상으로 한 발표와 논쟁을 통해 학생들이 스스로 합리적인 실험 방법과 결론을 찾아내게 하였다. 실제로 위의 담화 장면 이후에 교사는 학생들에게 자신이 “일부러 실험을 [이렇게] 하게 했[다.]”고 설명하면서 가설을 입증할 수 있는 보다 나은 실험 방법을 학생들과 함께 다시 한 번 확인하기도 하였다.

첫 번째 사례와 유사하게 교사의 중재에 의해 학생이 다른 학생의 주장을 논박하는 장면은 B반에서도 발견되었다. B반에서는 Bb모듬의 학생들이 ‘햇빛 때문에 증발 작용이 일어나서 물방울이 생겼다.’라는 가설을 세우고, 물이 담긴 두 개의 눈금 실린더에 두 그루의 식물을 각각 넣고 검은색 또는 흰색 비닐봉지를 씌워 놓는 실험을 하였다. 그런데

두 비닐봉지에서 모두 물방울을 거의 관찰할 수 없을 정도로 유사한 실험 결과가 나오자 “햇빛이 없어도 물이 영양분을 보충해주기 때문에 [식물이] 살아갈 수 있다.”(Bb1)는 결론을 내렸다. 이에 대해 교사는 Ab모둠의 경우와 마찬가지로 자신이 직접 학생의 결론을 평가하지 않고, 학급의 다른 학생들에게 문제점을 찾아보도록 하였다. 그러자 Ba모둠의 한 학생은 “뿌리에서 흡수된 물이 물관을 통해서 앞에 도달한 다음에 어떻게 되는지 묻고 있는데, 저거는 ‘햇빛이 없어도 물이 영양분을 공급해 준다.’기 때문에 어떤, 뭐가 필요해서 살아가는지 보는 거예요.”(Ba1)와 같이 Bb모둠의 실험 방법의 제한점을 타당하게 지적하였다.

A반과 B반에서 공통적으로 발견된 위와 같은 담화 장면들은 학생들의 활동과 사고 과정 중에서 과학적인 추론과 논변을 위한 자원을 찾아내고 이를 실제 학생들 간의 논쟁적인 담화로 발전시킨 것으로, RT의 세 가지 특징에 잘 부합하는 사례라고 할 수 있다. 더욱이 학생 발화의 내용을 살펴보면, 학생들은 이러한 논쟁적인 담화를 통해 자신과 동료들이 수행한 실험의 의미를 잘 이해하게 되었음을 알 수 있다. 만약 교사가 모둠별 실험 방법을 교과서에 제시된 대로 동일하게 통제하거나, 적절하지 못한 실험 설계를 즉시 교정하면서 수업을 진행해 왔다면, 이 같은 학생 간 논쟁의 기회를 마련하기는 상대적으로 어려웠을 것이다. 다시 말해 수업 상황에 따라 학생 활동과 사고에 대한 반응을 달리 하면서 그 속에서 학문적으로 발전할 수 있는 자원을 발견하고, 이를 적극적으로 활용하는 교사의 역할이 RT의 실현 가능성을 높이기 위해 중요하다는 것을 알 수 있다.

2) 학생들과 의미를 협상하는 교사의 개입

우리나라에서 RT에 관한 선구적인 작업으로서 Ha and Kim(2017)의 선행 연구에서는 교사가 직접 논변 활동에 참여하여 학생의 주장을 반박함으로써 학생들의 인식론적인 틀을 바꾼 사례를 보고하고 있다. 본 연구에서 분석한 수업에서도 교사가 직접 논쟁의 주체가 되어 학생들에게 지적으로 도전하고, 일련의 담화 행위를 통해 학생들이 논리적으로 추론하여 과학적인 결론에 이르게 하는 경우가 관찰되었다. 다음은 B반의 학생들이 가설을 세우는 단계에서 일어난 담화 장면으로, 학생들은 교사가

보여준 비닐봉지에 물방울이 맺힌 까닭에 대해 토론하면서 증발과 응결, 수증기와 액체 물방울의 상태 등을 명확하게 구별하지 못한 채 이 용어들을 혼란스럽게 혼용하고 있었다. 이렇게 학생들이 혼란스러워 하는 모습을 발견한 교사는 학급 전체를 대상으로 다음과 같은 대화를 진행하였다.

T: 자, 여기 보세요. 지금 선생님이 여러분들의 가설을 갖고 있어요. 먼저 한 모둠[Bb]은 햇빛 때문에 ... 증발 작용이 일어나서 물방울이 맺혔다. ... 두 번째, 앞맥에서 이동한 물이 기공을 통해서 나와 수증기가 됐기 때문에 물방울이 됐다. ... 이동된 물이 잎에서 어떻게 되었다?

Ss: 증발.

T: 증발 되었다. 여기도 지금 증발이 나왔어요. 그런데 ... 증발의 의미를 이 물이 공기 중으로 나갔다는 뜻으로 쓰신 것인지, 아니면 증발을 잘못 알고 쓰신 것인지 좀 궁금합니다. 자, Bc모둠이 대답을 해볼까요? 증발되었다고 쓴 의미가 어떤 의미인가요?

S: 사라졌다.

T: 자, 선생님이 하나 질문해 볼게요. 여러분들 물의 상태 변화를 4학년 때 다 배우셨는데, 어, 눈에 보이지 않는 수증기는,

Ss: 기체.

T: 그런데 ... [기체가] 눈에 보이려면은, 어떻게 해야 보여요?

Ss: (여러 가지 답변을 동시에 말한다.) 액체가 되어야 해요. 물이어야 해요.

T: 액체가 되어 보이려면 어떻게 해야 해요?

Ss: (여러 가지 답변을 동시에 말한다.) 햇빛, 온도.

T: 자, ... 여러분들 유리나 유리창에 입김을 불면 거기에 뭐 생겨요?

Ss: 김.

T: 그 김은 뭐야?

Ss: 수증기.

T: 김이 수증기였어요? 눈에 보이잖아요.

Ss: 네, 기체.

Ss: 물. 김.

T: 김은 액체야, 기체야?

Ss: 액체.

T: 액체야.

T: 그러면은 맨 처음 잎 주변에다, 가지 주변에다가 봉지를 씌웠어. 그 때는 액체 안 보였죠? 근데 시간이 지나니까 액체가 보였어. 뭘 씌웠기 때문일까?

Ss: 비닐봉지.

T: 봉지를 씌웠기 때문이야, 그지? 봉지를 씌웠기 때문에 그게 보였어. 즉, 보이지 않는 기체를 관찰하려고 보니 씌운 거예요. 그럼 여러분들은 ... 지금 질문은 봉지에 물방울이 맺힌 이유를 물어 보는 거야.

위 대화에 나타난 담화 양상의 연결 구조를 살펴보면, 먼저 교사는 탐색적인 담화 양상(Exploring)을 활용하여 ‘증발’에 관한 학생들의 생각을 확인한다. 하지만 교사는 그와 관련된 과학 개념을 바로 제시하지 않고, 선수 학습 내용을 재생하는 담화 양상(Retrieving)을 통해 학생들이 수증기는 기체이므로 눈에 보이지 않고 액체 상태의 물이 되어야만 관찰할 수 있다는 것을 상기하게 한다. 그리고 그것을 바탕으로 유리창에 맺힌 김이 액체인지, 기체인지를 묻는 질문을 던져 학생들의 사고를 자극하고, 논쟁적인 담화(Debating)를 전개한다. 학생들은 처음에는 모두가 서슴없이 “수증기”라고 답하였지만, “수증기를 눈으로 볼 수 있느냐?”는 교사의 도전적인 질문에 차츰 김이 “물” 또는 “액체”라는 생각에 이르게 된다. 결국 모든 학생들이 김이 “액체”라는 것에 동의하자, 교사는 그것을 토대로 현재 그들이 탐구하고 있는 문제가 어떤 것인지 다시 한 번 확인해 준다.

즉, 위에 예시된 교사-학생 간 담화는 교사가 학생들의 생각을 이끌어 내고 그들의 아이디어와 상충되는 질문으로 새로운 사고를 유도하여 최종적으로 과학적인 결론을 협의하는(Negotiating) 것으로, ‘교사가 안내하는 의미의 협상(teacher-guided negotiation, TGN, Oh & Campbell, 2013)’의 한 예라고 할 수 있다. 선행 연구(Oh & Ahn, 2013, 2015)에 따르면, 이러한 담화 패턴은 초등학교의 과학 수업에서는 발견되기 어렵고, 상대적으로 인지 수준이 높다고 여겨지는 고등학생들과의 수업에서 볼 수 있는 담화적-인식적 기제(discursive-epistemic mechanism) 중의 하나였다. 따라서 이러한 담화 패턴이 일상적으로 수행된 초등 과학 수업에서 관찰되었다는 것은 주목해볼 만하다. 특히 위에서 확인한 협상의 형태는 교사가 학생들이 알고 있는 것뿐만 아니라, 혼란스러워 하는 것까지도 자원으로 활용하여 그들의 생각을 더욱 발전시키거나 변화시킨 것으로, RT의 세 번째 특징에 부합하는 구체적인 교수 행위의 예라고 할 수 있다.

그런데 이와 같이 교사가 일련의 질문을 통해 학

생들의 사고를 자극하고 담화적으로 안내하여 과학적인 결론에 이르게 하는 모습은 학생들의 모둠 활동 중에도 발견되었다. 다음은 Cb모둠에서 가설을 세우기 위해 토론하는 장면으로, 학생들은 ‘식물이 더워서 물방울이 생겼다.’는 아이디어에 대해 집중적으로 의견을 주고받고 있었다.

- Cb1: 우리가 사우나에 가봐. 갠혀 있지. 그런데 덥지. 계속 갠혀 있으니까 땀도 나고.
 Cb2: 습기가 차서. 햇빛을 받아 습기가 차서.
 Cb1: 너네도 잘 봐봐.
 Cb2: 갠혀 있지. 갠혀 있는데 엄청 덥지.
 Cb1: 안에서 더워서 저렇게.
 Cb2: 재[비닐봉지를 씌운 식물]도 갠혀있는 거.
 Cb1: 재도 갠혀, 땀나잖아.
 Cb2: 잎이 있어서 더워서.
 Cb3: 햇빛 때문에 증발이 돼서.
 Cb4: 습기가 차서.

위의 상호작용 단편에 잘 나타나 있는 것처럼 학생들은 비닐봉지에 물방울이 맺히는 현상을 “사우나”에 가 본 경험 등과 관련지어 재치 있게 이야기 하였다. 하지만 “잎이 있어서 더워서”라고 말할 정도로, 비닐봉지에 맺힌 물방울이 어디서부터 온 것인지에 관해서는 과학적인 아이디어와 잘 연결시키지 못하였다. 이때 교사는 다음과 같이 증산 작용을 땀을 흘리는 것에 빗대어 말한 학생들의 비유를 긍정적으로 수용하면서 Cb모듬의 대화에 개입하였다.

- Cb1: (교사를 바라보며) 저희가 사우나에 있어요. (T: 어.) 우리가 갠혀 있죠? (T: 어.) 덥죠? (T: 어.) 땀나죠? (T: 어.) 애 갠혀 있죠. (T: 어.)
 T: 그럼 뭐 때문에 그런다고요?
 Cb1: 햇빛 때문에.
 T: 그러면, 그러면, 너희가 얘기한 땀이 어디서 나오?
 ...
 Cb1: 물.
 T: ... 네가 말한 땀이 ... 습기가 찼다는 것은 ... 공기 중에 뭐가 많은 상태가 습기가 찬 거지?
 Cb1: 물.
 T: 공기 중의 물. 수증기. 이런 게 많아져야 ‘습기가 찼다.’ 그러지?
 Cb1: 네.
 T: ... 너희가 그렇게 몸에다가 비유를 한 것처럼 애, 이 나무가 지금 땀을 흘렸어, 이걸 씌워서. 그러지?

Cb1: 네, 땀을 흘려서.
 T: 땀을 흘려서. 그럼 이 땀은 어디선가 수증기와 같은 게 있었다는 이야기잖아.
 Cb1: 네.
 T: 그 수증기는 어디서 나왔는지.
 Cb1: 앞. 앞에서. 앞에서요.
 T: 앞에서. 그러면 그 앞을 넣어서 여기다가 가설을 완성해야지.
 Cb1: 아하!
 Cb2: (모둠원들에게 장난스런 말투로) 앞에서 나왔어요.

위의 담화 장면에서 교사는 Cb모듬의 학생들에게 도전적인 질문을 지속적으로 제공하여 학생들이 '몸'에서 '땀'이 나오듯이 '앞'에서 '수증기'가 나와 비닐봉지에 맺혔다는 생각에 이르도록 하고, 그것을 바탕으로 좀 더 정교한 가설을 세워보도록 유도하였다. 즉, 이 담화 장면은 앞서 교사가 B반 전체를 대상으로 진행한 대화와 마찬가지로 '교사가 안내하는 의미의 협상'에 해당하며, 학생들의 자원을 더욱 발전시켜 과학적인 결론에 이르게 하는 RT로의 발전 가능성이 높은 또 다른 사례라고 할 수 있다.

3) 학생들이 공유한 것을 과학 지식과 연계하는 교사의 개입

Hammer *et al.*(2012), Levin *et al.*(2013), Richards and Robertson(2016) 등이 강조하는 바와 같이, RT는 학생의 사고나 그들이 가지고 있는 자원에만 반응적인 것이 아니라, 과학 교과의 학문적인 요구에도 부응하고자 하는 교수 방법이다. 즉, RT가 수행되는 과학 교실에서는 학생들의 아이디어를 잘 정립된 과학 지식과 연계하는 교사의 역할이 중요하다. 하지만 본 연구의 대상이 되었던 초등 과학 수업에서 학생들이 설계한 실험이나 그들이 내린 결론은 모두 같지 않았고, 따라서 모듬별 실험 결과만으로 교육과정에 제시된 성취 기준을 바로 도입하기는 어려웠다. 이에 교사는 앞선 사례들에서 기술한 바와 같이 학생들이 모듬별로 실험 결과를 발표하고, 학급 전체가 함께 토론하도록 하였다. 이러한 전체 학급 토론의 중요한 성과 중에 하나는 학급의 모든 학생들이 동일한 실험 결과를 공유할 수 있고, 교사가 학생들이 공유한 실험 결과를 과학적인 아이디어와 연계하여 교육과정에서 요구하는 지식을 성취할 수 있다는 데에 있었다. 예를 들어 다음은 A반의 상호작용 단편으로, 교사가 일방적

으로 실험의 결론을 정리하거나 과학적인 용어를 먼저 도입하지 않고, 학생들의 입을 통해 여러 모듬의 실험에서 공통된 것들을 차례로 찾아내게 하여 의도한 과학 지식에 이르게 하였다는 점에 주목해 볼 수 있다.

T: 결국 전부 다 ... 앞이 있는 상태 중에서 앞이 막아져 있는 거, 앞이 제거되지 않은 거, 그 다음에 물이 없어도 앞이 있는 거에서 전부 다 뭐가 생겼어?
 Ss: 물방울.
 T: 물방울이 생겼어요. 결국 누구 때문인 거야?
 Ss: 앞.
 T: 앞 때문인 거야. 그런데 여러분들이 벌써 세 모듬에서 공통적으로 결론이 나온 낱말이 하나 있어요.
 Ss: 기공.
 T: 기공이에요.

A반에서는 이후에도 교사가 학생들이 기공을 생각해 낸 이유를 탐색하는 담화를 진행하고, 기공을 통해 수증기가 빠져 나간다는 결론을 학생들과 함께 협의하는 담화 장면이 전개되었다. 그런데 A반에서와는 달리 B반에서는 학생들이 모듬별 실험을 공유하는 과정에서 기공이라는 용어가 명시적으로 등장하지 않았다. 이에 교사 또한 학생들에 대한 반응을 달리하여 모듬별 발표를 마친 후에 전체 학급을 대상으로 다음과 같은 담화를 이끌어 갔다.

T: 자, 그래서 지금 [실험 결과] 앞에서 증발이 되었기 때문에 앞에서 물이 나갔다. 나갔지만은 밀폐된 공간에서 수증기 양이 많아지면 뭐가 됩니까? ...
 Ss: 물.
 T: 물이겠쥬. 그래서 봉지 안에 뭐가 맺힌 거예요?
 Ss: 물방울.
 T: 물방울이 맺힌 거예요.
 T: 그러면 수증기라는 그런 알갱이, 입자가 나가려면 나가야 되는 자리가 필요하겠쥬? 근데 여러분들 눈으로 앞을 봤을 때 그런 거 보여요?
 Ss: 안 보여요.
 T: 안 보이쥬. 그래서 눈으로 관찰하기 어려울 때는 도구를 사용했어요. 무슨 도구?
 Ss: 현미경.
 T: 현미경. 그래서 예전에 잎의 구조에 대해서 배울 때 현미경을 가지고 잎의 표면을 관찰했고, 그 때 우리가 현미경으로 볼 수 있는 잎의 구조가 하나 있었어요.
 Ss: 기공.

T: 그렇죠, 기공이에요. 여러분들 기공의 세포 모양 기억하세요?

Ss: 네.

T: 기공 같은 경우는 ... 이렇게 생겨 있었죠. 그래서 여기 보면 벌어져진 부분이 있어요. 이 부분을 통해서 수증기가 출입하는 거야. 이해되시죠?

T: 자, 즉, 결론을 내리자면, 뿌리에서 올라온 물이 물관을 타고 잎과 맥관으로 전달된 다음에 그 물은?

Ss: 기공으로,

T: 기공으로 나간다. 그죠? 잎의 기공으로 나간다.

위 대화에서 교사는 여러 모둠들의 공통된 실험 결과를 확인한 후 기공이라는 용어를 바로 도입하지 않고, 먼저 수증기가 빠져 나갈 수 있는 구조의 필요성에 대한 학생들의 사고를 유도한다. 그 다음 이미 앞 차시에서 학습하여 학생들이 공유하고 있는 잎의 구조 중 ‘기공’에 대해 상기하게 하고, 그것을 현재 관심이 되고 있는 증산 작용과 연계하여 결론을 내리고 있다.

이상과 같은 A반과 B반의 사례에서 공통된 것은 교사가 학생들이 모둠 활동을 통해 얻은 실험 결과나 그들이 현재 가지고 있는 지식 중에서 본 차시의 내용과 관련된 핵심적인 자원을 발견하여 함께 이야기하고, 그것을 바탕으로 과학적인 지식을 도입하여 서로 연계한다는 점이다. 이는 담화적으로 볼 때 ‘공유된 것의 바탕 위에 새로운 지식을 형성 (Building on the Shared)’하는 담화 양상으로, 선행 연구에서는 이것을 과학자처럼 스스로 새로운 이론과 개념을 만들어내는 것이 어려운 학생들에게 교사가 이미 잘 정립된 과학 지식을 가르칠 때 사용하는 담화적-인식적 기제 중의 하나로 분류하였다 (Oh & Ahn, 2013, 2015). 이러한 담화 패턴을 RT의 관점에서 재평가해 보았을 때, 학생들이 사고하는 내용의 핵심을 취하여 과학적인 지식과 연계하는 특징이 있으므로 장차 RT로의 발전 가능성이 높은 사례 중의 하나라고 할 수 있다.

4) 새로운 문제를 해결하게 하는 교사의 개입

RT의 실현 가능성이 높은 과학 수업에서 교사가 학생들의 아이디어를 계발하는 방법은 단순히 학생들을 교육과정의 성취 기준에 이르게 하는 데에만 그친다고는 볼 수 없다. 오히려 학생들에게서 발견한 학문적인 자원에 반응적인 교사는 교육과정을

넘어서 학생들이 더욱 추구하고자 하거나, 그렇게 할 수 있는 것에까지 이를 수 있도록 돕는 역할을 한다 (Levin *et al.*, 2013; Richards & Robertson, 2016). 본 연구에서는 A반의 수업에서 교사가 미처 예상하지 못한 학생의 실험 방법과 실험 결과에 주목하고, 그것을 적극적으로 활용하여 새로운 지식에 도달하게 하는 모습이 관찰되었다. 2007년 개정 과학 교과서(The Ministry of Education, Science, and Technology, 2011)에서는 잎을 제거한 식물과 잎을 제거하지 않은 식물에 각각 비닐봉지를 씌워 두고, 비닐봉지에 생긴 변화를 관찰하는 탐구 활동을 통해 “뿌리에서 흡수된 물은 ... 잎의 기공을 통해 빠져 나간다.”(p. 113)는 과학 지식을 가르치도록 하고 있다. 그런데 본 연구에서 분석한 수업에서 학생들은 교과서에 제시된 탐구 활동에 의존하지 않고 다양한 실험을 시도하였고, 특히 Aa모듬은 한 식물의 잎에만 랩을 씌워 관찰하는 장치를 꾸며 실험을 수행하였다. 수업이 진행되는 동안 줄곧 Aa모듬과 적극적으로 상호작용하였던 교사는 모듬별 발표와 토론이 끝나고 기공을 통해 물이 빠져 나간다는 교과서의 결론을 확인한 후, 다음과 같이 학습의 모든 학생들과 함께 Aa모듬의 실험에 대해 추가로 논의하는 담화를 진행하였다.

T: 선생님어 지금 세 반한테 전부 다 실험을 설거하라고 했는데, A반하고 B반이 좀 다양하게 설거를 했는데, 선생님이 이 실험에서 제일 궁금했던 거는 이 모듬 [Aa모듬]하고 저쪽 모듬 [Ab모듬]이었어. ... 이 두 모듬은 교과서랑 다른 실험을 제시해서 선생님이 흥미로웠거든. 선생님은 랩 안에 뭐가 생겼을지가 사실 궁금하거든.

Aa4: 맞아. 맞아.

Aa3: 어, 물이 생겼어

Aa1: 물, 물, 물.

T: 어디요? 어, 자, 여기 모듬은요, 지금 [잎]을 제거하지 않았어요. 그죠? 제거하지 않은 상태에서 지금 랩 [으로] 막기만 했기 때문에, 이 랩에 차단이 돼서 [비닐봉지에] 물방울이?

Aa1: 안 생겼어요.

T: 안 생긴 거야. 그러면 지금 여기는 기공 있죠?

Aa1: 네.

T: 있으니까 랩 안에 무얼 관찰할 수 있어야 돼?

Aa1: 물.

Aa4: 물방울.

Aa1: 여기[잎 뒷부분] 짱 많아요.

T: 자, 선생님이 여기 다 ... 보여드릴게요. 여기 모듬 봤죠? 여기 랩 안에도 한번 봐 보세요. 뒷면에 물이 보여?

T: 자, 그러면 이 모두가 아주 재밌는 실험을 했기 때문에 또 하나 관찰할 게 있어요. 자, 기공은 잎의 앞과 뒤 중에 어디에 있을까?

Aa1: 뒤.

Ss: 뒤.

T: 왜 뒤라고 생각했죠?

Aa2: 뿔록 튀어나와서.

Aa1: 여기, 거기 햇빛에 안 받고 그냥 이렇게 나가니까.

T: 여러분 실험 결과에 답이 나왔어요.

Aa2: 앞부분에는 물방울이 없어요.

T: 그죠. 여러분들이 실험을 이 친구들이 했을 때 물방울이 주로 뒤에 부분이 많이 생겼고 앞부분은 별로,

Aa1: 없어요.

T: 그 맑은 물이 나간 데가 어디다?

Aa1: 뒤.

Aa2: 뒤에.

T: 뒤에다 이 말이죠. 이해되시죠?

Ss: 네.

위의 대화에서 보는 것과 같이 Aa모듬의 실험에서는 식물의 잎을 싸 두었던 랩의 앞면보다 뒷면에 물이 많이 고인 것을 확인할 수 있었다. 교사는 이 실험 결과를 다른 학생들과 함께 탐색하고, 그것을 바탕으로 '기공은 잎 뒷면에 더 많이 존재한다.'는 과학 지식을 형성하게 하였다. 즉, A반에서 관찰된 위와 같은 담화 장면은 교사가 처음부터 의도하지는 않았지만 학생들이 얻어낸 실험 결과에 주목하고 그것에서 학문적으로 연계할 수 있는 내용을 발견하여 이를 모든 학생들과 함께 이야기함으로써 새로운 과학적인 결론에 이르게 하는 것으로, RT의 세 가지 특징에 모두 잘 부합하는 사례라고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

지금까지 본 연구에서는 잎의 증산 작용을 주제로 한 초등 과학 수업을 RT의 관점에서 분석하여 RT의 실현 가능성이 제한된 경우와 RT의 실현 가능성이 높은 경우를 각각 4가지로 범주화하고, 각각의 사례를 예시적으로 제시하였다. 그 결과, RT의 실현 가능성이 제한된 사례는 교사의 교수법적인 개입이 과제 완성에 초점을 맞추었거나, 학생 활동

의 맥락을 벗어나고, 학생들이 찾아야 할 지식을 먼저 제시하거나, 평가가 중심이 되는 경우로 범주화되었다. 이와는 달리 교사의 개입이 학생들 간의 논쟁을 유도하거나, 학생들과 의미를 협상하고 학생들이 공유한 것을 과학 지식과 연계하거나, 새로운 문제를 해결하게 할 때는 RT의 실현 가능성이 높은 것을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과로부터 얻을 수 있는 시사점과 장차 본격적인 RT의 실행과 연구를 위한 제언점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구의 결과는 현장의 교사들이 자각하고 있지 못하고 있을 뿐, 일상적으로 이루어지는 초등 과학 수업에서도 이미 RT가 적어도 부분적으로 수행되고 있거나, 장차 RT로의 발전 가능성이 높은 교수 행위가 이루어지고 있다는 것을 예시적으로 보여주었다. 이러한 결과는 교사의 적절한 질문과 피드백 활용이 학생들의 적극적인 사고와 활발한 상호작용을 유도할 수 있다는 선행 연구의 주장을 다시금 확인해 주는 동시에, '교사가 안내하는 의미의 협상'과 같이 지금까지 초등 과학 수업에서는 잘 볼 수 없었던 담화 패턴을 발견하게 하였다는 점에서도 주목할 만하다(Choi *et al.*, 2004; Nam *et al.*, 2010; Oh & Ahn, 2013, 2015; Song & Kim, 2016). 다시 말해 본 연구는 초등학교 과학 교실에서도 수업의 형태를 획기적으로 바꾸지 않고도 RT를 수행하는 것이 가능하다는 것을 확인하고, 우리나라 과학 교육 분야에서 아직 본격적으로 탐구되지 않은 RT 연구를 위한 기초 자료를 제공하였다는 점에서 의의를 찾을 수 있다. 따라서 앞으로 학교 과학 교육 현장에서는 본격적으로 RT를 실현하려는 교사의 의식적인 노력과 이를 지원하는 연구자의 헌신, 그리고 교사와 연구자가 지속적으로 협력할 수 있는 제도적인 장치가 필요하다고 생각한다.

둘째, RT를 주장하는 연구자들은 RT가 과학 개념을 이해하고, 과학적으로 사고하며, 과학의 본성을 깨닫고, 과학적인 실천 행위에 참여하는 등 다양한 측면에서 학생들에게 도움이 된다고 주장한다(Levin *et al.*, 2009). 하지만 이러한 일들이 실제로 이루어지려면 교사의 지식이 무엇보다 중요하다. 이는 두 말할 나위가 없다. 특히 이때 필요한 교사의 지식에는 개념적인 것뿐만 아니라, 과학적인 실천 행위에 대한 지식이나 학생들의 정서적 자원에 어떻게 감응해야 하는가에 관한 지식 등이 두루 포함된다(Robertson *et al.*, 2016a). 즉, 학생들이 가지고 있

는 자원의 종류가 다양한 것처럼 이에 반응적으로 대응해야 하는 교사가 갖추어야 할 자원도 다양하다는 것을 알 수 있고, 이를 위한 교사 교육 차원의 노력이 필요하다는 것 또한 시사 받을 수 있다.

학교 현장에서 RT를 실천하고자 하는 교사들을 위한 유력한 교사 교육 방법 중의 하나는 교사가 주도적으로 참여하여 실제 수업 영상을 연구자와 함께 분석하면서 구체적인 RT의 실천 방안을 찾아내는 것이라 할 수 있다(예: Levin *et al.*, 2013). 이렇게 되면 다양한 RT의 사례들이 발굴되어 본 연구에서 사용한 것과 같은 잠정적인 RT의 틀이 더욱 풍부하게 발전할 수 있을 것이다. 또한 이러한 작업은 기존의 과학 수업을 재평가하고, 현장의 맥락에 맞게 RT의 개념을 정립하는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

셋째, RT를 수행하는 교사들은 종종 학생의 생각을 존중해 주는 것과 학문적으로 올바른 내용을 가르치는 것 사이에서 수업상의 긴장(instructional tensions)이나 딜레마(dilemmas)를 겪는다고 한다(Colley & Windschitl, 2016; Richards & Robertson, 2016; Robertson *et al.*, 2016a). 그런데 Robertson *et al.*(2016a)은 그러한 긴장이나 딜레마가 RT의 본질이라고 하면서, 교사가 그것을 있는 그대로 받아들여야만(embrace) 진정으로 학생들의 생각에 귀 기울일 수 있다고 역설한다. 이와 비슷하게 Maskiewicz(2016)은 RT를 실천하다 보면 교사가 수업을 통제하지 못한다고 느낄 때가 있는데, 그때야말로 교사가 학생들에게 반응적으로 되는 순간이라고 말한다.

이러한 주장들은 학습에 관한 자원 기반의 관점을 토대로 하는 RT가 현재의 학습 활동이 당장에는 효과를 내지 못하더라도 장차 새로운 맥락에서 유용한 자원으로 활용될 수 있고, 장기적으로는 학문적인 지식과 실천으로 발전할 수 있다는 믿음에 기초하고 있기 때문이라고 해석할 수 있다(Oh, 2015). 더 나아가 Oh(2011, 2013)는 과학 수업은 모종의 가치를 추구하는 일이며 수업이 추구하는 가치는 다종다양하기 때문에 이들 사이에서 고민하는 것이 교사의 본질적인 모습이라고 지적한 바 있다. 따라서 교사가 학생의 생각에 귀 기울이면서 갈등을 느끼고, 그러한 갈등을 해결하기 위하여 새롭게 가르쳐 보기를 실천하고, 그래서 또 다시 갈등을 느끼는 일을 반복한다면 그것은 교사의 실존을 그대로 살아가는 일이라고 할 수 있다. 그리고 이러한 실존

적인 노력이 꾸준히 이루어진다면 교사나 학생도 모르는 사이에 더 나은 수업이 조금씩 실현되어갈 것이라고 조심스럽게 예견해 볼 수 있다. 이러한 점들을 종합적으로 고려할 때, RT가 과학 수업 현장에서 더 많이 시도되어 중장기적인 효과를 이루기 위해서는 과학 수업에 관한 교사와 교사 교육자, 연구자들의 시각의 전환이 필요하다고 여겨진다.

참고문헌

- Choi, K., Park, J.-Y., Choi, B.-S., Nam, J., Choi, K. S. & Lee, K.-S. (2004). Analysis of verbal interaction between teachers and students in middle school science classroom. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1039-1048.
- Colley, C. & Windschitl, M. (2016). Rigor in elementary science students' discourse: The role of responsiveness and supportive conditions for talk. *Science Education*, 100, 1009-1038.
- Eisner, W. E. (1983). The art and craft of teaching. *Educational Leadership*, 40(4), 4-13.
- Elby, A. & Hammer, D. (2010). Epistemological resources and framing: A cognitive framework for helping teachers interpret and respond to their students' epistemologies. In L. D. Bendixen & F. C. Feucht (Eds.), *Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice* (pp. 409-434). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ha, H. & Kim, H.-B. (2017). Exploring responsive teaching's effect on students' epistemological framing in small group argumentation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 63-75.
- Hammer, D. (2000). Student resources for learning introductory physics. *Physics Education Research, American Journal of Physics*, 68(Suppl. 7), S52-S59.
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. E. & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer. In J. Mestre (Ed.), *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective* (pp. 89-120). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Hammer, D., Goldberg, F. & Fargason, S. (2012). Responsive teaching and the beginnings of energy in a third grade classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 51-72.
- Hammer, D. & Sikorski, T.-R. (2015). Implications of complexity for research on learning progressions. *Science Education*, 99(3), 424-431.

- Jaber, L. Z. (2016). Attending to students' epistemic affect. In Robertson, A. D., Scherr, R. E. & Hammer, D. (Eds.), *Responsive teaching in science and mathematics* (pp. 162-188). New York: Routledge.
- Jaber, L. Z. & Hammer, D. (2016). Engaging in science: A feeling for the discipline. *The Journal of the Learning Sciences*, 25(2), 156-202.
- Lee, H. (2013). Instruction, everyone experiences but no one knows [수업, 누구나 경험하지만 누구도 모르는]. Seoul: Education Community But.
- Lee, H., Um, H., Chung, J. & Shin, J. (2012). The metaphors of 'teaching as art' and 'teaching as science' and its implication in class criticism. *The Journal of Yeolin Education*, 20(2), 305-325.
- Lee, J. N. (2011). Theory of teaching as art [수업 예술론]. Seoul: Mirae Heemang.
- Levin, D. M., Hammer, D. & Coffey, J. E. (2009). Novice teachers' attention to student thinking. *Journal of Teacher Education*, 60(2), 142-154.
- Levin, D. M., Hammer, D., Elby, A. & Coffey, J. E. (2013). *Becoming a responsive science teacher: Focusing on student thinking in secondary science*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Lineback, J. E. (2015). The redirection: An indicator of how teachers respond to student thinking. *The Journal of the Learning Sciences*, 24, 419-460.
- Maskiewicz, A. C. (2016). Navigating the challenges of teaching responsively. In Robertson, A. D., Scherr, R. E. & Hammer, D. (Eds.), *Responsive teaching in science and mathematics* (pp. 105-125). New York: Routledge.
- Maskiewicz, A. C. & Winters, V. A. (2012). Understanding the co-construction of inquiry practices: A case study of a responsive teaching environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 429-464.
- Nam, J., Lee, S. D., Lim, J.-H. & Moon, S. B. (2010). An analysis of change in beginner science teacher's classroom interaction through mentoring program. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(8), 953-970.
- Oh, P. S. (2011). "Unfillable Cups": Meanings of science classess to elementary school teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(2), 271-294.
- Oh, P. S. (2013). Secondary science teachers' thoughts on 'good' science teaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(2), 405-424.
- Oh, P. S. (2015). A theoretical review and trial application of the 'resources-based view' (RBV) as an alternative cognitive theory. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(6), 971-984.
- Oh, P. S. & Ahn, Y. (2013). An analysis of classroom discourse as an epistemic practice: Based on elementary science classrooms. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 269-284.
- Oh, P. S. & Ahn, Y. (2015). Exploration of discursive-epistemic mechanisms in high school earth science lessons. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 36(4), 390-403.
- Oh, P. S. & Campbell, T. (2013). Understanding of science classrooms in different countries through the analysis of discourse modes for building 'classroom science knowledge' (CSK). *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(3), 597-625.
- Otsuji, H., Oh, P. S., Lin, C. C., So, W. W. M. & Lu, Y.-L. (2016). Primary school science teacher training in East-Asia: In the continuous reforming for the quality assurance. In Lin, H.-S., Gilbert, J. K. & Lien, C.-J. (Eds.), *Science education research and practice in East Asia* (pp. 245-272). Taipei, Taiwan: Higher Education Publishing Company.
- Richards, J. & Robertson, A. D. (2016). A review of the research on responsive teaching in science and mathematics. In Robertson, A. D., Scherr, R. E. & Hammer, D. (Eds.), *Responsive teaching in science and mathematics* (pp. 36-55). New York: Routledge.
- Robertson, A. D., Atkins, L. J., Levin, D. M. & Richards, J. (2016a). What is responsive teaching. In Robertson, A. D., Scherr, R. E. & Hammer, D. (Eds.), *Responsive teaching in science and mathematics* (pp. 1-35). New York: Routledge.
- Robertson, A. D., Scherr, R. E. & Hammer, D. (2016b). *Responsive teaching in science and mathematics*. New York: Routledge.
- Robertson, A. D., Richards, J., Elby, A. & Walkoe, J. (2016c). Documenting variability within teacher attention and responsiveness to the substance of student thinking. In Robertson, A. D., Scherr, R. E. & Hammer, D. (Eds.), *Responsive teaching in science and mathematics* (pp. 227-253). New York: Routledge.
- Song, H.-Y. & Kim, Y. (2016). A coevolution approach to verbal interaction between teachers and students in science classes. *Biology Education*, 44(1), 13-24.
- The Ministry of Education, Science, and Technology (2011). *Science 5-1 [과학 5-1]*. Seoul: Kumsung.
- van Zee, E. & Minstrell, J. (1997). Using questioning to guide student thinking. *The Journal of Learning Sciences*, 6(2), 227-269.