

구성주의 수학 수업이 추론능력에 미치는 영향 - 초등학교 2학년 곱셈을 중심으로 -

정현실¹⁾ · 김진호²⁾

본 연구의 목적은 학습능력이 다소 처지는 학생들도 구성주의를 바탕으로 한 학습자 중심 수업을 받았을 때 이들도 또한 스스로 지식을 구성할 수 있을 것이라는 구성주의자들의 가정을 확인을 하는데 있다. 이런 목적을 달성하기 위해서, 연구자들은 구성주의를 바탕으로 한 학습자 중심 수업과 객관적 인식론을 바탕으로 한 교사 중심 수업이 학생들의 추론 능력과 학업성취도에 미치는 효과를 비교하였다. 이를 알아보기 각 집단은 각 실험처치를 통해 곱셈을 학습하였다. 본 연구에서 얻은 결과로부터 다음과 같은 몇가지 결론을 얻을 수 있었다. 첫 번째, 구성주의를 바탕으로 한 학습자 중심 수업은 학습자들의 추론 능력에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다. 두 번째, 학습자 중심 수업은 학습자들의 연역적 추론 능력에 다소 긍정적인 영향을 미쳤다. 세 번째, 다소 학습능력이 처지는 학생들을 대상으로 실시한 학습자 중심 수업은 교사중심 수업보다 실험처치 중 학습하지 않은 수학적 지식의 개념 및 원리 이해에 긍정적인 영향을 미쳤다.

주요용어 : 학습자 중심 수업, 추론 능력, 학습하지 않은 지식의 이해

I. 서론

구성주의는 모든 학습자가 지식을 구성할 수 있는 지적 능력을 갖춘 것을 인정하기 때문에 구성주의를 반영한 수업을 할 때 교사는 수업 중에 특정한 (수학) 지식을 전달할 목적으로 설명을 해서는 안 되고 학습자 스스로 지식을 구성할 수 있도록 도와주는 조력자 역할을 해야 한다. 이때, 모든 학습자가 지식을 구성할 수 있는 지적 능력을 갖추고 있음이 의미하는 것은 학습 능력이 우수한 학생뿐만 아니라 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들도 교사의 가르침 없이 지식을 구성할 수 있다는 것이다(Kim, Colen, & Colen, 2013). 그러나 교사들은 모든 학습자들이 수학 지식을 구성해 가는 수업을 직·간접적으로 경험해 본 적이 거의 없기 때문에 학습 능력이 부족한 학습자들이 수학 지식을 구성할 수 있

1) 교동초등학교(gustlf25@edunavi.kr)
2) 대구교육대학교(jk478kim@dnue.ac.kr) 교신저자

다는 것에 대해 부정적인 인식을 형성하고 있다. 그래서 교사들은 어느 학급이나 학습 능력이 부족한 학생들이 존재하고 이들이 포함되어 있는 이질집단에서는 구성주의 이론에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 실천될 수 없다는 생각들을 갖고 있다.

모든 학습자가 지식을 구성할 수 있는 지적 능력을 갖추고 있다는 진술에서 우리가 주의할 것은 모든 학습자의 지적 능력 및 기저 지식이 다르다는 것이다. 그래서 학습자마다 서로 다른 지적 능력을 소유하고 있기 때문에 학습자의 지적 능력 수준에 맞는 수업 자료를 제공해 줄 필요가 있다. 이를 반영하기 위해 2007 개정교육과정 및 2009 개정교육과정은 학습자의 학습 능력과 수준 등의 개인차를 고려한 수준별 수업을 권장하고 있다. 실제로 초등교육의 특성과 교사 수급 및 유휴 교실 등의 제반 여건을 고려했을 때 초등학교에서는 학습자의 지적 능력에 따른 수준별 집단 편성이 어려운 실정이다. 그래서 수준별 집단이 아닌 이질집단 내에서 학습자의 지적 능력을 고려한 수업이 이루어져야 한다.

그런데 단위 수업 시간에 설정된 학습목표는 수업을 받고 있는 모든 학생들이 성취해야 할 목표로 간주되는 것이 일반적이다. 이는 수업을 받고 있는 모든 학생들이 목표를 달성하는데 필요한 모든 선수 학습 내용을 이해하고 있다는 것과 모든 학습자가 동일한 인지 구조를 가지고 있다는 가정을 기본 전제로 하고 있는 것이다. 그러나 학생마다 현재의 이해 상태가 다를 수밖에 없기 때문에 이런 가정이 현실적으로 가능하지 않다는 것은 당연한 이치이다. 따라서 획일화된 수업 목표를 설정하지 않고 학습자 개개인에 적합한 학습 목표를 설정해야 한다. 학습목표는 개별 학습자들이 수업 시작 전보다 수업 후에 서로 다른 수준에서 지적 발달을 성취하도록 돕는데 있다고 보기 때문이다. 즉, 학습 능력이 우수한 학습자는 다른 학습자들 보다 높은 수준의 이해를 하며, 학습 능력이 보통 수준인 학습자들은 우수한 학습자들이 구성한 개념과는 다를지언정 그들 나름대로의 최선의 성취가 있어야 하고, 학습 능력이 저지는 학습자들도 마찬가지이다(김진호, Lee, 2012). 그런 측면을 고려한다면 지적 능력이 다른 학습자들이 한 교실에 모여 학습하는 상황에서 제공되는 수업 자료를 통해 학습자는 저마다의 지적 능력에 따라 서로 다른 수학적 아이디어를 추출해 낼 수 있어야 한다. 이런 특성을 갖는 수업 자료를 통해서 학습자들은 저마다의 다른 수준에서 배움이 발생한다.

반면, 전통적으로 교사들은 수학에서 계산능력이 매우 중요하기 때문에 반복적인 연습이 필수적이라고 생각해 왔다. 그래서 알고리즘을 학생들 스스로 찾게 하기 보다는 일반화된 알고리즘을 직접 알려주고 그에 따라 하나의 답을 정확하게 찾도록 하는데 초점을 맞춘 수업을 하였다. 그 결과 교사는 주어진 알고리즘에 따라 정확하게 답을 찾는 학생과 그렇지 못하는 학생으로 구분한 뒤 계속된 반복 연습으로 모두가 알고리즘에 따라 답을 찾도록 이끄는 것을 최선이라고 여겼다. 이런 생각에 기초하여 교사들은 학생마다 지적 능력이 다르다는 것은 인정하지만 구성주의 이론에서 주장하듯이 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 포함하여 그 능력에 따라 다양한 지식을 구성할 수 있다는 것은 받아들이지 않는다. 혹, 교사들이 구성주의 이론에 대해 동의하더라도 모든 학생이 함께 도달해야 하는 교육과정에 제시된 성취기준과 학업성취도 평가가 있어서 주어진 학습 시간에 모든 학생들이 지식을 구성

하도록 교사가 촉진자로서의 역할을 수행한다는 것은 현실적으로 어렵다고 판단한다.

이러한 상황에도 불구하고 일부 교사들은 교육현장에서 조력자 및 촉진자로서의 교사 역할에 충실하여 구성주의 이론을 기반으로 하는 학습자 중심 수업을 적용함으로써 주어진 학습 시간에 학생들이 지식을 구성할 수 있는지 연구를 하였다. 이 연구들을 살펴보면 평균적인 학습 능력을 갖춘 학습자들을 대상으로 지식 구성 능력을 검증한 연구는 있다(조수윤, 2011). 그러나 교사들이 염려하는 것처럼 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 대상으로 지식 구성 능력을 검증해 본 연구는 없다.

따라서 본 연구의 목적은 모든 학습자들, 특히 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 대상으로 구성주의 이론을 기반으로 하는 학습자 중심 수업을 실천했을 때 추론능력과 학업 성취도에 어떤 영향을 주는지 알아봄으로써 구성주의자들의 주장처럼 이 학생들이 스스로 지식을 구성할 수 있는지를 검증해보았다.

II. 이론적 배경

1. 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업

구성주의 이론을 적용한 수학 수업을 원만히 실천에 옮기기 위해서 교사는 구성주의 이론에 정통할 필요가 있다. 교육과 관련된 여러 요소들에 대한 구성주의자들이 보는 관점은 객관적 인식론자들의 그것과 매우 다르기 때문이다. 수업과 관련된 여러 요소들 중 학습자와 교사, 수학적 지식, 수업의 실제와 평가, 그리고 교실 문화 사이의 역동적인 상호작용을 강조하고 있는 모형을 중심으로 살펴보고자 한다.

행동주의는 모든 학습자가 동일한 인지 구조를 가지고 있다는 전제 아래 동일한 학습 과제나 교수 매체를 통한 교수·학습은 동일한 성과를 산출할 수 있다고 가정하고 있다. 그러나 실제 학습 과정에서 살펴보면 개개인의 학습 경험은 다양하며 학습 능력이나 속도도 학습자에 따라 다르다(남승인, 1998). 그럼에도 불구하고 전통적인 교실 수업에서의 교사들은 학습자를 외부자극에 반응하는 수동적인 존재로 인식하고 지식을 전수해주고자 노력했다. 그 결과 수동적인 학습이 지속됨으로써 학습부진아를 포함한 모든 학생들이 그들 스스로 지식을 구성하는 경험을 할 수 없었다.

반면, 조작적 구성주의를 대표하는 Piaget는 학습자를 자신의 인지구조에 따라 환경과 상호작용하며 능동적으로 지식을 구성해가는 대상으로 보았다. Piaget는 과학적인 증거를 가지고 학생은 스스로 논리-수학적 지식을 구성할 수 있다는 사실을 증명하였다. 따라서 초등학생은 구체적인 조작 활동을 통하여 학생 개개인이 스스로 수학 지식을 구성할 수 있도록 해 주어야 한다는 입장이다(Kamii, 1985). 교사들이 능동적인 학습자로서 학생들을 인식할 수 있다면 학생들은 독립적으로 지식을 구성하기 위해 그들의 잠재력

을 발휘할 수 있다(Kim, Colen, & Colen, 2013). 그리고 학생들은 형식적인 수업을 받지 않고도 자연적인 환경 속에서 기본적인 수학적 개념들을 스스로 발달시켜 나간다. 이러한 비형식적 수학은 비교적 강력하며 추후 형식적 수학의 기초를 마련해 준다(Ginsburg, 1992). 따라서 교사는 학생들이 그들의 비형식적 지식을 이용하여 반영적 추상화를 통해 학생들 각자의 지적 능력에 따라 지식을 구성할 수 있는 적절한 환경을 마련해 주어야 한다.

이러한 환경 속에서 학습자는 자기 주도적 학습을 할 수 있도록 책임감 있게 자신의 학습을 관리하고 학습의 방향을 설정해 나갈 수 있어야 한다. 즉, 학습자들 스스로 자신의 지식수준과 관심, 흥미에 따라 자율적으로 목표를 설정하고 실제적인 과제를 해결하기 위해 자신의 학습에 대한 자율성과 주인의식을 갖는 능동적인 학습자가 되어야 한다.

구성주의를 적용한 수업을 실천에 옮기는 교사는 지식의 전수자가 아니라 모든 학습자가 그들 스스로 추상적인 개념을 구성할 수 있다고 진심으로 믿는 조력자로서의 역할을 수행해야 한다. 학생이 지식을 스스로 구성할 수 있다고 해서, 지식이 학생의 내면세계에서 저절로 구성되는 것은 아니다. 따라서 교사의 설명이 없어도 학생들이 문제에 대해 설명할 수 있도록 안내하고 학생들이 학급 토론을 하는 동안 그들의 아이디어를 나눌 수 있도록 충분한 기회를 제공해야 한다. 특히 학급 토론을 할 때 모든 학생들이 참여할 수 있도록 격려해야 하며 학생들의 아이디어를 비교하고 대조할 수 있는 교실 분위기를 제공해야 한다. 이 때 교사와 학생뿐만 아니라 학생 상호간의 의사소통이 활발히 이루어지도록 해야 한다.

학습자 중심 수업에서 교사는 학습자가 자신의 아이디어를 표현하고 다른 학습자의 아이디어에 대해 비교 분석함으로써 자신의 추상적인 개념을 구성하도록 촉진자로서의 역할이 필요하다. 이 때 교사는 학습자들이 자신의 아이디어와 다른 학습자의 아이디어에 대한 명확한 설명과 이해를 이끄는 발문을 해야 한다.

또한 각 학생을 평가하는 것은 교사의 중요한 역할이다. 학습자가 새로운 지식을 이해하기 위해서는 과거의 학습을 통해 형성된 인지구조에 있는 현재의 지능과 현재의 지식을 사용하게 된다. 그러므로 교사는 학습자의 현재의 이해 정도를 파악하여 이보다 한 단계 앞선 수학적 대상에 대해 학습할 기회를 제공해 주어야 한다. 이를 위해 학습자 중심 수업에서 교사는 수업 중에 교실에서 이루어지는 학급 토론을 모니터하고 학습자의 문제해결 방법을 관찰함으로써 학습자가 현재 어떤 이해를 하고 있으며 이전의 이해와는 어떤 다른 이해를 하고 있는지 평가해야 한다. 따라서 교사는 수업 중에 학습자들의 이해 정도를 평가하기 때문에 수업과 평가를 별개의 것으로 구분하지 않고 ‘수업이 곧 평가이다.’라는 신념을 갖고 수업에 임해야 한다. 교사가 학습자의 학습발달사에 대한 이해가 깊어질수록 학습자의 이해의 폭과 넓이를 세분할 수 있으며, 이를 바탕으로 학습자가 학습할 적절한 내용을 선정해서 제시해 줄 수 있다. 따라서 이러한 평가 결과를 후속 학습에 반영하여 각 학생에게 적합한 수업목표를 설정함으로써 효과적인 수업을 설계하고 실행할 수 있다(김진호, 2012; 김진호, Lee, 2012; Kim, Colen, & Colen, 2013).

교사는 학생들이 그들의 지적 능력에 따라 능동적으로 지식을 구성할 수 있도록 수업을 준비하며 사고를 촉진하는 발문과 의사소통이 활발하게 이루어지는 학습 환경을 제공하도록 노력해야 한다. 그러나 무엇보다 학생들이 스스로 지식을 구성할 수 있는 인격체인 것을 깊이 인식하고 그들을 지지해주는 교사의 역할이 가장 우선되어야 한다.

교사의 수학관은 수학교육의 방향을 결정하므로 교사가 어떤 수학관을 갖고 가르치느냐에 따라 학생들의 수학관 형성에 미치는 영향은 매우 크다. 전통적인 수업에서의 수학관은 객관주의 인식론의 영향으로 수학적 지식의 절대성을 인정하여 그 절대적 지식을 추구하는 것을 목적으로 하였다. 그래서 학습자는 주어진 지식을 진리로 받아들여 교사가 전달해주는 그대로 암기하거나 수용해야 한다는 입장이었다.

이와는 반대로 구성주의에서는 절대적 지식은 존재하지 않으며 수학을 변화성과 상대성을 지닌 지식체로 보았기 때문에 개인에게 의미 있고 타당한 것이면 모두 지식으로 인정했다. 따라서 구성주의에서는 지식을 수동적으로 받아들이는 것이 아니라 개인의 경험에 의거하여 구축되어진 개별적 인지적 작용의 결과로 보기 때문에 동일한 실재라 하더라도 인식주체에 따라 다르게 해석한다고 보았다. 또한 개인의 사회적 참여를 통해 환경과 상호작용함으로써 지식의 구성과 재구성을 반복하여 개인의 지식은 끊임없이 변화한다(김신곤, 1998). 이와 같이 구성주의의 관점에서 수학적 지식은 객관적이고 시공간을 초월하는 절대적인 것으로 받아들이는 것이 아니라 학습자가 환경과의 상호작용을 통하여 자신의 기저 지식과 인지구조에 따라 끊임없이 능동적으로 만드는 것이다.

‘모든 학습자의 기저 지식과 지적 능력이 다르다.’는 명제를 인정한다면, 이 명제는 수업의 실제에 반영되어야 한다. 앞서 모든 학습자가 함께 도달해야 하는 획일화된 수업 목표 설정의 문제점을 제기했었다. 또한 학습목표의 행동적 용어로의 진술은 수학 수업을 통찰력 있는 구성 과정이라기보다는 기계적인 방법에 의존하도록 유도하고 있다. 학습목표의 진술을 조작적으로 입증할 수 있는 행동 용어로 진술함으로써 학습을 그 용어에 국한하여 학습자 개인의 능동적, 주체적 사고 활동을 제한한다. 뿐만 아니라 학습자에게 주어진 자극이나 조건에 대한 외현적인 반응은 관찰 가능하지만 학습 내면의 인지 구조에 미치는 영향에 대해서는 파악하기 어렵다. 따라서 구성주의를 토대로 하는 수업에서, 학습목표의 설정 목적이 개별 학습자들이 수업 시작 전보다 수업 후에 서로 다른 수준에서 지적 발달을 성취하도록 돕는데 있다고 보기 때문에 학습자 개개인에 적합한 학습목표를 설정해야 한다.

또한 학습과제는 학습자들이 그들의 지적 능력에 따라 서로 다른 수학적 아이디어를 추출해 낼 수 있는 과제이어야 한다. 학생들이 실생활에서 일어날 가능성이 높은 문제를 가지고 학습한다면 학교에서 배운 수학적 능력을 실생활의 수학적 능력으로 전이할 가능성이 더 커진다. 개방형(open-ended) 과제는 하나의 해결 과정이나 하나의 정답만이 존재하는 것이 아니라 여러 가지 해결 과정 및 여러 가지 답을 포함하고 있는 문제를 의미한다. 특히 개방형 과제는 학습자의 지적 능력과 흥미에 따라 해결 방법과 답을 찾게 되어 학습자 수준별로 성취감과 만족감도 줄 수 있다(김진호, 2010). 구성주의를

지향하는 수업의 과제는 일상생활에서 발생할 수 있는 실생활 맥락에서 설정된 자료를 사용하고 개방형이며 연습이 아니고 비정형적이고 개념적인 것이어야 한다(Latterell, 2008). 위와 같은 학습과제가 주어질 때 학생들은 자신들이 할 수 있는 방법으로 문제를 해결하고 때때로 여러 가지 방법으로 해결하며 문제 해결 방법을 동료와 교사에게 설명한다. 교사와 학생들은 경청하고 자신들이 문제해결자가 설명하는 것을 이해할 수 있을 때까지 질문한다. 이러한 과정은 반복되며 교사는 학생들이 발표하는 문제해결 과정으로부터 얻어지는 정보를 활용하여 각 학생이 알고 있는 것을 이해하고 도와주기 위해 수업을 구조화하는 방법을 결정한다. 이런 수업에서는 각 학습자의 사고가 중요하며 동시에 존중되어야 한다. 이런 분위기에서 학습자는 문제해결에 기꺼이 참여하며 자기 자신의 사고가 문제를 해결하는데 결정적인 역할을 한다고 인식하게 된다. 또한 교사들은 학습자들이 문제해결의 책임이 있음을 인식할 수 있도록 격려해야 한다(김진호, 이남숙, 2005).

따라서 학습자 중심 수업에서는 교사가 지난 수업 중에 평가한 학습자의 이해 정도 및 수학발달사를 바탕으로 학습자의 학습 목표를 설정한다. 그리고 학습자의 지적 능력에 따라 성취할 수 있는 학습 과제를 해결한 뒤 교사와 학생, 또는 학생과 학생간의 상호작용의 결과 각자의 이해의 수준에 따라 지식을 구성하는 수업의 실재를 행함으로써 학습자는 앎의 희열을 느끼며 자신의 지식 구성에 책임감을 가진다.

수학과 교육과정은 교사 중심의 수학 교실 문화를 학생 중심의 수학 교실 문화로 바뀌가려는 의지를 반영하고 있다. ‘교사 중심’은 교사의 설명과 아이디어가 수학 수업의 핵심이 되는 반면에 ‘학생 중심’은 학생들의 참여와 토론이 수업의 주된 요소가 되는 것을 뜻한다(방정숙, 2006). 학생들이 능동적으로 지식을 구성할 수 있는 환경을 조성하는 것이 ‘학생 중심’ 교실 문화의 핵심이다. 이를 위해 모든 학생들이 참여하는 토론문화를 형성하는 것이 교사의 중요한 역할이므로 교사와 학생간의 상호작용뿐만 아니라 학생과 학생간의 상호작용이 활발하게 이루어지는 분위기를 조성해야 한다. 교사와 학생들이 발표자의 아이디어에 귀를 기울이고 그 아이디어를 존중하면, 학습자 상호간의 내적동기부여가 되어 학습자의 학습을 촉진시킬 수 있다. 따라서 서로 존중하고 지지하는 교실 문화가 뒷받침되어야만 학습자 중심 수업을 성공적으로 실천할 수 있다고 해도 과언이 아니므로 교사는 모든 수업과 생활지도에서 이를 반영해야 한다.

2. 추론을 통한 수학적 이해

수학을 이미 이루어진 지식 체계가 아닌 학습자 스스로 구성해 나가는 사고 활동으로 본다면 수학적 추론은 수학을 이해하는 데 핵심이다. 그래서 NCTM(1992, 2009)에서는 수학탐구의 기본과정으로 문제해결 및 의사소통과 함께 추론으로서의 수학을 강조하고 있으며 우리나라 교육과정에서도 수학적 사고력을 추론능력과 동일시한다. 또한 추론을 중요하게 여

기는 다른 이유는 수학이 논리적이고 합당하다는 것을 학생들이 이해하도록 도와준다는 것이다. 학생들이 규칙을 찾고 가설을 세우고 평가하는 실질적인 경험은 수학의 탐구적인 측면 뿐 아니라 논리적인 측면의 중요성을 학생들이 이해하도록 돕는다.

수학적 추론은 문제를 해결하는 과정에서의 고차적 사고활동이다. 여기서 문제는 이미 해결전략을 가지고 있는 연습문제가 아니라 해결 방법이 미리 알려지지 않은 과제로서 여러 가지 다양한 학습주제를 통합한 유의미한 것으로 학생들이 도전해볼만한 문제를 의미한다. 그리고 학생들은 답을 찾기 위해서 자신이 알고 있는 지식에 기반을 두는데 좋은 문제는 학생들의 지식을 확립 및 확장하며 수학 학습을 촉진하므로 문제를 선택하는 교사의 역할이 매우 중요하다.

문제의 탐구는 추측 즉, 직관적 혹은 귀납적 추론으로부터 도출되는 주장이나 결론으로부터 비롯된다. 저학년 학생들은 주로 말로 자신의 추측과 생각을 표현할 수 있으며 학년이 올라감에 따라 점차 수학적 표현과 기호를 활용하여 자신들의 추측을 탐색하는 것을 배워야 한다. 이러한 추측은 다소 불확실하여 항상 참이라고 할 수 없으므로 경험적 혹은 논리적 검증이 필요하다. 추측을 경험적으로 검증하는 방법은 주로 반례를 찾는 것이다. 반례를 찾으면 추측을 수정하거나 어떤 새로운 추측을 제안할 수 있다. 예를 들면 학생이 “홀수를 곱하면 결과가 홀수이다.”라고 추측한다면 교사는 “이것은 홀수를 곱한 모든 예들에 적용될 수 있는가?”라고 학급에 물어볼 수 있다. 학생들은 그 추측에 적용되는 ‘ 3×5 ’와 ‘ 9×7 ’과 같은 예를 들고, 그렇지 않은 ‘ 3×2 ’와 ‘ 9×6 ’과 같은 예를 발견해야 한다. 이러한 과정을 거쳐 학생들은 “두 홀수의 곱은 홀수이다.”라고 추측을 수정할 수 있다. 비록 어떤 추측이 광범위하게 적용되더라도 어떤 예외를 발견할 가능성은 반드시 존재한다는 사실을 확인할 필요가 있다. 또한 이러한 반례를 찾음으로써 추측을 반박하는 것을 배울 수 있다.

수학의 진실은 논리적 증명을 근거로 한 연역적 추론에 의해 확립된다. 이러한 연역적 추론은 추측을 검토하고 평가하기 위한 수단이 되기도 한다. 그러나 학생들의 잘못된 추론은 종종 그들의 수학적 지식이 부족하기 때문이 아니라 자신이 알고 있는 것을 비효율적으로 활용하는 경우가 있다. 따라서 학생들이 자신의 추론과정을 평가하도록 촉구해야 한다. 예를 들어 학생이 “모든 소수들은 홀수다.”라는 결론을 얻었을 때 교사는 “만약 우리의 추측이 참이라면 2에 대해서 무슨 결론을 내려야만 할까?”라고 물어봄으로써 학생들이 논리적인 추론을 적용하도록 해야 한다(Baroody & Coslick, 2006).

저학년 학생들이 사용하는 추론은 비형식적인데 자신의 추측이나 주장을 정당화하기 위해 처음에는 시행착오 전략이나 많은 사례를 비체계적으로 시도한다. 반면 고학년 학생들은 체계적인 탐구 방법으로 모든 경우를 다 조사해 보았는지 알 수 있으며 사례를 이용하여 주장하는 것을 배운다. 학생들은 자신의 아이디어를 다른 사람의 아이디어와 비교함으로써 자신의 추론을 반성, 수정, 결합 또는 강화할 수 있다. 특히 학생들이 제안하는 그럴듯하지만 결합이 있는 논쟁은 토론 기회를 마련해준다. 이러한 측면에서 모든 학생이 참여하는 교실 토론은 수학적 추론을 학습하기 위한 풍부한 환경이 된다. 초등학교들도 자신의 사고방법을

모듬이나 학급 친구들에게 발표함으로써 자신의 추론을 명확하게 하는 것을 배울 수 있으므로 분명하고 정확하게 수학적 아이디어를 의사소통하는 것이 중요하다. 이처럼 교사와 학생간의 의사소통과 함께 학생과 학생간의 상호작용도 수학적인 사고와 이해를 위해 필수적이다. 다른 사람들의 설명을 들음으로써 학생들은 이해할 기회를 얻을 수 있으며 자신의 생각을 다듬는다. 특히 반대하는 의견이 있을 때 자신의 해결 방법을 정당화하는 토론에 참여하는 학생들은 서로 다른 관점에 대해서 다른 친구들을 설득해 나가면서 보다 나은 수학적 이해를 획득할 수 있으며 자신의 사고에 대한 통찰을 얻게 된다(NCTM, 2009).

Boaler(2009)는 수학 수업이 학생들에게 진정한 수학을 맛보는 것뿐만 아니라 삶을 준비하도록 하는데 주안점을 두는 것이 필요하다고 하였다. 즉 학습자는 수학을 배우면서 수학적 지식 그 자체에 대한 이해뿐만 아니라 추론하며 문제를 해결하고 새로운 상황에 공식을 유연하게 적용할 수 있는 능력을 키워야 한다. 그러나 대부분의 수학 수업에서 탐구하고 질문하며 문제들을 해결하는 대신 교사의 일방적인 전달에 의해 방법을 기억하고 따르는 수동적인 학습과 대화가 없이 침묵하는 수학 학습이 이루어지는 것을 문제점으로 지적했다. 이를 역으로 생각하면 학생들이 능동적으로 참여하며 대화가 있는 수업에서 수학적 이해가 이루어진다고 볼 수 있다. 또한 다른 사람의 의견을 들으면서 이해하는 것보다 스스로 생각하고 이해한 것에 대해 누군가에게 설명하는 것의 중요성을 언급하였는데 이는 Skemp(2008)의 견해와도 일치한다.

학생들은 추론하는 방법을 배우고 그들의 해결방법을 정의하는 과정을 통해 수학이 굉장히 타당한 학문이라는 것을 알게 된다. 이러한 수학 수업이 이루어지기 위해서 교사는 학생들의 지식에 어울리는 문제를 제공함으로써 학생들의 흥미와 호기심을 불러일으키며 적절한 발문을 통해 정보의 전달자가 아닌 촉진자로서의 역할을 위해 노력해야 한다. 또한 교사가 학생들에게 비형식적인 지식을 이용하여 능동적으로 참여할 수 있는 자율성과 기회를 준다면, 학생들은 스스로 전략을 세우고 자신의 사고를 반성하고 평가하는데 참여해야 한다.

3. 선행 연구 고찰

본 연구의 목적은 초등학교 2학년 곱셈영역을 중심으로 구성주의 수학 수업이 추론능력 및 학업성취도에 어떤 영향을 주는지 알아봄으로써 학생들 스스로 지식을 구성할 수 있는지 확인하는데 있다. 그러므로 본 연구와 관련된 선행연구 고찰은 구성주의를 기반으로 하는 수학 수업의 영향에 대한 연구들을 살펴보고자 한다.

이소민(2008)은 초등학교 2학년 학생들의 곱셈에 관한 지식 구성 능력에 대해 알아보기 위해 한 학급의 학생들을 추론능력에 따라 세 집단으로 구분하여 각 집단에서 3명씩 연구대상 학생들을 선정한 후 학습자 중심 수업을 실천하고 지식의 생성력을 분석하였다. 연구결과는 추론능력에 관계없이 모든 학생들이 곱셈 지식을 구성할 수 있었으나 구성해낸 지식의 정도에는 차이가 있었음을 보여 주었다. 또한 개념적으로 학습했을 때 학습하지 않은 개

넘까지도 이해하고 해결할 수 있는 생성력이 있는 것으로 나타났다.

박경선(2008)은 Skemp이론에 따른 곱셈구구 놀이 활동이 초등학교 2학년 학생들의 수학학업성취도에 미치는 영향을 검증하기 위해 수학학업성취도검사 결과와 생활환경이 유사한 초등학교 2학년을 대상으로 실험집단에서는 Skemp이론에 따른 곱셈구구 놀이 활동을 적용하였으며 비교집단에서는 교과서에 의한 수업을 실시하였다. 연구 결과는 수학학업성취도에서 실험집단과 비교집단이 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으며, 실험집단의 수준별 집단에 따른 영향을 분석한 결과 하위 그룹에서 통계적으로 유의미한 차이를 보여 곱셈구구 놀이 활동이 상·중위 그룹 학생들보다 하위 그룹 학생들에게 큰 효과가 있음을 보여주었다.

김진호·이소민·김상룡(2010)은 학습자 중심 수업이 학습자들의 성취도에 미치는 영향을 검증하기 위해 추론능력에 유의미한 차이가 없는 초등학교 2학년 학생들을 대상으로 학습자 중심 수업 집단과 교사 중심 수업 집단을 실험집단과 비교집단으로 구성하여 곱셈 단원에 대해 재생력 및 생성력을 분석하였다. 연구 결과는 학습한 내용에 대한 지식을 측정하는 재생검사에서 두 집단이 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았지만, 학습하지 않은 내용에 대한 지식을 측정하는 생성검사에서 두 집단이 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이는 실험집단 학생들이 실험처치를 통해 학습한 지식을 바탕으로 학습하지 않은 지식을 생성해 내는 능력이 비교집단 학생들보다 뛰어났기 때문이라고 하였다. 또한 비교집단보다 실험집단의 표준편차가 상대적으로 작은 것으로 나타난 것은 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들보다 성적이 균질하다는 것을 밝혀냈다.

김태향(2010)은 초등학교 4학년 분수 영역을 중심으로 구성주의에 바탕을 둔 학습을 받은 학생들의 학업성취도를 연구하였다. 이 연구는 6학년 국가수준 학업성취도 평가에서 기초미달 학생이 많아서 ‘학력향상 중점학교’로 선정된 학교에서 이루어졌다. 실험집단에서는 구성주의를 토대로 한 수업을 실시하였고 비교집단에서는 제7차 수학과 교육 과정에 따른 초등수학 교과서로 수업을 하였다. 연구 결과는 학업성취도검사에서 두 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것으로 보아 구성주의를 바탕으로 한 학습자 중심 수업이 학생들의 학업성취도에 영향을 미치고 있음을 보였다. 또한 학습자 중심 수업이 학습 능력이 처지는 학생들에게도 효과적인 학습방법이라고 하였으며 학업성취능력이 중, 하인 학생들이 상위권 학생들보다 문제해결전략에 긍정적인 영향을 준다고 하였다. 이는 개념에 대한 이해가 부족한 학생들이 자신의 지적 능력에 따라 개념적 지식을 구성함으로써 자신만의 문제해결 알고리즘을 만드는 것이 학습에 도움을 준 것으로 판단하였다.

조수윤(2011)은 초등학교 3학년 나눗셈 영역을 중심으로 반영적 추상화를 강조하는 구성주의 수학수업이 추론능력 및 학업성취도에 미치는 영향을 검증하기 위해 추론능력과 학업성취도에서 유의미한 차이가 없는 초등학교 3학년 학생들을 대상으로 학습자 중심 수업 집단과 교사 중심 수업 집단을 실험집단과 비교집단으로 구성하여 나눗셈 단원에

대해 추론능력과 재생력 및 생성력을 분석하였다. 그의 연구 결과에 따르면 교사 중심 수업은 학생들의 추론능력에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았으나 학습자 중심 수업은 유의미한 차이가 나타났다. 또한 학습자 중심 수업이 학습한 내용에 대한 재생능력에도 효과가 있었지만 학습하지 않은 지식의 생성력에서 더 큰 효과를 발휘한다는 결과를 얻었다. 구성주의를 토대로 한 학습자 중심 수업이 학습자 수준에 따라 학업성취능력에 미치는 영향을 알아본 결과 상, 중, 하인 학생들 모두에게 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 학습자 중심 수업이 개념·원리영역뿐만 아니라 단순 계산과 같이 교사 중심 수업에서 강점을 보이는 영역에서조차 교사 중심 수업보다 더 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 얻었다.

Chapin, O'Connor, 그리고 Anderson(2010)는 사회·경제적 수준이 낮은 도시에 위치한 학교에서 4년 넘게 영어가 아닌 다른 언어를 사용하는 소수 민족의 학생들에게 수학적 추론과 의사소통에 초점을 둔 구성주의에 기초한 개혁기반 수학교육과정의 실천 결과를 보여준다. 초기에 실시한 표준화된 검사 결과는 73%의 학생들이 수학적 능력이 '평균'이거나 '평균 이하'로 평가되었다. 프로그램 실시 후 2년이 되었을 때 프로그램에 남아있는 80%의 학생들에게 재검사를 실시했는데, 41%는 '우수'하거나 '매우 우수'로 평가되었으며 36%는 '평균 이상'이었다. 이와 같은 성과는 학생의 이해를 강조하여 설계된 수학교육과정과 교실에서 말하기를 사용한 결과로 보고 있다. 이 연구의 시사점은 토론 형식이 논리적으로 추론하는 능력을 향상시키는 데 도움을 주는 역할을 한다는 것이다. 또한 이러한 능력은 단기간에 이루어지는 것이 아니라 장기간의 시간 투자와 노력의 결과가 있어야 나타난다는 것이다.

구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 기존의 교과서 중심의 교사 중심 수업보다 학생들의 학업성취도나 추론능력에 긍정적인 영향을 주는 것으로 생각된다. 또한 학습자가 스스로 추상적 개념을 구성했을 때 학습한 내용뿐만 아니라 학습하지 않은 내용에 대해서도 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 일회성이 아닌 지속적으로 지식을 구성할 수 있는 기회를 제공해야만 학생들의 학업성취도나 추론능력에 미치는 영향을 제대로 분석할 수 있을 것이다. 기존의 국내 연구들은 구성주의에 기반을 둔 수업의 효과를 검증하기 위해 일반적인 학생들을 대상으로 전통적인 교수방법과 비교하여 학업성취도검사 결과를 분석하거나 학습자의 수준에 따른 지식 구성의 양상을 분석한 것이 대부분이었으며, 일부 연구에서는 추론능력에 미치는 영향을 분석하였다. 그러나 본 연구자는 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업과 수학 교과서로 수업하는 교사 중심 수업이 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들의 학업성취도와 추론능력에 미치는 영향을 알아보았다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 연구자가 근무하고 있는 대구광역시에 소재한 G초등학교 2학년 3개 학급을 대상으로 수학적취도검사와 일반추론능력 진단검사를 실시한 후 검사 문항의 40% 이상 맞은 학생들을 대상으로 하여, 연구자가 담임을 맡고 있는 학급과 수학지식 및 일반추론능력에서 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 한 학급을 선정하였다. 두 개 학급 중 구성주의 이론가로부터 훈련을 받은 연구자가 지도하는 학급을 실험집단으로 하고, 교사 중심 수업에 익숙하고 주로 교과서 중심으로 수업을 진행하는 C교사가 지도하는 학급을 비교집단으로 선정하였다. G초등학교는 다세대주택 밀집지역으로 학부모의 사회·경제적 수준이 낮은 편이다. 그래서 6학년 국가수준 학업성취도 평가가 처음 도입되던 시기에는 대구광역시 전체 초등학교에서 하위권이었으며 학력신장을 위한 경계선 학교로 지정되었다.

2. 연구 설계

본 연구의 연구문제를 해결하기 위한 연구 방법으로 준 실험설계(quasi-experimental design)의 이질 통제집단 설계(nonequivalent control group design)를 적용하였고, 구체적인 설계모형은 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 이질 통제집단 설계

동질성검사		사전검사	실험처치	사후검사		
MAT	GRT	CRT I	실험집단(학습자 중심 수업)	CRT II	RT	GT
			비교집단(교사 중심 수업)			

MAT: 수학적취도검사

GRT: 일반추론검사

CRT I: 내용추론검사 I

CRT II: 내용추론검사 II

RT: 재생검사

GT: 생성검사

3. 검사 도구

1) 수학적취도검사(MAT)

사전검사 중 수학적취도검사(Mathematical Achievements Test)는 곱셈을 학습하기 위한 내용 중 수, 덧셈, 뺄셈, 곱셈에 관한 내용의 이해 정도를 조사하는 것으로 실험처치 전 동질집단임을 판명하여 실험집단과 비교집단을 선발하는데 목적이 있다. 검사는 실험처치 전인 8월 24일 실시하였다. 문항은 총 30문항으로 단순 계산 문제가 15문항이고, 개념 이해 문제가 15문항이며, 검사 시간은 40분이다. 본 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과는 Cronbach α 값이 0.841로 나타났다.

2) 일반추론검사(GRT)

일반추론검사(General Reasoning Test)의 목적은 실험처치 전 일반추론능력에서 동질집단임을 판명하여 실험집단과 비교집단을 선발하는데 있다. 검사는 실험처치 전인 8월 24일 실시하였다. 학생들의 추론능력을 검사하기 위한 도구는 박성선(1993)이 미국의 CTB/McGraw-Hill사의 Del Monte Research Park이 1983년에 개발한 TCS(Test of Cognitive Skills)를 번안하여 개발한 추론검사지와 조수윤(2011)이 개발한 추론검사지를 2학년 수준에 맞게 수정해서 구성하였다. 일반추론검사지에서 사용된 추론형식은 연역추론으로만 구성되었다. 검사문항은 20문항이고, 시험시간은 35분이다. 추론검사 문항을 처음 접하는 2학년 학생들을 위해 시험을 치기 전 감독 교사는 예시문제를 읽어주고 문제 푸는 방법에 대해 5분간 설명했다. 본 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과는 Cronbach α 값이 0.819로 나타났다.

3) 내용추론검사 I (CRT I)

사전검사 중 CRT I (Content Reasoning Test I)은 연구 대상 학생들의 실험처치 전에 학습한 내용인 2학년 1학기 곱셈에 대한 수학적 추론능력을 알아보기 위한 것이다. 검사는 동질집단 검사(MAT, GRT) 실시 후인 8월 27일 실시하였다. CRT I 은 총 20문항으로 연역추론 14문항, 귀납추론 6문항으로 구성되어 있다. 내용추론검사 문항을 처음 접하는 2학년 학생들을 위해 시험을 치기 전 감독 교사는 예시문제를 읽어주고 문제 푸는 방법과 용어에 대해 5분간 설명했으며 검사시간은 35분이다. 본 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과는 Cronbach α 값이 0.744로 나타났다.

4) 내용추론검사 II (CRT II)

사후검사 중 CRT II(Content Reasoning Test II)는 실험처치로 학습자 중심 수업을 받은 실험집단과 교사 중심 수업을 받은 비교집단의 학습이 두 집단의 추론능력에 어떤

차이를 가져오는지 알아보고 실험처치 전·후 집단 내에서 추론능력의 변화 정도를 알아보기 위한 목적으로 실시되었다. 검사는 실험처치 3일 후인 9월 17일 실시하였으며 검사 방법은 CRT I 과 동일하다. 한 집단 내에서 추론능력의 변화를 알아보기 위해 개발한 검사지인 CRTII는 CRT I 과 동형검사로 구성하였다. CRTII는 실험처치 중 학습한 내용인 2학년 2학기 곱셈을 중심으로 사용된 추론형식은 CRT I 과 같다. 즉, CRT I 과 CRTII에 사용된 추론형식은 문항별로 대응하여 같지만, 각 검사지에 사용된 지식은 각각 2학년 1학기 와 2학년 2학기 곱셈 내용으로 다르다. CRT I 과 CRTII의 동형성을 검사해 본 결과 Pearson의 상관관계수가 0.718로 나타났으므로, 두 검사는 동형검사 조건을 만족한다고 볼 수 있다. 본 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과는 Cronbach α 값이 0.715로 나타났다.

5) 재생검사(RT)

사후검사 중 재생검사(Recall Test)는 실험처치를 마친 후 실험처치 중 학습한 내용인 2학년 2학기 곱셈 내용을 얼마나 이해하고 재생할 수 있는지 측정하기 위한 검사이다. 검사는 실험처치가 끝난 후 9월 17일 실시하였다. 검사문항은 총 25문항으로 단순 계산, 문장제, 개념·원리 3가지 영역으로 구성하였다. 본 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과는 Cronbach α 값이 0.906으로 나타났다.

6) 생성검사(GT)

사후검사 중 생성검사(Generation Test)는 실험처치를 마친 후 실험처치 중 학습한 내용을 바탕으로 상위학년인 3학년 수준의 곱셈 문제를 해결할 수 있는지 알아보기 위한 검사이다. 검사는 실험처치가 끝난 후 9월 18일 실시하였다. 검사문항은 재생검사와 같이 총 25문항으로 단순 계산, 문장제, 개념·원리 3가지 영역으로 구성하였다. 본 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과는 Cronbach α 값이 0.824로 나타났다.

4. 수업 자료 및 절차

1) 수업 자료

(1) 실험집단

본 수업에서 실험집단은 Burns(2009)의 '구성주의 수학교실-곱셈'으로 10차시를 재구성하였다. 2학년 수준에 적합한 용어 사용 및 우리나라 여건에 맞게 재구성하였으며 일

부 주제는 수업의 효율성을 높이고자 연 차시 수업으로 구성하였다. 본 수업은 구성주의 이론에 따른 학습자 중심 수업에 대해 연구해온 전문가의 참관 하에 8월 28일부터 9월 14일까지 약 3주간 이루어졌으며 학습 주제 및 주요 활동은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 이질 통제집단 설계

차시	주제	주요 활동
1	곱셈 이야기	<ul style="list-style-type: none"> • 문제에 대해 어렵하기 • 문제에 알맞은 곱셈식과 풀이과정에 대해 토론하기 • 곱셈식 $4 \times 8 = \square$에 대해 어렵하기, 문제 만들기, 풀이과정 쓰기
2	초콜릿 상자1	<ul style="list-style-type: none"> • 색타일 4개로 만들 수 있는 사각형 배열 찾기 • 짝끼리 6, 12, 24개의 색타일로 만들 수 있는 사각형 배열 찾기 • 찾은 사각형 배열모양의 모눈 칸 오려서 곱셈식 쓰기
3	초콜릿 상자2	<ul style="list-style-type: none"> • 짝끼리 1~36 중 뽑은 숫자의 색타일로 만들 수 있는 사각형 배열 찾기 • 찾은 사각형 배열모양의 모눈 칸 오려서 곱셈식 쓰기 • 학급 조사표에 모눈 칸 붙이고 토론하기
4~5	배수의 규칙	<ul style="list-style-type: none"> • 사람 수에 따른 눈의 개수를 곱셈식으로 나타내기 • 표를 이용하여 사람 수에 따른 눈의 개수를 곱셈식(2의 단)으로 나타내고 규칙 찾기 • 사람 수에 따른 눈의 개수를 0-99 수 배열표에 색칠하고 규칙 찾기 • 짝끼리 묶음으로 이루어진 것들에서 한 항목을 선택하여 표와 0-99 수 배열표에 나타낸 뒤 규칙 찾기
6~7	계산기의 규칙	<ul style="list-style-type: none"> • 'Ready or Not Here I come!' 읽기 • 계산기를 이용하여 5의 배수 확인 및 규칙 찾기 • 100의 인수(1, 2, 10, 20, 50 등)라고 생각하는 수를 계산기를 이용하여 확인하기 • 2에서 12까지의 숫자 중 한 개를 선택하여 계산기를 이용하여 배수 찾기
8	배고픈 개미 100마리가 발발발	<ul style="list-style-type: none"> • '배고픈 개미 100마리가 발발발' 읽기 • 100마리의 개미가 줄을 서는 방법에 대해 알아보기 • 12마리의 개미가 줄을 서는 방법 알아보기
9~10	얼마나 길게, 얼마나 많이?	<ul style="list-style-type: none"> • 주사위를 두 번 던져서 나온 수를 사각형의 두 변의 길이로 하여 모눈종이(10×10)에 표현하고 곱셈식으로 나타내기 • 모눈종이에 사각형을 더 이상 표현할 수 없을 때 사각형으로 덮인 모눈 칸과 덮이지 않은 모눈 칸 헤아리기 • 모눈종이의 100칸, 67칸, 78칸을 덮는 여러 가지 경우에 대해 토론하기

(2) 비교집단

비교집단은 교사의 설명과 연습을 통한 학습에 중점을 둔 C교사가 2학년 2학기 '1. 곱셈구구' 단원을 교과서 중심으로 10차시 운영하였다. 실험집단과 동일하게 8월 28일부터 9월 14일까지 약 3주간 이루어졌으며 학습 주제 및 주요 활동은 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 비교집단의 차시별 주제 및 활동 내용

차시	주제	주요 활동
1	2의 단, 5의 단 곱셈구구	• 2의 단, 5의 단 곱셈구구의 구성 원리를 이해하고, 곱셈 해결하기 • 2의 단, 5의 단 곱셈구구표를 완성하며 곱셈구구 외우기
2	3의 단, 4의 단 곱셈구구	• 3의 단, 4의 단 곱셈구구의 구성 원리를 이해하고, 곱셈 해결하기 • 3의 단, 4의 단 곱셈구구표를 완성하며 곱셈구구 외우기
3	2, 3, 4, 5의 단 곱셈구구 활용	• 2~5의 단 곱셈구구를 익히고 이를 활용하여 여러 가지 문제 풀기
4	6의 단, 7의 단 곱셈구구	• 6의 단, 7의 단 곱셈구구의 구성 원리를 이해하고, 곱셈 해결하기 • 6의 단, 7의 단 곱셈구구표를 완성하며 곱셈구구 외우기
5	8의 단, 9의 단 곱셈구구	• 8의 단, 9의 단 곱셈구구의 구성 원리를 이해하고, 곱셈 해결하기 • 8의 단, 9의 단 곱셈구구표를 완성하며 곱셈구구 외우기
6	6, 7, 8, 9의 단 곱셈구구 활용	• 6~9의 단 곱셈구구를 익히고 이를 활용하여 여러 가지 문제 풀기
7	1의 단 곱셈구구와 0의 곱	• 1의 단 곱셈구구의 구성 원리를 이해하고, 곱셈구구표 완성하기 • 0과 어떤 수의 곱, 어떤 수와 0의 곱 이해하기
8	곱셈표에서 규칙 찾기	• 곱셈표에서 여러 가지 규칙 찾기 • 두 수를 바꾸어 곱하는 활동을 통하여 곱셈의 교환법칙 이해하기
9	단원 평가	• 2~9의 단 곱셈구구 문제 해결하기 • 생활 속에서 곱셈이 활용되는 경우 곱셈식을 이용하여 해결하기
10	탐구 활동	• 규칙을 찾아 빈칸에 알맞은 수 써 넣기

2) 수업의 절차

실험집단은 구성주의 이론에 따른 학습자 중심 수업을 받았고, 비교집단은 전통적 수업 형태인 교사 중심 수업을 받았다. 실험집단과 비교집단의 수업의 절차는 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 실험집단과 비교집단의 수업의 절차

집단	실험집단	비교집단	
수업 방법	• 학습자 중심 수업	• 교사 중심 수업	
예비 수업	• 1학기 7차시에 걸친 예비 수업을 통해 학습자 중심 수업 실시	• 실시하지 않음	
도입	• 수학 동화 및 실생활과 같은 맥락화 된 상황에서 곱셈활동 안내	• 교과서의 제시된 학습목표 확인	
전개	학습 과제	• 실생활의 여러 가지 소재나 학생들의 수준 및 학습 속도를 고려한 개방형 과제 제시	• 교과서에 안내된 차례대로 단원 과제 제시
	학습 형태	• 곱셈활동 내용에 따라 개별 활동, 짝 활동, 소집단 활동 등 다양한 학습형태 조직	• 개별 활동으로 진행
	협력 관계	• 교사와 학생, 학생과 학생간의 상호 작용 강화	• 교사와 학생간의 상호 작용
	학습 방법	• 토론 중심의 학습 방법	• 교사의 설명 위주의 학습 방법 및 곱셈 구구 암기
정리	• 학생들의 곱셈활동 내용에 대해 토론 중심 수업 전개	• 교사가 학습 내용 정리	
과제	• 수학일기 쓰기 및 수업 일지 쓰기	• 수학 익힘책 문제 풀기	

IV. 연구 결과 및 논의

1. 구성주의 수학 수업이 학생의 수학적 추론능력에 미치는 영향

1) 실험처치 전·후의 집단 간 평균비교

(1) CRT I (Content Reasoning Test I: 내용추론검사 I)에 대한 결과

사전검사인 CRT I 은 실험처치 전의 내용추론능력과 실험처치 후의 내용추론능력을 비교하는 것이 목적이다. CRT I 은 2학년 1학기 곱셈 단원의 내용으로 구성하였으며 총 20문항으로 각 문항 당 5점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대한 독립표본 t-검증을 한 결과는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> CRT I 에 대한 집단 간 평균비교

집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
실험집단	20	56.50	19.06	5.36	1.049	0.300
비교집단	22	51.14	13.88			

유의확률이 0.300으로 실험집단과 비교집단의 평균은 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 동질집단임을 알 수 있다. 즉, 2학년 1학기 곱셈 단원의 내용으로 구성된 추론검사에서 유의미한 차이를 보이지 않았다는 것이다. 평균 점수를 살펴보면 실험집단이 56.50점으로 51.14점인 비교집단보다 5.36점이 더 높게 나타났다. 그러나 표준편차를 살펴보면 실험집단이 비교집단보다 학생들의 이질성이 크다는 것을 알 수 있다. 동질성검사인 MAT(수학적취도검사)에서는 평균차(-0.23)가 거의 없었지만 GRT(일반추론검사)에서는 CRT I 처럼 실험집단이 비교집단보다 8.52점이 높게 나왔다. 그 이유로 1학기의 예비 수업과 평소 연구자가 의사소통 중심의 수학 수업을 지향한 결과라고 생각된다.

CRT I 을 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서 두 집단을 비교하기 위해 실험집단과 비교집단의 영역별 평균비교를 하였다. 결과는 <표 IV-2>와 같다. 연역추론에서는 유의확률이 0.048로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 나타났다. 동질성검사인 GRT(일반추론검사)가 연역추론 문항으로만 구성되어 있었던 점과 관련지어보면 실험집단이 비교집단보다 연역추론능력이 우수하다는 것을 알 수 있다. 이런 결과가 나타난 이유를 위에서 밝혔듯이 1학기의 예비 수업과 평소 수학수업에서도 의사소통을 지향한 결과라고 판단된다. 반면, 귀납추론의 유의확률이 0.388로 실험집단과 비교집단의 평균이 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 귀납추론의 평균점수를 살펴보면 비교

집단이 실험집단보다 1.95점 더 높게 나왔다.

<표 IV-2> CRT I 의 영역별 집단 간 평균비교

영역	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	실험집단	20	38.00	13.12	7.32	2.042	0.048
	비교집단	22	30.68	10.04			
귀납 추론	실험집단	20	18.50	7.96	-1.95	-0.873	0.388
	비교집단	22	20.45	6.53			

(2) CRTII(Content Reasoning Test II: 내용추론검사II)에 대한 결과

사후검사인 CRTII는 실험처치 후의 두 집단의 내용추론능력을 비교하고, 집단 내에서 실험처치를 하기 전의 CRT I 과 비교하는 것이 목적이다. CRTII는 2학년 2학기 곱셈 단원의 내용으로 구성하였으며 총 20문항으로 각 문항 당 5점씩 100점 만점으로 채점하였다.

두 집단에 대한 독립표본 t-검증을 한 결과는 <표 IV-3>과 같다. 유의확률이 0.051로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 2학년 2학기 곱셈 단원을 소재로 한 추론검사를 실시하였을 때 학습자 중심 수업을 한 실험집단이 교사 중심 수업을 한 비교집단보다 더 높은 점수를 얻었다는 것을 알 수 있다. 평균차를 살펴보면, CRT I 에서는 5.36점이었으나 CRTII에서는 10.02점으로 차이가 확연히 나타났음을 볼 수 있다. 실험집단에서 곱셈구구에 대한 암기와 연습 대신 개념중심의 곱셈활동의 결과로 생각된다.

<표 IV-3> CRTII에 대한 집단 간 평균비교

집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
실험집단	20	62.75	16.97	10.02	2.011	0.051
비교집단	22	52.73	15.33			

CRTII를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서 두 집단을 비교하기 위해 실험집단과 비교집단의 영역별 평균비교를 하였다. 결과는 <표 IV-4>와 같다. 귀납추론에서는 유의확률이 0.319로 실험집단과 비교집단의 평균이 통계적 유의 수준 0.10에서 차이가 없었다. 그러나 CRT I 과 같이 비교집단의 귀납추론 평균 점수가 실험집단보다 1.84점 높게 나왔다. 이러한 결과는 귀납추론의 문항이 곱셈구구를 암기하거나 교과서에 제시된 곱셈표에서 규칙 찾기를 학습했을 때 더 쉽게 답할 수 있도록 구성된 것이 하나의 이유로 판단된다.

반면 연역추론에서는 CRT I 과 같이 유의확률이 0.005로 실험집단과 비교집단의 평균이 통계적 유의 수준 0.10에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 사실로 학습자 중심 수업

이 교사 중심 수업보다 연역추론에 더 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-4> CRTⅡ의 영역별 집단 간 평균비교

영역	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	실험집단	20	43.00	13.12	11.86	2.963	0.005
	비교집단	22	31.14	12.81			
귀납 추론	실험집단	20	19.75	6.78	-1.84	-1.010	0.319
	비교집단	22	21.59	4.97			

2) 실험처치 전·후의 집단 내 평균비교

(1) 비교집단에서의 CRT I 과 CRTⅡ 비교

교사 중심 수업을 한 비교집단에서의 실험처치 전의 내용추론검사인 CRT I 과 실험처치 후의 내용추론검사인 CRTⅡ를 비교하기 위해 비교집단 내의 대응표본 t-검증을 한 결과는 <표 IV-5>와 같다. 유의확률이 0.581로 교사 중심 수업을 받기 전과 교사 중심 수업을 받은 후의 내용추론능력 평균점수가 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 교사 중심 수업을 받은 후 평균 점수는 1.59점 올랐으나 표준편차는 더 커짐으로써 교사 중심 수업이 학습자의 추론능력에 유의미한 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

<표 IV-5> 교사 중심 수업 전·후의 평균비교

검사명	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
CRT I	22	51.14	13.88	-1.59	-0.339	0.581
CRTⅡ	22	52.73	15.33			

교사 중심 수업을 한 비교집단이 내용추론검사를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서 어떤 변화를 보이는지 확인한 결과는 <표 IV-6>과 같다. 영역별 평균 점수는 각각 소폭 상승했으나 연역추론과 귀납추론 모두 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없었다. 이러한 사실로부터 교사 중심 수업이 학습자의 연역추론 및 귀납추론에 유의미한 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

<표 IV-6> 교사 중심 수업 전·후의 영역별 평균비교

영역	검사명	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	CRT I	22	30.68	10.04	-0.45	-0.186	0.854
	CRT II	22	31.14	12.81			
귀납 추론	CRT I	22	20.45	6.53	-1.14	-0.816	0.424
	CRT II	22	21.59	4.97			

(2) 실험집단에서의 CRT I 과 CRT II 비교

학습자 중심 수업을 한 실험집단에서의 실험처치 전의 내용추론검사인 CRT I 과 실험처치 후의 내용추론검사인 CRT II 를 비교하기 위해 실험집단 내의 대응표본 t-검증을 한 결과는 <표 IV-7>과 같다. 유의확률이 0.088로 학습자 중심 수업을 받기 전과 학습자 중심 수업을 받은 후의 내용추론능력이 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 표준편차를 살펴보면 비교집단보다 큰 이질성을 드러냈던 실험집단이 학습자 중심 수업을 받은 후 좀 더 균질해졌음을 알 수 있다. 즉, 비교집단에서는 표준편차가 더 커진데 비해서 실험집단에서는 평균이 크게 향상되고 표준편차가 줄어들었다는 의미는 학습자 중심 수업이 모든 학습자의 추론능력에 유의미한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

<표 IV-7> 학습자 중심 수업 전·후의 평균비교

검사명	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
CRT I	20	56.50	19.06	-6.25	-1.798	0.088
CRT II	20	62.75	16.97			

학습자 중심 수업을 한 실험집단이 내용추론검사를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서 어떤 변화를 보이는지 확인한 결과는 <표 IV-8>과 같다. 연역추론의 유의확률은 0.113이고, 귀납추론의 유의확률은 0.367이므로 학습자 중심 수업 전과 후의 영역별 평균 점수가 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 연역추론의 평균이 5점이나 향상된 것을 살펴보았을 때 학습자 중심 수업이 연역추론에 다소 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-8> 학습자 중심 수업 전·후의 영역별 평균비교

영역	검사명	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	CRT I	20	38.00	13.12	-5.00	-1.659	0.113
	CRT II	20	43.00	13.12			
귀납 추론	CRT I	20	18.50	7.96	-1.25	-0.925	0.367
	CRT II	20	19.75	6.78			

3) 논의

<표 IV-3>·<표 IV-5>·<표 IV-7>로부터 얻은 결과는 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업보다 학습자의 추론능력에 긍정적인 영향을 준다는 점을 보여주고 있다. 구성주의 수학 수업이 학생의 수학적 추론능력에 미치는 영향을 알아보기 위해서 실험처치 후 학습자 중심 수업을 한 실험집단과 교사 중심 수업을 한 비교집단의 추론능력을 비교했다. 그 결과 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업보다 10.02점이나 높았으며 통계적 유의 수준 0.10에서 차이가 있었다. 비록 동질성 검사를 통해 선발된 비교집단이지만 비교집단의 능력에 따라 결과가 달라질 수 있는 점을 감안하여 실험처치 전과 후의 각 집단 내 추론능력을 비교하였다. 교사 중심 수업을 한 비교집단에서는 추론능력에 미치는 영향이 미비했지만 학습자 중심 수업을 한 실험집단에서는 추론능력에 미치는 영향이 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 있었다. 이러한 두 가지 측면을 고려하여 실시한 검사 결과는 조수윤(2011)의 연구 결과와 같다. 비록 조수윤(2011)의 연구는 통계적 유의 수준이 0.05이므로 본 연구의 유의 수준과는 다르지만, 일반적인 성취도를 보이는 학생들이 아닌 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 대상으로 한 결과라는 점에서 의미가 있다.

비교집단의 결과만을 두고 비교했을 때 본 연구에서는 교사 중심 수업을 한 비교집단이 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이는 없었지만 실험처치 후 평균이 1.59점 올랐으나 조수윤(2011)의 연구에서는 비교집단의 추론능력 평균이 1.45점 내려갔다. 이 사실로 교사 중심 수업이 추론능력에 전혀 영향을 미치지 못한다는 것으로 보기는 어렵다. 단지 구성주의에 기반을 둔 수업이 교사 중심 수업보다 학생들의 추론능력 향상에 기여한다는 것이다.

Skemp(2008)는 추론능력을 발달시키기 위해 의사소통의 중요성을 강조한다. 특히 토론은 자신의 아이디어를 다른 사람의 아이디어와 상호 연관시킨다. 즉 서로의 아이디어에 동화하기 위해 자신의 스키마를 확장함으로써 반영적 지능을 발달시키는 데 영향을 준다는 것이다. 따라서 다양한 학습형태의 토론이 이루어지는 학습자 중심 수업은 추론능력 향상에 기여함을 알 수 있다.

교사 중심 수업에서는 학생들이 발견한 사실에 대해 주로 교사가 옳고 그름을 판단해 준다. 반면 NCTM(2009)은 학생들이 자신들의 아이디어를 설명하고 정당화하는 경험을 통하

여 체계적이고 신중하게 추론하는 능력을 발달시킬 수 있다고 하였다. 교사가 학생들이 발견한 사실이 옳다고 말하기 보다는 “그것이 참인 것을 어떻게 알았지?”라고 질문을 함으로써 학생들이 스스로 결정하도록 도움을 주어야 한다. 즉, 학생들이 권위에 의존하지 않고 도달 가능한 영역 내에서 정당화하고 수학적 성질과 관련성을 주장에 대한 근거로서 통합하는 방식을 기르도록 교사가 지도해야 한다고 하였다. 그러므로 ‘모든 학습자가 지식을 구성할 수 있는 지적 능력을 갖추고 있음’을 인정하는 구성주의에 기반을 둔 수업에서는 옳고 그름을 학생들이 판단한다. 이러한 사실에 근거하여 자신들의 아이디어를 설명하고 정당화하는 경험을 하는 학습자 중심 수업이 학생들의 추론능력 발달에 긍정적인 영향을 주었을 것이다.

<표 IV-4>·<표 IV-6>·<표 IV-8>로부터 얻은 결과는 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 연역추론에 다소 긍정적인 영향을 준다는 점이다. 실험처치 후 실험집단과 비교집단 간 영역별 평균을 비교했을 때 연역추론에서 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 있었다. 비록 실험처치 전과 후의 집단 내 영역별 평균을 비교했을 때 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이는 없었으나 학습자 중심 수업을 한 실험집단은 연역추론에서 평균 점수가 많이 향상되었다. 이 결과로 학생 수준에 맞는 지식을 바탕으로 추론할 수 있는 다양한 과제 환경을 제시해 주고 자신의 생각이나 주장에 대한 타당성을 말로 설명해 보거나 여러 가지 수학적 문장에 대해 예와 반례를 찾아보는 활동을 제공했을 때 학생들의 수학적 추론능력 특히 연역추론능력의 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 방정숙(1996)의 연구 결과와 맥을 같이 한다.

그러나 실험처치 전과 후의 집단 내 영역별 평균을 비교했을 때 교사 중심 수업을 한 비교집단의 평균 점수는 영역별로 모두 향상 되었으나 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없었다. 이 사실로 교사 중심 수업이 연역추론과 귀납추론에 유의미한 영향을 미치지 못함을 알 수 있다. 그리고 귀납추론의 결과를 살펴보면 교사 중심 수업을 한 비교집단이 학습자 중심 수업을 한 실험집단보다 모두 높았다. 이러한 결과는 앞서도 언급하였듯이 귀납추론의 문항이 곱셈구구를 암기하거나 교과서에 제시된 곱셈표에서 규칙 찾기를 학습했을 때 더 쉽게 답할 수 있도록 구성된 것이 이유로 생각된다.

조수윤(2011)의 연구에서는 영역별 집단 간 평균을 비교했을 때 연역추론과 귀납추론 모두 실험집단이 비교집단보다 통계적 유의 수준 0.05에서 유의미한 차이가 있었다. 특히 귀납추론이 연역추론보다 평균차가 컸다. 또한 교사 중심 수업을 한 비교집단 내 평균비교에서 두 영역 모두 통계적 유의 수준 0.05에서 유의미한 차이가 없었다. 그리고 연역추론은 점수가 향상 되었으나 귀납추론은 오히려 내려갔다. 반면 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업을 한 실험집단 내 평균비교에서 통계적 유의 수준 0.05에서 연역추론은 차이가 있었으나 귀납추론은 4.38점이나 향상되었지만 유의미한 차이가 없었다. 그의 연구에서 사용한 내용추론검사지의 영역별 문항수를 살펴보면 연역추론 10문항, 귀납추론 10문항이지만, 본 연구에서 사용한 내용추론검사지는 연역추론이 14문항, 귀납추론이 6문항으로 문항 수에 차이가 있다. 조수윤(2011)은 자신의 생각을 예와 반례를 들어 논리적으로 설명하고 특수한 개별 사실로부터 새로운 원리를 도출해 내는 것에 초점을 두는 학습자 중심 수업이 연역추

론과 귀납추론 모두 신장시킨 것으로 보았다.

수학은 귀납적 추론에 의하여 발견되고 연역적 추론에 의하여 확립되어 간다. 연역적 추론은 옳은 전제로부터 반드시 옳은 결론을 이끌어 내므로 지식을 확립하지만 전제 속에 들어 있지 않은 내용을 이끌어 낼 수 없으며 근본적으로 새로운 지식으로 내용을 확장할 수 없다. 수학에서도 연역추론은 전제와 결론 사이의 필연성을 확보함으로써 전제 가운데 함의된 내용을 명백하게 드러내어 지식의 체계화를 가능하게 하지만 지식의 범위를 확장하는 것은 귀납추론이다(우정호, 2011). 추론을 할 수 있다는 것은 수학을 이해하는 데 핵심적이다. 초등학교 저학년에서 학생들에게 중요한 추론 요소는 규칙성 인식과 분류 기능이다. 또한 초등학교 저학년에서부터 학생들은 반례를 찾음으로써 추측을 반박하도록 배울 수 있다. 모든 학년 수준에서 학생들은 규칙성과 특정한 사례로부터 귀납적으로 추론할 수 있고 학년이 올라감에 따라 학생들은 수업을 통해 확립하고 있는 수학적 진리에 근거하여 연역적 주장을 효과적으로 만들어내도록 학습해야 한다고 하였다(NCTM, 2009).

본 연구에서 실시한 본 수업에서 ‘규칙 찾기’는 중요한 활동 주제였지만 귀납추론의 결과는 긍정적이지만은 않았다. 연역추론과 귀납추론을 구분지어 지도하는 것은 바람직하지 않다. 그러나 구성주의에 기반은 둔 학습자 중심 수업이 연역추론과 귀납추론 향상에 각각 어떤 영향을 줄 수 있는지 후행 연구가 더 필요하다.

2. 구성주의 수학 수업이 학생의 학업성취도에 미치는 영향

1) 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업이 학습한 내용의 성취도에 미치는 영향

RT(Recall Test: 재생검사)는 실험처치를 마친 후 실험집단과 비교집단이 학습한 내용을 얼마나 이해하고 있는지 알아보기 위해 실시하였다. RT는 2학년 2학기 곱셈 내용이며 문항 수는 25문항으로 각 문항 당 4점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대한 독립표본 t-검증을 한 결과는 <표 IV-9>와 같다. 유의확률이 0.477이므로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 평균점수가 학습자 중심 수업을 한 실험집단보다 교사 중심 수업을 한 비교집단이 3.25점 더 높다. 실험집단의 표준편차는 17.77이고 비교집단의 표준편차는 10.13으로 교사 중심 수업을 한 비교집단의 RT 점수분포가 더 고르다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-9> RT에 대한 집단 간 평균비교

집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
실험집단	20	76.20	17.77	-3.25	-0.720	0.477
비교집단	22	79.45	10.13			

RT는 단순 계산 영역(9문항)과 문장제 영역(6문항) 및 개념·원리 영역(10문항)으로 구성되어 있다. 3가지 영역별로 실험집단과 비교집단의 이해 정도를 알아보기 위해 평균을 비교한 결과는 <표 IV-10>과 같다. 단순 계산 영역의 유의확률은 0.029로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 교사 중심 수업을 한 비교집단이 학습자 중심 수업을 한 실험집단보다 단순 계산 능력이 높게 나왔다. 이는 비교집단에서 곱셈구구를 암기하고 연습 문제를 다룬 효과라고 생각된다. 문장제 영역과 개념·원리 영역의 유의확률은 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 교사 중심 수업을 한 비교집단이 학습자 중심 수업을 한 실험집단보다 0.82점 더 높게 나왔다. 그러나 개념·원리 영역에서는 학습자 중심 수업을 한 실험집단이 교사 중심 수업을 한 비교집단보다 0.91점 더 높게 나왔다.

<표 IV-10> RT의 영역별 집단 간 평균비교

영역	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
단순 계산	실험집단	20	31.20	6.03	-3.35	-2.328	0.029
	비교집단	22	34.55	2.32			
문장제	실험집단	20	21.00	5.01	-0.82	-0.623	0.537
	비교집단	22	21.82	3.43			
개념 원리	실험집단	20	24.00	10.46	0.91	0.310	0.758
	비교집단	22	23.09	8.55			

2) 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업이 학습하지 않은 내용의 성취도에 미치는 영향

GT(Generation Test: 생성검사)는 실험처치 후 실험집단과 비교집단이 학습하지 않은 내용에 대해 어느 정도 해결할 수 있는지 알아보기 위해 실시하였다. GT는 주로 3학년 수준의 곱셈 내용으로 구성하였으며 문항 수는 25문항으로 각 문항 당 4점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대한 독립표본 t-검증을 한 결과는 <표 IV-11>과 같다.

유의확률이 0.551이므로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 각 집단의 평균과 표준편차로부터 몇 가지 유의미한 해석이 가능하다. RT에서는 비교집단이 실험집단보다 3.25점이나 높았으나 GT에서는 학습자 중심 수업을 한 실험집단의 평균이 교사 중심 수업을 한 비교집단의 평균보다 3.76점 더 높다. 이는 단순 계산 능력과 같은 기능적인 학습 능력은 개념적 이해를 바탕으로 한 학습 능력보다 학습하지 않은 내용에 대한 문제해결력에 도움을 주지 못함을 보여준다. 반면, 실험집단의 표준편차는 23.66이고 비교집단의 표준편차는 15.51로 실험집단의 GT 점수분포가 고르지 않음을 알 수 있다.

<표 IV-11> GT에 대한 집단 간 평균비교

집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
실험집단	20	59.40	23.66	3.76	0.603	0.551
비교집단	22	55.64	15.51			

GT는 단순 계산 영역(10문항)과 문장제 영역(5문항) 및 개념·원리 영역(10문항)으로 구성되어 있다. 3가지 영역별로 실험집단과 비교집단의 이해 정도를 알아보기 위해 평균을 비교한 결과는 <표 IV-12>와 같다. 단순 계산 영역의 유의확률은 0.256으로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 교사 중심 수업을 한 비교집단이 학습자 중심 수업을 한 실험집단의 평균보다 단순 계산 영역의 점수가 2.95점 높게 나왔다. 문장제 영역의 유의확률은 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 개념·원리 영역의 유의확률은 0.072로 통계적 유의 수준 0.10에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타남으로써 학습자 중심 수업이 개념·원리 이해에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-12> GT의 영역별 집단 간 평균비교

영역	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
단순 계산	실험집단	20	25.60	9.66	-2.95	-1.151	0.256
	비교집단	22	28.55	6.79			
문장제	실험집단	20	13.20	6.24	0.84	0.496	0.623
	비교집단	22	12.36	4.44			
개념 원리	실험집단	20	20.60	11.63	5.87	1.845	0.072
	비교집단	22	14.73	8.93			

3) 논의

<표 IV-9>와 <표 IV-10>으로부터 얻은 결과는 학습한 내용에 대한 학업성취도에서 구성주의를 기반으로 하는 학습자 중심 수업과 교사 중심 수업 사이에 유의미한 차이가 없다는 것이다. 이러한 결과는 김진호·이소민·김상룡(2010)이 학업성취도가 매우 높은 학교에서 실시한 학습자 중심 수업이 학습자들의 성취도에 미치는 영향을 연구한 결과와 비슷하다. 그러나 학업성취도가 매우 낮은 학교에서 실시한 학습자 중심 수업이 학생들의 학업성취능력에 영향을 주는 것으로 나타난 김태향(2010)의 연구 결과와는 대조적이다. 이러한 상반된 결과들이 나타난 점을 고려했을 때 학습자들의 지적 능력에 따른 학습자 중심 수업의 효과에 대한 추후 연구가 필요하다.

본 연구에서 학습한 내용에 대한 학업성취도의 평균 점수를 살펴보면 비교집단이 실험집단보다 3.25점 높았다. 특히, 영역별 집단 간 평균을 비교했을 때 단순 계산 영역과 문장제 영역의 점수에서 교사 중심 수업을 한 비교집단이 실험집단보다 점수가 높았다. 더군다나 단순 계산 영역에서는 통계적 유의 수준 0.10에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 교사 중심 수업이 곱셈구구 암기와 수학 교과서를 활용한 연습에 중점을 두었기 때문에 나타난 것으로 판단된다. 그러나 개념·원리 문항에서는 실험집단이 근소한 차이로 더 높게 나왔다. 조수윤(2011)의 연구에서는 학습자 중심 수업이 학생들의 학업성취능력에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 영역별 결과를 살펴보면 학습자 중심 수업을 한 실험집단이 교사 중심 수업을 한 비교집단보다 3영역 모두 점수가 높았으며 개념·원리 영역에서는 통계적 유의 수준 0.05에서 차이가 있었다. 이 사실로 학습자의 학습 능력에 관계없이 학습자 중심 수업이 학생들의 개념·원리 이해에 도움이 됨을 알 수 있다.

<표 IV-11>과 <표 IV-12>으로부터 얻은 결과는 학습하지 않은 내용에 대한 학업성취도에서 구성주의를 기반으로 하는 학습자 중심 수업과 교사 중심 수업 사이에 유의미한 차이가 없지만 학습자 중심 수업이 개념·원리에 긍정적인 영향을 준다는 것이다. 학습한 내용에 대한 학업성취도와는 달리 실험집단이 비교집단보다 평균 점수가 3.76점 높았으며 문항 영역 중 문장제와 개념·원리 영역에서 실험집단의 평균 점수가 높았다. 특히 개념·원리 영역은 통계적 유의 수준 0.10에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 곱셈구구의 암기와 반복되는 연습이 아닌 곱셈의 개념적 이해에 중점을 둔 학습은 학습하지 않은 내용에 대해 긍정적인 영향을 주는 것을 알 수 있다. 단순 계산 영역에서는 비교집단이 실험집단보다 높았으나 통계적 유의 수준 0.10에서 차이가 없었다. 김진호·이소민·김상룡(2010)과 김태향(2010) 및 조수윤(2011)의 연구 결과에서는 학습하지 않은 내용에 대한 학업성취도에서 구성주의를 기반으로 하는 학습자 중심 수업이 긍정적인 영향을 주는 것으로 나왔다. 김진호·이소민·김상룡(2010)은 구성주의 이론을 바탕으로 개발된 수업자료 즉 학습자의 추론능력을 발휘할 것을 보장하는 학습자 중심 수업의 효과라고 보았다. 김태향(2010)은 교사 중

심 수업이 학생들의 학습과제를 해결할 수 있는 시간이 적고 교사가 문제해결 알고리즘을 일방적으로 알려주는 반면, 학습자 중심 수업에서는 학생들이 충분히 생각할 수 있도록 교사가 기다려줌으로써 학습과제가 주어졌을 때 학생들이 포기하지 않고 끝까지 해결하기 위해 노력한 결과로 보았다. 또한 개념에 대한 이해가 부족한 학업성취능력이 중, 하인 학생들이 자신의 지적 능력에 따라 개념적 지식을 구성함으로써 자신만의 문제해결 알고리즘을 만드는 것이 학습에 도움을 준 것으로 판단했다. 특히 조수윤(2011)은 3개의 영역인 단순 계산, 문장제, 개념·원리 모두 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업 보다 더 효과적인 것으로 보았다. 학습자 중심 수업을 받은 학생들이 개념과 원리 등을 스스로 구성했기 때문에 새로운 문제 상황이 나타나더라도 당황하지 않고 자신들이 구성한 지식을 확장한 결과라고 보았다.

이와 같이 학습하지 않은 내용에 대한 학업성취도의 결과를 통해, 학습자 중심 수업에서 활용한 과제들이 Skemp(2008)가 제시한 적절한 스키마를 잘 설명해준다고 할 수 있다. 적절한 스키마는 즉시 해결해야 할 과제뿐만 아니라 먼 장래의 학습 과제까지도 포함해야 한다. 그러므로 교사는 지금 해결해야 할 과제 이상을 예상할 수 있어야 하고 가능하다면 적절한 장기적인 스키마가 형성되도록 새로운 아이디어를 가르쳐야 한다. 또한 학습자는 앞으로 필요한 스키마를 구성할 수 있도록 기본적인 아이디어의 구조를 튼튼히 해야 한다. 즉, 학생 스스로 기초적인 규칙성을 찾도록 도와줌으로써 학생들에게 항상 그들의 스키마를 재구성할 준비가 되어 있도록 가르쳐야 한다.

박성선(1993)은 추론능력을 향상시키기 위해서는 충분한 개념적 지식이 있어야 하며 그 지식은 잘 구조화되어야 한다고 했다. 본 연구의 첫 번째 연구 문제에서는 구성주의 수학 수업이 학생의 추론능력에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업보다 추론능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 개념과 원리 등을 스스로 구성할 수 있도록 도움을 준 학습자 중심 수업이 추론능력 향상에 기여한다는 것을 보여준다.

구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업은 학생들의 추론능력 발달에 초점을 두고 맥락화된 과제로 각자의 지적 능력에 따라 문제를 해결할 수 있도록 환경을 제공한다. 또한 교사와 학생, 학생과 학생 간 상호작용이 활발하게 이루어지는 토론을 통해 자신의 아이디어를 설명하고 수정하면서 반영적 추상화가 이루어지도록 한다. 선행연구에서 밝혔듯이 이러한 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 단기간이 아닌 지속적으로 이루어진다면 Chapin, O'Connor 그리고 Anderson(2010)의 연구와 같이 학생의 학업성취도에서 눈부시게 향상되는 모습을 지켜볼 수 있을 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 구성주의 이론에 기반을 둔 학습자 중심 수업은 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들의 추론능력에 긍정적인 영향을 준다. 실험처치 후 실험집단과 비교집단의 추론능력을 비교했을 때 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 또한 실험처치 전·후의 집단 내 추론능력의 변화를 분석한 결과 학습자 중심 수업을 실시한 실험집단에서만 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 본 수업에서는 각 수업 소재에 개방형 과제가 포함되어 있어서 학습자마다 자신의 기저 지식을 활용한 사고를 통해 문제를 탐구했다. 또한 학급 토론을 통해 각 학습자들이 구성해낸 아이디어를 표현하거나 이해하려고 노력한 학습 경험이 추론능력 향상에 기여한 것으로 판단된다.

둘째, 구성주의 이론에 기반을 둔 학습자 중심 수업은 연역추론능력에 다소 긍정적인 영향을 준다. 실험처치 후 실험집단과 비교집단 간 문항 영역별 평균을 비교했을 때 연역추론에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 그리고 집단 내 문항 영역별 평균을 비교했을 때 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만 실험집단의 연역추론의 평균이 크게 향상된 것이 이를 뒷받침한다. 학생들의 학습 능력을 고려한 다양한 과제를 제시해 주고 자신의 생각을 말이나 글로 표현하게 하거나 예와 반례를 찾아보는 활동들이 수학적 추론능력의 하나인 연역추론능력에 영향을 주었다.

셋째, 학습자 중심 수업은 교사 중심 수업보다 학습하지 않은 내용의 성취도에서 개념·원리 이해에 긍정적인 영향을 미친다. 학습한 내용의 단순 계산 영역의 평균을 비교했을 때 곱셈구구를 암기하고 연습 문제를 다룬 교사 중심 수업을 한 비교집단이 학습자 중심 수업을 한 실험집단보다 통계적으로 유의미한 수준으로 더 높았다. 그러나 학습하지 않은 내용의 단순 계산 문항의 평균에서는 통계적으로 유의미한 수준의 차이가 나타나지 않았다. 반면 학습하지 않은 내용의 개념·원리 영역의 평균에서는 실험집단이 비교집단보다 통계적으로 유의미한 수준으로 더 높았다. 이 사실로 단순 계산 능력과 같은 기능적인 학습 능력은 개념적 이해를 바탕으로 하는 학습하지 않은 내용에 대한 문제해결능력에는 도움을 주지 못하는 것을 알 수 있다. 그리고 학습자 중심 수업이 학습하지 않은 내용의 개념·원리 이해에 효과적임을 알 수 있으며, 나아가 개념적 이해에 중점을 둔 학습자 중심 수업이 추론능력 향상에도 기여하는 것으로 판단된다.

이상의 연구 결과 및 결론으로부터 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구는 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 대상으로 2학년 곱셈 단원을 구성주의 수학 수업으로 재구성하여 적용했을 때 추론능력에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이를 바탕으로 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 대상으로 2학년의 다른 단원이나 다른 학년의 곱셈 단원에 대해서도 긍정적인 영향을 미치는지 연구할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 실험처치 전·후의 집단 내 추론능력의 변화 양상은 살펴보았으나 실험처

치 전·후의 집단 내 학업성취도의 변화 양상은 살펴보기 못했다. 어떤 집단이 비교집단이 되는가에 따라 연구 결과가 다르게 나올 수 있다는 점을 감안하여 구성주의 이론에 기반을 둔 학습자 중심 수업을 실천한 집단의 실험처치 전·후의 학업성취도에 미치는 영향도 함께 연구할 필요가 있다.

셋째, 구성주의 수학 수업이 추론능력에 미치는 영향을 검증하기 위한 좀 더 유의미한 수준의 연구를 위해서는 추론검사지의 총 문항 수를 20문항 보다 더 증배하고 추론 영역별 문항수도 동수로 제작할 필요가 있다. 이 때 총 문항 수는 해당 학년 학생들에게 큰 부담을 주지 않는 적절한 수준이어야 한다.

넷째, 모든 학습자들이 지식을 구성할 수 있는 지적 능력이 있다는 구성주의자들의 가정을 검증하기 위해서 본 연구에서는 학습 능력이 다소 떨어지는 학생들을 대상으로 추론능력과 학업성취도에 미치는 영향을 알아보았다. 위의 가정에 따르면 학습 능력이 매우 부족한 학생들을 대상으로 구성주의 이론을 기반으로 하는 수학 수업을 실시했을 때 학생들이 스스로 지식을 구성할 수 있는지 검증하기 위해 같은 실험설계의 연구가 필요하다.

다섯째, 본 연구에서는 학습한 내용에 대한 학업성취도에서 유의미한 결과를 얻지 못한 반면에 일부 연구는 학업성취도에서 유의미한 차이를 보였다. 이런 대조적인 연구 결과도 출된 것이 학습 내용에 기인한 것인지, 교사 변인에 기인한 것인지, 또는 수업자료에 기인한 것인지 등에 대한 후속 연구가 필요하다.

참고 문헌

- 김신곤 (1998). 교육내용으로서의 지식에 대한 구성주의적 접근. 교육사상연구, 7, 101-119.
- 김진호 (2010). 모든 학습자가 수학수업에 참여하는 교수·학습 행위. 초등수학교육, 13(1), 13-24.
- 김진호 (2012). 아빠 수학공부하자. 경기도: 한국학술정보.
- 김진호, 이남숙 (2005). 교사 중심의 수학적 사고과정을 강조한 수업 효과 분석. 한국학교수학회논문집, 8(1), 35-53.
- 김진호, Lee, J. (2012). 수학 수업의 일부 국면에 나타나는 수업의 실제에 대한 일 논의. East Asian Mathematical Journal, 28(2), 233-249.
- 김진호, 이소민, 김상룡 (2010). 학습자 중심 수업이 학습자들의 성취도에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, 14(1), 136-151.
- 김태향 (2010). 구성주의에 바탕을 둔 학습을 받은 학생들의 학업성취도 및 문제해결전략 양상. 대구교육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 남승인 (1998). 교사의 수학과 구성주의. 초등수학교육, 2(1), 15-26.
- 박경선 (2008). Skemp이론에 따른 곱셈구 구 놀이활동이 수학학업성취도 및 수학적 태도에 미치는 효과. 서울교육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박성선 (1993). 초등학교 4학년 아동들의 논리적 추론에서의 정교화 효과. 한국교육대학교

대학원 석사학위 논문.

- 방정숙 (1996). 초·중학생의 수학적 조건추론능력에 관한 분석. 한국교육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 방정숙 (2006). 학생 중심 초등수학 교실 문화의 구현과 난제. *수학교육*, 45(4), 459-479.
- 우정호 (2011). 수학 학습-지도 원리와 방법. 서울: 서울대학교출판문화원.
- 이부다, 김진호 (2010). 구성주의 지식관이란 관점에서 초등학교 수학 교과서 분석-1학년과 2학년 수와 연산 영역을 중심으로. *한국학교수학회논문집*, 13(3), 415-442.
- 이소민 (2008). 초등학교 2학년 학생의 곱셈 지식 구성 능력에 관한 연구. 대구교육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 조수윤 (2011). 구성주의 수학 수업이 추론능력에 미치는 영향-초등학교 3학년 나눗셈을 중심으로. 대구교육대학교 대학원 석사학위 논문.
- Baroody, A. J., Coslick. R. T. (2006). 수학의 힘을 길러주자 왜? 어떻게?. (권성룡, 김남균, 김수환, 김용대, 남승인, 류성림 외 6인 역). 서울: 경문사. (원본은 1998년에 출판됨).
- Boaler, J. (2009). *The elephant in the classroom: Helping children learn and love math*. London: Souvenir Press.
- Burns, M. (2009). 구성주의 수학교실-곱셈. (김진호, 김경미, 남미선 역). 서울: 경문사. (원본은 2001년에 출판됨).
- Chapin, S. H., O'Connor, C., & Anderson, N. C. (2010). 수학교실에서 말하기. (김진호, 김인경, 남미선 역). 서울: 경문사. (원본은 2003년에 출판됨).
- Ginsburg, H. (1992). 아동의 산수: 학습 과정. (송명자, 나귀옥 역). 서울: 중앙적성출판사. (원본은 1977년에 출판됨).
- Kamii, C. (1985). *Young children reinvent arithmetic*. NY: Teacher College Press.
- Kim, J., Colen, Y., & Colen, J. (2013). Reform based instruction in Korea. In J. Kim, I. Han, M. Park, & J. lee (Eds.), *Mathematics education in Korea* (pp. 104-129). Singapore: World Scientific Press.
- Latterell, C. (2008). 수학 전쟁. (박성선 역). 서울: 교우사. (원본은 2004년에 출판됨).
- NCTM (1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. (구광조, 오병승, 류희찬 역). 서울: 경문사. (원본은 1989년에 출판됨).
- NCTM (2009). 학교수학을 위한 원리와 기준. (류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 역). 서울: 경문사. (원본은 2000년에 출판됨).
- Skemp, R. R. (2008). 수학학습 심리학. (황우형 역). 서울: 사이언스북스. (원본은 1987년에 출판됨).

1)

Effects of Mathematical Instructions Based on Constructivism on Learners' Reasoning Ability - With Focus on the Area of Multiplication for 2nd Graders -

Hyunsil Jung³⁾ · Jinho Kim⁴⁾

Abstract

The purpose of this study is to confirm constructivists' assumption that when a little low level learners are taken in learner-centered instruction based on a constructivism they can also construct knowledge by themselves. To achieve this purpose, the researchers compare the effects of learner-centered instruction based on the constructivism and teacher-centered instruction based on the objective epistemology where second graders learn multiplication facts through the each treatment on learners' reasoning ability and achievement. Some conclusions are drawn from results as follows. First, learner-centered instruction based on a constructivism has significant effect on learners' reasoning ability. Second, learner-centered instruction has slightly positive effect on learners' deductive reasoning ability. Third, learner-centered instruction has more an positive influence on understanding concepts and principles of not-presented mathematical knowledge than teacher-centered instruction when implementing it with a little low level learners.

Key Words : Learner-Centered Instruction, Reasoning Ability, Understanding of Unlearned Knowledge

3) Kyodong Elementary School(gustlf25@edunavi.kr)

4) Daegu National University of Education (jk478kim@dnue.ac.kr)

- 1) 후주: 본 연구는 객관적 인식론을 토대로 하는 수업과 구성주의를 토대로 하는 수업을 받은 학습능력이 다소 떨어지는 학생들을 추론 능력 및 성취도를 비교하는 데 주 목적이 있다. 그런 점에서, 두 집단에 사용하는 수업자료의 차이, 수업 방법의 차이, 수학관의 차이 등의 인정은 당연하다. 따라서, 실험처치로서 한 요소만 달리하여 두 집단을 비교하는 것은 패러다임이 같은 철학을 바탕으로 할 때는 타당하지만, 본 연구에서처럼 다른 패러다임에서 사용하는 방법을 비교할 때는 부적절하다. 따라서, 각 패러다임에서 주장하는 어떤 방법을 실험처치로 정하더라도 그에 따른 다른 요소들 예를 들어, 수업자료와 같은 요소도 당연히 두 패러다임에 맞는 수업자료를 사용해야 한다.