

구성주의 수학 수업이 추론 능력에 미치는 영향 - 초등학교 3학년 나눗셈을 중심으로 -

조 수 윤 (울산천곡초등학교)
김 진 호 (대구교육대학교)¹⁾

본 연구의 목적은 반영적 추상화를 강조하는 구성주의 수학 수업이 반영적 추상화와 밀접한 관계를 가진 추론능력 및 학업성취도에 긍정적 영향을 미칠 것이라는 구성주의자들의 가정을 확인하는 것이다. 이를 위해 구성주의를 근간으로 하는 교수·학습이론인 학습자 중심 수업으로 나눗셈 수업을 실천하고, 학생들의 추론능력과 학업성취도의 변화 양상을 알아보았다. 분석 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 실험집단(학습자 중심 수업)은 추론능력에 있어서 향상을 보인 반면에, 통제집단(교사중심 수업)은 추론능력에 영향을 미치지 못하였다. 실험집단은 학업성취도에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였는데, 특히 실험집단은 학습하지 않은 지식의 생성력에서 더 큰 효과를 보였다. 그리고 실험집단은 비단 성취도가 상인 학생들에게만 효과가 있는 수업이 아니라 서로 다른 비형식적 지식을 지니고 있는 모든 학생들에게 긍정적인 효과를 미치는 수업임을 알 수 있었다. 개념·원리영역뿐만 아니라 단순계산과 같이 통제집단에서 강점을 보일 것이라고 예상되는 영역에서조차 실험집단이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

I. 연구의 필요성 및 목적

어떤 교사가 수업을 자신의 소신대로 이끌어 간다면 그 교사의 교육관 아래에는 그 교사가 가지고 있는 인식론적 관점이 깔려있고, 결국 교사의 관점은 수업에 반영된다. 지식의 인식과 관련하여 철학 분야에서 가장 대조적인 설이 실험론과 경험론이다. Descartes는 수와 논리의 개념이 인간에게 선천적으로 주어진 것이며, 따라서 그것을 활용하는 능력은 연습만으로 획득될 수 있다고 주장하였다. 반면에 Locke와 같은 경험론자들은 Descartes의 입장과 다르다. Locke에 따르면

아동은 아무 관념도 없는 백지상태(tabula rasa)로 태어나 오감을 통해서 현실을 복사함으로써 외부 환경에 대한 지식을 누적시킨다고 주장하였다. 한편 Kant는 이들 두 입장을 종합하려 하였다. 외계의 감각적 자료가 지식의 형성에 필요한 요소이기는 하지만, 경험론자들의 주장처럼 있는 그대로 받아들여지는 것은 아니며, 이러한 자료들은 시간과 공간, 그리고 인과 개념 등과 같은 어떤 선형적인 범주(category)에 의해서 여과되고 재구성됨으로써 지식이 획득된다고 보았다. Piaget는 지식이 개인에 의해 적극적이며 능동적으로 구성되는 것이라는 Kant의 의견에 동조한다. 그러나 Kant와는 달리 Piaget는 시간과 공간 같은 범주 개념들이 경험을 통해 발견된 것도, 선천적으로 주어진 것도 아니며 지능이나 지식은 개인과 환경간의 상호작용에 의해 끊임없이 바뀌고 재구성된다고 보았다(장상호, 1991). 즉, Piaget는 지식을 학생들이 외부 환경을 그대로 복사하는 것이 아니라 자기 나름대로 구성하는 것으로 보고 있다.

이런 인식론을 반영하여 등장한 것이 구성주의에 기반을 둔 학습자 중심 수업이다. 구성주의에서는 개념을 학습한다는 것이 일개념을 학습하고 또 다른 일개념을 학습하는 것이 아니라 여러 개의 개념들이 공존하는 실생활에서 학습이 이루어져야 한다고 주장한다. 또한 지식구성의 주체인 학습자 스스로 자신의 기존 스키마 활용해서 의미적으로 개념을 구성해야 한다. 교사는 단지 이를 위한 조력자, 조연자, 보조자의 역할을 해야 한다.

위와 같은 구성주의 인식론을 받아들일 때, 교사의 역할은 아동들이 수학과 같은 교과를 학습하면서 지능을 발달시키도록 도와주는 데 있다. 이렇게 발달된 지능은 다시 새로운 지식을 구성하는데 도움을 준다. 지식의 종류 중 수학학습에서 가장 중요하다고 볼 수 있

* 접수일(2011년 7월 12일), 수정일(2011년 8월 5일), 게재 확정일(2011년 8월 26일)
* ZDM 분류: D42
* MSC2000 분류: 97D40
* 주제어: 학습자 중심 수업, 구성주의, 추론능력, 학업성취도
1) 교신저자

는 논리 수학적 지식은 반영적 추상화의 결과로 구성할 수 있다. 이 반영적 추상화능력은 자기 사고에 대한 재조작으로 기존에 몰랐던 보다 수준 높은 지식을 새롭게 만들어 내는 과정이다. 또한 우정호(2000)는 추론을 “이미 알고 있는 판단으로부터 새로운 판단을 이끌어내는 사유작용이다”라고 정의한다. “기존에 알고 있던 지식들의 관계로부터 새로운 지식을 만들어 내는 과정”이라는 관점에서 반영적 추상화는 추론과 밀접한 관계를 지닌다. 즉, 아동의 지식구성을 돕기 위해 추론 능력을 길러줄 필요가 있다는 것이다. NCTM(1989)에서는 추론은 수학을 알고 행하는 근본이라고 규정하고 학생들로 하여금 수학이 실세계를 의미 있게 만드는 강력한 수단임을 인식하게 하기 위해서는 모든 수학적 활동에 추론을 강조할 것을 권고하면서 ‘추론으로서의 수학학습(Mathematics as Reasoning)’을 강조하고 있다.

획일적인 지식 전달의 교육방식에 대한 반성을 통해 나타난 구성주의 수학 수업에서는 맥락적인 상황에서 기존에 알고 있던 지식을 바탕으로 반영적 추상화를 통해 새로운 문제 상황을 해결하는 경험을 할 수 있는 수학수업을 주로 진행한다. 즉, 구성주의 수학수업에서는 학습자가 가지고 있는 비형식적 지식을 기반으로 반영적 추상화를 사용하여 새로운 수학 지식을 구성해 내는 과정을 중요시한다. 이 과정에서 학생들은 추론을 사용하여 기존에 알고 있는 지식을 새로운 상황에 적용하여 문제를 해결한다. 따라서 구성주의 수학수업에서는 기존 수학수업의 중심이 되었던 개별 지식과 기능들 보다는 추론을 사용하여 문제 상황을 해결해 나가려는 성향과 과정을 더 중요하게 생각한다.

본 연구의 목적은 반영적 추상화를 강조하는 구성주의 수학 수업이 반영적 추상화와 밀접한 관계가 있는 추론능력과 학업성취도에 긍정적 영향을 미칠 것이라는 구성주의자들의 주장을 검증하는데 있다. 이와 같은 연구 목적을 달성하기 위해서, 구성주의를 반영한 수업자료(나눔셈)로 한 수업이 추론 능력과 학업성취도에 어떤 영향을 미치는지를 알아보려고 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

가. 구성주의 수학 수업이 아동의 수학적 추론 능력에 미치는 영향을 알아본다.

나. 구성주의 수학 수업이 아동의 학업성취도에 미

치는 영향을 알아본다.

1) 구성주의 수학 수업이 학습한 내용의 성취도에 미치는 영향을 알아본다.

2) 구성주의 수학 수업이 학습하지 않은 내용의 성취도에 미치는 영향을 알아본다.

3) 구성주의 수학 수업이 학습자 수준에 따라 성취도에 어떤 영향을 미치는지 알아본다.

II. 이론적 배경

1. 지식의 구성과정

가. 지식 습득에 대한 여러 가지 견해

지식과 지식을 습득하는 과정에 대해서는 여러 가지 견해가 공존하고 있다. 그중 객관주의 인식론자들에게 의하면 인식의 대상으로서 실재는 인식주체와 무관하게 존재하는 것이다. 이들에게 지식은 ‘저기 밖에’ 존재하는 실재를 의미하고, 지식을 구성한다는 것은 독립적으로 존재하는 세계의 실재를 주관의 개입 없이 정확하게 파악하는 것이다. 객관적 인식론은 객관적 실재를 어떻게 파악하게 되는가에 대한 문제와 관련하여 합리론과 경험론으로 나누어진다(이화진, 1999).

먼저, 합리론을 대표하는 데카르트는 기존의 모든 관념이나 사상을 일단 의심해보고 그리고 재검토하는 것을 진리 탐구를 위한 기본 방법으로 하고 있다. 그는 외재적 세계의 질서에 대한 신념을 가지고 있었고, 그러한 질서는 ‘진리 추구를 올바르게 안내하는 이성’에 의해 파악될 수 있다고 생각하였다. 따라서 이성을 활용하는 능력만 연습하면 지식은 자동적으로 획득된다고 생각하였다.

데카르트가 인식의 원천은 이성에 있다고 주장하는데 반해, 로크는 인간의 마음은 본래 백지와 같으며 경험을 통하여 외부로부터 표상을 받아들인다고 주장했다. 여기서 경험은 외부로부터 사물의 특질을 직접적으로 받아들이는 감각작용과, 받아들인 표상들을 관련짓고 조직하고 구별하는 반성작용으로 이루어진다. 감각작용은 객관적인 데에 반해 반성작용은 주관적이다. 따라서 인식의 원천은 객관적인 감각작용에 있다. 이런 두 가지 객관주의 인식론에 따르면 인간은 ‘이성’이나 ‘감각작용’을 통해 실재를 거울처럼 투명하게 비

추어냄으로써 지식을 획득하게 되는 것이다.

전통 철학에서 인간의 인식은 외부의 존재론적 실재를 모사하는 것이라고 보았던 것과는 달리, Kant는 외계의 감각적 자료가 지식의 형성에 필요한 요소이기는 하지만, 경험론자들의 주장처럼 있는 그대로 받아들여지는 것이 아니며, 이러한 자료들은 시간과 공간, 그리고 인과 개념 등과 같은 어떤 선형적인 범주(category)에 의해서 여과되고 재구성됨으로써 지식이 획득된다고 보았다(조완영, 1992). Kant의 관점에서 본다면 지식을 획득하는 과정은 주제 외부에 있는 객관적 실재를 그대로 표상하는 것이 아니라 인식 주체가 선천적으로 주어진 이성을 사용하여 경험으로 얻어진 정보를 구성하는 것이다(남진영, 2007).

Kant의 인식론의 영향을 받은 Piaget는 ‘실재를 과연 객관적으로 표상해 낼 수 있는가?’, “모든 인간은 동일한 인식 혹은 구성 틀을 가지고 있는가?”와 같은 질문으로 객관주의 논리에 이의를 제기한다(Piaget, 1970). Piaget는 인식대상은 인간 외부에 고정된 형태로 존재한다기보다는 그 대상을 인식하는 인식주체의 맥락에 따라 그 성격이 각기 다르게 나타나기 때문에 실재는 인식주체의 경험으로부터 지각 될 수 없다고 본다. 즉, 지식은 발견되는 것이 아니라 구성되는 것이라고 생각한다. 인간의 앎의 과정 그 자체가 구성적이라 보며, 인지 구조 역시 구성의 결과이므로 지식의 절대성을 인정하지 않는다. 인간은 자신의 인지 구조를 바탕으로 경험과 학습을 통해 자신의 지식을 재구성하는 과정을 끊임없이 반복하며 지식을 구성해나간다. 인지 구조에 근거하여 스스로의 경험의 세계를 조직해 가는 적응과정이 바로 인간이 지식을 구성해 나가는 과정인 것이다. Piaget의 관점에서 볼 때, 인식주체는 객관적 실재에 대해 경험론에서 말하는 표상이나 합리론에서 말하는 추론적 과정을 통해 지식을 획득하는 것이 아니라 자신의 경험세계를 능동적으로 해석함으로써 지식을 형성해 나간다.

Kant와 같이 인간은 생득적으로 이성을 가지고 태어난다는 점과 지식의 중요한 네 범주로 공간(space), 시간(time), 유목(class), 관계(relation)로 꼽은 것에 대해서는 Piaget도 그 의견을 같이 한다. 하지만, 이러한 기본 지식을 생득적으로 얻는다는 칸트의 주장과는 달리 Piaget는 기본지식조차 생득적으로 얻어지는 것이 아니라 경험을 통하여 구성되는 것이라고 생각하였다.

또한 Kant에 의하면 선천적으로 주어진 이성은 모든 사람들이 동일하지만 Piaget에게 있어서 이성(지성)은 모든 사람이 똑같이 가진 고정된 것이 아니라, 각기 다른 4가지 수준으로 발달해 간다고 생각하였다. Piaget는 생물들이 환경에 적응해 가는 과정을 지식의 구성과정에 응용하여 지식을 환경내의 객관적인 실재가 아니라 개인과 환경간의 상호작용이며 주관적인 요소와 객관적인 요소를 둘 다 가지고 있으며 지식의 발달은 생물학적 발달처럼 이전의 구조로부터 새로운 구조를 구성해 내는 것이라고 주장했다. 이러한 인지 발달에 영향을 미치는 요소로서 물리적 환경과 사회적 환경, 성숙, 경험, 평형화를 꼽았다(Siegler, 1995).

나. Piaget에 있어서 지식의 구성과정

인간의 발달을 환경에 대한 적응의 한 형태라고 주장했던 Piaget는 동화(assimilation), 조절(accommodation)과 평형화(equilibration)의 과정을 통해서 지식을 구성해나간다고 하였다.

동화는 인식주체가 인식대상을 자신이 가지고 있는 기존의 인지구조에 부합시키는 작용이다(Piaget, 1966). 다시 말해, 동화란 새로운 정보가 들어왔을 때 기존의 인지구조가 이를 잘 받아들여 기존의 인지구조에 새로운 정보를 잘 융합하는 과정이라고 할 수 있다. 새로운 정보를 기존의 사고방식으로 동화할 수 없다면 새로운 정보를 의미 있게 구성할 수 없게 된다(Piaget, 1966). 아직 곱셈을 학습하지 않은 아동이 28명의 학급 구성원들이 자장면을 먹을 때, 필요한 젓가락의 수를 구하는 상황을 제시받으면 이 아동은 곱셈에 대한 지식이 없기 때문에 덧셈을 활용하여 이 상황을 해결한다(예: 4인 1모듬활동을 하는 경험을 토대로 $8+8+8+8+8+8=56$ 과 같은 덧셈식을 활용한다.). 이와 같은 것은 동화의 한 예라고 볼 수 있다.

조절은 주어진 인식대상의 새로운 특성과 압력에 의해서 이미 가지고 있던 인지구조가 변형되는 과정이라고 할 수 있다(Piaget, 1966). 즉, 현재의 인지 구조로 주변세계를 이해할 수 없을 때, 주변세계를 이해할 수 있도록 현재의 인지구조를 교정하는 과정을 말한다. 조절은 새로운 정보의 유입 없이 기존 인지 구조 사이에 새로운 관계를 맺어서 이루어 질 수도 있고, 기존의 인지구조를 일부 수정할 수도 있으며, 기존의 인지구조에서 결여된 부분에 대해서 새로 구성할 수도 있

다. 이 과정 모두는 인지적 구조의 발달 또는 변화의 결과물이라 할 수 있다. 일단 조절이 일어나면 인간은 새로운 정보인 자극에 대해서 동화를 시도할 수 있게 되는데 이는 기존의 인지구조는 변화되었으며, 자극이 쉽게 동화될 수 있기 때문이다. 따라서 조절은 항상 마지막 결과물이 된다(Wadsworth, 1972). 조절은 인지구조의 발달에서 새로운 지식을 획득할 수 있는 원동력이 되며, 끊임없이 인지 구조의 재구성을 통해 적절한 인지 구성을 가능하게 한다.

인식 행위에서 동화만 지배적으로 일어난다면 개인이 외부의 영향에 의해 새로운 문제를 접하게 되는 과정은 설명할 수 없다. 마찬가지로 인식 행위에서 조절 기능만 있게 되면 새로운 지식을 습득할 때 기존의 인지구조를 이용할 수 없게 된다. 따라서 개인은 지식을 창조해 나간다고보다는 실재에 대한 복사로서의 지식을 습득하는 행위만 있을 것이다. 따라서 동화와 조절을 종합할 수 있는 ‘평형’이라는 개념이 요구된다. 평형화란 동화와 조절을 포함하는 과정이다. 동화와 조절은 균형을 이루도록 하는 적응의 과정이며, 다른 의미로 평형화는 한 단계의 평형 상태에서부터 불균형의 전환기를 거쳐서 계층화되어 있는 다음 단계로의 새로운 균형의 형태로 이행하는 변화의 과정이다.

다. Glasersfeld에 있어서 지식구성의 의미

Piaget의 영향을 받은 Glasersfeld는 존재론적 실재를 거부하면서 개인마다 받아들이는 세계는 개인의 경험이나 인식능력의 차이로 인해 모두 다르다고 본다. 따라서 전통적인 인식론에서 가정하였던 실재를 논의하는 것은 무의미하고 단지 삶을 영위하는 개인의 현실만이 중요할 뿐이다. Glasersfeld는 이런 관점에서 지식의 구성은 다음 두 원칙을 따른다고 했다.

- 원칙1· 지식은 감각이나 의사소통을 통하여 수동적으로 받아들여지는 것이 아니다
 - 지식은 인식 주체에 의하여 능동적으로 구성된다.
- 원칙2· 인식의 기능은 생물학적 의미에서 적합, 또는 존속 가능성을 지향하며 적응하려는 것이다.
 - 인식은 객관적 존재론적 실재를 발견하는 것이 아니라 경험적 세계를 조직하는 것이다(Glasersfeld, 1995, pp. 11-12).

위 원칙1은 반영적 추상화를 사용하여 지식의 자신

의 인지구조에 동화·조절한다는 Piaget의 지식구성의 원리와 흡사하다. 하지만 Glasersfeld의 주장을 급진적이라고 부르는 이유는 원칙2 때문이다(장상호, 1991). Glasersfeld에 의하면 형이상학적 실재가 존재하더라도 인간이 그 실재를 알 수 있는 방법이 없다. 얇이란 이상적 실재세계의 구조를 아는 것이 아니라 경험에 의해 계속 수정되는 적응과정이다(Glasersfeld, 1995). 인식 주체는 살아가면서 환경과 상호작용하며 존속 가능한 지식을 구성하고, 이 지식은 존속가능성에 대한 주체의 평가를 통해 진화한다(Glasersfeld, 1995).

Glasersfeld가 말하는 둘째 원칙에 의하면 세계는 이를 감지하고, 해석하고, 의미를 부여하는 인간의 인식활동 안에서 존재한다. 인간의 인지구조는 관찰에 의해 세계를 파악하는데, 대상의 이미지를 그대로 받아들이는 것이 아니라 개인이 가지고 있는 인지구조에 따라 서로 다른 모습으로 받아들인다. 이 모습은 개인이 속한 생물학적 한계와 그가 속한 사회문화적 한계, 그리고 지금까지 그가 한 경험들에 의해 지배된다. 따라서 지식은 진리가 아니라 마음속에 가지고 있는 목적 달성에 성공적이었다고 판단되는 개념, 개념구조 및 행동 스킴으로 본다(Glasersfeld, 1995). 그 결과 지식의 준거는 진리 대신 ‘존속가능성’이 된다.

인간은 지식을 수동적으로 받아들이는 것이 아니라 구성하는가에 대한 질문에 Glasersfeld는 인간은 태어나면서 지식을 구성하도록 설계되어 있다고 설명한다. Piaget도 인지적 구성을 인간이라는 개념 속에 내제된 개념적 조건으로 받아들였다. Glasersfeld가 말하는 구성의 과정은 Piaget와 마찬가지로 인지구조의 내부법칙성에 의해 진행된다. 인지구조의 내부법칙성은 동화와 조절을 의미하는데, 이를 가능하게 하는 것은 반영적 추상화이다. 그는 구성주의적 관점에서 볼 때 반영적 추상화가 지식구성의 근원이라고 하면서 새로운 지식을 구성하기 위해서는 기존의 경험에 대해 의문을 가질 수 있게 하는 새로운 자극이 중요하다고 했다. 이를 위해서는 다른 사람과의 상호작용이 필요하다고 본다. 다른 사람들의 이유에 대해 들어보고 자신의 사고과정에서 탈중심화 하여 다른 사람의 생각을 이해하면서, 서로 다른 생각에 대한 토론을 하는 것 등은 모두 반성에 도움이 된다.

2. 수학적 추론

가. 수학적 추론의 의미

일반적으로 추론(reasoning)은 주어진 정보 이상의 어떤 정보를 이끌어 내기 위한 추리(inference)를 할 때 필요한 것으로 일상생활에서 접하는 모든 사회적인 현상 또는 사건의 판단에서부터 언어의 이해에 이르기까지 모든 인지적 행동을 할 때 기본이 된다. 따라서 수학을 포함한 대부분의 교과학습활동에서도 추론이 바탕을 이루지만 특히, 수학은 물리적으로 존재하지 않는 관념들을 대상으로 하여 물리적 상황에서 수학적 모델을 만들고 새로운 명제와 관계를 찾는 활동을 특징으로 하고 있기 때문에, 연역적인 사고와 귀납적인 사고를 바탕으로 한 엄격한 논리적 추론이 더욱 중요시되는 교과라고 할 수 있다.

그렇다고 해서 수학에서의 추론을 엄격한 논리로만 연관해서 생각하는 것은 잘못된 것이다. 수학적 추론은 수학적 사고의 필수요소이며 수학적 힘과 깊은 관련이 있다. Garnham과 Oakhill(1994)은 수학적 사고와 추론은 별개의 것이 아니며 둘은 종종 상호의존적인 의미로 사용된다고 지적하였다. 즉, 추론을 넓은 의미에서 정의하면 수학적 사고와 크게 다르지 않다는 것이다. 수학적 사고는 아이디어를 이해하고, 그 아이디어 사이의 관계를 발견하며 그 아이디어들과 그들 사이의 관계에 대한 결론을 이끌어내고 입증하며, 그 아이디어를 포함한 문제를 해결하기 위해 수학적으로 풍부한 수학적 기능을 사용하는 것을 말한다(O'Daffer & Thornquist 1993). 이러한 수학적 사고 과정에서 매우 중요한 역할을 하는 수학적 추론은 증거 수집, 가설 설정, 일반화하기, 논증하기, 이들 다양한 아이디어들과 그들 사이의 관계에 대한 논리적인 결론을 내리고 타당화시키는 것을 뜻한다.

학교수학의 교육과정과 평가 기준(NCTM 1989)에서는 학생들이 (1)문제해결과정에서 시행착오를 하고 그 과정을 반성할 때, (2)추측을 하고 그 추측의 타당성을 검증할 때, (3)귀납적 논증과 연역적 논증을 할 때, (4)일반화를 위하여 패턴을 인식할 때, (5)공간추론과 논리적인 추론을 사용할 때 수학적 추론이 보여지게 된다고 지적하고 있다.

나. 추론의 중요성

수학은 추상적 개념을 다루는 학문이다. 그리고 추

론은 추상을 이해하기 위한 중요한 도구이다. 추론이 중요한 이유를 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 수학적 추론은 본질적으로 발달, 정당화, 수학적 일반화에 대한 것이다. 수학적 추론이 활동의 중심이 되는 교실에서 개별적인 문제의 해는 그 해를 넘어서 일반화와 밀접하게 관련된다. 둘째, 수학적 추론은 수학적 영역 내에서 수학적 지식을 서로 연결하는 그물망을 만드는데 도움을 준다. 셋째, 수학적 이해에 대한 그물망의 발달은 수학 문제에 대한 통찰력의 기반을 제공하는 수학적 감각과 수학적 기억의 바탕이 된다. 넷째, 교실에서나 수학교과에서 수학적 추론을 강조할 때, 부정확한 추론이나 결함이 있는 추론들은 수학적 지식을 발달시키기 위한 좋은 소재가 될 수 있다(Russell, 1999).

추론이 수학에서 또 다른 중요한 이유는 수학적 지식이나 구조가 추론을 통해서 만들어졌다는 것이다. 많은 수학적 정리나 성질들은 증명과정을 통해 사실로 인정되었다. 학생들이 증명과 같은 추론과정을 학습하면서 수학자들의 경험을 공유할 수 있고, 더 나아가 수학의 심미적 아름다움을 느낄 수 있다.

또한 추론은 새로운 지식을 구성할 때 핵심적인 기능을 한다. 예를 들어 $7+8$ 을 해결하기 위해 이미 알고 있던 지식은 $7+7=14$ 를 이용한다면 이는 기존에 알고 있던 결합성에 대한 지식을 바탕으로 일반화한 것이다. 이렇게 추론은 지식의 구조를 만드는데 중요한 역할을 한다.

다. 추론을 통한 교수·학습 행위(관행)

학생들은 다른 학생들의 주장에 대한 교실 토론을 통해서 추론을 배울 수 있다. 학생들이 제안하는 그럴듯하지만 결함이 있는 논쟁들은 토론 기회를 만들어 준다. 학년이 올라감에 따라 학생들은 자신들의 아이디어를 다른 사람들의 아이디어와 비교함으로써, 자신의 주장이나 추론을 수정, 결합, 강화할 수 있어야 한다. 자신의 생각을 발표하고 서로의 생각을 평가한다는 측면에서 모든 학생이 기여하는 교실은 수학적 추론을 학습하기 위한 좋은 환경이 된다.

수학자가 사용하는 논리적인 연역과 비교해 봤을 때, 저학년 학생들이 수학 시간에 배우고 사용하는 추론은 비형식적이다. 학교 교육을 통하여 교사가 수학적 정당화와 추론을 학생들이 배우도록 도와줌에 따라

학생들이 이용 가능한 추론 형태는 대수적 추론과 기하추론, 비례추론, 확률추론, 통계추론 등으로 확장되어야 한다. 특히 초등학교 저학년의 경우 자신이 아는 것으로부터 추론하도록 해야 한다. 6+7 문제를 먼저 6+6을 계산한 다음 1을 더해서 해결하는 아동은 동일한 수를 더하는 지식, 1을 더하는 지식, 결합성에 관한 자신의 지식을 바탕으로 추론한 것이다.

초등학교 저학년들이 자신의 주장을 정당화하기 위해 필요한 전략은 시행착오 전략이나 많은 사례를 체계적으로 시도해 보는 것이다. 모순에 의한 증명 또한 어린아동들에게 가능한 방법이다. 초등학교 저학년에서부터, 아동들은 반례를 찾음으로써 추론을 반박하는 경험을 가져야 한다. 모든 학년 수준에서 규칙성과 특정한 사례로부터 귀납적으로 추론할 수 있다. 학년이 올라감에 따라 학생들은 또한, 수업을 통해 확립하고 있는 수학적 진리에 근거하여 연역적 주장을 효과적으로 만들어 내도록 학습해야 한다.

3. 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업

가. 학습자 중심 수업에서의 아동관

전통적인 수업관에서 아동은 미성숙한 존재이고, 수학적 지식이 전여 없는 백지상태라고 전제한다. 따라서 백지상태의 아동들에게 효과적으로 지식을 전수하기 위한 방법으로 교수법이 발달하였다. 하지만, Piaget를 비롯한 구성주의자들이 주장하는 바에 따르면, 초등학교 학생들도 반성적 추상 능력을 소유한 인격체이다. Piaget는 아동의 논리 수학적 지식은 단순히 교사로부터 전수 받는 것이 아니라 자신의 활동을 내면화 하고 조정하는 반영적 추상화의 과정을 거쳐 형성된다고 보았다(Ginsburg, 1989). 즉, 아동은 지식을 전수받는 수동적 존재가 아니라 스스로의 행동을 다시 추상화 시켜 새로운 지식을 구성해 내는 능동적 존재인 것이다.

따라서 교사는 아동이 학습할 주제에 대해 가지고 있는 비형식적 지식에 대해 조사해야 한다. 아동은 자신이 가지고 있는 비형식적 지식을 이용해서 새로운 학습내용을 동화, 조절해 나간다. 이때 필요한 것이 반영적 추상화이다. 학생들은 학습할 주제를 내면화 시키고 기존에 가지고 있는 비형식적 지식을 이용하여 내면화 시킨 내용을 반성하여 새로운 형식으로 만들어

낸다.

구성주의 수업에서는 반영적 추상화를 할 수 있는 활동을 제공하고, 학생의 사고를 인정하고, 이러한 견해를 수업 행위에 표출되도록 함으로써 학습자는 수업에 몰입할 수 있게 된다. 어린이들은 자신의 사고가 존중받고 가치가 있다고 여길 때 더욱더 자신만의 고유한 사고를 하게 된다. 자신만의 고유한 사고를 하면 인지구조가 변화하게 되고 학습을 구성해 가게 되는 것이다. 이런 과정을 통하여 스스로 지식을 구성해 가고 지적 희열까지도 느낄 수 있다(김진호, 2008).

나. 학습자 중심 수업에서의 교재관

아동의 인지 구조들은 따로 따로 분리되어 하나의 독립된 요소로 있는 것이 아니라 각 요소들 하나하나의 성질과는 구분되는 전체적인 관계 망을 형성한다. 따라서 실제 수업에서는 아동이 지니고 있을 인지 구조의 전체적 측면을 고려해야 한다. 지금 7차 개정 교육과정 수학교과서에서 다루고 있는 지식은 낱말이 분리되어 있는 파편화된 절차적 중심의 지식과 지식의 개념이 아닌 지식의 종류를 다루고 있다. 이처럼 분리된 지식으로는 인지 구조를 구성해 내지 못한다. 즉, 학습주제와 관계하여 학생들이 이미 가지고 있는 사전 인지구조를 먼저 생각하고 난 뒤에 그것과 관련지어서 학습내용을 구상해야 한다. 그래야만 새로운 학습내용에 대해 아동의 지적구조가 작용할 수 있을 것이고 학습활동을 통한 피드백에 기초하여 동화와 조절에 의한 학습이 이루어질 수 있다. 전통적인 수학 교과서로는 학습자 중심 수업을 할 수 없다는 주장에 대한 근거는 현 수학교과서가 여전히 차시별 학습목표를 제시하고 있다는 점에서 발견할 수 있다. 차시별 학습목표가 학습자 중심 수업을 저해한다는 것에 대한 논의를 다양하게 할 수 있지만, 두 가지 측면에서 분명하게 보일 수 있다. 한 가지는 제7차 교육과정 총론(교육인적자원부, 1997)에서 언급하고 있는 “다양성의 원리”, “창의성의 원리”, “개별화의 원리” 등을 정면으로 위배하게 된다.

다른 한 가지는, 학습자 중심 수업을 하려면 수업 중에 다루어야 하는 지식은 개념 또는 대주제(big ideas)이어야 한다. 그러나, 현재 7차 수학과 교육과정에 따른 수학교과서에서 다루고 있는 지식은 낱말이 분리되어 있는 파편화된 절차적 중심의 지식과 지식의

개념이 아닌 지식의 종류를 다루고 있다. 예를 들어, 분수라는 개념을 학습하기 위해서는 “부분과 전체로서의 분수”, “비율로서의 분수”, “몫으로서의 분수” 등과 같은 개념을 지도해야 한다. 그러나 7차 교과서에서 다루고 있는 분수와 관련된 지식은 이런 개념을 지도하기 위한 것이 아니라 단위분수, 대분수, 가분수 등의 분수의 종류와 분수계산 방법을 주로 다루고 있다. 구성주의 수업에서의 활동은 계열성이 크게 나타나지 않는다. 대 주제 간에 계열성은 존재할지라도 대주제 안에 구성되어 있는 활동 사이에는 그다지 계열성은 없다. 또한, 구성주의 수업은 인지적 갈등을 겪도록 하여 반성적 추상화 능력을 이끌어 내게 된다. 처음부터 학습자들에게 인지 갈등을 일으킬 수 있는 수학 내용으로 수업을 하는 것은 어린이들이 지식을 구성할 수 있는 능력을 소유한 존재라는 것을 반영하는 시도이다. 활동을 통해 생성한 지식을 자신의 인지 구조와 결합시키면서 인지적 성장을 이룰 수 있도록 한다.

다. 학습자 중심 수업에서의 교사의 역할

구성주의에 입각한 학습자 중심의 수업에서 학습자의 활동이 많아진다고 하여 전통적인 수업보다 교사의 역할이 줄어드는 것은 아니다. 오히려 교사 중심의 수업보다 교사의 역할이 더 크게 요구된다. 교사는 수업에서 학습자들이 자신의 고유한 생각을 발표할 수 있는 발표의 기회를 다 줄 필요가 있다. 발표를 하기 전에는 사고할 수 있는 시간을 충분히 주고, 자신만의 사고를 강조할 필요가 있다. 많은 것을 생각해 내기보다는 다른 사람과는 다른 나만의 생각을 할 수 있도록 한다. 발표를 할 때에는 교사를 비롯하여 동료 아이들이 경청할 수 있는 분위기를 조성한다. 교사는 발표자가 스스로 한 사고일 때 존중하고 가치 있게 여길 필요가 있다. 자신이 스스로 한 사고 결과가 존중받을 때 학습자는 지속적으로 사고하게 된다. 자신의 사고를 분명하게 전달하지 못한다면 교사는 보다 정형화된 언어로 표현할 수 있도록 한다. 이럴 경우 학습자는 구성 중인 인지를 조절해 나갈 수 있다. 학습자가 스스로 사고한 내용은 칠판에 판서를 하여 자신의 사고가 인정을 받고 존중받고 있다는 느낌이 들도록 한다. 자신의 사고가 존중받으면 교사와 학생 사이의 암묵적 신뢰감이 형성되는 것이다. 보통 전통적인 수업에서는 발표를 하고 듣고 넘어가는 경우가 많다. 발표를 듣고

넘어가면 그 발표는 일회성으로 여겨질 수 있다.

구성주의 수업에서 발표는 왜 그렇게 되었는지, 어떤 방법으로 하였는지 자신의 사고가 담긴 발표를 의미한다. 교사가 요구하는 답변이 한 두 명의 학생에 의해 나왔다고 하여도 바로 넘어가서는 안 된다. 요구하는 답이라고 할지라도 사고 과정에 모순이 있을 수도 있고, 요구하는 답이 아니라고 할지라도 사고의 모순이 있는 것은 아니기 때문이다. 사고 과정이 옳은지가 중요한 것이기 때문에 그렇게 생각한 이유와 생각한 방법을 부가적으로 설명하도록 요구할 필요가 있다.

교사의 발문에 있어서는 여러 가지 반응으로 사고할 수 있는 열린 발문을 하고 사고할 수 있는 시간을 기다리는 인내심이 필요하다. 어린이들이 지적 능력을 갖춘 인격체라는 믿음을 갖고 어린이들이 자신들의 능력을 충분히 발휘 할 수 있도록 기다려 주어야 한다. 교사는 열린 발문 후에 “또 다른 방법으로 해결한 사람이 있어요?”라는 질문으로 다른 방법을 장려하여 다른 사람과는 다른 나만의 고유한 사고를 할 수 있는 분위기를 조성한다. 또한 교사는 항상 학생들 자신이 가지고 있는 지식에 의문을 품을 수 있는 발문이나, 자료를 제시해야 한다. 학생들은 기존의 지식구조로 동화할 수 없는 새로운 지식을 접했을 때, 더 흥미를 가지고 수업에 몰입할 수 있다. 따라서 교사는 항상 학생들이 어떤 지식을 구성했는지 조사해 볼 필요가 있다. 학생들의 비형식적 지식을 분석한 후 아이들에게 자신의 지식을 시험해 볼 수 있는 과제를 제시한다면 아동들은 자신의 비형식적 지식을 형식적 지식과 결합해 볼 수 있는 좋은 기회를 가지게 된다.

4. 선행 연구 고찰

본 연구의 목적은 초등학교 3학년 나눗셈 영역을 중심으로 반영적 추상화를 강조하는 구성주의 수학수업이 추론능력 및 학업성취도에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 가설을 검증해 보려는데 있다. 따라서, 이 절에서는 구성주의를 토대로 한 수업의 영향에 대한 연구들에 대해 살펴보고자 한다.

김진호·이소민·김상룡(2010)은 추론 능력에 유의미한 차이가 없는 초등학교 2학년 학생들을 대상으로 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업 집단과 교사 중심 수업 집단을 실험집단과 비교집단으로 구성하

여 곱셈단원에 대해 재생력과 생성력을 분석하였다. 그 결과 재생검사에서 두 집단은 유의미한 차이를 보이지 않았으나 생성검사에서 유의미한 차이가 나타났다. 이는 실험집단 학생들이 실험처치를 통해 학습한 지식을 바탕으로 학습하지 않은 지식을 생성해 내는 능력이 비교집단 학생들에 비해 뛰어나기 때문이라고 하였다. 또한 비교집단보다 실험집단의 표준편차가 상대적으로 작은 것으로 보아 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들보다 성적이 균질하다는 것을 밝혀냈다. 이는 학습 부진아들에게도 구성주의를 바탕으로 한 학습자 중심 수업이 효과가 있음을 보여주는 것이라고 하였다.

김진호·김인경(2010)은 수학 성취도와 추론 능력에서 유의미한 차이가 없는 초등학교 4학년을 대상으로 GSP를 이용한 도형학습이 학생들의 수학 성취도와 추론능력의 파지력과 전이력에 어떤 영향을 미치는지 연구하였다. 그 결과 실험집단인 GSP를 활용하여 도형 학습을 한 실험집단이 초등수학교과서를 중심으로 학습한 비교집단 보다 실험처치 중 학습한 지식을 잘 파지하고 있었다. 또한 실험집단이 학습하지 않은 내용을 더 잘 이해하고 있음을 알 수 있었다. 추론검사에서 실험집단이 비교집단 보다 학습한 내용과 학습하지 않은 내용에 대해서 추론을 더 잘 수행했음을 알 수 있었다. 이 결과는 초등학교 수학수업에 GSP처럼 학습자의 추론능력도 신장시킬 수 있는 수업자료가 더 많이 개발, 보급되어야 함을 시사한다.

김태향(2010)은 구성주의를 반영한 교수·학습이론인 학습자 중심 수업이 학생들의 학업성취도와 문제해결전략 양상에 어떤 영향을 주는지 연구하였다. 그 결과 사전 검사에서 차이를 보이지 않았던 비교집단과 실험집단이 사후 성취도 검사 중 재생 검사와 생성 검사에서 구성주의 수업을 진행한 실험집단이 더 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 그 결과는 학생들이 스스로 자신의 인지구조에 맞는 지식을 구성하고 문제를 해결한 것이기 때문이라고 판단된다.

Preston(2007)는 현재까지 많은 학습자 중심 수업에 관한 연구가 진행되었고, 연구결과 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업보다 효과가 있다는 것이 일반적으로 인정되었으나, 일부 다른 연구들에서는 여전히 교사 중심 수업이 학업성취도에 효과적이라는 주장이 제기됨에 따라, 지금까지 연구되어 온 구성주의를 기반

으로 한 학습자 중심 수업 효과에 대해 메타분석(Meta analysis)을 실시했다. Preston은 학습자 중심 수업과 교사 중심 수업의 효과를 비교한 19개의 선행 연구를 메타분석을 하여 효과크기(effect size)를 구했고, 그 결과 효과크기는 약 0.5가 나왔다. Cohen(1977)의 방법에 따르면 효과크기가 0.5 이상이면 중간 효과크기라고 정의된다. 즉, 학습자 중심 수업은 중간 정도의 효과가 있다고 볼 수 있다. 하지만 Cohen의 방법은 학습자 중심 수업의 효과를 설명하기에 모호한 부분이 있었다. 그래서 Preston은 Glass, McGaw, and Smith(1981)의 효과크기에 대한 설명을 빌려왔다. 이에 따르면, 효과크기가 0.5이면 실험처치를 했을 때, 비교집단보다 실험집단이 1.5배 효과가 있다고 해석된다. 즉, 교사 중심 수업을 3년 받았을 때의 효과와 학습자 중심 수업을 2년 받았을 때의 효과가 같다는 것이다. 따라서 학습자 중심 수업을 받는 시간이 늘어날수록 그 효과를 매우 커진다고 볼 수 있다.

구성주의를 토대로 한 수업은 학습자 중심의 환경과 학습자가 주체가 된 사고활동을 강조하는 수업이라 할 수 있다. 학습자가 반영적 추상화를 사용하여 지식을 구성해 낸다는 믿음을 기본으로 하는 구성주의 수업은 지식의 일방적인 전달을 강조하는 전통적 수업보다 학습자의 흥미를 이끌어내는데 효과가 있고, 학업 성취능력 향상에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 생각된다.

구성주의에 기반을 둔 교수·학습과정의 효과를 검증해본 지금까지의 연구들은 전통적인 교수방법이 단순계산문제를 해결하는데 더 효과적이라는 주장을 반박하기 위해 표준화된 계산 능력의 검사에 초점을 맞추었다. 그러나 본 연구자는 교사 중심 수업과 구성주의 수업에 기반을 둔 학습자 중심 수업이 표준화된 계산 능력뿐만 아니라 추론능력에 어떤 영향을 주는지 조사하였다. 더 나아가 구성주의 수학 수업이 학습자의 수준에 따라서 수학 성취도에 어떤 영향을 주는지도 알아보았다.

III. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상을 정하기 위해 울산지역 D초등학교 3학년 7개 학급을 대상으로 수학적취도 검사와 일반 추론능력 진단검사를 실시한 후, 수학적지식과 일반 추론능력에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 두 개 학급을 선정하였다($p < 0.05$). 두 개 학급 중 수학교육 석사학위를 소지하고, 구성주의 이론가로부터 훈련을 받은 O교사가 지도하는 학급(3학년 2반, 24명)을 실험 집단으로 하고, 교과서중심 수업에 익숙하고 주로 교과서중심으로 수업을 진행하는 B교사가 지도하는 학급(3학년 1반, 24명)을 비교집단으로 선정하였다. 실험집단과 비교집단의 동질성검사 결과는 <표 1>와 같다.

<표 1> 집단의 동질성 검사

검사명	집단명	집단통계량			독립표본 검정		
		학생 수	평균	표준 편차	t	p	평균차
MAT (수학적취도 검사)	비교집단 (3-1)	24	79.3	13.1	0.129	0.898	0.45
	실험집단 (3-2)	24	78.9	9.60			
GRT (일반추론 검사)	비교집단 (3-1)	24	57.9	20.74	0.215	0.830	1.25
	실험집단 (3-2)	24	56.6	19.43			

2. 연구 설계

본 연구의 연구문제를 해결하기 위한 연구 방법으로 준 실험설계(quasi-experimental design)의 이질 통제집단 설계(nonequivalent control group design)를 적용하고자 하고, 구체적인 설계모형은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 이질 통제집단 설계

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

MAT: 수학적취도평가 CRTI: 내용추론검사 I RT: 제생검사
GRT: 일반추론평가 CRTII: 내용추론검사II GT: 생생검사

두 집단의 동질성을 검사하기 위한 MAT와 GRT는 실험처치 전에 수학적지식과 일반추론능력이 통계적으로 차이가 없는 실험집단과 비교집단을 선정하기 위해 실시하였다. 사전검사로 MAT는 실험집단과 비교집단의

연구대상자들이 실험에 들어가기 전에 학습한 나눗셈 관련 내용에 대한 이해 정도에서 동질집단인지를 알아보기 위한 것이고, GRT는 두 집단의 연구대상자들의 일반 추론능력에서 동질집단인지 알아보기 위한 것이었다. 동질성검사로 실험집단과 비교집단을 선정한 후 두 반을 대상으로 나눗셈 관련 추론 검사인 CRT I을 실시하였다.

이후, 두 집단은 3학년 2학기 내용 중 '4. 나눗셈' 단원을 약 2주간에 걸쳐서 8차시 동안 실험처치를 받았다. 이때, 비교집단은 초등수학교과서에 제시되어 있는 모든 내용을 순서대로 빠짐없이 지필로 교과내용을 학습하였다. 실험집단은 Wicett, Ohanian, Burns(2002)가 집필한 「구성주의 수학교실-나눗셈」을 참고하여 본 연구자가 개발한 8차시분의 수업계획서를 가지고 수업하였다.

사후검사는 두 집단이 '4. 나눗셈'단원 학습을 모두 마친 후 실시하였다. 실험처치가 끝난 다음 날, 추론능력이 동일집단 내에서 변화가 있는지, 이질집단 간 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 CRT I과 동형검사인 CRT II를 실시하였다. 또, 실험처치 중 학습한 내용을 어느 정도 이해하고 있는지를 알아보는 RT와 학습하지 않은 내용을 얼마나 이해할 수 있는지를 알아보는 GT를 실시하였다.

3. 검사 도구

본 연구에서 사용된 검사도구들의 내용 타당도를 확보하기 위해 00교육대학교 교수와 수학교육 석사학위 소지 초등교사와 문항검토 및 수정을 했다. 또한, 검사 실시 전 사전검사를 실시하여 신뢰도가 낮은 문항은 교체하거나 제거하는 방법으로 문항의 신뢰도를 확보하였다.

가. 일반추론검사(GRT)

본 검사의 목적은 본 실험처치에 들어가기 전 실험집단과 비교집단이 일반추론능력에서 동질집단인지를 알아보는 데 있다. 검사는 실험처치 2주일 전인 10월 4일 날 실시하였다. 아동들의 추론논리를 검사하기 위한 도구는 박성선(1993)이 미국 CTB/McGraw-Hill사의 Del Monte Reserch Park가 1983년 개발한 검사를 번안하여 개발한 추론검사를 3학년 수준에 맞게 수

정해 구성하였다. 일반추론검사에서 사용된 추론형식은 연역추론으로만 구성되었다. 검사문항은 20문항이고, 시험시간은 30분이다. 3학년 아동들은 추론검사 문항을 처음 접해 보기 때문에 시험을 치기 전 감독 교사는 예시문제를 읽어주고 문제 푸는 방법에 대해 5분간 설명해 주도록 하였다. 검사의 신뢰도는 0.685이다.

나. 수학적취도검사(MAT)

사전 검사 중 MAT는 나눗셈을 비롯해 나눗셈을 학습하기 위한 내용 중 수, 덧셈, 뺄셈, 곱셈에 관한 내용을 어느 정도 이해하고 있는지를 조사하기 위한 것으로, 본 검사의 목적은 본 실험처치에 들어가기 전까지 학습자들이 학습한 나눗셈관련 지식을 어느 정도 이해하고 있는지를 알아보고 실험집단과 비교집단이 동질집단인지를 알아보는 데 있다. 검사는 실험처치 2주일 전인 10월 4일 날 실시하였다. 문항은 단순 계산 문제가 15문항이고, 개념 확인을 위한 문제가 15문항이며 검사시간은 30분이다. 개념 확인을 위한 문제는 OX퀴즈 형식으로 제작하였다. 검사의 신뢰도는 0.648이다.

다. 내용추론검사(CRT I)

사전 검사 중 CRT I은 연구 대상 학생들의 나눗셈에 대한 수학적 추론능력을 알아보기 위한 것이다. 검사는 동질집단 검사(MAT, GRT)실시 후 2일 후 실시하였다. GRT가 모두 연역추론으로만 이루어진 것과는 달리 CRT I은 연역추론이 10문항, 귀납추론이 10문항으로 모두 20문항으로 구성되어 있다.

CRT는 GRT와는 달리 추론형식만을 묻는 것이 아니라 추론내용도 중요한 검사대상이다. 즉, CRT I은 실험처치 전에 학습한 내용인 3학년 1학기 나눗셈 내용으로 구성되어 있고, 실험처치 후에 실시하는 CRT II는 실험처치 중에 학습한 내용인 3학년 2학기 나눗셈 내용으로 구성되었다. 검사시간은 40분이고, 검사의 신뢰도는 0.684이다.

라. 내용추론검사(CRT II)

사후검사 중 CRT II는 실험처치로 학습자 중심 수업을 받은 실험집단과 실험처치로 교과서중심 수업을 받은 비교집단의 학습이 두 집단의 추론능력에서 차이를 가져오는지 알아보려는 목적과 실험처치 전 후 한 집

단 내에서 추론능력은 어떻게 변하는지 알아보기 위한 목적으로 실시되었다. 검사는 실험처치 후 2일 후 실시하였다. 한 집단 내에서 추론 능력의 변화를 알아보기 위해 CRT II는 CRT I과 동형검사로 구성하였다. 즉, CRT II는 CRT I과 사용하는 추론과정은 같으나 추론 상황은 다르다. CRT I은 3학년 1학기 나눗셈 지도내용으로 구성하였고, CRT II는 3학년 2학기 내용으로 구성하였다. CRT I과 CRT II의 Pearson의 적률 상관 계수(Pearson's product-moment correlation)가 0.963으로 나타났다($n=92, p=0.001$). 검사시간은 40분이며 검사의 신뢰도는 0.692이다.

마. 재생검사(RT)

사후검사 중 RT는 실험처치를 마친 후 실험처치 중 학습한 내용을 얼마나 재생할 수 있는지 측정하기 위한 검사이다. 즉, 실험처치 중에 학습한 내용인 3학년 2학기 나눗셈 내용을 얼마나 이해하고 이것을 재생할 수 있는지 알아보는 검사이다. 검사는 실험처치가 끝난 다음날 실시하였다.

지식의 종류가 추론능력에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해서 RT와 GT는 단순 계산, 문장제, 개념·원리의 3가지 종류의 문항으로 구성하였고, 검사시간은 30분이며 검사의 신뢰도는 0.620이다.

바. 생성검사(GT)

사후검사 중 생성검사는 실험처치 중 학습한 내용을 바탕으로 상위학년인 4학년 수준의 나눗셈 문제를 해결할 수 있는지 알아보기 위한 것이다. 따라서 문항은 모두 4학년 수준의 나눗셈 문제로 구성하였다. 검사의 형식은 재생검사와 동일한 형식으로 개발하였고, 재생검사와 같은 날에 검사를 실시하였다. 검사시간은 30분이며 검사의 신뢰도는 0.641이다.

4. 수업자료

가. 실험집단

학습자 중심 수업을 위해 고안된 수업자료(Burns, 2002)를 번안하여 수업을 진행하였다. 기본적으로 7차 개정 교육과정에서 3학년 2학기 학생들이 알아야 할 내용을 반영하여 재구성하였다. 학습자 중심 수업을 위해 고안된 수업자료는 주제중심 수업자료로, 실생활

의 여러 가지 소재나, 수학동화 같은 맥락적 상황에서 수학을 경험하고 토론하여 수학적 개념을 스스로 형성해 나갈 수 있게 구성하였다. 활동중심으로 구성하다 보니, 자연스럽게 연 차시로 된 수업이 많아졌다. 본 연구의 차시별 활동내용은 <표 3>와 같다.

<표 3> 실험집단의 차시별 활동 내용

차시	지도 소재	주요 활동
1	자꾸 자꾸 초인종이 울리네	<ul style="list-style-type: none"> • ‘자꾸 자꾸 초인종이 울리네’ 책 내용 알기 • 2명이 있을 때 한 명이 먹을 수 있는 과자의 수 구하기 • 과자의 수를 바꿔가며 한 사람이 먹을 수 있는 과자의 수 알아보기 • 사람이 많아 때, 할 사람이 먹을 수 있는 과자의 수의 변화 관찰하기
3	배고픈 개미들	<ul style="list-style-type: none"> • 배고픈 개미들 책 내용 알기 • 나뭇섬을 이용하여 2, 4, 5, 10줄씩 설 때 한 줄에 몇 명이 있는지 탐구하기 • 3줄로 서지 않은 이유 탐구하기 • 나머지가 생기는 경우 탐구하기 • 줄을 선 모습을 곱셈과 나뭇섬으로 표현하기 • 곱셈과 나뭇섬의 관계 탐구하기
5	학급 모둠의 수	<ul style="list-style-type: none"> • 2명씩 모둠을 구성하면 몇 모둠이 되는지 탐구하기 • 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10명씩 모둠을 구성하면 몇 모둠이 되는지 탐구하기 • 전교생을 대상으로 하는 퀴즈대회에서 5명이 한 팀이 된다면 몇 팀이 될지 탐구하기 • 계산 결과 검사해 보기
7	땅콩 개수 탐구하기	<ul style="list-style-type: none"> • 상자 속의 땅콩 수 어림해 보기 • 땅콩을 묶어 세어 봄으로써 포함제 경험하기 • 땅콩을 모듬원에게 나누어 줌으로써 등분제 경험하기 • 땅콩의 수와 모듬원의 수를 변경하여 다양한 나뭇섬 문제 해결하기 • 계산 결과 검사해 보기

나. 비교집단

수학이 기능과 개념의 연결망이라고 생각하고 수학 학습은 수학적인 사실, 절차, 규칙, 공식에 대한 의미있는 암기라고 믿는 D교사가 7차 개정교과서를 이용하여 수업을 진행하였다. 7차 개정 교과서는 개념 또는 대주제 중심이 아니라 절차적 지식 중심으로 구성되어 있다. 차시별 지도 내용은 <표 4>와 같다.

<표 4> 비교집단의 차시별 활동 내용

차시	주제	주요 활동
1	몇십 ÷ 몇	• 몇십 ÷ 몇의 계산 원리와 방법을 이해하고 계산하기

2	몇십 몇 ÷ 몇	• 몇십 몇 ÷ 몇의 계산 원리와 방법을 이해하고 계산하기
3	몫과 나머지	• 나뭇섬의 몫과 나머지를 이해하고 계산하기
4	검산	• 나뭇섬의 검산을 이해하고 계산하기
5	몇십 몇 ÷ 몇2	• 내림이 있으나 나머지가 없는 몇십 몇 ÷ 몇의 계산 원리와 방법을 이해하고 계산하기
6	몇십 몇 ÷ 몇3	• 내림이 있고 나머지가 있는 몇십 몇 ÷ 몇의 계산 원리와 방법을 이해하고 계산하기
7	평가하기	<ul style="list-style-type: none"> • 동수누감 나뭇섬식과 등분제 나뭇섬식 문장제 해결하기 • 동수누감 나뭇섬식의 과정 이해하기 • 나뭇섬식의 몫을 계산하기 • 곱셈식과 나뭇섬식의 관계 이해하기
8	탐구 활동	• 내림이 있는 필산 계산 방법을 좀 더 간편한 방법을 생각하여 탐구하기

5. 자료 수집 방법

추론 검사지, 학업성취도 검사지를 통해 얻어낸 결과를 통계프로그램인 SPSS프로그램(버전 12)을 이용하여 실험집단과 통제집단간의 추론능력 향상 정도, 학습한 내용에 대한 성취도, 학습하지 않은 내용에 대한 성취도를 분석하였다.

가. 동일 집단 내 CRT 비교

실험집단에서 실시한 학습자 중심 수업이 학생들의 추론능력에 주는 영향을 검증하기 위해 사전 검사인 CRT I 과 사후 검사인 CRT II를 비교하였다. 따라서, 한 집단에 대한 평균을 비교할 수 있는 대응표본 t-검정을 실시하였다.

나. 실험집단과 비교집단의 GT, RT, CRT 비교

실험집단에서 실시한 학습자 중심 수업과 비교집단에서 실시한 교사 중심 수업의 결과를 비교하기 위해 두 집단에 대한 GT, RT, CRT의 결과를 비교하였다. 이를 위해, 두 집단의 평균을 비교할 수 있는 독립표본 t-검정을 실시하였다.

V. 연구 결과 및 논의

1. 구성주의 수학 수업이 아동의 수학적 추론 능력에 미치는 영향

가. 실험처치 후 집단 간 평균비교

1) CRT I에 대한 결과

CRT I은 실험집단과 비교집단을 선정 후 실험처치를 하기 전인 10월 6일에 30분 동안 실시하였다. 검사의 목적은 실험처치전의 내용 추론 능력을 검사해 실험처치를 한 후의 내용 추론 능력과 비교하기 위해서이다. CRT I은 3학년 1학기 나눗셈 단원을 소재로 하고, 문항 수는 20문항으로 각 문항 당 5점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대해 독립표본 t 검증을 한 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> CRT I에 대한 집단 간 평균비교

	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
비교 집단	24	51.25	18.95	4.37	.809	0.422
실험 집단	24	55.62	18.49			

<표 5>로부터 알 수 있듯이, p값이 0.422로 실험집단과 비교집단이 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(p>0.05). 즉, 실험집단과 비교집단이 3학년 1학기 나눗셈 단원을 소재로 한 내용추론검사에서 유의미한 차이를 보이지 않았다는 것을 알 수 있다. 평균 점수를 살펴보면 실험집단은 55.62점이고, 비교집단은 51.25점으로 실험집단이 4.37점 높게 나타났다.

비록, 동질성 검사에서와 CRT I에서 통계적으로 유의미한 차이가 나지는 않았지만, MAT와 GRT에서 평균차가 거의 없었던(MAT 평균차 = 0.46, GRT 평균차 = 1.25) 두 집단이 CRT I에서는 평균차가 4.37로 더 많이 늘어난 이유는 곱셈문항에 대한 예비수업의 영향과 GRT에서 없었던 귀납 추론 문항이 CRT I에서 출제되었기 때문이라고 생각된다.

두 집단이 CRT I를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서는 어떤 차이를 보이는지 확인하기 위해 두 영역에 대해 평균비교를 하였다. <표 6>에서 알 수 있듯이 연역추론과 귀납추론 둘 다에서 유의미한 차이가 없었다(p>0.05).

<표 6> CRT I의 문항 영역별 집단 간 평균비교

문항	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	비교집단	24	25.20	9.49	2.71	1.010	0.318
	실험집단	24	27.91	9.07			
귀납 추론	비교집단	24	26.04	11.70	1.66	0.497	0.621
	실험집단	24	27.70	11.51			

2) CRT II에 대한 결과

CRT II은 두 집단에 대해 실험처치를 하고 난 후인 10월 19일 30분 동안 실시하였다. 검사의 목적은 실험처치를 하기 전의 내용추론검사 점수인 CRT I과 비교하기 위해서이다. CRT II은 3학년 2학기 나눗셈 단원을 소재로 하고, 문항 수는 20문항으로 각 문항 당 5점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대해 독립표본 t 검증을 한 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> CRT II에 대한 집단 간 평균비교

	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
비교집단	24	49.79	17.53	15.21	3.073	0.004
실험집단	24	65.00	16.74			

<표 7>으로부터 알 수 있듯이, p값이 0.004로 실험집단과 비교집단이 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 즉, 실험집단과 비교집단이 3학년 2학기 나눗셈 단원을 소재로 한 추론검사를 실시하였을 때, 학습자 중심 수업을 한 실험집단에서 통계적으로 더 높은 점수를 얻었다는 것을 알 수 있다.

CRT I에서는 평균차가 4.37밖에 나지 않았으나 CRT II에서는 평균차가 15.21이나 났다. CRT 문항은 주로 나눗셈의 개념에 대한 추론문항으로 이루어져 있고, 학습자 중심 수업에서는 개념중심으로 학습활동을 했기 때문에 계산 절차 중심으로 학습한 비교집단보다 더 높은 점수가 나왔을 것이라고 생각된다.

두 집단이 CRT II를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서는 어떤 차이를 보이는지 확인하기 위해 각 영역에 대해 평균비교를 해 보았다. <표 8>에서 알 수 있듯이 연역추론이 6.25점, 귀납추론이 8.96점으로 두 영역 모두에서 평균차이가 나타났지만, 통계적으로 분석해 보았을 때는 연역추론에서는 유의미한 차이가 없었고(p>0.05), 귀납추론에 대해서는 유의미한 차이가 나타났다(p<0.05).

<표 8> CRT II의 문항 영역별 집단 간 평균비교

문항	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	비교집단	24	26.66	12.03	6.25	2.135	0.038
	실험집단	24	32.91	7.79			
귀납 추론	비교집단	24	23.12	9.18	8.96	3.142	0.003
	실험집단	24	32.08	10.52			

나. 실험처치 전·후의 평균비교

1) 비교집단내에서의 CRT I 과 CRTII 비교

교사 중심 수업을 받기 전의 내용추론검사인 CRT I 과 실험처치로 교사 중심 수업을 받은 후의 내용추론검사인 CRTII를 비교해 본 결과는 <표 9>와 같았다. <표 9>에서 알 수 있듯이 교사 중심 수업을 받기 전의 CRTI의 점수와 교사 중심 수업을 받은 후의 CRTII의 점수는 통계적으로 유의미한 차를 보이지 않았다($p>0.05$). 교사 중심 수업을 받기 전과 후의 내용추론검사의 평균 점수 차는 -1.45점으로 오히려 점수가 떨어졌음을 알 수 있었다. 즉, 교사 중심 수업은 학습자의 추론능력에 유의미한 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

<표 9> 교사 중심 수업 전·후의 평균비교

	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
수업 전 (CRT I)	24	51.25	18.95	-1.45	-0.339	0.738
수업 후 (CRTII)	24	49.79	17.53			

비교집단이 CRT를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서는 어떤 변화를 보이는지 확인하기 위해 두 영역에 대해 평균비교를 하였다. <표 10>에서 알 수 있듯이 연역추론과 귀납추론 모두에서 유의미한 차이가 없었다($p>0.05$). 즉, 교사 중심 수업이 두 추론 영역에 영향을 크게 미치지 않았음을 알 수 있다.

<표 10> 교사 중심 수업 전·후의 문항 영역별 평균비교

	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	CRT I	24	25.20	9.49	1.46	0.504	0.619
	CRTII	24	26.66	12.03			
귀납 추론	CRT I	24	26.04	11.70	-2.92	-1.358	0.188
	CRTII	24	23.12	9.18			

2) 실험집단내에서의 CRT I 과 CRTII 비교

학습자 중심 수업을 받기 전의 내용추론검사인 CRT I 과 실험처치로 학습자 중심 수업을 받은 후의 내용추론검사인 CRTII를 비교해 본 결과는 <표 11>과 같았다. <표 11>에서 알 수 있듯이 학습자 중심 수업을 받기 전의 CRTI의 점수와 학습자 중심 수업을 받은 후의 CRTII의 점수 차는 9.38점으로 통계적으로

유의미한 차를 보였다($p<0.05$). 이 결과로 학습자 중심 수업은 학습자의 추론능력의 향상에 긍정적 영향을 미쳤음을 알 수 있다.

<표 11> 학습자 중심 수업 전·후의 평균비교

	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
수업 전 (CRT I)	24	55.62	16.74	9.38	2.288	0.032
수업 후 (CRT2)	24	65.00	17.53			

실험집단이 CRT를 구성하는 두 영역인 연역추론과 귀납추론에서는 어떤 변화를 보이는지 확인하기 위해 각 영역에 대해 평균비교를 해 보았다. <표 12>에서 알 수 있듯이 연역추론이 5점, 귀납추론이 4.38점으로 두 영역 모두에서 평균차이가 나타났지만, 통계적으로 분석해 보았을 때는 귀납추론에서는 유의미한 차이가 없었고($p>0.05$), 연역추론에 대해서는 유의미한 차이가 나타났다($p<0.05$).

<표 12> 학습자 중심 수업 전·후의 문항 영역별 평균비교

	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
연역 추론	CRT I	24	27.91	9.07	5.00	2.398	0.025
	CRTII	24	32.91	7.79			
귀납 추론	CRT I	24	27.70	11.51	4.38	1.772	0.090
	CRTII	24	32.08	10.52			

다. 논의

본 연구 결과는 구성주의를 토대로 한 학습자 중심 수업이 학생들의 추론능력에 긍정적인 영향을 준다는 점을 보여주고 있다. 이와 같은 연구 결과는 김진호, 이소민, 김상룡(2010) 및 김진호, 김인경(2010)의 연구 결과와 크게 다르지 않다. 하지만, 이전의 연구에서는 구성주의 수업을 진행한 실험집단과 교사 중심 수업을 진행한 비교집단 사이의 추론능력만을 비교해 보았다. 하지만 두 집단 간 비교만으로는 각 실험처치가 어떤 효과가 있는지 명확하게 밝히지는 못한다. 두 집단 사이의 평균비교만 해서 두 집단 간 평균차이를 확인한 경우, 가능성은 희박하지만 이 결과가 학습자 중심 수업의 효과가 아니라 교사 중심 수업을 받은 집단의 평균이 내려가서 나타난 결과일 수도 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 두 집단 간 추론능력비교는 물론,

추론능력에 대한 동형검사를 개발하여 각 집단 별로 실험처치 전, 후의 추론능력 변화까지 살펴보았다. 분석 결과, 실험 처치 후 두 집단 사이에는 통계적으로 유의미한 평균차이가 나타났다. 집단 내에서의 변화를 살펴보았을 때, 학습자 중심 수업을 진행한 실험집단에서는 실험처치 전보다 9.38점 점수가 올라 통계적으로 유의미한 차이를 보였으나, 교사 중심 수업을 진행한 비교집단에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았고 오히려 평균이 1.45점 하락했다는 사실을 알 수 있었다. 이 사실은 교사 중심 수업이 추론능력에 전혀 영향을 미치지 못한다는 것과 학습자 중심 수업은 학생들의 추론능력에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여준다. 이 결과는 교사가 아동을 지식을 구성하는 능동적 학습자로 인정하고 존중했을 때, 아동은 자신이 가지고 있는 비형식적 지식을 활용하여 추론을 한다는 이소민(2008)과 김태향(2010)의 연구와 맥을 같이 한다.

이와 같은 결과를 얻은 것은 실험처치 중 구성주의에 바탕을 둔 학습자 중심 수업이 개념 중심으로 구성된 과제를 주로 이용했고, 토론 위주로 수업을 진행했기 때문이라고 판단된다. 학습자 중심 수업에서 토론의 주제가 되는 것은 수들 사이의 관계나, 연산의 성질들이다. 추론 문항을 해결하는 것은 개별적 사실들이나 원리에서 새로운 관계나, 특수한 사실을 이끌어내는 과정이므로, 단순 알고리즘을 가르쳐 주는 교사 중심 수업보다 개념 중심으로 학습하는 학습자 중심 수업이 학생들의 추론능력에 긍정적인 영향을 미쳤을 것이다. Skemp(1987)는 평균성적이 같도록 A, B반을 편성한 뒤 A반에서는 학생들끼리 자신이 배운 내용을 서로 가르쳐 주도록 했고, B반에서는 같은 시간동안 혼자 더 공부할 수 있도록 했다. 실험의 결과는 다른 사람을 가르치는 것이 확실히 더 효과적인 것으로 나타났다. 위 실험의 결과로 부터 Skemp(1987)는 추론능력을 발달시키기 위해서든 의소소통이 매우 중요하다고 했다. 즉, 자신과 다른 사람과의 상호작용이 아동의 추론능력의 발달에 긍정적 영향을 미친다는 의미이다. 이런 관점에서 볼 때, 짝 토론, 모둠 토론, 전체토론 등으로 수업을 진행하는 학습자 중심 수업은 아동의 추론능력 향상에 큰 도움이 되는 것은 당연하다고 생각된다.

추론의 종류는 크게 연역추론을 포함하는 논증적 추론과 귀납추론을 포함하는 개연적 추론으로 나뉜다.

학습자 중심 수업이 추론능력에 긍정적인 영향을 미친다면 구체적으로 어떤 추론유형에 영향을 미치는지 조사해볼 필요가 있었다. 그러한 이유로, 추론을 연역추론과 귀납추론으로 나누어 두 집단사이의 차이와 실험집단내에서의 변화를 분석해 보았다. 그 결과, 두 집단사이의 비교에서는 연역추론은 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았고, 귀납추론에서는 유의미한 차이를 보였으나, 실험집단 내에서의 변화를 비교해 보았을 때에는 귀납추론이 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았고, 연역추론이 유의미한 차이를 보였다. 앞서 진술하였듯이, 대부분의 수업이 강의식으로 수업이 진행되는 비교집단내에서는 두 추론영역에서 모두 차이가 나타나지 않았다. 이는 일반적으로 지식을 전달하는 교사 중심 수업이 두 가지 추론영역에 긍정적인 영향을 미치지 못함을 보여준다. 자신의 생각을 예를 들어가며 뒷받침하고, 다른 사람의 주장에 대한 반례를 찾으며 논리적으로 오류가 있는 부분을 발견하는 경험은 논증적 추론능력을 신장시키고, 개별의 활동 결과로 부터 다양한 원리나 법칙을 도출해 내는 경험은 개연적 추론능력을 신장시킨다(O'Daffer and Thornquist, 1993). 이와 같은 관점에서 보면 자신의 생각을 예와 반례를 들어 논리적으로 설명하고 특수한 개별 사실로부터 새로운 원리를 도출해 내는 것에 초점을 두는 학습자 중심 수업은 두 종류의 추론능력을 모두 신장시킬 것으로 여겨지는데, 경우에 따라 통계적으로 다른 결과가 나타난 이유에 대해서는 후행 연구에서 밝혀 보면 좋을 듯하다.

2. 구성주의 수학 수업이 아동의 학업성취도에 미치는 영향

가. 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업이 학습한 내용의 성취도에 미치는 영향

RT는 실험처치를 한 후 비교집단과 실험집단이 어느 정도 학습한 내용을 파악하고 있는지 알아보기 위해 실험처치가 끝난 후인 10월 18일 30분 동안 실시하였다. RT는 3학년 2학기 나눗셈 단원을 소재로 하고, 문항 수는 25문항으로 각 문항 당 4점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대해 독립표본 t-검증을 한 결과는 <표 13>와 같다. <표 13>에서 알 수 있듯이 RT에서 두 집단의 평균차이는 10점으로 학습한 내

용을 재생하는 능력에서는 두 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < 0.05$).

<표 13> RT에 대한 집단 간 평균비교

	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
비교집단	24	68.16	15.84	10.00	2.176	0.035
실험집단	24	78.16	15.99			

RT는 단순 계산 문항(9 문항)과 문장제 문항(6 문항), 개념 원리 문항(15 문항)으로 문항구성이 되어 있다. 비교집단과 실험집단이 위 3가지 문항 종류 중 어느 영역에서 가장 차이가 많이 나는지 알아보기 위해 각 영역별로 평균비교를 해 본 결과 <표 14>과 같은 결과를 얻었다. <표 14>에서 알 수 있듯이 3가지 영역에 대해 모두 학습자 중심 수업을 진행한 실험집단이 높게 나타났다. 유의 수준에서 살펴보면, 개념·원리 문항에 대해서는 통계적으로 두 집단 간에 유의미한 차이가 나타났으나($p = 0.015 < 0.05$), 다른 영역에서는 통계적으로 차이가 없다고 나타났다($p = 0.429, 0.085$). 이 결과로 보아 학습자 중심 수업은 타 영역에 비해 개념·원리 영역에 가장 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 또한 단순 계산 영역에서는 문항의 평균차이가 1.83점 밖에 나지 않았다. 이는 계산과정을 강조하는 교사 중심 수업을 받은 아동이 단순 계산 영역에서 어느 정도 성취를 보였기 때문이라고 생각된다.

<표 14> RT의 문항 영역별 집단 간 평균비교

문항	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
단순 계산	비교집단	24	28.50	8.61	1.83	0.797	0.429
	실험집단	24	30.33	7.26			
문장제	비교집단	24	14.33	6.23	3.33	1.761	0.085
	실험집단	24	17.66	6.86			
개념 원리	비교집단	24	25.33	6.84	4.83	2.516	0.015
	실험집단	24	30.16	6.45			

나. 구성주의를 기반으로 한 학습자 중심 수업이 학습하지 않은 내용의 성취도에 미치는 영향

GT는 실험처치를 한 후 비교집단과 실험집단이 학습하지 않은 내용에 대한 문항을 어느 정도 해결할 수 있는지 알아보기 위해 RT와 같은 날인 10월 18일에 30분 동안 실시하였다. GT는 4학년 1학기 나눗셈 단원을 소재로 하고, 문항 수는 25문항으로 각 문항 당 4

점씩 100점 만점으로 채점하였다. 두 집단에 대해 독립표본 t-검증을 한 결과는 <표 15>과 같다. <표 15>에서 보여 지는 바와 같이 GT에서 두 집단의 평균차이는 18.5점으로 배우지 않은 내용에 대한 학습내용에 대해서도 두 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < 0.05$). 4학년의 나눗셈 수업은 3학년 수준보다 수준이 높은 개념이 나오는 것이 아니라 단순히 나누어지는 수와 나누는 수의 자릿수만 커지는 것이기 때문에 개념 중심으로 구성된 수업인 학습자 중심 수업을 받은 학생이 교사 중심 수업을 받은 학생보다 더 높은 점수를 받게 되었다고 생각된다. 또한 <표 7>에서 보았듯이, 학습자 중심 수업을 받은 학생들이 추론 능력에서 더 높은 성취를 보였기 때문에, 교사 중심 수업을 받은 학생들보다 배우지 않은 문항에 대해서도 추론능력을 발휘하여 더 잘 해결했으리라고 생각된다.

<표 15> GT에 대한 집단 간 평균비교

	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
비교집단	24	41.50	20.49	18.50	3.316	0.002
실험집단	24	60.00	18.08			

GT는 RT와 마찬가지로 단순 계산 문항(9 문항)과 문장제 문항(6 문항), 개념 원리 문항(15 문항)으로 문항구성이 되어 있다. 비교집단과 실험집단이 위 3가지 문항 종류 중 어느 영역에서 가장 차이가 많이 나는지 알아보기 위해 각 영역별로 평균비교를 해 본 결과 <표 16>와 같은 결과를 얻었다. <표 16>에서 알 수 있듯이 3가지 영역에 대해 학습자 중심 수업을 진행한 실험집단이 모두 높게 나타났다. 유의 수준에서 살펴 보았을 때, 세 가지 영역 모두에서 유의미한 차이가 있었다($p < 0.05$). 즉, 두 집단에 있어서 학습한 내용에 대한 파지력은 개념 원리 영역에서만 차이가 있었지만, 학습하지 않은 내용에 대한 전이력은 세 가지 영역 모두 통계적으로 차이가 나타났다. 개념 중심으로 구성된 학습자 중심 수업의 교재에 비해 교사 중심 수업에서 사용하는 교과서는 프로그램학습과 마찬가지로 나눗셈에서 사용하는 수의 크기로 학습내용을 조직하였기 때문에 배우지 않은 내용에 대한 문항을 잘 해결하지 못한 것으로 보인다. 하지만 학습자 중심 수업을 받은 학생은 나눗셈 개념에 대해 잘 이해하고 있기 때문에 나눗셈에서 사용하는 수가 커지더라도 비교적 잘

해결하는 것이라고 생각된다.

<표 16> GT의 문항 영역별 집단 간 평균비교

문항	집단	사례수	평균	표준편차	평균차	t	p
단순계산	비교집단	24	13.66	12.42	7.17	2.012	0.050
	실험집단	24	20.83	12.25			
문장제	비교집단	24	6.16	6.77	4.34	2.139	0.038
	실험집단	24	10.50	7.25			
개념원리	비교집단	24	21.66	6.66	7.00	3.935	0.001
	실험집단	24	28.66	5.61			

다. 학습자 수준을 상, 중, 하로 나누었을 때의 평균 비교

1) MAT를 상, 중, 하로 나누었을 때의 평균 비교
 학습자 중심 수업이 학생들의 수준에 따라서 성취도에 미치는 영향이 다른지 알아보기 위해 각 검사의 결과로부터 학습자를 상(8명), 중(8명), 하(8명) 세 가지 수준으로 나누어서 성취도를 비교하였다. 우선 실험처치를 하기 전 집단의 동질성 검사를 하기 위해 실시한 검사인 MAT를 3가지 수준으로 나누었을 때, 집단 간 평균 차이는 <표 17>와 같다. <표 17>에서 알 수 있듯이 집단별로 살펴보았을 때, 큰 차이를 보이는 집단은 없었다. 다만, 하 집단에서는 실험집단이 3.3점 더 높은 성취도를 보였고, 중 집단에서는 비교집단이 3.53점이 더 높은 성취도를 보였다. 그리고 상 집단은 평균이 똑같았다.

<표 17> MAT를 수준별로 나누었을 때의 평균 비교

수준	집단	사례수	평균	표준편차	평균차
하	비교집단	8	66.41	13.82	3.30
	실험집단	8	69.71	6.93	
중	비교집단	8	83.73	1.70	-3.53
	실험집단	8	80.20	2.49	
상	비교집단	8	90.75	1.80	0.00
	실험집단	8	90.75	2.76	

2) RT를 상, 중, 하로 나누었을 때의 평균 비교
 RT를 학습자 수준별로 나누어 평균을 비교한 결과는 <표 18>와 같다. <표 18>에서 알 수 있듯이 세 집단에서 모두 평균차이가 나타났다. 특히, 하 집단의 평균차이가 12점으로 다른 집단에 비해 크게 나타났다. 이로 보아, 학습자 중심 수업은 학습한 내용에 대한 지식의 과지도 검사에서 다른 수준의 아동들 보다 성

취도가 낮은 아동들에게 더 큰 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 학습자 중심 수업에서는 주로 수동화, 게임, 실생활의 문제 등과 같이 모든 학생들이 참여할 수 있는 과제를 제시하기 때문에 성취도가 낮은 학생들도 비교적 좋은 점수를 받게 되었다고 생각된다. 이 결과는 학습 부진아들을 양산하는 교사 중심 수업의 대안으로 학습자 중심 수업의 역할을 지지해 주는 자료로 활용될 수 있을 것이다.

<표 18> RT를 수준별로 나누었을 때의 평균 비교

수준	집단	사례수	평균	표준편차	평균차
하	비교집단	8	49.0	7.63	12.0
	실험집단	8	61.0	12.23	
중	비교집단	8	71.5	4.50	8.0
	실험집단	8	79.5	7.23	
상	비교집단	8	84.0	5.23	10.0
	실험집단	8	94.0	3.70	

3) GT를 상, 중, 하로 나누었을 때의 평균 비교
 GT를 학습자 수준별로 나누어 평균을 비교한 결과는 <표 19>와 같다. <표 19>에서 알 수 있듯이 세 집단 모두 RT에서 보다 더 큰 점수 차가 나타났다. 특히, GT에서는 중 집단의 평균차이가 25점으로 크게 나타났다. 이로 보아, 학습하지 않은 내용에 대해서 학습자 중심 수업은 하 수준과 상 수준 학생들 보다 중 수준 집단에게 더 큰 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 또한, 세 집단 모두 RT에서 보다 평균차이가 훨씬 크다는 사실을 알 수 있다. 이 결과로 학습자 중심 수업은 학습한 내용에 대한 파지력의 효과보다 학습하지 않은 내용을 이해하는 전이력에 더 큰 효과가 있음을 알 수 있다. 학습하지 않은 내용을 이해하기 위해서는 학습한 내용을 바탕으로 새로운 내용에 대해 추론할 수밖에 없다. 따라서, 이런 결과는 학습자 중심 수업이 학습자의 추론능력을 향상시켰기 때문에 새로운 문제 상황을 해결함에 있어서 학습자 중심 수업을 받은 학생들이 교사 중심 수업을 받은 학생들 보다 더 잘 해결했다고 생각된다.

<표 19> GT를 수준별로 나누었을 때의 평균 비교

수준	집단	사례수	평균	표준편차	평균차
하	비교집단	8	25.5	5.631	14.5
	실험집단	8	40.0	6.047	
중	비교집단	8	34.0	2.138	25.0
	실험집단	8	59.0	5.126	
상	비교집단	8	65	18.852	16.0
	실험집단	8	81	7.010	

라. 논의

본 연구 결과는 구성주의를 토대로 한 학습자 중심 수업이 학생들의 학업성취능력에 긍정적인 영향을 준다는 점을 보여주고 있다. 이와 같은 연구 결과는 노희경(1998), 배지현(2005), 김진호·김인경(2010), 김태향(2010) 등이 실시한 학습자 중심 수업의 효과를 검증한 연구들과 그 결과가 같다.

하지만, 기존의 연구들은 학습한 내용에 대한 성취도와 학습하지 않은 내용에 대한 성취도로 나누어 지식의 파지력, 재생력, 생성력 등을 주로 분석했다면 본 연구에서는 이 뿐만이 아니라 성취도 문항을 단순계산, 문장제, 개념·원리 문항으로 나누어서 분석해 보았다. 그 결과 다른 연구에서처럼 지식의 재생력과 생성력에서 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업보다 통계적으로 더 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. 학습한 내용에 대한 재생검사에서는 개념·원리 문항만이 통계적으로 유의미한 차이를 보였으나, 학습하지 않은 내용에 대한 생성검사에서는 3가지 영역 모두에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

이 결과는 학습한 내용에 대해서는 단순계산과 문장제 문항이 교사 중심수업과 학습자 중심 수업 사이에 차이가 없었다는 것을 보여준다. 이는 배지현(2005)의 연구결과와도 같은데, 이 결과는 교사 중심 수업이 알고리즘 위주의 절차적 지식을 반복해서 연습하기 때문에 단순계산과 문장제 문항에 대한 성취능력이 어느 정도 높게 나타난 것으로 보인다. 그러나 개념·원리 문항에서 차이가 난 것으로 보아 교사 중심 수업은 개념적 지식의 획득에는 문제가 있는 것으로 판단된다.

교사 중심 수업을 받은 학생들은 그 단계에 맞는 알고리즘만을 습득했기 때문에 학습하지 않은 내용에 대해서는 자신의 알고리즘을 확장해 내는데 어려움이 생긴다. 물론 일부 추론능력이 발달한 학생의 경우 알고리즘을 변형시켜 새로운 문제 상황에 적용할 수 있

으나 대부분의 중, 하위권의 학생들은 새로운 문제 상황에 적응하지 못한다. 하지만, 학습자 중심 수업을 받은 학생들은 나눗셈에 대한 개념과 계산 원리 등을 스스로 구성했기 때문에 새로운 문제 상황이 나타나더라도 당황하지 않고, 자신들이 구성한 지식을 확장하여 이 문제 상황을 해결해 나갈 수 있었던 것이다. 이런 차이로 인해 학습하지 않은 내용에 대한 생성검사에서는 모든 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 났던 것이다.

학습자 중심 수업을 받은 학생들은 자신들이 형성한 개념적 지식들을 이용하여 추론한 결과 학습하지 않은 내용 또한 해결할 수 있었을 것이다. 그러나, 교사 중심 수업을 받은 학생들은 서로 관계가 없는 낱말의 단편적인 지식을 습득하였고 단편적인 지식을 이용해서 추론하는 데에는 한계가 있었을 것으로 판단된다.

21세기는 암기와 연습만으로 모든 정보를 습득할 수 있는 시대가 아니다. 학생들은 기존의 지식을 암기하는 것이 아니라 새로운 지식을 구성하는 능력을 키워야 한다. 이런 관점에서 기존의 지식을 확장하여 새로운 문제 상황을 해결하는 능력을 키워주는 학습자 중심 수업이 현 시대에서 매우 중요한 역할을 할 것이라고 판단된다.

또한 본 연구에서는 이소민(2008)의 연구와 동일하게 학습자의 성취도를 상, 중, 하로 나누어 분석해 보았는데, 이소민(2008)의 연구에서는 한 집단 내에서 성취도별 곱셈지식 구성양상을 분석해본 것과는 달리 본 연구에서는 두 집단 간에서 성취도별로 어떤 차이가 있는지 분석해 보았다. 그 결과 모든 수준의 학생들이 학습한 내용에 대한 재생검사와 학습하지 않은 내용에 대한 생성검사 둘 다에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 특히, 재생검사에서는 성취수준이 하인 집단에서 평균차이가 가장 크게 나타났고, 생성검사에서는 성취수준이 중인 집단에서 평균차이가 가장 크게 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는 학습자 중심 수업은 동화, 게임, 현실적 상황과 같은 맥락적 과제를 제시하기 때문에 모든 수준의 학습자의 호기심을 자극하게 되어 참여도를 높이고, 수업 활동 또한 모든 학생이 참여하는 활동으로 이루어지기 때문에 방관자가 없어지며 짝이나 모둠별로 서로 협동하여 문제 상황을 해결하는 활동이 많아 동료로부터 도움을 받을 수 있기 때문이었을 것이다. 예를 들어 7~8차시의 “땅콩

개수 탐구하기”와 같은 활동은 모듈 구성원 모두가 임의의 개수의 땅콩을 가지게 되며 이 땅콩을 모아서 전체 개수를 탐구하고 다시 나누어 주는 활동을 하게 되는데, 이런 활동에서는 배제되는 학생이 한 명도 없게 된다. 하지만 일반적으로 가장 효과적인(교사의 입장에서) 방법을 설명하고 연습시키는 교사 중심 수업에서는 자신이 가진 지식과는 동떨어진 새로운 지식을 다루어야 하므로 성취도가 낮은 학생이 수업에 끼어들 틈이 없게 되고 그 결과 그 학생은 수업의 방관자가 되고 만다. 성취력이 낮은 학생들에게도 긍정적인 영향을 미치는 학습자 중심 수업은 학습 부진아를 양산하는 교사 중심 수업의 대안이 될 수 있을 것이라고 판단된다. 또한, 이런 결과는 학습자 중심 수업이 성취도가 높은 학생들에게만 긍정적인 영향을 미친다는 주장을 반박할 수 있는 좋은 자료가 될 것이다.

VI. 결론

본 연구의 결과들로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 실험처치가 끝난 후 두 집단의 내용추론검사 결과를 비교해 본 결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났고, 실험처치 전 후의 내용추론검사 점수를 비교해 본 결과 교사 중심 수업을 진행한 비교집단에서는 유의미한 차이를 보이지 않았으나, 학습자 중심 수업을 진행한 실험집단에서는 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이 사실로 교사 중심 수업은 학생들의 추론능력에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았으나, 동화나 게임과 같은 맥락적 상황에서 개념 중심으로 활동하는 학습자 중심 수업은 초등학교 3학년 학생들의 추론능력에 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

둘째, 지식의 재생검사와 생성검사에서 학습자 중심 수업과 교사 중심 수업이 통계적으로 유의미한 차이를 보이는 것으로 보아 학습자 중심 수업이 학업성취도에도 역시 긍정적 영향을 미친다고 할 수 있다. 학습한 내용을 재생하는 능력 보다 학습하지 않은 내용을 해결하는 능력에서 더 큰 평균차이를 보인다는 점은 개념 중심으로 이루어지는 학습자 중심 수업이 학습한 내용에 대한 재생능력에도 효과가 있지만, 학습하지

않은 지식의 생성력에서 더 큰 효과를 발휘한다고 할 수 있다.

셋째, 구성주의를 토대로 한 학습자 중심 수업은 학업성취능력이 상, 중, 하인 학생들에게 모두 긍정적 영향을 준다. 특히 성취수준이 하인 집단에서도 교사 중심 수업을 받은 비교집단과 큰 평균차를 보이는 것으로 보아 학습자 중심 수업은 비단 성취도가 상인 학생들에게만 효과가 있는 수업이 아니라 서로 다른 비형식적 지식을 지니고 있는 모든 학생들에게 긍정적인 효과를 미치는 수업이라는 것을 알 수 있다. 따라서, 학습자 중심 수업은 학습 부진아를 양산하는 전통적 수업의 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

넷째, 학습자 중심 수업은 학습한 내용에 대한 문제에서는 개념·원리영역에서만 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤지만 학습하지 않은 내용에 대해서는 단순계산과 문장제 문항에도 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다. 이는 학습자 중심 수업이 단순히 개념·원리영역에만 긍정적인 영향을 미치는 것이 아니라 단순계산과 같이 교사 중심 수업에서 강점을 보이는 영역에서조차 학습자 중심 수업이 교사 중심 수업보다 더 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 보여준다. 이 사실은 교사 중심 수업이 학습자 중심 수업보다 단순 계산과 같은 기능숙달에 더 효과적이라는 주장을 반박할 수 있는 좋은 예가 될 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 교육인적자원부 (1997). 제7차 교육과정 총론. 서울: 대한교과서주식회사.
- 김진호 (2008). 학습자 중심 수업의 오해와 진실. 초등수학교육, **11(2)**, 81-94.
- 김진호, 이소민, 김상룡 (2010). 학습자 중심 수업이 학습자들의 성취도에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, **14(1)**, 136-151.
- 김진호, 김인경 (2010). GSP를 활용한 도형학습이 수학학업성취도 및 추론 능력에 미치는 영향. East Asian Mathematical Journal, **26(2)**, 463-485.
- 김태향 (2010). 구성주의에 바탕을 둔 학습을 받은 학생들의 학업성취도 및 문제해결전략 양상: 초등학교 4학년 분수 영역을 중심으로. 대구교육대학교 대학

- 원 석사학위논문.
- 남진영 (2007). 수학적 지식의 구성에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 노희경 (1998). 구성 중심 수업이 학습자의 학업성취, 학습흥미 및 학습전이에 미치는 효과. 충남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박성선 (1993). 국민학교 4학년 아동들의 논리적 추론에서의 정교화 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 배지현 (2005). 반성적 추상화 학습이 학업성취 및 전이에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이소민 (2008). 초등학교 2학년 학생의 곱셈 지식 구성 능력에 관한 연구. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 우정호 (2000). 수학 학습 지도 원리와 방법. 서울: 서울대학교출판사.
- 이화진 (1999). 구성주의와 교육과정 구성. 초등교과교육연구, 2, 35-61.
- 장상호 (1991). 발생적 인식론과 교육. 서울: 교육과학사.
- 조완영 (1992). Piaget의 반영적 추상화에 기초한 수학 수업방법에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (Rev. ed.). New York: Academic Press.
- Garnham, A., & Oakhill, J. (1994). *Thinking and reasoning*. Oxford: Blackwell.
- Ginsburg, H. P. (1989). *Children's arithmetic: How they learn it and how teach it(2nd Edition)*. Austin, TX: Pro-ed.
- Glaserfeld, E. V. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: Washington D.C. The Falmer Press.
- Glass, G. V., McGaw, B., Smith, & M. L. (1981). *Meta-analysis in social research*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: The Author.
- O'Daffer, P. G., Thornquist, B. A. (1993). Critical thinking, mathematical reasoning and Proof. In P. S. Wilson(ed.), *In research ideas for classroom: High school mathematics* (pp. 39-56). Reston, VA: NCTM Press.
- Piaget, J. (1966). *The origin of intelligence in children*. London: Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. NY: W. W. Norton & Company, Inc.
- Priston, J. A. (2007). *Learner-centered versus teacher-centered mathematics instruction: A meta-analysis*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University of Pennsylvania.
- Russell, S. J. (1999). Mathematical reasoning in the elementary grades. In L. V. Stiff and F. R. Curcio(Eds.), *Developing mathematical reasoning in grades K-12* (pp. 1-12). Reston, VA: NCTM Press.
- Siegler, R. (1995). *아동사고의 발달*. (박영신 역). 서울: 미래네. (원문은 1986년에 출판됨)
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wadsworth, B. J. (1972). *Piaget's theory of cognitive development*. NY: Longman Publishers USA.
- Wickett, M., Ohanian, S., & Burns, M. (2002). *Teaching arithmetic: Instructions for introducing division to grades 3-4*. Sausalito, CA: Math Solutions Publications.

Effects of Mathematical Instructions Based on Constructivism on Learners' Reasoning Ability

Cho, Soo Yun

Ulsan Chungok Elementary School

E-mail : hisooyun@naver.com

Kim, Jin Ho

Department of Mathematics Education, Daegu National University of Education

1797-6, Daemyung 2 Dong, Nam-Gu, Daegu, 705-715, South Korea

E-mail : jk478kim@dnue.ac.kr

The purpose of this study is to confirm the effects of the learner-centered instruction based on constructivism on learners' reasoning ability and their achievements which is closely related to reflective abstracting ability. To do it, learner-centered instructions for division was implemented, recall test, generation test, content reasoning test I and II were carried out. The following conclusions were drawn from the data we got. Experimental group(EG) improved their reasoning ability, while comparison group(CG) did not. EG showed statistically significant difference in the achievements of the contents learned in comparing with CG, and the difference in the achievements of the contents unlearned in the treatment in comparing with CG was higher than the one. In addition, the comparisons of the subgroups(high, middle, and low) between EG and CG showed that the treatment had a positive influence on the achievement to all subgroups in EG. That is, the treatment was effective for unable learners. Finally, EG showed statistically significant difference in the sub-domain of simple calculation which might be considered as the benefits of the treatment of the CG as well as in the sub-domain of concept and principle.

* ZDM Classification : D42

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key Words : Learner-centered instruction, Reasoning ability, Constructivism, Achievement

<부록 1> 내용추론검사 I (CRT I)의 문제의 예

1. <보기>에 있는 사실과 관련하여 가장 올바르게 말한 것을 고르시오.

< 보 기 >

- 6에서 2씩 3번 빼면 0이 된다. 이것은 $6 \div 2 = 3$ 이라고 쓴다.
- 진영이가 8에서 2를 4번 빼었더니 0이 되었다.

- ① 진영이는 사과 8개를 3명에게 나누어 주었다.
- ② 진영이는 빼기를 잘못하였다.
- ③ 10에서 2를 5번 빼면 0이 된다.
- ④ 진영이는 자신이 한 빼기를 $8 \div 2 = 4$ 라고 썼다.

2. <보기>에 있는 사실과 관련하여 가장 올바르게 말한 것을 고르시오.

< 보 기 >

- 4의 배수는 모두 2로 나누어떨어진다.
- 16은 4의 배수이다.

- ① 40은 4의 배수이다.
- ② 16은 2로 나누어떨어진다.
- ③ 16은 8로 나누어떨어진다.
- ④ 2의 배수들은 모두 4의 배수이다.

3. <보기>에 있는 사실과 관련하여 가장 올바르게 말한 것을 고르시오.

< 보 기 >

- 공기돌 20개를 썬서 5개에 똑같이 나누는 상황을 $20 \div 5 = 4$ 라고 쓴다.
- 수연이는 사탕 12개를 4명에게 똑같이 나누어 주었다.

- ① 수연이가 나누어 준 것을 $20 \div 5 = 4$ 라고 쓴다.
- ② 수연이가 나누어 준 것을 $20 \div 4 = 3$ 이라고 쓴다.
- ③ 수연이는 한 명당 5개씩 나누어 주었을 것이다.
- ④ 수연이는 두 명에게는 5개씩 주고, 다른 두 명에게는 1개씩 주었을 것이다.

<부록 2>. 내용추론 검사II(CRTII)의 문제의 예

1. <보기>에 있는 사실과 관련하여 가장 올바르게 말한 것을 고르시오.

< 보 기 >

- 4로 나누었을 때 나누어떨어지는 수를 4의 배수라고 한다.
- 8은 4로 나누어떨어진다.

- ① 4는 2의 배수이다.
- ② 8은 4의 배수이다.
- ③ 16은 8로 나눌 수 있다.
- ④ 8은 4를 두 번 더한 것이다.

2. <보기>에 있는 사실과 관련하여 가장 올바르게 말한 것을 고르시오.

< 보 기 >

- 10의 배수는 5로 나누어떨어진다.
- 10000은 10의 배수이다.

- ① 100은 짝수이다.
- ② 100은 10의 배수이다.
- ③ 10000은 5로 나누어떨어진다.
- ④ 10000은 9로 나누어떨어지지 않는다.

3. <보기>에 있는 사실과 관련하여 가장 올바르게 말한 것을 고르시오.

< 보 기 >

- 소수는 1과 자기 자신으로 밖에 나누어떨어지지 않는 수이다.
- 영희의 반 번호는 소수이다.

- ① 영희의 반 번호는 홀수이다.
- ② 영희의 반 번호는 짝수이다.
- ③ 영희의 반 번호는 10의 배수이다.
- ④ 영희의 반 번호는 1과 자기 자신으로 밖에 나누어떨어지지 않는다.