대한수학교육학회지<학교수학> 제1권 제2호
Journal of the Korea Society of Educational Studies in Mathematics
School Mathematics, Vol.1, No.2, 589~603 September 1999

수학 교육에서의 쓰기(writing)의 활용 방향

김 용 익 (서울언주초등학교)

Ⅰ. 머리말

수학 교육에서 쓰기(writing)를 활용할 수 있다는 사실에 대하여 많은 사람들이 의아해할 지도 모른다. 쓰기는 국어과에서나 다루는 도구적인 기능으로 인식되어 왔으며, 수학 수업에서 학생들이 공책에 기록하는 쓰기는 주로 수식에 의한 표현을 토대로 하는 수학만의 전형적인 특징을 갖는 것으로서 일반적인 쓰기와는 다른 것으로 여겨져 왔다.

그러나, 오늘날 많은 연구자들에 의하여 쓰기가 학습자의 사고 및 학습에 밀접한 관련이 있음이 밝혀지면서, 영국이나 미국과 같은 외국에서는 수학은 물론 여러 교과의 교수 학습에 훌륭한 도구로서 쓰기가 널리 활용되고 있다. WAC(Writing Across the Curriculum) 운동이 바로 쓰기를 모든 교과의 교육과정에 통합하려는 노력의 일환이다. WAC 운동의 토대가 되고 있는 '학습을 위한 쓰기'(Writing-to-Learn) 프로그램은 근본적으로 쓰기를 활용하여 학습에 필요한 개념들을 획득하는 데에 주 관심을 두며(Conolly, 1989), 모든 교과에서 쓰기를 교수 학습의 도구로 활용하게 하는 데 많은 이바지를 하였다. 특히, NCTM(1989)이 수학적인 의사소통을 강조함으로써 수학 교육에서의 쓰기를 비롯한 언어와 의사소통에 대한 연구는 더욱 활발해졌음은 주지의 사실이다.

수학 교육에서 쓰기의 활용이 활발해지고 있는 외국의 현실을 볼 때, 우리의 수학 교실에서도 쓰기 활용의 가능성과 쓰기가 활용되는 방향을 고려하여 볼 필요가 있을 것으로 생각한다. 이를 위하여 우선 의사소통에 대한 세 가지 관점과 쓰기 교육의 변화, 수학교육에서의 쓰기에 대한 선행연구들을 살펴보기로 한다.

Ⅱ. 수학교육에서의 의사소통에 대한 세 관점

수학교육에서의 의사소통에 대한 이해에는 여러 가지 인식을 배경으로 하고 있다. 여기에서 관심을 두고자 하는 것은 바로 구성주의 관점과 사회문화적 관점, 상호작용주의 관점이다.

1. 구성주의의 관점

구성주의 유형에 속하는 수학 교수 학습은 아동 중심이라 할 수 있다. 아동 중심의 교육에서는 교사와 아동간의 의사소통에 있어서 불균형적 관계를 갖는다. 아동은말하고, 교사는 아동의 말을 귀담아 들으며 적절하고도 도전적인 문제 상황을 아동들에게 제안한다.

구성주의의 언어와 의사소통에 대한 주요 관점을 살펴보면 다음과 같다.

① 언어는 사고의 표현이다.

피아제는 사고의 습관 위에 언어가 형성된다고 말한다(Piaget, 1959). 그에 의하면 아동들은 언어를 통하여 자신의 사고를 반영하게 되는데, 자기중심적인 사고에 머무르는 한 아동은 자기중심적인 언어를 구사하게 된다. 또 다른 사람과 의사소통을 할 수 있기 위해서 아동은 사회적 언어를 습득하여야 하며, 사회적 언어를 구사하기 위해서는 아동의 사고가 더욱 진보되어야 한다.

② 언어는 사고의 징후가 된다.

구성주의 수학교육자들은 언어가 사고의 징후가 된다고 여긴다. 그래서 사고를 나타내는 학생들의 언어를 통하여 교사는 학생들의 사고에 대한 모델을 세울 수 있다고 본다. Glasersfeld(1995)는 교사는 학생에게서 듣고 그들이 무엇을 하는지, 무엇을 말하는지를 해석하고 학생의 개념적 구조의 모델을 세우려고 노력하여야 한다고 주장한다. 이때, 학생들이 말하는 것을 교사들이 잘 해석하기 위해서는 말하는 것만이 아니라 학생들이 어떻게 말하는지를 토대로 하여 신중히 하여야 한다(Sierpinska, 1998).

③ 의사소통을 통하여 사고를 전달하는 것은 이론적으로 불가능하다.

구성주의 수학교육자들은 지식의 언어적인 전달의 불가능성을 주장한다. 구성주의자들은 지식이 인식하는 주체에 의하여 능동적으로 구성되며, 환경으로부터 수동적으로 수용되는 것이 아니라고 보기 때문에(Kilpatrick 1987), 단지 교사의 말(telling)로써는 학생들을 지도할 수 없다(Arcavi & Schoenfeld, 1992)고 주장한다. Glasersfeld(1995)는 문제해결은 단지 블록을 쌓는 것만이 아니라, 그 사이에 부과된 다양한 관계에 대한 개념적 이해를 요구한다면서 개념은 단순하게 교사에게서 학생으로 전달 될 수 없으며 이해되어야만 한다고 주장

한다.

④ 의사소통은 학생에게서 발달적 성숙이 이루어진 다음에야 학생의 지적 발달에 긍정적인 역할을 한다.

구성주의 수학교육자들은 종종 학생의 정신 발달에 있어서의 사회적 상호작용과 의사소통의 긍정적 역할을 강조하곤 한다. 피아제에게 있어서 발달적 성숙은 교육과 의사소통이 효과적이게 하기 위한 전제 조건이 된다. 이러한 조건에는 동화와 조절이라는 메카니즘의 발달과 정신의 조작적 구조의 구성이 포함된다. 그러므로 수학교실에서의 의사소통 및 대화의 장점에 대한 수학교육자들의 신념은 이론적으로 아동의 생각이 의사소통될 수 있을 만큼 발달적으로 성숙한 아동에 대하여 정당화된다. 아동이 자신의 생각을 다른 사람과 논의할 수 있다면, 그것은 그의 생각이 다른 관점을 비교하게끔 보다 조정되었기 때문이라고 한다. 일단 아동이 준비되면, 가장 중요한 동화의 경우는 사회적 상호작용에서 일어난다고 한다(von Glasersfeld 1995; Piaget 1976).

2. 사회 문화적 관점

Vygotsky에 의하면 인간의 지적인 성취는 다양한 사회적 실습으로부터 획득되며, 상징적으로 매개된 방법 즉, 언어를 도구로 하는 의사소통을 통하여 세대에서 세대로 전하여 진다고 한다. 수학 개념을 지도하기 위한 교수 설계에 있어서, 구성주의자들은 문제해결이 가장 좋은 도구가 되는 문제상황을 찾는 반면에, Vygotsky 이론 옹호론자들은 그 개념을 생기게 하는 문화적 실습을 찾아내려고 한다. 사회문화적인 관점에서 Vygotsky 이론 옹호론자들의 주장은 다음과 같다.

① 의사소통은 하나의 문화적 사실이며 언어는 의사소통의 도구이다.

인간 문명은 의사소통을 통하여 한 세대로부터 다음세대로의 전수가 가능함으로써 존재한다. 이 점에서 의사소통은 하나의 문화적 사실이며, 언어는 하나의 문화적 도구이자 의사소통 도구이다.

② 지적 발달을 문화적응 과정으로 본다.

Vygotsky에게서 지적 발달은 개념의 발달을 뜻한다. 아동에게서 개념은 혼합덩어리에서부터 복합체와 의사개념을 거쳐 청소년기에 이르러 충분히 성장한 개념으로 발달하게 된다. 사회문화적 관점에서 볼 때 아동의 개념 발달은 하나의 문화 적응 과정이다.

③ 쓰기 언어는 아동의 지적 발달에 영향을 준다.

Vygotsky는 아동의 지적 발달에 대한 교육의 역할을 강조하였다. 그러면서 그는 많은 관

심을 쓰기 언어의 획득과 사고의 발달에 대한 쓰기 언어의 장점에 두었다. 피아제는 의사소통 활동이 발달과정을 변화시킬 수 있다고 말하지는 않았다. 그는 발달이 자신을 쓰기로 표현하는 전제조건이라고 주장했을 것이다. 반면에, Vygotsky는 쓰기가 발달에 대하여 실제적인 영향을 줄 수 있다고 주장한다. 다양한 사고 유형이 쓰기에 포함되며, 이것이 발달에 영향을 미친다고 한다. Vygotsky에게 있어서 쓰기 언어의 가장 중요한 특징은 자발적이고 계획적인 특성이다. 계획하고 의식하고 의도적으로 선택된 기호체계에 토대 한다는 사실에서. 철자, 의미 채택은 의식적인 과정이라고 한다.

④ 말이나 쓰기와 같은 문화적인 실습에 대한 의식적인 반성을 발달시키는 것이 하나의 교육 목표이다.

Vygotsky 이론 옹호자들은 모두가 일상생활에서 당연한 것으로 받아들이는 말이나 수의 사용과 같은 문화적인 실습에 대하여 의식적이게 하여야 한다고 한다. 그들에 의하면, 학생들이 쓰기를 배우는 목적은 언어를 보다 잘 구사하기 위해서이기보다는 사고하기를 잘하기 위해서이다. 아동이 학교에서 쓰기와 문법을 통하여 배우는 것은 그가 하고 있는 것을 잘 의식하기 위해서이다; 그는 자발적으로 자신의 능력을 사용하는 것을 배우는 것이다 (Vygotsky, 1962).

이 관점에서 볼 때, 아동은 자신을 글로 표현할 수 있을 만큼 사고가 이미 발달되어 있어야할 필요가 없다. 쓰기와 사고 발달은 서로를 향상시킨다.

Vygotsky는 Piaget와 마찬가지로 지식의 언어적 전달 가능성을 믿지 않았다. 그러나 Vygotsky는 개념형성 과정에서의 교사의 개입은 불가능하며 개념발달은 그의 내적 법칙에 맡겨져야 한다는 주장을 거부한다. 규칙이나 공식의 기계적인 암기에 의한 통속적인 교수방법보다는 더 간접적이고 민감한 방법으로 개입이 이루어져야 한다고 한다. 개념획득을 위한 출발점으로서 학생들에게 개념적인 정의를 언어로 학습하게 하는 것이 필요하며 언어적인 정의의 되풀이에 그쳐서는 안되고, 나아가 아동 입장에서 진지한 반성을 필요로 한다고 하였다.

3. 상호작용주의의 관점

구성주의와 사회문화적 관점을 연계시켜 보려는 수학교육자들은 다음과 같은 질문을 제기하였다. 교실의 의사소통을 어떠해야 하는가? 아동의 실제 언어적 행동과 교실의 의사소통은 어떻게 수정될 수 있는가?

이러한 질문은 상호작용주의자들에 의해 논의되었다. 상호작용주의자들의 표현에 의하면, "만일 교사와 학생이 A유형의 상호작용을 하게 되면 학생들은 $f(A)$ 유형의 이해와 앎의 방식을 발달시킬 수 있다." 교사가 학생들이 보이는 이해와 앎의 유형에 만족하지 않을 경우에는 학생들과의 상호작용 방법을 바꾸어야만 한다고 한다.

Vygotsky나 Piaget 모두 개인을 연구 대상으로 삼았으나 상호작용주의자들은 심리적 주체가 아니라 상호작용을 연구대상으로 삼았다. 상호작용주의자들의 연구대상이 되는 상호작용에는 발달과정에 있어서의 선천적 재능과 경험간의 상호작용, 개인과 문화간의 상호작용이 있으며 후자의 경우는 학습자와 교사, 학습자와 동료들간의 상호작용 등을 포함된다 (Bruner & Bornstein, 1989; Sierpinska, 1998).

① 언어는 일종의 사회적 실습-담화로서 이해된다.

상호작용주의자들의 개인과 문화간 상호작용에 대한 연구에서 언어는 중요한 위치를 차지한다. 그들은 지식을 타당화하는 근거를 언어에서 찾는데, 여기서의 언어는 하나의 기호체계가 아니라 사회적 실습- 담화로서 이해된다(Sierpinska, 1994).

상호작용주의자들에게 언어는 의사소통의 주요 도구이다. 여기서의 의사소통이라는 말은 다른 사람에게 사고나 지식을 의사전달 한다는 의미보다는, 다른 사람과 함께 의사교환, 대화한다는 의미를 담고 있다. 물론 사고의 의사소통이라는 의미에서는 아니다.

그들에 의하면, 사람들은 말(words)과 함께 무언가를 한다. 즉, 그 의미가 문화 속에 담겨있는 공유된 활동을 통하여 다른 사람들과 함께 일을 한다(Sierpinska, 1998). 이런 관점에서 언어를 의사소통과 따로 분리하여 의사소통과 독립된 어떤 것이라고 말하지는 않는다. Wittgenstein(1958)은 "languaging"과 언어를 구별하면서 언어에 대하여 일종의 삶의 방식이라는 표현을 하였다(Sierpinska, 1998). 상호작용주의자들은 언어의 의미는 사회적 상호의존을 통하여 이루어지며, 상황에 의존하며, 언어는 주로 공공의 기능을 담당한다고 가정한다(Sierpinska, 1998).

② 의사소통은 언어습득을 위한 토대를 준비한다.

Bruner(1985)에 의하면 언어습득은 아이가 말을 구사하기 이전에 시작한다. 엄마와 아기가 공유된 실재를 구성하고 의사소통 하는 상호작용 체재를 만들어낼 때부터 언어 습득이 시작한다는 것이다. 마찬가지로 아동들의 언어 습득은 그 언어를 사용하는 사회적 상황-의사소통이 이루어지는 상황-에 아동이 참여하게 됨으로써 가능하다고 볼 수 있다.

③ 수학영역에서의 의사소통은 언어적 수단의 사용에 구속되며, 수학 언어의 의미는 다른 사람들과의 담화에 참여함으로써 발견된다.

수학영역에서의 의사소통을 위해서는 수학의 특수성이 고려되어야 한다. 수학은 사물에

대한 것이 아니라 관계에 대한 것이며, 인간이 그 관계를 직접 경험하기는 어렵다. 수학적 의사소통은 언어적 수단의 사용을 따를 수밖에 없다. 교실에서 교사가 새로운 수학 용어나 기호, 정의를 가르칠 때 교사는 형식적인 사용 규칙을 강조하게 된다. 그러나 학생들의 입장에서는 그 표현에서의 구체적인 모습에만 관심을 두려한다. Steinbring(1994)은 이 현상을 두고 수학 지식을 중재하는 데 있어서의 인식론적 딜레마라고 표현한다(Sierpinska, 1998). 상호작용주의자들의 주장에 의하면, 용어나 공식, 다이어그램과 같은 수학적 표현의 의미는 학생들이 다른 사람들과 공유하는 담화에 참여할 때에만 발견될 수 있다. 학생이 새로운 수학 언어 사용을 통하여 다른 사람들과 무엇을 할 수 있으며 자신이 의도하는 목표를 이룰 수 있다는 것을 깨닫게 될 때, 수학적 표현의 의미가 발견된다는 것이다.

상호작용주의자의 관점에서 볼 때, 지식은 교사의 머리에 있지 않기 때문에 지식의 전달은 논쟁거리가 되지 않는다. 지식은 교실, 학교, 사회문화에서 발달하는 공유된 실습으로부터 출현하는 것이다.

Ⅲ. 쓰기 교육에 대한 연구의 흐름

모든 교과에서의 쓰기를 활용하는 방법이 연구된 것은 1960년대 영국에서였다. 1966년 영미영어교육협의회에서는 쓰기를 포함한 언어교육이 학습에 미치는 영향을 논의하였다. 이 회의 이후에 쓰기를 포함한 언어 활용이 학습에 상당한 영향을 미친다는 생각 하에서 언어 교육 프로그램을 만들기 위한 노력이 기울여졌다. WAC, LAC(language across the curriculum) 프로그램은 바로 언어 능력 신장을 통하여 모든 교과의 학습에 활용하려는 노력으로서 교사들의 인식에 긍정적인 변화를 이끌었다(Martin, 1992).

미국에서는 Back to the Basic 운동을 통하여 학생들의 쓰기 능력 신장을 위한 연구들이 이루어졌다. 많은 연구자들이 쓰기에 대한 연구를 통하여 쓰기가 사고와 학습에 밀접한 관련이 있음을 발견하였다. 이후에 쓰기를 위한 학습(Learning-to-write) 또는 학습을 위한 쓰기(Writing-to-learn) 프로그램을 통하여 쓰기 능력 그 자체만이 아니라 모든 교과의 수업에서 활용할 수 있는 쓰기에 대한 연구가 활발하게 이루어졌다.

여러 연구자 중에서 사고 활동을 돕는 학습 도구로서 쓰기를 인식하게 하는 데 큰 기여를 한 사람들은 바로 Emig, Flower와 Hayes 등이라 할 수 있다. Emig(1977)은 특히 쓰기가 독특한 학습방식이 된다는 것을 주장하였다(Fulwiler, 1987). 그는 12학년 학생 8명을 대상으로 실시한 사례 연구에서 쓰기의 특성이 성공적인 학습전략의 특성과 유사함을 근거로

말하기나 읽기 등과는 다른 독특하고도 유용한 학습방식이 될 수 있음을 제시하면서, 하나의 학습방식으로서의 쓰기를 교과 학습에 활용할 수 있는 토대를 마련하였다. 또한 그는 쓰기 과정에서 이루어지는 의미 구성 행위에 관심을 가졌는데 이 연구는 이후의 쓰기 연구에 많은 영향을 끼쳤다.

Flower와 Hayes(1981)는 쓰기 과정을 일종의 문제해결 과정으로 보았다. 쓰기를 통한 의미 구성 과정에 대한 연구를 수행함으로써 쓰기의 결과보다는 과정에 관심을 갖게 하는 데에 많은 기여를 하였다. 그들에 의하면, 쓰기는 단순히 사고를 전달하는 것으로 그치지 않고, 글을 쓰는 학습자의 내면에서 기록할 내용과 자신의 지식, 그리고 읽을 독자를 생각하면서 계속 자기 점검 및 조정을 한 후 자신의 사고를 표현하게 되는데, 이것이 문제해결 과정과도 같은 방식으로 진행된다는 것이다. 그들은 내용 생성, 조직, 표현, 교정, 점검이라는 문제해결식의 과정을 통한 쓰기 모형을 제시하였다.

Emig와 Flower를 비롯한 연구자들은 학습에 활용되는 쓰기에 대한 연구를 함에 있어서 구성주의적 입장에서 접근하였다고 하겠다. 이들은 쓰기 활동에 대하여 다음과 같은 관점을 보였다.

첫째, 쓰기를 통하여 단순히 알고 있는 지식을 나열하는 행위보다는 의미를 구성하는 행동에 더 의미를 두었다. 학습자들이 글을 쓰는 가운데 자신이 확실하게 알지 못 하던 지식이 새롭게 만들어지거나 변형되고 확장되는 과정을 거치게 되는데, 이 과정을 통하여 학습자는 의미를 구성하게 된다. 그들은 쓰기는 곧 의미 구성 행위라는 관점을 견지하였다.

둘째, 결과보다는 과정을 더 강조한다. 결과 중심의 접근에서는 쓰기의 결과를 강조하여 주로 결과에 나타나는 규칙이나 내용에 대한 오류를 점검하는 데 관심을 둔다. 반면에 과정 중심의 접근에서는 결과에 이르기까지의 과정을 강조하는데 이 과정에 있어서 표현의 정확성보다는 자유로운 표현을 통하여 의미의 구성을 강조하고 기능보다는 일련의 문제해결 전략을 강조한다.

셋째, 쓰기를 일종의 탐구과정으로 파악한다. 쓰기를 통하여 의미를 구성하기 위해서는 의미를 찾는 일련의 탐구 과정에서 계획하고 반성하는 등의 문제해결 능력이 강조된다.

한편, 1980년대 중반 이후에 들어서 쓰기 연구에 사회적인 환경을 중요시하는 연구들이 나타났다. 사회문화적 관점에서 쓰기를 통하여 담화공동체의 담화 관습을 익혀야 한다는 입장과 상호작용적 관점에서 사회에서 이루어지는 상호작용을 통한 협동적 의미 구성에 관심을 두는 입장이 그것이다. 이 연구자들은 필자를 둘러싸고 있는 사회적 환경이 쓰기의 과정에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구를 수행하였다.

Vygotsky의 사회문화적인 관점에서 Bizzell(1982)은 Flower와 Hayes가 제안한 모형을 비

판하였다. 그는 Flower와 Hayes가 의미 구성의 방법에 대한 설명에만 관심을 두었음을 지적하고, 구성이 왜 이루어지는가에 대해서는 무관심하였다고 비판하였다. 또 그들이 언어의 생성적인 특징이나 사고와 언어 사이의 변증법적인 관련성을 무시하고 있음을 그는 지적하였다(Faigley, 1993). Bizzell은 학생들이 쓰기에 어려움을 느끼는 원인은 인지적인 능력의 부족보다는 그들이 속한 담화 공동체에 익숙하지 않기 때문이라고 보았다. 그래서 그는 학습자들이 쓰기를 통하여 교과 공동체의 담화 관습을 익혀야 함을, 그리고 쓰기를 사회화의 도구로 사용하여야 함을 주장하였다.

상호작용적 관점을 가진 연구자들은 교사와 학생간, 학생들간의 상호작용이 활발하게 이루어지는 환경에서의 쓰기에 관심을 가졌다. 이들은 쓰기 행위를 개인내의 행위로만 제한하는 것을 비판하면서, 쓰기를 개인적인 행위만이 아닌 사회적인 행위로 파악하여야함을 강조하였다. 또, 학생들에게 교과 공동체의 전통적인 담화관습을 배우도록 강요하지도 않았다. 상호작용주의자들은 개인내에서 이루어지는 쓰기의 의미 구성보다는 개인간에 이루어지는 담화를 통한 쓰기의 의미의 협상 과정에 초점을 두고 소집단 활동에서의 상호작용을 강조하였다.

Ⅳ. 수학교육에서의 쓰기 활용에 대한 선행 연구

수학 학습에서의 쓰기 활동의 효과를 살펴본 외국의 선행 연구들을 보면, 대체로 쓰기와 문제해결력, 수학 성취도, 대수 기능, 그리고 수학에 대한 태도 및 신념에 대한 관계를 다루고 있다.

1. 쓰기와 수학 성취도

쓰기와 수학 성취도에 있어서의 관계를 연구한 Evans(1984)는 5학년 학생 두 학급을 대상으로 하여 4주 동안 실험집단에게 일지 쓰기를 적용한 연구를 하였다. 그의 실험결과에 의하면 곱셈과 기하에 있어서 실험집단의 학생들이 쓰기 활동을 하지 않은 통제집단의 학생들보다 더 의미 있게 향상된 점수를 나타내었다. 특히 사전검사에서 낮은 점수를 보였던 학생들에게서 가장 효과가 있었음을 그는 보고 하였다. Wells(1986)는 초등학교 저학년 학생들을 대상으로 3주 동안 자리값과 regrouping 학습에 대한 일지 쓰기를 적용한 결과 일지 쓰기를 한 실험집단에서 쓰기활동을 하지 않은 통제집단 보다 더 높은 성취도를 나타냄

을 보였다. 한편, Miller와 England(1989)는 고등학생들을 대상으로, 그리고 Borasi와 Rose(1989), Goldberg(1987), Millman(1988), Carolyn(1992)은 대학생들을 대상으로 한 수학 성취도 연구에서 쓰기 활동의 효과가 있음을 보고하였다. 반면에 통계적으로 의미있는 차이는 나타나지 않은 연구도 있다(Selfe, Petersen & Nahrgang, 1986; Stoughton, 1988; Renee, 1998; Lou, 1994). 양적인 증거에 의한 효과를 밝히지 못한 연구자 중 일부는 쓰기가 학생들의 개념 이해를 돕는 데 효과적임을 언급하고 있다.

Hayden(1992)에 따르면 수년간 학생들에게 통계를 강의한 경험에서 볼 때, 학생들은 일반적으로 그 개념이 가지는 의미를 이해하기보다는 숫자 계산에만 집착하는 학습 행태를 보이기 때문에, 학생들로 하여금 의미와 해석에 보다 더 초점을 두게 하기 위하여 쓰기를 활용하여야 한다고 한다. 의미나 해석, 평가를 포함하는 질문에 대한 답은 수치적이기보다는 언어적인 것이어서 쓰기 활동을 시험에 포함하여야 한다고 한다. 그는 학생들이 자료를 분석하고 보고서를 작성하는 프로젝트를 통하여 쓰기의 효과를 실험하였다. 그 결과, 통계적으로 의미 있는 변화를 밝히지 못 하였으나 개념을 이해하는 데 있어서 중요한 변화가 학생들에게서 나타났음을 주장하였다. England(1989)나 Havens(1989)도 대수 개념이해 등에 쓰기 활동이 효과적이었음을 언급하였다.

2. 쓰기와 대수 기능

쓰기와 대수 기능과의 관계에 대한 연구에서 Lesnak(1981)은 대수학 보충강좌를 수강하는 4개과의 대학생들을 대상으로 연구하였다. 그는 통제집단인 2개과의 학생들에게는 전통적인 방법으로 나머지 2개과의 학생들은 실험집단으로서 각 문제에 대한 해결 단계마다 자세히 글로 기록하게 하였다. 그 결과 학기말의 시험에서 실험집단 학생들의 평균성적은 통제집단 학생들의 성적보다 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 한편, Harchelroad와 Rheimheimer(1993)는 8주간의 예비 대학 여름강좌에서 실험집단의 학생들에게 매 수업의 마지막 10분 동안 그날 학습한 내용을 설명하거나, 새로 학습한 내용을 전 수업에 학습한 내용에 연결하는 수학일지 쓰기를 적용하였다. 통제집단의 학생들은 수업의 마지막 10분 동안 문제풀이 연습을 하였다. 그 결과 사후검사 성적에서 수학일지를 쓰지 않고 문제풀이만을 한 통제집단이 보다 더 우위임을 나타내었다.

3. 쓰기와 수학학습에 대한 태도

Borasi와 Rose(1989)는 대수학 강좌 수강생들을 대상으로 수학 학습에 대한 태도에 있어서 일지 쓰기의 효과를 연구하였다. 그들은 23개의 수학일지를 분석한 결과 대부분의 학생들이 일지에 자신의 수학에 대한 느낌이나 태도를 기록하였음을 확인하였다. 학생들은 처음에 수학 학습에 대한 좌절을 표현하다가 학기말에는 자신의 수학에 대한 부정적인 감정이 수학성취에 영향을 줌을 인정하게 되었으며, 대부분 부정적인 태도에 대한 일지 쓰기의 치료 효과를 인식하게 되었다고 그들은 보고하였다. 대체로 많은 학자들이 수학 및 수학학습에 대한 태도나 신념에 있어서 쓰기의 긍정적인 효과를 보고하고 있다(Miller& England, 1989; Powell, 1989; O'Shea, 1991; Luanne, 1996; Renee, 1998).

4. 쓰기와 문제해결

Bell과 Bell은(1985) 9학년 학생들의 수학수업에서 쓰기 활동의 효과를 연구하였다. 그들은 두 학급을 선정하여 통제학급에게는 전통적인 방법 하에 4주에 걸친 문제해결 학습을 하게 하였고, 실험집단에게는 구조화된 탐구형 쓰기를 처치하여 같은 문제해결 단원을 학습하게 하였다. 그들은 실험집단의 학생들에게 문제를 해결하는 과정을 기술하도록 하였고 또, 자료가 불충분한 문제를 제시하여 학생들로 하여금 누락된 정보가 무엇이며 어떻게 획득할 수 있는지를 기록하게 하였다. 한편, 통제집단 학생들에게는 쓰기 활동 대신에 토의 활동을 하게 하였다. 문제해결 기능에 대한 사전 및 사후 검사 결과, 두 집단간에 처음에는 유의미한 차이가 없었으나 사후 검사에서는 실험집단이 통제집단 보다 우수한 수행결과를 보였다. 그들은 이러한 결과에 대한 근거로서 쓰기 활동을 하지 않은 통제집단의 학생들은 실험집단의 학생들 보다 자신들의 문제해결 과정을 분명하게 인식하지 못 하였음을 지적하였다.

Keith(1995)의 9학년 학생을 대상으로 하여 일지 쓰기를 문제해결에 적용한 연구에서도 think-aloud 방법을 적용한 통제 집단 학생들보다 일지 쓰기 활동을 한 실험집단의 학생들에게서 보다 높은 통계적 결과가 나타났다.

Buerger(1997)는 대학생들을 대상으로 탐구적인 쓰기를 문제해결 과정에 적용하여 문제해결에서의 쓰기의 효과를 연구하였다. 그는 한 학기 동안 실험집단에게 학과 코스에 대한 내용과 10개의 문제해결 활동에 대한 탐구적인 일지 쓰기를 처치한 다음, 문제해결에 영향을 주는 것으로 밝혀진 수학 성취도, 대수 기능, 태도, 신념, 메타인지 등 다섯 요인과 문제해결 기능에 대하여 쓰기의 효과를 실험하였다. 그 결과 수학 성취도와 대수 기능, 수학의 성격에 대한 신념에 있어서 실험집단의 점수가 통제집단의 것 보다 우위임을 통계적으로

확인할 수 있었다. 한편, 두 집단간의 문제해결 기능을 비교한 결과, 부분적으로는 통계적인 차이가 있었으나 전체적으로는 통계적인 차이가 나타나지 않았다. 결국 그의 연구에 의하면 문제해결에 영향을 미치는 일부 요인에서는 쓰기의 효과가 나타났으나 정작 문제해결 기능에서는 쓰기의 효과에 대한 통계적인 근거가 나타나지 않았다.

Ⅴ. 우리 수학 교육에서의 쓰기의 활용 방향

앞에서 살펴본 외국의 경우와는 달리 아직 우리나라에서는 쓰기 활동을 수학교육에 활용하려는 경향은 거의 찾아보기 어렵다. 이미 외국의 연구자들에 의하여 쓰기 활동이 효과적인 사고의 도구이자 교수 학습에 유용한 도구임이 밝혀졌다. 수학 교육에 쓰기 활동을 활용하여 학생들의 학습과 교사의 학습 지도를 도울 수 있다면, 우리도 쓰기를 교실에서 적극 활용하여야 할 것이라고 생각한다. 물론 쓰기 활동이 수학 학습의 모든 문제를 해결할 수 있는 것은 결코 아니다. 다만, 쓰기 행위의 다음과 같은 특성이 지금의 우리 수학 교실의 환경에 변화를 줄 수 있을 것으로 생각된다.

① 쓰기 행위는 정보를 떠올리고 해석하고 조직하게 함으로써 글을 쓰는 학생으로 하여금 지식에 대한 이해와 보존을 개선한다. 지식 개념에 대한 이해를 도움으로써, 계산 문제 풀이 위주의 공부에 길들어 온 학생들에게는 중요한 수학 개념을 확실하게 알게 하는 장치가 될 수 있다.

② 쓰기는 학생으로 하여금 활동에 집중하게 한다. 주로 교사나 다른 학생의 말을 듣는 소극적인 학생들도 학습 내용을 수동적으로 수용하는 자세에서 나아가 보다 적극적인 학습 과정에 참여하게 할 수 있다.

③ 쓰기 과정은 말보다 상대적으로 느리기 때문에 학생들로 하여금 글로 쓰는 동안에 자신의 사고 활동을 돌아보고 조절할 수 있다. 또, 충분히 학습 내용을 개인적으로 재해석 할 수 있는 시간적인 여유가 확보되어 학습 시간 중에 학습 내용을 충분히 소화하지 못한 학생들에게 내용 이해의 도움을 줄 수 있다.

④ 쓰기를 통하여 학생은 무엇을 배웠는지, 확실하게 이해하지 못 한 것이 무엇인지에 대한 즉각적인 피드백을 얻을 수 있다. 교사는 학생들의 글을 읽고 각 학생들의 학습 상태를 진단, 평가할 수 있으며 각 학생에게 필요한 안내나 조치를 취할 수 있는 정보를 얻을 수 있다. 따라서 학생들에 대한 효과적인 개별화 학습지도에 도움이 된다.

⑤ 교사는 학생들의 글을 수업 후에도 읽을 수 있기 때문에 모든 학생과의 대화가 가능

해진다. 학생수가 많은 과밀 학급에서는 수업 시간은 물론 수업 후에도 교사가 모든 학생과 충실한 대화를 갖는 데에 어려움이 있다. 학생들의 글을 읽어야 한다는 것이 시간상 교사들에게 부담이 되겠으나, 학생수가 많은 우리의 현실에서 쓰기 활동은 교사와 학생간 양방향의 의사소통을 확보할 수 있는 강력한 수단이 된다.

⑥ 쓰기 활동을 통하여 자신의 정서, 감정을 표현할 수 있다. Rose(1989)의 연구 결과에 나타나듯이, 쓰기를 통하여 학생들의 수학에 대한 부정적인 태도를 긍정적인 태도로 변화하게 하는 데 기여할 수 있다. 실제로, 심리 치료에서는 글쓰기를 통한 감정 표출을 통하여 환자의 정서적인 안정을 찾게 함으로써, 쓰기를 정신적 상처를 치유하는 하나의 방법으로 쓰고 있다.

이제, 쓰기를 우리 수학 교실에 활용하려면, 외국의 연구들을 돌아볼 때, 다음과 같은 점들이 고려되어야 할 것으로 생각한다.

첫째, 쓰기와 성취도, 대수 기능 연구 결과에서 보듯이, 수치 계산 위주의 학습에 있어서의 쓰기의 효과는 분명치 않음을 알 수 있다. 수학 학습에서의 쓰기의 활동은 개념적인 부분의 이해나 반성 등에 더 효과적임을 생각해 보게된다. 따라서 학습 내용에 따라 적절하게 쓰기를 활용하여야 할 것으로 생각한다.

둘째, 쓰기와 문제해결에 대한 연구 결과를 보면, 중학생들을 대상으로 한 연구에서는 쓰기 활동이 문제 해결에 효과적인 것으로 나타난 반면에 대학생들에게서는 부분적인 효과를 나타냈다. 이 것으로 볼 때, 탐구적인(반성적인) 쓰기 활동을 통하여 문제인식 및 해결 방법 탐구에 있어서 도움을 많이 얻을 수 있는 대상은 논리적이고 추상적인 능력이 덜 발달한 어린 학생들일 수 있다는 가정을 해 본다. 초·중등학교의 수학 교실에서 쓰기 활동을 더 많이 활용하여야 할 것으로 생각한다. 특히 형식에 치우치지 않는 반성적인 쓰기가 효과적일 것으로 생각한다.

셋째, 쓰기에 대한 구성주의 및 사회문화, 상호작용적 관점들을 종합하여 볼 때, 수학 교실에서의 쓰기 활동은 개인적인 활동과 소집단 활동으로 병행될 필요가 있다. 쓰기 활동을 통하여 학생 개인의 의미를 구성을 조장할 기회도 제공되어야 하며, 여러 동료들과의 대화를 통하여 의미를 구성하는 기회도 제공되어야 한다. 개인적인 쓰기 활동에서는 자유롭게 자기의 생각을 표현하는 가운데 탐구할 의미의 구성에 더욱 몰두할 수 있도록 형식을 강요하지 않아야 하며 평가에 대한 부담도 없어야 된다. 이런 점에서 개인적인 쓰기 활동에는 반성적인 쓰기 활동이 효과적일 것으로 생각된다. 한편, 소집단 활동을 통한 쓰기는 여러 사람과 의미를 공유하기 위하여 담화를 통한 의사소통적인 쓰기 활동이 적절할 것으로 생각한다.

넷째, 학생들의 쓰기 기록물에 대하여 교사의 피드백이 반드시 이루어져야 한다. 단순히 학생들만의 쓰기를 할 경우에는 쓰기의 충분한 효과를 보장 할 수가 없다. Meier(1998)의 지적과 같이 학생들이 쓰기에 담는 내용이 모두 학습에 도움이 되는 것은 아니라고 본다면, 교사가 피드백을 통하여 적절한 방향을 제시하여야 한다.

다섯째, 쓰기를 활용한 결과, 학생들에게 수학학습에 대한 태도에 있어서 긍정적인 영향을 주게 되었다는 연구들이 많은 것을 볼 때, 수학을 싫어하는 학생들에게 쓰기를 활용하여 다른 버전의 수학 공부를 할 수 있게 함으로써 수학에 대한 태도가 변화되는 기회를 제공할 필요가 있다. 태도의 변화는 능력의 신장에도 도움이 될 것으로 여겨진다.

Ⅵ. 맺음말

쓰기(writing)는 WAC(writing across the curriculum) 운동을 통하여 모든 교과의 학습에 확산되어 활용되고 있으며, 구성주의 관점, 사회문화적 관점, 상호작용주의 관점에 따라 쓰기를 비롯한 언어와 의사소통에 대한 의미 부여가 조금씩 달라짐을 살펴보았다. 중요한 것은 쓰기가 학생들의 사고와 반성을 돕는 도구로서 학생들의 학습과 교사의 학생들에 대한 개별화 지도를 효과적으로 도울 수 있다는 점이다. 이점만으로도 학생들이 학교나 학원에서의 계산 위주의 학습에 많은 시간을 쏟고 있으며, 교사가 효과적으로 지도하기에는 학생들이 너무 많은 현실을 고려할 때, 쓰기는 우리의 수학 교실에 활용할 만한 가치가 충분히 있다. 쓰기 활동을 우리 수학교실에 활용하려 한다면, 다음과 같은 방향으로 이루어져야 할 것임을 제안한다.

· 계산 위주의 학습 내용보다는 개념적인 요소의 학습 내용을 학습할 때에 쓰기가 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

· 초등학교의 어린 학생들에게는 글을 쓰는 형식의 부담이 적은 학급 일지 쓰기와 같은 반성적인 쓰기가, 지적인 능력이 어느 정도 발달한 상급학교 학생들에게는 설명식 쓰기와 같은 의사소통적 요소가 많은 쓰기 형식이 효과적일 것이다.

· 학생 개인적인 쓰기 활동과 소집단 활동의 대화를 통한 집단 활동의 쓰기가 병행되어야 할 것이다.

물론 쓰기의 활용에 대한 우리의 실제적인 연구가 체계적으로 더 뒤따라야 할 것이다.

참고문헌

Borasi, R. & Rose, B. J. (1989). Journal writing and mathematics instruction. *Educational Students in Mathematics, 20,* 347-365.

Countryman, J. (1992). *Writing to learn mathematics: Strategies that work, K-12.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Hayden, R. W. (1990). Using writing to improve student learning of statistics. In A. Sterrett(Ed.), *Using writing to teach mathematics*(pp. 125-126). Mathematical Association of America.

Huinker, D. & Laughlin, C. (1996). Talk Your Way into Writing. In Elliot P. C.(Ed.), *Communication Mathematics, K-12 and Beyond,* 1996Yearbook, Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.

Keith, S. Z.(1992). Writing for Educational Objectives in a Calculus Course. In Sterrett A.(Ed.), *Using Writing to Teach Mathematics*, Mathematical Association of America.

Burns, M.(1995). *Writing in math class.* Math solution Pub.

Meier, J., & Rishel, T.(1998). *Writing in in the Teaching and Learning of mathematics class.* Mathematical Association of America.

Mett, L.(1987). Writing as a Learning Device in Calculus. *Mathematics Teacher*(October)

Raymond, Z.(1989). *Language and Mathematics Education.* API Press.

Rose, B. (1990). Using Expressive Writing to Support Mathematics Instruction: Benefits for the Student, Teacher, and Classroom. In Sterrett A.(Ed.), *Using Writing to Teach Mathematics*, Mathematical Association of America.

Sierpinska, A.(1998). Three Epistemologies, Three Views of Classroom Communication: Constructivism, Sociocultural Approaches, Interactionism. In Steinbring H. et al (Eds), *Language and Communication in the Mathematics Classroom* (pp.30-62). The National Council of Teachers of Mathematics.

Fulwiler, T.(1987). *Teaching with Writing.* Boynton/Cook.

Vygotsky, L. S.(1962). *Thought and Language.* Cambridge press.

Directions for using writing in mathematics education

Kim, Yong-Ick(Eunju Elementary School)

Writing in mathematics education is widely used in foreign countries. In this respect, it needs to consider the possibility and directions and directions for using writing in mathematics education. For this purpose, three perspectives - constructivism, socio-cultural perspective, symbolic interactionism - on communication in mathematics education have been reviewed. Then the past research on writing in general and using writing in mathematics education was summarized. Finally, directions for using writing in our mathematics class were suggested.