

초등수학의 수학적 의사소통에 관한 분석¹⁾

안병곤²⁾

지식·정보화 사회에서는 미래를 살아가야 할 학생들에게 합리적으로 사고하고 이를 표현하는 수학적 의사소통 능력을 기르는 것이 필요하다. 2006개정 교육과정의 초등수학에서 수학적 의사소통과 관련하여 교수·학습방법으로 3가지의 내용을 구체적으로 제시하였다. 이에 본 연구에서는 개정교육과정의 교수·학습방법에서 제시한 3가지 사항을 중심으로 초등 수학과 교육과정에서 제시한 수학적 표현에 대한 조사와 개정교육과정 발표 이후인 2007년도부터 현재까지 수학적 의사소통 관련 주요 논문들에 나타난 내용의 특징을 조사·분석하여 앞으로 효과적인 수학적 의사소통지도에 활용하도록 하였다.

[주제어] 초등수학, 의사소통, 수학적 의사소통, 수학적 표현

I. 서론

학문이나 직업의 세계에서 뿐만 아니라 일상생활에서도 다양한 과학 기술 정보에 대하여 자유롭게 의사소통하는 능력이 필요하다. 지금과 같이 지식의 유효기간이 짧은 지식·정보화 사회에서 수학은 이러한 과학기술 정보의 소통에 기초적이고 필수적인 수단을 제공하는 주요 교과중의 하나이다. 학생들이 학교수학을 통해 다양한 상황에서 수학적 언어를 사용하여 표현하고, 다른 사람의 수학적 언어를 이해하는 능력을 기르며, 수학적 언어를 사용하여 토론하는 능력을 기르는 것이 중요하게 된 것이다. 이러한 수학적 의사소통 능력의 신장은 수업에서 학생들이 동료들과 함께 사고하고, 협동하여 문제를 풀며, 자신의 생각을 설득력 있게 설명하고, 다른 사람의 생각을 경청하고 이해하며, 활발한 토론을 통하여 학습 주제에 대해 더 깊이 이해하고 자신의 사고를 명확히 전달할 때 가능하다.

NCTM(1989)에서는 수학과 교육과정에서 의사소통의 중요성을 강조하였고, NCTM(2000)의 '학교수학을 위한 원리와 기준'에서 6가지 원리와 10개 기준 중에 '수학적 의사소통'을 제시하여, 유치원에서 12학년까지의 기준에 수학적 의사소통의 제시와 학년과 학교급별로 수학적 의사소통과 관련된 학생들의 특성을 제시하고 수업사례로 바람직한 교사의 역할을 구체적으로 제시하였다. 그러나 우리나라의 학교에서 수학수업은 여전히 교사발언이 61.7%나 되는 교사 중심의 설명식 수업이 주를 이루고, 학생들의 발언은 19.8%밖에 되지 않는다(신준식, 2007)는 연구도 있다. 이에 대하여 교사들도 수학적 의사소통의 필요성이나 효율적인 지도방안에 대하여 인식은 하고 있으나 실제 수업에서 구현하기가 어렵고

1) 이 논문은 2010년도 광주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

2) 광주교육대학교 수학교육과

(이종희·김선희, 2002; 이해영, 2005), 진행 중인 수학적 의사소통수업도 외형적으로는 활발해 보이나 수학적 사고나 의사소통의 질적 측면에서 부족(방정숙·정희진, 2006)하다고 보고 있다. 이런 현실에도 많은 연구결과에서 수학적 의사소통 능력이 우수한 학생들은 높은 학업성취도와 수학적 성향도 긍정적 변화(황현욱, 2009; 신성기, 2009)가 있어 이에 대한 깊은 연구가 필요하다는 것이 지배적이다.

교육과학기술부(2009)는 2006개정 교육과정³⁾(이하, 개정교육과정)에서 수학과 교육과정의 개정에 대한 기본 방향을 크게 '현실에 적합한 수준별 수업 방안 구축', '학습 내용의 적정화', '수학적 사고력 신장 강조', '수학의 가치 제고와 정의적 측면 강조'의 4가지를 제시하였다. 이 4가지 중에서 가장 중요한 '수학적 사고력 신장의 강조'에서 세부적으로 '수학적 추론 능력, 의사소통 능력, 문제해결력의 신장'을 제시하여 처음으로 교육과정에 '의사소통 능력'의 신장을 명시하고 강조하였다. 또한 초등학교 수학과 목표에서도 '기초적인 수학적 지식과 기능을 습득하고 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 생활 주변에서 일어나는 현상과 문제를 합리적으로 해결하는 능력을 기르며, 수학에 대한 긍정적 태도를 기른다.'로 제시하여 초등수학에서도 의사소통 방안을 구체화하였다. 이러한 목표의 실천을 위한 3가지 세부사항 중에서 의사소통 관련 부분은 '나'항으로 다음과 같이 제시하였다.

...

나. 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 생활 주변에서 일어나는 문제를 합리적으로 해결하는 능력을 기른다.

...(교육과학기술부, p.51).

특히, 교육과정(교육과학기술부, 2009, p.131)에서는 의사소통에 관한 내용을 보다 명확하게 '수학적 능력의 신장을 위한 교수·학습방법'의 '아'항에서 수학적 의사소통 능력을 위한 교수·학습에서 유의해야 할 사항으로 다음과 같이 3가지를 제시하였다.

- (1) 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현을 이해하고 정확히 사용하게 한다.
- (2) 수학적 아이디어를 말과 글로 설명하고 시각적으로 표현하여 다른 사람과 효율적으로 의사소통할 수 있게 한다.
- (3) 수학을 표현하고 토론하면서 자신의 사고를 명확히 하고 반성함으로써 의사소통이 수학을 학습하고 사용하는 데 중요함을 인식하게 한다.

이러한 내용은 지난 제7차 교육과정(교육부, 1999)에서 수학과 특징으로 제시한 '수학적 힘의 신장'을 위해 '수학의 기본적인 지식과 기능을 습득하고, 수학적으로 사고하는 능력을 길러, 일상생활의 여러 가지 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 능력과 태도를 기른다.'는 목표보다 훨씬 더 구체적으로 실천 내용을 제시한 것이다.

또한 이러한 내용을 상세히 분석하여보면, (1)의 내용은 수학적 의사소통의 주요 수단인 수학적 표현으로 수학 용어, 기호, 표, 그래프의 4가지를 정확하게 이해하여 사용하도록 제시한 것이고, (2)의 내용은 (1)의 수학적 표현을 바탕으로 수학적 의사소통의 교수·학습과정에서 구어적인 듣기와 말하기, 문어적인 읽기와 쓰기로 상세화하여 효율적인 방법을 제시한 것이며, (3)의 내용은 (1)과 (2)를 바탕으로 최종적으로 수학적 반성활동을 통하여 이루어야 할 수학적 의사소통의 목표를 제시한 것으로 볼 수 있다.

이러한 내용들은 NCTM(1989)에서 수학적 의사소통 기준으로 학생들은 수학적 아이디어

3) 교육과정 해설 IV(2009)에서 수학 및 영어과 국민 공통 기본 교육과정은 2006년 8월 29일자로 개정 고시되었기 때문에 '2006년 개정 교육과정'이라고 하였다(교육과학기술부, p.6).

어를 말하고, 쓰고, 시각적으로 표현하고, 글이나 말 또는 시각적으로 표현된 수학적 아이디어를 이해하고 해석하며, 수학 용어와 기호 체계, 구조를 사용하여 아이디어를 표현하고 관계를 기술함으로써 주어진 상황을 모델링할 수 있어야 한다는 내용에서도 알 수 있다.

이에 본 연구에서는 지금까지 개정 교육과정의 교수·학습방법에서 제시한 수학적 의사소통과 관련된 3가지 사항에 대하여 다음과 사항을 연구하였다.

첫째, 초등수학 교육과정에서 제시한 수학적 표현(수학 용어, 기호, 표, 그래프)을 조사 분석하고,

둘째, 개정교육과정 발표 이후부터 현재까지 발표된 수학적 의사소통 관련 주요 논문들의 특징을 조사 분석하여

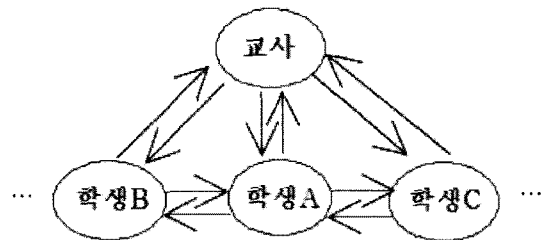
앞으로 초등수학에서 보다 효율적인 수학적 의사소통지도에 도움을 주고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 의사소통(意思疏通, communication)⁴⁾

의사소통에 대하여 교육학 용어 사전(1995)에서 어떤 사실이나 생각 그리고 정보의 전수 또는 교환, 조직이 어떤 목표를 달성하기 위한 협동체제이기 때문에 원활한 의사소통은 한 조직의 필수불가결한 요건이라고 하고 있다. 일반적으로 조직에서 이루어지는 의사소통은 종적 의사소통과 횡적 의사소통으로 분류되며 종적 의사소통은 하향적 의사소통과 상향적 의사소통의 둘로 분류된다. 하향적 의사소통은 상위자가 하위자에게 주는 의사소통 형태로 대부분의 가장 많이 이용된다. 상향적 의사소통은 조직의 효과를 평가하고 의사결정을 내리는데 필요한 정보 제공에 적절한 의사소통의 경로가 마련되고 감정적인 거리감이 없을 때에만 가능하다. 횡적 의사소통은 조직원간 또는 분과간의 수평적 관계에서 형성되는 것으로 하향적 의사소통에서 생기는 결함을 극복하고 조직행위의 일관성을 유지하는데 필요한 정보를 제공해 준다고 하였다. 이를 그림으로 나타내면 아래와 같다.

- 종적의사소통(하향적 ↓, 상향적 ↑)
- 횡적의사소통(⇔)



[그림 1] 의사소통과정

Flanders의 언어 상호작용(Flanders category system)은 교수·학습과정의 핵심으로 학업 성취에 지대한 영향을 주며 교사의 언어적 행동이 비언적인 몸짓이나 표정 등과 일치한 것이고 언어적 행동이 관찰하기 용이하고 객관성을 지닐 것이라는 가정에 기초하고 있다.

4) 발표된 주요논문은 의사소통과 함께 유사 용어로 Flanders의 언어 상호작용(신준식,2007), 담화(談話, discourse, 또는 담론)(김상화·방정숙, 2010b)가 있다. 본 연구에서 특별히 구분해야 할 경우를 제외하고 모두 의사소통을 사용하였다.

Flanders의 언어 상호작용의 분류 항목은 다음과 같다(신준식, 2007, 재인용).

<표 1> Flanders의 언어 상호작용의 분류항목

교사발언	비지시적발언	1. 느낌 수용
		2. 칭찬, 권장
		3. 아이디어 수용
		4. 질문
교사발언	지시적 발언	5. 강의
		6. 명령, 지시
		7. 비판, 권위
학생 발언		8. 단순반응
		9. 자발적 발언, 넓은 반응
기타		10. 작업, 침묵, 혼동

<표 1>에서 바람직한 수업은 교사의 발언보다는 학생의 발언이 많고 교사의 발언 중에서도 비지시적발언이 많아야 한다. 비지시적발언 중에서도 동기를 유발하고 칭찬이나 자유롭게 말할 수 있는 분위기 조성 발언, 학생 의견의 수용이나 수업 진행 발언 등이 많아야 언어 상호작용이 활발하게 일어난다. 교사의 발언 중 비지시적발언이 50% 미만일 경우에는 교사의 수업이 상당히 지시적, 전체적, 교사 중심적 수업이었음을 의미한다. 학생발언의 비중이 높을수록 학생 중심의 수업이고, 교사는 수업에 직접 개입하는 것보다는 학습자의 조력자 또는 중재자로의 역할을 한 것이다.

언어 상호작용 중에서 2/3범칙은 2/3은 교사가 말하고, 교사의 발언 중 2/3은 지시적 발언을 의미한다. 이상적인 수업에서는 2/3범칙을 깨뜨리고 교사의 말을 줄여야 하며 지시적인 발언도 줄여야한다. 또 Flanders가 제시한 수업 유형 중에서 바람직한 방법은 '교사의 발문→ 학생의 폭넓은 반응→ 침묵/혼동→ 학생의 폭넓은 반응→ 침묵/혼동...'과 같은 패턴은 교사의 질문에 대하여 학생이 폭넓게 반응하고 또 다른 학생이 반응하는 경우로 학생들의 호기심이나 학습동기를 유발하여 다양한 사고를 촉진 시킬 수 있는 방법이라 하였다.

2. 수학적 의사소통

수학적 의사소통에 대하여 NCTM(2000)와 이종희·김선희(2003)는 교사와 학생사이에 수학적 사고와 전략을 일상 언어, 수학적 용어와 기호, 시각적 표현과 같은 의사소통 수단과 말하기, 듣기, 쓰기, 읽기의 의사소통 과정을 공유하고 분석·평가하며 수정하는 모든 활동이라 하였다. 이러한 사회적 과정을 집약한 것이 의사소통이고, 학생들의 비형식적이고 직관적인 사고와 추상적 언어와 기호의 서로 연결을 돕고 수학적 개념들의 실체적, 도식적, 기호적, 언어적, 정신적 표상사이를 연결에 중요한 역할을 한다. 또한 수학적 의사소통은 일반적인 의사소통과는 달리 일상 언어뿐만 아니라 추상화, 형식화된 수학적 용어와 기

호 등이 필요하다(이종희, 2002; Adams, 2003). 김상화(2010)는 수학적 의사소통의 유형을 전달방식에 따라 담화(Discourse), 표현(Representation), 조작(Operation), 복합(Complex)의 4가지로 제시하였다. 담화는 읽기와 말하기 등 구어적 의사소통으로 토의하기, 질문하고 발표하기, 설명하기 등의 수학적 대화이고, 표현은 쓰기 중심의 문어적 의사소통으로 다른 사람에게 생각을 전달하기, 글, 그림, 표, 그래프 사용하는 것이며, 조작은 신체활동, 구체물 조작활동, 놀이 및 게임 등으로 수학에 관한 자신의 생각이나 의견을 나타내는 것이고, 복합은 담화, 표현, 조작의 활동의 두 가지 이상을 같은 비중으로 활용하는 경우로 멀티미디어 활용이나 컴퓨터 활용 같은 유형을 제시하였다. 조영준·신항균(2010)은 Mehan(1979)의 단방향적 의사소통인 IRE(teacher Initiation, student Reply, teacher Evaluation)형과 Wood(1994)의 깔때기형(funnel pattern)과 초점형(focus pattern)의 3가지로 나누어 설명하였다. IRE형은 전통적인 수업에서 관찰되는 것으로 학생에게 질문(I)하고, 학생이 반응(R)하며 그 반응이 정확한지 교사가 평가(E)하는 순서로 이루어진 것이고, 깔때기 유형은 유도패턴으로 교사는 학생의 모호한 과제를 제시하고 학생들은 서로 다른 답과 해결책을 제시하는 방식이고, 초점형은 토론식 패턴이라 불리는 의사소통이라 하였다. 연구에서 IRE형은 수학적 지식과 개념을 설명식 수업에서, 깔때기 형은 교사의 의도된 문제해결전략과 알고리즘 지도의 수업에서, 초점형은 학생의 반응에 '왜?'라는 발문으로 시작하여 다양한 답변으로 논점 진행 수업에서 일어났고, 초등 수학교실에서 단방향적인 의사소통인 IRE형이 40%이상, 교사의 의도에 따른 깔때기형이 42%정도, 초점형 약18%로 나타나 교사 주도의 수업이 여전하다고 하였다.

가. 수학적 표현

수학적 표현은 수학적 용어와 기호 등으로 수학수업에서 자신의 생각을 수학적 용어나 수식으로 표현하고 이해하는 데 많은 영향을 주고 있다. 수학적 언어를 능숙하게 구사한다는 것은 수학적으로 사고할 수 있다는 것으로 수학적 의사소통의 과정을 통하여 수학적 사고는 명확히 형성된다. 의사소통의 표현수단에 대하여 Susan(1998)은 일상 언어, 수학적 구두 언어, 기호적 언어, 시각적 표현, 말로 이루어지지 않지만 공유된 가정, 비수학적 언어의 6가지로 분류하였고, 이종희·김선희(2003)는 여기에 구체물이나 신체를 이용한 표현 활동을 포함하여 7가지를 제시하였다(김수미·신인선, 2010, 재인용).

Pirie(1998)는 의사소통의 기준으로 평상 언어인 일상용어(Ordinary language), 음성언어나 문자언어로 수학적 단어를 사용하는 수학적 언어(Mathematical language), 문자적 수학적 기호에 의한 의사소통 형태인 기호적 언어(Symbolic language), 엄밀히 언어라 할 수 없지만 강력한 수학적 의사소통 수단인 시각적 표현(Visual representation), 언어의 정의에는 맞지 않지만 수학적 의사소통하고 새로운 이해를 창조하는 비음성적 공유된 가정(Unspoken but shared assumption), 학생들이 사용하는 언어로 수학적 의미는 있으나 명확한 수학적 의미나 아닌 준-수학적 언어(Qusai-Mathematical language)의 6가지로 구분하였다(김상화·방정숙, 2010a).

이와 같이 수학적 표현은 다양하나 개정 교육과정의 초등수학에서는 수학적 표현으로 수학적 용어, 기호, 표, 그래프 등을 제시하였다. 수학적 용어는 감각할 수 있는 세계를 표현하는 비교적 구체적이거나 일상 언어에서부터 극히 추상적 개념을 나타내는 것까지 다양하다. 이들 수학적인 용어는 객관적인 실재의 여러 측면을 묘사하고, 그림으로써 수학적 실재를 구성하는 기초를 제공하고 결국 수학의 대상은 대부분은 추상적인 언어적 대상이

다.

수학적 기호에 대하여 Skemp(한혜숙 외, 2010)는 기호를 어떤 관념과 심적으로 연결된 소리나 볼 수 있다. 또, 기호의 기능으로 의사소통, 지식의 기록, 새로운 개념의 형성, 다중 분류를 쉽게 하고, 설명하며 반영적 활동을 가능하게 하고, 구조의 이해에 도움을 주며 일상적인 조작의 자동화하고 정보의 재생과 이해, 창조적 정신활동이다. 이러한 기능은 서로 연관되어 의사소통과 밀접한 관련이 있다고 하였다.

수학기호의 특징에 대하여 Pimm(한혜숙 외 2010, 재인용)은 기호적 특징이 가장 분명한 특징이라며 기호는 수학의 구조를 설명하고, 절차를 간편하게 하며, 수학에 대하여 심사숙고 할 수 있으며, 사고의 완성성과 영속성을 촉진한다고 하였다. 또한 Skemp(1987)는 수학에서의 기호는 시각적 기호와 언어 대수적 기호로 구분되고 수행기능은 다르지만 상호보완적이므로 각각의 기호의 역할을 바르게 이해하는 것 중요하다고 하였다.

표에 대하여 산수사전(강석우·박성택, 1980)에서는 사상을 명확히 나타내기 위하여 그 요점을 발췌해서 문자나 기호, 숫자 등으로 나타내고 그 항목을 열거한 것이라 하고 있다. 이러한 예로 통계자료는 어떤 경우에나 사용하기에 편리하도록 정리해 두어야 한다. 표의 편리한 점으로 표를 사용하면 기록이나 집계가 간단하고, 수 값을 바르게 나타내고, 하나의 표를 여러 각도(비교, 변화, 비율 등)로 볼 수 있다고 하였다.

그래프에 대한 설명은 산수사전(강석우·박성택, 1980)에서는 표를 그림의 모양이나 크기로 나타낸 것으로 표보다 전체 모양(경향)을 파악하기 쉽고 또 비교하기가 용이하다고 하고 있다. 그래프의 기능에 따른 분류로 전체에 대한 각 부분의 비율 또는 부분끼리 비교하기 좋은 그래프(원그래프, 사각형 그래프, 띠그래프, 히스토그램, 분포다각형 등), 두 개 이상의 양의 크기를 서로 대립적으로 비교하기 좋은 그래프(막대그래프, 그림그래프, 점그래프, 지도그래프 등), 한 가지 양이 변화하는 모습을 나타내기 위한 그래프(꺾은선 그래프, 곡선그래프 등)가 있다고 설명하고 있다.

나. 수학적 의사소통 방법

우리나라의 대부분 수학교실에서 이루어지는 수업(한혜숙 외, 2010)은 듣기와 읽기와 같은 수용적인 의사소통을 강조하고, 말하기와 쓰기 같은 표현적인 의사소통은 주로 교사를 모방하는 정도이며, 학생들은 교사의 설명을 듣거나 교사의 질문에 대답하며 교과서를 읽고 칠판에 쓰인 식을 쓰는 등의 제한된 의사소통이 이루어지고 있다.

개정 교육과정에서 수학적 의사소통 방법은 수학적 아이디어를 말과 글로 설명하고 시각적으로 표현하여 다른 사람과 효율적인 의사소통이라 하였다. 본 연구에서는 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기에 대하여 논하기로 한다. 이러한 수학적 의사소통 방법에 대하여 이종희·김선희(2010)가 제시한 구체적인 내용은 다음과 같다

듣기는 인간이 일상생활에서 자신의 의사를 말하는 것보다는 외부에서 많은 정보를 듣는 경우가 훨씬 많다. 따라서 의도적인 듣기 지도에서 학습문제를 제시할 때, 때로는 구두로 제시하여 주의 깊게 듣는 기회를 제공하거나, 교사는 수학적 문장을 말로 제시하고 학생은 그 내용을 수학적 문장으로 나타내어 표현 능력을 확인하고 지도하면서 바르게 듣기 학습 기회를 제공할 수 있다.

말하기는 학생들의 경험에 대해 이야기하고 생각을 말로 나타내며 아는 것과 알아야 할 것을 깨닫게 하는 것으로 협력을 증진하고 교실에서 학습사회를 만드는 것을 돕는다. 그 과정에서 아는 것과 더 알아야 할 것에 대해 깨닫게 된다. 학생들이 수학에 대해 말하는

기회를 가질 때, 그들의 생각이 평가되는 것을 깨닫는다. 말하기는 직접적인 의사소통 기능이지만 무형적인 까닭에 지속성이 없고, 말한 이의 의도와는 다르게 인식될 수 있어 명료할 필요가 있다. Chapin, O'Connor & Anderson(2003)은 교실에서 생산적인 말하기의 5가지로 구체적으로 수정해서 재진술하기, 급우의 추론을 재진술 하도록 하기, 자기 자신의 추론을 다른 사람의 추론에 적용하도록 하기, 더 많은 사람의 추론을 위해 학생들 격려하기, 기다리는 시간을 사용하기를 제시하였다.

읽기는 학습동기를 유발하고 학습자가 과제를 이해하고 예시와 정보, 모델을 얻고 탐구 활동에 참여하는 역할로 모든 학습의 기본으로 학교학습의 성공과 실패에 큰 영향을 끼친다. 학생들이 쓴 수학 감상문이나 자기평가 기록지, 수학에 관한 이야기 등을 돌려가며 읽기가 있다. 수학과 관련된 정보의 이해와 문제 해결을 위해서 필수적이다(Borasi & Siegel, 2000; 이종희, 2002; Adams & Lowery, 2007). 초등학교에서 읽기 활동은 동화나 도서 읽기(정주선·최미숙, 2006; Casey, Kersh & Young, 2004; Adams & Lowery, 2007)가 있다.

쓰기는 문자 언어를 통하여 자신의 의사를 표현하고, 다른 사람들과 의사소통하며, 의미를 발견하고 창조하는 수단의 중요한 기능이 있다. 쓰기는 볼 수 있다는 것과 어느 정도 영구성과 반복 가능성이 있지만, 지속적인 노력과 시간이 많이 소요되는 특성이 있다. 쓰기는 표현된 것을 보고 생각을 정리하고, 수정 보완하며, 교과서나 교사가 쓴 내용이 중요한 모형이 될 수 있다. 이종희·김선희(2003)가 제시한 쓰기유형은 다른 사람과 생각을 공유하고 설득시키고 자신의 아이디어를 보여주기 위한 교류적인 쓰기와 자신의 이해를 명확히 하고 느낌 등을 표현하기 위한 표현적인 쓰기가 있다. 교류적인 쓰기는 요약하기, 설명하기, 정의하기, 보고서, 프로젝트, 에세이, 노트필기 등의 유형이 있다. 표현적 쓰기는 자유롭게 쓰기, 편지쓰기, 자서전쓰기, 일지 쓰기, 비형식적인 글 등이 있다. 수학에서 쓰기는 깊이 생각하고 개념을 명료화하고 집단토론의 촉매역할을 하며 여러 방면에서 학생들의 학습을 돕는다. 쓰기를 통한 수업에서 태도와 수학적 성향에 긍정적인 변화가 있다(김연주·나귀수, 2009; 하은영·장혜원, 2009; 배숙희·박만구, 2008)고 하였다.

Ⅲ. 연구방법 및 결과 분석

1. 연구내용 및 절차

본 연구에서 첫 번째 연구문제는 개정교육과정의 초등학교 수학과 교육과정에 수학적 의사소통 능력 신장을 위하여 공식적으로 교육과정에서 제시한 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현에 대한 것을 중심으로 학년과 영역별로 조사하고, 두 번째 문제는 개정 교육과정의 공시 후인 2007년부터 현재까지 수학교육에 대한 주요학회지에 실린 수학적 의사소통에 관한 논문을 대상으로 조사하고 분석하였다. 이는 여기에 실린 논문들이 개정교육과정에서 제시한 수학적 의사소통의 중요성에 대하여 언급을 하고 있고, 실제적으로 반영하고 있기 때문이다. 또한 학회지의 선정은 우리나라에서 수학교육에 대한 연구물을 전문적으로 발행하는 주요 학회지인 한국수학교육학회의 '수학교육'과 '초등수학교육', 대한수학교육학회지인 '수학교육학연구'와 '학교 수학' 그리고 한국초등수학교육학회의 '한국초등수학교육학회지'로 3개 학회의 5개의 학회지가 있어 이 학회지에 발표된 논문들을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

연구방법으로 첫 번째 연구문제는 개정 교육과정의 초등수학 교육과정에 제시한 수학적 용어, 기호, 표, 그래프 등에 관련된 내용을 학년에 따른 영역별로 조사하여 분석하고, 이러한 내용을 임재훈(2004)이 수학과 교육내용 적정성 분석 및 평가에서 나타난 초등수학 교과서의 각 단원에 대한 학생과 교사들이 교습·학습과정에서 높은 곤란도를 보인 내용과 비교분석하였다. 이는 제7차 교육과정에서 수학과 교육내용의 적정성에 대한 조사·분석이 개정교육과정에 영향을 주었고, 여기서 조사한 초·중·고의 학교수학에 대한 영역별이나 학교급별 내용의 곤란도 분석을 수학적 의사소통의 지도과정에서 활용하는 것이 보다 효과적이라 생각했기 때문이다. 두 번째 문제는 개정 교육과정 발표 이후부터 현재까지 수학교육에 대한 주요 전문학회지에 실린 수학적 의사소통 논문의 특징을 개정교육과정에서 제시한 3가지 사항을 중심으로 조사하고 분석하였다.

3. 연구결과 및 분석

가. 수학적 표현의 조사 및 분석

개정 교육과정의 초등수학에 제시한 수학적 표현의 전체적인 상황은 다음 표와 같다.

<표 2> 초등수학에서 수학적 표현의 개수

영역 \ 학년	1	2	3	4	5	6	계	비율 (%)
수와 연산	9(5)	5(1)	7(2)	4	11	0	36	21.3
도형	0	7	10	16	17	9	59	34.9
측정	2	8(2)	8(6)	9(2)	7(5)	6(2)	40	23.7
확률과 통계	0	2(2)	2(2)	1(1)	2(1)	4(2)	11	6.5
규칙성과 문제해결	1	0	0	0	11(2)	11(1)	23	13.6
합계	12	22	27	30	48	30	169	
비율(%)	7.1	13.0	16.0	17.8	28.4	17.8		

※ 괄호 안은 기호의 개수이고, 확률과 통계영역은 그래프의 개수이다.

<표 2>에 나타난 수학적 표현(수학적 용어, 기호, 표, 그래프)의 개수는 모두 169개였다. 가장 많은 영역은 도형으로 59(34.9%)개이고, 가장 적은 영역은 확률과 통계로 11(6.5%)개였다. 특히 규칙성과 문제해결영역은 5·6학년이 대부분을 차지하였다. 또 학년별로는 5학년이 48개로 가장 많고, 1학년은 12개로 가장 적었다. 이것을 <표 3>의 수업시간과 단순히 수학적 표현의 개수만으로 비교할 때 도형영역은 59(34.9%)개로 수업 127(17.0%)시간에 비해 많은 편이고, 수와 연산 영역은 36(21.5%)개로 수업 361(48.5%)시간에 비해 적은 편이었다.

<표 3> 제7차 교육과정에서 초등수학의 수업시간⁵⁾

영역 단계	수와 연산	도형	측정	확률과 통계	규칙성과 문제해결
1	72	13	12	4	12
2	64	16	23	0	19
3	78	23	16	8	7
4	59	25	24	9	10
5	57	26	19	0	19
6	31	24	23	8	44
계	361	127	117	29	111
비율(%)	48.5	17.0	15.7	3.9	14.9

임재훈(2004)은 초등수학이 어려운 이유로 학생들은 계산 복잡(499명, 50.3%), 선수학습 내용의 이해 부족(324명, 32.6%), 교사는 활동과 개념을 잘 연결하지 못해서 184명(33.3%), 선수학습 내용의 이해 부족(151명, 27.4%), 적절하지 않은 학습 때문 (92명, 16.7%)을 차지하여 초등수학의 기초 내용에 해당하는 수학적 표현에 대한 보다 관심 있는 지도의 필요성을 보였다.

<표 2>의 내용을 1·2학년, 3·4학년, 5·6학년으로 구분하여 나타난 구체적인 수학적 표현은 다음과 같다. 먼저 1·2학년의 영역별 수학적 표현의 구체적인 내용은 <표 4>와 같다.

<표 4> 초등 1·2학년의 수학적 표현⁶⁾ 내용

영역 학년	내용	용어와 기호	비고
수와 연산	1	덧셈, 뺄셈, ~ 보다 크다, ~ 보다 작다, +, -, =, >, < 더한다, 합한다, ~보다 ~ 큰 수, 뺄다, 덜어 낸다, 차, ~보다 ~ 작은 수	일상용어
	2	곱, 곱셈, 곱셈구구, 분수, ×	
도형	1	상자 모양, 등근 기둥 모양, 공 모양, 네모, 세모, 동그라미	일상용어
	2	선분, 직선, 삼각형, 사각형, 원, 꼭짓점, 변	
측정	1	시, 분	
	2	시간, 일, 주일, 개월, 년, 약, cm, m	
확률과 통계	2	표, 그래프	
규칙성과 문제해결	1	식 □ 대신에 △, ○, ()	기호
	2	□, △, ○, ()	기호

5) 개정교육과정의 초등수학교과서 적용이 진행 중이므로 수업시간은 7차 교육과정을 조사하였고, '규칙성과 문제해결'영역은 7차 교육과정의 '문자와 식'과 '규칙성과 함수'영역을 합한 것임.
6) 비고란은 '일상용어'와 '기호'는 <교수·학습상의 유의점>에서 제시한 것을 나타냄.

<표 4>의 조사결과를 보면 1·2학년의 주된 내용은 수와 연산에서 사칙연산의 관련된 용어와 분수의 의미를 다루고, 도형에서는 기본도형의 용어 의미를 다루고, 측정에서는 일상생활에서 사용되는 시간과 요일과 길이의 기본단위를 다루고 있었다.

또, 3·4학년의 영역별 구체적인 수학적 표현의 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> 초등 3·4학년 수학적 표현 내용

영역	학년	내용	용어와 기호	비고
수와 연산	3	나눗셈, 몫, 나머지, 나누어떨어진다, 소수, ÷, 소수점(.)		
	4	진분수, 가분수, 자연수, 대분수		
도형	3	각, (각의) 꼭짓점, (각의) 변, 직각, 직각삼각형, 직사각형, 정사각형, 중심, 반지름, 지름		유의점
	4	밀기, 뒤집기, 돌리기 이동변삼각형, 정삼각형, 예각, 둔각, 예각삼각형, 둔각삼각형, 수직, 수선, 평행, 평행선, 사다리꼴, 평행사변형, 마름모, 대각선, 다가형, 정다가형		
측정	3	시각, 초, mm, km, L, mL, g, kg		
	4	이상, 이하, 초과, 미만, 반올림, 올림, 버림, 도(°), cm ²		
확률과 통계	3	막대그래프, 그림그래프		
	4	꺾은선그래프		

<표 5>의 조사결과를 보면, 3·4학년의 주된 수학적 표현은 수와 연산에서 나눗셈과 분수의 종류와 소수의 의미를, 도형에서는 삼각형과 사각형, 원에 대한 기초적인 의미에 관련된 기본 용어를, 측정에서는 시간과 길이나 무게에 대하여 조금 더 세분화된 단위의 기호를, 확률과 통계는 그래프의 의미를 다루고 있다. 이러한 내용은 임재훈(2004)이 3·4학년에서 교사들이 교수의 곤란도가 높은 단원으로 나타난 수와 연산에서 3학년은 나눗셈이 47.2%, 4학년의 혼합제산이 50.0%, 분수의 나눗셈이 49.2%, 소수의 나눗셈은 53.0%, 분수와 소수의 나눗셈은 49.1%로, 도형에서는 3학년은 도형 움직이기가 70.9%, 도형이 43.2%, 측정에서는 3학년은 들이재기가 49.9%로 나타나 수학적 표현에 대한 교수법의 변화가 필요함을 보였다.

마지막으로 5·6학년의 영역별 구체적인 수학적 표현 내용은 <표 6>과 같다.

<표 6> 초등 5·6학년 수학적 표현 상황

영역	학년	내용	용어와 기호	비고
수와 연산	5	배수, 짝수, 홀수, 약수, 공약수, 최대공약수, 공배수, 최소공배수, 약분, 통분, 기약분수		
	6			
도형	5	직육면체, 면, 모서리, 밀면, 옆면, 정육면체, 겨냥도, 전개도, 합동, 대응점, 대응변, 대응각, 대칭, 선대칭도형, 점대칭도형,		
	6			

		대칭축, 대칭의 중심	
	6	각기둥, 각뿔, 원기둥, 원뿔, 모선, 회전체, 회전축, 구, 단면	
측정	5	밀변, 높이, t, m ² , km ² , a, ha	
	6	겉넓이, 부피, 원주, 원주율, cm ³ , m ³	
확률과 통계	5	줄기와 잎 그림, 평균	
	6	띠그래프, 원그래프, 경우의 수, 확률	
규칙성과 문제해결	5	비, 기준량, 비교하는 양, 비율, 백분율, 할, 분, 리, :, % 등식, 방정식, 비례식, 연비, 비례배분, 정비례, 반비례, 관계식,	
	6	비례상수, x $y = x + a$, $y = a \times x$	
			기호

<표 6>의 조사결과를 보면 5·6학년의 주된 수학적 표현은 대부분은 도형과 규칙성과 문제해결 그리고 측정영역에 대한 것이었다. 이것을 임재훈(2004)이 조사한 교사들의 교수 곤란도가 높은 단원으로 제시한 5학년은 도형의 대칭이 33.1%, 측정에서 평면도형의 둘레와 넓이가 50.4%, 넓이와 무게가 59.0%, 6학년은 겉넓이와 부피가 52.6%, 원기둥과 부피단원이 40.8%인 단원에서 더 많은 교수법의 변화가 필요함을 보였다. 그 밖에 규칙성과 문제해결영역은 모든 학년에서 곤란도가 매우 높아 수학적 표현에 대한 각 단원의 교수·학습방법의 변화가 필요해 보였다.

나. 수학적 의사소통에 대한 주요 논문 조사

개정교육과정 발표 후인 2007년부터 현재까지 발행되어 개정교육과정의 의미를 잘 반영하고 있는 수학적 의사소통에 대한 주요학회지에 발표된 논문의 수는 <표 7>과 같다.

<표 7> 수학적 의사소통 관련 게재 논문 수

발행년도	학회 발행호	한국수학교육학회		대한수학교육학회		한국초등수학 교육학회
		수학교육	초등 수학교육	수학교육학 연구	학교수학	
2010	1	0(7)	0(4)	0(6)	0(6)	0(4)
	2	0(9)	0(4)	0(5)	0(8)	0(15)
	3	0(7)	×	0(13)	0(11)	3(20)
	4	2(8)	×	0(6)	1(12)	×
2009	1	0(7)	0(4)	1(9)	1(11)	0(5)
	2	0(6)	1(5)	0(9)	0(7)	2(5)
	3	1(7)	×	0(7)	0(11)	×
	4	0(7)	×	0(6)	0(11)	×
2008	1	1(7)	0(4)	0(8)	0(7)	0(5)
	2	0(8)	0(4)	0(6)	0(8)	1(5)
	3	0(9)	×	0(7)	0(8)	×
	4	0(8)	×	0(4)	0(9)	×
2007	1	0(8)	1(5)	0(4)	0(9)	0(5)
	2	0(6)	0(5)	0(6)	0(8)	0(6)
	3	0(7)	×	0(7)	0(6)	×

4	1(10)	×	1(7)	0(5)	×
합계:17(474)	5(121)	2(35)	2(110)	2(137)	6(70)

※괄호()안의 수는 해당 학회지에 게재된 총 논문의 수이고 기호×는 발행되는 않음을 나타냄.

<표 7>의 조사결과를 보면 개정교육과정 이후에 발표된 수학적 의사소통과 관련 논문은 모두 17편으로, 최근에 증가하고 있었다. 특히 초등수학학회지에서 증가가 뚜렷하였고 연구내용이나 대상도 초등학생들을 대상으로 연구한 것이 대다수였다. 이는 수학적 의사소통은 초등학교에서 중요한 역할을 하고 있음을 보여 주었다. 이러한 내용을 개정교육과정에서 제시한 3가지 사항과 비교하여 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현의 이해와 사용만을 대상으로 직접 연구한 논문은 없었다. 단지 신준식(2007)은 Flanders의 언어 상호작용을 초등 수학수업에 적용하여 분석하는 과정에서 수학적 표현의 필요성을 보였고, 송경화·임재훈(2007)은 초등 수학수업의 관찰을 통하여 바람직한 수학적 표현의 모습의 실체를 보여 주었으며, 박미혜·방정숙(2009)은 개정교육과정에 따른 실험용 교과서의 탐구활동과 이야기마당의 적용 과정에서 약간 언급하는 정도였다.

둘째, 수학적 아이디어를 말과 글로 설명하고 시각적 표현의 주된 활동인 듣기, 말하기, 읽기, 쓰기와 관련된 논문들이 대부분이었고, 연구 활동의 대상을 주로 초등학생으로 하고 있었다. 각 활동별로 나타난 특징을 보면, 듣기 활동에서는 듣기만을 직접 연구한 것은 없었으나 다른 활동과 함께 진행하는 과정에서 일부분 활용하는 정도였다. 대표적으로 김상화·방정숙(2010b)은 초등 2·4·6학생들 대상의 담화 중심 수업과정에서 다른 사람들의 의견을 듣고 말하는 과정에 말하기는 듣기를 밑바탕으로 진행하고 있고, 조영준·신형균(2010)은 초등 5학년 대상에서 IRE형, 갈때기형, 초점형의 3가지 유형의 분석과정에서 사용되고 있었고, 홍선주·최창우(2009)는 초등 1학년 대상의 수학적 성향과 학업성취도의 지도과정에서 약간 활용하는 정도였다.

읽기 활동으로는 김수미·신인선(2010)이 중학교 3학년 대상으로 수학사나 생활현상 관련 자료를 수업에 활용하며 수학적 성향과 태도를 분석하여 수학에 대한 관심과 호기심을 자극할 수 있는 활동을 적용하여 학습동기유발과 수학의 가치와 실생활관련성 이해에 도움을 주었다고 하였다.

말하기 활동과 관련된 연구는 활발하게 진행되었는데 구체적으로 김상화·방정숙(2010b)은 초등 2·4·6학년을 대상으로 저·중·고학년별 담화 중심 수업의 분석에서 담화과정은 말하기와 읽기를 중점으로 연구하여 수학적 의사소통의 성취요소와 목표를 제시하였고, 조영준·신형균(2010)은 초등 5학년을 대상으로 IRE형, 갈때기형, 초점형의 3가지 유형에서 교사의 수업방식에서 중요성을 제시하였고, 최은아·이광호(2010)는 초등학교 교사들의 24개 우수수업동영상의 분석에서 담화와 조작 중심 수업이 22개로 말하기와 표현하기를 주로 활동함을 보였고, 김연주·나귀수(2009)는 초등 6학년 학생을 대상의 수준별 협동학습에 개방형문제를 통하여 말하기와 쓰기가 효과적임을 보였고, 홍선주·최창우(2009)는 초등학교 1학년을 대상으로 문제해결과정에서 수학적 성향과 의지력 향상에 효과적이라 하였고, 김명옥·권성룡(2009)은 초등 5학년을 4개 수준으로 나누어 협동학습에서 어림측정 전략이 상위권과 중위권 학생에 효과적이라 하였고, 박미혜·방정숙(2009)은 초등 1·2학년을 대상으로 탐구활동과 이야기 마당에서 질문하기, 설명하기, 수학적 아이디어 근원의 세 요소를 분석하였다.

또 쓰기 활동도 활발하게 진행되었는데, 하은영·장혜원(2009)은 초등 4학년의 부진아를

대상으로 수학저널 쓰기를 통하여 기하학적 사고 수준의 변화에서 긍정적 효과를 보였고, 배숙희·박만구(2008)는 초등 3학년을 대상으로 상호글쓰기를 통하여 말하기, 쓰기, 표상에 효과적이고 성향에 긍정적이라 하였고, 박윤정·권혁진(2008)은 고등학생을 대상으로 삼분할 노트쓰기에서 태도, 학습습관에 변화가 있고 흥미가 향상되었다고 하였다.

셋째, 수학의 표현과 토론을 통한 반성적 의사소통과정은 대부분의 논문들이 추구하고 연구의 결과에 나타났다. 구체적으로, 김상화·방정숙(2010)은 초등 2·4·6학년을 대상의 담화 중심 수업의 분석에서 담화 수준과 수학적 언어 사용의 성취요소와 목표를 제시하여 저·중·고학년의 수업사례에서 제시하였고, 조영준·신항균(2010)은 초등 5학년을 대상으로 IRE형, 깔때기형, 초점형 유형에서 초점형이 이에 해당하는 유형으로 보았고, 임근광(2010)은 초등 4학년을 대상으로 평면도형의 성질 이해를 조작과 실험의 구체물과 프로그램을 통하여 성질을 탐구결과 상위 수준 학생에게 효과가 있다고 하였고, 고상숙·강현희(2007)는 중학교 1학년을 대상으로 담론 수준이 향상되는 과정에서 보였고, 이미연·오영열(2007)은 초등 5학년을 대상으로 수학적 과제유형을 암기형, 절차형, 개념원리형, 탐구형 4가지로 제시하여 탐구형의 과제가 이에 해당하였고, 신준식(2007)은 초등 5학년을 대상으로 언어 상호작용 수업 분석에서 바람직한 수업 유형이 이에 해당하는 수업임을 보였다.

그 밖의 수학적 의사소통에 대한 연구로 김진호(2009)의 의사소통에 대한 교실문화 형성하기나 한혜숙(2010)의 미국 교과서와 비교분석이 있었다.

IV. 결론 및 제언

개정 교육과정에서 초등학교 수학적 의사소통과 관련하여 ‘수학적 능력의 신장을 위한 교수·학습방법’의 ‘아’ 항에 수학적 의사소통 능력을 위한 교수·학습방안으로 제시한 3가지는 첫째, 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현을 이해하고 정확한 사용을, 둘째, 수학적 아이디어를 말과 글로 설명하고 시각적으로 표현하여 다른 사람과 효율적인 의사소통을, 셋째, 수학을 표현하고 토론하면서 자신의 사고를 명확히 하고 반성하는 수학적 의사소통을 제시하였다.

이렇게 제시한 3가지 사항에 대한 조사결과는 첫째, 초등수학 교육과정에 제시한 수학적 표현(수학적 용어, 기호, 표, 그래프)은 모두 169개로 나타났다. 이를 자세히 살펴보면 도형영역이 59(34.9%)개로 가장 많았고, 화물과 통계영역은 11개로 가장 적었다. 학년별로 보면 5학년이 48개로 가장 많았고, 1학년은 12개로 가장 적었다. 이러한 결과는 임재훈(2004)이 7차 교육과정에서 초등수학이 어려운 이유로 학생들이 제시한 계산의 복잡(499명, 50.3%)과 선수학습의 이해 부족(324명, 32.6%)을, 교사는 가르치기 어려운 이유로 활동과 개념의 이해부족이 (184명, 33.3%), 선수학습의 내용 이해부족(151명, 27.4%)과 비교하여 보면 이러한 내용은 앞으로 바람직한 수학적 의사소통의 학습에서 보다 효과적으로 활용방안 필요함을 보여 주었다.

영역별로 수학적 표현의 개수의 비중과 내용에 대하여 살펴보면 1·2학년은 수와 연산, 측정과 도형의 순서로 나타났고, 수와 연산에서는 연산의 의미나 기초적 연산이, 측정에서는 일상생활에 필요한 기본 단위에 관한 내용이, 도형에서는 도형의 기초 내용에 관한 것이 대부분 차지하였다. 3·4학년은 도형과 측정 그리고 수와 연산의 순서로 나타났고, 도형에서는 삼각형과 사각형의 의미와 성질이, 측정에서는 길이와 무게의 기본 단위의 사용

이, 수와 연산은 분수와 나눗셈에 대한 내용이 대부분이었다. 5·6학년은 규칙성과 문제해결, 도형 그리고 측정영역 순서로 나타났다. 이러한 내용을 임재훈(2004)이 조사한 결과와 비교해보면 1·2학년에 대한 내용은 없었고, 3·4학년에서 교사들의 교수 곤란도가 높은 단원으로 3학년은 도형 움직이기 70.9%, 측정에서 3학년은 들어재기 49.9%, 연산에서 나눗셈은 대부분이 해당되었고 그 중에서 소수의 나눗셈은 53.0%나 되었으며, 규칙성과 문제해결에서는 75.2%로 매우 높게 나타났다. 5·6학년에서는 6학년의 겹넓이와 부피 52.6%, 측정영역은 5학년의 평면도형의 둘레와 넓이 50.4%, 넓이와 무게 59.0%로 매우 어려움을 보이고 있었다. 이러한 결과는 교육과정에서 제시한 수학적 표현의 개수에 비례하여 교수·학습의 어려움이 비례하는 것은 아니지만 지도시 참고할 필요성은 보여 주었다. 즉, 초등수학에서 수학적 의사소통은 수학적 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현 지도에 대한 관심 있는 지도가 많은 영향을 주고 있어 이에 대한 보다 깊은 연구가 필요함을 보여주었다.

개정교육과정 발표 후인 2007년부터 현재까지 수학적 의사소통에 대한 주요학회지에 게재된 논문의 조사결과 모두 17편으로, 최근에 많이 증가하고 있어 수학적 의사소통에 대한 관심이 점차 증가하고 있음을 보였다. 그 중에서도 초등수학학회지에 발표된 논문의 수의 증가가 뚜렷하였고 내용도 초등수학에 대한 것이 많아 초등수학에서 수학적 의사소통의 중요성을 보여주고 있었다.

앞으로 초등수학에서 효과적인 수학적 의사소통 지도방안으로 다음과 사항을 제안한다.

먼저 개정 교육과정의 초등수학에서 제시한 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현에 대한 적절한 수와 선정의 기준, 그리고 제시된 용어의 명확한 정의와 설명이 필요하다. 이는 학교 수학에서 초등 수학의 수학적 표현활동이 앞으로 전개될 학교 수학의 기초와 수학적 의사소통의 밑바탕을 형성한다고 볼 때 교수·학습지도과정에 중요 역할을 하기 때문이다.

두 번째는 수학적 의사소통의 대표적 활동인 듣기, 읽기, 말하기, 쓰기 등에 대하여 학년이나 유형별 지도 내용과 성취 기준에 대한 보다 명확한 목표의 제시가 필요하다.

세 번째, 또 의사소통 활동 방법들 사이의 연관성과 미치는 영향에 대한 조사나 효과적인 지도방법의 연구가 필요하다.

네 번째는 수학적 의사소통을 통하여 수학적 반성적 사고를 할 수 있도록 보다 체계적이고 합리적인 교수·학습방안의 제시와 그에 따른 교사교육에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강석우, 박성택 (1980). 산수사전. 한국고시연구원.
- 고상숙, 강현희 (2007). 수학수업에서 담론을 통한 수학적 개념 형성에 대한 연구. **수학교육**, 46(4), 423-444.
- 교육부 (1999). **초등학교교육과정해설Ⅳ**. 교육부.
- 교육과학기술부 (2009). **초등학교교육과정해설Ⅳ**. 교육과학기술부.
- 김명옥, 권성룡 (2009). 소집단 협동학습을 통한 의사소통활동이 어림측정전략에 미치는 효과-초등학교5학년을 중심으로. **수학교육**, 48(3), 329-352.
- 김상화 (2010). **초등학교 수업에서 수학적 의사소통과 학생들의 수학적 성향 및 태도 분석**. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 김상화, 방정숙 (2010a). 초등학교에서의 수학적 의사소통 목표와 성취요소 설정. **수학교육논문집**, 24(2), 385-413.
- 김상화, 방정숙 (2010b). 담화 중심 수학적 의사소통 수업의 분석. **한국초등수학교육학회지**, 14(3), 523-546.
- 김수미, 신인선 (2010). 읽기자료를 활용한 수업에서 나타난 수학적 의사소통과 수학적 성향 및 태도 분석. **수학교육**, 49(4), 463-488.
- 김수환 (1996). 수학 문화 형성을 위한 교수학습 모형 개발연구. **청주교육대학교논문집**, 38, 137-158.
- 김연주, 나귀수 (2009). 학생들의 학습 수준에 따른 수학적 의사소통의 특징-개방형 문제를 활용한 소집단 협동학습을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 13(2), 141-161.
- 김진호 (2009). 수학수업 중 원활한 의사소통이 이루어지는 교실문화 형성하기. **초등수학교육**, 12(2), 99-115.
- 박미혜, 방정숙 (2009). 한국교원대학교 개정 교육과정의 실험 적용에서 나타나는 수학적 의사소통 분석-초등 1·2학년 탐구 활동과 이야기 마당을 중심으로. **수학교육학연구**, 19(1), 163-183.
- 박윤정, 권혁진 (2008). 수학적 의사소통으로서의 쓰기 활동이 고등학교 학생들의 수학학습에 미치는 효과. **수학교육**, 47(1), 27-48.
- 방정숙, 정희진 (2006). 학습자 중심 교수법에 대한 초등교사의 이해와 실행형태: 수학적 의사소통을 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 6(1), 297-321.
- 배숙희, 박만구 (2008). 초등수학에서 상호글쓰기를 통한 학습이 수학적 의사소통 능력 및 수학적 성향에 미치는 영향. **한국초등수학교육학회지**, 12(2), 165-183.
- 서울대사대 교육연구소 (1995). **교육학용어사전**. 서울: 배영사.
- 송경희, 임재훈 (2007). 초등학교 4학년 교실에서 정확한 수학적 언어 사용 문화의 형성. **학교수학**, 9(2), 181-196.

- 신성기 (2009). **초등학교 6학년 학생들의 수학적 의사소통 수준**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신준식 (2007). 수학교육에서 의사소통 분석. **초등수학**, 10(1), 15-28.
- 우정호 (1998). **학교수학의 교육적 기초**. 서울: 서울대학교출판부.
- 이미연, 오영열 (2007). 수학적 과제가 수학적 의사소통에 미치는 영향. **수학교육학연구**, 17(4), 395-418.
- 이종희 (2002). 수학교육 지도에서 읽기 활용 방안. **수학교육학연구**, 12(3), 425-442.
- 이종희, 김선희 (2003). **수학적 의사소통**. 서울: 교우사.
- 이종희, 김선희 (2003). 수학적 의사소통을 강조한 수학 학습 지도의 효과. **수학교육**, 41(2), 157-172.
- 이혜영 (2005). **초등학교 5·6학년 교사들의 수학적 의사소통 수업에 대한 인식과 교수 실제**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임근광 (2010). 구체적 조작·실험을 통한 평면도형의 성질 이해 및 수학적 의사소통능력에 미치는 영향. **한국초등수학교육학회지**, 14(3), 701-722.
- 임재훈 (2004). **제7차 국민공통 기본교육과정의 교육내용 적정성 분석 및 평가(수학): 한국교육과정평가원 연구보고서 RRC 2004-1-5**. 서울: 한국교육과정평가원.
- 정주선, 최미숙 (2006). 수학 관련 동화를 활용한 수학활동이 유아의 수학개념 및 수학적 태도에 미치는 효과. **아동교육**, 15(4), 231-242.
- 조영준, 신향균 (2010). 초등학교 수학교실에서 나타난 수학적 의사소통 유형 분석. **한국초등수학교육학회지**, 14(3), 681-700.
- 최은아, 이광호 (2010). 우수 수업 사례를 통하여 본 초등학교 교실에서의 의사소통. **학교수학**, 12(4), 507-530.
- 하은영, 장혜원 (2009). 수학저널 쓰기를 활용한 수학교육 부진학생의 기하학적 사고 수준 변화 사례 연구. **학교수학**, 11(1), 147-164.
- 한혜숙, 노수혁 (2010). 5학년 아동들의 수학적 의사소통 능력에 관한 사례연구: 말하기, 쓰기 능력을 중심으로. **전국수학교육연구대회 프로시딩**, 44, 83-97.
- 한혜숙 (2010). 현행 중학교 수학교과서와 MathThematics 교과서의 비교분석: 수학적 의사소통 측면을 중심으로. **수학교육**, 49(4), 523-554.
- 홍선주, 최창우 (2009). 의사소통 수학 수업이 수학적 성향과 학업성취도에 미치는 영향. **한국초등수학교육학회지**, 13(2), 269-283.
- 홍우주 (2008). **초등학교 6학년 수학 수업에서 이루어지는 교사와 학생의 의사소통과 학생의 수학적 사고 수준 분석**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 황현욱 (2009). **수학적 의사소통이 수학 학업 성취도에 미치는 영향**. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Adams, T. L. (2003). Reading mathematics: More than words can say. *The Reading*

- Teacher*, 56(8), 786-795.
- Adams, T. L., & Lowery, R. M. (2007). An analysis of children's strategies for reading mathematics. *Reading & writing Quarterly*, 23(2), 161-177.
- Borasi, R., & Siegel, M. (2000). *Reading count: Expanding the role of reading in mathematics classrooms*. New York: Teachers College Press.
- Casey, B., Kersh, J. E., & Young, J. M. (2004). Storytelling sagas: an effective medium for teaching early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 167-172.
- Chapin, S. H., O'Connor, C., & Anderson, N. C. (2003). *Classroom discussions using math talk to help students learn: Graders 1-6*. Sausalito, CA: Math Solutions Publications.
- 김진호, 김인경, 남미선 역 (2009). *수학 교실에서 말하기*. 서울: 경문사.
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons: Social organization in the classrooms*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author. 구광조, 오병승, 류희찬 역 (1992). *수학교육과정과 평가의 새로운 방향*. 서울: 경문사.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 역 (2007). *학교수학을 위한 원리와 기준*. 서울: 경문사.
- Wood, T. (1994). Pattern of interaction and the mathematics classrooms. In S. Lerman (Ed.), *Cultural perspectives on the mathematics classroom* (pp.149-168). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

<Abstract>

An Analysis of Mathematical Communication in Elementary Mathematics

Ahn, Byounggon⁷⁾

For the students who live in the knowledge-information oriented society, thinking rationally and training mathematical communication ability are necessary. I represented three ways of teaching-learning related to mathematical communication in revised 2006 curriculum of elementary mathematics. In this study, based on three matters from devised curriculum, I have done survey-analysis of mathematical representation and characteristics of contents of major theses about mathematical communication published after 2007 curriculum revision, for further mathematical communication teaching.

Keywords: elementary mathematics, communication, mathematical communication, mathematical representation

논문접수: 2011. 03. 14

논문심사: 2011. 03. 31

게재확정: 2011. 04. 14

7) bgahn@gnue.ac.kr