

초등학교에서의 수학적 의사소통 목표와 성취요소 설정 - D.R.O.C 유형을 중심으로 -

김 상 화 (용인산양초등학교)

방 정 숙 (한국교원대학교)

본 연구는 2007년 개정 수학과 교육과정의 목표에 새롭게 부각된 수학적 의사소통에 대한 중요성을 바탕으로 우리나라 초등학교에서 구현 가능한 수학적 의사소통 목표를 설정하기 위한 것이다. 구현 가능하도록 하기 위해 교사들이 이해하기 쉽도록 수학적 의사소통 유형을 전달방식에 따라 담화, 표현, 조작, 복합으로 구분하였으며, 학생 수준에 따른 수준별 교수·학습이 가능하도록 수학적 의사소통 유형별로 저·중·고학년에 따른 성취요소와 목표를 설정하였다. 성취요소와 목표 설정에 있어 타당성을 높이기 위해 고자 전문가와 현장 교사들의 의견을 수렴하였다. 전문가와 교사 집단의 의견 중 각각 10%이상 부적절하다고 응답한 경우 판단 이유를 파악하여 삭제하거나 수정하였으나, 일부 특정 요소의 경우 국제적 동향이나 선행연구를 토대로 이상적인 목표로 문제가 없다고 판단될 경우 그대로 두거나 학년 이동만 한 것도 있다. 본 연구에서 설정된 초등학교 수학적 의사소통 성취요소와 목표는 수학교실에서 실질적으로 학생들의 다양한 수학적 의사소통을 돕고, 학생 수준을 파악하는데 큰 도움이 되길 기대한다.

I. 서론

수학수업에서 학생들이 수학적 지식을 바르게 형성하는 것 못지않게 자신이 알고 있는 수학적 지식이나 아이디어를 다른 사람에게 전달하는 능력의 중요성이 부각되고 있다. 국내외에서 수학적 의사소통과 관련된 연구를 쉽게 접할 수 있다. 그러나 초등학교 수학수업에서 수학적 의사소통이 활발하게 나타나는 수업을 교사들은 어려워하며 그로 인해 수업에서 실제로 잘 이루어지지 않고 있다. 이러한 문제점의 해결책으로 초등학교에서의 수학적 의사소통 성취요소와 목표가 제시될 필요가 있다.

우리나라는 2007년 수학과 개정 교육과정의 목표에서 수학적으로 의사소통하는 능력 육성을 새롭게 강조하고 있다(교육인적자원부, 2007). 그러나 학생들의 수학적 의사소통 수준이나 수학적 의사소통 능력 신장을 위한 다양한 방식의 수업형태를 구체적으로 안내하고 있는 연수 자료나 참고할만한 문헌들은 찾아보기 어렵다. 미국의 경우 1989년에 수학과 교육과정 상에 의사소통의 중요성을 강조

* 접수일(2010년 3월 19일), 심사(수정)일(2010년 4월 1일), 게재확정일자(2010년 4월 9일)

* ZDM 분류 : C52

* MSC2000 분류 : 97D30

* 주제어 : 수학적 의사소통 목표

하였고, 2000년에 수학적 의사소통 능력에 대한 유아·유치원~12학년까지의 기준을 제시하고 있다. 또한 학년급별로 수학적 의사소통과 관련된 학생들의 특성을 제시하고 수업사례를 들면서 바람직한 교사의 역할을 구체적으로 제시하고 있다(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989, 2000). 이러한 국제적 흐름으로 볼 때, 우리나라에서도 수학적 의사소통 능력 함양을 위해 수학적 의사소통에 대한 기준이나 세부적인 성취 목표가 제시될 필요가 있다.

외국의 경우 수학적 의사소통 능력 향상을 위한 교사의 역할에 대한 연구(Chapin, O'Connor & Anderson, 2003; NCTM, 2000), 여러 나라의 교육과정에서 언어 혹은 수학적 의사소통에 대한 내용 분석(Ongstad, 2007) 등 다양한 연구가 이루어지고 있다. 우리나라의 경우 특정 학년을 대상으로 수학적 의사소통을 중심으로 수업을 관찰하여 교사의 수업 형태나 언어 상호작용을 분석하거나, 수학적 언어 사용의 문화 형성을 시도하여 교사들의 역할에 대한 시사점을 찾은 연구들이 최근 이루어지고 있다(방정숙·정희진, 2006; 송경화·임재훈, 2007; 신준식, 2007; 홍우주·방정숙, 2008). 수업 사례 연구를 통한 수학적 의사소통 수업에 대한 시사점 제공은 매우 의미 있는 연구이다. 최근 초등 1·2학년을 대상으로 개정 교육과정의 실험 적용에서 나타나는 수학적 의사소통을 분석한 연구(박미혜·방정숙, 2009)도 수학적 의사소통 능력 신장을 위한 수학수업을 위해 의미 있는 논의가 되었다. 그러나 한 학년이나 두 학년을 대상으로 특정한 수업 사례를 연구하였기 때문에 초등학교 전 학년 학생들의 수학적 의사소통 수준이나 그에 따른 교사의 역할을 파악하기에는 역부족이다. 즉, 초등학교 학생들의 수학적 의사소통 수준을 연구하거나, 수준에 맞게 교사의 역할을 체계적으로 제시하거나, 수학적 의사소통에 대한 구체적인 성취목표를 연구한 논문은 찾기가 어렵다.

이에 본 연구에서는 초등학교 수학수업에서의 수학적 의사소통 성취요소와 목표를 설정해보고자 한다. 먼저 선행연구를 바탕으로 수학적 의사소통의 유형을 정리하고, 유형별 저·중·고학년 성취요소와 목표를 전문가와 초등 교사들의 의견을 수렴하여 설정한다. 여러 차례의 의견수렴을 통해 설정된 수학적 의사소통 성취요소와 목표는 실제 현장 교사들에게 학생 수준을 이해하거나 다양한 수학적 의사소통 방식의 수업을 안내하는 유용한 자료를 제공할 것으로 기대한다.

II. 수학적 의사소통 유형

의사소통 유형 중 수학 교수·학습과 관련된 의사소통이면서 교사와 학생이 함께 이루어지는 수학적 공동체 내의 수학적 의사소통과 관련된 연구들을 살펴보았다. 선행연구를 바탕으로 수학적 의사소통 유형으로 방향성에 의한 분류, 반성의 정도에 의한 분류, 전달 방식에 의한 분류, 의사소통의 수단에 의한 분류, 학생중심교실에서 상호작용 패턴에 의한 분류를 검토하였는데 먼저 다양한 분류 기준에 따른 유형들을 살펴보고, 두 번째, 전달 방식에 의한 분류는 본 연구에서 새롭게 설정한 유형의 분류 기준이 되기 때문에 부각시켜 제시한다. 마지막으로 본 연구에서 정리한 D.R.O.C 유형을 소개한다.

1. 수학적 의사소통 유형

방향성에 따라 권위의 유무에 따른 교사와 학생 간의 상향식, 하향식의 수학적 의사소통과 서로 동등한 입장의 학생들 간에 이루어지는 수평적 의사소통이 있을 수 있다(이중희·김선희, 2002). Brendefur과 Frykholm(2000)은 일방향적 의사소통을 단방향적 담화(uni-directional discourse)라는 용어로 설명하였으며, McGuire와 Harshman(2002)은 쌍방향적 의사소통을 대화체 담화(dialogic discourse)라는 용어로 설명하였다.

반성의 정도에 따라 일방향 의사소통, 기여적 의사소통, 반성적 의사소통, 교육적 의사소통으로 구분할 수 있다. 첫째, 일방향 의사소통은 방향성에 의한 수학적 의사소통 유형에서 단방향적 담화에 해당하며, 교사가 학생에게 강의식으로 수업하는 전통적인 수업 방식을 말한다. 둘째, 기여적 의사소통은 깊이 사고하고, 의미를 알아보는 과정 없이 상호 간의 의사만 전달되는 형태이다. 셋째, 반성적 의사소통은 Cobb et al.(1997)이 말한 반성적 담화와 비슷한 의미로 동료나 교사와 함께 아이디어나 전략, 해를 공유하는 기여적 의사소통뿐만 아니라 더 심층적인 조사와 탐구를 위한 발판으로 수학적 의사소통을 한다. 넷째, 교육적 의사소통은 교사와 학생의 상호작용만이 아니라 후속적인 교육적 조치가 가능한 의사소통을 말한다(이중희·김선희, 2002; Brendefur & Frykholm, 2000).

Pirie(1998)는 의사소통의 수단을 기준으로 6가지로 분류하였다. 광범위한 의미로 언어는 교사와 학생을 막론하고 자신의 수학적 이해를 다른 사람에게 표현하려고 하는 방법이며 수학적 의사소통은 다양한 형태로 이루어질 수 있다고 보았다. 의사소통의 수단에 의한 분류는 첫째, 평상시 사용하는 언어인 일상 언어(Ordinary language), 둘째, 음성언어이거나 문자언어로 수학적 단어를 사용하는 수학적 언어(Mathematical Verbal language), 셋째, 문자적 수학적 기호에 의한 의사소통 형태인 기호적 언어(Symbolic language), 넷째, 엄밀히 말하면 언어라 할 수 없지만 강력한 수학적 의사소통 수단이 되는 시각적 표현(Visual representation), 다섯째, 언어의 정의에 맞지 않지만 수학적 이해를 의사소통하고 새로운 이해를 창조하는 수단으로 비음성적 공유된 가정(Unspoken but shared assumptions), 여섯째, 학생들이 사용하는 언어로 수학적 의미를 갖지만 명확한 수학적 의미를 주는 것이 아닌 언어인 준-수학적 언어(Quasi-mathematical language)이다.

마지막으로 학생중심교실에서 상호작용 패턴에 따라 분류한 경우이다. Wood(1994, 1998)는 수학교실에서의 상호작용 패턴을 깔때기형 패턴(funnel pattern)과 초점형 패턴(focus pattern)으로 설명하고 있다. 깔때기형 패턴은 Brendefur와 Frykholm (2000)의 단방향적 담화(uni-directional discourse)와 비슷한 의미로 학생들이 수학적 사고를 할 필요가 없고 교사의 설명과 행동에 반응을 보일 뿐이다. 교사의 발문이나 질문은 학생들의 학습을 격려하는 것 같이 보일 수 있으나, 학생들이 답을 알고 있는지 여부를 확인하고, 정답으로 유도하기 위한 것이다. Vygotsky의 근접발달영역(ZPD)에 근거하여 교사(전문가)에 의해 안내되는 문제 해결 과정에 학생(초보자)들이 참여하여 성공을 경험함으로써 학생들의 ZPD 내에서 수학을 습득할 수 있게 된다고 본다. 초점형 패턴은 McGuire와 Harshman(2002)

의 대화체 담화(dialogic discourse)와 유사한 의미로 교사가 정해놓은 전략이나 답으로 유도하기보다 문제의 중요한 측면에 초점을 맞추어 학생들이 문제를 해결할 때 책임감 있게 해결해 나가도록 질문을 제시한다. 교사는 학생들 스스로 해결방법을 만들어가도록 격려하며 학생들에게 설명하도록 요구한다. Piaget의 관점을 근거로 학생들은 자신의 아이디어를 명확하게 설명하고 대안적 해결방법을 사 고하는 과정에서 기존의 인지구조를 수정하게 되어 학습이 이루어진다고 본 것이다. 이 두 패턴을 더 발전시켜 Wood와 McNeal(2003)은 수학적 사고를 회상하기, 인지하기, 형성하기, 구성하기로 분류 하고, 인지하기는 이해하기와 적용하기로, 형성하기는 분석하기, 종합-분석하기, 평가-분석하기로, 구 성하기는 종합하기와 평가하기로 분류하여 토의 형태와 연결하였다.

2. 전달 방식에 의한 수학적 의사소통 유형

전달 방식에 의한 분류로는 문어에 의한 의사소통, 구어에 의한 의사소통, 신체 활동에 의한 의사 소통이 있다. 이종희·김선희(2002)와 Griffiths와 Clyne(1994)의 분류 내용을 종합하여 <표 II-1>과 같이 받아들이기와 표현하기로 나누어 구체적인 전달방식을 나열해보는 형태로 정리하였다. 받아들 이거나 표현하기 모두 전달 방식을 구어의 의사소통, 문어의 의사소통, 신체적 활동으로 구분하고 그 에 따른 세부적인 활동 방법을 제시하고 있다.

<표 II-1> 전달 방식에 의한 수학적 의사소통 유형

방식	받아들이기		표현하기	
구어의 의사 소통	듣기	(전통적)교사로부터	말하기	(전통적)단힌 문제에 답하기
		(확장)동료나 교사로부터 평가적 듣기 분석적 듣기 변화적 듣기(해석적 듣기)		(확장) 동료, 부모, 학교 다른 구성원에게 열린 문제를 토론하기/ 설명하고 정당화하기/ 다른 사람에게 질문하기 보고서 발표하기 (말하기 유형) 발표/ 토의, 토론/ 질문하기(토의) 독백, 내적언어/ 대화
문어의 의사 소통	읽기	(전통적) 교과서 문제 교사나 교과서의 그래프와 다이어그 램	쓰기	(전통적) 알고리즘 쓰기 교사가 그린 그래프와 다이어그램 모방
		(확장) 이야기/ 신문과 잡지/ 동료의 글 수학 개념을 설명하는 글/ 책, 잡지, 신문의 그래프와 다이어그램 해석하 기 (사회-실행적 관점) 공표하기 위한/ 이해하기 위한 읽기 예를 얻기 위한/ 새로운 것을 만들기 위한/ 기억하기 위한 읽기		(확장) 실제적이고, 창의적이고, 상상에서 나온 요약하기/ 질문하기/ 설명하기 정의하기/ 보고서/ 문제 만들기 프로젝트/ 에세이/ 수학 문집 만들기 노트 만들기/ 이력서 쓰기 반으로 접은 노트/ 자유롭게 쓰기 편지쓰기/ 일지쓰기/ 비형식적인 쓰기 자서전 쓰기/ 수학 외의 글

		(읽기 활용한 수학학습지도) 직접 시행하기(작도 등)/ 읽은 내용 재구성하기/ 내용 예측하기/ 읽기 협 동 학습/ 텍스트 구조 파악하기 그림으로 확장하기		반성하기/ 이야기 만들기 자료를 보고 그래프와 다이어그램 만들기
신체적 활동	다른 사람 의 활동 해석하기	(전통적) 교사의 행동 해석	신체활동 수반수행 으로 보여주기	(전통적) 구체물 조작
		(확장) 다른 학생의 행동을 보고 해석하기		(확장) 드라마/ 역할극/ 마임/ 증명하기 구체물 조작/ 구어나 문어, 그래픽 표현을 보 고 구체물로 다시 표현하기/ 게임

<표 II-1>에서 알 수 있듯이, 받아들이거나 표현하는 대상이 전통적인 의사소통에서는 오로지 교사와 학생 간인데 반해 확장된 형태는 학생과 학생 간의 상호작용임을 간단히 제시하고 있다. 모든 유형에서 구체적인 방법을 나열하였는데, 받아들이거나 표현하기에서 쉬운 수준, 어려운 수준을 알 수가 없다. 학교급·학년급별로 어느 방식까지 가능한지에 대한 대략적인 수준이 제시된다면 교사들에게 실질적인 도움을 줄 수 있을 것이다.

3. 본 연구에서의 분류: D.R.O.C 유형

본 연구에서는 수학적 의사소통 유형을 이종희·김선희(2002), Hardy(2001) 및 Thompson과 Chappell(2007)의 연구에서처럼 전달방식에 의한 분류를 근거로 나누었다. 수학적 의사소통을 분류하는 방식은 다양하지만 현장교사들에게 수학적 의사소통 유형은 어떤 것이 있다고 제시할 때, 전달방식에 의한 분류가 가장 쉽게 이해되고 다양한 학습형태까지 안내해줄 수 있는 장점이 있다고 판단되었기 때문이다. 먼저 전달방식에 의한 유형 분류 이전에 받아들이는 과정을 Input, 표출하는 과정을 Output으로 구분한다.

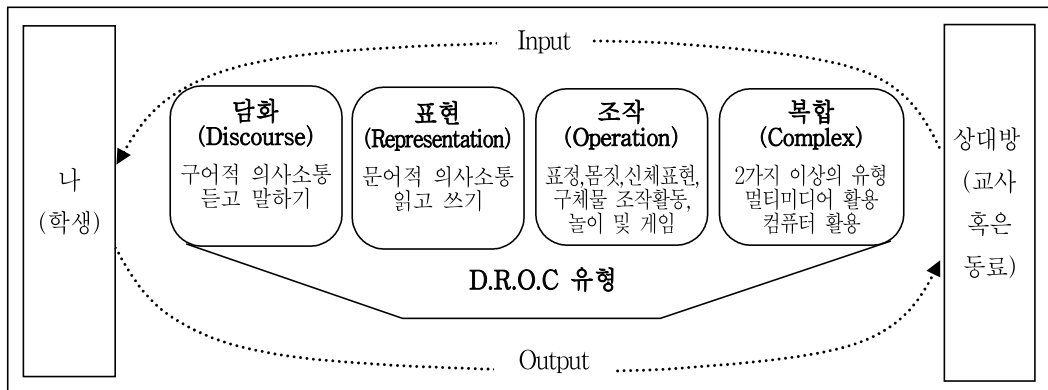
Input은 수학 수업 시간에 교사가 학생들에게 제시하는 모든 것을 의미하며, 학생이 자신의 동료에게, 학생이 교사에게 자신의 의견을 제시했을 때, 받아들여야 할 사람에게 들어가는 모든 정보를 말한다. Input이 되었지만 그것을 받아들여 이해한 사람이 있고, 받아들여 이해하지 못하는 경우도 발생한다. Output은 교사와 학생, 학생과 학생 간에 상대방에게 자신의 생각을 전달하고자 하는 모든 것을 말한다. 따라서 Output의 유형에는 상대방이 조금이라도 의사를 느낄 수 있는 모든 방법이 포함된다.

Input과 Output 모두 전달방식에 따라 담화(Discourse), 표현(Representation), 조작(Operation), 복합(Complex)으로 나누고 이것을 'D.R.O.C 유형'이라 부르기로 한다. 'D.R.O.C 유형' 중 담화·표현·조작은 이종희·김선희(2002), Hardy(2001) 및 Thompson과 Chappell(2007)의 연구를 바탕으로 정리하였다.

담화는 읽기와 말하기 등 구어적 의사소통을 말한다. 토의하기, 질문하고 발표하기, 설명하기 등 수업시간에 교사와 학생 간 또는 학생과 학생 간에 이루어지는 수학적 대화들을 말한다. 표현은

쓰기 중심으로 문어적 의사소통을 말한다. 다른 사람에게 자신의 생각을 전달하기 위해 글, 그림, 표, 그래프 등으로 나타내거나 두 가지 이상 복합적으로 나타낸 것을 말한다. 조작은 신체활동, 조작활동, 놀이나 게임활동 등의 방법으로 수학에 관한 자신의 생각이나 의견을 나타내는 것을 말한다. 신체활동은 학급에서 약속된 의사표현이나 몸의 일부를 단위로 길이재기 등과 같은 활동으로 자신의 수학적 생각을 표현하는 것을 말한다. 조작활동은 모양을 보고 쌓기나무 쌓기나 도형 돌리기 활동과 같이 구체물을 조작하여 자신의 의견을 나타내는 것이다. 수학 관련 놀이나 게임 활동 중에서도 주사위나 카드 등과 같은 구체물 조작활동이 주로 이루어지는 경우는 조작 중심 유형이라 할 수 있다.

복합은 본 연구에서 새롭게 정의한 유형으로 표현·담화·조작 중 두 가지 이상 같은 비중으로 중요할 경우를 말한다. 최근 많이 찾아볼 수 있는 멀티미디어 자료 활용 수업의 경우 위의 담화·표현·조작 중 어느 하나로 설명하기가 어렵다. 예를 들어 수학과 관련된 동영상, 화상채팅, 컴퓨터 시뮬레이션 활용 수업에서는 동영상의 경우 담화와 표현, 화상채팅의 경우도 담화와 표현, 컴퓨터 시뮬레이션의 경우 담화와 표현, 혹은 담화와 조작, 조작과 표현 등으로 두 가지 이상의 유형이 복합적으로 나타나기 때문이다. 선행 연구 들 중 컴퓨터 활용 수업에 대해 언급은 하였으나 특별히 수학적 의사소통 유형의 일부로 포함시키지 않고 컴퓨터 상에서 수학적 의사소통을 할 수 있다고 제시한 연구들은 찾아볼 수 있다(이종희·김선희, 2002b; Thompson & Chappell, 2007). D.R.O.C 유형에 대해 요약하면 <그림 II-1>과 같다.



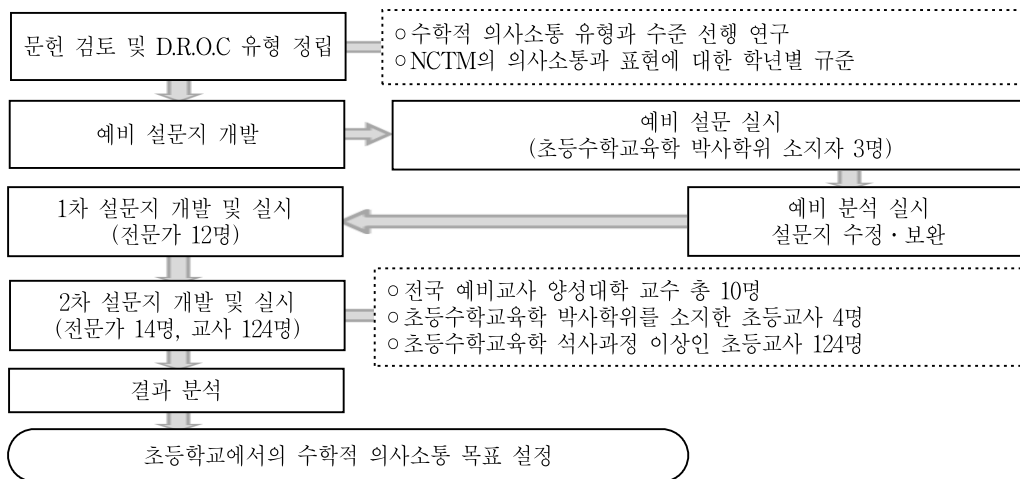
<그림 II-1> 수학적 의사소통에 대한 D.R.O.C 유형

III. 연구 방법 및 절차

1. 연구 절차

객관성과 타당성을 갖는 목표 설정을 위해 설문지 기법과 델파이(Delphi) 기법을 응용하여 질문지

를 개발·조사하였다. 먼저 초등수학교육 전문가에게 수학적 의사소통의 유형(D.R.O.C 유형)과 저·중·고학년에 적합한 성취요소를 추출하고자 개방형 예비검사 질문지를 개발하였다. 이 질문지를 초등수학교육학 박사학위 소지자 3명에게 예비 검사를 하여 측정도구에 대한 검증을 실시하였고, 목표 설정을 위한 1차 질문지를 전문가에게 실시하였다. 1차 질문지 응답에서 나타난 유형 및 학년군별 성취요소들을 정리하고 전문가에 의한 내용의 적절성을 검토 받아 수정·보완하여 2차 질문지를 개발하였다. 2차 질문지는 전문가, 초등수학교육을 전공하는 석사과정 이상의 교사, 경인초등수학교육연구회 회원을 대상으로 실시하였다. 2차 질문지에 응답한 자료를 분석하여 초등학교에서 저·중·고학년에 적절한 수학적 의사소통 목표를 설정하였다. 연구 절차를 요약하여 제시하면 <그림 III-1>과 같다.



<그림 III-1> 수학적 의사소통 성취요소 및 목표 설정을 위한 연구 절차

2. 연구 대상

연구 대상은 초등수학교육의 전문가와 초등수학교육을 상대적으로 더 공부하거나 관심이 많은 초등학교 교사이다. 초등수학교육의 전문가는 초등수학교육학 박사학위 소지자로서 초등 예비 교사 양성 대학의 교수, 교육관련 기관에서 초등수학교육 연구자 및 초등 교사를 말한다. 초등수학교육을 상대적으로 더 공부하거나 관심이 많은 초등학교 교사로는 초등수학교육학을 전공하는 석사과정 혹은 석사학위를 소지한 초등교사와 경인초등수학교육연구회 회원인 교사를 포함하였다.

위와 같이 연구 대상을 선정한 이유는 이상적인 수학적 의사소통에 대한 목표 설정을 위해서는 초등수학교육에 대한 전문적인 지식을 갖고 있거나 수학 수업에 대한 연구를 많이 하는 사람이어야, 목표설정에 대한 의견을 본인의 경험을 토대로 객관적이고 타당성 있는 근거를 들 수 있다고 판단하

였기 때문이다. 최종 설문지인 2차 설문지에 대한 응답자 수는 <표 III-1>과 같다. 초등수학교육학을 전공하는 박사과정 중인 초등교사는 석사학위를 소지한 교사에 포함하였고, 경인초등수학교육연구회 회원들 중에서 석사과정 중인 교사와 석사학위를 소지한 교사의 수는 앞에 포함되었으며, 경인초등수학교육연구회 회원인 교사에 포함시키지 않았다.

<표 III-1> 2차 설문지 실시 대상 표집 현황

초등수학교육 전문가(명)	전국 초등예비교사 양성대학 교수		박사학위를 소지한 초등학교 교사	총계
		10		4
초등학교 교사(명)	석사학위를 소지한 교사	석사과정 중인 교사	경인초등수학교육연구회 회원인 교사	총계
	79	26	19	124

3. 측정 도구

수학적 의사소통 목표 설정을 위해서는 예비 질문지, 1차 질문지, 2차 질문지의 단계로 개발하였다. 이 질문지는 통계프로그램을 활용하여 신뢰도와 타당도를 검증하기보다 전문가에 의해 내용이 적절한지 타당도 검증을 하였다. 개발과정을 단계별로 살펴보도록 한다.

1) 목표설정을 위한 예비 질문지 개발 및 검증

예비 설문지는 객관적이고 타당성이 있는 수학적 의사소통 목표 설정을 위한 어떠한 성취요소를 제시할 것인가를 조사하는 것이 목적이다. 따라서 이론적 배경을 바탕으로 본 연구에서 선정한 수학적 의사소통 유형인 D.R.O.C 유형에 따라 전문가들이 목표설정을 위한 성취요소를 자유롭게 써주는 과정이 요구되었다. 예비 설문지에서는 전문가에게 D.R.O.C 유형을 소개하고, 초등학교 1~2학년을 저학년, 3~4학년을 중학년, 5~6학년을 고학년으로 정하여 학년군에 따른 유형별 목표를 어떤 제한도 두지 않고 실시하였다.

초등수학교육 전문가 3명에게 예비 질문지에 대한 답변을 받았고, 예비 질문지에 대한 검토가 이루어졌다. 전문가의 검증 내용은 첫째, 텔파이 기법에 따라 개방형 질문지를 제시하였으나 수학적 의사소통 유형을 연구자가 선정한 것이고 응답해야 할 사람들은 아직 생소하므로 구체적인 안내가 필요하다고 지적하였다. 둘째, 네 개의 유형과 저·중·고학년의 분류에 의해 질문이 12개가 되었는데 반복적이면서도 매우 복잡해 보이는 구조여서 깔끔한 문항 구조로 개선할 필요가 있다고 지적하였다.

2) 목표설정을 위한 1차 질문지 개발 및 검증

예비 질문지에 대한 전문가들의 의견을 수렴하여 수정·보완한 1차 질문지는 문항을 더 간결하게

수정하였으며, 1쪽에 연구의 의도와 D.R.O.C 유형에 대한 설명을 상세하게 안내하였다. 1차 질문지의 예시는 다음과 같다.

1. 말하기 듣기가 우선인 담화 중심 수업에서 저·중·고학년에 제시될 목표에 포함되면 좋겠다고 생각하시는 것을 단어나 문장형태로 나열해주시시오.(예: 다른 사람의 의견을 듣고 질문하기, 자신의 생각을 조리 있게 말하기 등)

- ① 담화 중심 수업 - 저학년 목표
- ② 담화 중심 수업 - 중학년 목표
- ③ 담화 중심 수업 - 고학년 목표

1차 질문에 대해 초등수학교육 전문가 10명이 응답을 해주었다. 10명의 의견을 종합하여 중복되거나 공통성이 있는 것을 한 성취요소로 줄여서 정리하였다. 1차 질문지의 응답 결과를 종합한 것을 바탕으로 유형별 및 학년군별 성취요소와 목표를 설정하고, 전문가의 검토를 거쳐 2차 질문지를 개발하였다. 담화 중심의 고학년 성취요소에 대한 의견을 종합한 것을 예로 들면 다음과 같다.

- 설명을 듣고 정리·요약하여 말하기
- 다른 사람의 생각을 주의 깊게 듣고, 자신의 생각을 조리 있게 설명하거나 정당화하기
- 수학에 대한 자신의 생각을 정당화하기
- 다른 사람의 의견을 듣고 비평하기
- 다른 사람의 의견을 듣고 재구성하여 설명하기
- 특정 수학적 상황을 표현한 부분을 서로 비교·평가·개선하기
- 자신의 생각과 다른 사람의 생각을 비교하여 나타내기,
- 자신의 새로운 생각을 전달하기
- 다른 사람의 의견을 존중하여 듣기
- 자신의 생각을 조리 있게 말하기

3) 2차 질문지 개발 및 검증

1차 질문지에 응답한 내용을 수렴하고, 우리나라 교육과정의 목표 및 학습 내용과 NCTM(2000)을 고려하여 2차 질문지를 개발하였다. 성취요소는 수학적 의사소통 유형과 학년군별 연계성을 고려하여 선정하고 ‘~하기’의 형태로 나타내었으며 목표는 성취요소 전반을 아우르는 내용과 받아들이고 표출하는 형태가 모두 포함되도록 문장으로 제시하였다.

성취요소는 유형과 학년군의 수준을 고려하여 ‘적절한가? 부적절한가?’를 체크하도록 체크리스트 형태로 개발하였다. 부적절한 경우에는 부적절하다고 판단한 이유를 기술하도록 하고, 질문에 제시한 성취요소 이외에 더 포함시킬 성취요소가 있을 경우나 다른 의견이 있을 경우에 의견을 쓸 수 있도록 기타 의견란을 추가하였다. 학년군별 성취요소나 목표는 학년군별로 제시된 성취요소와 목표만 도달한다는 의미가 아니고 고학년의 경우 저학년 성취요소와 목표 및 중학년 성취요소와 목표를 포함하는 것이며, 중학년의 경우 저학년 성취요소와 목표를 포함하는 것으로 안내하였다.

한 유형에 대하여 저·중·고학년의 성취요소를 체크하고 의견을 작성한 후에 바로 그 유형에 따른 저·중·고학년의 목표를 한 문장으로 제시한 것에 대한 의견을 기술하도록 하였다. 내용면이나 형식면에서 다른 의견이 있을 경우 자유롭게 쓸 수 있도록 서술형 질문지로 구성하였다.

4. 자료 수집 및 분석 방법

연구 대상자 중 초등수학교육 전문가에게 1차 및 2차 질문지를 e-mail로 발송하고 전화로 질문에 응해줄 것을 요청하였다. 대학교수는 대학홈페이지에 제시된 e-mail 주소로 질문지를 첨부하여 발송하고 연구실 전화로 요청을 하려 하였으나 45%정도만 직접 통화가 가능하였다. 그러나 <표 III-2>에서 알 수 있듯이 e-mail로 자료를 발송한 49명에 비해 답변을 해준 교수는 10명으로 요구에 대한 답변 회수율은 20.41% 정도로 낮았다. 초등수학교육 전문가는 총 14명이 응답을 해주었다. 초등수학교육에 관심이 높은 교사도 대부분 e-mail을 통해 질문지를 발송하고 핸드폰 문자로 응해줄 것을 요청하였다. e-mail 혹은 직접 부탁하여 질문지 응답 요청을 한 연구대상자는 219명이고 응답을 한 교사는 124명으로 회수율은 56.62%였다.

<표 III-2> 2차 설문지 답변 요청 및 회수 현황

연구대상	초등수학교육 전문가			초등수학교육에 관심이 높은 교사			
	초등예비교사 양성대학 교수	박사학위를 소지한 초등학교 교사	총계	석사학위를 소지한 교사	석사과정 중인 교사	경인초등수학 교육연구회 회원인 교사	총계
요청한 수(명)	49	7	55	164	37	18	219
응답자수(명)	10	4	14	89	21	14	124
회수율(%)	20.41	57.14	25.45	54.27	56.76	77.78	56.62

2차 질문지에 대한 분석방법은 첫째, 질문지를 유형별로 분류하여 유형별 성취요소에 따른 적절과 부적절의 체크 빈도 분석을 하였다. 적절에 체크된 요소가 90%이상일 경우 성취요소가 적절한 것으로 판단하였으며, 부적절 응답률이 10%이상인 경우를 집중적으로 분석하였다. 부적절에 체크가 많이 된 경우 판단 근거로 기술된 사항을 모두 모아 공통점을 찾고 공통적으로 기술된 근거들은 객관성을 띄고 있다고 판단하여 성취요소에 대한 수정 근거로 삼았다. 또한 한 문장으로 진술한 유형별 목표 내용과 형식에 대해 기술한 의견들의 공통점을 추출하여 2차 질문지에 진술한 목표를 다시 수정하였다. 이런 전문가의 의견들을 수렴하고 분석하여 수정·보완한 유형별 성취요소와 목표를 본 연구에서 초등학교 수학적 의사소통 목표로 제시하였다.

IV. 연구 결과

1. 담화 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표의 적절성 제고

담화 중심의 수학적 의사소통에 대한 적절성 빈도 분석은 <표 IV-1>과 같다. 담화 중심 저학년 성취요소 중 ‘들은 대로 나타내기’는 전문가 중 3명이 부적절하다고 응답하였다. 그 이유는 나타내기는 표현이 불명확하여 표현이나 복합유형에 더 가깝다는 것이다. 즉 ‘듣고 그대로 말하기’의 형태로 수정이 필요하다고 제안하였다. 또한, ‘질문하고 다른 사람의 답을 듣기’도 3명이 부적절하다고 응답하였는데 그 이유는 다른 사람의 답을 듣는 것도 다른 사람의 의견을 듣고 이해하기에 포함되는 것이라는 의견과 듣기라는 것이 구체적인 확인이 어렵다는 의견, 저학년 수준에 어렵다는 의견이 있었다.

중학년에서의 담화 중심 성취요소 중 ‘다른 사람의 의견을 듣고 자신의 생각을 수학적으로 설명하기’가 부적절하다는 응답자가 전문가 중 2명이었다. 그 이유로는 수학적으로라는 표현이 그 요소에만 들어간 것이 부적절하며 만약에 넣으려면 다른 성취요소에도 모두 넣어야 적절하다는 의견이 있었고, 다른 성취요소와 중복되는 내용이라는 의견이 있었다.

고학년의 성취요소에서는 ‘다른 사람의 의견을 존중하여 듣기’는 전문가 중 6명이 부적절하다고 응답하였다. 그 이유로는 저학년부터 강조되어야 한다는 의견이 4명, 일반적인 태도이며 확인이 어려우므로 목표에 적절하지 않다는 의견이 2명이었다. ‘다른 사람의 의견을 듣고 비평하기’는 전문가 중 3명이 부적절하다고 응답하였으며 그 이유는 중학년의 반박하기와 구분하기 힘들다는 의견과 비평이라는 용어를 구체적으로 표현해주어야 한다는 의견, 그리고 고학년 수준에 너무 어렵다는 의견이 있었다. ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 창의적으로 연결하여 설명하기’도 3명이 부적절하다고 응답하였다. 그 이유로 의미가 불명확하다는 의견과 창의성을 의사소통 영역에서 목표로 설정하기에 부적절하다는 의견과 고학년 수준에서 어렵다는 의견이 있었다. 담화 중심 유형에서 고학년 성취요소에 대한 기타의견으로 적절한 수학적 갈등상황을 제시하여 의사소통을 유도하는 것이 가능하지 않을까 하는 제안이 있었다.

<표 IV-1> 담화 중심의 수학적 의사소통 성취요소에 대한 적절성 빈도 분석

학년	성취요소	전문가(N=14)		교사(N=124)	
		적절함	응답률(%)	적절함	응답률(%)
저	• 다른 사람의 의견을 듣고 이해하기	13	92.9	118	95.2
	• 다른 사람의 의견을 듣고 질문하기	13	92.9	110	88.7
	• 다른 사람의 질문을 듣고 답하기	13	92.9	119	96.0
	• 들은 대로 나타내기	11	78.6	111	89.5
	• 질문하고 다른 사람의 답을 듣기	11	78.6	117	94.4
	• 자신의 생각을 설명하기	13	92.9	119	96.0

	• 해당 학년에 적합한 수학적 용어를 선택하여 주어진 수학적 상황에 사용하기	13	92.9	115	92.7
중	• 다른 사람의 의견을 듣고 옳고 그름을 판단하기	13	92.9	119	96.0
	• 다른 사람의 의견을 듣고 자신의 생각을 수학적으로 설명하기	12	85.7	115	92.7
	• 다른 사람의 의견을 듣고 보충 설명하기	13	92.9	120	96.8
	• 다른 사람의 의견을 듣고 반박하기	14	100	115	92.7
	• 다른 사람의 해결방법과 다른 해결방법 제시하기	14	100	118	95.2
	• 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다른 사람의 해결방법과 연결 지어 설명하기	13	92.9	107	86.3
고	• 다른 사람의 의견을 존중하여 듣기	8	57.1	120	96.8
	• 설명을 듣고 정리·요약하여 말하기	13	92.9	118	95.2
	• 다른 사람의 의견을 듣고 비평하기	11	78.6	117	94.4
	• 다른 사람의 의견을 듣고 재구성하여 설명하기	13	92.9	119	96.0
	• 두 가지 이상의 다른 해결방법에 대해서 비교·분석하기	14	100	119	96.0
	• 다른 사람의 의견을 듣고 대안을 제시하기	13	92.9	114	91.9
	• 자신의 생각을 설명하거나 정당화하기	14	100	121	97.6
	• 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 창의적으로 연결하여 설명하기	11	78.6	118	95.2

교사의 반응은 <표 IV-1>에서 볼 수 있듯이 전문가의 반응과 다른 것이 많았다. 담화 중심의 성취요소 중 부적절에 체크한 응답률이 10%를 넘는 것은 저학년에서 ‘다른 사람의 의견을 듣고 질문하기’와 ‘들은 대로 나타내기’가 있었고, 중학년에서 ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다른 사람의 해결방법과 연결 지어 설명하기’가 있었으며 고학년에서는 없었다. ‘다른 사람의 의견을 듣고 질문하기’의 요소가 부적절하다고 체크한 교사들의 판단 이유는 저학년 학생들의 특성 상 다른 사람의 의견을 듣고 질문하는 것은 어렵다고 대부분 기술하고 있었다. ‘들은 대로 나타내기’는 구체화할 필요가 있으며 담화 중심에 대한 성취요소이므로 ‘들은 대로 말하기’로 수정하는 것이 바람직하다는 의견이 많았다. 들은 대로 행동하기가 되면 조작 중심, 들은 대로 다양한 방법으로 표현하기는 표현 중심의 성취요소로 가는 것이 적절하다는 의견이다. 이 요소에 대한 의견은 전문가의 의견과 비슷하며, 전문가와 교사 모두 10%이상이 부적절로 응답하여 수정할 필요가 있다고 판단하였다.

중학년 성취요소 중 ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다른 사람의 해결방법과 연결 지어 설명하기’에 대한 부적절 판단 이유로 중학년 수준에서 너무 어려울 것 같다는 의견이 8명이었고, 문구가 명확하지 않고 이해가 가지 않는다는 의견이 4명, ‘다른 사람의 해결 방법과 연결 지어 설명하기’보다는 ‘자신의 해결 방법과 연결 지어 설명하기’로 수정하는 것이 좋겠다는 의견도 있었다. 이 요소에 대해 전문가들은 90%이상이 적절하다고 체크하였으나 교사들이 볼 때 요소에 대한 이해가 어렵고 학생의 수준에 어렵다고 판단하는 교사가 13.7%였다. 이상적인 목표를 설정하는 것이긴 하나 중학년 수준에서 몇 명만 가능할 것 같다는 의견을 받아들인다면 문구 수정 혹은 고학년으로

요소 이동이 필요하다고 판단하였다.

전문가와 교사의 의견 중 10% 이상이 부적절하다고 응답한 성취요소에 대해 판단 이유와 그에 따른 수정의 필요성 여부를 정리한 것이 <표 IV-2>이다. 수정이 필요하다고 판단한 근거는 전문가나 교사 집단의 판단 이유가 공통적으로 비슷한 의견이 많이 나온 경우 여러 사람이 같은 생각을 했기 때문이다. 저학년에서 ‘들은 대로 나타내기’는 ‘들은 대로 말하기’로 문구 수정을 하고, 중학년에서 ‘다른 사람의 의견을 듣고 자신의 생각을 수학적으로 설명하기’를 ‘다른 사람의 의견을 듣고 자신의 생각을 설명하기’로 수정하였으며, ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다른 사람의 해결방법과 연결 지어 설명하기’를 ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 연결하여 설명하기’로 수정하였다. ‘다른 사람의 의견을 존중하여 듣기’는 고학년 성취요소에서 생략하였다. ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 창의적으로 연결하여 설명하기’는 ‘해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다양한 방법으로 설명하기’로 수정하였다.

<표 IV-2> 부적절 응답이 10% 이상인 담화 중심의 성취요소에 대한 수정 여부

학년	성취요소	판단 집단		주로 기술된 판단 이유				수정 필요
		전문가	교사	문구 수정	수준 높음	중복	기타	
저	• 다른 사람의 의견을 듣고 질문하기		○		○			
	• 들은 대로 나타내기	○	○	○				○
	• 질문하고 다른 사람의 답을 듣기	○				○		
중	• 다른 사람의 의견을 듣고 자신의 생각을 수학적으로 설명하기	○					○	○
	• 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다른 사람의 해결방법과 연결 지어 설명하기		○		○			○
고	• 다른 사람의 의견을 존중하여 듣기	○					○	○
	• 다른 사람의 의견을 듣고 비평하기	○		○				
	• 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 창의적으로 연결하여 설명하기	○		○				○

수학적 의사소통 유형별 목표 수정은 성취요소의 수정에 따라 내용이 수정되었고, 전문가가 제시한 의견을 고려하여 <표 IV-3>과 같이 문구를 다듬었다. <표 IV-3>은 2차 질문지의 부적절 의견과 문구 수정에 대한 의견을 수렴하여 최종적으로 정리된 담화 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표이다.

<표 IV-3> 수정된 담화 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표

학년	성취요소	목표
저	• 다른 사람의 의견을 듣고 이해하기	다른 사람의 의견을 듣고 이해할 수 있으며, 질문을 하거나 질문에 답할 수 있고 자신의 생각을 수학적 용어를 사용
	• 다른 사람의 의견을 듣고 질문하기	
	• 다른 사람의 질문을 듣고 답하기	

	<ul style="list-style-type: none"> • 들은 대로 말하기 • 질문하고 다른 사람의 답을 듣기 • 자신의 생각을 설명하기 • 해당 학년에 적합한 수학적 용어를 선택하여 주어진 수학적 상황에 사용하기 	하여 설명할 수 있다.
중	<ul style="list-style-type: none"> • 다른 사람의 의견을 듣고 옳고 그름을 판단하기 • 다른 사람의 의견을 듣고 자신의 생각을 설명하기 • 다른 사람의 의견을 듣고 보충 설명하기 • 다른 사람의 의견을 듣고 반박하기 • 다른 사람의 해결방법과 다른 해결방법 제시하기 • 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 연결하여 설명하기 	다른 사람의 의견을 듣고 옳고 그름을 판단할 수 있으며, 보충 설명이나 의견에 대한 반박을 할 수 있고, 자신의 생각을 수학적 개념과 원리를 사용하여 설명할 수 있다.
고	<ul style="list-style-type: none"> • 설명을 듣고 정리·요약하여 말하기 • 다른 사람의 의견을 듣고 비평하기 • 다른 사람의 의견을 듣고 재구성하여 설명하기 • 두 가지 이상의 다른 해결방법에 대해서 비교·분석하기 • 다른 사람의 의견을 듣고 대안을 제시하기 • 자신의 생각을 설명하거나 정당화하기 • 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 다양한 방법으로 설명하기 	다른 사람의 의견을 듣고 비평하거나 정리·요약하여 다시 말할 수 있으며, 자신의 생각을 수학적 개념이나 원리를 사용하여 다른 사람의 해결방법과 연결하거나 재구성하여 설명하고 정당화할 수 있다.

2. 표현 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표의 적절성 제고

표현 중심의 수학적 의사소통 성취요소에 대한 적절성 분석 결과는 <표 IV-4>와 같다. 먼저 전문가가 10%이상 부적절하다고 제시한 것 중 저학년을 살펴보면 ‘주어진 글이나 그림을 이해하기’는 “추상적이고 목표도달 여부를 확인하기가 어렵다”는 의견이다. 구체적이고 행동적인 의미로 ‘주어진 글이나 그림을 읽고 자신의 수학적 용어로 나타내기’로 수정하는 것이 좋겠다는 의견도 있었다. ‘들은 내용을 상황에 맞게 나타내기’는 2명이 부적절하다고 응답하였는데 2명의 부적절 판단 이유가 모두 “불분명하여 더 구체적이고 명확한 문구로 수정할 필요가 있다”는 의견이었다. ‘단답형 답 쓰기’는 그 자체가 목표가 될 수 없다는 의견이 3명이었고, 단답형도 ‘자신의 생각을 글로 나타내기’에 포함시켜도 되겠다는 의견이 1명 있었다. ‘자신의 생각을 글로 나타내기’와 ‘자신의 생각을 식으로 나타내기’는 공통적으로 저학년 수준에 어렵다는 의견이 2명씩 있었다.

전문가의 의견 중 중학년 성취요소를 살펴보면 ‘자신의 생각을 표로 간단하게 나타내기’와 ‘자신의 생각을 그래프로 간단하게 나타내기’에서 간단하게라는 용어를 불필요한 용어라는 지적이 있었다. ‘활동한 것을 상황에 맞게 나타내기’는 저학년과 중학년에서 자신의 생각을 여러 가지 방법으로 나타내기와 중복된다는 의견과 너무 구체적이라는 의견이 있었다. ‘식을 보고 문장제로 나타내기’는 저학년 학습 내용에도 있기 때문에 저학년으로 내려 가야한다는 의견과 너무 구체적이라는 이유를 제시했다.

교사들은 저학년에서 ‘들은 내용을 상황에 맞게 나타내기’와 중학년에서 ‘자신의 생각을 그래프로 간단하게 나타내기’, ‘활동한 것을 상황에 맞게 나타내기’에 대해 10%이상이 부적절하다고 응답하였다. ‘들은 내용을 상황에 맞게 나타내기’는 불명확하고 이해하기 어려워 문장의 수정이 필요하다는 의견이 5명, 저학년에게 어렵다는 의견이 4명이었다. 예를 들어 사과가 5개 있고 귤이 3개 있으면 모두 몇 개인지 알아보는 문제 상황에서 학생들이 사과와 귤을 같은 동그라미 혹은 모양이 다른 도형으로 간단히 그려보고 문제를 해결하거나 ‘사사사사사 귤귤귤’과 같이 글로도 표현해보고 세어 볼 수도 있을 것이다. 이 성취요소는 이렇게 수학적 상황을 고려한 다양한 표현을 통해 문제를 해결하는 것을 말하는데 성취요소 문구가 쉽게 이해되지 않아서 수정이 필요하다.

<표 IV-4> 표현 중심의 수학적 의사소통 성취요소에 대한 적절성 분석

학년	성취요소	전문가(N=14)		교사(N=124)	
		적절함	응답률(%)	적절함	응답률(%)
저	• 주어진 글이나 그림을 이해하기	11	78.6	123	99.2
	• 들은 내용을 상황에 맞게 나타내기	12	85.7	110	88.7
	• 단답형 답 쓰기	10	71.4	116	93.5
	• 자신의 생각을 글로 나타내기	12	85.7	116	93.5
	• 자신의 생각을 그림으로 나타내기	13	92.9	121	97.6
	• 자신의 생각을 식으로 나타내기	10	71.4	117	94.4
	• 해당 학년에 적합한 수학적 기호나 표현방법을 사용하여 나타내기	13	92.9	121	97.6
중	• 주어진 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프를 읽고 옳고 그름을 판단하기	14	100	120	96.8
	• 자신의 생각을 표로 간단하게 나타내기	12	85.7	116	93.5
	• 자신의 생각을 그래프로 간단하게 나타내기	12	85.7	110	88.7
	• 활동한 것을 상황에 맞게 나타내기	12	85.7	108	87.1
	• 식을 보고 문장제로 나타내기	11	78.6	118	95.2
	• 다른 사람의 표현방법과 다른 표현방법을 제시하기	13	92.9	117	94.4
	• 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 식(기호)이나 글로 나타내기	13	92.9	122	98.4
고	• 주어진 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프를 읽고 비평하기	14	100	114	91.9
	• 자신의 생각을 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프 중 효율적인 방법을 선택하여 나타내기	14	100	119	96.0
	• 자신의 생각을 2가지 이상의 표현 방법으로 나타내기	14	100	118	95.2
	• 주어진 여러 가지 수학적 표현들을 읽고 종합하여 글이나 말로 나타내기	13	92.9	119	95.2
	• 주어진 수학적 내용을 듣거나 읽고 재구성하여 다양한 표현 방법으로 나타내기	14	100	122	98.4
	• 자신의 생각을 설명하거나 정당화를 돕기 위한 내용을 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프 등으로 나타내기	14	100	121	97.6
	• 해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 연결하여 창의적인 표현방법으로 나타내기	14	100	121	97.6

중학년의 성취요소 중에서 ‘자신의 생각을 그래프로 간단하게 나타내기’에서 부적절하다고 판단한 이유로 ‘자신의 생각을’ 혹은 ‘간단하게’라는 내용이 애매모호하여 문구 수정이 필요하다는 의견이 3명, 그래프 그리기는 중학년보다 고학년으로 가야한다는 의견이 5명이었다. ‘활동한 것을 상황에 맞게 나타내기’에서는 성취요소 자체가 이해가 잘 안 되고 구체적이지 못하다는 의견이 8명이었다. 이 요소에 대해 ‘문제 상황을 식, 표, 그래프 등으로 간단히 나타내기’로 수정하면 좋겠다는 의견도 있었다. 부분 구체적으로 문구를 수정하여야 한다는 의견을 제시하였다. ‘활동한 것을 상황에 맞게 나타내기’는 수학적 시간에 조작 활동을 해보고 그것을 말로 설명하는 것이 아니라 조작 활동이나 신체 표현을 통해 알게 된 수학적 내용에 대해 글, 그림, 식, 그래프 등으로 나타내는 것을 성취요소로 정리한 것이다. 그러나 전문가와 교사 집단 모두 10%이상이 무엇을 뜻하는지 이해가 잘 되지 않고 구체적이지 못해 부적절하다고 판단했기 때문에 의미가 통하도록 문구 수정이 필요하다.

<표 IV-5> 부적절 응답이 10% 이상인 표현 중심의 성취요소에 대한 수정 여부

학 년	성취요소	판단 집단		주로 기술된 판단 이유				수정 필요
		전문가	교사	문구 수정	수준 높음	중복	기타	
저	• 주어진 글이나 그림을 이해하기	○					○	
	• 들은 내용을 상황에 맞게 나타내기	○	○	○	○			○
	• 단답형 답 쓰기	○					○	○
	• 자신의 생각을 글로 나타내기	○			○			
	• 자신의 생각을 식으로 나타내기	○			○			
중	• 자신의 생각을 표로 간단하게 나타내기	○		○				○
	• 자신의 생각을 그래프로 간단하게 나타내기	○	○	○	○			○
	• 활동한 것을 상황에 맞게 나타내기	○	○	○				○
	• 식을 보고 문장제로 나타내기	○				○		

<표 IV-5>에서 10%이상이 부적절하다고 응답한 성취요소에 대한 판단이유와 수정 여부를 정리하였다. 저학년에서 ‘들은 내용을 상황에 맞게 나타내기’는 ‘문제를 듣고 수학적 요소를 글이나 그림으로 표현하기’로 수정하고, 단답형 답 쓰기는 저학년 성취요소에서 삭제하였다. 중학년 성취요소 중 ‘자신의 생각을 표로 간단하게 나타내기’와 ‘자신의 생각을 그래프로 간단하게 나타내기’에서 간단하게를 생략하여 ‘자신의 생각을 표로 나타내기’, ‘자신의 생각을 그래프로 나타내기’로 수정하였다. ‘활동한 것을 상황에 맞게 나타내기’는 ‘구체물 조작활동, 신체 표현 활동을 통해 알게 된 수학적 내용을 글, 그림, 식, 표, 그래프 등으로 나타내기’로 수정하였다. <표 IV-6>은 수정된 표현 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표를 정리한 것이다.

<표 IV-6> 수정된 표현 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표

학년	성취요소	목표
저	• 주어진 글이나 그림을 이해하기	글이나 그림으로 나타낸 수학적 내용을

	<ul style="list-style-type: none"> •문제를 듣고 수학적 요소를 글이나 그림으로 표현하기 •자신의 생각을 글로 나타내기 •자신의 생각을 그림으로 나타내기 •자신의 생각을 식으로 나타내기 •해당 학년에 적합한 수학적 기호나 표현방법을 사용하여 나타내기 	<p>읽고 이해할 수 있으며, 자신의 생각을 수학적 기호나 표현 방법을 사용하여 글·그림·간단한 식으로 나타낼 수 있다.</p>
중	<ul style="list-style-type: none"> •주어진 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프를 읽고 옳고 그름을 판단하기 •자신의 생각을 표로 나타내기 •자신의 생각을 그래프로 나타내기 •구체물 조작활동, 신체 표현 활동을 통해 알게 된 수학적 내용을 글, 그림, 식, 표, 그래프 등으로 나타내기 •식을 보고 문장제로 나타내기 •다른 사람의 표현방법과 다른 표현방법을 제시하기 •해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 식(기호)이나 글로 나타내기 	<p>글, 그림, 식, 표, 그래프 등으로 나타난 수학적 내용을 읽고, 옳고 그름을 판단하고, 자신의 생각을 수학적 기호와 표현방법을 고려하여 다양하게 나타낼 수 있으며, 수학적 개념이나 원리를 식(기호)이나 글로 나타낼 수 있다.</p>
고	<ul style="list-style-type: none"> •주어진 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프를 읽고 비평하기 •자신의 생각을 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프 중 효율적인 방법을 선택하여 나타내기 •자신의 생각을 2가지 이상의 표현 방법으로 나타내기 •주어진 여러 가지 수학적 표현들을 읽고 종합하여 글이나 말로 나타내기 •주어진 수학적 내용을 듣거나 읽고 재구성하여 다양한 표현 방법으로 나타내기 •자신의 생각을 설명하거나 정당화를 돕기 위한 내용을 글, 그림, 식(기호), 표, 그래프 등으로 나타내기 •해당 학년에 적합한 수학적 개념이나 원리를 연결하여 창의적인 표현방법으로 나타내기 	<p>다양한 수학적 표현을 읽고 비평할 수 있고, 효율적인 표현 방법을 사용하여 자신의 생각을 종합·재구성·정당화할 수 있으며, 수학적 개념이나 원리를 연결하여 창의적인 표현 방법으로 나타낼 수 있다.</p>

3. 조작 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표의 적절성 제고

조작 중심의 수학적 의사소통 성취요소에 대한 적절성 분석 결과는 <표 IV-7>에서 알 수 있듯이 전문가는 저학년 성취요소 중 2개, 고학년 성취요소 중 1개, 교사는 저학년 성취요소 2개, 중학년 성취요소 1개에 대해 부적절하다는 반응이 10%이상이었다. 먼저 전문가들의 의견에서는 저학년에서 ‘다른 사람의 몸짓, 표정으로 드러난 수학적 의미 찾기’는 수학학습과 상관이 없어 보인다는 의견이 1명, ‘수학적 의미 찾기’가 확인하기 곤란하기 때문에 부적절하다는 의견이 1명이었다. 요즘은 수학적 상황을 마음이나 행동으로 제시하고 학생들이 거기서 수학적 요소를 끌어내는 활동을 저학년에서 하는 경우가 있다. 다른 사람의 몸짓, 표정이라는 것은 일상생활에서 나타나는 몸짓과 표정이 아니라 수학적 상황을 제시하기 위한 의도된 몸짓과 표정을 의미한다. 이러한 의미와 관련지어 ‘자신의 생각을 몸짓, 표정 등을 사용하여 나타내기’는 학생들이 수학적 상황을 몸짓이나 표정 등으로 표현해보는 활동을 해보는 것을 의미한다. 부적절하다고 판단한 전문가의 의견으로는 수학학습과 상관이 없어 보인

다는 의견과 ‘자신의 생각’이라는 표현 보다 ‘자신의 수학적 아이디어’가 더 명확한 표현이라고 제시한 의견이 있었다. 고학년 성취요소 중에서 ‘복잡한 게임이나 놀이 방법을 이해하기’에 대한 부적절 판단 이유는 이해하기가 확인하기 곤란하다는 의견과 ‘복잡한 게임이나 놀이 방법을 알고 참여하기’라고 하는 것이 더 적합하다는 의견이었다.

교사들의 응답 중 10%이상 부적절하다고 응답한 성취요소로는 저학년에서 전문가의 의견에서도 나타났던 ‘다른 사람의 몸짓, 표정으로 드러난 수학적 의미 찾기’, ‘자신의 생각을 몸짓, 표정 등을 사용하여 나타내기’이다. 두 요소 모두 이해하기가 어렵고 너무 생소하다는 의견이 있었고, 수학과 관련되기 보다는 국어나 체육과 관련된 것이 아닐까라는 의견도 있었다. 특히 ‘다른 사람의 몸짓, 표정으로 드러난 수학적 의미 찾기’는 저학년이 수학적 의미를 찾는다는 것이 어려울 것이라는 의견이 많았다. 부적절하다는 반응이 다른 성취요소에 비해 상대적으로 많이 나온 이유를 살펴보면 수학기간에 학생들이 행동으로 수학을 이해하거나 문제 상황을 제시하는 활동을 해본 적이 없고 생소하기 때문이다. 이 반응을 보면서 목표를 제시하고 목표에 대한 이해를 돕기 위해 수업 상황에 대한 예시를 제시하면 교사들이 쉽게 이해를 할 것이라는 판단을 하게 되었다.

<표 IV-7> 조작 중심의 수학적 의사소통 성취요소에 대한 적절성 분석

학년	성취요소	전문가(N=14)		교사(N=124)	
		적절함	응답률(%)	적절함	응답률(%)
저	• 다른 사람의 몸짓, 표정으로 드러난 수학적 의미 찾기	11	78.6	101	81.5
	• 자신의 생각을 몸짓, 표정 등을 사용하여 나타내기	12	85.7	108	87.1
	• 자신의 생각을 구체물 조작활동을 통해 나타내기	13	92.9	123	99.2
	• 구체물 조작 활동 방법을 이해하고 참여하기	13	92.9	123	99.2
	• 간단한 놀이나 게임의 방법을 이해하고 참여하기	13	92.9	124	100.0
	• 따라 하거나 흉내 내기를 통해 수학적 아이디어 찾기	13	92.9	114	91.9
	• 해당 학년에 적합한 신체표현, 구체물 조작, 놀이나 게임을 하면서 그에 따른 수학 용어를 사용하여 말하기	13	92.9	119	96.0
중	• 수학적 생각을 다른 사람에게 효과적으로 전달하기 위해 몸짓, 표정을 의도적으로 사용하며 설명하기	13	92.9	106	85.5
	• 수학 교구나 구체물 조작으로 문제를 해결하고 그 과정 설명하기	13	92.9	123	99.2
	• 수학 놀이나 게임에서 이기는 전략을 찾으며 참여하기	13	92.9	123	99.2
	• 해당 학년에 적합한 신체표현, 구체물 조작, 놀이나 게임을 통해 수학적 아이디어 찾기	14	100	124	100.0
고	• 다양한 조작활동을 비교·분석하기	14	100	120	96.8
	• 복잡한 게임이나 놀이 방법을 이해하기	12	85.7	120	96.8
	• 수학 놀이나 게임에 내재된 수학적 원리를 이해하기	13	92.9	123	99.2
	• 주어진 문제 상황에 적절한 수학교구를 선택하여 활용하고 그 해결 과정을 상세히 나타내기	13	92.9	119	96.0
	• 해당 학년에 적합한 수학적 내용을 응용하여 신체표현, 구체물 조작, 놀이나 게임을 새롭게 만들어 수학적 개념이나 원리와 연결 지으며 참여하기	14	100	120	96.8

중학년 성취요소 중 ‘수학적 생각을 다른 사람에게 효과적으로 전달하기 위해 몸짓, 표정을 의도적으로 사용하며 설명하기’에 대한 부적절 의견으로는 몸짓과 표정으로 나타내는 것은 중학년에서 적절하지 않고 저학년 성취요소로만 있는 것이 좋겠다는 의견이 3명, 우리나라 정서에 맞지 않고 생소하다는 의견이 2명, 수학적 의미를 찾기 어렵고 국어와 관련 있어 보인다는 의견이 2명, ‘몸짓, 표정에 대한 의도적인 사용’은 목표로 과한 면이 있다는 의견이 2명 등으로 나타났다.

조작 중심 성취요소 중 부적절 응답률이 10%이상인 것에 대한 판단 이유와 수정 여부를 나타낸 것이 <표 IV-8>이다. 조작 중심의 성취요소는 대부분 적절하다는 의견이 나왔으며 몸짓, 표정이 들어간 성취요소에 대해 부적절하다는 의견이 많이 나왔다.

<표 IV-8> 부적절 응답이 10% 이상인 조작 중심의 성취요소에 대한 수정 여부

학년	성취요소	판단 집단		주로 기술된 판단 이유		수정 필요
		전문가	교사	문구 수정	수준 높음	
저	• 다른 사람의 몸짓, 표정으로 드러난 수학적 의미 찾기	○	○		○	
	• 자신의 생각을 몸짓, 표정 등을 사용하여 나타내기	○	○	○		○
중	• 수학적 생각을 다른 사람에게 효과적으로 전달하기 위해 몸짓, 표정을 의도적으로 사용하며 설명하기		○	○		○
고	• 복잡한 게임이나 놀이 방법을 이해하기	○		○		○

저학년 성취요소 2개와 중학년 성취요소 1개는 수학적 의사소통 신장을 위해 학생들이 신체로 표현하고 행동으로 표현하는 활동 등이 중요시 되고 있는 국제적인 동향을 고려함과 동시에 이상적인 목표 설정이라는 취지에 맞추어 수정하지 않았다. 고학년 성취요소 중에서 ‘복잡한 게임이나 놀이 방법을 이해하기’는 다른 성취요소와 일관성을 높이기 위해 ‘복잡한 게임이나 놀이 방법을 이해하고 참여하기’로 수정하였다. <표 IV-9>는 위의 근거를 통해 수정된 조작 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표를 정리한 것이다.

<표 IV-9> 수정된 조작 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표

학년	성취요소	목표
저	• 다른 사람의 몸짓, 표정으로 드러난 수학적 의미 찾기	다른 사람의 몸짓이나 표정으로 드러난 수학적 의미를 찾을 수 있고, 신체 표현 · 구체물 조작 · 놀이나 게임 방법을 이해하고 참여할 수 있으며, 이를 통해 자신의 생각을 나타낼 수 있다.
	• 자신의 생각을 몸짓, 표정 등을 사용하여 나타내기	
	• 자신의 생각을 구체물 조작활동을 통해 나타내기	
	• 구체물 조작 활동 방법을 이해하고 참여하기	
	• 간단한 놀이나 게임의 방법을 이해하고 참여하기	
	• 따라 하거나 흉내 내기를 통해 수학적 아이디어 찾기	
중	• 해당 학년에 적합한 신체표현, 구체물 조작, 놀이나 게임을 하면서 그에 따른 수학 용어를 사용하여 말하기	수학적 생각을 다른 사람에게 효과적으로 전달하기 위해 몸짓, 표정을 의도적으로 사용하고, 수학교구나 구체물 조작으로
	• 수학적 생각을 다른 사람에게 효과적으로 전달하기 위해 몸짓, 표정을 의도적으로 사용하며 설명하기	
	• 수학 교구나 구체물 조작으로 문제를 해결하고 그 과정	

	설명하기 • 수학 놀이나 게임에서 이기는 전략을 찾으며 참여하기 • 해당 학년에 적합한 신체표현, 구체물 조작, 놀이나 게임을 통해 수학적 아이디어 찾기	문제를 해결하고 설명할 수 있으며, 신체표현·구체물 조작·놀이나 게임을 통해 수학적 아이디어를 찾을 수 있다.
고	• 다양한 조작활동을 비교·분석하기 • 복잡한 게임이나 놀이 방법을 이해하고 참여하기 • 수학 놀이나 게임에 내재된 수학적 원리를 이해하기 • 주어진 문제 상황에 적절한 수학교구를 선택하여 활용하고 그 해결 과정을 상세히 나타내기 • 해당 학년에 적합한 수학적 내용을 응용하여 신체표현, 구체물 조작, 놀이나 게임을 새롭게 만들어 수학적 개념이나 원리와 연결 지으며 참여하기	다양한 조작활동을 수학적으로 비교·분석하거나 수학 놀이나 게임에 내재된 수학적 원리를 이해하고 참여하며, 수학적 내용을 응용하여 신체표현·구체물 조작·놀이나 게임을 새롭게 만들어 수학적 개념이나 원리를 연결 지을 수 있다.

4. 복합 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표의 적절성 제고

복합 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표에 대한 적절성을 살펴본 표는 <표 IV-10>과 같다. 전문가의 의견 중 부적절하다는 응답률이 10% 이상인 것을 먼저 살펴보면 저학년에서 ‘멀티미디어 학습 자료(동영상, 컴퓨터 시뮬레이션 등)를 보고 들으며 이해하기’, ‘해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 표현 방법으로 나타내기’가 있다. 중학년에서는 ‘멀티미디어 학습 자료를 수학적으로 활용하기’, 고학년에서는 ‘멀티미디어를 활용한 창의적인 수학학습 자료 만들어 활용하기’, ‘수학학습을 위한 동영상 및 시뮬레이션 자료 만들기’가 있었다. ‘멀티미디어 학습 자료(동영상, 컴퓨터 시뮬레이션 등)를 보고 들으며 이해하기’에서 ‘이해하기’가 확인이 곤란하며 문구 수정이 필요하다는 의견이 2명 있었다. 그러나 담화 중심의 저학년 성취요소 중 ‘다른 사람의 의견을 듣고 이해하기’와 표현 중심의 저학년 성취요소 중 ‘주어진 글이나 그림을 이해하기’와 일관성 있게 그대로 사용하도록 결정하였다. ‘해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 표현 방법으로 나타내기’는 목적어가 명확하지 않다는 의견이 2명 있었다. 다른 요소와 일관성 있게 하기 위해 자신의 생각을 복합적인 방법을 이용하여 나타낸다는 의미로 ‘해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 자신의 생각을 여러 가지 방법으로 나타내기’로 수정하였다.

중학년 성취요소 중에서 ‘멀티미디어 학습 자료를 수학적으로 활용하기’에 대한 부적절 응답자가 2명이었는데 2명 모두 ‘수학적으로 활용하기’의 의미가 불분명하여 더 명확하게 수정이 필요하다는 의견이었다. 대부분 멀티미디어 학습 자료가 교과와 관련되어 이미 제작된 상태이므로 이 요소를 ‘멀티미디어 수학학습 자료 활용하기’로 수정하는 것이 명확하다. 그러다 보면 저학년 성취요소와 일관성이 없어지므로, 저학년 성취요소에서 ‘멀티미디어 학습 자료’를 ‘멀티미디어 수학학습 자료’로 수정하였다.

고학년의 경우 ‘멀티미디어를 활용한 창의적인 수학학습 자료 만들어 활용하기’와 ‘수학학습을 위

한 동영상 및 시뮬레이션 자료 만들기’는 수학교과 영역을 벗어난다는 의견과 학습 자료를 직접 만드는 것보다 만들어진 자료를 통해 얻어진 수학적 지식들을 서로 공유하고 분석해보는 활동이 좋겠다는 의견이 있었다.

<표 IV-10> 복합 중심의 수학적 의사소통 성취요소에 대한 적절성 분석

학년	성취요소	전문가(N=14)		교사(N=124)	
		적절함	응답률(%)	적절함	응답률(%)
저	•멀티미디어 학습 자료(동영상, 컴퓨터 시뮬레이션 등)를 보고 들으며 이해하기	12	85.7	124	100.0
	•멀티미디어 학습 자료를 보고 들으며 따라 하기	13	92.9	121	97.6
	•멀티미디어 학습 자료에 제시된 문제나 해결과정을 보고 자신의 생각을 설명하기	14	100	116	93.5
	•해당 학년에 적합한 구체적인 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 표현 방법으로 나타내기	12	85.7	114	91.9
중	•멀티미디어 학습 자료를 수학적으로 활용하기	12	85.7	117	94.4
	•수학학습 관련 사진 및 동영상 자료 모으기	13	92.9	110	88.7
	•수학학습을 위한 간단한 멀티미디어 자료 만들기	13	92.9	105	84.7
	•동영상 등을 통해 수학학습을 위한 간단한 문제 만들기	13	92.9	111	89.5
	•화상 채팅이나 인터넷 홈페이지 게시판을 통한 수학적 아이디어 공유하기	13	92.9	109	87.9
	•해당 학년에 적합한 다양한 학습 자료를 간단하게 만들기	14	100	118	95.2
고	•멀티미디어를 활용한 창의적인 수학학습 자료 만들어 활용하기	12	85.7	103	83.1
	•수학학습을 위한 동영상 및 시뮬레이션 자료 만들기	12	85.7	100	80.6
	•동영상 등을 통해 알게 된 수학적 아이디어를 나타내고 적절한 상황을 제시하며 다양한 문제 만들기	13	92.9	121	97.6
	•해당 학년에 적합한 복합적인 학습 자료를 수학적으로 분석·비교하기	14	100	117	94.4

교사의 의견 중 10%이상 부적절하다고 응답한 성취요소는 <표 IV-10>에서 알 수 있듯이 중학년에서 4개, 고학년에서 2개이다. 중학년에서 제시한 ‘수학학습 관련 사진 및 동영상 자료 모으기’는 ‘수학학습을 위한 간단한 멀티미디어 자료 만들기’에 포함된다는 의견이 4명, 중학년 수준에 어렵다는 의견이 4명이었다. 3·4학년의 학습 내용 도형의 개념을 익히는 수업에서 학생들이 디지털카메라를 이용하여 생활주변에서 그와 유사한 모양을 찾아 사진을 찍거나 동영상 UCC(User Created Contents, 이용자가 만드는 콘텐츠)를 제작해보는 활동을 할 수 있다.

‘수학학습을 위한 간단한 멀티미디어 자료 만들기’는 컴퓨터 활용 능력이 없는 학생들은 하기가 어렵고 중학년 수준에서 어렵다는 의견이 9명, ‘간단한 멀티미디어 자료’에 대한 정의를 정확하게 제시해 주어야한다는 의견이 4명, 수업시간에 하기보다는 과제로 치중하게 되는 문제점이 있다는 의견이 3명이었다. 중학년의 수준을 생각하여 ‘간단한’이라는 표현을 했는데 그 기준이 명확하지 않아 수정을 하였다. 전문가들 중 중학년 복합 중심 성취요소 중 내용은 적절하나 어미가 ‘모으기’, ‘만들기’로

끝나 의사소통과 연결된 느낌이 나지 않는다는 의견이 있어서 어미를 수정할 필요가 있다고 판단하였다.

‘동영상 등을 통해 수학학습을 위한 간단한 문제 만들기’ 역시 중학년 수준에서 너무 어렵고 과제 중심이기 때문에 부적절하다고 판단한 경우가 대부분이었다. 디지털카메라를 이용하여 실생활 문제를 만들어보는 활동을 해보는데, 실제로 교사와 학생이 경험이 없을 경우 생소하고 어렵게 느껴질 수 있다. 그러나 현장 교사들의 수업 실기 대회에서 수학을 비롯한 여러 교과에서 학생들이 만든 UCC를 활용한 수업을 쉽게 찾아볼 수 있다. 따라서 4학년에서 UCC 만들기가 가능하며, 이상적인 목표 설정을 위해서는 이 성취요소가 중학년에 제시되어도 무방하다고 판단하였다.

‘화상 채팅이나 인터넷 홈페이지 게시판을 통한 수학적 아이디어 공유하기’는 현실적으로 학교에서 이루어지기 어렵고 부적절하다는 의견이 대부분이었다. 컴퓨터를 활용한 화상 대화는 너무 생소하고 학교 수업 중에 이루어지는 것은 불가능하다는 판단과 게시판에 수학적 아이디어를 글로 제시하고 서로 공유하는 활동도 수학 수업시간에 할 수 있는 일이 아니기 때문에 부적절하다는 의견을 몇 명의 교사가 제시하였다. 그러나 최근 전자교과서가 개발되고, 화상 채팅이 일반적으로 활용되는 것이면 미래가 아니라고 판단되어 현재 생소하고 수업에 활용하기 어렵더라도 미래지향적인 목표로는 가능하리라 판단하여 이 요소를 고학년으로 이동하였다.

<표 IV-11> 부적절 응답이 10% 이상인 복합 중심의 성취요소에 대한 수정 여부

학년	성취요소	판단 집단		주로 기술된 판단 이유				수정 필요
		전문가	교사	문구 수정	수준 높음	중복	기타	
저	●멀티미디어 학습 자료(동영상, 컴퓨터 시뮬레이션 등)를 보고 들으며 이해하기	○		○				
	●해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 표현 방법으로 나타내기	○				○		○
중	●멀티미디어 학습 자료를 수학적으로 활용하기	○		○				○
	●수학학습 관련 사진 및 동영상 자료 모으기		○		○	○		
	●수학학습을 위한 간단한 멀티미디어 자료 만들기		○	○	○			○
	●동영상 등을 통해 수학학습을 위한 간단한 문제 만들기		○		○			
고	●화상 채팅이나 인터넷 홈페이지 게시판을 통한 수학적 아이디어 공유하기		○		○		○	○
	●멀티미디어를 활용한 창의적인 수학학습 자료 만들어 활용하기	○	○		○			○
	●수학학습을 위한 동영상 및 시뮬레이션 자료 만들기	○	○		○			○

부적절 응답이 10%이상인 복합 중심의 성취요소에 대한 부적절한 이유와 수정 여부는 <표 IV-11>에 정리하였다. 저학년 성취요소 중 ‘해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 표현 방법으로 나타내기’는 ‘해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림

등의 표현을 복합적으로 사용하여 자신의 생각을 여러 가지 방법으로 나타내기'로 수정하고, 중학년 성취요소 중 '멀티미디어 학습 자료를 수학적으로 활용하기'는 '멀티미디어 수학학습 자료를 활용하여 설명하기', '수학학습을 위한 간단한 멀티미디어 자료 만들기'는 '수학학습을 위한 멀티미디어 자료를 만들어 보여주기'로 수정하였다. <표 IV-12>는 수정된 복합 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표이다. 중학년 성취요소였던 '화상 채팅이나 인터넷 홈페이지 게시판을 통한 수학적 아이디어 공유하기'는 내용의 수정 없이 고학년으로 이동하였다. 고학년의 두 성취요소는 중학년 성취요소에서 수준을 높인 것이지만 중복된 경우가 있고 고학년 성취요소 사이에도 중복된 경우가 있어 삭제하고 그 대신 '멀티미디어 수학학습 자료를 통해 얻어진 수학적 지식과 아이디어에 대해 토론하기'를 추가하였다.

<표 IV-12> 수정된 복합 중심의 수학적 의사소통 성취요소와 목표

학년	성취요소	목표
저	• 멀티미디어 수학학습 자료(동영상, 컴퓨터 시뮬레이션 등)를 보고 들으며 이해하기	수학학습과 관련된 동영상이나 컴퓨터 시뮬레이션 등 멀티미디어 학습 자료를 보고 들으며 이해하고 간단한 학습 자료를 활용할 수 있으며, 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 방법으로 나타낼 수 있다.
	• 멀티미디어 수학학습 자료를 보고 들으며 따라 하기	
	• 멀티미디어 수학학습 자료에 제시된 문제나 해결과정을 보고 자신의 생각을 설명하기	
	• 해당 학년에 적합한 구체물 조작, 글, 그림 등의 표현을 복합적으로 사용하여 여러 가지 표현 방법으로 나타내기	
중	• 멀티미디어 수학학습 자료 활용하여 설명하기	수학학습과 관련된 멀티미디어 학습 자료를 활용할 수 있고, 멀티미디어를 활용한 학습 자료 및 문제 설정을 만들 수 있으며, 다양한 학습 자료를 만들 수 있다.
	• 수학학습 관련 사진 및 동영상 자료를 모아 제시하기	
	• 수학학습을 위한 멀티미디어 자료를 만들어 보여주기	
	• 동영상 등을 통해 수학학습 관련 문제 만들어 제시하기	
• 해당 학년에 적합한 다양한 학습 자료를 만들어 제시하기		
고	• 멀티미디어 수학학습 자료를 통해 얻어진 수학적 지식과 아이디어에 대해 토론하기	멀티미디어 수학학습 자료를 통해 얻어진 수학적 지식과 아이디어에 대해 토론할 수 있으며, 인터넷 상에서 수학적 아이디어를 공유하고, 담화·표현·조작 등 복합적인 학습 자료를 수학적으로 분석·비교할 수 있다.
	• 동영상 등을 통해 알게 된 수학적 아이디어를 나타내고 적절한 상황을 제시하며 다양한 문제 만들기	
	• 화상 채팅이나 인터넷 홈페이지 게시판을 통한 수학적 아이디어 공유하기	
	• 해당 학년에 적합한 복합적인 학습 자료를 수학적으로 분석·비교하기	

V. 논의

본 연구에서 설정한 성취요소와 목표가 어떤 의미를 갖는지에 초점을 둔다. 우선, 우리나라 초등학교 교실의 수학적 의사소통 실태와 초등학생들의 수준을 고려하여 저·중·고학년에 따른 수학적 의사소통 목표를 설정하였다. 본 연구에서 우리나라, 미국, 일본의 교육과정에서 수학적 의사소통과 관

련된 부분을 검토해본 결과 우리나라는 목표에 간단히 언급하면서 교육과정 해설서나 교사용 지도서에 수학적 의사소통의 중요성만 제시하였고, 구체적으로 수학적 의사소통 능력을 기르기 위해 어떻게 해야 하는 지에 대한 안내가 거의 없음을 알 수 있었다. 따라서 우리나라 교육과정의 기본 취지에 맞으면서 초등학교 교실의 수학적 의사소통 실태와 초등학생들의 수준을 고려하여 저·중·고학년에 따른 수학적 의사소통 목표를 설정하였다.

NCTM(2000)은 유아·유치원부터 12학년까지의 수학적 의사소통 기준을 네 가지로 제시하고, K~2학년, 3~5학년, 6~8학년, 9~12학년으로 학년급을 구분하여 에피소드를 보여주며 그 시기의 학생들이 수학적 의사소통과 관련하여 갖는 특성과 교사의 역할을 제시하고 있다. 본 연구가 NCTM의 기준과 차이가 있는 것은 초등학교를 저·중·고학년으로 구분하여 학년급별로 수학적 의사소통 성취요소와 목표를 구체적으로 제시하고 있다는 점이다. 물론 본 연구에서 목표 설정을 위한 조사과정에서 일부 전문가들은 학년급별로 목표를 다르게 제시하는 것은 학생들의 수준을 너무 단정지어버리는 경향이 있어 그 목표를 달성하지 못하는 학생이나 그 수준을 뛰어넘는 학생들이 많을 경우 어떻게 지도할 것인가에 대한 의문을 제기하기도 하였다. 즉 학년급별로 상세하게 의사소통의 목표를 정립하는 것은 우리가 따르기 때문에, 오히려 NCTM의 교육과정형태처럼 유아·유치원부터 12학년까지의 수학적 의사소통 기준을 일반적인 목표 진술 형태로 동일하게 정립하는 것이 바람직하다는 의견이다.

교육목표는 그 목표가 교육의 과정 속에 반영됨으로써 학생들에게 구현될 때 그 가치를 가지게 되며 이러한 교육목표를 위해서는 국가·사회적 요구와 개인적 필요 및 요구를 충분히 반영하여 교육의 방향을 제시하여야 한다. 제7차 교육과정에서 학습자 중심 교육을 표방한 이래 교육목표 설정 및 진술에 있어 학습자 중심으로 목표를 설정하고 진술하려고 노력하고 있다(민용성, 2006). 교육과정이나 교사용 지도서에 제시된 내용만으로는 수학적 의사소통 능력 신장에 대한 목표가 초등학생들에게 구현되기는 거의 불가능하다. 그렇다고 NCTM(2000)에 제시된 해당 학년군의 학생들의 특성과 교사의 역할이 우리나라에 그대로 적용되지는 않으며 외국에서 개발된 저작물이나 이론들은 우리나라에 적용하기 위해 많은 각색이 필요하다(류희찬, 2006). 각 나라의 국민성, 민족성, 역사와 문화적 차이, 국가 경제력 및 교실 환경의 차이, 교사 수준의 차이 등에 따라 수학교실의 분위기나 학생의 특성 및 수준은 차이가 있을 수밖에 없다(D'Ambrosio, 2004; Bishop, 2004; Battista, 1994; Jacobs & Morita, 2002).

본 연구에서 수학적 의사소통 목표를 저·중·고학년으로 구체적으로 구분하여 제시한 것은 먼저 교사가 무엇보다도 자신이 맡은 학년의 학생들이 어느 수준까지 수학적 의사소통을 할 수 있을지 파악하고 목표와 취지에 맞게 의도적으로 수업을 하여야 하기 때문이다. NCTM(2000)처럼 유아·유치원에서 12학년까지의 기준만 제시하고 특성을 안내하는 방식보다 우리나라 초등 교사들에게는 상세한 목표제시가 더 효과적이라는 판단에서 설정하였다. 구체적인 학년급별 목표를 통해 학생들의 수준이 그 목표에 미치지 못하더라도 저·중·고학년의 성취요소에 맞추어 경험을 해보게 하며, 낮은

학년급의 성취요소를 고려하여 수준별로 수학적 의사소통을 해보는 것도 의미 있을 것이다. 예를 들어 3~4학년 수학수업에서 담화 중심 목표 중 ‘다른 사람의 의견을 듣고 반박하기’가 잘 안 되는 학생이라면 교사가 1~2학년 담화 중심 목표에서 ‘다른 사람의 의견을 듣고 질문하기’를 해보도록 유도하고, 잘 되는 학생이라면 ‘비평하기’ 혹은 ‘대안을 제시하기’의 성취요소를 유도해볼 수도 있을 것이다. 따라서 저·중·고학년에 따른 성취요소와 목표는 수학적 의사소통에 대한 수준별 지도에 도움이 되리라 판단한다.

따라서, 본 연구에서 설정한 성취요소와 목표는 실제 현장에서 나타나는 학생의 수준을 감안하여 이상적인 성취요소와 목표를 세워본 것으로 저·중·고학년의 수학적 의사소통 수준을 파악함과 동시에 교사들이 어느 정도까지 지도하는 것이 바람직한지에 대한 수준도 제시해준다는 점에서 의미가 있다. 본 연구에서 설정한 성취요소와 목표는 완벽할 수 없으며 학생들의 수준이나 특성도 변화해간다. 따라서 수학적 의사소통 성취요소와 목표는 진술방식이나 내용면에서 계속적으로 수정되고 연구되어지는 것이 바람직하다.

한편, 본 연구에서는 수학적 의사소통을 전달방식에 따라 담화·표현·조작·복합으로 그 유형을 나누고 각 유형에 따른 성취요소와 목표를 설정하였다. 본 연구에서 수학적 의사소통이 활발하게 일어나는 수업을 담화 중심·표현 중심·복합 중심·복합 중심수업으로 구분하고 가장 비중이 있는 유형의 성취요소가 수업에서 어떻게 이루어지는지를 수업 사례 분석을 하였다. 그러나 수학수업 시간에 한 가지 유형의 성취요소만 나타나는 것으로 오해해서는 안 된다. 수학수업은 여러 가지 성취요소가 복합적으로 나타나며 여러 유형이 포함될 수 있다. 그러나 본 연구에서 유형별로 성취요소와 목표를 구분한 것은 교사들에게 수학적 의사소통의 형태가 매우 다양하다는 것을 안내하고 학습 내용에 따라 어떤 방법의 수학적 의사소통 수업이 효과적일지 계획하는데 도움이 되고자 하는 의도이다.

NCTM(2000)에서는 수업 에피소드를 통해 여러 방법의 수학적 의사소통과 표현을 소개하고 있다. 예를 들어 유아·유치원~2학년의 의사소통에 대한 설명에서는 수학이야기, 계산기와 컴퓨터로 설명하기를 소개하고 표현에서 상황을 자신의 방법으로 나타내고 그림으로 해결하기에 대한 사례를 제시하고 있다. 3~5학년에서는 의사소통에서 소수의 덧셈 방법을 알아내도록 유도하면서 오류를 수정하고 우수한 방법을 서로 배우면서 사고를 공유하는 사례와 표현에서 컴퓨터를 활용하여 간단한 스프레드시트를 작성하고 문제를 해결하는 사례를 제시하고 있다. 좋은 수업 사례를 많이 보여주는 것이 교사에게는 매우 실질적인 도움을 준다. 그러나 다양한 방법을 모두 수업 사례를 들어 제시하는 것은 무리이며 오히려 비효과적인 측면이 있을 수 있다.

따라서 본 연구에서 설정한 목표는 수학적 의사소통을 전달방식에 따른 유형으로 세분화하여 구체적인 수업방법이나 활동방법 혹은 교사가 어떤 발문을 해서 학생들이 어떻게 의사소통을 해야 하는지에 대한 방법을 안내하고자 하였다. 수학적 의사소통에 대한 유형을 다양한 기준으로 나눌 수 있으나 수업방법이나 수업의 주된 활동을 계획하기에 효과적이기 때문에 전달방식에 따라 수학적 의

사소통 유형을 구분한 것이다. 이는 또한 수학적 의사소통 능력 신장을 위해서는 다양한 방식의 수학적 의사소통을 경험하는 것이 중요하고(Baroody & Coslick, 1998; NCTM, 2000), 여기서 다양한 방식은 다양한 전달방식을 의미하는 것이기 때문에 본 연구 결과가 선행 연구의 주장을 반영하려는 노력이라고 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- 교육인적자원부 (2007). 수학과 교육과정(고시 제2007-79호[별책 8]), 서울: 대한교과서.
- 류희찬 (2006). 교과교육 전문화를 위한 과제. 우수연구결과발표대회(기조 강연), pp.3-13.
- 민용성 (2006). 학습자 중심의 교육목표 설정 및 진술에 관한 연구: 제7차 교육과정의 학교급별 교육 목표 개선을 중심으로. 학습자중심교과교육연구, **6(1)**, pp.323-341.
- 박미혜 · 방정숙 (2009). 개정 교육과정의 실험 적용에서 나타나는 수학적 의사소통 분석: 초등 1·2학년 탐구 활동과 이야기 마당을 중심으로. 수학교육학연구, **19(1)**, pp.163-183.
- 방정숙 · 정희진 (2006). 학습자 중심 교수법에 대한 초등 교사의 이해와 실행형태: 수학적 의사소통을 중심으로. 학습자중심교과교육연구, **6(1)**, pp.297-321.
- 송경화 · 임재훈 (2007). 초등학교 4학년 교실에서 정확한 수학적 언어 사용 문화의 형성. 학교수학, **9(2)**, pp.181-196.
- 신준식 (2007). 수학 수업에서 의사소통 분석: 언어상호작용을 중심으로. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, **10(1)**, pp.15-28.
- 이종희 · 김선희 (2002). 수학적 의사소통. 서울: 교우사.
- 홍우주 · 방정숙 (2008). 초등학교 6학년 수업에서의 수학적 의사소통과 학생의 수학적 사고 분석. 한국학교수학회논문집, **11(2)**, pp.201-219.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: An investigative approach to K-8 mathematics instruction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 권성룡 외 11인 공역 (2005). 수학의 힘을 길러주자: 왜? 어떻게?. 서울: 경문사.
- Battista, M. T. (1994). Teacher beliefs and the reform movement in mathematics. *Phi Delta Kappan*, **75(6)**, pp.462-470.
- Bishop, A. J. (2004). Mathematics education in its cultural context. In T. P. Carpenter, J. A. Dossey, & J. L. Koehler (Eds.), *Classics in mathematics education research* (pp.200-207). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Brendefur, J. L., & Frykholm, J. A. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: Two pre-service teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics in Teacher Education*, **3(2)**, pp.125-153.

- Chapin, S. H., O'Connor, C., & Anderson, N. C. (2003). *Classroom discussions: using mathematics talk to help students learn*. Sausalito, CA: Math Solutions.
- Cobb, P., Boufi, A., McClain, K., & Whitenack, J. (1997). Reflective discourse and collective reflection. *Journal for Research in Mathematics Education*, **28**(3), pp.258-277.
- D'Ambrosio, U. (2004). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. In T. P. Carpenter, J. A. Dossey, & J. L. Koehler (Eds.), *Classics in mathematics education research* (pp.194-199). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Griffiths, R., & Clyne, M. (1994). *Language in the mathematics classroom: Talking, representing, recording*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Hardy, I. (2001). *The relationship between the use of representations and instructional discourse in mathematics tasks*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA). Seattle, Washington.
- Jacobs, J. K., & Morita, E. (2002). Japanese and American teachers' evaluation of videotaped mathematics lessons. *Journal for Research in Mathematics Education*, **33**(3), pp.154-175.
- McGuire, M., & Harshman, K. (2002). *The role of discourse in mathematical inquiry*. Boise State University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 470 662).
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- _____ (2000). *Principle and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author. 류희찬 외 5인 공역 (2007). *학교수학을 위한 원리와 기준*. 서울: 경문사.
- Ongstad, S. (2007). Language in mathematics? A comparative study of four national curricula. In S. Ongstad (ed.), *Language in mathematics? A report to the council of Europe from the LAC group in mathematics education* (pp.1-12). Oslo: June.
- Pirie, S. E. B. (1998). Crossing the gulf between thought and symbol: language as (slippery) stepping stones. In H. Steinbring, M. G. B. Buss, & A. Sierpiska (Eds.), *Language and communication in the mathematics classroom* (pp.7-29). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Thompson, D. R., & Chappell, M. F. (2007). Communication and representation as elements in mathematical literacy. *Reading & Writing Quarterly*, **23**(2), pp.179-196.
- Wood, T. (1994). Patterns of interaction and the culture of mathematics classrooms. In S. Lerman (Ed.), *The culture of the mathematics classroom* (pp.149-168). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

- _____ (1998). Alternative patterns of communication in mathematics classes: Funneling or focusing? In H. Steinbring, M. G. Bartolini-Bussi, A. Sierpiska (Eds.), *Language and communication in the mathematics classroom* (pp.167-178). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Wood, T., & McNeal, B. (2003). Complexity in teaching and children's mathematical thinking. In N. Pateman, B. Dougherty, & J. Zilliox (Eds.), *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp.435-442). CRDG, College of Education, University of Hawai'i: Psychology of Mathematics Education.

Standards for Promoting Mathematical Communication in Elementary Classrooms

Kim, Sang Hwa

Yongin Sanyang Elementary School
E-mail : exit90@dreamwiz.com

Pang, Jeong Suk

Korea National University of Education
E-mail : jeongsuk@knue.ac.kr

The purpose of this study is to set appropriate targets for school-year levels and types of mathematical communication. First, I classify mathematical communication into four types as Discourse, Representation, Operation and Complex and refer to them collectively as the 'D.R.O.C pattern'. I have listed achievement factors based on the D.R.O.C pattern hearing opinions from specialists to set a target, then set a final target after a 2nd survey with specialists and teachers.

I have set targets for mathematical communication in elementary schools suitable to its status and students' levels in our country. In NCTM(2000), standards of communication were presented only from kindergarten to 12th grade students, and, for four separate grade bands(prekindergarten through grade 2, grades 3-5, grades 6-8, grades 9-12), they presented characteristics of the same age group through analysis of classes where communication was active and the stated roles of teachers were suitable to the characteristics of each school year. In this study, in order to make the findings accessible to teachers in the field, I have classified types into Discourse, Representation, Operation and Complex (D.R.O.C Pattern) according to method of delivery, and presented achievement factors in detail for low, middle and high grades within each type. Though it may be premature to set firm targets and achievement factors for each school year group, we hope to raise the possibility of applying them in the field by presenting targets and achievement factors in detail for mathematical communication.

* ZDM Classification : C52

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D30

* Key Word : mathematical communication, status, recognition, standard, discourse, representation, operation, complex, role of teachers.