

수학적 의사소통 능력의 평가 기준 개발*

이 중 희**·김 선 희***·채 미 애****

I. 서론

우리 나라에서 현재 시행중인 7차 교육과정은 수학 교육 현대화 운동 이후 국내외적으로 일어난 수학 교육의 변화를 따른 것으로써, 단편적 지식의 습득과 단순한 문제 풀이의 기능 숙달에서 벗어나 학생의 능력과 진로에 따른 학습 기회를 제공함과 아울러 수학적 힘의 신장이라는 목표를 추구하고 있다(교육부, 1999). 수학적 힘이란 비정형 문제를 효과적으로 해결하기 위해 다양한 수학적 방법들을 사용하는 능력 뿐 아니라 탐구하고, 추측하고, 논리적으로 추론하는 개인의 능력을 의미하며, 여기에는 조사와 추론방법, 의사소통 방법, 상황적 개념을 포함하고 있다.

‘수학적 힘’의 구현을 위해서는 다양한 학습 지도 방법이 필요하다. 설명식 학습 지도에서 벗어나 토론, 소집단 탐구 활동, 개별화된 교수·학습 등 다양한 교수 학습방법과 계산기, 컴퓨터, 영상 매체 등 적절한 공학 기술을 활용해야 하며, 이런 교수 학습에서는 수학적 의사소통 능력이 필수적이다. 자신의 수학적 아이디어를 다른 사람이 알기 쉽게 표현하고 전달하고, 다른 사람의 표현을 이해하고 해석하

는 의사소통 활동은 학생들에게 자신의 생각을 반성하고 분명하게 하며 수학적 아이디어와 기호에 대한 공동의 이해를 발달시키는 기회를 제공할 수 있다. 최근 수학적 의사소통에 관해 활발하게 연구되고 있는데, 예를 들면 최인숙(1998)과 김선희(1998)는 의사소통 능력을 강조한 교수 학습의 효과에 대한 연구를 하였고, 유현주(2000)는 수학적 힘의 신장을 위해 의사소통 능력이 중요하다면서 교수 학습에 활용될 수 있는 구체적인 학습 자료를 제시하였다.

의사소통의 평가는 기본적인 지식과 기술이 아닌 복합적인 능력을 다루는 높은 수준의 평가로 여겨진다(de Lange, 1995). “객관식 선다형 일변도에서 벗어나 주관식 지필 고사, 포트폴리오, 프로젝트, 관찰 및 면담 등 과정 위주의 수행 평가”(교육부, 1999)가 지필 검사와는 다른 특성을 측정하기 위해서는 수학적 사고, 추론, 의사소통, 비판적 태도, 해석, 반성, 창의성, 일반화, 수학화, 모델링 등이 평가의 범주에 포함되어야 할 것이다. 수학적 의사소통의 평가는 NCTM(1989, 2000)에서 수학 교육의 목표와 평가 기준으로서 제안되어 강조되고 있는데, 수학·과학 성취도 국제 비교 연구(TIMSS)에서는 수학 평가들에 의사소통을 성취 기대 측면들 중 하나의 행동으로 포함하고 있으며, 뉴질

* 이 연구는 2000년도 교과교육공동연구 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

** 이화여자대학교

*** 광장중학교

**** 여의도중학교

랜드의 수학 교육과정의 성취 목표에서도 ‘수학적 과정’에는 수학적 사고에 관한 의사소통이 포함되어 있다(황혜정과 최승현, 1999). 황혜정과 최승현(1999)은 새로운 수학과 평가들을 제안하면서 인지적 행동 영역에 의사소통을 포함시킬 것을 제안하였다. 이러한 연구 결과들을 고려해 볼 때, 현재 새로운 평가 방법으로 시행중인 수행 평가에서 의사소통의 평가는 점차로 하나의 범주로서 자리를 잡고 있다고 볼 수 있다.

현재 수행 평가의 과제 개발과 실시는 여러 현장 연구와 더불어 진행되고 있으나 수행 평가의 채점과 서술형 주관식 채점은 차이가 그다지 두드러지게 나타나고 있지 않다. 이종희 등(2001)은 “수학적 의사소통의 지도에 관한 실태조사”에서 교사들의 77%가 수학적 의사소통의 중요성을 인식하고, 86.2%가 그 필요성을 인정하고 있다는 결과를 얻었다. 그러나 실제로는 의사소통의 지도가 이루어지지 않고 있다고 55.3%가 응답하였으며 그 이유 중 “의사소통을 실제 수업에 적용할 수 있는 방안과 그 평가 방법의 제시 미비”가 37.5%로 가장 큰 요인이었다. 응답 교사 중 74.4%는 수학적 의사소통 평가를 거의 안 하거나 전혀 안하고 있다고 답하였고, 채점의 세부 기준을 어떻게 세웠는지에 대해서 정확히 답할 수 없었던 응답이 90.8%이었다. 설문에 응답한 교사 중 82.3%는 현재 의사소통과 관련된 평가 기준 개발이 거의 이루어지지 않았다고 답하였다. 교육 목표에 따라 평가가 이루어져야 한다는 원리에서 수학적 의사소통을 지도한다면 이를 평가할 수 있는 평가기준의 개발 또한 시급한 일이다.

객관성이 필수적이면서 고차원적 사고를 다루는 수준의 평가가 이루어지기 위해서는 평가 기준이 명확해야 하고, 학생들의 복합적인 능력을 다루는 평가가 되기 위해서는 추론, 의사

소통, 문제 해결 등 각각의 측면에서 평가하는 것이 바람직할 것이다. 본 연구에서는 고차적 사고를 측정하는 수행 평가에서 수학적 아이디어를 표현하고 해석할 수 있는 수학적 의사소통에 대한 평가 기준을 개발하고자 한다. 수학적 아이디어를 의사소통하는 것은 학생들이 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기 뿐 아니라 그림으로 나타낸 그래픽의 방법 등을 포함한 방식으로 이루어질 것이며, 이런 방식 각각에서의 평가는 그 내용과 목표가 다를 것이므로, 각각에 알맞은 평가 기준이 필요할 것이다. 교사들이 각 과제에 따라 평가하기 쉬운 수월성을 가진 의사소통 평가 기준은 객관적이고 명확한 평가를 하게 하여 학생과 학부모, 교사들에게 신뢰를 주고 수행 평가를 더 장려하고 고차적인 사고 기술을 평가하는 데에 도움이 될 것이다.

II. 이론적 배경

1. 수학적 의사소통

수학적 의사소통은 NCTM(1989)의 “수학교육 과정과 평가의 새로운 방향”에서 강조된 이후 수학 교수 학습에서 그 중요성이 폭넓게 인식되고 있고, 최근 NCTM(2000)의 “학교 수학을 위한 원리와 기준(Principles and Standards for School Mathematics)”에서도 수학교육의 질과 목표, 변화를 촉진하는 기준의 하나로써 의사소통을 제안하였다. NCTM(1989)에서 의사소통의 평가는 하나의 평가 기준으로서 다음과 같이 제안되고 있다.

- 수학적 아이디어를 말하고, 쓰고, 설명하고, 시각적으로 표현할 수 있다.
- 글이나 말 또는 시각적으로 표현된 수학적 아이디어를 이해하고 해석할 수 있다.

· 수학적 어휘와 기호 체계, 구조를 사용하여 아이디어를 표현하고 관계를 기술하며 상황을 모델링할 수 있다.

NCTM(1989)의 제안을 기초로 하여 수학적 의사소통은 “학생들 간에 그리고 학생 자신과, 교사와 학생간에 수학에 대한 생각, 아이디어, 신념, 전략, 태도, 느낌 등을 교환하기 위해 읽고, 쓰고, 말하고, 듣는 등의 활동”으로 정의된다(김선희, 1998). 본 연구에서는 수학적 의사소통 학습의 성취 목표를 NCTM(1989, 2000)의 기준을 참고로 다음과 같이 정하고 이에 따라 평가 기준을 마련코자 한다.

첫째, 글이나 말, 기호, 그래픽으로 제시된 수학적 내용을 이해하여 다른 수학적 표현으로 바꾸어 해석할 수 있다.

둘째, 수학적 어휘와 기호 체계, 식, 그래픽을 사용하여 수학적 내용을 표현하고 관계를 기술하며 상황을 모델링할 수 있다.

셋째, 수학적 아이디어를 말과 글로 자신감 있게 논리적으로 나타내고 창의성을 발휘할 수 있다.

넷째, 의사소통 상대방의 이해를 돕기 위해 설명, 표, 그림 등 다양한 표현을 논리적으로 사용할 수 있다.

다섯째, 글, 말, 그래픽으로 표현된 수학적인 아이디어를 이해하고 해석하기 위해 집중하고 안내하는 태도를 갖는다.

2. 수학과 수행평가의 채점 방법

Lester 등(1997)은 수학과 수행평가의 채점 방법으로 총괄적 채점 방법과 분석적 채점 방법 두 가지를 제시하였다. 총괄적 채점은 문제의 전반적인 해결에 초점을 두고 과제의 답안에 하나의 총괄된 점수를 부여하는 방법으로 각 학생의 답을 한번만 읽으면 되기 때문에,

몇 가지 점수 체계로 답을 판단하는 것보다 채점이 더 쉽고 직접적이며 빠르다. 그러나 이 방법은 수행 수준에 일관된 기대가 적용되는지 확신할 수 있는 전반적인 기초를 제공하지만, 각 수행 수준에서 특정한 정보가 필요한 항목을 채점할 때는 충분하지 않다(Thompson & Senk, 1998). 따라서 사고 과정과 관련하여 학생의 강점과 취약점을 규명하는 목적이 있는 평가 기법과 병행하거나 그에 앞서 실시하는 것이 좋으며 평가의 초점이 전체적인 문제해결 과정에 있는 학기말 시험이나 단원별 고사에서 사용되는 것이 좋다(최연희 등, 1998).

분석적 채점 기준은 평가의 목표에 따라 몇 가지 다른 차원에서 주어진 답에 점수를 부여할 수 있다. 예를 들어, 어떤 답은 수학적 지식, 전략적 지식, 의사소통의 수준에 기초하거나 또는 표현 사용하기, 정확성 보여주기, 연결하기에 기초하여 점수가 주어질 수 있다. 또한 문제를 이해하는 수준, 해가 계획된 수준, 마지막 해가 얻어진 수준에서 점수가 주어질 수도 있다(Thompson & Senk, 1998). 학생의 답안이 각각의 측면에 국한하여 점수를 부여받기 때문에 수학적 문제 해결에서 만점을 받은 학생이라도 의사소통의 측면에서는 점수가 낮은 것과 같은 다양한 결과가 나타날 수 있다(권기순, 2000).

분석적 채점 방법은 문제 해결 과정의 전체 내용을 파악하지 못하여 확신을 갖고 점수를 부여할 수 없고, 초점을 두었던 직접적인 관심을 수용해야 하지만(최연희 등, 1998), 핵심적인 범주들에서 수행에 대한 피드백과 강점과 취약점에 대한 정보를 얻기에 좋다. 총괄적 채점 방법에서는 의사소통이라는 핵심 범주만을 평가하기 힘들고 의사소통 능력에 대한 정보를 얻지 못하므로 의사소통 능력에 대한 평가 기준은 분석적 채점 방법의 하나의 범주로 선택

되어야 할 것이다.

3. 수학적 의사소통 평가 기준의 선행 연구

의사소통은 수학의 학습과 이해에 필수적이기 때문에 수학적 의사소통의 평가는 전통적인 수학적취도 평가 이외의 중요한 부분으로 다루어져야 한다. 의사소통을 평가하기 위한 평가 기준들에 대한 선행 연구를 살펴보고자 한다.

가. QUASAR 인지 평가 도구(QCAI)

QUASAR(Quantitative Understanding: Amplifying Student Achievement and Reasoning)¹⁾는 개방형(open-ended) 과제를 0-4점까지 총괄적 채점 방법으로 평가하는 기준을 제시하였다. 학생들의 문제 해결 방법은 수학적 지식, 전략적 지식, 의사소통의 세 범주로 나뉘고 의사소통의 범주 내에서 의사소통 능력의 총괄 채점 기준은 <표 1>과 같다(Cai 등, 1996). 설명과 표현, 그림, 청중과의 의사소통, 논리와 타당성, 예와 반례 등의 기준이 세부 기준으로 제시되어 있어 의사소통의 학습목표를 두루 포함하고 있다. 그러나, 이 총괄 채점 기준은 채점자들의 판단이 전체적인 인상 판단의 형태를 취할 때 서로 다른 근거를 적용할 수 있으므로 채점의 일관성을 잃거나 의사소통의 여러 학습 목표를 각각 독립적으로 평가할 수 없어 의사소통 능력을 채점하는 기준으로 타당도와 신뢰도를 잃

을 우려가 있다. 또한 다양한 과제마다 적용하기에 채점 기준의 용어들이 모호하여 정확한 판단을 하기 어렵다.

<표 1> QCAI의 의사소통 총괄 채점 기준
(Cai et al, 1996)

의사소통	
수준 0	비효율적인 의사소통; 완전히 문제 상황을 잘못 표현하는 그림을 그릴 수도 있음. 문제를 다루는 단어가 명확하지 않음
수준 1	약간의 만족할만한 요소를 갖고 있지만 문제의 중요한 부분을 생략하거나 완전히 하는데 실패함; 문제 상황을 부정확하게 표현하는 그림을 포함할 수도 있고 또는 그림이 불분명하거나 해석하기 어려움. 설명이나 표현을 따르기 어렵거나 놓칠 수 있음
수준 2	문제의 완성에 중요한 과정을 보여주지만 설명이나 표현이 약간 모호하거나 불분명할 수 있음; 흠이 있거나 불분명한 그림을 포함할 수 있음. 의사소통이 약간 모호하거나 해석하기 어려울 수 있음. 주장이 불완전하거나 논리적으로 정당하지 못한 근거에 기초할 수도 있음
수준 3	합리적으로 분명한 설명이나 표현으로 꽤 완전한 대답을 함; 거의 완전하고 적절한 그림을 포함할 수도 있음; 일반적으로 확인된 청중에게 효과적으로 의사소통 함; 논리적으로 정당하지만 약간 껌을 포함한 주장을 표현함
수준 4	분명하고 모호하지 않은 설명이나 표현을 완벽하게 대답; 적절하고 완벽한 그림을 포함할 수도 있음; 확인된 청중과 효과적으로 의사소통함; 논리적으로 타당하고 완전한 강한 주장을 함; 예와 반례를 포함할 수도 있음

나. Vermont주의 수학적 의사소통에 대한 채점 기준

미국의 Vermont 주²⁾의 수학적 의사소통에 대한 기준은 <표 2>에서 수학의 언어, 수학적 표상, 표현으로 나뉜다. 표현은 수학적 내용을 나타내는 다양한 기호나 다이어그램, 구체적인 그림, 그래프, 식, 표 등의 물리적 대상을, 표상

1) 경제적으로 궁핍한 지역의 중학교에 다니는 학생(6-8학년)을 위한 수학 수업 프로그램을 보충하는데 목적을 둔 피츠버그 대학의 학습 연구 개발 센터의 연구 개발 프로젝트이다(Silver, 1993; Silver와 Kenney, 1995, 재인용).

2) Vermont주는 1990년부터 1991년의 2년에 걸쳐 수학 프로그램의 개발을 위한 사전 실험으로 수학 포트폴리오 프로그램을 40여 개 이상의 학교에서 시행하였다. 이 사전실험은 수학 수업 방식이 변화되어야 하고 학생의 수행을 평가하는데 적절한 근거를 제공할 수 있도록 포트폴리오의 내용이 더욱 상세화 되어야 한다는 결론을 얻었으며 그 채점의 기준으로 문제해결 기능과 수학적 의사소통의 근거를 삼았다(최연희 등, 1998)

은 주체의 정신적 실체인 이미지, 관념 등을 뜻한다(Janvier, 1987). 따라서 정신적 이미지나 관념을 의사소통의 한 기준으로 어떻게 평가할 것인지 평어에 대한 정의가 명확히 제시되어 있지 않아 평가 기준으로 적용하기 힘들다. 또한 자신의 수학적 견해와 아이디어를 나타내는 것 뿐 아니라 다른 사람의 표현을 이해하고 해석하는 능력 또한 수학의 의사소통에서 필요한데 그런 점에 대한 기준이 제시되어 있지 않다는 제한점이 있다.

<표 2> 수학적 의사소통에 대한 Vermont 주의 평가 기준 (Mills, R. P., Brewer, W. R. & Kenney, R., 1992)

수학적 의사소통	
수학의 언어	1점 수학적 언어의 사용이 부적절하거나 없는 경우
	2점 때때로 적절한 수학적 언어를 사용한 경우
	3점 대부분 적절한 수학적 언어를 사용한 경우
	4점 풍부하고 정교하며, 우아하고 적절한 경우
수학적 표상	1점 수학적 표상의 사용이 없는 경우
	2점 수학적 표상을 사용한 경우
	3점 수학적 표상의 적절하고 정확하게 사용된 경우
	4점 수학적 표상이 지각 있게 사용된 경우
표현이 분명하고 명확함	1점 조직적이지 못하고, 불완전하며, 상세함이 결여되어 모호한 경우
	2점 분명한 구석이 있는 경우
	3점 대부분이 분명한 경우
	4점 잘 정의되어 있고, 완전하며, 상세하여 명쾌한 경우

다. Indiana 수행평가 프로젝트의 채점 기준

1992년 Indiana 대학 평가 센터³⁾의 수학적 의사소통에 대한 평가 기준은 <표 3>과 같다. 과제의 해결을 위해 수학의 용어와 기호를 포함한 언어를 사용하는 면에 초점은 둔 Indiana 수

행평가 프로젝트의 평가 기준안은 수학을 의사소통 하는데 유용한 표, 다이어그램, 그래프 등의 그래픽 면을 기준에 포함시키지 않고 다른 사람의 아이디어를 해석하는 의사소통 능력을 다루지 않는 미비점이 있다.

<표 3> Indiana 수행평가 프로젝트의 평가 기준 (Indiana performance assessment, 1992; 최연희 외, 1998, 재인용)

수학적 의사소통	
4점	과제의 해결을 위하여 사용된 문제해결 접근을 전달하는데 있어서 수학의 용어와 기호를 포함한 언어를 명백하고 모순 없이 사용한다.
3점	과제의 해결을 위하여 사용된 문제해결 접근을 전달하는데 있어서 수학의 용어와 기호를 포함한 언어를 만족스럽게 사용한다.
2점	과제의 부분들을 완성함에 있어서 자신의 노력에 적절한 언어를 사용하려는 시도에 일반적으로 성공하지 못한다.
1점	과제를 완성하려는 노력에 있어 적절한 언어를 사용할 수 없다.

라. 워싱턴 교사들의 특성 평가 기준

1994년 워싱턴에서는 교사들이 주사위 게임에 대한 다단계 문제를 제작하고 항목별 채점, 총괄 채점, 분석적 평가 기준을 마련하였다. 이중 분석적 채점은 확률과 통계 과정, 문제 해결, 의사소통의 세 범주에서 0-4수준으로 개발되었다(Taylor & Bidlingmaier, 1998).

분석적 채점의 의사소통 특성의 평가 기준은 <표 4>와 같이 제시되었는데 이것은 정보 수집, 정보 해석, 정보를 표현하고 공유하는 측면들을 다시 총괄적으로 다루고 있어 QCAI와 마찬가지로 의사소통 능력의 총괄적 평가 기준이 된다. 또한 적절한 수학적 정보 수집이 수학적 의사소통 능력의 범주에 포함되었다.

3) Indiana 대학 평가 센터는 1989년 Exxon 정유 회사의 알래스카주의 기름유출 사건을 수학적인 문제로 구성된 '기름 유출', 안전 시스템 회사의 고객 유치 전략에 따른 이익을 다룬 '보안원', 자전거 경주 중 일어날 수 있는 실제적인 상황을 수학적으로 문제화한 '자전거 경주' 등 세 개의 독립된 수행평가 검사지를 제작하였다. 수학과 수행평가의 평가 기준으로 분석적 채점 방법을 도입하고 그 채점의 준거를 수학적 추론, 개념적 지식, 수학적 의사소통, 절차의 네 가지 범주로 개발하고 1점에서 4점까지의 점수를 부여하였다(최연희 등, 1998).

<표 4> 수학적 의사소통에 대한 특색-평가 기준
(Taylor & Bidlingmaier, 1998)

<p>수행 기준 정보 수집: 계획하고, 자료에서 정보를 얻는다 정보 해석: 정보를 조직하고, 이해를 명확히 하기 정보를 표현하고 공유하기: 물리적/시각적 모델, 표, 차트, 그래프, 대수 표기, 언어를 통해 수학적 아이디어를 표현한다; 청중에게 적절한 표현</p>
<p>4점(기준을 넘어서다) : 모두 적절한 기준과 만나거나 넘어서다 · 모든 적절한 자료에서 적용 가능한 정보를 수집한다 · 분명하고, 체계적이고, 조직된 방법으로 해석과 이해를 증명한다 · 과제, 상황, 청중에게 효과적인 양식으로 수학적 정보와 아이디어를 표현한다</p>
<p>3점(기준과 맞는다) : 모두 또는 거의 적절한 기준과 맞는다 · 적절한 자료에서 적용 가능한 정보를 수집한다 · 분명하고 조직된 방법으로 해석과 이해를 증명한다 · 과제, 상황, 청중에게 기대된 양식으로 수학적 정보와 아이디어를 표현한다</p>
<p>2점(중간) : 적절한 기준에 맞는다 · 적절한 자료에서 정보를 수집한다 · 이해될 수 있는 방법으로 해석과 이해를 증명한다 · 과제, 상황, 청중에게 받아들일 수 있는 양식으로 수학적 정보와 아이디어를 표현한다</p>
<p>1점(초보자) : 적절한 기준과 맞지 않는다 · 적절한 자료에서 거의 정보를 얻지 않는다 · 비조직적이거나 이해하기 어려운 방법으로 해석과 이해를 보여준다 · 과제, 상황, 청중에게 부적절할 수도 있는 양식으로 수학적 정보와 아이디어를 표현한다 NS : 시도하지 않음, 주제가 없음, 읽을 수 없음</p>

마. 의사소통에 초점을 둔 함수단원의 평가 기준표

이문정(1999)은 중학교 수행평가에서 의사소통 능력에 초점을 둔 함수단원의 평가기준표를 <표 5>와 같이 개발하였다. 그는 문제 인식, 문제 해결, 의사소통, 자기 평가의 네 범주의 평가 기준표를 만들었는데, 이 중 의사소통의 범주에 함수 단원에서 주요한 기호나 용어의 선택, 그래프 등의 해석과 표현 측면이 포함되지 않았다. 또한 함수 단원만에 적용할 수 있게 의도하여 수학 전반의 내용에 적용하기 힘들고, 의사소통 기준에서 각 점수에 해당하는 평가가 문제 해결 과제에만 치우쳐 있다.

<표 5> 의사소통에 초점을 둔 함수단원의 평가기준표 중 의사소통 기준(이문정, 1999)

범주 및 채점근거	점수			
	상(3점)	중(2점)	하(1점)	NE(0점)
<p>의사소통 · 풀이의 근거 · 이유설명 · 의견 수렴 태도</p>	<p>· 학생이 자신의 풀이과정과 정확하게 표현하고, 다른 사람의 아이디어를 정확하게 해석하는 능력 · 문제풀이 이유와 근거에 대한 설명이 분명하다.</p>	<p>· 풀이 이유와 근거가 부분적으로만 분명하다.</p>	<p>· 풀이 이유와 근거가 불분명하다.</p>	<p>· 채점할 근거가 없다.</p>

지금까지 살펴본 수학적 의사소통을 평가하기 위한 여러 선행 연구의 결과는 수학적 의사소통을 수학적 내용과 아이디어를 표현하는 데에 주로 초점을 두었다. 그러나 의사소통이란 자신의 생각만을 주장하는 것이 아니라 그룹 내에서 또는 서면으로 다른 사람의 아이디어를 해석하고 이해하는 과정 또한 포함되어야 한다. 듣고, 말하고, 읽고, 쓰고, 그래픽을 통한 의사소통 방식에 따라 다양한 의사소통 목표를 평가할 수 있으므로, 의사소통 방식에 따른 각각의 평가 기준은 현실적으로 더 수월하게 교사들에 의해 사용될 수 있을 것이며, 학생들의 말과 글의 의사소통 능력은 과제의 유형에 따라 적용할 수 있는 평가 기준이 다를 것이다.

본 연구에서는 수행평가에 사용될 수 있는 의사소통 평가 기준을 다음의 원칙으로 개발하고자 한다.

첫째, 의사소통 방식마다 평가할 기준이 다르므로 유형에 따라 적용하기 쉽도록 듣기, 말하기, 읽기, 쓰기, 그래픽의 평가 기준을 따로 마련한다.

둘째, 의사소통의 성취 목표를 평가하는 타당한 평가 기준을 개발한다.

셋째, 수행 평가 과제 내용에 상관없이 과제 유형에만 적합하다면 사용할 수 있는 기준으로 실용성을 갖춘다.

넷째, 여러 답안을 채점하면서 기대 수준이 변하는 위험을 줄여 정확하고, 편견 없이 채점할 수 있는 채점자내 일관성을 높이도록 점수 수준을 간소화한다.

다섯째, 교사와 학생, 학부모가 신뢰할 수 있는 객관성을 확보한다.

여섯째, 수학 교사들이 사용하기에 쉬운 수월성을 갖고 있어야 한다.

일곱째, 산출물의 질을 정확하게 평가할 때까지 평가 기준을 반복 시험한다.

여덟째, 채점자 4명의 채점자간 신뢰도를 상관계수로 측정한다.

아홉째, 평가기준의 질을 교과전문가에 의해 평가받는다.

1. 평가 과제 제작

의사소통 능력을 채점할 수 있는 평가는 듣기, 말하기, 읽기, 쓰기, 그래픽의 의사소통 방식에 따라 제작되었다. K 중학교 3학년생에게 파일럿 테스트를 실시한 후 Y 중학교 2학년 학생 170명에게 평가가 실시되었다. 평가 문항은 <그림 1>, <그림 2>와 같다. 쓰기는 과제 유형에 따라 다른 평가 기준을 개발하였으므로 3개의 다른 과제 유형으로 문항을 제작하였다. 말하기의 평가 기준은 개인, 그룹의 과제 유형별로 나누어 기준은 마련했지만, 평가 문항과 채점 시간의 문제점으로 평가과제에서는 그룹 유형을 제외하였다.

III. 연구 방법 및 절차

수학적 의사소통 능력을 수행평가에서 평가할 수 있는 타당하고 객관적인 평가 기준을 개발하고자 Herman 외(1992)의 평가 기준 개발 과정을 참고로 다음의 순서로 연구를 진행하였다.

첫째, 수학적 의사소통의 능력의 성취 목표를 정한다.

둘째, 수학 뿐 아니라 타 교과목의 의사소통 평가 기준의 사례를 수집한다. 수학 뿐 아니라 영어과의 의사소통 평가 기준도 참고로 하였으며, 각 평가 기준의 장단점을 분석하였다.

셋째, 성취 목표에 따른 평가 기준의 세부 기준을 정하고 중요한 특성들을 표현하는 평어를 결정한다. 의사소통 방식에 따라 이해, 태도, 과제 유형 등 범주를 나누고 각각의 세부 기준과 각 점수에 해당하는 평어를 정하였다.

넷째, 수학적 의사소통을 평가할 수 있는 수행평가 과제를 개발하고 학생들의 답안 사례들을 수집한다.

다섯째, 평가 기준이 수학적 의사소통을 평가하기에 유용한지 확인하기 위해 개발한 평가 기준으로 채점한다.

여섯째, 평어와 평가 기준을 합당하게 수정한다.

<p>[듣기] a, b, c, d, e는 서로 다른 정수이다. 읽어주는 내용물은 것부터 순서대로 쓰세요.</p> <p>교사: (1) a, b, c, d, e 중 가장 큰 정수는 c이다. (2) b와 c가 나타내는 점은 원점으로부터의 거리 즉 절댓값이 같다. (3) a는 양수이다 (4) d는 a보다 크다 (5) e는 음수이다. 그리고 음수 중에서 가장 크다.</p>
<p>[말하기] 다음 방정식 풀이를 설명하라. (방정식을 잘 모르는 동생들에게 얘기한다고 생각하고 이과정을 알아듣기 쉽게 설명하세요.)</p> <p>(1) $\frac{1}{2}x - 3 = \frac{1}{5}x$ (2) $0.6x - 2 = 0.1x$ (3) $\frac{x}{6} - 1 = \frac{2}{3}x + \frac{1}{2}$ (4) $0.005x + 2 = 4$ (5) $\frac{1}{2}x - 0.3 = x - 1.3$</p>

<그림 1> 듣기와 말하기 평가 문항

[읽 기] 아래의 글을 읽고, 질문에 답하여 보자.

똥똥이 : 내가 너 생일을 맞춰볼게.
친 구 : 정말?
똥똥이 : 먼저 네가 태어난 날의 수에 10을 더해.
친 구 : 응.
똥똥이 : 나온 수를 두 배 해 보.
친 구 : 알았어.
똥똥이 : 너가 태어난 달의 100배를 또 더해.
친 구 : 어..... 했어.
똥똥이 : 그 수에서 20을 빼 보래?
그리고 네가 태어난 날의 수도 다시 빼 보. 알
마야?
친 구 : 316
똥똥이 : 아. 그걸 년 3월 16일에 태어났구나.
친 구 : 응. 맞아. 어떻게 알았어?

< 질 문 > 태어난 달을 x , 태어난 날을 y 로 하여 위의
으로 나타난 후 똥똥이가 어떻게 생일을 맞출 수 있었
보세요.

[쓰 기]
1. 근사값은 일상 생활에서 어떤 값을 측정하는 상황에
니다. 어떤 경우에 근사값 $21.3+22.56$ 을 계산하게 되는
보고, 그 이야기를 꾸며 보면서 근사값의 덧셈 방법을
는지 자신의 생각을 제시해 보세요.
2. 가로 6cm, 세로 4cm 짜리 타일 몇 개를 붙여 정사각
려고 한다. 만들 수 있는 정사각형 중 제일 작은 것의
는 얼마가 되는지 문제의 풀이과정을 설명하는 글로 자
3. 여러분은 지금 지수법칙 " $a^m \times a^n = a^{m+n}$ " (단, m, n
수)"을 결석한 친구에게 편지로 가르쳐 주려고 합니다.
지를 써 보세요. (필요하면, 예도 추가하세요.)

[그 래 픽]
좌표평면 위에 세 점 A(0, 5), B(2, 2), C(2, 0)을 나타
A, B, C를 순서대로 연결하여라. 이를 y축을 회전축으로
시켰을 때 생기는 회전체를 그림으로 그리고, 부피를 구
요한 길이의 값을 표시하시오.

<그림 2> 읽기, 쓰기, 그래픽 평가 문항

2. 채점자 훈련 및 채점

중학교 2학년 170명에게 수학적 의사소통 능력
을 평가할 수 있는 평가 과제를 실시한 후 2
명의 연구자와 2명의 중학교 현직 교사가 채점
에 참여했다. 표집된 다양한 학생의 답안을 일
관된 방식으로 평가 기준을 적용하고 채점 결
과를 기록하기 위해 학생들 답안 몇 개를 채점
자 4명이 함께 채점하고 점수 부여의 합의를
보았고, 그리고 나서 각자가 몇 개의 답안을
채점한 후 점수를 확인하여 일치도를 확인한
후 각자 채점을 실시하였다. 평가 기준의 개발
이 목적이었으므로, 평어의 선정이나 세부 기

준에 대한 의견을 자유롭게 교환하면서 평가
기준을 수정하였다. 평가 기준안과 과제 내용
이 많기 때문에 한꺼번에 채점을 하면 채점의
일치도가 떨어질 것을 우려하여 4일에 나누어
서 매일 재훈련 시간과 휴식을 취할 시간도 확
보하였다.

듣기와 읽기에서 "태도"는 시험상황에 채점
자들이 있지 않아 채점하지 않았고, 말하기의
평가는 학생들의 문제 해결 설명을 프로토콜로
작성한 후 그것을 읽고 채점하는 방식으로 행
해졌다.

3. 수학적 의사소통 능력 평가 기준의 질에 대한 평가

평가 기준은 16명의 교과전문가에게 평가 기
준의 질에 대한 검증표를 통해 그 질을 검증
받았다. 이 검증표는 성취목표를 평가할 내용
을 포함하고 있는지, 학습 결과가 평가 기준에
언급되어 있는지, 쉬운 채점 척도가 제시되어
있는지, 쉬운 용어로 진술되어 있는지, '수월성'
개념이 반영되어 있는지, 편견이 배제되어 있
는지, 교수 가능한 학습 결과가 반영되어 있는
지, 채점 가능한 점수 영역이 포함되어 있는지,
일반화될 기준인지 등을 Herman 외(1992)의 평
가 기준의 평가를 위한 기준을 참고로 작성하
였다.

IV. 연구 결과

수학적 의사소통을 채점할 수 있는 평가 기
준은 의사소통 방식에 따라 나누어 개발되었
다. 기존의 수학적 의사소통 평가 기준들은 대
개 쓰기 방식에 따른 의사소통을 평가하는 것
이나 토의나 소집단 활동에서는 말하기와 듣기

의 의사소통 능력이 필요하며, 수학적 내용의 글과 그래프의 표현을 읽고 해석하고, 문제 상황을 그래프로 표현하고 설명하는 의사소통도 수학 학습에서 필요하다. 그리고 의사소통의 방식에 따라 평가할 수 있는 학습목표가 다를 수 있으므로 본 연구에서는 각각의 의사소통 방식마다 평가 기준을 달리 개발하였다.

1. 의사소통 방식에 따른 평가 기준

(1) 듣기

수학 교수 학습에서 듣기의 의사소통은 전통적으로 교사의 설명을 듣는 것에서 동료의 생각을 듣고, 비디오나 CD의 시청각 교육을 통해서도 이루어져 왔으며, 최근의 수학과 평가에서는 듣기평가를 하나의 평가 방법으로 도입하려는 시도도 있다. 듣기를 평가할 때는 들리는 내용을 얼마나 집중하여 듣는지의 태도와 들은 수학적 내용을 이해하고 해석하여 문제해결과 추론이 가능한지가 의사소통 능력이라 보고 < 표 6>의 평가 기준을 개발하였다.

<표 6> 듣기의 의사소통 능력 평가 기준

범주	세부기준	점 수
태도	● 집중하는 태도	1점 : 집중하여 들을 수 있다
		0점 : 집중하지 못하고 산만하여 잘 경청하지 못한다.
내용	● 들은 내용을 이해하고 해석	3점 : 들은 내용을 이해하고 다른 수학적 표현으로 바꾸어 해석할 수 있다.
		2점 : 들은 내용을 어느 정도 이해하지만 구체적으로 해석하지 못한다.
		1점 : 들은 내용 대부분을 이해하지 못한다.
		0점 : 무응답

(2) 말하기

수학을 말할 때는 기호를 사용하는 것보다 일상언어의 문법으로 수학적 용어를 적절히 사용하는 것이 의사소통에 더 도움이 될 수 있다. 의미를 전달하기 위해서는 일상언어와 수학언어의 사용이 조화되어야 하고 적절한 어휘를 선택해야 한다. 또한 문제를 해결하는 과정이나 개념을 일방적으로 설명할 때와 공동의 과제를 해결하기 위한 그룹 토의의 과제에 따

<표 7> 말하기의 의사소통 능력 평가 기준

범주	세부기준	점 수
표현	● 일상언어와 수학언어 사용의 조화	3점 : 일상언어와 수학언어 사용이 조화롭고 표현에 적절한 언어를 선택한다.
		2점 : 수학적 언어사용이 부족하나 일상언어로 표현하기 위해 노력한다.
		1점 : 원하는 표현에 대한 언어사용이 부적절하다.
		0점 : 무응답
과제 유형별	→ 문제풀이 과정이나 수학적 개념을 설명하기 위한 말하기 ● 명확하고 논리적인 표현 ● 내용 전개 다양성	3점 : 문제풀이 이유와 근거에 대한 설명이 명확하고 논리적이며, 의도에 맞는 풍부한 예시를 들고 설명을 다양한 표현으로 구사한다.
		2점 : 설명 중 부정확한 부분이 있어도 나름대로의 근거가 보이거나, 논리적인 비약이 있어도 청자를 이해시키려는 노력이 보인다.
		1점 : 부정확한 내용이 많으며 말의 전개가 부자연스럽다.
		0점 : 무응답
	→ 공동 과제를 해결하기 위한 그룹 안에서의 말하기 ● 대화 참여도 ● 적극성 및 솔직함	3점 : 발화빈도와 발화량이 많으며 대화에 적극적으로 참여하고 자신이 아는 것을 논리적으로 설득력 있게 전달한다.
		2점 : 참여도는 보통이나 자신의 생각을 논리적으로 말한다.
		1점 : 참여도가 극히 저조하고 수동적인 말하기가 주를 이룬다.
		0점 : 무응답

라 말하기 의사소통은 다를 수 있다. 문제 풀이 나 개념을 상대방에게 설명할 때는 정확하고 논리적으로, 그리고 상대방의 수준에 맞추어 과정을 생략하지 않고 풍부한 예시나 다양한 표현으로 구사하는 능력이 필요하며, 공동의 과제를 해결하기 위한 그룹 내에서는 대화에 적극적으로 참여하고 자신의 아이디어를 설득력 있게 전달할 수 있는 능력이 필요하다. 따라서 말하기의 의사소통 능력은 표현과 과제의 범주로 나누어 채점할 수 있으며, 과제유형에서 해당하는 것과 표현 범주를 각각 채점한다. 말하기 능력의 평가 기준표는 <표 7>과 같다.

(3) 읽기

읽기는 듣기와 마찬가지로 이해하고 해석하는 의사소통에 해당한다. 그러나 듣기는 시간이 지나면 기억에 의해 회상을 해야 하지만, 읽기는 다시 읽고 추론할 기회가 있다. 따라서 듣기와 달리 읽기의 의사소통 능력에서는 일상 언어, 수학적 언어, 그래픽 등의 표현간의 번역이 가능하고, 해석한 내용을 다시 글로 나타낼 수 있는지의 평가도 가능하다. 읽기의 평가 기준은 <표 8>와 같다.

<표 8> 읽기의 의사소통 능력 평가 기준

범주	세부기준	점 수
● 집중하는 태도		1점 : 집중하여 읽을 수 있으며 어려운 내용은 반복하여 읽어내는 끈기가 있다.
		0점 : 집중하지 못하고 산만하여 잘 읽으려 하지 않는다.
● 수학적 내용과 그래픽 자료를 이해하고 해석		3점 : 읽은 내용을 이해하고 다른 수학적 표현으로 바꾸어 해석할 수 있다.
		2점 : 읽은 내용을 어느 정도 이해하지만 구체적으로 해석하지 못 한다.
		1점 : 읽은 내용 대부분을 이해하지 못 한다.
		0점 : 무응답

(4) 쓰기

수학적 의사소통에서 가장 많이 사용되고 가장 활발한 연구가 진행되는 것이 쓰기의 방식이다. 일지 쓰기, 포트폴리오, 프로젝트, 에세이 등 대부분의 수행평가의 과제가 쓰기의 방식으로 제시되고 있으며 기존의 의사소통 평가 기준들은 모두 이 쓰기 능력에 관한 것이다. 쓰기의 의사소통 능력은 수학 용어, 기호, 식 등의 수학적 표현과 일상언어를 적절하고 다양하게 사용할 수 있는지가 평가될 수 있다. 말하기는 일상 언어의 문법과 수학 용어가 조화롭게 사용되어야 하지만, 쓰기의 수학은 수학 기호나 식으로도 의사소통이 또한 가능하다.

그러나 과제 유형에 따라 쓰기의 평가는 다를 수 있다. 수학이 일상생활과 얼마나 밀접한 관련을 갖는지 또는 수학적 주제에 대한 자신의 생각과 의견이 무엇인지를 글로 쓸 때는 주제와 관련된 수학적 내용이 포함되어 있으면서 자신의 생각이 논리적이고 창의적으로 제시되어야 한다. 문제 해결 과정을 글로 쓰는 과제라면 문제 상황을 바로 해석하고 풀이과정과 답이 정확하고 논리적인지가 평가될 수 있다. 또한 독자에게 수학적 개념을 설명하는 글은 독자의 이해를 돕기 위한 그림과 표, 식 등의 정확하고 적절한 사용과 예시 등을 사용하여 설명하였는지가 평가될 수 있다. 따라서 쓰기 능력의 평가 기준은 말하기와 마찬가지로 표현과 과제 유형 각각에 따라 다르며, 평가 기준표는 <표 9>와 같다.

(5) 그래픽

수학 내용을 설명하기 위해 교사들은 자주 표, 다이어그램, 그래프 등을 활용한다. 문제 상황을 해석한 그래픽을 이해하고 역으로 문제 상황이 주어질 때 그래픽을 이용하여 설명할 수 있는가 하는 것은 수학 교수 학습에서 필수

<표 9> 쓰기의 의사소통 능력 평가 기준

범 주	세 부 기 준	점 수
표 현	●수학언어·기호·식· 일상언어 등의 적절한 사용 및 다양성	3점 : 효과적인 쓰기를 위하여 적절하고 다양한 표현 방법을 사용한다.
		2점 : 표현에 다소 미흡한 점이 있다.
		1점 : 내용을 표현하는 방법이 적절하지 못하다.
		0점 : 무응답
과제 유형별		
자신의 생각 과 느낌에 관련 글쓰기	●논리적인 자신의 경험, 의견, 느낌의 표현 ●창의성과 실세계 응용	3점 : 주제와 관련된 수학적 내용을 포함하고, 자신의 생각이 논리적으로 나타나며 창의적임.
		2점 : 관련된 수학적 내용만 있거나, 논리적으로 자신의 의견만을 제시한 경우
		1점 : 단편적인 수학적 사실의 나열이나 별 의미 없는 생각의 나열
		0점 : 무응답
문제 해결 과정 쓰기	●논리적인 내용 전개 ●풀이과정 및 답의 정 확성	3점 : 풀이과정과 답이 정확하고 논리적이다.
		2점 : 문제의 일부분만을 해결함.
		1점 : 해결 과정이 분명치 않거나 없음.
		0점 : 무응답 및 오답만 기록.
개념 설명의 글쓰기	●논리적이고 명확한 설 명 ●예시의 다양성 ●이해를 돕기 위한 그 림, 표, 식 등의 정확하 고 적절한 사용	3점 : 독자의 이해를 위한 적절하고 다양한 예시와 논리적이고 명확한 설명이 있다.
		2점 : 부적절한 부분이 있으나 요지는 파악할 수 있다.
		1점 : 비논리적이고 생략한 부분이 많아 이해하기 힘들다.
		0점 : 무응답

적이다. 따라서 수학적 의사소통 능력에 그래 픽 능력이 포함되어야 한다. 수학적 기호에는 언어-대수적 기호와 시각적 기호로 크게 분류 될 수 있어(Skemp, 1987), 그래픽을 해석하는 것과 사용하는 것이 포함되는 그래픽 능력은 쓰기와 읽기 능력에 포함될 수도 있다. 그러나 문제 상황에서 그래픽이 주요한 요소가 될 경우 이를 평가하기 위해서 그래픽 능력을 의사 소통 능력에서 중요한 요소로 보았다. 따라서 본 연구는 <표 10>과 같이 그래픽을 올바르게 사용하는지를 평가하기 위한 기준을 마련하였다. 그래프 해석은 읽기의 평가 기준으로 가능하다고 보고 이를 읽기 능력에 포함시켰다.

<표 10> 그래픽의 의사소통 능력 평가 기준

범주	세부기준	점 수
표현 및 설명 가능	●문제 상황 을 그래픽 을 이용하 여 설명 가능	3점 : 올바른 그래픽의 사용 및 바른 설명
		2점 : 그래픽에 약간의 오류가 있다.
		1점 : 이해할 수 없는 그림
		0점 : 무응답

2. 채점자간 신뢰도

의사소통 능력에 대한 채점 결과를 주관적인 편견을 배제하여 채점자간에 얼마나 일관성 있게 채점하는지는 채점자간 신뢰도인 객관도로 분석한다. 본 연구에서는 연구자 A, B, 현직 교사 C, D가 채점한 결과를 <표 11>와 같이 상관계수법으로 측정하였다. 모두 0.7이상의 높은 상관 관계를 가진 것으로 분석되었다. 성태제 (1996)에 의하면, 0.8이상이면 상관관계가 매우 높고 0.6이상이면 상관관계가 높다.

채점 과정에서 듣기와 읽기는 평가 기준을 태도와 내용 이해의 두 범주로 나누었지만, 태도면은 학생들의 답안지를 보고 시험 후 평가할 수 없었다. 그래서 듣기와 읽기는 내용 이해 부분만을 채점하였다. 말하기는 수업 시간에 녹음을 하였으나 170명의 목소리를 확인하며 듣는 것이 어려워 담당 교사가 학생들의 말을 프로토타입으로 작성한 뒤 나머지 채점자들은

그것을 읽고 채점을 하였다. 그리고 말하기와 쓰기는 평가의 범주를 표현과 과제 유형에 따라 나누었기 때문에 각 과제마다 표현과 과제 유형에 대해 채점이 행해졌다.

<표 11> 채점자간 신뢰도 분석 결과(상관계수)

		A*B	A*C	A*D	B*C	B*D	C*D	
듣기(내용 이해)		0.910	0.846	0.821	0.901	0.878	0.820	
말하기	문제가 풀이 과정 설명	0.923	0.788	0.805	0.878	0.873	0.782	
	표현	0.861	0.758	0.730	0.894	0.820	0.759	
읽기(내용 이해)		0.962	0.887	0.907	0.924	0.936	0.873	
쓰기	과제 1	생각과 느낌	0.823	0.798	0.771	0.838	0.756	0.713
		표현	0.947	0.836	0.830	0.888	0.883	0.784
	과제 2	문제 해결 과정	0.968	0.893	0.845	0.932	0.877	0.834
		표현	0.952	0.890	0.878	0.938	0.925	0.877
	과제 3	개념 설명	0.946	0.853	0.873	0.916	0.927	0.838
		표현	0.933	0.848	0.827	0.930	0.911	0.842
그래픽		0.960	0.757	0.867	0.789	0.910	0.709	

3. 수학적 의사소통 능력 평가 기준의 질

개발된 평가 기준이 의사소통 능력을 제대로 측정할 수 있는 정도를 판단하기 위해 내용타당도를 16명의 교과 전문가에게 판정하게 하였다. 각 문항에 대해 긍정적인 응답이 50% 이상 대부분이었다. <표 12>와 같이 수학적 의사소통의 학습 결과가 평가 기준에 모두 언급되어 있고, 교수 가능한 학습 결과가 반영되어 있고, 채점 가능한 점수 영역이 포함되어 있다는 데에 80% 이상이 긍정적인 응답을 하였다. 평가 기준에 의사소통 성취 기준이 포함되지 않다는 것과 학생과 학부모, 교사들이 이해하기 쉬운 용어로 진술되어 있지 않고, 수월성 개념이 부족하다는 부정적인 응답도 소수 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 수학적 의사소통 능력을 평가하는 기준을 개발하는 것을 그 목적으로 하였다. 수학적 의사소통의 필요성과 중요성이 점차 관심을 받고 있는 시점에서 실제로 평가에서는 반영되지 않고 있다는 교사들의 의견에 따라(이종희 등, 2001) 수학적 의사소통이 교수 학습과 평가에서 실행되기 위해서는 객관적이고 타당한 평가 기준의 제시가 필요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 의사소통의 방식에 따라 평가 기준을 나누어 제시하였다. 말하기와 쓰기는 학생의 표현 능력이 증시되지만 듣기와 읽기는 표현의 해석이 중요하기 때문에 평가 기준 또한 달라야 한다.

본 연구에서 개발된 평가 기준은 의사소통을 평가할 수 있는 수행평가 문항을 4명의 교사가 채점하여 채점자간 신뢰도인 객관도를 확인하였다. 채점자 2인간의 상관계수를 모두 구하여 0.7 이상의 높은 상관관계를 얻어 개발된 평가 기준이 객관적으로 채점할 수 있는 기준임을 확인하였다. 또한 16명의 교과전문가에게 평가 기준의 질을 평가받아 대부분의 기준들이 성취 목표를 평가할 내용을 포함하고 있고, 학습 결과가 평가 기준에 언급되어 있고, 쉬운 채점 척도가 제시되어 있고, 쉬운 용어로 진술되어 있고, 수월성 개념이 반영되어 있고, 편견이 배제되어 있고, 교수 가능한 학습 결과가 반영되어 있고, 채점 가능한 점수 영역이 포함되어 있다는 평가를 받았다.

본 연구에서 개발한 수학적 의사소통 능력 평가기준으로 실제 현장에 적용할 경우 유의해야 할 점들에 대한 제언을 하고자 한다.

첫째, 분석적 채점은 알고자 하는 특정 능력의 강점과 단점을 알 수 있지만, 한 범주만으로 전체적인 평가를 하는 것은 원하는 평가목

<표 12> 수학적 의사소통 능력 평가기준의 질에 대한 교과전문가의 평가

문항 내용	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
▶ 평가기준은 다음의 성취목표를 평가할 수 있는 내용을 포함하는가?					
· 글이나 말, 기호, 그래픽으로 제시된 수학적 내용을 이해하여 다른 수학적 표현으로 바꾸어 해석할 수 있다.	6 (37.5%)	6 (37.5%)	2 (12.5%)	2 (12.5%)	0 (0%)
· 수학적 어휘와 기호 체계, 식, 그래픽을 사용하여 수학적 내용을 표현하고 관계를 기술하며 상황을 모델링할 수 있다.	6 (37.5%)	7 (43.8%)	1 (6.3%)	2 (12.5%)	0 (0%)
· 말과 글로 수학적 아이디어를 자신감 있게 논리적으로 나타내고 창의성을 발휘할 수 있다.	7 (43.8%)	6 (37.5%)	3 (18.8%)	0 (0%)	0 (0%)
· 의사소통 상대방의 이해를 돕기 위해 설명, 표, 그림, 등 다양한 표현을 논리적으로 사용할 수 있다.	8 (50%)	4 (25%)	4 (25%)	0 (0%)	0 (0%)
· 글이나 말 그래픽으로 표현된 수학적 아이디어를 이해하고 해석하기 위해 집중하고 인내하는 태도를 갖는다.	6 (37.5%)	6 (37.5%)	2 (12.5%)	2 (12.5%)	0 (0%)
▶ 중요한 학습 결과가 모두 평가 기준에 언급되어 있는가?	3 (18.8%)	12 (75%)	1 (6.3%)	0 (0%)	0 (0%)
▶ 사용이 쉽고 결과 해석이 용이한 채점 척도가 제시되어 있는가?	0 (0%)	9 (56.3%)	7 (43.8%)	0 (0%)	0 (0%)
▶ 학생과 학부모, 교사들이 이해하기 쉬운 용어로 진술되어 있는가?	1 (6.3%)	9 (56.3%)	5 (31.2%)	1 (6.3%)	0 (0%)
▶ 평가 기준에는 해당영역에서 수용되는 '수월성'의 개념이 반영되어 있는가?	0 (0%)	8 (50%)	7 (43.8%)	1 (6.3%)	0 (0%)
▶ 평가 기준에 발달적·윤리적·성차에 대한 편견이 배제되어 있는가?	2 (12.5%)	9 (56.3%)	5 (31.2%)	0 (0%)	0 (0%)
▶ 평가 기준에 교수 가능한 학습 결과가 반영되어 있는가?	4 (25%)	9 (56.3%)	3 (18.8%)	0 (0%)	0 (0%)
▶ 평가 기준에 채점이 가능한 점수 영역이 포함되어 있는가?	5 (31.2%)	8 (50%)	3 (18.8%)	0 (0%)	0 (0%)
▶ 비슷한 과제나 더 큰 수행 영역에서 일반화될 수 있는 기준을 갖고 있는가?	1 (6.3%)	8 (50%)	7 (43.8%)	0 (0%)	0 (0%)

표를 다 이룰 수 없다. 수학적 의사소통 능력의 평가만으로는 추론과, 전략적 지식, 수학적 지식 등을 평가할 수 없다. 의사소통은 수학적 개념, 용어, 기호 등 일단의 학습한 내용을 잘 사용하고 해석하는지를 평가하기 위한 것이므로 분석적 채점 방법의 한 범주로서 인정하고 문제해결이나 추론 등 다른 범주와 함께 사용되어야 한다.

둘째, 본 연구에서 제시된 평가 기준은 0점에서 3점까지의 수준으로 제시되어 있으나 복잡한 과제에 적용하고 학생들의 다양한 반응에 따라 유연하게 적용하거나 만점을 더 높게 적용해야 하는 상황에서는 점수간의 간격을 늘려 사용할 수 있을 것이다. 예를 들어, 평가 기준의 점수를 과제에 따라 0, 1, 3, 5점 또는 0, 1, 4, 7점으로 정한다면 각 점수 수준에 미달하거나 약간 높은 수준에 중간 점수를 부여할 수

있다. 평가 기준을 토대로 채점 기준을 마련할 수 있는데, 이는 각각의 평어에 맞는 구체적인 예시를 추가하여 점수를 세분화하는 것으로 가능하다.

셋째, 평가기준은 신뢰도를 높이기 위해 채점자에게 명확하게 내면화되어 있어야 한다. 채점자간 신뢰도는 채점자내 신뢰도가 높다고 가정되어 있는 상황에서 측정 가능한 것이다. 채점을 하다가 기준이 흔들리거나 불명확해지는 경우가 발생하지 않기 위해서 채점자들은 먼저 함께 모여 샘플 몇 개를 채점해 보면서 각 점수 기준을 동일하게 내면화해야 한다. 각 기준에 맞는 모범예시안을 답안에서 골라 두고 유사한 유형끼리 함께 모은 후 혼동스러운 것들은 함께 토의한다면 채점자내 신뢰도와 채점자간 신뢰도 또한 높일 수 있을 것이다.

참고문헌

- 교육부 (1999). 중학교 교육과정 해설(III) - 수학, 과학, 기술·가정-.
- 김선희 (1998). 의사소통 지도가 수학 학습에 미치는 효과. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 권기순 (2000). 수학과 수행평가 도구로서 개념망 과제의 개발과 적용가능성. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 성태제 (1996). 타당도와 신뢰도. 양서원.
- 이문정 (1999). 중학교 수행평가에서 의사소통 능력에 초점을 둔 함수단원의 평가기준표 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 이종희, 김선희, 채미애 (2001). 수학적 의사소통의 지도에 관한 실태조사. 미간행 자료.
- 유현주 (2000). 수학적 의사소통과 수학의 교수-학습. 대한수학교육학회지 학교수학, 2(1), 53-72.
- 최인숙 (1998). 수학 학습 과정에서 일지 쓰기의 효과에 관한 연구. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 최연희, 권오남, 성태제 (1998). 중학교 영어·수학 교과에서의 열린 교육을 위한 수행평가 적용 및 효과 분석. 이화여자대학교 사범대학.
- 황혜정, 최승현 (1999). 수학과 평가틀에 관한 고찰. 수학교육학 연구, 9(2), 459-472.
- Cai, J., Lane, S. & Jakabcsin, M. S. (1996). The role of open-ended tasks and holistic scoring rubric: Assessing students' mathematical reasoning and communication. *Communication in mathematics, K-12 and beyond (1996 Yearbook)*(pp.137-145). Reston, VA: NCTM.
- De Lange, J. (1995). Assessment: No change without problems. In T. A. Romberg(Ed), *Reform in school mathematics and authentic assessment*(pp.87-172). Albany, NY: The State University of New York Press.
- Herman, J. L., Aschbacher, P. R. & Winters, L. (1992). *A practical guide to alternative assessment*. 김경자 (역) (2000). 수행평가 과제 제작의 원리와 실제. 이화여자대학교 출판부.
- Janvier, C. (1987). Representation and understanding: The notion of function as an example. In C. Janvier(Ed), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*(pp.67-72). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lester, F. K., Lambidin, D. V., & Preston, R.V. (1997). A new vision of nature and purposes of assessment in the mathematics classroom. In G. D. Phye(Ed), *Handbook of classroom*(289-319). New York: Academic Press.
- Mills, R. P., Brewer, W. R. & Kenney, R. (1992). The report of Vermont's mathematics portfolio assessment program. In T. A. Romberg(Ed.), *Mathematics assessment and evaluation*(pp.321-334). Albany, NY: The State University of New York Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. 구광조, 오병승, 류희찬 (공역) (1994). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 서울: 경문사.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Silver, E. A. & Kenney, P. A. (1995).

- Sources of assessment information for instructional guidance in mathematics. In T. A. Romberg, (Ed), *Reform in school mathematics and authentic assessment* (pp.38-86). Albany, NY: The State University of New York Press.
- Skemp, R. R. (1987). *The Psychology of Learning Mathematics*. 황우형 (역) (1997). 수학학습심리학. 민음사.
- Taylor, C. S. & Bidlingmaier, B. (1998). Using scoring criteria to communicate about the discipline of mathematics. *Mathematics Teacher*, 91(5), 416-425.
- Thompson, D. R. & Senk, S. L.(1998). Using rubrics in high school mathematics courses. *Mathematics Teacher*, 91(9), 786-793.

The Assessment Rubric Development of Mathematical Communication Ability

Lee, Chong Hee (Ewha Woman's University)
Kim, Sun Hee (Kwanjang Junior High School)
Chae, Mi Ae (Yeoido Junior High School)

The purpose of this study is to develop the assessment rubric of mathematical communication ability by each type: listening, speaking, reading, writing, and graphic. This rubric is qualified in the content-validity and reliability by professional educators' evaluation and correlation coefficient. 16 math educators judged that this involves the results of learning mathematical communication, the results of possible instruction, and the content of scoring mathematical communication by teachers. 170 middle school students were tested by the assessment task according to the types of mathematical communication. After two researchers and two teachers scored the tasks, correlation coefficient was calculated between evaluators. The coefficient is evaluated high in that it is more than 0.70.