

# NCTM의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학능력 평가도구 개발\*

## The Development of Evaluation Tools for Young Children's Math Ability based on Content Standards of NCTM

김지영\*\*

호남대학교 유아교육학과

Kim, Ji Young

Dept. of Early Childhood Education

### Abstract

The purpose of this study is to develop evaluation tools for young children's mathematical ability based on the content standards of NCTM and to verify the suitability of the tools. The tools consist of 5 sub-tests with 90 items, including number and operation, algebra, geometry, measurement, data analysis and probability. The tool analysis was examined with 300 three-to five-years-old children and 31 math education professionals.

The results of this research are as follows : First, in order of age the passing rate increased. The gap between high and low score group reveals a statistically meaningful difference. Second, the internal consistency reliability coefficient, Cronbach  $\alpha$ , is .96. Test-retest reliability is around .90. The concurrent validity correlation between this tools and Choi Hye-Jin's test(2003) is .85. The analysis of the content validity was proved appropriately by math education professionals.

Key Words : content standards of NCTM, evaluation tools, math ability of child

## I. 서론

정보화 시대를 맞이하여 건강한 시민으로서 일상생활을 영위하고, 직업사회에서 요구하는 능력을 갖추기 위해서 수학에 대한 이해와 활용의 요구는 점차 증가하고 있다. 이는 수학이 인간사회를 수와 기하를 적용하여 표현할 수 있는 실질적인 학문이며, 인간의 사고를 논리적으로 구조화·체계화 하는데 도움을 주는 교과이기 때문이다. 즉 수학은 학문으로서의 고유한 가치와 일상생활에서 발생하는 문제를 실제적으로 해결할 수 있는 수단적인 가치도 지니고 있다. 이러한 수학의 중요성이 언급되는 시점에서 전 세계적으로 수학교육의 개혁운동에 선두를 서게 된 단체가 있다.

미국수학교사협회(National Council of Teachers of Mathematics : NCTM)는 수학교육 전문가들에 의해 구성

된 협회로서, 수학교육 전문가들에게 비전과 리더십을 제시하는 세계에서 가장 큰 수학교육 단체이다(이정희, 2003). NCTM은 1989년에 「Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics」를 발행하여 수학교육 개선을 위해 노력하였다. 또한 2000년에는 「Principles and Standards for School Mathematics」를 발표하였고, 2006년에는 2000년에 발표한 기준집의 적용·실행안내를 목적으로 「Curriculum Focal Points for PreKindergarten through Grade 8 Mathematics: A Quest for Coherence」를 발간하였다. 2000년에 발행한 기준집의 가장 큰 특징은 처음으로 유치원 이전의 시기(prekindergarten)를 포함시켜 12학년까지(Pre-K-12) 연계적인 수학교육 기준을 제시하였다는 점이다(홍혜경, 이정옥, 정정희, 2006). 즉 수학의 구조성과 계열성에 근거한 분석 작업을 통해 학습대상자의 발달수준과 교육수준에 따라 연계성 있는 수학교육의 기준을 제시하고자 하였다는 것이다. 이러한 점은 유아교육관련

\* 본 논문은 2004년도 원광대학교 박사학위 청구논문의 일부임.

\*\* Corresponding author: Kim, Ji Young

Tel: 062) 940-5531

E-mail: kji4549@hanmail.net

학제 개편에 대한 논의와 상급학교 간에 연계성 있는 교육 내용을 제시하고자 하는 현 시점에서 의미하는 바가 매우 크다고 할 수 있다.

NCTM(2000)의 '학교수학을 위한 원리와 기준'에는 수학 학문의 구조에 따라 5개의 수학교육 내용기준이 제시되어 있다. 수학교육 내용기준을 살펴보면 첫째, 수와 연산영역으로 수를 표상하는 방법, 수들간의 관계, 수 체계를 이해하기, 연산의 의미 이해하기, 연산간의 관련성 이해하기, 숙련된 계산과 합리적인 어렵하기의 내용이 다루어진다. 둘째, 대수영역으로 패턴·관계성 이해하기, 대수적 상징을 이용하여 수학적 상황과 구조를 표상하고 분석하기, 다양한 변화를 해석하기의 내용이 있다. 셋째, 기하영역으로 2·3차원의 기하학 형태의 특성을 분석하기, 좌표기하와 표상 체계를 이용하여 공간 관계 설명하기, 공간적 추리의 내용이 있다. 넷째, 측정영역으로 물체의 측정 가능한 속성과 측정의 단위·체계·과정을 이해하기, 측정하기 위한 적절한 기술·도구·공식을 적용하기가 있다. 다섯째, 자료 분석과 확률 영역에서는 질문을 해결하기 위해 관련된 자료를 수집하고 조직하여 제시하기, 자료 분석을 위한 통계적인 방법을 사용하기가 있다.

유아기는 수학 능력이 형성되는 중요한 시기이다. 유아가 이 기간 동안에 경험한 비형식적인 수학적지식은 후에 형식적인 수학개념의 기초를 제공하며(Copley, 2000; Seo, 2003), 추후 학교교육을 통해 달성해야 할 수학 성취도와도 밀접한 관련이 있으므로(Ginsburg, Klein & Starkey, 1998) 매우 중요하다고 볼 수 있다. 그러므로 유아의 수학적 사고능력의 발달을 지원하기 위해서는 유아가 지닌 수학능력이 어느 정도 인지를 파악하는 일이 중요하다. 유아가 지닌 수학능력을 이해하는 것은 유아에게 바람직한 수학교육 프로그램을 제공하기 위한 선결 요건임과 동시에 수학교육의 효과를 검증하고, 더 나은 교육적 의사결정을 하기 위한 필수적인 요소이기 때문이다.

그동안 유아의 수학능력을 평가하기 위해 다양한 수학 검사도구가 사용되어 왔는데, 이러한 검사도구는 세 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째, 유아발달 수준 검사, 지능검사, 학습 준비도 검사등 표준화 검사도구 중에서 수학 영역을 사용한 경우이다. 둘째, 수학 이론에 기초하여 연구자가 검사를 고안하여 활용한 경우이며 셋째, 외국에서 개발한 수학 검사도구를 번안하여 사용한 경우이다. 이러한 검사도구들 중에는 신뢰도와 타당도가 검증되지 않은 도구가 많으며(최혜진, 2003), 다양한 수학영역을 측정하지 못하고 수학의 하위 영역을 중심으로 구성된 평가도구(김정미, 1997; 양승희, 조인숙, 2001; 이정옥, 오애순, 2002; 전희영, 2001)가 대부분이다. 또한 Piaget의 이론에 기초하여 제작된 검사도구는 전수개념을 중심으로 평가하

기 때문에 유아가 지닌 수학능력을 평가하기에는 적절하지 못하며, 표준화 검사 역시 수학 학문의 구조에 따라 종합적인 수학능력을 평가하지 못한다는 제한점이 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 최혜진(2003)은 유아수학능력 검사도구를 개발하였다. 유아수학능력 검사도구는 사물의 규칙성, 수개념, 기하, 측정의 4개 영역에 총 91개의 문항으로 구성되어 있다. 이 도구는 유아의 수학능력을 측정하기 위해 국내에서 제작된 최초의 종합적인 검사로서 가치가 있으나, 수학 학문 구조와의 연계성이 부족하며 동등·대응관련 대수 검사 문항이 누락되어 있다. 따라서 유아에게 적합한 수학내용으로 제시되는 수학영역을 충분히 반영하고 있지 못하며, 유아가 지닌 수학능력과 기술을 평가하기에는 부족함이 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하고, 수학 학문의 구조성 및 계열성에 따라 다양한 수학영역을 평가할 수 있는 도구를 개발하고자 하였다.

본 연구는 유치원 이전 시기부터 고등학교 시기까지(Pre-K-12) 체계적으로 연계성 있는 수학교육과정을 제시하고 있는 NCTM(2000)의 수학교육 내용기준을 기본 틀로 하여 유아기에 적절한 수학능력 평가도구를 개발하고, 고안한 평가도구의 적합성을 검증하는데 목적이 있다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 설정된 연구내용은 다음과 같다.

첫째, NCTM의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학능력 평가도구의 문항 양호도(문항 통과율, 문항 변별도)를 알아본다.

둘째, NCTM의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학능력 평가도구의 도구 양호도(신뢰도, 타당도)를 알아본다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

#### 1) 유아

본 연구에서는 전라북도 I, J시에 소재한 4개의 사립 어린이집에 재원한 유아 중에서 무선 표집을 통해 만 3, 4, 5세 유아 각각 100명씩 총 300명을 대상으로 하였다. 연구대상의 평균 월령을 살펴본 결과, 만 3세 남아는 48개월, 만 3세 여아는 47개월이었고, 만 4세 남아와 여아는 59개월이었으며, 만 5세 남아는 71개월, 만 5세 여아는 72개월이었다. 이들의 사회·경제적인 배경을 가정의 월 평균 소득, 아버지의 표준 직업 분류기준, 부모의 학력 수준(통계청 월 문서, 2004), 거주지의 위치를 중심으로 살펴본 결과 우리

나라의 평균 가정을 대표하는 것으로 볼 수 있다.

## 2) 유아수학교육 전문가 집단

본 연구에서 개발한 평가도구의 내용타당도를 검증하기 위해서 전국에 있는 4년제 대학과 전문대학의 유아교육학과와 아동관련학과에서 유아수학교육 또는 유아수·과학교육을 강의하는 교수 중에서 무선 표집의 방법을 사용하여 31명을 선정하였다. 각 전문가의 학력을 살펴본 결과, 약 90% 이상이 박사과정 이상(박사학위 소지자 58%)의 학력을 가졌으며, 약 85% 이상이 2회 이상의 유아수학교육 강의 경력을 지닌 것으로 나타났다.

## 2. 연구절차

### 1) 문헌분석 및 검사도구 시안 작성

본 연구에서는 NCTM의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학능력 평가도구를 개발하기 위해서 검사도구의 개발 방향과 평가도구 개발시 고려해야 할 기준을 설정한 후, NCTM(2000)에서 제시한 Pre-K-2학년 아동에게 해당되는 수학교육 내용기준을 분석하였다. 또한 유아에게 적절한 난이도와 변별도를 갖춘 수학 문항을 고안하고자, 국내·외 유아수학능력 검사도구, 유아수학 발달 수준, 국가수준 교육과정, 유아수학 관련 문헌을 분석하여 평가도구의 내용 영역과 문항을 선정하였다. 평가도구의 내용 영역은 NCTM(2000)에서 제시한 5개의 영역을 설정하였고, 검사 문항은 수와 연산영역은 40문항, 대수영역은 18문항, 기하영역은 33문항, 측정영역은 24문항, 자료 분석과 확률영역은 12개의 문항으로 총 127개의 문항이 개발되었다.

### 2) 검사자 훈련

유아교육을 전공하고 2년의 현장 경력이 있는 대학원생 2명과 유아수학교육을 강의를 받은 3·4학년 10명의 학생에게 평가도구에 대한 이론, 시연하는 장면 관찰, 직접 시연하기의 3차례 교육이 이루어졌다. 또한 1차례의 교육에서는 검사자 1명이 유아를 검사하고 있는 장면에서 11명의 검사자는 유아의 수학능력을 평가해 보도록 하여 평정자간의 신뢰도를 산출하였다. 평정자간의 일치도는 1.00으로 나타나 모든 평정자가 일관되게 유아의 수학능력을 평가한다고 볼 수 있다.

### 3) 1, 2차 예비검사

시안으로 개발된 평가도구의 검사자료의 적절성, 검사절차, 실시상의 문제점, 검사 소요시간을 파악하고자 만 3, 4, 5세 유아 각각 20명씩 총 60명의 유아에게 1차 예비검사를 실시하였다. 검사결과 문항 변별도가 없는 문항과 질문의 의미를 파악하지 못하는 문항의 문구는 수정·보완하였고, 구체물의 수행으로 인해 검사 시간이 많이 소요되는 문항의 일부를 그림자료로 대체하였다. 1차 예비검사의 결과를 바탕으로 수정·보완된 검사도구는 수와 연산영역은 32문항, 대수영역은 11문항, 기하영역은 25문항, 측정영역은 21문항, 자료분석과 확률영역은 8개 문항으로서 총 97문항으로 구성되었다. 1차 예비검사를 통해 수정·보완된 검사도구의 양호도를 검증하기 위해서 2차 예비검사를 실시하였다. 2차 예비검사의 내용타당도를 검증하기 위해 8명의 유아수학교육 전문가에게 평가도구 영역의 적합성, 평가문항의 타당성을 중심으로 알아보았다. 또한 2개의 유아교육기관에 재원중인 만 3, 4, 5세 유아 각각 20명씩 총 60명에게 검사를 실시하였다. 2차 예비검사 결과, 문항변별도가 없는 문항은 수정·보완하였고, 유아들이 쉽게 접하지 못한 문항은 예시문항을 첨가하였으며, 문항 변별도를 중심으로 문항의 순서를 조정하였다. 이와 같은 과정을 거쳐 최종적으로 선정된 검사도구는 총 90개의 문항으로 구성되었다.

### 4) 본 검사

연구자와 12명의 연구보조자가 2004년 7월 6일~7월 20일까지 선정된 유아교육기관에서 자유선택활동시간에 검사를 실시하였다. 유아수학능력 검사는 독립된 공간에서 개별면접의 과정을 통해 이루어졌다. 검사에 소요된 시간은 총 30-45분으로서, 만 3, 4세 유아의 경우에는 2일에 걸쳐 만 5세의 유아는 하루에 검사가 이루어졌다.

### 5) 재검사 신뢰도를 산출하기 위한 검사

연구대상 유아 중에서 각 연령별로 50명씩(남아 25명, 여아 25명) 총 150명의 유아에게 2004년 8월 10일~8월 24일까지 본 검사와 동일한 방법으로 실시하였다.

### 6) 공인 타당도 검증을 위한 유아수학능력 검사

연구대상 유아 중에서 재검사를 받지 않은 유아에게 최혜진(2003)의 유아수학능력 검사를 2004년 8월 11일~8월 20일까지 실시하였다.

### 7) 내용타당도 검증을 위한 질문지 배부

전국에 있는 4년제와 전문대학의 유아교육학과와 아동 관련학과에서 유아수학교육과 유아수·과학교육을 강의하는 유아수학교육 전문가 중에서 무선 표집의 방법을 통해 51명에게 질문지를 배부하였다. 질문지는 전자우편과 우편을 통해 배부되었고, 수거된 질문지는 38부(회수율 74.5%)였으며, 이 중에서 응답이 불성실한 7부는 제외하고 최종적으로 31부의 질문지를 연구 자료로 활용하였다.

3. 연구도구

1) NCTM의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학능력 평가도구

본 도구는 수와 연산, 대수, 기하, 측정, 자료 분석과 확률의 5개 영역에 총 90개의 문항으로 구성되었다. 각 문항의 점수는 문항의 특성상 크게 3가지 부분으로 평정하였다. 첫째, 제시된 구체물을 사용하여 정확한 수행을 하거나, 그림카드에서 정답을 말한 경우에는 1점, 수행을 하였으나 틀렸거나 오답일 경우에는 0점으로 계산하였다. 둘째, 기하영역의 1, 2번 문항은 [유아가 선택한 그림에서의 정답수/유아가 선택한 그림수 × 유아가 선택한 그림에서의 정답수/전체 그림의 정답수] 로 점수화 하였다. 셋째, 기하영역의 3, 4번 문항과 측정영역의 3, 9, 13번 문항은 유아의 응답에 따라 0~2점으로 점수화 하였다. 따라서 유아가 받을 수 있는 점수의 범위는 0점~95점이다.

평가도구에 대한 문항내용을 제시하면 <표 1>과 같다.

2) 유아수학능력 검사

최혜진(2003)의 유아수학능력 검사도구는 사물의 규칙성(23문항), 수개념(29문항), 기하(20문항), 측정(19문항)의 4개 하위 영역에 총 91개의 문항으로 구성되었다. 점수화 방법은 오답을 말했을 경우에는 0점, 정확한 수행이나 반응을 보였을 경우에는 1점으로 계산하여 유아가 받을 수 있는 점수는 총 0점~91점이다.

3) 유아수학능력 평가도구의 전문가용 질문지

본 연구에서 개발된 평가도구의 적절성을 검토하기 위하여 전문가용 질문지를 제작하였다. 질문지는 본 평가도구의 각 문항에 관해 수학내용의 적절성, 수학문항의 적합성, 유아의 수준에 따른 수학 문항의 난이도를 종합적으로 판단하도록 되어 있으며, 총 90개의 문항으로 구성되었다. 각 문항은 적절성의 정도에 따라 5점 Likert 척도(1점 : 매우 적절하지 않다 ~ 5점 : 매우 적절하다)로 평가되었다.

4. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/PC 10.0 프로그램을 사용하여 분

<표 1> 유아수학능력 평가도구의 측정내용 영역

내용영역	하위 영역	문항 내용	문항수
수와 연산	수세기 이전	수세기 의미 이해, 족자하기	2
	수세기	합리적 수세기, 거꾸로 수세기	5
	수의 활용	어림하기, 수들간의 관계, 서수, 기수, 수량과 숫자 연결하기	13
	덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈	반복하여 더하기, 뛰어세기, 등분제 분할	11
대수	패턴	반복패턴, 확장패턴	6
	대수적 사고	대수적 사고의 적용	5
기하	2·3차원의 기하학적인 관계	평면도형 인식 및 변별, 평면도형의 속성 설명, 평면도형의 조합과 분해, 입체도형의 조합과 분해	8
	좌표기하	관련어휘 이해 및 사용, 위치를 이용한 좌표 사용	3
	대칭과 변형	선대칭, 회전이동, 평면도형의 이동·회전·뒤집기	8
	공간적 시각화 및 공간적 추리	공간적 시각화, 공간적 추리	3
측정	측정개념의 이해	속성에 따라 순서짓기, 속성에 따른 비표준화 측정도구 선택하기, 단위 크기와 단위 수간의 역관계, 속성에 따른 표준화 측정도구 선택하기	15
	측정에 수를 부여하기	어림하여 측정하기, 비표준화 도구로 측정하기	4
자료 분석과 확률	자료의 분류	단순분류, 논리적 분류, 복합분류	7
총 문항수			90

석하였다. 연구문제에 따른 자료 분석방법을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 각 연령의 유아가 문항을 통과한 빈도와 백분율을 중심으로 문항 통과율을 산출하고, 상집단과 하집단의 평균간의 차이를 통해 문항 변별도를 산출하였다. 둘째, 본검사와 재검사 점수간의 Pearson 적률 상관계수를 통해 재검사 신뢰도를 제시하였고, 문항 반응의 신뢰도인 Cronbach  $\alpha$ 계수를 산출하였다. 또한, 타당도는 본검사와 최혜진(2003)의 유아수학능력 검사 점수와의 상관계수를 산출하여 공인타당도를 제시하였고, 유아수학교육 전문가의 답변을 토대로 내용타당도를 제시하였다.

### Ⅲ. 연구결과

유아수학능력 평가도구의 문항 양호도를 제시하면 다음과 같다.

#### 1. 문항 양호도

##### 1) 문항 통과율

평가도구의 문항 통과율을 제시하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 평가도구의 문항 통과율

N=300

영역	번호	문항설명	만 3세	만 4세	만 5세
수와 연산	1	수세기의 의미	77.0	91.0	97.0
	2	합리적 수세기(1) - 5개	76.0	96.0	100.0
	3	수량과 숫자 연결(1) - 5찾기	83.0	99.0	100.0
	4	합리적 수세기(2) - 14개	28.0	73.0	98.0
	5	수량과 숫자 연결(2) - 14찾기	57.0	94.0	100.0
	6	합리적 수세기(3) - 30개	7.0	28.0	70.0
	7	수량과 숫자 연결(3) - 30개 찾기	27.0	66.0	96.0
	8	거꾸로 기계적 수세기(1)	14.0	64.0	98.0
	9	거꾸로 기계적 수세기(2)	7.0	61.0	96.0
	10	뛰어세기 - 10씩	5.0	36.0	86.0
	11	서수(1) - 일곱번째	13.0	64.0	94.0
	12	기수(1) - 아홉 개	15.0	54.0	93.0
	13	서수(2) - 열세번째	7.0	45.0	84.0
	14	기수(2) - 열 여섯 개	3.0	32.0	80.0
	15	수들간의 관계(1) - 4찾기	22.0	72.0	98.0
	16	수들간의 관계(2) - 1큰 수	12.0	51.0	91.0
	17	수들간의 관계(3) - 1작은 수	8.0	41.0	88.0
	18	수들간의 관계(4) - 2큰 수	3.0	29.0	77.0
	19	수들간의 관계(5) - 2작은 수	4.0	12.0	63.0
	20	즉지하기 - 4개	37.0	61.0	88.0
	21	어림하기 - $8 \pm 2$	51.0	78.0	94.0
	22	덧셈(1) - $(1+3=?)$	39.0	82.0	97.0
	23	덧셈(2) - $(3+6=?)$	3.0	40.0	84.0
	24	덧셈(3) - $(6+7=?)$	2.0	25.0	61.0
	25	뺄셈(1) - $(5-2=?)$	40.0	77.0	95.0
	26	뺄셈(2) - $(9-6=?)$	8.0	38.0	75.0
	27	뺄셈(3) - $(13-7=?)$	6.0	23.0	51.0
	28	곱셈(1) - $(4 \times 2=?)$	1.0	20.0	54.0
	29	곱셈(2) - $(7 \times 2=?)$	1.0	13.0	40.0
	30	나눗셈(1) - 1/20이 아닌 것	41.0	62.0	84.0
	31	나눗셈(2) - 1/30이 아닌 것	21.0	42.0	45.0
대수	1	반복패턴(1) - 모양	36.0	58.0	96.0
	2	반복패턴(2) - 수	35.0	52.0	88.0
	3	반복패턴(3) - 위치	20.0	28.0	57.0
	4	반복패턴(4) - 상이한 것 찾기	26.0	38.0	54.0
	5	확장패턴(1) - abacadae	20.0	27.0	42.0
	6	확장패턴(2) - 2씩 증가	18.0	26.0	41.0
	7	대수적 사고(1)	72.0	95.0	98.0
	8	대수적 사고(2)	6.0	23.0	51.0
	9	대수적 사고(3)	42.0	62.0	85.0
	10	대수적 사고(4)	28.0	56.0	85.0
	11	대수적 사고(5)	26.0	50.0	86.0

<표 2 계속> 평가도구의 문항 통과율

N=300

영역	번호	문항설명	만 3세	만 4세	만 5세	
기하	1	평면도형의 인식 및 변별(1)	M=.56	M=.69	M=.71	
			SD=.26	SD=.28	SD=.25	
	2	평면도형의 인식 및 변별(2)	M=.39	M=.40	M=.41	
			SD=.21	SD=.22	SD=.21	
	3	평면도형의 속성 설명(1)	무반응 or 오답	38.0	30.0	16.0
			시각적 반응	62.0	70.0	88.0
			속성적 반응	0.0	0.0	10.0
	4	평면도형의 속성 설명(2)	무반응 or 오답	43.0	33.0	16.0
			시각적 반응	56.0	67.0	81.0
			속성적 반응	1.0	0.0	0.0
	5	평면도형의 조합과 분해(1)	27.0	40.0	60.0	
	6	평면도형의 조합과 분해(2)	15.0	20.0	30.0	
	7	입체도형의 조합과 분해(1)	8.0	19.0	44.0	
	8	입체도형의 조합과 분해(2)	5.0	16.0	43.0	
	9	좌표기하(1)	58.0	71.0	90.0	
	10	좌표기하(2)	8.0	27.0	69.0	
	11	좌표기하(3)	4.0	17.0	55.0	
	12	기하의 대칭과 변형(1) - 수직대칭	25.0	53.0	82.0	
	13	기하의 대칭과 변형(2) - 수평대칭	59.0	72.0	93.0	
	14	기하의 대칭과 변형(3) - 회전이동(1)	38.0	58.0	76.0	
	15	기하의 대칭과 변형(4) - 회전이동(2)	14.0	27.0	58.0	
	16	기하의 대칭과 변형(5) - 운동기하(1)	68.0	95.0	100.0	
17	기하의 대칭과 변형(6) - 운동기하(2)	34.0	72.0	97.0		
18	기하의 대칭과 변형(7) - 운동기하(3)	20.0	45.0	82.0		
19	기하의 대칭과 변형(8) - 운동기하(4)	19.0	48.0	75.0		
20	공간적 시각화(1)	43.0	60.0	77.0		
21	공간적 시각화(2)	36.0	56.0	73.0		
22	공간적 추리 - 평면	31.0	44.0	86.0		
측정	1	길이 서열화(1) - 5개	35.0	70.0	99.0	
	2	길이 서열화(2) - 7개	17.0	50.0	89.0	
	3	길이(3) - 비표준화 도구 선정	무반응 or 오답	34.0	22.0	13.0
			작은 단위의 도구	11.0	5.0	5.0
			적정 단위의 도구	55.0	72.0	82.0
	4	길이(4) - 단위의 크기와 단위 수 사이의 역관계	20.0	29.0	56.0	
	5	길이(5) - 어렵으로 측정하기	13.0	16.0	45.0	
	6	길이(6) - 비표준화 도구를 이용하여 측정하기	7.0	22.0	42.0	
	7	넓이 서열화(1) - 5개	25.0	62.0	79.0	
	8	넓이 서열화(2) - 7개	7.0	42.0	63.0	
	9	넓이(3) - 비표준화 도구 선정	무반응 or 오답	51.0	47.0	36.0
			작은 단위의 도구	4.0	6.0	3.0
			적정 단위의 도구	45.0	47.0	61.0
	10	넓이(4) - 단위의 크기와 단위 수 사이의 역관계	15.0	28.0	55.0	
	11	넓이(5) - 어렵으로 측정하기	4.0	9.0	33.0	
	12	넓이(6) - 비표준화 도구를 이용하여 측정하기	2.0	21.0	45.0	
	13	무게(1) - 비표준화 도구 선정	무반응 or 오답	44.0	33.0	33.0
			작은 단위의 도구	11.0	17.0	5.0
			적정 단위의 도구	45.0	50.0	62.0
14	무게(2) - 표준화 도구 선정	30.0	62.0	92.0		
15	부피 - 표준화 도구 선정	51.0	68.0	73.0		
16	시간의 서열화(1) - 성장 과정	20.0	55.0	91.0		
17	시간의 서열화(2) - 돼지 풍선	16.0	51.0	69.0		
18	시간의 간격(물컵)	62.0	77.0	94.0		
19	시간의 표준화 도구 선정	30.0	71.0	73.0		
자료 분석과 확률	1	단순 분류(1) - 모양	81.0	88.0	97.0	
	2	단순 분류(2) - 크기	73.0	87.0	94.0	
	3	단순 분류(3) - 두께	54.0	82.0	94.0	
	4	논리적 분류(1) - 곤충	21.0	48.0	70.0	
	5	논리적 분류(2) - 과일	21.0	42.0	71.0	
	6	복합 분류(1) - 모양과 크기	49.0	77.0	99.0	
	7	복합 분류(2) - 색깔과 개수	27.0	60.0	88.0	

<표 3> 평가도구의 문항 변별도

N=300

영역	집단구분	M	SD	t
수와 연산	상(n=65)	.89	.08	46.31***
	하(n=67)	.17	.09	
대수	상(n=65)	.77	.14	20.65***
	하(n=67)	.25	.15	
기하	상(n=65)	.77	.11	29.22***
	하(n=67)	.26	.09	
측정	상(n=65)	.85	.13	28.07***
	하(n=67)	.27	.10	
자료 분석과 확률	상(n=65)	.91	.12	18.64***
	하(n=67)	.38	.20	
전 체	상(n=65)	.84	.05	62.76***
	하(n=67)	.24	.06	

\*\*\*p<.001

<표 2>에서 보는 바와 같이 모든 문항에서 유아의 연령이 높아짐에 따라 문항을 통과한 유아의 백분율과 점수는 증가하며, 문제에 대한 더욱 적절한 해결책을 제시한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 보면, 개발한 평가도구는 유아의 연령과 수학 문항의 난이도에 따라 유아의 수학능력의 차이를 변별해 줄 수 있는 적절한 문항으로 구성되었음을 알 수 있다.

2) 문항 변별도

평가도구의 문항 변별도를 제시하면 <표 3>과 같다.

<표 3>에서 보는 바와 같이 전체 문항의 점수와 영역별 점수에서 상집단의 평균이 하집단의 평균보다 높았으며, 두 집단 간의 평균은 .001 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 보면, 본 평가도구의 수학 문항은 유아의 수학능력을 잘 변별해 줄 수 있는 적절한 문항으로 구성되었음을 알 수 있다.

<표 4> 평가도구의 문항 내적 합치도

영역	문항수	Cronbach α
수와 연산	31	.95
대수	11	.73
기하	22	.83
측정	19	.78
자료 분석과 확률	7	.68
전 체	90	.96

2. 도구의 양호도

유아수학능력 평가도구의 신뢰도를 제시하면 다음과 같다.

1) 신뢰도

(1) 문항 내적 합치도

평가도구의 문항 내적 합치도를 제시하면 <표 4>와 같다.

<표 4>에서 보는 바와 같이 전체 문항에 대한 내적 합치도 계수는 .96이었고, 하위 영역별 내적 합치도 계수는 .68~.95의 범위에 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 신뢰도 계수가 .70이상이면 신뢰도 계수가 높다고 볼 수 있는데 이러한 증거에 비추어 볼 때, 본 평가도구는 대체로 만족할 만한 신뢰도를 나타낸다고 볼 수 있다.

(2) 재검사 신뢰도

평가도구에 대한 재검사 신뢰도를 제시하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 평가도구의 재검사 신뢰도

영역	신뢰도
수와 연산	.92***
대수	.88***
기하	.93***
측정	.90***
자료 분석과 확률	.89***
전체	.90***

\*\*\*p<.001

&lt;표 6&gt; 평가도구의 공인 타당도

	사물의 규칙성	수개념	기하	측정	전 체
수와 연산	.75***	.81***	.74***	.75***	.82***
대수	.66***	.66***	.62***	.60***	.68***
기하	.72***	.73***	.69***	.64***	.75***
측정	.65***	.69***	.59***	.65***	.69***
자료 분석과 확률	.63***	.65***	.65***	.59***	.68***
전체	.79***	.84***	.77***	.77***	.85***

\*\*\*p&lt;.001

<표 5>에서 보는 바와 같이 본 검사와 재검사간의 전체 점수에 대한 신뢰도 계수는 .90이었고, 하위 영역별 신뢰도 계수는 .88~.93의 범위에 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 보면, 검사도구가 매우 안정성이 있음을 알 수 있다.

## 2) 타당도

### (1) 공인 타당도

평가도구에 대한 공인 타당도를 제시하면 <표 6>과 같다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 본 검사와 유아수학능력 검사와의 전체점수와 하위 영역별 점수는 .001수준에서 높은 상관성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 보면, 본 검사도구와 유아수학능력 검사간에는 관련성이 높으며 본 검사도구가 공인 타당도가 있음을 알 수 있다.

### (2) 내용 타당도

평가도구에 대한 내용 타당도를 제시하면 <표 7>과 같다.

<표 7>에서 보는 바와 같이 유아수학능력 평가도구의 전체 점수와 하위 영역별 점수는 4.09~4.33으로서 유아수학교육 전문가들은 본 검사도구의 적절성 정도를 '바람직하다'고 평가한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합해

&lt;표 7&gt; 평가도구의 내용 타당도

영역	M	SD
수와 연산	4.09	.37
대수	4.10	.57
기하	4.09	.44
측정	4.15	.40
자료 분석과 확률	4.33	.58
전체	4.15	.42

보면, 유아수학교육 전문가들은 본 평가도구를 '적절하며 바람직한 수준'으로 구성되었다고 평가한 것임을 알 수 있다.

## IV. 논의 및 결론

본 연구에서는 NCTM(2000)의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학능력 평가도구를 개발하고, 고안한 평가도구의 적합성을 검증하는데 목적이 있다. 본 연구결과를 중심으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발한 유아수학능력 평가도구의 문항 양호도를 알아보기 위하여 문항 통과율과 문항 변별도를 산출하였다. 문항 통과율을 살펴본 결과, 모든 문항에서 유아의 연령이 높아짐에 따라 문항 통과율이 증가하였고, 수학 점수가 높아졌으며, 문제에 대한 더욱 바람직한 해결책을 제시한 것으로 나타났다. 문항 변별도를 살펴본 결과, 유아수학능력 총점에 대한 상집단과 하집단 간에 5개의 수학 하위 영역 및 모든 문항에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내어 문항 변별력이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 보면, 유아의 연령이 증가함에 따라 뚜렷한 수학발달 경향을 찾아낼 수 있고 유아가 지닌 수학능력의 차이를 변별할 수 있도록 수학 문항이 구성된 점으로 보아 본 평가도구의 문항 양호도는 매우 적절한 것으로 볼 수 있다.

둘째, 본 연구에서 개발한 유아수학능력 평가도구의 도구 양호도를 알아보기 위하여 신뢰도와 타당도를 산출하였다. 문항 내적 합치도를 살펴본 결과, 평가도구의 전체 문항에 대한 내적 합치도 계수는 .96으로 높게 나타났으며, 하위 영역간에도 .68~.95로 나타났다. 일반적으로 신뢰도 계수가 .70이상이면 높은 신뢰도를 나타낸다고 볼 수 있는데(강봉규, 1994), 이러한 근거에 비추어 볼 때 본 평가도구는 대체로 바람직한 수준임을 알 수 있다. 본 검사와 재검사 점수간의 신뢰도를 산출한 결과, 합계와 하



위 영역의 점수 간에 .88~.93사이의 분포를 보여, 상당히 높은 수준의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 본 평가도구가 안정성이 있다는 것을 의미하는 것이다. 이러한 결과를 종합해 보면, 본 평가도구에서 구성된 각 영역 및 문항은 내적 일관성이 있으며, 평가도구의 안정성도 높은 것으로 나타나 본 평가도구의 신뢰도는 적절한 수준인 것으로 볼 수 있다. 본 검사와 유아수학능력 검사간의 공인 타당도를 살펴본 결과, 전체 점수간에는  $r=.85$ 로 매우 높은 상관이 있었고, 하위 영역간에는  $r=.59\sim.81$ 로 높은 상관이 있었다. 이와 같이 공인 타당도가 .80이상이면 검사도구의 타당도가 있다는 이론적 근거(Kubiszyn & Borich, 1993; Shavelson, Baxter & Geo, 1993)에 비추어 볼 때, 신뢰도와 타당도를 갖춘 수학 검사도구와 본 검사도구간에 관련성이 높다는 것은 본 검사도구의 공인 타당도가 있다고 볼 수 있다. 내용 타당도를 살펴본 결과, 유아수학교육 전문가들은 평가도구의 구성 부분, 자료의 적절성, 수학 문항의 적절성에서 '바람직한 수준'으로 평가도구를 평가하고 있었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 검사도구의 공인 타당도와 내용 타당도가 적절한 것으로 증명되었으므로 본 검사도구의 도구의 양호도는 바람직한 것으로 볼 수 있다.

이상의 결과와 논의를 토대로 본 연구의 제한점과 후속연구에서 고려해야 할 점을 제안하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 대상은 제한된 지역에서 표집 되었으므로 도구가 표준화 될 수 있기 위해서는 보다 광범위한 지역에서 많은 유아를 대상으로 검증하는 작업이 필요할 것이다. 둘째, 본 평가도구의 하위 영역 중에서 자료 분석과 확률영역이 문항간의 내적 합치도가 낮았다. 따라서 이 영역의 신뢰도와 타당도를 높이기 위한 보완 작업이 필요할 것이다. 셋째, 본 연구에서 개발한 검사도구는 5개 영역에 90개의 문항으로 구성되었다. 그러나 후속 연구에서는 각 하위 영역별로 측정할 수 있는 소 검사 도구도 개발될 필요가 있다.

**주제어** : NCTM의 수학교육 내용기준, 평가도구, 유아 수학능력

## 참 고 문 헌

- 강봉규 (1994) 통계학: 연구자료처리의 통계적 방법. 서울: 형설출판사.
- 김정미 (1997) 아동중심의 통합적 수학활동이 유아의 분류개념에 미치는 효과. 중앙대학교 대학원 석사학위논문.
- 양승희, 조인숙 (2001) 유아의 측정능력과 수학적 개념 및 문제해결 능력의 관계에 관한 연구. 열린유아교육연구, 5(3), 103-122.
- 이정옥, 오애순 (2002) 3, 4, 5세 유아의 크기비교 능력 및 전략. 아동학회지, 23(4), 21-33.
- 이정희 (2003) NCTM의 수학교육 내용기준에 따른 우리나라 유아수학교육내용의 분석. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- 전희영 (2001) 유아의 측정능력에 관한 연구. 덕성여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 최혜진 (2003) 유아수학능력검사 개발 연구. 부산대학교 대학원 박사학위논문.
- 통계청 (2004) 도시근로자 가구소득. <http://www.stat.go.kr>에서 2004. 9. 16 인출.
- \_\_\_\_\_ (2004). 표준직업분류. <http://www.stat.go.kr>에서 2004, 9, 16 인출.
- 홍혜경, 이정옥, 정정희 (2006) 유아 수학능력검사 도구 개발. 유아교육연구, 26(5), 377-400.
- Copley, J. V. (2000). *The young child and mathematics*. DC: NAEYC.
- Ginsburg, H. P., Klein, A., & Starkey, P. (1998). The development of children's mathematical thinking: Connecting research with practice. In W. Damon, I. E. Sigel, & K. A. Renninger(Eds.), *Handbook of child psychology. Child psychology in practice* (pp.401-476). NY: Wiley
- Kubiszyn, T., & Borich, G. (1993). *Educational testing and measurement*. IL: Scott, Foresman and Company.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- \_\_\_\_\_ (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- \_\_\_\_\_ (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*. Reston, VA: Author.
- Seo, K. H. (2003). What children's play tells us about teaching mathematics. *Young Children*, 58(1), 28-34.
- Shavelson, R. J., Baxter, G. P., & Geo, X. (1993). Sampling variability of performance assessment. *Journal of Educational Measurement*, 30(3), 215-235.
- (2007. 11. 16 접수; 2008. 1. 30 채택)