

# 초등학생들의 측정 수행 능력 평가

정 귀 향 · 김 범 기

(한국교원대학교)

(1996년 11월 12일 받음)

## I. 서 론

교사가 교육 활동을 위해 수업을 설계하거나 수행하는 경우에 아동의 발달 수준에 맞는 적절한 학습 지도 방법과 과정을 적용해야 한다. 학습 내용이 아동의 발달 수준에 맞추어 적절히 제시되었을 때 아동의 인지구조 속에 제대로 받아들여질 수 있기 때문이다(일본이과교육학회, 1992a; 김현재, 1984). 효율적인 학습이 이루어지기 위해서는 교육 내용을 선정하고 조직할 때 학습자들의 인지발달수준에 대한 면밀한 검토가 이루어져야 한다. 특히 발달단계가 구체적 조작기에 속하는 초등학생의 발달수준이나 특성을 파악하는 것은 더욱 중요하다. 그러나 최근 연구에 의하면 학습자의 인지발달수준과 교과 내용간에는 차이가 있으며, 학생의 인지발달수준이 학습내용에 제대로 반영되지 못하고 있다(김유평, 1993; 한영신, 1991).

우리 나라의 과학교육 목표에서는 탐구능력의 신장을 강조하고 있으며 이를 통해 환경과의 능동적인 상호작용 속에서 문제를 해결하는 능력을 기르는 것이 중요한 목표의 하나이다. 초등학생의 자연과 탐구영역은 관찰, 분류, 측정, 의사소통, 예상, 모형 사용, 자료 해석, 실험 등으로 구성되어 있으며 이 밖에도 변인 통제, 가설 설정, 추리 등 기초 탐구 기능을 활용하여 통합 탐구 기능을 수행하도록 되어 있다(교육부, 1994). 탐구 과정은 관찰, 분류, 측정 등의 기초탐구기능이 형성되고 난 뒤 추론이나 예상, 실험 등의 통합탐구기능의 형성이 가능하다. 이처럼 탐구과정기능에도 위계가 있으며 기초 탐구 기능이 바르게 형성된 뒤에 이것을 토대로 통합 탐구 기능이 형성된다(일본이과교육학회, 1992b). 학생들의 탐구기능의 실제 평가에 대한 연구는 이석태(1993),

김동찬(1990), Kanis 등(1990)이 전체 탐구기능의 수행 정도에 대한 포괄적인 연구를 하였으나 탐구과정 실제 평가 하나하나의 요소에 대한 학생들의 실태 파악을 하는 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 학생의 기초 탐구능력의 파악에 주안점을 두고 그 중에서 '측정하기'에 대한 초등학생들의 능력을 알아보고자 한다. 탐구 기능 중에서 측정능력은 사물들을 관찰, 분류, 비교할 때, 또는 다른 탐구 기능의 기본이 되는 기능이다. 과학 탐구 능력의 평가에서 측정, 기구 조작, 관찰 등의 기초 탐구 기능은 1대 1 관찰이나 실험 과제에 의한 평가가 지필 검사보다 비교적 더 타당하고 신뢰도가 높은 것으로 판명되었다. 따라서 본 연구에서는 초등학생들이 측정에 대한 탐구 능력을 평가하기 위해서 학생들이 직접 측정 도구를 사용하여 조작을 한 실제 평가(performance assessment)의 방법을 사용하였다.

## II. 연구 절차 및 방법

### 1. 검사 도구의 개발

측정은 사물이나 현상을 양적으로 관찰하는 조작으로 측정 영역에는 길이, 넓이, 부피, 온도, 속도, 기압, 무게 등 여러 가지가 있다(APU, 1992; Funk 등, 1985; 鈴木清龍, 1985; 高橋金三郎, 1972). 그 중에서 측정의 기본이 되며 초등학교 실험에서 많이 이용되는 길이, 넓이, 부피의 3영역을 측정 능력의 검사 영역으로 정하였고, 이것을 다시 세 가지의 하위영역으로 나누었다. 세 가지 하위영역은 물체를 직접 비교하여 측정하기, 주어진 물체를 임의의 도구로 사용하여

측정하기, 표준도구를 사용하여 측정하기이다(藤田, 1974). 또한 측정 도구를 사용하여 측정할 때 눈금을 정확하게 읽는 능력은 중요한 기능이다. 눈금읽기 능력을 알아보기 위해서는 3가지 영역으로 나누었다. 눈금마다 숫자가 표시된 눈금 읽기, 숫자가 없는 눈금의 값을 주변 눈금의 수치로 파악하여 눈금읽기(Greg, 1989a), 눈금과 눈금 사이를 어렵하여 눈금읽기(Greg, 1989b)이다. 이것을 다시 두 가지의 하위 영역으로 나누었는데 각 영역에서 물체의 한쪽 끝이 0에서 시작할 경우와 물체의 한쪽 끝이 0에서 시작하지 않고 중간에서 시작할 경우이다.

길이, 넓이, 부피 측정 및 눈금읽기에 대한 영역별 목표 및 검사 방법은 <표 1>과 같다.

<표 1>에 나타난 각 세부목표별 평가들은 <표 2>, <표 3>과 같다.

**<표 1> 평가 영역별 세부평가목표 및 검사 방법**

영역	세부 평가 목표	검사 방법
길이	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물체들의 길고 짧음을 비교하여 알 수 있다.</li> <li>· 클립을 사용하여 길이를 잴 수 있다.</li> <li>· 자를 사용하여 길이를 잴 수 있다.</li> </ul>	실기검사
면적	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 여러 모양의 면적의 크기를 비교하여 알 수 있다.</li> <li>· 블록을 사용하여 면적을 잴 수 있다.</li> <li>· 모눈종이를 사용하여 면적을 잴 수 있다.</li> </ul>	실기검사
부피	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 여러 모양의 물체 부피의 크기를 비교하여 알 수 있다.</li> <li>· 종이 컵을 사용하여 부피를 잴 수 있다.</li> <li>· 실린더를 사용하여 액체의 부피를 잴 수 있다.</li> </ul>	실기검사
눈금읽기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 눈금마다 숫자가 표시된 자를 이용하여 길이를 잴 수 있다.</li> <li>· 숫자가 없는 눈금의 값은 주변 눈금의 수치로 파악하여 길이를 잴 수 있다.</li> <li>· 눈금과 눈금 사이를 어렵하여 길이를 잴 수 있다.</li> </ul>	지필검사

**<표 2> 길이, 넓이, 부피 측정 기능을 재기 위한 평가를**

측정 영역 하위영역	길이	넓이	부피
직접 비교	길이재기 I	넓이재기 I	부피재기 I
주어진 물체 사용	길이재기 II	넓이재기 II	부피재기 II
표준 도구 사용	길이재기 III	넓이재기 III	부피재기 III

**<표 3> 눈금읽기 능력을 재기 위한 평가를**

하위영역 측정영역	물체의 한쪽 끝의 시작이 0인 경우	물체의 한쪽 끝의 시작이 0이 아닌 경우
눈금마다 숫자가 표시된 눈금 읽기	눈금읽기 I	눈금읽기 II
숫자가 없는 눈금의 값을 주위 눈금의 수치로 파악하여 눈금 읽기	눈금읽기 III	눈금읽기 IV
눈금과 눈금 사이를 어렵하여 눈금읽기	눈금읽기 V	눈금읽기 VI

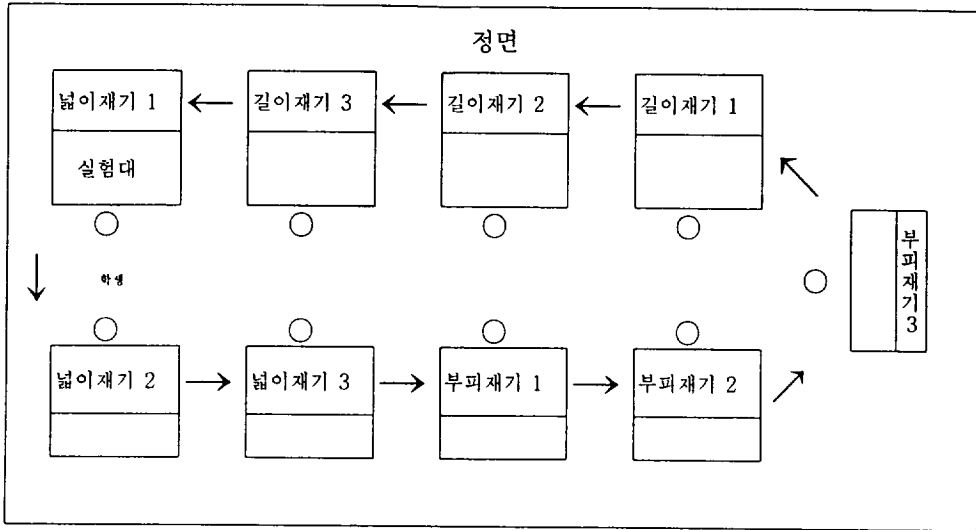
평가들에 의하여 제작된 본 검사지는 길이, 넓이, 부피에 대한 9개의 실기문항과 눈금읽기에 대한 6개의 지필검사문항으로 만들었다. 개발된 검사지의 적합성을 알아보기 위하여 1개 학교 학년별 3명씩 18명의 학생을 표집하여 예비검사를 하였으며 예비검사를 통하여 나타난 문제점을 수정·보완하여 최종 검사 문항을 개발하였다.

개발된 검사문항은 과학교육 전문가 2인과 현직 교사이면서 과학교육을 전공하고 있는 석·박사과정 9인에게 수정·보완한 뒤 문항 내적 타당도 검사를 의뢰하였다. 문항 내적 타당도는 0.75이며 크롬바하  $\alpha$  신뢰도 계수는 0.85로 나타났다.

**2. 검사의 실시**

본 검사지는 먼저 지필검사를 한 뒤 실기 검사를 실시하였다. 1학년과 2학년은 검사문항에 대한 독해력이 부족하므로 연구자가 구두로 문항을 설명한 뒤 응답하도록 하였다. 3학년 이상의 학생은 별도의 보충 설명없이 검사지와 검사 준비물만으로 응답하게 하였다. 3학년 이상 학생의 검사 장소의 배치도는 <그림 1>과 같으며 각 실험대에는 각 실기 문항의 준비물이 놓여져 있다.

검사 방법은 3명의 학생이 각 영역의 1번 문항을 하고 2번



<그림 1> 3학년 이상 검사 실시 장소 배치도

문항으로 넘어가면 다른 3명의 학생이 들어와 1번 문항을 하는 순환실험 방법을 이용하였다. 각 문항당 소요시간은 4분이며 정리 시간 1분으로 전체 소요되는 시간은 45분이다. 각 실험대의 사이에는 칸막이를 하여 옆 학생의 활동이 보이지 않게 하였다.

개발된 검사지를 이용하여 대도시, 중소도시, 읍·면단위의 각 2개 학교씩 모두 전국의 6개 초등학교 각 학년별 54명, 전체 324명의 학생에게 검사를 실시하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

초등학생들의 측정능력을 알아보기 위하여 길이, 넓이, 부피의 3영역에서 직접 비교하기, 주어진 도구 사용하기, 표준 도구 사용하기의 세부영역으로 나누어 9문항의 실기검사를 하였고 측정 도구의 눈금읽는 능력을 알아보기 위하여 8 문항의 눈금읽기 검사를 실시하였다. 그 결과는 다음과 같다.

#### 1. 측정 능력 평가

##### 1) 길이 측정 능력 평가

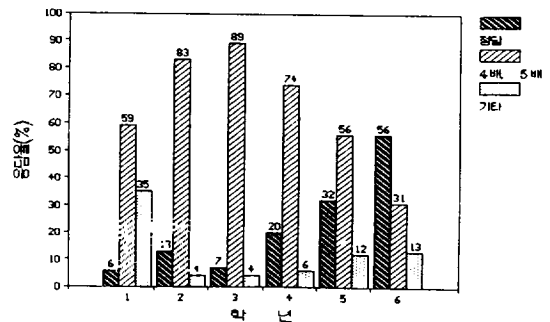
길이재기 1번은 길이가 다른 4개의 필기도구에 1, 2, 3, 4의 번호를 붙여 두고 길이가 긴 물체의 번호 순서대로( )안에 번호를 적는 문항이다. 필기도구의 길이를 바르게 비교한 학생은 전 학년 모두 80%이상의 정답률을 보였으나 학년간 평

균의 유의한 차이는 없었다.

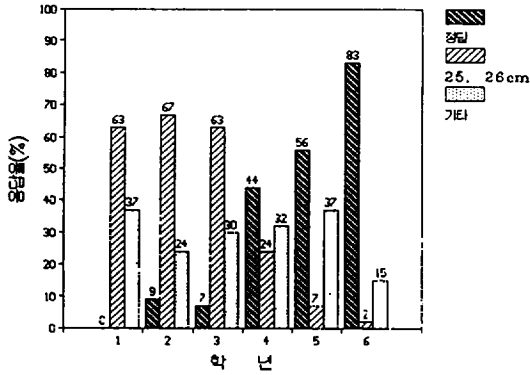
길이재기 2번은 주어진 연필의 길이를 클립을 임의의 단위로 하여 측정하는 문항이다. 4.3~4.6배로 바르게 응답한 학생수, 두 번째로 높은 비율을 보인 4, 5배로 응답한 학생수, 그 외 소수의 응답인 기타의 학생수에 대한 그래프는 <그림 2>와 같다.

정답률은 학년이 올라갈수록 증가하고 있으나 3학년까지는 아주 낮으며 4학년 이상에서 서서히 증가하였다.

측정한 길이를 측정도구의 4배 또는 5배와 같이 정수배로 응답을 하는 학생의 비율은 3학년까지는 증가를 하고 있었으며 4학년 이상에서 감소를 하고 있었다. 이것으로 보아 3학년 이하의 학생들은 임의의 도구를 사용하여 길이를 잴 때 정수



<그림 2> 임의도구로 길이재기의 응답률



〈그림 3〉 표준도구로 길이제기의 응답률

배로 반응을 하려는 경향을 나타내었으며 4학년 이상에서 정수배의 경향이 줄어들고 소수를 사용하여 정확하게 응답하려는 경향을 나타내고 있었다.

정수배로 응답하는 학생의 수는 고학년에서 줄어들고 있었으나 5학년 이하에서는 소수배보다는 정수배로 응답을 하려는 경향이 더 강하게 나타났으며 6학년이 되어서 소수배로 답한 학생의 수가 정수배로 답한 학생의 수보다 더 우세한 것으로 나타났다. 학년간 정답률은 통계적( $p < 0.05$ )으로 1학년과 5, 6학년, 4학년 이하와 6학년 학생간에 유의한 평균의 차이가 나타났다. 이것으로 보아 저학년과 고학년간에는 유의한 차이가 있었다.

길이제기 3번은 자를 사용하여 책의 세로길이를 측정하는 문항이다. 이 문항의 응답유형 및 응답률은 〈표 4〉와 같다.

25.6~25.8cm로 바르게 응답한 학생수, 25cm 또는 26cm와 같이 정수배로 응답한 학생수, 그 외 소수의 응답인 기타의 학생수에 대한 그래프는 〈그림 3〉과 같다.

정답률은 학년이 올라갈수록 증가하였고 3학년 이하에서는 아주 낮았으며 4학년 이상에서 높은 증가를 나타내었다.

특히 3학년에서 4학년으로 성장하면서 높은 증가를 보이고 있었다. 3학년까지의 학생들은 주로 실제 길이의 정확한 측정 보다는 가까운 정수의 값으로 측정을 하였으며 4학년 이상에서 이러한 경향이 서서히 줄고 있었다. 이것으로 보아 3학년 이하의 학생들은 물체 길이를 측정할 때 물체 끝의 정확한 값보다는 가까운 정수의 값으로 측정하며 4학년 이상의 학생들은 물체 끝의 정확한 값으로 나타내려고 하는 것을 알 수 있었다. 학년간 정답률은 통계적( $p < 0.05$ )으로 3학년 이하와 4학년 이상의 학년에서 유의한 차이가 나타났다.

## 2) 넓이 측정 능력 평가

넓이제기 1번은 넓이가 다른 4장의 색종이에 번호를 붙여 두고 넓이가 넓은 순서대로 ( )안에 번호를 써넣는 문항이다. 학년별 정답률은 1학년 37%, 2학년 57%, 3학년 76%, 4학년 78%, 5학년 89%, 6학년 89%로 나타났다. 물체의 길이를 직접 비교하여 측정하는 능력이 전학년에서 80% 이상인데 비하여 넓이 비교에서는 5, 6학년에서만 80% 이상으로 나타났으며 1, 2학년의 학생들은 낮은 정답률을 보이고 있다. 정답률에 대한 학년간 평균은 2학년 이하와 3학년 이상, 4학년 이하와 5학년 이상의 학년에서 유의한 평균의 차이가 나타났다.

넓이제기 2번은 네모판을 단위로 하여 물체의 넓이를 측정하는 능력을 알아보기 위한 것으로 주어진 도형의 넓이를

〈표 4〉 표준도구로 길이제기의 학년별 응답유형 및 응답률(N=54)

응답유형(cm) \ 학년	1	2	3	4	5	6
25	34(63)	22(41)	11(20)	9(17)	1(2)	1(2)
25.6*	—	1(2)	1(2)	3(6)	3(6)	4(7)
25.7*	—	4(7)	2(4)	17(32)	17(32)	29(54)
25.8*	—	—	1(2)	4(7)	10(19)	12(22)
26	—	14(26)	23(43)	7(13)	3(6)	—
27	—	2(4)	6(11)	4(7)	9(17)	3(6)
기타	14(26)	11(20)	10(19)	10(19)	11(20)	5(9)
무응답	6(11)	—	—	—	—	—
계	54(100)	54(100)	54(100)	54(100)	54(100)	54(100)

\*는 정답. ( )안의 숫자는 백분율

작은 투명 네모판을 측정단위로 하여 넓이를 재는 문항이다. 도형 위에 네모판을 놓으면 모두 14개의 네모판이 올라가며 그 중에서 4개의 네모판은 일부분만이 도형 위에 놓이게 된다. 도형의 전체 넓이는 네모판의 12배에 해당된다. 3학년 이하의 학생들은 주로 10배 또는 14배로 응답하여 네모판의 일부분만이 포함되는 경우에 부족한 부분은 다른 부분에서 채워 주지 못하고 있었으며 네모판 하나 전체를 버리거나 포함하여 측정을 하였다. 4학년 이상의 학생들은 12배라고 정답을 한 학생의 비율이 다른 응답유형보다 더 많으며 정답률은 학년이 올라갈수록 증가하였다. 이러한 결과로 보아 3학년 이하에서는 네모판 하나를 버리거나 포함하여 측정하다가 4학년 이상에서 이러한 경향이 차츰 포함되는 일부분의 네모판의 넓이를 서로 보상하여 주어 바르게 측정하는 능력으로 바뀌어 발달하고 있음을 알 수 있다. 정답률에 대한 학년간 평균은 2학년 이하와 3학년 이상, 4학년과 6학년 학생간에 유의한( $p < 0.05$ ) 평균의 차이가 나타났다.

넓이 재기 3번은 주어진 도형의 넓이를 모눈종이를 사용하여 측정하는 문항이다. 정답은  $22\text{cm}^2$ 이며 다른 문항에 비해 아주 다양하고 폭넓은 응답유형을 보이고 있었다.  $22\text{cm}^2$ 인 정답을 한 학생, 모눈칸의 일부분만이 도형의 넓이에 포함될 경우 어떻게 측정하였는가에 따라 18~21, 23~26 $\text{cm}^2$ 로 응답한 학생, 그 외 소수의 응답인 기타로 답한 학생의 비율은 <그림 4>와 같다.

모눈종이를 사용하여 넓이를 바르게 측정하는 학생의 비율은 학년이 올라갈수록 증가하였으나 3학년 이하의 학생들은 아주 낮은 정답률을 보이고 있으며 4학년 이상의 학생들은 약간씩 정답률이 증가하였다. 그러나 4학년 이상의 학생도 모두 50% 이하의 정답률을 나타내어 초등학교 전학년의 학생들이 모눈종이를 이용하여 넓이를 재는 능력이 부족하다고 볼 수 있다. 모눈칸의 일부분만이 도형의 넓이에 속하

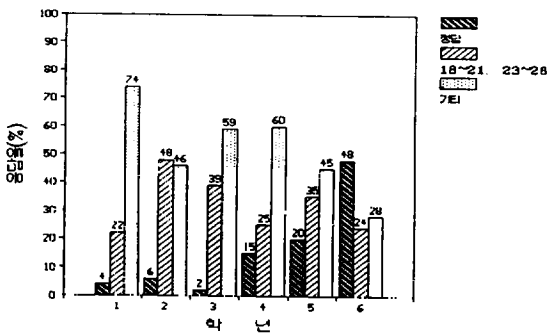
는 경우에 이 모눈칸을 어떻게 포함했느냐에 따라 나올 수 있는 답이 18~21 $\text{cm}^2$  또는 23~28 $\text{cm}^2$ 로, 이와 같이 응답한 학생의 비율도 고학년에서 약간 감소하는 경향이 보인다. 다른 측정 문항에 비해 기타가 차지하고 있는 비율이 큰 것으로 보아 학생들이 가장 어려워하는 측정기능으로 보인다. 정답률에 대한 학년간 평균은 5학년 이하와 6학년에서 유의한( $p < 0.05$ ) 평균의 차이가 나타났다.

### 3) 부피 측정 능력 평가

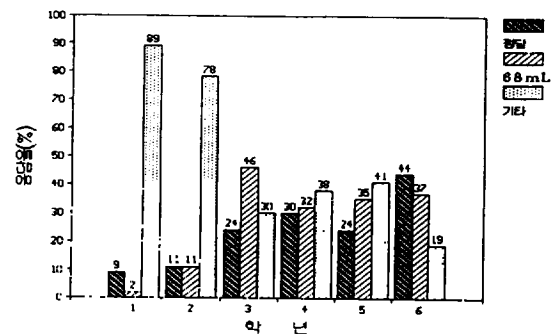
부피재기 1번은 부피가 다른 4개의 나무토막의 크기를 부피가 큰 순서대로 ( )안에 번호를 써넣는 문항이다. 바르게 정답을 한 학생의 비율은 학년이 올라갈수록 증가하였다. 그러나 2학년 이하의 학생들은 4개의 나무토막의 크기를 모두 비교하기보다는 2개의 나무토막을 비교할 수 있는 학생의 수가 더 많았으며 3학년 이상에 50% 이상으로 점점 증가를 하고 있었다. 직접 비교하여 측정하는 능력 중에서 가장 어려운 문항으로 나타났다. 정답률은 1학년과 4학년 이상의 학년에서 평균값의 유의한( $p < 0.05$ ) 차이가 나타나고 있었다.

부피재기 2번은 주어진 좁쌀의 양을 유리컵을 임의의 단위로 사용하여 측정하는 문항이다. 유리컵의 2.5배라고 바르게 응답한 아동은 저학년에서는 20% 이하이며 고학년으로 갈수록 증가하였다. 특히 4, 6학년에서 20% 이상의 정답률의 상승을 보였다. 그리고 5학년 이하의 학년에서 2.3~2.7 배 등의 소수배보다는 2 또는 3과 같이 정수배로 답한 학생의 비율이 더 높게 나타났다.

부피재기 3번은 눈금실린더를 사용하여 액체의 부피 측정 능력을 알아보기 위한 문항으로 눈금실린더에 27mL의 물을 넣어 두고 눈금읽는 능력을 측정하였다. 물의 양을 67mL라고 바르게 읽은 학생, 68mL로 응답한 학생, 그 외 소수인 기타로 응답한 학생의 비율은 <그림 5>와 같다.



<그림 4> 표준도구로 넓이 재기의 응답률



<그림 5> 표준도구로 부피재기의 응답률

〈그림 5〉와 같이 67mL라고 바르게 응답한 학생은 학년이 올라갈수록 증가하였으나 전학년에서 50%이하의 정답률을 나타내고 있는 것으로 보아 초등학교 수준의 학생들은 아직 눈금실린더 속의 액체의 양을 바르게 측정할 수 없다고 할 수 있다. 오히려 68mL라고 측정 한 학생은 1, 2학년에서 80%수준의 아주 높게 나타났으며 5학년 이하의 학생들은 67mL보다는 68mL로 더 많이 반응하고 있는 것으로 나타났다.

4) 측정능력의 남녀별 비교

길이, 넓이, 부피의 측정 능력이 남녀간에는 어떤 차이가 있는지를 알아보기 위해 학년과 문항에 따라 남녀별 평균에 대하여 t검증을 하였다. 3학년의 부피재기 1번 문항(정답률 : 남 68%, 여 38%), 5학년의 부피재기 2번 문항(정답률 : 남 48%, 여 22%)에서 남학생의 평균이 의미있게 높게 나타났다. 3학년의 남학생들의 직접 물체의 부피를 비교하여 측정 기능, 5학년 남학생들의 유리컵을 임의의 도구로 사용하여 부피를 측정하는 기능이 여학생들보다 더 높았다.

2. 눈금 읽기 능력 평가

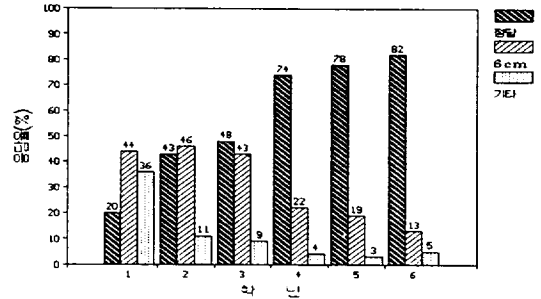
1) 눈금 읽기 능력 평가

눈금읽기 1번 문항은 눈금마다 숫자가 표시된 자의 눈금 읽기에서 물체의 한쪽 끝이 0에서 시작하는 것이다. 전체 학년에서 정답률이 80%이상으로 나타났다.

눈금읽기 2번 문항은 눈금마다 숫자가 표시된 자의 눈금 읽기에서 물체의 한쪽 끝이 0에서 시작하지 않는 것이다. 학년별 정답률은 1학년 20%, 2학년 43%, 3학년 48%, 4학년 74%, 5학년 78%, 6학년 82%이며 물체의 길이를 잴 때 양쪽 측면을 모두 고려하지 않고 오른쪽 끝점만을 보고 6cm라고 답을 한 학생의 학년별 비율은 1학년 44%, 2학년 46%, 3학년 43%, 4학년 22%, 5학년 19%, 6학년 13%이다. 그 외 소수의 응답은 기타로 분류한 그래프는 〈그림 6〉과 같다.

3학년 이하의 정답률은 50% 미만이며 3학년 이상 학년의 정답률은 70% 보다 높게 나타났다. 3학년 이하 학생들은 4cm와 6cm로 답한 학생의 수가 비슷한 것으로 보아 시작점이 0이 아닌 것을 인식하는 학생과 못하는 학생이 같은 비율로 섞여 있다. 그러나 4학년 이상의 학생들은 주로 시작점을 인식하여 바르게 응답하였다.

눈금읽기 3번 문항은 숫자가 없는 눈금의 값을 주변 눈금의 수치로 파악하여 눈금읽기에 대한 문항 중에서 물체의 한쪽 끝의 시작점이 0인 것이다. 학년별 정답률은 1학년 20%, 2학년 61%, 3학년 91%, 4학년 93%, 5학년 78%, 6학년 83%



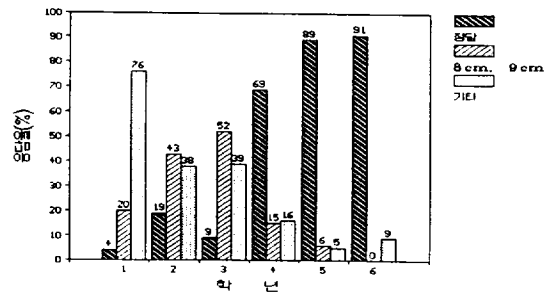
〈그림 6〉 숫자가 있고 시작점이 0이 아닌 눈금읽기의 응답률

로 나타났으며 가까운 수치인 30cm라고 답한 학생은 저학년에서 소수의 학생이 응답을 하고 있었다.

눈금읽기 4번은 숫자가 없는 눈금의 값을 주변 눈금의 수치로 파악하는 문항 중에서 물체의 한쪽 끝의 시작점이 0이 아닌 경우이다. 시작점이 0이 아닌 것을 생각하여 34cm라고 바르게 응답한 학생은 저학년에서는 소수이며 4학년 이상에서 과반수 이상을 차지하였다. 이것으로 보아 이 문항에서 역시 저학년의 학생들은 시작점이 0이 아님을 인식하지 못하고 있었다.

눈금읽기 5번 문항은 눈금과 눈금 사이를 어렵하여 눈금 읽기 중에서 물체의 한쪽 끝이 0에서 시작하는 경우이다. 물체의 시작이 0이고 끝점은 8.5인데, 학생들의 응답 반응은 〈그림 7〉과 같다.

3학년 이하 학생들은 정답률은 아주 낮게 나타났으며 가까운 정수값으로 응답한 학생의 비율은 점점 증가하였다. 4학년 이상에서 정답을 한 학생의 수가 아주 많이 증가하였으며 대부분의 학생이 눈금과 눈금 사이의 값을 어렵하여 소수값으로 읽었다.



〈그림 7〉 어렵하여 시작점이 0인 눈금읽기의 응답률

눈금읽기 6번은 눈금과 눈금 사이를 어렵하여 눈금 읽기 중에서 물체의 한쪽 끝이 0이 아닌 곳에서 시작하는 문항이다. 이 문항의 정답을 바르게 한 학생, 끝점만 인식하고 가까운 정수값인 7cm로 읽는 학생, 기타로 응답한 학생의 비율은 <그림 8>과 같다.

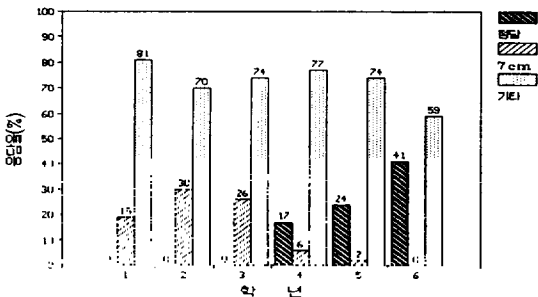
저학년의 학생들은 정답을 한 학생이 1명도 없었으며 4학년이 되면서 조금씩 나타났지만 아주 낮은 비율이다. 가까운 정수값이고 끝점만을 인식하였으며 7cm라고 응답한 학생도 3학년 이하에서 몇몇 아동이 응답을 하였으나 고학년이 되면서 거의 나타나지 않는다. 전학년에 걸쳐 기타로 응답한 학생의 비율이 높은 것으로 보아 학생들의 응답이 아주 다양한 것과 시작점이 0이 아니고 눈금과 눈금의 사이를 어렵하여 읽는 기능은 초등학교생들에게는 아직 어려운 과제라고 보여진다.

2) 눈금읽기 능력의 남녀별 비교

눈금 능력이 남녀별 어떤 차이가 있는지를 알아보기 위해 학년과 문항에 따라 평균의 t검증을 한 결과 전체 학년에서 유의한 차이가 없었으며 4학년의 눈금읽기 7번 문항(정답률 : 남 78%, 여 52%)에서 남학생의 평균이 높게 나타났다. 4학년 남학생들의 눈금실린더에 들어 있는 액체의 양을 측정할 때 눈금위에 값이 매겨져 있지 않는 눈금읽기 능력이 여학생들 보다 더 높다고 볼 수 있다.

3. 측정 기능과 눈금읽기 능력과의 상관관계

길이, 넓이, 부피의 측정 기능 및 눈금읽기 능력간에는 어떤 상관관계가 있는가를 알아보기 위하여 각 측정 능력간의 단순상관관계를 알아보았다. 길이, 넓이, 부피 측정 및 눈금읽기 능력간의 상관관계는 모두  $p < 0.001$  수준에서 정적 상관관계를 나타내고 있었다. 각 영역간에는 0.45~0.61의 상



<그림 8> 어렵하여 시작점이 0이 아닌 눈금읽기의 응답률

관관계를 나타내고 있었다. 그러므로 각 기능간에는 서로 상관관계를 가지고 있으며 관련성을 가지고 기능의 변화를 나타내고 있었다.

IV. 결 론

초등학교생들의 측정능력을 평가하기 위하여 길이, 넓이, 부피에 관한 9개의 실기 문항과 눈금읽기에 관한 6개의 지필검사 문항을 개발하였다. 개발된 검사도구를 이용하여 대도시, 중소도시, 읍·면지역에서 각 학년별로 54명씩 1학년부터 6학년까지 324명을 대상으로 조사하였다. 연구결과 길이, 넓이 및 부피 측정 능력과 눈금 읽기 정답률은 다음과 같다.

1. 측정 능력

초등학교 학생들의 측정 능력을 길이, 넓이 및 부피 측정으로 조사하였고, 각각의 측정 능력은 직접 비교하기, 임의의 도구 사용하여 측정하기, 표준 도구로 측정하기로 구분하여 조사하였다. 길이의 직접비교는 초등학교 전학년의 학생

<표 5> 길이, 넓이 및 부피 측정 정답률(%)

구 분		학 년					
		1	2	3	4	5	6
길 이	직접 비교 (4개)	81	91	96	93	89	91
	임의 도구 (4.5배)	6	13	7	20	32	56
	표준 도구 (25.7cm)	-	9	8	45	57	83
넓 이	직접 비교 (4개)	37	57	76	78	89	89
	임의 도구 (12배)	4	19	20	48	56	76
	표준 도구 (22cm <sup>2</sup> )	4	6	2	15	20	48
부 피	직접 비교 (4개)	24	39	54	63	61	67
	임의 도구 (2.5배)	13	17	4	32	35	65
	표준 도구 (67mL)	9	11	24	30	24	44

들이 80%이상이었다. 임의의 물체 길이의 배수로 물체의 길이를 나타내는 것은 6학년에서만 50%이상이었다. 그러나, 자를 이용하여 측정하는 것은 4학년부터 약 50%이상의 학생이 가능한 것으로 생각된다.

넓이 재기의 경우, 직접 비교하기는 2학년이상이 50%의 정답률을 보였고, 임의의 물체를 이용한 넓이 재기는 4학년 부터 약 50%의 정답률을 보였다. 모눈 종이를 이용한 넓이 측정은 6학년에서야 약 50%의 정답률을 보여 정답률이 가장 낮았다. 부피 재기에서는 직접 비교하기에서는 3학년 이상이 50%의 정답률을 보이고, 임의의 도구를 이용한 것은 4학년 부터 정답률이 증가하지만 6학년에서만 50%이상의 정답률을 보였다. 그리고, 액체의 양을 재는 능력은 6학년에서도 50%미만의 정답률을 보였다.

초등학생들의 측정 능력을 조사한 결과 길이 재기의 정답률이 가장 높고, 다음이 넓이 재기 능력이고, 부피 재는 능력이 가장 낮은 것으로 보인다. 즉, 1차원에 관한 측정이 가장 정답률이 높고, 다음이 2차원 측정, 3차원 측정이 가장 어려운 것으로 생각된다.

측정 가운데에도 그 방법에 따라 정답률이 다른 경향을 보였다. 물체의 길이, 넓이, 부피를 직접 비교하는 경우의 정답률이 가장 높은 경향을 보이고, 그 다음이 임의의 도구를 이용하는 경우이고, 표준 도구를 이용하여 측정하는 경우의 정답률이 가장 낮은 경향을 보였다.

학년별로 측정 능력을 비교하면 대체로 4학년 이상의 학생들이 정답률이 높은 경향을 보였다. 저학년의 경우는 소수 개념이 없어 정수배로만 응답하는 경향이 강하여 정답률이 낮았다.

## 2. 눈금 읽기 능력

눈금 읽기 능력을 측정하기 위하여 개발한 6개의 지필 문

항은 눈금 마다 숫자가 있는 경우와 큰 눈금에만 숫자가 있어 작은 눈금에는 숫자가 없는 경우, 그리고 물체가 놓여 있는 위치가 물체의 길이와 눈금에 일치하는 경우, 눈금과 눈금 사이에 물체가 위치하여 어렵하여 눈금을 읽어야 하는 경우, 시작점이 0인 경우와 그렇지 않은 경우로 나누어 학년별로 정답률을 표로 정리하면 다음 <표 6>과 같다.

눈금마다 숫자가 있고 시작점이 0인 경우는 매우 정답률이 높고, 0이 아닌 경우는 1학년의 경우가 낮았고 대체로 정답률이 50%이상으로 눈금마다 숫자가 있고 길이가 눈금과 일치하는 경우 눈금읽기 능력은 초등학교 학생들에게 대체로 형성된 것으로 생각된다. 작은 눈금에 숫자가 없는 경우도 눈금과 물체가 일치하고 시작점이 0인 경우는 1학년만 제외하면 정답률이 높은 편이다. 그러나 시작점이 0이 아닌 경우는 4학년부터는 가능한 것으로 생각된다. 어렵읽기의 경우, 시작점이 0이 아닌 경우는 3학년 이하에서는 매우 어렵고 6학년의 경우도 50%이하이다. 그러나, 시작점이 0인 경우는 4학년 이상에서 높은 정답률을 나타내고 있다.

## 3. 결 론

초등학생들의 측정 능력을 조사한 결과, 길이 측정, 넓이 측정 그리고 부피 측정 순으로 정답률이 높아지고 있어, 1차원, 2차원, 3차원 순서로 측정 능력을 지도를 하는 것이 바람직하게 생각된다. 그리고, 측정 방법에 따라 정답률이 다른 경향을 보였다. 즉, 직접 비교하는 경우의 정답률이 가장 높은 경향을 보이고 있어 저학년에서는 직접 비교하는 방법으로 지도하고 학년이 올라감에 따라 도구를 이용하여 측정하는 방법을 지도하여야 할 것이다. 학년별로 측정 능력을 비교하면 대체로 4학년 이상의 학생들이 정답률이 높은 경향을 보이므로, 고학년에서는 도구를 이용한 측정을, 저학년의 경우는 소수 개념이 없어 정수배로만 응답하는 경향이 강

<표 6> 눈금 읽기 정답률(%)

구 분		학 년	학 년					
			1	2	3	4	5	6
눈금 마다 숫자 있음	눈금과 일치	시작점 0(7cm)	74	98	100	98	100	100
		시작점이 0이 아님(4cm)	20	43	48	74	78	82
작은 눈금에 숫자 없음	눈금과 일치	시작점 0(29cm)	20	61	91	93	78	83
		시작점이 0이 아님(23cm)	4	9	19	61	44	67
	어렵 읽기	시작점 0(8.5cm)	4	19	9	69	89	91
		시작점이 0이 아님(5.7cm)	-	-	-	17	24	41



하므로 측정치가 정수치에 한정하여 지도하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

눈금 읽기 지도에서는 저학년의 경우는 눈금마다 숫자가 있고 시작점이 0이면서 물체가 눈금과 일치하는 경우에 한정하여 지도하고, 작은 눈금에 숫자가 없는 경우도 시작점이 0인 경우는 2학년부터도 지도가 가능한 것으로 생각된다. 그리고, 시작점이 0인 경우는 초등학교 4학년이상에는 가능한 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 교육부(1994). 국민학교 교육과정 해설(II).
- 김동찬(1990). 지필평가에서 나타난 학생들의 탐구능력과 실험과정에서 보여주는 탐구능력과의 관계. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김유광(1993). 학습자의 인지발달 수준과 교육내용 종적 조직체계의 일치도 분석. 한국교원대학교대학원 석사학위논문.
- 김현재(1984). 현대 초등과학교육론. 전파과학사.
- 이석태(1993). 중학생의 기초적 실험기능과 과학적 탐구사고력의 관계 분석. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 한영신(1991). 자연교과 내용과 아동의 인지발달 수준간의 적합성 고찰. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 高橋金三郎(1972). やさしくて本質的な理科實驗 1. 東京:評論社.
- 鈴木清龍(1985). やさしくて本質的な理科實驗 3. 東京:評論社.
- 日本理科教育學會(1992a). 理科教育學講座 1. 東京:東洋館出版社.
- 日本理科教育學會(1992b). 理科教育學講座 3. 東京:東洋館出版社. 회
- 藤田(1974). 長さを測る. 東京:日科技連出版社.
- APU(1992). Sample Questions in Science at Age 11. Department of Education and Science.
- Funk, H.J., Fiel. R.L., Okey, J.R., Jaus, H.H., & Sprague, C.S. (1985). Learning Science Process Skills. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Greg, L. (1989a). Science Skills -book four-. Longman Cheshire.
- Greg, L. (1989b). Science Skills -book three-. Longman Cheshire.
- Kanis, B., Doran, L., & Jacobson, W. J. (1990). Assessing Science Laboratory Prodess Skills at the Elementary and Middle/Junior High School Levels. Second IEA Science Study.

(ABSTRACT)

## Performance Assessment of Elementary School Children's Measuring Skills

Jung, Gui-Hyang · Kim, Beom-Ki  
(Korea National University of Education)

The purpose of this study was to assess elementary student's ability of measuring length, area, and volume and reading metric scales.

The findings of this study were as follows.

All students were successful in measuring without scale, regardless of grades. But they were less successful in measuring the task using standard and nonstandard scales. Especially, in measuring area, lower grade students were not able to perform the task using nonstandard instruments, but higher grade students were able to perform the task. Measuring area using grade paper was least successful for sixth graders. In measuring volume, students under fifth grade read the upper scale when using graduated cylinder. In measuring by direct comparison, students were more successful in measuring length than in measuring area and volume using given material. The use of given nonstandard material was successful for 4th, 5th, and 6th grade students.

In measuring using metric scale, lower grade students did not pay attention to the zero of the scale, but just read the end point. Higher grade students considered both zero and end points.

<부 록> 검사문항지

[넓이 재기 3]

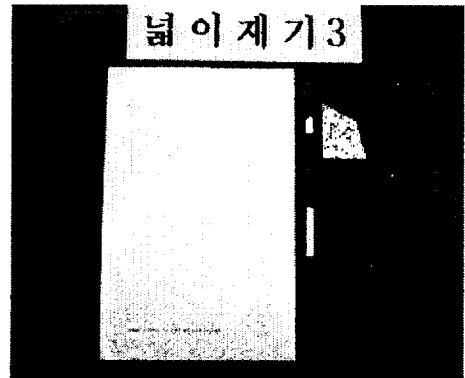
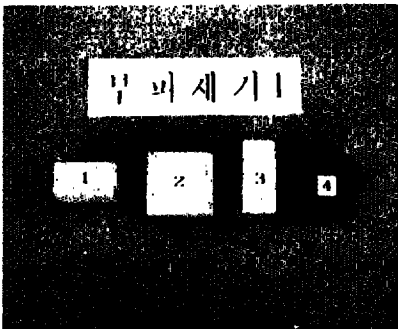
종이판지의 넓이를 모눈종이를 사용하여 재어보시오.

( ) cm<sup>2</sup>

[부피 재기 1]

여러 가지 나무토막이 있습니다. 나무토막의 윗면에는 1~4번까지 번호가 적혀 있습니다. 나무토막의 크기가 작은 것부터 크기가 큰 것의 순서로 ( )안에 번호를 적으시오.

크기가 작은 것 → 크기가 큰 것  
( ) ( ) ( ) ( )



[길이 재기 2]

연필의 길이를 클립을 사용하여 재어보시오.  
연필의 길이는 클립 길이의 몇 배나 될까요?

클립의 ( ) 배

