

# 중고등학생들의 과학 그래프 작성 및 해석 능력

김태선 · 김범기  
(한국교원대학교)

## The Comparison of Graphing Abilities of pupils in grades 7 to 12 based on TOGS(The Test of Graphing in Science)

Kim, Tae-Sun · Kim, Beom-Ki  
(Korea National University of Education)

### ABSTRACT

Science teachers often suppose that students are able to know the symbolical meaning of graphs when they see the graphs. But such a assumption is not based on the firm theories but a mere image. And we need to search them for holding the abilities to construct and to interpret. In addition, unfortunately, many researchers show that they scarcely have the graphing skills.

And then, The Test of Graphing in Science(TOGS) was administered to 535 7th to 12th graders, for we search them for holding the graphing abilities to some degree. Though the higher grade, the better score, they lack the first three among 9 objectives of TOGS which are scaling axes, assigning variables to the axes, using a best fit line, plotting points, translating a graph that displays the data, selecting the corresponding value for y(or x), interrelating/extrapolating graphs, describing the relationship between variables, interrelating the results of the two graphs.

It was concluded from this that subjects' graph construction is lower than their graph interpretation in graph skills. It suggests that school science have a bias toward graph interpretation. This tendency represents more strikingly in the case of upper students in TOGS than the others'.

**Key words:** graphing abilities, graph construction, graph interpretation, 7th to 12th grade

### I. 서 론

그래프는 과학적인 자료 전달에 중요하다. 연속적이고 순서화된 형식으로 복잡한 개념이나 아이디어의 의사 소통을 쉽게 할 수 있도록 도와주기 때문이다. 또한 가치있는 정보를 한정된 공간 내에 뽑아낸다.

그래프는 과학에서 중요한 상징체계이며, 상당히 많은 측정치를 요약하여 시각적으로 그 경향을 알게 하고, 나름의 정보 전달 방식에 따라 의미를 함축하고 있다. 더구나 폭발적인 과학적 정보의 증가와 발달로 인하여 그래프 능력을 갖추는 것이 중요한 의미를 갖게 되었다. 이처럼 그래프를 구성하고 해석할 줄 아

는 능력이 가치있는 것으로 여겨지기는 하지만, 많은 학생들이 이러한 기능들을 획득하지 못하고 있음을 보여주는 사례가 많다(Padilla *et al.*, 1986; Wavering, 1989; Brasell *et al.*, 1993; Berg & Smith, 1994; Berg & Phillips, 1994).

Brasell(1987a, 1990), Linn *et al.*(1987)는 그래프를 사용할 줄 아는 능력의 중요성과 그래프를 연구해야 하는 필요성에 대하여 기술하고 있다. Padilla *et al.*(1986)는 7학년에서 12학년에 걸친 학생들에게 선그래프를 구성하고 해석하는 능력이 결핍되어 있다고 하면서, 이러한 결과는 그 나이 수준에서 과학적 개념을 이해하고자 할 때 중요한 장애물이 된다고 주장하였다. 이처럼 그래프를 구성하거나 해석하는 능력은 과학교육을 넘어서서 중요한 기능으로 인정되고 있음에도 불구하고, 불행하게도 많은 학생들이 그래프를 구성하거나 해석하는 능력을 지니고 있지 않음이 알려지고 있다(Roth & McGinn, 1997). 그래프의 중요성과 학생들이 이러한 그래프 사용 능력을 제대로 갖추지 못하고 있다는 연구결과들을 결부시켜 생각해 볼 때, 이 영역이 연구할 가치와 내용이 많음을 알 수 있다.

따라서 McKenzie와 Padilla(1986)에 의하여 개발된 과학관련 그래프 사용 능력을 알아보는 선다형 평가지(TOGS, The Test of Graphing in Science)를 이용하여 우리나라 7학년에서 12학년에 해당하는 학생들을 대상으로 샘플 표집하여 학생들의 그래프 능력에 관한 현주소를 파악하고자 하였다.

## II. 연구내용 및 방법

본 연구의 검사도구인 TOGS를 번안한 후, 각 학년별 두 학급 이상 표집하여 그래프 사용 능력의 추이를 분석하였다.

### 1. 검사도구

7학년에서 12학년에 걸쳐 학생들의 그래프 사용 능력을 측정하고자 McKenzie & Padilla(1986)가 개발한 TOGS를 우리나라 중고등학교 학생들의 수준

에 맞게 번안하였다. TOGS 번안 과정에는 현장 경험이 있는 과학교육 석박사 과정 15명(남 8, 여 7)의 도움을 받아 1차 교정한 후, 적합성 여부를 판단하고자 C중학교 2학년 학생 131명을 대상으로 예비검사를 실시하여 잘 이해되지 않는 용어나 진술문을 표시하도록 하였다. 그런 다음 다시 과학교육 석박사 과정 11명(남 7, 여 4)의 검토를 받아 용어를 수정, 보완하였다.

TOGS는 7학년에서 12학년까지 학생들의 그래프 능력을 측정하기 위하여 다음 Table 1(McKenzie & Padilla, 1986)과 같은 아홉 가지 목표 기능을 제시

**Table 1.** Objectives for the test of graphing in science(TOGS)

1. Given a description of an investigation and/or a completed data table, the student will select an appropriately scaled set of axes.
2. Given a set of coordinates (or a point on a graph) the student will locate the corresponding point on a graph (or select the set of coordinates).
3. Given a description of an investigation and/or a completed data table, the student will identify graphs with the manipulated and responding variables appropriately assigned.
4. Given a series of graphs the student will select the graph with the most appropriate best fit line.
5. Given a description of an investigation and/or a completed data table the student will select a graph that correctly displays the data.
6. Given a graph and a value for X(or Y) the student will select the corresponding value for Y(or X)
7. Given a graph and a situation requiring interpolation and/or extrapolation the student will identify trends displayed in a set of data.
8. Given a graphed relationship(linear or curvilinear) the student will select an appropriate description of the relationship.
9. Given graphs of two related relationships the student will identify a generalization that appropriately interrelates the results of the two graphs.

하였다. 평가를 위하여 선정된 그래프 기능들은 그래프를 구성하거나 해석하는 하부기능들로 이루어진다.

이 TOGS는 문제 내용이 중등교육에 적합하게 선택되었으며, 어떤 복잡한 과학적 개념도 포함되지 않도록 구성되어있다. 이 TOGS의 특징들을 보면 Table 2와 같다.

**Table 2.** Characteristics of TOGS

Skills Tested : Graph Construction, Graph Interpretation  
 Number of Items : 26  
 Response Format : Multiple Choice, Four Alternatives  
 Recommended Grade Level : 7-12  
 Time to Complete Test : 45 Minutes of Less  
 Test Readability : 6.2(Fog Index)

또한 이 TOGS는 그래프를 작성하는 능력과 그래프를 해석하는 능력으로 그래프 능력을 나누고, Table 3과 같이 그래프 작성 능력의 하위요소로 5가지, 그래프 해석 능력의 하위요소로 4가지를 들고 있다.

## 2. 연구대상

우리나라 중고등학생의 그래프능력이 학년에 따라

**Table 3.** The subskills of TOGS

Skills	Subskills of TOGS
Graph construction	Scaling axes
	Assigning variables to the axes
	Plotting points
	Using a best fit line
Graph interpretation	Translating a graph that displays the data
	Selecting the corresponding value for Y(or X)
Graph interpretation	Interrelating/extrapolation graphs
	Describing the relationship between variables
	Interrelating the results of the two graphs

어떠한 추이를 보이는지 파악하고자 7학년부터 12학년까지 각 학년별로 두 학급 이상 표집하였다. 조사된 연구대상 학생은 Table 4와 같다.

**Table 4.** Numbers of subjects by grade

	Grades						Total
	7	8	9	10	11	12	
Subjects	74	78	120	123	74	66	535

## Ⅲ. 연구결과 및 논의

우리나라 중고등학교 학생들의 그래프 사용 능력에 관한 추이를 분석하고자 표집된 중고등학생 총 535명을 대상으로 실시한 그래프 능력 검사를 기초로 하여 학년에 따라 그래프 능력과 하위 요소별 정답률이 어떻게 다른지 비교하였다.

먼저, 7학년부터 12학년까지 각 학년별 그래프 사용 능력을 분석하였다. 투입된 TOGS의 각 학년별 신뢰도와 최저점수 및 최고점수는 Table 5와 같다.

Table 5에 의하면, 대체로 높은 신뢰도(.67에서 .80까지)를 보이고 있다. 또한 각 검사에서 저학년일수록 최저점수와 최고점수가 낮으며 고학년으로 올라갈수록 최저점수와 최고점수가 높아지는 경향이 있음을 알 수 있다.

### 1. 그래프 하위요소에 따른 각 학년별 그래프 능력 분석

그래프 기능의 9가지 하위요소에 따라 각 학년의 그래프 능력을 비교하였다. Fig. 1은 7학년에서 12학년까지 각 그래프 하위요소별로 비교한 그림이다.

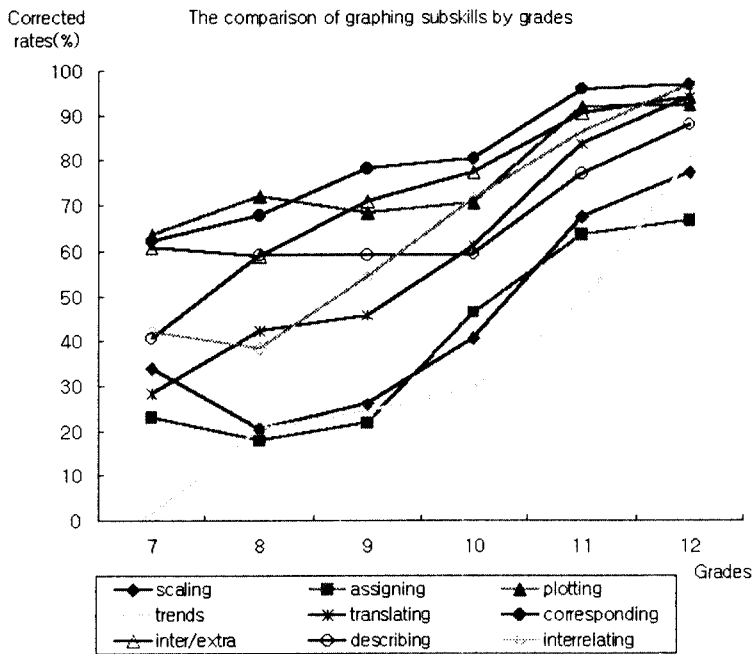
#### 1) '축에 눈금 매기기' 기능

각 학년별 축에 눈금 매기기에 관한 정답률은 그림 1과 같다. 그림1에 의하면, 대체로 중학교 학생들은 축에 눈금 매기는 방식에 관한 인식이 없는 것으로 보인다. 각 눈금 사이의 간격을 일정하게 같은 크기로 눈금을 매기는 것에 관하여 제대로 인식하지 못하고 있다. 더욱이 다른 하위 요소들에 비하여 12학년에

**Table 5.** The minimum / maximum of TOGS and reliability coefficients(Alpha) by grades

		Grades						Total
		7	8	9	10	11	12	
Score	Minimum	2	2	4	8	9	14	2
	Maximum	23	24	26*	26	26	26	26
Alpha		.80	.73	.72	.71	.70	.67	.73

\*26 means perfect score



**Fig. 1.** The comparison of graphing subskills from 7 to 12 by grades

서 얻은 정답률 77.3%는 낮은 편에 속한다. 이는 전체적으로 볼 때, 학생들이 그래프의 가장 기본이 되는 축의 스케일을 구성하는데 어려움을 겪는 것으로 볼 수 있다.

### 2) '축에 변수 지정하기' 기능

이 하위 요소는 학생들이 주어진 상황이나 데이터로부터 독립변인과 종속변인을 바르게 배열하는가를 알아보는 것으로, '축에 눈금 매기기' 기능에서 나타난 것처럼 역시 중학교 학생들의 경우 바르게 인식하

지 못하고 있다. 주어진 상황을 분석하여 독립변인으로부터 영향받는 종속변인에 대한 기본적인 분석을 하지 못하고 있음을 알 수 있다. 또한 고등학생이 되어서도 이 하위요소의 정답률이 66.7%로 아주 저조함을 알 수 있다.

### 3) '점찍기/좌표값 찾기' 기능

그래프 상에 위치한 어떤 지점의 좌표값을 찾거나 그래프에 점을 찍는 기능은 모든 학생들이 대체로 지니고 있는 것으로 생각된다. 더욱이 11학년과 12학년

의 경우 대상학생의 90% 이상이 해당 기능을 지니고 있는 것으로 보인다.

#### 4) '적절한 하나의 선 그리기' 기능

이 기능은 실험을 통하여 얻어지는 여러 가지 데이터를 그래프로 표현하였을 때, 이로부터 전반적인 경향을 알려주는 하나의 추세선을 적절하게 그릴 수 있는지를 알아보는 요소이다.

Fig. 1을 보면 7학년의 경우 거의 모든 학생들이 이 그래프 하위요소를 가지고 있지 못하며, 8학년부터 11학년까지 전반적으로 기능을 갖추어가기는 하지만, 정답률이 50%를 넘지 못하고 있다. 그러나 12학년에 이르러 80%이상의 정답률을 보여준다. 이 기능을 평가하는 문항들은 직선 또는 곡선이 자료의 경향성을 잘 나타내주는 답지를 선택할 수 있는지를 알아보도록 되어있다.

#### 5) '자료 변환하기' 기능

이 기능은 실험 데이터나 그와 관련된 상황을 설명하는 서술문을 그래프로 나타낼 수 있거나, 그래프로 표현할 수 있는지를 알아보는 하위요소이다.

Fig. 1에 의하면, 학년이 올라감에 따라 거의 비례적으로 이 기능이 향상되는 것을 볼 수 있다. 12학년에 이르면 90% 이상이 모두 실험 데이터나 이를 표현하는 문장들을 그래프로 나타낼 수 있음을 알 수 있다.

#### 6) '변수의 대응값 찾기' 기능

그래프의 X값이 주어지거나 Y값이 주어질 때 그에 대응되는 Y값이나 X값을 찾을 수 있는지를 알아보는 것으로, 대체로 많은 학생들이 이 기능을 지니고 있는 것으로 볼 수 있다. '점찍기/좌표값 찾기' 기능처럼 이 기능도 많은 학생들이 잘 하였고, 11학년과 12학년의 경우 95% 이상이 바르게 답한 것을 보여준다.

#### 7) '내삽과 외삽' 기능

내삽이나 외삽을 필요로 하는 상황이 주어질 때 주어진 일련의 데이터로부터 제시된 경향을 확인할 수 있는지를 알아보는 것으로, 전반적으로 높은 정답률

을 보이고 있다. 더욱이 11학년과 12학년의 경우에는 90%이상의 정답률을 보이고 있다. 따라서 내삽이나 외삽을 필요로 하는 상황에서 주어진 데이터만으로 경향을 파악할 수 있는 것으로 보인다.

#### 8) '변인간의 관계진술' 기능

선형 또는 곡선형으로 되어있는 그래프를 적절하게 설명하는 서술문을 찾을 수 있는지를 알아보는 기능이다. 주어진 그래프가 의미하는 바를 바르게 설명할 수 있음을 뜻한다. Fig. 1을 보면 이러한 기능은 중학생의 경우 높지 않으나 고등학교 11학년을 넘어서면서 높은 정답률을 보이는 것을 알 수 있다.

#### 9) '종속변수간 관련짓기' 기능

서로 관련성이 있는 그래프들이 주어질 때 그 그래프들의 결과를 이용하여 적절한 일반화를 이끌어낼 수 있는지를 알아보는 기능으로, 두 그래프를 연결하여 일반화하는 능력은 학년이 올라감에 따라 정답률이 높아지는 것을 알 수 있다.

Fig. 1에 의하면, '축에 눈금 매기기' 기능, '축에 변수 지정하기' 기능, '적절한 하나의 선 그리기' 기능이 모든 학년에 걸쳐서 정답률이 낮은 편이며, '점찍기/좌표값 찾기' 기능과 '변수의 대응값 찾기' 기능, '내삽과 외삽' 기능은 모든 학년에 걸쳐서 정답률이 60%를 넘는다. 주목할 만한 사실은 7학년의 경우 '적절한 하나의 선 그리기' 기능이 전혀 형성되지 못하고 있다는 점과, '축에 변수 지정하기' 기능은 학년이 올라가더라도 12학년에 이르러 최고 60%정도의 정답률만을 보여주고 있다는 점이다.

Table 6은 7학년에서 12학년까지 중고등학생의 그래프 능력을 알아보기 위하여 투입한 TOGS 점수의 평균과 표준편차를 보여준다. 그래프를 작성할 줄 아는 능력에 대한 평균보다 그래프를 해석하는 능력의 평균이 모든 학년에 걸쳐서 더 높음을 알 수 있다. 7학년에서 12학년으로 올라갈수록 그래프 구성 및 그래프 해석의 평균이 증가하여 12학년에 가장 높은 평균을 각각 보여준다.

2 그래프를 구성하는 능력과 그래프를 해석하는 능력에 대한 학년별 분석

그래프를 바르게 구성할 수 있는지를 측정하는 5개의 목표와 주어진 그래프를 바르게 해석할 수 있는지를 측정하는 4개의 목표로 나누어, 학년에 따라 어떠한 차이가 있는지 비교하였다.

Fig. 2는 그래프 구성 능력과 그래프 해석 능력이 학년에 따라 어떻게 다른지 보여주고 있다. 그래프를 해석하는 능력이 그래프를 만드는 능력보다 모든 학

년에 걸쳐서 더 높은 점수를 얻고 있음을 볼 수 있다. 12학년을 제외한 모든 학년에서 그래프를 해석하는 능력이 그래프를 구성하는 능력보다 훨씬 더 높은 정답률을 보이며, 12학년에 이르러야 그래프를 구성하는 능력을 측정하는 요소의 정답률이 해석하는 능력을 측정하는 요소의 정답률만큼 도달함을 볼 수 있다. 각 학년의 데이터 값이 표시된 선은 해당 학년에서 TOGS 검사에서 75% 이상의 정답을 얻은 학생들을 표시한 것이다. 7학년에서 9학년에 걸쳐서는 전체 학생의 1/3 정도만이 TOGS 검사에서 75% 이상

Table 6. Means and standard deviations of graph construction and graph interpretation from 7 to 12 (which are M(%) means mean and SD means standard deviation)

Grades	Construction			Interpretation			Total		
	M(%)	SD	t value	M(%)	SD	t value	M(%)	SD	t value
7	51.14	2.73	22.57*	62.25	2.85	22.57*	56.31	5.06	24.89*
8	58.14	2.74	26.21*	64.00	3.24	20.92*	60.85	5.61	24.91*
9	60.64	2.68	34.68*	72.08	2.54	37.27*	65.92	4.61	40.75*
10	69.43	2.59	41.59*	78.50	2.11	49.58*	73.62	4.00	53.03*
11	83.21	1.98	50.73*	89.00	1.55	59.11*	85.85	3.07	62.45*
12	90.71	1.48	69.80*	91.83	1.05	85.63*	91.19	2.12	90.96*
Total	67.79	3.03	72.36*	75.83	2.66	79.11*	71.50	5.22	82.34*

\*p<.01

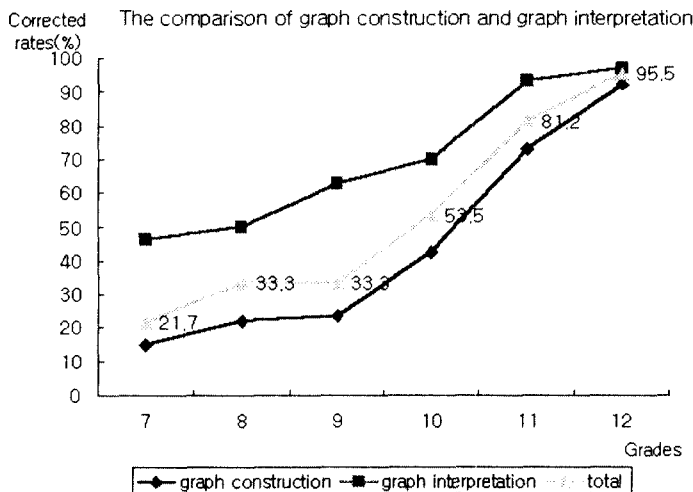


Fig. 2. The comparison of graph construction and graph interpretation by grades

의 정답률을 보이며, 10학년에서 12학년에 이르면서 급격하게 그래프 능력을 지니는 학생들이 많아짐을 볼 수 있다. 12학년에 이르러서 거의 대부분의 학생들이 그래프 능력을 지닌 것으로 조사된다.

3. TOGS 상급집단 학생들의 그래프 하위요소 비교

TOGS 검사에서 전체 문항의 75% 이상 정답을 획득한 경우 이 학생들을 상급집단으로, 25% 이하 정답을 획득한 학생들은 하급집단으로 분류하였다. 7학년부터 12학년까지 투입된 TOGS의 결과에 기초하여

TOGS 상급집단에 속하는 것으로 파악된 학생들은 Table 7과 같다. 투입된 총 학생 535명 중에서 약 반 이상인 271명의 학생이 TOGS 상급집단으로 분류되었다.

Table 7에 의하면 7학년부터 12학년으로 갈수록 상급집단에 속하는 학생들의 비율이 점점 더 높아짐을 알 수 있다. 9학년까지는 전체 학생의 대략 1/3 가량만 상급집단에 속하는 것으로 보인다.

TOGS 점수로부터 그래프 능력을 지닌 것으로 조사된 학생들을 대상으로 각 학년에 따라 어떤 하위요소에서 특히 더 어려움을 겪었는지 파악하여 본 결과는 Fig. 3과 같다. 위 Fig. 1의 그래프와 비교하여 볼

Table 7. Numbers and percentage of upper subjects possessed of graphing skill from TOGS score

Grades	7	8	9	10	11	12	Total
All subjects tested	74	78	120	123	74	66	535
Upper subjects	16	26	40	66	60	63	271
Occupied rates(%)	21.62	33.33	33.33	53.66	81.08	95.45	50.65

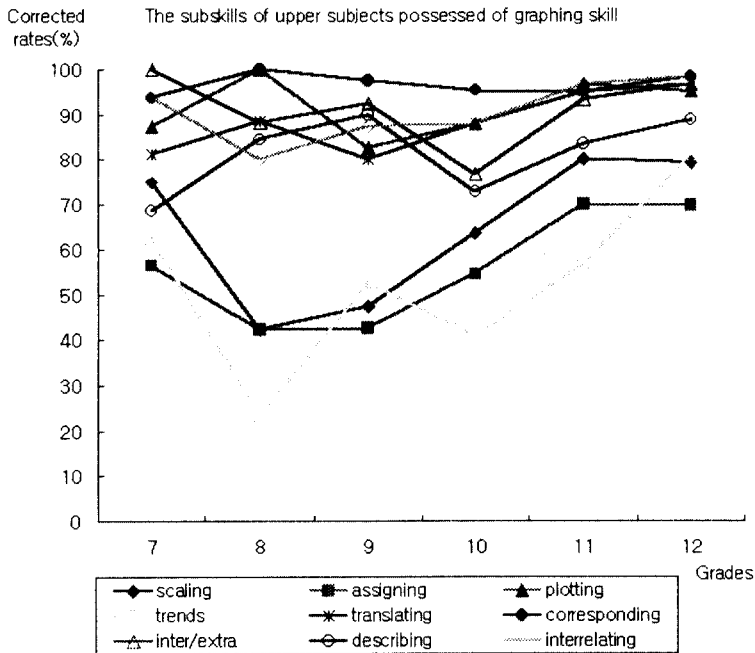


Fig. 3. Corrected rates of graphing subskills abstracted from only upper subjects possessed of graphing skill in TOGS

때, 어려움을 느끼는 요소가 훨씬 더 두드러지게 나타난다. 학생들은 '축에 눈금 매기기' 기능, '축에 변수 지정하기' 기능, 그리고 '적절한 하나의 선 그리기' 기능이 다른 기능들에 비하여 부족한 것으로 보인다. 특히 8학년과 9학년의 경우 오히려 그래프 기능을 가진 것으로 추출된 7학년 학생들보다 훨씬 더 정답률이 떨어진다. Fig. 3의 이러한 결과는 Fig. 1이나 Fig. 2의 경우에 학년이 올라갈수록 순차적으로 높은 정답률을 보인 것과 대조된다. 앞의 Fig. 1과 Fig. 2의 경우에는 모든 대상학생 535명을 대상으로 한 것이지만, Fig. 3의 경우 TOGS검사로 선정된 상급집단 학생 271명의 데이터이므로 더 의미를 지니고 있는 것으로 볼 수 있다. 왜냐하면 이 상급집단 학생들은 그래프에 노출된 경험도 많고, 또한 작성해 본 경험도 많아 TOGS 검사에서 좋은 점수를 받았지만, 그래프 하위요소 중에서 이들이 어떠한 취약점을 지니고 있는지 알아보는 것이 의미 있다고 볼 수 있다.

요컨대 그래프 능력을 지니고 있는 학생들이 어려워하는 기능은 '축에 눈금 매기기' 기능, '축에 변수 지정하기' 기능, 그리고 '적절한 하나의 선 그리기'

기능이며, 8학년과 9학년에서 더욱 낮은 점수를 보여주고, 12학년으로 학년이 올라갈지라도 다른 하위기능들에 비하여 좋은 정답률을 보여주지 못하고 있음을 알 수 있다.

또한, 그래프 능력을 둘로 구분하여, 그래프를 바르게 구성하는 능력과 그래프를 바르게 해석하는 능력으로 나누어 살펴보면 Fig. 4와 같다. Fig. 4에 의하면, TOGS 검사로부터 그래프 능력을 지닌 것으로 파악된 학생들 271명이 거의 대부분 그래프를 해석하는 능력이 발달되어있음을 알 수 있다. 그러나 반면에 학년이 낮을수록 그래프를 구성하는 능력이 점점 떨어짐을 볼 수 있다. 그러나 12학년에 이르러 그래프를 구성하는 능력과 그래프를 해석하는 능력이 거의 모두 완성되는 것으로 보인다. 이러한 두 하위능력의 차이가 좁혀지는 것은 11학년에 다가갈 때 가능한 것으로 보인다.

반면에, TOGS 검사에서 전체 문항의 25% 이하 정답을 획득한 학생들은, 고등학생의 경우 찾아볼 수 없었으며 중학생의 경우 9명뿐이었다.

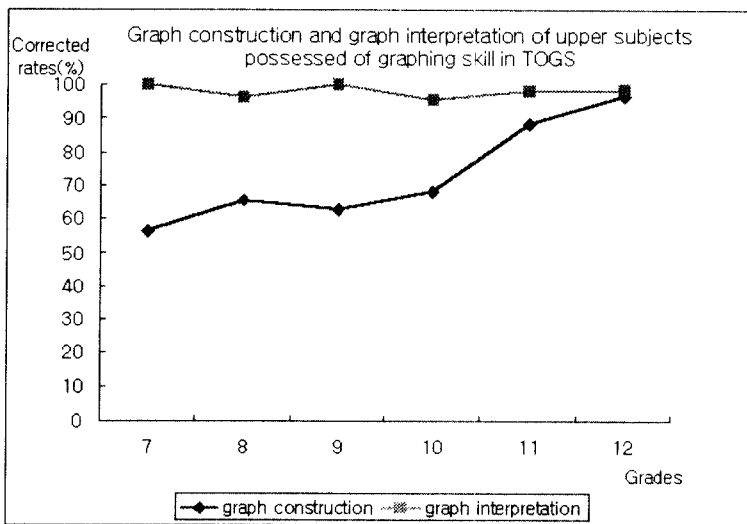


Fig. 4. Graph construction and graph interpretation of only upper subjects possessed of graphing skills in TOGS



#### IV. 결 론

그래프는, 신문이나 잡지는 물론이고, 전문적인 보고서나 교과서에서 중요한 의미를 전달하기 위하여 자주 사용되며, 또한 방대한 자료를 한 장의 지면에 담아내는데 좋은 도구이다. 교육전문가들이나 교사들이 약속된 언어인 그래프를 사용할 때, 암묵적으로 학생들이 이러한 언어를 이해할 수 있으리라고 가정한다. 그러나 많은 선행연구로부터 학생들이 그래프 기능을 획득하지 못하고 있다고 보고되고 있다. 또한 학생들이 그래프 기능을 부적절하게 익히면 과학 개념을 이해하는데 심각한 장애물이 될 것이다. 따라서 그래프능력을 측정하는 선다형 평가도구인 TOGS를 통하여 우리나라 7학년에서 12학년까지의 학생들을 표집하여 학생들이 어느 정도 그래프를 구성하고 해석하는 능력의 하위요소를 지니고 있는지 파악하여 보았다.

7학년에서 12학년까지 학년이 올라갈수록 학생들의 그래프 능력은 전반적으로 향상을 보였다. 그래프를 해석하는 능력보다 그래프를 구성하는 능력이 더 낮은 정답률을 보여주고 있으며, 7학년에서 9학년까지 보다 10학년에서 12학년까지 더 급격한 향상을 보이고 있다. 이를 통하여 알 수 있는 사실은 그래프를 직접 작성하는 것보다 그래프를 해석하는 쪽으로 우리나라의 교육이 치우치고 있음을 알 수 있다. 특히 '축에 눈금 매기기' 기능, '축에 변수 지정하기' 기능, 그리고 '적절한 하나의 선 그리기' 기능은 다른 6가지 기능에 비하여 정답률이 전 학년에 걸쳐서 낮았으며, 75% 이상의 정답률을 획득한 상급집단 학생들의 경우에는 이러한 현상이 더 두드러졌다.

12학년에 이르러서 대부분의 학생들이 그래프 능력을 지니게 되기 전까지, 학교교육에서 사용되는 그래프들을 학생들이 제대로 해석하지 못하고 있으며, 바르게 작성할 줄 모르는 상태가 계속되고 있음을 보여준다.

따라서 본 연구에서 조사된 9가지 그래프 하위 기능 중에서 '축에 눈금 매기기' 기능, '축에 변수 지정하기' 기능 및 '적절한 하나의 선 그리기' 기능을 가장 어려워하는 원인이 그래프에 관한 연습과 경험 부

족에서 기인하는 것인지 아니면 학생들의 어떤 기본적인 인지능력의 차이에서 기인하는 것인지 분석하는 후속연구가 필요하다.

또한 그래프를 해석하는 능력보다 그래프를 작성하는 능력이 저조하므로 그래프를 작성하는 능력을 향상시키기 위하여, 실험결과를 실시간으로 보여줄 수 있는 MBL(Microcomputer-Based Laboratory) 과 학습업도 필요할 것으로 보인다. 이에 더하여 이미 그려진 그래프만을 보고 읽는 경험뿐만이 아니라, 직접 모눈종이에 그래프를 작성해보는 시간도 필요하다. 이는 단순히 동일한 일을 반복하는 지루한 작업이 아니라 그래프를 작성하는 능력을 향상시키는데 도움을 주리라고 본다. 따라서 교사는 과학관련 교과서뿐만이 아니라 일상생활에서도 자주 나타나는 그래프와 관련하여 그래프 능력을 향상시킬 수 있도록 체계적인 노력을 기울여야 할 것이다.

#### 적 요

그래프의 상징적인 의미를 학생들이 해석할 수 있다고 교사들이 종종 가정하는 반면, 이러한 가정은 견고한 연구에 기초를 두고 있지 않다. 따라서 그래프를 구성하거나 해석하는 능력을 학생들이 지니고 있는지 알아보는 연구가 필요하다. 또한 불행하게도 많은 학생들이 이러한 그래프 기능을 제대로 갖추지 못하고 있다는 연구결과들을 결부시켜 생각해 볼 때, 이 영역이 연구할 가치와 내용이 많음을 알 수 있다.

따라서 우리나라 7학년에서 12학년에 이르는 학생들의 그래프 능력은 어떠한지 알고자 TOGS(The Test of Graphing in Science) 검사를 실시하였다. 학년이 올라감에 따라 그래프 능력도 점차적으로 향상되는 결과를 보였다. 그러나 그래프 능력의 하위요소로 선정된 9가지 요소 중에서 그래프를 작성하는 능력과 관련된 세 가지 하위 요소, 즉 축에 눈금을 매기는 기능, 축에 관련된 변수를 지정하는 기능 및 경향을 알도록 실험데이터로부터 적절한 하나의 선을 그리는 기능에서 부족함을 보였다. 이러한 결과는 그래프와 관련된 교육에서 그래프를 작성하는 것보다 해석하는 쪽에 상대적으로 더 치중하였음을 시사해준

다. TOGS 검사에서 좋은 점수를 받은 학생들이수록 이러한 차이점이 더 두드러지게 나타났다.

## 참 고 문 헌

- 권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순(1998). 과학교육론. 교육과학사.
- 김연주(1990). 인지 심리학. 정음사.
- 김태선(1998). 고등학생들의 과학관련 그래프 해석능력. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 문충식, 김범기(1998). 선 그래프 해석과 이해의 지각·인지과정에 관한 모형. 물리교육, 16(3), 249-259.
- Adams, D. D.(1988). *The effects of microcomputer-based laboratory exercise on the acquisition of line graph construction and interpretation skills by high school biology students*. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 61st, Lake of the Ozarks, MO.
- Bohrens, J.(1988). *Misconceptions of ninth grades surrounding graph construction skills of science data*. Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake of the Ozarks, MO.
- Brasell, H. M.(1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 385-395.
- Brasell, H. M.(1990). Graphs, graphing, and graphers. *What Research Says to the Science Teacher*, 6, 69-85.
- Brasell, H. M., & Rowe, M. B.(1993). Graphing skills among high school physics students. *School Science and Mathematics*, 93(2), 63-70.
- Berg, C. A., & Phillips, D. G.(1994). An investigation of the relationship and thinking structures and the ability to construction and interpret line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 323-344.
- Berg, C. A., & Smith, P.(1994). Assessing students' abilities to construct and interpret line graphs: Disparities between multiple-choice and free-response instruments. *Science Education*, 78(6), 527-554.
- Dibble, E., & Shaklee, H.(1992). *Graph interpretation: A translation problem?* Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Fisher, M. A.(1992). *Categorization, or schema selection in graph comprehension*. A Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Linn, M. C., Layman, J. W., & Nachmias, R.(1987). Cognitive consequences of microcomputer-based laboratories: Graphing skills development. *Contemporary Educational Psychology*, 12, 244-253.
- McKenzie D., & Padilla, M.(1986). The construction and validation of the test of Graphing in Science(TOGS). *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 369-383.
- Padilla, M. J., McKenzie, D. L., & Shaw, E. L.(1986). An examination of the line graphing ability of students in grades seven through twelve. *School Science and Mathematics*, 86(1), 20-26.
- Pinker, S.(1990). *A theory of graph comprehension*. In R. Freedle(Ed.), *Artificial Intelligence and the Future of Testing*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 73-126.

- Roth, W-M, & McGinn, M. K.(1997). Graphing: Cognitive ability or practice? *Science Education*, 81, 91-106.
- Roth, W-M, Bowen, G. M., & McGinn, M. K.(1999). Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 977-1019.
- Shah, P.(1995). *Cognitive processes in graph comprehension*. Doctoral dissertation, Carnegie - mellon university(UMI Dissertation services NO. 9622441).
- Wavering, M. J.(1989). Logical reasoning necessary to make line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(5), 373-379.