

초등학교 6학년 학생들의 그래프 이해 능력 실태 조사

황 현 미*·방 정 숙**

본 연구는 초등학교 6학년 학생들의 그래프 이해 능력을 알아보기 위해, 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기의 4가지 과제 유형을 설정하고 초등학교에서 학습하는 6가지의 그래프를 대상으로 검사 문항을 구성하였다. 이를 이용하여 서울 시내 초등학교 6학년 학생 187명을 대상으로 검사를 실시한 후, 과제유형별 반응과 그래프 종류별 반응을 분석하였다. 분석 결과 그래프를 보고 자료 읽기와 자료 사이의 관계 찾기 과제에서는 높은 이해도를 보였으나 자료 해석하기와 상황 이해하기에서는 상대적으로 낮은 이해도를 나타냈다. 또한 같은 수준의 과제 내에서도 그래프의 종류에 따라 상당히 다른 이해도를 보였다. 이를 통해 그래프 교수·학습 방향에 대한 시사점을 도출하였다.

1. 서 론

통계와 자료 분석은 학교 수학 교육과정에서 중요한 요소 중의 하나이다. 학교수학에서 통계는 수, 대수, 측정, 기하와 같은 수학의 다른 영역들 사이의 중요한 연결성을 만들 수 있으며, 다른 과목 또는 일상생활의 경험과 수학을 연결시킴으로써 수학의 유용성을 강조할 수 있다(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). 또한 문제 해결, 규칙 발견, 추측, 논리적인 결론 유출, 의사소통과 같은 수학적 탐구 과정에 학생들을 능동적으로 참여시킬 수 있다(Baroody & Coslick, 1998).

초등학교에서의 통계교육을 살펴보면, 자료의 수집, 분류, 정리, 해석의 과정을 모두 경험할 수 있도록 구성되어 있다. 이 중 자료의 정리와 관련해서는 간단한 그림그래프에서 시작

하여 비율그래프까지 전 학년에 걸쳐 그래프 학습이 큰 비중을 차지한다. 이러한 그래프 표현은 통계적 변량 사이의 관계를 나타내는 개념적 모델이며, 학생들이 통계적으로 사고하고 통계적인 결정과 판단을 내리는 데에 기본적인 수단을 제공한다(우정호, 2000). 즉, 자료를 그래프로 정리하는 것은 많은 양의 정보를 간결하고 시각적인 형태로 요약함으로써 의사전달을 촉진시킬 수 있고 문제를 해결하거나 예측하는데 도움을 줄 수 있다(Baroody & Coslick, 1998). 또한 학교 수학에서 그래프는 대수, 기하, 통계 등 수학의 여러 영역에서 수학적 개념을 더 깊이 이해하도록 하고, 더 높은 수준으로 전이시키는데 핵심적인 표현 수단이다(송정화, 권오남, 2002). 따라서 학교 수학에서 그래프 학습이 가지는 의미는 매우 크다고 할 수 있다. 이에 통계교육에서 그래프를 단순한 교육적 보조수단으로 여기기보다는 자료를 분석

* 서울면동초등학교(cromity@hanmail.net)

** 한국교원대학교(jeongsuk@knu.ac.kr)

하는 중요한 도구로 사용하는 태도를 강조해야 한다(우정호, 2000).

그래프 학습은 크게 그래프 작성과 그래프 이해로 나누어 볼 수 있다(Reys, Suydam, Limdquist, & Smith, 1998). 전통적으로 그래프 교육은 학생들이 다양한 그래프를 그릴 수 있도록 하는데 초점을 맞춰왔다(Friel, Curcio, & Bright, 2001). 그러나 다양한 테크놀로지가 발달한 현 교육 상황에서 그래프 작성은 학생들에게 매우 쉬운 일일 수 있다. 또한 우리가 일상생활에서 접하는 다양한 통계 자료들은 이미 시각화된 그래프가 대부분으로, 이를 바르게 이해하고 해석하여 올바른 의사결정을 내리는 것이 매우 중요하다. 따라서 수학교육에서 그래프 작성보다는 그래프로 제시된 자료를 읽고, 분석하고, 해석하는 것에 더 중점을 두어야 한다(Baroody & Coslick, 1998).

우리나라에서 초등학교 그래프에 관한 연구를 살펴보면, 통계적 교수학습 과정을 적용하여 그래프 이해력에 미치는 효과를 알아본 연구(박경연, 2001), 그래프 구성 활동 프로그램을 적용하여 수학적 힘의 육성에 미치는 효과를 알아본 연구(권기욱, 2001), 1차 교육과정부터 7차 교육과정까지 수학교과서에 나타난 그래프 지도 방안을 분석한 연구(임지애, 2003) 등 그래프 지도에 대한 연구는 다소 이루어지고 있으나 학생들이 이를 어떻게 이해하고 있으며 어떤 어려움을 갖고 있는지에 대한 연구는 최근 찾아보기 어렵다. 그래프의 이해가 일상생활과 수학교육에서 갖는 의의와 중요성을 고려해 보았을 때, 그리고 학생들이 그래프를 구성하고 해석하는데 많은 어려움과 오류를 범하고 있고 문제 상황에 그래프 표상을 잘 연결하지 못한다는 지적들을 고려해 보았을 때(Baroody & Coslick, 1998), 그래프를 처음 학습하는 초등학교 학생들의 그래프 이해 실태를 조사하는

것은 매우 의미 있는 일일 것이다.

본 연구의 목적은 초등학교 6학년 학생들의 과제에 특성에 따른 그래프 이해 능력을 조사함으로써 학생들의 이해도와 어려움의 경향을 파악하여 그래프 교수·학습 방향에 시사점을 제공하는 데 있다. 구체적인 과제의 특성으로 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기(그래프 선택하기, 이야기 만들기)의 과제 유형을 설정하고 과제 유형별로 초등학교에서 학습하는 모든 그래프의 종류를 다룸으로써, 이를 통해 학생들의 그래프 이해 수준, 그래프와 상황간의 연결 능력, 그래프 종류별 이해 능력의 차이를 파악하고자 하였다. 구체적인 연구 내용은 과제 유형별(자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기)로 학생들의 그래프 이해 능력은 어떠한지 알아보고, 각 과제 유형에서 그래프 종류별로 학생들의 이해 능력에는 어떠한 차이가 있는지 탐색하는 것이었다.

II. 이론적 배경

1. 그래프의 정의

그래프에 대한 정의는 연구자에 따라 조금씩 다르게 나타난다. 대표적으로 Fry(1984)는 그래프란 2차원 표면에서 점, 선, 면적의 위치에 의해 전해지는 정보라고 보았다. 이러한 정의는 매우 포괄적인 반면, Wainer(1992)는 기존 연구자들이 그래프에 포함하였던 많은 시각 자료들을 제외하고, 다양한 분야에서 정보를 전달하는 데 이용되는 통계 그래프를 포함하여 그래프를 좀 더 좁게 정의하였다. 즉, 공간상의 관계를 나타내기 위해 공간적 특성을 사용하는 도면, 지도, 기하적인 그림들과는 달리, 그래프

는 양을 표현하기 위해 높이나 길이와 같은 공간적 특성을 사용하는 것이다.

현재 사용하고 있는 대부분의 통계 그래프는 최근에 발명되었다. William Playfair는 1700년대 후반에 그림그래프, 선 그림, 막대그래프, 원그래프, 히스토그램을 만들었으며, Tukey는 1977년 줄기와 잎 그림, 상자 그림을 만들었다(송정화, 2001). 이 중에서 우리나라 초등학교 수학교육과정에서 다루는 그래프로는 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선그래프, 줄기와 잎 그림, 띠그래프, 원그래프가 있다.

2. 그래프 이해의 정의

그래프 이해란 제시된 그래프로부터 또는 본인이 구성한 그래프로부터 의미를 이끌어내는 독자의 능력을 의미한다(송정화, 권오남, 2002). 그래프를 이해하기 위해서는 시각적인 독해가 필수적이지만 그것만으로는 충분하지 않다. 즉, 그래프의 구문론적 요소와 의미론적 요소, 그래프에 표현된 상황을 모두 이해해야 한다.

질문하기는 그래프 이해의 중요한 부분이다. 많은 연구자들은(예, Bertin, 1983; Carswell, 1992; Curcio, 1987; McKnight, 1990; Wainer, 1992) 그래프 이해에 사용될 수 있는 질문을 특성화하였고, 이를 통해 그래프 이해의 세 단계가 나타났다(Friel et al., 2001). 초기 단계는 그래프로부터 자료를 얻는 데 초점을 두며, 중간 단계는 그래프에 제시된 자료에서 자료들 사이의 관계를 찾는 데 초점을 둔다. 진보 단계는 일반화와 예측과 같이 그래프에 내재해 있는 관계를 분석하는 데 초점을 둔다. Curcio (1987)의 용어를 사용하여, 이 세 단계를 자료 읽기(reading the data), 자료 사이의 관계 찾기(reading between the data), 자료로부터 해석하기(reading beyond the data)라고 부를 수 있다.

그래프 이해를 위해서는 이 세 단계의 질문을 모두 고려해야 하며, 이러한 질문은 그래프 이해의 과정을 활성화시킬 수 있다. 일반적으로 학생들은 자료 읽기 수준의 질문에서는 거의 어려움을 겪지 않으나, 자료들 사이의 관계 찾기, 자료로부터 해석하기 수준의 질문에서는 많은 오류를 범한다. 특히 학생들은 집단 사이의 비교, 예측, 모집단으로의 일반화, 경향 확인 등을 위해 그래프에 제시된 표현으로부터 추론을 해야 하기 때문에 자료로부터 해석하기 수준의 질문을 매우 어려워할 수 있다.

이에 학생들이 제시된 그래프로부터 의미를 이끌어내는 능력을 알아보기 위해, 이러한 세 단계의 질문을 이용하는 것은 매우 중요하다. 이를 통해 학생들의 그래프 이해 수준이 어떠한지를 파악할 수 있으며, 학생들이 실제로 어려워하는 부분을 확인할 수 있다.

또한 학생들이 그래프를 잘 이해하고 있다는 것은 그래프에 표현된 상황을 실제 용어로 표현할 수 있거나 상황에 적합한 그래프를 선택할 수 있다는 것을 의미한다(Baroody & Coslick, 1998). 즉, 그래프와 일상 상황을 연결할 수 있어야 한다는 것이다. 학생들이 실제 상황에서 그래프를 이해할 수 있도록 질문하기 과제뿐만 아니라 그 자료가 놓인 상황과 관련된 과제가 필요하다.

이와 같은 문헌을 바탕으로 본 연구에서는 학생들의 그래프 이해 수준을 알아보기 위한 과제 유형으로, 그래프를 보고 ‘자료 읽기’, ‘자료 사이의 관계 찾기’, ‘자료 해석하기’, ‘상황 이해하기’를 선정하였다. 이는 앞에서 언급한 세 단계의 질문하기를 통해 학생들이 그래프에 나타난 자료의 특성을 어느 단계까지 이해하는지 알아보기 위한 것이며, 또한 더 나아가 그래프와 일상 상황을 잘 연결할 수 있는지를 알아보기 위한 것이다.

3. 초등학교 수학 교과서에 제시된 그래프의 종류

초등학교 수학 교과서에 제시된 학년별 그래프 학습 순서와 내용을 살펴보면 <표 II-1>과 같다(교육부, 1998; 교육인적자원부, 2005). 그래프 학습은 2-나 단계부터 시작하여 간단한 그림그래프→막대그래프→그림그래프→꺾은선그래프→줄기와 잎 그림→(그림그래프)→비율그래프 순으로 이루어진다. 또한 학습 시기를 살펴보면 주로 2학기에, 그리고 학기 후반부에 이루어지고 있음을 알 수 있다. 즉, 그래프 학습은 전체 수학 교과서에서 차지하는 비중이 적으면서 매 학년 말에 이루어지기 때문에 현장의 여

건상 어쩌면 소홀히 다루어질 수 있는 부분이다. 따라서 이러한 상황 속에서 초등학교 교육 과정에 제시된 모든 종류의 그래프를 학습한 6학년 학생들의 그래프 이해 능력이 어느 정도 인지, 그 실태를 조사해 보는 것은 그래프 학습의 중요성을 생각할 때 매우 의미 있는 일일 것이다. 이에 본 연구에서는 2-나 단계부터 6-나 단계까지 초등학교에서 학습하는 6가지의 그래프 학습 내용을 모두 다루었다. 단, 2-나 단계에서 학습하는 그림그래프는 하나의 그림이 하나의 대상을 나타내는 간단한 그림 그래프로, 이는 6학년의 수준을 고려하여 제외하였다.

<표 II-1> 그래프 학습에 대한 교과서 지도 내용

| 단계 | 단원 | 그래프의 종류 | 지도 내용 |
|-----|------------|-------------------|---|
| 2-나 | 6. 표와 그래프 | 그림그래프 | <p><표의 작성></p> <ul style="list-style-type: none"> 실생활에서 찾을 수 있는 구체적인 자료의 크기를 조사하여 표로 나타낼 수 있다. 조사된 자료를 ○와 같은 표시나 간단한 그림을 이용하여 그래프로 나타내고, 자료의 크기를 비교할 수 있다. 표나 그래프가 자료의 크기를 나타내고 비교하는 데 편리하다는 것을 알 수 있다. |
| 3-나 | 7. 자료 정리하기 | 막대그래프 그림그래프 | <p><자료의 정리></p> <ul style="list-style-type: none"> 생활에서 발생하는 실제적인 자료들을 수집, 분류, 정리하여 표를 만들고, 이를 막대그래프로 나타내고 읽을 수 있다. 적절한 소재를 선택하여 자료를 수집하고, 이를 분류, 정리하여 알맞은 그래프로 나타내고 여러 가지 사실을 찾을 수 있다. |
| 4-나 | 7. 꺾은선 그래프 | 꺾은선그래프 | <p><꺾은선그래프></p> <ul style="list-style-type: none"> 연속적인 변량에 대한 자료를 표로 만들고, 이를 바탕으로 꺾은선그래프를 그릴 수 있으며, 여러 가지 사실을 찾아 낼 수 있다. 막대그래프와 꺾은선그래프를 비교하여 그 차이점을 이해하고, 각각의 특성과 용도를 안다. <p><여러 가지 그래프로 나타내기></p> <ul style="list-style-type: none"> 실생활에서 찾을 수 있는 여러 가지 자료를 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 여러 가지 사실을 알 수 있다. |
| 5-나 | 7. 자료의 표현 | 줄기와 잎 그림 그림그래프 | <p><자료의 표현></p> <ul style="list-style-type: none"> 자료를 정리하여 이를 줄기와 잎 그림으로 나타내고 자료의 특성을 파악할 수 있다. 평균의 의미를 알고, 주어진 자료의 평균을 구할 수 있다. |
| 6-가 | 8. 비율 그래프 | 비율그래프 | <p><비율그래프></p> <ul style="list-style-type: none"> 띠그래프와 원그래프의 의미를 알고, 이를 활용할 수 있다. |

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 서울시 성동구, 중랑구에 소재한 초등학교 37개교 중에서 약 16%에 해당하는 6개교를 임의로 선정하고, 이들 학교에서 각각 6학년 1개 반씩 택하여 전체 187명을 연구 대상으로 하였다.

2. 연구 방법 및 검사 도구

본 연구에서는 6학년 학생들의 그래프 이해 능력에 대한 실태를 분석하기 위해 검사 도구를 통한 조사연구 방법을 적용하였다. 검사 도구는 초등학교 수학 교과서에 제시된 그래프 학습 내용, Friel 등(2001)이 정리한 세 단계의 그래프 이해 수준별 질문 유형, Curcio(1981)의 연구에서 사용한 검사 문항, Parmar와 Signer (2005)의 연구에서 제시된 이야기 만들기 과제를 참고하여 연구자가 개발하였다. 문항 개발을 위해 <표 III-1>과 같이 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기의 네 가지로 과제 유형을 나누었고, 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선그래프, 줄기와 잎 그림, 띠그래프, 원그래프에서 각각의 과제 유형에 해당하는 문항을 2문항씩, 총 48문항 작성하였다. 문항의 소재는 수학 교과서 및 생활 주변에서 자주 경험할 수 있는 것으로 선정하였다.

그래프를 보고 자료 읽기 과제는 그래프의 제목, 자료 각각에 해당하는 수치 등 그래프에 직접적으로 제시된 기초 정보를 읽는 것이며, 자료 사이의 관계 찾기 과제는 표현된 양의 비교와 같이 그래프에 표현된 자료들 사이의 관계를 기술하거나 계산하는 것이다. 또한 자료 해석하기 과제는 그래프에 주어진 자료를 근거

로 하여 다른 상황에 적용해 보고 예측하고 일반화하는 것이며, 상황 이해하기 과제는 제시된 상황에 적합한 그래프를 선택하고 그래프에 표현된 상황을 적절하게 이야기로 꾸미는 것이다. 각 과제 유형에 대한 대표적인 문항의 예는 다음 <표 III-2>와 같다.

<표 III-1> 과제 유형별 검사 문항의 구성

| 과제 유형 | 검사 항목 | 문항수 | 계 |
|-----------------------------|----------|-----|----|
| 자료 읽기 | 그림그래프 | 2 | 12 |
| | 막대그래프 | 2 | |
| | 꺾은선그래프 | 2 | |
| | 줄기와 잎 그림 | 2 | |
| | 띠그래프 | 2 | |
| 자료 사이의 관계 찾기 | 원그래프 | 2 | 12 |
| | 그림그래프 | 2 | |
| | 막대그래프 | 2 | |
| | 꺾은선그래프 | 2 | |
| | 줄기와 잎 그림 | 2 | |
| 자료 해석하기 | 띠그래프 | 2 | 12 |
| | 원그래프 | 2 | |
| | 줄기와 잎 그림 | 2 | |
| | 꺾은선그래프 | 2 | |
| | 막대그래프 | 2 | |
| 상황 이해하기 (그래프 선택하기, 이야기 만들기) | 원그래프 | 2 | 12 |
| | 띠그래프 | 2 | |
| | 줄기와 잎 그림 | 2 | |
| | 꺾은선그래프 | 2 | |
| | 막대그래프 | 2 | |

개발한 검사 도구의 타당도를 높이기 위해 1차의 예비 검사를 실시한 후, 문항 수의 조절, 문항 진술상의 문제점 수정, 난이도 조정 등을 거친 후에 최종적으로 검사지와 분석틀에 대해 전문가 1인과 교사 7인의 검토를 받았다. 검사

지의 신뢰도를 알아보기 위해 Cronbach의 α 값을 구해보았는데 그 결과는 다음과 같다. <표 III-3>에서 보면, 본 검사지는 신뢰할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

<표 III-3> 검사지의 신뢰도

| N of Cases | N of Items | Alpha |
|------------|------------|-------|
| 187 | 48 | .8461 |

3. 검사 실시 및 자료 분석

가. 검사 실시

6학년 학생들을 대상으로 그래프 이해 능력 검사지에 대한 제반 정보(검사 시간, 검사 문항의 진술 형태와 난이도, 검사 문항 수와 구성, 검사 실시 상의 유의점, 서술형 과제의 채점

기준)를 얻기 위해서 먼저 예비 검사를 실시하였다. 예비 검사를 통해 문제점을 수정한 후, 연구 대상 학생들에게 2006년 9월 8일에서 9월 15일 사이에 본 검사를 실시하였다. 검사는 검사지 I 과 검사지 II를 담임교사가 직접 실시하였으며, 검사 시간은 각각 40분씩 2차시 분량으로 배당하였다. 또한 6개 반 모두 1~4교시, 즉 오전에 본 교실에서 모든 검사가 이루어졌다.

나. 자료 분석

그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기 중 그래프 선택하기 과제는 각 문항별로 정답인 경우, 오답인 경우, 무반응인 경우에 대한 빈도수를 조사하고 백분율로 나타내었다. 주관식 문항에 따른 보다 객관적인 채점을 위해 정답/오답의

<표 III-2> 각 과제 유형별 문항의 예

| 과제 유형 | 문항의 예 | | |
|--------------|---|---|--|
| 자료 읽기 | 규호네 반 학생들 중 4명의 학생이 생일인 달은 언제입니까? | | |
| 자료 사이의 관계 찾기 | 규호네 반에서 가장 많은 학생들이 생일인 달은 언제입니까? | | |
| 자료 해석하기 | 민정이의 생일은 8월에 있습니다. 위 그래프가 잘못된 것이 아니라면, 어떤 사실을 알 수 있습니까? | | |
| 상황 이해하기 | 그래프 선택하기 | 이 그래프는 선미네 학교에서 실시한 어린이 회장 선거에서 입후보자들이 얻은 득표수를 비율로 나타내어 원 그래프로 그린 것입니다. 모두 4명의 입후보자 중에 선미가 50%의 득표율을 기록하여 어린이 회장이 되었습니다. ⇒ A, B의 그래프 중에서 제시된 상황에 적합한 그래프를 고르시오. 또한 왜 그렇게 생각했는지 이유를 설명하시오. | |
| | 이야기 만들기 | 오른쪽 그래프는 오늘의 교실 온도 변화를 나타낸 꺾은 선 그래프입니다. 이 그래프에 제시된 정보를 이용하여 오늘 하루 온도 변화에 따른 나의 교실생활을 이야기로 꾸며 보시오. | |

구별이 명확하지 않은 답변에 대해서는 현장교사들과 상의 후 채점을 하였으며 1차 채점 후 전문가의 검토를 거쳐 최종 수정하였다.

상황 이해하기 중 그래프를 보고 이야기 만들기 과제는 서술형 과제로서 문헌 연구에서 나타난 채점 기준을 예비 검사를 통해 수정하고 구체화하여 각 문항별로 채점 기준을 마련하였다(예, [그림 III-1]). 이 채점 기준에 따라 요소별 점수를 매기고 그 점수를 종합하여 최고 6점에서 최하 0점까지 점수를 부여하였다. 각 문항별로 6점~0점인 경우에 대해 빈도수를 조사하고 각각 백분율로 나타내었으며 전체 평균을 구하였다.

채점 결과에 대한 객관도를 알아보기 위해 연구자를 포함한 3인의 채점자를 선정하고 채점자간 신뢰도를 산출하도록 하였다. 연구자를 제외한 채점자는 대학과 대학원에서 초등수학교육을 전공한 교육경력 5년의 여교사와 교육경력 8년의 남교사이다. 문항 채점에 앞서 채점자에게 본 연구의 목적과 연구 문제를 설명하고 평가 문항 내용과 채점 기준을 알려주었다. 채점은 상호 독립적으로 이루어졌다. 채점 결과가 점수로 부여되는 양적 변수인 관계로, 채점자간 신뢰도를 추정하는 방법으로 상관계수법을 적용하였다(성태제, 2002). SPSS/WIN 10.1을 사용하여 Pearson 상관계수를 구한 결과는 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 3명의 채점자간 채점 점수의 상관계수

| | 채점자1 | 채점자2 |
|------|------|------|
| 채점자2 | .905 | |
| 채점자3 | .867 | .830 |

p < .01

<표 III-4>에서 채점자1과 채점자2의 신뢰도는 0.905이며, 채점자2와 채점자3의 신뢰도는 0.830, 채점자 1과 채점자3의 신뢰도는 0.867이다. 이는 p<.01 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 이를 통해 채점자간 신뢰도가 높은 것을 알 수 있었다.

이렇게 얻어진 자료를 바탕으로 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기의 과제 유형에서 학생들의 반응이 어느 정도 나타나는지를 분석하여 학생들의 그래프 이해 수준을 알아보았다. 또한 각 과제 유형에서 그래프 종류별 학생들의 반응을 비교 분석하여 학생들의 이해에 어떠한 차이가 나타나는지를 알아보았다.

IV. 결과 분석

1. 그래프 이해에 관한 과제 유형별 학생들의 반응

그래프 이해에 관한 과제 유형은 그래프를

| 요소 | 점수 | | |
|--------|------------------------|---|--|
| | 0 | 1 | 2 |
| 개념적 이해 | 과제와 아무 관련 없거나, 부정확한 이해 | 위로 향하는 선 또는 아래로 향하는 선을 정확히 이해함 | 위와 아래로 향하는 선을 모두 정확히 이해함 |
| 정확성 | 언급이 없거나, 부정확 | 두 축 위의 어떤 점 또는 그래프 위의 어떤 점, 구간에 대한 정확한 언급 | 그래프 위의 대부분의 점에 대한 정확한 사실 언급 |
| 독창성 | 그래프에 제시된 정보만을 언급 | 그래프에 제시된 정보를 이용한 단순한 상황 설명 | 그래프에 제시된 정보와 관련하여 맥락을 설정하고 완벽한 이야기를 꾸밈 |

[그림 III-1] 꺾은선그래프를 보고 이야기 만들기 과제의 채점 기준

보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기, 상황 이해하기(그래프 선택하기, 이야기 만들기)의 4가지이다. 각 과제 유형별로 그에 해당하는 문항들의 반응을 분석하여 평균을 계산한 결과는 <표 IV-1>, <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-1> 과제 유형별 학생들의 반응 비율1

| 과제유형 | 정답률 | 오답율 | 무반응 |
|--------------|----------------|-------|------|
| 자료 읽기 | 88.7% | 10.5% | 0.8% |
| 자료 사이의 관계 찾기 | 88.5% | 10.3% | 1.2% |
| 자료 해석하기 | 64.7% | 32.0% | 3.3% |
| 상황 이해하기 | 그래프 선택하기 73.1% | 24.1% | 2.8% |

<표 IV-2> 과제 유형별 학생들의 반응 비율2

| 과제유형 | 0점 | 1점 | 2점 | 3점 | 4점 | 5점 | 6점 |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 상황 이해하기 | 이야기 만들기 | 13.5% | 18.8% | 18.4% | 25.0% | 16.5% | 6.3% 1.5% |

6학년 학생들은 그래프를 보고 자료 읽기 과제와 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 각각 88.7%, 88.5%로 높은 성공률을 보였다. 또한 약 10%의 오답율과 함께 0.8%, 1.2%라는 매우 낮은 비율의 무반응을 나타냈다. 이는 학생들이 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기 수준의 과제를 매우 잘 수행하며 이 수준의 그래프 이해가 잘 이루어져 있다는 것을 보여준다.

그래프를 보고 자료 해석하기 과제에서는 평균 64.7%로 다소 낮은 성공률을 보였다. 또한 32.0%의 오답율과 함께, 3.3%로 무반응의 비율도 높게 나타나 학생들이 이 수준의 과제를 보고 매우 어려워했음을 알 수 있다. 이는 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기 수준의 과제에 비해 자료 해석하기 수준의 과제를 잘 수행하지 못하는 학생들이 많다는 것

을 보여주며, 그만큼 이 수준의 그래프 이해가 잘 이루어지지 않고 있다는 것을 보여준다.

학생들이 그래프를 보고 자료 해석하기 과제에서 보인 어려움의 유형을 살펴보면, 먼저 사전 지식이 부족하여 그래프에 표현된 자료를 다른 상황에 적용하지 못한 경우이다. 예를 들면, 한 달 동안의 독서량을 바탕으로 일주일마다 몇 권씩 읽은 썸민지를 알아보기 위해서는 한 달이 몇 주로 이루어져 있는지를 알아야 하는데 많은 학생들이 이것을 잘 몰라서 오답을 하였다.

또한 그래프를 다른 상황으로 확대하여 해석하기 보다는 그래프에 나타난 자료 자체에만 초점을 두어 오답을 한 경우가 있었다. 예를 들면, 키가 175cm인 승희가 5살이라고 했을 때 이 자료의 현실성에 대해 생각하기보다는 제시된 자료 자체만을 생각하여 승희보다 키가 작은 학생들은 승희보다 나이가 어릴 것이라는 답을 하였다.

마지막으로, 그래프에 제시된 자료를 이용하여 다른 상황에 적용하거나 예측을 하는 것이 아니라 그래프에 나타난 자료는 무시하고 자신의 일상 경험이나 상식, 짐작 등을 이용한 경우이다. 예를 들면, 수학 점수가 83점이라고 했을 때 제시된 그래프에 나타난 자료의 경향을 보아 잘한 편인가를 묻는 상황에서 80점 이상이면 잘 한 것이라는 일반적인 생각을 근거로 제시한 경우이다. 이를 종합해 보면, 사전 지식의 부족과 그래프와 상황과의 연결 능력 부족으로 요약해볼 수 있다.

상황 이해하기 과제 중 제시된 상황에 적합한 그래프 선택하기 과제에서는 평균 73.1%의 성공률을 보였고 24.1%의 오답율과 2.8%의 무반응을 나타냈다. 이는 자료 해석하기 수준의 과제보다는 다소 성공률이 높은 편이긴 하지만 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기 수준의 과제에 비해서는 조금 낮다고 볼 수 있다.

이 과제에서 가장 많이 나타난 오답의 예는 다음과 같다. 제시된 2개의 꺾은선그래프에서 ‘4학년과 5학년 사이에 키가 제일 많이 컸다’는 상황을 각각의 그래프에 적용하여 생각하기보다는 두 개의 그래프를 서로 비교하여 4학년과 5학년 사이의 변화가 더 큰 것을 선택한 것이다. 이렇게 하나의 그래프 안에서 자료의 변화 경향을 살피기보다는 두 그래프 사이의 양의 비교를 통해 선택한 경우가 많이 나타났다.

또한 상황 이해하기의 또 다른 과제인 그래프를 보고 이야기 만들기 과제에서는 0점에서 6점까지의 점수 중 3점을 받은 학생들이 가장 많았고, 0점~3점에 속한 학생들(75.7%)이 4점~6점에 속한 학생들(24.3%)보다 훨씬 많은 것을 알 수 있었다. 또한 이에 반응하지 못했거나 문제와 아무 상관없는 반응을 하여 0점을 받은 학생들이 13.5%나 되는 것으로 봐서 학생들이 이 유형의 과제에 대해 얼마나 어려워했는지를 짐작해볼 수 있다. 한편, 각 문항에 대한 학생들의 점수를 가지고 평균을 구한 다음 이를 백분율로 나타내어 학생들의 성취율을 살펴보았더니 39.5%로 50%에도 미치지 못함을 알 수 있었다.

그래프를 보고 자료 읽기나 자료 사이에서의 관계 찾기 과제에서 대부분 높은 성취율을 보였던 학생들이 이야기 만들기 문항에서 전혀 응답을 하지 못하거나 단순 항목 나열에 그쳤다는 것은 학생들이 그래프에 대한 충분한 이해가 부족했던 이유도 있겠지만 평소 이러한 형태의 과제를 접해본 경험이 없다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

이를 종합해보면, 학생들은 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기 과제에서는 매우 높은 성취율을 나타낸 반면, 자료 해석하기나 상황 이해하기에서는 그보다 낮은 성취율을 보이고 있음을 알 수 있다. 즉, 학생들은 그래프의 제목, 자료 각각의 수치 등 그래프에

제시된 기초 정보를 잘 읽고 그 양의 비교를 통해 자료들 사이의 관계를 잘 이해하고 있으나, 이를 바탕으로 다른 상황에 적용해 보고 예측하고 일반화하는 데는 어려움을 겪고 있다는 것이다. 또한 그래프에 표현된 상황을 이해하고 이를 일상 언어로 표현하는 데에는 상당히 많은 학생들이 어려움을 나타냈다. 이는 제7차 수학과 교육과정에서 수학과 단계별 목표 중 확률과 통계 영역의 목표를 살펴보았을 때, 주로 그래프를 그리거나 그래프를 읽고 여러 가지 사실을 찾아내는 데에만 초점을 두고 있는 것과 무관하지 않을 것이다(교육부, 1998).

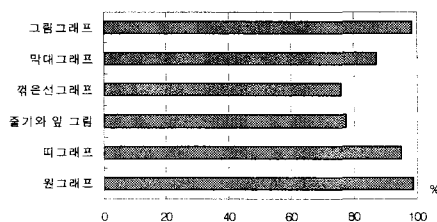
2. 과제 유형별 그래프 종류에 따른 학생들의 반응

가. 그래프를 보고 자료 읽기

그래프를 보고 자료 읽기 과제에서 그래프의 종류에 따라 학생들의 반응에 어떠한 차이가 있는지 알아보았다. 각 그래프별로 해당하는 2 문항의 반응에 대한 평균을 계산한 결과는 <표 IV-3>, [그림 IV-1]과 같다.

<표 IV-3> 자료 읽기 과제에서 그래프의 종류별 반응 비율

| 답 | 그림 그래프 | 막대 그래프 | 꺾은선 그래프 | 줄기와 잎 그림 | 띠 그래프 | 원 그래프 |
|-----|--------|--------|---------|----------|-------|-------|
| 정답률 | 98.4% | 86.9% | 75.9% | 77.5% | 94.9% | 98.6% |
| 오답률 | 1.6% | 12.8% | 22.7% | 20.1% | 4.8% | 1.1% |
| 무반응 | · | 0.3% | 1.4% | 2.4% | 0.3% | 0.3% |

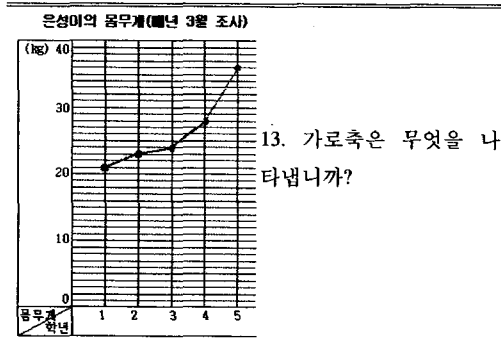


[그림 IV-1] 자료 읽기 과제에서 그래프 종류별 반응 비율

<표 IV-3>과 [그림 IV-1]에서 보는 바와 같이 그래프를 보고 자료 읽기 과제에서는 대체적으로 학생들의 정답률이 높은 가운데, 꺾은선그래프와 줄기와 옆 그림의 경우에 다소 정답률이 낮고 그림그래프나 원그래프의 경우에는 거의 100%에 가까운 정답률을 보였다. 그 뿐만 아니라 꺾은선그래프와 줄기와 옆 그림에서는 학생들의 무반응도 다소 나타났다.

상대적으로 정답률이 낮은 꺾은선그래프와 줄기와 옆 그림에서의 대표적 문항별 반응을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 꺾은선그래프에 해당하는 2문항 중 13번 문항에 대한 학생들의 반응을 분석한 결과, <표 IV-4>와 같이 나타났다.

<표 IV-4> 13번 문항에 대한 학생들의 반응



| 답 | 답의 예 | 학생 수 |
|-----|--------------------------------|------------|
| 정답 | 학년 | 129(69.0%) |
| 오답 | 몸무게 | 38 |
| | 1칸당 1kg, 10kg씩 꺾은 선 표시, 무게의 단위 | 12 |
| | 기타 | 7 |
| 무응답 | | 1(0.5%) |

13번 문항은 꺾은선그래프의 가로축이 나타내는 의미를 묻는 문항인데, 오답을 한 학생들은 대부분 가로축이 아닌 세로축의 의미를 답하였다. 즉, '몸무게'라고 답하거나 '1칸당 1kg' 등으로 답한 학생들이 50명이나 되었다. 이는

학생들이 대체로 가로축을 묻는 문항보다는 해당 수치에 초점을 맞춘 세로축을 묻는 문항을 많이 접해왔기 때문으로 파악해볼 수 있다.

다음으로 줄기와 옆 그림에 해당하는 2문항 중 28번 문항에 대한 학생들의 반응을 분석한 결과는 <표 IV-5>와 같다. 이 문제는 줄기와 옆 그림에서 줄기가 나타내는 의미를 묻는 문제였는데 약 70%의 학생들이 그 의미를 정확하게 답한 반면, 다수의 학생들이 '반의 수학 점수'라는 일반적인 의미로 답하였다.

<표 IV-5> 28번 문항에 대한 학생들의 반응

| 대운미네 반의 수학 점수 (단위: 점) | | |
|--------------------------|---------------|------------------------|
| 줄기 | 옆 | |
| 4 | 0 8 | 28. 줄기가 나타내는 것은 무엇입니까? |
| 5 | 5 5 8 8 9 9 | |
| 6 | 1 2 2 2 8 9 9 | |
| 7 | 4 5 5 6 8 9 | |
| 8 | 0 3 3 5 8 | |
| 9 | 0 4 7 9 | |

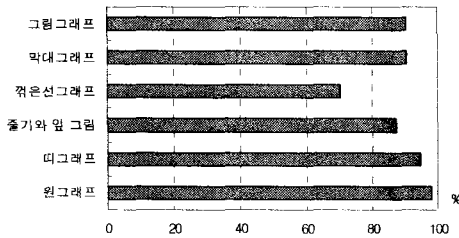
| 답 | 답의 예 | 학생 수 |
|-----|------------------|-------------|
| 정답 | 수학 점수의 십의 자리수 | 130 (69.5%) |
| 오답 | 반의 수학 점수 | 36 |
| | 4, 5, 6, 7, 8, 9 | 6 |
| | 단위 | 4 |
| | 기타 | 6 |
| 무응답 | | 5 (2.7%) |

이와 같이 학생들의 답변을 살펴보면, 주로 꺾은선그래프에서의 축에 대한 이해나, 줄기와 옆 그림에서의 줄기, 옆에 대한 이해가 부족해 그래프에 제시되어 있는 자료를 정확하게 읽지 못하는 학생들이 있다는 것을 알 수 있다.

나. 그래프를 보고 자료 사이의 관계 찾기
 그래프를 보고 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 그래프의 종류에 따라 학생들의 반응에 어떠한 차이가 있는지 알아보았다. 각 그래프 별로 해당하는 2문항의 반응에 대한 평균을 계산한 결과는 <표 IV-6>, [그림 IV-2]와 같다.

<표 IV-6> 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 그래프의 종류별 반응 비율

| 답 | 그림 그래프 | 막대 그래프 | 꺾은선 그래프 | 줄기와 잎 그림 | 띠 그래프 | 원 그래프 |
|-----|--------|--------|---------|----------|-------|-------|
| 정답률 | 90.4% | 90.4% | 70.3% | 87.4% | 94.6% | 98.1% |
| 오답율 | 9.4% | 9.4% | 24.9% | 10.7% | 5.1% | 1.9% |
| 무반응 | · | · | 4.8% | 1.9% | 0.3% | · |



[그림 IV-2] 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 그래프 종류별 반응 비율

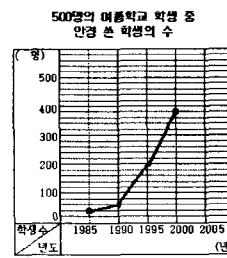
<표 IV-6>과 [그림 IV-2]에서 보는 바와 같이 그래프를 보고 자료 사이의 관계 찾기 과제에서는 자료 읽기 과제와 마찬가지로 대체적으로 학생들의 정답률이 높은 가운데, 꺾은선그래프의 정답률이 눈에 띄게 적은 것을 발견할 수 있다. 게다가 꺾은선그래프에서는 다른 그래프에서 별로 볼 수 없는 무응답도 많이 나타났다. 이에 반해 원그래프의 경우는 거의 100%에 가까운 정답률을 보이고 있다.

가장 정답률이 낮은 꺾은선그래프의 문항 중 대표적으로 38번 문항에 대한 학생들의 반응을 살펴보면 <표 IV-7>과 같다.

이 문항은 1995년에 안경을 쓴 학생이 전체 학생 중 차지하는 비율을 구하는 것인데 표에서 보다시피 오답을 한 학생 중 전체 학생 500명과 1995년에 안경 쓴 학생 200명을 알고 있기는 하지만 그것을 이용하여 비율을 구하는 방법을 몰라 '500÷200=2.5'라고 하거나 '500-200=300%'라고 답한 학생들이 가장 많은 빈도

수를 기록하였다. 그러나 이보다 훨씬 더 많은 학생들이 각기 서로 다른 오답을 적었는데 문제의 내용과 상관없는 수를 사용하거나 엉뚱한 식을 세워 꺾은선그래프 자체에 대한 이해가 많이 부족함을 알 수 있었다. 게다가 무응답을 한 학생들이 18명이나 된 것으로 보아 학생들이 이 문항에 대한 막연한 어려움을 가지고 있다는 것을 짐작해 볼 수 있다.

<표 IV-7> 38번 문항에 대한 학생들의 반응



38. 1995년에 안경을 쓴 학생은 전체 학생의 몇 %입니까?
식:
답:

| 답 | 답의 예 | | 학생 수 |
|-----|------|------------------------------------|---------------|
| 정답 | 40% | $\frac{200}{500} \times 100 = 40$ | 95(50.8%) |
| | 2.5% | $500 \div 200 = 2.5$ | |
| 오답 | 300% | $500 - 200 = 300$ | 74 (39.6%) |
| | 20% | $200 \div 10 = 20$ | |
| | 760 | $\frac{380}{100} \times 200 = 760$ | |
| | 기타 | | |
| 무응답 | | | 18(9.6%) |

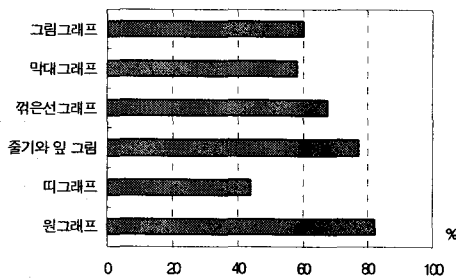
이와 같이 살펴본 결과, 꺾은선그래프에서 자료 사이의 관계를 비교할 때 꺾은선그래프 자체에 대한 이해 부족으로 자료 사이의 관계를 정확하게 찾기 못하는 학생들이 많은 것을 알 수 있었다. 특히 문항 36은 자료 사이의 비율을 찾는 문제라서 더 어려웠던 점도 있으나 오답을 한 많은 학생들이 문제의 내용과 상관없는 수를 이용한 점으로 보아 꺾은선그래프에서 자료 읽기 능력이 우선적으로 부족했기 때문으로도 파악할 수 있다.

다. 그래프를 보고 자료 해석하기

그래프를 보고 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 그래프의 종류에 따라 학생들의 반응에 어떠한 차이가 있는지 알아보았다. 각 그래프 별로 해당하는 2문항의 반응에 대한 평균을 계산한 결과는 <표 IV-8>, [그림 IV-3]과 같다.

<표 IV-8> 자료 해석하기 과제에서 그래프 종류별 반응 비율

| 답 | 그림 그래프 | 막대 그래프 | 꺾은선 그래프 | 줄기와 옆 그림 | 띠 그래프 | 원 그래프 |
|-----|--------|--------|---------|----------|-------|-------|
| 정답률 | 59.9% | 58.0% | 67.6% | 77.0% | 43.8% | 82.3% |
| 오답률 | 35.6% | 36.9% | 29.9% | 20.3% | 52.1% | 16.8% |
| 무반응 | 4.5% | 5.1% | 2.4% | 2.7% | 4.1% | 0.9% |



[그림 IV-3] 자료 해석하기 과제에서 그래프 종류별 반응 비율

그래프를 보고 자료 해석하기 과제는 자료 읽기나 자료 사이의 관계 찾기 과제에 비해 정답률이 낮은 편이었는데, 그래프의 종류별로 살펴보면 [표 IV-8]과 [그림 IV-3]에서 보는 바와 같이 그 중에서도 띠그래프의 정답률이 눈에 띄게 적게 나타났다. 이것은 띠그래프가 자료 읽기와 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 다른 그래프들보다 더 높은 정답률을 보인 반면 자료 해석하기 과제에서는 상대적으로 훨씬 낮은 정답률을 나타냈다는 점에서 특이할 만한 사항이다. 이는 그림그래프나 막대그래프도 마찬가지이다. 한편 원그래프는 앞의 두 과제에

서와 마찬가지로 높은 정답률을 유지하고 있는데, 같은 비율그래프인 띠그래프의 반응과 사뭇 다른 결과라 할 수 있다.

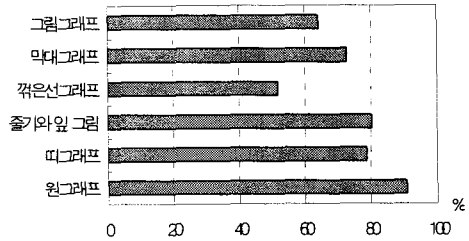
대표적으로 띠그래프에 해당하는 2문항 중 6번 문항에 대한 학생들의 반응을 살펴보면 <표 IV-9>와 같다. 이 문항은 여름을 좋아하는 학생이 40%이고 가을을 좋아하는 학생이 30%로 나와 있는 띠그래프를 보고 여름을 좋아하는 학생이 제일 많으니까 여름에 수학여행을 가야한다는 주장과 여름은 너무 더우니까 여행하기에 선선하고 두 번째로 학생들이 좋아하는 계절인 가을에 가야 한다는 주장을 이끌어내는 것이었다. 즉, 그래프에 나타난 자료와 일상 경험을 통합하여, 제기된 주장의 설득력 있는 근거를 제시하는 것이 이 문항의 의도이다. 그러나 이러한 근거를 적절히 답한 학생은 60명밖에 되지 않았다. 가장 많은 오답의 형태는 ‘유민: 6학년 학생들이 가장 좋아하는 계절이라서, 기철: 가을은 덥지도 춥지도 않고 선선해서’였는데, 유민의 경우 제시된 자료를 이용하여 근거를 적절히 제시한 것으로 볼 수 있으나 기철의 경우는 덥지도 춥지도 않고 선선한 계절은 봄도 포함되기 때문에 충분히 설득력 있는 근거라고 보기 어려워 오답으로 처리하였다. 또한 ‘유민: 여름을 좋아하는 사람이 제일 많아서, 기철: 가을을 좋아하는 사람이 두 번째로 많아서’라고 답한 학생들도 많았는데, 이는 단순히 그래프에 제시된 사실을 나열한 것으로 자료 사이의 관계 찾기 수준에 그쳐 자료 해석하기 과제로서는 기철이의 근거가 충분하다고 보기 어려워 오답으로 처리하였다.

이는 학생들이 그래프에 나타난 통계 자료를 이용하여 일상생활의 어떤 주장에 대한 설득력 있는 근거를 제시하는 데 매우 부족함을 보여준다. 이 문항은 앞에서 언급했던 자료 해석하기 과제에서 그래프와 상황과의 연결 능력 부

족이 가장 많이 나타난 예라고 볼 수 있다.

라. 상황 이해하기

그래프를 보고 상황 이해하기 과제에서 그래프의 종류에 따라 학생들의 반응에 어떠한 차이가 있는지 알아보았다. 먼저 그래프 선택하기 문항에 대한 결과는 <표 IV-10>, [그림 IV-4]와 같다.



[그림 IV-4] 그래프 선택하기 문항에서 그래프 종류별 반응 비율

<표 IV-10> 그래프 선택하기 과제에서 그래프 종류별 반응 비율

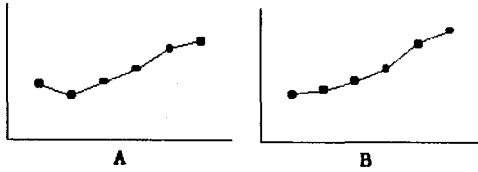
| 답 | 그림 그래프 | 막대 그래프 | 꺾은선 그래프 | 줄기와 의 그래프 | 띠 그래프 | 원 그래프 |
|-----|--------|--------|---------|-----------|-------|-------|
| 정답률 | 64.2% | 72.7% | 51.9% | 80.2% | 78.6% | 90.9% |
| 오답율 | 34.2% | 24.6% | 46.0% | 15.5% | 18.2% | 6.4% |
| 무반응 | 1.6% | 2.7% | 2.1% | 4.3% | 3.2% | 2.7% |

그래프 선택하기 문항은 평균 73.1%의 정답률을 나타냈었는데, <표 IV-10>과 [그림 IV-4]에서 보는 바와 같이 꺾은선그래프의 정답률이 상대적으로 매우 적고 원그래프의 정답률이 매우 높은 것을 알 수 있다. 꺾은선그래프에 해당하는 45번 문항에 대한 학생들의 반응을 살펴보면 <표 IV-11>과 같다.

<표 IV-9> 6번 문항에 대한 학생들의 반응

| 6학년 학생들이 좋아하는 계절 | | | |
|--|---|-----------|----------------|
| 봄 (20%) | 여름 (40%) | 가을 (30%) | 겨울 (10%) |
| 6. 위 그래프의 자료를 바탕으로, 유민이는 여름에 수학여행을 가야 한다고 주장하고 기철이는 가을에 수학여행을 가야 한다고 주장합니다. 두 사람이 내세우는 근거가 무엇인지 위 그래프를 참고하여 생각해 보시오. | | | |
| 답 | 답의 예 | 학생 수 | |
| 정답 | 유민: 여름을 좋아하는 사람이 제일 많으니 여름에 가야 한다. 기철: 여름은 너무 더우니까 여름 다음으로 좋아하는 사람이 많은 가을에 가야 한다. | 60(32.1%) | |
| | 유민: 6학년 학생들이 가장 좋아하는 계절이라서 기철: 가을은 덥지도 춥지도 않고 선선해서 | 49 | 121 (64.7%) |
| 오답 | 유민: 여름을 좋아하는 사람이 제일 많아서 기철: 가을을 좋아하는 사람이 두 번째로 많아서 | 28 | |
| | 유민: 여름에 가자는 사람이 많고 시원한 물놀이를 할 수 있어서 기철: 가을이라 날씨가 선선해서 좋고 낙엽이 져서 예쁘니까 | 16 | |
| | 유민: 자신이 여름을 좋아해서 기철: 자신이 가을을 좋아해서 | 10 | |
| | 유민: 여름에 수학여행을 가면 춥고 으스스한 가을에 가는 것보다 더 따뜻하고 좋다. 기철: 여름에 수학여행을 가면 너무 덥고 가을의 아름다운 경치를 구경할 수 없다. | 4 | |
| 무응답 | 기타 | 14 | 6(3.2%) |

<표 IV-11> 45번 문항에 대한 학생들의 반응



이 그래프는 1학년부터 6학년까지 소정이의 키의 변화를 나타낸 것입니다. 소정이는 4학년과 5학년 사이에 키가 가장 많이 큰 것을 알 수 있습니다.

| 답 | 답의 예 | 학생 수 |
|-----|--------------------|-----------|
| 정답 | B | 97(51.9%) |
| | A | 1 |
| 오답 | 기타 | 3 |
| | B | 70 |
| | 위의 힌트와 같기 때문, 적합해서 | 2 |
| | 기타 | 8 |
| | 기타 | 2 |
| 무응답 | | 4(2.1%) |

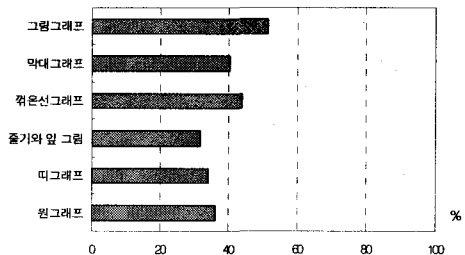
이 문항은 1학년부터 6학년까지 소정이의 키의 변화라는 상황을 주고 알맞은 그래프를 선택하는 것으로, A 그래프는 1학년과 2학년 사이에 키가 줄어드는 것으로 나타나 있어 적당하지 않다는 것을 이해하는 데에 목적이 있다. 그런데 오답을 한 대부분의 학생들은 4학년과 5학년 사이에 키가 가장 많이 컸다는 것에만 주목하여, 올바른 B그래프를 선택했다 하더라도 4학년과 5학년 사이의 차가 'A그래프보다 B그래프가 더 크기 때문'이라는 적합하지 않은 이유를 제시하였다. 두 그래프 모두 1학년부터 6학년까지 중에서 4학년과 5학년 사이에 가장 많이 큰 것으로 나타나 있는데, 이 답변은 하나하나의 그래프의 상황을 이해하는 것이 아니라 A그래프와 B그래프의 양의 차이를 서로 비교한 것이다. 이는 앞에서 언급했듯이 다른 그

래프에서도 발견할 수 있었고, 특히 이 문항에서 가장 크게 나타난 것이다.

다음으로 그래프를 보고 이야기 만들기 문항에 대한 결과는 <표 IV-12>, [그림 IV-5]와 같다. 이야기 만들기 문항은 전체 6점 만점에 평균 2.37점, 즉 백점을 기준으로 했을 때 39.5%의 매우 낮은 성취율을 나타냈었다. <표 IV-12>와 [그림 IV-5]를 통해 그래프 종류별 결과를 살펴보면 대체적으로 다 낮은 성취율을 보인 가운데 그래프 종류별로 약간의 차이를 보였다. 구체적으로 줄기와 잎 그림, 띠그래프, 원그래프에서 다소 낮은 결과를 나타낸다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-12> 이야기 만들기 문항에서 그래프의 종류에 따른 반응 비율

| 점수 | 그림 그래프 | 막대 그래프 | 꺾은선 그래프 | 줄기와 잎 그림 | 띠 그래프 | 원 그래프 |
|----|--------|--------|---------|----------|-------|-------|
| 6점 | 3.2% | 1.1% | 1.0% | | 2.1% | 1.1% |
| 5점 | 11.2% | 5.3% | 6.9% | 6.9% | 4.3% | 3.2% |
| 4점 | 23.0% | 15.0% | 20.3% | 21.4% | 6.4% | 12.8% |
| 3점 | 36.4% | 30.5% | 31.6% | 9.1% | 19.3% | 23.5% |
| 2점 | 11.8% | 21.4% | 16.6% | 10.2% | 23.5% | 27.3% |
| 1점 | 8.0% | 13.9% | 11.8% | 23.0% | 39.6% | 16.6% |
| 0점 | 6.4% | 12.8% | 11.8% | 29.4% | 4.8% | 15.5% |
| 평균 | 3.08 | 2.41 | 2.62 | 1.90 | 2.04 | 2.16 |

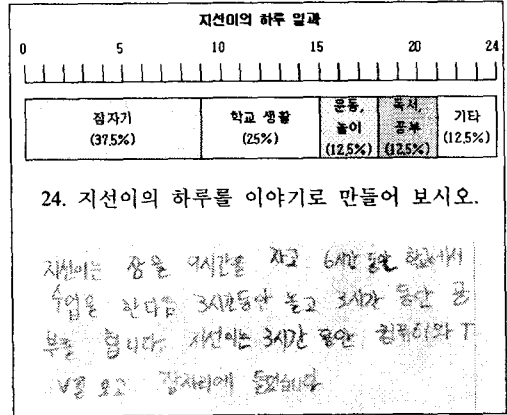


* 각 그래프별 평균을 백점을 기준으로 작성한 그래프임 [그림 IV-5] 이야기 만들기 문항에서 그래프의 종류에 따른 반응 비율

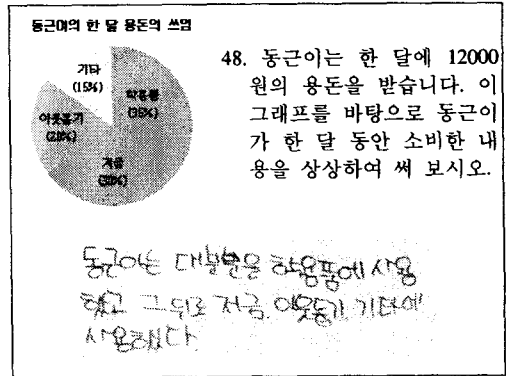
이 과제 유형에서는 그래프 종류별로 큰 차이를 보이지 않았는데 대표적인 학생들의 답변을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 [그림 IV-6], [그림 IV-7]에서 보는 바와 같이 대체적으로 단순 항목 나열, 또는 거기에 더해 그에 해당하는 수치를 적는 수준에 그친 경우가 많았다. 또한 [그림 IV-8]과 같이 제시된 그래프의 자료를 이용하여 10시부터 2시까지의 온도 변화와 일상생활을 연결 지어 이야기를 만들어 보려는 시도를 한 답변들도 있었다.

각 과제 유형에서 그래프 종류별 학생들의 반응을 분석한 결과를 종합해 보면, 우선 자료 읽기와 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 다른 그래프에 비해 꺾은선그래프와 줄기와 옆 그림의 성취율이 낮게 나타났다. 구체적으로, 학생들은 꺾은선그래프에서의 가로축과 세로축에 대한 이해나 줄기와 옆 그림에서의 줄기와 옆에 대한 이해가 부족한 것을 볼 수 있었다. 이러한 자료 읽기 수준에서의 이해 부족은 당연히 자료 사이의 관계 찾기 과제에까지 영향을 주어, 대체적으로 높은 성취율을 보인 다른 그래프들과 비교했을 때 상대적으로 낮은 성취율이라는 결과를 가져왔다. 또한 이러한 현상은 그래프 선택하거나 이야기 만들기 과제에서도 찾아볼 수 있었다.

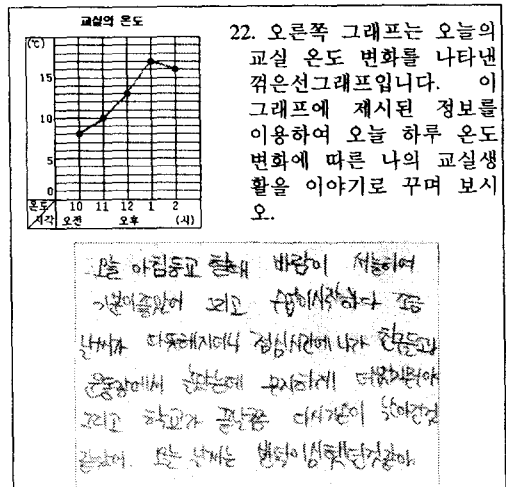
다음으로, 자료 읽기와 자료 사이의 관계 찾기 과제에서는 일정하게 꺾은선그래프와 줄기와 옆 그림에서 낮은 성취율을 보인 반면, 자료 해석하기와 상황 이해하기(그래프 선택하기, 이야기 만들기) 과제에서는 과제에 따라 낮은 성취율을 보이는 그래프가 다양하게 나타났다. 이는 자료 읽기나 자료 사이의 관계 찾기와 같은 기초 단계와 중간 단계의 그래프 이해에서는 주로 그래프의 시각적인 과정에 영향을 많이 받지만, 그보다 높은 수준에서는 시각적인 독해를 넘어선 사고 과정을 필요로 하기 때문에 문제 유형의 영향을 많이 받는 것으로 짐작해볼 수 있다.



[그림 IV-6] 24번 문항에 대한 학생들의 반응의 예



[그림 IV-7] 48번 문항에 대한 학생들의 반응의 예



[그림 IV-8] 22번 문항에 대한 학생들의 반응의 예

V. 결 론

본 연구는 초등학교 통계 교육에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 그래프에 대한 학생들의 이해 수준과 그래프 종류별 특징을 알아보기 위해, 초등학교 6학년 학생을 대상으로 그 실태를 조사·분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 그래프 교수·학습 방향에 대한 시사점을 논의해 보면 다음과 같다.

첫째, 그래프 교수·학습 시, 학생들에게 그래프를 보고 자료 읽기나 자료 사이의 관계 찾기 수준의 이해뿐만 아니라 그래프에 나타난 자료를 해석하고 표현된 상황을 이해하는 능력을 갖도록 해주어야 한다. 학생들은 4가지 과제 중에서 그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기 과제에서는 매우 높은 성취율을 나타낸 반면, 자료 해석하기 과제나 상황 이해하기 과제에서는 그보다 낮은 성취율을 보였다.

이는 학생들이 그래프에서 서술된 양 사이에서 관계 결정하기, 새로운 것 추가하기, 미지의 사실을 기존의 사실로부터 추론하기에 어려움을 느낀다고 지적한 Baroody와 Coslick(1998)의 주장과 유사한 결과라고 할 수 있다. 또한 학생들이 자료 읽기에서는 거의 어려움을 겪지 않으나, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기에서는 많은 잘못을 범한다고 한 Zawojewski와 Heckman(1997)의 연구와도 관련된다(Friel et al., 2001). 다만, 위 연구들에서는 자료 사이의 관계 찾기 과제에서도 학생들이 어려움을 겪는다고 한 반면, 본 연구 결과에서는 자료 읽기 과제만큼이나 학생들이 잘 수행하고 있는 것으로 나타나 기존 연구와는 다소 차이가 있음을 알 수 있다.

한편, 현행 교과서에서 그래프 이해를 위해 제시된 문항을 살펴보면, 자료 사이의 관계 찾기 문항이 약 70%로 가장 큰 비중을 차지하고

있고, 그 다음으로 자료 읽기, 자료 해석하기 순으로 비중이 매우 적어짐을 알 수 있다(방정숙, 김상화, 박금관, 2006). 교과서의 이러한 문항 구성은 본 연구의 결과와 무관하지 않은 것으로 판단된다.

그래프를 보고 자료 읽기, 자료 사이의 관계 찾기, 자료 해석하기 과제는 그래프에 나타난 정보를 단순히 읽어내는 기능뿐만 아니라 정리된 자료를 토대로 자료의 통계적인 경향을 파악하고 능동적으로 대처하는 능력을 신장시키기 위해 모두 중요하다. 또한 그래프를 잘 이해하기 위해서는 그래프에 표현된 상황을 실제 용어로 표현할 수 있거나 상황에 적합한 그래프를 선택할 수 있어야 한다.

둘째, 그래프 이해에 대한 학생들의 어려움을 파악하는 것은 이에 대한 교수 학습 방법에 중요한 자료가 될 수 있다. 본 연구에서는 특히 학생들이 어려워했던 그래프를 보고 자료 해석하기 과제에서 학생들의 반응 분석을 통해 어려움의 유형을 파악할 수 있었다. 즉, 사전 지식의 부족과 그래프와 상황과의 연결 능력 부족으로 학생들은 그래프의 자료를 해석하는데 어려움을 나타냈다.

이는 주제 또는 상황, 수학적 내용, 그래프의 형식에 관한 사전 지식과 그래프 이해 사이에 유의미한 상관관계가 있음을 밝힌 Curcio(1981)의 연구 결과와 일치한다. 따라서 그래프 교수·학습 시 이와 같은 부분에 중점을 두고 지도한다면 학생들이 그래프에 대한 깊은 이해를 할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것이다.

셋째, 그래프 교수 학습 시 제시된 질문에 답하는 과제뿐만 아니라 다양한 과제를 사용함으로써 그래프에 대한 이해를 강화해야 할 필요가 있다. 그래프 이해를 위한 과제 유형 중, 특히 그래프를 보고 이야기 만들기 문항에서 대다수의 학생들이 매우 낮은 성취율을 나타냈

다. 이러한 문항 형태에 전혀 응답을 하지 못하거나 단순 항목 나열에 그쳤다는 것은 학생들이 그래프에 대한 충분한 이해가 부족했던 이유도 있겠지만 평소 이러한 형태의 과제를 접해본 경험이 없다는 것을 의미한다.

그러나 이러한 과제는 그래프에 대한 더 깊은 이해를 위해 필수적이다. Parmar와 Signer(2005)는 학습 부진 학생들과 일반 학생들이 그래프를 작성하고 이해하는 데 보이는 어려움의 원인을 파악하기 위해 이야기 만들기 과제를 포함한 4개의 과제를 사용하였는데, 기초 수준의 그래프 이해를 보이는 학습 부진 학생들에게도 복잡한 과제를 다루도록 해야 한다고 주장하였다.

넷째, 그래프 종류별 특징에 따라 꺾은선그래프와 줄기와 잎 그림의 지도 시 자료 읽기 수준에서부터 보다 집중적인 지도가 필요하다. 그래프 종류별 학생들의 반응을 보면, 자료 읽기와 자료 사이의 관계 찾기 과제에서 다른 그래프에 비해 꺾은선그래프와 줄기와 잎 그림의 성취율이 낮게 나타났다. 구체적으로, 학생들은 꺾은선그래프에서의 가로축과 세로축에 대한 이해나 줄기와 잎 그림에서의 줄기와 잎에 대한 이해가 부족한 것을 볼 수 있었다.

이는 그림그래프와 원그래프가 선그래프보다 읽기 쉽다는 Thomas(1933)의 연구나 막대그래프는 원그래프보다 이해하기 어렵지만 선그래프보다 쉽다고 한 MacDonald-Ross(1977)의 연구와 일치한다(Padilla, McKenzie, & Shaw, 1986). 즉, 선그래프가 가장 이해하기 어려운 그래프 유형이라고 한 선행 연구의 결과가 본 연구에서도 그대로 나타났다. 이에 더해 본 연구에서는 7차 교육과정에서 새롭게 도입된 줄기와 잎 그림에 대해서도 학생들이 어려워한다는 것을 알 수 있었다.

초등학교에서 다루는 그림그래프, 막대그래

프, 꺾은선그래프, 줄기와 잎 그림, 띠그래프, 원그래프는 모두 중요한 교수·학습 내용으로서, 학생들은 다양한 종류의 그래프에 익숙해져야 한다(Reys et al., 1998). 따라서 학생들이 이러한 그래프를 학습함에 있어 꺾은선그래프와 줄기와 잎 그림에서와 같이 특별히 어려워하는 부분이 있다면, 이에 대한 교수·학습을 강화해야 할 필요가 있다.

다섯째, 학생들은 다양한 종류의 그래프에 대해 학습하는 것만큼이나 다양한 과제를 통해 학습하는 것이 필요하다. 앞에서 언급했다시피 자료 읽기나 자료 사이의 관계 찾기와 같은 기초 단계와 중간 단계의 그래프 이해에서는 주로 그래프의 시각적인 과정에 영향을 많이 받지만, 그보다 높은 수준에서는 시각적인 독해를 넘어선 사고 과정을 필요로 하기 때문에 문제 유형의 영향을 많이 받는 것으로 짐작해볼 수 있다.

Simkin과 Hastie(1987)는 그래프 이해 수행 정도를 결정하는 데에 그래프 종류와 판단 과제 유형이 상호작용한다는 것을 지적하면서, 비교 판단과 비율 판단 과제에서 각각 학생들이 가장 정확하게 수행하는 그래프의 종류가 다르다는 연구 결과를 제시하였다. 이는 물론 비교 판단과 비율 판단 과제에 한정되어 있기는 하지만, 시각적 해독이 그래프 이해의 필수적인 요소이나 그것만으로 충분하지 않다는 점에서 본 연구의 결과와 일치한다고 볼 수 있다.

이러한 결과는 앞에서 논의했던 과제의 다양화에 대한 필요성과 연결될 수 있는데, 각 그래프에서 자료 읽기나 자료 사이의 관계 찾기 과제를 통해 시각적 해독 능력을 키우는 것도 중요하지만 자료 해석하기, 상황 이해하기와 같은 다양한 과제에 충분히 접함으로써 그래프에 대한 이해 능력을 키워 나가는 것도 매우

중요하다는 것을 시사한다.

이와 같은 논의를 바탕으로 학생들의 이해 실태에 관한 연구가 부족했던 그래프에 대해 지속적인 연구가 필요하며, 그래프 교수 학습 시 다양한 과제를 통해 그래프에 대한 이해를 심화해 나갈 필요가 있음을 제안해 본다.

참고문헌

- 교육부(1998). **초등학교 교육과정 해설(IV): 수학, 과학, 실과**. 서울: 대한 교과서 주식회사.
- 교육인적자원부(2005). **초등학교 교사용 지도서 수학 3-나**. 서울: 대한 교과서 주식회사.
- 권기욱(2001). **그래프 구성 활동 프로그램 적용이 수학적 힘의 육성에 미치는 영향**. 대구교육대학교 석사학위논문.
- 박경연(2001). **통계적 교수·학습 과정을 통한 그래프 이해력 증진에 관한 탐구**. 대구교육대학교 석사학위논문.
- 방정숙·김상화·박금란(2006). **초등교사의 수학과 교수법적 내용 지식 정립을 위한 교수·학습 자료 개발**. 2005년도 교과공동연구 결과보고서. (과제번호: KRF-2005-030-B00045)
- 성태제(2002). **타당도와 신뢰도**. 서울: 학지사.
- 송정화(2001). **교과서 분석을 통한 그래프 지도 방안에 대한 연구**. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 송정화·권오남(2002). 6차와 7차 교과서 분석을 통한 그래프 지도 방안. **학교수학**, 4(2), 161-191.
- 우정호(2000). 통계교육의 개선방향 탐색. **학교수학**, 2(1), 1-27.
- 임지애(2003). **초등학교 수학교과서에 나타난 통계그래프 지도 방법에 대한 분석**. 서울교육대학교 석사학위논문.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (2005). (권성룡 외 11인 공역). **수학의 힘을 길러주자. 왜? 어떻게?** 서울: 경문사. (영어원작은 1998년 출판)
- Curcio, F. R. (1981). *The effect of prior knowledge, reading and mathematics achievement, and sex on comprehending mathematical relationships expressed in graphs*. Unpublished doctoral dissertation, New York University.
- Curcio, F. R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), 382-393.
- Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Fry, E. (1984). *A theory of graphs for reading comprehension and writing communication*. New Brunswick, NJ: Rutgers University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 240 528)
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The Author.
- Padilla, M. J., McKenzie, D. L., & Shaw, Jr. E. L. (1986). An examination of line graphing ability of students in grades seven through twelve. *School Science & Mathematics*, 86(1), 20-26.
- Parmar, R. S. & Signer, B. R. (2005).

- Sources of error in constructing and interpreting graphs: A study of fourth- and fifth-grade students with LD. *Journal of Learning Disabilities*, 38(3), 250-261.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., Limdquist, M. M., & Smith, N. L. (1999). (강문봉 외 19인 공역). **초등 수학 학습 지도의 이해**. 서울: 양서원. (영어원작은 1998년 출판)
- Simkin, D. & Hastie, R. (1987). An information-processing analysis of graph perception. *Journal of the American Statistical Association*, 82, 454-465.
- Wainer, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher*, 21(1), 14-23.

A Survey on the Comprehension of Graphs of Sixth Graders

Hwang, Hyun Mi (Seoul Myeon-dong Elementary School)

Pang, Jeong Suk (Korea National University of Education)

The primary purposes of this study were to investigate how sixth graders would react to the types of tasks with regard to the comprehension of graphs and what differences might be among the kinds of graphs, and to raise issues about instructional methods of graphs. A descriptive study through pencil-and-paper tests was conducted. The tests consisted of 48 questions with 4 types of tasks (reading the data, reading between the data, reading beyond the data, and understanding the situations) and 6 kinds of graphs.

The conclusions drawn from the results obtained in this study were as follows:

First, it is necessary to foster the ability of interpreting the data and understanding the situation in graphs as well as that of

reading the data and finding out the relationships in the data.

Second, it is informative for teachers to know students' difficulties and thinking processes.

Third, in order to develop understanding of graphs, it is important that students solve different types of tasks beyond simple question-answer tasks.

Fourth, teachers need to pay attention to teach fundamental factors such as reading the data with regard to line graphs and stem-and-leaf plots

Finally, graph type and task type interact to determine graph-comprehension performance. Therefore, both learning all kinds of graphs and being familiar with multiple types of tasks are important.

* key words : graphs(그래프), graph comprehension(그래프 이해), reading the data(자료 읽기), reading between the data(자료 사이의 관계 찾기), reading beyond the data(자료 해석하기), understanding the situations(상황 이해하기)

논문접수 : 2007. 2. 7

심사완료 : 2007. 3. 6