

# 통계적 문제해결 과정 관점에 따른 초등 수학교과서 통계 지도 방식 분석

배혜진<sup>1)</sup> · 이동환<sup>2)</sup>

본 연구는 통계적 문제해결 과정의 관점에서, 우리나라 초등 수학교과서의 통계 영역 지도 방식을 분석하였다. 그 결과 통계적 문제 해결의 4단계 중에서 자료 분석 단계에 대한 집중도가 심한 것으로 드러났고, 문제 설정과 자료 수집, 결과 해석 단계의 비중이 매우 저조한 것으로 분석되었다. 이를 토대로 초등 수학교과서의 통계 영역 교과서 개발과 관련된 시사점을 논의하였다.

주제어: 통계적 문제해결, 초등수학교과서, 통계교육

## I. 서 론

최근 수학교육과정에서 과정적 측면이 강조되고 있다(박교식, 2011; 장혜원, 김민선, 2013). 특히, 2015 개정 수학과 교육과정의 개정 방향은 ‘수학 교과역량의 강조’, ‘학습 부담 경감 실현’, ‘학습자의 정의적 측면 강조’, ‘실생활 중심의 통계 내용 재구성’, ‘공학적 도구의 활용 강조’ 등의 5가지이다. 이 중 특정 수학 내용 영역과 관련된 것은 통계가 유일하다. 이는 기존 수학 교육과정에서 다루고 있는 통계 영역에 대한 반성이 필요함을 보여주는 것이다.

확률과 통계는 교과서에 갇힌 생명력을 잃은 지식이 아니라 교과서 밖으로 나와 일상과 유기적으로 연계되기에 가장 적합한 학교수학의 주제이다. 실생활 맥락의 통계 교육으로 패러다임을 전환하기 위하여 2015 개정 수학과 교육과정에서는 주어진 자료의 수동적인 처리에서 머무르지 않고, 자료의 수집, 정리, 해석 등 일련의 과정이 다루어지는 것을 강조하였다(한국과학창의재단, 2015, p.14).

이러한 개정 방향에 따르면, 기존 수학교과서에서 통계는 주로 주어진 자료의 수동적인 처리에 머물고 있었고, 이에 대한 대안으로서 앞으로의 교과서는 자료의 수집, 정리, 해석

---

1) 거학초등학교

2) [교신저자] 부산교육대학교

등 일련의 과정을 다루어야 한다. 이러한 관점은 통계적 문제해결 과정을 강조하는 것으로 볼 수 있다. 통계적 문제해결 과정은 학생들이 통계적 문제를 해결하는 과정에서 공통적으로 경험하는 단계를 뜻하는 것으로, 통계교육자들 사이의 어느 정도의 공통된 관점이 존재한다. 통계교육 연구자들은 통계적 문제해결 과정을 통계교육의 주된 목표로 설정하고 있다. 본 연구는 이러한 통계적 문제해결 과정의 관점에서, 우리나라 초등 수학교과서의 통계 지도 방식을 분석하여 그 실태를 파악하고, 개선이 필요한 부분을 구체적으로 드러내고자 한다. 이를 위해, ‘통계적 문제해결 과정’에 대한 논의를 분석하여 세부 요소를 추출하고 이를 분석틀로 삼아 현행 초등 수학교과서의 통계 영역의 교과서 지도 방식을 분석한다. 이러한 분석 결과는 새 교육과정에 따른 교과서 개발 과정에 의미 있는 시사점을 줄 수 있을 것이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 통계적 문제해결 과정

Wild & Pfannkuch(1999)는 통계학자들이 통계적 절차를 사용하여 문제를 어떻게 해결하는지 분석하여 통계적 사고 과정을 PPDAC(Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusion) 모델로 설명하였다. 문제(Problem) 단계에서는 문제를 설정하고 전반적인 통계 조사 과정을 파악하는 활동이 이루어지며 계획(Plan) 단계에서는 자료 수집 방법이나 표본의 설정, 자료 취급, 방향 설정과 분석 등에 관한 계획이 이루어지게 된다. 자료(Data) 단계에서는 자료를 수집하고 관리하며 정리하는 활동이 이루어진다. 분석(Analysis) 단계에서는 자료를 탐구하여 계획했던 분석이나 계획하지 않았던 분석을 하고 가설을 설정한다. 결론(Conclusion) 단계에서는 결과를 해석하고 결론을 내리며 이에 대한 의사소통이 이루어진다. 이를 바탕으로 새로운 연구문제를 제기하여 조사 계획을 세우고 자료를 수집하여 분석하고 결론을 내리는 활동이 순환적으로 이루어지게 된다.

미국통계학회(American Statistical Association)는 preK-12학년 학생들을 위한 통계교육 개선의 필요성을 인식하고 GAISE(Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) 프로젝트를 실시하였다(Franklin et al., 2007). GAISE는 학생들이 개인적인 삶과 경력 모두에서 통계적 소양을 성취할 수 있도록 통계 교육을 위한 틀을 제공하고자 하는 것으로, 학생들이 문제해결 과정을 경험함으로써 통계적 소양을 갖추게 된다고 보고 통계적 문제해결 과정을 다음과 같이 네 개의 요소로 구분하여 모든 학년에 걸쳐 이 과정을 경험하도록 교육과정 설계의 틀을 제안하였다.

우선, 문제 설정(Formulate Questions)단계는 변이성을 예측하고 이를 바탕으로 통계적 문제인지 여부를 판단하는 것이 중요하다. 통계적 질문은 자료를 조사함으로써 해결할 수 있는 질문으로서 답이 결정되어 있는 질문과는 차이가 있다. 예를 들어 “내 키는 얼마인가?”라는 질문은 키를 재어 본 하나의 수치를 가지고 대답할 수 있기 때문에 통계적 질문이 아니다. “우리 반 학생들의 키는 얼마인가?”는 우리 반 학생들의 키가 모두 다르기 때문에 다양한 키의 측정값을 토대로 정답을 예측해야 하므로 통계적 질문이 될 수 있다. 변이성이 있는 자료를 수집하고 분석하여 해결할 수 있는 질문을 통계적 질문이라고 한다. 자료 수집(Collect Data)단계는 변이성을 인정하는 것이 중요하다. 자료 수집을 설계하기 위해서는 자료 안의 변이성을 인정하고 변이성을 줄이고자 노력해야 한다. 무작위 표

집은 표본과 모집단의 차이를 줄이기 위함이며, 표본의 크기에 대한 고려는 표집 변이성을 줄이고자 하는 노력의 일환이다. 이러한 점들을 고려하며 적절한 자료를 수집하기 위한 계획을 구상하고 그에 따라 자료 수집을 실행하는 활동이 이 단계에서 이루어진다. 자료 분석 (Analyze Data) 단계는 분포를 사용해 변이성을 설명하는 것을 주요 목적으로 삼는다. 자료를 잘 나타내는 적절한 그래프나 수치적인 방법을 선택하고 자료를 분석하기 위해 이러한 방법을 사용하는 활동들이 이 단계에서 이루어진다. 결과 해석(Interpret Results) 단계는 변이성을 고려하여 분석 결과를 해석한다. 조사 결과는 표본마다 다를 수 있는 추정치로 해석되어야 함을 인식하고 해석된 결과를 원래의 질문과 관련짓는다.

한편, Marriot(2009)은 문제를 명확히 하고 계획하기, 자료 수집, 자료 처리와 표현, 자료 해석과 논의를 영국 국가 교육 과정에 나타난 통계적 문제 해결의 기본적인 패러다임으로 제시하였다. 문제를 명확히 하고 계획하기(Specify the problem and plan) 단계는 자료가 필요한 형태로 문제를 생성하고, 자료로부터 어떠한 추론을 도출해낼 수 있을지 고려하며 어떤 자료(표본의 크기와 자료 형식)를 수집할지, 어떤 통계적 분석 방법이 필요한지 결정하는 활동이 이루어진다. 자료 수집(Collect Data) 단계에서는 실험과 설문조사가 이루어지는데 1차 자료(primary data : 문제 해결을 위해 조사자가 직접 조사한 자료)나 2차 자료(secondary data: 다른 조사 목적으로 수집되었으나, 현재 문제를 해결하는데 사용될 수 있는 자료)와 같은 다양한 자료로부터 적합한 자료를 수집한다. 자료 처리와 표현하기(Process and represent the data) 단계는 원 데이터를 문제에 대한 통찰력을 주는 정보로 바꾸는 단계이다. 수집한 자료를 비교하기 쉽게 비율로 계산하거나 적절한 표현 방법을 선택하여 자료를 변환하는 활동이 이루어진다. 자료 해석과 논의(Interpret and discuss the data) 단계에서는 자료에서 결론을 이끌어냄으로써 처음의 문제에 대해 답을 구한다. 또한 새로운 문제를 생성함으로써 통계적 문제해결 과정이 순환적으로 전개된다고 보았다.

이처럼 통계적 문제해결은 통계교육의 목표에 해당하며, 통계교육과정이나 통계교과서 개발의 길잡이로서 주목받고 있다. 특히, 기술통계학에서 강조하는 자료의 요약 및 분석뿐만 아니라 문제를 설정하고 그것을 해결하기 위한 계획, 조사 후의 자료를 바탕으로 한 추론과 해석 등 일련의 통계적 과정 전반을 경험하는 것이 중요함을 강조하고 있다. 다음 절에서는 이러한 선행연구를 토대로 통계적 문제해결 과정의 하위 요소를 구체화하여 우리나라 초등 수학교과서의 통계 영역을 분석하는 틀을 설계하였다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 분석 대상

2009 개정 교육과정에 따른 초등학교 수학교과서 중에서 통계 단원이 제시된 2-1, 2-2, 3-2, 4-1, 4-2, 5-2, 6-2를 선정하였다. 본 연구에서는 통계적 문제해결 과정에 따른 수학교과서를 분석하는 것이므로 수학교과서만을 대상으로 하되 문항의 의도를 파악할 필요가 있을 경우에는 지도서를 참고하였다.

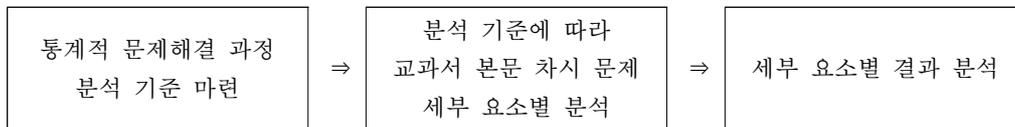
수학교과서는 단원 도입(스토리텔링), 본문 차시(생각 열기, 활동, 마무리), 단원 평가(공부를 잘했는지 알아봅시다), 문제 해결, 창의 마당(체험 마당, 놀이 마당, 이야기 마당)으로 구성되어 있는데, 이 중 생각 열기를 제외한 본문 차시와 단원 평가, 문제 해결 차시만을 연구 대상으로 한다. 단원 도입의 경우 스토리텔링 형식으로 단원에 대한 전반적인

내용 안내와 문제 제기의 성격을 지니지만 교사에 따라 여러 가지 형태로 재구성 될 수 있으며, 창의 마당도 단원에 따라 1~2차시를 필수로 지도하고 보충1과 보충2는 교육과정에 따른 수업시간의 증감에 대비하여 선택적으로 활용할 수 있기 때문에 분석 준거에 따라 일괄적으로 분석하기는 어려우므로 단위 도입과 창의 마당은 연구 대상에서 제외하였다. 그러나 경우에 따라서는 참고 자료로 활용하였다.

## 2. 분석 방법 및 절차

2009개정 교육과정 교과서를 통계적 문제해결 과정에 따라 분석하고자 통계적 문제해결 과정에 해당하는 세부 요소를 추출하여 본문차시에 어떤 방식으로 구현되었는지 구체적으로 살펴보았다. 분석 절차는 <표1>과 같다.

<표 1> 분석 방법 및 절차



## 3. 분석틀

수학 교과서를 통계적 문제해결 과정에 따라 분석하기 위한 틀을 마련하기 위해 Wild & Pffankuch(1999), 박경연(2001)의 연구와 GAISE에서 제시한 통계적 문제해결 과정, Marriot(2009)의 연구를 비교한 결과는 <표 2>과 같다.

<표 2> 문헌에 제시된 통계적 문제해결 과정 비교

과정 흐름	PPDAC (Wild & Pffankuch, 1999)	박경연 (2001)	GAISE (Franklin et al., 2007)	Marriot (2009)	공통적인 통계적 문제해결 과정
1	Problem	문제 이해하기	문제 설정	문제 설정 및 계획 자료 수집	문제 설정
2	Plan	목적에 맞는 자료 수집하기	자료 수집		자료 수집
3	Data	자료를 분류 및 정리하기	자료 분석	자료 처리와 표현	자료 분석
	Analysis	자료를 해석하기 (그래프 이해 1,2 수준)			
4	Conclusion	자료로부터 일반화하기 (그래프 이해 3수준)	결과 해석	자료 해석과 토의	결과 해석

본 연구에서는 통계적 문제해결 과정을 크게 4단계로 보고 각 단계별로 세부적인 분석 기준을 다음과 같이 설정하다.

#### 가. 문제 설정 (Formulate Questions)

실생활과 관련 있는 문제를 제기하는 단계이다. 이때의 문제는 자료를 가지고 대답할 수 있는 통계적 문제이다. 교사가 문제를 제시하거나 학생의 문제제기를 도와줄 수 있으며 (F1), 자료 조사의 필요성에 대한 인식을 바탕으로 학생 스스로 주변의 문제를 탐색하여 문제화(F2) 할 수 있다.

#### 나. 자료 수집(Collect Data)

자료를 수집하기 전에 첫 번째로 전반적인 조사의 과정과 절차에 대한 이해(C1)가 필요하며 그 이후 적절한 자료를 수집하기 위한 계획(C2)을 세우는 것이 중요하다. 어떤 자료를 수집할 것인지, 어떻게 얻을 수 있을지, 언제 수집할지, 수집 범위(표본의 크기)를 어떻게 할 것인지에 대해 의논하고 계획한 후 자료를 수집을 실행(C3)하게 된다.

#### 다. 자료 분석 (Analyze Data)

자료를 분류하고 시각적 방법이나 수치적 방법을 적절하게 선택하여 자료 사이의 관계를 비교 분석하고 표현하는 단계이다. 표현방법의 특징과 유용성을 파악하여(A1) 원 데이터를 문제에 대한 도움을 주는 사용가능한 정보로 바꾸고(A2), 분포와 관련성을 탐구하는 도구 (막대그래프, 점그래프, 줄기와 잎그림, 산점도, 표, 평균, 중앙값, 최빈값, 범위 등)를 사용하여 자료에 나타난 정보를 읽고(A3) 정보들간의 관계를 분석(A4)하는 활동이 행해진다. Chick(2004)의 자료 변환 기술과 France R. Curcio (1994)가 제시한 그래프 이해력의 수준 중 자료 읽기(Reading the Data), 자료들 사이의 관계 찾기(Reading between the Data)를 포함한다.

#### 라. 결과 해석(Interpret Data)

분석 결과를 해석하고 문제 제기 단계에서 제시한 원래의 질문과 관련짓는 단계이다. France R. Curcio (1994)가 제시한 그래프 이해력의 수준 중 자료로부터 추론하기(Reading beyond the Data)를 비롯, 원인과 결과를 파악하고 앞으로의 경향성을 예측하는 활동(I1), 조사 집단의 성향 파악(I2), 다른 집단이나 다른 상황에 적용하기(I3) 등의 활동이 포함된다. 또한 결과가 타당한지 확인하고 평가(I4)하며 결과로부터 새로운 질문을 이끌어 내어 탐구를 확장(I5)하는 단계이다.

이러한 통계적 문제해결 과정의 각 요소에 해당하는 교과서 발문의 예시를 <표3>과 같이 정리하였다.

<표 3> 통계적 문제해결 과정의 분석 기준과 발문 예시

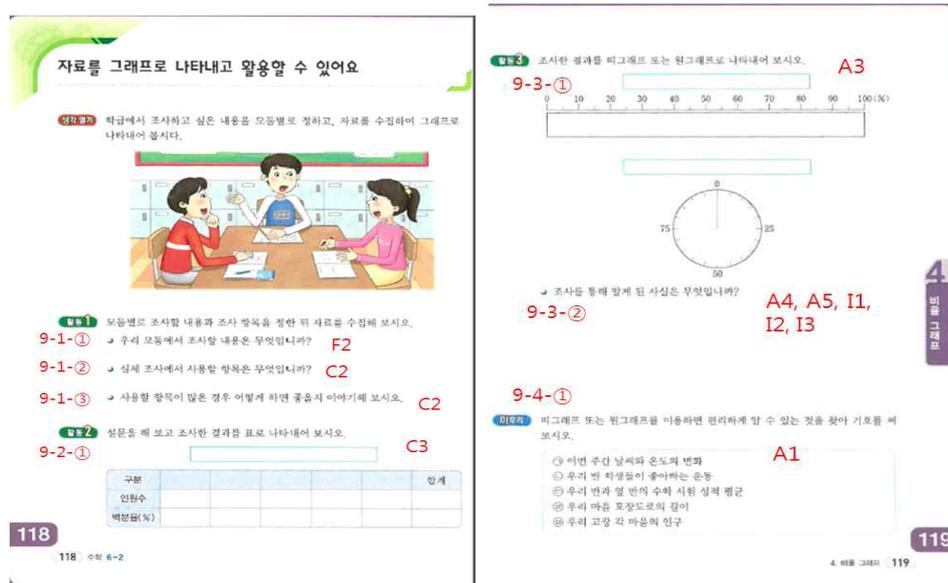
통계적 문제해결 과정	요소	코드	발문 예시
문제 설정 (Formulate Questions)	교사의 문제제기	F1	· 현장 체험학습을 갈 때 먼저 알아보아야 할 것은 무엇일까요?
	문제화	F2	· 우리 모둠에서 조사할 내용은 무엇입니까?
자료 수집 (Collect Data)	조사의 절차	C1	· 환경 신문을 만들기 위해 제일 먼저 해야 할 일은 무엇인가요?
	자료 수집 계획 (조사 방법, 항목, 대상, 시기 선정)	C2	· 우리 마을의 환경문제를 어떤 방법으로 조사할 수 있겠습니까? · 실제 조사에서 사용할 항목은 무엇입니까?
	자료 수집 실행	C3	· 친구들이 관심을 갖고 있는 환경문제를 조사해 보시오
3.자료 분석 (Analyze data)	표현 방법의 선정 및 유용성 인식	A1	· 조사한 자료를 어떤 방법으로 표현할 수 있습니까? · 조사한 자료를 그래프로 나타내었을 때 좋은 점은 무엇입니까? · 쓰레기양에 대해 한 눈에 알아보려면 무엇을 이용하면 좋을까요?
	자료의 변환	A2	· 세로 눈금 한 칸은 몇 명을 나타내는 것이 좋겠습니까? · 조사한 내용을 기준에 따라 분류하여 보시오 · 조사한 것을 보고 표로 완성하시오 · 표를 보고 막대그래프로 나타내어 보시오 · 평균을 계산해 보시오.
	자료 읽기 (그래프 이해 1수준)	A3	· 그래프의 제목이나 주어진 자료 이름, 자료 각각에 해당되는 수치 읽기(예: 음식물 쓰레기는 몇 Kg 인니까?)
	관계 비교 (그래프 이해 2수준)	A4	· 그래프에 표현된 수학적 관계들을 파악하고 자료들을 통합하고 재조직하기(~보다 많은, ~보다 더 큰, 가장 큰, 가장 적은, ~보다 얼마만큼 많은, 적은)
결과 해석 (Interpret Result)	자료로부터의 추론, 추이 예측 (그래프 이해 3수준)	I1	· 강남콩 마을에서 종이류와 음식물 쓰레기가 적게 배출된 이유는 무엇일까요? · 완두콩 마을에서 어떤 노력을 기울여야 마을이 좀 더 깨끗하게 될까요?
	조사 집단의 성질 파악	I2	· 우리 반 친구들은 어떤 환경 문제에 관심이 많다고 할 수 있었습니까?
	다른 집단이나 상황의 적용	I3	· 같은 내용을 부모님께 물어봤을 때는 어떤 결과가 나왔나요? · 겨울에 조사했다면 같은 결과가 나왔을까요?
	확인 및 평가	I4	· 성우의 주장이 적절한지 어떤 방법으로 알 수 있습니까?
	결과의 유용성 인식 및 새로운 문제 제기	I5	· 우리 반 친구들과 관련하여 더 알고 싶은 것은 무엇이 있습니까? · 이러한 결과는 누구에게 유용할까요?

4. 분석 준거에 따른 분석 사례

본 연구에서 통계적 문제해결 과정에 대한 분석은 본문 차시와 단원 평가, 문제 해결에 명시적으로 제시된 활동과 발문을 코드로 표시하고 통계적 문제해결 과정 분석 기준에 근거하여 분류하였다. 연구자 2인은 각자 교과서를 분석하고 그 결과를 공유하였으며, 이견이 있는 경우 논의를 통해 합의에 도달하였다.

교과서의 발문 코드는 ‘차시-활동-문항’의 형태로 표현되며 이때 차시는 교사용 지도서에서 제시한 차시 구성을 따른다. 학년과 단원별로 나누어 결과를 제시하므로 학년, 학기, 단원은 발문 코드에 포함시키지 않았다. ‘생각 열기’는 발문코드에 포함시키지 않으나 지도서 상에 통계적 문제해결 과정과 관련이 있는 부분이 있을 경우 별도 표기 하였으며 ‘마무리’는 하나의 활동으로 생각하여 표시하였다. 교과서에 명시적으로 제시된 문제 중 첫 번째 문제를 ①번으로 하여 순서대로 번호를 매겨 분석하였고 용어의 정의나 그래프를 그리는 방법 등에 대한 설명은 분류하지 않았다. 하나의 문항이 여러 의미로 해석될 수 있는 경우는 지도서의 예시 답안을 참고하여 여러 요소에 중복 포함시켰다.

6학년 2학기 4단원의 9차시를 중심으로 코딩의 예시를 제시하면 다음과 같다.



[그림 1] 문항 코딩의 예(6-2-4 비율그래프 9차시)

9-1-①은 자료에 근거하여 해결할 수 있는 내용을 결정하는 과정에 해당하므로 F2로 분석하였다. 9-1-②, 9-1-③은 설정된 문제를 해결하기 위해 자료를 수집할 때, 고려해야 하는 요건을 결정하는 발문이므로 C2에 해당한다. 9-2-①은 설문을 실행하고(C3) 그 결과를 표로 나타내는(A2)발문이므로 2가지로 중복하여 코딩하였다. 9-3-①은 띠그래프나 원그래프 중에 표현 방법을 정하고(A1), 그에 따라 그래프로 나타내는(A2) 발문이다. 9-3-②는 조사 결과에 따라 A3 ~ A5, I1 ~ I3의 과정에 모두 해당할 수 있으므로 중복 포함시키되 지도서의 예시문을 참고하여 I4와 I5에는 포함시키지 않았다.

## IV. 연구결과

## 1. 전반적인 통계적 문제해결 과정

통계적 문제해결 과정별 문제 수를 분석하고 해당 문항의 수를 비율로 나타내어 정리한 결과는 <표 4>와 같다.

&lt;표 4&gt; 통계 단원의 통계적 문제해결 과정별 문제 수

학년-학기-단원	통계적 문제해결 과정				단원별 문제 수
	문제 설정	자료 수집	자료 분석	결과 해석	
2-1-5 분류하기	0(0)	2(7.7)	24(92.3)	0	26
2-2-5 표와 그래프	0(0)	5(13.2)	32(84.2)	1(2.6)	38
3-2-6 자료의 정리	0(0)	2(6.1)	30(90.9)	1(3)	33
4-1-6 막대그래프	0(0)	3(7.3)	32(78)	6(14.7)	41
4-2-5 꺾은선그래프	0(0)	0(0)	36(81.8)	8(18.2)	44
5-2-6 자료의 표현	0(0)	2(2.8)	61(85.9)	8(11.3)	71
6-2-4 비율그래프	1(1.2)	3(3.7)	71(87.7)	6(7.4)	81
계	1(0.3)	17(5.1)	286(85.6)	30(9)	334

위의 결과에서 보듯이 통계적 문제해결 과정별 문제 수의 비율은 자료 분석이 85.6%로 가장 많은 비율을 차지하고 다음으로 결과 해석이 9%, 자료 수집이 5.1%를 차지하고 있다. 문제 제기는 0.3%로 가장 적은 비율을 차지하고 있다. 교과서 활동 및 문항이 지나치게 ‘자료 분석’ 단계에 편중되어 있는 것을 알 수 있다.

## 2. 문제 설정 단계

문제 설정 단계는 통계적 문제해결 과정의 시작점으로 학습자가 스스로 또는 교사의 안내를 받아 실생활과 관련된 통계적 질문을 설정하는 단계이다. 여기서 말하는 통계적 질문은 자료를 가지고 문제에 대해 답할 수 있는 질문을 말한다.

문제 설정 단계에서는 교사의 문제제기(F1)에 해당하는 활동은 없었고 문제화(F2)에 해당하는 문항이 6학년 단원에 한번 제시되고 있다(그림1, 9-1-①). ‘문제 설정’ 단계의 특성상 그에 해당하는 요소들이 본 연구에서 제외한 생각 열기 활동에서 나타날 수 있으므로, 지도서의 생각 열기에 제시된 예시 발문 중 ‘문제 설정’ 단계와 관련 있는 것들을 추출하여 정리한 결과는 <표5>과 같다.

<표 5> ‘생각 열기’의 지도서 발문 중 문제 설정 관련 문항

학년-학기- 단원	문항 코드 (차시- 문항)	발문	분석 코드	
			F1	F2
2-1-5 표와 그래프	4-①	여러분이 좋아하는 과일은 무엇인가요? 우리 반에서 가장 많은 친구들이 좋아하는 과일은 무엇인가요? (우리 반 친구들이 좋아하는 과일을 조사해 보고 그 수를 세어 보세요)	○	
	5-①	우리 반 친구들은 어떤 동물을 가장 좋아할까요? (손 들어서 수 세기)	○	
2-2-5 표와 그래프	3-②	(여러분이 현장 체험 학습을 간다면) 먼저 알아보아야 할 것은 무엇일까요?	○	
4-2-5 꺾은선그래 프	2-①	형민이는 궁금증을 해결하기 위해 무엇을 알아보려고 하나요?	○	
	4-③	미래에는 학급당 학생 수가 어떻게 변화할까요?	○	
5-2-6. 자료의 표현	8-①	우리나라에서 가장 많은 축구 동호회 회원들이 사는 지역은 어느 곳이라고 생각하나요?	○	
6-2-4 비율그래프	9-①	우리 학급에서 알고 싶은 일들이 있을 때 어떻게 하면 좋을까요?		○

지도서에 제시된 발문을 살펴보면 문제가 이미 주어져 있을 뿐, 이러한 문제가 제기되는 맥락과 필요성이 결여되어 있는 경우가 대부분이다. 예를 들어, 2-1-5 표와 그래프 단원의 ‘우리 반에서 가장 많은 친구들이 좋아하는 과일은 무엇인가요?’ 라는 질문은 왜 우리 반 친구들이 좋아하는 과일을 조사해야 하는지 그 필요성이 드러나 있지 않다. 통계적 문제의 가장 중요한 특징 중의 하나는 문제를 해결하기 위해 우선 자료가 필요함을 인식하는 것이다. 즉 문제에 당면했는데 이를 해결하기 위해서는 자료가 있어야만 해결이 가능하기 때문에 자료를 수집할 필요성이 있음을 인식하는 것이 중요하다.(고은성, 2014) ‘학급 시장놀이에서 우리 모듬은 과일가게를 꾸미려고 합니다. 어떤 과일을 가장 많이 준비해야 할까요?’ 와 같은 문제는 가장 많이 준비해야 하는 과일에 대한 학생들이 각각의 의견이 다르므로 조사를 해야 할 필요성을 느끼게 할 수 있다. 이러한 필요성을 바탕으로 학생들은 ‘우리 반 친구들이 좋아하는 과일은 무엇일까?’ 와 같이 자신이 탐구해야 할 문제를 생성하게 되는 것이다.

## 2. 자료 수집 단계

자료 수집 단계는 문제 설정 단계에서 제시된 통계적 문제를 해결하기 위한 자료 수집의 계획을 세우고 그에 따라 실행하는 단계이다. 조사하는 방법과 역할을 정하는 조사의 절차(C1), 조사 방법과 대상, 시기를 정하고 항목을 설정하는 자료 수집 계획(C2), 자료 수집 계획에 따라 실제적으로 조사가 이루어지는 자료 수집 실행(C3) 요소로 나누어 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

&lt;표 6&gt; '자료 수집' 단계의 세부 요소별 문제 수

학년-학기-단원	세부 요소 별 문제 수			단원 내 단계별 문제 수
	조사의 절차(C1)	자료 수집 계획(C2)	자료 수집 실행(C3)	
2-1-5 분류하기	0	0	2	2
2-2-5 표와 그래프	0	0	5	5
3-2-6 자료의 정리	0	0	2	2
4-1-6 막대그래프	0	1	2	3
4-2-5 꺾은선그래프	0	0	0	0
5-2-6 자료의 표현	0	0	2	2
6-2-4 비율그래프	0	2	1	3
계	0(0)	3(17.6)	14(82.4)	17(100)

가장 많은 비율을 차지한 요소는 자료 수집 및 실행(C3)으로 자료수집 계획 및 실행에 해당하는 17개 문항 중 14개로 82.4%를 차지했다. 자료 수집 계획(C2)은 17.6%를 차지했으며 조사의 절차(C1)에 해당하는 문항은 없었다. '조사 절차'와 '자료 수집 계획' 요소에 해당하는 비율이 낮은 것은 문제 설정 단계에 해당하는 문항이 거의 없는 것과도 관련이 있는 것으로 보인다. 자료를 수집하기 위한 방법을 알아보고 역할을 분담하며 조사 항목과 대상, 시기, 범위 등을 설정하는 것은 학습자가 직접 조사해야 할 문제를 설정해야 이루어질 수 있는 활동이다. 현재 교과서에는 학습자가 실생활과 관련된 맥락 속에서 자료가 필요한 문제를 문제화하기 보다는 문제가 이미 제시되어 있고 이를 해결하기 위한 자료와 해결방법이 활동으로 구성되어 있으므로 학습자가 조사 계획을 세울 필요가 없다.

교과서에 제시된 '조사 수집 계획'에 해당하는 질문들의 특징을 살펴보면 조사할 항목과 항목이 많은 경우 처리방법에 대해서만 묻는 정도로 그 종류가 제한적이다. 하지만 문제 해결에 적합하고 타당한 조사를 실행하기 위해 계획 단계에서 고려해야 할 사항이 외에도 여러 가지가 있다. 1차 자료와 2차 자료를 구분 짓고 어떤 자료를 사용할지 결정하거나, 언제 조사를 시행할지, 표본의 크기와 표집 방법의 결정에 대한 것도 이 단계에서 제시될 수 있으나 교과서에는 이와 관련된 문항들은 없었다.

'자료 수집 실행'은 조사해야할 주제가 불분명하거나, 조사의 절차나 자료 수집 계획에 대한 논의나 준비가 이루어지지 않은 상태에서 '우리 반의 ~을 조사하시오'와 같이 손들기 등으로 할 수 있는 단순한 설문 형태가 많았다. 4-1-5 막대그래프 단원의 3~4차 시에는 생각열기에서 완두콩 마을의 이야기를 들은 완두와 초록지킴이들이 환경오염이 얼마나 심해졌는지 알게 되어 환경문제에 대해 알아보는 이야기가 제시되고 활동1에 우리 마을의 환경문제를 조사해보는 활동이 이어진다.

### 3. 자료 분석 단계

자료 분석 단계는 가공되지 않은 자료를 문제에 대한 도움을 주는 사용 가능한 정보로 바꾸는 단계이다. 표현방법의 유용성을 인식하고 적절한 표현방법을 선정하기(A1), 자료를 사용 가능한 정보로 변환(A2), 자료 각각의 수치나 이름 읽기(A3), 자료들 간의 관계 비교(A4)의 4가지 요소로 나누어 단원별로 문제 수를 분석한 결과는 <표 7>와 같다.

<표 7> '자료 분석' 단계의 세부 요소별 문제 수

학년-학기-단원	세부 요소 별 문항 수				단원 내 단계별 문제 수
	표현 방법의 선정 및 유용성 인식 (A1)	자료의 변환 (A2)	자료 읽기 (A3)	관계 비교 (A4)	
2-1-5 분류하기	6	18	0	0	24
2-2-5 표와 그래프	10	14	4	4	32
3-2-6 자료의 정리	8	11	5	6	30
4-1-6 막대그래프	3	18	6	5	32
4-2-5 꺾은선그래프	15	14	4	3	36
5-2-6 자료의 표현	14	34	2	11	61
6-2-4 비율그래프	8	29	11	23	71
계	64(22.4)	138(48.2)	32(11.2)	52(18.2)	286

세부 요소별 비율을 살펴보면 자료의 변환이 48.2% 가장 많고 표현방법의 선정 및 유용성 인식이 22.4%, 관계비교가 18.2%, 자료 읽기는 11.4%로 그 뒤를 이었다.

자료 변환의 경우 대부분 주어진 자료를 특정 그래프로 표현하는 활동으로 이루어져 있다. 표현 방법을 선택하는 문항의 경우, 대체로 해당 단원에서 배운 그래프 중에 선택하도록 되어 있다. 6학년 2학기 4단원 비율그래프 단원에서는 띠그래프와 원그래프 중에 적합한 것을 고르도록 되어 있는데 띠그래프와 원그래프는 모두 비율그래프로 모양과 그리는 방법에서의 차이는 있지만 용도에 있어서는 큰 차이점이 없다. 자료 표현의 목적이 자료의 특성에 맞는 표현방법으로 자신이 표현하고자 하는 바를 가장 잘 표현하는 것이 라고 볼 때, 표현방법을 선택하는 활동이 6학년 수준에서는 좀 더 창의적으로 확장될 필요가 있다. 6학년은 그 동안 여러 가지 형태의 표나 그래프를 배웠으므로 그것들을 활용하여 자료를 표현하거나, 자신의 목적에 맞는 표나 그래프를 새롭게 고안해 볼 수 있을 것이다.

#### 4. 결과 해석 단계

결과 해석은 자료로부터 앞으로의 변화를 예측하는 추론(I1), 조사 집단의 성질 파악(I2), 다른 집단에 대한 예측과 비교(I3), 조사 및 결과의 타당성에 대한 확인 및 비판(I4), 조사 결과를 바탕으로 문제를 해결하고 새로운 문제를 제기(I5)하는 5가지 요소로 나누어 분석하였다.

&lt;표 8&gt; '결과 해석' 단계의 세부 요소별 문제 수

학년-학기-단원	세부 요소 별 문항 수					단원 내 단계별 문제 수
	자료로부터의 추론(I1)	조사 집단의 성질 파악 (I2)	다른 집단이나 상황의 적용(I3)	확인 및 평가 (I4)	새로운 문제 제기 (I5)	
2-1-5 분류하기	0	0	0	0	0	0
2-2-5 표와 그래프	0	1	0	0	0	1
3-2-6 자료의 정리	0	1	0	0	0	1
4-1-6 막대그래프	3	1	1	1	0	6
4-2-5 꺾은선그래프	8	0	0	0	0	8
5-2-6 자료의 표현	4	1	1	2	0	8
6-2-4 비율그래프	4	1	1	0	0	6
계	19(63.3)	5(16.7)	3(10)	3(10)	0(0)	30

결과 해석 단계에서 가장 많은 요소는 자료로부터의 추론(I1)으로 전체 결과 해석 단계의 문제 중 63.3%를 차지하였으며, 조사 집단의 성질 파악(I2) 16.7%, 다른 집단에 대한 예측(I3)과 확인 및 평가(I4)가 각각 10%씩을 차지했다. 새로운 문제 제기에 해당하는 명시적 문항은 없었다. 결과 해석은 주어진 자료를 가지고 앞으로의 변화를 예측해 보는 수준의 문제가 대부분이고 조사 결과를 다른 집단이나 상황에 적용시켜 예측하고 비교해보거나 (I3) 조사 결과의 타당성을 평가하는 활동(I4), 조사 결과로부터 탐구할 다른 문제를 만드는 활동(I5)등은 거의 이루어지지 않음을 알 수 있다.

'자료로부터의 추론(I1)'이 많이 제시된 4학년 2학기의 꺾은선그래프 단원은 꺾은선그래프의 특성 때문에 변동성과 추이를 예측하는 활동이 다른 단원에 비해 비교적 많이 제시되었다고 볼 수 있다.

비율그래프 문항을 제외하고는 교과서에 비교할 두 집단에 대한 자료가 이미 제시되어 있어 학생들은 각각의 자료를 분석하여 차이점을 바로 비교해 볼 수 있도록 되어있다. 통계에서는 '변이성'을 고려하는 것이 중요한데 교과서 문항은 다른 조건이나 집단에 적용했을 때의 차이점을 예상하거나 추론하는 기회를 제공하지 못하고 있다. 예를 들어 '우리가 좋아하는 음료수는?' 이라는 주제로 조사한 결과에 대해서 '겨울에 조사하면? 6학년에 물어봤다면 다른 정보를 얻게 될까?' 와 같은 형태는 조건(조사 시기, 집단 등)이 변함에 따라 결과가 달라질 수 있음을 인식하게 한다. 학생들은 이러한 질문을 하고 답변하는 과정을 통해 복합적인 상황에서 다양한 조건들을 고려하며 자료를 분석하고 결과를 비판적인 시각에서 해석하는 경험을 하게 되는데 교과서는 이런 사고 과정을 할 수 있는 기회를 충분히 제공하고 있지 못하는 것이다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 ‘통계적 문제해결 과정’ 분석 준거를 설정하고 이에 따라 2009 개정 교육 과정에 따른 초등학교 수학교과서의 통계 영역을 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

통계적 문제해결 과정의 세부 요소 중 ‘자료 분석’이 85.6%(286개)로 가장 많았고 ‘결과 해석’이 9%(30개), ‘자료 수집 및 계획’ 5.1% (17개), ‘문제 설정’ 0.3%(1개) 순이었다. 이는 현행 교과서에 통계적 문제를 해결하는 일련의 과정이 균형 있게 구성되어 있지 못하고 자료 분석 활동에 치중되어 있는 있다는 것을 의미한다. 자료 분석 단계는 최근 공학적 도구의 발달로 인해 쉽게 처리가 가능한 부분이지만, 문제 설정과 자료 수집 및 계획은 학생들이 스스로 상황을 분석하여 적절한 문제를 설정하고 그에 따라 필요한 자료를 결정하는 등 공학적 도구가 대체할 수 없는 부분이다. 즉, 학습자의 능동적인 참여가 필요한 단계가 교과서에서 상대적으로 소홀하게 다루어지는 상황이다.

각 단계별 문항의 비율과 특징을 살펴보면 문제 설정 단계는 단 1개만 있는 것으로 나타났다. 도입에 해당하는 ‘생각 열기’의 문항을 분석해보아도 학생들에게 통계를 실시하는 목적이 분명하거나 자료를 통해서 문제를 해결해야 하는 통계적 질문이 제시된 문항은 드문 것으로 드러났다. 문제 설정 단계를 통해 학습자는 수학적 질문과 다른 통계적 질문의 특징을 이해하고, 자료에 근거한 해결책의 필요성을 인식할 수 있으므로 통계교육의 실용성을 높여주는 중요한 단계이다. 따라서 교과서에 학생들이 통계의 실용성을 인식할 수 있는 생활 속 사례를 제시하고 그에 따라 통계적 질문을 학습자가 문제화할 수 있도록 유도하는 활동과 질문이 필요하다.

자료 수집 단계의 세부 요소에 문항 비율은 자료수집이 82.4%, 자료 수집 계획 17.6%, 조사의 절차 0% 순으로 나타났다. 조사의 절차나 자료 수집 계획에 해당하는 문항의 수가 적은 이유는 문제 설정 단계가 충분히 이루어지지 않은 것과도 관련 있는 것으로 보인다. 문제가 이미 제시되어 있는 활동의 경우 학생들이 조사의 절차를 마련하고 자료 수집 계획을 구체적으로 세워야 할 필요가 없기 때문이다. 또한 자료수집에 해당하는 문항은 대체로 단순한 설문 조사의 형태로 제시되고 조사 항목 등이 이미 주어진 경우가 많아 학생들이 스스로 문제를 해결하고 창의적으로 사고하는 기회가 충분히 제공되지 않는다고 할 수 있다. 따라서 학생들이 조사할 만한 문제를 설정하고 직접적으로 자료 수집 계획을 세워 자료 수집을 할 수 있는 활동을 마련할 필요가 있다.

자료 분석 단계는 자료의 변환이 48.2%로 가장 많고 표현 방법의 선정 및 유용성 인식에 해당하는 문항이 22.4%, 관계 비교가 18.2%, 자료 읽기가 11.2%의 순으로 나타났다. 표현 방법의 유용성 인식은 대부분 표나 그래프를 비교하여 더 편리한 방법을 찾는 형태로만 제시되었는데, 동일 자료를 다른 형태로 표현하거나 새로운 방법으로 표현하는 활동을 통해 자료에 대한 다양한 관점을 갖고 창의적으로 사고하는 기회를 제공할 필요가 있다.

결과 해석 단계는 자료로부터의 추론이 63.3%, 조사 집단의 성질 파악이 16.7%로 나타났고 다른 집단이나 상황의 적용, 확인 및 평가 요소가 각각 10%였으며 새로운 문제 설정에 해당하는 요소는 없었다. 결과를 해석할 때 다른 집단, 다른 조사 방법 등을 적용했을 때의 결과에 대해 예상해보는 활동이 거의 없어 통계적 문제해결 과정에서 중요한 ‘변이성’ 요소에 대한 보완이 논의될 필요가 있다. 또한 처음에 제기한 문제에 대한 결과가 도출된 후에 학습자들이 문제를 해결하면서 궁금하거나 더 알고 싶은 점을 새로운 통계적 문제로 설정하여 자료를 수집함으로써 사고를 확장할 수 있는 문항과 활동들이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 고은성 (2014) 통계 교수학습에서 스토리텔링의 적용 방안. **한국초등수학교육학회 학술대회논문집**.
- 박경연 (2001). **통계적 교수·학습 과정을 통한 그래프 이해력 증진에 관한 탐구**. 대구교육대학교 석사학위 논문.
- 박교식 (2011). 2007 초등수학과 교육과정과 2011 초등수학과 교육과정의 비교.분석: 변화 내용을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 15(3). 579-598.
- 장혜원, 김민선 (2013). 초등 수학 수업을 위한 수학적 과정의 적용. **한국초등수학교육학회지**, 17(1). 19-37.
- 한국과학창의재단 (2015). **2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책 연구 공청회**.
- Chick, H (2004). Tools for transnumeration : Early Stages in the art of data representation. *Mathematics education for the third millenium*. 167-174.
- France R. Curio (1994). *Developing graph comprehension elementary and middle school activities*. NCTM.
- Franklin, C., Kader,G., Mewborn, D., Moreno, J. Peck, R. Perry, M. , & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report Pre-K-12*. American Statistical Association. [Online: [http://www.amstat.org/education/gaise/GAISEPreK12\\_Intro.pdf](http://www.amstat.org/education/gaise/GAISEPreK12_Intro.pdf)]
- Marriot. J (2009). Teaching, learning and assessing statistical problem solving. *Journal of Statistics Education* 17(1).
- Wild,C., & Pfannkuch, M.(1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

---

<Abstract>

## An Analysis on Statistical Units of Elementary School Mathematics Textbook

Bae, Hye Jin<sup>3)</sup>; & Lee, Dong Hwan<sup>4)</sup>

The purpose of this study is to investigate statistical units of elementary school mathematics textbooks upon on the statistical problem solving process to provide useful information for qualitative improvement of developing curriculum and teaching materials. This study analyzed the statistical units from the textbooks of 1st to 6th year along the 2009 revised national curriculum. The analysis frame is based on the 4 phases of the statistical problem solving process: formulate questions, plan and collect data, present and analyze data and interpret data.

Key words: statistical problem solving, elementary school mathematics textbook, statistics education

논문접수: 2016. 01. 17

논문심사: 2016. 02. 17

게재확정: 2016. 02. 19

---

3) purity0613@naver.com

4) dhhdh@bnue.ac.kr