

2015 개정 교육과정과 통계교육의 방향

이화영¹⁾

요약: 본고에서는 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 통계교육의 변화 방향을 알아본다. ‘제2차 수학교육 종합계획(2015.3.)’에 따라 새 교육과정에서는 실생활과 연관된 내용을 중심으로 ‘통계적 소양’의 관점에서 통계 교육과정을 재정립하여 내실화하고자 하였다. 이에 따라, 초·중학교에서는 자료를 수집, 정리, 분석, 해석하는 일련의 과정을 강조하였고, 산점도와 상관관계를 추가하였다. 고등학교 <확률과 통계>에서는 자료 수집 방법으로 표본조사의 의미를 강조하였다. 한편, 학교교육에서 실용적인 통계교육을 활성화하기 위한 방안으로 통계교육용 SW를 적극 활용하도록 명시함으로써, 수학교육에서 공학도구 활용을 활성화하는데 기여하였다.

핵심어: 2015 개정 수학과 교육과정, 통계적 소양, 실용적인 통계 교육, 공학도구 활용

I. 들어가는 말

통계학은 수학과 불가분의 관계이지만 수학과는 구별되는 독립 학문으로서의 위치를 지닙니다. 그럼에도 불구하고 우리나라 학교 교육과정에서는 통계가 수학의 한 분야로 다루어져 왔습니다. 교육과정은 학생들에게 제공할 학습 경험을 선정·조직하고 교과서와 수업의 내용을 규정할 뿐 아니라 어떻게 가르치고 평가할 것인가에 이르기까지를 담아내는 실천적 문서(김화경 외, 2016)인데, 우리나라는 교육부 주도로 교육과정을 개발하고, 이는 수학교육 전반에 많은 영향을 미친다고 할 수 있습니다. 따라서, 그간 문제점으로 지적되어 오던 사항이 2015 개정 교육과정에서 어떻게 반영되었고, 앞으로의 과제는 무엇인가를 논의하고자 합니다.

1. 그간의 통계교육 관련 논점들

- 그동안 학교수학의 통계 교육에서 기능, 계산, 절차를 강조하여 학생들이 통계적으로 추론하고 사고하지 못한다(우정호, 2007, Garfield, J. et al., 1999, Moore, 1992, Jun, L, 2004 등; 강현영 외, 2014에서 재인용)
- 학생들에게 통계는 평균이나 표준편차를 구하기 위해 공식에 따라 지루한 계산을 하는 것, 제시된 방법에 따라 그래프를 그리는 것, 주어진 방식대로 신뢰구간을 구하는 것쯤으로 여긴다(강현영 외, 2014).
- 통계 교육은 통계치의 계산보다 실제적인 자료를 수집하여 이를 표현하고 처리하는 경험을 통해 통계의 기본적인 원리를 이해하도록 함으로써 자료에 대한 비판적인 추론능력을 개발해야 한다(Freudenthal, 1973).
- 학업성취도 국제비교 연구 결과, 우리나라 학생들은 수학 내용 영역 중에서 확률과 통계에 대한 소양이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.
 - ※ PISA 2012의 결과, 우리나라 학생들의 ‘불확실성과 자료’의 평균 점수가 다른 영역에 비해 상대적으로 낮았으며, TIMSS 2011 초등학교 4학년 결과에서도 우리나라 학생들은 ‘수’, ‘도형’과 ‘측정’과 비교하여 ‘자료 표현’의 평균 점수가 낮은 것으로 나타남.
- 학생들의 통계적 소양²⁾ 함양을 구체적으로 실현할 수 있도록 교육과정의 개선이 필요하다(강현영 외, 2014)
- 통계라는 분야가 ‘실세계를 이해하고 예측하는 데에 필요한 자료를 수집하고, 분석하는 방법’으로 발전해 왔으므로 그러한 본질을 제대로 지도하자(이경화, 2016).

1) 연구원, 한국과학창의재단. 서울특별시 강남구 선릉로 602. hylee@kofac.re.kr

2) 통계적 소양은 ‘일상생활 곳곳에 스며들어 있는 통계적 결과들을 이해하고 비판적으로 평가하는 능력을 말한다. 이는 공적 혹은 사적인 의견 결정, 전문적 혹은 개인적인 의사결정이 이루어지는 과정에서 통계적 사고가 기여하는 바를 인식하는 능력과도 결부된다(Wallman, 1993, p.1., 탁병주, 2017에서 재인용)

II. 2015 개정 교육과정에서 통계 영역 변화

2015 개정 수학과 교육과정³⁾에서 영역 자체의 큰 변화가 있었던 것은 확률과 통계 영역이라고 할 수 있습니다. 기존의 통계 교육이 알고리즘을 익히고 기계적으로 계산을 수행하는데 편중되어 있다는 문제의식 하에 2015 개정 교육과정은 실생활 맥락을 강조하는 탐색적 자료 분석으로 방향성을 설정(박경미 외, 2015)하였습니다. 즉, 통계 자료가 주어진 상태에서 수동적으로 값을 구하는 것을 넘어서, 자료를 수집하고 정리하고 분석하고 해석하는 일련의 과정이 통계 교육에서 이루어지는 것을 강조(박경미 외, 2015)하였습니다. 이는 기존에 비해 실생활 중심으로 통계 내용을 재구성하여, 통계의 근본적인 의미를 살리고자 한 것입니다.

1. 자료의 수집, 분류, 정리, 해석 활동 강조

- 초등학교에서의 확률과 통계 영역은 명칭을 ‘자료와 가능성’으로 변경⁴⁾하였으며, 자료의 수집, 분류, 정리, 해석 활동을 강조하였습니다.
- 자료의 수집, 분류, 정리, 해석을 포함하되 학년군별로 다루어지는 학습 요소 및 수준을 차별화하여 제시했습니다. 즉, 1~2학년군에서는 자료 수집에 직접 관련되는 자료의 분류에 대한 내용을 강화하고, 3~4학년군에서는 자료의 특성에 맞는 그래프 표현과 해석, 5~6학년군에서는 목적에 맞는 그래프 표현과 해석을 강조하였습니다.

- [2수05-01] 교실 및 생활 주변에 있는 사물들을 정해진 기준 또는 자신이 정한 기준으로 분류하여 개수를 세어보고, 기준에 따른 결과를 말할 수 있다.
- [4수05-03] 여러 가지 자료를 수집, 분류, 정리하여 자료의 특성에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수 있다.
- [6수05-04] 자료를 수집, 분류, 정리하여 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수 있다.

- 중학교의 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’에서는 자료의 수집 과정부터 강조하였습니다.

- 다양한 상황에서 자료를 수집하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하게 한 후, 자신의 판단 근거를 설명해 보게 한다.

- 중학교의 중영역명을 ‘도수분포와 그래프(2009 개정 교육과정)’에서 ‘자료의 정리와 해석’으로 변경하여 통계적 소양 교육을 강조하였습니다.
- 고등학교 <확률과 통계>에서는 자료 수집 방법으로 표본조사의 의미를 강조하여, 대중매체에서 접하는 통계조사 결과를 올바르게 해석할 수 있도록 모집단과 표본의 관련성 및 표본조사의 중요성을 강조했습니다.

- ‘실제적인 예를 통하여 표본조사의 필요성을 알게 하고, 올바른 표본추출이 모집단의 성질을 예측하는 기본 조건임을 이해하게 한다.

2. 이변량 자료 지도를 위해 상관관계 도입

- 이변량 자료를 지도할 필요성은 NCTM 에서도 지속적으로 강조해 오고 있는 부분(NCTM, 2000)으로, 산점도와 상관관계에 대한 이해는 학생들이 학교에서 배운 통계를 실생활과 관련짓고 적용하는데 필수적(박경미 외, 2015, p.35)이라고 할 수 있습니다.
- 교육과정 국제 비교 연구를 살펴보면 미국, 영국, 핀란드, 호주, 일본, 중국, 대만 등 상당수의 국가들

3) 2015 개정 교육과정 개정의 방향은 수학 교과 역량(문제 해결, 추론, 의사소통, 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천)의 강조, 학습 부담 경감 추구, 학습자의 정의적 측면(수학 학습에 대한 흥미, 가치, 성공경험 등) 강조, 실생활 중심의 통계 내용 재구성, 공학적 도구의 활용 강조이다.

4) 초등학교 영역명은 중학교 이상의 학교급의 영역명과 달리 ‘기하’ 대신 ‘도형’으로 하는 식으로 좀 더 초보적인 영역명을 취하여 왔다. 이에 근거하여 ‘확률과 통계’ 대신 ‘자료와 가능성’이라는 영역명이 제안되었고, 통계 전문가 협의회 및 초등수학 전문가 협의회 논의 거쳐 영역명을 변경함(박경미 외, 2015, p.80)

이 상관관계를 다루고 있습니다. 우리나라의 경우도 제7차 교육과정(교육부, 1997)까지는 상관관계(산점도, 양(음) 상관관계, 분할표)를 중학교에서 다루었으나 학습 부담 경감을 위해 2007 개정 교육과정부터 삭제되었습니다.

- 그러나 교육과정에서 삭제되어 학생들이 상관관계를 배울 기회조차 잃어버린 것은 큰 문제라는 의견이 제시 (박경미 외, 2015, p.98)되었습니다.
- 이에, 상관관계의 중요성과 세계적 추세를 감안하여 간단하게 상관관계⁵⁾를 중학교 3학년 추가했습니다.

• [9수05-08] 자료를 산점도로 나타내고, 이를 이용하여 상관관계를 말할 수 있다.

3. '평균'의 개념적 지식 강조

- 평균과 관련하여, 학생들은 평균의 의미와 필요성을 파악하여 활용하기보다는 구하는 방법 자체에 집중하는 경향이 있습니다. 이에, '교수·학습 방법 및 유의사항'으로 평균에 대한 절차적 지식 뿐만 아니라 개념적 지식이 의미있게 지도될 것을 의도하였습니다.

• '평균을 구하는 방법뿐만 아니라 그 의미를 직관적으로 파악하게 한다.

4. 비판적인 분석 능력 강조

- 중학교의 '교수·학습 방법 및 유의사항'에서는 표와 그래프를 비판적으로 분석하는 능력을 기를 수 있게 하였습니다.

• 눈금 등을 부적절하게 사용하여 자료를 부정확하게 나타낸 표나 그래프에서 오류를 찾는 활동을 하게 한다.

5. 공학 도구 활용 강조

- 확률·통계 학습에서 공학적 도구의 필요성이 꾸준히 요구되어 왔으나 학교 현장의 현실적인 문제들로 인한 어려움으로 공학적 도구 이용에 대한 일반적 권장에 그쳤습니다.
- 통계 자료를 표나 그래프로 정리할 때 공학적 도구의 이용이 보다 활성화될 수 있도록 공학적 도구의 이용을 '성취기준'과 '교수·학습 방법 및 유의사항'으로 진술하였습니다.

[성취 기준]

• [9수05-03] 공학적 도구를 이용하여 실생활과 관련된 자료를 수집하고 표나 그래프로 정리하고 해석할 수 있다.

[교수·학습 방법 및 유의사항]

- 실생활 자료로 확률분포와 통계적 추정을 다룰 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.
- 표본평균의 분포를 도입할 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.

※ 2009 개정 교육과정을 비롯하여 이전의 수학과 교육과정은 각 영역별 '교수·학습상의 유의점'이나 일반적인 '교수·학습 방법'에서 공학적 도구의 활용을 언급하고 있음. 그러나 2015 개정 수학과 교육과정의 중학교에서는 위와 같이 성취기준으로 진술함으로써 교과서와 수업에서 공학적 도구가 적극적으로 활용되어야 함을 명시적으로 강조함.

이처럼 성취기준으로 명문화 한 것은 실제적인 맥락을 강조하는 수학 내용을 전개하기 위해서는 복잡한 계산을 공학적 도구에 위임하는 것이 필요하며, 공학적 도구의 활용에 대한 국제적인 추세 역시 보다 개방적인 방향으로 나아가고 있다는 점을 고려한 것임. 특히 중학교 통계에 새로이 추가되는 산점도, 상관관계를 다룰 때 손으로 하는 복잡한 계산을 배제하고 적절한 공학적 도구를 사용함으로써 이 개념의 보다 본질적인 측면에 주목할 수 있을 것으로 기대됨. 통계에서 공학적 도구가 본격적으로 이용되기 위해서는 국가 수준에서 통계 프로그램을 개발하여 제공하는 방향이 바람직하며, 이를 위해 통계청과의 협조 하에 교수·학습용 통계 프로그램 개발을 추진하고 있음(박경미 외, 2015, p.36).

- 5) 상관관계의 용어와 관련하여 제7차 교육과정에서는 '상관도(correlation diagram)'를 사용하였으나, 통계학이나 다른 나라의 교육과정에서는 일반적으로 '산점도(scatter diagram)'를 사용함. 통계 학회의 자문과 선행 연구들(노아라·유연주, 2013; 이경화, 2004)을 참고하여 '산점도'라는 용어를 사용하기로 함

6. 학습 분량 적정화

- 중학교 ‘도수분포표에서 자료의 평균’ 성취기준 삭제하였습니다.
- ※ 도수분포표에서 자료의 평균을 구하는 상황은 실생활에서 발생하는 경우가 많지 않으며 도수분포표에서 자료의 평균을 구하기 위해서는 지루한 단순 계산을 거쳐야 함. 이처럼 도수분포표에서 자료의 평균은 학생들의 학습 부담을 가중시키는 경향이 있으므로 학습 부담 경감을 위해 성취기준에서 삭제함(박경미 외, 2015, p.98)
- 고등학교 <확률과 통계>의 학습 내용의 적정화 차원에서 분할과 모비율의 추정을 삭제하였습니다.

III. 통계교육 변화의 실제

교육부는 한국과학창의재단과 함께 2012년부터 수학교육의 활성화를 위한 종합계획을 발표하여 체계적인 지원 방안을 수립, 추진하고 있습니다. 2015년에는 ‘제2차 수학교육 종합계획(2015~2019)’을 발표했는데, 그 이전의 ‘수학교육 선진화 방안(2012~2014)’에서는 제시하지 않았던 실용통계 교육의 방향을 제시하였으며, 이는 2015 수학과 교육과정의 개정에도 큰 영향을 주었습니다.

※ 제2차 수학교육 종합계획 중

- 수학의 유용성을 체감할 수 있는 실생활 연관 내용 강화(2015 개정 수학과 교육과정)
 - 통계교육 내용을 생활 속에서 자료를 수집, 분석, 해석하는 활동 중심으로 개편
 ※ 학교교육에서 빅 데이터 활용이 가능하도록 통계교육 프로그램 개발 보급

뿐만 아니라, 2015년부터는 제2차 수학교육 종합계획에 따라 연차별 ‘수학교육 추진계획’에 통계교육을 실생활과 연관지어 통계적 소양을 길러주기 위해 실용 통계 교육 활성화를 지원하고 있습니다.

교육과정은 그 실천 국면에 따라 계획된(intended) 교육과정, 전개된(implimented) 교육과정, 실현된(achieved) 교육과정으로 볼 수 있습니다. 각 단계에서 구체적인 모습으로 교수학적 변화로 나타날 수 있습니다. 따라서, 교과서의 변화와 교육 현장에서의 지원과 변화를 살펴보도록 하겠습니다.

1. 교과서

초등학교 교과서에서는 교육과정의 ‘성취기준’과 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’에 맞추어 ‘자료를 수집, 분류, 정리하여 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수’ 있도록 2009 개정 교육과정에 따른 교과서에 비하여 그래프의 해석 측면을 강조하였습니다.

[illegible]

2. 공학도구 사용

※ 공학도구 활용 실태 조사 결과(한국과학창의재단, 2018)

구분	초등학교 (n=2963)		중학교 (n=1690)		고등학교 (n=1128)	
	N	%	N	%	N	%
이지통계	115	3.88%	145	8.58%	18	1.60%
통그라미	46	1.55%	495	29.29%	48	4.26%
그래프 프로그램(Graph Eq 등)	84	2.83%	351	20.77%	191	16.93%
스프레드시트형(Excel 등)	685	23.12%	598	35.38%	334	29.61%
패덤(Fathom)	20	0.67%	8	0.47%	2	0.18%
지오지브라	163	5.50%	854	50.53%	636	56.38%
GSP	156	5.26%	619	36.63%	392	34.75%
Cabri	10	0.34%	61	3.61%	64	5.67%
DesMos	5	0.17%	61	3.61%	24	2.13%
매스매티카/메이플	8	0.27%	54	3.20%	58	5.14%
코딩프로그램 (스크래치, 엔트리, LOGO 등)	1210	40.84%	80	4.73%	34	3.01%
알지오매스(AlgeoMath)	23	0.78%	21	1.24%	18	1.60%
기타	400	13.50%	96	5.68%	78	6.91%

(※ 전국 총 5781개교(초-2963개교, 중-1690개교, 고-1128개교)를 대상으로 조사함)

확률과 통계 영역은 유일하게 2015 개정 수학과 교육과정에서 공학도구를 사용하도록 성취기준으로 제시한 영역입니다. 이에, 교육과정 논의 당시부터 통계청 통계교육원과의 긴밀한 협조하에 ‘통그라미’ 프로그램을 교육과정에 맞게 일선 학교에서 활용할 수 있도록 정비하고 이를 보급하였습니다. 통계교육원에서는 교사 연수를 통해 통그라미를 교실에서 활용할 수 있도록 지원하고 있습니다. 그 결과, 많은 일선 학교에서 통계 교육용 프로그램을 활용하고 있는 것으로 조사되었습니다.

3. 실용 통계 교육 지원

통계교육이 2015 개정 교육과정의 정신을 살려 실현될 수 있도록 여러 가지 지원을 하고 있습니다. 2016년에는 프로젝트형 통계수업 원격 연수 콘텐츠를 개발(15차시)하고 원격연수를 실시하였으며, 2017년에는 ‘실용통계 교육을 위한 교사용 가이드북⁶⁾’을 발간하여 보급 중에 있습니다.



V. 통계교육 개선을 위한 제언

통계 교육은 교육과정 개정과 관련 기관들의 긴밀한 네트워크와 협력으로 그 어느 때보다 실용적인 측면이 강조되어 실행되고 있습니다. 그러나, 제4차 산업혁명과 사회의 변화에 발맞추어 교육 내용과 방법을 더욱 개선하고 교육에 대한 패러다임을 점검할 필요가 있습니다. 이 장에서는 교육과정 개선과 통계교육의 패러다임 측면에서 제언하고자 합니다.

1. 교육과정 내용 요소 및 지도 시기를 개선할 필요가 있습니다.

가. 그림그래프의 지도 시기에 대한 부분입니다.

- 그림그래프는 제4차 교육과정부터 6차 교육과정에서 5학년의 내용으로 다루었다가 2007 개정 교육과정에서 3학년으로 하향 이동한 이후, 2009 개정과 2015 개정 교육과정에서는 3학년과 5학년, 3학년과 6학년에 나누어서 다루고 있습니다(서보익 외, 2017, pp. 184~185). 그림그래프의 내용이 두 개의 학년에 걸쳐 지도할 만큼 다른 그래프에 비해 학습량이 많은 것이 아니라면, 특별히 그림그

6) 고은성, 강현영, 신보미, 김은하, 정승호, 홍창섭, 지영명, 이자미, 하병수, 탁병주(2018). 실용 통계 교육을 위한 교사용 가이드북. 한국과학창의재단.

래프만 두 개 학년에 나누어 지도할 필요가 없습니다. 그림그래프의 특징과 활용이 잘 발현될 수 있도록 큰 수를 배우고 난 뒤로 지도 시기를 조정할 필요가 있습니다.

나. 이변량을 다루는 그래프와 표상을 좀 더 다룰 필요가 있습니다.

- 상관관계를 중학교에서만 다루는 국가로 우리나라가 유일함(김화경 외, 2016).

※ 미국, 영국, 중국은 중학교와 고등학교에서 연이어 다루며, 프랑스, 호주, 일본, 싱가포르, 대만 등은 고등학교에서만 다룸

- 고등학교에서 보다 심화시켜 다루는 방안을 고려해야 할 것(김화경 외, 2016)

※ 이경화(2004)는 상관관계와 관련된 개념들이 '학문으로서의 통계학'으로부터 어떠한 교수학적 변환을 거쳐 '중학교 수학 교과서'에 제시되는지에 초점을 맞추어, 공분산에 기초한 피어슨 상관계수와 같이 변수 간의 선형적 관계의 정도와 방향을 알 수 있는 상관계수를 도입하지 않은 채 직관적인 수준에서 상관관계를 파악하도록 하는 것에 대한 문제를 제기함. 더불어 상관계수에 큰 영향을 미치는 특이점(outliner)을 학교수학에서 다루고 있지 않은 점도 지적함.

2. 통계적 소양을 함양을 목표로 통계적 추론과 해석을 강조할 필요가 있습니다.

- Freudenthal(1973)은 통계교육이 지나치게 많은 통계적 기법들을 피상적으로 가르치고 기계적으로 적용하게 한다고 비판한 바 있습니다. 이후 여러 학자들이 주장한 바와 같이, 수학적 알고리즘의 형태로 공식화된 절차적 지식 전달 중심의 통계교육에서 탈피해야 합니다. 통계적 추론은 통계적 과정을 이해하고 설명할 수 있으며, 통계적 결과를 완전하게 해석할 수 있는 것(Ben-Zvi & Garfield, 2004/2010, pp.7-8)으로 통계의 기초 지식을 바탕으로 통계적 결과를 비판적으로 해석할 수 있도록 해야 합니다.

- 이를 위해서는 수학교과 뿐 아니라 범교과적으로 통계적 소양을 길러줄 수 있는 고민도 필요해 보입니다. 이를테면, 사회과에서는 사회과의 특성에 맞게 인문사회적 주제에 대한 통계를 다룰 때, 민주 시민으로서의 올바른 안목과 자질을 갖추 수 있는 통계의 특성을 보다 강조하여 지도할 수 있으며, 수학교과에서도 무슨 내용을 담으면 좋겠는지 큰 그림을 고민할 필요가 있습니다.

3. 수학과와의 차별성은 무엇일지, 독립 교과서로 필요한지 등을 고민할 필요가 있습니다.

- 모두가 주지하시다시피, 통계영역 단원은 지금까지 학년말에 다루도록 배치되어 있어, 학교 현장에서 본의 아니게 중요성이 덜 강조되어온 경향이 있습니다.

- 통계학과 수학의 차이는 비결정론적 사고, 맥락의존적 사고, 자료기반적 사고(Ko, 2012)임에 근거하여, 탁병주(2017)은 통계학을 수학의 한 하위 영역으로 다루었던 전통적 관점에서 탈피하여, 통계학과 수학의 학문적 차이를 통계 수업에서 분명하게 드러내어 지도해야 한다고 주장한 바 있습니다.

- 자료의 수집, 분류, 정리, 표현, 해석을 학생들이 경험할 수 있는 방안은 무엇이며, 이 때 통계적 소양을 길러주기 위한 초점은 무엇인가? 초중등에 정말 필요한가? 독립교과로서의 존재가 필요한가를 진지하게 고민할 필요가 있습니다.

※ 해외 교육과정 관련 영역명(2017년 현재)

- 초등학교 영역명이 '통계'(싱가포르, 영국), '자료처리'(홍콩), '자료 처리와 통계'(핀란드), '통계와 확률'(중국)로 다양하며, 일본과 북한은 통계 관련 영역이 존재하지 않음
- 중학교의 경우, '통계와 확률'(싱가포르, 미국), '자료 처리'(홍콩), '통계'(영국), '확률과 통계'(핀란드, 북한)임

※ 통계 영역 내용 계통도 참고(<부록 2>)

4. 시대에 맞는 통계교육 내용에 대한 고민이 필요합니다.

- 빅데이터를 특징으로 하는 4차 산업혁명 시대가 도래하였으나, 통계교육에서는 지금까지 전통적으로 통계교육에서 표본조사를 강조해 왔다는 점에 대해 제고가 필요합니다. 모집단을 전수조사하는 것은 어떠한가, 어떤 때 전수조사가 필요하고 어떤 때 표본조사가 합당한가에 대한 판단도 다룰 필요가 있습니다.

- 현재 사회과학적 통계는 설문 통계에 기반하고 있습니다. 센서에 의해 실시간으로 자료 수집할 수

있는 시대에 실시간 데이터를 다루는 내용은 어떠한가 생각해 볼 필요가 있습니다. 자료수집의 방법에 대한 보다 다양한 접근이 필요할 수 있습니다.

5. 지금까지의 통계에서 평균주의에 의한 통계적 사고가 주를 이루고 있으나, 개개인성에 대한 고려도 필요합니다.

- 대체로 종합 후 분석하는 방법을 취하여 왔으나, 반대로 분석 후 종합하는 사고의 지도가 필요한 것은 아닌지 고찰할 필요가 있습니다. 특히 이는 ‘변이성(variability)’ 과도 관계가 있을 것입니다.

6. 통계교육에 대한 연구 활성화가 필요합니다.

- 연구의 대상, 방법, 주제에 대한 보다 폭넓은 접근이 필요합니다.

※ 1963년부터 2003년까지 통계교육 연구논문은 총 12편에 불과(이영하, 심효정, 2003)

※ 2000년부터 2016년까지의 통계교육 연구논문은 총90편(논문 총 편수 3,258편)(탁병주, 이경화, 2017) 약 2.6%

※ 국내 연구 동향 분석(탁병주, 2017)

- 연구 대상 : 주로 내용 지식을 교수학적으로 분석하거나 교육과정, 교과서를 분석 대상으로 함. 교사를 대상으로 한 연구, 학생을 대상으로 한 연구가 필요함
- 연구 방법 : 실험 연구와 비실험 연구가 이루어져 왔으나, 대다수의 실험 연구가 설문지나 면담을 활용하는데 그치고 있어 교육의 실질적인 개선과 관련된 제언을 도출하기 위해서는 수업을 관찰하고 이를 질적으로 분석하는 접근이 필요함.
- 연구 주제 : 통계에서 사용하는 추론은 그동안 수학적 추론과 다르기 때문에 학생과 교사의 인지적 구조와 정신적 과정에 대한 기초 연구가 중요.
 - 결정론적 세계관을 취하여 우연을 무지의 산물로 인식하는 수학 vs 통계에서는 경험론적 인식론을 바탕으로 우연 현상에 대한 총체적인 이해를 추구하는 학문(이영하, 2014)
 - 통계에서 사용하는 추론은 귀납과 가추(확장적이면서도 불확실한 사고 요소)로부터 정의
 - 2002년부터 2009년까지 국내 통계교육 연구 논문 중 교수·학습 관련 논문이 58.6%, 추론 및 이해 관련 논문이 26.3%

<참고문헌>

강현영, 신보미, 고은성, 이동환, 심송용, 김정자, 구나영, 정인수, 최경식, 홍지혜, 이상배(2014). 통계 교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구. 한국과학창의재단.

교육부 (2012). 수학교육 선진화 방안.

교육부 (2015). 제2차 수학교육 종합계획.

김화경, 김선희, 박경미, 장혜원, 이환철, 이화영 (2016). 정비례/반비례, 상관관계의 도입 시기 및 내용 조직에 대한 교육과정 국제 비교 연구. 수학교육학연구 26(3). 대한수학교육학회

박경미, 이환철, 박선희, 강은주, 김선희, 임해미, 김성여, 장혜원, 강태석, 권점례, 김민정, 방정숙, 이화영, 임미인, 이만근, 김화경, 윤상혁, 이광상, 이경은, 조혜정, 권영기, 권오남, 신동관, 강현영, 김재영, 도종훈, 박정숙, 서보억, 안현정, 오택근, 이경진, 이광연, 이문호, 이승훈, 이은정, 이지윤, 전인태, 최지선, 한준철, 황선미, 박문환, 김완일, 강성권(2015). 2015 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정 개발 연구 II. 교육부, 한국과학창의재단.

박윤범, 박혜숙, 도종훈, 한 대희, 이미혜, 최은영, 박은미, 이미형(2014). 우리나라 수학과 교육과정 내용 계통 연구. 한국과학창의재단 연구보고서.

서보억, 김남균, 도종훈, 박윤범, 김기탁, 박영은, 최인영, 이화영(2017). 통계교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구. 한국과학창의재단 연구보고서.

이경화(2004). 상관관계의 교수학적 변환에 관한 연구. 학교수학, 6(1), 251-266. 대한수학교육학회.

이경화(2016). 우리나라 통계교육의 실제와 방향. 2016 한국통계학회 발표자료.

탁병주(2017). 통계적 소양 교육을 위한 예비교사의 통계 교수 지식 연구(표본 개념 지도에서의 활용을 중심으로). 서울대학교 박사학위 논문.

- 탁병주, 이경화(2017). 우리나라 통계교육 연구의 동향 분석: 2000년 이후 발행된 국내 통계교육 연구노
운을 중심으로. 수학교육학연구, 27(2), 269-289.
- 이영하, 심효정(2003). 확률·통계 연구에 대한 수학교육학적 고찰: <수학교육>에 게재된 논문을 중심으
로. 수학교육, 42(2), 203-218.
- Ben-Zvi, D. & Gargield, J. (2010). 통계적 소양, 추론, 사고: 목표, 정의, 난제. In D. Ben-Zvi & j.
Garfield(Eds.). 통계적 사고의 의미와 교육(이경화, 지은정, 고은성, 강현영, 신보미, 이동환, 이은경, 이
정연, 박민선, 박미미 역) (pp.3-17). 서울: 경문사
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*, Dordrecht: D.Reidel Publishing Company.
- Ko, E. S. (2012). *A comparison of mathematically talented and non-talented students' levels of
thinking with regard to statistical variability*. Ph.D. dissertation, Seoul national University.

<부록 1> 2015 개정 수학과 교육과정 <자료와 가능성>, <확률과 통계> 영역 내용

1. 초등학교

가. 1~2학년군

■ 성취기준

① 분류하기

[2수05-01] 교실 및 생활 주변에 있는 사물들을 정해진 기준 또는 자신이 정한 기준으로 분류하여 개수를 세어보고, 기준에 따른 결과를 말할 수 있다.

② 표 만들기

[2수05-02] 분류한 자료를 표로 나타내고, 표로 나타내면 편리한 점을 말할 수 있다.

③ 그래프 그리기

[2수05-03] 분류한 자료를 ○, ×, / 등을 이용하여 그래프로 나타내고, 그래프로 나타내면 편리한 점을 말할 수 있다.

■ 교수·학습 방법 및 유의사항

- 분류하기에서는 학생들이 실생활에서 친근하게 느낄 수 있는 소재를 활용한다.
- 기준을 정하여 분류할 때 학생들이 정한 다양한 기준을 존중하되, 분명하지 않은 기준일 경우에는 분류하는 것이 어려움을 인식하게 한다.
- 표를 만들 때 자료가 중복되거나 빠지지 않도록 세어보는 방법을 함께 지도한다.
- 표와 그래프로 나타내기는 생활 주변에 있는 자료들을 활용하되, 그 기준이 분명하고 간단한 것을 다룬다.
- 자료와 가능성 영역의 문제 상황에 적합한 문제 해결 전략을 지도하여 문제 해결 능력을 기르게 한다.

■ 평가 방법 및 유의사항

- 분류하기를 평가할 때 학생들의 수준에 비해 어려운 분류 대상이나 분류 기준을 사용하지 않는다.

나. 3~4학년군

■ 성취기준

① 자료의 정리

[4수05-01] 실생활 자료를 수집하여 간단한 그림그래프나 막대그래프로 나타낼 수 있다.

[4수05-02] 연속적인 변량에 대한 자료를 수집하여 꺾은선그래프로 나타낼 수 있다.

[4수05-03] 여러 가지 자료를 수집, 분류, 정리하여 자료의 특성에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수 있다.

■ 교수·학습 방법 및 유의사항

- 그래프로 나타내면 자료의 특성을 알아보는 데 편리함을 설명하게 한다.
- 꺾은선그래프를 그릴 때 변화의 경향이 잘 드러날 수 있도록 눈금의 크기를 적절히 선택하게 한다.
- 간단한 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선그래프의 특성을 비교하여 자료의 특성에 맞는 그래프로 나타내게 한다.
- 자료와 가능성 영역의 문제 상황에 적합한 문제 해결 전략을 지도하고, 문제 해결 과정을 설명하게 하여 문제 해결 능력을 기르게 한다.

■ 평가 방법 및 유의사항

- 꺾은선그래프에서는 변화의 경향을 파악하는지에 중점을 두어 평가한다.

다. 5~6학년군

■ 성취기준

① 평균

[6수05-01] 평균의 의미를 알고, 주어진 자료의 평균을 구할 수 있으며, 이를 활용할 수 있다.

[2] 자료의 정리

[6수05-02] 실생활 자료를 그림그래프로 나타내고, 이를 활용할 수 있다.

[6수05-03] 주어진 자료를 띠그래프와 원그래프로 나타낼 수 있다.

[6수05-04] 자료를 수집, 분류, 정리하여 목적에 맞는 그래프로 나타내고, 그래프를 해석할 수 있다.

[3] 가능성

[6수05-05] 실생활에서 가능성과 관련된 상황을 '불가능하다', '~아닐 것 같다', '반반이다', '~일 것 같다', '확실하다' 등으로 나타낼 수 있다.

[6수05-06] 가능성을 수나 말로 나타낸 예를 찾아보고, 가능성을 비교할 수 있다.

[6수05-07] 사건이 일어날 가능성을 수로 표현할 수 있다.

■ 교수·학습 방법 및 유의사항

- 평균을 구하는 방법뿐만 아니라 그 의미를 직관적으로 파악하게 한다.
- 띠그래프와 원그래프를 지도할 때 신문, 인터넷 등에 있는 표나 그래프를 소재로 활용할 수 있게 한다.
- 원그래프를 그릴 때에는 눈금이 표시된 원을 사용하게 한다.
- 복잡한 자료의 평균이나 백분율을 구할 때 계산기를 사용하게 할 수 있다.
- 막대그래프, 꺾은선그래프, 그림그래프, 띠그래프, 원그래프의 특성을 비교하여 목적에 맞는 그래프로 나타내게 한다.
- 가능성을 수로 표현할 때 0 , $\frac{1}{2}$, 1 등 직관적으로 파악되는 경우를 다룬다.
- 자료와 가능성 영역의 문제 상황에서 문제 해결 전략 비교하기, 주어진 문제에서 필요 없는 정보나 부족한 정보 찾기, 조건을 바꾸어 새로운 문제 만들기, 문제 해결 과정의 타당성 검토하기 등을 통하여 문제 해결 능력을 기르게 한다.

■ 평가 방법 및 유의사항

- 평균을 구하는 것뿐만 아니라 평균이 사용된 상황에서 그 의미를 파악하는지 평가한다.

2. 중학교

■ 성취기준

[1] 자료의 정리와 해석

[9수05-01] 자료를 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형으로 나타내고 해석할 수 있다.

[9수05-02] 상대도수를 구하며, 이를 그래프로 나타내고, 상대도수의 분포를 이해한다.

[9수05-03] 공학적 도구를 이용하여 실생활과 관련된 자료를 수집하고 표나 그래프로 정리하고 해석할 수 있다.

[2] 확률과 그 기본 성질

[9수05-04] 경우의 수를 구할 수 있다.

[9수05-05] 확률의 개념과 그 기본 성질을 이해하고, 확률을 구할 수 있다.

[3] 대푯값과 산포도

[9수05-06] 중앙값, 최빈값, 평균의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

[9수05-07] 분산과 표준편차의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

[4] 상관관계

[9수05-08] 자료를 산점도로 나타내고, 이를 이용하여 상관관계를 말할 수 있다.

■ 교수·학습 방법 및 유의사항

- 다양한 상황에서 자료를 수집하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하게 한 후, 자신의 판단 근거를 설명해 보게 한다.
- 다양한 상황의 자료를 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명할 수 있게 한다.

- 눈금 등을 부적절하게 사용하여 자료를 부정확하게 나타낸 표나 그래프에서 오류를 찾는 활동을 하게 한다.
- 상대도수는 도수의 총합이 다른 두 집단의 분포를 비교하는 상황에서 간단히 다루고 상대도수의 필요성과 유용성을 인식하게 한다.
- 경우의 수는 두 경우의 수를 합하거나 곱하는 경우 정도의 간단한 것을 다룬다.
- 확률은 실험이나 관찰을 통해 구한 상대도수로서의 의미와 경우의 수의 비율로서의 의미를 연결하여 이해하게 한다.
- 경우의 수의 비율로 확률을 다룰 때, 각 경우가 발생할 가능성이 동등하다는 것을 가정한다는 점에 유의한다.
- 자료의 특성에 따라 적절한 대푯값을 선택하여 구해보고, 각 대푯값이 어떤 상황에서 유용하게 사용될 수 있는지 토론해보게 한다.
- 대푯값과 산포도를 구할 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.
- 상관관계는 양의 상관관계, 음의 상관관계, 상관관계가 없는 경우로 구분하여 다룬다.
- '계급값', '경우의 수' 용어는 교수·학습 상황에서 사용할 수 있다.

■ 평가 방법 및 유의사항

- 자료의 수집, 정리, 해석을 평가할 때에는 과정 중심 평가를 할 수 있다.

3. 고등학교 <확률과 통계>

■ 성취기준

① 확률분포

- [12확통03-01] 확률변수와 확률분포의 뜻을 안다.
- [12확통03-02] 이산확률변수의 기댓값(평균)과 표준편차를 구할 수 있다.
- [12확통03-03] 이항분포의 뜻을 알고, 평균과 표준편차를 구할 수 있다.
- [12확통03-04] 정규분포의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.

② 통계적 추정

- [12확통03-05] 모집단과 표본의 뜻을 알고 표본추출의 원리를 이해한다.
- [12확통03-06] 표본평균과 모평균의 관계를 이해하고 설명할 수 있다.
- [12확통03-07] 모평균을 추정하고, 그 결과를 해석할 수 있다.

■ 교수·학습 방법 및 유의사항

- 이산확률변수와 연속확률변수를 다룰 때 구체적인 예를 통해 이해하게 한다.
- 실생활 자료로 확률분포와 통계적 추정을 다룰 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.
- 실제적인 예를 통하여 표본조사의 필요성을 알게 하고, 올바른 표본추출이 모집단의 성질을 예측하는 기본 조건임을 이해하게 한다.
- 표본평균은 추출한 표본에 따라 다른 값을 가질 수 있는 확률변수임을 알게 한다.
- 표본평균의 분포를 도입할 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.
- 모평균의 추정은 모집단의 분포가 정규분포인 경우만 다룬다.
- 자료를 수집하고 정리하여 결과를 분석하는 활동을 통해 통계와 관련된 실생활 문제를 해결함으로써 통계의 유용성과 가치를 인식하게 한다.
- <수학II>를 이수한 학생들에게는 연속확률변수와 관련된 내용을 적분을 이용하여 설명할 수 있다.
- '확률질량함수', '확률밀도함수' 용어는 교수·학습 상황에서 사용할 수 있다.

■ 평가 방법 및 유의 사항

- 이항분포의 평균과 분산을 구하는 식을 증명하는 문제는 다루지 않는다.
- 모평균의 신뢰구간을 다룰 때 지나치게 복잡한 계산을 포함하는 문제는 다루지 않는다.
- 모평균의 추정과 그 결과의 해석을 평가할 때에는 과정 중심 평가를 할 수 있다.

