

## 대학과목선 이수제(UP)의 통계학 표준교육과정 개발 연구<sup>1)</sup>

이 중 학 (송촌고등학교)

조 완 영 (충북대학교)

본 연구에서는 우수한 고등학생을 대상으로 대학수준의 심화교육 프로그램을 제공하는 대학과목선 이수제에 대해서 알아보려 한다. 또한, 대학과목선 이수제와 유사한 외국의 사례, 대학과목선 이수제의 한 과목인 미적분학, 대학통계학 관련 교육과정, 고등학교 교육과정의 확률·통계 영역 등에 대한 분석을 통해서 대학과목선 이수제의 과목으로 개발된 수학 영역의 통계학 표준교육과정의 개발 과정 및 절차, 그리고 통계학 표준교육과정의 내용 체계로서 학습목표, 내용 기준, 성취 기준, 교수·학습상의 유의점 등을 살펴보고자 한다. 이를 통해 대학과목선 이수제에서 통계학 표준교육과정의 성공적인 정착 및 발전을 위한 다양한 논의의 기초자료를 제공하고, 대학과목선 이수제에서 다른 수학 분야의 표준교육과정 개발을 위한 후속 연구의 기반을 탐색해 보고자 한다.

### I. 서론

지난 30년 동안 우리나라는 평준화 제도를 시행하면서 학교 교육에서 평등성을 추구해 왔다. 그 결과 학교의 서열화, 비교육적인 학교 간 경쟁, 학생들의 학업 부담, 학부모의 사교육비 현실 등 현실적으로 우리 교육이 갖고 있는 부정적인 현상들이 일부만 완화된 것은 사실이지만, 학교 평준화 정책으로 인하여 교육의 또 다른 축으로 간주되는 수월성 교육의 문제가 부각되기 시작한 것도 작금의 현실이다. 교육에서의 평등은 본질적으로 교육의 기회균등을 의미하며, 따라서 우수한 학생들을 위한 다양한 교육 프로그램을 개발하고 제공하는 것은 당연한 교육의 의무이자 권리이다. 최근 들어 우수한 학생들을 대상으로 한 수월성 교육을 위해서 과학고나 영재학교와 같은 특수 목적고를 추가로 설립하고, 과학중점학교를 지정하거나, 영재교육을 강조하는 등의 다양한 제도와 정책을 실행하여 왔지만, 현실에서는 입시위주의 교육과 심화 과목 개설의 어려움 등으로 인하여 수월성 교육이란 본연의 역할을 다했다고 자부하기는 어려운 실정이다. 이러한 맥락에서 교육인적자원부(현재의 교육과학기술부)는 교육의 기회 균등과 수월성 교육의 차원에서 2005년~2006년에 각급 고등학교의 우수한 학생들 중에서 희망자를 대상으로 대학과목선 이수제(University-level Program, 이하 UP) 과정을 시범 운영하였다. 또한 '대학과목선 이수 프로그램을 위한 표준 교육과정 총론 개발 연구'(김재춘 외, 2007)와 '대학과목선 이수제 표준 교육과정(시안)'(교육과학기술부, 2008)에서 UP의 표준교육과정으로 「미적분학」, 「일반물리학」, 「일반화학」, 「일반생물학」, 「과학사」를 개발하여 제시하였으며, UP 표준교육과정의 체계를 성격, 목표, 내용, 방법, 평가의 기존 교육과정 구성체계로 형식화하였다. 이후 '대학과목선 이수제 교육과정 총론 및 운영 방안'(한국대학교육협의회, 2010)에는 「환경과학」, 「컴퓨터과학」, 「글쓰기」가 UP의 표준 교육과정으로 추가되었고, 「영어」와 「경제」 강좌의 UP 표준교육과정을 개발 또는 개발 중에 있다. 수학 분야의 경우에는 2007년에 UP의 표준교육과정으로 「미적분학 I, II」를 개발하였지만, 대학 수준의 다양한 심화과목을 학습하기를 원하는 우수한 학생들의 요구를 충족시키기 위해서는 수학의 여러 분야에서 표준교육과정을 개발하고 현장에 적용할 필요성이 제기되고 있는 시점이다.

\* 접수일(2011년 9월 27일), 심사(수정)일(2011년 10월 31일), 게재확정일(2011년 11월 16일)

\* ZDM분류 : K14

\* MSC2000분류 : 97B40

\* 주제어 : 대학과목선 이수제, 통계학, AP 제도, 교육과정

1) 본 연구는 한국대학교육협의회 연구비 지원을 받아 이루어짐

UP는 특정 학문영역에 적성과 능력이 뛰어난 고등학생을 대상으로 대학수준의 심화교육 프로그램을 제공하여 학생들의 학업성취도를 높이고 그들의 학문적 잠재능력을 개발할 수 있는 가능성을 부여함으로써, 수강 학생에게는 대학 수업에 대한 체험을 통해 진학 및 진로 결정에 도움을 주고, 국가·사회적 측면에서는 특정 영역 학문과 관련된 인재를 조기에 발굴하여 육성할 수 있는 제도이다. 또한 UP는 표준교육과정에 따라 진행되는 프로그램으로 대학수준의 학문 분야에서 심화학습의 기회를 고등학생들에게 학년 구분 없이 제공한다는 측면에서 수월성 교육을 지향한다고 할 수 있다. 2005년도부터 시작된 UP에 의해 현재까지 약 3,000명의 고등학생들이 대학에서 본인이 필요로 하는 과목에 대해서 선이수를 하였다.

교육에 있어서 근본적인 질문은 ‘무엇을’ 가르칠 것인가와 ‘어떻게’ 가르칠 것인가로 요약될 수 있다. 교수·학습의 방법론적인 접근이 ‘어떻게’ 가르칠 것인가에 대한 논의라면 교육과정의 개발과 관련된 활동은 ‘무엇을’ 가르칠 것인가의 질문에 대한 답변이다. 이에 본고에서는 우수한 고등학생들이 대학 수준의 과목을 학습하고 그 결과를 대학의 학점으로 인정받을 수 있는 UP와 외국의 통계학 관련 선이수제 강좌로 AP통계학에 대해서 구체적으로 살펴보고, 나아가 UP의 일환으로 개발된 통계학 표준교육과정의 개발 과정 및 절차, 체계, 학습목표, 내용 기준, 성취 기준, 교수·학습상의 유의점 등을 제시해보고자 한다. 그리고 이를 통해 UP 통계학 표준교육과정의 성공적인 정착 및 발전을 위한 다양한 논의의 기초자료를 제공하고, UP에서 다른 수학 분야의 자료 개발을 위한 후속 연구의 기반을 탐색해 보고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. UP 표준교육과정

UP는 우수한 고등학생들에게 대학 수준의 심화 과목을 학습할 수 있는 기회를 제공하여 그들의 잠재 능력을 개발하며, 고등학생이 대학 과목을 미리 이수하므로 대학의 조기졸업 기회를 제공하고, 우수한 인재를 조기에 발굴하여 육성할 수 있는 발판을 마련해 줄 수 있다(김훈, 양성덕, 이동원, 한인기, 2008). 현재 전국의 주요 대학에서 이루어지고 있는 UP의 교과와 과목은 <표II- 1>과 같다.

<표II- 1> 대학과목선이수제의 교과와 과목

교과	과목
수학	미적분학 I, 미적분학 II
화학	일반화학 I, 일반화학 II, 일반화학실험 I, 일반화학실험 II
생물	일반생물학 I, 일반생물학 II, 일반생물학실험 I, 일반생물학실험 II
물리	일반물리학 I, 일반물리학 II, 일반물리학실험 I, 일반물리학실험 II
과학사	과학사
컴퓨터과학	컴퓨터과학
환경과학	환경과학
글쓰기	글쓰기

UP 표준교육과정은 고등학생이 대학 수준의 과목을 어느 대학에서 이수하든지 대학진학 후 자신이 진학한 대학의 학점으로 인정받을 수 있도록 필요한 대학 간 교육의 표준화를 지원해 주려는 목적에서 국가 차원의 표준화된 교육과정으로 개발한 것이다. 이에 따라 UP에 지원하여 수강대상자로 선정된 학생은 해당 대학에서 강좌를 수강하게 된다. 개설 과목은 교육의 신뢰성 확보를 위하여 한국대학교육협의회에서 개발·인증한 표준교육과정을 편성·운영하는 것을 원칙으로 대학은 현재 표준교육과정이 개발된 수학·과학(「수학」, 「물리」, 「화

학」, 「생물」, 「과학사」) 과목 중에 선택하여 강좌를 개설한다. 한 대학에서 5개 과목을 모두 개설할 수도 있고, 한 두 과목만을 개설할 수도 있는데, 이에 따른 교육 시기는 다음과 같이 대학에서 자율적으로 정하여 운영하고 있다.

- 학기 중 주말에 운영하거나 방학 중에 운영할 수 있다. 또는 학기 중과 방학 중 운영을 병행할 수 있다.
- 방학 중 운영의 경우에는 3주 이상의 기간 동안 운영하는 것을 권장한다.
- 주말 반 운영의 경우에는 15주 이상의 기간 동안 운영하는 것을 권장한다.

UP에서는 대학과목선 이수제 과목을 이수한 학생이 대학 입학 후 학점인정을 신청하는 경우에 대학은 교육기관에 관계없이 이수 결과를 대학 학점으로 인정하도록 제도화하고 있으며, 학점인정의 구체적인 방안은 대학에서 학칙으로 정하도록 하고 있다. UP에서 요구하는 표준교육과정의 구성 체제는 <표II- 2>와 같다.

<표III- 2> 표준교육과정의 구성 체제

○○과 표준 교육과정
1. 성격 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해당 교과의 성격과 내용에 대해 간단명료하게 제시하고 있다.</li> </ul>
2. 목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해당 교과의 목표를 간단명료하게 제시하고 있다.</li> <li>- 목표는 총괄목표와 3-4개의 세부목표로 나누어 제시하고 있다.</li> </ul>
3. 내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내용체계표와 내용으로 나누어 제시하고 있다.</li> <li>- 내용체계표는 전체적인 내용을 알아보기 쉽게 표로 제시하고 있다.</li> <li>- 내용은 해당 영역별로 내용기준, 성취기준, 교수·학습상의 유의점을 제시하고 있다.</li> </ul>
4. 교수·학습 방법 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교수·학습 방법상의 주요 내용을 간단명료하게 제시하고 있다.</li> <li>- 일반적인 교수·학습 방법 지침을 제시하고 있다.</li> </ul>
5. 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 평가와 관련한 지침, 평가 영역 및 비율 등을 간략하게 제시하고 있다.</li> <li>- 평가문항(선택형 문항 세트와 기술형/주관식 문항 세트)을 예시로 개발하여 제시하고 있다.</li> </ul>

**2. AP 통계 교육과정**

우리나라의 UP와 유사한 외국의 사례로는 미국과 유럽 등에서 시행되고 있는 AP(Advanced Placement), IB(International Baccalaureate), GCE A-Level(General Certificate of Education Advanced Level)등을 들 수 있다. 미국의 대학과목선 이수제라고 할 수 있는 AP에서 개설하고 있는 AP통계학은 고등학생들에게 자료를 수집·분석하고 자료로부터 결론을 이끌어 내기 위한 주요 개념과 도구를 안내하는 데 목적을 두고 있다(김응환·이석훈, 2007). AP과정을 주관하는 AP위원회는 고등학생이면 누구든지 AP과목을 선택할 수 있도록 권장하고 있지만, 대체로 학교에서 AP통계학 과목은 고등학교 대수를 이수한 후인 고등학교 2학년 또는 3학년 과목으로 1년에 걸쳐 편성된다. 일반적으로 AP통계학 수업의 특징은 통계 개념의 이해가 주목적이므로 공식과 도표의 암기가 아니라 어떻게 활용할 것인지에 초점을 두고 있으며, 컴퓨터와 계산기를 활용하여 자료를 해석하는 능력을 강조하는 것이다. 또한 AP통계학의 평가는 총 3시간에 걸쳐 객관식 90분과 주관식 90분[5개 문항(60분)+ 1개의 탐구과

제(30분)]으로 구분하여 이루어지며, 계산기를 사용하는 것이 가능하다. 이때, 주관식 문항 중 하나인 탐구과제는 여러 개의 통계 개념을 포괄하는 새로운 통계적 맥락에서 통계 아이디어를 어떻게 이용하는지의 능력을 평가하는 문제이다. 그리고 주관식 문항은 문항의 모범 답안의 요소들을 개별적으로 평가하는 분석적 채점방식이 아닌, 평가자가 답안 전체에 대해서 답안의 전반적인 수준을 총체적으로 채점하는 방식으로 평가된다.

김재춘·박소영·한혜정(2007)에 의하면 AP통계학 교육과정은 자료 탐구, 표본추출과 실험, 패턴 예측, 통계적 추론의 목적을 중심으로 구성되며 일반적으로 대학의 한 학기 강의 분량 정도를 다루고 있다. 따라서 학생들은 AP통계학의 자료 탐색, 표본추출과 실험, 패턴 예측, 통계적 추론의 내용 영역과 고등학교 교육과정보다 넓고 심화된 범위에서 대학 수준의 통계적 개념과 주제들을 학습한다. 이와 관련하여 김남희·나귀수·박경미·이경화·정영옥(2006)는 미국의 수학 교과서는 우리나라와 비교해서 쉽거나 간단한 개념과 내용을 다루지만 통계 영역에서는 우리나라보다 심화된 체계로 구성되어 있다고 주장한다. 이는 실용성을 강조하는 미국의 수학교육 철학이 반영된 것으로, 실제 생활이나 학문적 탐구에서 자주 활용되는 통계적 개념과 지식을 심도 있게 탐구할 기회를 학생들에게 더 많이 제공하고자 하는 것이다. 유사한 예로 AP통계학에서 학습하는 사분위수, 상자그림, 회귀직선, 로그변환, 멱변환, 표본추출 방법 등의 통계 개념과 내용들은 우리나라에서는 고등학교에서 다루지 않고 있으며 대학의 통계학 개론에서 처음 언급된다. 또한 우리나라의 고등학교 교육과정이 확률 영역에서 순열과 조합을 이용한 확률의 계산을 주로 하고, 통계 영역에서 표본분포와 모평균의 추정을 주 내용으로 한다면 AP통계학은 자료탐색, 표본추출과 실험, 패턴의 예측, 통계적 추론의 영역에서 수준 높은 통계학 개념과 내용들을 다루고 있다. AP 통계에서 다루고 있는 내용 체계를 단원별로 정리한 것은 <표II- 3>과 같다.

<표II- 3> AP통계학의 내용 체계

영역	단원
I. 자료 탐색	A. 일변량 분포의 그래프 표현과 해석 B. 일변량 분포의 요약 C. 일변량 분포의 비교 D. 이변량 자료 탐색 E. 범주형 자료 탐색
II. 표본추출과 실험	A. 자료수집 방법의 개요 B. 조사 계획과 구성 C. 실험 계획과 구성 D. 관측조사, 실험, 전수조사에서 유도할 수 있는 결론의 유형과 결과의 일반화
III. 패턴 예측	A. 확률 B. 독립확률변수의 결합 C. 정규분포 D. 표본분포
IV. 통계적 추론	A. 추정(점추정과 신뢰구간) B. 유의성 검정

### 3. 선행 연구의 고찰

권성호·강경희(2007)는 UP가 입시 수단으로 전락하는 것을 방지하기 위해서 UP를 실시하는 각 대학은 강의 내용, 평가 기준, 운영 체제 등의 경험을 공유하여 교육의 질적 수준을 균질적으로 유지할 수 있도록 노력해야 하고, UP 교과에 대한 다양한 연구 개발이 필요하다고 주장한다.

최재철(2007)은 UP 과정을 수강하는 고등학생들을 대상으로 한 연구에서 학생들이 수업 참여 및 수업 태도 면에서 매우 긍정적이고 적극적인 모습을 보였으며, UP는 우수한 학생들에게 다양한 교육 기회의 제공이라는 측면에서 의미 있는 제도라고 주장한다.

김훈·양성덕, 이동원·한인기(2008)는 UP에서 수학 분야의 미적분학 교과목인 「미적분학 I, II」의 표준교육 과정을 15주·45시간을 기준으로 하여 2학기 분량으로 개발하였다.

박선미·박일수·김훈·김경대·이태상(2008)은 한국형 대학과목선 이수제(UP)의 성공적인 정착 및 발전을 위해서 UP는 대학 진학을 목적으로 하는 것이 아니라 우수한 고등학생들에게 적합한 교육프로그램을 제공한다는 교육적 목적을 분명히 해야 하고, UP가 우수 인재를 육성하기 위한 새로운 교육제도로 성장할 수 있도록 전국

단위의 표준화된 체제의 도입이 필요하다고 주장한다.

표용수·박준식(2009)는 UP 교과목인 미적분학 I 을 중심으로 학생실태, 진단 평가, 강의 평가 등을 실시한 결과를 통해 UP를 수강하는 학생들의 학력 수준을 고려하여 각 대학의 교과 내용을 포괄적으로 포함하는 UP 표준교육과정에 적합한 교재의 개발이 필요하다고 주장한다. 또한 그들은 UP 교과목의 학업 성취도 평가의 객관성이 확보되도록 표준교육과정에 평가항목, 평가 내용 및 문제 유형의 예시 등을 상세히 기술하여 표준화된 평가 체제를 구축할 필요가 있다고 말한다.

상명희·현태덕·이지연·장현지(2011)은 각 교과와 과목의 UP 표준교육과정은 고교 내용과의 연계가 필요하고, 개발된 UP 표준교육과정에 대해서 일정 기간의 시범 운영을 거쳐 현장에 일반화할 필요가 있다고 주장한다.

### III. 연구방법 및 절차

#### 1. 연구 방법

본 연구는 UP 통계학 표준교육과정의 개발을 위하여 2011년 3월~2011년 8월까지 6개월의 기간 동안 통계학 전문가 3명, 수학교육 전문가 2명, 중등 수학교사 1명 등 통계와 관련된 여러 분야의 전문가 6명이 참여하여 <표III- 1>과 같은 단계로 진행되었다.

<표III- 1> 월별 연구 단계 및 내용

단계 및 연구내용	월	3·4	4·5	5·6	6·7
1. 기본 구축과정: 관련문헌 수집 및 분석		○	○		
2. 교육과정 기본 체제 개발: 표준교육과정 방향 및 지침개발		○	○	○	
3. 교육과정 개발 과정: 교육과정 및 성취기준 개발			○	○	○
4. 교육과정 검증 과정: 전문가 검증				○	○

본 연구와 관련하여 UP와 수준과 대상이 유사한 외국의 통계학 교육과정을 탐색하고, 고등학교 수준에서 2007 개정 교육과정의 확률·통계 영역 및 과학고에서 주로 다루는 「고급수학」에서의 확률·통계 영역의 내용 체계, 그리고 평생교육진흥원(<https://bdes.nile.or.kr>)에서 운영하는 독학위제의 이수 과목인 「통계학개론」과 「초급통계학」 및 대학 수준에서 일반적으로 다루는 통계학 교재들로 「현대 통계학」(김우철 외 8인, 2005), 「통계학 입문」(이외숙 외 3인, 2002), 「통계학 입문」(김주한 외 8인, 2009)의 내용 체계를 분석하였다. UP 통계학 표준교육과정의 개발을 위해 고등학교 수준에서 분석한 「고급수학」은 과학계열 고등학교의 학생들을 대상으로 하여 일반계 고등학교의 수학과 교육과정 과목에서 학습한 수학의 기본 지식과 능력을 바탕으로 더욱 심화된 수준의 수학 개념, 원리, 법칙을 체계적으로 이해하고, 수학적 사고력, 창의적 사고력, 문제해결력 등을 신장시킬 수 있도록 하는 과목이다. 개정된 「고급수학」 내용 체계에서는 통계 영역이 다루어지지 않지만, UP 통계학의 수강 학생이 다수일 수 있는 과학고 등에서 전문 교육과정으로 「고급수학」을 대부분 다루고 있기 때문에 고등학교 교육과정 분석의 대상으로 개정 이전의 「고급수학」에서 확률·통계 영역의 내용 체계를 알아보았다.

관련 문헌의 분석과 전문가 검토에 따라 UP 통계학 표준교육과정을 개발하였다. UP 통계학 교육과정은 직관적이며 계산위주의 통계학 내용을 지양하고 개념 및 자료 분석 방법의 원리에 대한 이해와 다양한 분야의 자료에 대한 분석실습을 중심 내용으로 구성하였다. 개발된 UP 통계학 표준교육과정에 대해서 통계학 전문가 6명과 현직 교사 6명 등 총 12명의 전문가 자문과 검토를 통해 개발된 통계학 표준교육과정을 수정하고 다시 전문가

검증의 절차를 거쳐 최종적으로 UP 통계학 표준교육과정을 체계화하였다.

## 2. 연구 내용

UP는 특정 학문영역의 능력과 적성이 뛰어난 학생들에게 높은 수준의 학습기회를 제공하여 상향적 학습동기를 제공하고, 학문적 성취도를 높이며, 자신의 잠재능력을 발휘할 수 있도록 하기 위한 수월성교육 프로그램이다. 이에 통계학 표준교육과정은 학생들이 해당 분야에 대한 지속적인 흥미와 학문의 단계적 발전을 이루고, 나아가 대학에서의 학문적 성공을 추구하는 방향으로 개발되어야만 한다. 따라서 UP가 추구하는 방향과 목적에 부합하는 통계학 표준교육과정의 내용 체계를 개발하기 위한 사전 작업으로 대학에서 일반적으로 다루는 통계학 교재들의 내용 체계를 분석하는 절차를 수행하였다.

일반적으로 대학의 통계 교육과정은 통계학에 대한 기본적인 소개에서 시작하여 기술통계로서의 자료의 정리, 확률의 정의와 정규분포를 포함한 다양한 확률분포, 통계적 추론, 두 모집단의 비교, 범주형 자료 분석, 상관과 회귀분석 등을 주된 내용으로 한다. 통계학에 대한 소개 영역에서는 기본적인 통계 개념을 소개하면서 통계학에 대한 전반적인 이해를 돕거나 현대사회에서의 통계분석의 적용사례 등을 제시하고 있으며, 자료의 정리 영역에서는 자료의 형태, 그래프를 이용한 자료의 요약, 중심위치의 측도, 산포의 측도, 줄기와 잎 그림, 상자그림과 이상치 탐색 등을 다루고 있다. 확률과 확률분포 영역에서는 조건부 확률과 베이즈 정리, 결합확률분포, 이항분포, 정규분포, 표본분포,  $t$  분포,  $\chi^2$  분포,  $F$  분포 등을 다루고, 통계적 추론 영역에서는 모평균·모분산·모비율의 추정을 제시한다. 범주형 자료 분석 영역에서는 적합도·동질성·독립성 검정을 다루며, 상관과 회귀분석 영역에서는 상관계수, 회귀모형, 회귀모형을 이용한 예측 등을 다루고 있다. 또한 공학적 도구의 활용을 권장하여 통계 처리에 필요한 복잡한 계산을 통계 소프트웨어의 처리로 대체하고 있다.

대학 수준에서 일반적으로 다루고 있는 통계 교육과정 분석, 「고급수학」과 2007 개정 교육과정에서 확률·통계 영역 분석을 통한 국내의 사례, AP통계학 교육과정을 위시한 외국의 사례 등에 대한 연구 결과와 전문가 검토를 통해 UP를 위한 통계학 표준교육과정에 포함할 내용 영역을 자료 탐색, 확률공간, 확률변수와 확률분포, 표본분포, 통계적 추정, 통계적 가설 검정, 범주형 자료 분석, 상관과 회귀분석으로 구분하였다. 통계학 표준교육과정에서 각 영역의 전체적인 개요는 다음과 같다.

### 가. 자료 탐색

UP 통계학 교육과정의 1장 자료 탐색은 수집된 자료를 관찰·분석하여 정보를 얻어내기 위한 첫 단계이다. 대학 통계학 교재에서는 <자료 탐색>과 관련하여 단원명을 자료의 정리(김주한 외, 2009; 김우철 외, 2005), 자료의 기술(이외숙 외, 2002), 자료의 정리와 요약(평생교육진흥원의 통계학개론), 기술통계(평생교육진흥원의 초급통계학) 등 다양하게 명명한다(AP통계학 교육과정에서는 자료 탐색이라 명명하였다). 본 연구에서는 통계학의 실용성 측면을 강조하는 의미에서 단원명을 <자료 탐색>으로 정하였다.

자료 탐색의 주요 내용은 그래프를 이용한 자료의 요약과 중심위치와 산포의 수리적 측도에 의한 전체 자료의 특징 파악 등이 포함되어 있다. 본 교육과정에서는 이들 내용 외에 상자 그림과 이상치 탐색을 추가하였다. 이 활동은 김주한 외(2009), 이외숙 외(2002), 미국의 AP 과정 등에도 포함되어 있다. 본 교육과정에서는 특히 통계 패키지(SPSS)를 이용한 실습 활동을 각 대단원마다 포함시키고 있다. 자료 탐색 단원의 학습내용은 대부분 2007 개정 수학과 교육과정의 내용과 중복된다. 그래프, 대푯값과 분산은 중학교 과정에서 이미 학습한 내용이다. 따라서 통계 패키지와 다양한 실제 자료를 이용하여 자료에 적절한 요약 방법과 대푯값과 산포도를 어떻게 선택하는 것이 적절한지를 이용하여 자료 탐색과 관련한 통계적 개념을 제시하는 것이 타당할 것이다. 본 연

구에서 개발한 통계학 표준교육과정의 1장 자료 탐색의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 1장 자료 탐색에 구체적으로 제시하였다.

#### 나. 확률

확률은 어떤 현상의 불확실성의 척도나 우연의 발생가능성을 의미하며, 이 불확실성을 측정하고 설명하려는 방법과 법칙을 연구하는 학문이 확률론이다. 확률 단원에서는 중·고등학교에서 학습한 확률 개념과 조건부확률 개념을 일반화, 형식화하고 베이즈 정리를 추가로 다룬다. 일부 대학 통계 교재에서 다루고 있는 순열과 조합은 고등학교 교육과정에서 다루고 있기 때문에 포함시키지 않았다.

대부분의 대학 통계학 교재에서 확률, 확률변수, 확률분포를 주요 내용으로 다루고 있다. 단원구성 방법에서는 확률을 독립단원으로 다루고 있고 확률변수와 확률분포는 두 내용을 독립단원으로 다루는 경우(김주한 외, 2009), 이산확률변수와 확률분포, 연속확률변수와 확률분포, 결합확률분포로 분리하는 경우(이외숙 외, 2002) 등의 다양한 형태로 나타난다. AP 과정 통계학에서는 패턴의 예측 영역에서 확률을 다루고 있다. 특이한 것은 국내 대학의 통계학 교재들과 달리 확률 단원에서 이산확률변수와 확률분포(이항분포와 기하분포), 확률변수의 선형변환을 다루고 있으며 독립확률변수의 결합을 확률과 분리하여 다루고 있다는 점이다.

본 연구의 통계학 표준교육과정에서는 2장에서 확률을 독립단원으로 구성하고, 다음 3장에서 확률변수와 확률분포를 독립단원으로 구성하였다. 통계학 표준교육과정의 2장 확률의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 2장 확률에 구체적으로 제시하였다.

#### 다. 확률변수와 확률분포

확률변수는 확률실험의 결과를 실수에 대응시키는 함수로서 이 변수가 특정값 또는 어느 구간의 값을 갖게 될 확률에 대한 정보가 대응되는 변수이다. 확률이 확률실험에서 표본공간과 사건에 대하여 정의하는 것인 반면 확률변수는 확률실험의 표본공간으로부터 실수값으로의 변환함수를 의미한다(이석훈·김응환, 2000). 2007 개정 수학과 교육과정에서는 확률분포 단원에서 확률변수와 확률분포를 다루고 있으며, 이산확률변수(이항분포)와 연속확률변수(정규분포)로 구분하여 평균과 표준편차를 구하는 활동을 중점적으로 다루고 있다.

대학 통계학 교재에서는 확률변수와 확률분포를 다루는 방식과 내용이 다양하다. 김우철 외(2005)의 「현대통계학」에서는 확률분포와 기댓값, 이산확률분포, 연속확률분포로 구분하여 다루고 있으며 이산확률분포에서는 초기하분포, 이항분포, 포아송분포를 연속확률분포에서는 정규분포와 이항분포의 정규근사를 중점적으로 다루고 있다. 김주한 외(2009)의 「통계학 입문」에서는 확률변수와 확률분포를 독립단원으로 구성하였고 확률분포에서 이항분포, 포아송분포, 음이항분포 및 기하분포, 정규분포와 이항분포의 정규근사를 주요 내용으로 다루고 있다.

단원구성 방법에서는 확률을 독립단원으로 다루고 있고 확률변수와 확률분포는 두 내용을 독립단원으로 다루는 경우(김주한 외, 2009), 이외숙 외(2002)의 「통계학 입문」에서는 이산확률변수와 확률분포, 연속확률변수와 확률분포, 결합확률분포로 구분하여 다루고 있으며 이산확률변수와 확률분포에서는 이항분포, 초기하분포, 기하분포, 포아송분포를, 연속확률변수와 확률분포에서는 정규분포와 정규근사, 균일분포, 감마분포와 지수분포를, 결합확률분포에서는 이차원 확률변수와 결합분포, 공분산과 상관계수, 두 확률변수의 독립을 다루고 있다. 또한 미국의 AP통계학에서는 확률 단원에서 이산확률변수와 확률분포(이항분포와 기하분포)를 다루고 있으며 정규분포를 별도의 단원으로 다루고 있다. 국내의 대학 수준의 통계 교재에서와 달리 이항분포와 기하분포, 정규분포 외의 다른 확률분포는 다루지 않고 있다.

본 연구의 통계학 표준교육과정의 3장 확률변수와 확률분포 단원에서는 이산확률분포, 연속확률분포를 구분하여 다루고 결합확률분포를 포함시켰다. 통계학 표준교육과정의 3장 확률변수와 확률분포의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 3장 확률변수와 확률분포에 구체적으로 제시하였다.

#### 라. 표본추출과 표본분포

통계분석의 목적은 수집된 자료에서 모수(parameter)를 추정하여 모집단에 대한 합리적인 의사결정을 하는데 있다. 본 장의 주요 목적은 확률표본에 의해 모수를 추정하는 단계에서 표본분포의 특성을 탐구하고 중심극한정리 개념 등의 의미를 알아보는 데 있다(이석훈·김응환, 2000). 2007 개정 수학과 교육과정에서는 통계적 추정 단원에서 표본평균의 표본분포와 표본비율의 표본분포를 표본평균과 모평균 사이의 관계, 표본비율과 모비율 사이의 관계를 탐구하고 이를 이용하여 모평균과 모비율의 추정에 초점을 두고 있다. 모평균의 추정은 모집단의 분포가 정규분포인 경우만 다루고 모비율 추정은 표본의 크기가 큰 경우만 다룬다.

대학 통계학 교재에서 표본분포를 다루는 방식은 서로 비슷하다. 평생교육진흥원에서 운영하는 대학 독학위제에서 수학 전공 분야의 전공 기초과정의 과목인 「통계학개론」에서는 표본분포를 독립단원으로 편성하고 평균의 표본분포와 비율의 표본분포로 세분화하였고, 교양 분야의 교양 과정인 「초급 통계학」에서는 표본분포 단원에서 비율의 표본분포는 다루지 않고 중심극한정리를 포함시켰다. 김우철 외(2005)의 「현대통계학」에서는 표본분포 단원에서 확률분포와 표본분포를 설명한 후 표본평균의 분포와 중심극한정리를 다루고 정규모집단에서의 표본분포로  $\chi^2$  분포,  $t$  분포,  $F$  분포를 다루고 있다. 김주한 외(2009)의 「통계학 입문」에서는 모집단과 표본이라는 단원에서 표본평균의 분포와 표본비율의 분포를 다룬다. 이외숙 외(2002)의 「통계학 입문」에서는 표본추출과 표본분포라는 단원에서 표본조사와 통계량의 표본분포를 다룬 후 표본평균의 분포와 정규분포로부터의 표본추출과  $\chi^2$  분포,  $t$  분포,  $F$  분포를 다루고 있다. AP통계학에서는 실용적인 관점에서 표본추출과 실험 영역에서 조사계획과 실험계획과 구성을 상세히 다룬 후, 패턴의 예측 영역에서 표본분포를 별도의 단원으로 도입하고 있다. 이 단원에서는 표본비율과 표본평균의 표본분포와 중심극한정리,  $\chi^2$  분포,  $t$  분포는 물론 두 독립표본의 비율과 평균의 차에 대한 표본분포를 다루고 있다.

본 연구의 통계학 표준교육과정의 4장 표본분포 단원에 통계학의 실용적 측면을 강조하는 의미에서 표본 평균과 표본비율에 대한 표본분포,  $\chi^2$  분포,  $t$  분포 외에 표본조사 계획과 구성, 표본분포에 대한 모의실험을 포함시켰다. 통계학 표준교육과정의 4장 표본추출과 표본분포의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 4장 표본추출과 표본분포에 구체적으로 제시하였다.

#### 마. 추정

모집단의 특성을 나타내는 모수는 일반적으로 미지의 값이고 표본추출에 근거한 관찰값들을 이용하여 모수의 값을 추정하게 된다. 추정에는 점추정, 구간추정이 있다. 표본으로부터 추출된 통계량을 이용하여 모집단의 모수를 추정하는 통계량인 추정량은 확률변수의 함수로 표현된다. 이 장에서는 추정과 신뢰구간을 학습한다. 2007 개정 수학과 교육과정의 「적분과 통계」에서는 통계적 추정 단원에서 모평균과 모비율 추정을 다룬다.

대학 통계학 교재에서 추정을 다루는 방식은 비슷하다. 평생교육진흥원에서 운영하는 대학 독학위제에서 수학 전공 분야의 전공 기초과정의 과목인 「통계학개론」에서는 점추정과 모집단이 하나인 경우의 신뢰구간을 다루고, 교양 분야의 교양 과정인 「초급 통계학」에서는 점추정과 구간추정으로 구분하여 다루고 있다. 김우철 외(2005)의 「현대통계학」에서는 점추정과 구간추정으로 구분하였고 점추정에서는 모평균과 모비율, 모분산의 추정을 구간추정에서는 앞 세가지 경우의 구간추정과 표본크기의 결정을 다루고 있다. 김주한 외(2009)의 「통계학 입문」에서는 점추정과 모집단이 하나일 때의 신뢰구간 외에 두 모집단에서의 신뢰구간을 추가적으로 다루고 있다. 이외숙 외(2002)의 「통계학 입문」에서는 점추정과 표본이 하나인 경우의 구간추정을 다른 단원으로 구성하여 다른 통계학 교재와 구별된다. 미국의 AP 과정 통계학에서는 통계적 추론 영역에서 추정을 독립 단원으로 구성하였고 두 비율 차와 평균 차에 대한 신뢰구간, 최소제곱 회귀직선의 기울기에 대한 신뢰구간을 다루고 있어 국내 통계학 교재와 차이가 있다.



본 연구의 통계학 표준교육과정의 5장 추정 단원에서는 추정의 뜻을 이해하는 과정을 먼저 다룬 후 점추정과 구간추정을 다루며, 표본의 크기를 결정하는 통계적 내용도 포함된다. 통계학 표준교육과정의 5장 추정의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 5장 추정에 구체적으로 제시하였다.

#### 바. 가설검정

통계적 추론에는 추정과 검정이 있다. 가설검정은 모집단의 특성을 나타내는 미지의 모수에 대한 예상, 주장, 진술 또는 추측 등으로 구성된 가설을 세운 후, 표본관찰을 증거로 그 가설의 기각여부를 판정하는 통계적 분석 방법이다. 이 장에서는 모집단의 모수인 모평균과 모분산, 모비율에 대한 일반적인 검정과정과 통계패키지에서 검정결과 해석에 사용되는 유의확률 개념을 학습한다. 2007 개정 수학과 교육과정에서는 (통계적)검정을 다루지 않고 「고급수학」의 확률과 통계 영역에서는 모평균과 모비율의 가설검정을 다루고 있다.

대학 통계학 교재에서 가설검정을 다루는 방식은 비슷하다. 다만 한 모집단에 대해서만 다룰 것인지 아니면 두 모집단에 대한 가설검정도 다루는지가 다소 다르다. 평생교육진흥원에서 운영하는 대학 독학위제에서 수학 전공 분야의 전공 기초과정의 과목인 「통계학개론」에서는 모집단이 하나인 경우의 가설 검정을 다루지만, 교양 분야의 교양 과정인 「초급 통계학」에서는 두 모평균의 차, 두 모비율의 차에 관한 검정도 다루고 있다. 김우철 외(2005)의 「현대통계학」에서는 모평균, 모비율, 모분산의 검정을 다루고 있다. 김주한 외(2009)의 「통계학 입문」에서는 모집단이 하나인 경우의 가설검정과 두 모집단에서의 가설검정을 모두 다루고 있으며 유의확률도 포함시키고 있다. 이외숙 외(2002)의 「통계학 입문」에서는 표본이 하나인 경우의 가설검정과 두 표본에 대한 통계추론을 구분하여 다루고 있다. 표본이 하나인 경우의 가설검정에서 신뢰구간과 가설검정간의 관계, 유의확률을 포함시키고 있다. 두 표본에 대한 통계추론에서는  $t$  검정, 짝지어진 표본, 모비율 차에 대한 추론, 두 정규모집단의 분산비교 등을 다루고 있다. 미국의 AP 과정 통계학에서는 통계적 추론 영역에서 유의성 검정을 독립 단원으로 구성하였고, 두 비율 차에 대한 검정과 짝을 이루거나 그렇지 않은 두 평균 차에 대한 검정을 다루고 있으며, 카이제곱 검정과 최소제곱 회귀직선의 기울기에 대한 검정을 다루고 있어 국내 통계학 교재와 구별된다.

본 연구의 통계학 표준교육과정의 6장 가설검정 단원에서는 모집단이 하나인 경우의 모평균, 모비율, 모분산의 가설검정은 물론 두 모집단에 대한 모평균과 모비율 차를 검정하는 내용을 포함한다. 통계학 표준교육과정의 6장 가설검정의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 6장 가설검정에 구체적으로 제시하였다.

#### 사. 범주형 자료 분석

범주형 자료란 자료가 범주에 대한 도수로 구성되어 있는 자료를 말한다. 이러한 자료는 질적변수를 다루는 사회과학 분야에서 흔히 나타난다. 예를 들어 종교의 선호도를 조사하는 문항에서 불교, 기독교, 천주교 등의 범주로 분류될 수 있다. 개인의 월수입 수준을 상, 중, 하로 분류하는 경우도 범주형 자료로 볼 수 있다. 이 장에서는  $\chi^2$  분포를 이용하여 범주형 자료를 분석하는 통계적 분석방법을 학습한다. 2007 개정 수학과 교육과정과 「고급수학」에서는 범주형 자료 분석을 다루지 않는다.

대학 통계학 교재에서 범주형 자료 분석은 다양한 형태로 나타난다. 평생교육진흥원에서 운영하는 대학 독학위제에서 수학 전공 분야의 전공 기초과정의 과목인 「통계학개론」에서는 가설검정까지만 다루고 있어 범주형 자료 분석은 포함되지 않았고, 교양 분야의 교양 과정인 「초급 통계학」에서는 분할표라는 단원에서 다항분포, 카이제곱 분포, 적합도 검정, 분할표를 다루고 있다. 김우철 외(2005)의 「현대통계학」에서는 범주형 자료의 분석을 독립 단원으로 다루면서 다항분포, 적합도 검정, 동질성 검정, 독립성 검정, 동질성 검정과 독립성 검정의 관계를 다루고 있다. 특히 적합도 검정에서는 귀무가설에 의해 각 범주의 확률이 주어지는 경우와 주어지지 않은 경우로 구분하여 다루고 있다. 김주한 외(2009)의 「통계학 입문」에서는 적합성 검정과 분할표라는 단원에서 적

합성 검정과 분할표를 다루고 있다. 이외숙 외(2002)의 「통계학 입문」에서는 범주형 자료 분석이라는 단원에서 다항모형, 피어슨 적합도 검정, 분할표, 동질성 검정을 다룬다. 미국의 AP 과정 통계학에서는 자료 탐색 영역에서 범주형 자료 탐색이라는 단원에서 이원배치표에서 주변도수와 결합도수, 조건부 상대도수와 결합, 막대그림을 이용한 분포의 비교를 다루고 있다. 또한 통계적 추론 영역의 유의성 검정 단원에서 적합도, 비율의 동질성과 독립성을 위한 카이제곱 검정을 다루고 있다.

본 연구의 통계학 표준교육과정의 7장 범주형 자료 분석에서는 적합도 검정, 동질성 검정, 독립성 검정을 모두 포함하였다. 통계학 표준교육과정의 7장 범주형 자료 분석의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 7장 범주형 자료 분석에 구체적으로 제시하였다.

#### 아. 상관과 회귀분석

일상생활은 물론 사회과학, 자연과학, 의학 등 여러 분야에서 연구하고자 하는 한 집단의 개체로부터 두 변수 또는 여러 변수들을 측정하여 상호 관련성을 분석해야 하는 경우가 자주 나타난다. 이러한 변수와 변수 사이의 관계를 규명하고자 하는 통계적 방법의 하나가 회귀분석이다. 이 장에서는 상관계수, 단순회귀모형, 최소제곱법에 의한 회귀계수의 추정, 회귀모형을 이용한 예측 등을 학습한다. 2007 개정 수학과 교육과정과 「고급수학」에서는 상관과 회귀분석을 다루지 않는다.

대학 통계학 교재에서 상관과 회귀분석을 다루는 방법은 다양하다. 평생교육진흥원에서 운영하는 대학 독학 학위제도에서 교양 분야의 교양 과정인 「초급 통계학」에서는 단순회귀분석이라는 단원에서 회귀분석, 단순회귀식의 최소제곱법에 의한 적합, 단순회귀분석에서의 추정과 검정을 다루고 있다. 김우철 외(2005)의 「현대통계학」에서는 단순회귀분석과 다중회귀분석을 구분하여 상세하게 다루고 있다. 단순회귀분석에서는 앞의 경우와 마찬가지로 회귀분석, 단순회귀식의 적합, 최소제곱추정량의 성질을 다루고 있으며 단순회귀의 분산분석을 추가로 다루고 있다. 중회귀분석에서는 단순회귀분석과 같은 형태로 교재가 구성되어 있다. 김주한 외(2009)의 「통계학 입문」에서는 상관과 회귀분석을 다루지 않고 있다. 이외숙 외(2002)의 「통계학 입문」에서는 단순선형회귀분석과 상관이라는 단원에서 회귀분석의 기본개념, 단순회귀모형의 적합, 분산의 불편추정량, 단순회귀의 추론, 분산분석과 상관분석을 다루고 있다. 미국의 AP 과정 통계학에서는 자료 탐색 영역에서 이변량 자료 탐색이라는 단원에서 상관과 선형성, 최소제곱 회귀직선 등을 다루고 있으며, 통계적 추론 영역의 유의성 검정 단원에서 최소제곱 회귀직선의 기울기에 대한 검정을 다루고 있다.

본 연구의 통계학 표준교육과정의 8장 상관과 회귀분석에서는 상관계수, 단순회귀모형, 모형 모수에 대한 추론, 회귀모형을 이용한 예측 등을 포함하고 있다. 통계학 표준교육과정의 8장 상관과 회귀분석의 학습목표와 내용기준 그리고 성취기준은 [부록-1]의 제 8장 상관과 회귀분석에 구체적으로 제시하였다.

#### 자. 평가

본 연구에서는 개발된 통계학 교육과정과 관련하여 평가에 대한 예시안을 개발하였다. 예시안에서는 3회의 지필평가와 실습, 출결, 과제를 종합하여 평가하도록 하였다. 각 항목의 반영 비율은 <표III- 2>와 같다.

<표III- 2> 평가 항목 및 비율의 예시

항목	지필평가			실습	과제	출결	계
	1차	2차	3차				
비율(%)	20	25	25	10	10	10	100

또한 각 지필평가는 통계학의 학습효과를 극대화하기 위하여 단답식과 주관식으로 출제하되 계산 위주의 단

답식은 지양하고, 개념의 이해와 응용을 위주로 한 서술형 중심으로 평가하는 것이 UP의 성격에 적합하다고 판단하였다. 이와 관련하여 <표Ⅲ- 3>과 같은 평가 형식 및 기준을 제시하였다.

<표Ⅲ- 3> 평가 방법

형식	기준
총 문항수	6개 문항 내외
문항 유형	단답식 2개 내외, 주관식 4개 내외
난이도	단답식 문항은 중, 주관식 문항은 중 50%, 상 50%
시험시간	100분 내외

3회의 지필평가에서 각 영역별 출제 비율은 영역별 강의 시수에 비례하여 <표Ⅲ- 4>와 같이 제시하였다. 또한 1·2·3차 예시 평가와 평가의 구체적인 예시안은 [부록-1]의 평가 단원에 제시하였다.

<표Ⅲ- 4> 평가 영역 및 비율의 예시

평가	영역	비율(%)
1차	자료 탐색	20
	확률	35
	확률변수와 확률분포	45
2차	표본분포	35
	추정	35
	검정	30
3차	검정	20
	범주형 자료분석	40
	상관과 회귀분석	40

### 3. 통계학 표준교육과정에 대한 전문가 검토 내용

#### 가. 현직 교사

개발한 UP 통계학 표준교육과정은 대학교 1학년 수준의 기초통계학으로 우수한 자연계 학생들에게 적합한 교육과정으로 생각되지만, 인문계 학생들에게는 다소 어렵게 느껴질 것 같다는 검토 의견이 있었다. 또한 이론적 설명과 SPSS 실습을 함께 하기에는 전반적으로 내용이 많을 것 같다는 의견과 함께 모분산에 대한 신뢰구간, 모분산의 검정, 회귀모형을 이용한 예측 등의 내용을 삭제하거나 하나의 체계로 제시하되, 학생의 수준이나 계열 별로 다루어야 할 핵심 내용을 분류하여 교육과정을 편성하는 것도 타당한 방안이 될 수 있다는 의견을 제시한 경우도 있었다. 그리고 통계학 표준교육과정이 이론적으로만 통계를 다루지 않고, 공학적 도구를 활용하여 실제로 통계 조사와 통계 처리를 해보게 한 것은 학생들에게 큰 경험이 될 것이라는 검토 의견이 있었다. 본 연구에서 개발한 통계학 표준교육과정에 대한 현직 교사들의 전반적인 검토의견은 우수한 학생들이 대학 수준에서 필요한 통계학 분야의 내용을 학습할 수 있는 교육과정이라는 것이었다.

#### 나. 통계학 전공전문가

제안된 통계학 표준교육과정은 전체적으로 학습목표나 다루고 있는 내용의 범위와 깊이 등이 적정하다고 판

단된다는 의견과 함께, 특히 자료 분석의 중요성을 강조하고 현대통계학에서 그 역할이 더 커지고 있는 자료탐색에 대한 내용을 강화한 통계학 표준교육과정은 고전적인 통계교육의 문제점을 극복할 수 있을 것이라는 의견 제시가 있었다. 그렇지만 분산분석, 다중회귀분석 등 선이수제 교육과정에 불필요한 내용을 잘 선별하여 포함시키지 않았지만 통계의 개념을 이해하고 통계학의 유용성을 파악하는데 오히려 도움을 주지 못할 수 있는 내용이 포함되어 있다는 의견과 함께, 모든 통계 내용을 가급적 실제 자료를 통해 설명하도록 교육과정을 개발하는 것이 필요하다는 검토 의견을 제시하였다. 또한 자료탐색, 확률, 확률변수와 분포, 추정까지의 내용과 이후에 접하게 될 가설검정 간에 논리적인 연결이 쉽지 않기 때문에 처음 통계학을 접하는 학생들에게 매우 조심스럽게 “가설검정” 내용을 설명할 수 있는 교육적 처치가 필요하다는 의견을 주었다.

#### 4. UP 통계학 표준교육과정

개발된 통계학 교육과정에 대해서 통계학 전문가와 현직 교사 등 12명의 검토 의견과 요구 사항에 대한 분석과 반영 과정, 그리고 통계와 관련된 전문가 6명(통계학 전문가 3명, 수학교육 전문가 2명, 현장교사 1명)의 검증 절차를 거쳐 [부록-1]과 같이 UP 통계학 표준교육과정을 체계화하였다.

### IV. 결 론

21세기 현대 사회는 모든 학생을 위한 교육의 기회 균등과 함께 우수한 학생들을 위한 수월성 교육이 강조되고 있다. 고도의 지적 능력과 창의적 지식 생산을 요구하는 이 시기에 대학과목선이수제(University-Level Program)는 국가·사회의 발전에 기여할 수 있는 특정 학문영역의 능력과 적성이 뛰어난 우수한 학생들을 육성하는 데 매우 중요한 역할을 담당할 수 있다. 또한 대학과목선이수제는 우수한 학생들에게 그들의 학문적 잠재력을 발휘할 토대를 미리 경험하게 한다는 측면에서 반드시 필요하다고 할 수 있다. 우리나라의 대학과목선이수제인 UP는 2005년도부터 시·도교육청에서 시범운영하였고, 2007년 한국대학교육협의회가 UP의 주관기관으로 지정되었으며, 전국의 주요 대학에서 UP를 진행하고 있다. UP가 앞으로도 본연의 목적을 이루기 위해서는 우수한 학생들이 필요로 하는 각 학문 체계의 특성에 부합되는 분야의 표준교육과정을 개발하고, 이에 따라 각 대학에서 개발한 표준교육과정에 부합하는 교육을 실시해야 할 것이다. 물론 수학 영역의 경우 「미적분학 I, II」가 개발되어 있지만 우수한 학생들의 다양한 학문적 요구를 현실적으로 충족시키기 위해서는 통계 분야의 표준교육과정을 추가로 개발할 필요가 있었다.

통계는 실제 상황을 묘사, 분석하고 예측하는 강력한 도구인 동시에 물리적인 세계의 여러 가지 현상이 어떻게 수학화되고, 수학이 실세계에 어떻게 적용되는지를 가장 잘 보여주는 영역이다. 수학의 여러 분야 중에서 특히 실생활과 밀접한 관련이 있는 확률·통계 영역은 급격한 사회 변화에 따라 방대한 정보량에서 합리적인 의사결정의 수단을 제공할 수 있는 지식 체계이다. 또한 정치, 경제, 사회의 모든 분야에서 자료를 이용하여 다양한 상황을 분석하고, 알고자 하는 것에 대해서 체계적으로 추론하는 방법을 배우는 분야이다. 수학을 이루는 영역 중에서 확률과 통계 영역은 우수한 학생들이 수학적 지식의 유용성을 인식하도록 하기에 적합한 내용 요소들로 구성되어 있다. 따라서 확률과 통계 영역의 지식을 활용하여 현실 속에서 만나는 다양한 현상을 수학적으로 다루면서 우수한 학생들은 모델링적 관점에서 문제해결 능력을 신장시킬 수 있으며, 수학을 활용하여 실생활과 연결된 맥락을 비판적이고 합리적으로 사고하려는 수학적 태도를 기를 수 있다. 이에 본 연구는 통계학 과목을 필요로 하는 학과에 진학한 대학생들이 대학 1학년에서 학습하는 자료 탐색, 확률, 확률변수와 확률분포, 표본추출과 표본분포, 추정, 검정, 상관과 회귀분석에 해당하는 통계 지식들을 주요 내용으로 하여 통계학 표준

교육과정을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 통계학 표준교육과정을 통해서 학생들은 대학 과목의 선행학습은 물론 대학에서 통계학 관련 교과목을 학습하는 데에 있어서 필요한 통계적 기초를 형성할 수 있을 것이다. 본 연구에서 개발한 통계학 표준교육과정의 특징은 학습 성취가 우수한 고등학생들을 대상으로 계산 위주의 확률·통계 내용을 지양하고, 통계적 개념 및 정의의 이해와 다양한 분야에의 활용을 중심 내용으로 구성하였다는 것이다. 또한 통계 소프트웨어의 적극적인 활용을 통해서 실험·실습이 가능한 통계학 교육이 이루어지도록 하였다. 이를 통해서 우수한 고등학생들의 학습동기 유발과 성취의식을 고취시키고, 통계학 관련 분야의 학문적 기초를 제공하는데 그 목적이 있다. 본 연구결과 다음과 같은 효과가 있을 것으로 기대된다.

첫째, 우수한 고등학생들에게 통계학을 선이수할 기회를 제공하여 UP의 활성화 및 성공적인 정착에 기여할 수 있다.

둘째, 보다 구체적인 통계학 표준교육과정과 평가기준을 제공함으로써 새로운 통계교육의 지평을 열어 참여 학생들의 교육경쟁력 강화에 기여할 수 있다.

셋째, 고교교육경쟁력 강화 방안에서 제시하고 있는 「고급수학」의 범위를 통계학까지 확장하여 우수한 학생들을 위한 심화교육의 활성화에 기여할 수 있다.

또한 본 연구의 결과를 토대로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 개발한 통계학 표준교육과정은 이론 연구의 성격을 지니고 있다. 따라서 본 연구의 결과를 현장에 적용하여 타당한 결과 여부를 판단할 수 있는 후속 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구에서 개발한 통계학 표준교육과정은 고등학교 수준의 확률·통계 내용을 바탕으로 대학의 통계학 개론 수준을 다루고 있다. 따라서 고등학교에서 확률·통계 단원을 모두 공부하지 못한 1·2학년 학생들이나 인문계열 학생들을 대상으로 한 초급 통계학 표준교육과정이 개발될 필요가 있다.

셋째, 본 연구의 통계학 표준교육과정을 토대로 한 UP 통계학 교재의 개발이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 교육인적자원부 (2007). 2007 개정 수학과 교육과정.
- 교육과학기술부 (2008). 2008학년도 이후 대학입학제도 개선.
- 교육과학기술부 (2008). 대학과목선 이수제 표준 교육과정(시안).
- 김남희·나귀수·박경미·이경화·정영옥·홍진곤 (2011). 수학교육과정과 교재연구, 서울: 경문사.
- 김용균 (1999). Excel을 이용한 통계 학습자료 개발, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김우철·김재주·박병욱·박성현·송문섭·이상열·이영조·전종우·조신섭 (2005). 현대 통계학 제 4개정판, 서울: 영지문화사.
- 김원경 외 (2003). 확률과 통계, 서울: 천재교육사.
- 김응환·이석훈 (2007). 통계교육, 서울: 경문사.
- 김재춘·박소영·한혜정 (2007). 대학과목선 이수 프로그램을 위한 표준 교육과정 총론 개발 연구, 연구보고 RR 2007-4-258.
- 김주한·김흥기·박래현·박석윤·배종호·이낙영·이석훈·이민구·이주호 (2009). 통계학 입문, 서울: 정익사.
- 김훈·양성덕·이동원·한인기 (2008). 대학과목선 이수제의 미적분학 교육과정 개발 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 22(2), 165-185.
- 권성호·강경희 (2007). 대학과목선 이수제(UP) 운영 사례 연구. 한국교양교육학회, 교양교육연구, 1(2), 7-24.
- 대학교육협의회 (2010). 「대학과목선 이수제」 표준 교육과정 총론 및 운영 방안.
- 박선미·박일수·김훈·김경대·이태상 (2008). 한국의 대학과목선 이수제 소개 및 운영 현황 분석. 한국초등교육학회 학술대회지, 2008(1), 381-395.

- 변지영 (2005). 확률·통계 영역에 대한 교사들의 지식과 신념에 관한 연구, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 성명희 · 현대덕 · 이지연 · 장형지 (2011). 대학영어 선이수를 위한 표준교육과정 개질 방향 제안. 현대영어교육학회, 현대영어교육, **12(2)**, 140-157.
- 신동선 · 류희찬 (1998). 수학 교육과 컴퓨터. 서울: 경문사.
- 우정호 (2000). 수학학습-지도 원리와 방법. 서울: 서울대학교 출판부.
- 우정호 외 (2009). 적분과 통계, 서울: 두산 동아.
- 이석훈 · 김응환 (1999). 통계와 확률 지도론. 서울: 경문사.
- 이외숙 · 임용빈 · 성내경 · 소병수 (2002). 통계학 입문. 서울: 경문사.
- 최재철 (2007). 대학과목 선이수제에 관한 연구. 한국스페인어문학회, 스페인어문학, **42**, 243-258.
- 표용수 · 박준식 (2009). 대학과목선이수제 교과목의 효율적 운영 방안. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **23(2)**, 279-296.
- 황선옥 외 32인 (2011). 2009 개정 수학과 교육과정 시안 연구. 한국과학창의재단.
- Moore, D. S. (1997). New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review*, **65(2)**, 123-165.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Wild, C. J. & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical inquiry. International Statistical Institute, *International Statistical Review*, **67(3)**, 223-248.
- <http://bdes.nile.or.kr>
- <http://collegeboard.com>

## **A Study on the Curriculum Development of Statistics for University-level Program**

**Lee, Jong Hak**

Daejeon Songchon High School, Korea

E-mail : mathro@hanmail.net

**Cho, Wan Young**

Dept. of Mathematics Education, Chungbuk National University, 361-763, Korea

E-mail : wycho@cbu.ac.kr

The objective of this study is to develop university-level program(UP) ' Statistics Curriculum'. The UP program is a Korean curriculum sponsored by the Ministry of Education and Technology, which offers standardized courses to high school students that are generally recognized to be equivalent to undergraduate courses in college. In this paper we analyze that various programs are being conducted currently in Korea and overseas related with University-level Program in mathematics. And, we describe course of the study, mathematical objectives of developed statistics curriculum on the study.

---

\* ZDM Classification : K14

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97B40

\* Key Words : university-level program, statistics, advanced placement system, curriculum

## <부 록> 대학과목선 이수제 통계학 표준교육과정

### 1. 성격

본 과정은 이공계 및 사회계 대학생들이 대학 1학년에서 학습하는 기초통계학에 해당하는 내용을 다룬다. 이 과정을 통해서 학생들은 대학과목의 선행학습은 물론 대학에서 계량적인 자료 분석을 위한 통계적 사고의 기초를 학습하게 될 것이다. 더 나아가 통계학 혹은 계량적 분석을 많이 요구하는 학문을 전공하고자 하는 학생들에게는 기초적인 통계적 분석방법을 학습함으로써 고급계량분석의 교과목을 소화시킬 수 있는 기반을 갖추게 하는 준비적인 성격을 띠고 있다.

통계학은 자료를 수집, 정리하고 분석하여 자료가 가지고 있는 정보를 해석하며 합리적인 의사결정을 내리는 방법을 연구하는 학문이다. 거의 모든 과학과 학문 분야에서 자료에 근거한 합리적인 의사결정을 필요로 하므로 지난 반세기 동안 통계학은 그 적용범위가 점점 늘어나서 현재는 적용되지 않는 분야가 없을 정도이다.

대학에서의 통계학 과정은 고등학교에서 수학의 한 분야로서 자료를 해석하기 위해 간단하게 배운 확률과 기본적인 통계모형을 보다 확장하여 궁극적으로 자료 분석을 통한 과학적 의사결정에 이를 수 있도록 단계적으로 연관된 내용 체계로 구성되어 있다. 따라서 본 과정에서는 자료로부터 유용한 정보를 쉽게 추출할 수 있도록 여러 가지 측도를 이용하여 정리, 표현하고 기술하는 방법들과, 획득된 유용한 정보를 이용하여 관심 특성에 대한 예측과 그와 관련된 의사결정을 수행할 수 있는 방법들을 다루게 된다. 이를 통하여 전공 통계학 및 관련 학문의 계량분석 교과목을 이해할 수 있는 기초적인 소양을 학생들에게 제공한다.

본 과정은 한 학기, 15주 45시간을 기준으로 만들어져있다. 본 과정의 내용과 범위는 각 대학에서 운영하고 있는 기초통계학 및 자료 분석 강좌, 그리고 미국의 AP 제도를 분석하여 학습 성취가 우수한 고등학생들이 학습하기에 적절하도록 구성하였다.

본 과정의 가장 큰 특징은 학습 성취가 우수한 고등학생들을 대상으로 하는 교육과정이라는 것이다. 따라서 직관적이고 계산위주의 통계학 내용을 지양하고 개념 및 자료 분석 방법의 원리에 대한 이해와 다양한 분야의 자료에 대한 분석실습을 중심 내용으로 구성하였다. 이를 통해서 우수한 고등학생들의 학습동기 유발과 성취의식을 고취시킴으로써 장차 이공계 및 사회계의 중심 역할을 할 우수한 고등학생들에게 학문적 기초를 제공하는 데 그 목적이 있다.

### 2. 목표

#### 가. 총괄 목표

다양한 불확실한 현상의 분석을 위한 확률론의 기초 개념인 확률공간, 확률변수와 그 분포를 이해하고 자료 분석 및 통계학에 활용을 학습함으로써 불확실한 현상의 수리적 분석능력을 향상시키고 실생활에 응용할 수 있는 활용능력을 향상시킨다.

#### 나. 세부 목표

- 확률공간의 개념과 정의를 이해한다.
- 불확실한 현상의 수학적 모델로서 확률변수를 이해한다.



- 다양한 확률분포의 개념과 정의를 이해한다.
- 측정값들이 표본의 분포를 학습한다.
- 모수의 추정방법과 검정방법을 학습하고 활용할 수 있다.
- 두 모집단의 추론방법을 학습한다.
- 자료의 분석방법을 학습하고 현상의 분석에 활용할 수 있다.

### 3. 내용

#### 가. 내용체계

통계학 표준교육과정의 전반적인 내용 체계는 <표- 1>과 같다.

<표- 1> 통계학 표준교육과정의 내용체계

대영역	중영역	참고	주차
제1장 자료 탐색	자료의 형태 및 요약, 중심위치의 측도 산포의 측도, 상자그림과 이상치 탐색 SPSS의 사용법과 실습	자료의 기술적 요약	1
제2장 확률공간	확률의 정의, 확률의 기본적인 성질 조건부확률과 곱셈법칙, 베이즈 정리	수학적 확률과 통계적 확률	1~2
제3장 확률변수와 확률분포	확률변수, 이산확률분포 연속확률분포, 결합확률분포	이산확률변수와 연속확률변수 평가1	3~5
제4장 표본추출과 표본분포	표본조사 계획과 구성, 표본분포 표본분포에 대한 모의실험 여러 가지 표본분포	중심극한정리의 의미	5~8
제5장 추정	점추정, 구간추정, 표본크기의 결정 SPSS의 실습	개념과 정의의 이해 및 활용	9~10
제6장 검정	가설검정, 모평균과 모비율의 검정 모분산의 검정, 두 모집단에 대한 가설검정	개념과 정의의 이해 및 활용 평가 2	10~12
제7장 범주형 자료분석	적합도 검정, 동질성 검정 독립성 검정, SPSS 실습	범주형 자료의 적합도, 동질성, 독립성의 검정	13
제8장 상관과 회귀분석	회귀모형, 모형의 모수에 대한 추론 회귀모형을 이용한 예측, SPSS 실습	상관관계 모형의 설정과 모형의 모수에 대한 추정과 검정 평가 3	14~15

#### 나. 내용

##### 제1장 자료 탐색

###### 가) 학습목표

- 자료의 형태를 설명할 수 있다.
- 그래프나 도표를 이용하여 자료를 요약·정리하고 해석할 수 있다.
- 중심위치와 산포의 측도에 대한 종류와 특징을 설명할 수 있다.
- 상자그림을 그리고 이를 이상치 탐색에 활용할 수 있다.

- 통계 프로그램인 SPSS를 이용하여 실제자료에 대한 기술적 요약을 연습한다.

나) 내용기준

- 1) 자료의 형태
  - 양적 자료, 질적 자료
- 2) 그래프를 이용한 자료의 요약
  - 도수분포표, 막대도표, 원도표, 점도표, 줄기와 잎 그림, 히스토그램
- 3) 중심위치의 측도
  - 모평균, 표본평균, 중앙값, 최빈값, 분포의 형태와 대푯값의 위치
- 4) 산포의 측도
  - 범위, 모분산, 표본분산, 모표준편차, 표본표준편차, 백분위수, 표준화점수
- 5) 상자그림과 이상치 탐색
  - 사분위수, 사분위 범위, 다섯숫자요약, 이상치, 상자그림
- 6) 통계패키지(SPSS)를 이용한 실습

다) 성취기준

- 1) 자료의 형태를 설명할 수 있는가?
- 2) 그래프를 이용하여 자료를 요약하고 해석할 수 있는가?
- 3) 중심위치의 측도에 대한 종류와 특징을 설명할 수 있는가?
- 4) 산포의 측도에 대한 종류와 특징을 설명할 수 있는가?
- 5) 상자그림을 그릴 수 있고 이를 이상치 탐색에 적용할 수 있는가?
- 6) 실제자료에 대한 기술적 요약을 하기 위하여 SPSS를 활용할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 중·고등학교의 확률과 통계의 단원과 연계됨에 유의한다.
- 실제 자료를 이용하여 용어의 배경과 의미를 설명한다.
- 실제 자료에 대한 기술적 요약을 하는 과정에서 SPSS 프로그램의 활용법과 장단점을 간략히 설명한다.
- 통계프로그램 SPSS를 활용한 자료의 분석을 제안하고 있으나 편의에 따라 각종 통계프로그램을 자유로이 선택하여 실습할 수 있다.

## 제2장 확률

가) 학습목표

- 확률 현상의 의미를 설명하고 확률을 정의할 수 있다.
- 확률의 기본적인 성질을 설명할 수 있다.
- 조건부 확률과 확률의 곱셈 정리를 이해하고 활용할 수 있다.
- 베이즈 정리를 이해하고 활용할 수 있다.

나) 내용기준

- 1) 확률의 다양한 정의
  - 통계적 확률, 수학적 확률, 표본공간, 사건, 근원사건, 사건의 확률, 공리적 확률

- 2) 확률의 기본적인 성질
  - 확률의 기본적인 성질, 확률의 덧셈법칙
- 3) 조건부 확률과 곱셈법칙
  - 조건부 확률, 확률의 곱셈법칙, 독립과 종속
- 4) 베이즈 정리
  - 표본공간의 분할, 전확률의 법칙, 베이즈 정리

다) 성취기준

- 1) 확률 현상의 의미와 확률의 정의를 설명할 수 있는가?
- 2) 확률의 기본적인 성질을 이용하여 확률을 계산할 수 있는가?
- 3) 조건부 확률의 정의와 곱셈 정리를 이해하고 이를 확률 계산에 적용할 수 있는가?
- 4) 베이즈 정리를 이해하고 이를 확률 계산에 적용할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 통계적 확률과 수학적 확률을 명확히 설명하고 통계학이 실생활에 광범위하게 활용되는 이유를 설명한다.
- 수학적 확률로부터 공리론적 확률의 논리적인 근거를 설명한다.
- 사건들의 독립성은 조건부 확률에 배경이 있으며, 곱사건의 확률을 구하는 방법으로 활용됨을 강조한다.
- 베이즈 정리의 활용에 중점을 둔다.

**제3장 확률변수와 확률분포**

가) 학습목표

- 확률변수의 개념을 이해하고 확률변수의 기댓값과 표준편차를 구할 수 있다.
- 이항분포, 기하분포, 초기하분포, 포아송분포의 뜻과 성질을 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- 균일분포, 지수분포, 정규분포의 뜻과 성질을 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- 이항분포의 정규근사의 의미를 알고 이를 활용할 수 있다.
- 결합분포, 공분산과 상관계수, 두 확률변수 사이의 관계를 설명할 수 있다.

나) 내용기준

- 1) 확률변수
  - 확률변수, 이산확률변수, 연속확률변수, 확률변수의 기댓값과 표준편차
- 2) 이산확률분포
  - 이항분포, 기하분포, 초기하분포, 포아송분포
- 3) 연속확률분포
  - 균일분포, 지수분포, 정규분포, 이항분포의 정규근사
- 4) 결합확률분포
  - 이차원 확률변수와 결합분포, 공분산과 상관계수, 두 확률변수의 독립

다) 성취기준

- 확률변수의 정의를 이해하고 실생활에 나타나는 여러 현상에 적용할 수 있는가?
- 확률변수의 기댓값과 분산을 구할 수 있고 확률변수의 특성적 성질을 이해할 수 있는가?

- 두 확률변수의 공분산, 상관계수를 구할 수 있고 독립성과의 관계를 이해할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 확률변수의 의미를 함수에서의 변수 개념과 비교하여 설명한다.
- 확률분포의 특성과 활용 범위를 구분할 수 있고 각각의 경우 기댓값과 표준편차를 구할 수 있게 한다.
- 중·고등학교에서 학습한 누적도수, 상대도수, 누적상대도수와 관계하여 설명한다.
- 확률분포에서 기하분포, 초기하분포, 지수분포는 경우에 따라 생략할 수 있다.

#### 제4장 표본추출과 표본분포

가) 학습목표

- 표본추출 방법을 이해하고 표본조사를 계획하고 구성할 수 있다.
- 통계량의 개념을 이해한다.
- 표본분포를 이해하고 설명할 수 있다.
- 중심극한정리의 내용과 의미를 설명할 수 있다.
- $\chi^2$  분포,  $t$  분포,  $F$  분포의 정의를 이해하고 이를 활용할 수 있다.

나) 내용기준

1) 표본조사 계획과 구성

- 잘 설계된 조사의 특징, 모집단, 표본, 임의추출, 편향의 요인, 표본추출 방법

2) 표본분포

- 통계량, 표본평균, 표본분산, 표본비율, 표본평균에 대한 표본분포, 표본비율에 대한 표본분포, 중심극한 정리

3) 표본분포에 대한 모의실험

4) 여러 가지 표본분포

- $\chi^2$  분포,  $t$  분포,  $F$  분포

다) 성취기준

- 표본추출 방법을 이해하고 이를 활용할 수 있는가?
- 표본분포의 정의를 알고 중심극한정리를 설명할 수 있는가?
- $\chi^2$  분포,  $t$  분포,  $F$  분포의 정의를 이해하고 이를 활용할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 표본추출 방법에 유의하여 표본조사 계획을 세우는 활동을 강조한다.
- 정규분포를 갖는 모집단에서의 표본만을 다룬다.
- 중심극한정리의 증명은 생략하고 내용과 의미를 중점적으로 설명한다.
- 표본분포에 대한 모의실험을 통해 관련 개념의 이해와 표본분포의 실용성을 경험하도록 한다.

## 제5장 추정

### 가) 학습목표

- 추정의 뜻을 이해하고 추정량의 성질을 설명할 수 있다.
- 점추정의 의미와 정의를 설명할 수 있다.
- 구간추정의 원리를 이해하고 신뢰구간의 의미와 정의를 설명할 수 있다.
- 표본크기의 결정의 의미를 이해하고 활용할 수 있다.
- SPSS의 실습

### 나) 내용기준

#### 1) 추정의 뜻

- 모수추정과 오차의 한계, 점추정과 구간추정의 의미, 추정량의 성질

#### 2) 점추정

- 통계량, 추정량, 불편추정량, 모평균, 모비율, 표준오차, 표준오차의 추정량

#### 3) 구간추정

- 모평균에 대한 신뢰구간과 신뢰수준, 모비율, 모분산에 대한 신뢰구간

#### 4) 표본크기

#### 5) SPSS의 실습

### 다) 성취기준

- 점추정의 의미와 정의를 이해하고 활용할 수 있는가?
- 구간추정의 원리, 신뢰구간의 의미와 정의를 이해하고 활용할 수 있는가?
- 정확도와 신뢰도를 달성하기 위한 표본크기를 결정하는 방법을 이해하고 활용할 수 있는가?
- SPSS를 사용하여 주어진 자료를 바탕으로 모평균, 모비율, 모분산을 추정할 수 있는가?

### 라) 교수·학습상의 유의점

- 실제 예를 이용하여 추정량의 의미를 이해하고 모수추정과 오차의 관계를 이해하도록 한다.
- 점추정과 구간추정의 사례를 이용하여 추정 방법을 선택할 수 있게 한다.

## 제6장 가설검정

### 가) 학습목표

- 가설검정의 배경과 의미를 이해하고 설명할 수 있다.
- 모평균과 모비율의 가설검정을 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- 모분산의 가설검정을 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- 두 모평균의 차, 두 모비율의 차에 대한 가설검정을 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- SPSS를 이용하여 가설검정을 하고 해석할 수 있다.

### 나) 내용기준

#### 1) 가설검정

- 통계적 가설, 귀무가설, 대립가설, 기각역, 유의수준

- 2) 모평균과 모비율의 검정
  - 귀무가설, 대립가설, 유의수준, 기각역
- 3) 모분산의 검정
  - 귀무가설, 대립가설, 유의수준, 기각역
- 4) 두 모집단에 대한 가설검정
  - 두 모평균 차에 대한 가설검정, 두 모비율 차에 대한 가설검정
- 5) SPSS의 실습

다) 성취기준

- 가설검정 배경과 의미를 이해하고 활용할 수 있는가?
- 모평균과 모비율에 대한 가설을 세우고 검정할 수 있는가?
- 모분산의 검정에 대한 가설을 세우고 검정할 수 있는가?
- 두 모집단에 대한 가설을 세우고 검정할 수 있는가?
- SPSS를 사용하여 주어진 자료를 바탕으로 모평균, 모비율, 모분산을 추정하고 검정할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 가설검정의 의미를 이해하고 검정결과를 해석하는 활동에 주안점을 둔다.
- 실제 자료를 SPSS를 사용하여 추정하고 검정할 수 있도록 한다.

## 제7장 범주형 자료 분석

가) 학습목표

- 범주형 자료 분석의 개념을 학습한다.
- 비율의 적합도 검정 원리를 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- 여러 모집단 비율의 동질성에 대한 검정 원리를 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- 두 개의 질적 요인의 독립성에 대한 검정 원리를 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- SPSS를 활용하여 범주형 실제자료를 검정할 수 있다.

나) 내용기준

- 1) 적합도 검정
  - 다항실험의 정의, 다항확률, 관측도수, 기대도수
- 2) 동질성 검정
  - 분할표, 여러 모집단 비율의 동질성에 대한 검정
- 3) 독립성 검정
  - 두 개의 질적 요인의 독립성 검정
- 4) SPSS 실습

다) 성취기준

- 다항확률에 대한 적합도 검정 원리를 이해하고 이를 활용할 수 있는가?
- 관측도수와 기대도수의 상대적 차이로 이루어진 카이제곱 검정 통계량의 의미를 이해했는가?

- 동질성 검정과 독립성 검정의 차이를 인식하고 있는가?
- SPSS를 활용하여 범주형 자료를 검정할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 정리의 증명 없이 정리의 의미를 직관적으로 이해한다.
- 구체적인 예를 통하여 각 검정 원리를 이해한다.

**제8장 상관과 회귀분석**

가) 학습목표

- 두 연속형 변수의 선형 상관에 대한 측도를 설명할 수 있다.
- 두 변수의 선형 관계를 수학적으로 표현한 단순회귀모형을 이해하고 활용할 수 있다.
- 추정된 모형의 모수들을 이용하여 종속변수를 예측하는 방법을 이해하고 이를 활용할 수 있다.
- SPSS를 활용하여 실제 자료에 대한 회귀분석을 할 수 있다.

나) 내용기준

1) 상관계수

- 산점도, 표본상관계수의 정의, 상관계수에 대한 가설검정

2) 회귀모형

- 종속(반응)변수, 독립(설명)변수, 단순회귀모형의 정의, 회귀직선

3) 모형 모수에 대한 추론

- 회귀계수, 최소제곱법, 추정회귀직선, 잔차, 오차제곱합, 회귀계수에 대한 검정, 결정계수, 총제곱합, 회귀제곱합

4) 회귀모형을 이용한 예측

- 종속변수 평균에 대한 신뢰구간, 개별 종속변수에 대한 예측구간

5) SPSS를 활용한 실제자료에 대한 회귀분석

다) 성취기준

- 상관계수의 의미를 이해하고 구할 수 있는가?
- 단순회귀모형의 의미를 이해하고 이를 활용할 수 있는가?
- 모형모수 추정을 위한 방법으로서 최소제곱법을 이해하고 설명할 수 있는가?
- 결정계수의 의미를 설명할 수 있는가?
- 모형 모수 추정값들을 이용하여 종속변수를 예측할 수 있는가?
- SPSS를 이용하여 실제자료에 대한 회귀분석을 할 수 있는가?

라) 교수·학습상의 유의점

- 구체적인 예를 이용하여 각 용어의 개념을 설명하고 활용에 중점을 둔다.

#### 4. 평가

##### 가. 평가 개요

###### 1) 평가 항목

통계학은 3회의 지필평가와 실습, 출결, 과제를 종합하여 평가한다. 각 항목의 반영 비율은 다음을 권장한다.

항목	지필평가			실습	과제	출결	계
	1차	2차	3차				
비율(%)	20	25	25	10	10	10	100

###### 2) 평가 내용

영역별 출제 비율은 영역별 강의 시수에 비례하여 다음 비율을 권장한다.

평가	영역	비율(%)
1차	자료 탐색	20
	확률	35
	확률변수와 확률분포	45
2차	표본분포	35
	추정	35
	검정	30
3차	검정	20
	범주형 자료분석	40
	상관과 회귀분석	40

###### 3) 문항 유형 및 시험시간

각 지필평가는 통계학의 학습효과를 극대화하기 위하여 단답형과 서술형으로 출제하되 계산위주의 단답형은 가급적 지양하고 개념의 이해와 응용을 위주로 한 서술형을 중심으로 평가한다. 또한 학습자의 능력을 고려하여 다음과 같은 평가 문항의 구성 및 시험 시간을 권장한다.

- 총 문항수: 6개 문항 내외
- 문항 유형: 단답식 2개 내외, 주관식 4개 내외
- 난이도: 단답식 문항은 중, 주관식 문항은 중 50%, 상 50%
- 시험시간: 100분 내외

##### 나. 평가문항예시

###### 1) 1차 평가 예시

1. 다음은 10명의 수습사원들이 한 평가위원으로부터 받은 점수들이다.

9 12 18 14 12 11 9 10 13 12

위의 자료에서 산술평균, 분산, 표준편차를 구하여라.

2. 두 개의 주사위를 던지는 실험에서 두 주사위 눈의 합이 6 또는 10이 될 확률을 구하여라.



3. 항아리 속에 흰 공 8개를 포함해서 12개의 공이 들어있다. 4개의 공이 복원으로 뽑혀진다. 뽑혀진 공들 중에서 정확히 3개가 흰 공일 때 첫 번째와 세 번째 뽑힌 공이 흰 공일 확률을 구하여라.

4. 연속확률변수  $X$ 의 확률밀도함수  $f(x)$ 가 다음과 같을 때,  $X$ 의 분산  $Var(X)$ 를 구하여라.

$$f(x) = \begin{cases} kx(1-x), & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{그외} \end{cases}$$

5. 비행중인 비행기의 엔진이 고장이 날 확률이 서로 독립적으로  $\frac{1}{3}$ 이다. 만약 엔진의 50%가 정상이라면 비행에는 이상이 없다고 할 때, 4개의 엔진을 장착한 비행기가 2개의 엔진을 장착한 비행기보다 안전한지 안전하지 않은지를 판단하여라.

6. 어느 공장에서 생산되는 스마트폰의 무게를 조사하기 위해 11개를 임의로 추출하여 조사한 결과는 다음과 같았다. (단위: g)

380	375	389	400	381	365
382	358	320	357	383	

제품의 무게에 대한 모분산의 90% 신뢰구간을 구하여라.(단, 제품의 무게는 정규분포를 따른다고 한다.)

2) 2차 평가 예시

1. 확률변수  $V$ 가 자유도 10인  $\chi^2$ 분포를 따를 때, 다음의 확률을 구하여라.

(1)  $P(V \leq 3.2470)$

(2)  $P(3.2470 \leq V \leq 20.4832)$

2. 확률변수  $X$ 의 모집단의 분포가 아래와 같다고 하자.

$x$	1	3	5	7	9	계
$f(x)$	$\frac{1}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{1}{10}$	1

이 모집단에서 크기가 2인 확률표본  $X_1$ 과  $X_2$ 를 추출했을 때 표본평균의 기댓값과 분산을 구하여라.

3.  $N(10, 4^2)$ 를 따르는 모집단으로부터 크기가 4인 표본을 추출할 때, 확률  $P(12 \leq \bar{X} \leq 14)$ 을 구하여라.

4. 어느 공장에서 생산되는 배터리의 평균 수명을 추정하고자한다. 과거의 경험에 의하면 분산이 0.5년이었다. 배터리의 평균 수명의 추정에서 95% 오차의 한계가 5.5년 이내가 되기 위한 표본의 크기를 구하여라.

5. 모집단이 평균이  $\mu$ 이고 분산이  $\sigma^2$ 인 분포를 따른다고 하자. 유의수준 0.05에 대하여 평균  $\mu$ 에 관한 가설

$H_0 : \mu = \mu_0$  vs  $H_1 : \mu \neq \mu_0$ 의 기각역  $C$ 를 구하여라. (단,  $0.975 = \int_{-\infty}^{1.96} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx$  이다.)

6. 정규분포  $N(\mu, \sigma^2)$ 에서 추출한 확률표본  $X_1, \dots, X_{30}$ 의 관측값을  $x_1, \dots, x_{30}$ 이라 하자. 평균  $\mu$ 를 모른다고 할 때, 분산  $\sigma^2$ 의 95% 신뢰구간을 구하여라.

(단,  $W \sim \chi^2(29)$  일 때  $P(W \leq 16) = 0.025$ ,  $P(W \leq 46) = 0.975$ 이다.)

3) 3차 평가 예시

1. 두 종류의 공정에서 대량 생산된 형광등 중에서 각각 100개와 150개를 임의 추출하여 분류한 결과가 다음과 같다.

	정상	불량	계
공정I	98	2	100
공정II	142	8	150
계	240	10	250

- (1) 두 공정에서 불량품의 차에 대한 95% 신뢰구간을 결정하여라.
- (2) 공정I의 불량률과 공정II의 불량률이 같다고 할 수 있는지 유의수준 5%로 검정하여라.

2. 주어진 두 종 식물의 교배실험에서 후세는 3가지 유전자형 A, B, C의 비율이 1:2:1로 나타난다고 알려져 있다. 이를 실험을 통하여 입증하기 위한 두 종 식물의 교배 실험에서 후세 식물 90개를 관찰하였다. 이들의 유전자형에 대한 빈도는 아래에 주어져 있다. 관측된 자료를 통해 유전이론에 의한 유전자형 A, B, C의 출현비율이 옳은지, 그렇지 유의수준  $\alpha = 0.05$ 에서 검정하여라.

유전자형	A	B	C	합계
빈도	20	48	22	90

3. 비만과 성별간의 관계성을 알아보기 위하여 1,000명을 임의추출하여 조사한 결과 다음 분할표를 얻었다. 이 자료에 의하여 비만과 성별의 관계가 있는지 유의수준  $\alpha = 0.05$ 에서 판단하여라.

구분	남	여	합계
정상	434	462	896
비만	70	34	104
합계	504	496	1000

4. 아래 표의 자료를 이용하여 산점도를 그려보니,  $x$ 와  $y$ 사이에 관한 직선의 관계가 예측되어  $y = \beta_0 + \beta_1 x$ 의 모형을 세웠다. 다음에 답하여라.

$x$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	1.6
$y$	8.3	7.9	8.4	7.5	8.3	9.2	7.6
$x$	1.4	1.5	1.8	1.7	1.6	1.7	
$y$	8.2	9.0	9.9	8.7	7.8	8.1	

- (1)  $\beta_0$ 와  $\beta_1$ 의 추정치  $b_0$ 와  $b_1$ 을 구하여라.
- (2) 오차제곱합(SSE)과 오차평균제곱(MSE)을 구하여라.
- (3)  $x = 1.5$ 일 때  $y$ 의 평균값을 추정하고 그의 95% 신뢰구간을 구하여라.

**5. 교수·학습 방법**

**가. 교수·학습상의 유의점**

- 본 과정은 고등학교 교육과정의 확률·통계 강좌와 기초 개념에서 어느 정도 중복되는 부분이 있으므로 중복된 내용에 유의하여 중복을 피하고 효율적인 학습이 되도록 지도한다.
- 측도론적인 측면에서 공리적 확률론에 기초한 체계적인 확률이론의 개념과 용어의 명확한 정의로부터 통계적 접근방법까지 엄밀하게 다루어 현상을 논리적이고 체계적으로 분석할 수 있도록 교육한다. 수리적 확률과 통계적 확률의 개념을 명확히 구분함으로써 수학적 확률모형과 통계학의 관계를 정확히 이해하여 통계학의 중요성과 필요성을 인식할 수 있도록 해야 한다.
- 확률론과 통계학의 개념이 발생하게 된 역사적 동기와 사회적 배경을 소개함으로써 확률 및 통계학에 관련된 역사적, 사회적 지식을 습득하고 수학이 역사와 사회에 끼치는 영향을 고찰함으로써 확률과 통계학의 필요성을 인식하고 활용능력을 증진시킬 수 있도록 교육한다.
- 많은 논리적인 예와 실생활의 예를 제시함으로써 확고한 개념을 정립하고 실생활에 활용할 수 있도록 한다.
- 본 과정은 계산위주의 고등학교 확률, 통계와 형식적인 체계를 갖춘 확률론과 통계학의 연계선상에 있으므로 확률론과 통계학의 개념과 용어를 명확하게 정의하고 정의로부터 정리를 엄밀하게 서술할 수 있도록 교육해야 한다. 정리의 증명을 위하여 보다 고급의 해석학 이론이 필요한 경우 정리의 증명을 생략하고 정리가 갖는 의미를 명확히 교육하여 정리를 활용할 수 있도록 한다.
- 자료의 분석을 통해 정보를 추출, 추론하고 현재 사용되고 있는 방법에 대한 논리적 근거를 제시할 수 있도록 교육한다.
- 컴퓨터를 활용한 자료의 통계적 분석을 위한 실습교육을 병행하여 실생활에 활용능력을 키우도록 함은 물론이고 시각적인 교육을 통한 교육의 효과를 극대화 한다.
- 참고문헌이나 인터넷 관련 사이트를 구체적으로 제시하여 학생들의 자기학습능력의 향상에 도움이 되도록 한다. 확률·통계에 관련된 유익한 교양도서를 지정함으로써 본 과정을 통해 확률·통계에 관한 지식의 습득은 물론이고 발전과정과 중요성을 인식함으로써 학문하는 방법과 사회에 공헌하는 방법을 습득할 수 있는 기회를 제공한다.
- 그 외 학습 내용과 관련된 교수·학습상의 유의점은 내용기준, 평가기준과 더불어 제시한다.

**나. 확률·통계 관련 인터넷 사이트**

- 위키백과: <http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B6%84%EB%A5%98%EC%9D%91%EC%9A%A9%EC%88%98%ED%95%99>
- WIKIPEDIA-probability: <http://en.wikipedia.org/wiki/Probability>
- WIKIPEDIA-statistics: <http://en.wikipedia.org/wiki/Statistics>
- 통계청: <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>, 한국통계학회: <http://www.kss.or.kr/>
- 통계교육원: <http://sti.kostat.go.kr/>, 통계교육컨설팅: <http://www.statedu.com/>
- Artificial Intelligence Study 확률: <http://www.aistudy.co.kr/math/probability.htm>
- 민수씨의 생물통계학: <http://www.imsoo.net/school/6705>
- 정보통신기술 용어 해설: [http://ktword.co.kr/tech\\_map.php?inner=yes& mgid=057&m\\_temp1=1644&choic=map](http://ktword.co.kr/tech_map.php?inner=yes& mgid=057&m_temp1=1644&choic=map)
- Oracle Think Quest-Probability and Chance: <http://library.thinkquest.org/11506/intro.html>